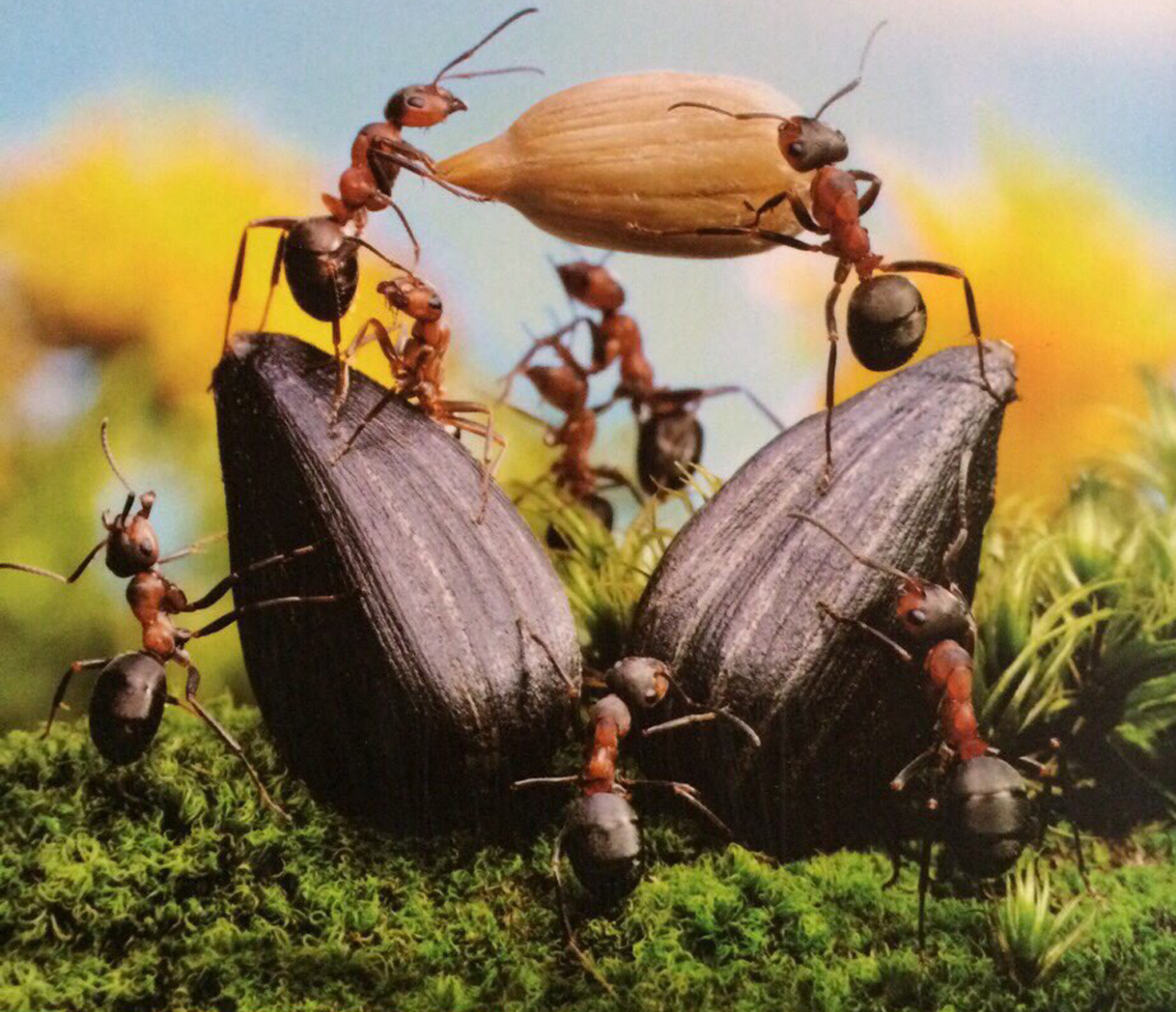




۱۳۵۹  
واحد تهران

# مورچه‌ها

روش‌های استاندارد در سنجش و نظارت بر تنوع زیستی



دکتر محمد مهدوی، مهساقبادی





مورحہ



روش های استاندارد در سنجش و نظارت بر تنوع زیسته

دونات آگوستی، جاناتان دی میجر، لیانه ای آلونسو، تد آر شولتز

(۲۰۰۰)

سرشناسه	:
عنوان و نام پدید آورنده	:
مشخصات نشر	:
مشخصات ظاهری	:
شابک	:
وضعیت فهرست نویسی	:
عنوان به انگلیسی	:
یادداشت	:
موضوع	:
موضوع	:
موضوع	:
شناسه افزوده	:
شناسه افزوده	:
شناسه افزوده	:
شناسه افزوده	:
رده بندی کنگره	:
رده بندی دیوی	:
شماره کتابشناسی ملی	:



## مورچه

نویسنده:

مترجم:

ناشر: انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران

طراح جلد: سعید صحابی

صفحه آرای: قاسمی (رها)

ناظر چاپ: احمد آرش

لیتوگرافی: زاویه نور

چاپ و صحافی: نقش نيزار

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۱۵۰۰۰۰ ریال

نوبت چاپ: اول - پاییز ۱۳۹۳

ISBN: 978- 600- 133- C- C

شابک: ط - ط - ۱۳۳ - ۶۰۰ - ۹۷۸

<http://nashr.jahat.ir>

نشانی: تهران - صندوق پستی ۱۸۶ - ۱۳۱۴۵

[en.jahat@gmail.com](mailto:en.jahat@gmail.com)

تلفن: ۶۶۴۱۸۴۹۹ - تلفکس: ۶۶۹۵۴۳۶۸

تلفن مراکز پخش: ۶۶۴۹۰۷۴۰ - ۶۶۴۹۰۷۴۲ - ۶۱۱۱۲۸۶۲

این اثر، مشمول قانون حمایت مولفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است. هر کس تمام یا قسمتی از

این اثر را بدون اجازه مولف یا ناشر تکثیر و کپی برداری نماید مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

## «ویزکیهم و یعلمهم الكتاب و الحکمة»

### مقدمه ناشر

ایران امروز در اشتیاق توسعه و استقلال گام‌های محکم و استواری برمی‌دارد. همه روزه در گوشه و کنار میهن ما جوانه‌های خودکفایی علمی و فنی رخ نموده و با عنایت و یاری خداوند متعال و در سایه تلاش و کوشش جامعه علمی و دانشگاهی حرکت به سوی مرزهای دانش شتاب بیشتری به خود می‌گیرد. خدای را شکر می‌گوییم که این فرصت را ارزانی ما داشته است تا گام‌هایی هر چند کوچک در راه رشد و نشر دستاوردهای علمی و فرهنگی کشور برداریم، باشد تا با یاری خداوند منان و در پرتو همت اندیشمندان، نویسندگان، مترجمان و متخصصان مؤمن و متعهد بتوانیم نظام مقدس جمهوری اسلامی را در تحقق اهداف خدا یاری رساننده و دین خود را به انقلاب اسلامی و خون شهدای عزیز ادا کنیم.

انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران در راستای وظایف خویش و به منظور نیل به اهداف علمی- فرهنگی نظام جمهوری اسلامی مبادرت به انتشار آثار ارزشمند و مورد نیاز علمی و دانشگاهی می‌نماید. در این راه از کلیه اساتید، پژوهشگران و صاحبان قلم و اندیشه دعوت به مشارکت و همکاری می‌گردد.



## فهرست مطالب

- مقدمه مترجم
- مقدمه دونات آگوستی بر ترجمه کتاب
- مقدمه کتاب مورچه  
إدوارد اُو ویلسون
- پیشگفتار
- فصل اول  
مطالعات پیرامون تنوع زیستی، نظارت، و مورچه‌ها: بررسی کلی  
لیانه‌ای آلونسو و دونات آگوستی
- فصل دوم  
مقدمه‌ای بر اکولوژی مورچه  
مایکل کاسپاری
- فصل سوم  
اکولوژی جهانی مورچه‌های جنگلهای استوایی: گروه‌های عامل در ارتباط با تنش و ناآرامی محیطی  
آلن این آندرسن
- فصل چهارم  
ارتباط مورچه‌ها با سایر موجودات زنده  
تد آر شولتز و ترنس پی مک‌گیلین
- فصل پنجم  
تنوع مورچه‌ها  
ویلیام ال براون جی آر
- فصل ششم  
مورچه‌ها بعنوان شاخص تنوع  
لیانه‌ای آلونسو



- فصل هفتم  
استفاده از مورچه برای نظارت بر تغییرات محیطی  
مایکل کاسپاری و جاناتان دی میجر
- فصل هشتم  
الگوهای گسترده تنوع در جوامع مورچه‌های لاشبرگزی  
فیلیپ اس وارڈ
- فصل نهم  
روشهای میدانی مورد استفاده در مطالعه مورچه‌های خاکزی: شرح کلی، توصیف، و ارزشیابی  
براندون تی بستلمیر، دونات آگوستی، لیانه‌ای  
آلونسو، سی روبرتو اف براندائو، ویلیام ال براون  
جی آر، ژاکس ایچ سی دلایبی، و روگریو سیلوستر
- فصل دهم  
نمونه گیری و انتخاب روشها  
ژاکس ایچ سی دلایبی، برایان ال فیشر، جاناتان دی میجر، و ایان دابلو رایت
- فصل یازدهم  
پردازش نمونه‌های آزمایشگاهی: تهیه و نگهداری از کلکسیون مورچه  
جان ای لاتیکه
- فصل دوازدهم  
جمع آوری عمده مورچه‌های جهان از نظر نوع و منطقه زیست، و منابع شناسایی گونه مورچه‌ها  
سی روبرتو اف براندائو
- فصل سیزدهم  
با داده‌ها چکار باید کرد؟  
جان تی لانگینو
- فصل چهاردهم  
پروتکل موسوم به ALL: پروتکلی استاندارد در جمع آوری مورچه‌های خاکزی  
دونات آگوستی و لیانه‌ای آلونسو

- فصل پانزدهم  
بکارگیری پروتکل مورچه‌های لاشبریگ زی: مطالعات موردی برگزیده  
برایان ال فیشر، آنت کی اف مالش، راقاوندرا گاداکار، ژاکس ایچ سی دلایی، هیرالدو ال واسکنسیلوس، و جاناتان دی میجر
- جایگاه کنونی نمونه‌گیری وینکلری (مقاله اضافه شده)
- پیوست ۱  
فهرست و منابع مورد استفاده در روشهای نمونه‌گیری مورچه‌ها
- پیوست ۲  
صورت داده‌های حاصل از مطالعه مورچه‌ها
- پیوست ۳  
فهرست منابع لازم جهت پردازش نمونه‌های آزمایشگاهی
- فهرست واژه‌گان  
تد آر شولتز و لیانه‌ای آلونسو
- نویسندگان مقالات
- فهرست منابع



## مقدمه مترجم

امروزه، مطالعات اکولوژیک و تنوع زیستی بعنوان یک روش نوین حفاظتی و نظارتی مورد توجه عمده متخصصان، کارشناسان و فعالان حفاظت از محیط زیست در سرتاسر دنیا قرار دارد. و هر چه گام به جلو تر می‌گذاریم، اهمیت اینگونه مطالعات بیش از پیش بر همگان آشکارتر می‌گردد. از طرفی، اکوسیستم‌ها، به رغم پیچیده و پویا بودن، نقش مهمی را در حیات انسانی و جانوری ایفا می‌کنند، که امروزه بنا به دلایل طبیعی و انسانی به مخاطره افتاده است. حفظ و سلامت این اکوسیستم‌ها در گرو مدیریت و نظارت همه جانبه عوامل انسانی در سایه مطالعات و تحقیقات گسترده میدانی از نقاط متنوع زیست-جغرافیایی، و نیز عوامل محیطی و خصوصاً جانوری است که تأثیر بسزایی در تعادل بخشی اکوسیستم‌ها دارند. تاکنون مطالعات گسترده‌ای در عرصه‌های مختلف اکوسیستمی صورت گرفته است، که در این بین، اکوسیستم‌های خشکی، هر چند که عرصه کمتری نسبت به اکوسیستم‌های آبی دارند، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار هستند. مهمترین مؤلفه موجود در این اکوسیستم‌ها، حضور گیاهان، بعنوان اصلی‌ترین منبع غذایی، دارویی، صنعتی و غیره، است که مطالعات اکولوژیک بر روی آنها بسیار پررنگ و پرچالش بوده است. از سوی دیگر، تغییرات جوامع گیاهی تحت تأثیر عوامل فیزیکی همچون آب و هوا، و عوامل زنده نظیر فعالیت‌های انسانی و جانوری صورت می‌گیرد، و در این میان، به جرأت می‌توان گفت که تأثیر و نقش جوامع جانوری، خصوصاً حشرات، بر رشد و نمو جوامع گیاهی، اگر بیشتر از سایر عوامل فیزیکی و زنده نباشد، قطعاً کمتر نیست.

مورچه‌ها از جمله عوامل جانوری هستند که، چه بلحاظ تعداد و ترکیب جمعیتی و چه بلحاظ تعامل ضروری که با گیاهان و سایر جانوران دارند، و همینطور میزان بیوماسی که تولید می‌کنند، نقش تعیین کننده‌ای در سلامت یک اکوسیستم ایفا می‌نمایند. هر چند که این حشرات اجتماعی تنها ۱/۵ درصد جوامع حشرات شناخته شده دنیا را شکل می‌دهند، به تنهایی قادرند ۱۰ درصد از کل بیوماس حیوانی را در جنگلهای استوایی و سایر زیستگاههای اصلی فراهم

نمایند. مورچه‌ها بدلیل خصوصیات متعددی که دارند از جمله: تنوع بالا، غنای گونه‌ای، برتری عددی و زیست توده‌ای، عادات لانه‌سازی ثابت، سهولت در جمع‌آوری، امکان نمونه‌گیری مجلد، و غیره، برای مطالعات تنوع زیستی بسیار مطلوب، و در خیلی از موارد، به مراتب مقرون به صرفه‌ترند. این حشرات از دیرباز مورد توجه دانشمندان و محققان عرصه حشره‌شناسی و همینطور محیط زیست و سایر علوم وابسته قرار داشته است، و اکنون، بخاطر نقش بی‌بدیل آنها در اکوسیستم، تحقیقات گسترده‌ای پیرامون این گونه جانوری در تقریباً همه نقاط دنیا صورت می‌گیرد. ویژگی غالب این مورچه‌ها در اکوسیستم‌های خشکی سراسر جهان باعث شده است که روشهای سریع و پایدار در تحقیقات و نظام طبقه‌بندی و همینطور جغرافیای زیستی مورچه‌ها نیز رشد و توسعه یابد.

اهمیت مورچه‌ها در رشد و توسعه اکوسیستم‌ها باعث شده است که بویژه در دو دهه اخیر مقالات و کتابهای فراوانی راجع به این حشرات اجتماعی نگاشته شوند. از جمله منابع ارزشمندی که در این زمینه به چاپ رسیدند کتاب "مورچه" است که حاوی مجموعه مقالاتی است که توسط نویسندگان برجسته در حوزه مطالعات مورچه به نگارش در آمدند. این کتاب دو هدف عمده را دنبال می‌کند: یکی تعیین و استانداردسازی روشهای تحقیق و جمع‌آوری اطلاعات، و دیگری ترغیب و توانمندسازی محققان علاقمند به تحقیقات تنوع زیستی و نظارت بر مطالعات مورچه‌ها بعنوان موجودات شاخص. بعبارت دقیق‌تر، کتاب یاد شده روشهای مطالعه میدانی ساختار و جوامع مورچه‌ها و همینطور نحوه جمع‌آوری اطلاعات میدانی پیرامون مورچه‌ها، محیط پیرامونی لانه‌ها، ساختمان لانه‌ها، شیوه طبقه‌بندی و نگهداری این مورچه‌ها را در قالب پروتکلی بنام "پروتکل مورچه‌های لاشبرگزی" به محققان و علاقمندان مطالعات مورچه و تنوع زیستی آموزش می‌دهد. از آنجا که جایگاه این کتاب در مطالعات مورچه‌شناسی در ایران بدلیل وجود اکوسیستم‌های وسیع و متنوع اما در حال تخریب، پُر تعداد بودن کلونیهای مورچه، دگرگونی ساختار جوامع گیاهی بومی و چند ساله و نیز نیاز به دسترسی به منابع معتبر، کارآمد و سودمند در امر تحقیقات مورچه، بسیار خالی بوده است، مترجمان کتاب حاضر تصمیم گرفتند که ترجمه‌ای از کتاب اصلی "مورچه" را به زبان فارسی در اختیار محققان، علاقمندان و دانشجویان رشته مورچه‌شناسی و یا رشته‌های مربوطه قرار دهند. در ترجمه این کتاب، سعی شده است از تمامی ظرفیتهای و توان علمی خود و سایرین استفاده بهینه بعمل آورده تا روانی و سهولت در فهم مطالب با حفظ جایگاه علمی مفاهیم بدرستی به خواننده انتقال داده شود.

ترجمه این کتاب چند هدف را دنبال می‌کند. اول اینکه، منبعی معتبر و موثق در زمینه اطلاعات پیرامون مورچه در اختیار محقق ایرانی قرار گیرد تا روشهای مختلف مطالعه، جمع‌آوری داده‌ها، طبقه‌بندی و حفظ و نگهداری کلکسیونهای مورچه بدرستی صورت پذیرد. دوم اینکه این کتاب مقدمه‌ای باشد بر هر چه بیشتر جدی گرفتن مطالعات مورچه در حوزه‌های مختلف زیست محیطی در سراسر ایران و نجات اکوسیستم‌های مختلف که دونات آگوستی در مقدمه خود بر ترجمه این کتاب بدرستی بدان اشاره کردند. و در نهایت اینکه ترجمه این کتاب، و نیز کتابهای دیگری از این دست، موجب شود تا مسئولان زیربسط با ایجاد رشته حشره‌شناسی، شاخه مورچه‌شناسی، در دانشگاهها به هرچه فراگیر تر شدن موضوع مطالعات مورچه در سطح کشور کمک نمایند. به امید آن روز.

در پایان لازم می‌دانیم از افراد و کسانی که در به ثمر رسیدن ترجمه کتاب "مورچه" که الان پیشروی شماست و نیز در چاپ آن کمک و یاری رساندند تشکر نماییم. ابتدا از خانم دکتر هلن عالی پناه، که ما را با یکی نویسندگان اصلی کتاب "مورچه"، دونات آگوستی، آشنا کرد که این خود باعث تشویق و رو آوردن ما به برگردان کتاب یاد شده گردید. بدین ترتیب از وی کمال تشکر و سپاس را داریم. از دونات آگوستی، که با تشویقهای مداوم عزم و تلاش ما را در ترجمه کتاب دو چندان نمود تشکر ویژه می‌نماییم که در نهایت مقدمه‌ای بر ترجمه کتاب حاضر نوشتند که خواندن آن خالی از لطف نیست. از ویراستاران علمی و زبانی مجموعه حاضر که ماهها وقت صرف کردند تا با خوانش چند باره، محتوا و کیفیت ترجمه را از نظر علمی و زبانی به حد مطلوب رساندند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌کنیم. چاپ این مجموعه قطعاً بدون همکاری صمیمانه و تلاش مجدانه مدیر انتشارات مربوطه و عوامل آن امکان پذیر نبود. لذا جا دارد که از وی و همکارانش تشکر و سپاس داشته باشیم. قطعاً چاپ هر کتاب یا مجموعه‌ای خالی از نقص و ایراد نخواهد بود. از خوانندگان و محققان و دانشمندان و نیز دانشجویان ارجمند تقاضا می‌شود در صورت تمایل، نواقص و ایرادات احتمالی را با ذکر مشخصات و دلایل آن به نشانی الکترونیکی [khosro.mahdavi@gmail.com](mailto:khosro.mahdavi@gmail.com) ارسال نمایند. ضمناً، از دقت نظر شما پیشاپیش تشکر می‌کنیم.

دکتر محمد مهدوی

مهسا قبادی



## مقدمه دوناٹ آگوستی بر ترجمه کتاب

در سال ۱۹۹۶، دانشمندانی در یک اقامتگاه تفریحی در منطقه ایلهاس واقع در جنگل آتلانتیک کشور برزیل با چند هدف گرد هم آمدند: اینکه پروتکل استاندارد را جهت سنجش و نظارت بر مورچه‌ها عرضه نمایند، مورچه‌ها را بخشی از یک تاکسون مورد استفاده گسترده در محافظت از محیط زیست قرار دهند، نگاه جهانی نسبت به تنوع مورچه پیدا کنند، و سرانجام اینکه دریابند که چطور می‌توانند از فضای مجازی نوپا در جهت ارائه بهترین حمایت ممکن به کاربران پروتکل استفاده بهینه نمایند. تأکید اساساً بر جنگل بارانی بود، هم بخاطر فعالیت‌های حفاظتی و هم اینکه بیشتر مطالعات در جنگلهای استوایی و تا حد ضعیفتر در سرزمینهای جلگه‌ای یا مناطق معتدل در حال انجام است.

حاصل کار این کارگاه علمی-آموزشی کتاب حاضر بوده است. از زمان چاپ آن، این کتاب بطور کامل بفروش رفته است، (تا ۲۴ فوریه ۲۰۱۳) جستجوگر گوگل ۹۲۱ بار ارجاع به کتاب را ثبت کرده که بیانگر استفاده گسترده آن است، و با این آمار نشان می‌دهد که پروتکل استاندارد پیشنهادی در بسیاری از تحقیقات میدانی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

با همه این اوصاف، مورچه‌ها به یکی از نخستین تاکسوها تبدیل گشته اند که به همین منظور کاتالوگ مجازی آن در اختیار همگان قرار گرفته است. با حمایتی که مؤسسه اسمیتسون بعمل آورده است، تمامی آثار چاپی پیرامون طبقه‌بندی مورچه‌ها در دسترس همگان قرار گرفته و با چاپ اول مرتبط شده اند. بعدها، دیجیتال‌سازی و تصویرسازی الکترونیکی مورچه‌ها به فعالیتی پیشرو در نظام طبقه‌بندی در وبگاه [antweb.org](http://antweb.org) با هدفی بلند پروازانه در جهت تصویرسازی از تمامی گونه‌های مورچه که تعداد آن به بیش از ۱۲۰۰۰ عدد می‌رسد، و در صورت امکان، افزودن تصاویر به نمونه‌های جدیدتر، تبدیل گشته است. با وجود همه اینها، تمامی پیشینه تحقیق و نمونه‌های مورچه دیجیتال شده و در فضای مجازی در دسترس همگان در دنیا، از آلبانی گرفته تا زیمبابوه، و از دانشمندان گرفته تا جستجوگرهای کنجکاو فضای مجازی، قرار گرفته است. ما اکنون در آن موقعیت قرار نداریم، و گاهی اوقات گذشته را مرور می‌کنیم، اما اکنون در مسیر جدیدی قرار گرفتیم با یک عزم راسخ که [بگوییم]



مورچه‌ها در آینده نخستین تاکسون با تنوعی عظیم در جهان خواهند بود که به همین خاطر تمامی پیشینه تحقیق و حداقل همه گونه‌ها، دیجیتالی شده و در اختیار همگان قرار گیرند. طوریکه جستجو و کسب تمامی اطلاعات تنها از یک جا میسر باشد. پذیرش همگانی مورچه‌ها همچنین به تلاشهای فراوان، اغلب کمی مشترک، می‌انجامد که همگی در یک نقطه جمع شده و به یک هدف منتهی خواهد شد.

مورچه‌ها تنها تاکسون غالب در مناطق استوایی نیستند. در نواحی معتدلی همچون ایران، این جانوران حضور فراگیر داشته و تأثیر شگرفی بر اکوسیستم محلی می‌گذارند. نقاط سفید رنگ متراکم که در نقشه‌های گوگل در خارج از تهران دیده می‌شوند همگی آشیانه‌های مورچه‌هایی از جنس *Messor* هستند. هرچند قطر تا چهار متری و هرس گیاهان و انباشت خاک از درون زمین به روی سطح آشیانه دلیلی است که ماهواره‌ها منعکس می‌کنند، دلیل روشنی برای باروری شان نیز محسوب می‌گردد. روابط بین آنها، بعنوان جمع‌آوری کنندگان بذر، اکنون موضوعات مورد مطالعه دانشگاه فن آوری اصفهان و دانشگاه آزاد واحد نور واقع در ساحل دریای خزر شهرستان نور قرار دارند.

ضمن تشکر از تلاشهای خانم مهسا قبادی و استاد راهنمای وی، دکتر محمد مهدوی، در دانشگاه آزاد واحد نور، باید گفت که اکنون فرصت بسیار خوبی پدید آمده است، و آن هم اینکه کتاب مورچه حاضر به زبان فارسی ترجمه شده است، که نخستین ترجمه این کتاب محسوب می‌شود. اما قضیه فراتر از این است. ترجمه این کتاب نشان می‌دهد که روشهای استاندارد مورچه فراتر از مناطق استوایی، حتی در مناطق استپی معتدل، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

این ترجمه فراخوانی است در جهت بازبینی چاپ اول کتاب و برگزاری کارگاه آموزشی دیگری که دامنه استفاده کتاب را از صرفاً سرزمینهای جنگلی استوایی تا سومین گستره پوشش گیاهی، از مناطق استوایی تا نواحی معتدل و نیز از مناطق جنگلی تا نواحی بیابانی گسترش می‌دهد.

جا دارد که به دکتر محمد مهدوی و خانم مهسا قبادی تبریک بگویم و از آنها بدلیل تلاش فوق‌العاده شان در جهت برگردان این کتاب صمیمانه تشکر نمایم.

دونات آگوستی

## مقدمه ادوارد او و یلسون

رشد و توسعه روشهای سریع و پایدار مورد استفاده در مطالعه طبقه بندی نظام مند و جغرافیای زیستی مورچه ها حائز اهمیت است - فقط به یک دلیل که این حشرات بلحاظ اکولوژیکی تقریباً در تمامی محیطهای خشکی سراسر دنیا دارای ویژگی غالب هستند. هر چند که گونه های مورچه تنها ۱/۵ درصد از جامعه شناخته شده حشرات دنیا را تشکیل می دهند، این گونه ها ۱۰ درصد کل بیوماس حیوانی را در جنگلهای استوایی، علفزارها، و شاید دیگر زیستگاه های اصلی را فراهم می سازند. آنها جزء بندپایان مهاجم در تقریباً سرتاسر مرتع دارای اندازه کامل و همچنین مایتهای بسیار ریز بوده، و در مقیاس وسیع از جمله تغذیه کنندگان غالب تمامی ریزگونه های جانوری خاکزی بشمار می آیند. این گونه ها در دنیا بیشتر خاک را زیرورو کرده و آن را بارور می کنند تا اینکه به کرمهای خاکی کمک نمایند.

تنها بخاطر همین دلایل، کتاب حاضر کمک شایانی به مطالعات پیرامون ساماندهی اکوسیستم های خاکی می نماید. اما دلیل دوم، و حتی قانع کننده تری در چاپ این کتاب وجود دارد. اکوسیستم های طبیعی که زیستگاه گونه های جانوری و گیاهی خاکی بشمار می روند در جلو چشمان ما در حال از بین رفتن هستند. جنگلهای بارانی استوایی بطور اخص، که مأمّن بیش از نیمی از تنوع گونه ای گیاهان و جانوران هستند، سالانه با نرخ ۱ تا ۲ درصد در حال نابودی اند، در حالیکه سایر جنگلهای با سرعت حتی بیشتری در حال تجزیه و متلاشی شدن هستند. در این وضعیت ناامید کننده، متخصصان طبقه بندی مورچه ها و جغرافی دانان زیست جانوری باید در امر نظارت بر این نوع تخریب پرچمدار باشند: نظارت آنها نقش حیاتی در محافظت از کره زمین دارد.

مهمترین بخش تلاش برای محافظت از کره زمین همانا ترسیم دقیق از تنوع زیستی بمنظور تعیین نقاط گرمسیری است، که خود پرمخاطره ترین اکوسیستم ها و اکوسیستم های بی که بیشترین تعداد گونه های منحصر به فرد برخوردارند بشمار می آیند. تاکنون بخش اعظمی از اطلاعات در این خصوص از جانوران مهره دار، گیاهان گلدار، و از چند گروه بی مهرگان کاملاً مطالعه شده، از قبیل پروانه ها و نرم تنان، بدست آمده اند. مطالعات تطبیقی نشان داده اند

که یک چنین "گروه شاخص" جایگزین مناسبی برای سایر گونه‌ها نخواهد بود. بنابراین، باید در تحقیقات آینده شبکه نمونه برداری را بطور گسترده تر ایجاد کرد.

مورچه‌ها گروه شاخص پایداری هستند که می‌توانند به گنجینه اطلاعات زیست شناس افزوده شوند. همانگونه که نویسندگان مقالات این کتاب بارها ذکر کرده اند، این مورچه‌ها جزء فراوانترین گونه جانوری بشمار می‌روند که راحت تر از همه نیز قابل جمع آوری هستند. از این گذشته، این مورچه‌ها دارای تنوع هستند، اما نه آنقدر متنوع که به سادگی نتوان طبقه‌بندی کرد. بعنوان مثال، تعداد گونه‌ها در یک کیلومتر مربع از جنگل آبی استوایی نواز ارتفاع ۲۰ یا ۳۰ متری در منطقه Lesser Antilles تا ارتفاع ۵۰۰ متری در منطقه Peruvian Amazon امتداد می‌یابد. موضعی بودن توزیع و بومی بودن نیز نسبتاً در سطح بالا است. مورچه‌ها با بسیار اجتماعی بودن، دارا بودن کلونی‌هایی که با الگوهای بی نظیر در کنترل منابع "ابرجانور" را بوجود می‌آورند، شکل زندگی تازه و متفاوت، و احتمالاً الگوهای جدیدی از تنوع را به فهرست گروه‌های شاخص خواهند افزود. و بالاخره اینکه، این مورچه‌ها عمر چند ساله دارند، و پیدا کردن مورچه‌های کارگر و لانه هایشان، حتی در خشکترین یا پربارانترین فصول سال، نسبتاً آسان است.

کتاب حاضر مجموعه‌ای است که در تعیین و استانداردسازی روش تحقیق و روشهای جمع آوری اطلاعات کمک شایانی می‌کند. این کتاب گامی اساسی بسوی شناخت ظرفیتهای عظیم مورچه‌ها در تحقیقات پیرامون تنوع زیستی در سرتاسر جهان است. این کتاب، انگیزه و ملاک و معیاری خواهد بود نه تنها برای مورچه شناسان بلکه برای بوم شناسان و زیست شناسان طرفدار محیط زیست که درگیر تحقیقات پیرامون تنوع زیستی هستند.

## پیشگفتار

### چالشهای تنوع زیستی

تنوع زیست شناختی اصطلاحی است که در توصیف اشکال مختلف زندگی بر روی کره زمین بکار می‌رود، که سه سطح از تنوع را شامل می‌شود: تنوع فردی، گونه‌ای، و اکوسیستمی<sup>۱</sup>. این کتاب به تنوع گونه‌ای می‌پردازد. مطالعه توزیع و فراوانی گونه‌ها، اصل و اساس علوم بیولوژیکی را شکل می‌دهد، که شامل طبقه‌بندی نظام مند، بیوگرافی، اکولوژی، و تئوری تکامل است. مطالعه گونه‌ها به لحاظ توزیع و فراوانی اطلاعات وسیعی را پیرامون وضعیت محیط زیست‌های خاص نیز عرضه می‌کند.

فشار روزافزون بشر بر محیط زیست منجر به کاهش سریع تنوع زیستی در سطح جهان شده است. این کاهش تنوع نه تنها به وضع قانون حفاظت از تنوع زیست شناختی، بعنوان یک ابزار قانونی الزام آور جهت حفظ تنوع زیستی، منتهی گردید، بلکه نیاز مبرم به استفاده از راهکارهای مربوط به تحقیق بر روی منابع بیولوژیکی موجود را نیز موجب شده است. چنین پژوهشهایی جهت وضع قانون و دیگر پروتکلها بمنظور حفظ منابع بیولوژیکی برای نسلهای آینده ضروری بنظر می‌رسند.

ارزیابی دقیق از منابع بیولوژیکی موجود در زمان و مکان معین، مبنای بیشتر تصمیم‌گیریهای مربوط به حفاظت از تنوع زیستی را شکل می‌دهد. اما، بخاطر فقدان استانداردسازی پروتکلهای پژوهشی، داده‌های بدست آمده در اینگونه ارزیابی‌ها کمک چندانی به نظارت مستمر بر منابع بیولوژیکی در طول زمان یا مقایسه منابع بیولوژیکی در میدانی پژوهشی مختلف نخواهد کرد<sup>۲</sup>. پرکاربردترین مدل‌های توزیع، بر پایه برآوردهای پیش بینی از کمترین تعداد مشاهدات میدانی هستند و از اینرو از مشکل پژوهشهای میدانی سوگیرانه رنج می‌برند. با وجود در دسترس بودن منابع اطلاعات مجازی (ماهواره‌ای)، در اختیار داشتن اطلاعات

---

1. Convention on Biological Diversity (1992);  
2. United Nations Environment Programme (1995);

تکمیلی از تنوع زیستی حائز اهمیت است. چنین منابع اطلاعات مجازی، در صورتیکه با پژوهشهای میدانی همراه باشند، ابزارهای قدرتمندی را جهت ارزیابی از منابع بیولوژیکی فراهم می‌سازند.

سنجش و اندازه‌گیری تنوع زیستی امر پیچیده‌ای است. در حالیکه هیچ گروه خاصی از موجودات زنده نمی‌تواند طیف کاملی از تنوع زیستی را در سایت خاصی نشان دهد، تحقیق از تمامی موجودات زنده در هر میدان پژوهشی نیز امری غیر ممکن است. یک راه حل برای این مشکل، همانا تصمیم به پژوهش از آن گروه از موجودات زنده است که به لحاظ اکولوژیکی مهم، براحتی و به روش استاندارد قابل جمع‌آوری، نسبتاً متنوع در سایت، و قابل شناسایی باشد، و یا اینکه حداقل اطلاعات علمی دقیق برای آن، هم بصورت چاپی و هم در غالب گزارش تخصصی، موجود باشد.

مورچه‌ها، مخصوصاً از نوع خاکزی، نمونه‌های تحقیقی کاملی برای چنین روشی بشمار می‌روند. هرچند که مورچه‌ها غذای دلخواه پرندگان، پستانداران بزرگ، پروانه‌ها، و یا گیاهان گلدار نیستند، پیش‌بینی می‌شود که این مورچه‌ها روزبروز نقش مهمی را در برنامه ریزی حفاظتی در قرن آینده ایفا نمایند.

سرمایه‌گذاری امروزه در ارزیابی تنوع مورچه راهکار معقولی را در دراز مدت در تلاش برای حفاظت از تنوع زیستی تضمین خواهد کرد. همچنانکه از مورچه‌ها بطور فزاینده در مطالعات مربوط به تنوع زیستی استفاده می‌شود، انباشت گونه‌های توصیف نشده سریعاً کاهش خواهد یافت. مفاهیم پایدار گونه‌ها و استفاده از پروتکل استاندارد جمع‌آوری مورچه‌ها مقایسه پژوهشهای موضعی در فواصل جغرافیایی زیاد را ممکن خواهند ساخت، و چنین مقایسه‌هایی، ابزار مهمی را برای شناخت پدیده‌های جهانی از قبیل تغییرات جوی فراهم خواهند نمود. منابع اطلاعاتی بزرگ این امکان را فراهم می‌آورد که بانک نمونه‌گیری لاشبریگی، مانند بانک اطلاعات ژنی، بوجود آورد که از طریق آن محققین سراسر دنیا اخیراً از چرخه اطلاعات ژنی بهره می‌برند. سهولت نسبی مورد استفاده در پژوهش مورچه‌ها از آنها یک تاکسون ایده‌آلی می‌سازد که متناسب برای ارزیابی مناطقی است که واقعاً هیچ اطلاعات تنوع زیستی برای آنها، مانند بخشهای وسیع آمازون و دریاچه‌های کنگو، وجود ندارد.

## هدف از چاپ کتاب حاضر

استفاده از مورچه‌ها در تحقیقات پیرامون تنوع زیستی و حفاظت از آن برای نخستین بار در سال ۱۹۹۵ (۱۳۷۳ شمسی) در همایش بین‌المللی انجمن بین‌المللی مطالعات حشرات اجتماعی موسوم به (IUSSI) در شهر پاریس مورد بحث جدی قرار گرفت. متعاقب آن، مطالعه تنوع زیستی بعنوان یک روش نوین حفاظتی در میان متخصصان حشرات اجتماعی عضو کمیته حفاظت از گونه‌ها که زیر نظر اتحادیه جهانی حفاظت از محیط زیست فعالیت می‌کند عنوان گردید. پاسخهای مثبت و قاطعی که از این سازمانها دریافت شد منجر به تشکیل همایشی با عنوان مورچه‌های لاشبرگزی (ALL) با موضوع استفاده از مورچه‌ها در مطالعات تنوع زیستی گردید، که خروجی آن انتشار کتاب مبانی حاضر بوده است.

در اوت سال ۱۹۹۶ (۱۳۷۴ شمسی)، ۲۴ نفر از دانشمندان سراسر دنیا در محیط آرام ایلهیوس واقع در جنگل بارانی آتلانتیک واقع در منطقه باهای در برزیل گرد هم آمدند. هر یک از آنها برای تشریح موضوع خاص مرتبط با مسئله کلی استفاده از مورچه‌ها بعنوان یک تاکسون شاخص در تحقیقات پیرامون تنوع زیستی و حفاظت از آن دعوت به سخنرانی شدند. پس از بحثهای داغی که یک هفته به طول انجامید، همگی توافق کردیم که مورچه‌ها می‌توانند نقشی مهم را در این موضوع ایفا کنند، و در نهایت پروتکل استاندارد تعیین گردید.

این پروتکل، موسوم به پروتکل مورچه‌های لاشبرگزی - که موضوع اصلی این کتاب است - دقیقتر از پروتکل‌هایی است که در کتابهای قبلی از این سری به چاپ رسیدند. اتفاق نظر اعضای کنفرانس بر پروتکل جدید منجر به این شد که کتاب مبانی منتشر شود که پروتکل استاندارد برای جمع‌آوری مورچه‌ها را تأمین سازد تا اینکه فقط تمامی روشهای ممکن در جمع‌آوری مورچه‌ها را تشریح نماید، که در این رهگذر بتوان منابع اطلاعات زیادی که فوراً جهت مقایسه لازم باشند ایجاد نمود. به لطف ژاک دلای و گروه وی در باهای، منبع اطلاعات بزرگی جهت آزمایش روشهای جمع‌آوری با ترکیبات متنوع در دسترس همگان قرار گرفت (به فصل ۱۰ رجوع شود). حاصل کار وسیله‌ای است ساده اما قوی که عبارت است از: نمونه لاشبرگ به مقیاس ۱ متر در مقیاس مربع، که حداقل مقیاس مشترک است. این، حداقل مساحتی است که از آن تعدادی از گونه‌های مورچه می‌توان جمع‌آوری کرد که هم دارای جامعه آماری کافی بوده و هم در تحلیلهای آماری معنی دار باشند. تعداد نمونه‌های لازم جهت برآورد پایا از تعداد کل گونه‌های مورد انتظار برای یک منطقه مورد مطالعه نیز از این منبع اطلاعاتی تعیین می‌گردد. این روش نمونه‌گیری بر مبنای متر مربع، امکان می‌دهد تا از تعداد

لانه‌ها در هر منطقه و همینطور کل بیوماس بصورت تخمینی برآورد کرد. این پروتکل قطعه‌ای را می‌توان با دیگر روشهای جمع‌آوری، از قبیل تله‌های چاله‌ای یا طعمه‌گذاری، بمنظور دستیابی به اهداف خاص مطالعه تنوع زیستی تلفیق کرد.

تأکید کتاب حاضر روی مورچه‌های خاکزی مبتنی بر ویژگیهای منحصر به فرد این دسته از جانوران و روشهای خاص و آزمایش شده است که بواسطه آن می‌توان پژوهش را انجام داد. روشهای کافی برای نمونه‌گیری استاندارد از مورچه‌ها در پوشش گیاهان هنوز بوجود نیامده اند. فکر می‌کنیم که تأکید بیشتری که اینگونه مورچه‌ها را هم دربر بگیرد متناسب کتاب حاضر نیست، چونکه باعث کاهش نقطه قوت پروتکل مورچه‌های لاشبرگزی می‌گردد: که همان ظرفیت جمع‌آوری اطلاعات کاملاً قابل مقایسه پیرامون تنوع زیستی است.

پویایی پروتکل استاندارد مورد نظر در این کتاب در کاربرد روزافزون آن در سرتاسر جهان است. این پروتکل اساساً در مناطق استوایی و نیمه استوایی ایجاد شده است و در این مناطق است که کارایی این پروتکل بیشتر آشکار می‌شود. تنوع رو به کاهش مورچه‌ها در کنار عرض جغرافیایی رو به افزایش، ظاهراً برخی محدودیت‌ها را روی کاربرد این پروتکل در نواحی سردتر ایجاد می‌کند. خشکی بیش از پیش بر این محدودیت افزوده است. با وجود این، نتایج اولیه نشان می‌دهد که غربالگری لاشبرگ در اکوسیستم‌های ساوانا کاملاً امکان‌پذیر بوده، و نتایج جالبی را به همراه دارد. سایر روشهای جمع‌آوری، مانند آنچه که در این کتاب مفصلاً تشریح خواهد شد، می‌توانند اطلاعات بیشتری به پژوهشها در اینگونه مناطق بیفزایند.

## تقدیر و تشکر

برگزاری همایش پروتکل مورچه‌های لاشبرگزی قطعاً بدون کمک و حمایت بی‌دریغ سازمانها، مؤسسات و افراد زیر امکان‌پذیر نبود:

- مؤسسه پژوهش و مطالعات بیولوژیکی وابسته به بنیاد ملی علوم آمریکا؛
- مرکز مطالعه و حفاظت از تنوع زیستی و دفتر رئیس فرهنگستان علوم موزه تاریخ طبیعی آمریکا در نیویورک؛
- ادوارد او ویلسون؛
- مرکز تحقیقات کاکائو؛
- مرکز نگهداری و پرورش درخت کاکائو (کمپته اجرایی پروژه کشت کاکائو)

- دانشگاه دولتی سانتاکروز واقع در باهای؛
- انجمن بین‌المللی مطالعات مورچه‌های اجتماعی؛
- هتل آتلانتیک ژاردیم در ایلهاس؛ و
- (Susi and Ruedi Röösl, Ilhéus, Brazil)

افراد زیادی برای این مجموعه مقاله ارسال کردند. از مؤسسه انتشاراتی اسمیتسون بخاطر علاقمندی که به موضوعات مورچه داشت و کتاب حاضر را در فهرست مجموعه کتابهای مبانی با موضوع تنوع بیولوژیکی قرار داد تشکر می‌کنیم. تقدیر و تشکر ویژه از پیتر اف کانل بخاطر نظرات ارزشمندش که در بهبود محتوا و شکل این کتاب مؤثر بود. تشکر و قدردانی از خانم ربکا ویلسون که تمامی آمار، اعداد و ارقام و توضیحات آن را ریز و موشکافانه مورد بازبینی قرار داد؛ و هم‌طور از بث نوردن که حمایت پژوهشی سودمندی کرد؛ از دبی گون اسمیت که بخش فهرست راهنما را فراهم کرد. حمایت مالی چاپ نهایی این اثر بر عهده مؤسسه انتشاراتی اسمیتسون، ادوارد او ویلسون، و انجمن بین‌المللی مطالعات مورچه‌های اجتماعی موسوم به IUSSI، شعبه آمریکای شمالی، بود.





## فصل ۱

### مطالعات تنوع زیستی، نظارت، و مورچه‌ها: کلیات

لیانه‌ای آلونسو، دونات آگوستی

هدف از نگارش این کتاب همانا ترغیب و توانمند ساختن افرادی است که در انجام تحقیقات تنوع زیستی، نظارت بر مطالعات، و یا در هر دو زمینه، نقش دارند تا مورچه‌ها را جزء موجودات شاخص خود قرار دهند. اطلاعاتی که در این جا ارائه می‌شود باید کافی باشد تا بتواند محققین کارکشته، مدیران ایستگاه‌های تحقیقاتی، مدیران منابع طبیعی، اساتید فن و دانشجویان مقاطع کارشناسی و ارشد را در مطالعه الگوهای تنوع مورچه یاری دهد. محدودیتهای لُجستیکی حکم می‌کند که تنها از بخش کوچکی از کل موجودات زنده می‌شود نمونه برداری کرد، هر چند که در تحقیقات پیرامون تنوع زیستی باید از طبقات مختلف جانداران به هر تعداد ممکن بتوان نمونه گیری نمود. شاید تمام تلاش مطالعات تنوع زیستی این باشد که بر موجوداتی توجه کند که گروه متنوعی را بوجود آورند، بخش بزرگی از بیوماس منطقه را شکل دهند، و وظایف اکولوژیکی مهم و متنوعی را در اکوسیستم موردنظر ایفا نمایند. مورچه‌ها تمامی این معیارها را دارا هستند و بنابراین باید در مطالعات تنوع زیستی توجه جدی بدانها نمود.

علیرغم تنوع بالا، برتری عددی، و اهمیت اکولوژیکی، معمولاً مورچه‌ها و دیگر بی‌مهرگان

در اینگونه مطالعات جایی ندارند<sup>۱</sup>. برخی از دلایل این امر عبارتند از:

۱. تنوع بالای اکثر جانوران بی‌مهره (بویژه در نواحی استوایی).
۲. وضعیت نامطلوب مطالعات پیرامون طبقه‌بندی بسیاری از بی‌مهرگان<sup>۲</sup>.
۳. عدم شناخت و آگاهی از اهمیت اکولوژیکی جانوران بی‌مهره در عملکرد اکولوژیکی.
۴. کوچک بودن بی‌مهرگان، که موجب می‌شود که چندان مورد توجه واقع نگینند.

چنین برداشتهای نادرستی می‌تواند استفاده از بی‌مهرگان در مطالعات تنوع زیستی را، البته نه غیرممکن، بلکه دشوار سازد. با آموزش درست و ارائه اطلاعات پیش‌زمینه‌ای، آنگونه که این کتاب عمل می‌کند، این امکان وجود دارد تا از جانوران بی‌مهره، بویژه مورچه‌ها، در هر یک از تحقیقات تنوع زیستی استفاده نمود. این کتاب تلاش دارد تا این فرایند را تا حد ممکن ساده و هموار نماید، به این امید که اطلاعات کسب شده از تنوع زیستی مورچه‌ها در قالب مطالعات تنوع زیستی از طریق شبکه مجازی در سرتاسر دنیا به نمایش گذاشته شوند. چنین شبکه‌ای یک پایگاه اطلاعاتی عظیمی را ایجاد خواهد کرد و تحلیلی از الگوهای موجود در تنوع زیستی جهان را عرضه خواهد نمود.

این فصل جهت تسهیل در استفاده از مورچه‌ها در مطالعات تنوع زیستی، شرح کلی از روند نمونه‌گیری مورچه‌ها و نظارت بر آن را ارائه می‌دهد، مضاف بر اینکه فصلهای مورد بحث آن در این کتاب نیز برای کسب اطلاعات بیشتر ذکر خواهد شد.

### دلایل استفاده از مورچه‌ها در مطالعات تنوع زیستی

مورچه‌ها خصوصیات متعددی دارند که برای مطالعات تنوع زیستی بسیار مطلوب هستند (به جدول شماره ۱-۱ رجوع شود). این خصوصیات عبارتند از: تنوع بالا، برتری عددی و زیست توده‌ای در تقریباً تمامی زیستگاههای سراسر دنیا (به شکل شماره ۱-۱ رجوع شود)<sup>۳</sup>، برخورداری

1. Wilson (1987);

2. New (1987);

3. Fittkau & Klinge (1973); Agosti et al. (1994);

از مبانی علمی طبقه‌بندی نسبتاً خوب (به فصلهای ۵ و ۱۲ رجوع شود)، سهولت در جمع‌آوری، عادات لانه‌سازی ثابت که امکان نمونه‌گیری مجدد از آنها در زمان دیگر را افزایش می‌دهد (به فصلهای ۳ و ۷ رجوع شود)، و فعالیتهای مهم در اکوسیستم‌ها (به فصل ۲ رجوع شود)، و همینطور تعامل با دیگر موجودات زنده در هر سطح تغذیه‌ای (به فصل ۴ رجوع شود).

مورچه‌های خاکزی بحث اصلی این کتاب را تشکیل می‌دهند زیرا که معرف طبقه‌ای از مورچه‌ها هستند که می‌توان با چند روش هدف، تقریباً بطور کامل از آنها نمونه‌گیری کرد. نمونه‌گیری مؤثر از مورچه‌های گیاه‌زی و آنهایی که روی تاج پوشه درختان زندگی می‌کنند کار دشواری است. جامعه مورچه‌های خاکزی، بدلیل ثبات نسبی، تنوع متعادل، و همچنین حساسیت نسبت به اقلیم کوچک، نمونه تحقیقی مناسبی در مطالعات تنوع زیستی و نظارت بر آنها بشمار می‌رود.

جدول شماره ۱-۱. اهمیت مورچه‌ها

#### 📌 زیست توده

- مورچه‌ها حدود ۱۵٪ کل بیوماس جانوری در جنگلهای بارانی منطقه مرکزی آمازون را تشکیل می‌دهند.<sup>۱</sup>
- از بین بالغ بر ۷۵۰,۰۰۰ گونه حشره توصیف شده، حدود ۹۵۰۰ گونه آن مورچه هستند.<sup>۲</sup>
- از بین تمامی گونه‌های حشره جمع‌آوری شده در نمونه‌های تاجی گیاهان جنگل معروفی در پرو، ۶۹٪ آن مورچه هستند.<sup>۳</sup>
- حدود ۵۳۰۰ مورچه در ۱ متر مربع از خاک جنگلی پست استوایی نزدیک مانائوس، برزیل، زندگی می‌کنند.<sup>۴</sup>

#### 📌 تنوع

- در ۲۰ متر مربع از لاشبرگ و کُنده درخت پوسیده در کشور مالزی، ۱۰۴ گونه مورچه از ۴۱ جنس مورچه جمع‌آوری شده‌اند.<sup>۵</sup>
- در یک درختی در جنگل پست استوایی در کشور پرو، ۲۶ جنس و ۴۳ گونه مورچه زندگی می‌کنند.<sup>۶</sup>

---

1. Fittkau & Klinge (1973);  
2. Arnett (1985);  
3. Ervin (1989);  
4. Adis et al. (1987);  
5. Agosti et al. (1994);  
6. Wilson (1987);

- طبق یک گزارشی از کشور غنا، در زمینی به مساحت ۲۵۰ متر مربع در مزرعه کاکائو، ۱۲۸ گونه و ۴۸ جنس مورچه زندگی می‌کنند.<sup>۱</sup>
- در حدود ۵ هکتار از جنگل پست استوایی در کشور پرو، ۳۶۵ گونه از ۶۸ جنس مورچه یافت شده اند.<sup>۲</sup>
- در ۱۸ کیلومتر مربع از سرزمین نیمه خشک جنوب استرالیا، ۲۴۸ گونه از ۳۲ جنس مورچه ثبت شده اند.<sup>۳</sup>
- مشاهده شد که در ۵/۶ کیلومتر مربع از خاک ایالت معتدل میشیگان، ۸۷ گونه از ۲۳ جنس مورچه بسر می‌برند.<sup>۴</sup>

### بیولوژی

- مورچه‌ها همگی اجتماعی هستند. لانه هایشان دائمی اند و از اینرو، در طول سال قابل جمع آوری هستند.
- تغییر زیادی در فراوانی مورچه بین فصول بارانی و خشک مشاهده نمی‌شود.<sup>۵</sup>
- تجزیه بر مورچه‌های خاکزی تأثیر می‌گذارد (به فصل ۱۵ رجوع شود).
- مورچه‌ها، در مقایسه با کرم‌های خاکی، به کمک هم بخش اعظمی از خاک آمریکا را زیرو می‌کنند.<sup>۶</sup>
- تراکم لانه‌های مورچه برگ‌خوار در جنگل ثانوی حدود ۲۰ بار بزرگتر از تراکم این لانه‌ها در جنگل اولیه است.<sup>۷</sup>
- مورچه‌های برگ‌خوار در مناطق جنگلی استوایی جزء گیاه خواران غالب بشمار می‌روند: حجم زمین اشغال شده بوسیله لانه شش ساله مورچه برگ‌خوار *Atta sexdens* به وزن تقریباً ۴۰ هزار کیلو گرم بوده، و برآورد می‌شود که این زیستگاه جوان ۵۸۹۲ کیلو گرم برگ را در خود جمع کرده باشد.<sup>۸</sup>
- برآورد می‌شود که دانه‌های ۳۵٪ از تمامی گیاهان علفی توسط مورچه‌ها پراکنده شده باشند.<sup>۹</sup>
- مورچه‌ها جزء دانه خواران عمده منطقه جنوب شرقی ایالت متحده آمریکا محسوب می‌شوند.<sup>۱۰</sup>

- 
1. Room (1971);
  2. Tobin (194);
  3. Anderson & Clay (1996);
  4. Talbot (1975);
  5. Adis et al. (1987);
  6. Lyford (1963)
  7. Nepstad et al. (1996);
  8. Wilson (1971);
  9. Beattie (1985);
  10. Davidson et al. (1980);

### نظام طبقه‌بندی

- فهرستی از تمامی طبقات مورچه‌های توصیف شده، به تعداد ۹۵۳۸ گونه مورچه، موجود است.<sup>۱</sup>
- راهنمای تشریحی از جنسهای مختلف مورچه در دنیا موجود است.<sup>۲</sup>
- طبقه‌بندی مورچه‌ها بر اساس طبقه مورچه‌های کارگر همه جازای صورت می‌گیرد.

### مقرون به صرفه بودن مطالعات مربوط به مورچه‌های

#### لاشبرگزی

- نمونه معرف آماری تنوع مورچه در یک منطقه مورد نظر در عرض یک هفته قابل انجام است.
- از بُعد مقایسه، سایر گروه‌های طبقه بندی:
  - ◀ مستلزم نمونه گیری و شناسایی گونه‌های درختی در زمینی به مساحت یک هکتار در منطقه جنگلی آتلانتیک، برزیل، است: بمدت چهار نفر سال (توماس، اظهارات شخصی). تعداد گونه‌های جدید درخت (قطر کمتر از ده سانتی متر) در جنگل بارانی آمازون هنوز بعد از نمونه گیری از ۴ هکتار براحتی افزایش می‌یابد.<sup>۳</sup>
  - ◀ مستلزم نمونه معرف مارهای بخش برزیلی آمازون است: بالغ بر ۱۰۰۰ کیلومتر مسافت پیاده.<sup>۴</sup>
  - ◀ مستلزم نمونه معرف قورباغه‌های نزدیک مانائوس، برزیل است: بالغ بر ۳۵۰ نفر ساعت.<sup>۵</sup>
  - ◀ مستلزم نمونه معرف پرندگان در منطقه آمازون غربی: بالغ بر ۸۰۰ صید؛ ۱/۲ تا ۸ صید در هر روز با استفاده از تور مه ریز.<sup>۶</sup>
  - ◀ مستلزم نمونه معرف پروانه‌ها در جنگل بارانی اکوادور: بالغ بر ۱۰۰۰ صید (نمونه آزمایشگاهی) در عرض یک سال.<sup>۷</sup>
  - ◀ مستلزم نمونه معرف پروانه‌های ایتومین در منطقه کارتاگو، کاستاریکا: بمدت ۴ روز.<sup>۱</sup>

---

1. Bolton (1995b);
2. Bolton (1994);
3. Ferreira & Prance (1998);
4. Zimmerman & Rodriguez (1990);
5. Zimmerman & Rodriguez (1990);
6. Robinson & Terborgh (1990);
7. De Vries et al. (1997);

### استفاده از مورچه در مطالعات پژوهشی و مدیریت

اهداف و پرسشهای مطالعه باید پیش از شروع تحقیقات تنوع زیستی و مطالعه نظارتی روی آن روشنی بیان شوند. مثلاً، در تحقیق پیرامون تنوع زیستی باید مشخص کرد که: هدف و دورنمای تحقیق چیست؟ آیا ثبت تعدادی از گونه های مورچه در منطقه مورد مطالعه و یا فهرستی از گونه-شکل ها اطلاعات کافی خواهند بود؟ و اینکه آیا هدف از مطالعه، مقایسه جوامع مورچه در یک سایت با جوامع دیگر سایتهاست، که مستلزم جمع آوری نامهای این گونه ها باشد؟

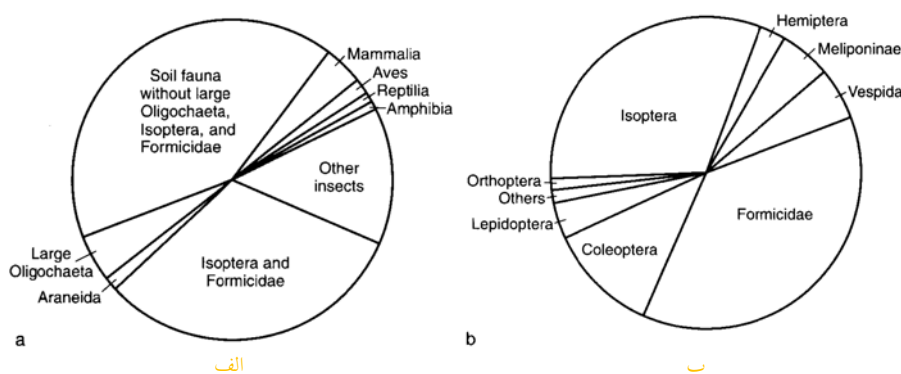
و همینطور، بررسیهای نظارتی باید اهداف روشنی داشته باشند. این اهداف یکی بعد از دیگری باید مشخص سازند که چه موجوداتی بهترین پاسخ را برای پرسشهای مربوط به مطالعات نظارتی فراهم خواهند آورد. اینکه آیا این مورچه ها شاخصهای حساس عامل محیطی مورد مطالعه بشمار می روند؟ اینکه چه نوع اطلاعاتی لازم است تا به اهداف نظارتی پاسخ داده شود؟ و آخر اینکه، تا قبل از مشخص شدن الگوها، انجام تحقیق چه مدت باید بطول بیانجامد؟

آگاهی از تنوع گونه مورچه ها در یک منطقه می تواند اطلاعات مفید فراوانی را برای برنامه ریزی حفاظتی فراهم سازد. اول از همه، تحقیق از گونه های مورچه در یک منطقه، اطلاعاتی را پیرامون توزیع آنها در اختیار ما خواهد گذاشت، و وجود هر گونه نادر، در معرض خطر، و دارای اهمیت اکولوژیکی، از قبیل گونه های معرف و یا آنهایی که تنها در زیستگاههای خاصی یافت می شوند، را ثبت خواهد نمود. از آنجا که تعداد کثیری از گونه های مورچه دارای تعامل ضروری با گیاهان و دیگر جانوران هستند، تعداد و ترکیب این گونه ها در یک منطقه می تواند نشانگر سلامت یک اکوسیستم باشد (به فصل ۷ رجوع شود) و اطلاعاتی را پیرامون وجود سایر موجودات زنده عرضه نماید (به فصل ۴ رجوع شود).

اطلاعات در مورد غنای گونه و ترکیب مورچه ها معیار لازم برای استفاده از مورچه ها در نظارت بر تغییرات و احیای محیطی را فراهم می کند. گرچه خیلی از مورچه ها قادرند در سایت های لانه سازی وسیعی زندگی کنند، بسیاری دیگر از آنها دارای شرایط خاصی هستند و بنابراین می توانند بعنوان شاخص تغییرات زیستی و شاخص موفقیت در احیای آن بحساب آیند (به فصل ۷ رجوع شود). از سوی دیگر، در سرتاسر دنیا چندین گونه مورچه زندگی می کنند که با راحتی با شرایط زیست محیطی مناطق ناآرام سازگاری پیدا کردند و جزء اولین

فصل اول: مطالعات پیرامون تنوع زیستی، نظارت، و مورچه‌ها: بررسی کلی / ۳۱

گونه‌هایی هستند که در این مناطق سکونت یافتند. وجود چنین گونه‌هایی، شاخص کاملی از ناآرامی زیستی بحساب می‌آید. از آنجا که بیشتر این گونه‌ها در زیستگاههای ثابت بسر می‌برند و مابین زیستگاهها به آسانی رفت و آمد نمی‌کنند، نمونه‌های ایده آلی برای نظارت محسوب می‌شوند چونکه با یک روش می‌توان از آنها مدام نمونه‌گیری بعمل آورد، و اطلاعاتی راجع به اینکه چطور ساختار پوشش گیاهی، فراوانی صید، کیفیت خاک، یا تراکم گونه‌های مهاجم ممکن است در طول زمان تحقیق تغییر کنند بدست آورد (به فصل ۷ رجوع شود).



شکل شماره ۱-۱. الف) ترکیب مجموع بیوماس جانوری نزدیک مانائوس، برزیل. ب) ترکیب گونه‌ای جامعه حشرات نزدیک مانائوس، برزیل.<sup>۲</sup>

توضیحات داخل شکل شماره ۱-۱:

پستانداران (Mammalia)؛ بالمرغان (Aves)؛ خزندگان (Reptalia)؛ دوزیستان (Amphibia)؛ جانوران خاکزی (Soil fauna)؛ کم‌تاران (Oligochaeta)؛ جوربالان/مساوی بالان (Isoptera)؛ مورچه‌های فورمیسیده (Formicidae)؛ عنکبوتیان (Araneida)؛ راست بالان (Orthoptera)؛ بال پولکان/ پروانه سانان (Lepidptera)؛ قاب بالان (Coleoptera)؛ زنبوریان/زنبو سانان (Vespida)؛ خانواده ملیپونینه (Meliponinae)؛ نیم بالان (Hemiptera)؛ سایر حشرات (Other insects)؛ بدون (without)؛ بزرگ (large)؛ سایرین (others).

1. Fittkau & Klinge (1973);

2. Fittkau & Klinge (1973);



### گامهای اولیه: طریقه استفاده از مورچه‌ها در کار پژوهشی

برای اینکه بتوان مفیدترین اطلاعات را از یک فهرست بدست آورد، بهترین کار آن است که راجع به موجودات مورد مطالعه دانش اولیه را کسب کنیم. از اینرو، نخستین گام برای آنهايي که با مورچه‌آشنایی خاصی ندارند مطالعه فصول این کتاب (به فصلهای ۲، ۳ و ۸ رجوع شود) است که مبانی بیولوژی و اکولوژی مورچه‌ها را بکلی شرح داده است. جامع‌ترین و گویاترین شرح کلی از مورچه‌ها را می‌توان در فصلی با عنوان "مورچه‌ها" نوشته هولداپلر و ویلسون یافت<sup>۱</sup>. همچنین باید فصلهایی (به فصلهای ۶ و ۷ رجوع شود) را که مربوط به نحوه استفاده از مورچه‌ها در مطالعات نظارتی، بعنوان شاخص تغییر تنوع یا محیطی، مطالعه نمود، تا مشخص شود که آیا مورچه‌ها برای اهداف تعیین شده در پروژه تنوع زیستی مورد نظر تناسب دارند یا خیر. مورچه‌ها نسبت به بسیاری از ناآرامی‌های محیطی حساسیت نشان می‌دهند، اما دیگر موجودات زنده ممکن است برای چالشهای خاصی متناسب تر باشند.

گام بعدی همانا آگاهی از مبانی طبقه‌بندی مورچه‌ها است (به فصلهای ۵، ۱۱ و ۱۲، جهت مبانی طبقه‌بندی و سایر موارد رجوع شود).

### مؤلفه‌های نمونه‌گیری: منابع، زمان، و توصیه‌های مفید

بمحض اینکه پیش‌زمینه لازم در بیولوژی مورچه‌ها حاصل شد، پروتکل نمونه‌گیری استاندارد شده مورچه‌ها، یعنی همان پروتکل مورچه‌های لاشبرگزی (به فصل ۱۴ رجوع شود)، را می‌توان براحتی اجرا کرد. مانند تمامی پروژه‌های تحقیقی، اولین گام در انجام تحقیق میدانی جمع‌آوری کلیه منابع مورد نیاز است (به ضمیمه ۱ رجوع شود). دوام، انتخاب سایت نمونه‌گیری است. قرار دادن ترانسکت‌های نمونه‌گیری باید براساس اهداف تحقیق انجام گیرد. به فرض، اگر توصیف عینی تنوع مورچه در یک زیستگاه مناسب باشد، یا اینکه در جای دیگری قرار گیرد طوری که از چندین زیستگاه کوچک عبور کند، که بتوان مورچه‌ها را از زیستگاههای گوناگون جمع‌آوری کرد، آنوقت این امکان بوجود می‌آید تا ترانسکت را بصورت تصادفی کار گذاشت. و یا اینکه، ترانسکت مورد نظر، به منظور مقایسه بین طبقات مورچه، در همان جاهایی قرار گیرد که تحقیقات مربوط به پستانداران یا خزنده‌ها در آنجا صورت گرفته است. نمونه‌گیری نباید به تنها یک ترانسکت در هر سایت محدود شود؛ بلکه برعکس، در هر سایت از چندین ترانسکت می‌توان استفاده کرد.

1. Hölldobler & Wilson (1990);

اجرای پروتکل مورچه‌های لاشبرگزی، که در فصل ۱۴ تشریح خواهد شد، کاری بسیار ساده است. در صورتیکه تمامی امکانات لازم فراهم باشد، در کمتر از سه روز قابل اجرا است. این پروتکل استاندارد به دو روش نمونه‌گیری اصلی متکی است: (۱) نمونه‌های لاشبرگزی، که از راه کیسه‌های وینکلری کوچک بمدت ۴۸ ساعت جمع‌آوری می‌گردد، و (۲) تله‌های چاله‌ای، که بمدت ۴۸ ساعت در زمین قرار داده می‌شوند (جهت توضیحات پیرامون این روش‌ها به فصل ۹ رجوع شود). تعداد کیسه‌های وینکلری کوچک موجود معمولاً عامل محدودکننده برای کارایی این نوع روش نمونه‌گیری محسوب می‌گردند. پروتکل مورچه‌های لاشبرگزی تا جمع‌آوری بیست مورد نمونه را توصیه می‌نماید. این بدان معناست که برای پردازش تمامی نمونه‌های آزمایشگاهی در یک زمان، بیست کیسه وینکلری کوچک لازم خواهد بود. اگر این تعداد کیسه موجود باشد، و براحتی بتوان آنها را کار گذاشت، آنگاه تمامی نمونه‌های آزمایشگاهی درست در عرض ۴۸ ساعت قابل پردازش خواهند بود. و اگر کمتر از این تعداد موجود باشد، آنوقت نمونه‌ها ممکن است یکی بعد از دیگری استخراج گردند. این کار، فرایند پردازش را طولانی خواهد کرد، چونکه برای هر سری از کیسه‌های وینکلری بکار رفته، ۴۸ ساعت وقت لازم است تا لاشبرگ استخراج گردد.

از طرفی، ممکن است روش نمونه‌گیری برلزی یا قیفی تولگرِن (به فصل ۹ رجوع شود) برای استخراج مورچه‌ها از لاشبرگ مورد استفاده قرار گیرد، یا اینکه نمونه‌های لاشبرگزی ممکن است بطور دستی جدا شوند. استخراجی که از راه نمونه‌گیری برلزی یا قیفی تولگرِن انجام شود باید همانند روشهای نمونه‌گیری وینکلری به یک اندازه بطول بیانجامد، و جداسازی دستی نیز لازم است که در فُرجه ۴۸ ساعته انجام گیرد.

در این مدت ۴۸ ساعته، جهت گردآوری تعداد بیشتری از گونه‌های مورچه، بهتر است که جمع‌آوری کلی دستی در محل نزدیک ترانسکت نمونه‌گیری صورت پذیرد. جمع‌آوری کلی، روش استانداردی نیست و بنابراین نباید بعنوان بخشی از برنامه نظارتی محسوب گردد، اما در افزایش حجم فهرست، کار ارزشمندی است. جمع‌آوری کلی دستی شامل بازبینی گنده‌های در حال پوسیدن درخت، شاخه‌ها، و شاخکهای روی زمین، زیرو کردن خاک، و جستجوی عینی مورچه‌ها است (برای جزئیات بیشتر، به فصل ۹ رجوع شود). در جمع‌آوری کلی، باید تا اندازه ممکن از ثبت داده‌های مربوط به محل جمع‌آوری نمونه‌ها، بویژه در جداسازی نمونه‌های بدست آمده از زمین و گیاه، اطمینان حاصل نمود. پروتکل استاندارد، نمونه‌گیری را به گونه‌های لاشبرگزی یا خاکزی محدود می‌کند. جمع‌آوری کلی می‌تواند

گونه‌های اضافی مورچه را به پوشش گیاهی بیافزاید.

در پایان مدت ۴۸ ساعته، باید مورچه‌ها را از تله‌های چاله‌ای و کیسه‌های وینکلری جمع آوری کرد. این فرایند ۲ تا ۴ ساعت برای دو نفر زمان می‌برد، که بستگی به توان محققین در جداسازی مورچه‌های ریز در تله لیوانکهای گل آلود دارد. این کار، گام مهمی بشمار می‌رود، و باید با دقت زیاد انجام گیرد، تا هیچ مورچه‌ای هدر نرود، مضاف بر اینکه برخی از آنها تقریباً میکروسکوپی هستند. نمونه‌های مورچه را باید در بطریهای آزمایشگاهی (ویالهای) آغشته به الکل قرار داد و با برچسب حاوی اطلاعاتی از جمله نوع روش جمع آوری، تعداد تله یا نمونه، تاریخ نمونه گیری، و نام نمونه گیرنده معین کرد (به فصل ۱۱ رجوع شود). گامهای لازم در پردازش نمونه‌های آزمایشگاهی جهت شناسایی در فصل ۱۱ مورد بررسی قرار گرفته اند.

### آغاز فرایند شناسایی

شاید دشوارترین بخش استفاده از مورچه‌ها در مطالعات تنوع زیستی همانا فرایند شناسایی است. افراد انگشت شماری در جهان هستند که قادرند مورچه‌ها را تا سطح گونه شناسایی کنند، که این هم اصولاً بخاطر فقدان آموزش و وضعیت نامناسب طبقه‌بندی مورچه‌های استوایی است. اما کار غیرممکنی نیست، و اکثر افراد با اندکی آموزش و ممارست فراوان می‌توانند مورچه‌ها را تا سطح جنس و گونه-شکل شناسایی نمایند.

### آیا این یک مورچه است؟

اولین گام، جداسازی مورچه‌ها از سایر موجودات گردآوری شده در تله‌های چاله‌ای و کیسه‌های وینکلری است (به فصل ۱۱ رجوع شود). باید مطمئن بود که تمامی موجودات شناسایی شده تحت عنوان مورچه، واقعاً مورچه هستند (جهت راهنمایی، به فصلهای ۵ و ۱۱ رجوع شود). تمامی مورچه‌ها در یک خانواده‌ای بنام "فورمیسیده" طبقه‌بندی می‌گردند، که در کنار زنبورهای عسلی و غیر عسلی از دسته‌ء بال غشائیان محسوب می‌شوند.

### زیر خانواده و جنس مورچه

گامهای دیگر عبارتند از شناسایی نمونه‌های آزمایشگاهی مورچه در سطح زیر خانواده و سپس در سطح جنس. مجموعاً ۱۶ زیر خانواده و ۲۹۶ جنس مورچه و بالغ بر ۹۰۰۰ گونه توصیف

شده از آنها وجود دارد<sup>۱</sup>. تنها بخشی از این زیر خانواده‌ها، جنسها، و گونه‌های مورچه در هر منطقه زیست جغرافیایی دنیا یافت می‌شوند. راهنمای طبقه‌بندی دوگانه زیر خانواده و جنس مورچه‌ها در کتابهای هولدابلر و ویلسون<sup>۲</sup> و بولتون<sup>۳</sup>، و چندین نشریه دیگر آمده است (به فصل ۱۲ رجوع شود). اگر این منابع در دسترس نیستند، جهت دریافت منابع مصور کلی و کسب اطلاعات در مورد نحوه دستیابی به این منابع به وب سایت حشرات اجتماعی به آدرس ([http://research.amna.org/entomology/social\\_insects/](http://research.amna.org/entomology/social_insects/)) مراجعه نمایید. این منابع راهنما کمی فنی هستند، و مستلزم دانش پیرامون مورفولوژی حشرات است. با وجود این، اکثر محققان با کمی ممارست و مطالعه پیش زمینه‌ای راجع به مورفولوژی حشرات باید بتوانند مورچه‌ها را تا سطح جنس شناسایی کنند. یک راهنمای مصور و آسانتر که تا سطح جنس مورچه را نشان دهد هم اکنون در دست تهیه است.

پیش از اقدام به شناسایی نمونه آزمایشگاهی مورچه تا سطح جنس یا گونه، بهتر است که با منابع طبقه‌بندی مورچه‌ها، اجزای بدن یک مورچه (به شکل شماره ۱-۵ رجوع شود)، و خصوصیات مورفولوژیکی که غالباً برای شناسایی مورچه بکار می‌روند آشنا شویم (به فصلهای ۵ و ۱۱ رجوع شود).

### شناسایی گونه‌ها

شناسایی مورچه‌ها در سطح گونه به مراتب دشوارتر است چونکه منابع طبقه‌بندی گونه‌ها در تمامی پیشینه تحقیق پراکنده اند، بسیاری از منابع راهنما قدیمی اند، و برای خیلی از مناطق دنیا، بویژه در نواحی استوایی، منابعی در خصوص مورچه وجود ندارد (به فصل ۱۲ رجوع شود). اولین گام در شناسایی مورچه‌ها همانا جداسازی گونه‌های آزمایشگاهی به گونه شکل، یا به واحدهای متفاوت از هم است (به فصل ۱۱ رجوع شود). برای هر کدام از گونه-شکل‌ها باید عددی تعیین گردد تا بلکه بتوان رابطه بین گونه‌های آزمایشگاهی که بعداً جداسازی می‌شوند و گونه‌های مشابه از قبل مشاهده شده را مشخص کرد. تعیین عددها برای گونه-شکلها باید براساس خصوصیات مورفولوژیکی مورد استفاده در طبقه‌بندی مورچه‌ها صورت گیرد (به فصلهای ۵ و ۱۱ رجوع شود).

بعید است که شناسایی تمامی گونه‌های مورچه در یک سایت بتواند بدون کمک انجام

1. Bolton (1994);

2. Hölldobler & Wilson (1990); Bolton (1994);

3. Bolton (1994);

گیرد. اما، باید تلاش کرد با استفاده از منابع موجود که از اطلاعات پیرامون مورچه‌های منطقه مورد مطالعه برخوردارند، بویژه آنهایی که راجع به راهنمای طبقه‌بندی مورچه‌ها هستند، آن تعدادی که ممکن است گونه‌های آزمایشگاهی را شناسایی کرد (جهت آشنایی با منابع، به فصل ۱۲ رجوع شود).

شاید تعداد گونه‌ها (بر اساس گونه-شکل) برای یک فهرست مربوط به تنوع زیستی اطلاعات کافی باشد. اما، بدون آگاهی از نام علمی گونه‌های مورچه در یک منطقه، نمی‌شود چندان به وجود گونه‌های خاص و یا الگوهای توزیع یا تنوع پی بُرد. مطالعات پیرامون نظارت و مدیریت محیط زیست مستلزم شناسایی گونه‌ها است بطوریکه وجود گونه‌های غیر بومی، گونه‌های نادر یا در معرض خطر، و یا گونه‌های متمرکز در شرایط اقلیمی خاص قابل شناسایی هستند (به فصلهای ۶ و ۷ رجوع شود). علاوه بر آن، مقایسه بین سایت‌ها، هم در سطح منطقه‌ای و هم در سطح جهانی، نیازمند شناسایی گونه‌هاست بشرطی که این مطالعات توسط محققین مختلف صورت گیرند.

### تعامل با متخصصان طبقه‌بندی مورچه

پس از شناسایی گونه‌های آزمایشگاهی مورچه‌ها به تعداد ممکن، گام بعدی تعامل با حشره شناسان است، افرادی که احتمالاً با مورچه‌ها آشنایی دارند، و علم طبقه‌بندی را آموزش می‌دهند یا اینکه در شناسایی مورچه‌ها کمک می‌کنند.

در صورت عدم دسترسی به یک حشره شناس در منطقه، دانشمندان کارآزموده در علم طبقه‌بندی مورچه‌ها ممکن است در این زمینه کمک کنند. پایگاه‌های اصلی نگهداری مورچه در کل جهان در فصل ۱۲ لیست شده‌اند، بیشتر آنها از متخصصان طبقه‌بندی فعال بهره می‌برند. وب سایت حشرات اجتماعی همچنین فهرستهای گوناگونی از مورچه‌شناسان و همینطور روشهای ارتباط با آنها را ارائه می‌دهد. برخی از این مورچه‌شناسان جهت بازدید از سایت و آموزش در زمینه روشهای جمع‌آوری و شناسایی مورچه‌ها قابل دسترس هستند. این کار بسیار توصیه می‌شود—مخصوصاً اگر هزینه سفر برای بازدید از سایت برای مورچه‌شناسان تأمین گردد—چونکه اینکار می‌تواند آموزش ارزشمندی برای شرکت کنندگان پروژه به همراه داشته باشد، و به محققان محلی این امکان را فراهم می‌کند تا در آینده خود به شناسایی مورچه‌ها بپردازند. اگر آموزش از نظر مالی و یا به هر دلیلی امکان‌پذیر نباشد، مورچه‌شناسان شاید بتوانند در صورت ارسال نمونه‌های آزمایشگاهی به آنها، در شناسایی مورچه‌ها کمک کنند. موقع کمک گرفتن از هر کدام از مورچه‌شناسان، جهت ارسال نمونه‌ها

فصل اول: مطالعات پیرامون تنوع زیستی، نظارت، و مورچه‌ها: بررسی کلی / ۳۷

برای شناسایی، حتماً از قبل (حداقل دو ماه زودتر) با آنها مکاتبه شود. باید بخاطر داشت که این مورچه‌شناسان پُرمشغله اند و اینکه شناسایی مورچه‌ها زمان زیادی می‌برد. حداقل سه تا دوازده ماه طول می‌کشد تا کار شناسایی تکمیل شود، که این هم بستگی به تعداد نمونه‌های مورد شناسایی دارد.

### اهمیت تبادل اطلاعات

بادل کلکسیونهای مورچه و دانش طبقه‌بندی آن هم برای محققین محلی علاقه مند به تحقیقات در زمینه تنوع زیستی و هم برای متخصصان مورچه می‌تواند مفید باشد. محققان مطالعات میدانی در شناسایی مورچه‌ها کمک دریافت می‌کنند، در حالیکه اینکار به آنها امکان می‌دهد تا اطلاعات بیشتری راجع به جانوران منطقه خود کسب کنند. همچنین ممکن است از سوی متخصصان مورچه اطلاعات بیولوژیکی درباره گونه‌های خاص ارائه شود، و این به محققان محلی کمک می‌کند تا الگوهای تنوع مورچه را در مدیریت مناطق شان بهتر درک کرده و آنها را بهتر بکار بندند. متخصصین طبقه‌بندی مورچه از راه دریافت نمونه‌های آزمایشگاهی از گروه‌های طبقه‌بندی و مناطق جغرافیایی مرتبط با آنها بهره می‌برند. نمونه‌های آزمایشگاهی و اطلاعات بیولوژیکی مربوطه که مورچه‌شناسان از پروژه‌های مطالعات میدانی دریافت می‌کنند به تحقیقات اصولی و اصلاح طبقه‌بندی کمک می‌نماید، ضمن اینکه درک ما را از زیست‌شناسی و تاریخ تکاملی مورچه‌ها افزایش داده و توانایی ما در شناسایی گونه‌های خاص را دوچندان می‌سازد.

### پردازش نمونه‌های آزمایشگاهی

مورچه‌های جمع‌آوری شده در مطالعات تنوع زیستی اهمیت فوق‌العاده‌ای برای متخصصان طبقه‌بندی و محققان محلی دارند، بنابراین لازم است که با احتیاط با آنها برخورد کرد. یک پایگاه مرجع نگهداری گونه‌های بدست آمده از سایت باید در ایستگاه محلی تحقیقات، دانشگاه، یا مؤسسه تحقیقاتی تأسیس گردد. در صورت امکان، چند نمونه معرف از هر گونه باید در یک جعبه کلکسیون خشک و خنک سنجاق شده و نگهداری شوند (برای جزئیات بیشتر، به فصل ۱۱ رجوع شود). نمونه‌های سنجاق شده برای شناسایی مورچه‌ها در آینده بعنوان یک مرجع عمل خواهند کرد. نمونه‌های باقیمانده ممکن است در بطریهای آزمایشگاهی (ویالهای) حاوی الکل نگهداری شوند.

نمونه‌های آزمایشگاهی مورچه همچنین باید به متخصصان طبقه‌بندی مورچه که روی

گروه‌های خاصی از مورچه تحقیق می‌کنند ارسال شوند، قطع نظر از اینکه کمک آنها برای طبقه‌بندی مورد نیاز باشد یا خیر (به فصل ۱۲ یا وب سایت حشرات اجتماعی رجوع شود). این نمونه‌های آزمایشگاهی ممکن است با ارائه منابع مورد نیاز در مورچه‌های کمتر شناخته شده یا اطلاعات اضافی در توزیع‌های جغرافیایی، در اصلاح طبقه‌بندی مورچه‌ها سودمند باشند. نمونه‌های اضافی لازم است در پایگاه‌های اصلی نگهداری مورچه قرار گیرند. (جهت بازبینی فهرست، به فصل ۱۲ رجوع شود). نگهداری نمونه‌های مورچه در پایگاه‌های محلی به دیگر محققان امکان می‌دهد تا آنها را جهت اصلاح طبقه‌بندی مورچه مورد مقایسه قرار دهند.

### داده‌های خروجی: بهترین راه استفاده از این اطلاعات

جمع آوری و شناسایی مورچه‌ها اطلاعاتی را فراهم می‌کنند که در پیشبرد اهداف تحقیق تنوع زیستی قابل استفاده اند. شاید نحوه پردازش این داده‌ها، پس از جمع آوری، مهمترین بخش یک تحقیق باشد. باید با دقت بررسی کرد که کدام روش از تحلیل داده‌ها بهتر می‌تواند به سؤالات هر تحقیق پاسخ دهد. در فصل ۱۳ مواردی چند از این روشهای تحلیل آماری ارائه شده اند.

ابزارهای تجزیه و تحلیل در طول تحقیق برای تعیین حجم نهایی نمونه مورد نیاز در جمع آوری معرف‌های تمامی گونه‌های موجود در یک منطقه (به فصل ۱۰ رجوع شود)، جهت تعیین طول مدت لازم برای مطالعات نظارتی، یا ارزیابی از فعالیتهای مدیریتی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

### اهمیت آموزش

محققانی که مطالعات تنوع زیستی انجام می‌دهند، شاید احساس کنند که شرایط اجرای پروتکل استاندارد برای مورچه‌ها را به تنهایی دارا هستند، و شاید هم برعکس، که این بستگی به میزان دانش زمینه‌ای آنها از حشرات و بیولوژی مورچه دارد. هرچند که کتاب حاضر قرار است جزئیات کافی را تقریباً برای همه افراد فراهم نماید تا از این نوع روش تحقیقات استفاده لازم را ببرند، برخی شاید تصور کنند که نیاز به آموزش مستقیم و کمک بیشتری دارند. همچنان که پیش از این هم عنوان شد، آموزش در محل سایت توصیه می‌شود، بشرطی که در این پروژه بودجه کافی برای بخدمت گرفتن متخصص مورچه تأمین گردد. چنین آموزشی دانش اولیه پایداری را فراهم می‌سازد، دانشی که به عوامل پروژه امکان می‌دهد تا خودشان تحقیقات آینده را انجام داده، و شناسایی مورچه‌ها را به اتمام رسانند. چنین آموزشی همچنین

توانایی محققان را در آموزش دیگران در فرایند جمع آوری مورچه بالا می‌برد. پروتکل استاندارد مورچه‌ها بعنوان بخشی از روش نظارتی و فهرست برداری چند تاکسایی در دوره‌های آموزشی مؤسسه انتشاراتی اسمیتسون و نظارت و ارزیابی تنوع زیستی موسوم به SI/MAB هم اکنون در سطح جهان تدریس می‌شود. خوانندگان باید جهت کسب اطلاعات بیشتر در زمینه پایگاه آموزشی تحقیقاتی اسمیتسون، با برنامه تحقیقاتی تنوع زیستی مؤسسه انتشاراتی اسمیتسون، به آدرس ( 1100 Jefferson Drive SW, Suite 3123, MRC 705, Washington, DC 20560)؛ و یا با وب سایت ([www.si.edu/simab](http://www.si.edu/simab)) مکاتبه نمایند. بسیاری از محققان علاوه بر اینکه خود کمک آموزشی دریافت می‌کنند، سرانجام مجاب می‌شوند که در اجرای پروتکل مذکور به دیگران آموزش دهند. پروتکل‌های استاندارد از قبیل آنچه که در این کتاب آمده است بخش بسیار باارزشی از مطالعات تنوع زیستی بشمار می‌روند، و ارتقاء کاربری آنها باعث خواهد شد تا داده‌های حاصل از تحقیقات تنوع زیستی که در بخشهای مختلف دنیا انجام می‌شوند در موقعیتهای جغرافیایی وسیعتر و جهانی بکار گرفته شوند.

### ارتقاء جایگاه مورچه‌ها در مطالعات تنوع زیستی

امیدواریم که کتاب حاضر کمک کند تا استفاده از مورچه‌های خاکی در تحقیقات تنوع زیستی در سراسر جهان تسهیل گردد. فواید استفاده از آنها چه در این فصل و چه در چند فصل دیگر (مانند فصلهای ۲، ۴، ۶ تا ۸) بروشنی بیان شده است. مورچه‌ها، تاکسون شاخصی در مطالعات تنوع زیستی و مکمل ارزشمندی برای تحقیقات چند طبقه‌ای محسوب می‌گردند. بکارگیری آنها در تحقیقات تنوع زیستی در زیستگاهها و مناطق جغرافیایی گوناگون پایگاه اطلاعاتی تنوع مورچه را در سطح جهان فراهم می‌سازد که می‌تواند مورد استفاده متخصصان طبقه بندی مورچه، اکولوژیستها، و مدیران منابع طبیعی در هر کشوری قرار گیرد. آگاهی از الگوهای جهانی از تنوع مورچه و واکنشهای جوامع مورچه نسبت به تغییرات محیطی منطقه‌ای و جهانی، در برنامه ریزی حفاظت از محیط زیست در سطح دنیا کمک خواهد کرد.

### اطلاعات و کمک بیشتر

ارائه دهندگان مقاله به این کتاب، که تیمی متشکل از متخصصان طبقه بندی مورچه و اکولوژیستهای سراسر دنیا هستند و زندگی خود را وقف ارتقاء جایگاه مورچه در مطالعات



تنوع زیستی نموده اند، کمک کردند تا گروه پروتکل مورچه‌های لاشبرگزی شکل گیرد. خوانندگان می‌توانند از طریق وب سایت حشرات اجتماعی ([http://research.amna.org/entomology/social\\_insects](http://research.amna.org/entomology/social_insects)) در جهت کمک به استفاده از مورچه‌ها در مطالعات تنوع زیستی با کارشناسان مورچه عضو گروه پروتکل مورچه‌های لاشبرگزی مکاتبه نمایند. ما سعی خواهیم کرد تا در زمینه‌های آموزش، دسترسی به امکانات، شناسایی نمونه‌های آزمایشگاهی، و یا سایر امور مربوطه کمک نماییم. اطلاعات بیشتر پیرامون گروه پروتکل مورچه‌های لاشبرگزی، و مورچه‌ها را بطور کلی می‌توان از وب سایت حشرات اجتماعی بدست آورد.

## فصل ۲

### مقدمه‌ای بر اکولوژی مورچه

مایکل کاسپاری

همچنانکه در فصل پیش هم خواندیم، مورچه‌ها، طبقه‌ای از جانوران هستند که موضوعات تحقیقی بسیاری را در اختیار علاقمندان به نظارت بلند مدت، فهرست برداری، و اکولوژی پایه قرار می‌دهند. فصل حاضر دو هدف را دنبال می‌کند. اولین هدف همانا آشنا ساختن خواننده با ویژگی‌های اصلی اکولوژیکی مورچه هاست. مخاطبانش، کسانی هستند که با مورچه‌شناسی ندارند، اما علاقمند به استفاده از آنها در مطالعات نظارتی و تنوع زیستی هستند. این فصل به همه موضوعات نمی‌پردازد، ولی، مانند هر شرح کلی، دیدگاه متفاوتی دارد. دیگر منابع اطلاعاتی که دارای نقطه نظرات مختلفی هستند در این کتاب و در کلیات دیگر آورده شده اند.<sup>۱</sup> بسیاری از موضوعات اساسی در اکولوژی مورچه (مثلاً، گروه‌های عامل، الگوهای ترکیب گونه‌ها، پویایی، و روابط) کمتر مورد بحث قرار گرفته اند چونکه این موضوعات در جای دیگری از این کتاب عنوان شده اند (به فصلهای ۳، ۴، و ۸ رجوع شود). هدف دومی که در این فصل دنبال می‌شود درگیر ساختن دانشجویان آینده رشته مورچه‌شناسی است با تأکید بر اینکه برخی از مسائل اساسی قابل حل هستند.

این فصل حول محور پنج موضوع بحث می‌کند که عبارتند از: زندگی کلونی، مؤلفه‌های

---

1. Sudd & Franks (1987); Hölldobler & Wilson (1990); Anderson (1991a);

توده‌ای مورچه‌ها، مؤلفه‌های اجتماعی مورچه‌ها، و سؤالات مطرح در اکولوژی مورچه. در صورت لزوم، نظراتی پیرامون نحوه استفاده از این پیشینه طبیعی در طراحی برنامه نظارتی ارائه خواهد شد. این پیشنهادات در فصل ۹ بطور مفصل بحث خواهد شد.

### زندگی کلونی

در مقدمه‌ای مانند این فصل، ناگزیر باید بخشهای زیادی از گوناگونی مطالب را که مورد علاقه دانشمندان است به تفصیل شرح داد. در اینجا، رفتار و ترکیب کلونی مورچه بصورت عام تشریح خواهد شد، و سپس به چند نمونه جالب از گوناگونی در این موضوع پرداخته خواهد شد.

مورچه‌ها موجوداتی کاملاً اجتماعی هستند، که از شاخص‌هایی همچون مراقبت گروهی از نوزادان، همپوشی نسلی مورچه‌های کارگر در درون کلونی، و نظام طبقاتی بسیار توسعه یافته برخوردارند<sup>۱</sup>. طبقات مورچه، در اصل گروههایی از افراد متمرکز کلونی هستند که وظایف مختلفی را با تفاوت‌های شکلی متناسب ایفا می‌نمایند. بعنوان مثال، اگر قرار باشد که خاک وسیع کلونی مورچه را حفر کنید، احتمالاً صدها مورچه کارگر را خواهید دید که در جنب و جوش هستند. طبقه کارگر بخش اعظمی از کارهای روزانه کلونی را انجام می‌دهند. این کارها، تهیه غذا، مراقبت از نوزادان، و تأمین و دفاع از لانه را شامل می‌شوند. حفر مداوم، تخمهای جوان و فاقد سفیده، لاروها و شفیره‌ها را در حفره‌های کوچک و جدا از هم آشکار خواهد ساخت. تمامی مورچه‌ها ابتدا بصورت تخم بوده، بصورت لارو رشد کرده، و بشکل بالغ تری یعنی شفیره در می‌آیند؛ این مراحل نارس تغذیه شده، پرورش یافته، و توسط مورچه‌های کارگر مورد محافظت قرار می‌گیرند. شاید در این حفرها، با توجه به موقعیت زمانی سال، با مورچه‌های بالغ تر و بالدار - مورچه‌های بالدار نر و ماده - روبرو شوید. بالدارها مرحله تولید مثل کلونی را شکل می‌دهند و وظایف کمتری را در درون کلونی بعهده دارند درحالیکه آماده پرواز و جفتگیری هستند. با وجود این، درحالیکه این دسته از مورچه‌ها معرف آینده تولید مثل کلونی بشمار می‌روند، اینها همچنین سخت مورد محافظت قرار می‌گیرند. سرانجام، با حفر بیشتر، به حفره محل زندگی ملکه خواهید رسید که در محاصره مورچه‌های کارگر قرار دارد. ملکه، یک مورچه ماده بالدار است که در کلونی دیگری زندگی می‌کند، خواستگاه زندگی کلونی است - یعنی اغلب بزرگترین مورچه کلونی محسوب می‌شود، که با داشتن تخم، متورم و

1. Wilson (1971);

درشت بنظر می‌رسند. نقش اصلی ملکه، تخمگذاری است، یعنی، مادر تمامی دیگر مورچه‌های کلونی. هیچ یک از دیگر افراد کلونی، با وجود اینکه توده آنها به هزاران عدد می‌رسد، تخمگذاری نمی‌کنند.

این یک امر بدیهی بوده و هست که مورچه‌های کارگر یک کلونی در تهیه غذا و محافظت از کلونی باهم همکاری می‌کنند. این همکاری آشکار و از خود گذشتگی نمونه‌ای از حُسن همکاری بشمار می‌آید. اینکه چطور طبقات مورچه با یکدیگر همکاری می‌کنند، و اینکه چرا مورچه‌های کارگر از تولید مثل محرومند همواره موضوع جذابی بوده است، هر چند که بنظر می‌رسد با نظریه تکامل داروین که مبتنی بر قانون انتخاب طبیعی است کاملاً مستثناء باشد. افراد کلونی موجودات خودخواهی نبوده‌اند، بلکه خود را ظاهراً فدای سلامت و امنیت دیگران می‌کرده‌اند.

یک راه رفع این تناقض را در مطالعه ژنیتیکی خاص راجع در بسیاری از حشرات اجتماعی – *halodiploidy* – می‌شود یافت<sup>۱</sup>. برای اینکه ببینید که چطور این مسئله عملاً اتفاق می‌افتد، باید توجه داشت که انسان‌های دارای جنسیت مختلف در تشکیل ژنیتیکی کروموزوم‌های جنسی خود متفاوتند. جنس مؤنث دو کروموزوم  $X$  را از والدینش به ارث می‌برد، در حالیکه جنس مذکر یک کروموزوم  $X$  را از یک والدین و یک کروموزوم  $Y$  را از دیگری به ارث می‌برد.

جنسیت در مورچه‌ها به روش کاملاً متفاوتی تعیین می‌گردد – یعنی هیچ کروموزوم جنسی وجود ندارد. ملکه‌ها، یعنی همان بالدارهای ماده، و مورچه‌های کارگر دارای دو جفت از هر یک از کروموزوم‌ها هستند (یعنی، دو کروموزومی‌اند). مورچه‌های نر تنها یک نوع کروموزوم دارند و بدین ترتیب تک کروموزومی هستند. ماده‌ها و مورچه‌های کارگر دو نوع از کروموزوم‌ها را از راه اختلاط تخم و اسپرم بدست می‌آورند. نرها نیز از دیگر تخم‌های بارورنشده بوجود می‌آیند.

این نظام ساده نتایج عمیقی را برای ایجاد همکاری در یک کلونی به‌مراه دارد. بنظر می‌رسد که مورچه‌های کارگر ارتباط کاملاً تنگاتنگی با هم دارند، که در ۷۵٪ تشکیل ژنیتیکی خود سهمیم هستند. ملکه‌ها، همانند انسان‌ها، بطور متوسط در ۵۰٪ تشکیل ژنیتیکی خود با هر یک از بچه‌های خود مشترک هستند. آنها همچنین نسبت به بچه‌هایشان در محیط جدای از لانه خود عمر طولانی‌تری دارند. در این حالت، مورچه‌های کارگر می‌توانند عامل ژن خود را بیشتر با کمک ملکه در تولید مورچه‌های کارگر و مورچه‌های ماده گسترش دهند. بهترین

---

1. Hamilto (1964, 1972); Alexander (1974); Trivers & Hare (1976);

راه انجام اینکار همانا کمک به زنده و سرحال نگه داشتن ملکه است، که از اینرو کمک به کلّ مجموعه کلونی بشمار می‌رود. اگر مورچه کارگری در عمل فداکارانه‌ای همچون دفاع سرسختانه و مرگبار از لانه وارد شود و یا خوراک هم آشیانه‌ای خود گردد، در واقع عمل آن خودخواهانه تلقی می‌شود، چونکه اینکار شانس بقاء کلونی را بالا برده و باعث ادامه حیات ژنها می‌گردد. این تقسیم کار و سازماندهی اجتماعی تا حدّ زیادی باعث پیچیدگی رفتاری می‌گردد. این مسئله کمک می‌کند تا بتوان بخش اعظمی از توده آلی بدست آمده توسط حشرات اجتماعی در اکوسیستم‌های جهانی را تشریح کرد (به فصل ۱ رجوع شود).

این تصویر از زندگی کلونی، هرچند که بصورت نمونه ذکر شده است، گوناگونی زیبایی را که در موقع باروری مورچه‌های کارگر اتفاق می‌افتد<sup>۱</sup> یا وقتی که بسیاری از ملکه‌ها در همان کلونی تخم گذاری می‌کنند<sup>۲</sup> نادیده گرفته است. هر دو سناریو ممکن است به مورچه‌های کارگر خودخواه امکان دهد تا دوران موفقّی داشته باشند، و هر دو، از فرصتهای جاری و سازنده تحقیقی در اکولوژی مورچه بشمار می‌روند.

### زندگی خاکی مورچه‌ها بعنوان کلونی موجودات بسیار ریز

اغلب گفته می‌شود که اکولوژی و بیولوژی حفاظتی از مطالعه سوگیرانه پیرامون مهره داران رنج می‌برد<sup>۳</sup>. انسانها ترجیح می‌دهند موجودات زنده از قبیل پرندگان و پستانداران، که همانند انسانها جهان هستی را تجربه می‌کنند مورد مطالعه قرار می‌دهند. اما، مورچه‌ها در بخشهایی از محیط زیست که از بسیاری جهات با زندگی انسانها متفاوت است زندگی کرده و در تعامل هستند. یک مطالعه نظارتی مؤثر مستلزم این است که درک اولیه از این تفاوتها داشته باشیم تا بلکه آنها را در طرح تحقیق مورد استفاده قرار دهیم.

بسیار روشن است که مورچه‌ها موجودات ریزی هستند، که وزن خشک آنها نوعاً کمتر از یک گرم است. اندازه شان به آنها امکان می‌دهد تا وارد شکافها و محیطهای ریز (مثلاً، بین تکه‌های ریز خاک یا پوسته درختان<sup>۴</sup>) شوند. همچنین به کلونیهای مورچه امکان می‌دهد تا در منابع محدود زندگی کرده و از بیشتر موجودات دیگر روی زمین، که کوچک نیز هستند، بهره ببرند.

- 
1. Peeters (1991);
  2. Hölldobler & Wilson (1977);
  3. Wilson (1993);
  4. Kaspari & Weiser (1999);

اما کوچکی اندازه هزینه بر است. جانوران کوچک سریعتر دچار حرارت شده و سریعتر خشک می‌شوند.<sup>۱</sup> مورچه‌ها، بعنوان جانوران خونسرد، وقتیکه به اندازه کافی دچار حرارت، اما نه حرارت شدید، می‌شوند به علوفه پناه می‌برند. این مسئله منجر به ایجاد پوشش گرمایی می‌شود که در آن اکثر مورچه‌ها در دمای بیشتر از ۱۰ درجه سانتیگراد فعالیت می‌کنند و تا دمای بالاتر از ۴۰ درجه، با متوسط اوج دمای فعالیت ۳۰ درجه، فعالیت خود را متوقف می‌کنند.<sup>۲</sup> رطوبت پایین همچنین ممکن است این فعالیت را محدود کند؛ مناسبترین زمان جمع آوری مورچه‌ها در بیابانهای آمریکای شمالی بعد از بارندگی‌های فصل تابستان است.<sup>۳</sup> اما حتی رطوبت مثل یک شمشیر دولبه عمل می‌کند، هم وقتیکه قطرات ایستای آب چسبناک بوده و برای مورچه‌ها غیر قابل کنترل هستند، و هم اینکه باران بقایای مواد شیمیایی را از بین می‌برد. این نوع تعامل با محیط شیمیایی روش اساسی دیگری را عرضه می‌کند که جوامع مورچه‌ها را از جوامع انسانی متمایز می‌سازد. مورچه‌ها حاوی غُددی هستند که به دنیای بیرون راه دارند، و این غُد سه وظیفه اصلی دارند. اول اینکه، زندگی در خاک مستلزم دفاع از پاتوژنهای قارچی و باکتریایی است؛ برخی از غُد ترشحاتی را تولید می‌کنند که به تمیزی و سالم نگهداشتن مورچه کمک می‌کنند. دوم اینکه، مورچه‌ها بخش چشمگیری از محیط زیست خود را تشکیل می‌دهند طوریکه دشمنان زیادی هم دارند. مورچه‌ها — همانند دیگر حشرات از راسته بال غشائیان (مانند، زنبورها) — اغلب با نیش شان از خود محافظت می‌کنند. سبب تکاملی جانوری نیش مورچه‌ها را به روشهای گوناگونی تغییر داده تا بتواند مواد شیمیایی را تولید کند که دشمنان و مهاجمان بالقوه را مجروح کرده، و به آنان ضربه بزنند، و یا اینکه به روی آنان پیاشند.

سرانجام اینکه، بعضی از غُد تولید فرمون می‌کنند، که به آنها امکان می‌دهد به طروق پیچیده‌ای با سایر مورچه‌های کلونی و نیز کلونیها و گونه‌های دیگر ارتباط داشته باشند.<sup>۴</sup> بعنوان مثال، هر کلونی مورچه بوی خاصی دارد؛ ملکه‌ها از فرمونها در مهار مورچه‌های کارگر استفاده می‌کنند؛ مورچه‌های کارگر از فرمونها در ایجاد مسیر بودار در جهت یافتن منابع غذایی و همچنین تعیین حدود کلونی بهره می‌گیرند. باوجود این، دیگر فرمونها آزاد می‌شوند تا بلکه افراد کلونی را از خطرات احتمالی آگاه سازند. خلاصه اینکه، مواد شیمیایی،

- 
1. Hood & Tschinkel (1990); Kaspari (1993a);
  2. Hölldobler & Wilson (1990);
  3. Schumacher & Whitford (1976);
  4. Vander Meer & Alonso (1998);

راه اصلی ارتباط میان مورچه‌ها محسوب می‌شود.

### چرخه حیات کلونیا

چرخه حیات در کلونیا در سه مرحله صورت می‌پذیرد: استقرار، رشد، و تولید مثل. بیشتر کلونیهای مورچه زمانی شکل می‌یابند که ملکه تازه جفت‌گیری کرده در جستجوی لانه پرواز می‌کند. بیشتر این بالداران در این راه تلف می‌شوند، چونکه آنها منبع بسیار مناسب غذایی برای مهاجمان مختلف بشمار می‌روند<sup>۱</sup>. یک ملکه در هنگام یافتن لانه، حفره‌ای را در یک گیاه یا در خاکی که در آن تخم می‌گذارد ایجاد می‌نماید یا اشغال می‌کند. این ملکه آنگاه از ذخایر غذایی خود کاسته و آنها را یا بصورت تخمهای خوراکی یا بشکل ترشحات بزاقی به غذای مورد استفاده برای نخستین نوزادان مورچه کارگر تبدیل می‌نماید.

کلونیا وقتی وارد مرحله رشد می‌شوند که نخستین نوزادان مورچه کارگر به حد بلوغ برسند. وظایف ملکه تا حد تخمگذاری و مهار کلونی با کمک فرومون کاهش پیدا می‌کنند. مورچه‌های کارگر وظیفه مراقبت از نوزادان، فعالیت روزمره حفظ و مرمت لانه، و نیز دفاع از آن را بعهده دارند. در این مرحله، رشد کلونی اغلب تصاعدی است، در حالیکه تمامی منابع صرف جمع‌آوری غذا و پرورش مورچه‌های کارگر بیشتر می‌گردد<sup>۲</sup>.

طول مدت رشد در میان گونه‌ها متفاوت است، و بستگی به اقلیم دارد — سرما رشد نوزاد را کاهش می‌دهد. مرحله رشد وقتی پایان می‌یابد که کلونیا برای تولید مثل بالداران به اندازه کافی رشد کرده باشند. این آستانه حجم کلونی در میان گونه‌ها تفاوت چشمگیری دارد — برخی کلونیاها بلحاظ جنسی در حد ۱۰ مورچه کارگر بالغ هستند، بقیه در حد ۱۰۰۰۰ یا ۱۰۰۰۰۰ مورچه بالغ می‌شوند. هنوز مشخص نیست که چه چیزی باعث این گوناگونی می‌شود، هر چند یک الگو که بروز می‌کند این است که میانگین حجم کلونی همچنانکه به خط استوا نزدیکتر می‌شود<sup>۳</sup> و از محیطهای کمتر حاصلخیز به محیطهای حاصلخیزتر حرکت می‌کند<sup>۴</sup> کاهش پیدا می‌کند. در مورد عوامل تعیین‌کننده حجم، نرخ رشد، زمان بلوغ، و سایر خصوصیات مربوط به شرح حال مورچه‌ها هنوز اطلاعات کافی در دست ما نیست<sup>۵</sup>.

- 
1. Whitcomb et al. (173);
  2. Wilson (1971); Tschinkel (1993);
  3. Kaspari & Vargo (1995);
  4. Kaspari et al. (اطلاعات چاپ نشده).
  5. Tschinkel (1991);

مرحله تولید مثل در چرخه حیات کلونی وقتی شروع می‌شود که توجه زیادی به تخمهای بارور نشده (که می‌بایست مربوط به بالدارهای نر باشند) شود، و برخی از تخمهای بارور شده آنقدر تغذیه می‌شوند تا به بالدارهای ماده (ملکه) تبدیل می‌گردند (و سرانجام جزء ملکه کلونیهای خود در می‌آیند). از آنجا که مورچه‌های بالدار نوعاً بزرگتر از مورچه‌های کارگر هستند، منابع غذایی از تولید مورچه کارگر تغییر می‌کنند، و کلونیه‌ها ممکن است به رشد ادامه ندهند و یا حتی ناقص رشد کنند. آنگاه این بالدارها پرواز کرده تا با دیگر بالداران مقیم کلونیهای دیگر جفتگیری نمایند. مورچه‌های نر، پس از جفتگیری، می‌میرند. ماده‌ها در جستجوی لانه دیگر پرواز می‌کنند، که بدین ترتیب چرخه حیات را کامل می‌سازند. چرخه‌های کلونی تا حدی در زیستگاه‌هایی که بارانها و دمای موسمی را نشان می‌دهند یکسان هستند. پرواز مورچه‌های بالدار اغلب در آغاز یا پایان "فصل مساعد" (فصل گرم در منطقه معتدل، فصل بارانی در منطقه استوایی) انجام می‌گیرد. کلونیه‌ها ممکن است به عمر ملکه‌ها، و اغلب برای چندین دهه، مورچه بالدار تولید نمایند.

این شرح کلی از یک کلونی مورچه است. بیشتر گونه‌های مورچه تنها از یک ملکه در هر کلونی برخوردارند، و این کلونی تنها یک لانه را به خود اختصاص می‌دهد. اما، کلونیهای برخی از گونه‌های مورچه برای حداقل یک بخش از چرخه حیات خود از لانه‌های چند ملکه‌ای برخوردارند. این موضوع بسیار بسیار مهمی است چونکه قوانین کلی رفتار مورچه که پیش از این عنوان شد را پیچیده می‌سازد. علاوه بر آن، بسیاری از این گونه‌ها نه تنها در یک مکان، بلکه در چندین حفره منتهی به تونلها یا شیارهای طولانی که ممکن است به دهها متر هم برسند لانه‌سازی می‌کنند.

گونه‌هایی که از چندین ملکه و چندین سایت آشیانه‌ای برخوردارند اغلب بدلیل نرخ رشد بالقوه بالایشان و گستره فعالیت شان بر زیستگاهها غالب هستند. این مسئله برای تعدادی از گونه‌ها (از قبیل مورچه آرژانتینی، *Linepithema humile*، مورچه کله درشت *Pheidole megacephala* مورچه آتشی *Solenopsis wagneri* صادق است. معرفی گونه‌ها یک مشکل جهانی است، و این سه گونه بنظر می‌رسد که تأثیر شگرفی داشته اند<sup>۱</sup> (به فصل ۴ رجوع شود). اینها برای انسان دردسرافزین هستند، و به شته‌های روی گیاهان زراعی گرایش داشته و به وسایل خانگی هجوم می‌آورند. مورچه‌های آتشی نیش دردناکی دارند. گونه‌های معرفی شده همچنین برای اکوسیستم خود هم مضر هستند. هرچند که گونه‌های بومی خدمات زیادی را

---

1. Williams (1994);



برای اکوسیستم عرضه می‌کنند (مانند، پراکننده ساختن دانه‌ها)، گونه‌های معرفی شده ممکن است این خصوصیت را نداشته باشند<sup>۱</sup>. این گونه‌ها که از فاکتورهای محدود کننده توده مورچه‌های بومی برخوردار نیستند، ممکن است رقابت بیش از حد داشته و جوامع مورچه‌ها و بندپایان بومی را نابود کنند<sup>۲</sup>، و همچنین توده حیات وحش را کاهش دهند<sup>۳</sup>.

### موقعیت اکولوژیکی مورچه

موقعیت اکولوژیکی یک گونه نقشی را که آن گونه در اکوسیستم بازی می‌کند توصیف می‌نماید. توصیف یک موقعیت اکولوژیکی مورچه همانند توصیف یک کلونی مورچه، کار دشواری است. تنوع مواد غذایی، سایتهای مختلف لانه، مدت حیات، و روابط مورچه‌ها در هر زیستگاه مورد نظر از مورچه‌ها گروه جانوری جذابی برای نظارت ساخته است.

با وجود این، برخی مشاهدات کلی صورت گرفته ممکن است ارائه شوند. اکثر افراد کلونیه‌ها ثابت هستند، کلونیه‌هایشان را حداکثر هر دو هفته یکبار تغییر می‌دهند، و برخی هم اینکار را اصلاً انجام نمی‌دهند<sup>۴</sup>. مورچه‌ها انرژی خود را از دیگر موجودات زنده — چه گیاهان (گل شهد، برگ‌ها، و دانه‌ها)، و چه دیگر موجودات، زنده یا مرده، دریافت می‌کنند. اساساً، کلونیه‌ها مورچه‌های کارگر خود را به محیط اطراف می‌فرستند، و سریعاً جذب منابع غذایی جدید می‌شوند، و به همان اندازه سریع در موقع لزوم آنها را کنار می‌گذارند. به این شیوه، مورچه‌ها منابع را جمع کرده و در محیط زیست متمرکز می‌سازند و خودشان منابع غذایی قابل پیش بینی برای آنها می‌شوند که از این مورچه‌ها استفاده می‌کنند. در بسیاری از موارد، کلونی مورچه‌ها بی‌تردید "گیاه مانند" هستند<sup>۵</sup>.

گونه‌ها در یک جامعه مورچه در طول سه محور آشیانه اکولوژیکی مورد استفاده در طراحی برنامه نظارتی ممکن است متفاوت باشد. این محورها عبارتند از موقعیت اکولوژیکی لانه، موقعیت اکولوژیکی غذا، و موقعیت اکولوژیکی موقت.

1. Bond & Slingsby (1984);

2. Porter & Savignano (1990);

3. Allen et al. (1995)

4. Smallwood (1982);

5. Andersen (1991a);

### موقعیت اکولوژیکی آشیانه

لانه مورچه‌ها شکل‌های مختلفی دارد. اگر در امتداد یک شیب حرکت کنید، یعنی از بیابانهای گرم تا جنگلهای استوایی مرطوب، تنوع سایتهای آشیانه‌ای مورد استفاده مورچه‌ها بنحو چشمگیری در حال افزایش هستند. در بیابانها، مورچه‌ها تمایل به لانه‌سازی در خاک دارند. برخی از این گونه‌ها بندرت به سطح خاک می‌آیند جز اینکه بخواهند بالدارها (مثلاً، بعضی گونه‌هایی مانند *Aropyga* و *Neirivamyrmex*) را آزاد کنند. بسیاری از این گونه‌ها تنها از بالداران نر مشخص می‌گردند که در تله‌های نوری صید می‌شوند. تنوع و پیشینه طبیعی این گونه‌ها تقریباً نامشخص هستند<sup>۱</sup>.

دیگر مورچه‌ها در درون زمین لانه‌سازی می‌کنند، اما از ورودیها برای انجام حداقل برخی از فعالیتهای بالای سطح زمین بهره می‌برند. این احتمالاً آنچیزی است که بیشتر مردم راجع به کلونی مورچه با دید خود فکر می‌کنند، اما، حتی این ایده ساده به چند روش انجام می‌پذیرد. ورودی لانه می‌تواند حفره مجزایی در خاک ایجاد نماید. در بیابانهای خنک تر، مخصوصاً منطقه تندر، لانه‌های خاکی اغلب زیر سنگها یافت می‌شوند: سنگها، گرمایی را بدست می‌آورند که طولانی تر از خاک هستند، و کلونیها در اقلیمهای خنک از این نقاط داغ محیطی جهت گرم نگهداشتن نوزاد حداکثر استفاده را می‌برند<sup>۲</sup>. در بعضی از چمنزارهای مرتفع، تقریباً هر سنگ بزرگ و مسطح بنظر می‌رسد که یک کلونی مورچه در زیر خود دارد. پس، عجیب نیست که لانه‌سازی سنگی در جاهایی که دمای خاک بالاتر است<sup>۳</sup> (بیابانهای داغ و جنگلهای بارانی کم ارتفاع) کمتر متداول است. در سایر موارد، مورچه‌ها سنگها را به محل ورودی لانه می‌کشاند، که اغلب گرده شنی بزرگ را در اطراف ورودی ایجاد می‌کنند.

مورچه‌ها در خاکهای گوناگونی لانه‌سازی می‌کنند، از خاک رُس سخت گرفته تا خاک لومی (خاک زراعی) و تا شن خالص. با وجود این، در حالیکه یک باغبان یا گیاه شناس می‌تواند پیرامون اینکه چطور pH (غلظت یون هیدروژن)، زهکشی، و سایر خصوصیات خاک بر جامع گیاهی تأثیر می‌گذارد نظرات شفافی داشته باشند، کارشناسان اکولوژی مورچه نمی‌توانند راجع به نحوه تأثیر گذاری خصوصیات خاک روی جوامع مورچه چیز زیادی عنوان کنند. بعنوان مثال، با وجود ناهمگونی موجود در خاک و لاشبرگ در یک سایت مورد نظر،

1. Lévioux (1976, 1983);

2. Brian & Brian (1951);

3. Brown (1973);

اطلاعات کمی راجع به نقشی که این تفاوتها ممکن است در جداسازی گونه‌ها ایفا کنند وجود دارد (به جانسون، ۱۹۹۲<sup>۱</sup>، رجوع شود).

در حالیکه بسیاری از مورچه‌ها از بیابانها به درون مراتع و مناطق صحرایی کوچ کرده اند، هنوز در منابع خاکی لانه‌سازی می‌کنند. باوجود این، در مراتع انبوه، کلونیه‌ها ممکن است در سایه همیشگی زندگی کنند. راه حلی را که برخی گونه‌ها هم بکار می‌بندند این است که گرده‌ای از خاک لخت را اطراف ورودی لانه ایجاد کنیم. راه حل دیگر، بویژه در نیمکره شمالی، این است که کپه‌های بزرگ پوشالی تا ارتفاع مچ پا و یا بالاتر از سطح علف‌های اطراف درست شود. در زمینهای جنگلی، کُنده‌ها و تنه‌های درخت نیز ممکن است برای کلونیه‌های مورچه نقاط بسیار گرمی محسوب شوند. در هر یک از موارد، این لانه‌ها، با دوری از سایه و یا قرار گرفتن در مکان خارج از آن ساکنان خود را همچنان در معرض نور آفتاب قرار می‌دهند.

همچنانکه وارد مناطق جنگلی می‌شویم، زمین پوشیده از لایه‌ای از بقایای چوبی، برگها، شاخکهای درختی، و میوه‌ها (مانند، دانه‌های بلوط) می‌گردد. در زمینهای جنگلی بسیار خشک، گونه‌های خاکزی هنوز غالب هستند. همچنانکه چوبها رطوبت بیشتری می‌گیرند، مورچه‌ها شروع به لانه‌سازی در این لاشبرگ می‌کنند. مورچه‌های لاشبرگری ممکن است در حفره‌های درون شاخک‌ها یا میوه‌ها، لای برگها، یا در کُنده‌های بزرگ و در حال پوسیدن لانه‌سازی می‌کنند<sup>۲</sup>. این بخش از گونه‌هایی که در لاشبرگ لانه‌سازی می‌نمایند در مناطق گرمسیری بیشترین توده را دارند<sup>۳</sup>. در لاشبرگ، تنها تکه‌ای از شاخک حفره دار ممکن است بعنوان کلونی ده تا یکصد مورچه کارگر باشد؛ پراکندگی برگها ممکن است پناهگاه کوچکی برای یک کلونی و شفیره‌های آن فراهم سازد، و در چندین متر مربع ممکن است پراکنده شوند؛ یک کُنده درخت بزرگ پوسیده ممکن است از چندین کلونی با گونه‌های مختلف برخوردار باشد. برای یافتن این کلونیه‌ها، تنها کافی است که تعدادی از شاخکها را شکسته، بعضی از برگها را بهم ریخته، و کُنده درخت را بشکافیم. اگر محیط دچار سرما و یا خشکی فصلی شود، این کلونیه‌ها ممکن است بصورت دوره‌ای از محیط لاشبرگی خارج شده و وارد محیط خاکی شوند<sup>۴</sup>. در جنگلهای استوایی، بخش قابل توجهی از جوامع بومی مورچه‌ها مشخص خواهد شد

- 
1. Johnson (1992);
  2. Herber (1989); Kaspari (1993b);
  3. Wilson (1959);
  4. Herbers (1985);

که در خود گیاهان، از گیاهان دارویی کوتاه گرفته تا پوشش گیاهی درختان، رشد می‌کنند.<sup>۱</sup> برخی مورچه‌ها خارج از تفاله چوب جویده شده لانه‌سازی می‌کنند. این "لانه‌های مقوایی" در نواحی گرمسیری متداول هستند و ممکن است چسپیده به درختان مملو از پوشش گیاهی، یا در سطح زیرین برگها پیدا شوند.<sup>۲</sup> گونه‌هایی از قبیل مورچه‌های چوبزی (*Camponotus*) ممکن است خُفره‌ای جهت لانه در درخت تقریباً پوسیده ایجاد کنند (رجوع کنید به صفوف منظم مورچه‌ها روی شاخه‌های درختان). سرانجام اینکه، تعداد کثیری از گیاهان خُفره‌ها و اندامهای غذایی را گسترش داده اند، درحالی‌که غذا و محل امنی را در ازای حفاظت از علفخواران برای مورچه‌ها فراهم کرده اند<sup>۳</sup> (به فصل ۴ رجوع شود). تنها گروه کوچکی از گیاهان ممکن است از این خُفره‌ها برخوردار باشند، اما این خُفره‌ها اغلب مورد استفاده گونه‌هایی هستند که در جای دیگری زندگی می‌کنند.

### موقعیت اکولوژیکی غذا

اکثر مورچه‌ها به نظر می‌رسند که کارگران فرصت طلب باشند، در حالی‌که از ترکیبی از تراوشات گیاهی، دانه‌ها، و مواد دامی، چه زنده و چه مرده، بهره می‌گیرند. با وجود این، بخشی از جمعیت مورچه در تغذیه خود متمرکز تر عمل می‌کنند. بعنوان مثال، در مناطق گرمتر قاره آمریکا، مورچه *Attini* علفخوار بوده یا حشرات مرده یا فضولات آنها را جمع آوری می‌کند. این مواد یکی بعد از دیگری بعنوان سوستره بکار می‌رود، موادی که روی آن قارچها رشد می‌کنند، و این قارچها پرورش یافته و بعنوان غذا مورد استفاده قرار می‌گیرند.<sup>۴</sup>

دیگر مورچه‌ها به میزان متفاوتی روی تراوشهای گیاهان متمرکز می‌شوند.<sup>۵</sup> این تراوشها یا مستقیماً از اندامهای گیاهی بنام غده‌های شهد ساز بدست می‌آیند یا اینکه بطور غیر مستقیم بواسطه حشرات مکنده از قبیل جوربالان (*Homoptera*) کسب می‌گردند.<sup>۶</sup> با وجود حجم وسیع مورچه‌ها در پوشش گیاهی مناطق گرمسیری، دلایل فراوانی عنوان می‌شود که مورچه‌های گیاه‌زی در محیط‌های دارای هیدروکربن غنی و پروتئین ضعیف زندگی می‌کنند.<sup>۷</sup>

1. Jeanne (1979);

2. Black (1987);

3. Huxley & Cutler (1991);

4. Weber (1972a, 1972b);

5. Tennant & Porter (1991); Tobin (1994);

6. Huxley & Cutler (1991);

7 Tobin (1994); Davidson (1997); Kaspari & Yanoviak (در دست چاپ)

بسیاری از جنسهای مورچه شامل شکارچیان متمرکز (مانند، *Thaumatomyrmex*, *Strumigenys*, *Procerators*, *Neivamyrmex*, *Cerapachys*) هستند که از تعداد محدودی از بندپایان تغذیه می‌کنند. برخی از این مورچه‌های متمرکز ممکن است به لحاظ طبقه‌بندی تغذیه محدودی داشته باشند اما از حشراتی تغذیه می‌کنند که از جهات دیگر نسبتاً فراوان هستند (مثلاً، برخی از مورچه‌های متمرکز که در ژمره مورچه‌های جنگجو هستند مانند *Neivamyrmex*) در صورتیکه برای بیننده رهگذر همیشه آشکار نیست (مثلاً، پاژومانهای متمرکز از جنس *Strumigenys*).

سرانجام اینکه، ممکن است گونه‌های مورچه که تشکیل جامعه می‌دهند روی حجم و تراکم یک منبع غذایی به میزان متفاوتی تخصص داشته باشند. گونه‌های زیادی از نوع کارگر اغلب به مجموعه وسیعتری از صید دسترسی دارند<sup>۱</sup>. علاوه بر این، همچنانکه غذا با حجمهای مختلف می‌رسد، حجمهای بزرگتر و غنی‌تر اغلب از سوی گونه‌های مقیم کلونیهای بزرگ و مهاجم گرفته شده و بخوبی از آنها محافظت می‌شود<sup>۲</sup>.

### موقعیت اکولوژیکی موقت

در یک جامعه مورچه، گروه‌های مختلفی از گونه‌ها فعالیت شان را به اوقاتی از سال یا روز محدود می‌کنند. بعنوان مثال، گونه *Prenolepis imparis* که در دماهای نزدیک به صفر درجه سانتیگراد می‌تواند فعالیت داشته باشد، یک گونه جنگل زی آمریکای شمالی است که عموماً در فصول بهار و پائیز فعال است، اما در فصل تابستان تقریباً فعالیت ندارد<sup>۳</sup>.

در طول ۲۴ ساعت، همان قطعه زیستگاه ممکن است بخشهای بسیار متفاوتی از جوامع مورچه را آشکار سازد. بیابانها<sup>۴</sup> و جنگلهای بارانی<sup>۵</sup>، بعنوان مثال، اغلب دارای جانوران متمایز شب فعال، سپیده دم فعال، و روز فعال هستند. این تفکیک احتمالاً از ترکیب مقاومتهای فیزیولوژیکی، کُنشهای رقابتی، و خطر شکار شدن نشأت می‌گیرد<sup>۶</sup>. با وجود این، کم بودن چنین مطالعاتی هیچ نتیجه کلی برای سؤال مهمی در زمینه برنامه نظارتی مورچه در بر نخواهد داشت: اینکه در چه اوقاتی از روز نمونه‌گیری می‌کنید؟ در یک برآورد اولیه، جوامع بیابانی (و

1. Kaspari (1996c);

2. Kaspari (1993b);

3. Talbot (1943); Fellers (1989);

4. Whitford & Ettershank (1975); Bernstein (1979); Morton & Davidson (1988);

5. Greenslade (1972); Kaspari (1993a);

6. Whitford (1978); Orr (1992);

شاید هم جنگلهای بارانی) احتمالاً توسعه یافته ترین تفکیک بین گونه‌ها را در زمینه فعالیت روزانه دارند. جوامع بیابانی و معتدل احتمالاً بارزترین تفکیک فصلی را دارند. مطالعات طعمه گذاری در چنین زیستگاهایی که امکان نمونه گیری در فواصل زمانی مناسب در آنها وجود ندارد ممکن است غنای گونه‌ها را زیر سؤال ببرند.

### چه عواملی باعث تنظیم توده جمعیت مورچه‌ها می‌شوند؟

توده جمعیت، به مجموعه‌ای از افراد یک گونه اطلاق می‌شود که در یک منطقه یافت شوند (مثلاً، توده گونه *Pogonomyrmex rugosus* در مرتع تحقیقاتی جورنادا، واقع در جنوب نیومکزیکو). در این بخش، اطلاعات پیرامون عواملی که توده‌ها را تعیین می‌کنند، یعنی عواملی که باعث افزایش، کاهش، و ثبات توده‌ای مورچه‌ها می‌شوند را بطور خلاصه مرور خواهیم کرد (همچنین برای مثال بیشتر، به فصل ۳ رجوع شود).

عواملی که توده‌های جمعیتی را تنظیم می‌نمایند می‌توانند به دو گروه تقسیم شوند (به فصل ۳ رجوع شود). فاکتورهای منابع محور توده‌ها را با کنترل موجودی منابع و دسترسی کلونی به آن منابع تعیین می‌کنند. در مقابل، عوامل مرگ و میر محور آنهایی هستند که بخشهایی از توده کلونیا را کُشته و/یا جمع‌آوری می‌کنند. خلاصه اینکه، عوامل منابع محور مشخص می‌نمایند که توده‌ها در یک زیستگاه چقدر سریع رشد می‌کنند؛ فاکتورهای مرگ و میر محور محصول سرپای واقعی یک گونه را تعیین می‌کنند. چطور این عوامل مؤثر عملکرد هماهنگی دارند خود موضوع تحقیق جاری است.

### تنظیم براساس منابع

عوامل منابع محور توانایی کلونیا را در رشد و تولید مثل مشخص می‌نمایند. این عوامل سه گونه اند: منابع، شرایط، و تعاملات توده‌ای. منابع، اقلامی هستند که در واقع توسط کلونیهای مورچه مورد استفاده قرار گرفته و بطور کامل مصرف می‌شوند (مثلاً، مواد غذایی، سایتهای لانه). شرایط، عوامل غیر زنده‌ای هستند که دسترسی به منابع را تعیین می‌کنند (مانند، دمای هوا، رطوبت). روابط توده‌ای، نحوه دسترسی سایر توده‌های زیستگاه به منابع موجود را توصیف می‌نمایند.

همچنانکه زیستگاهها قدرت تولید بیشتری پیدا می‌کنند، بطور کلی از تعداد کلونی مورچه بیشتری برخوردارند. برای مثال، تولید خالص اولیه، میزان فتوسنتز را در واحد گرم کربن در هر متر مربع در سال اندازه گیری می‌کند. در قاره آمریکا، تراکم مورچه‌ها از میزان حدود ۰/۰۳

کلونی در هر متر مربع در بیابانهای کُورادو (یعنی کمتر از ۱۰ گرم کربن در مقیاس هر متر مربع در سال) به تقریباً ۱۰ کلونی در هر متر مربع در جنگلهای بارانی اِکوادور (یعنی بیشتر از ۱۰۰۰ گرم کربن در هر متر مربع در سال) افزایش می‌یابد. اما این افزایش از یکنواخت بودن خیلی فاصله دارد. دسترسی به منابع با وجود شرایط نامناسب (به بیان اندرسن "عوامل تنش زا"؛ به فصل ۳ رجوع شود) و جوامع مورچه رقیب و سایر موجودات زنده کاهش می‌یابد. دما یک شرایط شاخصی برای توده‌های مورچه محسوب می‌شود.<sup>۲</sup> مورچه‌ها، بعنوان یک تاکسون، موجودات حرارت جو هستند، که فعالیت خود را در زمستان تعطیل کرده و از سایه سرد اجتناب می‌کنند.<sup>۳</sup> با وجود این، حتی در محیطهایی، مانند دشتهای کوهستانی تُندرا، که هوا در طول سال در آنها اساساً سرد است، مورچه‌ها اغلب در زیر آفتاب مستقیم ساکن می‌شوند.<sup>۴</sup> در عوض، محیطهایی که در آن هوا در طول سال گرم است (مانند، بیابانهای استوایی، سرزمینهای جلگه‌ای، و جنگلهای بارانی)، مورچه‌ها بخش اعظمی از طبیعت مورد نظر را اشغال کرده اند.

وقتی که موجودی یا توده‌ای به قیمت از بین رفتن موجود یا توده‌ای دیگر رشد می‌کند، موجودات زنده و توده مورچه‌ها برای کسب منابع باهم رقابت می‌کنند. بعنوان مثال، وقتی یک کلونی رشد می‌کند، ممکن است ذخیره غذایی را به اندازه کافی مصرف نماید تا این غذا در دسترس کلونیهای اطراف قرار نگیرد. همچنین، اگر تعداد محدودی از شاخک‌های توخالی یا گیاهان مورچه‌زی در یک جنگل وجود داشته باشد، هر کلونی یا توده‌ای که اول وارد آنجا شود ممکن است کلونی یا توده دوم را حذف کند.<sup>۵</sup> رقابت می‌تواند در درون یک گونه (درون گونه‌ای) یا بین گونه‌ها (بین گونه‌ای) باشد. در رقابت درون گونه‌ای، روابط در درون یک گونه، توده را تنظیم می‌کند؛ در رقابت بین گونه‌ای، روابط بین گونه‌ها کمک می‌کند که توده تنظیم شود. رقابت ممکن است غیر مستقیم اتفاق بیفتد، یعنی از مصرف غذا یا دیگر منابع، یا کاملاً مستقیم، یعنی از طریق از بین بردن دیگر کلونیها. تفاوت بین رقابت و تجاوز در روابط بین مورچه‌ها مبهم می‌گردد (بعبارت دیگر، آیا کلونی که کلونی همسایه را از بین می‌برد و شفیقه‌ها و ذخایر غذایی آن کلونی را غارت می‌کند قصد صید از آن کلونی را دارد، یا اینکه

- 
1. Kaspari et al. (2000);
  2. Brown (1973);
  3. Brian & Brian (1951);
  4. Heinze & Hölldobler (1994);
  5. Davidson et al. (1989); Longino (1991);

فقط می‌خواهد از شرّ یک رقیب خلاص شود؟).

هر جا که آفتاب (انرژی خورشیدی) فراوان باشد، دلایل زیادی وجود دارد که کلونیهای مورچه برای دستیابی به منابع از قبیل لانه و غذا با یکدیگر رقابت کنند. من این دلایل را، براساس اطمینان از موضوع، بصورت زیر بیان می‌کنم.

بسیاری از گونه‌های مورچه بسیار قلمرو محور هستند. اگر کلونیها منابع را مصرف کرده و ملکه‌های اطراف لانه‌های قدیمی را از بین ببرند، اینکار منجر به توزیع مداوم کلونیهای مورچه در محیط همگن خواهد شد. بسیاری از مطالعات بدنبال این الگوها بوده اند، که تا موقعیت کلونیها را در یک منطقه معین کنند و این فرضیه را که کلونیها متراکم تر از آنچه که بصورت تصادفی انتظار می‌رفت هستند آزمایش نمایند. از مجموع شواهد<sup>۱</sup> می‌توان دید که قلمرو محوری اغلب، البته نه همیشه، در مورد مورچه‌ها صادق است. حداقل یک نکته آموزنده برای این نوع ادله توسط ریتی و کیس (۱۹۹۲)<sup>۲</sup> عنوان شده است.

تراکم و حجم کلونیها همچنین می‌توانند بر رقابت بین مورچه‌ها تأثیر گذار باشند. منابع به چند روش توسط افراد یک توده تقسیم می‌شوند. تمامی منابع ممکن است در اختیار یک کلونی بزرگ باشد، در غیر اینصورت می‌توانند در میان بسیاری از کلونی‌های کوچکتر تقسیم شوند. به بیان دیگر، هر چه حجم میانگین کلونی در یک زیستگاه افزایش یابد، تراکم کلونیها در آن زیستگاه باید کاهش یابد. این روابط معکوس بین حجم و تراکم کلونی اغلب در طول فصل رویش قابل مشاهده است. در همان آغاز، زیستگاهها محل سکونت بسیاری از ماده می‌گردد. این ماده بچه مورچه‌هایی را که می‌یابند بزرگ می‌کنند، و با دیگر کلونیها مبارزه کرده، آنها را غصب می‌کنند، و از بین می‌برند، تا اینکه همان زیستگاه در اختیار فقط تعدادی از مورچه‌های پیروز ببرد قرار می‌گیرد.<sup>۳</sup> اما، این مسئله همیشه صادق نیست. در تحقیقی که در مورد مورچه‌های لاشبرگزی استوایی انجام گردید، رابطه اندکی بین حجم و تراکم کلونی اعلام شد<sup>۴</sup>؛ ناآرامی ناشی از بارش باران و مورچه‌های جنگجو برای جلوگیری از اشباع شدگی محیط زیست توسط کلونیها ممکن است کافی باشد.

اگر مورچه‌ها برای بدست آوردن منابع یا شرایط محیطی مناسب با هم رقابت دارند، آنگاه از بین بردن یک کلونی باید به سود دیگری باشد. خارج کردن کلونیهای مورچه بصورت

1. Levings & Traniello (1981);

2. Ryti & Case (1992);

3. Ryti & Case (1988b); Tschinkel (1992); Adams & Tschinkel (1995);

4. Kaspari (1996b);



آزمایشی اغلب باعث می‌شود که مورچه‌های کارگر و آشیانه‌های کلونی‌های مجاور از سایت تخلیه شده سریعاً استفاده کنند.<sup>۱</sup>

اگر منابع و شرایط محیطی رشد یک کلونی را محدود کنند، دسترسی به منابع فزاینده باید به بقا و تولید مثل آن کلونی کمک نماید. این موفقیت سرانجام باید به تراکم بیشتر توده محلی منجر شود. این یک آزمایش ساده است، اما بندرت مورد توجه اکولوژیست‌های مورچه قرار گرفته است. مطالعات پیرامون افزایش غذایی در محیط‌های بیابانی گرم نتایج مختلفی را در پی داشته‌اند.<sup>۲</sup> مورچه‌ها در محیط‌های معتدل نزدیکتر به قطبها به احتمال بیشتر به افزایش ذخیره غذایی واکنش نشان می‌دهند.<sup>۳</sup> یک دلیل این امر، شاید این باشد که بیابانهای گرم اغلب بلحاظ بذر غنی هستند، و بذرها مدتهای طولانی قابل ذخیره هستند. از اینرو "مورچه‌های دروگر" ممکن است در قبال کمبود منابع غذایی بهتر محافظت شوند و به احتمال قویتر تنها به کمبود منابع غذایی در دوره‌های طولانی تری واکنش نشان دهند. کمبودها در سایت‌های آشیانه ممکن است باعث محدود شدن توده مورچه شود. در دو جامعه مورچه لاشبرگزی مناطق استوایی قاره آمریکا، تراکم مورچه‌ها با اضافه شدن شاخک‌های درخت خیزران دوبرابر گردید، اما ۷۵٪ از سایت‌های آشیانه دست نخورده باقی ماندند.<sup>۴</sup>

بدیهی است که منابع، اقلیم، و مورچه‌های رقیب دست بدست هم می‌دهند تا توده‌های مورچه را تنظیم نمایند.<sup>۵</sup> حتی در محیط‌های سرشار از منابع، اقلیم‌های خنک و مرطوب از مورچه‌های اندکی برخوردارند. نمونه بارز این مسئله را در جنگلهای بارانی خنک و معتدل می‌توان یافت. در عوض، محیط‌های گرم و خشک ظاهراً شرایطی دارند که بسیار مناسب مورچه‌ها است. در این صورت، تعداد مورچه‌ها اغلب به نظر می‌رسند که با بارش باران مشخص شوند — که شاخص خوبی از محصول دانه‌ای است که مورچه‌های بیابانی از آن تغذیه می‌کنند.<sup>۶</sup>

### تنظیم ناشی از مرگ و میر

عوامل گوناگونی باعث از بین رفتن و نابود شدن کلونی مورچه‌ها می‌گردند. مرگ ملکه یک

1. Davidson (1980); Anderson & Patel (1994);
2. Ryti & Case (1988a); Munger (1992);
3. Deslippe & Savolainen (1994);
4. Kaspari (1996b);
5. Brown (1973);
6. Morton & Davidson (1988);

کلونی معمولاً به پایان عمر کلونی منتهی می‌شود، هر چند که ممکن است از تخمهای موجود (یا تخمهای مورچه‌های کارگر) هنوز دسته‌نهایی بالداران را تولید کند. کلونیهای مختص گونه‌های چند ملکه‌ای ممکن است ملکه جدیدی را بپذیرند.<sup>۱</sup>

اما همچنانکه پیش از این هم عنوان شد، عمده مرگ و میر ملکه‌ها در اوایل چرخه زندگی ملکه اتفاق می‌افتد، یعنی وقتی که ملکه‌های سرگردان به خوراک آماده و مغذی برای شکارچیان از سنجاقکها گرفته تا پرندگان تبدیل می‌گردند. بیشتر ملکه‌ها (آنهائیکه تازه در آشیانه مستقر شده‌اند)، اندکی بعد توسط مورچه‌های کارگر سرگردان مقیم کلونیهای بالغ کشته می‌شوند. مورچه‌های کلونی بالغ بندرت می‌میرند، اما عوامل مرگ ملکه‌ها در کلونیهای قدیمی تر نامشخص‌اند، که عمدتاً بخاطر این است که تعداد کثیری از ملکه‌ها روی درختان یا داخل زمین زندگی می‌کنند، و از اینرو مشاهده آنها دشوار است. آب و هوا نیز باید نقشی در این زمینه ایفا نماید. بسیاری از گونه‌های مورچه، در حالیکه قادر نیستند برخیزند و سریع حرکت کنند احتمالاً در مقابل سیل آسیب‌پذیر خواهند بود (مانند، کلونی بزرگ گونه *Atta Colombica* که ممکن است انتقال آشیانه برای آن ۸ روز به طول بیانجامد<sup>۲</sup>). کلونی‌های مورچه، با وجود تراکم، بیوماس، و تعاملات، بخش اعظمی از محیط زیست را اشغال کرده‌اند (به فصل ۱ رجوع شود). نباید شگفت‌انگیز باشد که این کلونیها باعث جذب جانوران شکارچی و حشرات پارازیت به خود می‌شوند — که بسیاری از آنها از گونه‌های دیگر مورچه هستند<sup>۳</sup>. بعنوان مثال، برخی از گونه‌های مورچه از حشرات پارازیت اجتماعی بشمار می‌روند. این گونه‌ها صاحب ملکه‌هایی هستند که به آشیانه‌های گونه میزبان هجوم برده و پس از<sup>۴</sup> یافتن ملکه آنرا می‌کشند، در حالیکه از مورچه‌های کارگر کلونی برای بارور ساختن تخمهای ملکه مهاجم بهره می‌گیرند.

توده‌های مورچه همچنین از راه درو کردن تنظیم می‌شوند. درست به همان اندازه که هر س مداوم یک باغ می‌تواند تک تک گیاهان را از رشد زیاد جلوگیری کند، شکارچیان که منبع غذایی یک کلونی را با کشتن مورچه‌های کارگر آن غارت می‌کنند می‌توانند به تنظیم توده‌های مورچه کمک کنند. در مناطق شمالی و معتدل، بعضی از گونه‌های مورچه به قصد برده‌کشی

---

1. Tschinkel & Howard (178);  
2. Porter T Brown (1981);  
3. Kistner (1982);  
4. Wilson (1984);

حمله می‌کنند، که از این طریق شفیره‌های دیگر کلونیها را به سرقت می‌برند.<sup>۱</sup> این شفیره‌ها، همچنانکه از نامشان پیداست، توسط مورچه‌های مهاجم به اسیری برده و برای انجام بسیاری از کارهای کلونی پرورش می‌یابند. این گونه‌های مهاجم (به طرز بسیار جالب اما نامشخص) بواسطه مورچه‌های جنگجو — یعنی کلونی‌های مهاجمی که شفیره را برای مصرف فوری گشته و با خود می‌برند — به سمت مناطق گرمسیری برده می‌شوند. بالغ بر ۲۰ گونه مورچه جنگجو ممکن است در جنگل استوایی قاره آمریکا زندگی کنند. همچنین امکان دارد که اثرات ترکیبی آنها روی جامعه مورچه عمیق باشد.<sup>۲</sup> اما آیا مهاجمان برده کُش و مورچه‌های جنگجو تراکم کلونیها را پایین تر از آنچه که خواهد بود نگه می‌دارند؟ هنوز هیچکس آزمایش ساده‌ای از راه بیرون کشیدن مورچه‌های جنگجو و مهاجمان برده کُش — یا از طریق دیوار کشیدن اطراف صید آنها — انجام نداده است تا واکنش گونه‌های میزبان را مشاهده نماید. تعداد زیادی از دیگر جانوران، کلونیهای مورچه را از بین برده یا درو می‌کنند. بعنوان مثال، تقریباً در هر قاره یک سری از مهره داران (مثلاً، مورچه خواران، و مارمولکها) وجود دارند که از مورچه‌ها تغذیه می‌کنند. در موارد نادر نشان داده شده است که این شکارچیان توزیع صیدشان را معین می‌کنند (مثلاً، جائیکه چهارپای مورچه خوار بسر می‌برد، مورچه در آنجا وجود ندارد<sup>۳</sup>). کلونیهای مورچه دارای همزیست‌های درون لانه‌ای از جمله مایتها، لوله سانان، عنکبوتها، و سوسکها، هستند<sup>۴</sup> (به فصل ۴ رجوع شود). همچنین تأثیری که این همزیستها روی روی اقتصاد کلونی می‌گذارند بیشتر در حد یک معما است.

سرانجام اینکه، خطر انگل خواری ممکن است که برخی از کلونیهای مورچه را از رشد سریع باز دارد. تحقیقات اخیر روی روابط بین مگسهای فُورید و مورچه‌ها نمونه‌هایی از این پدیده را بیان می‌کنند. فُورید، مگسهای انگلی ریزی هستند، که بسیاری از آنها در یک گونه یا جنس از مورچه مهارت دارند.<sup>۵</sup> مگسهای فُورید بدنال مورچه‌های میزبان خود می‌گردند (اغلب با دنبال کردن رد بوی این مورچه‌ها)، بال می‌زنند، سپس نزدیکتر می‌شوند تا روی بدن مورچه کارگر تخمگذاری کنند.<sup>۶</sup> مورچه کارگر می‌آفتد، بیحال می‌شود و سرانجام به کلونی باز

- 
1. Topoff (1990);
  2. Rettenmeyer et al. (1983); Kaspari (1996a);
  3. Gotelli (1993);
  4. Hölldobler & Wilson (1990);
  5. Brown & Feener (1991a, 1991b); Brown (1993);
  6. Porter et al. (1995a, 1995b); Feener et al. (1996);

می‌گردد و بعد از بارور شدن تخم می‌میرد، و سپس به غذایی برای لارو در حال رشد تبدیل می‌گردد.

با وجود این، مگسهای فُورید ابتدا باید مورچه‌های کارگر را صید کنند. داستان در همینجا است. مورچه‌های میزبان اغلب با آمدن مگسهای انگلی فُورید گریخته و قایم می‌شوند.<sup>۱</sup> چنین واکنشی آنقدر عمیق است که فعالیت مورچه را مختل می‌کند، و شاید تعادل رقابتی را از مورچه میزبان به رقیب فاقد مگس فُورید تغییر دهد.<sup>۲</sup>

اکولوژیستهای مورچه فهرستی از پارازیتها و جانوران شکارچی، همراه با میزان تأثیر گذاری از کُشتن ملکه‌ها تا ایجاد وحشت در بین مورچه‌های کارگر، به چاپ رسانده‌اند. اما میزان تأثیر این پارازیتها و جانوران شکارچی روی تعداد کلونیهای مورچه در یک منطقه اساساً هنوز نامعلوم است. فقط بخاطر اینکه مارمولکهای شاخدار در باجادی (bajada) بیابانی مورچه‌های دروگر را برای زنده ماندن صید می‌کنند به این معنی نیست که آنها نقش مهمی را در محدود ساختن تعداد یا حجم این کلونیهای ایفا می‌نمایند. به بیان دیگر، هیچ مطالعه‌ای صورت نگرفته تا نشان دهد که توده مورچه (نه جامعه؛ که بعداً در این فصل بدان پرداخته خواهد شد) که در آن تمامی جانوران شکارچی و پارازیتها ذکر شده باشند تأثیرشان روی کلونیهای مورچه ثبت شده باشد.

### سخنی پیرامون ناهمگونی

تراکم، یعنی تعداد کلونیهای مورچه در هر واحد منطقه، یک امر انتزاعی است — یعنی اینکه کلونیهای مورچه هرگز بطور مساوی در یک منطقه زیستگاهی توزیع نمی‌گردند. در واقع، کلونیهای مورچه کاملاً ناهمگون هستند، پدیده‌ای که از مدت‌ها پیش شناسایی شده است<sup>۳</sup> و موضوعی که همچنان اکولوژیستهای مورچه را به خود مشغول کرده است.<sup>۴</sup> بعنوان مثال، یک قطعه لاشبرگ در هر یک متر مربع در یک جنگل استوایی ممکن است یک تا هفده گونه مورچه در خود داشته باشد که در آن لانه‌سازی می‌کنند. نقشی که عوامل مؤثر فرادستی و فرودستی در بروز این ناهمگونی، و همینطور در ایجاد فرایند تنوع جغرافیایی گسترده تر بازی می‌کنند موضوع تحقیق جاری است.

1. Porter et al. (1995c);

2. Feener (1981);

3. Wilson (1958);

4. Levings & Traniello (1981); Levings (1983); Kaspari (1996a, 1996b);

### چه عواملی باعث تنظیم جوامع مورچه می‌شوند؟

یک جامعه اکولوژیکی به مجموعه‌ای از گونه‌ها اطلاق می‌شود که در یک محیط زیست خاصی زندگی می‌کنند. بیشتر برنامه‌های نظارتی توصیف یک جامعه اکولوژیکی را بعنوان یکی از اهداف خود در نظر دارند. شاخصه‌های جامعه مورچه می‌توانند به آندسته از گروههایی تقسیم شوند که شکل، وظیفه، و تنوع را توصیف نمایند. شاخصه شکل، حجم، قالب، و توده یک جامعه مورچه را توصیف می‌کند. شاخصه وظیفه، آنچه را که مورچه‌ها در واقع در اکوسیستم انجام می‌دهند، غذایی که می‌خورند، مقدار خاکی که زیر رو می‌کنند، سایر توده‌ها را تعیین می‌کنند توصیف می‌نماید. شاخصه تنوع، به توصیف ترکیب گونه‌ها، تعداد و روابط طبقه‌بندی گونه‌ها بین جوامع و در درون جوامع می‌پردازد. قابل پیش بینی است که شکل، وظیفه، و تنوع جامعه به لحاظ زمانی و مکانی متفاوت هستند.

### شکل

بیوماس یک جامعه، مجموع وزن تمامی گونه‌های آن است. مورچه‌ها و موربان‌ها ممکن است یک سوّم کل بیوماس حیوانی را در برخی جنگلهای استوایی ایجاد کنند<sup>۱</sup>. این اندازه از بیوماس مورچه در پوشش گیاهان استوایی، که نیمی از جانوران مقیم آن، مورچه‌ها باشند، فوق العاده بالا است<sup>۲</sup>؛ باید توجه داشت که اینگونه نیست بگوییم که تراکم توده‌ای مورچه، بخاطر اینکه اکثر این مورچه‌ها از نوع کارگر و از چند کلونی هستند، بالا تر است. تمامی گونه‌ها در یک جامعه با هم توزیع حجم را ایجاد می‌کنند. اینکه چه چیزی "حجم" را در مورچه‌ها و دیگر حشرات اجتماعی شکل می‌دهد اندکی پیچیده است — گونه‌های مورچه، توزیع خاصی از حجمهای تک تک مورچه‌ها و نیز تعداد خاصی از مورچه‌ها در یک کلونی دارند. روی هم رفته، کلونیهای مورچه معرف بخشی از بزرگترین حشرات ثبت شده هستند<sup>۳</sup>.

هر چه از قطب به طرف استوا حرکت کنیم، هم حجم متوسط و هم تعداد مورچه‌ها در هر کلونی به نظر می‌رسند که کاهش یابند<sup>۴</sup>. مورچه‌های استوایی و کلونیهای مورچه طبعاً کوچکترند. عامل یا عوامل این پدیده، که بسیاری از دیگر جانوران هم مشترکند، هنوز روشن

- 
1. Fittkau & Klinge (1973);
  2. Stork & Blackburn (1993);
  3. Kaspari (در دست چاپ)
  4. Cushman et al. (1993); Kaspari & Vargo (1995);

نیست. این مسئله شاید با استفاده فزاینده از لانه‌های لاشبرگی در مناطق استوایی یا سازگاری با زندگی در محیطهایی که دارای منابع غنی تر و شرایط موسمی کمتری هستند مرتبط باشد<sup>۱</sup>. حجم کوچک، مانند آنچه پیش از این بیان شد، هم هزینه و هم سود دارد. بعنوان مثال، مورچه‌های کوچکتر، بدلیل اینکه سریعتر خشک می‌شوند، ممکن است بطور متوسط به محیطهای مرطوب تر و اوقات خنک تر و مرطوب تر روز محدود شوند<sup>۲</sup>.

مورچه‌ها حتی در درون کلونیاها از نظر حجم و قالب فراتر از تفاوتهایی که بین مورچه‌های کارگر و تولید مثل کننده وجود دارد متفاوت هستند. گاهی اوقات، طبقات مورچه کارگر مجزایی در کلونیاها وجود دارد (مانند، گونه‌های ریز و گونه‌های درشت). در چنین مواردی، سؤالی که همواره در اکولوژی مورچه پرسیده می‌شود این است که چگونه توزیع طبقات مورچه به تناسب محیط متفاوت می‌گردد<sup>۳</sup>. تقریباً تعداد معدودی از گونه‌ها چنین شکل‌های مجزایی دارند: گونه‌ها عموماً تغییر حجمی مستمر را در حجم طبقات مورچه کارگر نشان می‌دهند. از این گذشته، این سؤال نیز مطرح است که آیا این تغییر نتیجه طبیعی تغییر منابع غذایی و نیازهای انرژی در درون کلونی است، یا اینکه "سازگاری" از سوی کلونی (افراد مورچه) است که به مورچه‌های بالغ تر امکان می‌دهد تا روی صیدهای بزرگتر مهارت پیدا کنند؟<sup>۴</sup> اکولوژیست‌های مورچه هنوز این مسئله را، عمدتاً بدلیل فقدان اطلاعات پیرامون اینکه چگونه مورچه‌ها چه موقع منابع باعث محدود شدن رشد کلونی می‌گردد، حل نکرده اند<sup>۵</sup>.

با وجود این، اگر غذا یک منبع محدود کننده باشد، باید انتظار داشت، وقتی که گونه‌ای کل محیط را به نفع خود می‌خواهد، تغییر حجم مورچه‌های کارگر بیشترین سود را داشته باشد. به عبارت دیگر، تغییر حجم باید به حدی برسد که از "فضای آشیانه خالی"، بجا مانده از فقدان دیگر گونه‌ها، حداکثر استفاده برده شود. این مسئله با بودن *Messor pergandei* مورچه‌ای که در بیابانهای جنوب غربی آمریکای شمالی زندگی می‌کند، درست بنظر رسد. در جوامعی که گونه‌های مورچه در آنها کم است مورچه‌های کارگر *M. pergandei* از نظر حجم بسیار متفاوت هستند<sup>۶</sup>. در محیطهای دارای منابع غنی تر، بخش اعظمی از این تغییر حجمی، با وجود

1. Kaspari & Byrne (1995); Kaspari (2000a);
2. Hood & Tschinkel (1990); Kaspari (1993a);
3. Wilson (1983); Schmid-Hempel (1992); Kaspari & Byrne (1995);
4. Rissing (1987); Wetter (1991);
5. Beshers & Traniello (1994); Kaspari & Byrne (1995);
6. Davidson (1978);

تعداد زیادتری از گونه‌های مورچه، از بین می‌رود.

## وظیفه

عجیب نیست که مورچه‌ها، با وجود تنوع و بیوماسی که تولید می‌کنند، نقش بسیار بزرگی را در عملکرد اکوسیستم‌ها ایفا می‌نمایند. بسیاری از این وظایف (مانند، بذر افشانی) بطور مفصل تر در فصل ۳ بحث خواهد شد. در اینجا، به چند روشی که در آن مورچه‌ها بعنوان جابجا کنندگان خاک، گونه‌های شاخص، و نیز از نظر پاتولوژیکی بعنوان گونه‌های معرف، اکوسیستم‌ها را شکل می‌دهند پرداخته می‌شود.

اول اینکه، مورچه‌ها، بعنوان مهندسان اکولوژیکی، تأثیر فراوانی روی ساختار محیط خود می‌گذارند — جانورانی که محیط زیست را به روشهایی که بر دیگر موجودات زنده اثر می‌گذارد دوباره شکل می‌دهند<sup>۱</sup>. یک روش این است که خاک را جابجا و بارور کنیم — یعنی کلونیهایی بزرگ مورچه ممکن است خاک زیادی را در طول عمر خود حفر کرده و هوا وارد آن کرده و با لاشبرگهای سطح زمین، درست مانند کرمهای خاکی، ترکیب کرده باشند<sup>۲</sup>. لسیکا و کانوفسکی (۱۹۹۸)<sup>۳</sup> اعتقاد دارند که تل‌های خاکی در پیتلندهای شمالی، بخاطر سطوح بالارفته مشابه مواد غذایی خاکی، ممکن است آشیانه متروکه گونه *Formica podzolica* به حساب آید.

از آنجا که مورچه‌ها غذا را از سراسر محدوده فعالیتشان وارد لانه می‌کنند، ممکن است مواد غذایی را در داخل آشیانه متمرکز سازند. با وجود این، این تأثیر می‌تواند در بین گونه‌ها متفاوت باشد. بعنوان مثال، هاینس (۱۹۷۸، ۱۹۸۳)<sup>۴</sup> دو گونه از مورچه‌های برگخوار، یعنی *Atta colombica* و *A. cephalotes* را مورد مطالعه قرار دادند. مورچه‌های برگخوار گیاهان را درو کرده و برگهای بریده شده را بعنوان سوستره استفاده می‌کنند که تا قارچ روی آن رشد کند. سپس قارچ را برای غذا درو می‌کنند. از آنجا که کلونیهایی مورچه برگخوار می‌توانند از میلیونها مورچه کارگر تشکیل شوند، از بین بردن پسمانده غذا کار شاقی است، که باید توسط دو گونه بطور مجزاً صورت پذیرد. چنین عادات رفتاری، به عقیده هاینس، دو گونه از مورچه‌ها را موجب می‌شود تا اثرات بسیار متفاوتی روی بازیافت غذایی خاک داشته باشند.

- 
1. Lawton (1994);
  2. Elmes (1991);
  3. Lesica & Kannowski (1998);
  4. Haines (1978, 1983);

مورچه *Atta cephalotes* پسماند غذایی خود را داخل زمین ذخیره می‌کند؛ مورچه *Atta colombica* پسماند غذایی خود را بصورت کُپه‌های مخروطی شکل بزرگ روی زمین قرار می‌دهد. مواد غذایی مورچه *Atta cephalotes* با آب شسته و به درون زمین می‌رود، در حالیکه مواد غذایی مورچه *Atta colombica* تقریباً روی سطح خاک و توسط گیاهان راحت تر قابل بازیافت هستند.

برخی مورچه‌ها احتمالاً از گونه‌های شاخص هستند — موجوداتی که تأثیر نامتوازی روی جامعه خود می‌گذارند<sup>۱</sup>. یک نمونه ممکن، مورچه جنگجوی *Eciton burchelli* است. مورچه‌های جنگجو، گونه‌های کوچ کننده هستند، که از صدها هزار مورچه کارگر تشکیل شده اند. کلونیهای مورچه بدنبال صید، که عمدتاً بندپایان، و بویژه حشرات هستند، به اطراف گشت می‌زنند. گونه *E. burchelli* ممکن است دست کم به دو دلیل یک گونه شاخص به حساب آید. اول اینکه، هجوم این نوع مورچه، جمعیت سراسیمه از بندپایان در حال فرار را درست پیشاپیش مورچه‌های حمله کننده بوجود می‌آورد. این بندپایان صید راحتی برای گونه‌های متعددی از پرندگان بشمار می‌روند، جانورانی که دسته‌های مختلطی را شکل داده و زندگی خود را صرف دنبال کردن گروه‌های مختلف مورچه‌های جنگجو<sup>۲</sup>، و همچنین دیگر جانوران همزیست<sup>۳</sup>، می‌کنند. دوّم اینکه، مدرکی وجود دارد که گونه *E. burchelli* با صید مورچه‌های بزرگ ممکن است فرصتهایی را برای گونه‌های کوچکتر فراهم کند که از بیم شکار شدن جان سالم بدر برند<sup>۴</sup>.

نقش مورچه‌ها در اکوسیستم‌ها وقتی بروشنی دیده می‌شود که مورچه‌های معرفّ باعث درهم ریختن جوامع می‌گردند. مورچه‌هایی که به خارج از اکوسیستم‌های بومی شان منتقل می‌شوند، اکوسیستم‌های زیستگاه جدید خود را برهم می‌زنند. گزارشات از دو مورچه معرفّ این مسئله را روشن خواهد ساخت. اولین آنها، *Linepithema humile* است، که یک مورچه آرژانتینی است و هم اکنون در زیستگاههای گرم و معتدل جهان بسر می‌برد<sup>۵</sup>. در آفریقای شمالی، جامعه گیاهی فینبوس از تنوع فوق العاده‌ای برخوردار است. بسیاری از این نوع گیاه در بذر افشانی به زیستگاههای دورتر از زیستگاه اولیه شان به مورچه‌های بومی وابسته اند.

1. Paine (1968); Lawton (1994);
2. Willis & Oniki (1978); Willis (1983);
3. Rettenmeyer (1962); Kistner (1982);
4. Franks & Bossert (1983);
5. Bond & Slingsby (1984);



همچنانکه گونه *L. humile* بتدریج پیش می‌رود، مورچه‌های بومی را جابجا می‌کند اما نمی‌تواند بذرها را بیفشاند. در نتیجه، بسیاری از گیاهان، در حالیکه گونه یاد شده همچنان پیش می‌رود، در سر راهشان نابود می‌شوند.

در آمریکای شمالی، مورچه آتشک، *Solenopsis wagneri* (که قبلاً با نام *S. invivta* معروف بود)، بخشهای زیادی از جنوب شرقی ایالت متحده آمریکا را اشغال کرده است. مطالعات زیادی شروع به ارائه تصویری از توزیع جهانی اکوسیستم کرده اند. در ایالت تگزاس، گونه *S. wagneri* بیش از ۹۹٪ مورچه‌هایی را شکل می‌دهد که در سایتهای مملو از مورچه صید شده اند. در این سایتهای، تعداد گونه‌های معمول از متوسط ۱۳ تا ۴ گونه کاهش یافته است، و تعداد سایر گونه‌های بندپایان نیز کاسته شده است.<sup>۱</sup> در مقابل، در برزیل، مورچه بومی *S. wagneri* در ۱۹٪-۰/۱ طعمه‌های مورچه یافت می‌گردد، و این مسئله با حداکثر ۴۸ گونه مورچه همزمان اتفاق می‌افتد.<sup>۲</sup> تراکم‌های توده‌ای این گونه مورچه در مقایسه با کشور برزیل حداقل چهار برابر بیشتر در ایالات متحده است.<sup>۳</sup>

تکرار چنین انفجار توده‌ای از مورچه‌های آفت‌زا و همچنین تخریب جوامع بومی بندپایان با گونه *Wasmannia auropunctata* در گالاپاگوس<sup>۴</sup>، *L. humile* در کالیفرنیا<sup>۵</sup>، و تعداد زیادی از گونه‌های غیر بومی در هاوایی<sup>۶</sup>، می‌شود دید. یک هدف این کتاب همانا فراهم‌سازی وسیله‌ای برای بررسی بهتر این زیان است، و ما امیدواریم که بیشتر دانشمندان انگیزه مطالعه در مورد اکولوژی گونه‌های معرف جهت کاستن یا معکوس ساختن تأثیرشان را خواهند داشت.

## تنوع

مطالعات پیرامون تنوع، تعداد و هویت گونه‌ها در یک منطقه را ثبت می‌کنند. همچنانکه زیستگاه‌های جهان در حال نابودی است، ثبت کمی تنوع معنا و مفهوم تازه‌ای به خود گرفته است. اما تنوع نیز از جمله دشوارترین مفاهیم در اندازه‌گیری بدون خطا بشمار می‌رود (به فصل ۱۳ رجوع شود). با وجود افزایش غنای گونه در کنار اندازه منطقه نمونه‌گیری شده و زمان افزایش یافته در نمونه‌گیری، مقایسه تنوع‌های موجود بین مناطق پروتکل استاندارد را

1. Camilo & Phillips (1990); Porter & Savignano (1990);
2. Fowler et al. (1990);
3. Porter et al. (1992);
4. Clark et al. (1982); Lubin (1984);
5. Erikson (1971); Ward (1987);
6. Fluker & Beardsley (1970);

می‌طلبد. یکی از اهداف اصلی کتاب حاضر این است که این پروتکلها را بطور فشرده بیان کنیم. در اینجا، به مرور چند الگوی عمده در غنا و ترکیب گونه‌هایی که تاکنون در بین مورچه‌ها کشف شده اند پرداخته خواهد شد.

جالبترین نمونه غنای گونه‌ها (تعداد گونه‌ها در یک منطقه و زمان خاص) افزایش آن از نقاط قطبی به مناطق استوایی است. جیانِه (۱۹۷۹)<sup>۱</sup> اولین کسی بود که این روند را بصورت اصولی مورد مطالعه قرار داد. جیانِه شدت شکار مورچه در امتداد یک ترانسکت از منطقه معتدل قاره آمریکا و مناطق استوایی بررسی کرد. این ترانسکت شامل پنج سایت جنگلی بود، که در بخشهای شمالی و جنوبی ایالات متحده، مکزیک استوایی، کاستاریکا، و برزیل واقع شده بودند. از یک طعمه (لارو زنبور در یک ویال ذریاز) برای مدت زمان مشخصی در زیستگاههای گوناگون کار گذاشته شد: یعنی منطقه مورد مطالعه قدیمی و جنگل مطالعه نشده، در بخشهای بالا و پایین درختان. تعدادی از این فرایندها مشخص بودند. اول اینکه، غنای گونه‌ها در هر زیستگاه از منطقه معتدل به مناطق استوایی افزایش یافت. اما، غنا به میزان متفاوتی در مناطقی در یک سایت بالا رفت. مورچه‌های بیشه زی تقریباً در بخش شمالی منطقه مورد مطالعه یافت نشدند اما بخش فزاینده‌ای از جامعه مورچه را شکل دادند که به سمت مناطق استوایی افزایش می‌یابند. از طرف دیگر، مناطق مورد مطالعه قدیمی بخش رو به کاهشی از غنای گونه در مقایسه با جنگلهاست.

درجه‌بندی عرض جغرافیایی عوامل زیادی دارد. همانطوریکه پیش از این هم ذکر شد، محیطهای استوایی از حاصلخیزی بیشتری برخوردارند. از آنجا که گیاهان بخش پایینی هرمهای استوایی را تشکیل می‌دهند، محیطهای حاصلخیزتر باید بتوانند مورچه‌های بیشتری و همینطور گونه‌های بیشتری را تأمین کنند. اما، همچنانکه قبلاً هم گفتیم، مورچه‌ها حرارت طلب هستند. از آنجا که مورچه‌ها در دماهای گرم موفق‌ترند، حرارت ممکن است تعیین‌کننده در دسترسی به حاصلخیزی جنگل باشد.<sup>۲</sup>

بدین ترتیب، دو روند دیگر مصداق پیدا می‌کنند. آشیانه‌سازی بیشه‌ای به مورچه‌ها امکان می‌دهد تا به بخش اعظم حاصلخیزی جنگل — یعنی پوشش گیاهی — نزدیک‌تر شوند. اما، پوشش گیاهی قابلیت خاک را ندارد تا کلونی را از یخ زدگی زیاد محافظت کند. هرچه میانگین دما قابل اندازه‌گیری تر می‌شود، آشیانه‌سازی بیشه‌ای افزایش می‌یابد. همینطور، هرچه

---

1. Jeanne (1979);

2. Brown (1973);

به طرف قطبها پیش می‌رویم میانگین دما کاهش می‌یابد، و دما در سایه همواره خنک‌تر از دمای آفتاب شدید است. در محیطهای سرد، فراوانی مورچه‌ها و غنای گونه‌ها ممکن است در مناطقی باز در مقایسه با سایه خنک یک جنگل توسعه یافته به تناسب بالاتر باشد.

غنای گونه‌ها دیگر الگوهای رفتاری را هم نشان می‌دهد. بعنوان مثال، جزایر بزرگتر طبعاً در مقایسه با جزایر کوچکتر از گونه‌های بیشتری برخوردارند.<sup>۱</sup> غنای گونه‌ها همچنین، بصورت نامنظم، پس از ناآرامی یک منطقه، افزایش می‌یابد (به فصل ۷ رجوع شود). از طرف دیگر، همچنانکه پیش از این عنوان شد، گونه‌های معرف می‌توانند یک جامعه مورچه را سریعاً "کوچکتر سازند"، در حالیکه بسیاری از گونه‌های بومی را به نابودی می‌کشاند.

با وجود این، بسیاری از مسایل در نمونه‌های غنای گونه‌ها هنوز حل نشده باقی ماندند. بعنوان مثال، دو تحقیق وجود دارد که رابطه بین بارش باران و تنوع مورچه‌های دروگر را در محیطهای خشک مورد بررسی قرار دادند. دیویدسون، با مطالعه بیابانهای آمریکای شمالی، به رابطه مثبتی بین آنها دست یافت.<sup>۲</sup> از آنجا که حاصلخیزی در محیطهای خشک اساساً با محدودیت بارش باران روبرو است، این یافته بنظر می‌رسد به توصیف حاصلخیزی برای روند حاضر کمک کند. اما، وقتی که برای جوامع مورچه‌های بیابانی و بوته زارهای استرالیا، از یک روش تحقیقی استفاده شد، طبعاً هیچ رابطه‌ای وجود نداشت.<sup>۳</sup> بدیهی است که غنای گونه یک متغیر پیچیده‌ای است که با تعداد عوامل، از جمله تاریخچه منحصر به فرد منطقه مورد مطالعه، شکل می‌گیرد (به فصل ۸ رجوع شود).

توزیع جغرافیایی ترکیب گونه‌ها توسط وارڈ در فصل ۹ این کتاب و همینطور از سوی براون (۱۹۷۳) مورد بررسی قرار گرفته است. اکنون، به اختصار به اینکه چطور ممکن است ترکیب گونه‌ها در درون یک زیستگاه بطرز جالبی متفاوت باشد خواهیم پرداخت.

عمده تحقیقات پیرامون ترکیب گونه‌ها بر نقشی که رقابت درون گونه‌ای در آرایش گونه‌ها در سرتاسر محیط زیست بازی می‌کند متمرکز شده‌اند. مثلاً، در بسیاری از جوامع معتدل، سلسله مراتب منظم وجود دارد.<sup>۴</sup> این سلسله مراتبها به روشهای مختلف ضابطه مند شده‌اند اما در حله گونه‌های غالب و تابع هستند. گونه‌های غالب اغلب کلونیهای بزرگ تشکیل می‌دهند. آنها رفتار وحشیانه‌ای در حفظ قلمرو دارند و به صورت گروهی سریع به سمت غذا می‌روند.

1. Wilson & Goldstein (1975);

2. Davidson (1977a, 1977b);

3. Morton & Davidson (1988);

4. Wilson (1971); Savolainen & Vepsäläinen (1988); Savolainen (1990); Andersen (1992b);

تنوع مورچه‌ها و تراکم آنها اغلب در گونه‌های غالب در حد پایین قرار دارند. گونه‌های تابع اغلب کلونیهای کوچک تشکیل می‌دهند، و در دسترسی به غذا ضعیف عمل می‌کنند، و در حواشی قلمرو گونه‌های غالب زندگی می‌کنند. این نمونه در زیستگاههای معتدل شمالی، در بیابانهای خشک و بوته زارهای استرالیا، و در جوامع ساده حضور شاخصی دارند<sup>۱</sup>. پدیده مشابهی ممکن است در پوشش گیاهی استوایی رخ دهد، محیطی که گونه‌های کمی بصورت مختلط در بالای درختان پراکنده اند، که ۹۵٪ بیوماس و/یا تعداد را تشکیل می‌دهند<sup>۲</sup>.

این تسلسل غالب بودن گونه در جوامع مورچه به هیچ وجه عمومیت ندارد (به فصل ۳ رجوع شود). در لاشبرگ استوایی، گونه‌ها روابط اندک مثبت یا منفی قوی در فراوانی پیش بینی شده بر اساس رقابت قوی درون گونه‌ای گونه‌های غالب نشان می‌دهند<sup>۳</sup>. این مسئله ممکن است بخاطر تعداد فاکتورها باشد. کلونیهای لاشبرگی ممکن است هرگز به حدی نرسند که به آنها امکان دهد تا بر همسایگان خود غالب شوند. لانه‌های لاشبرگی، که با حضور گونه‌های غصب کننده از بین می‌روند، ممکن است مانع این گونه‌ها شده تا قلمرو بزرگ و ثابتی داشته باشند. از سوی دیگر، مورچه‌هایی که در پوشش گیاهی استوایی بسر می‌برند "جزایر بیابانی" بوجود می‌آورند که پر از ساقه‌های باریک و قوی هستند که تا به انبوهی از پوشش گیاهی بخش بالا منتهی می‌شود<sup>۴</sup>. از اینرو، یک کلونی بزرگ می‌تواند در کل درختان حضور غالب داشته باشد و دیگر گونه‌ها را بیرون نماید<sup>۵</sup>. در مقیاس کوچکتر، چنین پدیده‌ای در گیاهان مورچه‌زی در زیراشکوب استوایی رخ می‌دهد<sup>۶</sup>.

همچنین ممکن است تسلسل‌های غالب بودن گونه وقتی محو شود که شکارچیان قدرت گونه غالب را برای دستیابی به منابع کاهش دهند. فرینر (۱۹۸۱)<sup>۷</sup>، در یک تحقیق بسیار جالب، دو گونه از مورچه‌ها را با نامهای *Solenopsis texana* و *Pheidole dentata* همراه با مگس فورید انگلی *Apocephalus* مورد مطالعه قرار داد. گونه‌های *Pheidole* مورچه‌های سرباز سر درشت هستند که به منابع غذایی غنی دسترسی پیدا می‌کنند. این مورچه‌های سرباز همچنین میزبانان مورد علاقه مگسها هستند. در نتیجه، وقتی که این مگسها حضور می‌یابند، مورچه‌های

1. Hölldobler & Wilson (1990);
2. Majer (1976); Black et al. (1990); Adams (1994); Tobin (1997);
3. Kaspari (1996b);
4. Hölldobler & Lumsden (1980);
5. Hölldobler (1983); Adams (1984);
6. Davidson et al. (1988, 1989);
7. Feener (1981);

سرباز *Pheidole* از وحشت می‌گریزند، در حالیکه باعث می‌شوند کلونیه‌ها *Pheidole* را در اختیار *Pheidole* در مقایسه با گونه‌های *Solenopsis* در دستیابی به منابع غذایی بهتر بهتر عمل. از اینرو، ممکن است یک مگس فورید تعادل را در هنگام رقابت در میان این دو مورچه لاشبرگزی شناخته شده مقیم تگزاس برهم بزند.

روی هم رفته، هر چند که رقابت درون گونه‌ای نقش بزرگی را در شکل دهی الگوهای رقابتی بازی می‌کند، این موضوع در همه جا معمول نیست. اثرات آن با عواملی از قبیل ساختار محیط و حضور شکارچیان کاهش پیدا می‌کنند.

### پرسشهای بی‌پاسخ در خصوص اکولوژی مورچه

این فصل به یک منظر از جایگاه اکولوژی مورچه پرداخته است. همانطوریکه تا اینجا روشن است، فاصله‌های زیادی در درک ما از این حشرات مهم وجود دارد. در زیر چند پرسش بی‌جواب را دنبال می‌کنیم.

چه چیزی کلونیه‌های مورچه‌های بالغ را از بین می‌برد؟ روشن است که اکثریت کلونیه‌های مورچه در مرحله نوزادی از بین می‌روند. اما چطور عوامل غیر زنده (مانند، سیل، خشکسالی، فصول سرما) و عوامل زنده (مانند مورچه‌های جنگجو، پارازیتها، مهاجمان برده‌کش، ویروسها، و شکارچیان) دست به دست هم می‌دهند کلونیهایی را به حد بلوغ رسیده اند می‌کشند؟

اثرات، و ابزارهای کنترلی ممکن، گونه‌های معرف کدامند؟ هرچائیکه مورچه‌های معرف، همچون گونه آتشی وارداتی و گونه آرژانتینی، مورد مطالعه قرار گرفته اند، باعث اختلال در اکوسیستم شده اند. چه عواملی باعث انتشار و توزیع نهایی گونه‌های آتشی وارداتی می‌شوند؟ آیا اثرات آنها با گذشت زمان بهتر می‌گردند؟ آیا می‌توانیم براحتی کنترل زیستی را عرضه کنیم؟

چگونه نظام جفت‌گیری بر روابط تأثیر می‌گذارد؟ تحت چه شرایطی کلونیه‌های بزرگ و چند ملکه‌ای رشد و نمو پیدا می‌کنند، و محیطهای پیرامونی را اشغال می‌کنند؟ چرا اینها شناخته شده تر نیستند؟

وظایف مورچه‌های گیاهزی، لاشبرگزی، و زیرخاکزی کدامند؟ این نوع از مورچه‌ها همگی جزء لاینفک جوامع مورچه هستند، اما عدم دسترسی به آنها مانع از انجام مطالعه گسترده

## فصل دوم: مقدمه‌ای بر اکولوژی مورچه / ۶۹

شده است. آیا بیولوژی آنها اساساً با بیولوژی مورچه‌های خاکری که بیشترین تحقیقات مورچه را به خود اختصاص داده است تفاوت دارد؟

چه عواملی توده‌های مورچه را تنظیم می‌نمایند؟ چطور شاخصه‌های منابع و مرگ و میر در کنار هم قرار می‌گیرند و فرآیندهای بلند مدت توده‌ای را در مورچه‌ها معین می‌کنند؟ چطور هرچه که از جنگلهای شمالی به سمت استوا حرکت می‌کنیم، یعنی از بیابانها به مراتع، این پاسخ متفاوت می‌گردد؟ چطور این پاسخ اساساً بین مناطقی (مانند، استرالیا، آسیا، آمریکای شمالی) با سوابق پیشینه‌ای و توزیع طبقه‌بندی متفاوت، فرق دارد؟

چگونه گونه‌ها قابل جایگزین هستند؟ اطلاعات بسیار کمی راجع به پیشینه طبیعی بیشتر مورچه‌ها، مخصوصاً آنهایی که در مناطق استوایی زندگی می‌کنند، در اختیار ماست! در جوامع مورچه، تا چه حد ۳۰ گونه *Pheidole* و *Camponotus* یا کمی بیشتر بسیار مشابه هم رفتار می‌کنند؟ مورچه‌ها چه نقشی در اکوسیستم ایفا می‌نمایند؟

چطور تغییرات محیطی جاری (تغییرات اقلیمی، تخریب زیستگاهی) در تغییرات موجود در فراوانی و تنوع مورچه منعکس می‌گردد؟ آیا مورچه‌ها شاخصهای حساس تغییرات محیطی به شمار می‌آیند؟ یا اینکه آیا شیوه زندگی شان، آنها را در قبال تغییرات آنتراپوژنی محافظت می‌کند؟

### توصیه‌هایی پیرامون تحقیقات میدانی

هیچکس دلش نمی‌خواهد برای برآوردن نیازهای تحقیقاتی خود خسارات بیشتر از آنچه لازم است بر توده مورچه‌ها وارد کند. خوشبختانه، جمع‌آوری مورچه‌های کارگر از کلونیهای بزرگ با کندن بوته یا کندن یاخته پوستی ارتباط دارد — که طبعاً کلونی (ملکه و اکثر مورچه‌های کارگر) را پیدا می‌کنید.

زمان تحقیقی را انتخاب کنید که در آن فعالیت مورچه‌ها زیاد باشد — یعنی زمانی که دمای هوا بالا و بارش باران به اندازه کافی باشد. جوامع مورچه‌های بیابانی و استوایی اغلب فعالیت بیشتری در فصل بارندگی دارند. اوایل فصل تابستان اغلب برای نمونه‌گیری از بیشتر جوامع مناطق معتدل زمان مناسبی است. اقلیمهای مدیترانه‌ای، که در آن در فصل زمستان بیشترین بارندگی را دارد و در تابستان گرم است، اغلب نیاز به نمونه‌گیری در فصل بهار دارد. از جمع‌آوری مورچه‌ها در زمانی که آب راکد است یا پوشش گیاهی رطوبت دار است خودداری شود. اینکار می‌تواند فعالیت مورچه را، مخصوصاً در بین مورچه‌های کوچک، کاهش دهد.

در کار گذاشتن طعمه‌ها، لیوانهای چاله ای، یا هر چیزی که مورچه با آن تماس پیدا خواهند کرد دقت صورت گیرد. از زدن عطر، ادکلن، یا هر چیزی که باعث دفع مورچه در هنگام نمونه گیری می‌گردد خودداری شود.

اگر یکی از اهداف، نظارت بر تراکم کلونی باشد، پس گونه‌هایی که از ورودی‌های چند لانه‌ای برخوردارند، ممکن است در نمونه گیری زیاده از حد شمرده شوند. راهکارهای مختلفی در جبران این حالت وجود دارد. یک راهکار، نادیده گرفتن آشیانه گونه‌های همجنس که در فاصله معینی (مثلاً، یک متر) از یکدیگر قرار دارند. راهکار دیگر، انجام "آزمایشات جابجایی" است (مثلاً، اگر یک مورچه کارگر از یک ورودی آشیانه، و قتیکه نزدیک لانه دیگری قرار می‌گیرد، بشدت مورد حمله قرار بگیرد، این احتمال وجود دارد که این دو از دو کلونی مختلف باشند).

اگر از طعمه‌ای در پروتکل خود استفاده می‌کنید، حتماً این طعمه‌ها کوچک باشند که به سادگی تحت کنترل کلونی مهاجم و بزرگ قرار نگیرند. ما دریافته ایم که تکه‌های کوچک کلوچه (که با آرد، شکر، تخم مرغ، و مغز میوه‌های آجیلی) (در مقایسه با روغن بادام زمینی، ماهی تون، و آب شکر) بیشترین تعداد مورچه‌ها را جذب می‌کنند. حتی گونه *Attini* (از گونه مورچه‌های قارچ زی) و گونه *Strumigenys* (از مورچه‌های متمرکز پاژمانی) نمی‌توانند از عهده تکه‌های کوچک کلوچه بربایند. روی کف زمین تاریک و بارانی جنگل، محقق اغلب تکه کلوچه زرد کم رنگ را می‌بیند که قبل از رؤیت مورچه به حرکت در می‌آید.

در صورت امکان، کار نمونه گیری را در طول ساعات روز انجام دهید. یک راه انجام اینکار این است که از روشهای نمونه گیری غیر فعال از قبیل طعمه‌های چاله‌ای استفاده کنید. ناهمگونی یکی از مشکلاتی است که در هنگام اجرایی ساختن برنامه نظارتی رخ می‌دهد. تراکم مورچه از یک پلات یک متر مربع تا یک پلات یک متر مربع دیگر، یا از یک دره به دره‌ای دیگر می‌تواند متفاوت باشد، که مهم است محل‌های تحقیق را بصورت تصادفی مشخص کرده و اطلاعات کافی برای تشریح متغیر یاد شده در اختیار داشته باشید.

نتیجه اینکه، اکولوژی مورچه — یعنی جانوران کوچک، کلونی زی، چسپا، و دارای حس شیمیایی — بطور بنیادی از اکولوژی مهره داران و همینطور از اکولوژی محیط اطراف خود ما هم متفاوتند. تأثیر مورچه‌ها در اکوسیستم‌های امروزی ما عمیق بوده و حضورشان محدود به یک جا نمی‌شود. بخاطر تمامی دلایل ذکر شده، استفاده از مورچه‌ها در فهرست تاکس‌های مورد مطالعه در برنامه نظارتی، یک سرمایه گذاری معقول بشمار می‌رود. بررسی دقیق از پیشینه زندگی مورچه در مرحله طراحی یک تحقیق سود سرمایه گذاری را دو چندان می‌کند.

## فصل ۳

### اکولوژی جهانی مورچه در جنگلهای بارانی گروههای عامل در ارتباط با تنش و ناآرامیهای محیطی

لیانه‌ای آلونسو دونات آگوستی

فصل حاضر به موضوع اکولوژی جهانی - یعنی تجزیه و ترکیب الگوهای اکولوژیکی و فرایندهای موجود در سطح جهانی، که به بیان براون (۱۹۹۵)<sup>۱</sup> همان اکولوژی کلان است - می‌پردازد<sup>۲</sup>. اکولوژی جهانی راجع به جزئیات ترکیب جامعه و تحرک در یک مکان خاص بحث نمی‌کند، بلکه چارچوب کلی را برای انجام آن فراهم می‌سازد.

هدف از مطالعه اکولوژی جهانی مورچه‌های جنگلهای استوایی این است که بدانیم چگونه ساختار و عملکرد جوامع مورچه بین بیوماسهای جنگلهای استوایی و سایر بیوماسها، در میان انواع مختلف جنگلهای استوایی، لایه‌های مختلف درون جنگلهای استوایی، و در واکنش به ناآرامی متفاوت است. این روش نیازمند درک پیش‌بینانه از واکنشهای مورچه‌های جنگلهای استوایی نسبت به تنش و ناآرامی محیطی است، که در این میان بنا به تعبیر گرایم (۱۹۷۹)<sup>۳</sup> تنش بعنوان هر فاکتوری محدود کننده بارآوری و ناآرامی، بعنوان هر عامل از بین برنده بیوماس

- 
1. Brown (1995);
  2. Cowling & Midgely (1996);
  3. Grime (1979);



محسوب می‌گردد. راه حلّ چنین درکی شناسایی گروههای عاملی است که از حد و مرزهای طبقه‌بندی و بیوگرافیک عبور کرده و نسبت به تنش و ناآرامی واکنش پیش‌بینانه دارد<sup>۱</sup>.

## اصول تنش و ناآرامی

عوامل تنش‌زای اساسی برای مورچه‌ها عبارتند از:

- **دمای پایین.** از نگاه نویسنده، دمای پایین، تنش اساسی است که الگوهای جهانی بارآوری و ساختار جوامع را کنترل می‌کند<sup>۲</sup>. از نقطه نظر یک مورچه، دما، محصول هم‌اقلیم (که دمای محیط اطراف را کنترل می‌کند) و هم ساختار زیستگاهی (که میزان انرژی تابشی سطح فعالیت و از اینرو اقلیمهای کوچک را تعیین می‌کند) است. تنش ناشی از دمای پایین در زیستگاههای خنک و سایه‌ای در سطح بالا، در زیستگاههای خنک، روباز یا گرم و سایه‌ای در سطح متوسط، و در زیستگاههای گرم و روباز در سطح پایین قرار دارد<sup>۳</sup>.
- **قابلیت دسترس بودن سایت آشیانه.** قابل دسترس بودن سایتهای آشیانه (دامنه تنوع مورچه‌ها و فراوانی آنها) تأثیر مهمی را روی بارآوری مورچه و ساختار جامعه آنها می‌گذارد. دامنه تنوع مورچه موجود در سایتهای آشیانه بلحاظ پیچیدگی ساختاری زیستگاه متفاوت است، و این دامنه می‌تواند تنوع مورچه را که در آن زیستگاه به وجود می‌آید محدود سازد. زیستگاههایی که از نظر ساختاری پیچیده‌اند، از قبیل جنگلهای استوایی کم ارتفاع، سایتهای آشیانه‌ای را (مانند، لاشبرگ، کنده‌های درخت پوسیده، گیاهان غیر پارازیتی (اپیفیتها)، میرمیکوفیتها) عرضه می‌کنند که اغلب در دیگر زیستگاهها قابل دسترس نیستند، و از اینرو به تنوع مورچه‌های عامل (مانند، گونه‌های نهان‌زی، میرمیکوفیت، و سایر گونه‌های بیشه‌زی) کمک می‌کنند که اغلب کمیاب بوده و یا در جای دیگر یافت نمی‌شوند<sup>۴</sup>. هربرز (۱۹۸۹) فراوانی سایتهای آشیانه از قبیل حفره‌های گیاهی از قبل شکل‌گرفته در درختان بلوط و سرشاخه‌ها بعنوان عامل کلیدی محدودکننده در جنگلهای نیمه مرطوب ایالات متحده آمریکا توصیف کرد. در زیستگاههای ساده بلحاظ ساختاری، که بیشتر

1. Lavorel et al. (1997); Smith et al. (1997);

2. Andersen (1995);

3. Andersen (1995);

4. Wilson (1987); Benson & Harada (1988); Byrne (1994);

مورچه‌های آن در خاک لانه‌سازی می‌کنند، تنوع خاکی تأثیر عمده‌ای روی بارآوری و ساختار جامعه مورچه‌ها دارد. بعنوان مثال، در سرتاسر استرالیا، بالاترین میزان تعدد مورچه اغلب در خاکهای ماسه‌ای، و در پایین‌ترین قسمت خاک که دارای بافت سخت هستند پیدا می‌شوند<sup>۱</sup>، که تفاوت‌هایی را در میان سوبستره‌ها بعنوان سایتهای آشیانه آشکار می‌سازند.

- **تأمین غذا.** بدیهی است که در دسترس بودن غذا عامل تعیین‌کننده مهمی در توزیع گونه‌ها که دارای عادات غذایی خاص، از قبیل دروکننده‌های بذر و شکارچیان متمرکز، هستند بشمار آید. با وجود این، بیشتر گونه‌های مورچه از نوع لاشه‌زی، شکارچیان غیرمتمرکز (یا غیر متمرکز)، جمع‌کنندگان شهد گیاهی، و یا ترکیبی از اینها هستند، و اینکه تا چه میزان بارآوری کلی مورچه‌ها با تأمین غذا محدود می‌شود روشن نیست<sup>۲</sup>. هیچ رابطه روشن بین بارآوری اولیه از یک طرف و بارآوری مورچه‌ها (آنگونه که در فراوانی یا در تعدد مورچه‌ها) از سوی دیگر در سطح جهانی وجود ندارد. منابع غذایی اغلب به نظر نمی‌رسند که در عامل محدودکننده در جوامع مورچه محلی باشند<sup>۳</sup>، و به نظر می‌رسد عواملی همچون دما (مثلاً، تابش انرژی خورشیدی بر سطوح فعالیت مورچه‌ها) و در دسترس بودن سایت آشیانه (مثلاً، تنوع گونه)<sup>۴</sup>، جز در اکثر زیستگاههای ناباراور، همچون بیابانهای حقیقی<sup>۵</sup>، عوامل مهمتری باشند.

- **ساختار ریز زیستگاهها و دستیابی به منابع.** پیچیدگی ساختاری سطح فعالیت مورچه تأثیر عمده‌ای روی توانایی مورچه می‌گذارد. بعنوان مثال، لاشبرگ روی خاک، میزان کارایی را که براساس آن، منابع توسط مورچه‌های رو سطح‌زی معین و بازیافت شده و از آن حفاظت می‌گردد کاهش می‌دهد. این عامل تأثیر عمده روی ساختار جامعه مورچه دارد، و احتمالاً باعث باروری کلی مورچه می‌گردد.

با توجه به اینکه، ناآرامی به عامل از بین رفتن بیوماس اشاره می‌کند، این موضوع برای بیشتر جانوران با مرگ و میر تفاوتی ندارد. اما، مورچه‌ها، جانوران واحد محور هستند، و

1. Greenslade (1979); Andersen & Spain (1996);

2. Kaspari (1996b);

3. Byrne (1994);

4. Kaspari (1996b);

5. Marsh (1976);

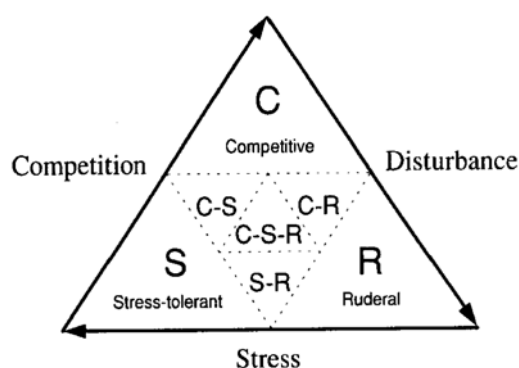
بسیاری از "واحد‌ها" (یعنی افراد مورچه یک به یک) از بین می‌روند بدون اینکه نیاز به تهدیدِ واحد مولد (یعنی کلونی) مانند اثراتی که علفخوارها روی گیاهان می‌گذارند داشته باشند<sup>۱</sup>. بنابراین، ناآرامی زیستگاهی در کنار محافظتی که آشیانه‌ها فراهم می‌کنند مخصوصاً آنهایی که خاکری هستند، غالباً هیچگاه برای مورچه‌ها ناآرامی عمده محسوب نمی‌شود، مگر اینکه این ناآرامی آنقدر شدید باشد که باعث تخریب کلونیاها در سراسر جهان گردد. تأثیرات عمده ناآرامی زیستگاهی اغلب غیر مستقیم و تنش محور هستند، و در عین حال بر ساختار زیستگاهی، اقلیم‌های کوچک، و منابع غذایی تأثیر می‌گذارند<sup>۲</sup>. اهمیت شکار کردن بعنوان یک ناآرامی از سوی جوامع مورچه چندان مورد مطالعه و تحقیق قرار نگرفته است. با وجود دامنه وسیعی از گونه‌های جانوری که از مورچه‌ها تغذیه می‌کنند، که برخی از آنها هم واقعاً اینگونه هستند<sup>۳</sup>، شکار کردن عموماً عامل تأثیر گذار عمده در تعیین ساختار جوامع مورچه محسوب نمی‌شوند. اما، دلایل زیادی وجود دارد که شکار کردن توسط دیگر حشرات<sup>۴</sup> و مهمتر از آن آلودگی انگلی توسط مگسهای فورید<sup>۵</sup> می‌تواند عامل مهمی در تعیین فعالیت در برخی گونه‌های مورچه تلقی گردد، در حالیکه اثرات مهم روی تحرک پذیری جامعه صورت می‌گیرد.

محیطهای زیست، از نقطه نظر جهانی، بر مبنای اهمیت نسبی تنش و ناآرامی طبقه بندی می‌شوند، که در توصیف گرایم (۱۹۷۹)<sup>۶</sup> بعنوان دو فاکتور تعیین کننده در ساختار جامعه بحساب می‌آیند. محیطهای زیستی که دستخوش تنش و ناآرامی شدید می‌گردند، بترتیب با گونه‌های بسیار متمرکز تنش پذیر و گونه‌های غیرمتمرکز پس ماند زی شناسایی می‌شوند. در تنشها و ناآرامیهای بسیار ملایم، رقابت بعنوان فاکتور اصلی تعیین کننده ساختار جامعه عمل می‌کند، و گونه‌های بسیار رقابتی غالب می‌شوند. بنابراین سه نوع جامعه اصلی - تنش پذیر، پس ماند زی، و رقابتی - می‌توانند در ارتباط با تنش و ناآرامی مورد شناسایی قرار گیرند<sup>۷</sup>. در سطح متوسط تنش و ناآرامی، انواع جامعه ثانوی نیز قابل شناسایی هستند (به شکل ۱-۳ رجوع شود).

- 
1. Andersen (1991a);
  2. Andersen (1995);
  3. Redford (1987); Abensperg-Traun & Steven (1997);
  4. Gotelli (1996);
  5. Feener (1981); Orr (1992); Porter et al. (1995c);
  6. Grime (1979);
  7. Andersen (1991a, 1995);

## فصل سوم: اکولوژی جهانی مورچه‌های جنگلهای استوایی / ۷۵

درست به همان اندازه که میزان ناآرامی از نقطه نظر پوشش گیاهی لزوماً سطح ناآرامی در جوامع مورچه را منعکس نمی‌سازد، شرایط محیطی یکسان می‌تواند از نقطه نظر گیاهی و مورچه نمایانگر سطوح بسیار مختلف تنش باشد، و از اینرو قادر است که به گونه‌های ساختاری بسیار متفاوت جوامع کمک کند<sup>۱</sup>. بعنوان مثال، محیطهای زیست خیلی گرم و روباز تنش را برای مورچه‌ها در سطح پایین نشان می‌دهند و به جوامع رقابتی مورچه کمک می‌نمایند.



شکل شماره ۳-۱. طبقه‌بندی جوامع مورچه‌ها در ارتباط با تنش و ناآرامی محیطی براساس نامگذاری

گرایم (۱۹۷۹). اصلاح یافته توسط اندرسن (۱۹۹۵)<sup>۲</sup>.

توضیحات داخل شکل شماره ۳-۱:

رقابتی (Competitive)؛ ناآرامی (Disturbance)؛ رقابت (Competition)؛ پسماندزی (Ruderal)؛  
تنش پذیر (Stress-tolerant)؛ تنش (Stress)؛

باوجوداین، این شرایط یکسان برای گیاهان تنش زا نیستند (یعنی اینکه، باروری اولیه در سطح پایین قرار دارد)، و چنین محیطهای زیستی به جوامع گیاهی تنش پذیر، که تحت تسلط تاکسهایبی از قبیل کاکتوس در آمریکای شمالی و علفهای تپه‌ای در استرالیا است، کمک می‌کنند. محیطهای زیست تنها وقتی به جوامع گیاهی و مورچه‌ای بلحاظ ساختاری همسان کمک می‌کنند که مورچه‌ها و گیاهان به عوامل محدود کننده واکنش مشابه نشان دهند. نمونه این مسئله لایه خاکی جنگلهای بارانی است، که بخاطر محدودیتی که تابش پایین نور خورشید برای مورچه و گیاه بوجود می‌آورد به جوامع گیاهی و مورچه‌ای تنش پذیر کمک می‌کند.

1. Andersen (1995);

2. Andersen (1995);

## گروه‌های مورچه عامل

اکولوژی جهانی جوامع نیازمند شناسایی گروه‌های عاملی است که از حد و مرزهای طبقه‌بندی و زیست جغرافیایی عبور کرده و در واکنش به تنش و ناآرامیها پیش بینی متفاوتی دارند. چنین گروه‌هایی بر اساس مطالعات استرالیا برای مورچه‌ها صورت گرفته است<sup>۱</sup>. بدین ترتیب، هفت گروه عامل مورچه وجود دارد، و معرف‌های آنها در استرالیا و آمریکا در جدول شماره ۱-۳ عنوان شده‌اند. مدل تعمیم یافته روابط این گروه‌ها با یکدیگر، و با تنش و ناآرامیهای محیطی در شکل شماره ۲، ۳ آمده است.

جدول شماره ۱-۳. گروه‌های عامل مورچه در ارتباط با تنش و ناآرامی محیطی، همراه با معرف‌هایی از استرالیا و آمریکا<sup>۱</sup>

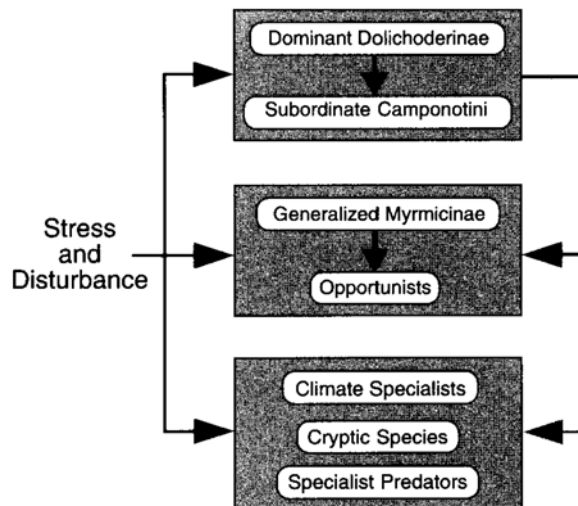
گروه عامل	استرالیا	بر جدید
۱	<i>Anonychomyrma, Froggattella, Iridomyrmex, Papyrius, Philidris</i>	<i>Azteca, Forelius, Linepithema, Liometopum</i>
۲	<i>Calomyrmex, Camponotus, Opisthopsis, Polyrhachis</i>	<i>Camponotus</i>
۳		
		گونه‌های متمرکز اقلیمی
	<i>Melophorus, Meranoplus, Monomorium (part)</i>	<i>Pogonomyrmex, Solenopsis s.s., Myrmecocystus</i>
	<i>Monomorium (part), Notoncus, Prolasius, Stigmacros</i>	<i>Formica (part), Lasius, Leptothorax, Stenamma, Lasiophanes</i>
	بسیاری از تاکساها	بسیاری از تاکساها
۴		
	بسیاری از میرمسینه و پونرینه‌های خیلی کوچکی، از جمله <i>Hypoponera</i> و <i>Dacetonini</i> اکثر گونه‌های <i>(Diplorhoptrum)Solenopsis</i>	بسیاری از میرمسینه و پونرینه‌های خیلی کوچکی، از جمله <i>Hypoponera</i> و <i>Dacetonini</i> اکثر گونه‌های <i>(Diplorhoptrum)Solenopsis</i>
۵	<i>Paratrechina, Rhytidoponera, Tetramorium</i>	<i>Dorymyrmex, Formica (از گروه fusca), Myrmica, Paratrechina</i>
۶	<i>Crematogaster, Monomorium, Pheidole</i>	<i>Crematogaster, Monomorium, Pheidole</i>
۷	<i>Bothroponera, Cerapachys, Leptogenys, Myrmecia</i>	<i>Dinoponera, Leptogenys, Pachycondyla, Polyergus</i>

<sup>۱</sup> برای جزئیات بیشتر، به متن و جدول شماره ۱-۵ رجوع شود.

این هفت گروه عامل مورچه عبارتند از:

- دولیچودرینه. از نقطه نظر جهانی، تاکساهایی که از نظر رقابتی غالب هستند بنا بر تعریف به مورچه‌های اطلاق می‌شوند که در محیط زیست‌هایی که از تجربه تنش و ناآرامی پایینی برخوردارند غالب باشند. برای مورچه‌ها، چنین محیط‌هایی گرم و روباز هستند، و اینها اغلب هم بلحاظ عددی و از نظر وظیفه تحت سلطه دولیچودرینه‌های بسیار مهاجم قرار دارند. این مسئله در استرالیا امری کاملاً صادق است، کشوری که گونه *Iridomyrmex* سایر گونه‌های دولیچودرینه بر جوامع مورچه‌قاره‌ای، بدون مقایسه با سایر زیستگاهها، غلبه دارند. اما، این موضوع در مناطق گرمتر آمریکا نیز درست است، که در آن گونه‌های *Linepithema Forelius* و *Liometopum* در زیستگاههای روباز از نظر رفتاری جزء مورچه‌های غالب بشمار رفته، در حالیکه گونه‌های *Azteca* و *Dolichoderus* در پوشش گیاهی مناطق جنگلی استوایی بسیار غالب هستند. درک این موضوع مهم است که مالکیت گسترده (از آنجا که global به مقیاس وسیع اشاره دارد که بر اساس آن غالب بودن جانور بررسی می‌گردد) به هیچ وجه به غالب بودن در سطح جهانی اطلاق نمی‌شود. گونه‌های دولیچودرینه ابداً در سطح جهانی توزیع نمی‌شوند، و اغلب زیستگاههای حتی تقریباً پُر تنش کاملاً فاقد این گونه‌ها هستند.
- کامپونوتین وابسته. مورچه‌های کامپونوتینه، بویژه گونه‌های *Camponotus*، نیز در جوامع مورچه غنی متنوع و فراوان هستند. بیشتر آنها وابسته به دولیچودرینه‌ها بوده، و بسیاری از آنها بدلیل جُتّه بزرگ مورچه‌های غالب و غالباً بخاطر فعالیت شبانه، بلحاظ اکولوژیکی جدا از آنها بسر می‌برند.
- مورچه‌های متمرکز اقلیمی. این نوع تاکسها دارای توزیع جمعیتی هستند که شدت یا در مناطق خشک (مورچه‌های متمرکز اقلیم گرم)، مناطق استوایی مرطوب (مورچه‌های متمرکز اقلیم استوایی)، یا نواحی سرد تا معتدل (مورچه‌های متمرکز اقلیم سرد) زندگی می‌کنند. گونه‌های متمرکز اقلیم سرد و استوایی هر دو مختصاً زیستگاههایی هستند که فراوانی مورچه‌های دولیچودرینه در آنها پایین است، و جدای از مقاومتها (تولرانسها)ی زیستگاهی که دارند، غالباً غیر متمرکز هستند (مورچه‌های جنگجو و قارچی کاملاً مستثناء هستند). از سوی دیگر، گونه‌های متمرکز اقلیم گرم مختصاً سایتهایی هستند که فراوانی مورچه‌های دولیچودرینه در

آنها در سطح بسیار بالا است، و اینها از یک سری خصوصیات فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی، و رفتاری مرتبط با اکولوژی فعالیت شان، که باعث کاهش ارتباط آنها با دیگر مورچه ها می شود، برخوردارند. اینها شامل تاکسهای حرارت جو (از قبیل گونه های *Ocymyrmex*، *Myrmecocystus*، *Melophorus*، *Cataglyphis*)<sup>۱</sup>، و بذرخوار متمرکز (از جمله گونه های *Pogonomyrmex*، *Monomorium*، *Messor*)<sup>۲</sup>، که نقش ویژه ای در تقریباً تمامی جوامع مورچه بیابانی دنیا دارند. هر چند که گونه هایی از قبیل *Forelius* بعنوان گونه های دولیچو درینه تلقی شده اند<sup>۳</sup>، همچنین ممکن است بدانها بعنوان مورچه های متمرکز اقلیم گرم نگریسته شود<sup>۴</sup>.



شکل شماره ۲-۳. مدل شکل گیری جامعه مورچه های عامل در ارتباط با تنش محیطی (فاکتورهایی که باروری را محدود می کنند) و ناآرامی محیطی (فاکتورهایی که بیوماس را از بین می برند). فلشها، جهت و قدرت اثر گذاری را نشان می دهند. برای جزئیات بیشتر به متن رجوع شود.

توضیحات داخل شکل شماره ۲-۳:

دولیچو درینه غالب (*Dominant Dolichoderinae*)؛ کامپونوتینه های وابسته (*Subordinate Camponotini*)؛ گونه های غیرمتمرکز (*Generalized Myrmicinae*)؛ گونه های فرصت طلب (*Opportunists*)؛ گونه های متمرکز اقلیمی (*Climate Species*)؛ شکارچیان متمرکز (*Specialist Predators*)؛ تنش و ناآرامی (*Stress and Disturbance*)؛

1. Snelling (1976); Marsh (1985); Christian & Morton (1992); Wehner et al. (1992);
2. Morton & Davidson (1988); Andersen (1991b); Medel & Vásquez (1994);
3. Andersen (1997a);
4. Bestelmeyer (1997);

- گونه‌های نهانزی. این گونه‌ها دارای جثه کوچک تا ریز هستند، عمدتاً از نوع میرمیسینه و پونرینه، که اساساً در درون خاک، لاشبرگ، و گنده‌های درخت پوسیده لانه‌سازی کرده و فعالیت می‌کنند. اینها در زیستگاههای پوشیده از جنگل بسیار متنوع و فراوان بوده، و یکی از اجزاء اصلی مورچه‌های لاشبرگ زی در جنگلهای استوایی بشمار می‌آیند.
- گونه‌های فرصت طلب. اینها، گونه‌های غیر متمرکز، اندکی رقابتی، و پس ماند زی هستند، که توزیع آنها بنظر می‌رسد کاملاً تحت تأثیر رقابت موجود در میان دیگر مورچه‌ها باشد. اینها اغلب توزیع زیستگاهی بسیار گسترده دارند، اما تنها در سایتهایی که تنش و ناآرامی شدیداً باروری و تنوع مورچه را محدود می‌کنند، و از اینرو در برتری رفتاری در آنها در سطح پایین است، حضور غالب دارند.
- گونه‌های غیرمتمرکز. گونه‌های *Crematogaster Monomorium*، و *Pheidole* از جوامع مورچه‌های همه جا زی، یعنی غیرمتمرکز در سرتاسر نواحی گرمسیرتر جهان، بشمار می‌روند، و اغلب جزء پُر تعداد ترین گونه مورچه بشمار می‌روند. همچنانکه در قسمتهای بعدی این فصل خواهیم خواند، غالباً بین این دسته از مورچه‌ها و دولیچودرینه‌ها، از جمله در جنگلهای استوایی، تنش رقابتی دیده می‌شود.
- شکارچیان متمرکز. این گروه از مورچه‌ها شامل گونه‌های دارای جثه متوسط تا درشت هستند که شکارچیان متمرکز دیگر بندپایان محسوب می‌شوند. اینها شامل مورچه‌های کارگر غیراجتماعی، مانند گونه *Pachycondyla*، و همچنین مهاجمان گروهی، مانند گونه *Leptogenys* هستند. این گونه‌ها دوست دارند، جز در شکار مستقیم، بدلیل شیوه‌های تغذیه متمرکز شان و تراکم جمعیتی بسیار پایین آنها در مناطق استوایی، ارتباط کمی با دیگر مورچه‌ها داشته باشند.

### توزیع بلحاظ برتری رفتاری

بطور کلی، برتری رفتاری برای ساختار جامعه با کاهش تنش و ناآرامی به امر بسیار مهمی تبدیل می‌گردد. این روند را با رفتار مورچه نسبت به طعمه‌های تون در امتداد یک شیب محیطی در منطقه جنوب شرقی آریزونا می‌توان مشخص کرد، جائیکه بسیاری از گونه‌های



غالب در زیستگاه‌های بیابانی (گرم و روباز) بیشترین میزان و در زیستگاه‌های جنگلی (سرد و سایه دار) کمترین میزان مالکیت را دارند<sup>۱</sup> (به شکل شماره ۳-۳ رجوع شود). مورچه‌هایی که در مناطق گرمسیری دارای برتری رفتاری هستند اساساً جزء گونه‌های دولیچودرینه و گونه‌های غیرمتمرکز بشمار می‌روند، و همانطوریکه قبلاً هم ذکر شد، در زیستگاه‌های روباز غالباً بین این مورچه‌ها تنش رقابتی وجود دارد. گونه‌های دولیچودرینه با زیستگاه‌های گرمسیر، و روباز، از قبیل بیابانها، اکوسیستم‌های مدیترانه‌ای، و پوشش گیاهی جنگلهای استوایی مناطق استوایی کاملاً ارتباط دارند. گونه‌های غیرمتمرکز، در مقایسه، با گونه *Pheidole* که یک جنس غالب بلحاظ عددی در عرصه جنگلهای سراسر منطقه استوایی است، به مراتب سایه‌زی‌ترند (به فصل ۸ رجوع شود). کلاً، گونه‌های غیرمتمرکز در اینجا بنا به دلایل زیر جزء مورچه‌های وابسته رقابتی<sup>۲</sup> تلقی شده‌اند (به جدول شماره ۲-۳ رجوع شود):

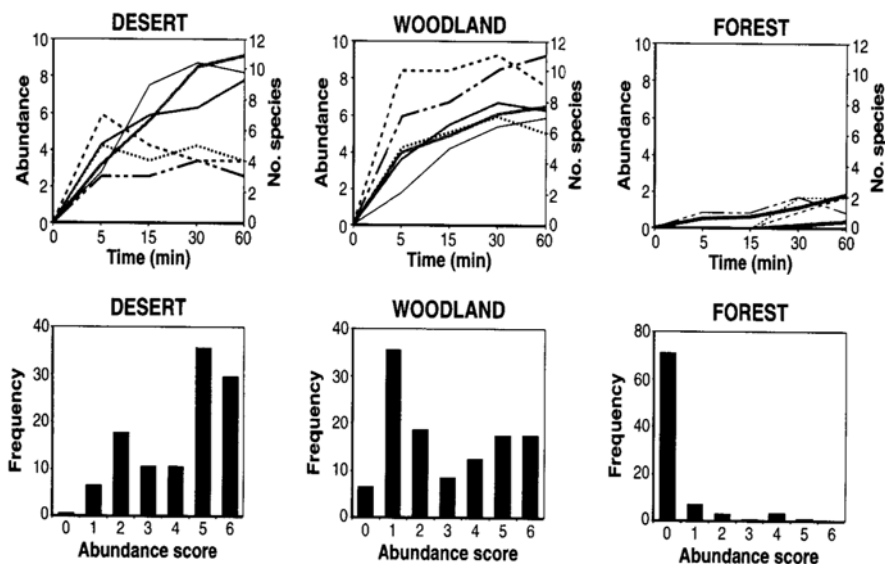
- این مورچه‌ها نسبت به دولیچودرینه‌ها به مراتب تنش‌پذیرترند.
- در حالیکه دولیچودرینه‌ها نوعاً از قلمروهای وسیعی برخوردارند و مورچه‌ها فعالیت‌های فوق‌العاده زیادی از خود نشان می‌دهند، اندازه قلمرو در گونه‌های غیرمتمرکز نوعاً محدودتر می‌گردد، و میزان فعالیت نسبی‌تر می‌شود.
- دولیچودرینه‌ها پیوسته سایر مورچه‌ها را از دسترسی به منابع غذایی محروم می‌سازند، حال آنکه گونه‌های غیرمتمرکز اغلب بیشتر به دفاع سرسختانه از منابع غذایی که ابتدا بدان دست یافتند می‌پردازند<sup>۳</sup>.

---

1. Andersen (1997a);

2. Andersen (1995);

3. Andersen et al. (1991);



شکل شماره ۳-۳. رفتار مورچه‌ها نسبت به طعمه‌های ماهی تون در مناطق بیابانی، بیشه زارها، و سایت‌های جنگلی واقع در جنوب شرقی آریزونا، که بترتیب نشانگر برتری رفتاری در سطوح بالا، متوسط و پائین هستند. غنای مورچه (ردیف بالا، خطوط پُررنگ) در سایت‌های بیابانی، در حالیکه بعد از ۳۰ دقیقه به سطح اِشباح می‌رسد، رشد سریع دارد. اما، غنای گونه‌ها (ردیف بالا، خطوط نقطه چین) بعد از ۵ دقیقه بدلیل نبود رقابت در یک سطح قرار گرفتند. فراوانی مورچه در بیشه زارها در سطح پایین تری قرار دارد، اما، غنای گونه‌ها با گذشت زمان همچنان افزایش می‌یابد (غنای گونه‌های محلی در زیستگاه‌های بیابانی و بیشه زارها تفاوتی ندارد). هم فراوانی و غنای گونه‌ها در زیستگاه‌های جنگلی بسیار در سطح پایین قرار دارند. نمره فراوانی مورچه در بیشتر سایت‌ها (در ردیف پایین) معمولاً یا ۵ است (یعنی بیشتر از ۲۰ مورچه) یا ۶ است (یعنی بیشتر از ۵۰ مورچه)، که در بیشه زارها به نسبت مساوی توزیع شده است، و معمولاً این مقدار در زیستگاه‌های جنگلی عدد صفر است (یعنی هیچ مورچه‌های وجود ندارد). داده‌های شکل از اندرسین (۱۹۹۷a) اقتباس گردید.

توضیحات داخل شکل شماره ۳-۳:

بیابان (Desert)؛ جنگل (Forest)؛ بیشه زار (Woodland)؛ فراوانی (Abundance)؛ بسامد (Frequency)؛ زمان (در دقیقه) (Time (min))؛ نمره فراوانی (Abundance score)؛ تعداد گونه‌ها (No. species)؛

جدول شماره ۲-۳. گونه‌های غیرمتمرکز بعنوان مورچه‌های وابسته تا دولیچودرینه‌های غالب<sup>۱</sup>

خصوصیات	دولیچودرینه غالب	میرمسینه غیرمتمرکز
توزیع اولیه	تنش پایین	تنش متوسط
اندازه قلمرو	وسیع	محدود
میزان فعالیت	بالا	متوسط
مالکیت بر منابع	اشغال تهاجمی	اشغال و محافظت

<sup>۱</sup> برای جزئیات بیشتر به متن رجوع شود.

در مناطق سردتر جهان، گونه‌های دولیچودرینه اساساً یافت نمی‌شوند، و فراوانی گونه‌های غیرمتمرکز تا حدود زیادی کاهش یافته است. در سرتاسر مناطق قاره آمریکا و سایر قاره‌ها، فورمسینه‌های کُپه ساز مورچه‌های دارای رفتار غالب مناطق سرد تا معتدل هستند (مورچه‌های متمرکز اقلیم سرد) - یعنی گونه‌های فورمیکا و در حد محدودتری گونه *Lasius*<sup>۱</sup>. این احتمال وجود دارد که برتری رفتار در چنین اقلیم‌های سرد با خصوصیات تنظیم حرارت لانه‌هایشان ارتباط دارد<sup>۲</sup>. بعنوان مثال، با حرارت کمتر از ۱۴ سانتیگراد، گونه فورمیکا *polycytena* قادر است به دمای تا ۲۵ سانتیگراد در محیط آشیانه دست یابد<sup>۳</sup>.

اهمیت نسبی برتری رفتاری در واکنش نسبت به افزایش تنش در جنگلهای استوایی تفاوت چشمگیری دارد. اکثر تاکساهای دارای رفتار غالب که در مناطق استوایی صورت می‌گیرند بیشه‌زی هستند، یعنی زیستگاهی که در آن این نوع مورچه‌های غالب می‌توانند از تابش مستقیم نور آفتاب استفاده کنند. این تاکسها شامل دولیچودرینه‌ها (مانند، *Azteca*، دولیچودرینه *Philidris*،<sup>۴</sup> گونه‌های غیرمتمرکز (مانند، *Crematogaster*)<sup>۵</sup>، مورچه‌های متمرکز اقلیم استوایی (مانند، *Myrmicaria* و *Oecophylla*)<sup>۶</sup>، و کامپونو تینه‌های وابسته (مانند، *Camponotus*)<sup>۷</sup> هستند. پوشش گیاهی بارورترین زیستگاه خُرده هم برای مورچه‌ها و هم

1. Creighton (1950); Rosengren & Pamilo (1983); Savolainen & Vepsäläinen (1988);
2. Hölldobler & Wilson (1990);
3. Coenen-Stass et al. (1980);
4. Greenslade (1971); Adis et al. (1984); Tobin (1991); Shattuck (1992b);
5. Greenslade (1971); Majer (1976); Adis et al. (1984);
6. Greenslade (1971); Majer (1976); Stork (1991);
7. Wilson (1987);

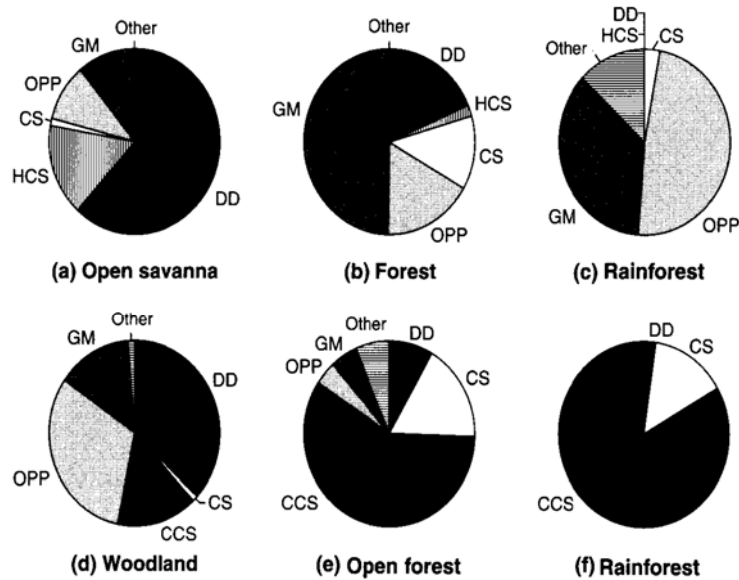
برای گیاهان در جنگلهای استوایی بشمار می‌رود، و دلایل فراوانی وجود دارد که مورچه‌هایی که بلحاظ رفتاری غالب هستند، عمدتاً از مصرف کنندگان اولیه محسوب می‌شوند در حالیکه با استفاده از تراوشات گیاهان و راسته جوربالان ادامه حیات می‌دهند.<sup>۱</sup>

فراوانی مورچه‌های غالب از نظر رفتار در منطقه جنگلی استوایی با افزایش ارتفاع و عرض جغرافیایی کاهش می‌یابد، در حالیکه دولیچودرینه‌ها عملاً به مناطق استوایی کم ارتفاع محدود می‌گردند. در عرصه جنگلی استوایی، سایه و لاشبرگ زیاد باعث بروز تنشهای قابل توجهی برای مورچه‌ها، و، همانگونه که از سوی کاسپاری (به فصل ۲ رجوع شود) هم عنوان شد، برتری رفتاری حتی در مناطق استوایی کم ارتفاع رشد نسبتاً ضعیفی داشته است.

### ترکیب گروههای عامل

نمونه‌های پایدار ترکیب گروههای عامل در ارتباط با اقلیم و پوشش گیاهی (یعنی، تنش محیطی) قابل شناسایی هستند. ترکیب گروههای عامل در نواحی اقلیمی مختلف متفاوت بوده، و در هر منطقه خاص، بستگی به نوع پوشش تفاوت چشمگیری دارد.<sup>۲</sup> بعنوان مثال، در منطقه شمال غربی استرالیا که دارای آب و هوای موسمی است (به شکل ۴-۳ الف-پ رجوع شود)، پوشش گیاهی غالب، صحرایی است، و ترکیب گروههای عامل مشابه ترکیب منطقه خشک است (که عمده آنها عبارتند از دولیچودرینه‌ها، مورچه‌های متمرکز اقلیم گرم، و گونه‌های غیرمتمرکز؛ به شکل ۴-۳ الف رجوع شود). نبود آتش سوزی در دراز مدت پیچیدگی ساختاری پوشش گیاهی را افزایش می‌دهد،<sup>۳</sup> که بدین وسیله باعث کاهش انرژی تابشی در سطح خاک می‌گردد. این مسئله همچنین موجب می‌شود تا فراوانی گونه‌های دولیچودرینه و مورچه‌های متمرکز اقلیم گرم به طرز چشمگیری کاهش یافته، و از طرفی باعث افزایش فراوانی گونه‌های غیرمتمرکز گردد<sup>۴</sup> (به شکل شماره ۴-۳ ب رجوع شود).

- 
1. Tobin (1994); Davidson & Patrell-Kim (1996);
  2. Andersen (1995, 1997a);
  3. Andersen (1996);
  4. Andersen (1991c);



شکل شماره ۳-۴. اثرات پوشش گیاهی روی ترکیب گروههای عامل در مناطق استوایی موسمی شمال استرالیا (الف-پ؛ داده‌ها از اندرسین (۱۹۹۱c) و اندرسین و ریشیل (۱۹۹۴)) و در مناطق سرد تا معتدل جنوب استرالیا (ت-ح؛ داده‌ها از اندرسین (۱۹۸۶a, ۱۹۸۶b)). گروههای عامل: مورچه‌های متمرکز اقلیم سرد (CCS)؛ گونه‌های نهان زی (CS)، گونه‌های دولیچودرینه (DD)؛ گونه‌های غیرمتمرکز (GM)؛ مورچه‌های متمرکز اقلیم گرم (HCS)؛ گونه‌های فرصت طلب (OPP).

توضیحات داخل شکل شماره ۳-۴:

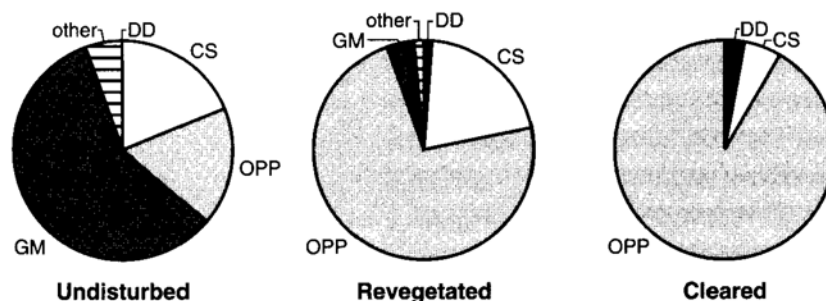
منطقه صحرایی روباز (Open savanna)؛ جنگل (forest)؛ جنگل بارانی (Rainforest)؛ بیشه زار (Woodland)؛ جنگل آزاد (Open forest)؛ سایر مناطق (Other)؛

در مناطق وضعی جنگلهای موسمی، که تابش نور بر سطح خاک حتی پایین تر است، گونه‌های دولیچودرینه و مورچه‌های متمرکز اقلیم گرم اساساً وجود ندارند، و بیشتر مورچه‌ها یا از گونه غیرمتمرکز و یا از نوع فرصت طلب هستند (به شکل شماره ۳-۴ رجوع شود)؛ همچنین به اندرسین و میچر (۱۹۹۱) و ریشیل و اندرسین (۱۹۹۶) رجوع شود. در مناطق سرد تا معتدل جنوب استرالیا (به شکل ۳-۴ ت-ح رجوع شود)، فراوانی دولیچودرینه‌ها و گونه‌های غیرمتمرکز عموماً اندک است، و گونه‌های فرصت طلب و مورچه‌های متمرکز اقلیم سرد معمولاً جزء متداولترین مورچه‌ها هستند. دولیچودرینه‌ها و گونه‌های غیرمتمرکز تنها معمولاً در زیستگاههای روباز فراوان هستند (به شکل شماره ۳-۴ ت رجوع شود)، و فراوانی نسبی

فصل سوم: اکولوژی جهانی مورچه‌های جنگلهای استوایی / ۸۵

گونه‌های متمرکز اقلیم سرد و نهان زی با کاهش تابش نور افزایش می‌یابد (به شکل شماره ۴-۳ ج-ح رجوع شود).

جوامع مورچه خاکزی که در گونه‌های مختلف جنگلی بسر می‌برند دارای ویژگیهای گروه عاملی مجزایی هستند. در مناطق استوایی کم ارتفاع، گونه‌های غیرمتمرکز (بویژه *Pheidole*)، گونه‌های نهان زی، گونه‌های متمرکز اقلیم استوایی (شامل مورچه‌های جنگجو و لاشبرگری)، و شکارچیان متمرکز (عمدتاً پونرینه‌های درشت جثه) (به فصل ۸ رجوع شود) زندگی می‌کنند. هر چه ارتفاع بالا می‌رود، تنوع و فراوانی گونه‌های نهان زی و مخصوصاً گونه‌های غیرمتمرکز و شکارچیان متمرکز کاهش می‌یابند، و گونه‌های متمرکز اقلیم استوایی جای خود را به گونه‌های متمرکز اقلیم سرد (از جمله *Stenamma* در قاره آمریکا) می‌دهد. مورچه‌های مناطق جنگلی استوایی تقریباً بطور کامل را گونه‌های متمرکز اقلیم سرد (شامل *Lasius*، *Prenolepis*، *Leptothorax* و *Stenamma* در شمال، *Proctos*، *Notoncus*، *Lasiophanes* و برخی گونه‌های *Monomorium* در جنوب)، گونه‌های نهان زی (مانند، *Hypoponera*) و گونه‌های فرصت طلب (از قبیل، *Rhytidoponera*، *Paratrechina* و *Fusca* از گونه *Formica*) شکل می‌دهند.



شکل شماره ۳-۵. اثرات ناآرامی روی ترکیب گروههای عامل مورچه‌های مناطق جنگلی استوایی کوئینزلند. گروههای عامل همچنانکه در داده‌ها ذکر شده اند از کینگ و همکاران (۱۹۹۸) اقتباس گردید.

توضیحات داخل شکل شماره ۳-۵:

آرام و غیر متشنج (*Undisturbed*)؛ پوشش گیاه مجلد (*Revegetated*)؛ بدون پوشش گیاهی، پاکسازی شده (*Cleared*)؛

ترکیب گروههای عامل نسبت به ناآرامی زیستگاهی در مناطق معتدل و نیمه خشک از پیش واکنش نشان می‌دهند<sup>۱</sup>، و پیرامون اثرات ناآرامی روی ترکیب گروههای عامل جوامع مورچه‌های مناطق جنگلی استوایی مدارک مستند کمی موجود است. مثلاً، در مناطق معتدل جنوب شرقی استرالیا، ناآرامی نوعاً موجب تکثیر گونه‌های فرصت طلب، بویژه گونه‌های کوچک *Rhytidoponera* می‌گردد<sup>۲</sup>. چنین تکثیری از گونه‌های فرصت طلب، مخصوصاً گونه *Formica* (جنس *Fusca*) و *Myrmica*، پس از ناآرامی نیز در مناطق سرد تا معتدل نیمکره شمالی دیده می‌شود<sup>۳</sup>. نتایج بدست آمده از کوئینزلند نشان می‌دهند که تکثیر گونه‌های فرصت طلب (یعنی گونه‌های *Paratrechina* و *Rhytidoponera*) نیز یک واکنش خاص نسبت به ناآرامی شدید در مناطق مرطوب استوایی استرالیا محسوب می‌شود. این مسئله همچنین در جزایر سولومون بنظر می‌رسد صادق باشد، جاییکه پاکسازی جنگل از درختان به گونه‌های فرصت طلب از قبیل *Cardiocondyla*، *Paratrechina*، *Tapinoma*، *Tetramorium* کمک می‌کند<sup>۴</sup>. جدای از تاکسهای بیشه‌زی، مهاجمان متمرکز و گونه‌های نهان‌زی در مطالعه دوم نسبت به پاکسازی جنگل از درختان بسیار حساس هستند. همچنین به نظر می‌رسد که گونه‌های نهان‌زی در مناطق استوایی نو، که تأثیرات جانبی تا ۲۰۰ متر در داخل جنگل آشکار می‌شوند، نسبت به مسئله پاکسازی حساس باشند<sup>۵</sup>.

### نتیجه‌گیری

در تحلیل گروههای عامل، بین کلیت موضوع و دقیق بودن یک رابطه مسلّمی وجود دارد، و قدرت پیش‌بینی وسیع بر یک موضوع کلی قطعاً برای درک عمیق فرایندهای دینامیکی جوامع خاص ناکافی است<sup>۶</sup>. اما، اکولوژی جهانی مبتنی بر گروههای عامل در ارتباط با تنش و ناآرامی چارچوب پیش‌بینی را از تحلیل دو موضوع کلی، یعنی (۱) ترکیب جامعه و برتری رفتاری در درون و بین گونه‌های مختلف جنگلهای استوایی، و (۲) واکنشهای جوامع مورچه جنگلی استوایی نسبت به ناآرامی، فراهم می‌سازد. متأسفانه، حتی چنین تحلیلهای کلی، بخاطر نبود مطالعات جغرافیایی همگن مربوطه (اینکه، پیرامون مناطق جغرافیایی قاره آفریقا مطالعات بسیار

1. Andersen (1990); Bestelmeyer & Wiens (1996);
2. Andersen (1988, 1990); Andersen & McKaige (1987);
3. Brian (1964); Gallé (1991); Andersen (1997a);
4. Greenslade & Greenslade (1977);
5. Majer et al. (1997);
6. Andersen (1990);

کمی منتشر شده است)، و کمبود اطلاعات در زمینه تأثیرات ناآرامی زیستگاهی (غیر از پاکسازی درختان جنگلی) بسیار به سختی انجام می‌گیرد. با وجود این، به نظر می‌رسد که بین مناطق زیست-جغرافیایی در توزیع برتری رفتاری در درون و بین گونه‌های مختلف جنگلهای استوایی و همینطور در تغییرات موجود در ترکیب گروههای عامل در ارتباط با تنش (عمدتاً دما) و ناآرامی پیوند عمیقی وجود داشته باشد. به این امید که این الگوها مورد تأیید مطالعات دیگر قرار گیرند، (می‌توان گفت که) گروههای عامل جهانی وسیله ارزشمندی برای درک عمیق فرایندهای دینامیکی جوامع مورچه جنگلهای استوایی بشمار می‌روند.

### تقدیر و تشکر

جا دارد که از تمامی شرکت کنندگان کنفرانس مورچه‌های لاشبرگزی برای بحث پیرامون اکولوژی جوامع مورچه جنگلهای استوایی تشکر نمایم. از براندون بستلمیر و جان وینز بخاطر نظرات اصلاحی که در محتوای فصل حاضر داشتند تشکر ویژه می‌کنم. این فصل با حمایت مرکز مطالعات اکوسیستم‌های استوایی مرکز تحقیقات اکولوژی و حیات وحش استرالیا موسوم به CSIRO به شماره ۹۳۷ تهیه و تدوین گردید.





## فصل ۴

### روابط مورچه‌ها با سایر موجودات زنده

تِد آر شولتز تِرِنس پی مَک گلین

تردید خاصی وجود ندارد که تبار مشترک تمامی مورچه‌ها یک جانور واقعاً اجتماعی بوده و اینکه این مورچه باعث بقای نوعی از محیط زیستگاهی پایدار گردیده است. از این طرح اولیه امیدوار کننده، رفتارهای پیچیده بسیار وسیعی شکل گرفتند. این تنوع رفتاری توأم با فراوانی مطلق گونه فورمیسیینه (از راسته بال غشائیان) مجموعه بی نظیری از روابط بین مورچه‌ها و سایر موجودات زنده را بوجود آورده است. از این روابط، در صورتی که بدرستی درک شوند، می‌توان در پیش بینی شرایط اکولوژیکی در زیستگاه خاصی با حضور مورچه خاصی، و با هدف بکارگیری از مورچه‌های خاکزی بعنوان شاخص تنوع زیستی مورد استفاده قرار داد.

دو عامل مهم باعث می‌شوند که این هدف محقق نگردد. اول اینکه، با وجود درک فعلی ما از فرایندهای اکولوژیکی، قادر نیستیم که درباره شرایط کلی اکولوژیکی از طریق آگاهی از روابط خاص بین گونه‌ها استنباطهای قابل قبولی داشته باشیم. روش صریح تر این است که بصورت تجربی روابط بین حضور گونه‌های خاص مورچه و شرایط اکولوژیکی خاص مشخص گردد، و از این روابط بعنوان معیارهای شاخص استفاده شود. این هدف عملی احتمالاً در صورتی تصریح خواهد شد که ما به گونه‌هایی که در روابط صحیح و لازم برای ادامه حیات با دیگر گونه‌ها نقش داشته باشند، یا اینکه روابط در آن گونه‌ها بسیار پیچیده

گردند، توجه خاص داشته باشیم، چونکه انتظار می‌رود این گونه‌ها نسبت به شرایط کلی اکولوژیکی خیلی حساس باشند.

عامل دوّم که مانع بهره‌گیری از روابط مورچه‌ها با دیگر موجودات زنده در جهت تعیین میزان تنوع زیستی می‌گردد همانا درک ضعیف ما از این روابط است. آگاهی از بیولوژی مورچه تماماً به مطالعه گسترده از تنها چند مورچه محدود می‌شود. در بسیاری از موارد، مشخص نیست که جنسهای مورچه چگونه منابع غذایی خود را بدست می‌آورند. بسیار از گیاهان معلوم است که از ساختارهای متمرکز در تأمین آشیانه برای مورچه‌ها برخوردارند، که با وجود این، هویت میهمانان مورچه‌ای آنها نامشخص است. دانشی هم که وجود دارد بیشتر در حله یادداشتهای کوتاه در پیشینه تحقیق مربوطه است، هرچند که تلاشهای مستمری صورت گرفته تا این اطلاعات اندک هم جمع‌آوری و مرتب‌گردند (به منابع ذکر شده در این فصل رجوع شود).

هدف از این فصل، مقدمه‌ای کوتاه و محدود در زمینه موضوع پیچیده و در عین حال جذاب روابط بین مورچه‌ها و دیگر موجودات زنده است. در بحث پیرامون این روابط، از دو مقوله کلی استفاده خواهیم کرد: *روابط تغذیه‌ای*، که در آن یک جانور به خوراک جانور دیگر تبدیل می‌شود، و *همزیستی دوجانبه*، که در آن جانوران برای یک مدت طولانی در کنار هم زندگی می‌کنند. ما به تقسیم بندیهای سنتی مقوله دوّم احترام می‌گذاریم، که عبارتند از: (۱) همزیستی انگلی، که در آن یک جانور به بهای از بین رفتن دیگری سود می‌برد؛ (۲) همزیستی غیر انگلی، که در آن یک جانور سود می‌برد ولی دیگری نه آسیب می‌بیند و نه سود می‌برد؛ و (۳) همزیستی دوجانبه، که در آن هر دو جانور سود می‌برند. همزیستی دوجانبه همچنین ممکن است به یا جانوران دارای همزیستی اختیاری و یا جانوران دارای همزیستی اجباری از سوی یک یا هر دو جانور همزیست اشاره شود، که بستگی به این دارد که آیا امکان ادامه حیات برای آن جانور در خارج از این روابط وجود دارد یا خیر. توانایی ما در تبیین روابط مختلف، که در بخشهای زیر مشخص خواهند شد، در این مقوله‌ها بخاطر عدم آگاهی ما از جزئیات خاص، و همچنین غیر طبیعی بودن این طبقه بندیها محدود است.

## روابط با گیاهان

### روابط تغذیه‌ای

باور غالب مورچه‌شناسان این است که مورچه‌ها جانوران گوشتخوار هستند، و قطعاً تعداد

اندکی از آنها فقط گیاهخوارند. اما، همانگونه که از سوی توبین (۱۹۹۴)<sup>۱</sup> هم عنوان شد، شهد و سایر تولیدات گیاهی نقش تغذیه‌ای مهمی را در منابع غذایی بسیاری از گونه‌های مورچه، بویژه از گونه‌های بالغ، ایفا می‌کنند هر چند که بطور کلی کمتر به آن بها داده شده است. مطمئناً خیلی از مورچه‌هایی که از جهاتی گوشتخوارند جذب نوشگاههای گل و فراگل می‌شوند، و بعضی از آنها هم (مانند، گونه‌های *Solenopsis*<sup>۲</sup> و گونه‌های *Atta*)<sup>۳</sup> مشخصاً از شیر گیاهان و عصاره میوه‌ها تغذیه می‌کنند. برخی مورچه‌ها (از قبیل، گونه آمریکای شمالی *Messor pergandei*) کاملاً به دانه‌ها به عنوان منبع غذایی متکی بوده، و تعداد بیشتری از مورچه‌ها (شامل گونه‌های *Pogonomyrmex*, *Pheidole*, *Monomorium*) کاملاً وابسته به دانه‌ها هستند. برخلاف چنین "مورچه‌های دروگر" دارای همزیستی اجباری، بسیاری از گونه‌های مورچه مصرف کنندگان اتفاقی دانه محسوب می‌شوند، و بسیاری دیگر دنبال دانه‌هایی می‌روند که از مواد چسبناک بذر، یعنی مواد چسبناک غذایی جذب کننده مورچه که توسط گیاه با هدف بذرافشانی ساخته می‌شوند برخوردارند.<sup>۴</sup> همانگونه که بعدها با جزئیات بیشتر بحث خواهد شد، مورچه‌ها همچنین از توده‌های غذایی متمرکز تولید شده توسط گیاهان، از قبیل توده‌های غذایی بلتیان در گیاه *Acacia* بومی قاره آمریکا و توده‌های غذایی مولریان در گیاه *Cecropia* بومی همان قاره تغذیه می‌کنند.

از نقطه نظر علم محرکه اکولوژیکی، مورچه‌های برگخوار استوایی نو علفخوار هستند<sup>۵</sup>، چونکه آنها، طبق برآوردهای انجام شده، ۱۵٪ از کل پوشش گیاهی تازه<sup>۶</sup> را در مناطق استوایی نو درو می‌کنند. همینطور، مورچه‌هایی که متکی به شهد گیاهی تولید شده توسط راسته جوربالان هستند را می‌شود اساساً جزء گونه‌های علفخوار تلقی نمود، چونکه رفتار مراقبتی جوربالان از نظر نیرو محرکه زیستی شبیه به جمع‌آوری مستقیم مایعات گیاهان است.<sup>۷</sup> اما، هم مورچه‌های برگخوار و هم مورچه‌های مراقبت‌کننده از جوربالان مواد غذایی خود را از طریق واسطه‌های همزیستی (مانند، قارچها و جوربالان) کسب می‌کنند — بررسی مهمی که از نقطه نظر روابط بین گونه‌های مورچه در ذیل صورت خواهد پذیرفت.

1. Tobin (1994);
2. Tennant & Porter (1991);
3. Quinlan & Cherret (1979);
4. Handel et al. (1981); Handel & Beattie (1990b);
5. Stradling (1978);
6. Cherrett (1986);
7. Tobin (1994);

## روابط همزیستی

مورچه‌ها با بیش از ۴۶۵ گونه در بیش از ۵۲ خانواده مورچه روابط همزیستی دارند<sup>۱</sup> و، تعجب نیست که، ادبیات پیرامون روابط بین مورچه و گیاه بسیار زیاد است<sup>۲</sup>. اینکه آیا اکثر این روابط همزیستی، دوجانبه است، که در آن هر دو طرف سود می‌برند، و یا اینکه این روابط تنها به سود مورچه هاست در گذشته موضوع مورد بحث میان مورچه‌شناسان و گیاه‌شناسان بوده است<sup>۳</sup>. عمدتاً بخاطر تحقیقات آزمایشی اخیر<sup>۴</sup>، بیشتر روابط همزیستی بین مورچه و گیاه در سالهای اخیر دوجانبه اعلام شده اند، که در آن مورچه‌ها پناهگاه، مواد غذایی، و یا هر دو را بدست می‌آورند و گیاهان، از محافظت در برابر علفخواران بندپا و مهره دار نفع می‌برند. در برخی موارد، گیاهان همچنین ممکن است مواد غذایی خود را از پسماندهای مورچه و خاک کسب کنند، محافظت را از رقابت با گیاهان رقیب (که توسط مورچه‌ها کنده می‌شوند) بدست می‌آورند، بذره‌های خود را می‌افشانند، و، در موارد نادر، گرده افشانی هم می‌شوند.

مطمئناً موارد همزیستی غیرانگلی وجود دارد، که کلونیه‌های مورچه در آن پناه می‌جویند، اما نه به میزبان سود می‌رسانند و نه زیان وارد می‌کنند. بعنوان مثال، بسیاری از مورچه‌ها (مانند، گونه‌های *Camponotus* و *Crematogaster*) ریشه‌های توخالی را اشغال می‌کنند، روی گالهای حشره‌ای رها شده (مانند، گونه‌های *Leptothorax*) زندگی کرده، و در ریشه‌های گره خورده ایپیفیتها (مانند، گونه‌های *Anochetus* و *Strumigenys*) جای می‌گیرند. چنین روابطی احتمالاً بعنوان سرآغاز تکاملی برای همزیستیهای دوجانبه محسوب می‌شود که در آن گیاهان از فرایند علفخواری در اِزای فراهم کردن حفره برای سکونت مورچه‌ها، از جمله شاخه‌های توخالی، ساقه‌ها و خارها؛ گل‌پيازهای توخالی؛ یا اندامهای کیسه‌ای شکل روی برگها و دُمبرگها ایمنی کسب می‌کنند. در بسیاری موارد، گیاهان هم غذا و هم پناهگاه، از جمله نوشگاههای فراگلی مملو از کربوهیدرات و اندامهای مروارید شکل پُرچرب یا پروتئین دار، فراهم می‌سازند. به نظر اُداوُد (۱۹۸۲)، مورد دوّمی توسط گیاهان بیش از ۵۰ جنس از ۱۹ خانواده در قاره‌های آمریکا، آسیا، و آفریقا تولید می‌شود. از سوی دیگر، گیاهان ممکن است بجای پناهگاه فقط غذا فراهم

1. Jolivet (1996);

2. Bailey (1922); Bequaert (1922); Wheeler (1942); Buckley (1982a, 1982b); Beatie (1985); Hölldobler & Wilson (1990); Huxley & Cutler (1991); Jolivet (1996);

3. Belt (1874); Schimper (1888, 1898); von Ihering (1891); Retting (1904); Wheeler (1913, 1942); Skwarra (1934); Brown (1960);

4. Janzen (1966, 1967); Davidson et al. (1988);

کنند، که از این طریق رفت و آمدهای مکرر تعدادی از گونه‌های مورچه و احتمالاً بسیاری از عوامل سودمند دفع‌کننده علفخواران که چنین رفت و آمدها را ممکن می‌سازند موجب می‌شوند. شوپ و فیئر (۱۹۹۱)<sup>۱</sup> نشان دادند که بیش از یک سوّم گیاهان در جنگلهای پاناما ممکن است از چنین روندی برخوردار باشند.

مورد قبلی همزیستی دوجانبه مربوط است به مورچه‌هایی از جنس *Acacia* (مانند، *Leguminosarae*)، که هم نوشگاههای فراگلی و هم اندامهای بلتیان تولید می‌کنند. مورچه‌هایی از جنس *Pseudomyrmex* که بدلیل نیشهای دردناکشان معروفند، خارهای توخالی را اشغال می‌کنند، در حالیکه بندپایان (حشرات قاب بال، نیم بالان، راسته جوربالان، بال پوالکداران) و نیز پستانداران بزرگ علفزار را دفع می‌کنند. مورچه‌ها همچنین دیگر گیاهان در حال رشد در زئداغلی اطراف مناطق اشغال شده را می‌کشند<sup>۲</sup>. مورد دیگری از همزیستی دوجانبه که نسبتاً مورد مطالعه قرار گرفته است به *Cecropia* (راسته *Moraceae*) اشاره دارد، که در آن مورچه‌ها (عمدتاً از گونه‌های *Azteca*، که شامل شش گونه بیدزی اجباری، و همچنین گونه‌های *Pachycondyla*، *Crematogaster*، *Camponotus*، و دیگر جنسهای مورچه است) ساقه‌های توخالی گیاهان را اشغال کرده، و سوراخهایی را در نقاط قدیمی و ضعیف دیواره میان-گره‌ها حفر می‌کنند. گونه‌های *Azteca* بیدزی در وحشی بودن بسیار مشهور هستند، و نسبت به هر ناآرامی ایجاد شده برای گیاه میزبان وحشیانه عمل می‌کنند. این گیاه منابع غذایی را به شکل توده‌های غذایی مولریان که سرشار از گلیکوژن است و روی یک پوشال در بخش زیرین دُمبرگ برای مورچه‌ها فراهم می‌کند<sup>۳</sup>. مورد سوّم به گونه‌های گل پیازی *Myrmecodia*، *Hydnophytum*، و دیگر گونه‌ها از راسته *Hydnophytinae* (از خانواده روناسیان) مربوط می‌شود، که در مناطق استوایی خاور دور می‌رویند. این گیاهان دارای دُنبلانهای متورّم با حفره‌های از قبل ایجاد شده، و اغلب پیچیده هستند که در برخی گونه‌ها تقریباً همیشه تحت اشغال مورچه‌ها (معمولاً از گونه *Iridomyrmex*) در می‌آیند. این گیاهان مواد غذایی را از فضولات و مواد پسماند مورچه‌ها که جذب سطوح خاک متورّم در بعضی از حفره‌ها می‌گردند بدست می‌آورند<sup>۴</sup>.

برخی از مورچه‌ها، "محیطهای رشد مورچه" را اشغال و کِشت می‌نمایند، یعنی در

1. Schupp & Feener (1991);

2. Janzen (1966, 1967);

3. Bailey (1922a); Rickson (1971); Longino (1991);

4. Miede (1911a, 1911b); Bequaert (1922); Huxley (1978); Jebb (1991);

مجموعه‌هایی از اپیفیتهای پیوند شده در شاخه‌های درختان داخل آشیانه‌های خاکی یا کارتنی که مورچه‌ها فراهم می‌کنند.<sup>۱</sup> مورچه‌ها، عمدتاً گونه‌هایی از جنس *Componotus*، *Crematogaster*، و *Solenopsis*، مواد غذایی را از نوشگاههای فراگلی، مواد چسبناک بذری، و شیره میوه‌ها دریافت می‌کنند؛ گیاهانی از علفخوارها، از جمله آینه‌های برگخوار، ایمنی کسب می‌کنند.<sup>۲</sup> برخی از گونه‌های مورچه - از جمله *Componotus femoratus*، *parabiotica*، *Crematogaster* و *Monacis debilis* - ممکن است از لانه سازان و همزیستان اجباری در محیط رشد مورچه بشمار آیند.

همانگونه که تاکنون ذکر شد، مورچه‌ها بذرافشاندهای مهم هستند<sup>۳</sup> و اغلب به این طریق توسط مواد چسبناک جذاب و مغذی تحریک می‌شوند.<sup>۴</sup> مورچه‌ها همچنین ممکن است روی جوانه زدن بذرها تأثیر داشته باشند، مسئله‌ای که بدرستی ارزیابی نشده است. اولیویرا و همکارانش (۱۹۹۵) نشان دادند که مورچه قارچ پرور، بومی جنوب آمریکا موسوم به *Mycocephurus goeldii* (از راسته میرمیسینه) جوانه زنی بذرهای درخت *Hymenaea courbaril* (از راسته گل بوتیمار) را با بیرون کشیدن تفاله میوه بشدت تقویت می‌کند، که این باعث کاهش هجوم قارچها می‌گردد. هر چند که بذرافشانی مورچه برای برخی گیاهان در برخی زیستگاهها مهم است،<sup>۵</sup> گزارشها حاکی است که مورچه‌ها، بدلیل اینکه تراوشات آنتی بیوتیکی غده برون ریز، بطور واضح از عمل طبیعی گرده جلوگیری می‌کند، بعید است که مورچه‌ها در خدمت همزیستی‌هایی از نوع گرده افشانی میان حشره و گیاه قرار گیرند.<sup>۶</sup>

## روابط با جانوران

### روابط تغذیه ای

مورچه‌ها بعنوان جانوران شکارچی. مورچه تباری به احتمال بسیار قوی یک شکارچی غیرمتمرکز محسوب می‌گردد. شکار بسیار متمرکز، که حاصل این نوع روش زندگی است، در خیلی از گروههای مورچه تکامل یافته است. بعنوان مثال، گروههای متنوع مورچه - شامل

- 
1. Ule (1902); Kleinfedt (1978, 1986); Buckley (1982a); Davidson (1988);
  2. Weber (1943);
  3. Beattie (1985);
  4. Handel et al. (1981); Handel & Beattie (1990a, 1990b);
  5. Peakall et al. (1991);
  6. Iwanami & Iwadare (1978); Beattie et al. (1984, 1985, 1986);

*Cylindromyrmex Acanthostichus*، و *Eurhopalothrix heliscata* - بیواسطه روی موریانها متمرکز می‌شوند.<sup>۱</sup> برخی مورچه‌ها از راسته میرمیسیینه از جنس *Carebara*، *Carebarella*، *Erebomyrma*، *Liomyrma*، *Paedalgus* و *Solenopsis* مشخصاً لانه‌های خود را نزدیک لانه‌های موریانها می‌سازند، و تصور می‌شود که این مورچه‌ها تخم و نوزاد موریانها را بعنوان غذا برآیند.<sup>۲</sup> گونه‌های *Discothyrea*، *Proceratium* (از راسته پازینا)، و *Stegomyrmex* (از راسته میرمیسیینه) از تخمهای بندپایان شکار می‌کنند.<sup>۳</sup> گروهی از گونه‌ها از جنس *Dacetonini* (از زیر خانواده میرمیسیینه) از پادمانها تغذیه می‌کنند.<sup>۴</sup> گونه‌هایی از جنس *Thaumatomyrmex* بومی مناطق استوایی نو از آرواره زیرین چنگالی شکل و عجیب خود برای خارج کردن پُرزهای دفع کننده تنها شکار شان، یعنی هزارپاها از خانواده پولیخیناسه، استفاده می‌کنند.<sup>۵</sup> تعدادی از گونه‌های *Leptogenys* روی حشرات پوست بالان (از راسته شپش چوب) متمرکز می‌شوند؛ حداقل یکی از آنها روی حشرات پوست بالان (از راسته گوش خیزکها) تمرکز دارند.<sup>۶</sup> مورچه‌های کارگر بالغ از گونه‌های میرمیسیینه بومی ژاپن، یعنی *Myrmecina graminicola nipponica* و *M. flava*، مایتهای سخت پوست را شکار کرده، در حالیکه در پوشش بیرونی سخت شده، بطرز ماهرانه‌ای حفره ایجاد می‌کنند؛ سپس لارو با وارد کردن سرهای فوق العاده کشیده خود به داخل این حفره‌ها تغذیه می‌کنند.<sup>۷</sup> و بالاخره، برخی گونه‌های مورچه شکارچیان متمرکز روی دیگر مورچه‌ها، از جمله *Cerapachys* و *Neivamyrmex* بشمار می‌آیند.<sup>۸</sup>

**مورچه‌ها بعنوان طعمه‌های شکار.** بسیاری از گونه‌های مورچه، بدلیل تعداد زیادشان، گرایش آنها به ردیابی شکار، و آشیانه‌های بادوام، پایدار، و معمولاً ثابتشان معرف منابع غذایی قابل پیش بینی برای شکارچیان محسوب می‌شوند. مورچه‌ها، بی‌شک در یک رقابت دائمی و تکاملی توسعه سلاح، سیستمهای دفاعی متعددی، شامل مواد شیمیایی دفع کننده و طبقات سرباز، را برای دفع شکارچیان اتخاذ کرده اند، این در حالی است که جانوران شکارچی

1. Brown (1975); Wilson & Brown (1984); Overal & Bandeira (1985);
2. Forel (1901); Wheeler (1914, 1936); Wilson (1962b); Ettershank (1966);
3. Brown (1974b, 1979); Diniz & Brandão (1993);
4. Wilson (1953); Masuko (1984);
5. Brandão et al. (1991);
6. Steghaus-Kovac & Maschwitz (1993);
7. Masuko (1995);
8. Wheeler (1918); Rettenmeyer (1963);



روشهای غلبه بر چنین سیستمهای دفاعی را در پیش گرفته اند و در عین حال در این فرایند بسیار متمرکز شده اند. این شکارچیان عبارتند از ساسهای قاتل (از راسته ریئوئیده)، لاروهای سوسک خاکزی (از راسته کارابیده)، سوسکهای سرگردان (از راسته استافیلینیده)، و شیرمورچه ها (از راسته مرملونتیده)، و مورچه های شیر کرمی (از راسته دو بالان: از خانواده راگوئینیده: گونه Vermileo). زنبورهای از خانواده Sphecid و از جنسهای *Aphilanthop* و *Clypeadon*، غذای آشیانه هایشان را منحصرأ از مورچه ها تأمین می کنند.<sup>۱</sup> در کاستاریکا، عقرب پرنده های بادی (از راسته رتیلان) در امتداد و در درون ستونهای مورچه برگخوار شب فعال از گونه *Atta cephalotes* حرکت می کنند، که احتمالاً از تک تک مورچه های کارگر شکار می کنند.<sup>۲</sup> عنکبوتهایی که روی مورچه ها متمرکزند اغلب به حرکات نمایشی شکارشان برخورد می کنند، که احتمالاً بعنوان استتار در مقابل شکارچیان مهره دار کوچکی که می دانند چطور از مورچه ها اجتناب کنند عمل می نمایند.<sup>۳</sup> اگرچه بیشتر مهره داران بخاطر نیش و مواد شیمیایی بازدارنده مورچه ها با احتیاط از آنها دوری می کنند، جانوران مهره دار متمرکز روی مورچه، جانورانی مانند مورچه خواران و برخی وزغها، مارمولکها، مارها، و پرندگان را شامل می شوند.<sup>۴</sup>

### روابط همزیستی

روابط همزیستی بین مورچه ها و سایر جانوران (بویژه بندپایان) بحث گسترده و جذابی را شکل می دهد، ادبیات وسیعی که شدیداً نیاز به فهرست بندی جامع دارد (البته مطالعات ارزشمند صورت گرفته توسط کیستیر<sup>۵</sup> و هولدوبلر و ویلسون<sup>۶</sup> هم رجوع شود).

**روابط بین مورچه ها و جوربالان.** مراقبت از جوربالان از سوی مورچه ها امری شناخته شده است، بدون شک بخاطر وجه تشابه آشکاری است که با پرورش دام توسط انسانها وجود دارد. اکثر گونه های مراقبت کننده از جوربالان جزء زیر خانواده های دولیچودرینه، فورمیسینه، و میرمیسینه هستند، هرچند که برخی پونرینه ها (مخصوصاً از جنس ایکاتومینه) نیز منابع غذایی

- 
1. Evan (1962, 1977);
  2. Bukowski (1991);
  3. Oliveira & Sazima (1984); Oliveira (1988);
  4. Bequaert (1922); Weber (1972b);
  5. Kistner (1979, 1982);
  6. Hölldobler & Wilson (1990);

را از وجود چنین روابطی بدست می‌آورند. علاوه بر خانواده آفیده، مورچه‌ها همچنین از جوربالان که جزء خانواده‌های سیرکوپیده، زنجرها، شپشکهای نرم تن، فولگوریده، ممبراسیده، شبه شپشکهای نرم تن، و پسلییده هستند مراقبت می‌نمایند. مورچه‌ها از "شاهد گیاهی" تغذیه می‌کنند، یک محصول جانبی از تغذیه جوربالان از بافت آبکش که اساساً از کربوهیدراتها تشکیل شده و همچنین دارای اسیدهای آمینویی است که در برخی موارد توسط جوربالان افزوده می‌شوند.<sup>۱</sup> در ازای آن، این مورچه‌ها جوربالان را از شکارچیان و جانوران دارای زندگی انگلی محافظت می‌کنند.

بیشتر روابط بین مورچه‌ها و جوربالان از نوع همزیستی دوجانبه اختیاری محسوب می‌شوند. اما، مورچه‌ها از جنس *Acanthomyops* (از راسته فورمیسینه)، بومی آمریکای شمالی، بنظر می‌رسند که همچون گونه‌هایی از جنس *Acropiga* (از راسته فورمیسینه)، بومی مناطق استوایی، اجباراً به همزیستان پولکدار ریشه‌ای شان وابسته باشند.<sup>۲</sup> یک ملکه باکره از گونه *Acropyga* برای جفتگیری پرواز می‌کند در حالیکه در آرواره‌های زیرین خود همزیست پولکداری را به همراه دارد که بعنوان یک نیای بکرزای گله آینده را شکل می‌دهد.<sup>۳</sup> این رفتار در گونه بومی سوماترا نیز مشاهده گردید.<sup>۴</sup> مورچه *Cladomyrma* (از راسته دولیچودرینه) بومی مالزی، بعنوان یک همزیست اجباری گونه پولکدار *Hypoclinea Cuspidatus* (از راسته شبه شپشکهای نرم تن)، یک "گله دار کوچ نشین" واقعی محسوب می‌شود. تمامی اعضای کلونی (که بالغ بر ۱۰۰۰۰ مورچه کارگر و ۵۰۰۰ مورچه شبه پولکدارهای نرم تن هستند) در حالیکه منابع غذایی در سایتهای قدیمی کاملاً مصرف می‌شوند و منابع جدید بدست می‌آیند، پیوسته در حال حرکتند.<sup>۵</sup>

مورچه‌ها همچنین از کرمینه‌ها که از خانواده پروانه لیکادینه هستند مراقبت می‌کنند.<sup>۶</sup> در این صورت، مواد غذایی از طریق غده‌های متمرکز در اختیار مورچه‌ها قرار می‌گیرد، و، مثل آنچه که در مورد جوربالان اتفاق می‌افتد، از تهاجم و آلودگی انگلی توسط همین مورچه‌ها جلوگیری بعمل می‌آید.<sup>۷</sup>

1. Dixon (1985);
2. Wing (1968);
3. Silvestri (1925); Wheeler (1935); Bünzli (1935); Brown (1945); Buschinger et al. (1987);
4. Roepke (1930);
5. Maschwitz & Hänel (1985);
6. Hinton (1951); Atsatt (1981); Pierce (1987);
7. Malicky (1969); Pierce & Mead (1981); Pierce & Eastal (1986);

میهمانان در آشیانه‌های مورچه. بسیاری از گونه‌های بندپا خانه‌های خود را در محیط‌های پایدار نزدیک به لانه‌های مورچه می‌سازند و در آنجا زندگی می‌کنند، که این دسته عبارتند از: کنه‌ها (از راسته کلیسرداران)، آرائینه‌ها، پاڈمانها، هزارپاها، همسان پاها (از راسته سخت پوستان) شبه عقرب پرنده‌ها، و در میان حشرات، گونه‌هایی از راسته بلاتاریه، قاب بالان، دو بالان، جوربالان، نازک بالان، بال پولکداران، بال توریها، راست بالان، کتابخواران، و موی ڈمان. بعضی از همزیستهای انگلی، غذا را از مورچه‌های کارگر می‌دزدند. بعنوان مثال، گونه مگس کالیفورنیا از جنس بنگالی بومی مناطق اروپایی به ستونهای مورچه هجوم می‌برند و غذای گونه‌های مختلف مورچه (مانند، گونه‌های *Dorylus*, *Camponotus*, *Bothroponer*، *Technomyrmex*, *Leptogenys*) را می‌قاپند<sup>۱</sup>. پشه‌هایی از جنس مالایا (یا همان هاریاگومیه) قادرند قطرات غذایی بالا آورده شده توسط گونه‌های مختلف *Crematogaster* بومی آسیا و آفریقا را طلب کنند<sup>۲</sup>.

بسیاری از همزیستها در درون لانه‌های مورچه زندگی می‌کنند، و منابع غذایی خود را از راه تغذیه پسماندهای موجود در توده‌های پسماند داخل آشیانه، دزدیدن غذا از مورچه‌ها، شکار مورچه‌های بالغ یا نوزاد، و یا از طریق صید دیگر گونه‌های همزیست بدست می‌آورند. در آشیانه‌های بسیار بزرگ برخی از گونه‌ها، تعداد بسیار قابل توجهی از چنین "مورچه‌های همزیست" یافت می‌شوند. برای مثال، در یک حفره بزرگ پُر از فضولات در درون آشیانه چهار ساله گونه *Atta sexdens rubropilosa* آتوری (۱۹۴۲) توانست اندام بالغ ۱۴۹۱ عدد از قاب بالان، ۵۶ عدد از نیم بالان، ۴۰ عدد از نرم تنان، ۱۵ عدد از دو بالان، ۴ عدد از خزندگان، و یک عدد از شبه عقربها را پیدا کند. در مطالعه‌ای که رتنمایر (۱۹۶۲) روی ۱۵۰ عدد از کلونی مورچه‌های سرباز انجام داد، توانست ۸۰۰۰ عدد مایت، ۲۴۰۰ عدد مگسهای فورید، ۱۱۰۰ عدد سوسکهای لیمولدیده، ۳۰۰ عدد سوسک استافیلان، ۳۰۰ عدد پاڈمان، ۱۷۰ عدد موی ڈمان، ۱۵۰ عدد هزارپا، ۱۴۰ عدد سوسکهای هیسترید، و ۶ عدد زنبور دیپرید را پیدا نماید.

همزیستان اختیاری آشیانه مورچه، که از قرار معلوم بدون مورچه‌ها نیز زندگی می‌کنند، نوعاً گونه‌هایی هستند که به محیط‌های خاکی و لاشبرگی، از قبیل مایت‌های سخت پوست و پاڈمانها، گرایش دارند. بعنوان مثال، هزارپاهای پیرگودسام اغلب در توده‌های پسماند موجود

1. Bequaert (1922); Maschwitz & Schönegge (1980);

2. Jacobson (1909); Farquharson (1918); Wheeler (1928);

در آشیانه آتینه‌های کوچکتر، یعنی *Mycetarotes parallelus* یافت می‌شوند. در مقابل، همزیستان اجباری مورچه‌ها، که احتمالاً از تبار همزیستان اختیاری برآمده اند، تنها در لانه‌های مورچه، و اغلب فقط در لانه‌های گونه‌های خاص پیدا می‌شوند. مایتها از جنس *Antennophorus* (از راسته آنتنوفوریده)، بعنوان مثال، روی بدن مورچه‌هایی از جنس کاملاً متجانس با *Acanthomyops* (از راسته فورمیسینه) و *Lasius* زندگی می‌کنند، و مواد غذایی خود را از طریق قاپیدن تکه‌های غذایی در هنگام مبادله مایعات غذایی یا با طلب کردن این تکه‌ها از طریق تقلید علائم لامسه‌ای مختص مورچه‌ها، بدست می‌آورند.<sup>۱</sup> بسیاری از دیگر همزیستان آشیانه مورچه، شامل *Atelura formicaria* از خانواده موی ڈومان و *Hetaerus brunneipen* از خانواده سوسک هیسترید، غذای بالا آورده شده را یا می‌قاپند و یا با موفقیت دنبال می‌کنند.<sup>۲</sup>

شبه عقرب *Sphenochnes schulzi* در آشیانه‌های مورچه قارچ پرور آرژانتینی *Acromyrmex lundii* زندگی می‌کند، که ظاهراً ابتدا با از کار انداختن مورچه‌های کارگر با تزریق سم، و بعد با مکیدن مایع خونی بدن آنها تغذیه می‌کنند.<sup>۳</sup> سومین مرحله پوست اندازی لارو لیکانه گونه *Maculinea teleius* (از راسته بال پولکداران) رد تراوشات جنسی مورچه را گرفته و وارد آشیانه گونه *Myrmeca Rubra* می‌شود، تا در آنجا از نوزاد تغذیه کند.<sup>۴</sup> دیگر جانوران همزیست آشیانه مورچه که توانایی دنبال کردن رد تراوشات جنسی مورچه را دارند عبارتند از مگس ملیچیده گونه *Pholemyia decorior*، که یک همزیست مورچه قارچ پرور *Trachymyrmex septentrionalis* است<sup>۵</sup> و سوسک *Attaphila fungicola* که در آشیانه‌های مورچه *Atta texana* زندگی می‌کند.<sup>۶</sup> در یک مورد از همزیستی افراطی، سوسک استافیلان (از راسته استافیلانها: خانواده ایچارینه) "غده‌های آرام بخش" متمرکز در نوک شکمش دارد که حاوی ماده پروتئین دار است که ظاهراً تأثیر آرام بخشی روی مورچه میزباننش یعنی *Formica sanguinea* یک گونه بومی مناطق اروپایی می‌گذارد. این سوسک، وقتی که وارد آشیانه می‌شود، از نوزاد شکار کرده و به غذای مایع بالا آورده شده از مورچه‌های کارگر دست پیدا

1. Janet (1897); Wasmann (1902); Karawajew (1906); Wheeler (1910);

2. Wheeler (1908);

3. Turk (1953);

4. Chapman (1920); Malicky (1969); Schroth & Maschwitz (1984);

5. Sabrosky (1959);

6. Moser (1964);

می‌کند.<sup>۱</sup>

تعداد متعددی از گونه‌های دارای زندگی انگلی از مورچه‌هایی از خانواده نازک بالان همچون دیپراها<sup>۲</sup>، و اوکارتیده‌ها<sup>۳</sup>، صید می‌کنند. مگسها (از راسته دوبالان) از خانواده فوریده‌ها، جانوران انگلی مورچه بسیار مهمی هستند<sup>۴</sup>؛ بیشتر لاروهای فورید جزء انگلهای داخلی میزبانان مورچه خود محسوب می‌شوند، اما، لاروهای حداقل یک گونه در آشیانه‌های گونه *Plagiolepis pygmaea*، که از مایع بالا آورده شده از مورچه‌های کارگر تغذیه می‌کنند، دارای زندگی آزاد هستند.<sup>۵</sup>

کرمهای مخملی شکارچی (راسته ناخن داران) در لانه‌های گونه *Pheidole* بومی جنگلهای بارانی کشف شده اند، اما معلوم نیست که آیا این کرمها از مورچه تغذیه می‌کنند یا خیر<sup>۶</sup>. شاید در یک رابطه همزیستی دوجانبه، کرم خاکی *Dendrodrius rubidus* (راسته آنیلیده) در لانه‌های مورچه چوب قرمز رنگ *Formica aquilonia* بومی مناطق اروپایی یافت شود<sup>۷</sup>. مارهای بالغ از خانواده گلوئریده، ایلاپیده، و لپتوتیفلوپیده، و نیز مارمولکها از خانواده آمفیسبانیده و تیده، در داخل لانه‌های گونه‌هایی از مورچه برگخوار از جنس *Acromyrmex* و *Atta* زندگی می‌کنند و یا از لانه‌ها بعنوان محل تخمگذاری استفاده می‌نمایند. در برخی موارد، این روابط اجباری هستند. بعضی از این مارها قادرند ردّ تراوشات جنسی مورچه را دنبال کنند و ممکن است از مورچه‌ها یا نوزادان بعنوان غذا استفاده کنند.<sup>۸</sup>

حشرات انگلی یاخته‌ای درون لانه‌ای مورچه‌ها بنا بر تحقیق عبارتند از نماتدها (کرم گرد)، ترماتدها (کرم کبد گوسفندی)، و سیستدها (کرم کدو). پاراسیت‌های یاخته‌ای مورچه تشکیل شده اند از (رده) میکروسپوریده (راسته کنیدوسپوره)، که با گونه‌های *Leptothorax*، *Pheidole*، *Myrmecia* و *Solenopsis*، شناخته می‌شوند و (رده) نئوگراگارینیده (راسته

- 
1. Hölldobler (1967, 1968); Hölldobler & Wilson (1990);
  2. Masner (1976); Huggert & Masner (1983);
  3. Clausen (1940a, 1940b, 1940c, 1941); Heraty & Darling (1984); Heraty (1985, 1986);
  4. Borgmeier (1963); Feener (1981); Feener & Moss (1990); Brown (1993);
  5. LeMasne (1941);
  6. McGlynn & Kelley (1999);
  7. Laakso & Setälä (1997);
  8. Goeldi (1897); Autuori (1942); Gallado (1951); Vaz-Ferreira et al. (1970, 1973); Weber (1972b); Brandão & Vanzolini (1985);

اپیکومپلکسه)، که با گونه‌های *Leptothorax* و *Solenopsis* شناخته می‌شوند.<sup>۱</sup> همزیستیها بین مورچه‌ها. سرانجام، گونه‌های مورچه ممکن است با یکدیگر همزیستی متفاوتی داشته باشند. بعنوان مثال، "مورچه‌های دزد" از *Solenopsis* از جنس فرعی *Diplorhoptrum* در دیواره‌های آشیانه گونه‌های مورچه بزرگتر زندگی کرده و غذا و لاروهای آنها را می‌دزدند. در یک مورد اکتسابی تر، گونه *Megalomyrmex symmeochus* در داخل لانه‌های مورچه قارچ پرور، یعنی *Sericomyrmex amabilis* پیدا شده<sup>۲</sup> و گزارش شده است که در آشیانه یک گونه ناشناخته *Trachymyrmex* نیز زندگی می‌کند. ملکه و نوزادان، محیط زندگی قارچ را اشغال می‌کنند، که از چشم میزبانانشان دور مانده و ظاهراً از قارچها تغذیه می‌کنند. گونه کاملاً متجانس با *M. silvestrii* و گونه توصیف نشده *Megalomyrmex* روی دیگر مورچه‌های قارچ پرور به شکل انگلی زندگی می‌کنند.<sup>۳</sup>

در مواردی از همزیستی انگلی اجتماعی، مورچه‌های یک گونه از نیروی کار کلونی دیگر برای بزرگ کردن نوزادان خود بکار می‌برند. مورچه‌های کارگر از گونه "برده کش"، به کلونیه‌ها هجوم می‌برند، نوزادان را می‌دزدند، و بعنوان برده بزرگ می‌کنند. در سایر موارد، ملکه‌های انگلی وارد کلونیه‌های قدیمی رفته و با کُشتن ملکه آن کلونیه‌ها و یا تسلط بر آنها، این کلونیه‌ها را به اشغال خود در می‌آورند. بعد از آن، مورچه‌های کارگر کلونیه‌های میزبان در بزرگ کردن نوزادان ملکه غاصب، که نهایتاً جایگزین ساکنان قبلی می‌شوند، کمک می‌کنند. در شدیدترین حالت، ملکه انگلی تنها نوزاد جنسی تولید می‌کند، در حالیکه توانایی خود را در تولید طبقه مورچه کارگر از دست داده است. بعنوان مثال، مورچه آتینه *Pseudoatta argentina* در آشیانه گونه *Acromyrmex lundi* زندگی انگلی دارد. نوزاد منحصرأً جنسی این گونه توسط مورچه‌های کارگر گونه *Acromyrmex* پرورش یافته، و اینها در هنگام بلوغ ترک کرده و جفت گیری می‌کنند، و ملکه برای زندگی انگلی جدید دنبال لانه‌های جدید مربوط به گونه‌های *A. lundi* می‌گردند.<sup>۴</sup>

- 
1. Hölldobler (1929, 1933); Gösswald (1932); Allen & Buren (1974); Allen & Silveira-Guido (1974); Jouvenaz & Winter (1983); Jouvenaz (1986); Crosland (1988); Buschinger et al. (1995);
  2. Wheeler (1925);
  3. Brandão (1990); J. Wetterer نظر شخصی
  4. Gallardo (1929);

## روابط با قارچها

بطور کلی، مورچه‌ها از ارتباط با قارچها امتناع می‌کنند. در واقع، مورچه‌ها حداقل دو ویژگی مهم را برای جلوگیری از حضور قارچها (و همچنین باکتریها) در لانه هایشان تکامل بخشیده اند: یکی رفتارهای پیچیده تیمارگری<sup>۱</sup> و دیگری غده پس جانبی دارای ترشح ضد عفونی کننده<sup>۲</sup>. اطلاعات بسیار کمی پیرامون بیماریهای قارچی مورچه‌ها در دست است، هر چند که قارچهای بیماری زا برای مورچه در گونه هایی از خانواده کلاویسیپیتاسه<sup>۳</sup>، قارچهای کاسه ای<sup>۴</sup>، و لایول بینال ها<sup>۵</sup> دارای شناسنامه مشخص هستند؛ یک گونه قارچ بیماری زای ناشناخته تک یاخته‌ای با خون مایه *Solenopsis wagneri* نیز گزارش شده است<sup>۶</sup>.

اخیراً هیچ مورد تأیید شده‌ای در خارج از تیره آتینه (خانواده میرمیسینه) در مورد گونه‌های قارچ خوار در مورچه‌ها گزارش نشده است. اگرچه خُفره‌های زیر دهانی بسیاری از گونه‌های مورچه دارای تارهای قارچی هستند، دستگاه گوارش اینگونه نیست؛ بلکه، خُفره‌های آنفروبوکال بصورت یک مخزن برای قارچهای جمع شده در هنگام تمیز کردن بدن عمل می‌کنند، و ماده آنفروبوکال در توده پسماند غذا دور ریخته می‌شود<sup>۷</sup>. در یک مورد استثنایی نادر، خُفره‌های آنفروبوکال در دستگاههای گوارشی مورچه‌هایی از تیره سفالوتینه از خانواده میرمیسینه، شامل *Cephalotes atratus* و *Zacryptocerus clypeatus* کشف شده اند<sup>۸</sup>، اما، در این مورد تصوّر می‌شود که قارچ بصورت یک همزیست دستگاه گوارشی عمل کند.

گونه بومی شمال قاره اروپا *Lasius fuliginosus* (از خانواده فورمیسینه) آشیانه‌های کارتنی را در ساقه‌های اصلی درخت و در داخل خاک ایجاد می‌کنند، در حالیکه این آشیانه را با مایع شکر از دهان دفع شده می‌پوشانند. مشخص شده است که گونه قارچ *Cladosporium myrmecophilum* تنها روی این آشیانه کارتنی لاپوشانی شده رشد می‌کند<sup>۹</sup>؛ با وجود این،

- 
1. Wilson (1962a);
  2. Maschwitz et al. (1970); Maschwitz (1974); Beattie et al. (1986);
  3. Thaxter (1888); Rogerson (1970);
  4. Balazy et al. (1986);
  5. Thaxter (1908); Bequaert (1922);
  6. Jouvenaz et al. (1977);
  7. Bailey (1920);
  8. Caetano & Cruz-Landim (1985); Caetano (1989); Kane (1995);
  9. Lagerheim (1900);

### فصل چهارم: ارتباط مورچه‌ها با سایر موجودات زنده / ۱۰۳

مورچه‌ها این مایع را مصرف نمی‌کنند<sup>۱</sup>. بنابر گزارش، محل رشد قارچها در خانواده روسیان اپیفیزی، که به لطف مورچه‌های *Iridomyrmex* سکونت می‌یابند<sup>۲</sup>، در داخل ساقه‌های توخالی *Hirtella* بومی آمریکای شمالی (از خانواده کریزوبالانسیاسه) که مورچه‌های *Allomerus*<sup>۳</sup> در آن سکونت دارند، و همین‌طور روی آشیانه‌های کارتنی ساخته شده توسط گونه *Crematogaster* در کشور نیجریه<sup>۴</sup> قرار دارد، اما، مجدداً باید گفت که دلیل و مدرک محکمی وجود ندارد تا باور کنیم که تک تک این مورچه‌ها قارچ خوارند.

مورچه‌ها تصور می‌شود که هاگهای روی قارچهای میکوریزال از راسته گلواماله‌ها و جزء خانواده ایندوگوناسیاسه، که شامل گونه‌هایی است از جنس *Glomus*، را می‌افشانند<sup>۵</sup>. از آنجا که هاگهای گلوامالی بزرگ (به قطر ۸۰۰-۵۰ میکرو متر) و از نظر چربی غنی هستند، و از آنجا که هاگها اغلب مشخص می‌شود که با ریشه‌ها در داخل حفره‌های مورچه‌های خاکزی ارتباط دارند، عقیده بر این است که بعضی مورچه‌ها از این هاگها استفاده نمایند<sup>۶</sup>. ونت و همکارانش (۱۹۷۲) به ریشه قارچهای متعدد در حفره‌های پسماند غذایی مربوط به مورچه‌های بیابانی دروگر از جنس *Veromessor* و *Manica* دست یافتند، و گزارش کردند که لاروهای *M. Hunteri* از قارچ شناخته نشده‌ای که در محیط کشت مصنوعی در اختیار آنها قرار گرفت مصرف کردند. شاید بهترین حمایت از قارچ خواری مورچه‌ها در خارج از راسته آتینه را می‌شود در مشاهدات انجام شده در کشورهای مالزی و اندونزی جستجو کرد. در یک مورد، از یک گونه مالزیایی بنام *Prenolepis* فیلمبرداری شد که در حال حمل تکه‌های اندام باردگی گونه ناشناخته بازیدومیسیتیه هستند<sup>۷</sup>. در موردی دیگر، مشخص شد که اجزاء بافت قارچی، ۵۰٪ تا ۸۰٪ کل منابع غذایی حمل شده به لانه توسط مورچه عظیم الجثه جنگلی بنام *Camponotus gigas* در کشور برونئی را تشکیل می‌داند<sup>۸</sup>.

یک گروه از مورچه‌های منحصراً بومی قاره آمریکا، از راسته آتینه (خانواده میرمیسینه)، اجباراً قارچ خوار هستند، در حالیکه خود قارچ منبع منحصر به فرد غذایی را برای لاروها و

1. Maschwitz & Hölldobler (1970);
2. Miehe (1911b); Bequaert (1922); Huxley (1978);
3. Dumpert (1981);
4. Farquharson (1914);
5. McIlveen & Cole (1976); Allen et al. (1984); Friese & Allen (1988, 1993); Janos (1993);
6. D. P. Janos نظر شخصی
7. Rosciszewski (1995)
8. Orr & Charles (1994); Levy (1996); S Yamane نظر شخصی



نیز منبع شاخصی برای مورچه‌های بالغ شکل می‌دهد.<sup>۱</sup> مورچه‌های آئینه از یک آرایش پیچیده رفتاری جهت کشت محیط قارچ برخوردارند. گونه‌های کمتر اکتسابی قارچهای خود را روی پسماند حشرات، بذرها، و دیگر بقایای موجودات بدست آمده از فعالیت لاشبرگی کشت می‌کنند. آئینه‌های اکتسابی در سطح بالاتر طبقه‌بندی، که شامل *Acromyrmex* و *Atta* می‌شوند، قارچهای خود را روی پوشش گیاهی تازه، از جمله برگها و گل‌های چیده شده برای همین منظور، کشت می‌نمایند. هویت همزیست قارچی آئینه‌ها در طول یک قرن منشأ تحقیق و تفحص فراوانی بوده است، هرچند که بیشتر محققان هم عقیده بودند که آئینه‌ها یک یا چند گونه از خانواده آقاریفون یا لیبوتاسه (از خانواده بازیدیومیکوئینه، راسته چترسایان) را مبادرت به کشت می‌کردند. اکنون مشخص است که بیشتر آئینه‌ها قارچهایی از خانواده لیبوتاسه کشت می‌کنند، هرچند که برخی گونه‌ها از جنس *Apterostigma* تمایل دارند که قارچ تقریباً نامتجانس با راسته چترسایان، که کاملاً متجانس با *Gerronema* از خانواده تریکولوماتاسه است، کشت نمایند.<sup>۲</sup>

ملکه‌های آئینه باکره، کاملاً مشابه رابطه‌ای که بین مورچه و شیشک از گونه‌های *Acropyga* و *Cladomyrma* تاکنون توصیف شده دیده می‌شود، قطعه‌ای از محیط رشد بومی قارچ آشیانه را در درون حفره آنفروبوکال حمل می‌کنند و از این طریق محیطهای رشد جدیدشان را در پی استقرار کلونی ایجاد می‌نمایند. این تکثیر همگروهی به بروز نیاکان قارچی که کاملاً با نیاکان میزبانان مورچه‌ای شان شباهت دارند منجر می‌شود. باوجود این، حداقل در آئینه‌های سطح پایین طبقه‌بندی، چنین چیزی اتفاق نمی‌افتد. در عوض، جانوران هم رشد قارچی بسیاری از مورچه‌های جنس آئینه، در مقایسه با دیگر قارچهای آئینه، بسیار متجانس تر به گونه‌های آزاد زی هستند، که این نشانگر آن است که برخی مورچه‌های قارچ پرور گاهی اوقات جانوران هم رشد قارچی خود را با جانوران آزادی عوض می‌کنند. علاوه بر آن، در یک منطقه جغرافیایی، مورچه‌های تقریباً نامتجانس - در برخی موارد گونه‌هایی از جنسهای مختلف - ممکن است همگروهی قارچی خود را کشت کنند، که نشان دهنده این است که بعضی از مورچه‌های قارچ پرور گاهی اوقات جانوران هم رشد لانه زی با جانوران هم رشد بدست آمده از محیطهای رشد سایر کلونیهای مورچه عوض می‌کنند.<sup>۳</sup>

1. Barrer & Cherrett (1972); Littledyke & Cherrett (1976); Quinlan & Cherrett (1979);

2. Chapela et al. (1994); Moncalvo et al. (2000);

3. Mueller et al. (1998);

فصل چهارم: ارتباط مورچه‌ها با سایر موجودات زنده / ۱۰۵

### گونه‌های معرف

رایج‌ترین گونه‌های مورچه همانا گونه‌های "ولگرد" هستند؛ دامنه جغرافیایی شان با فعالیت انسانها درآمیخته است<sup>۱</sup> (به جدول شماره ۱-۴ رجوع شود). این مورچه‌ها به گروههای عامل مختلف تعلق دارند (به فصل ۳ رجوع شود) و از روشهای مختلفی استفاده می‌کنند تا با زیستگاههای بسیار متغیر سازگاری پیدا کنند. اینها آشناترین گونه در محیطهای شهری، مناطق ناآرام، و جزایر اقیانوسی محسوب می‌شوند.<sup>۲</sup>

جدول شماره ۱-۴. عمده گونه‌های غیربومی ولگرد و مهاجم<sup>۱</sup>

گونه‌های مهاجم	گونه‌های ولگرد	گونه‌ها
		زیرخانواده دولیچودرینه
بله	بله	<i>Linepithema humile</i> (Mayr)
-	بله	<i>Tapinoma melanocephalum</i> (Fabricius)
-	بله	<i>Technomyrmex alibipes</i> (Smith)
		زیرخانواده فورمیسینه
بله	بله	<i>Anopolepis mefacephala</i> (F. Smith)
بله	-	<i>Paratrechina. fulva</i> (Mayr)
بله	بله	<i>P. longicornis</i> (Latereille)
-	بله	<i>P. vaga</i> (Forel)
		زیرخانواده میرمیسینه
-	بله	<i>Cardiocondyla emeryi</i> (Forel)
-	بله	<i>C. nuda</i> (Mayr)
-	بله	<i>C. venustula</i> (W. M. Wheeler)
-	بله	<i>C. wroughtoni</i> (Forel)
-	بله	<i>Monomorium destructor</i> (Jerdon)
-	بله	<i>M. floricola</i> (Jerdon)
-	بله	<i>M. pharaonis</i> (Linnaeus)

1. Passera (1994);

2. Lieberburg et al. (1975); Clark et al. (1982); Brandão & Paiva (1994); Passera (1994);

بله	بله	<i>Pheidole megacephala</i> (Fabricius)
-	بله	<i>Quadristruma emmae</i> (Emery)
بله	-	<i>Solenopsis geminate</i> (Fabricius)
-	بله	<i>S. richteri</i> (Forel)
بله	-	<i>S. wagneri (invicta)</i> (Stantschi)
-	بله	<i>Tetramorium bicarinatum</i> (Nylander)
-	بله	<i>T. caespitum</i> (Linnaeus)
-	بله	<i>T. Lanuginosum</i> (Mayr)
-	بله	<i>T. pacificum</i> (Mayr)
-	بله	<i>T. simillimum</i> (Smith)
-	بله	<i>Trichoscapa membranifera</i> (Emery)
بله	بله	<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger)
		زیرخانواده پونرینه
-	بله	<i>Hypoponera eduardi</i> (Forel)
-	بله	<i>H. opaciceps</i> (Mayr)
-	بله	<i>H. punctatissima</i> (Roger)

<sup>1</sup>مورچه‌های ولگرد ارتباط تنگاتنگی با فعالیت انسانها دارند و اغلب در ساختمانها لانه می‌سازند. گونه‌های مهاجم در زیستگاههای طبیعی (چه ناآرام و چه آرام) بسر برده و با مورچه‌های بومی رقابت شدید دارند!

اگرچه این مورچه‌ها به همان اندازه در زیستگاههای قاره‌ای آرام یافت نمی‌شود، آنها در هر کجای مناطق استوایی و نیمه استوایی قابل دسترسی هستند.

پنج گونه از رایج ترین گونه‌های مورچه عبارتند از: ۱) مورچه فرعون (*Monomorium pharaonis*)، ۲) مورچه آرژانتینی (*Linepithema humile*)، ۳) مورچه دیوانه (*Paratrechina longicornis*)، ۴) مورچه شَبَه (*Tapinoma melanocephalum*)، و ۵) مورچه کَلَه درشت (*Pheidole megacephala*). هرچند که این مورچه‌ها تنها گونه‌هایی هستند که در هر منطقه جغرافیایی غیر قطبی می‌توان دید<sup>۲</sup>، هیچ گروه عامل یا وجه مشترک تاکسونومیکی بین آنها

1. McGlynn (1999b);

2. McGlynn (1999a);

## فصل چهارم: ارتباط مورچه‌ها با سایر موجودات زنده / ۱۰۷

وجود ندارند، اما اینها بعنوان گونه‌های غیر همزیست انسان بسیار عالی عمل می‌کنند. اگرچه برخی گونه‌ها غالب هستند و در حفظ کامل قلمرو معروفند<sup>۱</sup>، سایر گونه‌ها، فرصت طلب یا نهان زی بوده، و می‌توانند با گونه‌های غیر غالب رابطه همزیستی داشته باشند<sup>۲</sup>.

در حالیکه گونه‌های غالب (بعنوان مثال، *Wasmannia J. humile P. megacephala*، *auropunctata*) معرف هستند، تأثیرشان روی مورچه‌های بومی بدیهی و چشمگیر است. مورچه‌های مهاجم گونه‌های رقیب را از دسترسی به منابع غذایی محروم می‌کنند و از قرار معلوم به لانه‌های گونه‌های مختلف هجوم می‌برند<sup>۳</sup>. مطالعات انجام شده پیرامون مناطق مورد هجوم نشان می‌دهند مورچه‌هایی که فعالیت روشنی و غیر نهان زی دارند بیشتر از همه تأثیر پذیرتر هستند<sup>۴</sup>. در حداقل یک مورد، مورچه‌های مهاجم، روابط همزیستی بین مورچه و گیاه را مختل کرده اند<sup>۵</sup>. روشن است که مناطقی که از این مورچه‌ها برخوردارند، با تنوع کاهش یافته‌ای در خصوص مورچه بومی روبرو هستند. در سطح اکوسیستم، دست کم یک مورچه مهاجم *Solenopsis wagneri*<sup>۶</sup>، که قبلاً به آن *Solenopsis invicta*<sup>۷</sup> می‌گفتند، مناطقی را که دارای گونه‌های معرف بوده اند نابود کرده است، در حالیکه بر روابط اکولوژیکی در سطح چرخه خاک، تجزیه میوه‌ها، و تنوع زیستی جامعه بندپایان خشکی زی بطور کلی تأثیر گذاشته است<sup>۸</sup>.

تأثیرات بلند مدت مورچه‌های معرف بخوبی درک نشده اند. گزارشات بدست آمده از تهاجمات مورچه‌های غیر بومی در بخش هند غربی که به اوایل قرن نوزدهم بر می‌گردد نشان می‌دهند که تغییری در ترکیب جامعه مورچه‌های معرف ایجاد شده است<sup>۹</sup>. ویلسون و تیلر (۱۹۶۷) اعتقاد دارند که ترکیب گونه‌های مهاجم در یک جزیره مورد نظر در طول زمان تغییر می‌کند. گونه‌های مهاجم عموماً در مناطق ناآرام موفق ترند و وضعیتی غیر همگونی از کلونیهای مورچه در بیشتر مناطق ایجاد می‌کنند.

1. Haskins & Haskins (1965); Crowell (1968); Leiberburg et al. (1975); Holway (1995);
2. Hölldobler & Wilson (1990); Delabie et al. (1995);
3. Clark et al. (1982); de Kock & Giliomee (1989); Brandão & Paiva (1994);
4. Holway (1995); Human & Gordon (1996);
5. Bond & Slingsby (1984);
6. Stanschi
7. Buren
8. Porter & Savignano (1990); Vinson (1991);
9. Haskins & Haskins (1965);

گونه‌های معرف می‌توانند در ارزیابی موقعیتی جامعه مورچه بعنوان یک شاخص زیستی عمل کنند. تأثیر مصرف انسانها ممکن است، پیش از مشاهده هرگونه تأثیر بلند مدتی از سوی جامعه مورچه‌های معرف، شاخص حضور این مورچه‌ها باشد. یک مطالعه موردی ارزشمند در جزایر گالاپاگوس انجام شده است<sup>۱</sup>، که در آن کانونهای دامنه فعالیت مورچه مهاجم *W. auropunctata* در شهرها و اردوگاهها معین شدند. همچنانکه دامنه فعالیت به بخشهای وسیعی از جزایر گالاپاگوس گسترش می‌یابد، مورچه معرف مورد نظر همگام با فعالیت انسانها به پیش می‌رود.

### تقدیر و تشکر

از بٹ نورڈن بخاطر تحقیقات گسترده کتابشناختی وی تشکر و قدردانی می‌گردد. در طول انجام تحقیق حاضر، تد آر شولتز از سوی مطالعات علمی مؤسسه انتشاراتی اسمیتسون و همچنین بنیاد ملی علوم با کد DEB-9707209، و همینطور ترنس پی مک گلین از سوی واحد مطالعات بین‌المللی بنیاد ملی علوم حمایت مالی گردیدند.

---

1. Clark et al. (1982);

## فصل ۵

### تنوع مورچه‌ها

ویلیام ال براون جی - آر\*

\*نویسنده اندکی بعد از اتمام این مقاله درگذشت.

فصل حاضر پیش زمینه‌ای از اطلاعات طبقه‌بندی را برای افرادی که ممکن است از تنوع مورچه نمونه برداری کنند یا به دیگر موضوعات مورچه شناسی (از قبیل اکولوژی مورچه) پردازند ارائه می‌دهد، که مستلزم درک و فهم از مشکل شناسایی گونه‌های مورچه است. تصور می‌شود که مورچه‌ها موضوعات مطالعاتی تنوع زیستی بحساب می‌آیند، عمدتاً به این خاطر که اینها جانوران همه جازی بوده، و بسادگی قابل نمونه‌گیری هستند، اما به این خاطر نیز است که شناسایی آنها در مقایسه با شناسایی دیگر تاکس‌های انبوه از قبیل مایتها و پادمانها، قابل پیش بینی تر هستند.

هر چند که در چند سال اخیر جهش‌های بزرگی در علم طبقه‌بندی مورچه‌ها - مخصوصاً انتشار کتاب "مورچه" <sup>۱</sup>، از قبیل راهنمای شناسایی جنسهای مورچه در جهان <sup>۲</sup>، و راهنمای کلی

1. Hölldobler & Wilson (1990),

2. Bolton (1994);

جدید از مورچه‌های جهان<sup>۱</sup> - صورت گرفته است، هنوز در شناسایی سریع و با اطمینان گونه‌های مورچه مورد نظر بسیار ضعیف عمل کرده ایم. چالش‌های اصلی این عرصه عبارتند از جوامع بزرگ و اصلاح نشده جنس‌های مورچه مانند *Camponotus*، *Crematogaster*، و *Pheidole* و همینطور تاکس‌های خاکزی گوناگون کوچکتر اما غالب (به فصل ۸ رجوع شود). برخی جنسها (مانند، *Pachycondyla*، *Pheidole* بومی قاره آمریکا، و جنس‌های داسیتونین)، همچنانکه در کتاب در دست چاپ عنوان شده و در فهرست منابع کمکی پیرامون شناسایی مورچه‌ها در فصل ۱۲ نیز آمده است هم اکنون در دست اصلاح هستند.

### جنس‌های مورچه: کلیات

جدول ۱-۵ اطلاعات کلی پیرامون جنس‌های مورچه را بطور خلاصه در اختیار می‌گذارد؛ برخی گونه‌ها ممکن است با این توضیحات کلی همخوانی نداشته باشند. بخش اعظمی از گونه‌ها در هر جنس عمدتاً از منابع بولتون (۱۹۹۵a) و (۱۹۹۵b) اقتباس شده اند، اما، این تعداد در چند مورد اصلاح یافته اند در حالیکه شمارش آنها احتمالاً در آینده نزدیک با پیدا شدن گونه‌های جدید، چه با شناسنامه و چه بدون شناسنامه، که وجود آنها هم اکنون برای من روشن است، تغییر خواهد یافت. البته، تعداد گونه‌ها همچنان در آینده تغییر خواهد یافت. تغییر قابل توجه دیگر این است که تعداد جنس‌های داسیتونین، که هم اکنون طبق گفته بولتون (۱۹۹۹) تصور می‌شود اِشْباء شده باشد، کاهش پیدا خواهد کرد. گروه‌های عامل این جنسها توسط اندرسون ارائه شده اند (به فصل ۳ رجوع شود).

---

1. Bolton (1995);

جدول شماره ۵-۱. توزیع جغرافیایی، بیولوژی، و اکولوژی جنسهای مورچه در جهان<sup>۱</sup>

مأخذ	گونه‌ها شامل	بیولوژی	زیستگاه و کوچک	زیستگاه و کلان	توزیع جغرافیایی	تعداد گونه	نیمه	زیرخانواده	جنس
Brown & Kempf (1969)	شکارچی ملمرگر	شکارچی جمله چرخه چرخه چرخه	لاشگره		استوایی نو	۶		ملمرینه	<i>Acanthomyrmex</i>
Wing (1968)	همان زه	مراقبت کننده از جوزاان	درون خاکه زه		همالکان بزر حاربه	۱۶		فورمینه	<i>Acanthomyrmeops</i>
Moffett (1986)	ملمرگر اقلیم استوایی	دروکننده بذر هموما اقیور		جنگلهای نیپه مراوطه	سورلیکا تا ملازی	۱۱	ملمرین	ملمرینه	<i>Acanthomyrmex</i>
Brown (1958)	ملمرگر اقلیم استوایی	شکارچی	نیپه زه	جنگلهای نیپه مراوطه ملازیا	استوایی نو	۴	اکانومین	پولرینه	<i>Acanthomyrmex</i>
Mackay (1996)	همان زه	شکارچی شکارچی شکارچی شکارچی	درون خاکه زه		استوایی نو، همالکان بزر مناطق جنوبی حاربه	۱۱	اکانومین	پولرینه	<i>Acanthomyrmex</i>
Goncalves (1961); Fowler (1958); (Molecular)	ملمرگر اقلیم استوایی	کننده فارج	خاکری		استوایی نو، مناطق جنوبی همالکان بزر حاربه	۲۶	آمن	ملمرینه	<i>Acromyrmex</i>
Weber (1944) (Neotropical); Terayama (1985b) (Taiwan, Japan)	ملمرگر مزره	مراقبت کننده از جوزاان	زیر سطح زه		سورلیکا تا مناطق جنوبی مختلج	۵۶	پلاگولین	فورمینه	<i>Acropyga</i>
Smith (1947a,b) (Aparichomyrmex, Neotropical)	ملمرگر اقلیم استوایی	شکارچی مایلها			استوایی نو، نیپه	۸	ملمرین	فورمینه	<i>Aidolonmyrmex</i>
Ward (1994)	؟	شکارچی			مناطق جنوبی ملازیا	۱	پولرین	پولرینه	<i>Aidolonmyrmex</i>



ادامه جدول شماره ۱-۵ :

ساخت	گونه و سال	بیمه نوزی	زیستگاه کوچک	زیستگاه کلان	توزیع جغرافیایی	تعداد گونه	نیزه	زیرخانواده	جنس
Brown (1952)	۳ همان زه				استرالیا مرکزی	۱	فید و لوتون	میزبینه	<i>Aldrichia</i>
Santschi (1923b); Brown (1975)	میزبیکر التم استرالیا				مکزیک	۷	انگلوکلون	میزبینه	<i>Aeniclogiton</i>
Wilson (1964) (Indo-Australi); Atwood (1992); Terayama & Yamane (1989)	مورچه موزار				شرق مدیترانه شمال شرق استرالیا	۱۰۰	انگلوکلون	میزبینه	<i>Aenicus</i>
Belshaw and Bolton (1994b)	۳ همان زه				مکزیک و شرق آفریقا	۱	فید و لوتون	میزبینه	<i>Afroxyridis</i>
Prins (1983)	۴				استرالیا	۷	پلاگیکلوکلون	میزبینه	<i>Algebrauomyrmex</i>
Dlussky (1969: 219); Agosti (1994b)	۴		زومسطح زی	مناطق استری	آفریقا شمالیستارگان	۳	میزبینه	میزبینه	<i>Alloformica</i>
Wheeler & Mann (1942); Kempf (1975b); Bolton (1987)	۳ همان زه	کارنگر میزبیکر استرالیا گینه انگلوکلون			استرالیا	۳	میزبینه	میزبینه	<i>Allomerus</i>
Brown (1960); Baroni-Urbani (1978a) (Mediterranean); Taylor (1978c) (Melanesia); Terayama (1987) (Taiwan); Lauke (1991) (Neotropical)	همان زه	شکارچی هموزا چندبازیان			موزامبوریک استرالیا مکزیک	۵۴	آستیلوبورون	میزبینه	<i>Amblyopne</i>
	۴			مناطق مخالف مردانه	مکزیک	۷	استرالیا	میزبینه	<i>Ancyridis</i>

ادامه جدول شماره ۵-۱:

مآخذ	گروه* شامل	بیمبوی	زیستگاه کوچک	زیستگاه کلان	توزیع جغرافیایی	تعداد گونه	نیزه	زیرخانواده	جنس
Eltershank (1966)	۵	مورچه انگلی غیر کائوچو زوی گونه <i>Ternstroemia caucasiatana</i>			فیلگان، برف‌کندیم، موروس، فیلگان، برف‌کندیم	۱	کائوچو زوی	مدرمنه	<i>Anergates</i>
Wilson et al. (1956)	۵	شکارچی		جنگله نیمه مرطوب	سوی لاکا	۱	انورین	دولجودرینه	<i>Anametus</i>
Santschi (1936, 1937)	۵		زیر سطح زوی		مناطق جنوبی استوایی، استوایی، آفریقا	۱	دولجودرین	دولجودرینه	<i>Anallidius</i>
Bolton (1987)	همان زوی	کائوچو زوی			آیندوما لایا	۷	سولیدوینفون	مدرمنه	<i>Anillomyrmex</i>
Eltershank (1966)	۵ همان زوی				استوایی	۱	فیلد و لوجون	مدرمنه	<i>Anisopheidole</i>
Bolton (1973a)	مدرکتر الفلم استوایی		نیمه زوی		استوایی آفریقا	۱	لینتور اسون	مدرمنه	<i>Ankylomyrma</i>
Brown (1978) (world); Lattke (1986) (Neotropical); Wang (1993) (China)	شکارچی مدرکتر	شکارچی	کند زوی		مناطق استوایی و گرم معتدل، فیل فیلگان، برف‌کندیم	۷۷	آندونوما شون	ایورینه	<i>Anochetus</i>
Taylor (1990a)	همان زوی				آیندوما لایا	۴	ایوما لومبرین	لینتالینه	<i>Anomalomyrma</i>
Shattuck (1992a, 1992b)	جنس شامل		لر سطح زوی و نیمه زوی		آیندوما لایا، استوایی	۷۴	دولجودرین	دولجودرینه	<i>Anonychomyrma</i>

ادامه جدول شماره ۱-۵:

مآخذ	گونه‌های شامل	بیمولوژی	زیستگاه کوچک	زیستگاه کلان	توزیع جغرافیایی	تعداد گونه	تیره	زیرخانواده	جنس
Prins (1982) (custodiensgroup, partial)	اقلیم سرد	کارگر	روستای زی		استوایی آفریقا، هائنگان، بحر قزوق، قطر، بحر الهند و سوا آسیا	۲۲	بلاکولیدین	فورمیسینه	<i>Anaplolepis</i>
Snelling (1975)	؟				منطق جنوبی استوایی نو	۶	مولدولیدین	میزوسینه	<i>Antichthonidris</i>
Smith (1961) (Niugini); Amol'di (1976a) (USSR); Umphrey (1996) (Nearctic)	قرصت طلب منمزرکز اقلیم استوایی	کارگر طیار منمزرکز			کل دنیا، قطر استوایی آفریقا و آمریکای جنوبی	۱۲۷	فیدولیدین	میزوسینه	<i>Aphaenogaster</i>
Snelling (1979b)	منمزرکز اقلیم استوایی		بسته روی، اکثر در حفره های گیاهی		استوایی آفریقا	۱	میزاجیمیزیدین	فورمیسینه	<i>Aphonomymex</i>
Brown et al. (1970)	همان زی	شکارچی چندبایان زیمولیدوم ورق	زی زی		استوایی آفریقا	۱	آپومیزیدین	لیتانیلیدینه	<i>Apomyrma</i>
Lattke (1997)	منمزرکز اقلیم استوایی	کشت کننده قارچ	حاکری		استوایی نو	۳۲	آسین	میزوسینه	<i>Apterostigma</i>
Brown (1972)	همان زی	شکارچی			مالدووا آسیا	۱	داسین	میزوسینه	<i>Asdetogenys</i>
Brandão et al. (1999)	همان زی	کوچ نخبین	زی زی		استوایی نو، آنگرهای آمازون و جنگلهای اتلانتیک	۴	لیتانیلیدین	لیتانیلیدینه	<i>Asphinctanilloides</i>
Brown (pers. obs.)	همان زی	شکارچی			استوایی آفریقا	۱	پورین	پورینه	<i>Asphinctopone</i>
Bolton (1981 b)	منمزرکز اقلیم استوایی				استوایی آفریقا	۲	لیتونیوراسین	میزوسینه	<i>Atopomyrma</i>

ادامه جدول شماره ۵-۱:

مآخذ	گروه گامد	بیولوژی	زیستگاه کوچک	زیستگاه کلان	توزیع جغرافیایی	تعداد گونه	نیره	زیرخانواده	جنس
Borgmeier (1959)	متمزکل اقلیم استوایی	کشت کننده قارچ	حاکری	گلان	استوایی مناطق جنوبی هائیتی باز خدیف	۱۵	آنتون	میلرمینینه	<i>Atta</i>
Arnoldi (1930); Taylor (1979b)	۴	شکارچی			آذربایجان	۱	اکتائوسون	یورینه	<i>Aulacopone</i>
Shattuck (1991)	۴				استوایی آفریقا	۱۳	دولیدچورین	دولیدچورینه	<i>Aspilobas</i>
Longino (1991) (spp. inhabiting <i>Geococcyx</i> )	جنس خائلب	کارگر میدومستگر شکارچی سورنگ‌های فرانگلی	بیلچه زی		استوایی آفریقا	۷۰	دولیدچورین	دولیدچورینه	<i>Azelea</i>
Agosti (1994a)	۴	گودینه های کارگر	روستخ زی		انگلیز مراکش	۳	فورنسیسین	فورنسیسینه	<i>Bajcaridris</i>
Bolton (1981 b)	۴		بستر جنگل		استوایی آفریقا	۲	امناستین	میلرمینینه	<i>Baracidris</i>
Lattke (1990)	۴		بستر جنگل		استوایی آسیا	۱	امناستین	میلرمینینه	<i>Bartanymyia</i>
Brown and Kempf (1960); Brown (1974a)	نهان زی	شکارچی عموما موزسانه	بستر جنگل	جنگلهای بسته مراکز	استوایی آسیا	۶	بامیلورولین	میلرمینینه	<i>Basicevos</i>
Baroni Urbani (1975b); Brandão (1989) (Brazil)	۴	شکارچی عموما خواران کامپوزین	لازارک	جنگلی	استوایی آسیا	۲	یورین	یورینه	<i>Belonopelta</i>
(Kempf (1967c)	متمزکل اقلیم استوایی	لازه خوار	لازارک	جنگلی	استوایی آسیا	۲	ملفا رید آنتون	میلرمینینه	<i>Blepharidatta</i>
Bolton (1987)	نهان زی		رزمه زی		استوایی آفریقا	۲	سولیدورین	میلرمینینه	<i>Bombolita</i>

ادامه جدول شماره ۵-۱:

مخاد	گونه ها	بیولوژی	زیستگاه کوچک	زیستگاه کلان	توزیع جغرافیایی	تعداد گونه	تیره	زیرخانواده	جنس
Shattuck (1992b)	متمركز القلم سوزن				همالگان نو، قديم، از قبل تا استرالیا	۲۴	دوليجودوزين	دوليجودوزينه	<i>Bathitomyrmex</i>
Santschi (1923a) (out of date)	متمركز القلم استوائی	گونه گارگر، حبل متمركز	دانه زي، درختی، و شبه زي انواع نوسينه		استوائی نو، همالگان نو، جليد، حبل نوسين، حراجي زيگر	۴۰	پراجيميرينين	فوريمينه	<i>Brachymyrmex</i>
Baroni Urbani (1975a) (India); Bolton (1981a) (Africa)	۵				ايندوآلبانی	۱	ترگمانو-پيرينين	فوريمينه	<i>Bregmatomyrmex</i>
Kusnezov (1951d) (Argentina); Yasumatsu and Brown (1951, 1957) ( <i>hecurileans</i> complex; E Palearctic); Hashimi (1973) ( <i>Myrmotherix</i> ); Dimpert (1985) ( <i>Karavaiavia</i> ); Snelling (1988) ( <i>Myrmecoma</i> , Nearctic); Wang et al. (1989a, 1989b) (China); Robertson (1990) ( <i>Subgaleus</i> group); Dimpert et al. (1993) ( <i>Karavaiavia</i> , McArthur and Adams (1996) ( <i>nigricans</i> group, Australia); Radchenko (1996a) Palearctic Asia); Mackay (1997) ( <i>Myrmecotenus</i> ); Mackay & Mackay (1997) ( <i>montivagus</i> group, <i>Myrmecotoma</i> )	کامبو-توتينه حبل غالب	گونه گارگر، حبل متمركز	حاکری، جوت زي، از نوع بلژمرد، و درخت زي		استوائی، افريقا، ايندوملائري	۲۴	استوائين	ميريمينه	<i>Calyptomyrmex</i>
					مراکز دنيا	۹۳۵	کامپونين	فوريمينه	<i>Camponotus</i>

ادامه جدول شماره ۵-۱:

مآخذ	گروه شامل	بیولوژی	زیستگاه کوچک	زیستگاه بزرگ	توزیع جغرافیایی	تعداد گونه	نیره	زیرخانواده	جنس
Bolton (1982) (Afrotropical); Radchenko (1995) (Fate arctic)	قرصت طلب				مناطق گرم سبز، اقلیم معتدل، اقلیم سردسوی، هرجانه دریگار	۲۵	پاپوآ نیو گینیا	مردم‌نمینه	<i>Caridocomyxa</i>
Xu (1999)	همان‌زه				استرالیا، آفریقا، آسیای شرقی	۱۸	فیدو و فوجوئیدین	مردم‌نمینه	<i>Clarebana</i>
Kempf (1975b)	۵ همان‌زه				استرالیا، آسیای شرقی	۳	مردم‌نمینه	مردم‌نمینه	<i>Carabarella</i>
Bolton (1974a); Snelling (1979a)	مختصر کرم، اقلیم گرم	لاشه جوار	خاکریز		مناطق استوایی و میان‌استوایی	۴۵	فوروسیدین	فوروسیدین	<i>Caraglyphis</i>
Kempf (1967a) (Neotropicid); Brown (pers. obs.)	مختصر کرم، اقلیم استوایی		بسته زره و باز جفرا، همان‌گیا می		استرالیا، آفریقا، آسیای شرقی، هند	۴۵	کاتانولاسین	مردم‌نمینه	<i>Carantacus</i>
Kempf (1941, 1958a); Andrade and Baroni Urbini (1999)	همان‌زه	شکارچی، همان‌زه، مورچه‌نمینه	لاشه	مورچه‌نمینه زره	استرالیا، آسیای شرقی، آسیای غربی	۶	یونرسین	یونرسین	<i>Centromyrmex</i>
Brown (1975) (Neardid); Radchenko (1993) (Vietnam); Terayama (1996) (Japan)	مختصر کرم، اقلیم استوایی	گردو (گردو)، جوار	بسته زره، دارانه، ماقه‌ها در ماقه‌ها، درختان درختانی		استرالیا، آسیای شرقی	۳	هفالتونین	مردم‌نمینه	<i>Cephalotes</i>

ادامه جدول شماره ۱-۵:

منبع	گونه ها	پیدایش	زیستگاه کوچک	زیستگاه کلان	توزیع	تعداد گونه	نیزه	زیرخانواده	جنس
Kutter (1973); Buschinger et al. (1988) (W Palearctic); Radchenko (1989) (USSR) ; Cagniant and Espadaler (1997a) (Morocco)	همان زده، شکارچی مستزرکن	ارمنستان مورچه ها شکارچی دیگر مورچه ها			کازخستان اسفند گرم و معتدل	۱۲۰	همه ایاجین	همه ایاجینه	<i>Cerapachys</i>
Borgmeier (1955) Brown (1950); Kempf (1960c); Bolton (pers. comm.)	مستزرکن الفلم الفلمی	شکارچی گونه لینتوراکس و زده گس آنها				۸	لینتوراکسین	مستزرکنینه	<i>Chalepovenus</i>
Borgmeier (1955)	مستزرکن الفلم الفلمی	مورچه ها شکارچی			اسفند اسفند	۴	اسفندین	دوربینینه	<i>Cheltonymex</i>
Brown (1950); Kempf (1960c); Bolton (pers. comm.)		شکارچی			اسفند اسفند	۱	داسفندین	مستزرکنینه	<i>Chelysarrum</i>
Wilson (1989)	مستزرکن الفلم الفلمی					۷	فیدولین	مستزرکنینه	<i>Chimacridris</i>
Brown (1976a, 1976b)		شکارچی			اسفند افریقا	۱	داسفندین	مستزرکنینه	<i>Cladarogenus</i>
Agosti (1991); Agosti et al. (1999)	مستزرکن الفلم الفلمی مستزرکن همان زده		نبیله زده دانه آبیانه در گرم همان زده و مستزرکنها		اسفند افریقا مورچه ها شکارچی و لینتوراکس شکارچی	۵	همه ایاجین	مستزرکنینه	<i>Cladomyrma</i>
Bolton (pers. comm.)		شکارچی			اسفند اسفند	۱	داسفندین	مستزرکنینه	<i>Codonomymex</i>

ادامه جدول شماره ۵-۱:

مآخذ	گروه <sup>۱</sup> مآخذ	نیمه نوزی	زیستگاه کوچک	زیستگاه کلان	نوزیج	تعداد گونه	نیمه	زیستگاه	جنس
Brown (1974b, 1974c)	۳ همان زی	شکا زی ماگساها			استرالیا، آسیا، آفریقا	۱	داسین	مدرسه	<i>Colobastrinus</i>
Brown (1974b, 1974c); Brown & Kempf (1960)	۳ همان زی	شکا زی ماگساها			استرالیا، آسیا، آفریقا	۱	داسین	مدرسه	<i>Concoctio</i>
Buren (1968B) (Nearctic); Ootoyama (1998) (Japan)	همان زی	شکا زی ماگساها	زیستگاه دره شکا زی ماگساها		استرالیا، آسیا، آفریقا	۱	داسین	مدرسه	<i>Creightonids</i>
Brown (pers. obs.)	همان زی	شکا زی ماگساها	زیستگاه دره شکا زی ماگساها		استرالیا، آسیا، آفریقا	۱	داسین	مدرسه	<i>Crematogaster</i>
Brown (1975); Andrade (1978)	همان زی	شکا زی ماگساها	زیستگاه دره شکا زی ماگساها		استرالیا، آسیا، آفریقا	۸	داسین	مدرسه	<i>Cryptopone</i>
Bolton (1981b)	همان زی	شکا زی ماگساها	زیستگاه دره شکا زی ماگساها		استرالیا، آسیا، آفریقا	۱۰	داسین	مدرسه	<i>Cylindromyrmex</i>
Kempf (1964, 1965) <i>Trimoxus</i> group; Bagnall, Suter & Bagnall (1992) <i>Trimoxus</i> group	همان زی	شکا زی ماگساها	زیستگاه دره شکا زی ماگساها		استرالیا، آسیا، آفریقا	۲	داسین	مدرسه	<i>Cyphobites</i>
Rigato (1994)	همان زی	شکا زی ماگساها	زیستگاه دره شکا زی ماگساها		استرالیا، آسیا، آفریقا	۲۷	داسین	مدرسه	<i>Cyphomyrmex</i>
Taylor (1985)	همان زی	شکا زی ماگساها	زیستگاه دره شکا زی ماگساها		استرالیا، آسیا، آفریقا	۱	داسین	مدرسه	<i>Dacarta</i>
	همان زی	شکا زی ماگساها	زیستگاه دره شکا زی ماگساها		استرالیا، آسیا، آفریقا	۷	داسین	مدرسه	<i>Dacitnops</i>



ادامه جدول شماره ۵-۱:

مؤلف	گروه <sup>۱</sup> عامل	بوم‌زایی	زیستگاه کوچک	زیستگاه <sup>۲</sup> کلان	توزیع	تعداد گونه	تیمبر	زیرخانواده	جنس
Bolton (1976)	۵ شکارچی ملم‌زنگ	شکارچی	شکارچی، مزارع، درختان توت‌خانی	جنگلهای سازمان مزارع درختان	استرالیا، نیوزیلند	۱	درختان	ملم‌زبینانه	<i>Daceton</i>
Mann (1916)	۳				استرالیا	۶	نیواسکو	ملم‌زبینانه	<i>Dacetonortium</i>
Emery (1897) (out of date); Brown (pers. obs.)	ملم‌زنگ ملم‌زنگ ملم‌زنگ	شکارچی	ملم‌زنگ		استرالیا، نیوزیلند	۷	کانتون‌های نیوزیلند	ملم‌زبینانه	<i>Dendroponax</i>
Bolton (1981a)	همان‌زه	شکارچی			هند و نیوزیلند	۳۳	نیوزیلند	ملم‌زبینانه	<i>Diacamma</i>
Wheeler (1924) (out of date)	ملم‌زنگ ملم‌زنگ ملم‌زنگ				آفریقا	۴	استرالیا	ملم‌زبینانه	<i>Dicrocarys</i>
Kempf (1971)	شکارچی ملم‌زنگ	شکارچی	شکارچی	جنگلهای سازمان	آفریقا، نیوزیلند	۶	نیوزیلند	ملم‌زبینانه	<i>Dilobosomkyla</i>
Bolton (1987)	۳				نیوزیلند	۴	نیوزیلند	ملم‌زبینانه	<i>Dinoponax</i>
Brown (1958)	همان‌زه	شکارچی ملم‌زنگ ملم‌زنگ	شکارچی		استرالیا، نیوزیلند	۱	نیوزیلند	ملم‌زبینانه	<i>Diploantium</i>
Shattuck (1992a)	ملم‌زنگ ملم‌زنگ	شکارچی ملم‌زنگ	شکارچی		استرالیا، نیوزیلند	۷۵	نیوزیلند	ملم‌زبینانه	<i>Dicostyena</i>
Clark (1940) (Australia; out of date); Mackay (1993) (New World); Xu (1995b) (China)	ملم‌زنگ ملم‌زنگ ملم‌زنگ	شکارچی ملم‌زنگ	شکارچی		استرالیا، نیوزیلند	۱	نیوزیلند	ملم‌زبینانه	<i>Doleroponax</i> <i>Dolicheoderus</i>

فصل پنجم: تنوع مورچه‌ها / ۱۲۱

ادامه جدول شماره ۵-۱:

مخاد	گروه* حاصل	بیلوئوژی	زیستگاه	زیستگاه کلان	حیطه ژئوگرافی	تعداد گونه	شماره	زیرخانواده	جنس
Brown (1974d, 1974e)	۴	شکارچی، همان زی			استوایی، آفریقا	۱	بومریس	بومریس	<i>Doloponera</i>
Brown (1948)		شکارچی			کوبا	۱	دامپلیس	ملمریسینه	<i>Doridopsis</i>
Kutter (1945) (Europe); Buschinger (1981)	ملمریس، ملامریس، اقلیم سرد	داران زندگی، انگلی روی، گورچه های لیبنتولر اکس			همالگان میز، همالگان میز، خلیج	۴	لیبنتولر اسفین	ملمریسینه	<i>Doronomymex</i>
	ملمریس، اقلیم سرد	مورچه های سرباز			استوایی، آفریقا، هند	۶۰	دورپلیس	دورپلیسینه	<i>Dorylus</i>
Kusnezov (1951e) (S Neotropical); Snelling and Hunt (1975) (S Neotropical); Snelling (1995a) (Neartic)	قرصت طلب (۶) برخی از جنسها از نوع غالب هستند	کارگر، غیرملمریس، ملامریس			استوایی، نیمه شمالی	۵۰	دولنجود زینه	دولنجود زینه	<i>Dorymymex</i>
Taylor (1968b)	همان زی	شکارچی			هند و مالاوی، غرب مالتزی	۱	دامپلیس	ملمریسینه	<i>Dysedopognathus</i>
	خمسه غیر غالب	کارگر	صنعه زی		هند و مالاوی، شمال استرالیا	۲۴	کامپوسین	فورمسیسینه	<i>Echinospha</i>
Borgmeier (1955); Watkins (1976, 1982 [Mexico])	ملمریس، اقلیم استوایی	مورچه های سرباز	دوسطی، مازنده، آبیانه، موقن		استوایی، نیمه شمالی، خلیج	۱۲	اسپتوسین	دورپلیسینه	<i>Ectilon</i>
	۴				استوایی، آفریقا	۱	دولنجود زینه	دولنجود زینه	<i>Echphorella</i>
Kugler and Brown (1982)	۴ قرصت طلب	شکارچی، داران زندگی، دیگر مورچه ها، ملامریس، لوبولر اکس، طراقتس	خاکری، داران زندگی، دیگر مورچه ها، ملامریس، لوبولر اکس، طراقتس	مناطق جنگلی، ساوانا	استوایی، نو	۱	اکتاتومسین	بومریس	<i>Ectatomma</i>

ادامه جدول شماره ۵-۱ :

مآخذ	گروه حامل	بیمبوزی	زیستگاه کوچک	زیستگاه کلان	توزیع جغرافیایی	تعداد گونه	تیره	زیرخانواده	جنس
Buroth Urbani (1978b) (as Belonopelta)	همان زی	شکارچی			اسرائیل، اندونزی	۳	پولری	پولریه	<i>Emeromyrme</i>
Bolton (1987)	متمركز القلم استوایی				ایندونزی	۱	سولنوسینین	سولنوسینینه	<i>Epichaidis</i>
Buschinger (1989); Cugnani and Espadaler (1997b) (Morocco)	انگل گورمه	مهاک گورمه			ممالک جزیره	۱۱	لیتوتوراسین	لیتوتوراسینه	<i>Epimyrmica</i>
Brown (1948, 1949b); Bolton (1972 [world], 1983 [Japan], 1984 [Morocco], 1968a) (Malaysia); Ogiwa (1990) (Japan)	همان زی	شکارچی			ممالک جزیره، اندونزی، استرالیا، آفریقا، ایندونزی	۸	داسینین	داسینینه	<i>Epirivus</i>
Brown (pers. obs.)	شکارچی	شکارچی				۷	داسینین	داسینینه	<i>Epopastrinus</i>
Kempf (1951)	متمركز القلم استوایی	بازمها	بیشه زی		استرالیا	۳	سفالونین	سفالونینه	<i>Eucryptoceras</i>
(Brown (1953b)	متمركز القلم استوایی				ایندونزی	۶	لاسین	لاسینه	<i>Eupenoleis</i>
Brown and Kempf (1960); Taylor (1968b, 1980, 1990b) (Indo-Australia)	همان زی	شکارچی	لاسه زی		استرالیا، مناطق جنوبی ممالک جزیره، ایندونزی، استرالیا	۳۵	پاسدوسولن	پاسدوسولنینه	<i>Eurhopalothrix</i>
Alpert (pers. comm.)	؟				ممالک استرالیا	۲	سولنوسینین	سولنوسینینه	<i>Euteranortium</i>

فصل پنجم: تنوع مورچه‌ها / ۱۲۳

ادامه جدول شماره ۵-۱:

مأخذ	گروه عامل	سینوژوی	زیستگاه	زیستگاه کلان	زیستگاه	تیره	زیرخانواده	جنس
Shattuck (1992a)	جنس عامل، متمركز القليم گرم ماتل	کا رگن مبور متمركز	روستخ زي		استوایی سوز، همانگان سوز خاند	دوليجودرزين	دوليجودرزينه	<i>Forelius</i>
Kutter (1931)	جنس عامل				ایند وما لایا	کامپولین	فورمیسینه	<i>Formicophilus</i>
Dlussky (1964 [exsecta group in USSR], 1965 [Mongolia, Tibet], 1967 [Palearctic J], Francoeur (1973) [Guaza group, Nearctic]); Dlussky & Pisarski (1971) (Poland); Buren (1984) (nearctic group, Europe); Karpavskaja (1980) (for eastern Russia); Wu (1990) (China)	متمركز القليم سرد، قرصت طلد	کا رگن مبور متمركز، مراقبت کننده از خوزرا لان	روستخ زي		همانگان سوز خاند، همانگان سوز قدیم، مناطق گرم تا سرد خاندان	فورمیسین	فورمیسینه	<i>Formica</i>
Francoeur et al. (1985) (world)	متمركز القليم سرد		تند هم جنس زي، همسایه سوزچه ها		همانگان سوز	لینتوزر اسین	میزمیسینه	<i>Formicovexus</i>
Shattuck (1992a, 1996b) (Australia)	جنس عامل				همانگان سوز قدیم	دوليجودرزين	دوليجودرزينه	<i>Progasterella</i>
Cole (1949) (partial)	جنس عامل، متمركز القليم استوایی		بيطه زي		ایند وما لایا	گمومیزمیسین	فورمیسینه	<i>Gisomymex</i>
Kempf and Lenko (1968)	متمركز القليم استوایی		لانہ ساز در جویهای سوزخاند، گمان روي گمانها زي	جنگلهای سازانی، سازانی	استوایی سوز	گینگالینوین	فورمیسینه	<i>Gigantops</i>

ادامه جدول شماره ۱-۵:

مآخذ	مردود مناطق	بیمونوزی	زیستگاه کوچک	زیستگاه بزرگ	زیستگاه کلان	جغرافیای توزیع	شماره گونه	نیره	زیرخانواده	جنس
Kempf (1960c) (Neotropics); Bolton (1983) (Africa)	هات زه	شکاری	لاشه زه	مناطق سوازیلاند	استرالیا، نیوزیلند، آفریقا، استرالیا	۱۳	داسین	مدریسینه	<i>Chamyomyrmex</i>	
Lutke (1995) (New World); Brandão and Lutke (1990) (Ecuador); Xu and Zhang (1996) (China)	منموزیکر افلیم استرالیا	شکاری لاشه خوار	حاکری و زای آبیانه در کنده هان بومبیه	مناطق جنگلی، سوازیلاند	استرالیا، نیوزیلند، آفریقا، استرالیا	۱۰۲	آکتانوسون	بومرینه	<i>Chamyomyrmex</i>	
Santschi (1929) (out of date)	منموزیکر افلیم گرم	دوم کنده بزر		رصدن بومرینه	مناطق جنوبی، فوانگان بزرگ	۵	فیدولین	مدریسینه	<i>Gyromyrmex</i>	
Kempf (1959, 1960c); Bolton (pers. comm.)	هات زه	شکاری			استرالیا، نیوزیلند	۷	داسین	مدریسینه	<i>Gyromyrmex</i>	
Bingham (1903) (S. Asia; out of date)	منموزیکر افلیم سرد	بزرده گلی بار اسیت مای لینوز کپی			فوانگان بزرگ جنوب، فوانگان بزرگ	۳	لینوزوراسون	مدریسینه	<i>Harpagoxenus</i>	
Brown (1958); Kempf (1962)	منموزیکر افلیم سرد	شکاری	کنده زه		جنرالین، فوانگان، سوازیلاند	۶	بومرین	بومرینه	<i>Harpagoxenus</i>	
Brown (1958)	منموزیکر افلیم سرد	شکاری			استرالیا، نیوزیلند، آو	۱۵	آکتانوسون	بومرینه	<i>Heteroponera</i>	
	منموزیکر افلیم سرد	کارگر معمول معمول			زایله نو	۷	مدریسین	مدریسینه	<i>Huberia</i>	

فصل پنجم: تنوع مورچه‌ها / ۱۲۵

ادامه جدول شماره ۵-۱:

مآخذ	مگرو-مائل	بیم‌لوزی	زیستگاه کوچک	زیستگاه بزرگ	زیستگاه کلان	موزیس	تعداد گونه	تیمبر	زیرخانواده	جنس
Kempf (1973a)	متمركز اقلیم استواری	کازنگر عقل متمركز	دارای آبناهی در لاگون زه و تنه زه	مناطق جنگلی ساوانا	استواری مناطق جنگلی ساوانا	استواری مناطق جنگلی ساوانا	۱۳	متمركز	متمركزینه	<i>Hylomyrma</i>
Brown (pers. obs.)	همان زه	کازنگر متمركز		مناطق جنگلی ساوانا	مناطق جنگلی ساوانا	مناطق جنگلی ساوانا	۱۵۰	بومزین	بومزینینه	<i>Hypomyrma</i>
Brown (1985)	؟همان زه	متمركز		مناطق جنگلی ساوانا	مناطق جنگلی ساوانا	مناطق جنگلی ساوانا	۶	استواری	متمركزینه	<i>Indomyrma</i>
Denishorpe (1946)	آبمتمركز استواری	کازنگر متمركز		مناطق جنگلی ساوانا	مناطق جنگلی ساوانا	مناطق جنگلی ساوانا	۶	بومزین	متمركزینه	<i>Irmyrma</i>
Shattuck (1992a, 1992b, 1993) ( <i>guyanensis</i> group), (1996) ( <i>chacors</i> group)	جنگلی مائل	کازنگر عقل متمركز		مناطق جنگلی ساوانا	مناطق جنگلی ساوانا	مناطق جنگلی ساوانا	۵۵	بومزین	متمركزینه	<i>Iridomyrma</i>
Bolton (1984)	همان زه	کازنگر متمركز	لاگون زه	مناطق جنگلی ساوانا	مناطق جنگلی ساوانا	مناطق جنگلی ساوانا	۶	بومزین	متمركزینه	<i>Irbidomyrma</i>
Bolton (1991), Xu (1999)	متمركز استواری	کازنگر متمركز		مناطق جنگلی ساوانا	مناطق جنگلی ساوانا	مناطق جنگلی ساوانا	۵	بومزین	متمركزینه	<i>Kantaris</i>
Brown (1949c) (Japan); Wilson and Brown (1956) (New Guinea)	همان زه	کازنگر متمركز		مناطق جنگلی ساوانا	مناطق جنگلی ساوانا	مناطق جنگلی ساوانا	۴	بومزین	متمركزینه	<i>Kyrtaris</i>
Borgmeier (1955); Watkins (1976)	متمركز اقلیم استواری	متمركز عقل متمركز	رومط زه مائل استواری	مناطق جنگلی ساوانا	مناطق جنگلی ساوانا	مناطق جنگلی ساوانا	۸	استواری	متمركزینه	<i>Labidus</i>

ادامه جدول شماره ۱-۵:

مآخذ	گروه عامل	بیولوژی	بسته‌های کوچک	زیستگاه و مکان	توزیع	تعداد گونه	نیره	زیرخانواده	جنس
Smith (1944); Fernandez and Buena (1997) (Colombia)	۵ ممبریکر اقلیم استوایی سرد	کارگر عمود ممبریکر	لازیکی زی	جنگلهای لیمنه مرطوب	استوایی نو	۳	استوایی	ممبریکر	<i>Tachomyrmex</i>
Snelling and Hunt (1975)	کارگر عمود ممبریکر				فیلیپین آزانه	۵	ممبریکر	ممبریکر	<i>Lastophanes</i>
Wilson (1955) (world); Seifert (1988a, 1990 [European <i>Chthorectasus</i> I, 1992 [Patentecic <i>Leius</i> s. l.]; Yamanechi (1978) (Japan); Xu (1994a) (China)	ممبریکر اقلیم سرد	کارگر عمود ممبریکر، مراقبت کننده از خوردنیان	روستای زی، درخت زی، زیر جاکه زی		هائگان نو جدیده، هائگان نو، قدیم، مناطق سختی معتدل	۷۵	لاسی	ممبریکر	<i>Leius</i>
	۳	کارگر ممبریکر			مناطق جنوبی استوایی - آفریقا • اندونزی - آفریقا • ایلند و آفریقا	۴۵	پلانیفیلیدین	ممبریکر	<i>Leptoieta</i>
Baroni Urbani (1977)	همان زی	شکارچی گروهی همان زی			مناطق جنوبی هائگان نو قدیم، آفریقا، آسی ایندونزی، آفریقا، آمریکا	۶۶	پلانیفیلیدین	پلانیفیلیدین	<i>Leptanilla</i>
B randao et al. (1999)	همان زی	شکارچی ممبریکر، توزیع ممبریکر	زیرسخت زی		استوایی نو، آندس و کوهستانها	۴	پلانیفیلیدین	پلانیفیلیدین	<i>Leptanilloides</i>
Bingham (1903) (India); Bolton (1975b) (Africa)	شکارچی ممبریکر	ایرودوندها گروهی، همان زی توزیع ممبریکر			سراسر مناطق مرطوب، مناطق لیمنه استوایی	۷۷۷	پلانیفیلیدین	پلانیفیلیدین	<i>Leptogenys</i>

فصل پنجم: تنوع مورچه‌ها / ۱۲۷

ادامه جدول شماره ۵-۱:

مآخذ	گروه مآخذ	نیمه نوزی	زیستگاه گیوچک	زیستگاه کلان	توزیع جغرافیایی	تعداد گونه	تیره	زیرماده	جنس
Wheeler (1934) (out of date)	ملمرگر اقلیم استوایی		دارای حلقه‌های بزرگ		استوایی از طریق ساحل‌های آمریکای جنوبی	۱۶	دولتچورد زین	دولتچورد زین	<i>Leptomyrmex</i>
Bernard (1956) (W Europe); Kempf (1958C) ( <i>Neomyrmex</i> Neotropical); Baroni U Urban (1978b); <i>Microtonischa</i> , Nesbitt (1982); <i>Microtonischa</i> (Atropotenti); Dilusky & Soyunov (1988) ( <i>Tennothorax</i> , USSR); Taylor (1989) (Australia); (1994b, 1994b) (C and E Palearctic); Chagnant & Espadler (1997a) Morocco; Terayama and Mackay (2000) ( <i>Moragoni</i> )	ملمرگر اقلیم سرد ملمرگر استوایی اقلیم استوایی	کارگر و انگل غیر ملمرگر	حاکم، ویرانگر زی، چوب درختی	روشن زی سنگ	سراسری از استوایی (?) از استوایی	۳۱۵	لیپتومیزا اسدن	سازمان‌یافته	<i>Leptothorax</i>
Shattuck (1992a, 1992b)	جنس عالم	کارگر غیر ملمرگر			استوایی غیر استوایی ملمرگر غیر ملمرگر	۱۴	دولتچورد زین	دولتچورد زین	<i>Eimerpiloboma</i>
Wheeler (1905); Shattuck (1992b)	جنس عالم	کارگر غیر ملمرگر			عالمی غیر استوایی ملمرگر غیر ملمرگر	۶	دولتچورد زین	دولتچورد زین	<i>Isometopum</i>
Eittershank (1966)	ملمرگر اقلیم استوایی		زین دارای حلقه‌های بزرگ		استوایی و غیر استوایی	۸	عنا ایروسیان	سازمان‌یافته	<i>Liomyrmex</i>



ادامه جدول شماره ۵-۱ :

مآخذ	گونه ها	تپوژونی	زیستگاه کوچک	زیستگاه کلان	توزیع جغرافیایی	تعداد گونه	نیزه	زیرخانواده	جنس
Rigato (1994b)	متمركز اقليم استوایی متمركز اقليم استوایی	کارگر عظیم متمركز			ایندونسیا	۴	فندولین	مترسینه	<i>Lophomyrma</i>
	متمركز اقليم استوایی متمركز اقليم استوایی	متمركز			از اندونسیا تا ژاپن	۷۰	اسفامین	مترسینه	<i>Lordomyrma</i>
Shattuck (1992b)	متمركز اقليم استوایی متمركز اقليم استوایی	کارگر عظیم متمركز			استرالیا	۶	دولتچودرین	دولتچودرین	<i>Lowerella</i>
Wheeler and Wheeler (1986) (Nearctic)	متمركز اقليم سرد ؟ همان زی	کارگر عظیم متمركز			استرالیا همانگونه که چینو، همانگونه که ژاپن، شرقی همه شرقی	۶	فندا و لوگنوتونین مترسینه	مترسینه	<i>Machomyrma Manica</i>
	؟ همان زی	کارگر عظیم متمركز			میانگانه استرالیا	۵	اسفامین	مترسینه	<i>Mogyrella</i>
Brandao (1990); Fernandez & Pehico (1997)	متمركز اقليم استوایی متمركز اقليم استوایی	کارگر عظیم متمركز همانگونه که هولیکت همانگونه که هولیکت در آبنانه آبیهها	جاگزی و زیر بوست زیر سنگ زیر	مناطق جنگلی مناطق مناطق	استوایی نو	۳۳	سولولومینین	مترسینه	<i>Megalomyrma</i>
Bolton (1982)	؟	متمركز اقليم استوایی کارگر عظیم متمركز	زیر بوست درخت زی		استوایی آفریقا، مادداگاسکار	۴	میلوسونا رمدن	مترسینه	<i>Melissotarsus</i>
	متمركز اقليم گرم	کارگر عظیم متمركز		متمركز اقليم استوایی متمركز اقليم استوایی متمركز اقليم استوایی	استرالیا	۷۱	ملاهورین	مترسینه	<i>Melophorus</i>

ادامه جدول شماره ۵-۱:

ساخت	گروه حامل	پنولوژی	زیستگاه کوچک	زیستگاه کلان	توزیع جغرافیایی	تعداد گونه	نرخ	زیرخانواده	جنس
Bolton (1983a) (Africa); Taylor (1998) (Australia); Schoell (1998)	متمركز افتم گرم	درو، گافگر، گافگر، پراکنده	حاکری		ایستوایی، مازانگانه، و استرالیا	۵۵	میانگورون	مزدیسینه	<i>Microstaphylus</i>
Taylor (1973)	متمركز	متمركز	حاکری		استرالیا	۶	داستین	مزدیسینه	<i>Microstruma</i>
Bernard (1954, 1979); M. Smith (1956a) (Neartic); as <i>Microstaphylus</i> and di (1977); Yoshimoto and di Tolinne (1981); Csgniant and Espadaler (1997b) (Morocco)	متمركز افتم	درو، گندینه، باز	حاکری		مالگانه، مازانگانه، و آفریقا، شرقی	۳۰۶	فیدولین	مزدیسینه	<i>Mezoor</i>
	متمركز افتم	متمركز، موزانه	داری، آفانی، موزانه		مازانگانه، مازانگانه، و استرالیا	۱۶	مالیولین	مزدیسینه	<i>Metopone</i>
Bolton (1983)	۵ همان زه	متمركز	گافگر		ایستوایی	۷	داستین	مزدیسینه	<i>Microdaceton</i>
DuBois (1981, 1986) (Neartic); Bolton (1987) (Australia); Kudenhenko (1997)	جنس غیر متمركز، متمركز، متمركز، متمركز، متمركز	گافگر، موزانه، موزانه، موزانه، موزانه			مراکز مناطق استوایی و گرم معتدل	۷۸۶	موزولینولین	مزدیسینه	<i>Monomorium</i>

ادامه جدول شماره ۵-۱:

مصدر	گروه عامل	بیولوژی	زیستگاه کوچک	زیستگاه کلان	توزیع جغرافیایی	تعداد گونه	نیره	زیرکائواده	جنس
Kempf (1960b); Mahye-Nunes (1995)	ملمرگر اقلیم استوایی	کفت کننده فارغ	خاکری	لبه های ساحلی	استوایی نو	۲	البن	ملمرینه	<i>Mycetarotes</i>
	ملمرگر اقلیم استوایی	کفت کننده فارغ	خاکری		استوایی نو	۶	البن	ملمرینه	<i>Mycetophylax</i>
	ملمرگر اقلیم استوایی	کفت کننده فارغ	خاکری		جنوب فرانسه جزر خنک	۲	البن	ملمرینه	<i>Mycetosarthys</i>
Kempf (1963)	ملمرگر اقلیم استوایی	کفت کننده فارغ	خاکری		استوایی نو	۲	البن	ملمرینه	<i>Mycocorynus</i>
Willey and Brown (1983), Brown (pers. obs.)	ملمرگر اقلیم استوایی	شکارچی، مزارع، مگه شکارچی، ملمرگر، روی مورچه			ال جزیره (شمال)، جنوب شرقی آسیا	۳۷	پودریس	پودریس	<i>Mycopias</i>
	ملمرگر اقلیم استوایی	شکارچی			از ایالت وینزانا	۱	آمانتو-پودریس	پودریس	<i>Mycoposone</i>
Ward (1990)	ملمرگر اقلیم استوایی		شیشه زه		استوایی نو	۱	شبه ملمرینه	شبه ملمرینه	<i>Mycridax</i>
Brown (1953c) (partial), (1990), Ogata & Brown (1991)	ملمرگر اقلیم استوایی	شکارچی، شکارچی، ملمرگر			استوایی نو، جزر خنک	۸۶	ملمرینه	ملمرینه	<i>Mymecia</i>
Brown (1949a), (N. Senneker & Terayama (1985a), (E Asia)	ملمرگر اقلیم استوایی	شکارچی، مزارع، ملمرگر			فالیگان جزر خنک، قدیم	۲۸	ملمرینه	ملمرینه	<i>Mymecina</i>

ادامه جدول شماره ۵-۱:

مآخذ	گروه شامل	بسیار نادر	زیستگاه کوچک	زیستگاه گلان	توزیع جغرافیایی	تعداد گونه‌ها	تیره	زیرخانواده	جنس
Shelling (1976, 1982)	متمركز، القلم، انتراس	كارگر غير متمركز، حشره كنگره، حشره سمل، حشره سوزن، هاي متمركز			مناطق عربي، هانگان تار، حديد، سمن، زيستگاه هاي لاج بزرگ	۷۸	فورميسين	فورميسينه	<i>Myrmecocystus</i>
Kusnezov (1951b) (Patagonia)	متمركز، القلم، مزد		ممنوعه زي		استرالنيا	۵	میلوسورین	فورميسينه	<i>Myrmecorhyssalus</i>
Menozi (1939) Himalaya, Tibet), Weber (1947, 1948, 1950b) (Nearctic, with synopsis of the species group), Arnoldi (1970) [European USSR], 1976b [central USSR]; Kopyanskaya (1986) (USSR); Kupyanskaya (1986) (USSR); Safer (1988b) (W. Asian Ch. Republics et al. (1997) (Osh, Republicet al. (1998) (ritae group)	فرست طلب	كارگر غير متمركز	حاشيه داراي آبيانه درون حشره هاي گياهي		هانگان تار، حديد، انتراس، چوبهاي پوسيده	۱۰۰	میلوسورین	فورميسينه	<i>Myrmica</i>
	متمركز، القلم، انتراس		بیشه زي		استه انتراس، انتراس، انتراس	۳۱	میلوسورین	میلوسورينه	<i>Myrmica</i>
	متمركز، القلم، انتراس	كهنه كنگره، حشره ۴، كارگر غير متمركز			استه انتراس	۷۴	انتراس	میلوسورينه	<i>Myrmecorycta</i>

ادامه جدول شماره ۱-۵:

مآخذ	گروه عامل	بیمه‌نوعی	زیستگاه کوچک	زیستگاه کلان	توزیع جغرافیایی	تعداد گونه	تیره	زیرخانواده	جنس
Moffett (1985), Agosti (1992)	شکارچی ملمرگر	شکارچی* عمدتاً در بستر جنگل	دو سطح زی	جنگلهای لبه مربوط	از هند تا سولومون	۳۱	ملمرگر-آنتون	ملمرگر-آنتون	<i>Myrmoceras</i>
Menozzi (1929)	نهان زی	شکارچی* عموماً از جنگلهای چندبایان				۳۱	ملمرگر-آنتون	ملمرگر-آنتون	<i>Myrarium</i>
Bergmeier (1955), Walkington (1976, 1982, 1985), Ward (1999b) (Nearctic)	ملمرگر اقلیم استوایی	مورچه های عمدتاً از مورچه مورچه ما زکار می کنند	زیروسطح زی* سازنده آبناهنه موقتی			۱۷۰	استونون	استونون	<i>Neivamyrmex</i>
Sheela & Narendran (1997)			زیروسطح زی	مناطق جنگلی	هند	۱	لیکا ریڈ آنتون ؟	ملمرگر-آنتون	<i>Neoblepharidatra</i>
Brown (1959)	نهان زی	شکارچی* عموماً از بایا دورها			استوایی نو	۴	دامینون	دور-لیکا	<i>Neotoma</i>
Bergmeier (1955); Watkins (1977)	ملمرگر اقلیم استوایی	مورچه های سوزنا			استوایی نو	۷	استونون	دور-لیکا	<i>Nomamyrmex</i>
Petersen (1968)	نهان زی				سلازی	۱	لیکا-آنتون	لیکا-آنتون	<i>Neonilla</i>
Snelling (1975); Bolton (1987)	ملمرگر سرد				عمده جنوبی استوایی نو	۳	سولومون-آنتون	سولومون-آنتون	<i>Neotrichs</i>
Taylor (1978a)	شکارچی ملمرگر	شکارچی شب فعال	شکارچی* فعال زی درختان	جنگلهای بزرگ	جنوب استرالیا	۱	سولومون-آنتون	سولومون-آنتون	<i>Nothomyrmex</i>
Brown (1955)	ملمرگر اقلیم سرد	کارگر ملمرگر	دو سطح زی		استرالیا	۷	سولومون-آنتون	سولومون-آنتون	<i>Neoteneis</i>

فصل پنجم: تنوع مورچه‌ها / ۱۳۳

ادامه جدول شماره ۵-۱:

مآخذ	مآخذ گونه‌ها	پیمودوزی	زیستگاه کوچک	زیستگاه کلان	توزیع جغرافیایی	تعداد گونه	نمونه	زیرخانواده	جنس
Shattuck (1992a)	جنس صبور خانله	کتاب رنگر ملمبرگر	زومستخ زی		استرالیا	۲	کامپونین	فورمسیپینه	<i>Notostigma</i>
Kempf (1975b)	قرصت طلب خانله	کتاب رنگر عبار ملمبرگر	زومستخ زی		از شرق تا استرالیا، آسیای جنوبی	۴	دولتخوردزی	دولتخوردزی	<i>Ochetillus</i>
Brown & Kempf (1960); Palacio (1997) (Colombia)	ملمبرگر خانله	کتاب رنگر عبار ملمبرگر	زومستخ زی	مناطق جنگلی	استوا آسیا شمالی	۲	اوجتو ملمبرگر	ملمبرگر	<i>Ochetomyrmex</i>
Bolton & Marsh (1989)	ملمبرگر خانله	ملمبرگر عبار ملمبرگر	زومستخ زی		استوا آسیا شمالی	۶۰	ناسی ملمبرگر	ملمبرگر	<i>Ocotostruma</i>
Brown (1976c, 1977b, 1978) (world); Deyrup et al. (1985) (SE United States); Wang (1993) (China)	قرصت طلب ملمبرگر خانله	ملمبرگر عبار ملمبرگر	خاکری زی	مناطق آبشار ملمبرگر	استوا آسیا آفریقا	۳۷	فندولتو	ملمبرگر	<i>Ocyrymex</i>
Brown (pers. obs.)	ملمبرگر خانله	شکارچی ملمبرگر	زومستخ زی		کلیه مناطق استوا آسیا آفریقا ملمبرگر	۵۵	پومرین	پومرین	<i>Odonomacchus</i>
	ملمبرگر خانله	شکارچی ملمبرگر	زومستخ زی		ایندونزی	۲	پومرین	پومرین	<i>Okontoponera</i>
	ملمبرگر خانله	شکارچی ملمبرگر عبار ملمبرگر	دراز زی		استوا آسیا آفریقا ملمبرگر	۶	اکوفیلین	فورمسیپینه	<i>Oecophylla</i>

ادامه جدول شماره ۱-۵:

مآخذ	گروه عامل	بیمه‌ی بومی	زیستگاه کوچک	زیستگاه کلان	توزیع انبساطی	تعداد گونه	تجزیه	زیرخانواده	جنس
Weber (1950a, 1952) (partial Atropical)	تهان زی	کمانگر، هان زه، دره، دره، مورزیانه			کمانگر، هان زه، دره، مورزیانه	۹۳	فندق و لوگنوسین	منازیمینینه	<i>Oligomyrmex</i>
	منترگر، اقلیم، املو، اسی	شکا رچی، گروچی		حکله‌های نیمه مرطوب	املو، اسی	۸	املو، اسی	ایرورینه	<i>Oxyechomyrmex</i>
	منترگر، اقلیم، املو، اسی	کمانگر، هان زه، دره، مورزیانه			املو، اسی	۶۳	کمانگر، هان زه، دره، مورزیانه	فوزیمینینه	<i>Opiathomyr</i>
Taylor (1977, 1978b, 1979a, 1980)	منترگر، اقلیم، املو، اسی	شکا رچی			املو، اسی	۷۹	املو، اسی	منازیمینینه	<i>Oxyecomyrmex</i>
	منترگر، اقلیم، املو، اسی	شکا رچی			املو، اسی	۱	کمانگر، هان زه، دره، مورزیانه	فوزیمینینه	<i>Oxyechomyr</i>
Kempf (1974a)	منترگر، اقلیم، املو، اسی	شکا رچی، گروچی، مورزیانه، دره، دره، مورزیانه	لاشوک زی		املو، اسی	۱۱	املو، اسی	منازیمینینه	<i>Oxyechomyr</i>
Santschi (1929)	منترگر، اقلیم، املو، اسی	دره، دره، مورزیانه			املو، اسی	۹	فندق و لوگنوسین	منازیمینینه	<i>Oxyechomyr</i>
Brown (pers. obs.); Xu (1994b) (China)	منترگر، اقلیم، املو، اسی	شکا رچی، مورزیانه، دره، دره، مورزیانه			املو، اسی	۱۵۰	املو، اسی	ایرورینه	<i>Pachyconomyr</i>
Bolton and Belshaw (1993)	تهان زی	کمانگر، هان زه، دره، مورزیانه			املو، اسی	۱۰	فندق و لوگنوسین	منازیمینینه	<i>Papadomyr</i>
Shattuck (1992a)	منترگر، اقلیم، املو، اسی	کمانگر، هان زه، دره، مورزیانه			املو، اسی	۴	املو، اسی	منازیمینینه	<i>Papadomyr</i>

فصل پنجم: تنوع مورچه‌ها / ۱۳۵

**ادامه جدول شماره ۵-۱:**

مؤلف	گروه عامل	بوتولی	زیستگاه کوچک	زیستگاه کلان	نوع زیستگاهی	تعداد گونه	نمبره	زیرمجموعه	جنس
	۵		ساکریه، دارای خصالت بیضه ای		استواریسو	۱	اکتائوسوم	یورزیته	<i>Raupromera</i>
Kusnezov (1955); Brown (1960)					کش جنوبی استواریسو	۱	اسپانکولوسین	یورزیته	<i>Raupromerella</i>
Bolton (1988b)	مخمرکننده، استواریسو				استواریسو	۱	لیتلونوراسین	یورزیته	<i>Rauiropala</i>
Trager (1984) (Nemethi)	مخمرکننده، قورصت طلبه	کایزگر، مخمرکننده			کل مناطق استواریسو و معتدل	۱۰۷	لاصن	قورزمینه	<i>Rauirochina</i>
Brown and Boisvert (1979); Smith (1947) (Chantrelia); Brown (1960) (Chantrelia); Hartley (1994) (C. American)	مخمرکننده، استواریسو	شکارچی			معتدل	۷	ن اسپلین	مخرمینه	<i>Pentastigma</i>
Taylor (1970a)	مخمرکننده، استواریسو				مخمرکننده آمریکای مرکزی	۲	مخرمینه	مخرمینه	<i>Pezizomyces</i>
Snelling (1979c)	مخمرکننده، استواریسو				شرق استرالیا	۱	لیتلونوراسین	مخرمینه	<i>Pezizomyces</i>
Bolton (1987)	۵				مناطق جنوبی استرالیا	۱	مخرمینه	قورزمینه	<i>Phacota</i>
Kempf (1960a)	۵				مناطق جنوبی استواریسو	۱	فلاکتورمخرمینه	مخرمینه	<i>Phylactomyces</i>



ادامه جدول شماره ۵-۱:

مآخذ	گونه	بیمولوژی	زیستگاه و کوچک	زیستگاه کلان	توزیع جهانی	تعداد گونه	نیمه	زیرخانواده	جنس
Wheeler and Wheeler (1930); Petersen (1968)	جنس غیر صالح				ایران	۴	کامپونولون	میزومینه	<i>Phasmodomyrmex</i>
Kusnezov (1951) (Argentina); Gregor (1981) (Newark, Ogata, 1982); Wilson (1982) (forthcoming) (Sew World); Zhou and Zheng (1999) (China)	همان زن	عمدا درونگر بندری، همزیستی با میزبانان، چلر خوارزند	اکثرًا خاکریز، اشتهای و گرم و خشک، درختها و بوتهها، لانه می		ایران و سایر مناطق	۶	اینها ایلیون	اینها ایلیون	<i>Phacodomyrma</i>
Shattuck (1992a)	همان زن	تکایرگنر، همزیستی با میزبانان، خورده آف	تشنه		ایران و سایر مناطق	۳۰	اینها ایلیون	اینها ایلیون	<i>Phacodomyrma</i>
Wheeler (1922a) (out of date)	جنس صالح	کارگر	بسیار زیاده زود، شلخت شان		ایران و سایر مناطق	۷	اینها ایلیون	اینها ایلیون	<i>Phacodomyrma</i>
Brown (1977a)	شکارچی	شکارچی	کلیتاً آری		ایران و سایر مناطق	۳	اینها ایلیون	اینها ایلیون	<i>Phacodomyrma</i>
Radchenko (1989) (USSR); Radchenko (1996) (central and southern Palearctic)	همان زن	تکایرگنر، همزیستی با میزبانان			ایران و سایر مناطق	۵۳	اینها ایلیون	اینها ایلیون	<i>Phacodomyrma</i>
Brown (1975:4)	شکارچی	شکارچی، بسیار زیاده زود، همزیستی با میزبانان	بسیار زیاده زود، همزیستی با میزبانان		ایران و سایر مناطق	۳۷	اینها ایلیون	اینها ایلیون	<i>Phacodomyrma</i>

فصل پنجم: تنوع مورچه‌ها / ۱۳۷

ادامه جدول شماره ۵-۱:

مآخذ	گونه‌ها	بسیاری	کوچک	زیمنگاه گلان	زیمنگاه	توزیع جغرافیایی	تعداد گونه	نیره	زیمنگاه داده	جنس
Bolton (1974b)	شکارچی ملمزگر	شکارچی موزانیا و نم آنها				استرالیا آفریقا	۱۷	بومزین	بومزین	<i>Plectrotona</i>
	ملمزگر الفلم ملمزگر ملمزگر ملمزگر ملمزگر		صندل زده آنها خوردن گیا می			استرالیا و آسیا آفریقا جنوب	۵۷	لیتوژاسین	ملمزین	<i>Podomyrma</i>
Mann (1921)	ملمزگر الفلم ملمزگر		میله زه			ملمز	۱	لیتوژاسین	ملمزین	<i>Poecilomyrma</i>
Krombein (1951) (S. Neotropical); Cole (1968) (Neartic); Snelling (1981); Shattuck (1987) ( <i>occidentalis</i> complex); Fernández & Palacios (1997) (Neotropical)	ملمزگر ملمزگر ملمزگر	کازگر ملمزگر و درو کنده نادر	خاکری			استرالیا آسیا نیوزیلند	۵۸	ملمزین	ملمزین	<i>Pogonomyrma</i>
Wheeler (1968) (Neartic); Agosti (1994a)	شکارچی ملمزگر	مورچه انگلی و <i>Formica</i>				شکارچی ملمزگر	۴	فورمیسین	فورمیسین	<i>Polyergus</i>
Hung (1967) (sub-genera); Hung (1970), (subgenus <i>Polyrachis</i> ); Bolton (1973b, 1973c) (Africa); Bolton (1975c) (subgenus <i>Polyrachis</i> ); Santschi (1988) (subgenus <i>Polyrachis</i> group in Australia); 1988 [ <i>oxygaster</i> group]; 1989 [ <i>pacens</i> group in Australia]; Kohout & Taylor (1990) ( <i>ochropus</i> group); Wang & Wu (1990) ( <i>ochropus</i> group); Wang & Wu (1995) (subgenus <i>Hemirachis</i> )	جنس ملمزگر	کازگر شکارچی ملمزگر	بسیاری از آنها میله خاکری			ملمز آسیا نیوزیلند آفریقا استرالیا	۲۷۷	کامپوسین	کامپوسین	<i>Polyrachis</i>

ادامه جدول شماره ۵-۱:

مآخذ	گروه عامل	بیولوژی	زیستگاه کوچک	زیستگاه کلان	توزیع جهانی	تعداد گونه	نمونه	زیرخانواده	جنس
Taylor (1967) (world); Terayama (1990) (Japan)	همان زی	شکارچی بیلابیان کوچک			همانگان بزرگ، خالکوب، خالکوب بزرگ، ابله، ابله ایسی، ابله ایسی بزرگ، خالکوب بزرگ، خالکوب بزرگ، خالکوب بزرگ، ابله و ابله ایسی بزرگ	۳۳	یونان	یونان	<i>Ponera</i>
Brown (1960) (New World-Australian); Teron Palearectic (1974) (Afrotropical)	ملمرگر، اقلیم سرد	شکارچی، مبرهنه‌نگار			همانگان بزرگ، خالکوب، خالکوب بزرگ، خالکوب بزرگ، خالکوب بزرگ، ابله و ابله ایسی بزرگ	۸	فروزمین	فروزمین	<i>Prionolepis</i>
Bolton (1981 B) (Afro-tropical); Xu (1995a) (China)	ملمرگر، اقلیم ایسی بزرگ	کارگر، مبرهنه‌نگار، شکارچی، مبرهنه‌نگار			همانگان بزرگ، خالکوب، خالکوب بزرگ، ابله و ابله ایسی بزرگ	۱۷	آمناتور بزرگ	یونان	<i>Prionospila</i>
Bolton (1981 B) (Afro-tropical); Xu (1995a) (China)	همان زی	شکارچی، هموسا، خالکوب بزرگ			همانگان بزرگ، خالکوب، خالکوب بزرگ، ابله و ابله ایسی بزرگ	۳۶	ملمرگر	ملمرگر	<i>Pristosymex</i>
Rigato (1999a)	ملمرگر، اقلیم ایسی بزرگ	لاشه خوار	خاکری		همانگان بزرگ، خالکوب، خالکوب بزرگ، ابله و ابله ایسی بزرگ	۱	ملمرگر	ملمرگر	<i>Prozita</i>
Taylor (1965); Brown (1975) (world); Terayama & Ogata (1988) (Japan); Agosti (1994b) (Neotropical)	همان زی	شکارچی	لاشه خوار	مناطق جنگلی	همانگان بزرگ، خالکوب، خالکوب بزرگ، ابله و ابله ایسی بزرگ	۱۳	بلای	یونان	<i>Proholumymex</i>
Brown (1958 [world], 1979 [Malagasy]); Teron (1981) (Africa); West (1988) (New World)	همان زی	شکارچی، مبرهنه‌نگار، شکارچی، مبرهنه‌نگار			همانگان بزرگ، خالکوب، خالکوب بزرگ، ابله و ابله ایسی بزرگ	۲۹	آمناتور بزرگ	یونان	<i>Proceratium</i>

ادامه جدول شماره ۵-۱:

ساختار	گونه	بوم‌زی	زیستگاه کوچک	زیستگاه کلان	توزیع جغرافیایی	گونه نام	نمبره	زیرخانواده	جنس
Kempt (1951, 1957)	ملمبرگر (فلمبر) اسنو آبی	بوم‌زی گردنه خوراوند	میشه زی		اسنو آبی، تور	۳۹	هفتا لوندین	ملمبرمیشینه	<i>Procryptocerus</i>
Agosti (1994a) (references to regional keys)	۵	کا رگر	روصطح زی		همالکان بزر قندیم	۷۴	فورمبندین	فورمبندینه	<i>Proformica</i>
McArenvey (1947) (out of date)	ملمبرگر، قلمبر سرد، قلمبر سرد	کا رگر، بوم‌زی، درون‌گنبد، درون‌جنگل	روصطح زی، خاک‌زی	جنگلهای با زنی نیمه اسنو آبی	همالکان بزر، خنک‌خسته، لندون‌بند	۱۹	ملمبرفورمبندین	فورمبندینه	<i>Prolasius</i>
Brown (1980a, 1980b)	همان زی	شکا رچی		جنگلهای نیمه مرطوب	کوه‌ها و کلمبیا و مازولان	۱	با سی سردوندین	ملمبرمیشینه	<i>Protalaridius</i>
Taylor (1990a)	همان زی	شکا رچی			ایند و ما لایا	۲	آبونا لوندین	لینا لوندینه	<i>Protanilla</i>
	ملمبرگر، قلمبر سرد	مورچه ارگانی و گردنه کبونه			همالکان بزر قندیم	۱	لینونفورمبندین	ملمبرمیشینه	<i>Protonognathus</i>
Bolton (1975b)	همان زی	شکا رچی، شاپل از کوه‌ها، کوه‌های لومبرمیشینه			اسنو آبی، آقروفا	۶	بوندین	بوندینه	<i>Psalidomyrmex</i>
Wheeler (1922b)	ملمبرگر، قلمبر اسنو آبی		میشه زی		ایند و ما لایا	۱	بمراجه‌ملمبرمیشین	فورمبندینه	<i>Pseudaphonomomyrmex</i>
	ملمبرگر، قلمبر اسنو آبی	گردنه ارگانی، قلمبر اسنو آبی	دارای آفریانه در گونه		اسنو آبی، سو	۱	آبیین	ملمبرمیشینه	<i>Pseudotria</i>



فصل پنجم: تنوع مورچه‌ها / ۱۴۱

**ادامه جدول شماره ۵-۱ :**

مخند	گروه شامل	بوم‌بومی	زیستگاه کوچک	زیستگاه کلان	توزیع جغرافیایی	تعداد گونه	تیره	زیستگاه داده	جنس
Bolton (1986)	۵	کارگر، غیور، مستمزرگر			استرالیا، آفریقا، مغرب آسیا، اروپا	۱۰	تترا مورین	مستقیم	<i>Rhopronomymex</i>
Clark (1936) (Australian out of date), Ward (1980) (Europe group), 1984 (New Caledonia)	فرست طلب	شکارچی، غیور، مستمزرگر				۱۰۲	اکتا نومین	یونیفرم	<i>Rhytidoponera</i>
Kugler (1994)	مستمزرگر، اولیوم، استرواسی	کارگر، غیور، مستمزرگر	لاشویک زی		استرالیا، مغرب آسیا، جنوبی، جنوبی، جنوبی، استرالیا، مغرب آسیا	۲۷	۵ استنامین	مستقیم	<i>Rogeria</i>
Smith (1953a, 1953b, 1956b); Taylor (1990d)	مستمزرگر، اولیوم، استرواسی				استرالیا، مغرب آسیا، جنوبی، جنوبی، جنوبی، استرالیا، مغرب آسیا	۸	لیپوتورا سین	مستقیم	<i>Romblonella</i>
Agosti (1994a)	۵	مورچه، کارگر، بزرگ، کفش	خاکری	همزار	مناطق جنوبی، شمالی، مغرب آسیا، مغرب آسیا	۲	فورمین	فورمین	<i>Roisomymex</i>
Rosciuszki (1994) (Malaysia)		<i>Formica</i>	لاشویک زی، آسمانی، در	جنگلی، استرواسی، پسته	ایندونزی، استرالیا	۱	سولتومین	مستقیم	<i>Rostronymex</i>
Bolton (1991)	مستمزرگر، اولیوم، استرواسی				ایندونزی، استرالیا	۲	لیپوتورا سین	مستقیم	<i>Rotastrum</i>
	مستمزرگر، اولیوم، استرواسی		آسمانی		استرالیا، آفریقا	۱	سانتین	فورمین	<i>Santschiella</i>
Bates (1925); Petersen (1968)	همه زی				ایندونزی، استرالیا	۱	آرماتومین	لیپوتورا	<i>Scyphodon</i>

ادامه جدول شماره ۵-۱:

مخاد	گروه عامل	بیولوژی	زیستگاه کوچک	زیستگاه کلان	توزیع جغرافیایی	تعداد گونه	نیزه	زیرخانواده	جنس
Bolton (1988a)	۳	کشته، متمرکز، اقلیم استواری	حاکاره، مریخ در کله های فرسوده	آفتاب	استواری	۱	مردانه	<i>Sericomyrmex</i>	
Bolton (1983)	همان زی	شکارچی، صابونها، همان زی		استواری	۱۹		مردانه	<i>Sericomyrmex</i>	
Gotwald & Brown(1966); Brown (pers. obs.)	همان زی	شکارچی، شکارچی، شکارچی	لاشخورزی	استواری	۱۲	دامین	مردانه	<i>Sericomyrmex</i>	
Brown (1975)	همان زی	شکارچی، شکارچی، شکارچی		استواری	۱۴	مردانه	مردانه	<i>Sinopelta</i>	
Brown (1983a, 1964) (world); Bolton (1983) (Afrotropical); Ward (1988) (W Neartic); Terayama et al. (1995) (Taiwan); Terayama et al. (1999); Ogata & Sano (2000) (China)	همان زی	شکارچی، شکارچی، شکارچی		استواری	۱۶	مردانه	مردانه	<i>Sinopelta</i>	
Shelton & Hunt (1975) (Chile); Thompson & Johnson (1989) (Florida); Ross & Trager (1990) (Savanna complex); Trager (1991) (geminata group); Dlussky (1994) (C. Palaeartic)	همان زی، متمرکز، صابونها، همان زی	شکارچی، شکارچی، شکارچی	لاشخورزی	استواری	۱۲۲	دامین	مردانه	<i>Synthistruma</i>	
	همان زی	شکارچی، شکارچی، شکارچی		استواری	۱۸۰	استواری	مردانه	<i>Solenopsis</i>	

فصل پنجم: تنوع مورچه‌ها / ۱۴۳

ادامه جدول شماره ۵-۱:

مآخذ	گروه* حاصل	بیولوژی	زیستگاه کوچک	زیستگاه کلان	توزیع جهانی	نماد گونه	تیره	زیرخانواده	جنس
Brown (1975)	همان‌زی	شکارچی توده‌ای مورچه‌ها			استواری آمریکا ایندونزی آسیا آفریقا، اروپا، جنوب شرقی، نیوزیلند	۲۲	سوراخ‌خیز	سوراخ‌خیز	<i>Sphinctomyrmex</i>
Diniz (1990)	همان‌زی	شکارچی هم‌زی	خاکری	جنگله‌های خسته موزون	استواری آسیا	۳	استواری	استواری	<i>Stegomyrmex</i>
Yamamoto & Murakami (1960); Jouin Smith (1962) (C.A. Smith); Stralling (1973) (Nesarevic); Arnoldi (1975) (USSR); DuBois (1998) (Palearctic and Oriental)	ملمرکن ایندونزی مورچه	شکارچی ملمرکن			همان‌گیان چین مالزی آسیا	۴۲	استواری	استواری	<i>Stenamma</i>
McAveney (1957) (out of date)	ملمرکن ایندونزی ایندونزی	کاشان ملمرکن			آسیا	۱	استواری	استواری	<i>Stenomyrmex</i>
Brown (pers. obs.)	ملمرکن ایندونزی مالزی	کاشان ملمرکن سورمه‌ها آرد		توده خاکری	آسیا	۴۸	استواری	استواری	<i>Stigmacros</i>
Pisarski (1966); Baroni Urbani (1969) (Palearctic and Palearctic); Radchenko (1985, 1991) (USSR)	ملمرکن ایندونزی	کاشان ملمرکن سورمه‌ها آرد		توده خاکری	آسیا	۱	استواری	استواری	<i>Streblognathus</i>
Brown (1962) (New World); Bolton (1983) (Africa); Latke & Gotth (1997) (Venezuela)	همان‌زی	شکارچی هم‌زی هم‌زی			همان‌گیان آسیا	۲۵	استواری	استواری	<i>Strongylognathus</i>
		<i>Tetramorium</i>			کلیه مناطق استواری و مناطق گرم و معتدل هم‌زی	۱۹۰	استواری	استواری	<i>Strumigenys</i>



ادامه جدول شماره ۱-۵:

مآخذ	گروه عامل	بیولوژی	کوچک زیستگاه	زیستگاه کلان	توزیع جغرافیایی	تعداد گونه	نیزه	زیرخانواده	جنس
Brown & Kempf (1960)	همان زی عامل	شکارچی		جنگله کلیه مناطق	استوایی نو	۱	فاسی مارونین	میرمیمنه	<i>Talaridris</i>
Emery (1925b) (Paleartic; out of date)	فرست طلب، جانب عسل عامل	کارگر عسل متمرکز			کل مناطق استوایی و مناطق معتدل	۶۰	دولنجود رین	دولنجود رینه	<i>Tapinoma</i>
Brown & Kempf (1967b)	؟ همان زی					۱	آگروکوومیرمیرمیر	میرمیمنه	<i>Tanidris</i>
	فرست طلب	کارگر غیرمتمرکز			مناطق استوایی نو قدیم ، نیکوگوله غیرنوس مزارع زراعتی	۶۰	دولنجود رین	دولنجود رینه	<i>Technomyrmex</i>
Kutter (1950); Tinaut (1990)	؟	مورچه انگلی کارگر گونه های <i>Tetramorium</i>			مناطق قدیم	۷	نژا مورین	میرمیمنه	<i>Telamomyrmex</i>
Bolton (1981b)	متمرکز القم استوایی		عمداً بیخه زی، و در حفرة های گنبا هي		استوایی آفریقا، مزارع مزار	۱۵	لیلتا نورامین	میرمیمنه	<i>Tertaner</i>
McAreevey (1957)	متمرکز القم استوایی		دارای آبمیانه در لایه های جنگلی	جنگله نیبه مناطق	شرق استرالیا	۱	لاصین	فورمیمنه	<i>Terratomymex</i>
Bolton (1991)	؟				موزونو	۱	استامین	میرمیمنه	<i>Tethanymma</i>

ادامه جدول شماره ۵-۱:

مصدر	گروه عامل	بیم‌نوزی	زیستگاه کوچک	زیستگاه کلان	توزیع جغرافیایی	تعداد گونه	نمونه	زیرخانواده	جنس
Bolton (1976 [partial], 1977 [Indo-Australian], 1979 [Madagascar, New World], 1980 [Africa], Wang et al. (1988) (China), Radchenko & Arachian (1990) (prox group, caucasus), Radchenko (1992) (USSR), Cigliantini (1997) (Morocco)	فرست‌طلب	کازنگر غیرمتمركز			کلا مناطق استوایی و مناطق معتدل مکزیکوس قطب امریکای جنوبی	۲۱۵	نیز اسوزین	مترمیمینه	<i>Tetramorium</i>
Ward (1990); Wu & cWiang (1990) (China)	متمركز اقلیم استوایی		بیمینه زی، و در حفره های گیناهی	مناطق جنگلی	مناطق استوایی نیز قدیم و مناطق گرم و معتدل، جز اروپا	۷۸	بیمه مترمیمین	بیمه مترمیمینه	<i>Tetraponera</i>
Kempf (1975)	شکارچی متمركز	شکارچی مکزیکوس	لاشویزی و فعال در گونه های آبناهی	مناطق جنگلی، ما و آنا	استوایی نو	۶	بوزرین	بوزرینه	<i>Thaumatomyrmex</i>
Mann (1926)	همان زی متمركز اقلیم استوایی	شکارچی	لاشویزی		استوایی نو	۱	داسین	مترمیمینه	<i>Tingimyrme</i>
		گفت کننده فایز، دارای آبیانه بومبیده از کاه، تمبیه کننده ورودیهای لانه از نوع متمركز	حاکم		مناطق جنوبی فازگان نیز جدید	۲۱	آبیم	مترمیمینه	<i>Trachymyrme</i>
	همان زی	شکارچی متمركز	زیر حاکم و همان زی		استوایی نو	۲	اوجینو مترمیمین	مترمیمینه	<i>Transopelta</i>

ادامه جدول شماره ۱-۵:

مأخذ	گروه شامل	بیولوژی	زیستگاه کوچک	زیستگاه کلان	توزیع	تعداد گونه	نیزه	زیرخانواده	جنس
Brown (1965a); Bolton (1983, unpublished)	میان ری	شکارچی، عمدتاً از سوراخها		گلان	مناطق کوهستانی و مناطق سردسیر	۱۵۰	داسین	مترزمینه	<i>Trichoscopa</i>
Bolton (1994) (male only)	مترکز				ایندوما آلیا	۱	لینتوز اسین	مترزمینه	<i>Tricyanus</i>
Shattuck (1990, 1992b)	مترکز		مشبه ری، در کله های گلی		ملازی، شمال شرقی اندونزی	۶	دولینجور اسین	دولینجور	<i>Turneria</i>
Brown (1965)	میان ری	شکارچی	در کله های فرسوده	مناطق جنگلی	استونیس لو	۵	لنلوم مترزمین	ایرولینه	<i>Typhlomymex</i>
	مترکز		بسیاری از کله های فرسوده		جنون تا میان استونیس، ماژاکاسکار	۵۰	منابون	مترزمینه	<i>Vollenhovia</i>
Bolton (1991)	مترکز		بسیاری از کله های فرسوده		ایندوما آلیا	۱۷	لینتوز اسین	مترزمینه	<i>Vombisidius</i>
	مترکز	کارگر	مشبه ری، حاکم		استونیس، اندونزی	۸	مطفا رید اسین	مترزمینه	<i>Wasmannia</i>
Taylor (1990d)	مترکز				ملازی، شرقی اندونزی	۷	لینتوز اسین	مترزمینه	<i>Willowisia</i>

ادامه جدول شماره ۵-۱:

مآخذ	گروه عامل	بیولوژی	زیستگاه کوچک	زیستگاه کلان	توزیع جغرافیایی	تعداد گونه	تیره	زیرخانواده	جنس
Creighton (1957)	متمركز اقلیم استوائی		بیله زه، دارای آبنانه در حفره های گیاه		استوائی، جنوبی، قطبگان نیز دیده	۳	ماناپورین	مزمزمینه	<i>Xenomyrmex</i>
Kugler (1986)	همان زه				مناطق جنوبی، قطبگان نیز دیده	۱	لینتامینین	لینتامینینه	<i>Yavnella</i>
Kempf (1951, 1952, 1968a, 1967d, 1973b)	متمركز اقلیم استوائی	برخی حوازی	بیله زه، دارای آبنانه در حفره های گیاه		استوائی، جنوبی، قطبگان نیز دیده	۷۱	ممانورین	مزمزمینه	<i>Zaenopylocerus</i>

<sup>۱</sup> تهیه و تدوین توسط خود مؤلف صورت گرفته، که همراه با توضیحات ارائه شده از سوی دی آگوستی، ای آن اندرسن، سی آر اف یزاندانلو، و ایگس اسپادالز است. گروه های عامل از سوی اندرسن به جنسها اضافه شده است (به فصل ۳ رجوع شود). جهت کسب اطلاعات بیشتر، به متن رجوع شود.

<sup>۲</sup> ردیف گروه عامل: گروه های عامل عبارتند از: گونه های گرم/سرد/استوائی؛ فرصت طلب؛ کامپوتینه غیر میزمزمینه غیر متمركز؛ گونه های متمركز اقلیم گرم/سرد/استوائی؛ فرصت طلب؛ کامپوتینه غیر غالب؛ شکاری متمركز.

<sup>۳</sup> ردیف Cerapachys: در اینجا، نهان زی به زیرجنس Cerapachy، و شکاری متمركز به زیرجنسهای Lioponera و Phyraeces اشاره دارند.

<sup>۴</sup> ردیف Pachycondyia: در اینجا، بیشتر گونه ها، شکاری متمركز هستند؛ زیرجنس Brachyponera یک گونه متمركز اقلیم استوائی است.

<sup>۵</sup> ردیف Solenopsis: در اینجا، نهان زی، فقط به زیرجنس Diplorhoptum اشاره دارد.

## طبقه‌بندی مورچه‌ها: مرحله تکامل مورچه

### خصوصیات

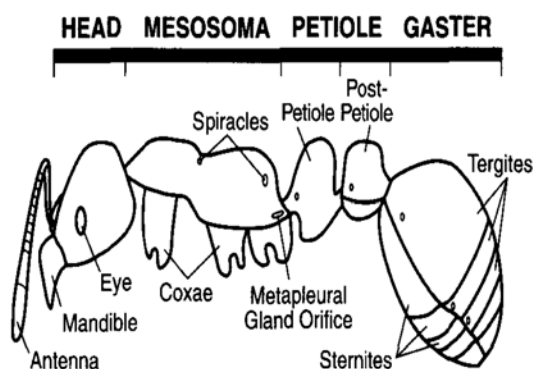
متخصصان طبقه‌بندی مورچه (در این مورد به اکثر واژه نامه‌ها رجوع شود) نمی‌توانند پیرامون "خصوصیت" که به علم طبقه‌بندی زیستی اشاره می‌گردد تعریفی ارائه دهند. بنظر من، یک خصوصیت، ویژگی یا صفت مورد استفاده در قیاس است. قیاس ممکن است بین اجزای مختلف یک موجود زنده صورت گیرد، اما در اینجا اساساً می‌خواهیم بین تمامی موجودات زنده و جمعیت آنها مقایسه انجام دهیم. از اینرو، تمایز موجود بین صفات و مرحله آنها را می‌پذیریم، هرچند که ممکن است کلمه "صفت" را بعنوان یک کلمه اختصار بجای عبارت "مرحله تکامل صفت" بکار ببریم.

تغییر عمده در اصول طبقه‌بندی مورچه‌ها از سال ۱۹۵۰ موجب تسریع در کشف و بکارگیری خصوصیات جدید گردید، کاری که حداقل در حد توصیف تاکسهای جدید مهم است. در طبقه‌بندی سطح بالاتر، بررسی‌های بولتون در مورد صفات مورفولوژیکی، مخصوصاً آنهایی که دارای اندامک‌های شکمی مربوط به طبقه کارگر هستند، فوراً به ذهن خطور می‌کند. وی دیگر رده‌ها و طبقات را از قلم نیانداخت، و نمونه‌ای که از جنسها و گونه‌های مورچه، حداقل تا جایی که به تعداد گونه‌های مورد بررسی قرار گرفته در جهت تعیین صفت مربوط می‌شود، وسیع و مستند بوده است. فهرست‌بندی روشن از گونه‌های بررسی شده در این گونه از مطالعات به یک معیار قابل قبول تبدیل گشته است.

ظاهراً تبار مورچه، بنا به عقیده برادرز (۱۹۷۵)<sup>۱</sup> و برادرز و کارپنتر (۱۹۹۳)<sup>۲</sup>، نوعی زنبور آکالینه، یا اسپاد، بودند، اما با بررسی غده برون ریز (به شکل ۱-۵ رجوع شود) واقع در انتهای پُشت و انتهای پایین هر یک از جوانب اندام میانی، احتمالاً مورچه تباری، مانند بیشتر مورچه‌های زنده، از تبار زنبور متفاوتند<sup>۳</sup>. این خصوصیت نسبتاً نامعلوم نوعاً شامل گروهی از یاخته‌های تراوشگر است که تقریباً از داخل مجرا بطور جداگانه وارد دهلیز قلب زیر کیسه مشخص می‌گردد، کیسه‌ای که دارای مجرای با آشکال مختلف متصل به اندامک بیرونی هر یک از جوانب اندام میانی است. تولیدات آن باعث اختلال در انجام وظایف می‌شود، که یکی

- 
1. Brothers (1975);
  2. Brothers & Carpenter (1993);
  3. Grinmaldi et al. (1997);

از آنها شاید محافظت از مورچه‌ها در برابر موجودات ذره بینی و هاگهای قارچی موجود در سوبستره باشد<sup>۱</sup>. در برخی مورچه‌ها - مخصوصاً مورچه‌های دروگر و چند گونه دیگر - غده برون ریز بطور جزئی از بین رفته یا کاهش یافته است.



شکل شماره ۱-۵. تشریح اجزای بدن یک مورچه

توضیحات داخل شکل شماره ۱-۵:

سر مورچه (Head)، اندامهای میانی (Mesosoma)، پیتول (Petiole)، معده، شکم، بطن (Gaster)، مجراهای تنفسی (Spiracles)، پس پیتول (Postpetiole)، نواحی پشت پهنه (Tergites)، نواحی جناغ سینه (Sternites)، دریچه غده برون ریز (Metapleural Gland Orifice)، نواحی پیشران (Coxae)، چشم (Eye)، آرواره یا فک پایینی (Mandible)، شاخک (Antenna).

یک ویژگی آشکارتر خانواده بال غشائیان، که همه مورچه‌ها در آن مقوله جای می‌گیرند، شکل گره‌ای سومیت حقیقی ثانوی شکم در کمر مورچه، بنام پیتول، است (به شکل شماره ۱-۵ رجوع شود)، که با انقباض تقریباً آشکار از سومیت بعدی (A3) جدا می‌گردد، و این را پس پیتول نیز می‌گویند، بویژه وقتی که خود این اندامک با انقباض از سومیت بعدی یعنی (A4) جدا می‌گردد. مشکل بکارگیری پیتول بعنوان یک صفت ممیز کننده مورچه تقریباً اینگونه است که زنبورهای بی‌عسل، که اغلب بی‌بال نیز هستند، به تعداد متنوع وجود دارد که از پیتول گره‌ای شکل تکامل یافته اند، و برخی هم، از قبیل آپتروجینای میوتیله، که حتی دارای یک پس پیتول هستند. در چنین موادی، نبود یک غده برون ریز و دیگر صفات باید برای جداسازی مورچه‌ها از یکدیگر مورد استفاده قرار گیرد.

بمنظور کم کردن ابهامات در نامگذاری سومیت‌های متوالی در محدوده کمر به بالا، آنها را

1. Maschwitz (1974);

براساس زنجیره شان، واحدهای شکمی تباری می‌نامیم، در حالیکه، در این میان، اندامک شکمی اول، نخستین صفت بشمار می‌رود (در واقع همان پوشش فوقانی شکمی اول، یعنی سومیت حقیقی اولیه شکم، که در بال غشائیان آپوکریته برای تشکیل اندام میانی با سینه تلفیق می‌گردد). بسیاری از متخصصان بال غشائیان آپوکریته، پس از میشر (۱۹۴۴، ص. ۱۶۷)<sup>۱</sup>، بجای بخش میان اندامی، از *mesosoma* با معنی "اندام میانی" استفاده می‌کنند. با وجود این، بخش میان اندامی حداقل از زمان انتشار واژه نامه اسمیت (۱۹۰۶)<sup>۲</sup>، و شاید هم قبل تر از آن، مورد استفاده قرار گرفته است. در آثار معروفی همچون "مورچه‌های بومی استرالیا و زلاند نو" نوشته تیلیارد (۱۹۲۶)<sup>۳</sup> و واژه نامه حشره شناسی نوشته توره بوئنو<sup>۴</sup>، و همچنین چندین واژه نامه خارجی دیگر از این کلمه یاد شده است. وقتی که به میشر نوشتیم و پرسیدیم چرا وی از کلمه *alitrunk* (بخش میان اندامی) استفاده نمی‌کند فقط جواب داد که چیزی راجع به آن نمی‌دانسته است.

پیتول اندامک شکمی حقیقی ثانوی است، و پس پیتول، در صورت وجود داشتن، اندامک سوّم بدن محسوب می‌شود. اندامک‌های شکمی باقیمانده با هم اندامک بطن را شکل می‌دهند. سومیتها البته از نقطه نظر تباری، پوسته هستند، هر کدام از آنها، از یک پهنه پس شکمی (یعنی پشت پهنه) و پهنه تحتانی شکمی (یعنی جناغ سینه) تشکیل شده اند؛ اغلب اینها را اصطلاحاً پشت پهنه (*tergite*) (یعنی همان پوشش فوقانی شکمی) و جناغ سینه (*sternite*) (یعنی پوشش تحتانی شکمی) گویند<sup>۵</sup>. یک اصل ساده، سومیت‌های شکم حقیقی یعنی A1، A2، A3، ... را پشت پهنه آن یعنی T1، T2، T3، ... و همینطور جناغ سینه آن یعنی S1 (هر چند که S1 در تبار مورچه آپوکریته از میان رفته است)، S2، S3، ... تلقی می‌کند. هر کدام از این پهنه‌های تقریباً مشخص، در یک محور به بخشهای مختلفی، بویژه به بخش جلویی (یعنی پشت پهنه و جناغ سینه، که نواری است که در سومیت پیشین جای گرفته و بطور طبیعی دست کم تا حدودی بوسیله آن پوشانده می‌شود) و منطقه اصلی عریان (که من آنرا منطقه پشت پهنه و جناغ سینه می‌نامم، و بولتون آنرا پشت پهنه و جناغ سینه پسین توصیف می‌کند) تقسیم می‌گردند. (استدلال بنده براساس مقایسه سپر و پیش سپر سخت پهنه‌های میان سینه‌ای

- 
1. Michener (1944);
  2. Smith (1906);
  3. Tillyard (1926);
  4. Torre-Boeno (1937,1989); Tulloch, 1962);
  5. Gauld & Bolton (1988);

است، و بخاطر اینکه اصطلاح پشت پهنه و جناغ سینه پسین از نظر منطقی به کمرندهای اندامک پسین غیر متمرکز که در بسیاری از مورچه‌ها دیده می‌شود اختصاص دارد.) بولتون (۱۹۹۰a)<sup>۱</sup> اسم خاص "هلسیوم" را به اصطلاح بسیار محدود "پیش اندامک"، یا پشت پهنه همراه با جناغ سینه، مربوط به اندامک شکمی سوم اطلاق کرده است. ساختار هلسیوم، مخصوصاً پوشش تحتانی شکمی آن، به موضوع مهمی در مطالعه تکامل و طبقه‌بندی مورچه‌ها تبدیل گشته است.<sup>۲</sup>

دیگر صفات شکمی مهم شامل تلفیق یا عدم تلفیق بین پوشش فوقانی و پوشش تحتانی شکمی در هر کدام از سومیت‌های شکمی دوم (A2) و شکمی چهارم (A4)، و ساختار پس پیتول، در صورت وجود داشتن، خواهد بود. در مقاله بولتون (۱۹۹۰a) و دیگر مقالات بعدی وی (۱۹۹۰c)<sup>۳</sup> و (۱۹۹۰d)<sup>۴</sup> پیرامون تحلیل تکاملی، و مقاله نوشته شده توسط بارونی-اوربانی، بولتون، و وارڈ (۱۹۹۲)<sup>۵</sup> (که بعد از این با نام BBW از آن یاد می‌شود)، صفات با شرح و توضیحات عالی که باید منابع استاندارد محسوب گردد عرضه خواهد شد.

### سیر تکامل مورچه‌ها

در مطالعه متمرکز از این مجموعه صفات یا خصوصیات، BBW (بارونی-اوربانی، بولتون، و وارڈ، ۱۹۹۲) ماتریسی از ۶۸ صفت از تمامی طبقات مورچه بالغ و لارو، همراه با کُند گذاری زوجی (۰ یا ۱) ارائه می‌دهند. (نظر بنده قطعاً ساده تر ساختن کار غالباً پیچیده پیگیری مراحل زوجی صفات برای خواننده است، بدین ترتیب، فقدان یک مرحله با عدد صفر (۰) و وجود آن با عدد یک (۱) کُند گذاری می‌گردد، در حالیکه مزیت بسیار مهم همانا ارزیابی از دیگر بررسیها است.) نکات برجسته در نمودار درختی و طبقه‌بندی منتج در بخشهای بعدی، همراه با توضیحات بنده، ارائه خواهد شد.

**مورچه‌های سرباز تک تباری گسترده.** گونه‌هایی از زیرخانواده آنیکتینه، سرپاچینه، دوریلینه، و اسیتونینه، به انضمام گونه‌هایی از زیرخانواده انیکتوجیتونینه و لپتانیلودینه در دسته تک تباری قرار می‌گیرند، همراه با دسته انحصاری تر (یعنی لپتانیلینه+پونرینه) و سپس گونه‌های دیگری

- 
1. Bolton (1990a);
  2. Agosti (1991);
  3. Bolton (1990c);
  4. Bolton (1990d);
  5. Baroni-Urbani, Bolton, & Ward (1992);



از زیرخانواده آپومیرمینه جای دارند. از این گونه‌ها، چهار مورد نخست، راسته دوریلینه را تشکیل داده، درحالی‌که گونه‌های انیکتوجیتونینه، آپومیرمینه، و لپتانیلودینه همگی تک جنسی هستند، که تاکسای ناقصی هستند که به احتمال زیاد بعنوان تیره‌های نامشخص توصیف می‌گردند.

بولتون (۱۹۹۰a)، در تحقیق مهم خود از گونه‌های سیراپاچینه، استدلال قابل توجهی از تفکیک این گونه‌ها از پونرینه و قرار دادن آنها در "راسته دوریلینه" که همچنین از زیرخانواده دوریلینه، اسیتونینه<sup>۱</sup> و آنیکتینه<sup>۲</sup> برخوردار بوده، و براساس هشت مرحله تکامل صفت مشرک-اکتسابی جزء گونه‌های تک تباری تلقی می‌گردند، ارائه نمود. این رابطه در شرایطی تقویت می‌شود که اکثر گونه‌ها کاملاً شناخته شده از نوع شکارچی با گرایش به صید مورچه سانان باشند؛ همگی بجز گونه‌های متمرکز مورینه خوار *Acanthostichus* و *Cylindromyrmex*. از شیوه زندگی مورچه سرباز پیروی می‌کنند؛ مورد اخیر جزء گونه‌های کوچ کننده نیست و کاملاً نیاز به مطالعه بیشتری دارد. البته باید آگاه باشیم که شیوه زندگی مورچه سرباز می‌تواند مبنایی برای سندروم سازگار متقارب مراحل مورفولوژیکی در برخی یا تمامی چهار زیرخانواده دوریلینه بحساب آید، احتمالی که در هم اندامی‌های نسبی سندرومها در گونه‌هایی از جنسهای متفاوت پونرینه از قبیل *Leptogenys*، *Onychomyrmex*، و *Simopelta* آشکار می‌گردد. اما، هم جنسی در راسته دوریلینه، همراه با نزدیکی سیراپاچینه‌ها با اصل گونه‌های هم خانواده، مفهومی است که حداقل از زمان آمیری (۱۹۰۱)<sup>۳</sup> تاکنون توسعه یافته است، و مورچه‌شناسان احتمالاً با آن راحت هستند. در واقع، اکنون غیر معقول نیست که بگوییم که "راسته دوریلینه" برابر یک زیرخانواده‌ای است که نام قبلی "دوریلینه" را یدک می‌کشد.

آنورتینه، دولیچودرینه، و فورمیسینه. این جنسها در خوشه دوم کمی بعد از خوشه نخست قرار دارد. این تاکسای تاکنون مورد توجه زیاد شاتوک (۱۹۹۲c) قرار گرفته است، فردی که آنها را در تحلیل تکاملی از گونه‌های تک تباری قلمداد کرده است. اتفاق نظر اساسی راجع به دولیچودرینه و آنورتینه بعنوان گونه‌های هم خانواده در میان متخصصان مورچه وجود دارد؛ سؤال همواره این بوده که آیا اینها جزء زیر خانواده‌های مجزایی هستند<sup>۴</sup>، یا اینکه آیا، آنگونه که قبلاً گفته می‌شد، گونه‌های آنورتینه جزء زیر خانواده دولیچودرینه بشمار می‌آیند. بارونی-

- 
1. Brown (1973);
  2. Bolton (1990c);
  3. Emery (1901);
  4. Clark (1951); Wilson et al. (1956);

اوربانی، بولتون و وارڈ (BBW) (۱۹۹۲) مرحله زیرخانواده را "مطابق با کاربرد کنونی" تا حدودی با اکراه پی گرفتند، چونکه آنها نتوانستند هیچ فهرست قابل استنادی از مرحله مورفولوژیکی مشترک-اشتقاقی برای تقویت آنورتینه ارائه دهند<sup>۱</sup>. اگرچه در گونه آنورتوس نیش وجود دارد و در جنس دولیچودرینه تقریباً وجود ندارد، بنظر من، مجموع تفاوتها بین این دو آنقدر شدید نیست که ادعا کنیم گونه‌های آنورتینه فراتر از خانواده دولیچودرینه هستند.

طبقه‌بندی فورمیسینه با خانواده دولیچودرینه موضوع مهمتری است. عمده این صفات مشترک با دو زیرخانواده یاد شده، بنابر تحلیل تکاملی بارونی-اوربانی، بولتون و وارڈ (BBW) (۱۹۹۲)<sup>۲</sup>، احتمالاً در مرحله تباری قرار دارند. صفات اشتقاقی مختصّ جنس فورمیسینه عبارتند از وجود اسید افشانک، و تصلّب نیش از سوزنش (مرحله‌ای از جداسازی نیش در جنسهای دولیچودرینه که خارج از حادترین شرایط اتفاق می‌افتد). آنچه که با این مسئله ارتباط دارد، اما کدگذاری نشده، تولید اسید فورمیک منحصراً توسط مورچه‌ها است و همینطور چیزی که ظاهراً مجموعه کاملی از صفات مربوط به تولید زهر و دستگاه ذخیره را شکل می‌دهد. از نظر آنها، جنس دولیچودرینه (بانضمام آنورتینه) منحصراً دارای "غده پاون" (Pavan's gland) هستند، و در نبود اندامهای پوششی درون رشد آزاد در نیشدان مشترکند. کدگذاری چنین صفات پیچیده براساس تعریف ساده جفتی، به نظر من، یکی از ابعاد غیر واقعی تلفیقیهای تکاملی، که حداقل ما برای مورچه‌ها در اختیار داریم محسوب می‌شود.

صفت دیگری که بارونی-اوربانی، بولتون و وارڈ (BBW) (۱۹۹۲) در شماره ۳۸ ارائه می‌دهد شرایط دریچه تفکیک تصلّبی در مقابل انعطافی است. کدگذاری "بنظر ایسنر (۱۹۵۷)<sup>۳</sup>، به بیان ساده، می‌توانست ساده‌سازی بیش از اندازه باشد" از وقتی که دریچه تفکیک گونه دولیچودروس (= زیرخانواده هیپوکلینه) از سوی ایسنر (۱۹۵۷، ص ۴۵۳، و شکل‌های ۷، ۱۷ الی ۲۰، و ۹۷) از نوع انعطافی تلقی گردیده است، که "با وجود این، گونه میرمیسینه، شبیه میرمکس، و آنورتوس با قالب ساختاری، به استثنای گونه‌هایی از زیرخانواده پلیکه تا بخش انتهایی غده بیضی شکل سخت شده اند." اما زیرخانواده‌های دولیچودرینه و میرمیسینه هر دو از سوی بارونی-اوربانی، بولتون و وارڈ (BBW) (۱۹۹۲) سخت شده توصیف گردید. با بررسی جزئیات مطالعه ایسنر از مورفولوژی دریچه تفکیک، اجتناب از تکامل یافتگی کاملاً مجزای دو مرحله تکامل صفت، قطع نظر از شباهت ظاهری در برخی مراحل میانی، برای من

1. Baroni-Urbani, Bolton, & Ward (1992, pp. 313, 315-16);

2. Bolton & Ward (1992);

3. Eisner (1957);

امری دشوار است. با وجود همه این مسائل، دریافتیم که روابط نزدیک فورمیسینه با دولیچودرینه بعید است که بر اساس معیارهای سفت و سخت نظام طبقه‌بندی بیولوژیکی صورت گرفته باشند. همانطوریکه بارونی-اوربانی، بولتون و وارڈ هم ذکر می‌کنند، آمِری (۱۹۲۵b) گزارش جالبی را پیرامون تکامل دریچه تفکیکی گونه‌های فورمیسینه در مقابل گونه‌های دولیچودرینه ارائه می‌دهد، اما لازم به ذکر است که در زمان وی، وظیفه این اندام بخوبی شناخته نشده بود. از دیدگاه من، فورمیسینه در نخستین تقسیم‌بندی، عمدتاً براساس شرایط پیچیده اشتقاقی نیشدان و بسیاری از مراحل تباری صفات از قبیل اتصال اندامکهای بدن، تفکیک شاخکی و حسّی، و چشمان ساده محافظت شده کارگر، در تحلیل تکامل درختی قرار می‌گیرد. دولیچودرینه‌ها، بنظر من، یک زیرخانواده جدا محسوب می‌شوند، در حالیکه در مقایسه با گرایش آنها به محیط سازگار استفاده کنندگان از مایعات شکر، دارای قرابت تکاملی با گونه‌های فورمیسینه هستند.

میرمیسینه، گونه‌های پریانومیرمیسینه، و نوتومیرمیسینه: گونه‌هایی از زیرخانواده میرمیسینه، گونه‌های پریانومیرمیسینه، و نوتومیرمیسینه بعنوان تاکساهای نهایی در ردیف تک تباری قرار داشته، در پایین‌ترین سرشاخه بعدی با شبه میرمکس‌ها، و در پایین‌ترین سرشاخه بعدی با میرمیسینه‌ها وجه مشترک دارند. پیرامون این مسئله که گونه‌های پریانومیرمکس فسیلی در زمره زیرخانواده میرمیسینه قرار می‌گیرند، اطلاعات اندکی وجود دارد. در مورد نوتومیرمیسینه‌ها، اطلاعات موجود چندان قابل استناد نیست. کلارک (۱۹۵۱، ص. ۱۶)<sup>۱</sup> طبقه‌بندی خود را با قرار دادن گونه‌های تک مونی نوتومیرمیسینه در زمره یک زیرخانواده مجزاً آغاز کرده، آنهم در مأخذی که تقریباً غیرقابل استناد بوده است، مثلاً، گونه‌های آمبلوپونینه، دیسکوترینه، اوسفینکتینه، و آدانتوماسینه را بعنوان زیرخانواده تلقی نموده است. براون (۱۹۵۴b)<sup>۲</sup> تأکید بیش از اندازه‌ای روی تفاوت بین نوتومیرمیسینه و میرمیسینه داشت وقتیکه همه این مورچه‌های زنده را به دو شاخه تقسیم‌بندی نمود ("مجموعه میرمساد و مجموعه پونراد") و جنس‌های میرمیسینه را در یک مجموعه و جنس‌های نوتومیرمیسینه را در مجموعه دیگر قرار داد. این در زمانی بود که تنها دو نمونه آزمایشگاهی از جنس نوتومیرمیسینه شناخته شده بودند اما برای انجام تحقیق براحتی در دسترس قرار نداشتند. در نتیجه تلاشهای صورت گرفته از سوی تیُلر

---

1. Clark (1951);

2. Brown (1954b);

(۱۹۷۸a)<sup>۱</sup> و جمعی از همکاران، گونه معروف *N. macrops* (مجدداً کشف گردید، و این اکنون یکی از شناخته شده ترین گونه های مورچه است. هرچند که تفاوت‌های آن با جنس *میرمیسینه* راحت قابل تشخیص است، شباهت‌هایی هم بین آنها شناسایی شده است.<sup>۲</sup> علاوه بر آن، دیدگاه BBW که "فقدان پس پیتول در جنس *نوتومیرمیسینه* بی شک موضوع اصلی است را نباید بی چون و چرا پذیرفت، چونکه این اندامک کوچک بوده و ممکن است عکس شرایط حاکم در جنس *میرمیسینه* را نشان دهد. نگاه اصلی من این است که جنس *نوتومیرمیسینه* تا حدودی از نظر ظاهری شبیه *فورمیسینه* های کوتاه تر هستند، اما اکنون طبقه‌بندی در یک تیره در زیرخانواده *میرمیسینه* را راحت تر می‌پذیرم.

*شبه میرمیسینه*. شبه *میرمیسینه*‌ها در نمودار درختی تکامل BBW، و همینطور وارڈ (۱۹۹۰) گونه‌هایی نشان داده شده که دارای سیر تکاملی نزدیک به گروه *میرمیسینه* هستند، و فعلاً این طبقه‌بندی، همچون سال ۱۹۵۴، برای من معقول بنظر می‌رسد. تک اجدای بودن با پایین ترین مرحله بعدی، یعنی *میرمیسینه*، به مراتب کمتر جلب توجه می‌کند.

*میرمیسینه*. *میرمیسینه*‌ها، از پُرگونه ترین زیرخانواده‌ها، در نمودار تکامل BBW، و همینطور وارڈ (۱۹۹۰)، نزدیک به شبه *میرمیسینه*‌ها قرار دارند. هر دو تاکسا دارای اندامک پس پیتول A3 هستند، یعنی به لحاظ اندازه کوچک شده و در اثر انقباض از اندامک A4 فاصله گرفته، که اینکار احتمالاً باعث شده که این دو تاکسا هم خانواده تلقی شوند. براون (۱۹۵۴b)<sup>۳</sup>، ص. ۲۸، و در مقالات بعدی) اشتقاق گونه‌های *میرمیسینه* از تبار پونرینه، که احتمالاً گونه‌های اکتاتومینه هستند، را تأیید کرده است، اما، یافته‌های گاتوالد (۱۹۶۹)<sup>۴</sup>، بولتون (۱۹۹۰a)<sup>۵</sup>، وارڈ (۱۹۹۰)<sup>۶</sup>، و BBW که پونرینه‌ها پوشش فوقانی و تحتانی شکمی از نوع A4 دارند که کاملاً تلفیق شده اند بنظر می‌رسد که با این اصل تکاملی در تضاد باشد، چونکه *میرمیسینه*‌ها تلفیق کامل را نشان نمی‌دهند (اما گاهی اوقات دارای پشت پهنه از نوع A4 هستند که با بخش جناغی آن تلفیق می‌گردد، به BBW شماره ۲۹ رجوع شود). صفت تلفیق A4 اکنون تا حدودی با یافته‌های وارڈ (۱۹۹۴)<sup>۷</sup> در مورد جنس جدید *مالاگاسیایی* (ماداگاسکاری) *بنام ایتومیرما* (*Adetomyrma*)، که

- 
1. Taylor (1978a);
  2. Billen (1990);
  3. Brown (1954b);
  4. Gotwald (1969);
  5. Brown (1990a);
  6. Ward (1990);
  7. Ward (1994);

گرچه ظاهراً یک پونرینه نسبتاً خاص امبلوپونینه است، از پشت پهنه و جناغ از نوع A3 و A4 غیر تلفیقی (=آزاد) برخوردار است. در یک تحقیق درست و جدی از کاربردهای فیلوژنی (تحلیل تکاملی) این احتمال که تلفیق پشت پهنه-جناغی ممکن است در این (و یا سایر) موارد وارونه منعکس شده باشد، وارد در شکل شماره ۴۵، یک نمودار درختی را ارائه می‌دهد که قابلیت وارونه شدگی را به نمایش می‌گذارد. این طرح از این جهت جذاب است که این احتمال را ترسیم می‌کند که زیر خانواده میرمیسینه با "پونرینه باقی مانده" تک تباری هستند، یعنی بعد از انتقال یافتن گونه امبلوپونین به شاخه انتهایی مجاور در همان شاخه، باقی می‌ماند. جالب است که این درخت را با درختی که با اندکی مسامحه پنج سال پیش برای نمایش پوستری در کنفرانس تعبیه کرده بودم که در آن میرمیسینه‌ها از داخل یا نزدیک پونرینه‌ها مشتق می‌یابند، مقایسه نمود. جایگاه فورمیسینه‌ها البته کاملاً متفاوت است؛ وارد در سال ۱۹۹۴ به این موضوع پرداخت. اکنون، یافته هاشیموتو (۱۹۹۶)<sup>۱</sup> براساس صفات اسکلت-ماهیچه‌ای نیز به این نتیجه می‌رسد که اکتاتومینه‌ها، میرمیسینه‌ها، و پونرینه‌ها ارتباط تنگاتنگی با هم دارند، شاید هم، گروه‌های همزاد هستند، و ضمناً اینکه پیتول موجود در *amblyoponine* ممکن است ادامه مرحله تیفوئیدی زنبور نباشد، بلکه عکس شرایط قبلی مورچه در پس انقباضی پیتولی باشد. آپومیرمینه. آپومیرمینه، بعنوان یک تیره تک جنسی پیچیده، در حال حاضر احتمالاً یک لپتانیلینه ناهنجار تلقی می‌گردد.

## دو درس

بنظر من، دو درسی که باید از بررسی تاریخچه اخیر بازسازی فیلوژنی (تکاملی) خانواده مورچه گرفت عبارتند از (۱) روشهای تحلیل تکاملی به همان اندازه برای مورچه‌ها حیاتی است که انتظار می‌رفت، و شاید این مسئله تاحدودی بدلیل مشکلات کد گذاری و تمیز دادن صفات باشد؛ و (۲) صفاتی که دارای پیوند یا تلفیق، بسط یا کوتاه کردن، اندامکهای شکمی، حتی اگر در موارد بسیار نادر باشد، ممکن است دستخوش وارونگی گردند. راجع به مشکل اول، تنها می‌توانم بگویم که هر صفت از نظر پیچیدگی باید مورد بازبینی قرار گیرد، یعنی باید دید که آیا می‌شود آنرا وارد سیستم کد گذاری جفتی دقیق کرد. برای مشکل دوم، مصرانه خواستار بررسی دقیقتر دلایل احتمالی سازگاری در مراحل خاص تکامل صفت و نیز عبور از آنها - و بطور خلاصه، استفاده جسورانه تر از "گزارشهای دقیق" بسیار مضحک، هستم. چنین کاربردی

1. Hashimoto (1996);

حتی ممکن است به بازگرداندن فیلوژنی به بیولوژی کمک کند. وارد راجع به این طرح فکر می‌کند در حالیکه پیرامون دلایل ممکن برای وارونگی تلفیق پشت‌پهنه-جناغی بطور خلاصه بحث می‌کند، هرچند که وی مثالی از میان چندین تاکسای دارای ملکه سیاری که شاید انتظار می‌رفت از معده فراختر تکامل یابد، ارائه نمی‌دهد. هرچند، لازم به ذکر است که BBW (ص. ۳۱۷) فقدان تلفیق پشت‌پهنه-جناغی در نوع A3 موجود در مورچه‌های نر اسیتونینه صفت یا خصوصیت ثانوی تلقی می‌کند!

با همه این اوصاف، وارونگی تلفیق احتمالاً می‌تواند دلایل سازگاری دیگری داشته باشد. بعنوان مثال، اگر یگ گروه از مورچه‌ها تغییر رفتاری را نسبت به تغذیه عمدتاً از مایعات شکر، از قبیل شهد یا عسلک گیاهان، از خود بروز می‌داد، انعطاف‌پذیری و تفکیک برخی اندامکهای شکمی می‌توانست بسیار ارزشمند باشد. از سوی دیگر، گرایش مضاعف به شکار ممکن است به تلفیق و تقویت اجزای پوششی به بهای ذخیره‌سازی داخلی مایعات، همچنانکه در بسیاری از پونرینه‌ها ممکن است صادق باشد، کمک نماید. گونه‌های فورمیسینه و دولیچودرینه ممکن است گروه‌هایی باشند که مسیر غذا و مایعات را گرفته و نقاط پشت‌پهنه و جناغ سینه مجزا را مجدداً بازیافته یا توسعه دهند، در حالیکه پونرینه‌ها، دوریلینه‌ها همراه با سیراپاچینه‌ها، و زیرخانواده‌های شکارچی جزئی (معمولاً) حداقل در نوع A3 دارای صفت تلفیقی هستند.

### همگام با نظام طبقه‌بندی اصلاحی

نظام طبقه‌بندی در "روزگاران قدیم" اساساً بر مبنای جامعه جانوری صورت می‌گرفت، مخصوصاً وقتی که کلونی نگر استوایی بر حسب گل و گیاه بود. آثار جمع‌آوری شده از سوی گروه‌های تحقیق، کاوشگران معتبر، و سایرین به متخصصی در کشورش - مانند فردریک اسمیت، گوستاو مایر، کارول ام‌ری، و آگوسته فورل - ارسال گردید، همانهایی که روزی مقاله‌ای را پیرامون "مورچه‌های جدید و ناشناخته که توسط واتسیسنام در سرزمینهای جنوبی گردآوری شده بود" نوشتند که گونه‌های جدید ارائه شده، و گاهی هم، جنسهای جدید توصیف شده بودند. این نظام طبقه‌بندی، که توسط متخصصانی که نمونه‌های آزمایشگاهی را خیلی بندرت مبادله می‌کردند صورت می‌گرفت، انبوهی از تاکساهای درهم ریخته را عرضه کرد و تعجب اینجا است که ام‌ری توانست در حد توانش با مجموعه نوشته‌هایی در زمینه "طبقه‌بندی جنس حشرات" (۱۹۱۰، ۱۹۱۱، ۱۹۱۳، ۱۹۲۱، ۱۹۲۲، ۱۹۲۵a)، از این موضوع اطلاعات لازم کسب کند. با همه این اوصاف، هم رده بودن و دیگر موضوعات درهم ریخته

که از بکار گیری روش تفکیکی کلونی-جانوری ناشی می شود بهم ریختگی را ایجاد کردند که اینکار بیشتر تلاشها در جهت شناسایی و فهرست برداری مؤثر از گونه های مورچه، بویژه از جنسهای بزرگتر، را بی نتیجه ساخت. فقط لازم است به مثالی از جمله *Camponotus*، *Crematogaster*، *Pheidole* و *Solenopsis* اشاره کنم تا بر موضوع قابلیت شناسایی، حتی تا امروز، تأکید کرده باشم.

نیم قرن است که این موضوعات در حال تغییر است. عصر اصلاح با حدت و شدت، سرزنده از راه رسیده است. با حفظ توصیفات گونه های جدید عمدتاً در پهنه جهان - یا حداقل اصلاح در سطح قاره، و جنس به جنس، ما توانسته ایم از ذکر بخش اعظم توصیفات مشابه و هم رده قرار گرفتن های بعد از آن که در روزگاران گذشته رخ می داد اجتناب کنیم. فرایند اصلاح، آنگونه که امروزه از آن استنباط می شود، یعنی جمع آوری اطلاعات وسیعتر از محل مطالعه، مقایسه آنها با این نمونه های آزمایشگاهی نوعی موجود در مجموعه داده های سنتی جهت اصلاح نامهای آنها، و کلاً مرتب نمودن تمامی گونه ها است. خروجی این کار همانا شرح مکتوبی از کلیه جنسها، تیره ها، و حتی زیرخانواده ها، همراه با مأخذهای مربوط به جنسها و گونه ها، شرح و توضیحات، و سایر موارد مؤثر در شناسایی که تاکنون برای همه آشناسان خواهد بود. این شرح و توضیحات مکتوب به دیگران امکان می دهد تا برای اولین بار شناساییهای دقیق داشته باشند، طوریکه نتیجه اصلاح، توصیفات بعدی گونه های جدید بهمرا داشته باشد. اگر این توصیفات بدقت و در محیط اصلاح صورت پذیرد، مفید واقع خواهد شد. بهترین نتیجه اصلاح، ایجاد اصلاحات مجلد است.

**برخی نمونه های مورد بحث.** زیرخانواده پونرینه در چند مرحله، عمدتاً از سوی براون از سال ۱۹۵۲ (۱۳۳۱ شمسی) مورد اصلاح قرار گرفته است، و تماماً در کاتالوگ بولتون آمده است. بخش عمده این مطالعه که به زیرگروه پونرینه ها می پردازد، و مدتها به تعویق افتاده، به بررسی روایت مبسوطی از پاپیکوندیلا (*Pachycondyla*) اهتمام دارد که شامل تقریباً ۱۵۰ گونه معتبر پس از اصلاح موارد هم نام است. این جنس و جنسهای همخانواده دارای گونه های خاکزی بسیار زیادی هستند. دیگر بخشها به جنسهای بزرگ مانند لیتوجنیس (*Leptogenys*) و هیپوپونرا (*Hypoponera*) می پردازند - مورد اخیر، بخاطر فراوانی آن در نمونه های لاشبرگزی، جنس مورد بحث این کتاب است. جنس آفریقایی لیتوجنیس (*Leptogenys*) از سوی بولتون (۱۹۷۵a)<sup>۱</sup> برای گونه های شناخته شده تاکنون مورد اصلاح کامل قرار گرفته است. جنس

1. Bolton (1975a);

هیپوپونرا (*Hypoponera*)، که از جنسهای کوچکتری مانند پونرا (*Ponera*) از سوی تیئر (۱۹۶۰)<sup>۱</sup> تفکیک گردید، بخاطر همسانی زیاد با بسیاری از گونه‌ها، و نیز بدلیل اینکه ملکه‌های هم پیکر عموماً شباهت با گونه‌های مختلف کارگر دارند، یک چالش واقعی تلقی می‌شود. علاوه بر آن، برخی جنسهای غیر بومی در هر دو نیمکره رایج و فراوان هستند.

مک کی (۱۹۹۶)<sup>۲</sup> گونه آکانتوزتیچو (*Acanthostichus*) را اصلاح کرد و چندین گونه دیگر را به این جنس از موریانه خواران بومی بر جدید افزود.

بعد از چاپ آثار بولتون (۱۹۹۰b، ۱۹۹۰d)<sup>۳</sup> در زمینه جنسهای سراپاچینه و لپتانیلینه، تاکنون هیچ کاری روی جنس اخیر الذکر انجام نشده است، هرچند که تیئر در مقاله‌اش توصیفاتی عالی از جنسهای آنومالومیرمه (*Anomalomyrma*) و پروتانیلا (*Protanilla*)، همراه با شرح و توضیحات، در طی دو دهه اخیر ارائه داده است. توصیفات این دو جنس در مقاله بولتون به تیئر نسبت داده شده است، اما نویسنده واقعی معلوم نیست. شیفودون (*Scyphodon*)، که به جنس نر کوچک معروف است، دوباره در بروئی یافت شده، و آرواره‌های منحصر به فرد آن بیان می‌کنند که این جنس نر مشابه کارگر پروتانیلا (*Protanilla*) است.

فعالیت اصلاحی روی شبه میرمیسینه‌ها که توسط وارد (۱۹۸۵، ۱۹۸۹، ۱۹۹۰)<sup>۴</sup> بعد از اصلاحات جزئی کمف (۱۹۵۸-۱۹۶۷)<sup>۵</sup> انجام گرفت برای گونه‌های استوایی نو کامل شده است.

احتمالاً بزرگترین جامعه گونه‌های اصلاح نشده مورچه، جنس *Pheidole* است، که از میان آن، گونه‌های بومی شمالگان بر جدید تا اندازه‌ای از سوی گریگ (۱۹۵۹)<sup>۶</sup> اصلاح شده‌اند. ویلسون گونه‌هایی از این جنس را که بومی بر جدید، عمدتاً بخش استوایی بر جدید، بودند اصلاح کرد، و بعد از اصلاح هم نامی، ۳۳۵ گونه جدید، یا تقریباً یک دهم جامعه مورچه‌های شناخته شده بر جدید، شناسایی شدند. این اصلاح، همراه با شرح و توضیحاتش، اساساً کامل است، و در سال ۲۰۰۰ توسط انتشارات دانشگاه هاروارد به چاپ خواهد رسید. جنس

- 
1. Taylor (1960);
  2. MacKay (1996);
  3. Bolton (1990b, 1990d);
  4. Ward (1985, 1989, 1990);
  5. Kempf (1958-1967);
  6. Gregg (1959);



*Pheidole*، البته یکی دیگر از تاکسهای رایج خاکزی بشمار می‌رود؛ در بیشتر جنگلهای استوایی، این جنس بعلا تعداد افراد، جنس غالب است (به فصل ۸ رجوع شود). جنس حاضر در آفریقا گونه‌های زیادی دارد، در آمریکا تعداد کمتری از آن یافت می‌شوند؛ در آسیا، ملائزی، و استرالیا، گونه‌های بیشتری از آن زندگی می‌کنند؛ اما هنوز روشن نیست که چگونه این تعداد با آن تعدادی که در مناطق استوایی آمریکا بسر می‌برد مقایسه می‌گردد.

اصلاحی که چارلز کوجلر (۱۹۹۴)<sup>۱</sup> روی جنس *Rogeria* انجام داد اولین بررسی کامل دیگری از این جنس میرمیسینه مدتها فراموش شده است، و مطالعه وی از نیشدان جنس میرمیسینه<sup>۲</sup> به انضمام مقالات بعدی وی در زمینه نیش بنظر می‌آید در بررسی بیشتر تاکسا مهم باشد.

تیره داسیتونین، که بسیار در نمونه‌های لاشبرگی استوایی یافت می‌شود، از سوی براون (ابتدا اصلاحیه سال ۱۹۴۸، و مقالات پس از آن تاریخ) و همینطور توسط بولتون روی گونه‌های بومی استوایی آفریقا مورد اصلاح پلکانی قرار گرفته است. بولتون در حال حاضر درگیر اصلاح عمده طبقه‌بندی تیره هاست، و بدیهی است که بسیاری از جنسهای کوچکتر، مخصوصاً آنهایی که آرواره‌های کوتاه دارند و روزی بنظر می‌رسید که بسیار مجزاً هستند، اکنون با کشفیات جدیدتر گونه‌های میانی زیر سؤال رفته است. این تیره در جنگلهای استوایی از تنوع بسیار عجیبی برخوردار است، مخصوصاً بزرگترین جنس یعنی *Strumigenys*، که صدها گونه از آن در سرتاسر دنیا، عمدتاً در لاشبرگها و چوبهای فرسوده، زندگی می‌کنند. احتمالاً پنجاه گونه بومی از این جنس در ماداگاسکار بسر می‌برد، که تنها یکی از آنها توصیف و نامگذاری شده است.<sup>۳</sup> من نیز گونه‌های بومی بر جدید را اصلاح کرده‌ام و یک نسخه بزرگ، کامل نشده‌ای که حاوی گونه‌های شناخته شده بومی ایندو-استرالیایی است در اختیار دارم.

جنسهای *Basicerotini* در طبقه بندیهای امری-ویلر جزء تیره داسیتینه قرار گرفت، و این تیره توسط براون (۱۹۴۹d)<sup>۴</sup> تعیین گردید و از سوی براون و کیمف (۱۹۶۰)<sup>۵</sup> برای کل مناطق دنیا اصلاح گردید. مکمل اصلاح گونه باسیروس توسط براون (۱۹۷۴g)<sup>۶</sup> صورت گرفت؛

- 
1. Kugler (1994);
  2. Kugler (1978);
  3. B. Fisher (اظهارات شخصی)
  4. Brown (1949d);
  5. Brown & Kempf (1960);
  6. Brown (1974g);

وی این جنس و گونه پروتالاریدریس *Protalaridris armata* بومی آندیس شمالی (رشته کوهی در آمریکای شمالی) را هم توصیف کرد.<sup>۱</sup> گونه‌های استوایی غیر متمرکز گاهی اوقات از سوی نویسندگان متعدد منتشر می‌شدند، و گروه‌های اصلی گونه باسیسپروتینه در منطقه ایندو-استرالیایی توسط تیلر (1968a, 1968b, 1970b, 1980, 1990b)<sup>۲</sup> مورد مطالعه قرار گرفتند، که تعداد کل گونه‌های بومی مناطق استوایی بر قدیم به عدد ۲۶ رسید.

اصلاحات ارزنده اخیر روی جنس دولیچودرینه‌ها هستند که توسط شاتوک صورت گرفتند، که عبارتند از جنس *Toneria* (1990)<sup>۳</sup>، *Axinidris* (1991)<sup>۴</sup>، و *Iridomyrmex* (1992a)<sup>۵</sup>؛ اصلاح جنسی دولیچودرینه‌ها (1992b)<sup>۶</sup>؛ و دو گونه بومی استرالیا از گروه‌های *Iridomyrmex*. مأخذهای آنها در کاتالوگ شاتوک موجود است.<sup>۷</sup> این کار در بررسی زیرخانواده، که مدتها فراموش شده بود، نمونه است؛ مؤلف ۹۱۲ گونه اخیراً تأیید شده را که شامل آنورتینه و چند گونه فسیلی دیگر است مورد شناسایی قرار می‌دهد.

در گونه‌های فورمیسینه، تیره *Myrmoteratini*، همراه با تک جنس *Myrmoteras* توجه اصلاح کنندگان را یکی بعد از دیگری به خود جلب کرده است، شاید بخاطر گونه‌هایی است که براحتی قابل تشخیص و تمیز هستند، و اینکه در اصل از تعداد کمی برخوردارند. پس از تلاشهای محدودی که قبل از سال ۱۹۸۰ انجام گرفت، بازنگریهایی از سوی مافت (1985)<sup>۸</sup> و آگوستی (1992)<sup>۹</sup> صورت گرفت، که اصولاً شامل شناسایی گونه‌های جدید بود. شمارش گونه‌ها به عدد شگفت‌انگیزی یعنی ۳۱ رسید. آگوستی (1994a)<sup>۱۰</sup> تحقیق را تا حد طبقه‌بندی تیره فورمیسینه و و رده‌بندی در سطح گونه را در مورد *Cataglyphis* (1990)<sup>۱۱</sup> و *Cladomyrma* (1991)<sup>۱۲</sup> توسعه داده است.

- 
1. Brown (1980a, 1980b);
  2. Taylor (1968a, 1968b, 1970b, 1980, 1990b);
  3. Shattuk (1990);
  4. Shattuk (1991);
  5. Shattuk (1992a);
  6. Shattuk (1992b);
  7. Shattuk (1994);
  8. Moffett (1985);
  9. Agosti (1992);
  10. Agosti (1994a);
  11. Agosti (1990);
  12. Agosti (1991);

جنس *Paratrechina* همچنان در حال اصلاح شدن است؛ تنها اصلاحیه بزرگ منطقه‌ای از سوی تراگر (۱۹۸۴)<sup>۱</sup> در آمریکای شمالی صورت گرفت، اما این مورد، یک جنس خاکزی است که در بیشتر جنگلهای استوایی فراوان دیده می‌شود.

سایر جنسهای بزرگ که از نظر گونه‌های خاکزی فراوان است عبارتند از *Tetramorium*، *Monomorium* و *Solenopsis* (به فصل ۸ رجوع شود). دو مورد اول این جنسها عمدتاً از نظر توزیع جغرافیایی بومی بر قدیم هستند. *Solenopsis* (شامل *Diplorhoptum*)<sup>۲</sup>، یک جنس پُر گونه بسیار متداول در مناطق استوایی بر جدید محسوب می‌شود، اما تعداد آن در بر قدیم به مراتب کمتر است. بازنگری کرایتون از گونه‌های استوایی در واقع تنها به مورچه‌های آتشی بزرگتر از گروه *Saevissima* پرداخته است. تراگر (۱۹۹۱)<sup>۳</sup> همین گروه را مورد اصلاح قرار داد، و اصلاحیه‌اش از آن زمان تاکنون عمدتاً بعنوان جایگزین باقی مانده است، اما بسیاری از گونه‌های ریز جتّه، شامل مورچه‌های دزد (زیر جنس *Diplorhoptum*) هم اکنون بدون اصلاحیه باقی ماندند. بررسی این موارد مستلزم جمع‌آوری اطلاعات وسیع پیرامون آشیانه‌هایی است که از ملکه، و در صورت امکان، مورچه‌های نر، برخوردارند، چونکه مورچه‌های کارگر اغلب فاقد تفاوت‌های درخور توجه هستند.

پس، گونه‌هایی از تیره آتینه، مانند کشت‌کنندگان قارچ بومی نواحی آمریکا، اکثراً در نواحی استوایی، زندگی می‌کنند. شولتز و همکارانش در حال مطالعه روی تنوع آنها هستند<sup>۴</sup>، و همینطور سیر تکامل مشترک را در مورچه‌ها که با قارچ خود زندگی می‌کنند، تعیین می‌نمایند، و به مطالعات تطبیقی لارو مورچه‌ها و همینطور DNA می‌پردازند.

دیگر تاکسها، از قبیل کامپونوتوس، کرما توگاستر، و شیه میرمیسینه، بی‌شک در مناطق استوایی متداول و پراکنده اند، اما وابستگی کمتری با لاشبرگ داشته و بیشتر بیشه زی هستند.

مورچه‌های سرباز، گرچه اغلب در جنگلهای استوایی یافت می‌شوند، معمولاً در نمونه‌ها، نامنظم هستند، اما آنها و دیگر جنسهای دارای توزیع جغرافیایی کمتر، اغلب شاخصی از شرایط یا زیستگاه‌های خاص محسوب می‌شوند، بنابراین بدیهی است که باید تحقیقات زمینه‌یابی مورد توجه قرار گیرند، و اینگونه نیز خواهد بود. جنس اسیتونینه بومی مناطق بر

- 
1. Trager (1984);
  2. Baroni-Urbani (1968);
  3. Trager (1991);
  4. Chapela et al. (1994); Hinkle et al. (1994); Schultz & Meier (1995); Mueller et al. (1998); Schultz (1998); Wetterer et al. (1998);

جدید توسط بورگمایر (۱۹۵۵)<sup>۱</sup> مورد اصلاح قرار گرفت، و این اصلاحات با تحقیقات بعدی حول محور طبقه‌بندی توسط واتکینز (۱۹۷۶، ۱۹۸۲، ۱۹۸۵)<sup>۲</sup> همراه گردید. حرفهای زیادی راجع به نظام طبقه‌بندی گروه‌های خاص و دست اندرکاران این کار می‌شود بیان کرد، اما بسیاری از این مطالعات براساس کارهایی است که در منطقه مورد مطالعه خارج از محدوده لاشبرگی جنگل انجام گرفتند و اغلب در زبانها و مجلاتی چاپ می‌شوند که فوری در دسترس اکثر کاربران قرار ندارند. چین هم اکنون از تعداد زیادی متخصص در زمینه نظام طبقه‌بندی مورچه برخوردار است، اما تا جاییکه من دیده‌ام این متخصصان به اصلاحات توجه نداشته‌اند، بلکه به شناسایی تصادفی و توصیف گونه‌های جدید از جوامع جانوری کشور چین پرداخته‌اند. همچنین، در ژاپن، جوامع جانوری بومی مورد تأکید است، اما برخی فعالان اکنون کار اصلاح را در مناطق استوایی آسیایی و سایر مناطق شروع کرده‌اند، و کارشناسانی از جمله ایما و کوبوتا جزء پیشگامان حوزه هسته‌شناسی مورچه بشمار می‌روند. برنامه اصلاحی در سطح جهان در آمریکای جنوبی و استرالیا که صاحب‌افراد توانمندی همچون براندائو، لاتکه، شاتوک، و تیلر هستند قوی بوده است، اما مثل آنها زیاد نیستند.

### زیرساخت نظام طبقه‌بندی

سال ۱۹۵۰ نقطه عطفی برای نظام طبقه‌بندی مورچه در دنیا بود؛ در آن سال، کرایتون مقاله‌ای تحت عنوان *مورچه‌های بومی آمریکای شمالی* به چاپ رساند، که نخستین اثر بزرگ بود که "تلفیق‌سازی نوین"<sup>۳</sup> را عرضه کرد. یعنی اینکه سیستم "چهار اسمی" قرن گذشته، که در آثار برجسته آمی پیرامون "طبقه‌بندی جنس حشرات" محصول سالهای ۱۹۱۰-۱۹۲۹ جای پای محکمی باز کرده بود و تقریباً در نوشته‌های ویلر و نویسندگان هم عصرش بدون تغییر مانده بود، رها شده است - که ما امیدواریم برای همیشه از میان رفته باشد. سیستم چهار اسمی در جنس فورمیسینه - که در کاربرد مداومش در تاکسای‌های گروه-گونه‌ای با نامهایی برای جنس، گونه، زیر گونه، و جوره تقریباً منحصر بفرد بود - در واقع یک سیستم پنج اسمی محسوب می‌شد، چونکه عملاً از یک مقوله پنجم فراجنسی، بنام زیر جنس، بطور معمول بکار می‌برد. از اینرو، ما از صورتهای نامأنوسی مانند *mixtus aphidicola umbratus* ("Chthonolasius") *Lasius umbratus* رنج می‌بردیم؛ امروزه این گونه (بومی آمریکای شمالی) بصورت

---

1. Borgmeier (1955);  
2. Watkins (1976, 1982, 1985);  
3. Mayr (1942);

نشان داده می‌شود. اگرچه بسیاری از پنج اسمی‌ها و چهار اسمی‌ها هنوز در کاتالوگها و فهرست بندیهای منطقه‌ای رایج اند، تقریباً همه متفق القول هستند که این مقوله بندیها باید حذف شوند. براساس قانون بین المللی نامگذاری جانوری، تغییرات در جایگاه "رقم" بنحو چشمگیری به تحقق این مسئله کمک کرده اند، و به زعم من، آنها می‌توانستند هنوز کمک کنند تا با از بین بردن مقوله زیرگونه‌ها از نامگذاری لیانه گامی به جلو بگذاریم.<sup>۱</sup>

حذف زیرجنس بعنوان یک مقوله دارای اسم معتبر بیولوژی طبقه بندی هدف ارزشمندی است، و هدفی که کاملاً در حال تحقق یافتن در نظام طبقه بندی مورچه است.<sup>۲</sup> قوانین بین المللی، جهت اهداف نامگذاری، زیرجنس را معادل جنس می‌داند. آشفتگی که در زمان هم‌سنخ شدن و یا هم نام شدن نام جنسها بوجود می‌آید نشان می‌دهد که می‌تواند دردسرساز و صرفاً اذیت کننده، و طاقت فرسا باشد: به نمونه تکراری *Cryptocerus* و زیرجنسهای آن توجه کنید. بیشتر مورچه‌شناسان بنظر می‌رسد در مسیر استفاده از گروه‌های گونه‌ای غیر رسمی بجای زیرجنس حرکت می‌کنند، و گروه‌ها تمامی اهداف را بجز برآورده کردن خواسته‌های مؤلف را برآورده می‌نمایند. در واقع، طبقه‌بندی مورچه سانان، پس از گذشت دو قرن، خیلی سریع در حال دو اسمی شدن است.

موضوع دیگر نامگذاری پسوند انتهایی نامهای زیر تیره است، که در سوسکها و دیگر گروهها متأسفانه به *-ina* ختم می‌شود، و این نه صریحاً شکل جمع را نشان می‌دهد و نه بعنوان پسوند پایانی نامهای جنسی غیرمتعارف است، و در زبان بومی بیشتر اروپایی‌ها در قسمت انتهایی *-ine* یکسان است (مانند، *Ponerinae*, *Ponerine*, *Ponerini*, *Ponrine*)؛ *Ponerine*, *Ponerina*). من این مسئله را مورد بحث قرار دادم<sup>۳</sup> و بجای آن پسوند پایانی زیر تیره یعنی *-iti* را پیشنهاد کردم، که عیب و ایرادهای *-ina* را نداشته و از معیارهای سنتی هم بهره می‌برد. بولتون عقیده دارد که این مقوله زیر تیره شاید در طبقه‌بندی مورچه‌ها لازم نباشد. به نظر من، او در این مورد اشتباه می‌کند، و اعتقاد دارم که، در طبقه‌بندی بسیار مبتنی بر تحلیل تکاملی، تقسیم بندیهای فرعی موشکافانه‌ای بیش از همه مورد نیاز خواهد بود.

به روش کار دیگری نیز باید توجه کرد: یعنی نقل قول بیش از اندازه مؤلفین از نام مورچه، خواه همراه با دو اسم گونه‌ها و خواه فقط با ذکر جنس باشد. من این روش کار را در دوره‌های طبقه‌بندی مورچه‌ها تدریس کردم تا وقتی که آخر الامر از خودم پرسیدم که: هدف

1. Wilson & Brown (1953);

2. Brown (1973);

3. Brown (1958);

این کار چیست؟ برای خیلی از افرادی که مقالات تحقیقی خود را بر طبق نظام طبقه‌بندی و یا خارج از آن به چاپ می‌رسانند (که حتی برای خیلی از سردبیران مجلات علمی هم این امر اتفاق می‌افتد)، نام مؤلف تقریباً بعنوان بخشی از نام علمی حقیقی جانور اضافه می‌گردد، اما قوانین می‌گوید که نام مؤلف نباید بخشی از نام علمی قرار گیرد. نقل قول بعدی عملاً ارزش مآخذ بودن ناچیزی دارد، هر چند که اغلب بعنوان یک توجیه مطرح می‌شود. صرف نظر از نقل قول از مؤلف یا عدم تأکید اساسی بر آن، در زمان، تلاش، و صفحات زیادی صرفه جویی می‌شود؛ بهم ریختگی عناوین، فهرستها، و شرح و بسط‌هایی که امروزه نقل قول‌های غیراصولی بوجود می‌آورند را به حداقل خواهد رساند؛ و جستجوی رایانه‌ای را از طریق کتابنامه‌ها تسهیل خواهد کرد. قانونی که من در این مورد پیروی می‌کنم این است که فقط وقتی که موردی طبعاً نیازمند نقل قول کامل کتابنامه‌ای از مؤلف، تاریخ، جلد، و صفحه است، نام مؤلف اضافه شود.

### چشم انداز

ما با برخی از نیازهای آتی طبقه‌بندی و پاسخهای احتمالی به آنها آگاهیم؛ در واقع، این مجموعه برخی از آنها را تعریف می‌کند. نیازهای موجود در اکولوژی لاشبرگ باهم همپوشی دارند، اما موضوع طبقه‌بندی مورچه‌ها فراتر از بحث لاشبرگریان است. جنس‌هایی مانند کامپوتونوس، کرِماتوگاستر، پاراتریچینه، و سولینوپسیس، همگی در انتظار طبقه‌بندی اند، اما نمی‌توان گفت که آنها موضوعات جذاب تری برای پایان‌نامه‌های دکتری فراهم می‌کنند. امید است که بزودی کسی مثل بولتون یا شاتوک جسارت (و وقت و سرمایه) داشته باشد تا این طبقه‌بندی‌ها را انجام دهد. بحث دیگر موضوع تحلیل تکاملی و روابط اصلی بین تاکسها است. بیشتر صفات باید شناسایی شده و مورد مطالعه قرار گیرند. برخی از اینها ژنتیکی مولکولی هستند، اما مطالعه آنها همیشه آنقدر ساده نخواهد بود، همچنانکه کروزیِر (۱۹۹۰)<sup>۱</sup> در بازنگری خود از چشم اندازهای فراروی تحقیقات پیرامون تحلیل تکاملی و جمعیت با استفاده از DNA غیرسلولی اشاره می‌کند. اگر این وظایف دوگانه، یعنی تعریف گونه‌ها و ایجاد سیستمهای جدید تشخیص خصوصیات، همگام به پیش روند، شاید شاهد پیشرفت‌های چشمگیر در نظام طبقه‌بندی و تحلیل تکاملی خواهیم بود که تأثیر مثبتی روی رشته‌های گوناگون بیولوژیک، از جمله ارزشیابی تنوع زیستی که موضوع مورد بحث این کتاب نیز است، خواهد گذاشت.

---

1. Crozier (1990);



## فصل ۶

---

### مورچه‌ها بعنوان شاخص تنوع

لیانه‌ای آلونسو

با کاهش روزافزون زیستگاهها و تنوع زیستی در سراسر جهان، ارزیابی از تنوع زیستی در خلال فرآیند برنامه ریزی حفاظتی بسیار ضروری است. از آنجا که زمان، سرمایه، و تخصص محدود در زمینه طبقه‌بندی علمی مانع از بررسی کامل تمامی گروههای طبقه‌بندی می‌گردد، چندین راهکار جهت اندازه گیری سریع تنوع زیستی طراحی شده و به اجرا درآمده اند<sup>۱</sup>. یک روش این است که بر گروه‌های طبقه‌بندی انتخاب شده، که در متون مختلف از آن به تاکساهای شاخص<sup>۲</sup>، تاکساهای در اولویت<sup>۳</sup>، تاکساهای جانشین<sup>۴</sup>، تاکساهای راهنما<sup>۵</sup>، گروههای هسته<sup>۶</sup>، و یا تاکساهای هدف<sup>۷</sup>، یاد می‌شود، متمرکز شویم. اندازه گیری از غنا و تنوع گونه‌ای از چنین گروههای شاخص، مقیاس معرف غنا و تنوع گونه‌ای سایر تاکساهای عنوان شده، و

- 
1. Schulenberg & Awbrey (1997); Mack (1998);
  2. Lawton et al. (1998);
  3. New (1987);
  4. Oliver & Beattie (1996a);
  5. Kitching (1993);
  6. Di Castri et al. (1992);
  7. Kremen (1992);



بنابراین شاخص مجموع تنوع یک منطقه محسوب می‌گردد.

تاکساهای شاخص در شناسایی تغییرات محیطی نیز بکار می‌روند. واکنشهای اکولوژیکی تاکساهای منتخب که به اصلاح ساختار زیستگاهی حساس هستند بعنوان شاخصهای واکنش سایر تاکسها بکار رفته اند<sup>۱</sup> (در مورد واکنشهای مورچه نسبت به تغییرات محیطی، به فصل ۷ نیز رجوع شود).

تاکسهای منتخب، برای اینکه به یک شاخص موفق در تعیین غنا و تنوع گونه‌ای تبدیل گردند، چهار معیار اولیه زیر را باید تأمین نمایند: (۱) باید براحتی نمونه گیری شده و نظارت شوند، (۲) باید معرف گروههای نسبتاً متنوع و بلحاظ اکولوژیکی مهم در اکوسیستم قابلیت تحقیق داشته باشند، (۳) باید روابط شناخته شده‌ای با تنوع دیگر تاکسها داشته باشند، و (۴) باید همانند دیگر تاکسها نسبت به تغییرات محیطی واکنش نشان دهند.<sup>۲</sup>

بیشتر گروههای انتخاب شده بعنوان تاکسهای شاخص بالقوه دو معیار زیر را دارا هستند. تحقیقات تنوع زیستی کلاً روی گیاهان آوندی و مهره داران (از قبیل، پستانداران، پرندگان، خزندگان، و دوزیستان<sup>۳</sup>) متمرکز است. این گروهها اساساً با بهره گیری از روشهای استاندارد بسادگی نمونه گیری می‌شوند<sup>۴</sup> و از طریق منابع راهنما و مجموعه داده‌ها تقریباً براحتی قابل شناسایی هستند. از نقطه نظر اکولوژیکی، بسیاری از این گروهها (هرچند که غالباً مورد تأیید قرار نگرفته اند) طبق گزارشات دارای شرایط کلی هستند که با شرایط دیگر گونه‌ها یکجا جمع شده، و بدین ترتیب "گونه‌های چتری" را شکل می‌دهند<sup>۵</sup>. گیاهان و دیگر زیستگاههای مرتبط شان اغلب معرفهای کل تنوع یک زیستگاه تلقی می‌گردند، چونکه تمامی موجودات مستقیماً و یا غیر مستقیم در کسب غذا و پناهگاه به گیاهان وابسته اند<sup>۶</sup>. بسیاری از گروههای بی‌مهره، بدلیل تنوع بالا و اهمیت اکولوژیکی شان، جزء تاکسهای شاخص بالقوه محسوب می‌شوند<sup>۷</sup>. مفید بودن تاکسهای شاخص را اساساً باید در معیارهای سوّم و چهارم جستجو کرد: اینکه غنا و تنوع گونه‌ای تاکسهای منتخب و واکنشهایشان نسبت به تغییرات زیستگاهی با غنا و تنوع گونه‌ای دیگر موجودات همپوشی دارد. تصمیمات محافظت از محیط زیست که مبتنی بر

1. Landres et al. (1988); Noss (1990); Pearson & Cassola (1992); Spellerberg (1992);

2. Oliver & Beattie (1996a);

3. Landres et al. (1988);

4. Heyer et al. (1996); Wilson et al. (1996);

5. Noss (1990); Launer & Murphy (1994);

6. Lesica (1993);

7. Kremen (1992); Kremen et al. (1994);

این تاکساها است تصور می‌شود که برای سایر موجودات ساکن این منطقه مناسب باشند. باوجود این، اطلاعات اندکی پیرامون روابط بین جانوران در دست است. برای آندسته از گروه‌هایی که راجع به آنها اطلاعات داریم، روابط اندکی بین گروه‌ها شناسایی شده است.<sup>۱</sup>

### چرا مورچه‌ها را یک تاکسای شاخص تلقی می‌کنیم؟

سالهاست که در استرالیا مورچه‌ها را بعنوان شاخصهای زیست محیطی می‌شناسند و در دیگر نقاط جهان نیز با همین مفهوم مورد استفاده قرار می‌گیرند. آنها ظاهراً نمونه ایده آلی بعنوان گروه شاخص محسوب می‌گردند چونکه از تنوع برخوردارند (یعنی حدود ۹۰۰۰ گونه توصیف شده وجود دارد)، تقریباً در هر زیستگاه خشکی در دنیا یافت می‌شوند، و براحتی قابل جمع آوری هستند.<sup>۲</sup>

مورچه‌ها برای برنامه‌های تحقیقی و نظارتی فوق العاده مناسب اند زیرا عمده گونه‌ها از آشیانه‌های ثابت، یکساله با دامنه فعالیت نسبتاً محدود (از فاصله یک متری گرفته تا چند صد متری) هستند. بنابراین مورچه‌ها - برعکس سایر حشراتی که برای یافتن غذا، جفت، و سایت‌های آشیانه‌ای معمولاً بین زیستگاهها در حرکتند - حضور مداوم تری در یک سایت داشته و از اینرو از داده‌های نمونه‌گیری و نظارت معتبر تری برخوردارند. مورچه‌ها از نظر اکولوژیکی مهم اند چونکه در سطوح فراوان یک اکوسیستم - یعنی بعنوان شکارچی و صید، پسماند خوار، همزیست، و علفخوار - فعالیت دارند.

### همبستگی بین غنا یا تنوع گونه‌ای مورچه‌ها و غنا یا تنوع گونه‌ای سایر

#### جانوران

اگر بنا است که مورچه‌ها، شاخص تنوع دیگر موجودات زنده لحاظ شوند، درک رابطه بین غنا یا تنوع گونه‌ای مورچه‌ها و غنا یا تنوع گونه‌ای سایر جانوران لازم است، رابطه‌ای که در سالهای اخیر بارها مورد مطالعه گرفته است.

جامع ترین تحقیق توسط لاتون و همکارانش (۱۹۹۸)<sup>۳</sup> صورت گرفت، که در آن ۹ تاکسا، بانضمام مورچه‌های گیاهزی و خاکزی، در جنگلهای نیمه خزان مرطوب واقع در جنوب کشور

1. Wilcox et al. (1986); Prendergast et al. (1993); Lawton et al. (1998); Pharo et al. (1999);

2. Majer (1983);

3. Lawton et al. (1998);

کامرون مطالعه شدند. غنای گونه این تاکساها در شبی از زیستگاههایی که دارای شدت و بسامد ناآرامی فزاینده بودند مقایسه شدند. این محققان در تغییرات غنای گونه موجود در شیب ناآرامی، همبستگی کمی بین تاکساها شناسایی کردند (به جدول شماره ۱-۶ رجوع شود). از میان تمامی گروهها، مورچه‌های گیاهزی با اکثر تاکساها، از جمله پروانه‌ها، سوسکهای گیاهزی، و مورچه‌های خاکزی، همبستگی مثبتی داشتند (به جدول شماره ۱-۶ رجوع شود). جدول شماره ۱-۶. همبستگی بین مورچه‌ها و دیگر تاکساها پیرامون تغییر در غنای گونه در پلاتهای موجود در امتداد شیب ناآرامی<sup>۱</sup>

مورچه‌های خاکزی	مورچه‌های گیاهزی	سایر تاکساها
4, 0.47, $P = 0.53$	5, — 3, 0.78, $P = 0.12$	پرنده‌گان
5, 0.025, $P = 0.69$	3, -0.49, $P = 0.67$ 4, 0.97, $P = 0.03$	پروانه‌ها
4, 0.43, $P = 0.57$	2, — 5, -0.75, $P = 0.15$	سوسکهای پرنده ← تله‌های ملازی
4, 0.21, $P = 0.80$	2, — 5, -0.75, $P = 0.15$	← تله‌های رهگیری
5, 0.67, $P = 0.22$	3, 0.86, $P = 0.33$ 4, 0.97, $P = 0.03$	سوسکهای گیاه‌زی
4, 0.84, $P = 0.16$	2, — 3, 0.46, $P = 0.70$	موریانه‌ها
5, -0.21, $P = 0.73$	3, 0.04, $P = 0.98$ 4, 0.70, $P = 0.30$	لوله‌سازان
	5, 0.99, $P = 0.01$	مورچه‌های خاک‌زی

<sup>۱</sup> داده‌های ارائه شده عبارتند از تعداد پلاتهای مقایسه شده، همبستگی پیرسون، و احتمالات مرتبط،  $P$ . خط تیره‌ها نشان دهنده حجم نمونه هستند که برای محاسبه همبستگی‌ها بسیار کوچک هستند. داده‌هایی که بصورت /تالیک آمدند با استفاده از غنای گونه فرضی صفر برای تاکسای گیاهزی در شرایط نبود یک گیاه محاسبه شدند. داده‌هایی که بصورت تیره نوشته شدند مقادیر معنادار را نشان می‌دهند. داده‌ها از لاتون و همکارانش (۱۹۹۸)<sup>۱</sup> اقتباس شدند. دیگر تحقیقات اکثراً در کشور استرالیا صورت گرفته‌اند. نتایج بدست آمده از هفت تحقیق انجام شده در استرالیا و منطقه تاسمانی در جدول شماره ۲-۶ نشان داده شده‌اند. این نتایج مشخص می‌کنند که، بطور کلی، غنای گونه مورچه، همبستگی مثبتی با بسیاری از تاکساها ندارد و اینکه همبستگی‌ها بین زیستگاههای مختلف پایدار نیستند. غنای گونه مورچه‌ها تنها با

1. Lawton et al. (1998);

## فصل ششم: مورچه‌ها بعنوان شاخص تنوع / ۱۷۱

غناي گونه‌اي گياهان آوندي و با چند گروه از بي‌مهرگان همبستگي مثبت داشته اند (به جدول شماره ۲-۶ رجوع شود).

اين هفت تحقيق از نقطه نظر تاكسا و زيستگاهاي مورد مطالعه، روشهاي نمونه گيري، و روشهاي تحليل داده ها، متفاوت بودند. دو مورد از اين مطالعات، كه توسط ميچر (۱۹۸۳)<sup>۱</sup> و اندرسن و همكارانش (۱۹۹۶)<sup>۲</sup> انجام شدند، همبستگي مثبت معناداري بين مورچه‌ها و ديگر تاكساها شناسايي كردند. ميچر (۱۹۸۳) غناي گونه مورچه‌ها را با فراواني گياهان و چندين تاكساي بي‌مهره در چندين سايت مناطق غربي استراليا مورد مقايسه قرار داد. وي به روابط مثبت معناداري بين غناي گونه مورچه‌ها و گياهان در حفره‌هاي بوكسيتهي بازسازي شده كه داراي قدمت و فعاليتهاي بازسازي متفاوتي هستند دست يافت (براي جزئيات بيشتر به ميچر و همكارانش (۱۹۸۳)<sup>۳</sup> رجوع شود). او همچنين بين غناي گونه مورچه‌ها و غناي گونه پادمانها و موربانها در تله‌هاي چاله‌اي همبستگي معني داري كسب كرد (به جدول شماره ۲-۶ رجوع شود). غناي گونه مورچه‌ها در نمونه‌هاي بدست آمده به روشهاي سنتي رويدن و تكاندن نيز همبستگي معنادار مثبتي با مجموع غنا و فراواني گونه تاممي تاكساهاي بي‌مهره نمونه گيري شده داشته است.

اندرسن و همكارانش (۱۹۹۶)<sup>۴</sup> نيز چند همبستگي مثبت بين تركيب گونه‌هاي مورچه و تركيب هفت تاكساي ديگر در منطقه كاكادو واقع در سرزمينهاي شمالي استراليا شناسايي كردند. مورچه‌ها و چندين گروه از ديگر بي‌مهرگان به روش نمونه گيري چاله‌اي در سه منطقه (۱) درختزارهاي طبيعي اوکالیپتوس، (۲) سايتهاي ناآرام در حفره‌هاي بازسازي شده بوكسيتهي (يعني درختزارها و بوته زارهاي محل زندگي گونه‌هاي آكاسيه يا *Eucalytus tetradnta*، و (۳) سايتهاي صخره‌اي پسماندها، كه شامل بوته زارهاي آكاسيا يا مختلط مي‌شوند، جمع آوري شدند. گونه‌هاي بي‌مهره گياه زي و ملخها با روش نمونه گيري تورهاي رويدن جمع آوري شدند. بين غناي گونه مورچه‌ها و غناي گونه گياهان، جوامع بي‌مهره زير خاكزي، گياهزي و خاكزي، سوسكها، و موربانها، همبستگي‌هاي مثبت معناداري بدست آمد (به جدول شماره ۲-۶ رجوع شود). هيچ همبستگي بين مورچه‌ها و ملخها مشاهده نشد.

- 
1. Major (1983);
  2. Andersen et al. (1996);
  3. Majer et al. (1983);
  4. Andersen et al. (1996);

جدول شماره ۲-۶. مقایسه بین غنای گونه مورچه‌ها و غنای گونه دیگر تاکساها در استرالیا<sup>۱</sup>

تاکسون مقایسه شده	زیستگاه	واریانس، احتمالات	مأخذ
همبستگی مثبت بین مورچه‌ها و:			
گیاهان	حفره‌های بوکسیتی بازسازی شده	$r^2 = 0.24, P < 0.05$	Majer (1983)
		$r^2 = 0.35, P < 0.001$	Andersen et al. (1996)
	درختزارهای اکالیپتوس	$r^2 = 0.22, P < 0.01$	Abensperg-Traun et al. (1996)
	جنگلهای اسکولورفیل مرطوب، جنگلهای اوکالیپتوس خشک، خلنگزار، و باتلاقها	—	Cranston & Trueman (1997)
بی مهرگان			
سوسکها	حفره‌های بوکسیتی بازسازی شده	$r^2 = 0.21, P < 0.001$	Andersen et al. (1996)
پادمانها	حفره‌های بوکسیتی بازسازی شده	—, $P < 0.05$	Majer (1983)
عقربها	درختزارهای اکالیپتوس	$r^2 = 0.25, P < 0.01$	Abensperg-Traun et al. (1996)
موریانه‌ها	حفره‌های بوکسیتی بازسازی شده	$r^2 = 0.30, P < 0.01$	Majer (1983)
		$r^2 = 0.30, P < 0.05$	Andersen et al. (1996)
	علفزارهای تپه ای	—, $P < 0.05$	Majer (1983)
	درختزارهای اکالیپتوس	$r^2 = 0.17, P < 0.05$	Abensperg-Traun et al. (1996)
بی مهرگان زیر خاکزی	حفره‌های بوکسیتی بازسازی شده	$r^2 = 0.21, P < 0.001$	Andersen et al. (1996)
بی مهرگان گیاهزی	حفره‌های بوکسیتی بازسازی شده	$r^2 = 0.32, P < 0.001$	Andersen et al. (1996)
بی مهرگان خاکزی	حفره‌های بوکسیتی بازسازی شده	$r^2 = 0.07, P < 0.05$	Andersen et al. (1996)
مجموع بی مهرگان	حفره‌های بوکسیتی بازسازی شده	—, $P < 0.05$	Majer (1983)

فصل ششم: مورچه‌ها بعنوان شاخص تنوع / ۱۷۳

			همبستگی منفی بین مورچه‌ها و:
Oliver et al. (1998)	$r^2 = 0.14, P < 0.05$	مناطق جنگلی (انبوه)	پرندگان
Oliver & Beattie (1996b)	$r^2 = 0.75, P < 0.001$	علفزار، جنگلهای خشک و مرطوب	سوسکه‌ها
Abensperg-Traun et al. (1996)	$r^2 = 0.18, P < 0.05$	بوته زارها	موریانه‌ها
			فقدان همبستگی بین مورچه‌ها و:
Oliver et al. (1998)	$r^2 = 0.00, P > 0.05$	مناطق جنگلی	گیاهان
Abensperg-Traun et al. (1996)	—, $P > 0.05$	بوته زارها	
			مهره داران
Burbridge et al. (1992)	$r^2 = 0.09, P > 0.05$	درختزارها، خلنگزارها، کشتزارها	پرندگان
Oliver et al. (1998)	$r^2 = 0.16, P > 0.05$	جنگلهای غیرانبوه	
Burbridge et al. (1992)	$r^2 = 0.001, P > 0.05$	درختزارها، خلنگزارها، کشتزارها	پستانداران
Oliver et al. (1998)	$r^2 = 0.008, P > 0.05$	مناطق جنگلی (انبوه و غیرانبوه)	
Burbridge et al. (1992)	$r^2 = 0.03, P > 0.05$	درختزارها، خلنگزارها، کشتزارها	خزندگان
Abensperg-Traun et al. (1996)	—, $P > 0.05$	درختزارهای اکالیپتوس	
Oliver et al. (1998)	$r^2 = 0.008, P > 0.05$	مناطق جنگلی (غیرانبوه، انبوه)	
Oliver et al. (1998)	$r^2 = 0.13, P > 0.05$	مناطق جنگلی (انبوه و غیرانبوه)	دوزیستان
			بی مهرگان
Abensperg-Traun et al. (1996)	—, $P > 0.05$	درختزارهای اکالیپتوس	سوسکه‌ها
Abensperg-Traun et al. (1996)	—, $P > 0.05$	بوته زارها	
Oliver et al. (1998)	$r^2 = 0.12, P > 0.05$	مناطق جنگلی (انبوه و غیرانبوه)	
Cranston & Trueman (1997)	2	جنگلهای اسکولورفیل مرطوب، جنگلهای اوکالیپتوس خشک،	

		خلنگزار، و باتلاقها	
Abensperg-Traun et al. (1996)	—, $P > 0.05$	بوته زارها	پروانه ها
Cranston & Trueman (1997)	2	جنگلهای اسکورفیل مرطوب، جنگلهای اوکالیپتوس خشک، خلنگزار، و باتلاقها	بندپایان
Abensperg-Traun et al. (1996)	—, $P > 0.05$	درختزارهای اکالیپتوس	سوسکهای شب فعال
Majer (1983)	—, $P > 0.05$	علفزارهای تپه ای	پادمانها
Cranston and Trueman (1997)	2	جنگلهای اسکورفیل مرطوب، جنگلهای اوکالیپتوس خشک، خلنگزار، و باتلاقها	
Abensperg-Traun et al. (1996)	—, $P > 0.05$	درختزارهای اکالیپتوس	گوشخیزک
Andersen et al. (1996)	$r^2 = 0.05$ , $P > 0.05$	حفره‌های بوکسیتی بازسازی شده	ملخ ها
Abensperg-Traun et al. (1996)	—, $P > 0.05$	درختزارهای اکالیپتوس	ساس حقیقی
Cranston & Trueman (1997)	2	جنگلهای اسکورفیل مرطوب، جنگلهای اوکالیپتوس خشک، خلنگزار، و باتلاقها	بال غشائیان (غیر مورچه ای)
Abensperg-Traun et al. (1996)	—, $P > 0.05$	درختزارهای اکالیپتوس	ایزوپادها
Cranston & Trueman (1997)	2	جنگلهای اسکورفیل مرطوب، جنگلهای اوکالیپتوس خشک، خلنگزار، و باتلاقها	هزارپایان
Oliver & Beattie (1996b)	—, $P > 0.05$	علفزار، جنگلهای خشک و مرطوب	عنکبوتها
Cranston & Trueman (1997)	2	جنگلهای اسکورفیل مرطوب، جنگلهای اوکالیپتوس خشک، خلنگزار، و باتلاقها	
Cranston & Trueman (1997)	2	جنگلهای اسکورفیل مرطوب، جنگلهای اوکالیپتوس خشک، خلنگزار، و باتلاقها	تریپس ها

<sup>1</sup>آزمونهای آماری عبارت بودند از: تحلیل همبستگی (ابن‌پرگ-تراون و همکاران، ۱۹۹۶)، آزمونهای مانتل (اندرسن و همکاران، ۱۹۹۶)، تحلیل رگرسیونی ساده (میجر، ۱۹۸۳)، تحلیل

## فصل ششم: مورچه‌ها بعنوان شاخص تنوع / ۱۷۵

همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن (بربریچ و همکاران، ۱۹۹۲)، و تحلیل همبستگی گشتاوری پیرسون (آلیور و بیٹی (۱۹۹۶a)؛ آلیور و بیٹی (۱۹۹۶b)؛ آلیور و همکاران، ۱۹۹۸). خط تیره‌ها نشان می‌دهند که مقادیر در گزارش چاپی ارائه نشده‌اند.

<sup>۲</sup>کرانستون و ترومن (۱۹۹۷) از رتبه بندیهای سایتی استفاده کردند، که مقادیر واریانس و احتمالات را ارائه نمی‌دهند.

ابن‌پرگ-تراون و همکاران (۱۹۹۶)<sup>۱</sup> از مورچه‌ها و چندین گروه از دیگر بی‌مهرگان در تله‌های چاله‌ای و گیاهان سرشماری شده در پلاتهای ۲۰×۲۰ متر در درختزارهای اکالیپتوس و بوته زارهای غرب استرالیا نمونه‌گیری کرده‌اند. موریانه‌ها با بررسی خاک و چوب خشک، و پروانه‌ها با استفاده از تورهای دستی جمع‌آوری شدند. این تحقیق همبستگی مثبتی بین غنای گونه مورچه‌ها و غنای گونه عقربها در درختزارها، موریانه‌ها در درختزارها، و گیاهان آوندی در درختزارهای اکالیپتوس (از جمله درختان، بوته‌ها، گیاهان دارویی، و علفها) بجز بوته زارها مشاهده نمود (به جدول شماره ۲-۶ رجوع شود). از سوی دیگر، غنای گونه مورچه‌ها همبستگی منفی معناداری با غنای گونه موریانه‌ها در بوته زارها داشتند. از طرفی، هیچ همبستگی بین مورچه‌ها و چندین گروه دیگر از بی‌مهرگان، از جمله ایزوپادها، سوسکهای شب فعال، سوسکها، و گوشخیزکها، در درختزارها، و همینطور نیم بالان، سوسکها، و پروانه‌ها در بوته زارها مشاهده نگردید (به جدول شماره ۲-۶ رجوع شود). علاوه بر آن، بین مورچه‌ها و مارمولکها در درختزارها (که بصورت دستی جمع‌آوری شدند) هیچ همبستگی یافت نشد.

مطالعه صورت گرفته توسط کرانستون و ترومن (۱۹۹۷)<sup>۲</sup> تنها تحقیقی است که بین غنای گونه مورچه‌ها و غنای گونه تاکسون دیگر، در این خصوص، گیاهان، رابطه مثبت مشاهده نمود. این محققان غنای گونه مورچه‌ها را با غنای گونه چند گروه دیگر از بی‌مهرگان (که با روشهای نمونه‌گیری تله‌های چاله‌ای، تله‌های لگنی زرد، و از طریق استخراج لاشبریگی با قیفهای تولگرین، جمع‌آوری شدند) و همینطور با غنای گونه گیاهان در پنج سایت واقع در تاسمانی شمال شرقی مقایسه کردند. از آنجا که تنها یک سایت در هر زیستگاه را در اختیار داشتند، تحلیل همبستگی ممکن نبود. در عوض، براساس غنای گونه هر تاکسون، پنج سایت بطور جداگانه رتبه‌بندی شدند، و سپس آرایش رتبه‌ای بین تاکساها مورد مقایسه قرار گرفتند. اینکار تنها با رتبه بندی سایت مبتنی بر غنای گونه گیاهان یکسان بود (به جدول شماره ۲-۶

1. Abensperg-Traun et al. (1996);

2. Cranston & Trueman (1997);



رجوع شود). نتایج حاصله از این تحقیق باید با احتیاط نگریسته شوند چونکه حجم نمونه کوچک و تحلیل سطحی، مقایسه مطمئنی از الگوهای غنای گونه بین تاکساها ارائه نمی‌دهد. بربریچ و همکاران (۱۹۹۲)<sup>۱</sup> مورچه‌ها را با استفاده از تله‌های چاله‌ای، جمع‌آوری دستی، و استخراج لاشبریگی با کمک کیسه‌های وینکلری، در درختزارها و خلنگزارهای آرام واقع در غرب استرالیا نمونه‌گیری کردند. آنها غنای گونه مورچه‌ها را با تعداد گونه‌های مهره‌دار نمونه‌گیری شده در یک تحقیق دیگر در همان منطقه مقایسه کردند (ای بربریچ و جی رولف، داده‌های چاپ نشده). خزندگان و پستانداران در خط حفره‌ای جمع‌آوری شدند. آنها بین غنای گونه مورچه‌ها و غنای گونه خزندگان، پرندگان و یا پستانداران مشاهده نکردند (به جدول شماره ۲-۶ رجوع شود).

الیور و بیتی (۱۹۹۶a, ۱۹۹۶b)<sup>۲</sup> رابطه بین غنای گونه مورچه‌ها و غنای گونه سوسکها یا عنکبوت‌های جمع‌آوری شده بصورت تله‌های چاله‌ای در ایالت نیو ساوت ولز (New South Wales)، واقع در استرالیا، در چهار زیستگاه در امتداد یک ترانسکت که نشانگر انتقال از خاکهای خشک و پوشش گیاهی نسبتاً باز تا نواحی دارای رطوبت خاک بالا و پوشش گیاهی انبوه تر است مورد مطالعه قرار دادند. وقتی که این چهار زیستگاه بترتیب غنای گونه برای هر تاکسون رتبه‌بندی شدند، رتبه‌بندیها برای مورچه‌ها، سوسکها، و عنکبوتها همگی متفاوت بودند. آنها همبستگی منفی معنی‌داری بین غنای گونه مورچه‌ها و سوسکها در هر منطقه جنگلی مشاهده کردند<sup>۳</sup> (همچنین به جدول شماره ۲-۶ رجوع شود). علاوه بر آن، تحلیل مختصاتی جابجایی گونه‌ای بین چهار منطقه جنگلی نشان داد که مورچه‌ها و سوسکها سطوح جابجایی مشابهی داشتند، اما عنکبوتها سطوح پایین‌تری را نشان دادند.

سرانجام، الیور و همکارانش (۱۹۹۸)<sup>۴</sup> رابطه بین غنا و جابجایی گونه‌ای مورچه‌ها و دیگر گروهها را بین جنگلهای غیر انبوه و انبوه در شمال شرقی ایالت نیو ساوت ولز (New South Wales)، استرالیا، مورد بررسی قرار دادند. آنها تحقیقات زمینه‌یاب امتیازی در مورد گیاهان و پرندگان را در فاصله‌های یکصد متری در امتداد ترانسکتها در هر سایت انجام دادند. پستانداران کوچک با استفاده از تله‌یئوت در ازای هر یک از این امتیازها جمع‌آوری شدند؛ خزندگان و دوزیستها از طریق جستجوهای زمان‌دار دیداری و نیز با تله‌های چاله‌ای جمع

1. Burbridge et al. (1992);

2. Oliver & Beattie (1996a, 1996b);

3. Oliver & Beattie (1996b);

4. (Oliver et al. (1998);

آوری گردیدند؛ بی‌مهرگان با استفاده از تله‌های چاله‌ای نمونه‌گیری شدند. تنها مورچه‌ها و سه خانواده از سوسکها از نمونه‌های بی‌مهرگان جداسازی شده و شناسایی گردیدند. هیچ همبستگی مثبت معناداری بین مورچه و دیگر گروهها در سایتهای جنگلی انبوه و غیر انبوه مشاهده نشد (به جدول شماره ۲-۶ رجوع شود). اما بین مورچه و پرندگان در جنگل انبوه، ولی نه در جنگل غیر انبوه، یک رابطه منفی معناداری مشاهده گردید (به جدول شماره ۲-۶ رجوع شود). جابجایی گونه بین سایتهای بترتیب گیاهان < بی‌مهرگان < مهره داران بود، که نشانگر این است که این تاکسایا الگوهای مشابهی از واکنش را نسبت به تغییرات محیطی نشان نمی‌دهند.

### محدودیت‌های روش نمونه‌گیری بر حسب شاخص

یافته‌ای که در آن بین غنای گونه مورچه‌ها و غنای گونه دیگر تاکسایا همبستگی‌های مثبت قوی اندکی وجود دارند عجیب نیست. هیچ دلیل پیشین قوی وجود ندارد که چرا باید تنوع یک تاکسایا منتخب شاخص (یا تاکسایا) با دیگر تاکسایا همبستگی داشته باشد<sup>۱</sup>. هر یک از گونه‌ها دارای تاریخ تکامل بی‌نظیری هستند که بر توزیع آنها تأثیر می‌گذارد. سطوح بالاتر طبقه‌بندی، از قبیل جنسها و خانواده‌ها، ممکن است تحت تأثیر عواملی باشند که لزوماً با عواملی که بر دیگر جنسها و خانواده‌ها، حتی در یک زیستگاه، تأثیر می‌گذارند یکسان نیستند. جانوران مختلف از نیازهای اکولوژیک مجزایی برخوردار بوده و احتمالاً نسبت به تغییرات محیطی به یک شیوه واکنش نشان نمی‌دهند<sup>۲</sup>.

مطالعات پیرامون روابط بین غنای گونه‌ای تاکسایا گوناگون، الگوهای مشابهی را یافتند. کرمین (۱۹۹۲)<sup>۳</sup> مشاهده کرد که پروانه‌ها شاخصهای مناسبی از غنای گونه‌ای گیاهان در ماداگاسکار نیستند. ویلکاکس و همکارانش (۱۹۸۶)<sup>۴</sup> همبستگی کمی بین غنای پروانه‌ها، پرندگان، و پستانداران در غرب آمریکا مشاهده کردند؛ پرندگاست و همکارانش (۱۹۹۳)<sup>۵</sup> در غنای گونه پروانه‌ها، سنجاقکها، گیاهان خزه‌ای، گیاهان آبی، و پرندگان تخم‌گذار در کشور انگلستان همپوشی ضعیفی را دست یافتند. و فارو و همکارانش (۱۹۹۹)<sup>۶</sup> هیچ همبستگی بین

1. Goldstein (1999);
2. Lawton et al. (1998);
3. Kremen (1992);
4. Wilcox et al. (1986);
5. Prendergast et al. (1993);
6. Pharo et al. (1999);

تنوع گیاهان آوندی و تنوع بروفیتی و گل‌سنگها در استرالیا مشاهده نکردند. از بین تحقیقات ذکر شده در این فصل، ابنسپرگ-تراون و همکارانش (۱۹۹۶)<sup>۱</sup>، الیور و بیتی (۱۹۹۶a)<sup>۲</sup>، کرانستون و ترومن (۱۹۹۷)<sup>۳</sup>، و الیور و همکارانش (۱۹۹۸)<sup>۴</sup> هیچ همبستگی بین غنای دیگر تاکسها نیافتند.

اگر قرار باشد که تحلیل داده‌ها و درک روابط بین تاکسها توسعه یابد، آگاهی از بیولوژی گونه‌های تحت بررسی باید بعد اساسی مطالعات تنوع بشمار آید (به فصلهای ۲ و ۸ رجوع شود). چنین آگاهی امکان پذیر نیست مگر اینکه اسامی گونه‌ها معلوم باشد. علاوه بر آن، برنامه‌های حفاظتی و مدیریتی نباید صرفاً براساس تعداد گونه‌های موجود در یک منطقه فراهم شوند، بلکه باید براساس هویت و بیولوژی گونه‌های موجود باشند.<sup>۵</sup>

### استفاده بالقوه از روش نمونه گیری بر حسب شاخص

غنای گونه تاکسهای مختلف ممکن است در برخی مناطق با هم مرتبط باشند. در زیستگاههای آرام، عوامل تکامل تاریخی شاید سطوح مشابهی از غنای گونه را در تاکسهای غیر مرتبط بوجود بیاورند.<sup>۶</sup> این مسئله در مناطق دارای ثبات بالا، همچون مناطق انبوه جنگلی، که در آن نرخ بالای تشکیل گونه، نرخ پایین انقراض گونه‌ها، و روابط مشترک تکاملی رخ می‌دهد، امکان پذیر است. در مناطقی که دستخوش نوعی ناآرامی شده اند، خواه این ناآرامی طبیعی باشد یا زاینده دخالت بشری، ممکن است سطوح مشابهی از غنای گونه برای تاکسهایی که دارای نیازهای زیستی و اقلیمی کوچک مشابهی هستند، وجود داشته باشد. بعنوان مثال، هم بندپایان خاک زی و هم خزندگان ممکن است در غنای گونه در یک منطقه با تغییر غنای گونه‌ای گیاهان - و از اینرو قابل دسترس بودن سایتهای آشیانه و شرایط رطوبت خاک مناسبتر - افزایش یابند. تاکسهایی که دارای قابلیت پراکندگی یا زیستگاهی هستند نیز ممکن است الگوهای غنای گونه همبسته را در مناطق ناآرام نشان دهند. علاوه بر آن، الگوهای که در روابط همزیستی تنگاتنگ وجود دارند ممکن است الگوهای مشابهی از غنای گونه را نشان دهند.

- 
1. Abensperg-Traun et al. (1996);
  2. Oliver & Beattie (1996a);
  3. Cranston & Trueman (1997);
  4. Oliver et al. (1998);
  5. Goldstein (1999);
  6. Cranston & Trueman (1997);

### استفاده بالقوه از مورچه‌ها بعنوان تاکسای شاخص

الگوهایی که در غنا و تنوع گونه‌ای مورچه‌ها نقش دارند ممکن است با الگوهای موجود در تاکساهایی که نیازهای آشیانه‌ای و غذایی مشابهی دارند رابطه همبستگی داشته باشند، همان تاکساهایی که تحت تأثیر عوامل محیطی مشابهی هستند و یا تاکساهایی که مورچه‌ها با آنها روابط معناداری دارند. اینگونه تاکسها شامل بی‌مهرگانی از قبیل عنکبوتها، پادمانها، و یا مایتها، که در خاک و لاشبرگ زندگی می‌کنند هستند؛ بی‌مهرگانی که دارای منابع غذایی مشابه اما محدودی اند؛ و جانورانی که ممکن است بعنوان شکارهای متمرکز برای برخی گونه‌های مورچه قرار گیرند. اگرچه مورچه‌ها بعنوان جانوران تغذیه کننده و لانه سازهای غیر متمرکز محسوب می‌شوند، بسیاری از گونه‌ها از منابع غذایی بسیار خاص و نیازهای اقلیمی کوچک برخوردارند. الگوهای مشابه در غنای گونه نیز ممکن است در مورچه‌ها و گیاه خاص، گونه‌ای از راسته جوربالان، و گونه‌های سوسک که مورچه‌ها روابط همزیستی اجباری با آنها دارند مشاهده شوند.

جدولهای ۱-۶ و ۲-۶ اطلاعات مستندی در مورد این فرضیه ارائه می‌دهد که غنای گونه مورچه‌ها ممکن است با غنای گونه‌ای تاکساهایی که نیازهای زیستگاهی کوچک مشابهی دارند همبستگی داشته باشند. غنای گونه مورچه‌های گیاهزی با غنای گونه‌ای دیگر تاکساهایی که در پوشش گیاهی وجود دارد (مانند، پرندگان، پروانه‌ها، و سوسکهای گیاهزی) و نیز با غنای گروه دیگری از مورچه، یعنی مورچه‌های زیرخاکزی، همبستگی مثبتی دارد<sup>۱</sup> (به جدول شماره ۱-۶ رجوع شود). بین غنای گونه مورچه‌ها و غنای گونه‌ای گیاهان، سوسکها، عقربها، موریانه‌ها، بی‌مهرگان زیرخاکزی، و بی‌مهرگان گیاهزی بومی مناطق کم پوشش، روابط مثبتی مشاهده گردید (به جدول شماره ۱-۶ رجوع شود). تمامی تاکسهای حشره که همبستگی مثبت با مورچه‌ها داشته اند، مانند مورچه‌ها (به استثنای تمامی بی‌مهرگان توصیف شده در کتاب توصیفی جانوران میجر (۱۹۸۳)، به روش تله‌های چاله‌ای جمع آوری شدند. این موضوع بیانگر آن است که این تاکسها در زیستگاه کوچک مشابه زیستگاه مورچه‌ها زندگی و فعالیت کرده و بنابراین نیازهای زیستگاهی مشابهی دارند.

اگر جامعه متنوعی از مورچه‌ها نیاز به گیاهان متنوعی بودند که بتوانند آشیانه یا مواد غذایی را تأمین نمایند و یا اینکه اقلیم کوچک مورد نیازشان را تنظیم کنند، تصور می‌شد که بین غنای گونه‌ای گیاهان با غنای گونه‌ای مورچه‌ها همبستگی وجود داشته باشد. این مسئله مطمئناً در

---

1. Lawton et al. (1998);

زیستگاههای نسبتاً ناآرام و آشفته، از قبیل حفره های بوکسیتی بازسازی شده، صادق است<sup>۱</sup>. غنای گونه مورچه ها در هر زیستگاهی، از جمله درختزارهای اکالپتوس<sup>۲</sup> و دیگر زیستگاههای طبیعی استرالیایی<sup>۳</sup> پیش بینی می شد که با افزایش غنای گونه گیاهان افزایش یابد همچنانکه زیستگاهها و اقلیم کوچک برای گونه های غیر متمرکز دارای نیازهای خاص فراهم می شدند.

### خط مشی آینده

اکثر دانشمندان اکنون بر این عقیده اتفاق نظر دارند که تک تک تاکسها یا گروههای محدودی از تاکسها بعنوان شاخص کل تنوع زیستی کافی نیستند<sup>۴</sup>. الیور و همکارانش (۱۹۹۸)<sup>۵</sup> نتیجه گرفتند که "ارزیابی از سایتها جهت محافظت از محیط براساس غنای گونه چند گروه طبقه بندی بیشتر شناخته شده، تنوع زیستی دیگر گروهها را به حد کافی نشان نمی دهد." همینطور، استفاده از تغییرات در غنای گونه یک یا تعداد محدودی از تاکسهای شاخص جهت پیش بینی تغییرات در غنای دیگر گروهها تصویر دقیقی از کل تغییر ارائه نمی دهد<sup>۶</sup>.

روش مناسبتر این است که باید از تعدادی از تاکسهای متنوع شاخص، از جمله تاکسهای دارای نیازهای اکولوژیکی متنوع، از قبیل گیاهان، مهره داران، و بی مهرگان، بصورت ترکیبی استفاده کرد<sup>۷</sup>. این روش چند گونه ای بلحاظ تئوری، ارزیابی بهتری از کل تنوع یک منطقه فراهم می کند، تغییرات را در تنوع ایجاد شده به سبب اصلاح زیستگاه، دقیقتر منعکس می سازد، و اطلاعات کامل تری را برای مدیریت صحیح زیستگاهها در خصوص تنوع ارائه می نماید<sup>۸</sup>.

تحقیقات بیشتری نیاز است تا روابط بین غنا و تنوع گونه ای یک سری از تاکسها، یعنی هم بی مهرگان و هم مهره داران، را در زیستگاههای گوناگون مقایسه کنند. علاوه بر آن، اطلاعات اساسی بیشتری پیرامون نیازهای اکولوژیکی و زیستگاهی گروههای شاخص بالقوه باید جمع آوری شوند طوریکه الگوهای غنا و تنوع گونه ای گروههای منتخب بدرستی قابل

- 
1. Majer (1983); Andersen et al. (1996);
  2. Abensperg-Traun et al. (1996);
  3. Cranston & Trueman (1997);
  4. Noss (1990); Kremen et al. (1994);
  5. Oliver et al. (1998);
  6. Lawton et al. (1998);
  7. Noss (1990); Kremen et al. (1992); Lawton et al. (1998);
  8. Lambeck (1997);

## فصل ششم: مورچه‌ها بعنوان شاخص تنوع / ۱۸۱

تفسیر باشند.

مورچه‌ها بعنوان یک تاکسون شاخص تحقیقی قابلیت فراوانی دارند. فراوانی بالا، سهولت در نمونه‌گیری، منابع نسبتاً خوب برای شناسایی طبقه بندی، و اهمیت اکولوژیکی شان، از آنها نمونه تحقیقی ایده آلی ساخته است. بویژه، گونه‌های خاکزی با وجود روشهای استاندارد کمیته جهت نمونه‌گیری از آنها شاخصهای مفیدی محسوب می‌شوند (به فصل ۱۴ رجوع شود). مورچه‌ها که در ارتباط با دیگر تاکسهای دارای نیازهای اکولوژیکی مختلف بررسی می‌شوند، می‌توانند اطلاعات ارزشمندی در زمینه کل‌غنا و تنوع گونه‌ای یک منطقه فراهم نمایند.

### تقدیر و تشکر

از آلفونسو آلونسو، مایکل کاسپاری، جاناتان دی میجر، و دو بررسی کننده ناشناس بخاطر نظرات اصلاحی سازنده شان در آماده‌سازی فصل حاضر تشکر می‌نمایم.



## فصل ۷

### استفاده از مورچه در نظارت بر تغییرات محیطی

مایکل کاسپاری جانانان دی میجر

جوامع اکولوژیکی همواره در حال تغییرند. افراد تولید مثل می‌کنند و می‌میرند. جمعیتها در چرخشند و مورد آسیب عوامل غیر مترقبه و قابل پیش بینی قرار می‌گیرند. گونه‌ها، شناخته شده و مُقرض می‌شوند. بخشهایی از مناظر طبیعی، ناآرام شده و جان دوباره می‌گیرند. نقش نگرانی بشری در این پویایی موضوع جدیدی نیست، و همینطور به جوامع صنعتی پیشرفته محدود نمی‌شود. اما دسترسی به انرژی ارزان توأم با فشارهای جمعیتی انسان باعث پیدایش کشاورزی، شهر نشینی، و استخراج منابع در مقیاس وسیع شده‌اند. در نتیجه، زیستگاهها دستخوش تغییرات فزاینده شده و تجزیه می‌گردند. گونه‌های شناسایی شده به این مناطق ناآرام هجوم آورده و به زیستگاههای بکر نفوذ می‌کنند. زایعات بجامانده از تولید و استفاده از این انرژی ارزان در خاک، آب، و هوا انباشته می‌شوند.

#### چالش موجود

جامعه از اکولوژیست‌ها و مدیران منابع می‌خواهد که دو کار را انجام دهند. اول اینکه، از ما خواسته شود تا بر محیطهای زیست بکر موجود نظارت کرده و به جامعه پیرامون تغییرات خطرآفرین هشدار دهیم. اما اکوسیستم‌ها تقریباً در تمامی خصوصیات تفاوت ذاتی دارند. ما به



یک معیار کامل نیاز داریم تا هر زمان جمعیتی شیب منفی پیدا می‌کند یا اینکه بطور وضعی نابدود می‌شود واکنش نشان دهیم. عبارت دیگر، اکولوژیستها نیازمند یک "اصل هنجارسازی اکولوژیکی" هستند و همینطور پروتکلی که بواسطه آن به این اصل دست پیدا کنند. دوم اینکه، اکوسیستم‌های مخرب در مراحل مختلف احیا، در اختیار اکولوژیست‌ها و مدیران منابع گذاشته شود و از آنها خواسته شود تا بازسازی این اکوسیستم‌ها را ارزیابی کنند.

آنچه که اصل و اساس این دو کار را شکل می‌دهد همانا درک صحیح از تغییرپذیری بعنوان فرایند ذاتی اکوسیستم‌ها است. اما اکوسیستم‌ها پیچیده و پویا و دارای تاکساهایی هستند که روابط گوناگونی را میان جانوران و محیط زیست غیر زنده بوجود می‌آورند. همچنانکه در فصل ۶ هم عنوان شد، تاکساهای منتخب غالباً بعنوان شاخص تنوع یا بعنوان شاخص واکنشهای اکولوژیکی دیگر تاکسها و گاهی اوقات بعنوان معرف کل یک اکوسیستم مورد استفاده قرار می‌گیرند. در بحث نظارت بر تغییرات محیطی، غالباً تاکساهایی که نسبت به ناآرامیها بسیار حساس هستند<sup>۱</sup> انتخاب می‌شوند. اسپلبرگ (۱۹۹۱)<sup>۲</sup> معیارهایی را جهت استفاده از تاکسها در برنامه نظارتی ارائه می‌دهد.

مورچه‌ها گروه شاخص ایده آلی برای برنامه نظارتی محسوب می‌شوند. بسیاری از گونه‌های مورچه میزان مقاومت (تولرانس) محدودی دارند و ازاینرو سریع به تغییرات محیطی واکنش نشان می‌دهند. حجم کوچک مورچه‌ها و وابستگی شان به دمای نسبتاً بالا، این گروه از تاکسها را نسبت به تغییرات اقلیمی و اقلیم کوچک بسیار حساس می‌سازد. علاوه بر آن، برخی از کلونیهای مورچه از عمر طولانی و آشیانه‌های دائمی برخوردارند که براحتی قابل علامت گذاری و بازدید مجدد هستند. بنابراین، گونه‌هایی که زیاد عمر می‌کنند به ما امکان می‌دهند تا بر سلامت یک کلونی در صورت تغییرات محیطی آن نظارت کنیم. در عوض، گونه‌های دارای عمر کوتاه ممکن است از گردش غنای بالا برخوردار بوده و واکنشهای فوری نسبت به عوامل تنش‌زا از خود نشان دهند. بنابراین، جوامع مورچه برنامه نظارتی را که نسبت به تغییرات در مقیاسهای زمانی حساس است ممکن می‌سازد (پیرامون دیگر خصیصه‌های مورچه بعنوان تاکسای شاخص، به فصل ۶ رجوع شود).

در اینجا به بررسی نقش بالقوه جوامع مورچه‌های خاکزی در برنامه‌های نظارت بر تغییرات محیط زیست و ارزیابی فعالیتهای بازسازی می‌پردازیم. ابتدا دلیل ثبات بلند مدت در جوامع

1. Kareiva et al. (1993);

2. Spellerberg (1991);

مورچه را مرور می‌کنیم. سپس بررسی می‌کنیم که چگونه مورچه برای مطالعه فعالیت‌های بازسازی پس از تنش مورد استفاده قرار می‌گرفتند. آنگاه با ارائه پیشنهادهایی معمول - یعنی براساس بهترین ادله و همینطور کمی فرضیات قابل دفاعی که ارائه می‌دهیم - از خصوصیات جوامع مورچه که برای برنامه‌های نظارتی موفق پیرامون محیط زیست بسیار ارزشمندند، نتیجه‌گیری می‌کنیم.

### تغییرات مبنایی: جمعیت‌های متغیر مورچه در جهان در حال تغییر

برنامه نظارتی بر این فرض استوار است که یک اکوسیستم بکر نسبت به شرایط متغیر حساس است. برنامه‌های احیای اکوسیستم می‌کوشند تا اکوسیستم‌هایی را که بلافاصله دقت مانند سیستم‌های بکر عمل می‌کنند بازسازی نمایند. موضوع اصلی مطالعات نظارتی زیربنایی، همچون عوامل کنترلی بازسازی، یا بعنوان فعالیت‌های ارزشمند در نوع خود، تعیین میزانی است که خصوصیات اکوسیستمی (مانند بارآوری، بیوماس، ترکیب گونه، و غنا) در آن بطور طبیعی تغییر می‌کنند. حتی اگر جمعیت‌ها نوسان فراوان داشته باشند، چنین هدف مبهمی به اصل هنجارسازی اکولوژی ما مبدل گشته و باید برداشت ما از فعالیت بازسازی را تعدیل نماییم. جهت ارزیابی از این فرایند تغییر پذیری، نیاز به مجموعه اطلاعات بلند مدت داریم، که بسیار بیشتر از عمر متوسط پُر عمر ترین جانوران باشد<sup>۱</sup>. چنین مجموعه اطلاعات کمیاب هستند. این بخش به بطور خلاصه به تعدادی از مطالعات می‌پردازد که جمعیت‌ها یا جوامع مورچه را در روند تحقیقات بمدت حداقل چهار سال دنبال کرده‌اند. در هر یک از آنها، دنبال نشانه‌ای از رکود در روند جمعیتی و برتری و غالب بودن اجتماعی هستیم. در عوض، به جمعیت‌ها و جوامع پویا دست می‌یابیم. دست کم یک مطالعه به روند بلند مدت اقلیمی که عامل بالقوه در این تغییرات اکوسیستمی محسوب می‌گردد اشاره دارد.

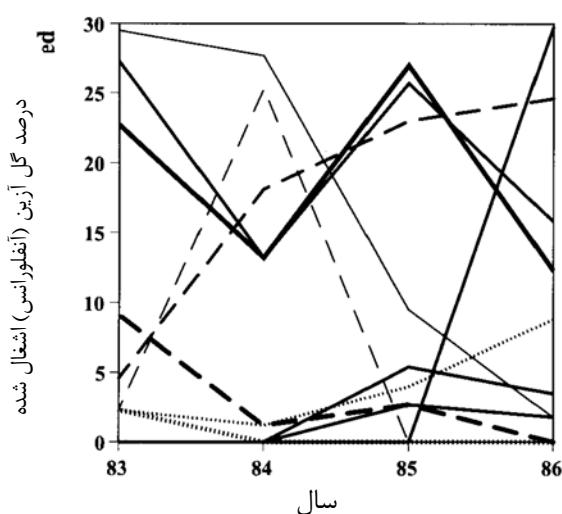
### جامعه مورچه‌های نگهبان در مناطق استوایی نو

در یک جنگل بارانی دارای رشد ثانوی مناطق استوایی نو، مورچه‌ها، در ارتباط با گیاه *Calathea ovandensis*، که یک گیاه دارویی زیر اشکوبی است مورد نظارت قرار گرفتند<sup>۲</sup>. گلهای این گیاه محلول شکر تولید می‌کنند که باعث جذب مورچه‌ها می‌شود. این مورچه‌ها،

1. Connell & Sousa (1983);

2. Horvitz & Schemske (1990);

یکی بعد از دیگری، علفخواران را از این گیاه خارج می‌کنند. از سال ۱۹۸۳ تا ۱۹۸۶ هر دو هفته یکبار، چهار پلات، به مساحت ۲۵ تا ۶۴ متر در واحد مربع، و در فاصله ۸۰ تا ۲۵۰ متری جدا از هم مورد نظارت قرار گرفتند. گل شکوفه‌های مورد استفاده مورچه‌ها مورد تحقیق قرار گرفتند. در واقع، هرویتس و شیمسکه داده‌ها را در یک مطالعه چهار ساله آنهم با روش طعمه گذاری بدست آورده و گزارش می‌کنند. نتایج کسب شده تأمل برانگیز است.



شکل شماره ۱-۷. فراوانی (که بصورت درصد گل آذین (آنفلورانس) اشغال شده محاسبه می‌گردد) یازده گونه از مورچه‌های نگهبان روی گیاه *Calathea ovandensis* در یک جنگل بارانی مناطق استوایی نو (برای آگاهی از اسامی گونه‌ها، به هرویتس و شیمسکه (۱۹۹۰) رجوع شود). گلها بعنوان "طعمه‌های مورچه" عمل می‌کنند، و این تحقیق طعمه-محور، تغییر بزرگ سالیانه در تراکم‌های جمعیتی، حجم‌های کلونی، جذابیت طعمه، و یا ترکیبی از این سه فاکتور را ارائه می‌دهد.

در این چهار سایت، مورچه غالب بلحاظ عددی در گیاه *Calathea ovandensis* طی چهار سال تغییر کرده است. تعداد مورچه در هر پلات بسیار پویا بوده است، بدون اینکه هیچ روند آشکاری در تغییر ترکیب گونه مشخص شود. شکل شماره ۱-۷ خلاصه‌ای از داده‌های حاصل از یکی از پلاتهای آنها را ارائه می‌دهد. بعنوان مثال، گونه *Pheidole gouldi* که از سال ۱۹۸۳ تا ۱۹۸۴ یک مورچه غالب در این پلات است، تا سال ۱۹۸۶ در کمتر از ۵٪ از گلها یافت شد. گونه "A" *Pheidole* در مرز بین غالب بودن و کمیاب بودن قرار داشت. مشخص کردن عوامل این نوسانات بدون انجام تحقیقات بیشتر امری دشوار است. تغییرات در تعداد مورچه،

صرف نظر از آنهایی که در مرحله توالی جنگل رخ می‌دهند، ممکن است منعکس کننده تغییراتی همچون تراکم جمعیتی، حجم کلونی، یا دسترسی به انواع غذاهای جایگزین، و همینطور جذابیت طعمه نیز باشند. می‌توان نتیجه گرفت که مطالعات طعمه-محور باید با احتیاط مورد بررسی و توجه قرار گیرند.

چنین نوساناتی در تعداد حشره رایج اند<sup>۱</sup>. بعنوان مثال، در یک نمونه گیری ۱۴ ساله با روش تله نوری در جزیره بارو کلورادو، واقع در پاناما، یک گونه از پنج گونه جوربالان تغییر ۱۰ درصدی در تعداد گونه‌ها را نشان داد<sup>۲</sup>. آیا این تغییرات معرف دگرگونی طبیعی در یک فرایند تعادلی (بعبارتی دگرگونی زیربنایی) هستند؟ یا اینکه آیا جوربالان تغییرات ظریفی را در جنگل "نشان می‌دهند"؟ یعنی، همانگونه که خواهیم دید، مشکل اساسی در تفسیر داده‌های نظارتی است. جالب اینکه، به گزارش ولدا، حتی وقتی که گونه‌ها کم و زیاد می‌شدند، دو مورد از سنجش غنای گونه تقریباً ثابت می‌مانند.

### دو مورچه دروگر مناطق شمالی

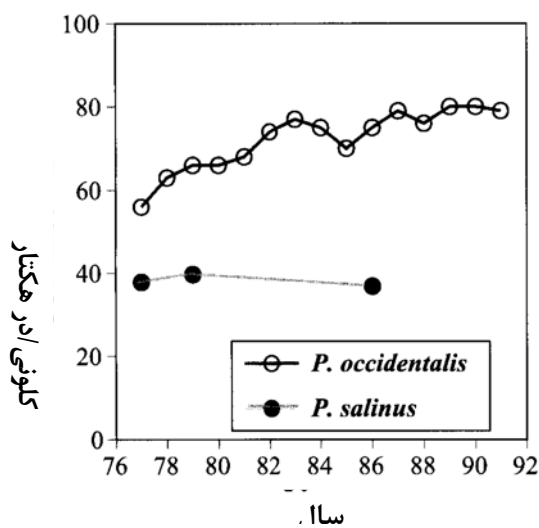
تمامی مطالعات باقی مانده به مناطق لم یزرع آمریکای شمالی برمی‌گردد، که همگی بر مجموع گونه‌های بزرگ، و خاکزی متمرکز شدند که قابلیت ساخت کپه‌های آشیانه‌ای مشخص را دارند. دو تحقیق در مورد جمعیت مورچه‌ها در علفزارهای بیابانی مناطق شمالی و دو تحقیق در علفزارهای بیابانی مناطق جنوبی صورت گرفته‌اند. دو تحقیق قبلی پیرامون جنس *Pogonomyrmex* بودند، یعنی در مورد مورچه‌های دروگری که آشیانه‌های بشقابی و کپه‌ای از دانه‌های ریز شن ایجاد می‌کنند. این مورچه‌های دروگر مقادیری غنی از بذر را در توده‌های پسماند زیر زمینی ذخیره می‌کنند.

جمعیتی از گونه *Pogonomyrmex salinus* در زیستگاه بوته‌ای منطقه گریت باسین واقع در ایالت آیداهو مورد نظارت و مطالعه قرار گرفتند<sup>۳</sup>. کپه‌ها در سه پلات (دو پلات به اندازه ۰/۲۵ هکتار و یکی به مساحت ۲/۷۲ هکتار) سه بار در طول ۹ سال مورد سرشماری قرار گرفتند. جمعیتها از سال ۱۹۷۷ تا ۱۹۸۶ کمی متفاوت نشان دادند هرچند که گردش جمعیتی چشمگیری وجود داشت (به شکل شماره ۲-۷ رجوع شود).

در چمنزارهای علف کوتاه ایالت نبراسکا، جمعیتی از گونه *Pogonomyrmex*

1. Andrewartha & Birth (1954);
2. Wolda (1992);
3. Porter & Jorgensen (1988);

*occidentalis* در پلاتی به مساحت یک هکتار مورد مطالعه قرار گرفتند<sup>۱</sup>. کپه‌ها هر سال و به مدت ۱۵ سال علامت گذاری و سرشماری شدند. برخلاف جمعیت‌هایی از گونه *P. salinus* تراکم گونه *P. occidentalis* در این سایت از سال ۱۹۷۷ تا ۱۹۹۱، طی یک دوره‌ای که هیچ تغییر آشکاری بر اثر فشار چرا یا ویژگیهای سایت با میزان بارندگی بالاتر از حد متوسط مشاهده نشد، ۴۱٪ افزایش یافت<sup>۲</sup>. علت این افزایش مشخص نیست.



شکل شماره ۲-۷. فراوانی دو گونه از مورچه دروگر *P. occidentalis* و *P. salinus* بترتیب در طول ۱۵ و ۹ سال در آمریکای شمالی. گونه *P. salinus* هیچ روند محسوسی را نشان نمی‌دهد. گونه *P. occidentalis* بنظر می‌رسد که از نظر تعداد، افزایش یافته باشد. داده‌ها پورتر و جورگینسن (۱۹۸۸) و کیلر (۱۹۹۳).

### دو تحقیق انجام شده در بیابانهای شیپواهوان

دو تحقیق بلند مدت دیگر نشان می‌دهند که چطور محققان مختلف که به گونه‌های مختلف می‌پردازند ممکن است به نتایج مکملی دست پیدا کنند. چو و دی ویتا (۱۹۸۰) سه گونه از مورچه (*Myrmecocystus depilis*, *Aphaenogaster cockerelli* و *M. mexicanus*) را در بوته زار بیابانی منطقه شیپواهوان مورد مطالعه قرار دادند. یک منطقه فرق گله به مساحت ۹/۳

1. Keeler (1993);
2. K. Keeler (pers. Com.);

هکتار شش بار در طول ۲۳ سال سر شماری شدند. یک گونه، که گونه روزِ فعال *M. depilis* است، از نظر تراکم تقریباً ۵۰٪ متفاوت بود، حال آنکه تعداد همجنس آن *M. mexicanus* یازده لایه افزایش یافت (به شکل شماره ۳-۷ الف رجوع شود). در عوض، *A. cockerelli* در یک مدت زمان در منطقه مورد نظر از بین رفته بود. افزایش گونه *M. mexicanus* با وجود ارتباط منفی که از بُعد مکانی با دو گونه دیگر دارد، رقابت مجزا از گونه *A. cockerelli* را نشان می‌داد، اما به سختی می‌شد عنوان کرد که چرا جامعه این مورچه تغییر کرده است.

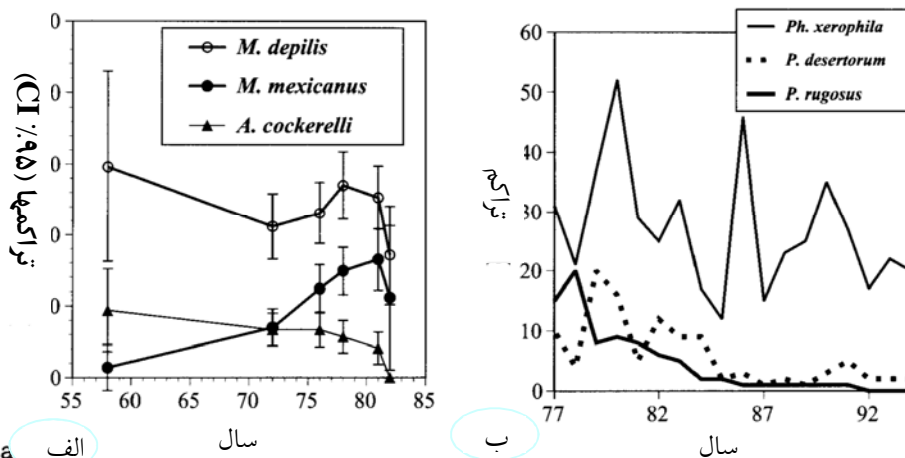
تحقیق دوم که در همان حوالی انجام شد برای باز ترکیب اصلی گونه در طول ۱۸ سال به نشانه‌هایی دست یافت. براون و همکارانش واکنشهای گیاهان، مورچه‌ها، و پرندگان را نسبت به تیمارهای آزمایشی گوناگون در یک سری از پلاتهای ۰/۲۵ هکتاری دنبال کردند. در پلاتهای شاهد سایت، تعداد دو مورچه دروگر، یعنی *Pogonomyrmex rugosus* و *P. desertorum* در طول دوره ۱۸ ساله کاهش یافته است (به جدول شماره ۳-۷ رجوع شود). گونه *P. rugosus* همانند *A. cockerelli* در تحقیق قبلی، در منطقه مورد نظر از بین رفته اند. گونه سوم، یعنی *Pheidole xerophila*، هر چند تغییر سه لایه را بلحاظ تراکم نشان می‌داد، روند نزولی نداشت. این تغییرات در ترکیب مورچه همزمان بصورت یک افزایش سه لایه‌ای در پوشش بوته‌ای و غنای متغیر تعدادی از گونه‌های جونده رخ می‌دادند. تغییرات در تراکم مورچه و گونه‌های جونده ظاهراً در سرتاسر جامعه بیابانی پراکنده بودند، در حالیکه مارمولکهای شاخدار (که از گونه *P. rugosus* تغذیه می‌کنند) و جفدهای حفره زی (که در حفره‌های جانوران جونده لانه می‌کنند) را تحت تأثیر قرار می‌دادند.

براون و همکارانش (۱۹۹۷) این تغییرات اجتماعی را با افزایش بارش زمستانی در چهار سال الینویی ربط دادند. بارش افزایش یافته زمستانی، بوته‌ها را به بهای از بین رفتن چمنهای بیابانی ترجیح می‌دهد، و هوا ممکن است بارانی گشته و بذرها ذخیره شده توسط مورچه‌های دروگر همچون *Pogonomyrmex* و *Aphaenogaster* را از بین ببرد. چنین تغییرات شدید در ترکیب گونه این اکوسیستم، همچنانکه در تحقیق ولدا به روش تله نوری در پاناما مشاهده شد، تغییر اندکی را در غنای گونه ایجاد کرد. در هر دو مورد، از دست رفتن برخی گونه‌ها شاید با ورود سایر گونه‌ها جبران شود.

- 
1. Brown et al. (1997);
  2. Valone & Brown (1995);

### احیای مجدد پس از تنش: غیر فعالی، برگشت پذیری، و غیر خطی بودن

اکنون به مطالعات پیرامون احیای مجدد اکوسیستم‌ها از تأثیر عوامل تنش‌زا می‌پردازیم. منظور ما از یک عامل تنش‌زا، هر چیزی است که خصوصیات اکوسیستمی یک سایت را در ارتباط با سایت شاهد تغییر دهد. عوامل تنش‌زا ایجاد ناآرامی می‌کنند؛ سایت با از بین بردن آن عامل، تا حدودی احیا می‌گردد. با وجود تغییرپذیری ذاتی اکوسیستم‌ها (همچنانکه قبلاً دیده ایم) نظارت بر فرایند احیای مجدد سایت مستلزم نظارت همزمان بر چند سایت شاهد است. در طول زمان، داده‌های پیرامون خطوط منحنی هر دو سایت شاهد و ناآرام با هدف تعیین زمان تلاقی این خطوط جمع‌آوری می‌گردد.



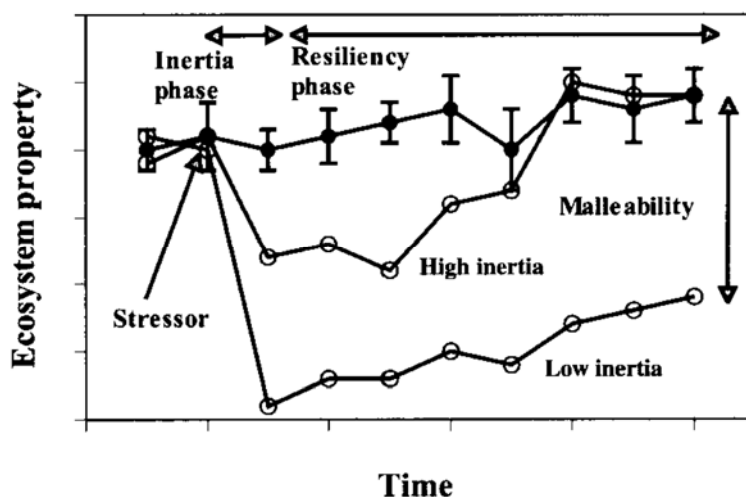
شکل شماره ۳-۷. تغییرات در دو جامعه مورچه در مناطق بیابانی شیوه‌خوان براساس گزارشات (شکل الف) چو و دی وینا (۱۹۸۰) و (شکل ب) براون و همکاران (۱۹۹۷). در هر دو سیستم، در مدت زمان تقریباً یکسان، جمعیت مورچه‌های دروگر بذر کاهش یافت.

خط محور طی شده در هر دو اکوسیستم ناآرام، بنا بر تعریف، بی‌نظیر است. با وجود این، همگی از ویژگی‌هایی برخوردارند که با برنامه‌نظارتی قابل محاسبه بوده و در مقابل سایت‌های شاهد قابل اندازه‌گیری هستند. در بحث پیرامون این ویژگی‌ها، اصطلاح فنر را بکار می‌بریم که قابلیت انعطاف داشته و امکان برگشت را می‌دهد. اصطلاحات نهایی با ظرافت خاصی از سوی وستمن (۱۹۸۶)<sup>۱</sup> عنوان شدند، و ما برخی از اصطلاحات وی را در بخش‌های آینده شرح و بسط خواهیم داد (به شکل شماره ۴-۷ رجوع شود).

1. Westman (1986);

### غیرفعالی

این فرایند قابلیت حفظ خصوصیات یک اکوسیستم در مواجهه با یک عامل تنش زا را منعکس می‌سازد. برخی از خصوصیات یک اکوسیستم نسبت به برخی عوامل تنش زا بسیار حساس هستند. بعنوان مثال، غنای گونه یک دریاچه احتمالاً در مقایسه با بارآوری آن، در واکنش به آلودگی شیمیایی، سریعتر تغییر می‌کند<sup>۱</sup>. در این مورد، غنای گونه از فرایند غیرفعالی پایینی برخوردار بوده و ممکن است خصوصیت مهمی در امر نظارت محسوب گردد، همچنانکه اغلب نشانگر تغییرات اکوسیستمی عمیق تر و برگشت ناپذیرتر است.



شکل شماره ۴-۷. مدل توصیف کننده واکنش یک اکوسیستم به ناآرامیها با استفاده از اصطلاحات وستمن (۱۹۸۶). تعدادی از جوامع شاهد (همراه با ستون خطها) با دو جامعه ناآرام، قبل و بعد از تأثیر عامل تنش زا، مقایسه می‌شوند. یک جامعه (موسوم به غیرفعالی بالا) از فرایند غیرفعالی و برگشت پذیری بالایی برخوردار است - یعنی نسبت به عامل تنش زا واکنش کمتری نشان می‌دهد و سریعاً به خصوصیات متعلق به جوامع شاهد دست پیدا می‌کند. جامعه دیگر (موسوم به غیرفعالی پایین) از فرایند غیرفعالی و برگشت پذیری پایینی برخوردار است و شرایط جوامع شاهد را بطور کامل احیا نمی‌کند. این جامعه انطباق پذیرتر تلقی می‌شود و ممکن است به نقطه تعادل متناوبی برسد.

توضیحات داخل شکل شماره ۴-۷:

خصوصیت اکوسیستم (Ecosystem property)، مرحله غیرفعالی (Inertia phase)، مرحله برگشت پذیری (Resiliency phase)، انطباق پذیری (Malleability)، عامل تنش زا (Stressor)، غیرفعالی بالا (High inertia)، غیرفعالی پایین (Low inertia)، زمان (Time).

1. Schindler (1990);

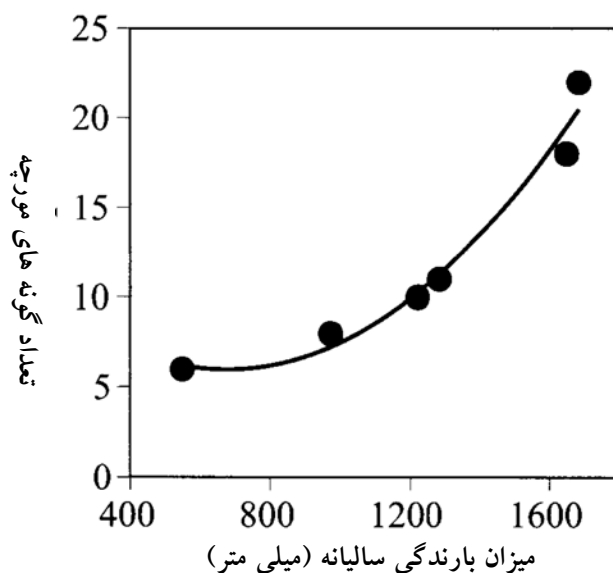


خصوصیات جوامع مورچه، میزان متفاوتی از غیرفعالی را نسبت به عوامل مشابه تنش زا نشان می‌دهند. بعنوان مثال، یک جامعه مورچه بومی بوته زارهای اوکالیپتوس استرالیا کل مکمل گونه‌ای خود را در پی آتش سوزی شدید جنگلی حفظ نموده است.<sup>۱</sup> از سوی دیگر، یک جامعه مورچه در خلنگزارهای انگلستان با بروز آتش سوزی به نحو چشمگیری تغییر کردند.<sup>۲</sup> همینطور، بریدن درختان احتمالاً تأثیر بیشتری روی تنوع مورچه در جنگلهای استوایی نو، که در آن پوشش گیاهی مملو از چشره (از جمله مورچه) است، خواهد گذاشت تا در جنگلهای معتدل کاج، که در آن تنوع چشره ممکن است روی زمین متمرکز شده باشد.<sup>۳</sup> از اینرو، یکی از نخستین گامهای برنامه اصلاح اکولوژی، تعیین تأثیر واقعی عامل مورچه است.

### برگشت پذیری

برگشت پذیری، قابلیت یک اکوسیستم در احیای خصوصیات سایتهای شاهد هم‌تا را نشان می‌دهد. اکوسیستم های برگشت پذیر سریعاً احیا شده و در خصوصیات اصلی اکوسیستمی جمع می‌شوند. چه خصوصیتی از جوامع مورچه قابلیت برگشت پذیری بالایی دارند؟ بنظر می‌رسد که بارندگی یک عامل مهم باشد (به شکل شماره ۵-۷ رجوع شود). غنای گونه در شش سایت حفره ای ۳ ساله، در سایتهایی که بیشترین مقدار بارندگی داشتند افزایش یافت.<sup>۴</sup> در جنگلهای بارانی استوایی، سایتهای بارانی تر که از بارآوری بیشتر و سطح فعالیت مورچه ای بالاتری برخوردارند تراکم و تنوع مورچه را در پلاتهای ۱ متر در واحد مربع سریعتر از سایتهای خشکتر مجدداً احیا می‌کنند.<sup>۵</sup> تراکم و تنوع مورچه در جنگلهای بارانی ممکن است نسبت به خشکسالی برگشت پذیرتر باشند. خشکسالی شدید الینویی در یک جنگل بارانی موسمی پاناما تراکم مورچه را (براساس اندازه گیری با قیفهای برلزی) تا پایین ترین مقادیر ثبت شده شان کاهش داد، باوجود این، اثر خشکسالی فقط تا چند هفته با فصل بارندگی از بین رفته بود.<sup>۶</sup> احیای سایتهای خشکتر ممکن است بدون انجام فعالیتهای اصلاح اضافی به مراتب کندتر شود.

- 
1. Andersen & Yen (1985);
  2. Brian et al. (1976);
  3. Jeanne (1979); Erwin (1986); Blackburn et al. (1990);
  4. Majer (1992);
  5. Kaspari (1996a);
  6. Wheeler & Leving (1988);



شکل شماره ۵-۷. خط تراز رابطه بین تعداد گونه های مورچه در حفرة های ۳ ساله بازسازی شده و بارش سالانه در برخی سایت های سراسر استرالیا. اقتباس از میجر (۱۹۹۲).

عامل دومی که باعث تقویت قابلیت برگشت پذیری می گردد قرابت منطقه ناآرام به منابع مهاجران جدید، یا اصطلاحاً «جانوران تکثیر کننده» است<sup>۱</sup>. ناآرامیهای پُر دامنه باید فراونی گونه ای را کندتر از ناآرامیهای کم دامنه در درون زیستگاه بکر احیا کنند. فراونی گونه ای مورچه ها در احیای مجدد بوکسیتی با افزایش فاصله ها از حاشیه جنگل کاهش یافت<sup>۲</sup>. شایسته است که پیرامون فرایندهایی که بواسطه آن غنای گونه - و دیگر خصوصیات از قبیل بارآوری و بیوماس - ممکن است از ناآرامی نجات یابند، تحقیقات بیشتری صورت گیرد.

### انطباق پذیری

برخی اکوسیستم های ناآرام ممکن است که هرگز تا سطح اکوسیستم های شاهد احیا نشوند. در عوض، ممکن است به یک مجموعه ای از خصوصیات دست پیدا کنند. انطباق پذیری، تفاوت بین خصوصیات نهایی اکوسیستم های ناآرام و پلاتهای شاهد را نشان می دهد. هر چه این

1. MacArthur & Wilson (1967);

2. Majer (1980);

تفاوت بیشتر باشد، اکوسیستم انطباق پذیرتر می‌شود.<sup>۱</sup>

انطباق پذیری، عملکرد عامل تنش زا و اکوسیستم است. در یک مطالعه، کلونی سازی مورچه در بیش از ۳۰ حفره بوکسیتی بازسازی شده مورد بررسی قرار گرفت.<sup>۲</sup> یک سایت بصورت تصادفی خراب شده بود و مجدداً با درختان کاج پوشیده گردید، بدون اینکه حفره ای بوجود آید. ده سال بعد از احیا، غنای گونه مورچه‌ها در این پلات نسبت به غنای گونه مورچه‌ها در پلاتهای حفره‌ای هم سن، که با درختان کاج نیز پوشیده شده بود (بترتیب، میانگین ۱۲ و ۱۰/۵ گونه در هر ترانسکت) بالا بود. نگهداری از سطح خاک ممکن است انطباق پذیری سایت مورد نظر را کاهش داده باشد.

باوجود این، چه کسی باید بگوید که دوره‌های موقت رکود به همسانی مجدد سایتهای ناآرام در سایتهای شاهد نخواهد انجامید؟ با وجود داده‌های ذکر شده در بخش بعدی، باید پویایی کوتاه مدت را با احتیاط دنبال کنیم.

### نوسانات و دیگر رفتارهای غیر خطی

درست به همان اندازه که یک چشمه ناآرام ممکن است که، پیش از رسیدن به یک تعادل، نوسان یابد، همینطور خصوصیات یک اکوسیستم نیز ممکن است در پی یک ناآرامی نوسان پیدا کند. غنای گونه بطور اخص ممکن است در پی ناآرامی در دوره‌های زمانی متوسط در بالاترین حد باشد.<sup>۳</sup> اگر اینگونه باشد، پس پروژه‌های اصلاح که از غنای گونه تنها برای سنجش موفقیت استفاده می‌کنند ممکن است پیش از موقع پایان یابد.

جوامع مورچه در اکوسیستم‌های پس از حفره سازی با از بین رفتن یا جایگزین شدن گونه‌های غالب، عموماً نوسانهای شدیدی را در غنای مورچه نشان می‌دهند. در دو مثال بعدی، غنای گونه در احیای سایتهای در حال حفره سازی روابط عکس و در عین حال متقارن را بین سن و تنوع گونه‌ای نشان می‌دهد.

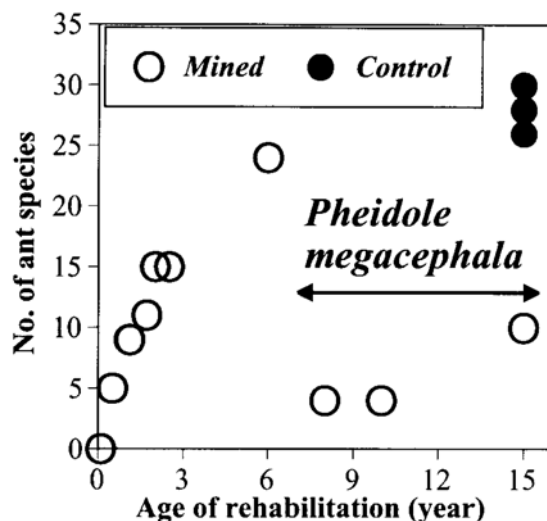
یک سایت، یک تپه شنی در کوئینزلند استرلیا، از نظر غنای گونه از لحظه قطع حفره سازی تا سال هشتم افزایش یافت (به شکل شماره ۶-۷ رجوع شود). در آن سال، جمعیت مورچه چند ملکه‌ای آزادگرد *Pheidole megacephala* افزایش جهشی پیدا کرد. گونه *P. megacephala* مانند دیگر گونه‌های معرفی شده (به فصلهای ۲ و ۴ رجوع شود)، به

---

1. Westman (1986);  
2. Majer et al. (1984);  
3. Connell (1978);

فصل هفتم: استفاده از مورچه برای نظارت بر تغییرات محیطی / ۱۹۵

اکوسیستم‌های ناآرام گوناگون سر می‌زند و بدین ترتیب می‌تواند تأثیر عمده‌ای روی جامعه مورچه آن منطقه داشته باشد.



شکل شماره ۶-۷. الگوی تشکیل مجدد کلونی‌های مورچه در نواحی حفره دار شنی نوسازی شده در جزیره استرادیبروک کوئینزلند. ورود مورچه آزادگرد *Pheidole megacephala* بنظر می‌رسد بنحو چشمگیری سیستم را بازسازی کرده اند، در حالیکه تنوع را نسبت به سه اکوسیستم شاهد به حداقل رسانده اند. اقتباس از میجر (۱۹۸۵).

توضیحات داخل شکل شماره ۶-۷:

تعداد گونه‌های مورچه (No. of ant species)، اکوسیستم دارای حفره (Mined)، اکوسیستم شاهد (Control)، طول مدت بازسازی (Age of rehabilitation [year])

ورود گونه *P. megacephala* به این سایت با افزایش جهشی مشابه در غنای گونه و معرفی گونه جدید به جامعه‌ای که به تازگی دستخوش فقر گونه‌ای گشته همراه بود.

در یک سایت خلنگزار تپه‌ای دیگری در نیو ساوت ویلز (New South Wales) در استرالیا، فاکس و فاکس (۱۹۸۲) کاهش تدریجی را در تنوع گونه پس از قطع حفره‌سازی مشاهده کردند. عامل اینکار وجود مورچه غالب بنام *Iridomyrmex* منطقه‌ای که بلحاظ فراوانی در عرض ۸ سال افزایش تدریجی داشت. سپس، در سال نهم، این گونه جای خود را به گونه دیگر *Iridomyrmex* داد. این جهش چشمگیر با افزایش تنوع گونه‌ای همراه بود. در هر دو مورد، تنوع گونه‌ای ظاهراً به شناسایی گونه‌های غالب بستگی داشت. از اینرو، ممکن است

فرایند جایگزینی در جوامع مورچه همیشه انباشت تدریجی گونه‌ها را نشان ندهد.<sup>۱</sup> وجود نوسانات و یا فقدان آنها در خصوصیات اکوسیستم مشکلاتی را برای برنامه ریزی تحقیقات اصلاح آن فراهم می‌سازد. علاوه بر نوسانات در غنای گونه، جامعه مورچه می‌تواند روندهای غیر خطی را در ترکیب گونه در زمان جایگزینی نشان دهد. مطالعه‌ای پیرامون مورچه‌ها در سایتهای حفره‌ای بازسازی شده در خلیج ریچارد در آفریقای جنوبی این فرایند را تشریح می‌کند. در اینجا مجموعه‌ای از جنگلهای تلماسه‌ای ساحلی صاف و بکر برای دستیابی به شنهای معدنی حفره‌سازی می‌شوند. گروه تلاش می‌کند بخش زیادی از منطقه را با اسکان دادن گونه‌های جنگلی و گونه‌هایی که از کشت متغیر ترویج گونه پیروی می‌کنند بازسازی نماید. از روش دسته‌بندی - که فهرست گونه‌ها را به متغیرهای کوچکتر و توصیفی شدیداً کاهش می‌دهد - جهت مطالعه فرایند جایگزینی در پلاتهای ۰/۳ تا ۱۳ ساله (بانضمام سه پلات شاهد) مورد استفاده قرار گرفت. اولین بخش از جایگزینی به جامعه جنگلی اصلی معطوف نمی‌شد. بلکه جامعه مورچه تنها در پلاتهای قدیمی تر همانند جامعه مورچه جنگلهای اصلی عمل کردند. علاوه بر آن، گونه‌های معرفی شده نقشی را ایفا کردند. گونه *P. megacephala* که بتدریج به تراکمهای گسترده در جواترین پلاتهای بازسازی دست می‌یابد، در مراحل اولیه مورچه غالب را شکل می‌داد. همچنانکه مورچه آزادگرد از سال ششم تا سال سیزدهم به سطوح غیرقابل توجه کاهش می‌یابد، ترکیب گونه نیز به سطح پلاتهای شاهد می‌رسد.<sup>۲</sup>

### درسهایی از مطالعات زیربنایی و ناآرامی

روند رو به رشد مطالعات در مورد جوامع مورچه در اکوسیستم‌های هم ناآرام و هم بکر تنها یک وجه نوسان است. بررسی دقیق شکل شماره ۶-۷ باید هر اکولوژیست را به تأمل وادارد - گزارش پیشرفتی که در سال ششم از دو سال بعد از آن بسیار بسیار متفاوت بنظر می‌رسد. برخی از درسهای مشروط از شرح و تفصیلهای فوق عبارتند از:

۱. جمعیتها و جوامع، موضوعات پویا هستند و ممکن است نسبت به روشی که آنها در آن شکل می‌گیرند بسیار حساس باشند. از آنجا که ما چندان اطلاعی از پویایی اکوسیستم‌ها نداریم، مجموعه‌ای از پلاتهای شاهد در تعیین هدف واقع بینانه در

1. Haskin & Haskin (1988);

2. Majer & de Kock (1992);

## فصل هفتم: استفاده از مورچه برای نظارت بر تغییرات محیطی / ۱۹۷

بازسازی امری حیاتی است. اینگونه پلاتهای شاهد، قطع نظر از امکان نظارت در برنامه بازسازی، داده‌های اکولوژیکی زیربنایی بلند مدت و بسیار ضروری را در اختیار جامعه نیز قرار خواهد داد<sup>۱</sup>.

۲. عوامل تنش زا، در مقیاسهای مکانی بسیاری وجود دارند. فارغ از ناآرامی منطقه ای، از قبیل قطع درختان الواری یا حفز، تغییرات پُردامنه در محیط زیست، از قبیل توده گازهای گلخانه ای، ممکن است باعث تغییر محیط زیست غیرزنده گردند. از اینرو، احتمالاً پلاتهای شاهد، هرچند با سرعت کُندتر، نیز تغییر خواهند کرد.

۳. شاید استراتژی کلیدی در تقویت بازسازی همانا کنترل گونه‌های معرفی شده از قبیل *Pheidole megacephala* و *Solenopsis wagneri* (= *S. invicta*) باشد. از سوی دیگر، اگر این گونه‌های سخت‌جان قادرند که محیط زیست را (یعنی، از طریق آماده‌سازی خاک) اصلاح کنند، ممکن است ابزارهای بازسازی ارزشمندی محسوب شوند.

۴. بازسازی اکوسیستم‌های لم یزرع ممکن است زمان طولانی تری نیاز داشته باشد.

### چه چیز را باید سنجش کرد؟ یک ارزیابی سنجیده

یک هشدار در بیولوژی حفاظت از محیط زیست، نجات تمامی بخشهای آن است، یعنی، در موضوعی به پیچیدگی یک اکوسیستم، فقدان هر بخش ممکن است منجر به پیامدهای ناخواسته شود. بنابراین، یک روش محافظتی این است که تلاش کنیم که هیچ گونه‌ای از دست نرود.

اکولوژیستهایی که بر اکوسیستمی نظارت دارند با مشکل مشابهی روبرو می‌شوند. از ما خواسته می‌شود که اصل هنجارسازی اکولوژی را برای یک اکوسیستم تعریف کنیم در حالیکه عناصر حیاتی که یک اکوسیستم - در صورت وجود داشتن - را کنار هم نگه می‌دارند هنوز تقریباً ناشناخته اند. چندان عجیب نیست که نخستین قانون نظارت بر اکوسیستم اسپربرگ (۱۹۹۱) این باشد که «هر متغیر یا فرایندی که فوراً مورد سنجش قرار گرفته و تاریخ دار می‌شوند ممکن است در شناسایی تغییرات اکوسیستم ارزشمند باشند». از اینرو، پیامد «نجات تمامی بخشها» ظاهراً «نظارت بر هر کاری است که بتوان انجام داد». باوجود این، تمامی برنامه‌های نظارتی از نقطه نظر زمان، سرمایه، و متخصص طبقه‌بندی محدودیت دارند.

---

1. Palmer et al. (1997);

با وجود حساسیت جوامع مورچه که در این فصل ترسیم گردید، عقیده داریم که مورچه‌ها گروه جانوری ایده آلی برای نظارت در یک اکوسیستم خواهند بود. اما کدام جنبه از یک جامعه مورچه باید نظارت شود؟ ما در این خصوص یک مجموعه سه پارامتری را - یعنی گونه‌های انفرادی، جمعیت، و تنوع - ارائه می‌دهیم.

### تغییرات انفرادی در جوامع مورچه

تک تک جانوران می‌توانند برای واکنش‌های فیزیولوژیکی نسبت به تغییرات محیطی جمع آوری و ارزیابی شوند. در کلونیهای دارای عمر طولانی (مانند مورچه دروگر *Pogonomyrmex*، یک کلونی در طول چند سال می‌تواند مورد نظارت قرار گیرد. این کار مخصوصاً مفید است اگر هشدارهای اولیه پیرامون عوامل تنش زا ابتدا در سطح انفرادی منعکس گردند. تاکنون چنین مطالعاتی در اکولوژی مورچه اندک بوده است. اما، تعدادی از خصوصیات کلونی انفرادی هستند که ممکن است مورد نظارت قرار گیرند. یکی از خصوصیات، فعالیت کلونی است. اگر این موضوع هر سال در یک زمان، در یک شرایط آب و هوایی نمونه گیری شود، کاهش جمعی در تعداد گونه‌های کارگر که در خارج از یک کلونی ثبت می‌شوند ممکن است مدتها پیش از اینکه کلونیاها بمیرند فرایند آسیب شناسی را در پی داشته باشد. احتمال دوم، تغییر شکل مورچه‌های کارگر انفرادی است. حوزه جدید امیدوار کننده در بیولوژی حفاظتی، مطالعه در مورد نامتقارنی متغیر است<sup>۱</sup>. جانوران بصورت متقارن رشد می‌کنند (یعنی، اندامهای چپ و راستشان تصاویر جزعی از یکدیگر هستند). عوامل تنش زای محیطی قادرند این فرایند توسعه را مختل کرده و باعث بوجود آمدن عدم تقارن گردند. از اینرو، نمونه گیری سالیانه از گونه‌های بزرگ و پُر عمر تغییراتی را بلحاظ تقارنی در کلونیهایی که در معرض عوامل تنش زا در مقایسه با کلونیهای شاهد قرار دارند آشکار می‌سازد. فعالیت تحقیقی روی حشرات اجتماعی، سود مضاعفی در ثابت نگه داشتن ژنوتیپ (یا مون موروثی) بعنوان یک تغییر محیطی در پی دارد.

### تغییرات جمعیت-محور در جوامع مورچه

در درون هر جامعه متنوع، احتمالاً گونه‌هایی وجود دارند که بواقع نسبت به عوامل گوناگون

1. Palmer & Strobeck (1986); Leary & Allendorf (1989);

## فصل هفتم: استفاده از مورچه برای نظارت بر تغییرات محیطی / ۱۹۹

تنش‌زا حساس هستند<sup>۱</sup>. برنامه نظارتی که بر واکنشهای جمعیت-محور این گونه‌ها توجه دارد بخوبی می‌تواند، مدت‌ها پیش از آسیب دائمی، اثرات عوامل تنش‌زا را روی عملکرد اکوسیستم از بین ببرد<sup>۲</sup>.

اندازه‌گیری‌ها از تراکم کلونی - براساس نمونه‌گیری پلات-محور، دستی، وینکلری، یا استخراج برلزی (به فصل ۹ رجوع شود) - احتمالاً بهترین مبنایی خواهند بود که برنامه نظارتی جمعیت مورچه را، بدلیل بی‌ابهام بودن روش پلات-محور، می‌توان بر اساس آن انجام داد. هرچه برآورد فراوانی (مثلاً برآوردی که با استفاده از طعمه یا تله‌های چاله‌ای بدست آمدند) غیر مستقیم تر و نسبی تر باشند، تفسیر تغییرات در تعداد دشوار تر خواهد بود (به شکل شماره ۱-۷ رجوع شود).

شناسایی گونه‌های دارای کلونی بزرگ مانند مورچه‌های دروگر ممکن است نسبتاً ساده باشد و باید بخشی از هر برنامه نظارتی محسوب گردد. گونه‌های دارای کلونی کوچک، از قبیل مورچه‌هایی که در لاشبرگها لانه‌سازی می‌کنند نیز با استفاده از روش پلات-محور براحتی نمونه‌گیری می‌شوند. این دو گروه از گونه، در صورت ترکیب، در مقیاسهای مکانی و زمانی گوناگون برای نظارت بر تغییرات بسیار مناسبند.

برخی گونه‌ها ممکن است ویژگی اکوسیستم‌های بکر داشته باشند (به فصل ۶ رجوع شود). اگر اینگونه باشد، فراوانی گونه‌های مورد نظر باید شاخصی برای نجات یک اکوسیستم از ناآرامی بشمار آید. چنین شاخصی (احیای درصدی از گونه‌های مقصد) ممکن است برای اندازه‌گیری احیای اکوسیستم مورد استفاده قرار گیرد. روشهای دسته‌بندی، که قادرند روندها را در گونه‌های مقصد شناسایی کنند (یا به آنها ضریب وزنی دهند)، ممکن است برای شناسایی چنین روندهایی بکار روند (به فصل ۱۳ رجوع شود).

### تغییرات تنوع-محور در جوامع مورچه

نظارت، اغلب بر نوعی اندازه‌گیری تنوع توجه دارد، خواه این تنوع، تعداد گونه باشد (غنای گونه)، خواه شکل‌گیری گونه‌ها در جامعه باشد (ترکیب گونه)، و خواه شاخصی که ترکیب این دو مقادیر را منعکس کند.

غنای گونه (تعداد گونه‌ها در یک منطقه و در یک زمان مشخص)، همچنانکه مشاهده

---

1. Carpenter et al. (1993); Tilman (1996);

2. Schindler (1990);



کردیم، یک معیار سنجش فریبنده است که بخاطر دست کم دو دلیل برنامه نظارتی را بر اساس آن انجام می‌دهند. اول اینکه، غنای گونه اغلب عملکرد غیر خطی زمان محسوب شده و انتظار می‌رود از پلاتهای شاهد در طول دوره احیای اکوسیستم فزاینده‌تر رود. در نتیجه، برنامه‌های اصلاح ممکن است زمانیکه غنای گونه‌های شاهد با فراوانی پلاتهای در حال احیا برابر باشد برای همیشه متوقف شوند. بعنوان مثال، بازسازی حفره‌های بوکسیتی و منگیزی ممکن است باعث تشکیل جوامع مورچه شوند که، پس از ۷ سال، غنای گونه شان با غنای سایت‌های شاهد برابری می‌کند. اما، این سایت‌ها می‌توانند گونه‌های کاملاً متفاوتی داشته باشند<sup>۱</sup>. دوم اینکه، غنای گونه ممکن است حتی زمانیکه جامعه مورچه دستخوش بازسازی عمده می‌گردد ثابت بماند<sup>۲</sup>. استفاده از غنای گونه فواید خود را دارد، مضاف بر اینکه دارای ابهام نسبی بوده و اینکه این غنا در حال حاضر از کاربرد وسیعی برخوردار است. پیشنهاد ما این است که از این غنا بعنوان یک شاخص در میان بسیاری از شاخصها در برنامه نظارتی گنجانده شود، ولی فقط نباید به آن متکی بود. اندرسین (فصل ۳؛ ۱۹۹۷b) از گروه‌های مورچه عامل (مجموعه‌ای از مورچه‌ها که براساس آمیزه‌ای از مشخصه‌های پولیژنیکی، زیستی، و اقلیم کوچک دسته‌بندی می‌شوند) بعنوان یکی دیگر از شاخصهای بالقوه تأکید دارد.

### نتیجه گیری

بررسی اکولوژی، هر چند که در یکصد سال گذشته گام‌های بلندی برداشته است، هنوز با پیچیدگی اکوسیستم‌ها دست و پنجه نرم می‌کند - یعنی، همان پیچیدگی آشکار در دینامیک پیچیده‌ای که ما در این فصل بررسی کردیم. ما فکر می‌کنیم که سه روش نمونه‌گیری که تاکنون عنوان شده - یعنی، انفرادی، جمعیت-محور، و تنوع-محور - احتمالاً بخش عمده‌ای از پدیده‌های لازم برای توصیف و بازسازی ساختار و عملکرد اکوسیستم‌ها را درگیر خواهند کرد. ما همچنین پیش‌بینی می‌کنیم که تلاش‌ها برای بازسازی اکوسیستم، و نظارتی که در آن کار لازم است، تنها درک ما از فرایندهای پویا/فزیوش داده و روابطی را که تاکنون ناشناخته بوده است شناسایی خواهد کرد. اگر نگوییم بیشتر پیشرفت‌های عمیق در اکوسیستم و اکولوژی جامعه مورچه، ولی بسیاری از آنها، از اینگونه بررسی‌های آزمایشی از برداشتهای کنونی ما نشأت خواهند گرفت<sup>۳</sup>.

- 
1. Majer (1984);
  2. Brown et al. (1997);
  3. Palmer et al. (1997);

## فصل ۸

### الگوهای پُردامنه تنوع در جوامع مورچه لاشبرگزی

فیلیپ اس وارڈ

مورچه‌ها یکی از اجزاء مهم بیولوژیکی قشر لاشبرگزی در جنگلهای معتدل و مخصوصاً استوایی بشمار می‌آیند. شماری از تحقیقات منطقه‌ای، غنا و تنوع مورچه‌های خاکزی و لاشبرگزی را ثبت و گزارش کرده‌اند<sup>۱</sup> (به فصل ۱۵ نیز رجوع شود)، اما تلاشهایی در مقایسه بین منطقه‌ای هم صورت گرفته است. آمری (۱۹۲۰)<sup>۲</sup>، براون (۱۹۷۳)<sup>۳</sup>، هودابلر و ویلسون (۱۹۹۰)<sup>۴</sup>، بولتون (۱۹۹۵a)<sup>۵</sup>، و فیشر (۱۹۹۷)<sup>۶</sup> گزارشات کوتاه ارزشمندی پیرامون توزیع جنسهای مورچه در سطح جهان ارائه می‌دهند، بدون آنکه توجهی به زیستگاههای خاص داشته باشند. ویلسون (۱۹۷۶)<sup>۷</sup> اطلاعاتی در مورد رایج ترین جنس بیشه‌زی و خاکزی در یک سری

1. Kempf (1961a); Levings (1983); Andersen & Majer (1991); Olson (1991, 1994); Agosti et al. (1994); Belshaw & Bolton (1994a); Longino (1994); Delabie & Fowler (1995); Fisher (1996a, 1997, 1998); Kaspari (1996a); Majer et al. (1997);
2. Emery (1920);
3. Brown (1973);
4. Hölldobler & Wilson (1990);
5. Bolton (1995a);
6. Fisher (1997);
7. Wilson (1976);

از سایتهای استوایی ارائه دادند، اما مشخصاً جانوران لاشبرگزی را تجزیه و تحلیل نکردند. این فصل بصورت نسبتاً کلی به توصیف الگوهای تنوع در میان جوامع گونه‌های مورچه لاشبرگزی زیستگاههای جنگلی و درختزار مناطق مختلف زیست-جغرافیایی می‌پردازد، که اساساً مبتنی بر یک سری از مجموعه اطلاعات در مورد مورچه لاشبرگزی است که توسط مؤلف در طول دوره ۱۲ ساله جمع آوری شده است. این تحقیق از نظر دامنه پوشش جغرافیایی تا حدودی متوازن است، اما برخی الگوهای محکمی را آشکار می‌سازد: تعداد گونه‌های مورچه در یک سایت خاص (تنوع آلفا) همبستگی منفی شدیدی با عرض جغرافیایی و ارتفاع دارد، کاهش ثانوی اندکی از نظر غنای گونه در پایین ترین ارتفاع جنگلهای استوایی (اما نه معتدل) وجود دارد، و نهایتاً، در سطوح طبقه‌بندی بالاتر (یعنی، جنس و زیرخانواده)، جابجایی جانوری قابل توجه‌ای (تنوع بتا) در میان مناطق زیست-جغرافیایی دیده می‌شود. این تحقیق همچنین به برخی نقایص قابل توجه در دانش پیرامون مورچه تأکید دارد: مثلاً ما بدون تلاش بیشتر در خصوص طبقه‌بندی آلفا (یعنی، توصیف و تمیز دادن گونه‌های مورچه)، قادر نخواهیم بود تا اندازه‌گیری کاملی از تنوع بتا در سطح گونه داشته باشیم. ما همچنین اطلاعاتی پیرامون زیستگاههای اکولوژیکی اکثر مورچه‌های لاشبرگزی و تأثیرشان روی دیگر جانوران همزیستگاه در اختیار نداریم. از اینرو، هرچند که ما می‌توانیم الگوهای زیست-جغرافیایی - از قبیل غنای گونه *Stenamma* در جنگلهای شمالگان بر جدید و کوهستانی مرطوب آمریکای شمالی یا غنای گونه *Tetramorium* در مناطق استوایی بر قدیم - را شناسایی کنیم، دیدگاه ناقصی از اهمیت اکولوژیکی این مشاهدات داریم.

### منابع داده ها و روشهای جمع آوری آنها

منبع اصلی داده‌های مورد نیاز برای این تحلیل مجموعه‌ای از ۱۱۰ نمونه لاشبرگزی وینکلری است که از سوی مؤلف در مناطق مختلف بومی استوایی و معتدل جمع آوری شدند (به جدول شماره ۱-۸ و شکل شماره ۱-۸ رجوع شود). عرض جغرافیایی سایتها بین ۴۷° درجه و ۴۳' دقیقه شمالی و ۳۵° درجه و ۳۴' دقیقه جنوبی، و ارتفاع آنها بین ۱۰ تا ۲۷۰۰ متر بود. اگر دامنه زیست-جغرافیایی را بطور کلی تعریف کنیم، منشأ این نمونه‌ها عبارتند از: شمالگان بر جدید (۲۳ نمونه)، استوایی نو (۴۹ نمونه)، مالاگاسی (ماداگاسکار) (۱۹ نمونه)، و مناطق ایندو-استرالیایی (۱۹ نمونه). مورد آخر مجموعه‌ای است متشکل از سنگاپور و کشور شبه جزیره‌ای مالزی، که با نمونه‌های گرفته شده از استرالیا و گینه نو جهت مقایسه تنوع طبقه‌بندی در سرتاسر مناطق تعریف شده در یک گروه قرار گرفته اند. در هنگام تحلیل توزیع جنسهای

## فصل هشتم: الگوهای گسترده تنوع در جوامع مورچه‌های لاشبرگزی / ۲۰۳

مورچه لاشبرگزی داده‌های بدست آمده از دیگر منابع را اضافه کرده و از تقسیم‌بندی دقیقتری از مناطق زیست-جغرافیایی، که بعدها در این فصل بیشتر در مورد آن بحث خواهد شد، استفاده شده است.

بیشتر نمونه‌های وینکلری از پوشش جنگلی بسته بدست آمدند (به ستون مربوط به "زیستگاه" در جدول ۱-۸ رجوع شود)، و تمامی آن نمونه‌ها تحت شرایطی گرفته شدند که در آن لاشبرگها خیس و بارانی شده بودند. اما، هیچکدام از نمونه‌ها در طول یا درست بعد از بارش سنگین بدست نیامدند، چونکه تجربه ثابت کرده است که استخراجهای وینکلری از لاشبرگهای کاملاً خیس تنوع جانوری مورچه‌ها را در حد پایین برآورد می‌کند. در هر سایت، مقادیر محدودی از لاشبرگ و چوب فرسوده بصورت تصادفی در مساحتی تقریباً یک هکتار یا کمتر جمع آوری گشته و با الک دارای قطر ۸ سانتی متری غربالگری شدند تا اینکه مجموعاً ۶ لیتر از لاشبرگ غربال شده بدست آمد. سعی شد که هر منطقه در بُعد وسیع نمونه‌گیری شود، در حالیکه از تمرکز روی چند توده از لاشه در منطقه خاص سایت اجتناب گردید. شش لیتر از لاشه را در کیسه‌های کوچک توری که در کیسه پارچه‌ای وینکلری (بنام گسی بیوتومات) برای استخراج غیرفعال بندپایان آویزان شده بودند قرار داده شدند (برای توصیف بیشتر این روش نمونه‌گیری، به بسوشیت و همکاران (۱۹۸۷)<sup>۱</sup>، وارڈ (۱۹۸۷)<sup>۲</sup>، فیشر (۱۹۹۶)<sup>۳</sup>، و فصل ۹ رجوع شود). استخراج معمولاً نزدیک سایت مورد مطالعه، در درجات مختلف حرارتی محیط اطراف، نوعاً در کمپ تحقیق سرپوشیده یا در یک هتل محلی، صورت می‌گرفت. کل زمان استخراج متفاوت بود (یعنی بنا به شرایط از ۱۰ تا ۷۲ ساعت و با میانگین ۳۲/۳ ساعت). زمان استخراج بعنوان یک متغیر مستقل در تحلیلهای رگرسیونی چند متغیری از چندین مقیاس از تنوع طبقه‌بندی (غنای گونه، غنای جنس، تعداد زیرخانواده‌های معرف) در نظر گرفته شد، اما مشخص شده که متغیر مستقل هیچ تأثیر معنی داری روی این متغیرهای اندازه‌گیری نداشته است. دلیل آن احتمالاً این است که معرفهای بیشتر گونه‌های مورچه در یک نمونه، ظرف چند ساعت از کیسه‌های کوچک توری خارج می‌شوند.

مورچه‌های گرفته شده در هر نمونه با روش طبقه‌بندی سطح بالا تر بولتون (۱۹۹۵b)<sup>۴</sup> به مقوله‌های زیرخانواده، جنس، و گونه شکل دسته‌بندی شدند. این روش که جهت طبقه‌بندی

- 
1. Besuchet et al. (1987);
  2. Ward (1987);
  3. Fisher (1996);
  4. Bolton (1995b);

گونه اتخاذ گردید بشرح زیر بود: تمامی نمونه‌های آزمایشگاهی در یک نمونه ابتدا در محلول الکل تقریباً از هم جدا شدند. سپس چند مورچه کارگر از هر یک از گونه‌های شکل‌های رایج را جهت بررسی امتیازبندی شدند (طوری‌که همه در یک نمونه ویژگی انحصاری داشتند). برای جنس‌هایی از قبیل *Pheidole* و *Solenopsis*، که بررسی آنها سخت بود، روش مورد نظر غالباً گونه‌های دیگری را نشان می‌داد طوری‌که در هنگام بررسی اولیه در محلول الکل یک شکل بنظر می‌رسیدند.

آنگاه ته مانده الکل مجدداً با دقت بیشتری بررسی گردید و نمونه‌های آزمایشگاهی دیگری امتیازبندی و بازبینی شدند. این روند آنقدر ادامه داشت که هیچ جداسازی دیگری لازم نبود. تمامی نمونه‌های آزمایشگاهی امتیازبندی شده بعنوان نمونه‌های مرجع نگهداری شدند. از تجربه‌ام بعنوان یک متخصص طبقه‌بندی جانوران بهره‌گرفتم تا پیرامون انواع مختلف گسستگی که نشان دهنده وجود دو گونه بیولوژیکی بود برآوردهایی داشته باشم. از اینرو، می‌توان گونه‌های شکل‌های تاکنون مشخص شده را بعنوان صورتهای مفروض پیرامون هویت گونه تلقی کرد، که بشود در آینده با بررسی نمونه‌های آزمایشگاهی مرجع بصورت جداگانه ارزیابی کرد. تا جایی که ممکن بود روی نمونه‌ها (یعنی، برای جنس‌های قابل تشخیص در روشهای طبقه‌بندی) اسمهای خاص گذاشته شد، اما در بسیاری از موارد لازم بود که سیستم کُد گذاری را برای گونه‌ها در یک منطقه جغرافیایی خاص (مثلاً، کُد [Bol *Pheidole*-۳۲] برای یکی از تقریباً ۴۰ گونه *Pheidole* بدست آمده از مناطق شرقی بولیوی) ابداع کنیم. چنین کدهایی صرفاً کاربرد منطقه‌ای دارند، و کار تطبیق هویت‌های خاص تاکس‌های کُد گذاری شده در مناطق مختلف جغرافیایی هنوز کامل نشده است.

فصل هشتم: الگوهای گسترده تنوع در جوامع مورچه‌های لاشبرگزی / ۲۰۵

جدول شماره 8-1 فهرست سایت‌های جمع آوری لاشبرگ به روش وینکلری

تعداد جنسها	تعداد گونه‌ها	تعداد گونه‌های مورچه‌ها	زمان استخراج	تاریخ	ارتفاع (به متر)	طول	عرض	میزان رطوبت	میزان نور	زیستگاه	موقعیت	کشور	منطقه	شماره دولتی
۳	۳	۳	۳۶	۱۷ سپتامبر ۱۹۸۸	۸۰	۶۴ درجه و ۵۱ دقیقه عرضی	۲۴ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	۲۴ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	۲۴ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	جنگل حوران دار	نوروا اسکونیای؛ کولینتال؛ شمال	کانادا	هانگان بزرگ خدیو	۹۵۲۲
۸	۸	۸	۲۴	۱۷ سپتامبر ۱۹۸۸	۸۰	۶۴ درجه و ۵۱ دقیقه عرضی	۲۴ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	۲۴ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	۲۴ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	جنگل درختان لوززان کاجی بومس منطقه شمالی	نوروا اسکونیای؛ کولینتال؛ شمال	کانادا	هانگان بزرگ خدیو	۹۵۳۰
۱	۱	۱	۲۸	بیستم سپتامبر ۱۹۸۸	۲۰	۶۴ درجه و ۴۰ دقیقه عرضی	۲۴ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	۲۴ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	۲۴ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	جنگل موروا اسکونیای منطقه راورین	نوروا اسکونیای؛ کولینتال؛ شمال	کانادا	هانگان بزرگ خدیو	۹۵۳۴
۱	۱	۱	۲۲	۱۹۸۶	۱۵	۶۴ درجه و ۴۱ دقیقه عرضی	۲۴ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	۲۴ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	۲۴ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	جنگل موروا اسکونیای منطقه راورین	نوروا اسکونیای؛ کولینتال؛ شمال	کانادا	هانگان بزرگ خدیو	۷۰۵۰
۳	۳	۳	۲۴	۲۲ اکتبر ۱۹۸۴	۱۵۰	۶۴ درجه و ۴۲ دقیقه عرضی	۲۴ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	۲۴ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	۲۴ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	جنگل حوران دار	آنتاریو؛ دریاچه آنتاریو؛ کانادا	کانادا	هانگان بزرگ خدیو	۶۴۷۱
۱	۱	۱	۲۲	۱۵ سپتامبر ۱۹۸۴	۱۰۴۰	۶۴ درجه و ۴۲ دقیقه عرضی	۲۴ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	۲۴ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	۲۴ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	جنگل حوران دار	آنتاریو؛ دریاچه آنتاریو؛ کانادا	آمریکا	هانگان بزرگ خدیو	۷۰۸۰
۲	۲	۲	۲۲	۹ مه ۱۹۸۳	۱۰	۶۴ درجه و ۴۲ دقیقه عرضی	۲۴ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	۲۴ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	۲۴ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	جنگل موروا اسکونیای منطقه راورین	نوروا اسکونیای؛ کولینتال؛ شمال	آمریکا	هانگان بزرگ خدیو	۵۱۳۶
۳	۳	۳	۲۲	۲۰ مه ۱۹۸۵	۵۰۰	۶۴ درجه و ۴۲ دقیقه عرضی	۲۴ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	۲۴ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	۲۴ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	جنگل موروا اسکونیای منطقه راورین	نوروا اسکونیای؛ کولینتال؛ شمال	آمریکا	هانگان بزرگ خدیو	۷۵۳۱
۳	۳	۳	۲۶	۲۰ مه ۱۹۸۵	۱۴۰۰	۶۴ درجه و ۴۲ دقیقه عرضی	۲۴ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	۲۴ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	۲۴ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	جنگل موروا اسکونیای منطقه راورین	نوروا اسکونیای؛ کولینتال؛ شمال	آمریکا	هانگان بزرگ خدیو	۷۵۳۳
۰	۰	۰	۲۲	یکم ژانویه ۱۹۸۵	۷۵	۶۴ درجه و ۴۲ دقیقه عرضی	۲۴ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	۲۴ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	۲۴ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	درختان ریناربان	آمریکا؛ منطقه شمال غربی دانلوریل؛ ال فینلی	آمریکا	هانگان بزرگ خدیو	۷۵۳۳

ادامه جدول شماره 8-1:

تعداد جنسها	تعداد گونه ها	تعداد گونه ها	زمان استخراج	تاریخ	ارتفاع (به متر)	ارتفاع (به متر)	طول جنس انبساطی	مردم جنس انبساطی	زیستگاه	سویختگی جنس انبساطی	کشور	منطقه جنس انبساطی	فاز دمای
۲	۲	۱	۷۲	۱۱ جولای ۱۹۸۲	۲۰۸۰	۱۱۹ درجه و ۵۵ دقیقه عرض	۳۹ درجه و ۸ دقیقه عرض	جنگل پهنبرگ	سوادا؛ کینومز چوزور و موزن کاربومون درختی	آمریکا	همالگان بزرگ جدید	۶۹۸۲	
۱۰۴۰	۲	۲	۵	۲۳	۱۰۳۰	۲۰ درجه و ۳۰ دقیقه عرض	۳۰ درجه و ۳۰ دقیقه عرض	جنگل مورزی، برگان آمیخته	کالیفرنیا؛ همال ۸	آمریکا	همالگان بزرگ جدید	۱۱۶۲۱	
۳	۳	۲۶	۷۲	۱۳ سپتامبر ۱۹۸۲	۱۴۲۵	۲۰ درجه و ۲۹ دقیقه عرض	۳۱ درجه و ۱۱ دقیقه عرض	درختزارهای نادر	کالیفرنیا؛ ولنگه گل آمیخته	آمریکا	همالگان بزرگ جدید	۶۶۳۳	
۵	۶	۴۹	۷۲	۱۳ سپتامبر ۱۹۸۲	۱۲۰	۲۰ درجه و ۱۲ دقیقه عرض	۳۸ درجه و ۵۲ دقیقه عرض	درختزار ریشنا زبان	کالیفرنیا؛ کینومز ۳ همال-گولیند	آمریکا	همالگان بزرگ جدید	۱۰۶۶۲	
۳	۳	۹۹	۷۲	۱۳ سپتامبر ۱۹۸۲	۱۶۵	۲۰ درجه و ۲۶ دقیقه عرض	۳۸ درجه و ۳۸ دقیقه عرض	درختزارهای نادر	کالیفرنیا؛ کینومز ۳ همال-گولیند	آمریکا	همالگان بزرگ جدید	۸۶۲۲	
۵	۷	۴۶	۷۲	۲۹ مارس ۱۹۸۲	۱۲۰	۲۰ درجه و ۲۰ دقیقه عرض	۳۸ درجه و ۲۰ دقیقه عرض	درختزارهای نادر	کالیفرنیا؛ کینومز ۳ همال-گولیند	آمریکا	همالگان بزرگ جدید	۸۷۵۴	
۳	۳	۲۵	۷۲	۱۳ سپتامبر ۱۹۸۸	۵۵۰	۲۰ درجه و ۲۰ دقیقه عرض	۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه عرض	درختزارهای نادر	کالیفرنیا؛ کینومز ۳ همال-گولیند	آمریکا	همالگان بزرگ جدید	۱۲۷۷	
۳	۶	۲۸	۷۲	۲۶ ژوئن ۱۹۹۳	۴۲۵	۲۰ درجه و ۴۸ دقیقه عرض	۳۶ درجه و ۱ دقیقه عرض	جنگل ساحلی کاج	کالیفرنیا؛ سننبله، چوبره ساننا کوزور	آمریکا	همالگان بزرگ جدید	۱۲۰۳۲	
۲	۲	۱۲	۷۲	۲۹ سپتامبر ۱۹۸۸	۸۷۰	۲۰ درجه و ۳۵ دقیقه عرض	۳۴ درجه و ۳۲ دقیقه عرض	جنگل مورزی، برگان آمیخته	کالیفرنیا؛ منطقه ناسر	آمریکا	همالگان بزرگ جدید	۱۲۷۷	
۳	۱۳	۹۱	۷۲	۱۶ دسامبر ۱۹۸۲	۴۰	۲۸ درجه و ۲ دقیقه عرض	۲۸ درجه و ۲۰ دقیقه عرض	درختزار ریشنا زبان	نیگراس؛ کینومز ۸ جوزج و سنت شرقی	آمریکا	همالگان بزرگ جدید	۷۲۱۳	

فصل هشتم: الگوهای گسترده تنوع در جوامع مورچه‌های لاشبرگزی / ۲۰۷

ادامه جدول شماره 8-1:

تعداد جنسها	تعداد گونه‌ها	تعداد مورچه‌ها	زمان استخراج	مکان	شماره	ژن	موقعیت	کشور	منطقه	شماره دولتی
۷	۸	۲۴۵	۲۲	۱۲ دسامبر ۱۹۸۷	۳۰	جنگل حلقه ایومه استوایی	مکزیک: منطقه خارا فرس، سانتا آنا	آمریکا	همالگان سبز جدید	۷۱۲۱
۸	۲۱	۸۸۲	۶۰	۱۲ دسامبر ۱۹۸۷	۸۲۰	جنگل حلقه ایومه استوایی	مکزیک: منطقه خارا فرس، سانتا آنا	آرژانتین	همالگان سبز جدید	۱۲۸۲۶
۱۳	۲۰	۱۱۳	۱۲	۱۲ دسامبر ۱۹۸۷	۶۱۰	جنگل حلقه ایومه استوایی	مکزیک: منطقه خارا فرس، سانتا آنا	بولیوی	همالگان سبز جدید	۹۰۸۵
۱۴	۵۲	۱۲۸۹	۲۴	۱۲ دسامبر ۱۹۸۷	۳۸۰	جنگل حلقه ایومه استوایی	مکزیک: منطقه خارا فرس، سانتا آنا	بولیوی	همالگان سبز جدید	۱۲۲۱۳
۲۲	۴۵	۹۴۵	۲۴	۱۲ دسامبر ۱۹۸۷	۳۵۰	جنگل حلقه ایومه استوایی	مکزیک: منطقه خارا فرس، سانتا آنا	بولیوی	همالگان سبز جدید	۱۲۱۹۹
۲۰	۴۵	۴۶۳	۱۲	۱۲ دسامبر ۱۹۸۷	۱۸۰	جنگل حلقه ایومه استوایی	مکزیک: منطقه خارا فرس، سانتا آنا	بولیوی	همالگان سبز جدید	۱۲۲۲۶
۲۶	۷۳	۱۱۱۶	۲۰	۱۲ دسامبر ۱۹۸۷	۳۵۰	جنگل حلقه ایومه استوایی	مکزیک: منطقه خارا فرس، سانتا آنا	بولیوی	همالگان سبز جدید	۱۲۲۲۸
۱۷	۳۹	۲۵۹	۳۰	۱۲ دسامبر ۱۹۸۷	۷۰۰	جنگل حلقه ایومه استوایی	مکزیک: منطقه خارا فرس، سانتا آنا	بولیوی	همالگان سبز جدید	۱۲۲۴۴
۱۴	۳۲	۲۱۹	۱۲	۱۲ دسامبر ۱۹۸۷	۷۰۰	جنگل حلقه ایومه استوایی	مکزیک: منطقه خارا فرس، سانتا آنا	بولیوی	همالگان سبز جدید	۱۲۲۸۵
۱۴	۳۷	۳۶۱	۲۴	۱۵ دسامبر ۱۹۸۷	۸۰	جنگل حلقه ایومه استوایی	مکزیک: منطقه خارا فرس، سانتا آنا	برزیل	همالگان سبز جدید	۹۱۵۲

ادامه جدول شماره ۸-۱:



ادامه جدول شماره 8-1:

تعداد جلسها	تعداد نمودار	تعداد مورچه ها	زمان استخراج	تاریخ	ارتفاع (به متر)	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	موقعیت	کشور	منطقه جغرافیایی	شماره دولتی
۱۸	۲۱	۲۵۰	۱۳	۱۳ آگوست ۱۹۸۵	۵۰۰	۱۰ درجه و ۲۲ دقیقه و ۳۰ ثانیه عرضی	۱۰ درجه و ۵۷ دقیقه و ۰۷ ثانیه طولی	جنگل سارانی	کانادا	ساگا، استان کیبک، کانادا	۷۸۱۲
۱۶	۲۱	۲۸۳	۲۸	۱۱ اکتبر ۱۹۸۵	۳۰۰	۱۱ درجه و ۵۳ دقیقه عرضی	۱۱ درجه و ۱۹ دقیقه طولی	جنگل جنگل سارانی	کانادا	ساگا، استان کیبک، کانادا	۷۸۵۸
۱۳	۲۳	۱۲۳	۱۳	۱۳ اکتبر ۱۹۸۵	۱۳۰۰	۱۱ درجه و ۴ دقیقه عرضی	۱۱ درجه و ۷ دقیقه طولی	جنگل سارانی	کانادا	ساگا، استان کیبک، کانادا	۷۸۹۱
۴	۶	۳۴	۱۲	۱۱ اکتبر ۱۹۸۳	۱۰	۱۰ درجه و ۵۵ دقیقه عرضی	۱۰ درجه و ۲۸ دقیقه طولی	جنگل جنگل سارانی	کانادا	ساگا، استان کیبک، کانادا	۶۶۶۸
۴	۶	۳۴	۱۲	۱۱ اکتبر ۱۹۸۳	۱۰	۱۰ درجه و ۵۵ دقیقه عرضی	۱۰ درجه و ۲۸ دقیقه طولی	جنگل جنگل سارانی	کانادا	ساگا، استان کیبک، کانادا	۶۶۶۸
۹	۱۵	۲۷۶	۱۳	۱۳ اکتبر ۱۹۸۳	۲۹۰	۱۰ درجه و ۵۵ دقیقه عرضی	۱۰ درجه و ۲۷ دقیقه طولی	جنگل جنگل سارانی	کانادا	ساگا، استان کیبک، کانادا	۶۶۶۳
۱۸	۲۹	۷۳۴	۱۳	۱۳ اکتبر ۱۹۸۳	۷۰	۱۲ درجه و ۵۰ دقیقه عرضی	۱۲ درجه و ۲۳ دقیقه طولی	جنگل جنگل سارانی	کانادا	ساگا، استان کیبک، کانادا	۶۵۳۰
۱۷	۲۹	۳۲۳	۲۶	۱۵ جولای ۱۹۸۵	۲۱۰	۱۲ درجه و ۵۷ دقیقه عرضی	۱۲ درجه و ۲۱ دقیقه طولی	جنگل جنگل سارانی	کانادا	ساگا، استان کیبک، کانادا	۷۷۷۱
۱۴	۲۸	۲۰۳	۲۶	۱۵ جولای ۱۹۸۵	۱۰	۱۲ درجه و ۵۷ دقیقه عرضی	۱۲ درجه و ۲۱ دقیقه طولی	جنگل جنگل سارانی	کانادا	ساگا، استان کیبک، کانادا	۷۶۹۲
۱۸	۲۶	۲۵۷	۷۲	۲۵ جولای ۱۹۸۵	۵۰۰	۱۲ درجه و ۵۴ دقیقه عرضی	۱۲ درجه و ۲۶ دقیقه طولی	جنگل جنگل سارانی	کانادا	ساگا، استان کیبک، کانادا	۷۶۵۰

فصل هشتم: الگوهای گسترده تنوع در جوامع مورچه‌های لاشبرگزی / ۲۰۹

ادامه جدول شماره 8-1:

تعداد جنسها	تعداد گونه‌ها	تعداد گونه‌ها کارگر	زمان استقرار	تاریخ	ارتفاع (م)	طول	عمق	زیستگاه	موقعیت	کشور	منطقه	شماره دولتی
۱۳	۲۷	۱۵۷	۱۷	بنج اوت ۱۹۸۵	۱۴۰۰	درجه ۸۲ و دقیقه ۴۴	درجه ۹ و دقیقه ۲۷	جنگل نارانی مولدانه	سان جور: کیلومتر یک شمال لایبته	کاستا ریکا	استو امی لو	۷۸۳۲
۱۳	۶۸	۱۰۰۹	۱۷	چهارم اوت ۱۹۸۵	۱۴۰۰	درجه ۸۲ و دقیقه ۴۴	درجه ۹ و دقیقه ۲۷	جنگل نارانی مولدانه	سان جور: کیلومتر یک شمال لایبته	کاستا ریکا	استو امی لو	۷۸۱۱
۱۳	۲۳	۵۹۳	۲۴	نهم سپتامبر ۱۹۹۲	۸۰۰	درجه ۷۱ و دقیقه ۲۷	درجه ۱۸ و دقیقه ۷	جنگل نارانی مولدانه	سان جور: کیلومتر ۱۶ شرقی- شمال شرقی	جمهوری دومینیک	استو امی لو	۱۱۷۲۶
۱۱	۶۶	۱۹۸	۱۶	۱۰ سپتامبر ۱۹۹۲	۸۰۰	درجه ۷۱ و دقیقه ۲۷	درجه ۱۸ و دقیقه ۷	جنگل نیمه مرطوب معتدل	سان جور: کیلومتر ۱۶ شرقی- شمال شرقی	جمهوری دومینیک	استو امی لو	۱۱۷۵۱
۱۱	۱۷	۷۲۴	۱۷	۱۲ سپتامبر ۱۹۹۱	۷۰۰	درجه ۷۰ و دقیقه ۱۱	درجه ۱۸ و دقیقه ۲۱	جنگل نارانی	سان جور: کیلومتر ۳ شمال شرقی	جمهوری دومینیک	استو امی لو	۱۱۷۷۰
۱۰	۲۳	۵۱۳	۲۴	۱۰ اوت ۱۹۹۱	۱۱۰۰	درجه ۷۹ و دقیقه ۴	درجه ۵۳ و دقیقه ۵۳	جنگل نارانی رند لانه	سان جور: کیلومتر ۱۹ شرقی- شمال شرقی	جمهوری دومینیک	استو امی لو	۱۱۳۱۸
۲۷	۷۵	۶۵۳	۲۴	بنج اوت ۱۹۹۱	۴۰۰	درجه ۷۷ و دقیقه ۲۷	درجه ۶ و دقیقه ۲۷	جنگل نارانی	منطقه جاتون ساها	اکوادور	استو امی لو	۱۱۲۴۴
۱۵	۲۰	۳۵۸	۲۴	۱۷ اوت ۱۹۹۱	۱۵۰۰	درجه ۷۸ و دقیقه ۲۸	درجه ۱۷ و دقیقه ۴	جنگل نارانی رند لانه	سان کورونادو	اکوادور	استو امی لو	۱۱۵۰۳
۸	۱۱	۹۳۵	۱۷	۲۳ دسامبر ۱۹۹۱	۱۷۰۰	درجه ۹۲ و دقیقه ۵۸	درجه ۱۳ و دقیقه ۱۳	جنگل نارانی رند لانه	چایاناس: کیلومتر ۵ شرق رانسون	مکزیک	استو امی لو	۱۱۵۸۱
۶	۷	۲۳	۲۴	۲۱ دسامبر ۱۹۹۱	۱۵۰۰	درجه ۹۱ و دقیقه ۴۰	درجه ۱۶ و دقیقه ۴	جنگل نیمه مرطوب معتدل	چایاناس: منطقه ۱۹۹۰-بوزو	مکزیک	استو امی لو	۱۱۵۷۰
۴	۹	۱۹۸۷	۱۷	۲۵ دسامبر ۱۹۸۷	۱۲۵۰	درجه ۱۱۳ و دقیقه ۴۱	درجه ۲۹ و دقیقه ۲۹	جنگل نیمه مرطوب معتدل	کلمبیا: کیلومتر ۱۹ شرقی- کوما لا	مکزیک	استو امی لو	۱۲۸۳

ادامه جدول شماره ۵۱:

تعداد جنسها	تعداد گونه ها	تعداد مورچه ها	تعداد کارگران	زمان استخراج	تاریخ	ارتفاع (به متر)	طول	جگر الیپس	عمق	زیستگاه	سوقنت جگر الیپس	کفور	منطقه	شماره دسوسی
۷	۳	۵۵	۷۴	۲۰ دسامبر ۱۹۸۷	۱۶۰۰	۱۶۰۴ درجه و ۲۳ دقیقه عرضی	۱۶ درجه و ۴۱ دقیقه قطبی	جنگل نیمه مرطوب، منگل استوایی	۱۶ درجه و ۴۱ دقیقه قطبی	جنگل نیمه مرطوب، منگل استوایی	جانبینگو جنوب-جنوب غربی ۱۰ جیبون اولنگ	مکزیک	استوایی نو	۹۲۷۳
۱۰	۱۳	۲۹۰	۷۴	۳۱ دسامبر ۱۹۸۷	۱۳۰	۱۲۰۵ درجه و ۱۸ دقیقه عرضی	۳۰ درجه و ۳۰ دقیقه قطبی	جنگل بارانی	۳۰ درجه و ۳۰ دقیقه قطبی	جنگل بارانی	جانبینگو: جنوب-جنوب غربی استوایی	مکزیک	استوایی نو	۹۲۷۶
۰	۰	۰	۷۴	۲۴ دسامبر ۱۹۸۷	۲۷۰۰	۱۶۰۲ درجه و ۳۳ دقیقه عرضی	۱۹ درجه و ۳۵ دقیقه قطبی	جنگل سوزنی برگان آمیخته	۱۹ درجه و ۳۵ دقیقه قطبی	جنگل سوزنی برگان آمیخته	جانبینگو: جنوب-جنوب غربی استوایی	مکزیک	استوایی نو	۹۲۸۰
۱۰	۱۱	۱۳۹	۷۳	۳۱ دسامبر ۱۹۸۷	۷۳۰	۱۲۰۵ درجه و ۱۹ دقیقه عرضی	۳۰ درجه و ۲۲ دقیقه قطبی	جنگل نیمه مرطوب، منگل استوایی	۳۰ درجه و ۲۲ دقیقه قطبی	جنگل نیمه مرطوب، منگل استوایی	جانبینگو: جنوب-جنوب غربی استوایی	مکزیک	استوایی نو	۹۲۷۷
۹	۱۳	۲۸۵	۳۶	۱۸ دسامبر ۱۹۸۷	۱۰۰۰	۱۲۰۵ درجه و ۲ دقیقه عرضی	۳۰ درجه و ۳۰ دقیقه قطبی	جنگل شبه استوایی	۳۰ درجه و ۳۰ دقیقه قطبی	جنگل شبه استوایی	جانبینگو: جنوب-جنوب غربی استوایی	مکزیک	استوایی نو	۹۲۵۵
۱۹	۳۲	۶۲۶	۶۰	۲۱ مارس ۱۹۸۵	۵۰۰	۹۵ درجه و ۵ دقیقه عرضی	۱۸ درجه و ۳۵ دقیقه قطبی	جنگل بارانی	۱۸ درجه و ۳۵ دقیقه قطبی	جنگل بارانی	ویراکورون: لوم چامپا استوایی	مکزیک	استوایی نو	۷۲۶۹
۷۴	۵۳	۱۶۲۳	۷۲	۲۰ مارس ۱۹۸۵	۲۰۰	۹۵ درجه و ۵ دقیقه عرضی	۱۸ درجه و ۳۵ دقیقه قطبی	جنگل بارانی	۱۸ درجه و ۳۵ دقیقه قطبی	جنگل بارانی	ویراکورون: لوم چامپا استوایی	مکزیک	استوایی نو	۷۲۷۳
۹	۱۲	۷۳	۷۲	۱۹ مارس ۱۹۸۵	۱۵۰۰	۹۷ درجه و ۱۲ دقیقه عرضی	۱۸ درجه و ۴۵ دقیقه قطبی	جنگل امبری	۱۸ درجه و ۴۵ دقیقه قطبی	جنگل امبری	ویراکورون: جنوب اولنگ استوایی	مکزیک	استوایی نو	۷۲۱۶
۱۲	۱۸	۸۰	۱۲	۲۲ مارس ۱۹۸۵	۱۴۰۰	۹۵ درجه و ۱۲ دقیقه عرضی	۱۸ درجه و ۳۳ دقیقه قطبی	جنگل امبری	۱۸ درجه و ۳۳ دقیقه قطبی	جنگل امبری	ویراکورون: جنوب اولنگ استوایی	مکزیک	استوایی نو	۷۲۱۶
۷	۱۱	۴۴	۱۲	۲۲ مارس ۱۹۸۵	۱۶۰۰	۹۵ درجه و ۱۲ دقیقه عرضی	۱۸ درجه و ۳۳ دقیقه قطبی	جنگل امبری	۱۸ درجه و ۳۳ دقیقه قطبی	جنگل امبری	ویراکورون: جنوب اولنگ استوایی	مکزیک	استوایی نو	۷۲۱۵

فصل هشتم: الگوهای گسترده تنوع در جوامع مورچه‌های لاشبرگزی / ۲۱۱

اداده جدول شماره 8-1:

تعداد جنسها	تعداد گونه ها	تعداد مورچه ها	زمان استخراج	تاریخ	رطوبت (درصد)	ارتفاع (متر)	طول جنس آبیاری	مدف جنس آبیاری	زیستگاه	موقعیت جنس آبیاری	کلوز	منطقه	جنس آبیاری	شماره دولتی
۱۸	۳۸	۵۶۴	۲۴	۱۰ دسامبر ۱۹۸۳	۴۰	۷۱ درجه و ۳۳ دقیقه شمالی	۹ درجه و ۸ دقیقه شمالی	جنگل ساوانا	جنگل ساوانا	کامال زون، کیلومتر ۳ شمال غربی کامپونگا	پاناما	استوازیس نو	۲۳۱۱	
۲۱	۳۸	۲۶۹	۲۴	۲۲ اوت ۱۹۸۶	۲۰۰	۷۶ درجه و ۱۲ دقیقه شمالی	۵ درجه و ۵۹ دقیقه شمالی	جنگل ساوانا	جنگل ساوانا	جنوب غربی کامپونگا	پرو	استوازیس نو	۸۷۰۱	
۱۵	۲۵	۲۲۷	۲۴	۲۱ اوت ۱۹۸۶	۲۲۰	۷۲ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی	۴ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی	جنگل ساوانا	جنگل ساوانا	جنوب غربی کامپونگا	پرو	استوازیس نو	۸۶۸۴	
۱۹	۳۳	۱۰۷۱	۲۴	۲۸ اوت ۱۹۸۶	۲۴۰	۷۰ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	۸ درجه و ۷ دقیقه شمالی	جنگل ساوانا	جنگل ساوانا	جنوب غربی کامپونگا	پرو	استوازیس نو	۹۰۱۱	
۴	۳۳	۱۴۶	۱۷	همه اوت ۱۹۸۶	۲۰۰	۹۱ درجه و ۴ دقیقه شمالی	۷ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی	جنگل ساوانا	جنگل ساوانا	جنوب غربی کامپونگا	پرو	استوازیس نو	۸۵۱۱	
۹	۱۶	۲۰۶	۲۴	۲۳ اوت ۱۹۸۷	۱۳۵۰	۹۱ درجه و ۵ دقیقه شمالی	۸ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی	جنگل ساوانا	جنگل ساوانا	جنوب غربی کامپونگا	پرو	استوازیس نو	۸۱۲۷	
۲۰	۳۲	۶۵۲	۲۴	۱۱ اوت ۱۹۸۴	۲۵۰	۹۱ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی	۹ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی	جنگل ساوانا	جنگل ساوانا	جنوب غربی کامپونگا	پرو	استوازیس نو	۸۵۳۷	
۳	۴	۱۷	۱۲	۲۷ اوت ۱۹۸۷	۲۰۰۰	۷۰ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی	۹ درجه و ۲۶ دقیقه شمالی	جنگل ساوانا	جنگل ساوانا	جنوب شرقی کامپونگا	پرو	استوازیس نو	۸۱۲۰	
۱۳	۲۳	۳۹۰	۲۴	۱۳ اوت ۱۹۸۶	۲۵۰	۹۱ درجه و ۲۲ دقیقه شمالی	۸ درجه و ۲۷ دقیقه شمالی	جنگل ساوانا	جنگل ساوانا	جنوب شرقی کامپونگا	پرو	استوازیس نو	۸۵۷۲	
۱۱	۲۳	۹۳	۱۸	۱۲ اوت ۱۹۸۶	۱۰۰۰	۹۱ درجه و ۲۴ دقیقه شمالی	۶ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی	جنگل ساوانا	جنگل ساوانا	جنوب شرقی کامپونگا	پرو	استوازیس نو	۸۵۳۸	
۹	۱۳	۱۹۲	۱۸	همه مورچه ۱۹۹۳	۲۵	۹۴ درجه و ۱۸ دقیقه شمالی	۲۵ درجه و ۱ دقیقه شمالی	جنگل جنگل استوازیس	مناطق مرزی	مناطق مرزی	مالدیو	مالدیو	۱۱۸۶۲	

ادامه جدول شماره 8-1:

تعداد جنسها	تعداد گونه ها	تعداد گونه های مورچه های کارکن	زمان استقرار کارکن	تاریخ	ارتفاع (به متر)	طول قطر آبیاری	میان قطر آبیاری	زیمتگاه	موقعیت	کشور	منطقه جغرافیایی	شماره دولتی
۴	۱۷	۱۲۷	۱۲	بسمه قزوین ۱۹۹۳	۱۰۰۰	درجه ۲۴ دقیقه ۲۵ ثانیه و ۲۴ درجه ۲۵ دقیقه ۲۵ ثانیه	درجه ۲۴ و ۲۵ دقیقه ۲۵ ثانیه	جنگل ماریاس مونسالیبه	کیلومتر ۳ شرق ماهما و	اسانگا سگار	مالزله	۱۱۸۳۱
۱۲	۳۰	۷۲۰	۱۲	جهانم قزوین ۱۹۹۳	۳۲۰	درجه ۲۴ دقیقه ۲۸ ثانیه و ۲۴ درجه ۲۸ دقیقه ۲۸ ثانیه	درجه ۲۴ و ۲۸ دقیقه ۲۸ ثانیه	جنگل ماریاس	کیلومتر ۶ جنوب غربی اسی زمینانی	اسانگا سگار	مالزله	۱۱۸۲۰
۸	۱۴	۸۷	۲۴	مورچه ۱۹۹۳	۷۶۰	درجه ۲۲ دقیقه ۴۱ ثانیه و ۲۲ درجه ۲۲ دقیقه ۴۱ ثانیه	درجه ۲۲ و ۲۴ دقیقه ۴۱ ثانیه	جنگل حنک اسانزاس	کیلومتر ۱۵ شرق اسانگا راما	اسانگا سگار	مالزله	۱۱۹۲۵
۱۳	۳۲	۶۹۹	۲۲	آریزل ۱۹۸۹	۹۵۰	درجه ۲۷ دقیقه ۲۵ ثانیه و ۲۷ درجه ۲۵ دقیقه ۲۵ ثانیه	درجه ۲۷ و ۲۵ دقیقه ۲۵ ثانیه	جنگل ماریاس	کیلومتر ۳ غرب زانوبوفانیا	اسانگا سگار	مالزله	۱۰۴۱۳
۴	۱۱	۱۷۸	۱۲	آریزل ۱۹۸۹	۱۶۶۰	درجه ۲۷ دقیقه ۱۱ ثانیه و ۲۷ درجه ۱۱ دقیقه ۱۱ ثانیه	درجه ۲۷ و ۲۵ دقیقه ۱۱ ثانیه	جنگل ماریاس مونسالیبه	کیلومتر ۲۸ جنوب غربی آسینومونیا	اسانگا سگار	مالزله	۱۰۳۲۵
۴	۱۰	۱۶۸	۱۸	مورچه ۱۹۹۳	۱۶۰۰	درجه ۲۷ دقیقه ۱۱ ثانیه و ۲۷ درجه ۱۱ دقیقه ۱۱ ثانیه	درجه ۲۷ و ۲۵ دقیقه ۱۱ ثانیه	جنگل ماریاس مونسالیبه	کیلومتر ۱۶ جنوب غربی اسانگا سگار	اسانگا سگار	مالزله	۱۱۹۷۱
۹	۲۲	۲۱۰	۲۴	مورچه ۱۹۹۰	۹۵۰	درجه ۲۸ دقیقه ۱۲ ثانیه و ۲۸ درجه ۱۲ دقیقه ۱۲ ثانیه	درجه ۲۸ و ۲۵ دقیقه ۱۲ ثانیه	جنگل ماریاس	کیلومتر ۱۶ جنوب موراسانگا	اسانگا سگار	مالزله	۱۰۹۶۶
۱۰	۳۰	۳۸۷	۱۲	مورچه ۱۹۹۰	۹۰۰	درجه ۲۸ دقیقه ۱۲ ثانیه و ۲۸ درجه ۱۲ دقیقه ۱۲ ثانیه	درجه ۲۸ و ۲۵ دقیقه ۱۲ ثانیه	جنگل ماریاس	کیلومتر ۹ شرق جنوب غربی	اسانگا سگار	مالزله	۱۰۹۵۶
۹	۱۳	۱۰۹	۱۲	بسمه ۱۹۹۰	۹۲۰	درجه ۲۸ دقیقه ۲۵ ثانیه و ۲۸ درجه ۲۵ دقیقه ۲۵ ثانیه	درجه ۲۸ و ۲۵ دقیقه ۲۵ ثانیه	جنگل ماریاس	کیلومتر ۱ جنوب غربی آسینومونیا	اسانگا سگار	مالزله	۱۱۱۳۶
۸	۱۸	۵۰۸	۲۴	بسمه قزوین ۱۹۹۰	۱۵۰۰	درجه ۲۷ دقیقه ۱۱ ثانیه و ۲۷ درجه ۱۱ دقیقه ۱۱ ثانیه	درجه ۲۷ و ۲۵ دقیقه ۱۱ ثانیه	جنگل ماریاس	کیلومتر ۲۵ شمال غربی آسینومونیا	اسانگا سگار	مالزله	۱۱۰۸۶
۹	۲۲	۴۰۹	۲۴	آریزل ۱۹۸۹	۳۵۰	درجه ۲۹ دقیقه ۲۲ ثانیه و ۲۹ درجه ۲۲ دقیقه ۲۲ ثانیه	درجه ۲۹ و ۲۵ دقیقه ۲۲ ثانیه	جنگل ماریاس	نورده مانگابه	اسانگا سگار	مالزله	۱۰۳۵۸

فصل هشتم: الگوهای گسترده تنوع در جوامع مورچه‌های لاشبرگزی / ۲۱۳

ادامه جدول شماره 8-1:

تعداد جنسها	تعداد گونه‌ها	تعداد گونه‌ها با نام علمی	زمان استخراج	تاریخ	ارتفاع (به متر)	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	زیستگاه	موقعیت جغرافیایی	کشور	منطقه جغرافیایی	شماره ذخیره
۱۲	۲۷	۲۹۳	۲۴	۱۸ آوریل ۱۹۸۱	۳۰۰	۱۵ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی	۱۵ درجه و ۲۰ دقیقه جنوبی	جنگل بارانی	موزه مانگابه	ماداگاسکار	مالزی	۱۰۳۶۰
۹	۲۱	۱۵۱	۲۴	۲۰ آوریل ۱۹۸۱	۲۰	۱۵ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی	۱۵ درجه و ۲۰ دقیقه جنوبی	جنگل بارانی	موزه مانگابه	ماداگاسکار	مالزی	۱۰۳۴۰
۱۱	۳۰	۱۱۶۲	۲۰	۲۲ آوریل ۱۹۸۱	۳۵۰	۱۵ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی	۱۵ درجه و ۲۹ دقیقه جنوبی	جنگل بارانی	کلیف‌موت ۱۹ شرق- جنوب شرقی	ماداگاسکار	مالزی	۱۰۳۷۹
۸	۲۲	۳۷۵	۲۴	۲۸ مه ۱۹۸۱	۲۰۰	۱۳ درجه و ۱۸ دقیقه شرقی	۱۳ درجه و ۲۵ دقیقه جنوبی	جنگل بارانی	کلیف‌موت ۲ شرق- جنوب شرقی	ماداگاسکار	مالزی	۱۰۳۷۱
۱۰	۱۶	۱۸۰	۳۸	۲۸ سپتامبر ۱۹۹۰	۱۵۰	۱۳ درجه و ۲۹ دقیقه شرقی	۱۳ درجه و ۵ دقیقه جنوبی	جنگل بارانی	منطقه سوزمن آنگارا	ماداگاسکار	مالزی	۱۱۰۱۰
۶	۶	۳۰	۲۴	۱۹م آوریل ۱۹۸۱	۷۰۰	۲۰ درجه و ۳۱ دقیقه شرقی	۲۰ درجه و ۱۲ دقیقه جنوبی	جنگل سمنه با پوشش گیاهی پراکنده	لس باروس	موریتانی	مالزی	۱۰۲۶۳
۸	۸	۳۰۲	۲۶	۲۸ سپتامبر ۱۹۸۱	۵۰۰	۲۰ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی	۲۰ درجه و ۷ دقیقه جنوبی	جنگل بارانی	سمن بلانک	موریتانی	مالزی	۱۰۵۰۳
۴	۵	۶۵	۲۶	۱۱م دسامبر ۱۹۸۵	۱۵۰	۲۴ درجه و ۲۷ دقیقه شرقی	۲۴ درجه و ۵۹ دقیقه جنوبی	جنگل رومار درختان بلند اکالیپتوس	عرب استرالیا؛ کپوروت ۲ شرق والیور	استرالیا	استرالیا	۸۱۴۰
۱۳	۲۱	۳۱۲	۲۴	۱۷ دسامبر ۱۹۸۸	۳۵	۲۵ درجه و ۱۸ دقیقه شرقی	۲۴ درجه و ۲۴ دقیقه جنوبی	جنگل سمنه درختان اکالیپتوس	جنگل ایالت کپوروت در غرب استرالیا	استرالیا	استرالیا	۹۶۸۵
۱۵	۲۱	۳۲۷	۲۴	۱۵ دسامبر ۱۹۸۵	۵۰	۲۶ درجه و ۱ دقیقه شرقی	۲۶ درجه و ۹ دقیقه جنوبی	جنگل بارانی	با راک و ملی سلطنتی در غرب استرالیا	استرالیا	استرالیا	۸۲۱۴
۱۳	۱۵	۲۵۴	۲۴	۱۵ دسامبر ۱۹۸۵	۵۰	۲۶ درجه و ۱ دقیقه شرقی	۲۶ درجه و ۱ دقیقه جنوبی	جنگل سمنه درختان اکالیپتوس	با راک و ملی سلطنتی در غرب استرالیا	استرالیا	استرالیا	۸۲۱۷

ادامه جدول شماره ۸-۱:

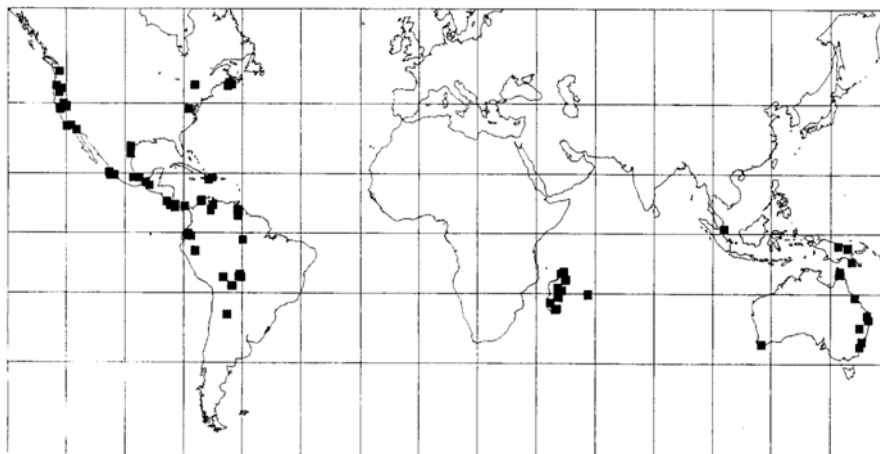
تعداد گلهها	تعداد نرهای بالغ	تعداد نرها	تاریخ	ارتفاع (به متر)	طول جگر انبساطی	طول جگر انبساطی	طول جگر انبساطی	زیمتگاه	موقعیت جگر انبساطی	کشور	منطقه	شماره ذخیره
۱۰	۱۱	۱۸۹	۳۶ دسامبر ۱۹۸۸	۱۱۸۰	درجه ۱۵۰ دقیقه ۸	درجه ۳۰ دقیقه ۱۷	درجه ۳۰ دقیقه ۱۷	جنگل سمنه درختان اکانیپانوس	پارک ملی کوه کامبوجا در غرب استرالیا	استرالیا	استرالیا	۹۷۷۰
۱۲	۱۸	۱۰۶	۳۱ ژانویه ۱۹۸۳	۵۰۰	درجه ۱۵۰ دقیقه ۸	درجه ۲۷ دقیقه ۵۲	درجه ۲۷ دقیقه ۵۲	جنگل نارانی	کلمبوس غربی - جنوب غربی تاسمنی	استرالیا	استرالیا	۹۸۳۳
۱۲	۱۲	۸۲	۲۵ اوت ۱۹۸۳	۳۴۰	درجه ۱۵۲ دقیقه ۳۷	درجه ۲۶ دقیقه ۴۰	درجه ۲۶ دقیقه ۴۰	جنگل سمنه درختان اکانیپانوس	کلمبوس جنوب ۱۰ جنوب شرقی کینیل رزلی	استرالیا	استرالیا	۹۲۴۶
۱۲	۲۱	۱۷۴	۲۷ اوت ۱۹۸۳	۳۴۰	درجه ۱۵۲ دقیقه ۳۷	درجه ۲۶ دقیقه ۴۰	درجه ۲۶ دقیقه ۴۰	جنگل نارانی	کلمبوس جنوب ۱۰ جنوب شرقی کینیل رزلی	استرالیا	استرالیا	۹۲۷۹
۵	۵	۶۷	۲۳ اوت ۱۹۸۳	۸۳۰	درجه ۱۳۸ دقیقه ۲۹	درجه ۲۱ دقیقه ۹	درجه ۲۱ دقیقه ۹	جنگل نارانی	کلمبوس جنوب ۱ جنوب غربی آویلا	استرالیا	استرالیا	۹۲۰۶
۱۰	۱۷	۱۱۰	ششم اوت ۱۹۸۳	۵۲۰	درجه ۱۳۳ دقیقه ۲۰	درجه ۱۲ دقیقه ۳۳	درجه ۱۲ دقیقه ۳۳	جنگل نارانی	کلمبوس شمال شرقی کینیل رزلی	استرالیا	استرالیا	۹۰۱۲
۱۱	۱۹	۹۳	ششم اوت ۱۹۸۳	۵۲۰	درجه ۱۳۳ دقیقه ۲۰	درجه ۱۲ دقیقه ۳۳	درجه ۱۲ دقیقه ۳۳	جنگل نارانی	کلمبوس جنوب ۱۰ جنوب شرقی کینیل رزلی	استرالیا	استرالیا	۹۰۲۸
۱۱	۲۷	۲۴۳	هفتم اوت ۱۹۸۳	۳۰۰	درجه ۱۳۳ دقیقه ۱۴	درجه ۱۲ دقیقه ۳۳	درجه ۱۲ دقیقه ۳۳	جنگل نارانی	کلمبوس جنوب ۱۰ جنوب شرقی کینیل رزلی	استرالیا	استرالیا	۹۰۷۲
۱۳	۳۰	۲۵۰	۲۷ ژانویه ۱۹۸۹	۸۰۰	درجه ۱۳۷ دقیقه ۲۱	درجه ۱ دقیقه ۲۷	درجه ۱ دقیقه ۲۷	جنگل نارانی	پارک ملی کامبوجا در غرب استرالیا	استرالیا	استرالیا	۱۰۰۵۰
۱۶	۴۱	۲۸۵	دوم فوریه ۱۹۸۹	۸۰	درجه ۱۳۵ دقیقه ۴۶	درجه ۵ دقیقه ۱	درجه ۵ دقیقه ۱	جنگل نارانی	کلمبوس جنوب ۲۳ شمال استرالیا	استرالیا	استرالیا	۱۰۰۷۱

فصل هشتم: الگوهای گسترده تنوع در جوامع مورچه‌های لاشبرگزی / ۲۱۵

ادامه جدول شماره 8-1:

تعداد جنسها	تعداد گونه ها	تعداد گونه های گاروگر	زمان استخراج	تاریخ	ارتفاع (به متر)	طول جنس‌های	مدی جنس‌های	زیبندگاه	موقعیت	کشور	منطقه	شماره دولتی
۶۱	۴۹	۲۸۸	۷۲	نوم فوریه ۱۹۸۹	۴۰	درجه ۳ و دقیقه ۴۵ شرقی	۳ درجه ۵۲ دقیقه جنوبی	جنگل بارانی	کیلومتر ۲۸ شمال مارانگ	یابورا کینه نو	استرالیا	۱۰۱۲۷
۶۲	۴۴	۳۷۸	۷۴	پنج فوریه ۱۹۸۹	۸۰۰	درجه ۱۲۵ و دقیقه ۵۷ شرقی	۴ درجه ۴۱ دقیقه جنوبی	جنگل بارانی	کیلومتر ۵ جنوب غربی کوه اولونگ	یابورا کینه نو	استرالیا	۱۰۱۲۲
۶۵	۵۶	۳۱۸	۶۰	۱۲ فوریه ۱۹۸۹	۱۵۰	درجه ۱۲۲ و دقیقه ۴۹ شرقی	۴ درجه ۱۴ دقیقه جنوبی	جنگل بارانی	منطقه آمونلی	یابورا کینه نو	استرالیا	۱۰۱۸۶
۶۶	۶۲	۱۱۶	۴۸	۲۰ نوامبر ۱۹۸۸	۱۰۰	درجه ۱۰۲ و دقیقه ۲۷ شرقی	۱ درجه ۴۱ دقیقه جنوبی	جنگل بارانی	منطقه مرسن سوکیت لیمان	سنگاپور	مشرقی	۹۵۷۶
۶۳	۴۴	۱۶۱	۷۴	۲۲ نوامبر ۱۹۸۸	۱۰۰	درجه ۱۰۲ و دقیقه ۵۰ شرقی	۱ درجه ۱ دقیقه جنوبی	جنگل بارانی	آبخاز کونا لیلین	مالزی	مشرقی	۹۵۸۶





شکل شماره ۸-۱ نشانی ۱۱۰ سایت جمع آوری لاشیرگ. از خطوط شطرنجی برای نشان دادن هر ۲۰ درجه ارتفاع از سطح دریا (بین ۶۰ درجه شمالی و ۶۰ درجه جنوبی) و هر ۲۰ درجه طول جغرافیایی استفاده شده است.

در واقع، هرچند که انتخاب گونه‌ها از نمونه‌های گرفته شده در یک منطقه جغرافیایی چالش برانگیز و زمان بر است، چنین مشکلاتی در مقایسه با آنهایی که به یافتن هویت گونه‌ها در مقیاسهای جغرافیایی وسیع توجه دارند چندان مهم نیستند. از اینرو، این تحقیق اساساً به الگوهای تنوع آلفا (تنوع جغرافیایی در غنای گونه درون سایتی) و تنوع منطقه‌ای در تشکیل جامعه جانوری در سطوح طبقه‌بندی بالاتر (یعنی، جنس، و زیرخانواده) می‌پردازد. اندازه‌گیری‌ها در مقیاس وسیع از تنوع بتایی گونه‌ها (یعنی، گردش یا جابجایی گونه‌ها) بخاطر دانش طبقه‌بندی ناکافی محدودیت دارند.

تمامی نتایج گزارش شده در این تحقیق تنها بر روی مورچه‌های کارگر بدست آمده‌اند، هرچند به دیگر طبقات مورچه نیز اشاره شده است. تعداد مورچه‌های کارگر از هر گونه شکل یک به یک برای هر نمونه ثبت گردیدند. متغیرهای مربوط به هر نمونه، از مجموع تعداد مورچه‌های کارگر و تعداد گونه‌ها، جنسها، و زیرخانواده‌های معرف تشکیل شده‌اند. از جمله متغیرهای مستقل ثبت شده برای هر نمونه، عبارت بودند از منطقه زیست-جغرافیایی، زیستگاه، طول و عرض جغرافیایی، و ارتفاع از سطح دریا (به جدول شماره ۸-۱ رجوع شود). عرض جغرافیایی در تمامی تحلیلهای آماری به عرض جغرافیایی اعشاری مطلق تبدیل گردید.

نمونه‌های آزمایشگاهی مرجع در موزه جانورشناسی تطبیقی، دانشگاهی هاروارد (MCZC) و در کلکسیون پی‌اس‌اورد در دانشگاه کالیفرنیا در دیویس (PSWC) نگهداری شدند. علاوه

## فصل هشتم: الگوهای گسترده تنوع در جوامع مورچه‌های لاشبرگزی / ۲۱۷

بر آن، نمونه‌های آزمایشگاهی مشابه گرفته شده از استرالیا، پاپوا گینه نو، ماداگاسکار، موریتانی، آرژانتین، بولیوی، برزیل، کلمبیا، اکوادور، و ونزوئلا بترتیب به مؤسسات میزبان زیر منتقل شدند: مؤسسه ملی جمع آوری حشرات استرالیا در کامبرا (ANIC)؛ مؤسسه حشره شناسی در دانشگاه پاپوا گینه نو (UPNG)؛ مؤسسه گیاه شناسی و جانور شناسی سیمبازا در آنتاناناریو (PBZT)؛ مؤسسه تحقیقاتی-صنعتی شکر موریتانی (MSIR)؛ مؤسسه میگوئل لیلو در توکومان (IMLA)؛ موزه تاریخ طبیعی نوتل کیمف مرکادو در سانتا کروز (UASC)؛ مؤسسه ملی مطالعات آمازون در مانائوس (INPA)؛ موزه تاریخ طبیعی دانشگاه ملی کلمبیا در بوگوتا (UNCB)؛ موزه تاریخ طبیعی اکوادور در کوئیتو (MECN)؛ و مؤسسه جانورشناسی اگریکولا دانشگاه مرکزی ونزوئلا در ماراکی (IZAV).

پایگاه اصلی داده‌ها با اطلاعاتی که در جمع آوری لاشبرگ به روش وینکلری از مالزی (داده‌ها از طرف آنت مالش ارائه شد) و آفریقای غربی بدست آمدند تکمیل گردید. یازده نمونه گرفته شده از مالزی همگی از منطقه جنگلی محافظت شده پاسوه بوده، و هر کدام، به مساحت ۹ متر مربع از لاشبرگ جنگل بارانی را شامل می‌شوند که جهت دستیابی به تقریباً ۶ لیتر لاشه فشرده الک شدند. نمونه‌های گرفته شده از آفریقای غربی از ۳۴ سایت، که ۲۰ موقعیت آن در غنا بودند، بدست آمدند؛ در هر سایت ده پلات یک متر مربعی بصورت تصادفی در منطقه‌ای به مساحت تقریباً ۱۰۰۰ متر در واحد مربع مشخص شدند، و تمامی لاشبرگها در پلاتها جمع آوری گشته، الک گردیده، و استخراج شده‌اند. بدلیل اینکه روشهای نمونه‌گیری مورد استفاده در تحقیقات در کشورهای مالزی و غنا با روشهایی توصیف شده در اینجا متفاوتند، این داده‌ها جهت تحلیل الگوهای تنوع مورد استفاده قرار نگرفته‌اند. این داده‌ها اساساً برای توسعه مبنای جغرافیایی مقایسه ترکیب جانوری در سطح جنس بکار رفته‌اند (به جدولهای ۸-۱۱ و ۸-۱۲ رجوع شود).

### حجم نمونه‌های لاشبرگی جمع آوری شده به روش وینکلری

در یکصد و ده نمونه بدست آمده به روش وینکلری، مجموعاً ۲۹۹۴۲ عدد مورچه کارگر از ۶ زیر خانواده، ۱۰۳ جنس، و تقریباً ۹۱۱ گونه بدست آمد (به جدول شماره ۸-۱۲ رجوع شود). بدلیل عدم ثبات در طبقه‌بندی، محاسبه تراکمی تعداد گونه‌ها باید مشروط تلقی شوند. برآورد می‌شود که این مقدار بالاتر یا پایین تر تا ۱۰٪ برسد. غنای سایت (یعنی، تنوع آلفا) در هر

نمونه از صفر تا ۷۵ گونه (انحراف معیار  $20/3 \pm 15/9$  میانگین)، صفر تا ۲۷ جنس (انحراف معیار  $10/6 \pm 6/4$  میانگین)، و از صفر تا ۵ زیرخانواده (انحراف معیار  $2/8 \pm 1/0$  میانگین)، متفاوت بود. تعداد مورچه‌های کارگر در نمونه بدست آمده به روش وینکلری از صفر تا ۱۶۳۲ عدد (انحراف معیار  $272/2 \pm 30/1/4$  میانگین) در نوسان بود. جدول شماره ۲-۸ خلاصه‌ای از نمونه‌های لاشبرگی جمع‌آوری شده به روش وینکلری: حجم طبقه‌بندی

تعداد مورچه‌های کارگر (درصد مجموع)	تعداد گونه (درصد مجموع)	تعداد جنس	زیرخانواده
۴۵(۰/۲)	۴(۰/۴)	۲(۱/۹)	سراپاچینه
۱۳۷(۰/۵)	۱۰(۱/۱)	۶(۵/۸)	دولیچودرینه
۱۰۷(۰/۴)	۳(۰/۳)	۲(۱/۹)	اسیتونینه
۳/۸۷۳(۱۲/۹)	تقریباً(۱۰/۶) ۹۷	۱۴(۱۳/۶)	فورمیسینه
۲۲/۰۶۷(۷۳/۷)	تقریباً(۶۵/۲) ۵۹۴	۲۲(۵۵/۳)	میرمیسینه
۳/۷۱۳(۱۲/۴)	تقریباً(۲۲/۲) ۲۰۳	۲۲(۲۱/۴)	پونرینه
۲۹/۹۴۲	تقریباً ۹۱۱	۱۰۳	تعداد کل

جدول شماره ۳-۸. چهل عدد جنس مورچه که بیشتر از همه در تحقیق مشاهده گردیدند

نسبت میانگین گونه ها در هر نمونه متعلق به جنس	تعداد میانگین گونه ها در هر نمونه متعلق به جنس	تعداد نمونه‌های بدست آمده به روش وینکلری (به درصد %)	اسامی جنسهای مورچه
۰/۰۹۹	۲/۲۷	۸۳(۷۵/۵)	<i>Hypoponera</i>
۰/۱۴۸	۳/۸۲	۸۳(۷۵/۵)	<i>Pheidole</i>
۰/۰۶۱	۱/۵۵	۷۵(۶۸/۲)	<i>Strumigenys</i>
۰/۰۶۹	۱/۶۳	۶۴(۵۸/۲)	<i>Solenopsis</i>
۰/۰۳۴	۰/۸۴	۵۹(۵۳/۶)	<i>Paratrechina</i>
۰/۰۲۸	۰/۷۰	۴۸(۴۳/۶)	<i>Pachycondyla</i>
۰/۰۲۰	۰/۵۷	۴۲(۳۸/۲)	<i>Oligomyrmex</i>
۰/۰۱۸	۰/۴۶	۳۳(۳۰/۰)	<i>Cyphomyrmex</i>
۰/۰۱۹	۰/۴۵	۳۰(۲۷/۳)	<i>Rogeria</i>
۰/۰۱۲	۰/۳۱	۲۸(۲۵/۵)	<i>Anochetus</i>
۰/۰۱۷	۰/۴۰	۲۸(۲۵/۵)	<i>Brachymyrmex</i>

فصل هشتم: الگوهای گسترده تنوع در جوامع مورچه‌های لاشبرگزی / ۲۱۹

۰/۰۲۵	۰/۵۴	۲۸(۲۵/۵)	<i>Monomorium</i>
۰/۰۳۴	۰/۷۱	۲۸(۲۵/۵)	<i>Tetramorium</i>
۰/۰۸۶	۰/۴۶	۲۷(۲۴/۵)	<i>Stenamma</i>
۰/۰۰۹	۰/۲۵	۲۷(۲۴/۵)	<i>Wasmannia</i>
۰/۰۱۲	۰/۳۵	۲۵(۲۲/۷)	<i>Gnamptogenys</i>
۰/۰۱۱	۰/۳۱	۲۳(۲۰/۹)	<i>Crematogaster</i>
۰/۰۰۸	۰/۲۸	۲۳(۲۰/۹)	<i>Prionopelta</i>
۰/۰۱۰	۰/۲۷	۲۲(۲۰/۱۰)	<i>Octostruma</i>
۰/۰۰۹	۰/۲۱	۲۰(۱۸/۲)	<i>Smithistruma</i>
۰/۰۰۷	۰/۲۱	۱۷(۱۵/۵)	<i>Acropyga</i>
۰/۰۰۶	۰/۱۶	۱۷(۱۵/۵)	<i>Neostrma</i>
۰/۰۰۵	۰/۱۶	۱۷(۱۵/۵)	<i>Odontomachus</i>
۰/۰۰۸	۰/۱۵	۱۵(۱۳/۷)	<i>Discothyrea</i>
۰/۰۰۹	۰/۲۲	۱۴(۱۲/۷)	<i>Adelomyrmex</i>
۰/۰۳۶	۰/۱۴	۱۴(۱۲/۷)	<i>Leptothorax</i>
۰/۰۰۹	۰/۱۶	۱۳(۱۱/۸)	<i>Ponera</i>
۰/۰۱۸	۰/۱۱	۱۲(۱۰/۹)	<i>Aphaenogaster</i>
۰/۰۰۷	۰/۱۵	۱۲(۱۰/۹)	<i>Cryptopone</i>
۰/۰۰۳	۰/۱۲	۱۱(۱۰/۱۰)	<i>Apterostigama</i>
۰/۰۰۷	۰/۱۱	۱۱(۱۰/۱۰)	<i>Myrmecia</i>
۰/۰۴۲	۰/۱۰	۱۰(۹/۱)	<i>Lasius</i>
۰/۰۰۲	۰/۱۰	۱۰(۹/۱)	<i>Myrmecocystus</i>
۰/۰۰۲	۰/۰۹	۹(۸/۲)	<i>Hylomyrma</i>
۰/۰۰۵	۰/۱۱	۹(۸/۲)	<i>Rhytidoponera</i>
۰/۰۰۲	۰/۰۸	۸(۷/۳)	<i>Eurhopalothrix</i>
۰/۰۰۵	۰/۰۶	۷(۶/۴)	<i>Heteroponera</i>
۰/۰۰۴	۰/۰۶	۷(۶/۴)	<i>Proceratium</i>
۰/۰۰۲	۰/۰۵	۶(۵/۵)	<i>Camponotus</i>
۰/۰۰۲	۰/۰۵	۶(۵/۵)	<i>Leptogenys</i>

در سرتاسر جمع آوری نمونه ها به روش وینکلری، زیرخانواده غالب، میرمیسینه (دارای ۵۷ جنس و حدود ۵۹۶ گونه) است، که پس از آن زیرخانواده پونرینه (با ۲۲ جنس و حدود ۲۰۳ گونه)، فورمیسینه (با ۱۴ جنس و حدود ۹۷ گونه)، دولیچودرینه (با ۶ جنس و ۱۰ گونه)، سراپاچینه (با ۲ جنس و ۴ گونه)، و سرانجام زیرخانواده اسیتومینه (با ۲ جنس و ۳ گونه)، قرار دارند. غنای میرمیسینه بیشتر، و غنای پونرینه کمتر است، درحالیکه تعداد مورچه‌های کارگر در مقایسه با تعداد گونه ها مورد بررسی قرار گرفته اند (به جدول شماره ۲-۸ رجوع شود). پرتعدادترین و پرگونه ترین جنسها در جدول شماره ۳-۸ مشخص شده اند. شش جنس از پرتعدادترین جنسها عبارتند از: *Pheidole* (در ۸۳ نمونه از ۱۱۰ نمونه مشاهده شده)، *Hypoponera* (در ۸۳ نمونه از ۱۱۰ نمونه)، *Strumigenys* (در ۷۵ نمونه از ۱۱۰ نمونه)، *Solenopsis* (در ۶۴ نمونه از ۱۱۰ نمونه)، *Paratrechina* (در ۵۹ نمونه از ۱۱۰ نمونه)، و *Pachycondyla* (در ۴۸ نمونه از ۱۱۰ نمونه). شش جنس از پرگونه ترین جنسها دارای یک مجموعه همپوشی، اما نه عین هم، هستند: *Pheidole* (تعداد میانگین گونه ها در هر نمونه: ۳/۸۲)، *Hypoponera* (تعداد میانگین: ۲/۲۷)، *Solenopsis* (تعداد میانگین: ۱/۶۳)، *Strumigenys* (تعداد میانگین: ۱/۵۵)، *Paratrechina* (تعداد میانگین: ۰/۸۴)، و *Tetramorium* (تعداد میانگین: ۰/۷۱). در مورد نسبت گونه ها در هر نمونه متعلق به یک جنس خاص، پرگونه ترین جنس عبارتند از: *Pheidole* (نسبت میانگین: ۰/۱۵)، *Hypoponera* (نسبت میانگین: ۰/۱۰)، *Stenammina* (نسبت میانگین: ۰/۰۹)، *Solenopsis* (نسبت میانگین: ۰/۰۷)، و *Strumigenys* (نسبت میانگین: ۰/۰۶). نسبت میانگین جنس *Stenammina* دارای پراکنش بالا بوده، و این تعداد بالای گونه ها را نشان نمی‌دهد چونکه این جنس اساساً به نمونه‌های کم گونه بدست آمده در مناطق معتدل شمالگان بر جدید محدود می‌گردد.

### الگوهای تنوع مورچه لاشبرگزی در عرض و طول جغرافیایی

نتایج بدست آمده در تحلیل رگرسیونی چند متغیری غنای گونه (یعنی، تعداد گونه ها در یک نمونه) روی عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، و زمان استخراج در جدول ۴-۸ نشان داده شده اند.

جدول شماره ۴-۸ تحلیل رگرسیون چند متغیری غنای گونه در نمونه‌های گرفته شده\*

متغیرها	ضریب	انحراف معیار	P
مقدار ثابت	۴۰/۴۱۲	۲/۶۴۲	۰/۰۰۰
عرض جغرافیایی	-۰/۸۰۳	۰/۱۰۳	۰/۰۰۰
ارتفاع از سطح دریا	-۰/۰۰۸	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰
زمان استخراج	۰/۰۳۳	۰/۰۶۱	۰/۵۹۳

\*متغیرهای مستقل عبارتند از: عرض جغرافیایی (مطلق)، ارتفاع از سطح دریا (به متر)، و زمان استخراج (به ساعت). محاسبه تحلیل رگرسیون چند متغیری ( $\text{Multiple } R^2 = ۰/۴۷۱$ )  $n=۱۱۰$ .

عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا به تنهایی ۴۷٪ پراکنش را در غنای گونه نشان داده، و زمان استخراج هیچ تأثیر معنی داری ندارند ( $P=۰/۵۹۳$ ). پلاتهای مربوط به غنای گونه‌ها بعنوان یک تابع عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا در شکل‌های ۲-۸ و ۳-۸ نشان داده شده‌اند. شیب عرض جغرافیایی گونه برای سایت‌های ارتفاع پایین در مقایسه با سایت‌های ارتفاع بالا بیشتر است، و کاهش غنای گونه‌ها همراه با ارتفاع در عرض‌های جغرافیایی بالا از برجستگی کمتری برخوردار است. همچنین نشانه‌ای وجود دارد که غنای گونه‌ها در ارتفاعات زیر ۵۰۰ متر مناطق استوایی کاهش کمی را نشان می‌دهد (به شکل ۳-۸ الف رجوع شود). در واقع، برای سایت‌های استوایی و نیمه استوایی ( $30^\circ < \text{عرض جغرافیایی}$ ) در ارتفاعات زیر ۵۰۰ متر، رابطه مثبت معناداری بین غنای گونه و ارتفاع وجود دارد ( $r=۰/۴۵۳$ ،  $n=۴۲$ ،  $P=۰/۰۰۳$ )، در حالیکه برای سایت‌های ارتفاع ۵۰۰ متر و بالاتر، این رابطه منفی است ( $r=۰/۵۶۱$ ،  $n=۴۲$ ،  $P=۰/۰۰۰$ ). هیچ ارتفاع میانی در غنای گونه در میان سایت‌های پُراارتفاع شناسایی نگردید ( $30^\circ <$ ، هر چند که حجم نمونه در حقیقت کوچک است ( $n=۲۶$ )).

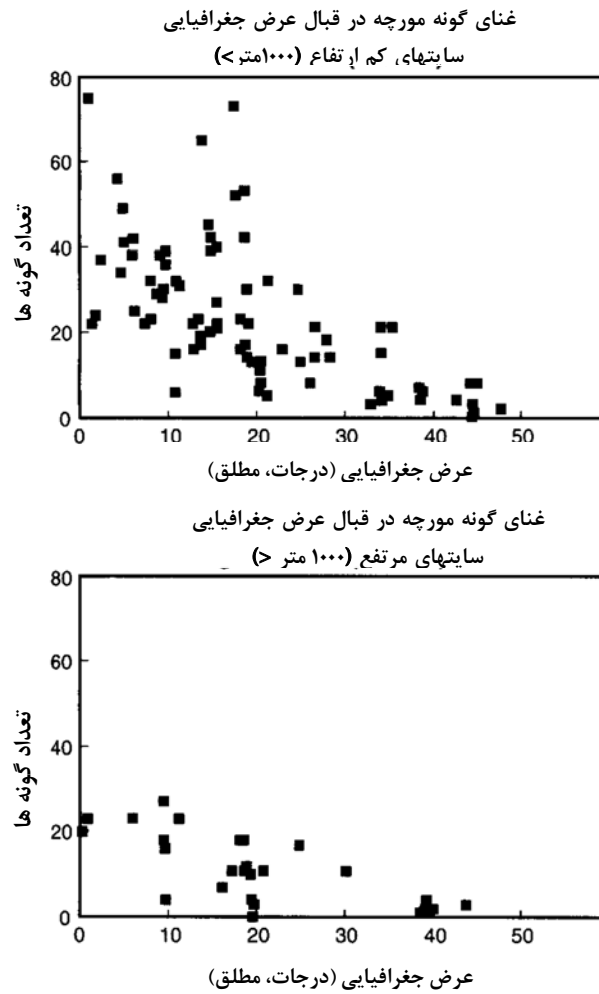
شیب عرض جغرافیایی در غنای گونه‌ای مورچه‌های لاشبرگزی چندان عجیب نبوده و با الگویی که بطور کلی در مورچه‌ها مشاهده می‌شوند<sup>۲</sup> و نیز در دیگر تاکساهای گوناگون<sup>۳</sup> سازگار نیست. همینطور کاهش شدید جوامع مورچه در عرض‌های جغرافیایی بالاتر در

۱ تعداد  $n$ ؛ (رگرسیون چند متغیری)  $\text{Multiple } R^2 =$

2. Kusnezov (1957); Jeanne (1979);

3. Stevens (1989);

جنگلهای استوایی کاملاً ثبت شده اند<sup>۱</sup>.

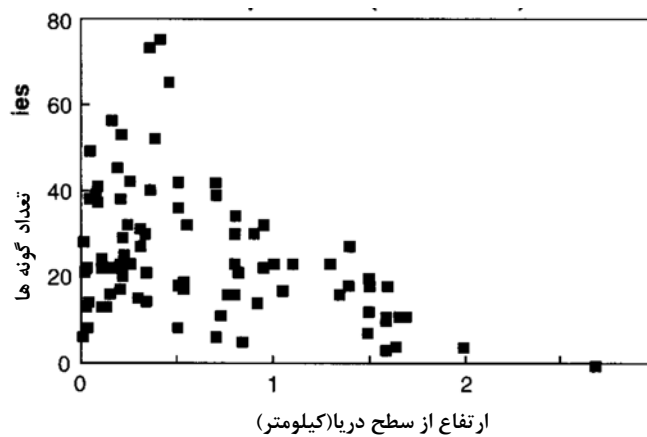


شکل شماره ۲-۸ غنای گونه‌های نمونه‌های مورچه لاشبرگزی بعنوان تابع عرض جغرافیایی. مقادیر برای سایت‌های کم ارتفاع و مرتفع بطور جداگانه مشخص شده اند. تعداد کل سایتها: ۱۱۰ سایت.

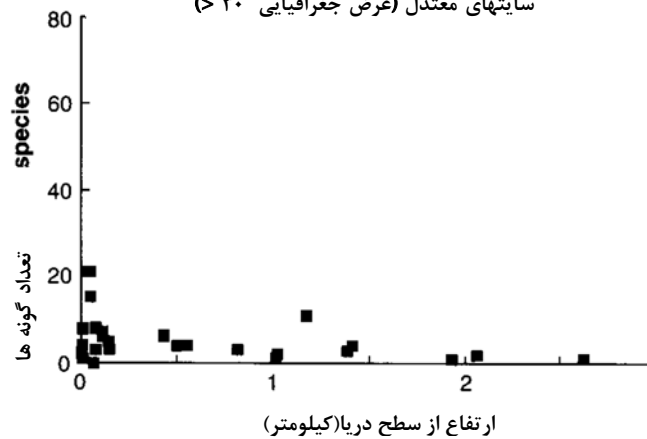
1. Weber (1943a); Brown (1973); Janzen et al. (1976); Olson (1994); Fisher (1996a, 1998);

فصل هشتم: الگوهای گسترده تنوع در جوامع مورچه‌های لاشبرگزی / ۲۲۳

غنای گونه مورچه در قبال ارتفاع از سطح دریا  
سایتهای استوایی (عرض جغرافیایی  $< 30^\circ$ )



غنای گونه مورچه در قبال ارتفاع از سطح دریا  
سایتهای معتدل (عرض جغرافیایی  $> 30^\circ$ )



شکل شماره ۳-۸. غنای گونه‌های نمونه‌های مورچه لاشبرگزی بعنوان تابع ارتفاع از سطح دریا. مقادیر برای سایتهای استوایی (ارتفاع  $< 30^\circ$ ) و معتدل بطور جداگانه مشخص شده اند.

دارلینگتون (۱۹۷۱)<sup>۱</sup> و اولسون (۱۹۹۴)<sup>۲</sup> پیامدهای احتمالی این کاهش تنوع مورچه را در خصوص دیگر بندپایان خاکزی مورد بررسی قرار داده اند. در تحقیقی که اولسون در مورد

1. Darlington (1971);

2. Olson (1994);



بی‌مهرگان لاشبرگزی در پاناما انجام داد، سوسک‌های شاخدار و شپشکها در بالاترین ارتفاعاتی که مورچه‌ها نسبتاً کمیاب بودند بالاترین فراوانی و تنوع را نشان دادند، در حالیکه انتشار یا جایگزینی اکولوژیکی بوجود می‌آوردند.

پیک ارتفاع میانی در غنای گونه مورچه‌های لاشبرگزی توسط اولسون (۱۹۹۴)<sup>۱</sup> در پاناما، و فیشر (۱۹۹۸)<sup>۲</sup> در ماداگاسکار ثبت شدند. سامسون و همکارانش (۱۹۹۷)<sup>۳</sup> الگوی مشابهی را برای مورچه‌های خاکزی و بیشه‌زی در فیلیپین عرضه کردند. نتایج حاصله از این تحقیق ابعاد کلی این یافته‌ها را بسط می‌دهد. پیکهای تنوع در ارتفاع میانی برای دیگر تاکساها و در مقیاسهای بزرگتر نیز گزارش شده‌اند.<sup>۴</sup> فرضیه‌های کلی گوناگون برای بیان این پدیده، و نیز سازگاری سایتهای مربوط به ارتفاع میانی با مناطق دارای بارآوری متوسط<sup>۵</sup> یا حداکثر بارآوری<sup>۶</sup> مطرح شده‌اند، همراه با فرضیه‌های مربوطه که غنای گونه رابطه همسو با باروری دارد. همچنین عنوان شده است که محدودیتهای نقشه برداری از قبیل دامنه‌های محصور<sup>۷</sup> و پهنه‌های ارتفاع میانی باریکتر منطقه<sup>۸</sup> همپوشی بیشتری از جوامع جانوری در ارتفاع میانی ایجاد می‌کنند.<sup>۹</sup> فقدان آشکار یک پیک تنوع مورچه در ارتفاع میانی در مناطق معتدل (به شکل شماره ۳-۸ ب رجوع شود)، و همچنین به کول (۱۹۴۰، ص ۱۱)<sup>۱۰</sup> و گرگ (۱۹۶۳، ص ۲۰۱)<sup>۱۱</sup> رجوع شود) خلاف توصیف یکنواخت برای شبیه‌های ارتفاعی در تنوع مورچه را بیان می‌کند و یا الگوهای تنوع مشترک بین ارتفاع و دیگر متغیرهای محیطی در بین مناطق معتدل و استوایی متفاوت عمل می‌کنند.

### تفاوت‌های منطقه‌ای در تنوع تاکسانمویک مورچه‌های لاشبرگزی

تعداد میانگین گونه‌ها، جنس‌ها، و زیر خانواده‌های مورچه و همینطور مورچه‌های کارگر در هر نمونه وینکلری برای مناطق زیست-جغرافیایی مختلف در جدول شماره ۵-۸ بیان شده‌اند.

1. Olson (1994);
2. Fisher et al. (1998);
3. Samson et al. (1997);
4. McCoy (1990); Colwell & Hurr (1994); Rahbek (1995, 1997); Stevens (1992);
5. Rozenzweig (1995);
6. Janzen et al. (1976);
7. Colwell & Hurr (1994);
8. Rahbek (1997);
9. Fisher (1998);
10. Cole (1940, p. 11);
11. Greg (1963, p. 201);

فصل هشتم: الگوهای گسترده تنوع در جوامع مورچه‌های لاشبرگزی / ۲۲۵

تمامی این متغیرها، ناهمگنی منطقه‌ای معنی داری را نشان می‌دهند (تحلیل واریانس برای هر چهار مقایسه،  $P=0/000$ ). اما، این اساساً بخاطر تنوع و فراوانی نسبتاً پایین مورچه در منطقه شمالگان بر جدید است، و تحلیل همپراکنش غنای گونه‌ای نمونه، با منطقه بعنوان متغیر گروه‌بندی و عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا بعنوان دو متغیر همپراکنش هیچ تأثیر معنی داری از منطقه زیست-جغرافیایی نشان نمی‌دهد ( $P=0/448$ ) (به جدول شماره ۶-۸ رجوع شود). از اینرو، در تحقیق حاضر هیچ تفاوت درونی، غیر از آنهایی که به تفاوت در عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا مربوط می‌شدند، بین مناطق در خصوص تنوع آلفا در سطح گونه مشاهده نگردید. بر عکس، تحلیل همپراکنش مشابهی از غنای جنس، بدون توجه به عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا، تنوع منطقه‌ای معنی داری را نشان دادند ( $P=0/007$ )؛ به جدول شماره ۷-۸ رجوع شود). تنوع آلفای نسبتاً پایین در سطح جنس نه تنها در شمالگان بر جدید، منطقه‌ای که انتظار می‌رود بلحاظ عرض جغرافیایی بالا باشد، بلکه در نمونه‌های حاصل از منطقه مالاگاسی هم وجود دارد.

این یافته که سایتها در منطقه مالاگاسی از نظر جنس مورچه در حد پایین بوده اما از سطوح غنای گونه‌ای مشابه دیگر مناطق دارای عرض جغرافیایی و ارتفاع یکسانی برخوردارند نشانگر وجود خط مجانب اقلیمی با غنای منطقه‌ای گونه است، که این حتی، با وجود زمان کافی برای گونه زایی بومی، در یک جامعه جزیره‌ای با ادغام محدود گونه‌های مرجع قابل دستیابی است.

جدول شماره ۵-۸ داده‌های پیرامون نمونه‌های وینکلری بدست آمده از مناطق زیست-جغرافیایی

مختلف\*

مورچه‌های کارگر	زیرخانواده	جنس	گونه	منطقه
$36/5 \pm 53/5$ (۰-۲۴۵)	$1/85 \pm 1/01$ (۰-۴)	$3/5 \pm 2/4$ (۰-۹)	$4/1 \pm 3/3$ (۰-۱۴)	شمالگان بر جدید (تعداد= ۲۳)
$385/6 \pm 360/8$ (۰-۱۶۳۲)	$2/90 \pm 0/85$ (۰-۴)	$13/5 \pm 6/1$ (۰-۲۷)	$26/8 \pm 17/3$ (۰-۷۵)	استوایی نو (تعداد= ۴۹)
$305/7 \pm 263/1$ (۳۰-۱۱۶۲)	$3/05 \pm 0/52$ (۲-۴)	$8/8 \pm 2/4$ (۴-۱۳)	$19/8 \pm 9/0$ (۶-۴۰)	مالاگاسی (تعداد= ۱۹)
$231/7 \pm 145/5$ (۶۵-۵۸۸)	$3/32 \pm 0/85$ (۲-۵)	$13/8 \pm 5/5$ (۴-۲۵)	$23/4 \pm 13/5$ (۵-۵۶)	ایندو-استرالیایی (تعداد= ۱۹)
$F = 8721$ $P = 0/000$	$F = 13/032$ $P = 0/000$	$F = 25/050$ $P = 0/000$	$F = 15/062$ $P = 0/000$	تحلیل پراکنش (تعداد= ۱۱۰)

$F = 1/836$	$F = 2/044$	$F = 5/720$	$F = 1/538$	تحلیل پراکنش، بجز شمالگان برّ جدید (تعداد = ۸۷)
$P = 0/166$	$P = 0/136$	$P = 0/005$	$P = 0/221$	

\*تعیین میانگین، انحراف معیار، دامنه تعداد گونه‌ها، جنسها، زیرخانواده‌ها، و مورچه‌های

کارگر.

جدول شماره ۶-۸. تحلیل همپراکنش غنای گونه‌های نمونه \*

$P$	$F$	میانگین مجذورات	درجات آزادی	مجموع مجذورات	متغیر مرجع
0/448	0/892	122/723	3	368/169	منطقه
0/000	13/890	1910/767	1	1910/767	عرض جغرافیایی
0/000	19/458	2676/789	1	2676/789	ارتفاع از سطح دریا
		137/567	104	14360/663	خطا

\*متغیر گروه‌بندی، منطقه زیست-جغرافیایی است؛ عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح

دریا متغیرهای همپراکنش هستند. تحلیل رگرسیونی چند متغیری برابر است با 0/48 و تعداد

گونه‌ها برابر با ۱۱۰ عدد.

### زیرخانواده

تفاوت‌های معناداری میان دامنه‌های زیست-جغرافیایی با غنای زیرخانواده مختلف مورچه وجود دارد (به جدولهای شماره ۸-۸ و ۸-۱۰ رجوع شود). کمیابی نسبی جنس سراپاچینه در برّ جدید در فقدان آنها در نمونه‌های لاشه‌ای بدست آمده از شمالگان برّ جدید و مناطق استوایی نو منعکس گشته است. این جنسها در ۱۰٪ و ۱۶٪ نمونه‌های لاشه‌ای بدست آمده بترتیب از مناطق مالاگاسی و ایندو-استرالیایی وجود داشته است. از سوی دیگر، مورچه‌های سرباز از زیرخانواده اسیتونینه، که در برّ قدیم یافت نشدند، در ۴٪ نمونه‌های بدست آمده از شمالگان برّ جدید و ۱۰٪ نمونه‌های گرفته شده از مناطق استوایی نو وجود داشته اند. مورچه‌های سرباز بومی مناطق برّ قدیم (یعنی، زیرخانواده‌های آنیکتینه و دوریلینه) در نمونه‌های لاشبرگزی که در این تحقیق گرفته شدند وجود نداشتند هرچند که آنها در مناطقی از ایندو-استرالیایی مشاهده گردیدند.

پونرینه‌ها در منطقه ایندو-استرالیایی بسیار فراوان بودند (یعنی، تقریباً یک سوّم گونه‌ها را

در نمونه‌های وینکلری تشکیل داده و در ۱۰۰٪ نمونه‌ها وجود داشتند)، که در نمونه‌های

فصل هشتم: الگوهای گسترده تنوع در جوامع مورچه‌های لاشبرگزی / ۲۲۷

بدست آمده از شمالگان بر جدید از غنای کمی برخوردار بودند (یعنی، بطور متوسط ۳/۹٪ گونه در هر نمونه؛ که در ۲۲٪ نمونه مشاهده شدند)، در حالیکه این تعداد در مناطق استوایی نو و مالاگاسی، شاخص متوسطی نشان می‌داد (به جدولهای شماره ۸-۸ و ۸-۱۰ رجوع شود). زیرخانواده فورمیسینه، هرچند که در بیشتر نمونه‌های استوایی در مقایسه با مناطق معتدل (شمالگان بر جدید) وجود داشت (به جدول شماره ۸-۸ رجوع شود)، شاخص نسبی گونه در سایتهای موجود در شمالگان بر جدید را نشان داد (به جدول شماره ۸-۱۰ رجوع شود).

جدول شماره ۷-۸ تحلیل همپراکنش غنای جنس نمونه\*

متغیر مرجع	مجموع مجدورات	درجات آزادی	میانگین مجدورات	F	P
منطقه	۲۱۱/۱۹۹	۳	۷۰/۴۰	۴/۲۳۶	۰/۰۰۷
عرض جغرافیایی	۲۹۵/۲۶۷	۱	۲۹۵/۲۶۷	۱۷/۷۶۶	۰/۰۰۰
ارتفاع از سطح دریا	۴۷۰/۱۲۶	۱	۴۷۰/۱۲۶	۲۸/۲۸۷	۰/۰۰۰
خطا	۱۷۲۸/۴۶۵	۱۰۴	۱۶/۶۲۰		

\*متغیر گروه‌بندی، منطقه زیست-جغرافیایی است؛ عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا متغیرهای همپراکنش هستند. تحلیل رگرسیونی چند متغیری برابر است با ۰/۴۸ و تعداد گونه‌ها برابر با ۱۱۰ عدد.

جدول شماره ۸-۸ درصد نمونه‌های وینکلری در کدام یک از گونه‌ها و یا بیشتر گونه‌های یک زیرخانواده وجود دارند

زیرخانواده	شمالگان بر جدید	مناطق استوایی نو	مناطق مالاگاسی	مناطق ایندو-استرالیایی
سراپاچینه	۰/۰	۰/۰	۱۰/۵	۱۵/۸
دولیچودرینه	۸/۷	۱۲/۲	۵/۳	۲۶/۳
اسیتونینه	۴/۴	۱۰/۲	۰/۰	۰/۰
فورمیسینه	۶۵/۲	۷۵/۲	۸۹/۵	۸۹/۵
میرمیسینه	۸۷/۰	۹۸/۰	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰
پونرینه	۲۱/۷	۹۳/۹	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰

جدول شماره ۹-۸ تعداد میانگین گونه ها در هر زیرخانواده در نمونه وینکلری

زیرخانواده	شمالگان بر جدید	مناطق استوایی نو	مناطق مالاگاسی	مناطق ایندو-استرالیایی
سراپاچینه	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۱۱	۰/۱۶
دولیچودرینه	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۰۵	۰/۳۲
اسیتونینه	۰/۰۴	۰/۱۲	۰/۰۰	۰/۰۰
فورمیسینه	۰/۹۱	۲/۰۶	۱/۸۴	۲/۲۱
میرمیسینه	۲/۸۳	۱۸/۲۲	۱۲/۶۳	۱۳/۱۱
پونرینه	۰/۲۶	۶/۲۷	۵/۱۶	۷/۶۳
کل زیرخانواده	۴/۱۳	۲۶/۸۰	۱۹/۷۹	۴۷/۲۳

نسبتهای میانگین گونه ها در هر نمونه، که به زیرخانواده خاصی تعلق دارند، در خصوص سراپاچینه، فورمیسینه، میرمیسینه، و پونرینه ها در مناطق مختلف تفاوت معنی داری را نشان می دهند (در آزمون کروسکال-والیس، بترتیب  $P=0/017$ ،  $P=0/011$ ،  $P=0/000$ ، و  $P=0/000$ ؛ به جدول شماره ۱۰-۸ رجوع شود). حتی اگر منطقه شمالگان بر جدید را هم جدا کنیم این تفاوتها همچنان باقی می ماند. از اینرو، حتی در بُعد نسبی زیرخانواده مورچه، ناهمگنی منطقه ای معنی داری در ترکیب طبقه بندی وجود دارد. این نتیجه، استفاده از "تاکسهای شاخص" (یعنی، تیره ها یا زیرخانواده ها در اندازه های کوچک) را در موقع مقایسه بین منطقه ای جوامع مورچه لاشبرگزی توصیه نمی نماید.

### جنس

در تحلیل تفاوت های موجود در ترکیب جانوری مورچه در سطح جنس در میان جوامع مورچه لاشبرگزی، تقسیم بندی دقیق تری از مناطق زیست-جغرافیایی را مورد استفاده قرار داده ام. دو نمونه وینکلری "استاندارد" که در سنگاپور و مالزی بدست آمدند با یازده نمونه لاشبرگی دیگر بدست آمده از مناطق جنگلی پاسوه، در مالزی (جمع آوری شده توسط ای مالمش<sup>۱</sup>) جهت ارزیابی از منطقه مشرق زمین با هم ترکیب شده اند. ۱۷ نمونه دیگر از منطقه ایندو-استرالیایی (استرالیا و پاپوا گینه نو) را می توان نمونه های معرف منطقه زیست-جغرافیایی استرالیا دانست.

جدول شماره ۱۰-۸ نسبت میانگین گونه ها در هر زیرخانواده در هر نمونه وینکلری\*

فصل هشتم: الگوهای گسترده تنوع در جوامع مورچه‌های لاشبرگزی / ۲۲۹

زیرخانواده	شمالگان برّ جدید	مناطق استوایی نو	مناطق مالاگاسی	مناطق ایندو- استرالیایی	P*
سراپاچینه	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۷	۰/۰۱۷
دولپچودرینه	۰/۰۱۲	۰/۰۰۶	۰/۰۰۳	۰/۰۱۸	معنی دار نبود
اسیتونینه	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	معنی دار نبود
فورمیسینه	۰/۲۷۸	۰/۰۶۶	۰/۱۰۲	۰/۱۱۲	۰/۰۱۱
میرمیسینه	۰/۶۶۷	۰/۶۹۵	۰/۶۲۴	۰/۵۲۰	۰/۰۰۰
پونرینه	۰/۰۳۹	۰/۲۲۸	۰/۲۶۸	۰/۳۴۳	۰/۰۰۰

\* دو نمونه (یکی در شمالگان برّ جدید و دیگری در استوایی نو) که هیچ مورچه‌ای را به همراه نداشتند حذف گردیدند.

\* آزمون کروسکال-والیس گرفته شد.

جدول شماره ۸-۱۱ عمده جنسهای پُرسامد در هر منطقه زیست-جغرافیایی \*

استوایی نو (تعداد نمونه ها = ۴۹)	شمالگان برّ جدید (تعداد نمونه ها = ۲۳)	استرالیا (تعداد نمونه ها = ۱۷)	مشرق (تعداد نمونه ها = ۱۳)	مالاگاسی (تعداد نمونه ها = ۱۹)
<i>Solenopsis</i> (۹۱/۸)	<i>Stenamamma</i> (۶۹/۶)	<i>Hypoponera</i> (۱۰۰/۰)	<i>Strumigenys</i> (۱۰۰/۰)	<i>Hypoponera</i> (۱۰۰/۰)
<i>Pheidole</i> (۸۹/۸)	<i>Leptogenys</i> (۵۶/۵)	<i>Pheidole</i> (۹۴/۱)	<i>Tetramorium</i> (۱۰۰/۰)	<i>Pheidole</i> (۱۰۰/۰)
<i>Hypoconera</i> (۸۳/۷)	<i>Lasius</i> (۴۳/۵)	<i>Strumigenys</i> (۹۴/۱)	<i>Monomorium</i> (۹۲/۳)	<i>Strumigenys</i> (۸۹/۵)
<i>Strumigenys</i> (۷۹/۶)	<i>Aphaenogaster</i> (۳۴/۴)	<i>Solenopsis</i> (۷۶/۵)	<i>Oligomyrmex</i> (۹۲/۳)	<i>Tetramorium</i> (۸۹/۵)
<i>Cyphomyrmex</i> (۶۷/۳)		<i>Oligomyrmex</i> (۷۰/۶)	<i>Odontoponera</i> (۸۴/۶)	<i>Monomorium</i> (۸۴/۲)
<i>Pachycondyla</i> (۶۱/۲)		<i>Paratrechina</i> (۷۰/۶)	<i>Pheidole</i> (۸۴/۶)	<i>Paratrechina</i> (۷۸/۹)
<i>Paratrechina</i> (۵۷/۱)		<i>Ponera</i> (۵۸/۸)	<i>Myrmecina</i> (۷۶/۹)	<i>Oligomyrmex</i> (۵۷/۹)
<i>Wasmannia</i> (۵۵/۱)		<i>Monomorium</i> (۵۲/۹)	<i>Odontomachus</i> (۶۹/۲)	<i>Pachycondyla</i> (۵۷/۹)
<i>Rogeria</i> (۵۳/۱)		<i>Rhytidoponera</i> (۵۲/۹)	<i>Hypoconera</i> (۶۱/۵)	<i>Anochetus</i> (۳۶/۸)
<i>Gnamptogenys</i> (۵۱/۰)		<i>Tetramorium</i> (۴۷/۱)	<i>Lophomyrmex</i> (۵۳/۸)	<i>Prionopelta</i> (۳۱/۶)
<i>Brachymyrmex</i> (۴۹/۰)		<i>Heteroponera</i> (۴۱/۲)	<i>Vollenhovia</i> (۴۶/۲)	
<i>Octostruma</i> (۴۴/۹)		<i>Pachycondyla</i> (۴۱/۲)	<i>Cerapachys</i> (۳۸/۵)	
<i>Anochetus</i>		<i>Myrmecina</i>	<i>Creumatogaster</i>	

	(۳۸/۵)	(۳۵/۳)		(۴۰/۸)
	<i>Pachycondyla</i> (۳۸/۵)	<i>Acropyga</i> (۲۹/۴)		<i>Oligomyrmex</i> (۳۶/۷)
	<i>Pristomyrmex</i> (۳۸/۵)	<i>Cryptopone</i> (۲۹/۴)		<i>Neostroma</i> (۳۴/۷)
	<i>Pseudolasius</i> (۳۸/۵)	<i>Lordomyrma</i> (۲۹/۴)		<i>Crematogaster</i> (۳۲/۷)
	<i>Anochetus</i> (۳۰/۸)	<i>Prionopelta</i> (۲۹/۴)		<i>Odontoponera</i> (۳۰/۶)
	<i>Cryptopone</i> (۳۰/۸)	<i>Pristomyrmex</i> (۲۹/۴)		<i>Smithistruma</i> (۳۰/۶)
	<i>Myrmoteris</i> (۳۰/۸)	<i>Prolasius</i> (۲۹/۴)		<i>Adelomyrmex</i> (۲۶/۵)
	<i>Pheidologeton</i> (۳۰/۸)			
	<i>Rostromyrmex</i> (۳۰/۸)			
	<i>Smithistruma</i> (۳۰/۸)			
	<i>Solenopsis</i> (۳۰/۸)			

\*جنسها، آنهایی هستند که در ۲۵٪ یا بیشتر نمونه‌های وینکلری در هر منطقه زیست-جغرافیایی وجود داشتند. اعداد و ارقام در اینجا به درصد نمونه‌های وینکلری اشاره دارند که در آن یک جنس خاص نمایان می‌گردد.

جدول شماره ۱۱-۸ توزیع و غنای معمولترین جنسهای مورچه لاشبرگری در پنج منطقه جغرافیایی بررسی شده در این تحقیق را بطور خلاصه بیان می‌کند؛ مجموعه کامل داده‌ها در جدول شماره ۱۲-۸ آورده شده است. تعدادی از جنسها، از جمله *Hypoponera*، *Pachycondyla*، *Pheidole* و *Strumigenys*، در تمام چهار منطقه استوایی بلحاظ عددی غالب هستند. اما، برای اکثر جنسهای دیگر، تفاوت‌های منطقه‌ای جالب توجه‌ای در غنای عددی وجود داشت. در اینجا، تأکید اینجانب بر پُر بسامدترین جنسهای مورچه است. تاکسهای مورچه کمیاب، از جمله آنهایی که بومی یک منطقه یا غیر آن که از اهمیت زیست-جغرافیایی برخوردار است (مثلاً، *Kyidris*، *Mystrium*، *Perissomyrmex*)، کلاً لحاظ نمی‌گردد چونکه ظاهراً به نوعی به ترکیب جامعه مورچه لاشبرگری کمک می‌کند.

منطقه شمالگان بر جدید از دیگر مناطق متفاوت و بلحاظ تنوع در سطح جنس پایین تلقی می‌گردد. پُر تعدادترین جنس در نمونه‌های لاشبرگری، بترتیب اهمیت در حال کاهش، عبارتند از: *Stenammina*، *Leptothorax*، *Lasius*، *Aphaenogaster*، *Hypoconera*، *Solenopsis*، *Prenolepis*، *Formica* و *Myrmecina*. جنس *Stenammina* دارای توزیع اساساً

## فصل هشتم: الگوهای گسترده تنوع در جوامع مورچه‌های لاشبرگزی / ۲۳۱

دو بر است، که در مناطق استوایی بر قدیم وجود ندارد و در سایتهای استوایی نو که از منطقه شمالگان بر جدید فاصله زیادی دارند از اهمیت فوق العاده کمی برخوردار است. همین مسئله در مورد اکثر دیگر موارد مورچه‌های لاشبرگزی صادق است؛ جنسهای *Hypoponera* و *Solenopsis* از موارد استثنا آشکار هستند.

نمونه‌های استوایی نو تنوع کلی را مشابه تنوع موجود در مناطق مشرق زمین و استرالیا نشان می‌دهند. جنسهای معمول لاشبرگزی که اکثراً یا تماماً به مناطق استوایی نو محدود می‌شوند عبارتند از: *Rogeria*, *Octostruma*, *Neostrma*, *Brachymyrmex*, *Adelomyrmex*، و تمامی جنسهای زیرخانواده آئینه (که از میان آنها *Cyphomyrmex* در نمونه‌های وینکلری بیشتر از همه ظاهراً مشاهده گردید). جنس *Solenopsis* که عمدتاً با گونه‌های کوچک تاریز مشخص می‌گردند، در مناطق استوایی بر جدید به اوج خود می‌رسد. جنس یاد شده استوایی نو، با وجود همگنی مورفولوژیکی، یک جنس پُرگونه بشمار می‌رود (تعداد میانگین گونه‌ها در هر نمونه وینکلری: ۳/۱۴، دامنه: ۰-۹، نسبت میانگین گونه‌ها در هر نمونه: ۰/۱۲) و بدون شک از اهمیت اکولوژیکی قابل توجهی برخوردار است. در خصوص میانگین غنای گونه‌ای در هر نمونه، تنها جنس *Pheidole* از بقیه پیشی گرفته است (میانگین: ۵/۴۵ گونه، دامنه: ۰-۱۶، نسبت میانگین گونه‌ها در هر نمونه: ۰/۱۹). یک شاخص ممیزه دیگر جامعه جانوری مورچه‌های لاشبرگزی، همانا فقدان اساسی گونه‌های *Monomorium* و *Tetramorium* است. جنگلهای بارانی منطقه استرالیا به غنای بالای جنسهای *Discothyrea*, *Cryptopone*, *Ponera*, *Heteroponera* و *Rhytidoponera* و جنسهای پونرینه‌ای معروف هستند که در مناطق دیگر یا معمول نبوده و یا اینکه وجود ندارند. دیگر عناصر ممیزه و معمول عبارتند از: جنسهای میرمیسیینه *Pristomyrmex*, *Myrmecina*, *Lordomyrma* و *Tetramorium*، و همینطور جنس بومی فورمیسیینه *Prolasius*. جنسهای سولنوپسیدین همچون *Monomorium*، *Oligomyrmex* و *Solenopsis* نیز از جمله مورچه‌های لاشبرگزی غالب در این منطقه محسوب می‌شوند.

نمونه‌های بومی مشرق زمین در منطقه بلحاظ جغرافیایی محدود مناطق شبه جزیره‌ای مالزی و سنگاپور بسر می‌برند. تا اندازه‌ای که این گونه‌ها بطور کلی معرف منطقه مشرق زمین هستند، یک جامعه مورچه لاشبرگزی دارای ویژگی ممیزه را نشان می‌دهد. برخی جنسها (از جمله *Pristomyrmex*, *Oligomyrmex*, *Myrmecina*, *Monomorium*, *Cryptopone*، *Tetramorium*) هم در منطقه مشرق زمین و هم در استرالیا از غنا برخوردارند، اما سایر جنسها



در منطقه مشرق زمین یا معمولترند، و یا در برخی موارد به آن تعلق دارند که عبارتند از: *Pheidologeton*, *Odontoponera*, *Myrmoteras*, *Lophomyrmex*, *Acanthomyrmex*, *Pseudolasius*, *Rostromyrmex* و *Vollenhovia*. همچنین جنس *Cerapachys* در منطقه مورد نظر در نمونه‌های لاشبرگزی با درصد بالایی وجود دارد؛ برای تأیید کلیات این نتیجه، نمونه گیری گسترده تری لازم است.

باری بولتون (اظهارات شخصی) اخیراً مجموعه بزرگتری از نمونه‌های مورچه لاشبرگزی در مناطق جنگلی پاستوه، در مالزی، را مورد تحلیل قرار داد و نتایج آن با نتایج کلی بدست آمده فوق سازگارند، هرچند که جنس *Cerapachys* غنای کمتری را نشان می‌دهد.

منطقه مالاگاسی، که به یک جامعه جانوری جزیره‌ای می‌ماند، بلحاظ جنس مورچه دارای غنای کمی است، اما، در برخی گروه‌ها پُرگونه است، که اهم آن عبارتند از: *Hypoconer*, *Monomorium* و *Pheidole*. جنس *Solenopsis* که یک جزء بسیار مهم جامعه لاشبرگزی و خاکزی در مناطق استرالیا و استوایی نو است، در منطقه ماداگاسکار کاملاً کمیاب است، در حالیکه وجود آن در نمونه‌های مالاگاسی بخاطر تک گونه مائوریسی است. در ماداگاسکار، همسانهای اکولوژیکی گونه‌های کوچک جنس *Solenopsis* ظاهراً از جنس *Monomorium* جدا شدند. فقدان مهم دیگری که در مادگاسکار و جزایر مجاور حس می‌شود نبود مورچه‌های سرباز بر قدیم است (یعنی جنسهای آنیکتینه و دوریلینه)، با این نتیجه احتمالی که یک جامعه مورچه نسبتاً پُرگونه‌ای از جنس سراپاچینه وجود دارد<sup>۱</sup>.

نمونه‌های وینکلری بدست آمده از مورچه‌های لاشبرگزی، که با روشهای مشابه همانند قبل جمع آوری شده‌اند، در منطقه اتیوپی (مناطق خشکی آفریقا) یافت نمی‌شوند، اما، سرشماری مفصل بلشو و بولتون (۱۹۹۴a)<sup>۲</sup> از جامعه مورچه‌های لاشبرگزی در کشور غنا اطلاعات مفید و تقریباً مشابهی در اختیار ما می‌گذارد. در آن تحقیق، رایج ترین و پُرگونه ترین جنس عبارت بودند از: *Tetramorium* (۲۷ گونه)، *Monomorium* (۱۶ گونه)، *Oligomyrmex* (۱۲ گونه)، *Smithistruma* (۱۲ گونه)، *Pheidole* (۱۱ گونه)، *Pachycondyla* (۸ گونه)، *Strumigenys* (۷ گونه)، *Anochetus* (۶ گونه)، *Hypoconer* (۶ گونه)، و *Technomyrmex* (۵ گونه).

---

1. Fisher (1997);  
2. Belshaw & Bolton (1994);

فصل هشتم: الگوهای گسترده تنوع در جوامع مورچه‌های لاشبرگزی / ۲۳۳

جدول شماره ۱۲-۸. توزیع و فراوانی جنسهای مورچه لاشبرگزی در مناطق مختلف زیست-جغرافیایی

مشرقی		استرالیا		مالاکاسی		استوایی نو		شمالگان بزرگدیده		جلس مورچه
تعداد گونه	درصد	تعداد گونه	درصد	تعداد گونه	درصد	تعداد گونه	درصد	تعداد گونه	درصد	
—	—	—	—	—	—	۰/۰۲	۲/۰۲	—	—	<i>Acanthognathus</i>
۰/۲۳	۲۳/۰۸	—	—	—	—	—	—	—	—	<i>Acanthomyrmex</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۰۲	۲/۰۲	—	—	<i>Acromyrmex</i>
۰/۲۳	۷/۶۹	۲/۰۲	۲۹/۴۱	۰/۰۵	۵/۲۶	۰/۲۴	۲۰/۴۱	—	—	<i>Acropyga</i>
—	—	۰/۰۶	۵/۸۸	—	—	۰/۲۷	۲۶/۵۳	—	—	<i>Adelomyrmex</i>
۰/۰۸	۷/۶۹	۰/۱۸	۱۷/۶۵	۰/۱۱	۱۰/۵۳	—	—	—	—	<i>Amblopygma</i>
۰/۳۱	۳۰/۷۷	۰/۰۶	۵/۸۸	۰/۵۸	۳۶/۸۴	۰/۲۵	۲۰/۸۲	—	—	<i>Anochetus</i>
—	—	۰/۱۸	۱۷/۶۵	—	—	—	—	—	—	<i>Anonychomyrma</i>
۰/۱۵	۱۵/۳۸	—	—	—	—	—	—	—	—	<i>Anoplolepis</i>
—	—	۰/۰۶	۵/۸۸	—	—	۰/۰۸	۸/۱۶	۰/۳۰	۳۰/۴۳	<i>Aphaenogaster</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۲۷	۲۲/۴۵	—	—	<i>Apterostigma</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۰۲	۲/۰۲	—	—	<i>Azteca</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۰۸	۶/۱۲	—	—	<i>Basiceiros</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۰۲	۲/۰۲	—	—	<i>Belonopelta</i>
—	—	—	—	۰/۱۱	۱۰/۵۳	۰/۸۲	۲۸/۹۸	۰/۰۹	۸/۷۰	<i>Brachymyrmex</i>
۰/۱۵	۱۵/۳۸	—	—	۰/۱۱	۱۰/۵۳	۰/۰۶	۶/۱۲	۰/۰۲	۲/۳۵	<i>Camponotus</i>
۰/۲۳	۲۳/۰۸	—	—	—	—	—	—	—	—	<i>Cardiocondyla</i>
۰/۴۶	۳۸/۴۶	۰/۰۶	۵/۸۸	۰/۱۱	۱۰/۵۳	—	—	—	—	<i>Cerapachys</i>
—	—	۰/۱۸	۱۷/۶۵	—	—	—	—	—	—	<i>Colobostruma</i>
۰/۳۸	۳۸/۴۶	۰/۲۴	۱۷/۶۵	۰/۰۵	۵/۲۶	۰/۵۳	۳۲/۴۵	۰/۰۹	۸/۷۰	<i>Crematogaster</i>

ادامه جدول شماره ۱۲-۸:

مشرق		استرالیا		مالگاسی		استوایی نو		شمالگان بر جدید		جلس مورچه
تعداد گونه	درصد	تعداد گونه	درصد	تعداد گونه	درصد	تعداد گونه	درصد	تعداد گونه	درصد	
۰/۳۱	۳۰/۷۷	۰/۵۹	۲۹/۴۱	—	—	۰/۱۰	۱۰/۲۰	—	—	<i>Cryptopone</i>
—	—	—	—	—	—	۱/۰۴	۶۷/۳۵	—	—	<i>Cylindromyrmex</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۰۲	۲/۰۴	—	—	(جلس نامفصّل) <i>Dacetini</i>
—	—	۰/۰۶	۵/۸۸	—	—	—	—	—	—	<i>Dacatinops</i>
۰/۱۵	۱۵/۳۸	۰/۲۹	۲۳/۵۳	—	—	۰/۲۰	۲۰/۴۱	—	—	<i>Discothyrea</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۰۲	۲/۰۴	—	—	<i>Dolichoderus</i>
۰/۰۸	۷/۶۹	—	—	—	—	—	—	—	—	<i>Echinopla</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۰۲	۲/۰۴	—	—	<i>Ectatomma</i>
—	—	—	—	—	—	—	—	۲/۰۴	۲/۰۴	<i>Formica</i>
—	—	—	—	۱۰/۵۳	۰/۱۱	—	—	—	—	(مالگاسکار) <i>Gen. nov</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۰۶	۶/۱۲	—	—	<i>Glamyromyrmex</i>
۰/۳۱	۱۵/۳۸	—	—	—	—	۰/۸۰	۵۱/۰۲	—	—	<i>Gnamptogenys</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۰۲	۲/۰۴	—	—	<i>Gymnomyrmex</i>
—	—	۰/۴۱	۴۱/۶۸	—	—	—	—	—	—	<i>Heteroponera</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۶۰	۱۸/۳۷	—	—	<i>Hylomyrma</i>
۰/۸۵	۶۱/۵۴	۳/۱۲	۱۰۰/۰۰	۲/۹۵	۱۰۰/۰۰	۲/۱۳	۸۳/۶۷	۰/۱۷	۱۷/۳۹	<i>Hypoponera</i>
۰/۰۸	۷/۶۹	—	—	۰/۱۶	۱۵/۷۹	—	—	—	—	<i>Kyidris</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۰۸	۸/۱۶	۰/۰۴	۴/۲۵	<i>Labidus</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۰۸	۸/۱۶	—	—	<i>Lachnomyrmex</i>
—	—	—	—	—	—	—	—	۰/۴۸	۴۷/۴۸	<i>Lasius</i>

فصل هشتم: الگوهای گسترده تنوع در جوامع مورچه‌های لاشبرگزی / ۲۳۵

ادامه جدول شماره ۱۲-۸:

مشرق		استرالیا		مالگاسی		استوایی نو		شالگان بزجدید		جنس مورچه
تعداد گونه	درصد	تعداد گونه	درصد	تعداد گونه	درصد	تعداد گونه	درصد	تعداد گونه	درصد	
—	—	—	—	—	—	۰/۰۲	۲/۰۲	—	—	<i>Lenomyrmex</i>
۰/۰۸	۷/۶۹	۰/۰۶	۵/۸۸	۰/۱۶	۱۵/۷۹	۰/۰۲	۲/۰۲	—	—	<i>Leptogenys</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۰۲	۲/۰۲	۰/۶۱	۵۶/۵۲	<i>Leptothorax</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۰۸	۸/۱۶	—	—	<i>Linepithema</i>
—	—	۰/۰۶	۵/۸۸	—	—	—	—	—	—	<i>Lionymex</i>
۰/۵۴	۵۲/۸۵	—	—	—	—	—	—	—	—	<i>Lophomyrmex</i>
—	—	۰/۴۱	۲۹/۴۱	—	—	—	—	—	—	<i>Lordomyrma</i>
۰/۰۸	۷/۶۹	۰/۱۲	۱۱/۷۶	—	—	—	—	—	—	<i>Mayriella</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۰۶	۶/۱۲	—	—	<i>Megalomyrmex</i>
۰/۱۵	۱۵/۳۸	۰/۰۶	۵/۸۸	—	—	—	—	—	—	<i>Meranoplus</i>
۱/۷۷	۹۷/۳۱	۰/۸۲	۵۲/۹۶	۲/۱۱	۸۲/۹۱	—	—	۰/۰۴	۲/۳۵	<i>Monomorium</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۰۴	۴/۰۸	—	—	<i>Myocepurus</i>
—	—	۰/۲۴	۱۷/۶۵	—	—	—	—	—	—	<i>Myopias</i>
—	—	۰/۰۶	۵/۸۸	—	—	—	—	—	—	<i>Myopopone</i>
۱/۰۰	۷۶/۹۲	۰/۴۱	۳۵/۷۹	—	—	۰/۰۲	۲/۰۲	۰/۱۲	۱۲/۰۴	<i>Myrmecina</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۲۲	۲۰/۲۱	—	—	<i>Myrmecocystus</i>
۰/۳۱	۳۰/۷۷	—	—	—	—	—	—	—	—	<i>Myrmoteras</i>
—	—	۰/۰۶	۵/۸۸	—	—	—	—	—	—	<i>Mystrium</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۰۲	۴/۰۸	—	—	<i>Neivamyrmex</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۳۷	۳۴/۴۹	—	—	<i>Neostma</i>

ادامه جدول شماره ۱۲-۸:

مشرق		استرالیا		مالکاسی		استوایی نو		شمالگان بر جدید		جنس مورچه
تعداد گونه	درصد	تعداد گونه	درصد	تعداد گونه	درصد	تعداد گونه	درصد	تعداد گونه	درصد	
—	—	۰/۱۲	۱۱/۷۶	—	—	—	—	—	—	<i>Notoncus</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۱۰	۱۰/۲۰	—	—	<i>Ochetomyrmex</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۶۱	۴۲/۹۰	—	—	<i>Octostruma</i>
۰/۶۹	۶۹/۷۳	۰/۱۲	۱۱/۷۶	—	—	۰/۳۱	۳۰/۶۱	—	—	<i>Odontomachus</i>
۰/۸۵	۸۲/۶۲	—	—	—	—	—	—	—	—	<i>Odontoponera</i>
۱/۵۴	۹۲/۳۱	۱/۳۵	۷۰/۵۹	۰/۶۸	۵۷/۸۹	۰/۵۱	۳۶/۷۳	—	—	<i>Oligomyrmex</i>
—	—	۰/۱۲	۱۱/۷۶	—	—	—	—	—	—	<i>Orectognathus</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۰۲	۲/۰۴	—	—	<i>Oxyepoecus</i>
۰/۵۴	۳۸/۲۶	۰/۸۲	۴۱/۱۸	۰/۷۴	۵۷/۸۹	۰/۹۴	۵۷/۱۴	۰/۰۲	۲/۲۵	<i>Pachycondyla</i>
۰/۳۱	۱۵/۲۸	۰/۸۸	۷۰/۵۹	۱/۴۷	۷۸/۹۵	۰/۹۴	۶۱/۲۲	۰/۰۲	۲/۲۵	<i>Paratrechina</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۰۲	۲/۰۴	—	—	<i>Perissomyrmex</i>
۲/۲۳	۸۲/۶۲	۳/۴۱	۹۲/۱۲	۲/۲۱	۱۰۰/۰۰	۵/۲۵	۸۹/۸۰	۰/۳۰	۸/۷۰	<i>Pheidole</i>
۰/۳۱	۳۰/۷۷	۰/۰۶	۵/۸۸	—	—	—	—	—	—	<i>Pheidologeton</i>
—	—	—	—	۰/۱۱	۱۰/۵۳	—	—	—	—	<i>Plagiotelepis</i>
۰/۱۵	۱۵/۲۸	۰/۰۶	۵/۸۸	—	—	—	—	—	—	<i>Polyrhachis</i>
۰/۲۳	۱۵/۲۸	۰/۸۸	۵۵/۸۲	۰/۰۵	۵/۲۶	۰/۰۲	۲/۰۴	۰/۰۲	۲/۲۵	<i>Ponera</i>
—	—	—	—	—	—	—	—	۰/۱۲	۱۲/۰۴	<i>Prenolepis</i>
—	—	۰/۲۹	۲۹/۴۱	۰/۴۷	۳۱/۵۸	۰/۳۵	۲۴/۴۹	—	—	<i>Prionopelta</i>
۰/۳۸	۳۸/۲۶	۰/۴۱	۲۹/۴۱	—	—	—	—	—	—	<i>Pristomyrmex</i>
۰/۰۸	۷/۶۹	—	—	—	—	—	—	—	—	<i>Probolomyrmex</i>

فصل هشتم: الگوهای گسترده تنوع در جوامع مورچه‌های لاشبرگزی / ۲۳۷

ادامه جدول شماره ۱۲-۸:

مشرق		استرالیا		مالگاسی		استوایی نو		شالگان بزر جدید		جنس مورچه
تعداد گونه	درصد	تعداد گونه	درصد	تعداد گونه	درصد	تعداد گونه	درصد	تعداد گونه	درصد	
—	—	۰/۰۶	۵/۸۸	—	—	—	—	—	—	<i>Proceratium</i>
—	—	۰/۴۱	۲۹/۴۱	—	—	—	—	—	—	<i>Prolasiti</i>
—	—	—	—	—	—	۲/۰۲	۰/۰۲	—	—	<i>Protalaridris</i>
۰/۳۸	۲۸/۴۴	۰/۱۸	۱۷/۶۵	—	—	—	—	—	—	<i>Pseudolasius</i>
—	—	—	—	—	—	۲/۰۲	۰/۰۲	—	—	<i>Rhopalofhriz</i>
—	—	۰/۷۱	۵۲/۹۲	—	—	—	—	—	—	<i>Rhytidoponera</i>
—	—	۰/۱۲	۱۱/۷۶	—	—	۰/۹۲	۵۲/۰۶	۰/۰۹	۸/۷۰	<i>Rogeria</i>
۰/۳۱	۳۰/۷۷	—	—	—	—	—	—	—	—	<i>Rostrormymex</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۱۴	۱۰/۲۰	—	—	<i>Sericormymex</i>
—	—	—	—	۰/۱۱	۱۰/۵۳	—	—	—	—	<i>Serrastruma</i>
۰/۳۱	۳۰/۷۷	۰/۱۲	۱۱/۷۶	۰/۲۱	۱۵/۷۹	۰/۳۵	۳۰/۶۱	—	—	<i>Smifhistruma</i>
۰/۳۱	۳۰/۷۷	۱/۰۶	۷۶/۴۷	۰/۰۵	۵/۲۶	۳/۱۲	۹۱/۸۴	۰/۲۲	۱۷/۲۹	<i>Solenopsis</i>
—	—	۰/۱۲	۱۱/۷۶	—	—	—	—	—	—	<i>Sphinctormymex</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۰۲	۲/۰۲	—	—	<i>Stegormymex</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۵۷	۲۲/۴۵	۱/۰۰	۴۹/۵۷	<i>Stenamma</i>
—	—	۰/۰۶	۵/۸۸	—	—	—	—	—	—	<i>Stigmatocros</i>
۲/۴۶	۱۰۰/۰۰	۲/۵۳	۹۴/۱۲	۱/۸۴	۸۹/۲۷	۱/۸۲	۷۹/۵۹	۰/۰۴	۴/۲۵	<i>Strumigenys</i>
—	—	۰/۱۲	۱۱/۷۶	—	—	—	—	۰/۰۹	۸/۷۰	<i>Tapinoma</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۰۲	۴/۰۸	—	—	<i>Tatuidris</i>
۰/۲۳	۲۳/۰۸	۰/۰۶	۵/۸۸	۰/۰۵	۵/۲۶	—	—	—	—	<i>Technormymex</i>

ادامه جدول شماره ۱۲-۸:

مشرق		استرالیا		مالگاسی		استوایی نو		شالگان بر جدید		جنس مورچه
تعداد گونه	درصد	تعداد گونه	درصد	تعداد گونه	درصد	تعداد گونه	درصد	تعداد گونه	درصد	
۲/۵۴	۱۰۰/۰۰	۰/۷۶	۴۷/۰۶	۳/۱۱	۸۹/۴۷	۰/۰۲	۲/۰۴	—	—	<i>Tetramorium</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۰۲	۲/۰۴	—	—	<i>Thaumatomyrmex</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۱۰	۱۰/۲۰	—	—	<i>Trachymyrmex</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۱۶	۱۰/۲۰	—	—	<i>Typhlomyrmex</i>
۰/۵۴	۴۹/۱۵	۰/۱۸	۱۷/۶۵	—	—	—	—	—	—	<i>Vollethovia</i>
—	—	—	—	—	—	۰/۵۷	۵۵/۱۰	—	—	<i>Wasmannia</i>
—	۱۳	—	۱۷	—	۱۹	—	۲۹	—	۲۳	تعداد کل نمونه ها

\*مقا دیر بر اساس تحقیق پیرامون لاشبک وینکلری مورد بحث در این فصل ارائه شده اند. "درصد" اشاره به درصد نمونه های جمع آوری شده دارد، که مقا دیر آن بیشتر از 25% است (که بصورت حروف سیاه نشان داده اند). تعداد گونه اشاره به تعداد میانگین گونه ها در هر نمونه دارد.

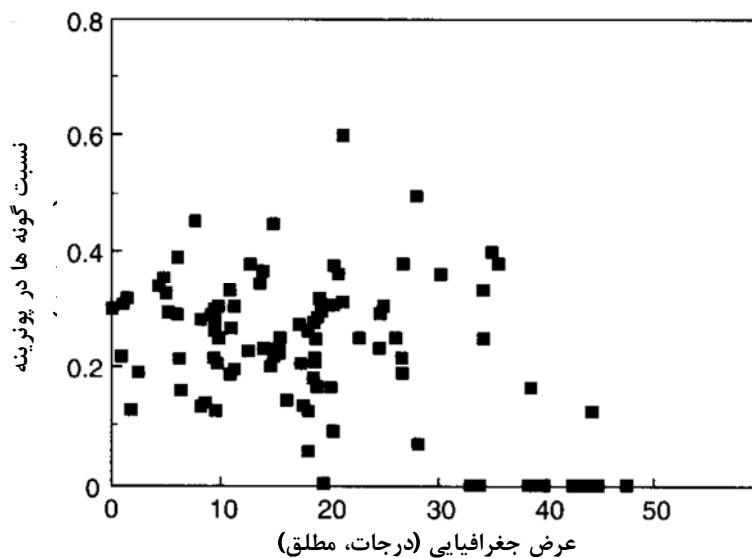
### ترکیب و تنوع مورچه لاشبرگزی: فرایندهای اکولوژیکی

تاکنون تفاوت‌های موجود در تنوع مورچه و ترکیب جامعه مورچه را بدون اشاره به نقشهای اکولوژیکی تاکساهای سازه مورد بررسی قرار داده ایم. در واقع، برای مورچه‌های لاشبرگزی، که عمدتاً دارای حجم کوچک بوده و زندگی نهانزی در زیستگاهها دارند، این یک مسئله اساساً ناشناخته‌ای است. بنظر می‌رسد که باید تنوع اساسی در نقشهای عامل وجود داشته باشد، از شکارچیان میزبان (مانند، سراپاچینه‌ها، برخی پونرینه‌ها، و تیره‌های میرمیسینه، مانند باسی سروتین، داسیتونین، و میرمیسین) تا شکارچیان غیرمتمرکز (مانند بسیاری از پونرینه‌ها) درو کنندگان بذر (مانند، بعضی از جنسهای *Pheidole* و *Acanthomyrmex*)، و همینطور همه-چیز خواران یا لاشه خواران (مانند، بسیاری از میرمیسینها و فورمیسینها). در خصوص خیلی از مورچه‌های لاشبرگزی دارای غنای منطقه‌ای (مانند، گونه‌های *Rogeria*، *Brachymyrmex*، *Tetramorium*، *Stenamma* و *Vollenhovia*) و حتی اعضای جنسهای همه جازای مانند *Oligomyrmex* و *Pheidole*، اطلاعات اندکی راجع به عادات تغذیه و تأثیرات اکولوژیکی شان در اختیار داریم. این احتمال ممکن است بوجود آید که برچسپ "گونه نهانزی" یا "گونه متمرکز اقلیم استوایی" مختص گروه عامل را به اینگونه مورچه‌های لاشبرگزی زده شود (با نتایج اندرسین (۱۹۹۵)<sup>۱</sup> مقایسه گردد)، اما این موضوع چیز زیادی راجع به بیولوژی آنها نشان نمی‌دهد.

تنوع اکولوژیکی در جوامع مورچه‌های لاشبرگزی ظاهراً از یک سازه جغرافیایی قوی برخوردار است. بعنوان مثال، برتری نسبی گونه پونرینه، بعنوان گروهی از مورچه‌های اساساً شکارکننده، با عرض جغرافیایی، همبستگی منفی شدیدی دارد ( $r = -0.698$ )،  $P = 0.000$ ؛ نسبتها دارای تابع معکوس) (به شکل شماره ۴-۸ رجوع شود). گونه‌های پونرینه نیز در نمونه‌های لاشبرگزی که در منطقه ایندو-استرالیایی جمع آوری شدند در مقایسه با دیگر قاره‌های استوایی، همانگونه که قبلاً هم اشاره شد، بیش از اندازه جلوه داده شده اند. دیگر تاکساهای مورچه توصیف شده بلحاظ اکولوژیکی (مانند، گونه‌های لاشبرگزی از تیره قارچ پرور آتین؛ مورچه‌های سرباز از زیرخانواده اسیتونینه؛ گونه مایت خوار میرمیسینه؛ برخی از جنسهای داسیتین پاژمان خوار) نیز از نظر اکولوژیکی توزیع محدودی دارند. تمامی این موارد به تنوع جغرافیایی پیچیده در ساختار جامعه مورچه‌های لاشبرگزی که ما چندان بررسی نکرده ایم اشاره دارد.

1. Andersen (1995);





شکل شماره ۴-۸. نسبت گونه‌های مورچه در یک نمونه متعلق به زیرخانواده پورینه بعنوان تابع عرض جغرافیایی

گزارشاتی پیرامون شبیه‌های عرض جغرافیایی در اندازه جسمی<sup>۱</sup> و اندازه کلونی<sup>۲</sup> مورچه‌های کارگر صورت گرفته است. این مطالعات مشخصاً به زیستگاه مورچه لاشبرگری نپرداخته اند، اما بسیاری از گونه‌های مورچه، که از آنها داده‌هایی جمع آوری شد، بویژه در تحقیق مربوط به حجم کلونی مورچه، جزء مورچه‌های لاشبرگری هستند. این محققان در هر دو مطالعه روی این فرضیه تأکید کردند که عوامل غیر زنده برای اندازه‌های جسمی یا کلونی بزرگتر در عرضهای جغرافیایی بالاتر، همچون یک مانع در برابر کم غذایی، متناسبند. جالب خواهد بود که اگر داده‌های مشابهی برای شبیه‌های ارتفاع جمع آوری گردد.

### تذکرات و مطالب پایانی

تحقیق حاضر سعی داشته است تا تنوع جغرافیایی پُردامنه را در جوامع مورچه‌های لاشبرگری مشخص نماید. این تحلیل اساساً براساس یک سری از نمونه‌های وینکلری جمع آوری شده از مورچه‌های لاشبرگری صورت گرفته، و نتایج آن باید مشروط در نظر گرفته شوند. نمونه‌ها، مجموعه وسیع، اما نه جامعی، از محیط‌های جغرافیایی را پوشش می‌دهند. تمامی نمونه‌های این

1. Cushman et al. (1993);
2. Kaspari & Vargo (1995);

تحقیق از لاشبرگهای مرطوب و در زیستگاههای بیشه زار و جنگلی بدست می‌آیند. محیط زیستهای کم رطوبت، که روش نمونه‌گیری وینکلری سازگاری خوبی با آنها ندارد، اساساً نادیده گرفته شده‌اند (تنها ۶ نمونه از ۱۱۰ نمونه وینکلری از سایت‌هایی جمع‌آوری شدند که بعنوان جنگل خشک استوایی تعیین گردیدند). پیرامون تناسب روش وینکلری برای نمونه‌گیری جامع از جامعه مورچه لاشبرگزی سؤالاتی نیز قابل طرح است، هرچند که این روش بنظر می‌رسد بهتر از هر روش دیگری مؤثر باشد<sup>۱</sup>. باوجود این، برخی تاکسها، بویژه گروههای "مورچه سرباز" (مانند، آنیکتینه، دوریلینه، اسیتونینه)، تقریباً اصلاً نمونه‌گیری نشده‌اند. این مورچه‌ها، کوچ‌کننده هستند و از اینرو در هر سایت پراکنده‌اند. باوجود این، می‌توان استدلال کرد که این مورچه‌ها تأثیر بالقوه‌ای روی جامعه مورچه‌های لاشبرگزی دارند<sup>۲</sup>.

تفاوت‌های زیستگاهی در تنوع و فراوانی مورچه (فارغ از منطقه زیست-جغرافیایی) قطعاً وجود دارد اما در اینجا کاملاً مورد بررسی قرار نگرفته‌اند. تحقیقات آینده که بر اثرات زیستگاه روی تنوع و ترکیب جوامع مورچه لاشبرگزی از طبقه‌بندی جوامع جنگلی سود خواهند برد.

ارزیابی جامع از جابجایی گونه‌ها (تنوع بتا) صورت نگرفته است. دانش و آگاهی از الگوهای تنوع بتا برای درک بهتر از تنوع بیولوژیکی و نیز برای برنامه‌های هوشمندانه محافظت از محیط زیست امری حیاتی است، اما اندازه‌گیری تنوع بتا در سطح گونه در گروه‌هایی از قبیل مورچه‌های لاشبرگزی بخاطر "نقص در طبقه‌بندی" به شکست انجامیده<sup>۳</sup> و بدلیل نبود طبقه‌بندی توصیفی با کیفیت بالا دچار خدشه شده است. بسیاری از غالب‌ترین و پُرگونه‌ترین جنسهای مورچه لاشبرگزی (به جدولهای شماره ۴-۸ و ۱۱-۸ رجوع شود). هرگز از اصلاح طبقه‌بندی نوین بهره‌نبرده‌اند. تنها سه جنس - به نامهای *Pheidole*, *Hypoconera* و *Solenopsis* - بطور متوسط ۳۲٪ گونه‌ها را در نمونه مورچه‌های لاشبرگزی مورد نظر تشکیل می‌دهند (این رقم در مناطق استوایی نو تا ۴۰٪ افزایش می‌یابد)، و تمامی آنها در وضعیت نابسامان طبقه‌بندی قرار دارند. این سه جنس، و سایر جنسها از قبیل *Pachycondyla* و *Paratrechina*، در مطالعات اصلاحی باید در اولویت اولیه قرار گیرند.

برخی نتایج این تحقیق بنظر می‌رسد قابل دفاع و بدور از محدودیتهای طبقه‌بندی باشند. یکی از آنها، یافته‌ای پیرامون ناهمگنی معنی دار در ترکیب جانوری مورچه در سطوح جنس و

---

1. Olson (1991); Fisher (1996a, 1998);  
2. Frank & Bossert (1983); Gotwald (1995);  
3. Taylor (1983);

زیرخانواده در سراسر مناطق عمده زیست-جغرافیایی است. این مشاهده، استفاده از زیرگروه‌های "تاکسهای شاخص" جهت ارزیابی از مجموع الگوهای تنوع در مقیاسهای جغرافیایی وسیع را تأیید نمی‌کند. یافته دوم این است که تنوع طبقه‌بندی جوامع مورچه‌های لاشبرگزی بسیار تحت تأثیر فاکتورهای عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا است (به شکل شماره ۲-۸ و ۳-۸ رجوع شود)، در حالیکه سیر کلی به سمت تنوع فزاینده در عرضهای جغرافیایی و ارتفاعات دارد. اما در مناطق استوایی، بنظر می‌رسد که غنای گونه‌ای در ارتفاع ۵۰۰ متری به اوج خود رسیده و سپس در ارتفاعات پایین تر کمی کاهش می‌یابد.

و بالاخره، در حالیکه تنوع گونه‌ای آلفا هیچ تفاوتی را در میان مناطق زیست-جغرافیایی در مقایسه با آنهایی که بواسطه تنوع در عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا پیش بینی شده اند نشان نمی‌دهد، غنای منطقه‌ای جنس مورچه در منطقه جزیره‌ای مالاگاسی نسبت به نواحی قاره‌ای مشابه پایین تر است. این یافته محدودیت‌های تاریخی را در مورد غنای جنس مورچه بیشتر می‌کند، که با همه این اوصاف، مانع از دستیابی به سطوح اقلیمی مشخص در غنای منطقه‌ای گونه نمی‌گردد.

### تقدیر و تشکر

جا دارد که از آلن آندرسین، برایان فیشر، و مایک کاسپاری، بخاطر مباحث ارزشمندشان تشکر نمایم؛ و همچنین از باری بولتون و آنت مالش بدلیل در اختیار گذاشتن داده‌ها، و نیز از دونات آگوستی، بخاطر دعوت از وی به شرکت در کنفرانس مربوط به مورچه‌های لاشبرگزی تقدیر و تشکر نمایم. همچنین، از تمامی عزیزانی که، بدلیل زیاد بودن از ذکر نام آنها صرف نظر می‌کنم، در هر چه بهتر انجام شدن تحقیق میدانی بنده پیرامون مورچه در نقاط گوناگون جهان کمک نموده اند قدردانی می‌نمایم.

## فصل (۹)

روشهای میدانی برای مطالعه مورچه‌های خاکزی بررسی کلی،  
توصیف، و ارزیابی

براندون تی بستل‌مایر، دونات آگوستی؛ لی‌آنه‌ای آلونسو، سی رابرتو اف؛ براندائو،  
ویلیام ال براون؛ جی آر، ژاک ایچ سی دل‌ابی؛ و راجریو سیلویستر

ماهیت درست روشهای تحقیق مورد استفاده در برآورد فراوانی و ترکیب موجودات زنده در ارزیابی تنوع زیستی از اهمیت حیاتی برخوردار است. بدلیل محدودیتهای اجتناب ناپذیر در روشهای تحقیق میدانی، این برآوردها اغلب سوگیرانه هستند؛ یعنی اینکه، برخی گونه‌ها در یک زیستگاه خاص در مقایسه با فراوانی واقعی شان یا بیش از اندازه نشان داده شدند یا اینکه به حد کافی شناسایی نشدند. برآوردهای انجام شده از طریق روشهای مختلف نمونه‌گیری یا با توجه به تنوع‌های موجود در اجرای یک روش تحقیقی خاص ممکن است باعث سوگیرانه شدن داده‌ها به صورت گوناگون گردند. چنین واقعیتی، همراه با تفاوت در طرح نمونه‌گیری یا روشهای تحلیلی بین مطالعات یک سیستم خاص، مانع از مقایسه مستقیم و تلفیق داده‌ها می‌شود. مجموعه داده‌های تلفیقی مبتنی بر روشهای سالم و قابل تکرار برای نظارت اکولوژیکی بلند مدت و نیز بالا بردن درک کلی از الگوهای تنوع زیستی امری اساسی بشمار می‌روند.

در این فصل، به توصیف هفت روش تحقیق میدانی مورد استفاده در مطالعه مورچه‌های خاکری پرداخته و مجموعه‌ای از پروتکل‌ها را جهت بهره‌گیری از روشهای مذکور و اجرای آنها ارائه خواهیم داد. موضوعات خاص مربوط به هر روش، و استفاده از هر یک از آنها و محدودیتهای پیرامونی آن در سؤالات و زیستگاههای مختلف تحقیقی را مورد بحث قرار خواهیم داد. هدف ما، همانا ارائه مجموعه‌ای از روشهای معیار-محور و قابل تکرار است که اولاً با برنامه‌های تحقیقی مختلف و موقعیتهای لجستیکی سازگار باشند، ثانیاً، داده‌هایی را عرضه کنند که تا حد ممکن دقیق باشند، و ثالثاً، نتایجی را به دست دهند که بین مطالعات و محققان قابل مقایسه باشند.

### بررسی کلی نمونه‌گیری مورچه: چالشها و فرصتها

علیرغم فراوانی و سهولت در جمع‌آوری مورچه در اکثر اکوسیستمها (به فصل ۱ رجوع شود)، چند ویژگی بیولوژیکی مورچه موجب دشوار شدن کار نمونه‌گیری می‌گردند. اول اینکه، مورچه‌ها در چند مقیاس عینی دارای توزیع متغیر و غیر تصادفی هستند. مورچه‌ها یک به یک در کلونیه‌ها در مقیاسهای کوچک جمع می‌شوند، و کلونیه‌ها اغلب بدلیل وجود رقابت در زیستگاه طبیعی بطور مرتب پراکنده اند<sup>۱</sup>. از اینرو، در طرحهای نمونه‌گیری و روشهای آماری که مستلزم طرح این فرضیه است که موضوعات مورد تحقیق بصورت تصادفی توزیع شوند باید دقت و احتیاط لازم را اعمال کرد. دوم اینکه، مورچه‌ها باید هم بعنوان جمعیت مورچه‌های کارگر (بدون در نظر گرفتن کلونیه‌ها) و هم بعنوان جمعیت کلونیه‌ها نمونه‌گیری و مورد مطالعه قرار گیرند. تأکید مطالعات فعالیت-محور اغلب بر روی روابط اکولوژیکی یا عملکردی با محیط زیست است<sup>۲</sup>، در حالیکه مطالعات کلونی-محور بر جمعیت یا ساختار ژنتیکی تمرکز دارد<sup>۳</sup>.

رابطه بین این فعالیت و فراوانی مورچه‌های کارگر و همینطور فراوانی و توزیع کلونی بین مورچه‌ها متفاوت است، طوریکه مقایسه‌های فعالیت-محور و کلونی-محور ممکن است برابر نباشند. بعنوان مثال، با وجود تراکم کلونی برابر، مورچه‌های کارگر مربوط به گونه‌های بسیار فعال که در فاصله‌های زیاد از کلونی فعالیت دارند بیشتر از گونه‌های غیرفعال که در

1. Wiernasz & Cole (1995); Crist & Wiens (1996);

2. Greenslade (1973); Andersen (1991a);

3. Herbers & Grieco (1994);

فاصله‌های نزدیک به کلونی فعال هستند نمونه‌گیری خواهند شد<sup>۱</sup>. سرانجام اینکه، تنوع انتخاب رفتار و زیستگاه که در مورچه‌ها مشاهده می‌شود باعث بروز احتمالات مختلف نمونه‌گیری بین گونه‌ها و روشهای نمونه‌گیری می‌گردد. یک مثال بارز این مسئله این است که مورچه‌های بیشه‌زی بندرت در نمونه‌های لاشبرگزی پیدا می‌شوند.

اولین چالش که پیش از این توضیح آن رفت با طرح نمونه‌گیری و روشهای تحلیلی مورد استفاده در مطالعات جوامع مورچه ارتباط خاصی دارد و در فصل ۱۰ مورد بحث قرار خواهند گرفت. موضوعات باقی مانده نیز برای روشهای تحقیق میدانی مورد استفاده در سرشماری مورچه‌ها کاربرد خواهد داشت. از روشهای مختلف باید در صورتی استفاده شود که توجه ما روی کلونیهای مورچه باشد تا روی مورچه‌های کارگر. روشهای مختلف جمع‌آوری مورچه را باید برای نمونه‌گیری در زیستگاههای مختلفی که در آن مورچه‌ها ساکنند بکار بُرد. علاوه بر آن، چندین روشی که ممکن است برای پاسخ به یک سؤال تحقیقی مورد نظر در هر یک از زیستگاههای خاص استفاده شوند، بدلیل کاربردهای عملی و تفاوت رفتار گونه‌ها، دارای ماهیت سوگیرانه هستند. اینگونه ماهیتها باید در تفسیر و مقایسه صحیح داده‌ها مورد شناسایی قرار گیرند.

در ارزیابی تنوع زیستی، معمولاً به دو مقوله از سؤالات پرداخته می‌شود: آنهایی که مربوط به ارزیابی تفاوتها در جوامع بین زیستگاهها یا سایتها می‌شوند (مثلاً، برای ارزیابی تجزیه یا احیاء محیطی) و آنهایی که به فهرست برداری گونه‌ها در سایتها مربوط می‌شوند<sup>۲</sup> (به فصل ۱۳ نیز رجوع شود). برای نظارت و مقایسه جوامع مورچه‌ها، چندین ویژگی قابل بررسی هستند که به تغییر محیطی واکنش نشان می‌دهند، که عبارتند از: غنای گونه، ترکیب گونه‌ای، فراوانی مورچه‌های کارگر، رفتار فعالیت-محور، و تراکم کلونی. علاوه بر آن، انواع مختلف مورچه‌ها و مورچه‌هایی که در زیستگاههای کوچک بسر می‌برند (مانند، لاشبرگزی، زمین‌زی، و بیشه‌زی) این تغییر را به روشهای منحصر بفردی منعکس خواهند کرد<sup>۳</sup>. از اینرو، بسیاری از روشها برای قیاس جوامع مورچه مورد استفاده قرار می‌گیرند بشرطی که این روشها داده‌های مطلوب را فراهم نمایند، کاربرد پیوسته بین سایتها داشته باشند، و بلحاظ لجستیکی عملی باشند. از سوی دیگر، هدف اصلی فهرست برداری گونه‌ای همانا ثبت آن گونه‌ها به تعدادی است که در یک سایت موجودند. برای زیستگاه مورد نظر، مجموعه معینی از روشهای

---

1. Andersen (1991b);  
2. Heyer et al. (1994);  
3. Ward (1987);

تکمیلی، بهتر می‌تواند به این هدف دست پیدا کند<sup>۱</sup>. جهت کسب اطلاعات بیشتر پیرامون نحوه تأثیر بیولوژی گونه‌های مورچه در دست مطالعه بر روی انتخاب روشهای نمونه‌گیری، به فصل ۲ رجوع شود.

### روشهای استخراج میدانی

در بخشهای پیش رو، شرح و بررسیهای مفصلی از هفت روش میدانی مورد استفاده معمول در مطالعه جوامع مورچه ارائه خواهیم داد. برخی روشها - از قبیل نمونه‌گیریهای کلونی-محور، متمرکز، و مستقیم - در خصوص متدولوژی و انواع داده‌های جمع‌آوری شده قدری همپوشی دارند، اما این روشها را بدلیل اهداف خاص خود از هم جدا خواهیم نمود. بعضی از پیشنهادهایی که ما در خصوص انتخاب و اجرای برخی روشها عرضه می‌کنیم باید در حین انجام مطالعات مقدماتی در یک جامعه مورچه مورد نظر مورد ارزیابی و اصلاح قرار گیرند. اگر تعداد مورچه‌های نمونه‌گیری شده بسیار اندک باشد، سؤال تحقیق بی‌جواب خواهد ماند، و در صورتیکه تعداد مورچه‌های نمونه‌گیری شده بسیار زیاد باشد، محقق ممکن است قادر نباشد همه نمونه‌های آزمایشگاهی را دسته‌بندی و شناسایی کند.

روشهایی که ما توصیف می‌کنیم ممکن است به دو دسته کلی تقسیم شوند: نمونه‌گیری غیر فعال و نمونه‌گیری فعال. روشهای نمونه‌گیری غیر فعال - شامل تله‌گذاری چاله‌ای، طعمه‌گذاری، و نمونه‌گیری در پلات کاذب - براحتی قابل تکرار بوده و برای بدست آوردن داده‌ها در ایستگاههای نمونه‌گیری متکی به فعالیت مورچه هستند. روشهای نمونه‌گیری فعال - از جمله نمونه‌گیری مستقیم، شمارش کلونی، و نمونه‌گیری متمرکز - نیازمند این است که محققان دنبال مورچه‌هایی باشند که در منطقه مورد مطالعه بسر برده و براحتی بین محققان قابلیت تکرار دقیق نیستند. بطور کلی، روشهای غیر فعال بدلیل تفاوت‌های موجود در رفتار گونه‌های مختلف مورچه در زیستگاههای مختلف و یا بخاطر تغییرات در رفتارهای طبیعی فعالیت-محور مورچه‌ها ماهیت سوگیرانه خواهند داشت. هر روش بلحاظ سیستماتیکی برخی گونه‌های مورچه را از دست خواهد داد. روشهای نمونه‌گیری فعال زمانی اطلاعات سوگیرانه فراهم می‌کنند که در کارآمدی محققان در زیستگاههای مختلف، در قابل شناسایی بودن گونه‌های مورچه، و نیز در اجرای روشهای نمونه‌گیری تفاوت وجود داشته باشد. فقدان نهبی در قیاس‌پذیری نمونه‌ها مانع از مقایسه‌های موقتی، از قبیل آنچه که در نظارت‌های بلند مدت

---

1. Majer (1996);

انجام می‌گیرد، خواهد شد. استخراج لاشبریگی دستخوش داده‌های سوگیرانه هم در نمونه‌گیری فعال و هم در نمونه‌گیری غیرفعال می‌گردد چونکه روشهای مورد استفاده محققان بسیار متفاوت بوده و نیز به واکنش مورچه‌ها نسبت به محرکهای رفتاری وابسته‌اند.

علاوه بر این ویژگیهای کلی، هر روش دارای مجموعه خاصی از ایرادها و مزایایی است که محققان در هنگام انتخاب روشهایشان باید در نظر داشته باشند. در اینجا، به تشریح کلی سؤالات مختلفی خواهیم پرداخت که با هر یک از روشها بهتر انجام می‌گیرند و نقدهای مهم پیرامون داده‌های بدست آمده در پاسخ به آن پرسشها را خلاصه خواهیم کرد.

## منابع و روشهای کلی

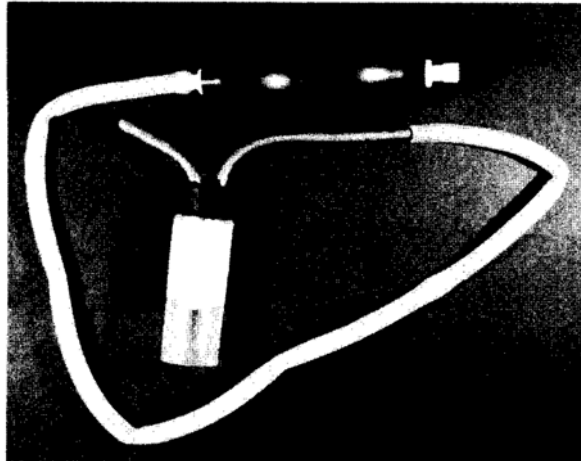
### منابع

آمادگی کلی برای تمامی روشها نیازمند چند مقوله است، که شامل بطریهای ویال یا کیسه‌های پلاستیکی حلقه‌ای (کیسه‌های کوچک پلاستیکی با بست سیم پیچی)، مقداری محلول اتانول، پایه مقوایی یا برچسبهای کاغذی، مداد، دفترچه تحقیق میدانی، و منابعی جهت تعیین پلاتهای مطالعه، از جمله مترهای نواری، قطب نما، جدول اعداد تصادفی یا ماشین حساب، وسیله آویختن، علامت گذاری با چوب پرچم، و برچسبهای زمینه است. جهت اطلاع از لیست کاملی از منابع، به پیوست ۱ رجوع شود.

### روشهای استخراج

در تمامی روشها، مورچه‌ها در محل مطالعه و یا بعداً در ویالها یا کیسه‌های حلقه‌ای پُر از محلول الکل جمع آوری می‌شوند. ویالها باید دارای بستهای محکمی باشند تا بتوانند تعریق الکل را کُند نمایند. این ویالها باید از حداقل ۷۵٪ اتانول، و ترجیحاً ۹۰٪ آن برای ذخیره بلند مدت پُر باشند. هر نمونه (مثلاً، لیوان، کیسه حلقه‌ای، ویال) باید یا با برچسب موقتی و یا با برچسب دائمی بروشنی مشخص گردد. برچسب درست، همان کاغذ ضخیم یا برچسب پایه مقوایی است که شماره نمونه با مداد روی آن نوشته می‌شود. این برچسب باید در داخل ظرف جمع آوری نمونه تا هر وقت که ممکن است قرار گیرد. شماره نمونه نیز باید در یک دفترچه تحقیق میدانی که حاوی اطلاعات مناسب راجع به هویت نمونه (از جمله محل، تاریخ و زمان نمونه‌گیری، زیستگاه؛ به موارد ذیل رجوع شود) ثبت شود.





شکل شماره ۹-۱. دستگاه مکش. باید توجه داشت که حباب سیاه رنگ گاز جمع کن، جداشدنی است و اینکه با هوای دهان، خلاء ایجاد می‌گردد. عکس، از براندون پستلماپر.

برای جمع آوری کلی مورچه‌ها، از فورسپ و دستگاههای مکنده باید استفاده کرد (به پیوست ۱ رجوع شود). جهت کم کردن آسیب به مورچه‌های نرم و شکننده، ترجیحاً باید از آنبرکهای بسیار سبک استفاده کرد. دستگاههای مکنده برای جمع آوری گونه‌های کوچک و تندرو بسیار مفیدند (به شکل شماره ۹-۱ رجوع شود). وقتی که هوا از دستگاه خارج می‌گردد و نوک دستگاه به طرف مورچه گرفته می‌شود، مورچه به داخل ویال کشیده می‌شود. یک پرده توری کوچک باعث می‌گردد مورچه‌ها نتوانند از داخل ویال به بیرون مکیده شوند. هوا را می‌توان با دهان وارد دستگاه کرد، اما ترکیبات فرار آزاد شده از چند مورچه فورمیسینه و دولیچودرینه ممکن است برای ششها حساسیت آور باشند و یا باعث بروز بیماری ریوی گردند. استفاده از حباب گاز جمع کن (به شکل شماره ۹-۱ رجوع شود) این خطر را رفع می‌کند. مطالعات باید در امتداد ترانسکتها یا در داخل پلاتهای منطقه اندازه گیری شده انجام شوند. برجسبهای فلزی و فلز مقاوم یا میله‌های علامت گذار چوبی ممکن است در مطالعات بعدی مورد نیاز باشند.

### داده‌های جمع آوری کلی

نمونه‌های آزمایشگاهی مورچه، قطع نظر از روش جمع آوری، زمانی بسیار ارزشمندند که با کاملترین اطلاعات ممکن جمع آوری همراه باشند. از اینرو، ثبت داده‌ها در چند سطوح صورت می‌پذیرد: منطقه‌ای، محلی، و نمونه‌ای.

*منطقه ای.* در سطح منطقه‌ای باید به تقسیم بندیهای کشوری که چندان سیاسی نباشد، از قبیل، استان، بخش، و پارک ملی توجه داشت. اطلاعات منطقه‌ای اضافی ممکن است ویژگیهای جغرافیایی، از قبیل برکه، شبه جزیره، دامنه کوه، یا دره، را شامل شود.

*محلی.* اطلاعات محلی شامل نوعی از زیستگاه یا پوشش گیاهی، مثل جنگل پست مرطوب، جنگل یا بوته زار خشک، و ارتفاعات، می‌گردد که در آن جمع آوریها صورت می‌گیرد. با وجود نامهای متعدد زیستگاهها و جوامع اکولوژیکی، بهترین کار این است که از سیستم نامگذاری منتشر شده برای مقایسه آسان بهره گرفته شود. همینطور باید از مشخص ترین طبقه‌بندی پوشش گیاهی در دسترس استفاده کرد.

در سطح ظرفیتر، ویژگیهای کوچک جغرافیایی در سایت جمع آوری داده‌ها قابل توصیف هستند، از جمله شیب، وضعیت، وجود آبکندها یا بریدگیها، نوع خاک، و غیره (به پیوست ۲ رجوع شود). این اطلاعات می‌توانند در شناسایی اولویتهای اکولوژیکی گونه‌های مورچه بسیار سودمند باشند.

*نمونه ای.* هر نمونه - خواه از کیسه لاشبرگی، یا تله چاله‌ای جمع آوری شده باشد و خواه در جمع آوری آشیانه‌ای انفرادی - ویژگی ثبتي مختص به خود را دارند. این نمونه شماره جمع آوری اختصاصی را دریافت می‌کند که وارد دفترچه تحقیق میدانی می‌گردد. شماره نمونه تنها وسیله مطمئنی است که ممکن است بواسطه آن چند نمونه آزمایشگاهی که از یک کلونی هستند قابل شناسایی باشند، و یا اینکه بوسیله آن نمونه‌های آزمایشگاهی بدست آمده از طریق تله ممکن است به یک نمونه خاص و نیز ورودی داده‌ها تلفیق گردد. شماره‌ها ممکن است برای انعکاس ساختار تسلسلی یک طرح نمونه‌گیری تعیین گردند؛ مثلاً، شماره نمونه SBE2-9 نشان می‌دهد که یک نمونه بدست آمده از تله چاله‌ای در اصل از سایت با علامت اختصاری "S"، زیستگاه با علامت اختصاری "BE"، ترانسیکت با عدد "۲"، و مورد نمونه با عدد ۹ جمع آوری شده است.

دیگر داده‌های جمع آوری در این سطح شامل شرح مختصری از زیستگاه کوچک در یک محل نمونه‌گیری، همچون گنده درخت پوسیده، زیر سنگ، گیاهان علفی، زیر پوست درخت (نوع، باید مشخص شود) است - داده‌های خاصی که ممکن است به تعیین اولویتهای زیستگاه کوچک گونه‌های مورچه کمک کنند. تمامی این داده‌های پژوهش میدانی که ما توصیف می‌کنیم باید تا حد ممکن زود ثبت شوند؛ در واقع، هر چه زودتر این داده‌ها به ثبت برسند، احتمال فراموش کردن جزئیاتی که ممکن است بعدها مهم باشند، و یا از اینکه

اطلاعات در هم آمیخته شوند، به حداقل می‌رسد. خطاها هرگز نباید پاک شوند بلکه باید روی آنها خط کشید.

## منابع

نقشه‌ها باید از بررسی زمین شناختی یا کیفیت نقشه برداری برخوردار باشند، که دارای مختصات UTM و خطوط منحنی ارتفاع هستند. نقشه‌های راه‌ها غالباً بجای نقشه‌های با کیفیت تر بکار برده می‌شوند، اما معیارهای آنها ضعیف بوده و هیچ سودی برای تعیین دقیق مناطق ندارند. با وجود این، نقشه‌های خوب برای یک منطقه خاص ممکن است در دسترس نباشند. نقشه‌های نظامی مورد استفاده در نیروی هوایی آمریکا تمامی کره زمین را پوشش می‌دهد و در بازار قابل خرید است.

قیمت گیرنده‌های سیستم تعیین موقعیت جهانی (GPS) در طی چند سال اخیر به نحو چشمگیری کاهش یافته اند، و یک گیرنده با کیفیت را با قیمت ۲۰۰ دلار یا کمتر در آمریکا می‌توان خرید. با وجود شرایط مطلوب دریافت، یک گیرنده GPS می‌تواند اطلاعات دقیقی از عرض جغرافیایی، طول جغرافیایی، و ارتفاع از سطح دریا را برای یک سایت ارائه نماید. دفترچه‌های تحقیق میدانی مناسب برای ثبت داده‌های میدانی در واقع آنهایی هستند که مهندسین و نقشه برداران استفاده می‌کنند. اگر دفترچه‌ای با کاغذ دارای pH خنثی در دسترس باشد آنگاه بسیار بهتر است که پایایی داده‌ها تضمین شود. فرم آزمایشی جمع‌آوری داده‌ها در پیوست ۲ آمده است.

نوشت افزارهای مورد نیاز عبارتند از: مداد یا مغز مدادهای مدل No. 2 یا HB، همراه خودکار و ماژیک دارای جوهر ثابت (پاک نشدنی) (به فصل ۱۱ رجوع شود).

## طعمه گذاری

### اهداف

در طعمه گذاری از موادی استفاده می‌شود که مورچه‌های فعال در نقاط مختلفی که امکان جمع‌آوری یا مشاهده آنها وجود دارد جذب نمایند. طعمه‌های تون یا ماهی ساردین رایج ترین مورد این روش نمونه‌گیری بشمار می‌روند (به شکل شماره ۲-۹ رجوع شود)، اما غذاهایی که بلحاظ کربوهیدرات غنی ترند - از قبیل مربای میوه، خرده‌های شیرینی، عسل، روغن بادام زمینی، یا محلولهای شکر - همچنین بصورت جداگانه یا همراه با طعمه‌های

پروتئین دار مورد استفاده قرار می‌گیرند. در موارد خاص از حشرات زنده یا مرده و بذرها نیز استفاده می‌شود.

این روش عموماً در برآورد ترکیب و غنای جوامع مورچه فعال خاکزی، بررسی فعالیت و الگوهای رفتاری مورچه‌ها در مطالعات پیرامون ساختار جامعه، و نیز برآورد کمکهایی که گونه‌های خاص مورچه به فرآیندهای اکوسیستمی، از قبیل توزیع مجدد بذرها یا لاشه خواری، استفاده می‌گردد. فراوانی مورچه‌های کارگر نزدیک طعمه‌ها ممکن است به اندازه گیری غالب بودن رفتاری و اکولوژیکی و ارائه سنجش کلی بازده فعالیت مورچه کمک کند.<sup>۱</sup> طعمه‌ها را می‌شود در اوقات مختلف در زیستگاههای کوچک مختلف کار گذاشت در حالیکه قادرند اطلاعاتی را در مورد استفاده از زیستگاه، روابط زیستی و الگوهای فعالیت در مقیاسهای بسیار دقیق ارائه دهند.<sup>۲</sup>

بسیاری از عوامل بر ترکیب گونه و فراوانی مورچه نزدیک طعمه‌ها تأثیر می‌گذارند. گونه‌ها که احتمالاً به طعمه‌ها نزدیک می‌شوند گونه‌های غیر متمرکز تروفیکی (غذایی) هستند. گونه‌های مورچه‌ای که گرایشهای مشخصی به اقلام غذایی خاصی دارند (از قبیل مورچه‌های برگ‌خوار یا شکارچی‌های متمرکز) ممکن است به طعمه‌های دست ساخت شده نزدیک نشوند، اما گونه‌های غیر متمرکز غذایی بخش اعظمی از جوامع مورچه را در سرتاسر جهان شکل می‌دهند و می‌توانند برای بررسی الگوهای موجود در جوامع مورچه مورد استفاده قرار گیرند. با استفاده از طعمه مناسب، می‌توان بیشتر گونه‌های متمرکز را بعنوان گروه‌های هدف مورد مطالعه قرار داد. بذرها، علوفه‌ای، بعنوان مثال، می‌توانند برای جذب مورچه‌های دروگر بیابانی استفاده شوند.<sup>۳</sup>

طعمه‌ها روی سطح خاک یا لاشبرگ و همینطور در پوشش گیاهی و زیر زمین کار گذاشته می‌شوند. بدلیل اینکه فعالیت گونه‌های مختلف مورچه بر حسب اقلیم کوچک، بصورت روزانه و فصلی، متفاوت است، طعمه گذاری در اوقات مختلف روز (و شب) یا سال در یک منطقه مورچه‌های کارگر را از گونه‌های مختلف یا از یک گونه با فراوانی گوناگون جذب خواهند کرد. بخاطر اینکه مورچه‌ها ممکن است سایتهای آشیانه را برای دوره‌های طولانی اشغال کنند، جمع آوری مداوم در یک مکان شاید مورچه‌های خاص را از یک کلونی جذب نمایند، و تغییر موقتی در فعالیت کلونیا ممکن است مورد بررسی قرار گیرد. علاوه بر

1. Greenslade & Greenslade (1971);

2. Bestelmeyer (1997);

3. Davidson (1977a, 1977b);

آن، گونه‌های مورچه‌ای که بلحاظ رفتار فعالیت-محور و غالب بودن رفتاری قاعداً طعمه‌ها را پس از کار گذاری در اوقات مختلف پیدا کرده و غصب می‌کنند، گونه‌های وابسته (غیر غالب) تندرو زود به طعمه‌ها می‌رسند اما بعداً غالباً توسط گونه‌های غالب اما کندرو تر جایگزین می‌شوند<sup>۱</sup>. از اینرو، نمونه‌های مشاهده‌ای مکرر از یک طعمه با گذشت زمان می‌تواند پویایی رفتاری را آشکار سازد.



شکل شماره ۲-۹. طعمه تون اشغال شده توسط گونه *Solenopsis xyloni* در یک مرتع بیابانی واقع در نیومکزیکو، آمریکا. عکس، از براندون پستلمایر.

## منابع

منابع مورد نیاز عبارتند از: ماده تشکیل دهنده طعمه، محل‌های قرار گیری طعمه (ساخته شده از کاغذ، کارتن، پلاستیک، یا برگ)، تعدادی ویال یا کیسه حلقه‌ای، مقداری محلول اتانول، فورسپ، دستگاه مکنده، و زمان سنج (اختیاری).

## روشهای استخراج

طعمه‌هایی که خمیری یا جامد هستند معمولاً ترجیح داده می‌شوند چونکه جداسازی اینها قاعداً برای مورچه‌ها دشوارترند تا اینکه اگر این طعمه‌ها مایع یا مواد ریز باشند؛ از اینرو،

1. Fellers (1987);

مورچه‌ها جهت جمع‌آوری یا مشاهده برای مدت‌های طولانی حاضر خواهند بود. طعمه‌های تون یا دیگر ماهیها، عسل آمیخته با چربی خوک، و روغن بادام زمینی پُرکابردترین مواد تشکیل‌دهنده طعمه هستند، و اینها را می‌توان در قطعه‌های تقریباً ۱ تا ۲ سانتی متر مربعی کار گذاشت. تون باید کاملاً با روغن آغشته شود ولی نباید از روغن خیلی زیاد استفاده کرد. برای اینکه گونه‌های مورچه جذب شده سریع دیده شوند، طعمه ممکن است روی زمین یا روی تکه‌ای از کاغذ قرار گیرد. کاغذ گرافیکی برای تمیز دادن برخی گونه‌های مورچه در محل مطالعه سودمند است زیرا این برگها منابعی را فراهم می‌آورند که با آنها می‌توان حجم‌های گوناگونی از مورچه‌های کارگر را مقایسه کرد. طعمه کار گذاشته شده در طعمه گاههای کاغذی طبعاً مورچه‌های غالب بیشتری را جذب خواهند کرد، در حالی‌که چربی اطراف و زیر کاغذ گونه‌های مورچه کوچکتر و/یا کم‌تهاجم تر را جذب خواهد نمود.

از سوی دیگر، یک طعمه گاه نفوذناپذیر (مانند، پلاستیک) فعالیت مورچه را به خود طعمه بالای طعمه گاه محدود خواهد ساخت، و احتمال کمتری وجود خواهد داشت تا در شرایط بادی از جا کنده شود. طعمه‌ها را می‌شود روی زمین، درختچه‌ها و درختان، و زیر زمین و در ظرفهای کوچکی که به اندازه کافی سوراخ هستند که مورچه‌ها بتوانند وارد آنها شوند کار گذاشت (نخی را می‌توان به ظرف متصل کرد تا تله دهن شده را بتوان مجدداً احیا کرد<sup>۱</sup>). مقدار زمانی که طعمه مشاهده می‌گردد متغیر خواهد بود که بستگی به اهداف تحقیق دارد. باید توجه داشت که از بهم ریختگی در طعمه‌ها و مسیرهای فعالیت مورچه در طول مشاهده باید اجتناب کرد. در صورتیکه پوشش گیاهی قرار است بهم بخورد، حداقل یک روز پیش از طعمه گذاری این کار انجام شود، طوریکه مسیرهای فعالیت مجدداً شکل گیرد.

محققان، برای جمع‌آوری مورچه‌هایی که در روش تک نمونه‌ای یا "تصویری" به طعمه نزدیک می‌شوند، ممکن است طعمه و طعمه گاه (و همینطور لاشبرگ اطراف طعمه، در صورت لزوم) را جمع کرده و وارد کیسه حلقه‌ای پلاستیکی شماره دار نمایند. وقتی که نمونه‌های تمیزتر جدا می‌شوند، طعمه‌ها ممکن است سریعاً در داخل لگن گذاشته شده و مورچه‌ها را با فورسپ یا دستگاه مکنده از ته لگن جدا کرد. ژله تغلونی یا نفتی اطراف دیواره‌های لگن مانع از فرار گونه‌های مورچه تندرو خواهد شد. مشاهدات ما نشان می‌دهد که ۶۰ تا ۹۰ دقیقه معمولاً زمان کافی برای یافتن گونه‌های مورچه غالب در یک منطقه و کشاندن آنها به سمت طعمه است. مقدار کمی محلول اتانول ممکن است به کیسه‌ها تزریق شود که

---

1. Quiroz-Robledo & Valenzuela-González (1995);

این کار به مورچه‌ها امکان می‌دهد تا از طعمه و مواد زاید زیر میکروسکوپ پس از آن جدا شوند؛ مورچه‌ها آنوقت ممکن است به ویالهای آغشته به اتانول منتقل شوند. از ماده استون برای جداسازی روغن تون از نمونه‌های آزمایشگاهی می‌شود استفاده کرد. براندائو و سیلوستر (داده‌های چاپ نشده) دریافتند که برای ثبت ۹۰٪ جامعه مورچه‌ها که در سایت سارادو در برزیل به طعمه نزدیک می‌شدند، حدود ۱۸۰۰ نمونه طعمه مورد نیاز بود.

در مطالعات رفتار شناختی، لازم است که طعمه در طول مشاهدات، آرام و بدون بهم ریختگی بماند. جهت مطالعه رفتارهای مورچه در طول دوره، طعمه‌ها باید مکرراً بازدید شوند (مثلاً، هر بیست دقیقه در مدت دو ساعت)<sup>۱</sup>. نمونه‌های مرجع مربوط به گونه‌های شناسایی نشده ممکن است بوسیله فورسپ از اطراف طعمه گردآوری شوند. این مورچه‌ها باید جمع آوری شوند، چونکه برخی گونه‌ها ممکن است طعمه را پیش از پایان دوره مشاهده ترک کنند. بهتر آن است که مورچه‌هایی هدف قرار گیرند که از گروه‌های کارگر جدا باشند طوری که دیگر مورچه‌ها با علائم شیمیایی آزاد شده توسط قربانی تغییر رفتار ندهند. مناسب است که از پیش چندین ویال از قبل مشخص شده روی زمین و در کنار طعمه قرار داده شوند، طوری که گونه‌ها در نمونه‌های تناوبی قابل جمع آوری باشند. نمونه‌های معرف باید از طبقات مختلف گونه‌های چند ریختی، مخصوصاً گونه‌های پُر تعدادی از قبیل *Pheidole* و *Solenopsis*، که شناسایی گونه‌ها را تسهیل می‌کنند، جمع آوری صورت گیرد. گونه‌های درشت غالباً کم تحرک تر از گونه‌های ریز هستند، و ممکن است کشاندن آنها به طعمه‌ها در مقایسه با گونه‌های ریز زمان بیشتری را بطلبد.

در حالیکه مورچه‌ها در کنار طعمه‌ها حاضرند، تعاملات رفتاری بین گونه‌های مختلف و تعداد گونه‌هایی که به طعمه نزدیک می‌شوند باید ثبت شوند. از طعمه‌های کوچک، از قبیل تکه‌های شیرینی، باید استفاده شود تا بتوان مورچه‌ها را تا لانه‌هایشان دنبال کرد. همانگونه که پیش از این هم عنوان شد، طعمه گذاری در زمانهای مختلف روز یا سال در یک منطقه قادر است تأثیر ویژگیهای غیر حیاتی روی فعالیت مورچه و روابط بین گونه‌ها نشان دهد. بطور کلی، سطوح فعالیت مورچه طبعاً از ساعات خنک تر روز تا ساعات گرمتر آن (مخصوصاً موقع ظهر) و شب هنگام متفاوت است. بستلمایر (۱۹۹۷)؛ داده‌های چاپ نشده<sup>۲</sup> متوجه شد که دماهای ۳۰-۴۰C سطح خاک، ناپایداری بین فعالیت گونه‌های مختلف اطراف طعمه‌ها را در

---

1. Fellers (1987);  
2. Bestelmeyer (1997);

جوامع مورچه مناطق خشک هم در آمریکای شمالی و هم در آمریکای جنوبی نشان می‌دهند. در مطالعات پیرامون تأثیر مورچه‌ها روی فرایندهای اکوسیستمی، حشرات مرده می‌توانند به عنوان طعمه برای اندازه‌گیری میزان مصرف مورچه‌های لاشه‌خوار و انگلی مورد استفاده قرار گیرند<sup>۱</sup>، و بذرها جهت بررسی تأثیر مورچه‌های دروگر روی جداسازی بذر و توزیع مجدد آنها بکار روند<sup>۲</sup>. در هر دو حالت، حجم و تراکم آیت‌های ارائه شده ممکن است بر روی گونه‌های مورچه‌ای که این آیت‌ها را جدا می‌سازند تأثیر بگذارند.

### داده‌های خروجی

داده‌های تولید شده در روش یاد شده شامل غنا، ترکیب، فراوانی نسبی مورچه‌های کارگر در کنار تک تک طعمه‌ها، بسامد حضور گونه‌ها در کنار مجموعه طعمه‌ها، بسامد و ماهیت تعاملات رفتاری، زمان و مدت فعالیت، و سرعت و فاصله بیرون کشیدن آیت‌های طعمه‌ای می‌گردد.

### ارزیابی

طعمه‌گذاری معمولترین روش مورد استفاده در مطالعه جوامع مورچه بشمار می‌رود، بی‌شک بخاطر همین است که این روش بسیار ساده و ارزان است و می‌شود آن را سریعاً و در مقیاس وسیع کار گذاشت. طعمه‌گذاری روش ایده‌آلی برای تحقیقی که به سؤالات رفتار شناختی می‌پردازد محسوب می‌شود. با وجود این، طعمه‌ها ممکن است توصیفات ترکیب جامعه را بشدت سوگیرانه نمایند<sup>۳</sup>. طعمه‌ها از نظر اهمیت غذایی انتخابی هستند و ممکن است برخی مؤلفه‌های یک جامعه مورچه را از نمونه‌ها اصولاً حذف نمایند.

از آنجا که طعمه‌ها معمولاً تحت سلطه گونه‌های غالب و پُر تعداد (از قبیل *Solenopsis*؛ به شکل شماره ۲-۹ رجوع شود) قرار دارند، مورچه‌های وابسته و تکرر ممکن است در کنار طعمه‌ها نسبت به فراوانی شان با تعداد پایین نشان داده شوند. این مشکل ممکن است تا اندازه‌ای با بکارگیری چند طعمه در یک نقطه نمونه‌گیری از جلدتاش کاسته شود<sup>۴</sup>. بخاطر

- 
1. Jeanne (197); Fellers & Fellers (1982); Seastedt & Crossley (1984); Retana et al. (1991); Olson (1992);
  2. Crist & Wiens (1996);
  3. Greenslade & Greenslade (1971);
  4. Culver (1974);



اینکه فعالیت مورچه ها در کنار طعمه ها پس از کار گذاشتن آنها با گذشت زمان تغییر خواهد کرد، مشاهدات روزانه، فصلی، و چندگانه در کنار طعمه ها تصویر کاملتری از گونه ها و عواملی را که فعالیت مورچه ها را منعکس می کنند قطعاً ارائه خواهند نمود.

مدارکی در دست است که گرایش برخی مورچه ها به طعمه های پروتئین دار یا حاوی کربوهیدرات ممکن است بصورت فصلی تغییر نماید<sup>۱</sup>، هرچند که مشخص نیست چطور این مسئله ممکن است بر داده ها تأثیر بگذارد. براندائو و سیلوستر (داده های چاپ نشده) ترکیب گونه ای مورچه هایی را که به طعمه های ماهی ساردین یا تون و شیره عسل، که بترتیب به منابع پروتئین دار/چربی دار و حاوی شکر شباهت دارند، نزدیک می شدند مورد مقایسه قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان داد که ترکیب غذایی طعمه ها تأثیر قابل توجهی بر گونه های نزدیک طعمه ها ندارد. طعمه حاوی ماهی ساردین کنسرو شده یا ماهی تون ممکن است به همراه لوازم جمع آوری قابل انتقال بوده و برای مدتهای نامعلوم ذخیره شود.

## تله گذاری چاله ای

### اهداف

تله گذاری چاله ای اشاره به کار گذاشتن ظرفهای باز در داخل خاک دارد (به شکل شماره ۳-۹ الف رجوع شود). جانوران روسطح زی برخلاف میل شان وارد این تله ها شده و یا کشته می شوند و در مایعی نگهداری شده و یا اینکه "خشک صید شوند" و تا بعد از سرشماری بتوانند زنده بمانند.

---

1. Stein et al. (1990);



شکل شماره ۳-۹. الف) تله چاله‌ای کار گذاشته شده در خاک بیابانی. ب) یک ظرف نمونه‌گیری پروپیلنی بعنوان تله چاله‌ای و اسکوپ تله (سمت راست)، مورد استفاده در صید و نیز بیرون کشیدن ته مانده داخل تله که موقع کار گذاشتن به داخل تله می‌افتند. عکس از براندون پستلمایر.

این روش نمونه‌گیری برای برآورد غنا و ترکیب گونه‌های روسطح‌زی در یک منطقه مورد استفاده قرار می‌گیرد. فراوانیهای مورچه در تله‌های چاله‌ای، در طعمه‌گذاری، با تلفیق هم خصیصه‌های مورچه‌های کارگر و هم الگوهای پراکنشی کلونیها، مقیاسی از اهمیت گونه‌ها در یک جامعه را فراهم خواهد ساخت<sup>۱</sup>. تله‌گذاری چاله‌ای ممکن است برای سرشماری از مورچه‌هایی که روی خاک یا لاشبرگ فعالیت دارند مورد استفاده قرار گیرد. شاید استفاده از تله‌های چاله‌ای روی صخره‌ها بسیار دشوار باشد. تله‌گذاری چاله‌ای ممکن است در مدت زمانهای کوتاه (روزانه) و بلند (دائمی) صورت گیرد.

### منابع

منابع مورد نیاز عبارتند از: تله‌های چاله‌ای (ظرفها)، اسکوپ تله چاله‌ای، بیلچه دستی، محلول کُشنده یا نگهدارنده، مایع پاک‌کننده، و توری صافی یا پارچه وال همراه با ظرفهای اضافی (اختیاری).

---

1. Greenslade (1973);

## روشهای استخراج

بهترین کار در خصوص مورچه ها این است که از یک محلول کُشنده در تله چاله‌ای استفاده شود؛ در غیر این صورت، مورچه‌های گرفته شده یک دیگر را طعمه قرار می‌دهند و بدین ترتیب نمونه‌های آزمایشگاهی سوگیرانه خواهد شد. از چند محلول کُشنده در این کار می‌توان استفاده کرد. گلیکول پروپیلنی (موجود در آمریکا با عنوان ماده ضد انجماد خودکار "سازگار با محیط زیست") گزینه ایده آلی برای اینکار است زیرا این محلول در هنگام تعریق کُند عمل می‌کند (حتی وقتی که دمای سطح خاک از  $60^{\circ}\text{C}$  تجاوز کند) و تصوّر می‌شود که نسبت به مهره داران، غیر سمّی باشند. ممکن است از رایج ترین ماده ضدانجماد، یعنی ایتیلین گلیکول، نیز استفاده شود، اما برای مهره داران سمّی خواهد بود. محلول اتانول ممکن است بعنوان یک ماده کُشنده عمل کند، اما لازم است برای به تأخیر انداختن تعریق چند قطره از گلیسرول به آن اضافه شود. افزودن اتانول به پروپیلن یا گلیکول ایتیلین ممکن است مورچه ها را سریعتر کُشته و یا شانس فرار آنها را به حداقل برساند. قطره‌ای از شوینده بدون بو افزوده شده به محلول کُشنده مانع از ناآرامی سطح خاک شده و ممکن است از فرار مورچه ها از تله جلوگیری کند. در موقعیت مطلوب، محلول کُشنده نباید مورچه ها را جذب یا دفع کند (حداقل گونه‌های مورچه را بطور متفاوت جذب یا دفع کند)؛ در غیر این صورت، برآوردها و مقایسه ها از تراکم مورچه‌های کارگر ممکن است مخدوش گردند. محلول اتانول/گلیسرول<sup>۱</sup> و گلیکول پروپیلن<sup>۲</sup> تصوّر می‌شود نه مورچه ها را جذب کنند و نه آنها را دفع نمایند، سایر مواد در این خصوص باید مورد آزمایش قرار گیرند.

تله ها ممکن است شامل ظرفهای پلاستیکی یا شیشه ای، از قبیل بطریها یا لیوانهای نوشیدنی، باشند. ظرفهای نمونه گیری پروپیلنی (به پیوست ۱ رجوع شود) تله‌های ایده آلی را بوجود می‌آورند چونکه اینها بادوام تر و انعطاف پذیرترند و از درپوشهای سفت و محکمی برخوردارند، در حالیکه به آنها امکان استفاده در انتقال و ذخیره‌سازی موقت نمونه‌های آزمایشگاهی پس از تله گذاری می‌دهد. از بکار گیری ظرفهای فلزی باید خودداری شود چونکه زنگ زدگی باعث ناهمواری سطح فلز در تله می‌گردد که این خود موجب می‌شود تا بتوانند راه فرار داشته باشند. بطور کلی، تله ها باید از سطوح بیرونی تمیز و لطیفی برخوردار

- 
1. Greenslade & Greenslade (1971);
  2. Abensperg-Traun & Steven (1995);

باشند<sup>۱</sup>. قطر دهانه تله در اینکه چطور می‌تواند بر کارایی تله‌های چاله‌ای جهت جذب مورچه‌ها تأثیر بگذارد نشان داده شده است<sup>۲</sup>. تله‌هایی که از قطر بسیار کوچکی (۱۸ میلی‌متر) برخوردارند ممکن است مانع از گردآوری گونه‌های بزرگتر شده و، در مقایسه با تله‌های بزرگتر، تعداد کمتری از مورچه‌هایی که در منطقه حضور دارند جمع‌آوری کنند. در گزارشی، مشخص شد که یک تله با قطر ۴۲ میلی‌متری بخوبی تله‌هایی با قطر ۸۶ میلی‌متری عمل می‌کنند. استفاده از تله‌های کوچکتر (با قطرهای ۴۰ تا ۷۰ میلی‌متری) راحت‌تر بوده و برای مطالعات منحصراً مربوط به مورچه‌ها مناسب‌ترند. تله‌های بزرگتر ممکن است در صورتی لازم باشد که قرار است دیگر تاکساها جمع‌آوری شوند.

تله‌ها باید طوری کار گذاشته شوند که باعث کاهش ناآرامی در سطح خاکی اطراف تله گردند چونکه شرایط بافتی خاک ممکن است بر سرعت صید مورچه تأثیر بگذارد. بیلچه دستی که تنها کمی بزرگتر از تله است برای کندن چاله استفاده شود. ویژگی‌های سطح خاک باید با دست به حالت طبیعی برگردد (مثلاً سنگریزه‌های درشت، سنگها، یا لاشبرگ باید جایگزین شوند).

در صورت امکان، تله‌ها باید بتوانند یک هفته‌ای باقی بمانند (در حالیکه درپوش‌ها بسته بوده و یا تله بحالت وارونه قرار گیرد) قبل از اینکه درپوش آنها باز شود، تا از این طریق بتوان از "تأثیر خاکی شدن" آنها جلوگیری کرد<sup>۳</sup>. یک نشانه این تأثیر سرعت صید بسیار بالای مورچه‌ها است وقتی که تله‌ها در زمین کارگذاشته شده و پس از آن فوراً باز شوند. عوامل تأثیرگذار عبارتند از نفوذ تونلهای آشیانه‌ای در فرایند کارگذاری تله و جستجوی ویژگی‌های تازه زیستگاه توسط مورچه‌ها. دوره استقرار تله‌ها، همچنان که مورچه‌ها به ناآرامی عادت می‌کنند، این تأثیر را بهبود می‌بخشد. بازگشت ویژگی‌های طبیعی سطح خاک (مثلاً، قشر خاک) با استقرار تله نیز مطلوب خواهد بود.

تله‌ها باید در زمین طوری کار گذاشته شوند که لبه تله همتراز با سطح خاک یا لاشبرگ باشد یا اینکه چند میلی‌متر زیر سطح قرار گیرد. اگر لبه تله حتی کمی بالاتر از سطح قرار گیرد، گونه‌های کوچک و/یا محتاط ممکن است با تعداد کم نمونه‌گیری شوند. خاک یا لاشبرگ باید کاملاً لبه را بپوشاند. در هنگام تنظیم تله، اسکوپ متناسب ساخته شده از ظرف تله‌ای دیگر (به شکل شماره ۳-۹ب رجوع شود) ممکن است برای برداشت خاک یا لاشبرگ

1. Luff (1975);

2. Abensperg-Traun & Steven (1995);

3. Greenslade (1973);

که به داخل تله می‌افتند بکار رود طوریکه بتوان آنها را بیرون کشید. این کار به صید نمونه‌های چاله‌ای تمیز تر منجر شده و زمان مورد نیاز برای جداسازی را کاهش می‌دهد. از طرفی، یک لیوان ممکن است داخل خاک کار گذاشته شود و بعنوان پوشش برای لیوان دوم که ممکن است کار گذاشته شود عمل کند و براحتی می‌توان آنرا بیرون کشید. در طول دوره استقرار تله، و بویژه بعد از بارندگی یا وزش باد، سطح خاک ممکن است تا زیر لبه کاهش یابد. اگر خاک اطراف لبه بخوبی جمع گردد، این تأثیر یاد شده کاهش می‌یابد. شرایط لبه تله، درست قبل از تله گذاری (و نیز در طول تله گذاری در مواقع طولانی مدت)، باید بررسی شوند.

محلول کُشیده بعد از تنظیم تله استفاده می‌شود، و باید تقریباً ۲۵٪ حجم لیوان را پُر کند. در موقعیتهایی که در آن خاک یا لاشبرگ به داخل تله می‌افتد، محلول بیشتری احتمالاً مورد نیاز است. اگر احتمال می‌رود که باران باعث سیل شده و تله را از بین ببرد، یک لایه پوششی بر روی آن آویزان شود. در مطالعات اکولوژیکی، لایه‌های پوششی، بخاطر جلوگیری از بروز تغییرات در اقلیم کوچک، نباید از محیط دور تله فراتر رود. تله‌های کارگذاشته شده در نقاط فرو رفته یا زهکشی شده نیز ممکن است بدلیل سیل از بین بروند.

مدتی که تله‌ها باز می‌مانند، بستگی به اهداف مطالعه و نیز الزامات لجستیکی دارد. تله‌هایی که بمدت طولانی تری باز هستند مورچه‌های بیشتر و بیشتر از گونه‌هایی که یک منطقه را تحت اشغال خود دارند جمع آوری می‌کنند. تله‌هایی که بمدت بسیار طولانی باز هستند ممکن است جمعیت مورچه‌های کارگر را به حداقل برسانند و یا مسیرهای فعالیت اطراف تله را تغییر دهند<sup>۱</sup>. بطور کلی، ۲ تا ۳ روز به نظر می‌رسد برای صید مورچه‌هایی که اطراف تله در حال فعالیت هستند و مقیاسی از فراوانی مورچه‌های کارگر را فراهم می‌کنند کافی باشد. دما و رطوبت تأثیرات عمیقی روی فعالیت مورچه‌ها دارند، و در هوای خنک تر، و خشک تر، ممکن است مدت طولانی تر تله گذاری لازم باشد. وقتی که تله‌ها جمع آوری می‌شوند، این تله‌ها ممکن است پس از استفاده از ظرفهای نمونه پروبیلنی، برای ذخیره کوتاه مدت در بسته بیرون کشیده شوند. در سایر موارد، محتویات ممکن است داخل توری صافی ریخته تا مایعات اضافی جدا شوند. سپس توری صافی وارونه شده و محتویات داخل آن با کمک محلول اتانول با غلظت ۹۰٪ شسته شده و وارد ظرف دیگر ریخته می‌شود. در مورد تله‌های چاله‌ای بزرگ، که ممکن است تعداد زیادی از جانوران را جمع آوری کنند، محتویات ممکن است به داخل تکه‌ای از پارچه کتان محکم، پارچه‌ای که به یک گوی محکم بسته شده،

---

1. Greenslade (1973);

ریخته شود، و سپس این گوی در محلول اتانول ذخیره می‌گردد. در این گونه موارد، شستن نمونه‌های آزمایشگاهی صاف شده با آب پیش از آنکه ذخیره شوند ممکن است در جداسازی گلیکول پروپیلنی و ته مانده‌ای که ممکن است به مورچه‌ها بچسبند مطلوب باشد.

### داده‌های خروجی

داده‌های تولید شده از طریق تله‌های چاله‌ای مواردی همچون غنا و ترکیب، فراوانی نسبی مورچه‌های کارگر موجود در تله‌ها و مجموعه تله‌ها، و بسامد گونه‌ها در مجموعه تله‌ها را شامل می‌شود.

### ارزیابی

بزرگترین منفعت تله‌های چاله‌ای این است که کارگذاری و عملیاتی کردن آنها وقت اندکی می‌گیرد. بیشتر مورچه‌های روستح‌زی در تله‌های چاله‌ای، بویژه در زیستگاه‌های باز، بخوبی نمونه‌گیری می‌شوند. آندرسن (۱۹۹۱b)<sup>۱</sup> مشاهده کرد که نتایج بدست آمده از تله‌های چاله‌ای مشابه نتایجی بود که از روش پلات کاذب، نسبتاً غیرسوگیرانه اما متمرکز (در بخش بعدی مورد بحث قرار خواهد گرفت)، حاصل شد.

اگر کسی بخواهد از صید مورچه با فراوانی زیاد در تله‌های چاله‌ای بعنوان مقیاس جمعیت مورچه‌ها بهره‌برد، برآوردها ممکن است بدلیل تفاوت‌های موجود در حرکت گونه‌های مورچه سوگیرانه باشد.<sup>۲</sup> گونه‌های تندرو (مانند، *Forelius* و *Iridomyrmex*) در مقایسه با گونه‌های کندرو تر (مانند، *Crematogaster*) ممکن است در مطالعات فراوانی گونه‌های کارگر بیش از اندازه نمونه‌گیری شوند. گونه‌های مورچه ممکن است بلحاظ توانایی در بالا رفتن از دیواره‌های تله یا احتیاط از نزدیک شدن به تله‌ها متفاوت باشند، و این مسئله ممکن است برآوردهای مربوط به فعالیت مورچه‌ها را سوگیرانه نماید. مهمتر از آن، ساختار فیزیکی سطح خاک ممکن است بر سرعت صید مورچه تأثیر بگذارد.<sup>۳</sup> وجود لاشبرگ سنگین یا سنگهای فراوان صید مورچه را خواهد کاست و این می‌تواند مقایسه‌های بین زیستگاهی از جمعیت‌های مورچه‌های کارگر را محدود سازد. گونه‌های مورچه ممکن است بلحاظ فرار آنها از تله‌های

---

1. Andersen (1991b);  
2. Greenslade (1973); Andersen (1983);  
3. Greenslade (1973); Adis (1979);

چاله‌ای نیز متفاوت باشند<sup>۱</sup>. برخی طبقات گونه مورچه که نیاز به شناسایی هستند، (مانند، گونه‌های غالب *Pheidole*)، اغلب در تله‌های چاله‌ای ثبت نمی‌شوند، و جمع آوریهای دیگری از آشیانه‌ها لازم خواهد بود. بخاطر اینکه تله‌های چاله‌ای برای جمع آوری تنها مورچه‌های روسطح زی بکار می‌روند، این تله‌ها گفته می‌شود که نمونه کافی از بیشتر مورچه‌های لاشبرگ زی در اختیار محقق قرار نمی‌دهند<sup>۲</sup>.

## نمونه گیری در پلاتهای کاذب

### اهداف

در این روش، مورچه‌ها مستقیماً توسط محقق در منطقه و محدوده پلات کاذب نمونه گیری می‌شوند. این روش، مانند تله گذاری چاله‌ای، برای برآورد غنا و ترکیب گونه‌ای مورچه‌های روسطح زی در یک منطقه مورد استفاده قرار می‌گیرد<sup>۳</sup>. پلاتهای کاذب بیشتر در موقعیتهای خاکی باز در اوقات مختلف روز یا سال کار گذاشته می‌شوند.

### منابع

منابع مورد نیاز در این روش عبارتند از: یک پلات کاذب از پیش طراحی شده، تعدادی ویال، مقداری محلول اتانول، فورسپ، دستگاه مکنده، زمان سنج، و فرمهای جمع آوری داده‌ها.

### روشهای استخراج

این روش مشابه روشهای مورد استفاده در سنجش پوشش گیاهی در لایه‌های مختلف خاک است<sup>۴</sup>. یک پلات کاذب آماده، قابل حمل، ساخته شده از لوله چوبی یا پلاستیکی (که حاوی کلوراید پولیوینیل [PVC] است) برای تعیین منطقه مورد مشاهده استفاده می‌شود. پلات کاذب ممکن است بواسطه میخهای چوبی یا فلزی کمی از زمین بالاتر قرار گیرد تا اینکه مانع از حرکات مورچه‌ها نگردد. گونه‌های مورچه که در داخل پلات کاذب هستند یا اینکه در یک فاصله زمانی ثابت (مثلاً، ۲ دقیقه<sup>۵</sup>) وارد پلات کاذب می‌گردند، یا شمارش شده، یا جمع آوری

- 
1. Marsh (1984);
  2. Olson (1991); Majer (1996);
  3. Andersen (1991b);
  4. Bonham (1989);
  5. Andersen (1991b);

می‌گردند، و یا اینکه هر دو کار صورت می‌گیرد. همانگونه که در مورد طعمه‌گذاری عنوان شد، فعالیت مورچه در پلاتهای کاذب در طول روز متغیر است، و از این پلاتها، می‌شود چندین بار، مثلاً، در هنگام صبح، ظهر، و نیمه شب، نمونه‌گیری انجام داد. هرچند که یک پلات کاذب به اندازه  $0.5 \times 0.5$  میلی متری عموماً آنقدر کوچک است که یک محقق بتواند خوب ببیند، اگر سطح فعالیت‌های مورچه بالا باشد، یک پلات کاذب کوچکتر ممکن است مطلوب باشد. داده‌ها ممکن است به دو روش جمع‌آوری شوند: (۱) ممکن است تمامی مورچه‌ها در پلات کاذب جمع‌آوری گردند، یا اینکه (۲) ممکن است تعداد مورچه‌ها بر حسب گونه طبق فرمهای جمع‌آوری داده‌ها ثبت گردند. اگر تمامی مورچه‌ها جمع‌آوری شوند، محقق باید بداند چطور از فرسپها استفاده نماید یا از دستگاه مکنده برای جداسازی مورچه‌ها و ریختن آنها به داخل ویال استفاده کند. زمانیکه سطح فعالیت مورچه زیاد باشد، جمع‌آوری همه مورچه‌ها در یک پلات کاذب ممکن است مقدور نباشد. علاوه بر آن، نمونه‌های بعدی در همان پلات کاذب ممکن است تحت تأثیر فقدان مورچه‌های کارگر باشند. اگر قرار است که مورچه‌ها با هم تطبیق شوند، محقق باید بتواند مورچه‌های حاضر در سایت مورد مطالعه را بمحض رویت تشخیص دهد. این موضوع آمادگی قابل توجه محققانی که با مورچه آشنا نیستند را می‌طلبد. چند نمونه معرف از مورچه‌های تاکنون توصیف نشده ممکن است جمع‌آوری شده و برای شناسایی در آزمایشگاه در داخل ویال ذخیره گردند و در یاداشتهای میدانی بر روی آنها شماره رمز موقتی گذاشته شود. مهم است که در طول جمع‌آوری با عث ناآرامی دیگر مورچه‌ها نشویم چونکه رفتار فعالیت-محور طبیعی ممکن است تغییر نمایند؛ مثلاً، مورچه‌ها ممکن است به پلاتهای کاذب هجوم ببرند. در طول مدت فعالیت بالای مورچه‌ها، شاید ثبت تعداد آنها با استفاده از مقیاس فراوانی (مانند، ۱، ۲-۵، ۲۰-۶،  $>20$  مورچه) در قبال اعداد مطلق امری مفید باشد.

### داده‌های خروجی

داده‌های تولید شده در نمونه‌گیری از طریق پلاتهای کاذب مواردی همچون غنا و ترکیب، فراوانی نسبی مورچه‌های کارگر موجود در تله‌ها و مجموعه پلاتهای کاذب، و بسامد گونه‌ها در مجموعه پلاتها، و زمان و مدت فعالیت آنها را شامل می‌شود.



## ارزیابی

پلاتهای کاذب اطلاعاتی را در اختیار می‌گذارند که مشابه اطلاعاتی است که از تله‌های چاله‌ای بدست می‌آید و تراکم مورچه‌های کارگر روسطح زی را دقیقتر از تله‌های چاله‌ای عرضه می‌کنند. تراکم مورچه‌های کارگر ثبت شده در پلاتهای کاذب تحت تأثیر گرایش ناهمسان مورچه برای صید نمی‌شود<sup>۱</sup>. علاوه بر آن، پلاتهای کاذب برای بررسی الگوهای فعالیت ساعتی یا روزانه بکار می‌روند، حال آنکه تله گذاری چاله‌ای فعالیت مورچه‌ها را در طول زمان در اختیار می‌گذارد. البته این سطح از جزئیات به بهای اختصاص قابل توجه زمان در کار تحقیق و آمادگی برای شناسایی حضوری مورچه‌ها بوجود می‌آید. عملیاتی کردن روشهای مورد استفاده در پلاتهای کاذب در هنگام شب امری دشوار است وقتی که در همین موقع مشاهده مورچه‌های ریز چته و تقریباً زرد رنگ کار دشواری است. وقتی که سطوح فعالیت مورچه‌ها بسیار بالا است، مشاهدات نیز می‌توانند کار سختی باشند.

## روشهای استخراج لاشبرگی

### اهداف

در دو روش جمع آوری داده‌ها که در این بخش مورد بحث قرار گرفته اند، مقدار لاشبرگ مرطوب (معمولاً تمامی لاشبرگ و خاکبرگ موجود در پلات کاذب  $1 \times 1$  متری) جمع آوری شده و در یک دستگاه استخراج قرار می‌گیرد. این دستگاه مورچه‌های سیار را، از طریق ایجاد ناآرامی در لاشبرگ یا از راه بوجود آوردن تغییرات در اقلیم کوچک، مجبور می‌سازد تا از لاشبرگها خارج و وارد ظرف جمع آوری نمونه شوند.

این روشها برای اندازه گیری غنا و ترکیب مورچه‌های ساکن در حجم عظیمی از لاشبرگ طراحی می‌شوند. تمامی کلونیهای مورچه که در لاشبرگ آشیانه دارند و نیز مورچه‌های فعال در لاشبرگ که از خارج از نمونه لاشبرگ هستند جمع آوری می‌گردند. این روشها مخصوصاً برای استفاده در زیستگاههای جنگلی و درختزار مناسبند. باوجود این، روش حاضر در زمانهای بسیار خشک چندان موفق نیستند. وقتی لاشبرگ خشک می‌شود، مورچه‌ها آشیانه‌های خود را در داخل خاک یا در پوشش گیاهان می‌سازند.

---

1. Andersen (1991b);

## روش استخراج وینکلری

در این روش، لاشبرگ جمع آوری شده ابتدا الک شده تا برگهای بزرگ و سرشاخه‌ها از نمونه جدا گردد. آنگاه لاشبرگ الک شده را در داخل کیسه وینکلری گذاشته تا پردازش صورت گیرد. در طول این فرایند، مورچه‌ها داخل نمونه لاشبرگ در واکنش به ناآرامی زیستگاه خود خارج شده و سرانجام وارد ظرف می‌شوند<sup>۱</sup>.

## منابع

استخراج وینکلری نیازمند منابعی همچون غربالگر لاشبرگی، کیسه وینکلری، پلات کاذب، زیرانداز خاکی، کیسه‌های بزرگ پلاستیکی مخصوص ذخیره نمونه، لیوانهای پلاستیکی، کیسه‌های حلقه‌ای، تعدادی ویال، مقداری محلول اتانول، و، در مواردی، یک عدد داس است.

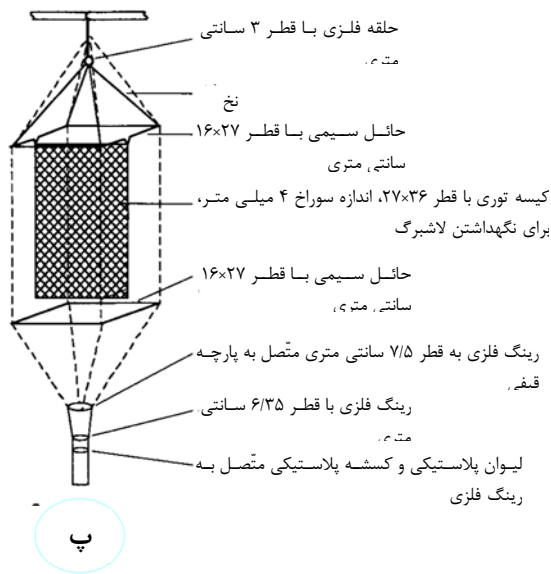
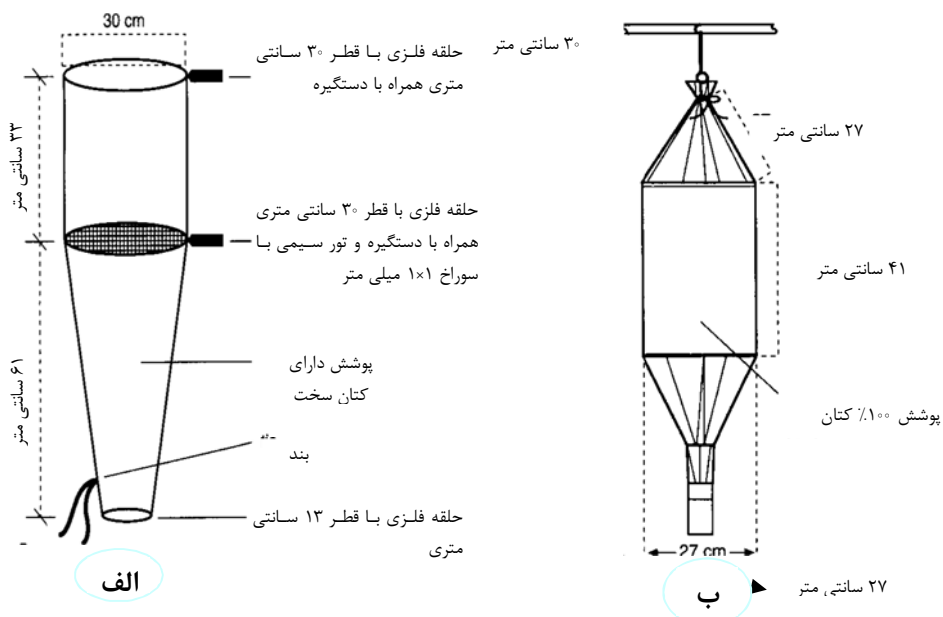
## روشهای استخراج

ابتدا، نمونه لاشبرگی در یک پلات کاذب کار گذاشته شده روی خاک جمع آوری می‌گردد. پلات کاذب چوبی یا پلاستیکی باید نقطه اتصالهای متحرک داشته باشد (یعنی پیچهایی با مهره‌های بالدار) و بتواند در یک گوشه باز شود در حالیکه بدنه پلات اطراف درختچه‌ها یا درختان قرار می‌گیرد. لاشبرگ باید از کناره پلات کاذب به سمت مرکز اسکوپ شود و با دست جدا شده و وارد دهانه غربالگر گردد (به شکل شماره ۴-۹ الف رجوع شود). دستکشها باید برای اجتناب از نیش زدگی یا گاز گرفتگی مورچه‌ها استفاده گردد. جدا کردن لاشبرگها باید از بالا تا پایین توده لاشبرگ صورت گرفته و سریعاً داخل الک (غربالگر) ریخته شوند. سرشاخه‌ها و توده گله‌ها باید ریز ریز شوند؛ گنده درختهای پوسیده با داس خورد شده تا اینکه آشیانه مورچه‌های داخل آنها ناآرام شده و بیرون بیایند<sup>۲</sup>. الک فوراً در مقابل نمونه لاشبرگ قرار گرفته تا از هدر رفت مورچه‌ها از نمونه جلوگیری گردد. لاشبرگهای خیس نباید جمع آوری شوند. یک غربالگر تشکیل شده است از یک کیسه ته باز همراه با حلقه فلزی که به دستگیره‌ای در انتهای فوقانی کیسه متصل است، یک صفحه مشی (توری) و دستگیره که به یک سوّم طول کیسه از بالا، و نیز کف دستگاه غربالگری که ممکن است کاملاً بسته باشد. دستگاه غربالگر باید به اندازه کافی بلند باشد که بخشی از کیسه، در هنگام آویزان، به زمین چسبیده می‌شود.

1. Besuchet et al. (1987); Fisher (1998);

2. Fisher (1998);

پیش از پُر کردن غربالگر، کف آن باید با دو گِره (یک گِره تمام و یک گِره بند کفشی) بسته شود، طوریکه کیسه طی فرایند غربالگری باز نگردد. بخش فوقانی با لاشبرگهایی پُر می‌شود که نباید تا به لبه بالایی برسند. مسئول غربالگری، با گرفتن دو دستگیره، غربالگر را چندین بار تکان داده تا ته مانده‌ها و بی‌مهرگان کوچک را به ته کیسه بریزند در حالیکه بخشهای درشت‌تر روی تور باقی می‌مانند.



شکل شماره ۴-۹.  
 (الف) ساخت غربالگر لاشبرگ. (ب) ابعاد بیرونی کیسه مینی وینکلری. (پ) ساخت کیسه مینی وینکلری (Fisher, 1999a).

دستگاه غربالگر باید هم به طرفین و هم به طرف بالا و پایین تکان داده شود (به شکل شماره ۵-۹ الف رجوع شود). لاشبرگ بخش فوقانی باید چندین بار در طول فرایند زیر رو شود. وقتی که لاشبرگ خیلی خشک است، باید آن را بسیار کم تکان داد، زیرا که بیشتر جانوران سریعاً از راه تور خارج شده و تکان دادن طولانی تنها باعث خواهد شد که ته مانده‌های بیشتری به داخل نمونه راه یابند. وقتی که لاشبرگ مرطوب باشد، باید در مدت طولانی تری تکان داده شود تا شاید مورچه‌هایی که به برگها گیر می‌کنند پایین بیافتند. شاید لازم باشد که فرایند غربالگری چندین بار برای هر نمونه در یک متر مربع تکرار شود. پس از غربال نمونه، بالای کیسه غربالگر را باید دو بار حلقه زد تا مطمئن شد که جانوران از بالا فرار نکنند.

کیسه نمونه باید به اندازه‌ای بزرگ باشد تا بتواند یک نمونه لاشبرگ را نگه دارد، و شماره نمونه باید روی آن قید شود. کیسه باید نفوذپذیر باشد و از جنس مصنوعی (مانند، نایلون) ساخته شده باشد تا از فرسودگی جلوگیری کند. محتویات داخل کیسه غربالگر از طریق دهانه ته آن وارد کیسه نمونه می‌گردد. پس از این، کیسه نمونه باید با گره‌ای محکم بسته شود. اگر بناست کیسه‌های نمونه چند روز در هوای خشک نگهداری شوند، لازم است با کمی آب نمونه را مرطوب کرد. کیسه‌های نمونه جدا شده و در کیسه وینکلری مورد پردازش قرار می‌گیرند.

کیسه وینکلری (شکلهای ۴-۹ب، پ، و ۵-۹پ) متشکل از جعبه فلزی است که پوشش کاموایی یا کنانی را نگه می‌دارد. لاشبرگهای داخل هر کیسه نمونه جدا شده و به داخل یک یا چند کیسه ورودی با مِشهای ۴ میلی متری، جدا می‌شوند، که در داخل کیسه وینکلری آویزان می‌مانند. مورچه‌های درون لاشبرگ از کیسه‌های توری خارج شده و در ظرف نمونه متصل به ته کیسه جمع آوری می‌گردند. کیسه‌های ورودی دارای دوخت بخیه‌ای در وسط داشته باشند که به کیسه‌ها امکان می‌دهد تا شکل تخت را حفظ نمایند، که این کار خروج مورچه‌ها از لاشبرگ را تسریع می‌بخشد. ظرف نمونه ممکن است کیسه حلقه‌ای یا لیوان تقریباً پُر از محلول اتانول باشد. نخستین گام در استفاده از کیسه وینکلری، پیدا کردن سایت محافظت شده‌ای است که این کیسه می‌تواند در آن نصب شود. یک کیسه می‌تواند از یک میخ روی دیوار، از تیرک داخل انبار، از خَرک زیر چادر برزنتی در محل مطالعه، یا از شاخه یک درخت در سایتهایی که در آنجا احتمال باران کم است، آویزان گردد.



(ب)



(الف)



(پ)

شکل شماره ۵-۹. استخراج لاشبرگ با کمک کیسه وینکلری. (الف) الک/غربال کردن لاشبرگ. (ب) انتقال لاشبرگ الک شده به داخل کیسه ورودی مش دار که در داخل کیسه وینکلری آویزان است. (پ) کیسه‌های وینکلری آویزان تیرکهای حائل، در حالیکه محقق ته مانده مازاد را از کیسه‌ها جمع آوری می‌کند. عکس از دونات آگوستی.

مهم است که مکانی پیدا شود که کیسه نمونه با وزش باد به چپ و راست حرکت نکرده یا به رهگذر برخورد نکند، چونکه لرزش یا تکان خوردن باعث می‌شود که ته مانده اضافی وارد ظرف نمونه شوند. برای پُر کردن کیسه ورودی، یک ظرف خشک برای جمع کردن باقی مانده نمونه در حال ریختن بدان متصل نمایید. باید هر یک از کیسه‌های وینکلری را براساس نمونه‌ای که قرار است دریافت کند برچسب بزنید.

قدم بعدی توزیع محتویات کیسه نمونه به یک یا چند کیسه ورودی است (به شکل شماره ۵-۹ب رجوع شود). پیش از پُر کردن کیسه‌های ورودی، پرده‌ای بزرگ پلاستیکی سفید رنگی را روی زمین قرار دهید، کیسه‌های ورودی را آماده کرده، و یک یا دو ویال را در دست نگه داشته تا مورچه‌های در حال فرار وارد آن شوند. کیسه‌های ورودی را باز کنید، ماده‌ای را روی پرده ریخته، و فوراً هر کیسه را با دست پُر کنید. کیسه‌های ورودی را روی لاشبرگ قرار دهید طوری که جانوران در حال فرار مجدداً به لاشبرگ بازگردند. هر وقت که کیسه‌ای پُر می‌شود، هر از چند گاهی و به آرامی کیسه را تکان داده تا محتویات ته نشین شوند. فضاهای داخل لاشبرگ ممکن است مانع از خروج مورچه از کیسه گردد. بخاطر اینکه مورچه‌ها پیش از خارج شدن به بالای ستون لاشبرگ می‌جهند، مؤثرترین کار آن است که هر کیسه ورودی تا جایی که ممکن است بطور کامل پُر شود طوری که تنها آخرین کیسه، در صورت لزوم، نیمه پُر گردد. مطمئن شوید که کیسه‌های ورودی در کنار دوخت بخیه‌ای به شکل تخت قرار گرفته‌اند.

پس از اینکه کیسه‌های ورودی پُر شدند، آنها را داخل کیسه‌های وینکلری آویزان کنید (به شکل شماره ۵-۹پ رجوع شود). اینکار باید هر چه سریعتر انجام گیرد. کیسه "مینی وینکلری" <sup>۱</sup> که در شکل شماره ۴-۹ب و پ نشان داده شدند یک کیسه ورودی دارند؛ کیسه وینکلری استاندارد (به پیوست ۱ رجوع شود) تا چهار کیسه را جای خواهد داد. محتویاتی را که روی زیرانداز خاکی ماندند به داخل لیوان ریخته و آنها را در کیسه ورودی قرار دهید. سپس، آن محتویاتی که وارد ظرف نمونه وارد شده‌اند، به کیسه ورودی ریخته شوند. محلول اتانول را به لیوان اضافه کنید و آنها مجدداً در داخل کیسه وینکلری قرار دهید. سرانجام، بخش فوقانی این کیسه را جهت جلوگیری از فرار مورچه‌ها با یک گره کامل و یک گره بند کفشی ببندید. کیسه وینکلری باید بتواند حداقل ۲۴ ساعت و ترجیحاً ۴۸ ساعت کارایی داشته باشد. لاشبرگ‌های بدست آمده از جنگلهای بارانی منطقه آتلانتیک برزیل که امکان پردازش یک روزه

---

1. Fisher (1999a);

را داشتند تقریباً ۹۰٪ از مورچه‌ها و ۷۰٪ گونه‌های خاص که از نمونه قابل استخراج بودند در اختیار گذاشتند و در دو روز تقریباً ۹۵٪ مورچه‌ها و ۸۵٪ از گونه‌های خاص جمع‌آوری شدند<sup>۱</sup>. طول مدت زمانی که هر کیسه وینکلری می‌تواند به پردازش بپردازد بستگی به مدت اقامت محقق در محل مطالعه، تعداد نمونه‌های مورد پردازش، و نیز تعداد کیسه‌های وینکلری در دسترس دارد (به فصل ۱۰ رجوع شود). سرعت استخراج مورچه از نمونه‌های لاشبرگ با ریختن خود لاشبرگ به کیسه پلی اتیلین و تکان دادن یکبار در هر ۲۴ ساعت پردازش افزایش پیدا می‌کند. وقتی که لاشبرگ به آرامی تکان می‌خورد و به کیسه ورودی بر می‌گردد، مورچه‌هایی که در مرکز لاشبرگ می‌نشینند مجدداً آشفته شده، و شروع به حرکت می‌کنند، و سرانجام بیرون می‌افتند. بعد از ۴ روز، دلایی و دُو ناشیمنتو دریافتند که نمونه‌هایی که روزی یکبار آشفته می‌شدند ۱۵٪ مورچه‌های بیشتر و ۷۰٪ گونه‌های خاص بیشتری از نمونه‌های غیر آشفته ارائه می‌کردند. یک نتیجه‌گیری از دوره پردازش این است که ظرف جمع‌آوری نمونه را بیرون آورده و محتویات آن را با محلول اتانول شسته و وارد ویال برچسب دارد بریزید.

### روش استخراج قیف برلزی

در روش قیف برلزی، مقداری از لاشبرگ برای پردازش مستقیماً وارد یک یا چند قیف می‌شود. قیفها سپس زیر لامپ یا در آفتاب قرار می‌گیرند. همچنانکه بخشهای فوقانی ستون لاشبرگ خشک می‌شوند، بی‌مهرگان سیار به پایین ستون لاشبرگ و به ته قیف کشانده شده و بدین ترتیب وارد ظرف نمونه می‌شوند<sup>۲</sup>. قیفهای برلزی قابل خریداری بوده، تعبیه گشته، یا از دیگر گونه‌های قیف، که بعداً شرح داده خواهند شد، بازسازی می‌شوند.

### منابع

منابع مورد نیاز در این روش عبارتند از: قیفهای برلزی، یک پلات کاذب، کیسه‌های نمونه بزرگ پلاستیکی، لیوانهای پلاستیکی، زیرانداز خاکی، نخهای حائل قیفها، تعدادی ویال، مقداری محلول اتانول، و یک منبع نوری (اختیاری).

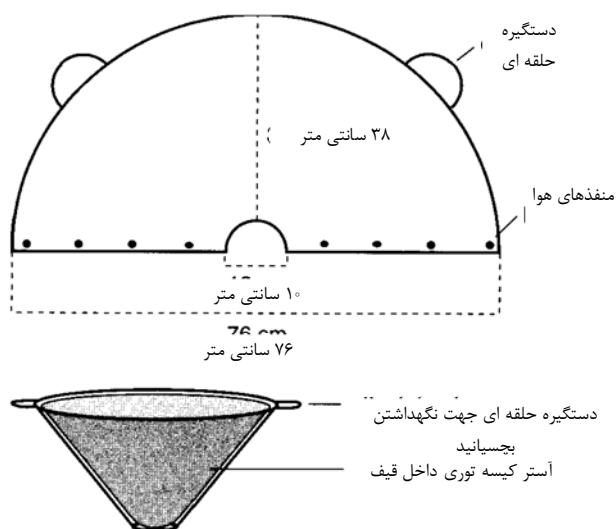
### روشهای استخراج

لاشبرگها، همانند آنچه که پیش از این در مورد روش استخراج وینکلری عنوان شد، جمع

- 
1. Delabie et al. (2000);
  2. Southwood (1978);

آوری می‌شوند.

این بخش به توصیف یک نوع ساده، قابل حمل، و ارزان فرایند قیف برلزی می‌پردازد. قیف برلزی ممکن است از یک پارچه ملافه‌ای آستاتی با ضخامت ۰/۷ میلی متری ساخته شود. این قیف طوری درست می‌شود که ممکن است باز بوده و بصورت تخت حمل شده و یا اینکه برای حرکت غلتاننده می‌شود. شرح کلی الگوی ساخت قیف در شکل شماره ۶-۹ توضیح داده شده است.



شکل شماره ۶-۹. الگوی مورد استفاده در ساخت قیف برلزی (بخش بالایی) و نمای قیف نصب شده (بخش پایینی).

برای نصب قیف، ابتدا دو لبه بدون خمیدگی ورق بهم وصل می‌شود که کمی در انتها روی هم قرار می‌گیرند، طوریکه با چهار یا پنج سوراخ پانچ شده با هم تنظیم می‌گردند. سپس گیره‌های کاغذی را از طریق سوراخهای مشخص عبور داده و کشیده می‌شوند.

کیسه‌ای که برای نگهداشتن لاشبرگ درون قیف استفاده می‌شود از توری پلاستیک (قابل دسترس در پارچه فروشها) با مشهای تقریباً ۳ میلی متری ساخته می‌شود. این کیسه با متصل کردن لبه‌های یک قطعه دایره‌ای شکل مش به لبه فوقانی قیف با گیره‌های کاغذی ساخته می‌شود. دو گوش واقع در لبه بیرونی قیف خم می‌گردد و ممکن است برای گیر دادن آنها به یک حائل، مانند دو صندلی یا پله‌های یک نردبان که بصورت افقی توسط خرکها یا میز کار نگهداشته می‌شود بکار رود (نردبان ممکن است ۵ یا ۶ عدد قیف داشته باشد). از طرفی، قیف



برلزی ممکن است از قیفهای نفت یا آشپزخانه، شاید با اصلاحات جزئی (مثلاً، بریدن بخش انتهایی قیف نفت)، ساخته شود.

پیش از پُر کردن کیسه توری در قیف، پارچه پلاستیکی سفید یا لیوان خشک را برای جلوگیری از هدر رفتن مواد که از تور خارج می‌شوند زیر قیف قرار دهید. همانگونه که در روش استخراج وینکلری هم عنوان شد، تکه‌های چوب، توده‌های گل، و گنده‌های پوسیده را پیش از قرار دادن آنها در داخل قیف، خرد و متلاشی کنید. پس از پُر کردن، مطمئن شوید که دهانه ته قیف مسدود نشده باشد. سپس، موادی را که وارد تور می‌شوند به روی نمونه بیافزایید. لاشبرگ باید در وسط قیف تقریباً ۱۰ تا ۱۲ سانتی متر عمق داشته باشد. ظرف نمونه را که پُر از محلول اتانول است در زیر قیف قرار دهید.

اگر چراغ برقی با سایه بازتابنده (یا وسیله بازتابنده زوروقی تعبیه شده از کاغذ آلومینیم) در دسترس باشد، این چراغ را تقریباً ۲ سانتی متر بالاتر از سطح لاشبرگ آویزان نمایید. برای کاهش خطر، سعی کنید لامپ به لاشبرگ نچسبد. ممکن است به منظور دور کردن حشرات پرنده که ممکن است شب هنگام به چراغ جذب شوند غربال توری به بالای قیف اضافه می‌گردد. اگر چراغ برقی در کار نباشد، قیف را در آفتاب درخشان و به دور از باد و دیگر عوامل تنش زا قرار دهید. نمونه باید تا وقتیکه لاشبرگ خشک است یا به مدت ۲ تا ۴ روز، که بستگی به شرایط لاشبرگ، دما، و رطوبت دارد، مورد پردازش قرار گیرد. الکل باید هر روز در صورت نیاز بازبینی و مجدداً تهیه شود. هرگز قیف را برای کاهش خاک داخل نمونه جابجا نکنید. پس از کامل شدن پردازش، محتویات داخل ظرف نمونه را جهت ذخیره وارد ویال یا بطری برچسب دار نمایید. در صورت لزوم، قدری اتانول تازه به ویال اضافه کنید.

### داده‌های خروجی

هر دو روش لاشبرگی داده‌های زیر را تولید کردند: غنا، ترکیب، فراوانی نسبی، و بسامد گونه‌ها در میان نمونه‌های لاشبرگی.

### ارزیابی

روشهای نمونه‌گیری لاشبرگی برای مورچه نسبتاً کم مورد استفاده قرار گرفته‌اند، و بنابراین مورچه‌هایی که در زیستگاه‌های کوچک لاشبرگی سکونت دارند تا اندازه زیادی ناشناخته باقی

می‌مانند<sup>۱</sup>. هم روش وینکلری و هم روش برلزی جوامع مورچه لاشبرگری فراوان و متنوع نمونه‌گیری می‌کنند، که با روشهای دیگر بدلیل زیستگاههای پنهان و میدانی فعالیت کوچک شدت کم نمونه‌گیری می‌شوند<sup>۲</sup>. در تحقیقات پیرامون مورچه، کیسه‌های وینکلری ممکن است بخش نسبتاً زیادی از گونه‌های منحصربفرد را در مقایسه با تله‌های چاله‌ای در اختیار بگذارند<sup>۳</sup>. بسیاری از گونه‌های خاص و کلی مورچه اغلب در یک نمونه لاشبرگی نشان داده می‌شوند، و روشهای وینکلری و برلزی کارا ترین روش دستیابی به نمونه‌های گسترده در زیستگاههای کوچک لاشبرگی بشمار می‌روند. با همه این اوصاف، گونه‌های بزرگتر، فعال، و روستح زی مورچه قاعدتاً کمتر نمونه‌گیری می‌شوند، چونکه آنها باعث فراری نمونه‌های لاشبرگری می‌شوند، و نمونه‌گیری لاشبرگی متمرکز مستلزم تلاش و هزینه فراوان (بویژه در روش استخراج وینکلری) است.

دلایلی و دو ناشیمنتو (داده‌های چاپ نشده) نشان داده‌اند که چندین گونه از مورچه‌های لاشبرگری در جنگلهای بارانی منطقه آتلانتیک برزیل در مقایسه با کیسه‌های وینکلری در قیفهای برلزی با تعداد کم نمونه‌گیری شده‌اند. آنها این تفاوتها را به روش غربالگری بکار رفته در کیسه‌های وینکلری نسبت می‌دهند، که باعث می‌شود مورچه‌ها نسبتاً سریع خارج شده و تا آن حدی که برخی مورچه‌های حساس ممکن است، پیش از آنکه لاشبرگ را در قیف‌های برلزی ترک کنند، خشک شده و تلف شوند.

## نمونه‌گیری کلونی-محور

### اهداف

در نمونه‌گیری کلونی-محور، کلونیهای مورچه در یک منطقه معین جهت برآورد تراکم کلونی و نظارت بر تغییرات در جمعیتها مورد شناسایی و شمارش قرار می‌گیرند. معمولاً موقعیت کلونیا طوری مشخص می‌گردند که فرایندهای جمعیت‌شناختی و روابط مکانی در میان کلونیاها<sup>۴</sup> و نیز بین کلونیاها و ویژگیهای محیطی<sup>۵</sup> ممکن است مورد مطالعه قرار گیرند. این

1. Olson (1991); Agosti et al. (1994);
2. Greenslade & Greenslade (1971); Majer (1996);
3. Olson (1991);
4. Herbers (1994);
5. Crist & Wiens (1996);

روش برای نمونه گیری از گونه‌های مورچه‌ای که در یک منطقه آشیانه می‌سازند و برای محقق در چندین نوع زیستگاه قابل شناسایی اند مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### منابع

منابع مورد نیاز در این روش عبارتند از: طَبَق سفید رنگ برای جداسازی (در زیستگاههای کوچک لاشبرگری)، تعدادی ویال، مقداری محلول اتانول، فورسپ، دستگاه مکنده، و منابعی برای مشخص کردن نقشه کلونیا (اختیاری).

### روشهای استخراج

در زیستگاههای روباز مانند بیابانها<sup>۱</sup>، برخی کلونیهای مورچه ممکن است براساس ساختار شاخص بخش روسطحی آشیانه یا به طریق مشاهده مورچه‌های کارگر در کنار آشیانه‌ها، برای نمونه گیری گونه‌ها شناسایی گردند. اینگونه شناسایی البته نیازمند آگاهی از جامعه محلی مورچه‌ها پیش از بکار گیری این روش است. آشیانه‌ها با جستجوی منطقه نمونه گیری، معمولاً در امتداد ترانسکتهای نواری شکل (مستطیلی) (مثلاً، ۱×۵۰ متری<sup>۲</sup> یا ۲۰×۱۸۰۰ متری<sup>۳</sup>) یا با جستجوی پلات مورد مطالعه مشخص بواسطه همپوشی ترانسکتهای کمربندی، و مشخص کردن هر آشیانه مورد مشاهده در ترانسکتهای مورد شناسایی قرار می‌گیرند<sup>۴</sup>. وسعت و طول ترانسکتهای و اندازه پلاتها بستگی به تراکتهای کلونی و آشکار بودن آشیانه‌ها خواهد داشت. غالباً این مطالعات به گونه‌های معمول، فعال، و بزرگ جثه محدود می‌شوند چونکه سایر گونه‌ها دارای عادات پنهان، مسیرهای آشیانه غیر آشکار، و یا هر دو هستند.

در جنگلهای مملو از لاشبرگ، بیشتر آشیانه‌ها غیر آشکار هستند، و منطقه نمونه گیری باید با زیر رو کردن لاشبرگ و خاک جستجو شود. مورچه‌ها در موقع آشیانه‌سازی در خاک، لابلای برگهای فرسوده، در انواع سرشاخه‌های فرسوده، در هسته‌های درختانی مانند بلوط، و زیر صخره‌ها، پیدا می‌شوند. مقادیری از لاشبرگ و خاک که از زمین جدا می‌شوند جهت یافتن مورچه‌ها در یک لگن سفید رنگ قرار می‌گیرند (همچنین به بخش مربوط به نمونه گیری متمرکز رجوع شود). بخشی یا تمامی آشیانه ممکن است در داخل ویال جمع شده، و محلی را

1. Schumacher & Whiford (1976); Whitford (1978); Bernstein & Gobble (1979);
2. Wisdom & Whitford (1981);
3. Johnson (1992);
4. Chew (1995);

که آشیانه در آنجا یافت می‌شود ممکن است برای تعیین موقعیت آن با چوب پرچم علامت گذاری گردد. این روش مخرب است، بنابراین ممکن است روشهای موقتی با نمونه‌گیری در پلاتهای اطراف مورد بررسی قرار گیرند.<sup>۱</sup> گزینه غیر مخرب این است که طعمه‌ها را بطور اصولی در پلاتها قرار دهیم و مسیرهای حرکت مورچه‌های کارگر را برای یافتن تعدادی از آشیانه‌ها در پلات مورد نظر دنبال کنیم<sup>۲</sup> (همچنین به بخش مربوط به نمونه‌گیری متمرکز رجوع شود). اجرای این روش ساده تر است، اما در برخی موارد تنها ممکن است یک سری از آشیانه‌ها را نمونه‌گیری نماید زیرا طعمه‌ها تحت کنترل آشیانه‌های مورچه‌ها یا کلونیهای غالب در می‌آید چونکه برخی گونه‌ها در مقایسه با سایرین کمتر به طعمه جذب می‌شوند. بدیهی است که دامنه مکانی نمونه‌گیری با محدودیت روش نمونه‌گیری مواجه باشد. مثلاً، هریز (۱۹۸۹، ۱۹۹۴)<sup>۳</sup> جوامع مورچه جنگلی را از راه جستجوی لاشبرگ و خاک برای یافتن آشیانه در پلاتهای ۲۵ متر در واحد مربع مورد مطالعه قرار داد. کریست و ویان (۱۹۹۶)<sup>۴</sup> موقعیت جغرافیایی کلونیهای بزرگ و آشکار مورچه‌های دروگر مغرب زمین بنام *Pogonomyrmex occidentalis* را در مناطق استپی علف کوتاه واقع در نواحی ۱۴۰ هکتاری با کمک نرم افزار سیستم نقشه برداری و جغرافیایی هوایی کم ارتفاع که در آن تصاویر به اعداد و ارقام تبدیل می‌شوند تعیین کردند.

برای بسیاری از تحقیقاتی که به پرسشهای مربوط به اکولوژی پرداختند، محققان ممکن است هر آشیانه را بعنوان یک واحد نمونه مستقل مورد بررسی قرار دهند. با وجود این، محققان نباید مسیرهای ورودی آشیانه را با خود آشیانه اشتباه بگیرند؛ یک آشیانه ممکن است چندین راه ورودی قیفی شکل یا مخروطی شکل در فواصل مختلف از یکدیگر داشته باشند (مانند، *Lasius* و برخی گونه‌های *Pheidole*). در برخی مطالعات مربوط به جمعیت مورچه‌ها، لازم است که شناسایی کنیم که تعداد آشیانه ممکن است تعداد کلونیهای بلحاظ ژنتیکی مجزاً را بیش از حد نشان دهد. دلیل این امر این است که برخی گونه‌های مورچه چند آشیانه‌ای هستند، در حالیکه گونه‌های خاص یک کلونی از دو یا چند آشیانه مجزاً برخوردارند. این چالش را ممکن است با کوچ دادن گونه‌های خاص در میان آشیانه‌هایی که تصور می‌شود معرف یک کلونی باشند مورد بررسی قرار گیرد. مورچه‌های کارگر معرف ممکن است با اندود

1. Herbers (1989);
2. Herbers (1985);
3. Herbers (1989, 1994);
4. Crist & Wiens (1996);

کردن شان با پودر فلورسنت قابل شناسایی باشند<sup>۱</sup>. روابط تهاجمی یا تدافعی (مثلاً، نمایشهای تهدید، تعقیب شکار، نیش زدن، حمله گروهی) بین گونه‌های کوچ یافته و ساکنان آشیانه نشان می‌دهند که آشیانه‌ها نماینده کلونیهای مجزاً هستند. رابطه بین تهاجمی بودن، هم جنس بودن آشیانه، و چند آشیانگی می‌تواند کاملاً متغیر و پیچیده بوده و ممکن است نیاز به بررسی بیشتر داشته باشد<sup>۲</sup>.

### داده‌های خروجی

داده‌های تولید شده در نمونه گیری کلونی-محور مؤلفه‌های غنا، ترکیب، تراکم کلونی، و موقعیت کلونی را شامل می‌شود.

### ارزیابی

نمونه گیری کلونی-محور می‌تواند با تکیه بر گونه‌های خاص بلحاظ ژنتیکی مجزاً، ولی نه بر اساس مؤلفه‌های فعالیتی کلونیها، دورنمای جمعیت-محور را در مورد جوامع فراهم نماید. همانگونه که قبلاً هم ذکر شد، روشهای نمونه گیری فعالیت-محور ممکن است الگوهای موجود در ساختار جمعیتی را اشتباه نشان دهند. کلونیهای مورچه اطلاعات بی‌ظنیری را پیرامون موقعیت اکولوژیکی در اختیار می‌گذارند چونکه موقعیت کلونی واکنشهای مورچه‌های کارگر و نیز واکنش ملکه را، بویژه از راه انتخاب آن بعنوان سایت آشیانه، منعکس می‌سازد<sup>۳</sup>. نمونه گیری کلونی-محور بیشتر یک تحقیق تک گونه‌ای را تأمین می‌کند و برای توسعه راهکارهای حفاظتی برای گونه‌های در معرض خطر ضروری است. در مطالعات مربوط به جوامع مورچه، محققان باید سوگیری بالقوه در قبال مورچه‌هایی که آشیانه‌های غیر آشکار دارند شناسایی نمایند.

### نمونه گیری فشرده

#### اهداف

هدف اصلی از نمونه گیری فشرده این است که داده‌ها را پیرامون تعداد کل مورچه‌ها در یک

- 
1. Snyder & Herbers (1991);
  2. Banschbach & Herbers (1996);
  3. Johnson (1992);

منطقه از طریق جستجو تمامی مورچه‌ها و جمع‌آوری آنها در پلاتهای ثابت جمع‌آوری کنیم. این روش برآورد دقیقی از تعداد کلونیه‌ها و گونه‌های مورچه در هر واحد منطقه، و همینطور برآوردی از کل غنای گونه سایت مورد نظر ارائه می‌دهد.

همانگونه که در مورد برخی از نمونه‌گیریهای کلونی-محور صادق است، تمام کلونیهای مورچه ممکن است جهت کسب داده‌ها در مورد تعداد مورچه‌های کارگر، ملکه‌ها، مولد‌های (بالداران) نر و ماده، و شفیره‌ها در هر کلونی جمع‌آوری می‌گردند. این "مجموعه آشیانه زی" در زمینه ویژگیهای تاریخیچه زندگی کلونیهای مورچه (مثلاً، حجم کلونی، وضعیت تولید مثل) اطلاعاتی فراهم می‌کند که هم برای متخصصان طبقه‌بندی و هم برای اکولوژیست‌ها بسیار مفید هستند. این روش در همه نوع زیستگاهها قابل استفاده است؛ بویژه برای زیستگاههای بلحاظ ساختاری پیچیده و مملو از لاشبرگ مناسب است.

## منابع

منابع مورد نیاز عبارتند از: چارچوبه یا آویزک پلات، طَبَق سفید رنگ جداسازی و طَبَق غربالگری، جنس طعمه، بیلچه و کیسه‌های نمونه (جهت خاک نمونه)، تعدادی ویال یا کیسه‌های حلقه‌ای، مقداری اتانول، فورسپ، و یک دستگاه مکنده.

## روشهای استخراج

نمونه‌ها معمولاً در پلاتهای کاذب ۱ متر مربعی نصب شده در یک ترانسکت خطی بدست می‌آیند. همچنانکه در نمونه‌گیری در پلاتهای کاذب معمول است، پلات مورد نظر با استفاده از یک تکه چوب یک متری قابل اندازه‌گیری بوده و با کمک چوب پرچمهای کوچک در گوشه‌ها علامت گذاری می‌گردند، یا اینکه نمای پلات با یک پلات کاذب یک متر مربعی از پیش اندازه‌گیری شده که از تیوب حاوی کلراید پُلی وینیل (PVC) ساخته شده اند مشخص می‌شوند.

مورچه‌ها با بازبینی دقیق تمام لاشبرگ درون پلات نمونه‌گیری می‌شوند (به بخش مربوط به نمونه‌گیری کلونی-محور رجوع شود). لاشبرگ، پس از بازبینی، در داخل طَبَق غربالگری قرار می‌گیرد، که از یک غربالگر با سطح مشی سیمی قرار گرفته در مرکز یک طَبَق کم عمق تشکیل می‌گردد و سپس در یک طَبَق عمیق تر که حداقل به میزان ۳۰×۳۰ سانتی متر باشد قرار می‌گیرد. یک آبکش فلزی را می‌توان بجای غربال سیمی بکار بُرد. پس از جمع‌آوری مقداری لاشبرگ در طَبَق، محقق این طَبَق را چند بار تکان می‌دهد طوریکه مورچه‌ها و دیگر جانوران

کوچک از داخل غربالگر به داخل طبق زیرین وارد شوند. این روش غربالگری اضافی اطمینان می‌دهد که هیچ مورچه‌ای در هنگام بازبینی لاشبرگ از نظر پنهان نماند. هر گاه یک آشیانه مورچه پیدا می‌شود، کل آشیانه - از جمله مورچه‌های کارگر، ملکه (ها)، بالداران (مولدها)، و شفیره‌ها - جمع آوری شده و در یک ویال حاوی محلول اتانول نگهداری می‌گردند. جهت صرفه جویی در وقت در تحقیق میدانی، هر کلونی مورچه پیدا شده در سرشاخه‌ها، لاشبرگ‌ها، یا کُنده‌ها می‌تواند در داخل کیسه‌های پلاستیکی قابل مهر موم مجدداً قرار گرفته و براساس پلات و آشیانه علامت گذاری می‌گردد. مورچه‌ها سپس از کیسه‌های داخل آزمایشگاه جمع آوری شده و در یک یا چند ویال حاوی محلول اتانول نگهداری می‌شوند. مورچه‌های موجود در پلات اما بدون آشیانه نیز مورد جمع آوری قرار گرفته و یکجا در یک ویال تحت عنوان "گونه‌های ولگرد" قرار داده می‌شوند. مجموعه آشیانه زی و گونه‌های ولگرد باید در ویال‌های جداگانه نگهداری شوند طوری که مورچه‌هایی که در پلات آشیانه می‌کنند از مورچه‌هایی که ممکن است خارج از پلات لانه داشته باشند قابل تشخیص باشند.

پس از آنکه تمامی لاشبرگ خارج شدند، پلات طعمه گذاری می‌گردد. خُرده‌های کلوچه با رنگ روشن، طعمه ایده آلی است زیرا این خُرده‌ها برخلاف لاشبرگ تیره رنگ بسیار قابل رؤیت هستند. همانند نمونه گیری در روش کلونی-محور، کلوچه‌ها، یا طعمه دیگر، برای کمک به تعیین موقعیت هر یک از آشیانه‌های مورچه در خاک خُرده شده و روی پلات ریخته می‌شود. پس از گذشت ۱۵ تا ۶۰ دقیقه، پلات بازبینی شده و هر مورچه‌ای که خُرده‌های کلوچه را با خود حمل می‌کند تا آشیانه خود دنبال می‌شود. اگر آشیانه‌ای در داخل پلات قرار داشته باشد، آن آشیانه باید جمع شود، که اینکار مستلزم کندن آشیانه از دل خاک است. در صورتیکه آشیانه خارج از پلات قرار گرفته باشد، مورچه همچون گونه‌های ولگرد جمع آوری می‌شوند. برخی جنسهای نهانزی، از قبیل *Trachymyrmex* و *Basiceros*، در صورت ایجاد ناآرامی تظاهر به مردن می‌کنند و تقریباً از دید پنهان می‌شوند تا اینکه مجدداً شروع به حرکت می‌کنند. اگر پلات مورد مطالعه بمدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه از تنش بدور باشد، مورچه‌ها مجدداً شروع به فعالیت کرده و احتمالاً جمع آوری می‌شوند. پس از اتمام نمونه گیری، بهتر است که لاشبرگ جدا شده به پلات بازگردانده شود طوری که مورچه‌ها و سایر جانوران بتوانند آن محیط را شناسایی کنند.

چندین گونه مورچه منحصر بفرد ممکن است کاملاً زیر خاک آشیانه داشته باشند، و

فراوانی آنها ممکن است با توجه به عمق خاک متفاوت باشد<sup>۱</sup>. مورچه‌های خاکزی را می‌توان با بیرون کشیدن توده‌های خاک (مثلاً، ۳۰×۲۰×۲۰ سانتی متری) برای نمونه‌گیری از کیسه‌ها و نیز بُرش عمودی توده‌ها به نمونه‌های کوچکتر (مثلاً، به تکه‌های ۵ سانتی متری) برای بررسی تغییر در ترکیب و فراوانی در ازای عمق خاک، سرشماری کرد<sup>۲</sup>. سپس نمونه‌های کوچکتر ممکن است در یک طبق سفید رنگ جستجو شده یا با کمک روشهای تفکیک شناور (به فصل ۱۱ رجوع شود) از خاک جدا شوند.

### داده‌های خروجی

داده‌های تولید شده به روش نمونه‌گیری متمرکز مؤلفه‌های غنای گونه، ترکیب، فراوانی کلونی و مورچه‌های کارگر، بسامد حضور گونه‌ها و مورچه‌های کارگر در پلاتهای مختلف را شامل می‌شود.

### ارزیابی

برخلاف دیگر روشها، روش نمونه‌گیری فشرده قادر است تصویر کاملی از یک جامعه مورچه در یک پلات نمونه ارائه دهد. کلونی‌های داخل پلات و مورچه‌های کارگر خارج از آن را می‌توان جدا از یکدیگر ثبت و شناسایی کرد. از آنجا که این روش در بین آشیانه‌ها متکی به بازبینی عینی است، احتمال بالقوه‌ای در بروز سوگیری محقق-محور در آن وجود دارد. این روش همچنین نیازمند زمان بیشتری در مقایسه با سایر روشها است. هرچند که روش یاد شده برای مطالعات در مقیاس محدود مفید است، متمرکز بودن در نمونه‌گیری احتمالاً باید مورد شک و تردید قرار گیرد. در تحقیقات مربوط به جوامع مورچه، رومیرو و ژافه (۱۹۸۹)<sup>۳</sup> دریافتند که بعید است که نمونه‌گیری فشرده بتواند گونه‌های زیادی را که با روشهای ساده‌تر به ثبت نمی‌رسند به ثبت برساند. برخی گونه‌های کارگر تندرو ممکن است در موقع جستجو در آشیانه‌ها از پلات بگریزند. ماهیت مخرب این نمونه‌گیری (همچون در برخی گونه‌های موجود در نمونه‌گیری کلونی-محور) ممکن است قیاسهای موقتی را مخدوش نماید.

---

1. Harada & Bandeira (1994);

2. Harada & Bandeira (1994);

3. Romero & Jaffe (1989);



## نمونه گیری مستقیم

### اهداف

نمونه گیری مستقیم یا دستی شامل جستجو و جمع آوری مورچه ها در زیستگاههای کوچک یک منطقه است. برخلاف نمونه گیری فشرده، که هدف آن ارائه برآورد دقیق از تراکم کلونی و مورچه‌های کارگر در منطقه نسبتاً کوچک است، نمونه گیری مستقیم ممکن است بلحاظ مکانی گسترده باشد، و هدف اصلی، ثبت تعداد گونه‌های ساکن در یک منطقه است. در این روش، حداقل منابع مورد نیاز است، هرچند که تجربه کاری با مورچه نیز لازم است.

### منابع

منابع مورد نیاز در این روش عبارتند از: تعدادی ویال، مقداری محلول اتانول، فورسپ و یک دستگاه مکنده، پارچه یا طَبَق سفید رنگ، و یک زمان سنج.

### روشهای استخراج

چندین زیستگاه کوچکی که در آنها انواع مختلف مورچه آشیانه ساخته و فعالیت می‌کنند باید مورد جستجو قرار گیرند، و این جستجوها باید در خاک عریان، در لاشبرگها، روی سرشاخه ها و هسته‌های میوه، لابلای درختچه ها و درختها، در ایفیتها (گیاهان هوازی)، در پای بوته‌های علفی و نیز در ریشه آنها، زیر سنگها، و نیز در کُنده‌های در حال پوسیدن (بویژه زیر پوست آنها؛ همچنین به بخش مربوط به نمونه گیری فشرده و روشهای دیگر برای لایه‌های بیشه‌ای و علفی رجوع شود). سرشاخه‌ها، هسته‌ها، و کُنده‌های درخت باید در طول جستجو (روی پارچه یا طَبَق) شکافته شوند. روش دلخواهی که هولدابلر و ویلسون (۱۹۹۰)<sup>۱</sup> در جنگلها بکار بردند جداسازی برگها از پلاتهای کوچک بمنظور آشکار ساختن خاک و خاکبرگ و مشاهده ۳۰ دقیقه‌ای پلات برای یافتن مورچه‌های کوچک یا نهانزی است. وقتی مورچه‌ها رؤیت می‌شوند، ممکن است با کمک فورسپ، دستگاه مکنده، یا هر دو، مورچه‌ها در داخل ویالها جمع آوری شود. همانند روش فشرده، مجموعه آشیانه‌ها زی باید در ویالهای مجزا و برجسب دار جمع آوری شوند؛ مورچه‌های کارگر ولگرد ممکن است در یک ویال دیگر ریخته شوند.

---

1. Holldobler & Wilson (1990);

همچون دیگر روشها، نمونه‌هایی که در اوقات مختلف روز گرفته می‌شوند گونه‌های مختلفی را شامل خواهند شد. برای اینکه فعالیت جمع‌آوری برای اهداف مقایسه‌ای را بهتر استانداردسازی کنیم، مناطق جستجو شده ممکن است شناسایی شوند و زمان گرفته شده برای جستجو ممکن است با کمک ساعت زمان سنج ثبت شود. وقتی که یک کلونی شناسایی شود و مورد جمع‌آوری قرار می‌گیرد (که ممکن است چندین دقیقه به طول بیانجامد)، زمان سنج باید زمان را نگه دارد. جستجوها ممکن است با متغیرهایی همچون نوع زیستگاه یا زیستگاه کوچک و هویت محقق دسته‌بندی شوند<sup>۱</sup>. هولداپلر و ویلسون (۱۹۹۰، ص. ۶۳۰) اشاره می‌کنند که یک جمع‌آوری کننده مجرب می‌تواند "فهرست تقریباً کاملی از جامعه یک سایت یک هکتاری در یک تا ۳ روز را بدست آورد."

### داده‌های خروجی

داده‌های تولید شده در نمونه‌گیری مستقیم مؤلفه‌هایی همچون غنا، ترکیب، و بسامد حضور گونه‌ها در پلاتها را شامل می‌شود.

### ارزیابی

می‌توان بسیاری از گونه‌هایی را که در یک منطقه زندگی می‌کنند به روش نمونه‌گیری مستقیم در یک زمان نسبتاً کمی ثبت کرد<sup>۲</sup>. نمونه‌گیری مستقیم ممکن است بلحاظ مکانی هزینه‌بر باشد، و چندین زیستگاه کوچک در یک منطقه ممکن است همزمان نمونه‌گیری شوند. نمونه‌گیری مستقیم برای تحقیق کوتاه مدت پیرامون جامعه مورچه بسیار مفید است. اما، ثبت فراوانی در این روش دشوار یا غیرممکن است (هرچند کثرت ممکن است بعنوان یک متغیر جایگزین بکار برده شود). برای اینکه بتوان در این روش کارآمد بود تجربه زیاد لازم است. متغیر بودن مهارت و روشی که محققان بکار می‌برند، و همینطور تفاوت‌های موجود در ساختار زیستگاهی بین مناطق<sup>۳</sup>، میزان مقایسه‌پذیری نمونه‌ها را کاهش می‌دهد، و نمونه‌گیری مستقیم برای نظارت بلندمدت نامناسب است. نمونه‌گیری مستقیم عموماً بعنوان یک مکمل برای دیگر روشها، از قبیل تله‌گذاری چاله‌ای، بکار می‌رود<sup>۴</sup>، و ممکن است تعداد گونه‌های ثبت شده را

- 
1. Longino & Colwell (1997);
  2. Romero & Jaffe (1980);
  3. Greenslade & Greenslade (1977);
  4. Andersen & Reichel (1994);

افزایش دهد.

### روشهای دیگر نمونه گیری از طبقات بیشه‌ای و علفی

هرچند که زیستگاههای کوچک بیشه‌ای و علفی مورد استفاده گسترده مورچه‌ها قرار دارند و تنوع مورچه قابل توجهی را نشان می‌دهند<sup>۱</sup>، پرداختن بطور مفصل به این روشهای مورد استفاده در نمونه گیری از این لایه‌ها امکان پذیر نخواهد بود. در زیستگاههای بیشه‌ای، مه افکنی حشره کُش<sup>۲</sup> یا تله‌های مالز<sup>۳</sup> ممکن است برای نمونه گیری مورچه‌ها در پوشش گیاهی جنگلی مورد استفاده قرار گیرد. روشهای زیر ممکن است جهت نمونه گیری از مورچه‌های ساکن در اندامهای پایینی درختان و لایه‌های علفی بکار روند:

- رویدن گیاهان با تورهای حشره گیر بمنظور جمع آوری مورچه‌ها<sup>۴</sup>.
  - تکاندن گیاهان با چوب بمنظور انداختن مورچه‌ها روی ملافه‌ها یا طبقات سفید رنگ<sup>۵</sup>.
  - استفاده از تله‌های چسبناک جهت صید مورچه‌ها روی ساقه‌ها و شاخک‌های درختان<sup>۶</sup>.
  - جمع آوری دستی مورچه‌ها، مخصوصاً با شکستن سرشاخه‌ها و شاخه‌های اصلی درختان و جستجو برای گونه‌های ایپییتی (به بخش پیرامون نمونه گیری مستقیم رجوع شود). ریزش درختان پس از طوفان فرصت خوبی را برای جمع آوری گونه‌های بیشه‌زی فراهم می‌کند.
- ساوتوود<sup>۷</sup> (۱۹۷۸) و کلیمنتس<sup>۸</sup> (۱۹۸۲) مبحث دیگری را پیرامون این روشها عنوان می‌کنند، و باسیت و همکارانش (۱۹۹۷)<sup>۹</sup> نیز چندین روش نمونه گیری را مروری می‌کنند.

- 
1. Wilson (1987);
  2. Erwin (1983); Majer (1990);
  3. Longino & Colwell (1997);
  4. Lynch (1981);
  5. Andersen & Yen (1992); Majer & Delabie (1994); Perfecto & Snelling (1995);
  6. Majer (1990);
  7. Southwood (1978);
  8. Clements (1982);
  9. Basset et al. (1997);

### همپراکنشهای محیطی

اطلاعات پیرامون محیط زیست در مناطق مختلف که در آن مورچه‌ها جمع‌آوری می‌شوند کمک زیادی به ارزش هر نمونه آزمایشگاهی می‌نماید و برای مطالعات اکولوژیکی بسیار مفید است. اطلاعات هم در سطح منطقه‌ای و هم در سطح محلی (به پیوست ۲ رجوع شود)، و همچنین مختصات جی پی اسی (GPS)، باید هر زمان که ممکن است ثبت شوند. محققان باید ثبت متغیرهای محیطی را که با توزیع و فعالیت مورچه رابطه همپراکنشی داشته یا بر آنها تأثیر می‌گذارند مورد بررسی قرار دهند (به پیوست ۲ رجوع شود). این متغیرهای محیطی عبارتند از:

۱. طبقه‌بندی زیستگاهی بر حسب نوع پوشش گیاهی یا گونه‌های گیاهی غالب، از جمله شیب، وضعیت، و ارتفاع.
  ۲. اطلاعات پیرامون نوع آشیانه‌های مورچه.
  ۳. حرارت سطح خاک و جو، رطوبت نسبی، سطوح تابش نور، و مسیر و سرعت باد.
  ۴. درصد پوشش خاکی خاک عریان، لاشبرگ، پوشش گیاهی، صخره‌ها، گنده‌های درخت، و دیگر سایت‌های آشیانه مورچه بالقوه (که در قالب امتیازی اندازه‌گیری می‌شود) (به بونهام<sup>۱</sup> (۱۹۸۹) رجوع شود).
  ۵. عمق لاشبرگ، که با سیم و در واحدهای ۰/۵ سانتی متری، یا با یک واحد سنجش دیگر اندازه‌گیری و مشخص می‌گردد.
  ۶. نوع و بافت خاک.
  ۷. مختصات عمودی پوشش گیاهی (یا مختصات ارتفاعی شاخ و برگ درختان)، که به صورت تعداد برخورد گیاهان به راد باریک در فاصله‌های ارتفاعی مختلف بالای خاک سنجش می‌گردد.
  ۸. مقدار پوشش گیاهی هوایی، که با کمک دستگاه تراکم سنج یا با چشم برآورد می‌گردد.
- اندازه‌گیری‌ها از قبیل مختصات پوشش گیاهی ممکن است در چندین نقطه اطراف محل نمونه‌گیری صورت پذیرند. ویژگیهای نمونه همچنین باید، به انضمام حجم و تراکم لاشبرگ

---

1. Bonham (1989);

نمونه گیری شده، از جمله اندازه پلات کاذب، اندازه تله چاله ای، و جنس طعمه، ثبت گردند. این اطلاعات درک مکانیزه شده تری از مقایساتی که بین مورچه‌های زیستگاهها و اکوسیستمهای مختلف انجام می‌گیرد ارائه خواهد داد.

جدول شماره ۱-۹. اثر بخشیهای نسبی روشهای مورد استفاده در مطالعه مورچه ها\*

روش های نمونه گیری	مجموع غنای گونه ای	مورچه های روسطح زی	مورچه های لاشبرگزی	فراوانی نمونه های کارگر	رفتار	جمعیت	سهولت	مقایسه پذیری
طعمه گذاری	۰	۰	۰	-	+	-	+	+
تله چاله ای	۰	۰	-	۰	-	-	+	+
نمونه گیری از پلات کاذب	۰	+	-	+	+	-	-	۰
روشهای لاشبرگی	۰	-	+	-	-	۰	۰	+
نمونه گیری کلونی-محور	۰	۰	۰	-	-	+	-	۰
نمونه گیری متمرکز	+	۰	+	۰	-	۰	-	-
نمونه گیری مستقیم	+	+	+	-	-	-	۰	-

\* مؤلفه ها اندازه گیری براساس مقیاس غیرعینی ۳ امتیازی سنجیده شدند: (+) خوب، (۰) متوسط، و (-) ضعیف.

فصل نهم: روش‌های میدانی مورد استفاده در مطالعه مورچه‌های خاکزی / ۲۸۵

جدول شماره ۲-۹. درصد گونه‌های ثبت شده منحصراً با روشهای مختلف در جوامع جداگانه

روش‌های نمونه‌گیری	درصد منحصراً بفرده	حجم نمونه (منطقه، در مقیاس مربع)	مدت زمان (به ساعت) <sup>1</sup>	مأخذ
نمونه‌گیری پلات کاذب	۱۵	۱۲ (۰/۲۵)	۱-۴۲	Andersen (1991 b)
تله چاله ای	۳۰	۲۰	۴۸	
نمونه‌گیری مستقیم	۱۸/۶	۱۰۲۰	گزارش نشده	Cammell et al. (1996)
طعمه ای	گزارش نشده	۱۰	غیر قابل اجرا <sup>2</sup>	
نمونه‌گیری چاله ای + مستقیم + طعمه ای + برلزی/وینکلری	۴۸-۸۲	غیر قابل اجرا	غیر قابل اجرا	Majer (1996)
منحصراً نمونه‌گیری چاله ای	گزارش نشده	۶۱۰	۱۶۸	Majer (1996)
استخراج وینکلری	۴۸	۶۰ (۱/۵)	غیر قابل اجرا	Olson (1991)
تله‌های چاله ای	۱۳	۴۰	۴۸	
کوئیدن ملافه ای	۳۸	۲۰		Perfecto & Snelling (1995)
طعمه ای	۲۴	۵۰	غیر قابل اجرا <sup>2</sup>	
نمونه‌گیری فشرده	۳۸	۳ (۲۵)	گزارش نشده	Quiroz-Robledo & Valenzuela-Gonzales (1995)
تله چاله‌ای (در خاک)	۳۰	۱۸	۷۲	
تله چاله ای	۲۵	۱۸	۷۲	
تله چاله‌ای (روی زمین)	۲۰	۱۸	۷۲	
تله‌های طعمه ای/چاله ای	۱۶	۲۰	۴۸	Romero & Jaffe (1989)
نمونه‌گیری مستقیم	۱۴	گزارش نشده	۴۲	
نمونه‌گیری فشرده	۳	۳ (۷/۵)	۴	

<sup>۱</sup>مدت زمان فعالیتهای نمونه گیری در هر سایت یا فصل در صورت متناسب بودن داده می شود. <sup>۲</sup>مدت زمان نمونه گیری در بین اوقات مختلف روز تقسیم شدند.

اینکه کدامیک از متغیرها اندازه گیری می شوند و اینکه چه معیارهای جزئی در اندازه گیریها وجود دارد همگی بستگی به اهمیت ویژگیهای موجود در زیستگاهی خواهد داشت که از آن نمونه گیری می شود. در پیوست ۲، کلیات یک فرم جمع آوری داده ها را ارائه می دهیم که در هر مکان نمونه گیری قابل استفاده خواهد بود. این فرم وقتی مفید خواهد بود که روشهای متعددی در فعالیتهای فهرست برداری مورد استفاده قرار گیرند.

### نتیجه گیری

جدول شماره ۱-۹ مزایا و معایب روشهای ارائه شده در این فصل را برای چندین مرکز تحقیقاتی و نیز ملاحظات عملی آن را بطور خلاصه بیان می کند. هر روش برای اولویت تحقیقی خاصی مفید است، و ترکیبی از روشها معمولاً فایده بیشتری دارد. بعنوان مثال، از بین ۷۵ درصد تحقیقات چاپ شده پیرامون جوامع مورچه ها که مورد بررسی قرار داده ایم، ۵۶ درصد آن از ۲ یا چند روش نمونه گیری استفاده کردند. چند تحقیق نیز اثربخشی روشهای مختلف در کاهش تعداد موارد ثبت شده از گونه های منحصر بفرد در یک سایت را مورد مقایسه قرار دادند (به جدول شماره ۲-۹ رجوع شود). متأسفانه، این مقایسه ها مخدوش هستند زیرا (۱) این نتایج زمانی در هم ریخته خواهند بود که روشهای مختلف از نظر مکانی بدلیل تغییرات محدود در فراوانی و ترکیب مورچه از هم جدا شوند<sup>۱</sup>، و (۲) کار دشواری است که اگر شدت نمونه گیری و یا دامنه آن در استفاده از روشهای مختلف، حتی وقتی که حجم نمونه مشابه هستند (اما اغلب اینگونه نیست؛ به جدول شماره ۲-۹ رجوع شود) را با هم منطبق سازیم. مقایسه مطمئن روی اثربخشی نسبی روشهای مختلف جهت ثبت گونه های مختلف مورچه مستلزم مطالعات بیشتری است.

استفاده از منحنی های نشانگر تراکم مورچه (به فصل های ۱۰ و ۱۳ رجوع شود) می تواند به استانداردسازی مقایسه ها کمک نماید. از سوی دیگر، از جدول شماره ۲-۹ و دیگر تحقیقات می شود فهمید که استفاده از چند روش به افزایش تعداد گونه های ثبت شده در یک سایت

1. Andersen & Reichel (1994);

کمک می‌کند. طعمه گذاری، تله گذاری چاله‌ای در زیستگاههای کوچک روباز، استفاده از کیسه‌های وینکلری یا قیفهای برلزی برای مورچه‌های لاشبرگزی، و همین‌طور نمونه‌گیری مستقیم مجموعه روشهای ایده‌آلی برای برنامه‌های نظارتی تنوع زیستی بشمار می‌روند و همگی اساس و پایه پروتکل مورچه‌های لاشبرگزی را شکل می‌دهند (به فصل ۱۴ رجوع شود). این ترکیب از نمونه‌ها هم مقایسه‌پذیری نمونه‌ها را تضمین خواهد کرد و هم اینکه انتظار می‌رود تصویر کاملی از جوامع مورچه را عرضه نماید. موفقیت در هر برنامه نمونه‌گیری لزوماً به پروتکل نمونه‌گیری مورد استفاده در هر روش، و نیز به تفسیر دقیق از داده‌هایی که محدودیتهای روش مطالعه را مشخص می‌کنند بستگی خواهد داشت.

### تقدیر و تشکر

بسیاری از شرکت‌کنندگان در همایش پیرامون مورچه‌های لاشبرگزی اطلاعاتی را که در این فصل آمده است در اختیار اینجانب قرار دادند. از آلن اندرسن، برایان فیشر، جاناتان میچر، و هرالدو واسکونسلوس در این خصوص بطور ویژه سپاس‌گزاری می‌نمایم. از جوان هربرز که دیدگاههای ارزشمندی را در اختیارم گذاشت، و نیز از استفانی بستلمایر، جان لانگینو، و اسکات میلر که روی این مقاله نظر داده اند کمال تشکر را دارم. این مقاله با حمایت مالی بنیاد ملی علوم به جان وینز به شماره (DEB-95-27-111) در طول آماده‌سازی به سرانجام رسید.





## فصل ۱۰

### فعالیت نمونه گیری و انتخاب روشها

ژاک ایچ سی دلای، برایان ال؛ فیشر، جاناتان دی میجر؛ و ایان دابلیو رایت

مطالعات متعددی انجام شده است که کارایی روشهای گوناگون نمونه گیری از مورچه‌های خاکزی مناطق جنگلی بارانی، از جمله تله گذاریهای چاله‌ای (به آدیس، ۱۹۷۹<sup>۱</sup>، رجوع شود)، استخراج وینکلری (به اُلسون، ۱۹۹۱<sup>۲</sup>، رجوع شود)، طعمه گذاری (به فاولر، ۱۹۹۵<sup>۳</sup>، رجوع شود)، جمع آوری دستی از پلاتهای مصنوعی<sup>۴</sup>، و تله گذاری آشیانه‌ای با استفاده از سایتهای آشیانه‌سازی مصنوعی<sup>۵</sup>، را مورد ارزیابی کیفی قرار داده اند. اما، تحقیقات بسیار اندکی به این موضوع که چه تعداد نمونه گیری جهت دستیابی به یک آمار نسبتاً کاملی از جامعه مورچه‌ها لازم است پرداخته اند (به فیشر، ۱۹۹۹a<sup>۶</sup>، رجوع شود). این فقدان پیشینه لازم تا حدودی ناشی از این است که بیشتر تحقیقات گذشته پیرامون نمونه برداری از مورچه‌ها صرفاً با هدف ارائه

- 
1. Adis (1979);
  2. Olson (1991);
  3. Fowler (1995);
  4. Room (1975);
  5. Young (1986);
  6. Fisher (1999a);

فهرستی از جانوران یک منطقه صورت گرفته اند (به ویلسون، ۱۹۵۹؛ کاور و همکاران، ۱۹۹۰؛ ویرهاق، ۱۹۹۰<sup>۲</sup>، رجوع شود) تا اینکه براساس یک محاسبه دقیق از تنوع زیستی مهم بر حسب تعداد گونه ها و فراوانی نسبی انجام شده باشند.

روش کیفی زمانی ممکن است کافی باشد که هدف، تنها ارائه فهرستی از گونه‌های موجود باشد. اما اگر قرار باشد مورچه‌ها بعنوان شاخص‌های زیستی بخشی از محیط محسوب شوند، و یا اگر آمار دقیقی از گونه‌ها مد نظر باشد، آنگاه باید محاسبات بر حسب غنا و فراوانی در هر واحد منطقه یا در هر واحد نمونه گیری بروشنی توصیف شوند. در اینگونه موارد، لازم است بدانیم که آیا این نمونه‌ها درصد نسبتاً بالایی از گونه‌های مورچه موجود را توصیف می‌کنند یا خیر؛ اگر توصیف نکنند، آنگاه، باید درصد کل جامعه مورچه‌های مورد نمونه برداری را تخمین بزنیم.

با یک روش نمونه برداری بعید است که بتوان تمامی مورچه‌های موجود در لاشبرگ و یا سایر قشرهای زمین را توصیف کرد. برای رفع این مشکل، محققان، اغلب، از روشهای تلفیقی جهت نمونه گیری تکمیلی استفاده می‌کنند. روشهای تلفیقی مورد استفاده در نمونه گیری از مورچه‌های خاکزی مناطق جنگلی بارانی عبارتند از: استخراج وینکلری هم از لاشبرگ و هم از خاک<sup>۳</sup>؛ استخراج وینکلری و تله‌های چاله‌ای<sup>۴</sup>؛ استخراج وینکلری، تله‌های چاله‌ای و جمع آوری دستی<sup>۵</sup>؛ تله‌های چاله‌ای و جمع آوری دستی<sup>۶</sup>؛ تله‌های چاله‌ای و طعمه گذاری<sup>۷</sup>؛ و قیفهای برلزی و طعمه گذاری<sup>۸</sup>. در فصل حاضر، از داده‌های بدست آمده از مطالعات گسترده‌ای که راجع به جوامع مورچه در پوششهای گیاهی کاکائو در کشور برزیل صورت گرفتند بهره می‌گیریم تا به دو هدف برسیم: (۱) بهترین تلفیق در روشهای نمونه گیری جهت بالا بردن شمار گونه‌های مورچه خاکزی مناطق جنگلی بارانی؛ و (۲) رابطه بین اندازه تک تک نمونه‌های لاشبرگ و تعداد گونه‌های بدست آمده از روش نمونه گیری قیفهای برلزی و یا

- 
1. Wilson (1959);
  2. Cover et al. (1990);
  3. Veerhagh (1990);
  4. Belshaw & Bolton (1994a);
  5. Olson (1991);
  6. Andersen & Majer (1991); Fisher (1996a, 1998, 1999b);
  7. Jackson (1984);
  8. Fowler (1995);
  9. Levings (1983);

استخراج وینکلری.

## روشها

پژوهش میدانی بر طبق مرکز تحقیقات درخت کاکائو (موسوم به CEPLAC) در منطقه اِهیوز، باهای (با طول جغرافیایی  $14^{\circ}$  درجه و  $45'$  دقیقه جنوبی و عرض جغرافیایی  $39^{\circ}$  درجه و  $13'$  دقیقه غربی)، در کشور برزیل انجام گرفت. سایت CEPLAC پیش از این دارای بارانهای جنگلی اطلسی (Mata Atlantica) بود، هر چند که بخش عمده آن هم اکنون پوشیده از درختان کاکائو است. پوشش گیاهی کاکائو زیستگاهی را فراهم می‌کند که خیلی از ویژگیهای بارانهای جنگلی بومی را حفظ می‌کند، و از طرفی، مورچه‌های خاکزی شباهت زیادی با جانوران زیستگاه اصلی خواهند داشت<sup>۱</sup>.

## آزمایش روشهای نمونه‌گیری

یک هکتار از پوشش گیاهی درختان کاکائو ۲۰ ساله که مرتب کشت می‌شدند، و پوشیده از *Erythrina fusca* بودند، به سه ردیف شش حفره ای، که هر کدام به مقیاس  $23/5m \times 23/5m$  بودند، تقسیم شدند. برای هر کدام از روشهای نمونه‌گیری، سه نقطه نمونه بطور تصادفی در هر سلول انتخاب شدند، که نهایتاً ۵۴ نمونه برای هر روش و برای کل محل نمونه‌گیری انتخاب گردیدند. نمونه‌گیری اساساً برای شمارش تعداد مورچه‌های خاکزی، لاشبرگری، رو خاکزی، تنه درختزی، و گیاهزی انجام شد؛ نتایج اولیه در تحقیق انجام شده توسط دلابی و همکاران (۱۹۹۴)<sup>۲</sup> گزارش شدند. در اینجا، ما به بررسی تنها آندسته از روشهای نمونه‌گیری می‌پردازیم که به لایه خاک و لاشبرگ مربوط می‌شوند. ۱۷ روش نمونه‌گیری که تاکنون مورد استفاده قرار گرفته به قرار زیرند:

۱. **نمونه‌های خاک خُرد.** تکه‌های خاک به اندازه ۱۵ سانتی متری از هر ضلع کنده شده، جدا شده، الک شده، و سپس در یک سطح سفید رنگ مورد بازبینی قرار گرفتند طوری‌که مورچه‌ها براحتی قابل جداسازی بودند.
۲. **نمونه‌های خاک درشت.** تمامی موارد ذکر شده در شماره ۱، لحاظ گردیده، بجز

1. Belshaw & Bolton (1993); Young (1986); Delabie et al. (2000);

2. Delabi et al. (1994);

- اینکه اضلاع تگه‌ها دارای قطر ۳۰ سانتی متری بودند.
۳. **نمونه‌های قیف پرلزی.** نمونه‌های لاشبرگ با اندازه ۱ متر در مقیاس مربع جمع آوری شده و بمدت ۲۴ ساعت در داخل قیفی قرار داده شدند.
  ۴. **نمونه‌های استخراج وینکلری.** تمامی موارد ذکر شده در شماره ۳، لحاظ شده، بجز اینکه لاشبرگ غربال شده، و سپس بمدت ۲۴ ساعت در درون کیسه‌های وینکلری قرار گرفت.
  ۵. **تله‌های چاله‌ای (۲۴ ساعته).** یک تله چاله‌ای با قطر ۷۵ میلی متر، که حاوی آب و قطره‌ای شوینده بود، بمدت ۲۴ ساعت در هوای آزاد قرار داده شد.
  ۶. **تله‌های چاله‌ای (۷ روزه).** تمامی موارد ذکر شده در شماره ۵، لحاظ شده، جز اینکه تله‌ها حاوی مخلوطی از اتانول و گلیسرول بودند و بمدت ۷ روز در هوای آزاد قرار داده شدند.
  ۷. **طعمه ساردین (۴ ساعته).** تگه‌های کوچک ساردین روی قطعه‌ای (مربع شکل) از زوروق قرار داده شدند، و مورچه‌هایی که جذب آن می‌شدند پس از ۴ ساعت جمع آوری شدند.
  ۸. **طعمه ساردین (۲۴ ساعته).** تمامی موارد ذکر شده در شماره ۷، لحاظ گردیده، جز اینکه طعمه‌ها پس از ۲۴ ساعت مورد بازبینی قرار گرفتند.
  ۹. **طعمه گوشت (۲۴ ساعته).** تگه‌های کوچک گوشت روی قطعه‌ای (مربع شکل) از زوروق قرار داده شدند، و مورچه‌هایی که جذب آن می‌شدند پس از ۲۴ ساعت جمع آوری گردیدند.
  ۱۰. **طعمه آرد گیاه کاساوا (۴ ساعته).** توده کوچکی از آرد گیاه کاساوا درشت دانه روی قطعه‌ای (مربع شکل) از زوروق قرار داده شد، و مورچه‌هایی که جذب آن می‌شدند پس از ۴ ساعت جمع آوری گردیدند.
  ۱۱. **طعمه آرد گیاه کاساوا (۲۴ ساعته).** تمامی موارد ذکر شده در شماره ۱۰، لحاظ گردیده، جز اینکه طعمه‌ها پس از ۲۴ ساعت مورد بازبینی قرار گرفتند.
  ۱۲. **طعمه شکر (۴ ساعته).** مقدار کمی از محلول رقیق شکر روی قطعه‌ای (مربع شکل) از زوروق قرار داده شد، و مورچه‌هایی که جذب آن می‌شدند پس از ۴ ساعت جمع آوری گردیدند.

فصل دهم: نمونه‌گیری و انتخاب روش‌ها / ۲۹۳

۱۳. **طعمه شکر (۲۴ ساعته)**. تمامی موارد ذکر شده در شماره ۱۲، لحاظ گردیده، جز اینکه طعمه‌ها پس از ۲۴ ساعت مورد بازبینی قرار گرفتند.
۱۴. **طعمه پوست پرتغال (۴ ساعته)**. تکه کوچکی از پوست پرتغال روی قطعه‌ای (مربع شکل) از زرورق قرار داده شد، و مورچه‌هایی که جذب آن می‌شدند پس از ۴ ساعت جمع‌آوری گردیدند.
۱۵. **طعمه پوست پرتغال (۲۴ ساعته)**. تمامی موارد ذکر شده در شماره ۱۴، لحاظ شده، جز اینکه طعمه‌ها پس از ۲۴ ساعت مورد بازبینی قرار گرفتند.
۱۶. **بازبینی چوبهای خشک**. شاخه در حال پوسیدن اطراف محل نمونه‌گیری شکافته شد و سپس مورچه‌های داخل آن جمع‌آوری شدند.
۱۷. **بازبینی پوسته درخت خشک کاکائو**. پوسته کاکائوی در حال پوسیدن شکافته شد و سپس مورچه‌های داخل آن جمع‌آوری گردیدند.

تعدادی دیگر از روشهای نمونه‌گیری جهت جمع‌آوری مورچه‌ها از سایر لایه‌های موجود در پوشش گیاهی مورد استفاده قرار گرفتند. این روشها عبارت بودند از: امحای شیمیایی و کوبیدن درختان، طعمه‌گذاری با استفاده از گوشت و ساردین در درختان، بازبینی پوسته‌های درخت خشک کاکائو روی درختان، بازبینی گیاهان علفی انگلی شکسته، و مشاهده مستقیم در فواصل زمانی ثابت. بررسی چنین روشهای جمع‌آوری مورچه‌ها خارج از حوصله این فصل بوده و در چاپ بعدی بدانها پرداخته خواهد شد.

### آزمایش نمونه‌گیری گسترده

جهت بررسی تأثیر تعداد نمونه‌ها روی تعداد گونه‌های بدست آمده، مجموعه وسیعی از نمونه‌های خاک و لاشبرگ در اطراف پوشش گیاهی کاکائوی ۶۰ ساله جمع‌آوری گردیدند. این منطقه از پوشش گیاهی ۲۰ ساله، که پیش از این توضیح داده شد، در دو روش مهم تفاوت دارند:

اول اینکه، درخت کاکائو با شاخ و بال کمتر و در میان تقریباً ۱۵ گونه از درختان جنگلی بومی رؤشکوبی رشد می‌کند، و از این رو یک زیستگاه بلحاظ ساختاری متنوع تری نسبت به گیاه ۲۰ ساله ایجاد می‌نماید؛ و دوم اینکه، در این مدت سی ساله هیچ سمومی برای دفع

آفتهای آن بکار نرفته است. در پوشش گیاهی یاد شده، ۵۰۰ مورد از نمونه‌های لاشبرگ در یک متر در مقیاس مربع از مناطقی به وسعت ۰/۸۷ هکتار متر مربع به روش استخراج وینکلری و بطور تصادفی جمع آوری گردیدند.

### آزمایش حجم نمونه‌ها، پوشش گیاهی ۶۰ ساله درخت کاکائوی بریزلی

جهت بررسی تأثیر اندازه نمونه‌های لاشبرگ روی تعداد گونه‌های بدست آمده، از گیاه ۶۰ ساله، مانند آنچه که پیش از این گفته شد اما در اندازه‌های متفاوت، نمونه‌هایی جمع آوری گردید. نمونه‌ها در اندازه‌های ۰/۰۱، ۰/۰۴، ۰/۲۵، و یک متر در مقیاس مربع، و هر کدام با ۲۰ تکرار، به روش قیف برلزی جمع آوری و استخراج شدند. طعمه نمونه گیری مشابهی با استفاده از روشهای استخراج وینکلری همچنین مورد استفاده قرار گرفت، جدای از اینکه نمونه گیری‌های اضافی هم با اندازه ۲ متر در مقیاس مربع انجام گردید.

### تجزیه و تحلیل داده‌ها

تمامی مورچه‌ها در هر آزمایش ابتدا در سطح گونه شکل دسته‌بندی شدند، سپس در سطح جنس و، در صورت امکان، در سطح گونه شناسایی گردیدند. برای هر روش نمونه گیری، ماتریسی از گونه‌های مورچه خاص بر حسب نمونه‌های خاص انجام داده و بسامد هر یک از گونه‌ها در نمونه‌ها تعیین کردیم. سپس تحلیلهای استاندارد تنوع زیستی روی مجموعه داده‌های منتج انجام گردید. برای بررسی بیشتر پیشینه تحلیلهای آماری که در این بخش مورد بحث قرار گرفت، به فصل ۱۳ رجوع شود.

برآوردگر پوششی مبتنی بر بروز (ICE)<sup>۱</sup> و برآوردگر جکنایف<sup>۲</sup> از جمله روشهای ناپارامتری مورد استفاده در برآورد غنای گونه در جوامع محلی که گونه‌ها از آن جمع آوری می‌شوند بشمار می‌آیند، یعنی برآورد می‌کنند که چه تعداد گونه (بانضمام آنهایی که جمع آوری نشده‌اند) در جامعه نمونه گیری وجود دارند. محاسبه برآوردگر پوششی مبتنی بر بروز براساس تعداد گونه‌های یافت شده در ۱۰ واحد نمونه گیری یا کمتر انجام می‌پذیرد، در حالیکه برآورد جکنایف بر اساس بسامد مشاهده شده از گونه‌های منحصر بفرد است. جهت برآورد اینکه چه درصدی از مجموع غنای گونه‌ای با هر یک از روشهای مورد استفاده در

1. Lee & Chao (1994); Chazdon et al. (1998);

2. Heltshe & Forrester (1994);

مطالعه اخیر جمع‌آوری گردیدند، پلاتهایی از منحنی‌های تراکم گونه‌ها در هر نمونه ایجاد شدند که در آن تراکم گونه‌ها بعنوان یک تابع تعداد نمونه‌های گرفته شده تعیین گردیدند. برای هر نمونه متوالی سه مقدار تعیین شدند: تعداد گونه‌های مشاهده شده، برآوردگر پوششی مبتنی بر بروز (ICE) تعداد کل گونه‌های موجود، و برآوردگر جکنایف تعداد کل گونه‌های موجود. برای منحنی‌های تراکم گونه، یک صد بار بصورت تصادفی چینش نمونه صورت گرفت و میانگین برآوردهای ICE و جکنایف برای هر موقعیت نمونه بعدی با کمک نرم افزار EstimateS محاسبه شدند<sup>۱</sup> (همچنین به کولول و کولینگدون، ۱۹۹۴؛ چازدون و همکاران، ۱۹۹۸؛ رجوع شود).

خط مجانب منحنی تراکم گونه (یعنی، آن مقداری که منحنی به عنوان یک حد به آن می‌رسد) به عنوان تعداد کل گونه‌های موجود در سایت نمونه، از جمله آنهایی که جمع‌آوری نشدند، توصیف می‌گردد. در مطالعه اخیر، مجانب منحنی تراکم گونه‌های مشاهده شده با کمک برآوردگرها<sup>۲</sup> و با استفاده از معادله دو پارامتری (M-M)<sup>۳</sup> و روش درست‌نمایی بیشینه رایج‌میکرز (۱۹۸۷)، که بر اساس گشتار معادله دو پارامتری اِدی-هافستی صورت می‌گیرد، محاسبه گردید. تعداد گونه‌های مشاهده شده و نسبت مجانب معادله دو پارامتری نشان داده شده با این عدد برای حجمهای مختلف در ازای هر یک از روشهای نمونه‌گیری محاسبه گردیدند.

تعداد گونه‌های جمع‌آوری شده از تلفیق مختلف روشهای نمونه‌گیری گوناگون کاربردهای مهمی را برای مطالعات نمونه‌گیری آینده خواهند داشت. برای ارائه بهترین تلفیق روشهای نمونه‌گیری که در آزمایش روشهای نمونه‌گیری مورد بررسی قرار می‌گیرند، ابتدا جدولی از تعداد کل گونه‌های نمونه‌گیری شده در هر روش آماده شد. روشی که بیشترین گونه را نمونه‌گیری کرد شناسایی گردید، و تلفیق‌ها از جمله یک یا دو روش نمونه‌گیری دیگر جهت ارائه بهترین تلفیق دو یا سه روشی با هدف بالا بردن تعداد گونه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند.

برای ارزیابی تأثیر حجم نمونه لاشبرگزی که مورچه‌ها به روش قیف برلزی یا استخراج وینکلری از آن جمع‌آوری شدند، میانگین تعداد مورچه‌های خاص و تعداد گونه‌ها در هر

- 
1. Colwell (1997);
  2. Colwell (1997); Colwell & Coddington (1994); Chazdon et al. (1998);
  3. Colwell (1997);
  4. Colwell & Coddington (1994);



استخراج محاسبه گردیدند؛ تعداد کل گونه ها از ۲۰ نمونه گرفته شده از یک منطقه خاص نیز مورد محاسبه قرار گرفت.

## نتایج و بحث

در تفسیر برآوردهایی که روی غنای گونه انجام می شود باید چند عامل را در نظر گرفت. یک منحنی تراکم گونه ای به منطقه مورد مطالعه، فصل یا سال، و نیز روشهای مورد استفاده اختصاص دارد. بکارگیری روشهای جمع آوری دیگر، یا تحقیق در منطقه یا فصل متفاوت در یک سایت، قطعاً گونه های دیگری را جمع آوری می کند. تعداد واقعی گونه ها در یک منطقه و در یک زمان مشخص البته نامعین است، اما، در اکثر موارد، نمونه گیری فراگیر بلحاظ فیزیکی و لجستیکی امکان پذیر نیست. اگر یک منحنی تراکم گونه ای مشاهده شده یا برآورد شده کاهش را در سرعت تراکم گونه ای در تعداد نمونه های جمع آوری شده، و سپس روشهای خاص بکار رفته را نشان دهد، این تعداد نمونه ها احتمالاً برای برآورد غنای گونه در منطقه یا ترانسکت مورد مطالعه کافی است. از سوی دیگر، اگر این منحنی برای تعداد نمونه های جمع آوری شده سریعاً افزایش یابد، آنگاه ممکن است نمونه گیری فشرده تری برای سنجش کافی از تنوع در آن سایت لازم باشد.

تعداد نمونه های کافی برای دستیابی به تعداد مطلق گونه در واقع نقطه ای است که در آن منحنی تراکم، کاهش منطقی را در تراکم گونه نشان می دهد. مشکلات اصلی این تعریف پیرامون "نمونه گیری-کافی" را می توان به نبود یک مجانب مشخص برای تاکسهای متنوع و همینطور دشواری در تعیین کمیته یک "کاهش منطقی در تراکم گونه" اشاره کرد. یک راه حل این مشکل، نمونه گیری تا زمانی است که یک درصد معین - مثلاً ۸۰٪ - گونه های برآورد شده، بر اساس برآوردهای ICE و جکنایف از تعداد کل گونه هایی که در پلات یا ترانسکت پیدا می شوند، بدست آیند. روش دیگر، انجام نمونه گیری تا زمانی است که طبق پیش بینی فعالیت نمونه گیری اضافی به افزایش اندکی در تعداد گونه های نمونه گیری شده دست پیدا کند. در این روش، افزایش گونه های بدست آمده با نمونه گیری اضافی باید در قبال هم هزینه جداسازی و شناسایی نمونه های آزمایشگاهی و هم اهمیت نسبی شناسایی مجموعه کامل از گونه ها در سایت مورد سنجش قرار گیرند. براساس هر روشی که باشد، منحنی های تراکم گونه را می توان با آرایش تصادفی مرتبه تراکم نمونه و استفاده از توابع مجانبی یا غیر مجانبی

## فصل دهم: نمونه‌گیری و انتخاب روش‌ها / ۲۹۷

محاسبه نمود، و مقادیر غنای گونه پیش بینی شده را می‌توان با استفاده از روشهای برآورد ICE و جکنایف، و دو پارامتری (M-M) محاسبه کرد.

### آزمایش روشهای نمونه‌گیری

از هفده روش نمونه‌گیری، مجموعاً ۱۳۹ گونه مورچه بدست آمد. در کل ۹۱۸ نمونه (یعنی، ۱۷ روش × ۵۴ نمونه در هر روش)، اکثر مورچه‌های خاکزی جزء گونه‌های بسیار نادرند، در حالیکه ۴۳ گونه فقط یکبار جمع‌آوری شده، ۱۸ گونه دو بار جمع‌آوری شده، و ۳۴ گونه تا ۱۰ بار جمع‌آوری شده‌اند؛ تنها ۳۹ گونه در ۱۱ نمونه یا بیشتر بدست آمدند.

تعداد گونه‌های نمونه‌گیری شده در ۱۷ روش متفاوت در جدول ۱-۱۰ نشان داده شده‌اند. در این میان، استخراج وینکلری با بیشترین تعداد گونه‌ها (۶۳ گونه)، و بدنبال آن، روش قیفهای برلزی (۴۸ گونه)، بازبینی چوبهای خشک (۴۵ گونه)، نمونه‌های خاک خرد (۴۲ گونه)، و همینطور تله‌های چاله‌ای قرار می‌گیرند. در تله‌های چاله‌ای هفت روزه در مقایسه با تله‌های چاله‌ای ۲۴ ساعته، گونه‌های بیشتری جمع‌آوری شده‌اند (یعنی، ۴۰ گونه در قبال ۲۷ گونه). در نمونه‌های خاک درشت، تنها ۲۶ گونه، و پوسته‌های درخت خشک تنها ۱۷ گونه، جمع‌آوری گردیدند، در حالیکه تعداد گونه‌هایی که با روشهای طعمه‌ای گردآوری شدند هرگز از ۲۰ عدد تجاوز نکرده است. طعمه‌گذاری برای مدت‌های طولانی لزوماً گونه‌های بیشتری را عرضه نمی‌کردند؛ در واقع، در طعمه‌های آرد درخت کاساوا و طعمه شکر، پس از طولانی‌ترین مدت طعمه‌گذاری، تعداد کمتری از گونه‌ها بدست آمدند.

جدول شماره ۱-۱۰. تعداد واقعی گونه‌های مورچه نمونه‌گیری شده در ۱۷ روش توصیف شده در متن

رتبه نمونه‌ها*	تعداد گونه‌ها	روشهای نمونه‌گیری
۱	۶۳	نمونه‌های استخراج وینکلری
۲	۴۸	نمونه‌های قیف برلزی

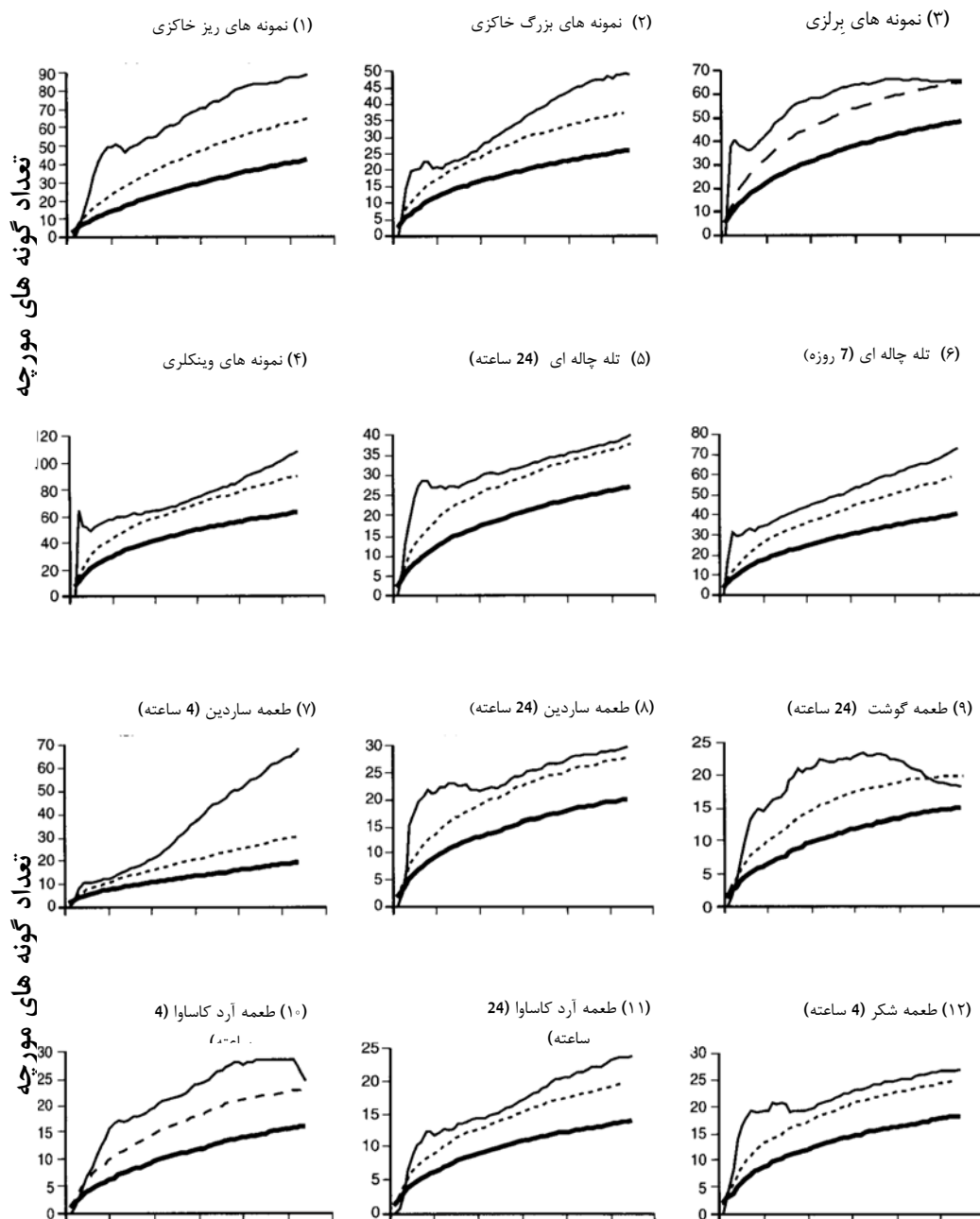
1. Colwell & Coddington (1994);

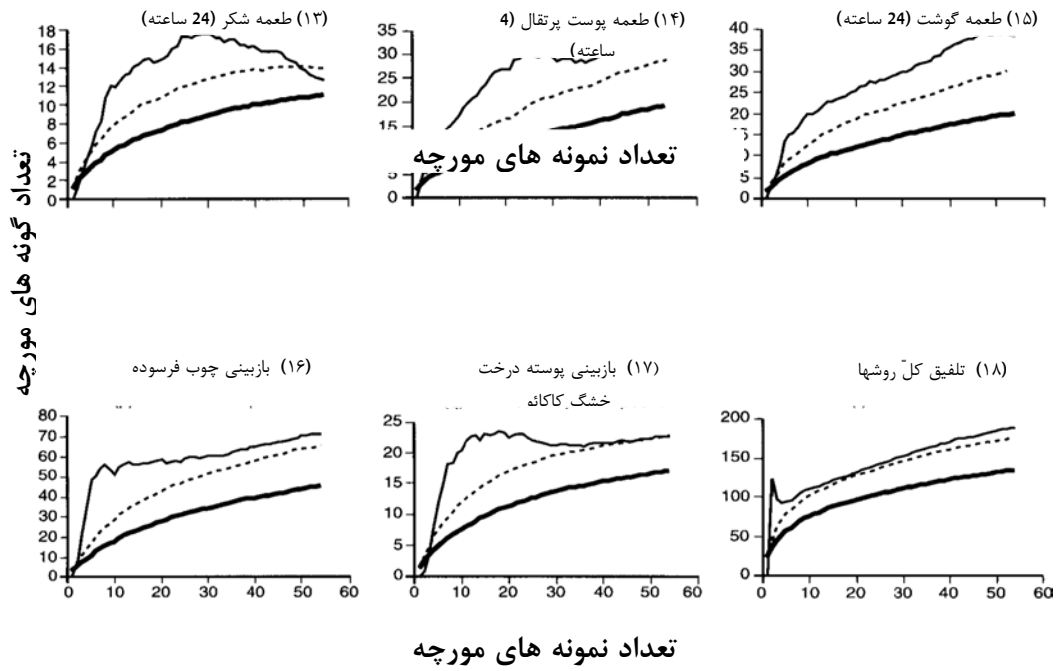
۳	۴۵	بازبینی چوبهای خشک
۴	۴۲	نمونه‌های خاک خرد
۵	۴۰	تله‌های چاله‌ای (۷ روزه)
۶	۲۷	تله‌های چاله‌ای (۲۴ ساعته)
۷	۲۶	نمونه‌های خاک درشت
۸/۵	۲۰	طعمه سردین (۲۴ ساعته)
۸/۵	۲۰	طعمه پوست پرتقال (۲۴ ساعته)
۱۰/۵	۱۹	طعمه سردین (۴ ساعته)
۱۰/۵	۱۹	طعمه پوست پرتقال (۴ ساعته)
۱۲	۱۸	طعمه شکر (۴ ساعته)
۱۳	۱۷	بازبینی پوسته درخت خشک کاکائو
۱۴	۱۶	طعمه آرد درخت کاساوا (۴ ساعته)
۱۵	۱۵	طعمه گوشت (۲۴ ساعته)
۱۶	۱۴	طعمه آرد درخت کاساوا (۲۴ ساعته)
۱۷	۱۱	طعمه شکر (۲۴ ساعته)

\*روشها از شماره ۱ (دارای بیشترین گونه نمونه گیری شده) تا شماره ۱۷ (دارای کمترین گونه نمونه گیری شده) رتبه‌بندی شده اند.

پلاتهای مربوط به منحنی تراکم گونه برای یک یک روشهای نمونه گیری در شکل شماره ۱-۱۰ (۱ تا ۱۷)، و برای کل روشهای تلفیقی در همان شکل (۱۸) نشان داده شده اند. این نمودارها همچنین برآوردهای ICE و جکنایف از غنای گونه را مبتنی بر تعداد تناوبی بیشتر نمونه ها نشان می‌دهند. تطابق بین مقادیر مجانب پیش بینی شده دو پارامتری و حداکثر مقدار واقعی موجود در ۵۴ نمونه نیز در جدول شماره ۲-۱۰ نشان داده شده اند.

فصل دهم: نمونه‌گیری و انتخاب روش‌ها / ۲۹۹





شکل شماره ۱-۱۰. ارزیابی از هر کدام از ۱۷ روش نمونه گیری مورچه‌های لاشه‌گری در کشور برزیل. خط منحنی تراکم گونه‌ای زیرین (خط درشت) نشان دهنده تعداد گونه‌های مشاهده شده بعنوان تابع تعداد ایستگاههای نمونه گیری شده است. منحنی‌های فوقانی برآورد بر مبنای جکنایف (خطوط متقاطع) ناپارامتری و برآورد بر مبنای ICE (خطوط مُمتد) را نشان می‌دهند. مجموع غنای گونه‌ای برآورد شده براساس تعداد تناوبی بیشتر نمونه‌های حاصل از پایگاه داده‌ها بدست می‌آید. خطوط منحنی از میانگین یکصد آرایش تصادفی با روش تراکم نمونه‌ای تعیین می‌شوند.

فصل دهم: نمونه‌گیری و انتخاب روش‌ها / ۳۰۱

جدول شماره ۲-۱۰. تعداد گونه‌های مشاهده شده، که در نمونه‌های حاصل از ۱۷ روش نمونه‌گیری با حجم‌های مختلف مورد ارزیابی قرار گرفتند<sup>۱</sup>

M-M	Jack-knife	ICE	غلای گونه مشاهده شده پس از:				روش‌های نمونه‌گیری
			۱۰ نمونه	۲۰ نمونه	۴۰ نمونه	۷۰ نمونه	
۶۶/۹	۶۴/۶	۸۸/۵	۴۲(۶۲/۸)	۴۹/۶(۴۴/۳)	۴۵/۳(۳۷/۹)	۲۲/۴(۳۳/۵)	نمونه‌های خاصی نبرد
۳۰/۴	۳۷/۸	۴۹/۰	۲۶(۷۵/۵)	۳۲/۷(۷۴/۵)	۳۰/۰(۶۵/۸)	۱۶/۴(۵۳/۹)	نمونه‌های خاصی درشت
۵۵/۳	۶۴/۷	۶۵/۷	۴۸(۸۶/۸)	۴۷/۴(۷۶/۷)	۳۷/۸(۶۸/۴)	۳۱/۲(۵۶/۴)	نمونه‌های قیف‌پیریزی
۶۹/۵	۹۰/۵	۱۰۸/۱	۶۳(۹۰/۶)	۵۵/۰(۷۹/۱)	۴۹/۱(۷۰/۶)	۴۱/۱(۵۹/۴)	نمونه‌های استخراج وینکلری
۳۴/۰	۳۷/۸	۴۰/۰	۲۷(۷۹/۴)	۳۲/۹(۷۰/۲)	۳۰/۸(۶۱/۱)	۱۷/۴(۵۱/۶)	تله‌های چاله‌ای (۲۴ ساعت)
۴۷/۵	۵۹/۶	۷۲/۸	۴۰(۸۴/۳)	۳۴/۴(۷۲/۴)	۳۰/۰(۶۳/۲)	۲۴/۵(۵۱/۷)	تله‌های چاله‌ای (۷ روزه)
۲۱/۲	۳۰/۸	۶۸/۵	۱۹(۸۹/۸)	۳۵/۸(۷۴/۶)	۳۲/۲(۶۲/۲)	۱۰/۵(۴۹/۴)	طعمه‌سار دین (۴ ساعت)
۲۴/۴	۲۷/۹	۲۹/۸	۲۰(۸۲/۶)	۱۷/۸(۷۳/۲)	۳۵/۸(۶۴/۷)	۱۳/۰(۵۳/۴)	طعمه‌سار دین (۲۴ ساعت)
۱۶/۸	۱۹/۹	۲۲/۸	۱۴(۸۳/۲)	۱۲/۲(۷۲/۷)	۱۰/۸(۶۴/۱)	۸/۹(۵۲/۸)	طعمه‌بود درخت کاسا و (۲۴ ساعت)
۲۲/۴	۲۲/۹	۲۴/۶	۱۶(۷۱/۶)	۱۳/۹(۶۲/۲)	۱۱/۸(۵۲/۸)	۹/۳(۴۱/۸)	طعمه‌بود درخت کاسا و (۴ ساعت)
۱۸/۴	۱۹/۹	۱۸/۳	۱۵(۸۱/۳)	۱۳/۴(۷۲/۶)	۱۱/۸(۶۴/۲)	۹/۷(۵۲/۴)	طعمه‌گوش (۲۴ ساعت)
۲۱/۱	۲۴/۹	۲۷/۰	۱۸(۸۵/۴)	۱۶/۰(۷۵/۹)	۱۴/۳(۶۸/۰)	۱۲/۰(۵۶/۷)	طعمه‌شکر (۴ ساعت)
۱۳/۳	۱۳/۹	۱۲/۷	۱۱(۸۳/۰)	۱۰/۰(۷۵/۵)	۸/۹(۶۶/۹)	۷/۳(۵۴/۹)	طعمه‌شکر (۲۴ ساعت)
۲۲/۹	۲۸/۸	۳۴/۹	۱۹(۸۲/۹)	۱۶/۱(۷۰/۰)	۱۳/۸(۶۰/۴)	۱۰/۸(۴۷/۱)	طعمه‌پوست برتقال (۴ ساعت)
۲۵/۵	۳۰/۸	۳۸/۲	۲۰(۷۸/۵)	۱۷/۲(۶۷/۵)	۱۴/۸(۵۸/۱)	۱۲/۰(۴۷/۲)	طعمه‌پوست برتقال (۲۴ ساعت)
۶۳/۱	۶۵/۶	۷۰/۰	۴۵(۷۱/۳)	۳۹/۲(۶۲/۰)	۳۴/۱(۵۴/۰)	۲۷/۶(۴۳/۶)	پا زبینی چوب‌های خشک
۲۱/۸	۲۲/۹	۲۲/۸	۱۷(۷۷/۹)	۱۵/۲(۶۹/۸)	۱۳/۶(۶۲/۴)	۱۱/۲(۵۱/۲)	پا زبینی پوسته درخت خشک کاکائو
۱۳۶/۴	۱۷۶/۲	۱۸۸/۹	۱۳۴(۸۸/۳)	۱۲۱/۵(۸۹/۱)	۱۱۰/۱(۸۰/۷)	۹۵/۸(۷۰/۲)	کل روش‌های نمونه‌گیری

<sup>۱</sup> تعداد نمونه‌ها نشانگر میانگین یکمقدار آرایش تصادفی بصورت ادغام نمونه‌ها است.  
<sup>۲</sup> ICE (برآوردگر پوششی مبتنی بر بروز)؛ Jack-knife (برآوردگر مرتبه اول چکنایف)؛ و M-M (چانب‌دو پارامتری)؛ (ضمناً چانب‌دو پارامتری در پنج ستون اول داخل پارانتز نشان داده شده‌اند).

این جدول همچنین مقادیر مجانب برآوردگرهای ICE و جکنایف، و همینطور نسبتها (یا درصد ها)ی پیش بینی شده مقدار مجانبی دو پارامتری، که در صورت جمع آوری ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، و تمامی ۵۴ نمونه بدست می‌آیند را نشان می‌دهد. درصد مقدار مجانب دو پارامتری بدست آمده، که بستگی به روش نمونه گیری دارد، پس از جمع آوری ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، و تمامی ۵۴ نمونه، بترتیب از ۲۰/۹، ۴۲/۲، ۳۳/۵، تا ۵۹/۱، ۴۴/۳ تا ۷۰/۶، ۳۷/۹ تا ۷۹/۱، و از ۶۲/۸ تا ۹۰/۶ متفاوت بودند. در تمامی موارد، روش استخراج وینکلری، بالاترین درصد مقدار مجانب و نمونه‌های خاک خرد، پایین ترین درصد را به ثبت رساندند. بین درصد مقادیر مجانب که با کمک روشهای نمونه گیری متعدد، که بطور متوسط ۳۴/۶، ۵۰/۴، ۶۱/۸، ۶۹/۸ و ۸۰/۰ بترتیب برای ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، و تمامی ۵۴ نمونه بدست آمدند ارتباط منطقی وجود دارد.

با استفاده از تمامی روشهای تلفیقی، ۷۰٪ مقدار مجانب با ۲۰ نمونه جمع آوری گردید، در حالیکه با استفاده از روشها بصورت تفکیکی، درصد بسیار پایین تری (۱/۵۹-۳۳/۵٪) یعنی تا ۲۰ نمونه جمع آوری گردید، در حالیکه برخی روشها ظاهراً بسیار بهتر از بقیه عمل کردند. از اینرو، در مجموع تحقیق، افزایش نمونه ها از روش تفکیکی لزوماً هیچ گونه جدیدی را به کل سرشماری اضافه نکردند، هر چند که با روشهای خاصی، گونه‌هایی که بندرت با یک روش جمع آوری شدند در روش دیگری رایج بودند.

با توجه به اینکه از منطقه مطالعه با ۱۷ روش نمونه گیری، نمونه برداری شد، و اینکه تعداد نسبتاً زیادی از نمونه ها جمع آوری گردیدند، تعداد کل گونه ها احتمالاً آمار تقریباً کاملی را نشان می‌دهد. علاوه بر آن، صحت و سقم این نتیجه گیری را می‌توان در مقدار مجانب بدست آمده در ۱۳۶/۴ گونه مورچه متعلق به منحنی تمام روشهای تلفیقی یافت (به شکل شماره ۱-۱۰، نمودار شماره ۱۸ رجوع شود)، که بیان می‌کند که ترکیب ۵۴ نمونه جمع آوری شده از ۱۷ روش نمونه گیری، ۸۳/۳٪ از مجانب را ثبت نموده است.

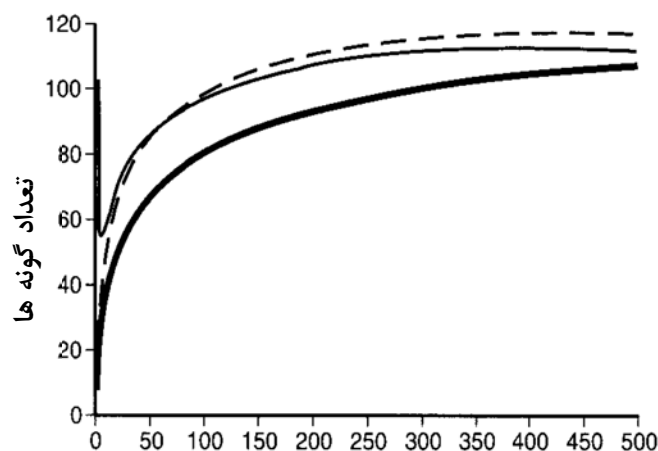
### آزمایش نمونه گیری گسترده

منحنی‌های مربوط به ۵۰۰ نمونه گرفته شده در روش استخراج وینکلری در شکل شماره ۲-۱۰ نشان داده شده اند. همچنانکه در بالا هم اشاره شد، این نمودار، برآوردگرهای ICE، جکنایف و مقدار مجانب دو پارامتری (M-M) را از غنای گونه بر اساس تعداد بیشتر نمونه ها بصورت تناوبی نیز نشان می‌دهد. تطابق بین مقدار مجانبی دو پارامتری پیش بینی شده و حداکثر مقدار واقعی مشاهده شده در ۵۰۰ نمونه در جدول شماره ۳-۱۰ نشان داده شده اند.

### فصل دهم: نمونه‌گیری و انتخاب روش‌ها / ۳۰۳

این جدول همچنین مقادیر مجانب مشاهده شده در برآوردهای ICE و جکنایف، و همینطور درصد پیش بینی شده از مقدار مجانبی که در صورت جمع آوری ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، و تمامی ۵۴ نمونه بدست می‌آیند را نشان می‌دهد.

اگر قرار بر این بود که مقدار مجانب دو پارامتری  $۱۳۶/۴$  گونه بدست آمده در این آزمایش نمونه‌گیری گسترده (که در پوشش گیاهی ۶۰ ساله درخت کاکائو انجام گردید) با مقدار مجانب  $۶۹/۵$  گونه جمع آوری شده در نمونه‌های وینکلری در آزمایش روشهای نمونه‌گیری (که در پوشش گیاهی ۲۰ ساله درخت کاکائو انجام گردید) مقایسه کنیم، ممکن بود به این نتیجه برسیم که غنای گونه مورچه‌ها در پوشش گیاهی ۶۰ ساله درخت کاکائو بالاتر است. در واقع، این اختلاف احتمالاً باقیمانده تعداد فزاینده نمونه‌های بدست آمده در روش وینکلری است که در آزمایش نمونه‌گیری گسترده جمع آوری گردیدند، که در آن، میانگین  $۶۷/۷$  گونه، با  $۵۴$  نمونه تلفیقی جمع آوری شدند. این مقدار با مجموع  $۶۳$  گونه مشاهده شده در  $۵۴$  نمونه استخراج شده از روش کیسه وینکلری در آزمایش روشهای نمونه‌گیری کاملاً برابر است.



تعداد نمونه‌ها

شکل شماره ۲-۱۰. ارزیابی از روشهای نمونه‌گیری وینکلری در برزیل. خطوط این شکل و خطوط شکل ۱-۱۰ از یک قانده پیروی می‌کنند.



وقتی که برآورد می‌شود منحنی تراکم گونه‌ای در کیسه‌های وینکلری در آزمایش روشهای نمونه‌گیری با کمک معادله لگاریتم سوبران و لیورته (۱۹۹۳) تا ۵۰۰ نمونه باشد، پیش‌بینی می‌شود که تعداد گونه‌ها ۱۰۹/۹ گونه افزایش خواهد یافت. این مسئله همچنین با ۱۰۷ گونه مشاهده شده در آزمایش نمونه‌گیری گسترده کاملاً برابر است. اما، شاید گویاترین استدلال در رد وجود تفاوت فاحش در غنای گونه بین پوششهای گیاهی ۲۰ ساله و ۶۰ ساله را می‌توان در شباهت در برآوردهای غنای ۱۳۴/۶ گونه در روش نمونه‌گیری قبلی (که براساس تمامی روشهای تلفیقی انجام گردید) و ۱۳۶/۴ گونه در روش نمونه‌گیری اخیر (که بر پایه تعداد مطلق ۵۰۰ نمونه جمع‌آوری شده از استخراج وینکلری صورت گرفت) جستجو کرد. شایان ذکر است که از ۱۰۰ نمونه نخست، بالغ بر سه چهارم گونه‌هایی که نهایتاً با این روش نمونه‌گیری شدند بدست آمدند، و اینکه از ۲۰۰ نمونه آخر، گونه‌های اضافی بسیار اندکی جمع‌آوری شدند.

### آزمایش حجم نمونه

هم در نمونه‌های قیف برلزی و هم در نمونه‌های کیسه‌های وینکلری، تعداد مورچه‌های خاص، مجموع تعداد گونه‌های مورچه، و میانگین تعداد گونه‌های مورچه در هر نمونه با افزایش حجم نمونه لاشبرگ عموماً افزایش پیدا کرد. اما، هرچند که تعداد گونه‌های خاص با افزایش حجم نمونه بنحو چشمگیری افزایش یافت، افزایش میانگین تعداد گونه‌ها در هر حجم نمونه به مراتب کمتر آشکار گردید. افزایش حجم نمونه از ۰/۲۵ متر تا ۱ متر در مقیاس مربع، و قطعاً از یک متر تا ۲ متر در مقیاس مربع، با سود بسیار محدود برای سرمایه‌گذاری اضافی پُر هزینه در امر تحقیق ارتباط دارد.

جدول شماره ۱۰-۳. تعداد گونه‌های مورچه‌ها مشاهده شده، که در نمونه‌های حاصل از آزمایش نمونه‌گیری وینکلری گسترده در حجم‌های مختلف مورد ارزیابی قرار گرفتند.<sup>۱</sup>

غذای گونه‌های مورد		غذای گونه مشاهده شده پس از تعداد نمونه‌های زیر:									
M-M	Jack-knife	ICE	کل (۵۰۰) گونه	۴۰۰	۳۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۴۰	۳۰	۲۰	۱۰
۱۰۶/۶	۱۱۲/۰	۱۱۲/۰	۱۰۷ (۱۰۳/۳)	۱۰۴/۵ (۱۰۰/۸)	۱۰۰/۱ (۹۶/۶)	۹۲/۷ (۸۹/۵)	۷۹/۵ (۷۶/۷)	۶۲/۱ (۶۰/۰)	۵۶/۳ (۵۴/۳)	۵۰/۰ (۴۸/۲)	۳۶/۵ (۳۵/۲)

<sup>۱</sup>تعداد نمونه‌ها نشانگر میانگین یکصد آرایش تصادفی به روش تلفیق نمونه‌ها است.  
<sup>۲</sup>ICE (برآوردگر پوششی مبتنی بر برون)، جک‌نایف (برآوردگر جک‌نایف)، M-M (چنانچه دو پارامتری)؛ (درصد چنانچه در پنج ستون اول در داخل پرانتز ارائه شده است).

براساس نتایج بدست آمده از آزمایش حجم نمونه، زمانیکه ابزارهای نمونه گیری بحد کافی در دسترسند، بطور کلی شاید کار مؤثرتر این است که تعداد بیشتری از نمونه‌های کوچکتر جمع آوری گردد تا اینکه تعداد کمتری از نمونه‌های بزرگتر جمع آوری شود. از آنجا که کیسه وینکلری بطور مجزا کلاً می‌تواند لاشبرگ غربال شده را از نمونه یک متر در مقیاس مربع در خود جای دهد، اینکار ممکن است مناسبترین حجم نمونه برای اکثر موقعیتهای محسوب گردد.

### وجه مکمل روشهای نمونه گیری

جدول ۴-۱۰ فهرستی از موارد تلفیقی دو یا سه روش نمونه گیری را که بیشترین تعداد گونه‌های مورچه را در آزمایش روشهای نمونه گیری جمع آوری کردند ارائه خواهد داد. در هر مورد، تنها آن موارد تلفیقی را که توانستند چهار برابر بالاترین تعداد گونه‌ها را جمع کنند نشان داده شده اند. در این میان، روش استخراج وینکلری یک مؤلفه شاخص، که بازبینی چوبهای خشک، نمونه‌های خاک خرد، تله‌های چاله‌ای (۷ روزه)، و قیف‌های برلیزی بترتیب بعد از آن قرار دارند. تلفیق‌های متعددی از دو روش نمونه گیری توانستند مجموع گونه‌ها را، که از ۵۹٪ تا ۶۵٪ مجانب دو پارامتری (M-M) محاسبه شده در تمام روشهای تلفیقی را شامل می‌شود، جمع آوری نمایند (به جدول شماره ۲-۱۰ رجوع شود). مجموع گونه‌ها در تلفیق‌های سه روشی ۷۳٪ تا ۷۷٪ مجانب دو پارامتری (M-M) محاسبه شده در تمام روشهای تلفیقی را شامل می‌شدند. همین کار (نتایج ارائه نشده اند) با تلفیق‌های چهار روشی صورت گرفت. بطور کلی، تلفیق‌هایی که تعداد گونه‌ها را کاهش دادند تنها جایگزین‌های روش‌هایی هستند که در جدول شماره ۴-۱۰ فهرست‌بندی شدند. تلفیق روش‌هایی که حداکثر تعداد گونه‌ها (۱۱۷ گونه) را توانستند جمع آوری کنند عبارت بود از نمونه‌های کیسه وینکلری + نمونه‌های خاک ریز + بازبینی چوبهای خشک + تله‌های چاله‌ای (۷ روزه). این مقدار ۱۱۷ گونه مورچه همان ۸۶٪ مقدار مجانب محاسبه شده در تمام روشهای تلفیقی است (به جدول شماره ۲-۱۰ رجوع شود).

## فصل دهم: نمونه‌گیری و انتخاب روش‌ها / ۳۰۷

جدول شماره ۴-۱۰. تلفیق‌های دو و سه روشی در نمونه‌گیری که بیشترین تعداد گونه‌های مورچه را در آزمایش روشهای نمونه‌گیری جمع‌آوری کردند

تعداد گونه	تلفیق روشهای نمونه‌گیری
۱۰۵	نمونه‌های کیسه وینکلری + نمونه‌های خاکِ خُرد + بازبینی چوبهای خشک
۱۰۴	نمونه‌های کیسه وینکلری + بازبینی چوبهای خشک + تله‌های چاله‌ای (۷ روزه)
۱۰۳	نمونه‌های کیسه وینکلری + تله‌های چاله‌ای (۷ روزه) + نمونه‌های خاکِ خُرد
۹۹	نمونه‌های کیسه وینکلری + نمونه‌های خاکِ خُرد + نمونه‌های قیف برلزی
۸۸	نمونه‌های کیسه وینکلری + بازبینی چوبهای خشک
۸۷	نمونه‌های کیسه وینکلری + نمونه‌های خاکِ خُرد
۸۴	نمونه‌های کیسه وینکلری + تله‌های چاله‌ای (۷ روزه)
۸۰	نمونه‌های کیسه وینکلری + نمونه‌های قیف برلزی
۱۳۴	تعداد کل گونه‌های لاشبرگی نمونه‌گیری شده در تمام روشها
۱۶۷	تعداد کل گونه‌های مورچه از تمامی لایه‌ها

### نتیجه‌گیری

انتخاب اینکه از کدام روشهای جمع‌آوری نمونه باید استفاده کرد و اینکه چه تعداد نمونه باید جمع‌آوری شوند تماماً به تعداد مطلق گونه‌های مقصد در فهرست برداری مورد نظر، یعنی به اینکه چه بخشی از جامعه مورچه در فهرست برداری قرار است جمع‌آوری شوند، بستگی دارد. نتایج ارائه شده در اینجا نشان می‌دهند که روش استخراج وینکلری کارآمدترین روش در تحقیقات مورچه‌های لاشبرگی است و از اینرو، این روش باید در تمامی پروتکل‌های فهرست برداری مورچه‌های خاکزی گنجانده شود. اگر روش دومی نیز قرار است بکار برده شود، ما تله‌های چاله‌ای را پیشنهاد می‌کنیم. جمع‌آوری تعداد کل نمونه‌ها باید هم بر طبق تنوع آلفای سایت فهرست برداری و هم با توجه به تعداد مطلق گونه‌هایی که برای دستیابی به اهداف پروژه ضروری است تعیین گردد، اما، براساس نتایج گزارش شده در این تحقیق، در اکثر مواقع، جمع‌آوری ۲۰ نمونه وینکلری در یک متر در مقیاس مربع برای مناطق هم‌اندازه با یک هکتار پوشش گیاهی ۲۰ ساله درخت کاکائو را پیشنهاد می‌کنیم.



## فصل ۱۱

---

### پردازش نمونه‌های آزمایشگاهی تهیه و نگهداری از کلکسیونهای

مورچه

جانای لاتکه

تهیه صحیح کلکسیونهای مورچه درست به اندازه جمع آوری نمونه‌های آزمایشگاهی در محل نمونه گیری حائز اهمیت است. برخلاف برخی موجودات زنده، از قبیل پرندگان و پستانداران، که در محل مطالعه قابل شناسایی هستند، مورچه‌ها باید در محیط آزمایشگاهی نگهداری و برای شناسایی آماده شوند. استفاده از روشهای نگهداری و آماده‌سازی مناسب برای کیفیت کلکسیون امری حیاتی بوده و شناسایی گونه‌ها را تسهیل می‌کند. جمع آوری و شیوه‌های نگهداری و مراقبت ضعیف، ارزش و اعتبار کلکسیونهای تحقیق را به نحو چشمگیری کاهش می‌دهد.

فصل حاضر به بررسی فرایند تهیه کلکسیونهای مورچه بالا بردن ارزش و اعتبار آن می‌پردازد. در این بررسی، تأکید بر کار عملی است، و این فصل به برخی موضوعات که در حفظ کیفیت بالای کلکسیونها امری حیاتی اند توجه دارد. هدف از مبحث حاضر، پرداختن به کلکسیونهای بزرگ و کوچک بطور یکسان است. ابعاد کلی نگهداری کلکسیون حشره در متون

مختلفی (از جمله، مارتین، ۱۹۷۷؛ بورر و همکاران، ۱۹۸۹؛ آپتون، ۱۹۹۱) مورد بحث قرار گرفته اند، و خواننده باید به این متون نیز مراجعه نماید. امیدواریم که کمک ما انگیزه فکری برای متخصصان طبقه‌بندی مورچه و اکولوژیستهای فعال در تحقیقات مورچه فراهم کند. برای کسانی که تازه به جمع مورچه‌شناسی پیوستند، امیدواریم که اینکار کمکی در تضمین ارزش کار علمی شان در کلکسیونهای موزه، و به مطالعه طبقه‌بندی و تنوع مورچه بطور کلی فراهم نماید.

### جداسازی نمونه‌های آزمایشگاهی مورچه

اولین گام در آماده‌سازی نمونه‌های آزمایشگاهی، جداسازی اطلاعات جمع‌آوری شده از محیط تحقیق است. پس از کار میدانی، نمونه‌های آزمایشگاهی مورچه معمولاً در کیسه‌ها، ویالها، و بطریها نگهداری می‌شوند و با خاک، طعمه، و دیگر جانوران و مواد آلی گوناگون آمیخته اند. جداسازی نمونه‌های آزمایشگاهی مورچه از چنین آمیخته‌ای باید کار طاقت فرسایی باشد، اما ما روشهای نمونه برداری در اختیار داریم که با تفکیک خاک و مواد معدنی از نمونه، روند تحقیق را تسریع می‌بخشند. مهم است که نمونه‌های آزمایشگاهی را هر چه زودتر از این مواد جدا سازیم تا از این طریق از آسیب دیدگی نمونه‌ها توسط ذرات مخرب جلوگیری کرده و مانع از رسوب لایه پوششی خاک رُس و نمکهای معدنی روی نمونه‌های آزمایشگاهی شویم.

در خلال فرایند جداسازی، لازم است که داده‌های جمع‌آوری را، بویژه شماره محل تحقیق، را همواره در کنار نمونه‌های آزمایشگاهی نگهداریم، و اینکه نمونه‌های جمع‌آوری شده تا پیش از شناسایی تمامی آنها باهم قاطی نشوند. در این حالت، بهترین کار آن است که، هنگام جابجایی این نمونه‌ها، ابتدا برچسبهایی را فراهم و در داخل ویالها و ظرفهای آزمایشگاهی قرار دهید.

### روش استخراج با آب شور

روش استخراج نمونه‌های آزمایشگاهی مورچه از میان دیگر محتویات به کمک آب شور برای ساده‌سازی و کاهش هزینه بسیار مناسب است. این فرایند ساده است. به آهستگی آب داخل

- 
1. Martin (1977);
  2. Borrer et al. (1989);
  3. Upton (1991);

یک بشیر (= لیوان آزمایشگاهی) را روی یک ظرف داغ گرم کنید، در حالیکه مقادیر کافی از نمک را اضافه کرده تا محلول اشباع شده و هیچ نمک اضافی قابل حل نباشد. آب هرگز نباید در حد جوش باشد. نمونه‌های حاوی مورچه را (مثلاً، نمونه‌های داخل ویال) را به داخل یک استوانه مدرج (درجه‌بندی شده) با قطر ۴ سانتی متری ریخته و سپس الکل را اضافه کنید. محلول نمک را به نمونه بیافزایید، و درب ظرف را ببندید، و آنگاه استوانه را چند باری بالا و پایین تکان دهید. در اینکار، در حالیکه بیشتر مواد آلی، از جمله نمونه‌های آزمایشگاهی مورچه، به سمت بالا حرکت می‌کنند، گل و دیگر مواد غیر آلی ته نشین خواهند شد. ضربه مداوم به استوانه کمک خواهد کرد تا تکه‌های نمونه درشت تری که ممکن است بواسطه جابجایی هوا معلق مانده و یا به کناره‌های استوانه چسبیده باشند جابجا شوند.

پانزده ثانیه صبر کنید تا محتویات ته نشین شوند، سپس مواد معلق را به روی تور ریز چشمه پلاستیکی یا صافی فلزی ریخته و آنرا با الکل تمیز کنید. این فرایند را دو یا سه بار تکرار نمایید، در حالیکه مواد را هر بار با الکل تمیز می‌کنید. محتویات را از تور جدا کرده و آنرا آمیخته با الکل به درون لیوان آزمایشگاهی بریزید. سپس، نمونه‌ها را از دیگر مواد آلی جدا سازید. گاهی اوقات، اندامهای گیاهی، از قبیل ریشه‌ها، یا تکه‌های چوب فرسوده، هنوز وجود دارند، اما حداقل خاک و شن دیگر دیده نخواهند شد.

موادی که در ته استوانه باقی می‌مانند نیز با تمیز کردن آن روی صافی بازبینی شوند، همچنانکه مورچه‌های سنگین تر و دیگر حشرات گاهی اوقات ممکن است در ته استوانه باقی بمانند. اگر مقدار الکل کم باشد، تمیز کردن اولیه نمونه‌های آزمایشگاهی ممکن است با آب گرم صورت پذیرد، اما تمیز کردن با الکل باید پیش از ذخیره‌سازی نمونه‌های آزمایشگاهی تفکیک شده انجام گیرد تا از رقیق شدن الکل در ویال ذخیره نمونه و نیز خطر خراب شدن شلگی جلوگیری گردد.

### جداسازی دستی مورچه‌ها از مواد زائد

لازم است که، یا پس از استخراج با آب شور یا مستقیماً پس از جمع آوری نمونه‌ها از محل تحقیق، نوعی جداسازی آزمایشگاهی انجام گیرد. جداسازی دستی معمولاً با کمک میکروسکوپ تشریح یا استریوسکوپی انجام می‌پذیرد. در آغاز، نمونه‌های جمع آوری شده از میدان تحقیق (از جمله نمونه‌های آزمایشگاهی مورچه) باید در داخل یک ظرف آزمایشگاهی ریخته شده و پخش شوند، که بدین ترتیب لایه‌ای تشکیل می‌دهند که ته ظرف را بطور کامل نمی‌پوشاند. برای رقیق ساختن این ترکیب، الکل را می‌توان به نمونه اضافه کرد. پس از پخش



شدن نمونه، در صورتیکه محلول بی‌اندازه غلیظ باشد، شاید بخواهید حدود ۱۵ دقیقه صبر کنید تا گل و لای و روسبات ته نشین شوند. آنگاه، با بررسی دقیق هر بخش زیر میکروسکوپ، ظرف مورد بازمینی قرار می‌گیرد. یک ظرف آزمایشگاهی شطرنجی می‌تواند کار را ساده کند؛ یا اینکه تکه‌ای کاغذ شطرنجی شده را می‌شود با نوار چسب به ته ظرف چسپاند. نمونه‌های آزمایشگاهی باید بصورت دستی و با فورسپ برداشته شده و به ویالهای الکل دار منتقل شوند. مورچه‌ها ترجیحاً باید با فورسپهای نرم یا فورسپهای ساعت‌سازی جابجا شوند، در حالیکه باید مواظب بود در اثر فشار زیاد به آنها آسیبی نرسد. جداسازی همچنین باید با برس ریز انجام پذیرد.

### جداسازی مورچه‌ها از دیگر بندپایان

از آنجا که برخی حشرات و دیگر بندپایان مانند مورچه رفتار می‌کنند و ممکن است در طول فرایند جداسازی باعث سردرگمی گردند، پیشنهاد می‌کنیم که تمامی بندپایانی که شبیه مورچه اند برای اثبات بعدی آنها جمع آوری و جداسازی شوند. چندین گروه از بال‌غشائیان بی‌بال (مانند، زنبورها و سایر گروهها) ممکن است با مورچه‌ها اشتباه گرفته شوند. شناسایی این نمونه‌های آزمایشگاهی بعدها در فرایند شناسایی ممکن است مشکلی را بوجود آورد، طوریکه کلید راهنما برای خانواده‌ها و جنسهای مورچه مؤثر نخواهد بود. کتاب "بال‌غشائیان دنیا" راهنمای شناسایی خانواده‌های مورچه<sup>۱</sup> منبع عالی برای تعیین مورچه بودن یا نبودن یک نمونه آزمایشگاهی بشمار می‌رود. دیگر حشرات یا بی‌مهرگان شناسایی شده در نمونه‌ها همچنین باید از نمونه‌های جمع‌آوری شده جدا شده و بطور جداگانه برای استفاده محققان دیگر در آینده ذخیره شوند.

### شناسایی نمونه‌های آزمایشگاهی تا سطح گونه شکل

از آنجا که داده‌های تنوع زیستی اغلب با اتکا به وجود و عدم وجود گونه‌ها مورد تحلیل قرار می‌گیرند، جداسازی دقیق و شناسایی مورچه‌ها در سطح نمونه حائز اهمیت هستند. هرچند پیشرفتهایی در تحقیقات طبقه‌بندی مورچه در دهه گذشته وجود داشته است، شناسایی نمونه‌های آزمایشگاهی مورچه جمع‌آوری شده در مناطق استوایی تا سطح گونه، هنوز هم بدلیل عدم وجود وسایل شناسایی برای خیلی از جنسها با چالش روبرو است. دسترسی

1. Goulet & Huber (1993);

## فصل یازدهم: پردازش نمونه‌های آزمایشگاهی: تهیه و نگهداری از کلکسیون مورچه / ۳۱۳

محدود به پیشینه تحقیقی مرتبط، نبود اصلاحات و کارشناسی در سالهای اخیر روی برخی گروه‌ها، و انباشت فعالیتهای تحقیقی همگی شناسایی غیر تخصصی گونه شکلها را امری لازم در مطالعات تنوع زیستی برای اکثر متخصصان مورچه تبدیل کرده است (بعنوان مثال، به بیستی و اولیور، ۱۹۹۴<sup>۱</sup>، رجوع شود).

شناسایی نمونه‌های مورچه با جداسازی نمونه‌ها از هر نمونه جمع‌آوری شده و سپس تبدیل آنها به گونه-شکل شروع می‌شود. گونه‌های خاص بر اساس ویژگیهای مورفولوژیکی و بدون اشاره به طبقه‌بندیهای تاکسائی گروه‌بندی می‌شوند.

چالشهای موجود در شناسایی گونه و گونه شکل بسته به دامنه هر پروژه تحقیقی متفاوت است. یک مزیت متخصصان غیر مورچه که در زمینه نظارت محیط زیستی، ارزیابی از حفاظت محیط، و تحقیقات اکولوژیکی فعالیت می‌کنند این است که آنها بدلیل نمونه‌گیری از مناطق نسبتاً کوچک به تغییرپذیری اندک جغرافیایی در مورفولوژی توجه خواهند داشت. متخصصان طبقه‌بندی عموماً باید به منابعی که قابلیت پوشش کل محدوده‌های جغرافیایی گونه و جنس مورچه را دارند عنایت داشته، و باید با تغییر بیشتر برخورد کنند. هرچند که اولیور و بیستی (۱۹۹۶a)<sup>۲</sup> بین گونه شکل‌های مورچه مشخص شده از سوی غیر متخصصان طبقه‌بندی مورچه و گونه‌های بیولوژیکی تعیین شده توسط یک متخصص تفاوت اندکی یافتند، روشهای نمونه‌گیری که بکار بردند این تفاوت را کمتر برآورد می‌کند.

جداسازی تا سطح گونه-شکل مستلزم استفاده از یک میکروسکوپ استریوسکوپ خواهد بود. یک میکروسکوپ با کیفیت با قدرت تشریح مناسب کمک خواهد کرد تا ساعتها خیره شدن به داخل لنز را قابل تحمل تر کرده و بروز خطای ناشی از خستگی چشم را کاهش دهد. ابتدا، باید نمونه‌های آزمایشگاهی جدا شده از هر نمونه جمع‌آوری شده را داخل ویال قرار داد. سپس، محتویات جدا شده را، با توجه به تعداد نمونه‌های آزمایشگاهی موجود در نمونه جمع‌آوری شده، برای مطالعات بعدی داخل ویالهای جداگانه ریخت، یا اینکه ممکن است همگی تا سطح گونه شکل در یک مرحله جداسازی از هم جدا شوند. جداسازی اولیه معمولاً در ظرفهای آزمایشگاهی انجام می‌گیرد. قرار دادن محتویات اولیه به داخل ظرفهای آزمایشگاهی پیش از ریختن آنها در ویالهای مجزا امکان نظارت راحت تری را در اختیار محقق اصلی قرار می‌دهد.

---

1. Beattie & Oliver (1994);

2. Oliver & Beattie (1996a);

هرچند که ممکن است نمونه‌های مورچه در ظرفهای آزمایشگاهی الکل دار شناسایی شوند، نصب مجموعه‌ای از سه نمونه آزمایشگاهی از هر یک از گونه‌های مورد نظر عموماً بهترین کار و بسیار مورد تأکید است. تشخیص ویژگیهای موجود در گونه‌های مورچه را می‌توان در نمونه‌های آزمایشگاهی خشک و نصب شده بررسی کرد، برای اینکه این نمونه‌ها به الکل آغشته شده اند. دست کم سه تا ده مورچه از هر گونه شکل، بسته به نحوه جمع آوری بسیاری از گونه‌ها، جهت ثبت رکورد جغرافیایی باید نصب شوند. اگر برخی گونه‌های معمول، موجود و غالب باشند، لازم نیست بیش از سه نمونه آزمایشگاهی در هر نمونه جمع آوری شده یا فهرست برداری نصب گردند. بسیار توصیه می‌گردد که تمامی نمونه‌های باقیمانده و نصب نشده در یک ویال نگهداری شوند، در صورتیکه بعدها مشکلات طبقه‌بندی بوجود نیاید. لازم نیست که هر نمونه جمع آوری شده را در یک ویال جداگانه قرار دهید؛ تمامی این نمونه‌های بدست آمده از یک فهرست برداری را می‌توان در یک ویال قرار داد.

نصب نمونه‌های آزمایشگاهی و جداسازی گونه شکلها دست به دست خواهد چرخید، و ممکن است لازم باشد این فرایند، برای اطمینان از اینکه تمامی محتویات دقیقاً جداسازی شده اند، از چندین مرحله جداسازی، نصب، و مقایسه عبور کند. بسیار مطلوب است که در پایان کار جداسازی، از هر یک از گونه‌های موجود در نمونه جمع آوری شده، نمونه‌های آزمایشگاهی را نصب کنید، حتی اگر اکثر قاطع آنها در الکل باقی بمانند.

زمان و منابع مورد استفاده در چنین پروژه‌ای به دامنه پروژه و اهدافش بستگی خواهد داشت (به فصلهای ۱۰، ۱۳، و ۱۴ رجوع شود). اگر تحقیق، فرایندهای جداسازی، و شمارش تمام مورچه‌ها و نیز نصب و برچسب زدن نمونه‌های معرف هر گونه را در بر داشته باشد، یک محقق اصلی و همکار تمام وقت آن حداقل یک ماه فعالیت تحقیقی برای جمع آوری ۵۰ نمونه مینی-وینکلری دارای محتویات مورچه فراوان و گوناگون نیاز خواهد داشت (بی فیشیر، اظهارات شخصی)<sup>۱</sup>. در صورتیکه تنها تعداد گونه‌ها مورد نیاز باشد، دو دانشجوی آموزش دیده تمام وقت برای جداسازی و نصب ۵۰ نمونه در یک هفته کافی خواهد بود (جی دلایبی، اظهارات شخصی)<sup>۲</sup>.

---

1. B.Fisher (pers. comm.);

2. Delabie (pers. comm.);

### نصب نمونه‌های آزمایشگاهی مورچه

تهیه درست نمونه‌های آزمایشگاهی نصب شده، کلید شناسایی است. نمونه‌های آزمایشگاهی با نصب ضعیف، بدلیل اینکه ویژگیهای تشخیصی غالباً بواسطه دیگر اجزای بدن یا اینکه با چسب پوشانده می‌شوند، بندرت قابل شناسایی هستند. پروتکل زیر اجرای یک نصب استاندارد را تشریح می‌کند که بررسی نمونه آزمایشگاهی را تسهیل و به ارزش آن می‌افزاید. این روش نیازمند ممارست جهت دستیابی به موفقیت است، اما نمونه‌های مُنتج، که براحتی قابل قیاس و بررسی اند، ارزش زمان و تلاش را بالا می‌برند. سنجاق کردن مستقیم مورچه‌ها (یعنی عبور دادن سوزن از بدن مورچه) معمولاً انجام نمی‌شود، بجز برای بزرگترین مورچه‌ها، و آنهم احتمال پارگی لایه پوستی مورچه در صورت فرورفتگی سنجاق است. گونه‌های نصب شده، در صورتیکه از رطوبت، شدت دما، نور، و آفت‌های حشره دور بمانند، می‌توانند برای یک مدت نامعین ذخیره شوند.

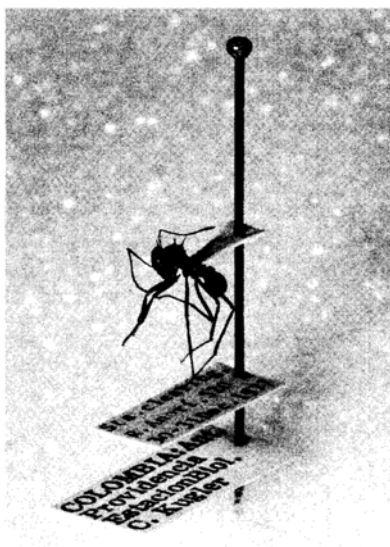
برای مورچه‌های کوچک، سه نمونه آزمایشگاهی از یک مجموعه آشیانه زی، یا سه نمونه از یک گونه شکل، ممکن است با هم روی یک سنجاق نصب شوند. این سه نمونه ترجیحاً باید از طبقات مختلف باشند (مثلاً، مورچه‌های کارگر، سرباز، و ملکه). زیر نمونه‌های روی سنجاق باید فاصله‌ای برای برجسبهای مربوط به داده‌های منطقه‌ای قرار داد. بهتر است که یادداشتی به برجسب افزود تا محل اصلی جمع‌آوری نمونه (مثلاً، مجموعه آشیانه یا تله) مشخص باشد.

آگاهی از این روش، کار دشواری است، و توصیه می‌شود که کار آموزان ابتدا با نمونه‌های آزمایشگاهی بزرگ تمرین کرده و سپس یاد بگیرند که چگونه مورچه‌هایی که به نسبت کوچکتر می‌شوند نصب کنند.

نمونه‌های آزمایشگاهی مورچه با نصب آنها روی یک ورق کاغذی سه گوش، که عموماً از آن به "چوب اشاره" اطلاق می‌گردد، آماده می‌شوند (به شکل شماره ۱-۱۱ رجوع شود). مورچه‌ها به نوک ورق سه گوش که از مقوای محکم یا تخته رسم دارای pH خنثی درست شده اند با چسب متصل می‌گردند. ابعاد این ورق نباید کمتر از ۱۰ میلی متر طول داشته باشد و عرض آن در قسمت پایه باید تقریباً ۲ میلی متر باشد. ورقهای سه گوش براحتی با استفاده از سنجاق/گیره فنی (شبيه به سنجاق/گیره کاغذ)، که در منابع مورد نیاز حشره شناسی قابل دسترس است، درست می‌شوند. از چسب قابل حل در آب باید استفاده شود؛ این چسب باید در ظرف آزمایشگاهی در بسته ذخیره شود در حالیکه برای اجتناب از خشک شدن بیش از

حله مورچه ها استفاده می گردد.

نمونه های آزمایشگاهی جدا شده از الکل خارج می گردند و با فورسپ ظریف طوری قرار دهند که پاها به زیر شکم و به دور از بدن قرار گیرند. در حالیکه سر نمونه به سمت چپ قرار دارد، مناطق شکمی میان پا و پای پسین نسبتاً بیرون نگهداشته می شوند طوری که ورق سه گوش براحتی با آنها تماس داشته باشند. قبل از چسباندن، نمونه ها باید روی کاغذ نمگیر گذاشته تا خشک شوند. آنگاه مجموعه ای از مورچه ها را، که بدرستی با داده های جمع آوری مرتبط هستند، ممکن است بصورت ستونی یا ردیفی براساس کارت مشخصات جهت پردازش قرار گیرند.



شکل شماره ۱-۱۱. تصویر یک مورچه نصب شده روی یک ورق سه گوش و سنجاق شده به برجسبها. عکس از تِد شولتز.

مقدار کمی از چسب روی یک کارت مشخصات دیگر ریخته، و ورق سه گوش را با استفاده از فورسپ به پایه گیر انداخته، و با مقدار کمی از چسب به نوک ورق چسبانده شود. هر چه مورچه جثه کوچکتری داشته باشد، مقدار چسب کمتری استفاده خواهد شد. از طرف دیگر، ممکن است دو نوع چسب، یکی رقیق شده با آب برای استفاده نمونه های کوچک، و دوّم چسب غلیظ مختص گونه های درشت تر، مورد استفاده قرار گیرند. سپس، انتهای ورق با دقت از پاهای رو به بالا عبور کرده طوری که تنها با پاهای عقبی و میانی تماس پیدا کرده و نمونه چسب زده می شود. لازم خواهد بود که مورچه های کوچکی که از استریوسکوپ کمک

## فصل یازدهم: پردازش نمونه‌های آزمایشگاهی: تهیه و نگهداری از کلکسیون مورچه / ۳۱۷

می‌گیرند نصب شوند. همینکه چسب خشک گردید، ورق سه گوش که مورچه روی آن است با فورسپ برداشته شده و سنجاق حشره را از انتهای آن عبور دهید، در حالیکه باید دقت داشت تا ورق تا نشده یا نمونه آسیب نبیند.

روش دیگر، نصب مستقیم مورچه‌ها روی ورق سه گوش از قبل سنجاق شده است. با استفاده از این روش، تا ده مورچه در حالیکه سر آنها به سمت راست قرار دارد (در اینجا طبق نظر محقق) را می‌توان نصب کرد، و در صورت امکان پاهای آنها به سمت بیرون قرار گیرند. یک ورق سه گوش مقوایی ابتدا روی سنجاق قرار داده می‌شود (به شکل شماره ۱-۱۱ رجوع شود). سپس، سنجاق را به یک تکه چوب پنبه یا استریفوم (= فوم پلاستیکی) گیر داده و زیر میکروسکوپ قرار دهید طوری که انتهای ورق براحتی قابل دید باشد. بعد از آن، قطره‌ای از چسب به روی ورق ریخته شود، آنقدری که بتوان ناحیه میان اندامی مورچه را به انتها چسب زد. مورچه با کمک دو فورسپ برداشته می‌شود، که یکی پای راست جلویی و دیگری پای عقبی چپی یا راستی را نگه می‌دارد. سپس، مورچه روی ورق سه گوش قرار می‌گیرد، طوری که در لبه انتهایی ورق می‌ایستد، و پیتول راحت دیده می‌شود. نمونه آزمایشگاهی، بسته به مقاومت چسب، برای چند ثانیه نگهداشته می‌شود تا از سنجاق جدا نگردد. پاها باید مرتب شوند طوری که محقق بتواند صورت کلی اندام میانی مورچه و بخش زیرین پیتول را راحت ببیند، اما باید دقت کرد که پاهای مورچه در این فرایند کنده نشوند.

ماحصل کار این است که مورچه بصورت اریب در نوک ورق سه گوش نصب گردد، در حالیکه سرش به سمت راست بوده و ورق گوش دور از محقق قرار می‌گیرد. سر، کمر، و پس اندامی مورچه راحت آشکار می‌شوند، و سطوح زیرین مورچه قابل دید هستند؛ پاهای مورچه باید به سمت پایین قرار گیرند طوری که بخشهای باقی مانده بدن پنهان نمانند (به شکل شماره ۱-۱۱ رجوع شود). اگر چسب خشک شود، این امکان ممکن است وجود داشته باشد که بخشهایی از بدن مورچه در سطح تخت قرار گیرند، هر چند که اگر خود نمونه آزمایشگاهی کاملاً خشک باشد، ممکن است باعث شکنندگی آن مورچه گردد. بهتر است اجزای شکسته شده به روی همان ورق گوش یا روی ورق سه گوش دیگر به همان سنجاق چسب زده شود. تلاش برای چسباندن مجلد اجزای بدن مورچه معمولاً منجر به این می‌شود که نمونه در میان حجم زیادی از چسب پنهان شود.

خاک روی نمونه‌ها ممکن است مانع از انجام مشاهده گردد. می‌شود آنرا با فرو بردن کوتاه مدت این دسته از نمونه‌ها به داخل اسید آسیتات رقیق یا محلولهای هیدروآکسید پتاسیم

جدا کرد. این کار بخش اعظم نمک‌های معدنی را و ته مانده‌های روغنی را جدا خواهد کرد، اما مورچه‌ها باید پس از قرار گرفتن در محلولهای تمیز کننده دقیقاً در آب شسته شوند. مواد حلال آلی (از جمله، زایلین، تولوئن، و هگزان) باقی‌مانده‌های روغنی را جدا می‌کنند ولی مکیدن و یا تماس با آن کار خطرناکی است. این ترکیبات باید تنها در مکانهای مجهز به تهویه یا زیر هود آزمایشگاه، و با دستکش بکار روند. محلولهای صابونی قوی می‌تواند برای جداسازی باقی‌مانده‌های روغنی مفید باشند، اما شستشوی کامل دیگر پس از آن نیز لازم است.

### تشریح نمونه‌های آزمایشگاهی

گاهی اوقات تشریح مورچه برای درک صحیح از اجزای بدن آنها مفید است. در هنگام تشریح، ابتدا نمونه مورچه را در ۱۰٪ محلول هیدرواکسید پتاسیم در دمای ۸۰°C قرار دهید (به مدت یک تا چند دقیقه، که بستگی به اندازه و میزان سخت پوستی دارد، تا زمانی که مورچه به ته ویال بیفتد)، و سپس نمونه را چندین بار با آب شسته و آنرا به ظرف حاوی ۷۰٪ محلول اتانول انتقال دهید، که اینکار مانع از شناور شدن مورچه در هنگام تشریح می‌گردد. پس از تشریح، اجزای تشریح شده را وارد ظرف حاوی ۱۰۰٪ محلول اتانول نمایید و، در صورتیکه این اجزاء بسیار نرم و شکننده باشند، مورچه را با حلال زایلین شستشو دهید، که اینکار پوست خارجی را سخت تر می‌نماید. سرانجام، اجزای بدن را روی تکه‌ای دستمال کاغذی خشک کرده و این اندام را روی ورق سه گوش مقوایی نصب نمایید، طوریکه ساختار مهم مورچه به سمت بیننده باشد. برای آماده‌سازی اجزای ریزتر، ابزارهای خاصی ممکن است با کمک ابزار دقیق (سنجاقهای بسیار کوچک حشره‌شناسی مورد استفاده در شناسایی حشرات ریز) ساخته شوند که روی خلال دندان یا چوب کبریت نصب می‌گردند؛ انتهای این ابزار ریز را می‌توان برای درست کردن قلاب یا دیگر اشکال مورد نیاز کمی خم شوند.

برای آن تعداد از مورچه‌هایی که دارای اندامهای بساوشی لبی و آرواره زیرین هستند، گاهی اوقات لازم است که اندامهای دهانی را جدای از سر مورچه تشریح نماییم. اینکار با قرار دادن نمونه در محلول اتانول بهتر صورت می‌گیرد. تشریح اندامهای دهانی باید از سمت زیرین سر شروع شود، که با یک فورسپ سر ننگه داشته می‌شود و با دو بازوی فورسپ دیگر به آرامی در امداد کناره حفره دهانی به داخل جمجمه سر حرکت می‌کنند، و سپس به دهان سفت می‌چسبند، طوری که در اثر فشار، در حالیکه پاره می‌شود، آسیب نبیند. آنگاه، اندام دهانی خیس را روی تکه‌ای دستمال کاغذی گذاشته و آنقدر آنجا می‌ماند تا اینکه تمامی محلول اتانول تبخیر شود. در این مدت، بهترین کار این است که اندامهای دهانی حرکت داده شوند طوری که تمام

فصل یازدهم: پردازش نمونه‌های آزمایشگاهی: تهیه و نگهداری از کلکسیون مورچه / ۳۱۹

اندامهای بساوشی با هوا تماس پیدا کنند. این همچنین بهترین زمان است که این اندامها شمرده و مشخص شوند. سپس، دهان، همچون سر مورچه، روی همان ورق مقوایی نصب می‌گردند. پس از آن، تعداد اندام بساوشی روی برچسب رنگی (ترجیحاً سبز رنگ) بصورت "PF = 5,4" یادداشت می‌شوند، که بشکل (از چپ به راست) زیر توصیف می‌گردد:

(۴ عضو بساوشی لبی + ۵ عضو بساوشی آرواره‌ای = اندام بساوشی)

### برچسب زدن نمونه‌های آزمایشگاهی

شاید برچسب زدن مهمترین بخش نصب نمونه آزمایشگاهی بشمار آید. نمونه‌های بیولوژیکی، بدون داده‌های میدانی مربوطه ارائه شده روی برچسبها، ارزشی نخواهند داشت. برچسب نمونه اساساً اطلاعات چکیده ضروری ترین داده‌های میدانی منطقه برای هر نمونه مورچه جمع آوری شده محسوب می‌گردد.

### منابع

برچسبها باید روی یک کارت ذخیره نازک صد در صد خالص یا با pH خنثی، که از نظر ضخامت شبیه به کارتهای مشخصات است که مانع از پس دادن رنگ جوهر می‌گردند، صورت گیرند. بسیاری از کارتهای ذخیره اطلاعات ظاهراً نازک را می‌شود از نوشت افزار فروشیهها با قیمت ارزان خرید، اما کارتهای ذخیره‌ای که بدون pH هستند در نمونه‌های آزمایشگاهی نصب شده در عرض ۴۰ تا ۵۰ سال خراب خواهند شد، و خشک شده و براحتی شکسته و نمونه‌های آزمایشگاهی در هنگام جابجایی تکه و پاره می‌شوند. بسیار مهم است که از بکار گیری چنین کارتهای ذخیره‌ای برای کلکسیونهای مناطق استوایی مرطوب اجتناب شود.

جوهر سیاه (هندی)، ملاک مناسب از نظر زمانی برای ثبت برچسبها محسوب می‌شود، اما برچسبهای با کیفیت بالا نیز با چاپگر لیزی یا چاپگرهای ماتریس نقطه‌ای که قادر به نوشتن حروفهایی به اندازه ۴ تا ۵ نقطه‌ای است قابل چاپ است. برچسبهای چاپی لیزری ظاهراً برای نمونه‌های آزمایشگاهی نصب شده بی‌خطرند اما نباید برای نمونه‌های نگهداری شده در الکل مورد استفاده قرار گیرند، هرچند که برچسبهای چاپگر ماتریس نقطه‌ای برای اینکار کافی نیستند. (باوجود این، هر مارک جدیدی از کارتریج چاپ پیشاپیش باید تست شوند). اگر قرار است که برچسب زدن به صورت دستی انجام گیرد، لازم است که دستخط خوانا باشد! اگر اطلاعات خوانا نباشند، داده‌های دقیق پیرامون منطقه بی‌فایده خواهد بود.



### اندازه برچسب

برچسبها برای نمونه‌های آزمایشگاهی نصب شده باید حدوداً ۷ میلی متر عرض و ۱۵ میلی متر طول داشته باشند. این اندازه حد واسط بین مقدار اطلاعاتی که باید درج شود و ظرفیت ذخیره‌سازی و جابجایی نمونه‌های آزمایشگاهی را نشان می‌دهد، در حالیکه برچسبهای بی‌اندازه بزرگ خیلی راحت به دیگر نمونه‌ها می‌تواند آسیب برسانند.

### مکان و ترتیب برچسبها

در حالت ایده آل، نمونه سنجاق شده نباید بیشتر از دو یا سه برچسب داشته باشد. در مورد مورچه‌های نصب شده، برچسبها زیر نمونه‌های آزمایشگاهی سنجاق می‌شوند (به شکل شماره ۱-۱۱ رجوع شود). برچسبها همگی باید مدام در راستای محور طولی صفحه یا نمونه سنجاق شده قرار گیرند طوری که نتوان مسیر کشوی ذخیره را با هر برچسب نمونه جهت مشاهده و خواندن تغییر داد. معیار مختص مورچه‌های نصب شده روی صفحه این است که برچسب با تغییر صفحه به سمت چپ قابل خواندن باشد؛ در مورد مورچه‌هایی که مستقیماً روی سنجاق قرار می‌گیرند، برچسب را با تغییر سر مورچه به سمت چپ می‌توان خواند. سوراخ کردن برچسب با سنجاق، برای نمونه‌های نصب شده باید کاملاً در حاشیه سمت راست و برای نمونه‌های مستقیماً سنجاق شده در وسط صورت گیرد. در هر دو مورد، باید توجه داشت که خود سنجاق باعث از بین رفتن داده‌های مهم نگردد.

پیرامون نمونه‌های نگهداری شده در الکل، برچسبها را می‌توان مستقیماً در داخل ویال حاوی مورچه قرار داد. چند نسخه از برچسبهای ویالهای الکلی در هنگام جداسازی نمونه‌های اضافی جهت نصب مفید هستند.

### اطلاعات روی برچسب

برچسب اصلی (بالاترین قسمت سنجاق) نباید بیشتر از پنج خط باشد و باید حاوی اطلاعات استاندارد زیر باشد (به شکل شماره ۲-۱۱ رجوع شود):

خط اول: کشور، ایالت، بخش یا استان (با علائم اختصاری)

خط دوم: منطقه خاص

خط سوم: ارتفاع از سطح دریا، طول و عرض جغرافیایی

خط چهارم: تاریخ جمع آوری، نام فرد جمع آوری کننده، شماره کلکسیون

فصل یازدهم: پردازش نمونه‌های آزمایشگاهی: تهیه و نگهداری از کلکسیون مورچه / ۳۲۱

VZLA, Sucre  
Las Melenas 9.7 km NW  
800 m, 10° 41'N, 62° 37'W  
10-V-1993, J. Latke, leg 4457

برچسب انگلیسی

ونزوئلا، سوکرای  
لاس مانلاس، کیلومتر ۹/۷ ش.غ (شمالغربی)  
ارتفاع: ۸۰۰ متر، عرض: ۱۰° درجه و ۴۱' شرقی، و طول: ۶۲° درجه و ۳۷' غربی  
دهم می ۱۹۹۳، جان لاتکه، پایه ۴۴۵۷

برچسب فارسی

VZLA, Sucre  
Las Melenas 9.7 km NW  
800 m, 10° 41'N, 62° 37'W  
10-V-1993, J. Latke, leg 4457

برچسب انگلیسی

زیستگاه: جنگل اولیه  
روش نمونه گیری شده: لاشبرگی، وینکلری

برچسب فارسی

*Atta laevigata*  
det. 20-V1-1993, E. O. Wilson

برچسب انگلیسی

جنس گونه: *Atta laevigata*  
جزئیات: ۲۰ می ۱۹۹۳، ای او ویلسون

برچسب فارسی

شکل شماره ۲-۱۱. نمونه برچسبهای مخصوص نمونه‌های آزمایشگاهی الکلی نصب شده

کوتاه نویسی ایجاب می‌کند که کشور، ایالت، و منطقه محلی، با علامت اختصاری نوشته شوند؛ علائم اختصاری استاندارد که بسادگی در فرهنگهای نامهای جغرافیایی قابل دسترسی هستند باید مورد استفاده قرار گیرند. یک علامت اختصاری نباید آنقدر کوتاه باشد که شخص دیگر در فهم اسم مورد نظر مشکل داشته باشد. منطقه محلی، یک نام توصیفی برای سایت

جمع آوری مورچه محسوب می‌شود. یک سایت را همچنین می‌توان با جهت و فاصله‌اش از نقطه مشخص تر مرجع، مانند یک شهر بزرگ، تعیین کرد. در خصوص مختصر نویسی داده‌ها، ماه همیشه باید به زبان عددی رومی، و تاریخ سالیانه بصورت کامل انگلیسی قید شوند. برچسب بالایی در شکل ۲-۱۱ نمونه بارزی از این مورد را نشان می‌دهد.

برچسب دوّم، که زیر برچسب منطقه اصلی سنجاق می‌گردد، ممکن است حاوی اطلاعات اکولوژیکی، از قبیل نوع زیستگاه و توصیفات زیستگاه کوچک (مانند، پوشش گیاهی، گنده فرسوده) و نیز روش جمع آوری داده‌ها باشد (به شکل شماره ۲-۱۱ رجوع شود). بخاطر داشته باشید که اطلاعات اضافی از طریق پایگاه نمونه‌های آزمایشگاهی یا یادداشتها و نیز با شماره جمع آوری قابل دسترسی هستند. شناسایی گونه‌ها و گونه شکلها، نام فرد شناسایی کننده آنها، و تاریخ شناسایی باید در آخرین برچسب (برچسب دوّم و سوّم) باید مشخص شوند، چونکه موارد شناسایی ممکن است تغییر نمایند ولی اطلاعات پیرامون منطقه محلی و داده‌های جمع آوری نمونه‌ها تغییر نمی‌کنند (به شکل شماره ۲-۱۱ رجوع شود).

### ثبت داده‌های مرتبط

بهترین و سریعترین ذخیره اطلاعات مربوط به نمونه‌های آزمایشگاهی، چاپ این اطلاعات براساس نمونه است و در استفاده از داده‌های منحصر به فرد پیرامون محل مطالعه یا تعداد نمونه‌ها به این اطلاعات چایی اشاره می‌گردد. همچنین تمامی داده‌های جمع آوری باید وارد پایگاه نمونه‌های آزمایشگاهی شوند.

### شناسایی مورچه‌ها تا سطح خانواده و جنس

پیش از اینکه مورچه‌ها به گونه شکل درآیند، دو مرحله مهم باید دنبال شوند. اول اینکه، باید از ویژگیهای مهم آناتومی بیرونی یک مورچه پیش از جدا شدن و شناسایی آگاهی داشت. در مورد توصیفات مورفولوژیکی مورچه، به فصلهای ۵ (بویژه شکل ۱-۵) و ۱۲ و همینطور هولدابلر و ویلسون، ۱۹۹۰<sup>۱</sup> رجوع شود.

دوّم اینکه، نمونه‌های آزمایشگاهی مورچه، که به گونه شکل تبدیل و نصب می‌شوند، پیش از اینکه در هر جنس به گونه شکل درآیند، تا سطح خانواده و سپس جنس مورد شناسایی قرار گیرند (یعنی، "گونه شکلهای ۱" به گونه شکلهای ۱ از جنس x تبدیل خواهند شد). شناسایی

1. Hölldobler & Wilson (1990);

فصل یازدهم: پردازش نمونه‌های آزمایشگاهی: تهیه و نگهداری از کلکسیون مورچه / ۳۲۳

مورچه‌ها تا سطح جنس و رایج‌ترین گونه شکل به یک کار ساده‌ای تبدیل خواهد شد. کتاب راهنمای معتبر پیرامون خانواده و جنس مورچه‌های تمامی نقاط دنیا در دسترس و تقریباً براحتی قابل استفاده هستند. فهرست منابع تعیین جنس مورچه در فصل ۱۲ نیز ارائه شده است.

### جداسازی گونه شکلها بر حسب خصوصیات

جهت کمک به محققان تازه کاری که بدنبال آگاهی از تفاوت‌های موجود در جداسازی گونه‌ها و نیز نظم دادن به نمونه‌های آزمایشگاهی و تسهیل در مقایسه آنها، توصیه‌های کلی در این بخش ارائه می‌گردد. این توصیه‌ها صرفاً در حد پیشنهاد بوده و نباید بعنوان یک دستورالعمل نگرینسته شوند، چونکه معیارهای تعیین یک گونه در یک جنس ممکن است برای گونه دیگر معتبر نباشد. معیارهای تعیین گونه‌ها از جنس به جنس ممکن است متفاوت باشند، و باید از پیشینه طبقه‌بندی مورچه (به فصل ۱۲ رجوع شود) در خصوص معیارهایی که بیشترین کاربرد را دارند کمک گرفت، حتی اگر این منابع، جدید نبوده و از یک منطقه جغرافیایی جمع‌آوری نشده باشند. بسیاری از ویژگیهای مورفولوژیکی، مخصوصاً در پیشینه قدیمی تر، ممکن است لزوماً درست نباشند، اما حداقل نتایج بدست آمده در راستای یافته‌های معمول خواهند بود، و ممکن است با اصلاحاتی که صورت می‌گیرد در نهایت اصلاح شوند.

همچنین بسیار توصیه می‌شود که هر محقق دفترچه تحقیق خود را داشته باشد که در آن ویژگیهای مورد استفاده در جداسازی هر یک از گونه شکلها ثبت گردد. در شرایط ایده‌آل، یادداشتهای باید توصیف کلی خصوصیات از جمله پُرزهای مو و یا شکل آنها که توصیف شان دشوار است، را نیز در بر داشته باشد.

### تفاوتهای مورفولوژیکی بین طبقات مورچه

تفاوتهای مورفولوژیکی بین طبقات مورچه (مورچه‌های کارگر، سرباز، ملکه، مورچه‌های نر و ماده)، و نیز فرایند چندگونگی در درون طبقات، چالش دیگری را برای شناسایی مورچه ایجاد می‌کنند. جمع‌آوری تمامی مجموعه آشیانه - که شامل مورچه‌های کارگر، مورچه‌های سرباز (در صورت وجود داشتن)، مورچه‌های نر و ماده در اندازه‌های مختلف - بهترین راه آشنایی با تنوع در یک گونه مورچه و بررسی رابطه بین طبقات با یکدیگر محسوب می‌گردد. مخصوصاً در پژوهشهای محلی، این کار، همچنانکه آگاهی از بیولوژی گونه‌های مورچه بالا می‌رود، امکان می‌دهد تمامی طبقات مختلف مورچه نسبتاً سریع مطابقت شده و رضایت از

فرآیند جمع آوری نیز افزایش یابد. برای خیلی از گونه‌ها، محقق می‌تواند، با نگهداری بخشی از مورچه‌های کارگر و برخی از نوزادان مورچه از یک آشیانه در یک کلونی غیر طبیعی در آزمایشگاه، نمونه‌هایی از دیگر طبقات از جمله نرها و مورچه‌های سرباز را بدست بیاورد. انطباق نمونه‌های آزمایشگاهی جمع آوری شده در تله‌های چاله‌ای یا نمونه‌های وینکلری اغلب کار دشواری است. در برخی موارد، انطباق مورچه‌های کارگر با مورچه‌های سرباز و ملکه‌ها نسبتاً ساده است، اما گاهی اوقات طبقات مورچه کاملاً متفاوت بنظر می‌رسند. بطور کلی، دستورالعمل‌های زیر قابل اجراء هستند:

ملکه‌ها بطور کلی شبیه به مورچه‌های کارگر، بویژه از گونه‌های غالب، هستند تا آن حد که جداسازی آنها از نمونه غیر آشیانه‌ای معمولاً مشکل ساز نیست. محقق طبعاً می‌فهمد که یک ملکه دارای چشمان مرکب و ساده بزرگتر، بخش میان اندامی بزرگتر همراه با بندها و شکافهای استخوانی بیشتر و همچنین دارای دو بال یا پای بالها، و معمولاً معده بزرگتر از معده مورچه‌های کارگر هستند. تفاوتها در برجستگی معمولاً خیلی زیاد نیستند.

نرها شبیه زنبور بوده و از همتای ماده خود متفاوتند، بنابراین معمولاً انطباق آنها با همگونه هایشان پس از جداسازی از هم آشیانه‌ای‌های آنها کار دشواری است. طبعاً مورچه‌های نر دارای چشمان بزرگتر، شاخکهای کوتاه تر، در مقایسه با بخش میان اندامی سر کوچکتر، و معده کشیده تری (که اغلب با آلت تناسلی برآمده از آنها) هستند. شناسایی آنها حتی تا سطح جنس اغلب غیر ممکن است. فعلاً هیچگونه راهنمای معتبری در مورد مورچه‌های نر در دست نیست.

در خصوص چندگونگی مورچه‌های کارگر، معمولاً مورچه‌های کارگر گونه‌های غالب (بزرگتر) هستند که ویژگیهای قابل مطمئن تری جهت جداسازی گونه‌ها فراهم می‌کنند، چونکه طبقات غیرغالب در برخی گونه‌های یک جنس ممکن است تفاوت‌های جزئی داشته باشند. مورچه‌های کارگر آشیانه‌های تازه درست شده بطور متوسط کوچکتر از آنها می‌باشند که در آشیانه‌های قدیمی بسر می‌برند و از ظاهر رنگی روشنتری برخوردارند. جدول شماره ۱-۱۱ فهرستی از جنسهای مورچه را که در آن فرآیند چندگونگی در مورچه‌های کارگر وجود دارد ارائه می‌دهد.

جدول شماره ۱-۱۱. جنسهای مورچه با حداقل یک گونه که در آن طبقه کارگر به زیر طبقات فیزیکی تبدیل می‌شود<sup>1</sup>

پونرینه: *Megaponera*

فصل یازدهم: پردازش نمونه‌های آزمایشگاهی: تهیه و نگهداری از کلکسیون مورچه / ۳۲۵

میرمیسینه: *Myrmecia*

دوریلینه: *Dorylus, Eciton*

آسیتونینه: *Cheliomyrmex, Labidus, Nomamyrmex*

شبه میرمیسینه: *Tetraponera*

میرمیسینه: *Acanthomyrmex, Acromyrmex, Adlerzia, Afta, Cephalotes,*

*Machomyrma, Messor, Monomorium, Crematogaster, Daceton,*  
*Oligomyrmex, Orectognathus, Pheidole,*

*Pheidologeton, Pogonomyrmex, Solenopsis, Strumigenys, Zacryptocerus*

آنورتینه: *Ancurelus*

دولچودرینه: *Azteca, Iridomyrmex, Liometopum, Tapinoma*

فورمیسینه: *Camponotus, Cataglyphis, Euprenolepis, Formica, Gesomyrmex,*

*Melophorus, Myrmecocystus, Myrmecorhynchus, Notostigma, Oecophylla,*  
*Proformica, Pseudophomomyrmex, Pseudolasius*

<sup>1</sup>اقتباس از هولدابلر و ویلسون (۱۹۹۰، ص. ۳۱۸).

### انتخاب خصوصیات

نگاه کلی و گذرا به اندام یک مورچه معمولاً امکان می‌دهد که بتوان نمونه‌های آزمایشگاهی را بر اساس خصوصیات بارز، از قبیل اندازه، رنگ، وجود یا نبود دندان، ساختار پیتول و پس-پیتول، و اشکال آرواره‌ای غیر معمول، جداسازی اولیه انجام داد. این مرحله امکان تقسیم نمونه‌های بزرگتر از نمونه‌های آزمایشگاهی به گروه‌های کوچکتر و مطلوبتر را فراهم می‌آورد. این انتظار می‌رود که بتوان گوناگونی را تقریباً با هر خصوصیت پیدا کرد، و ارزیابی محدودیتها در گوناگونی زیرگونه‌ای برای جداسازی دقیق امری حیاتی است. رنگ نمی‌تواند یک خصوصیت مطمئن محسوب شود، بنابراین این فاکتور همیشه باید در کنار سایر ویژگیها، و نه به تنهایی، مورد استفاده قرار گیرد. جداسازی نهایی نیازمند توجه به جزئیات آناتومی دقیقتری است که با هدف بررسی زمینه‌های محدودتر موجود در هر نمونه آزمایشگاهی صورت می‌گیرد.

بندرت می‌شود گونه-شکلی را پیدا کرد که براساس تنها یک ویژگی بارز قابل شناسایی باشد؛ معمولاً ترکیبی از سه یا چند خصوصیت مورد نیاز است. برای کمک به دنبال کردن گونه-شکلها، ممکن است بشود خصوصیات ممیز کننده را ثبت کرد یا اینکه آنها را روی

1. Hölldobler & Wilson (1990);

کارت مشخصات تشریح کرد. فهرست برداری پی در پی از خصوصیات مورد استفاده در جداسازی گونه شکلها عموماً کار مفیدی است طوریکه نمونه‌های آزمایشگاهی از میان نمونه‌های جمع آوری شده قابل مقایسه و دسته‌بندی هستند.

باید هر جزء بدن را از زوایای مختلف مورد مطالعه قرار داد تا بتوان از این طریق خصوصیات مهم، از قبیل شکل و شمایل، برآمدگی عضو، فرورفتگی عضو، پوشش مو، برجستگی، شکاف استخوانی، و شیارهای طولی را شناسایی کرد. برای اینکه از شکل کلی اندام گونه تصویر روشنتری داشته باشیم، اینگونه شناسایی کمک می‌کند تا از روشنایی زمینه استفاده کنیم تا اینکه تنها نیم رخ بدن دیده شود. نمونه‌های آزمایشگاهی تفکیک نشده ممکن است نماهای بدن و صورتهای برجستگی کاملاً مخدوش را که منبع خطای معمول بشمار می‌رود عرضه نماید. تمیز کردن ممکن است باعث کنده شدن پوشش مو گردد، و باید توجه داشت که از موها در چنین حالتی بعنوان خصوصیات بارز لحاظ شود. پوشش مو بین گونه‌ها ممکن است متفاوت باشد، اما موهای ظریفتر ممکن است بسادگی خراشیده شوند، که اینکار ارزش تشخیصی آنها را در برخی موارد کاهش می‌دهد. بررسی پوشش مو کمک می‌کند تا بین موهای بسیار کوتاه و نازک، که بخش پایه‌ای پوشش را شکل می‌دهد، و موهای بلندتر و در حال رشد را تشخیص دهیم؛ زاویه خمیدگی این موها (با استفاده از سطح پوستی بعنوان یک مرجع) ممکن است یک ویژگی بارز محسوب شود.

ارزیابی از برخی برجستگیها، بدلیل سطح برآق و منعکس کننده نور زیاد، ممکن است دشوار باشد. نوار مایلر یا کاغذ سفید چسپیده به نمونه آزمایشگاهی مابین منبع نور و مورچه از درخشش نور خواهد کاست و امکان تشخیص جزئیات برجستگی پوستی را فراهم خواهد آورد. در هنگام بررسی طول و عرض، مقایسه بین ابعاد یک جزء بدن و جزء دیگر مفید خواهد بود؛ دلیل اینکار این است که شاخصها غالباً در منابع راهنما و منابع توصیفی وجود دارند. واژه نامه *A Glossary of Surface Sculpturing*<sup>1</sup> مقدمه خوبی برای شناخت انواع گوناگون برجستگیها و اصطلاحات مربوطه است.

## خصوصیات خاص

شکل شماره ۱-۵ تصویر کلی از اجزای مختلف بدن یک مورچه ارائه می‌دهد.

1. Harris (1979);

سر: شکل سر مورچه ممکن است مجزا باشد: اینکه آیا سر به سمت جلو بزرگتر می‌شود یا به سمت عقب شکم؟ آیا چشمهای مرکب، جزئی از نمای بدن است یا خیر؟ باید از وجود برجستگی مشخص که بر شکل سر مورچه، از قبیل ستون فقرات و ستیغ گردن، تأثیر می‌گذارد مطمئن شد. فکهای پایینی عموماً برای تشخیص نمونه آزمایشگاهی مفید است. میزان رشد دندانها و ترتیب آنها باید مورد توجه قرار گیرد، اما خراش دندان در نمونه‌های بالغ تر طبعاً دیده می‌شود. سرچه غالباً خصوصیات مفیدی را در اختیار می‌گذارد، و توصیه می‌شود تفاوتی از قبیل شکل لبه پیشین سر و برجستگی مورد مطالعه قرار گیرد. اینکه فاصله بین لبهای شاخک تا چه اندازه به سمت عقب جریان دارد؟ پای شاخکها به لحاظ طول نسبی با سر مورچه ها می‌توانند متفاوت باشند؛ باید دید که اینها تا چه اندازه فراتر از محیط سر پسین به سمت داخل کشیده می‌شوند. این فاصله در برخی نمونه‌های آزمایشگاهی می‌تواند کاملاً آشکار باشد، یا اینکه ممکن است این فاصله در پهنای انتهایی خود پای شاخکها با دقت اندازه گیری شود. ناو جلویی ممکن است شکل مشخصی، مخصوصاً کناره‌های بیرونی، داشته باشد؛ این اندامها تا کجا کشیده می‌شوند؟ چشمها ممکن است بلحاظ شکل، اندازه، و محل روی سر متفاوت باشند. وجود و یا عدم وجود آنها در یک گونه، همچون در مورچه‌های سرباز (اسیتونینه‌ها)، ممکن است فرق داشته باشد، که در آن گونه‌های ریز بی‌چشم هستند اما گونه‌های درشت یک چشم تک بُعدی دارند. سمت بطنی سر ممکن است تفاوتی را در دندانهای حلقی داشته باشد. گوشه‌های پس سری غالباً دارای آرایش دندان، لب، یا سایر برجستگیهای مجزا هستند.

**بخش میان اندامی:** هر یک از چهار بخش (قفسه سینه جلویی، میان قفسه، و قفسه سینه پشت و بخش پیش اندامی) که ناحیه میان اندامی را شکل می‌دهند ممکن است بلحاظ برجستگی با دیگر اندامها تفاوتی داشته باشند هر چند که خطوط برجسته بروشنی آنها را از هم جدا نمی‌کند. از ناحیه پشتی اندام مورچه، وجود یا عدم وجود و همچنین رشد شکاف استخوانی میان قفسه پشت و نیز شیار طولی پس سینه‌ای باید توجه شود. شکل میان اندامی از منظر کناری شاخص مفیدی برای یافتن تفاوتهاست؛ باید کورژها و گوشه‌های موجود در میان اندامهای مختلف بدن مورد توجه قرار گیرند. قفسه سینه پشت ممکن است دارای گوشه‌ها و دندانکهای کوچک در امتداد کناره شکمی باشد که در ابتدا ممکن است از دید پنهان بماند. کناره پیش شکمی واقع در میان قفسه غالباً با یک ناو احاطه می‌شود که ممکن است تفاوتی را بلحاظ ارتفاع و وسعت داشته باشد. اینکه منذهای پیش شکمی چگونه قرار دارند؟ قطر آنها



چقدر بوده و در کجای اندام قرار دارند؟ ناحیه‌ای که غالباً مورد غفلت قرار گرفته است، صورت شبیدار پیش اندامی است آنهم وقتی که در حصار دندانکها قرار می‌گیرد. پاها ممکن است بر حسب مقدار مودار بودن و یا به نسبت طول و عرض آنها متفاوت باشند، و گاهی اوقات ممکن است مازه‌های مشخصی روی درشت نی یا قوزک پا داشته باشند.

**پیتول و پس پیتول:** پیتول در وجود یا نبود پایک یا دُمک و در شکل کلی آن متفاوت خواهد بود. نسبت طول و عرض برآمدگی در بخش پیتول از زاویه پشتی ممکن است در امر تشخیص مفید باشد. فرایند زیر پیتولی - یعنی لُب یا دندانک که ممکن است در حاشیه پیتولی جلو شکمی وجود داشته باشد یا وجود نداشته باشد، و اینکه به شکلهای مختلف رشد می‌یابد - معمولاً در پشت پاها مخفی می‌ماند.

**ناحیه شکم:** تفاوت‌های شکلی، مخصوصاً از زاویه کناری، همچون برجستگی، ممکن است کاملاً مشخص باشند. ناحیه شکمی تقریباً چسبیده به پس پیتول، و همچنین قسمت‌های دیگر پوشش (جناغ) شکمی اول، ممکن است خصوصیات تعیین کننده‌ای داشته باشند که بدلیل قرابت پس پیتول (یا معمولتر از آن، بخاطر نصب نامرتب) مشاهده آنها دشوار است. باید به تفاوت‌های موجود در برجستگی بین اندام‌های زیرین و انتهایی یک پشت پهنه مورچه توجه داشت.

### شناسایی مورچه‌ها تا سطح گونه

شناسایی گونه‌های آزمایشگاهی مورچه تا سطح گونه در نوع خود یک علم است، علمی که احاطه به آن ممکن است به ۱۰ سال مطالعه و تحقیق نیاز داشته باشد. خوشبختانه، بسیاری از مطالعات پیرامون تنوع مورچه بدون شناسایی گونه‌ها در حال انجام است (به فصل ۷ رجوع شود). اگر مطالعه یک محقق به یک منطقه خاص جغرافیایی محدود شود، شناسایی تا سطح گونه-شکل، که نام جنس در آن بدست می‌آید، باید کافی باشد. برای بررسی در مناطق بزرگتر، شناسایی گونه در انجام مقایسات امری مهم است. بدون شناسایی دقیق گونه‌ها، محقق قاعدتاً مجبور است تمامی گونه-شکلها را از چند گروه مطالعاتی با هم مقایسه نماید.

باوجود این، شناسایی مورچه تا سطح گونه اساساً هر نوع مطالعه اکولوژیکی را از طریق تلفیق داده‌های مربوط به غنا و تنوع گونه با داده‌های بیولوژیکی پیرامون گونه‌های مورد نظر تقویت خواهد بخشید. نام گونه‌ها کلید بخش اعظمی از دانشی است که در آثار چاپ شده در طول این سالها جمع آوری شده‌اند. در بسیاری از موارد، نام گونه به ما امکان می‌دهد تا

داده‌های مربوط به نمونه‌های آزمایشگاهی و تنوع آنها را با داده‌های پیرامون بیولوژی، اکولوژی، یا توزیع گونه‌ها تلفیق نمایم. اخیراً عنوان شده است که بدون داده‌های اکولوژیکی و بیولوژیکی گونه‌های در دست مطالعه، تشریح داده‌های مربوط به تنوع گونه‌ای مورچه‌ها ناقص می‌ماند و حتی ممکن است گمراه کننده باشد. بعنوان مثال، چندین مطالعات تحقیقی نشان داده اند که غنای گونه‌ای اغلب با نآرامی زیستگاهی در سطوح فزاینده افزایش می‌یابد اما ترکیب گونه‌های مورچه تغییر می‌کند (به فصل ۷ رجوع شود). بدون دانش بیولوژیکی گونه‌های نمونه گیری شده، امکان تفسیر چنین تغییراتی در ترکیب گونه‌ها وجود ندارد.

نام گونه همچنین به ما امکان می‌دهد تا از بانکهای اطلاعات دیجیتالی و چاپی، مانند فورمیس<sup>۱</sup>، با بیش از ۲۰۰۰۰ ثبت کتابنامه ای، یا وب سایت مورچه‌های اجتماعی استفاده کنیم (به فصل ۱ رجوع شود). این اطلاعات، تحلیل و تفسیر بیشتری از داده‌ها را در خصوص گونه‌ها در اختیار می‌گذارد.

پیش از ورود به شناسایی گونه‌ها، باید مطمئن بود که با مورفولوژی اساسی مورچه‌ها آشنایی داریم<sup>۲</sup> (به فصل ۵ رجوع شود). آنهایی که هنوز مطمئن نیستند باید با انتخاب برخی از مورچه‌های بزرگتر از گروههای گوناگون و بررسی تصاویر برای مقایسه اندامهای گوناگون شروع کنند.

شناسایی گونه‌ها ابتدا با آماده‌سازی فهرستی از گونه‌های معروف که در منطقه مورد نظر زندگی می‌کنند آسان می‌گردد. اینکار با استفاده از کتاب راهنمای مورچه‌های جهان صورت می‌گیرد، که به ما امکان می‌دهد تا مناطق نوعی بر طبق کشور را، یا از طریق فهرستهای مربوط به جوامع جانوری محلی یا با استفاده از کلکسیونهای محلی و منطقه‌ای و بررسی سوابق آنها، بیابیم. این مسئله سریعاً به یک کار سنگین تبدیل می‌گردد، اما هر چه داده‌هایی که گردآوری و توزیع می‌شوند بیشتر باشد، دنبال و پیگیری کار برای نسل بعدی محققان و فهرست برداران آسان تر خواهد شد. فهرست اطلاعات محلی در وب سایت مختص حشرات اجتماعی در آدرس ([http://research.amnh.org/entomology/social\\_insects/](http://research.amnh.org/entomology/social_insects/)) قابل دسترسی (و قابل ارسال) خواهد بود.

---

1. Porter (1999);

2. Hölldobler & Wilson (1990); Bolton (1995b);

### درخواست کمک از متخصصان طبقه‌بندی مورچه

رجوع به یک کلکسیون اصلی مورچه یا مشورت با یک متخصص طبقه‌بندی مورچه بدون شک شناسایی گونه‌های آزمایشگاهی مورچه را ساده تر خواهد کرد. اینکه محقق سرانجام گونه‌هایی را که باید در برطرف ساختن شناسایی‌های غیر مطمئن با مشورت با یک متخصص طبقه‌بندی مورد بررسی قرار می‌دهد امری اجتناب ناپذیر است. پیش از ارسال تعداد زیادی از مورچه به یک متخصص، ابتدا باید با آن فرد تماس گرفت و مطمئن شد که آیا وقت بررسی این مورچه‌ها را دارد یا خیر. فصل ۱۲ فهرستی از مؤسساتی که متخصصان امر طبقه‌بندی مورچه در آنجا فعالیت دارند را ارائه می‌دهد. با وجود اینکه این متخصصان معمولاً وقت شان پُر است، باید احتمال همکاری را در صورت معقول بودن اندازه نمونه، فشرده نبودن زمان بررسی، و فراهم بودن رونوشت‌ها، افزایش داد، که این کار به متخصص امکان می‌دهد تا آن نمونه‌ها را وارد کلکسیون مؤسسه خود نماید (به جدول ۲-۱۱ رجوع شود). این همیشه یک امتیاز محسوب می‌شود اگر نمونه‌ها جزء گروه (های) مورد نظر متخصص باشند.

پیش از ارسال هر نمونه به متخصص جهت شناسایی، بهترین کار این است که ابتدا کلکسیون فشرده‌ای از مورچه‌های مورد مطالعه تعیین شود. نمونه‌های آزمایشگاهی باید براساس گونه-شکل جدا و مرتب شوند و سپس تنها چند نمونه از هر گونه-شکل باید ارسال گردد. در صورتی که محقق اطلاعات کمی پیرامون مورچه‌ها دارد، کار عاقلانه این است که ابتدا ده گونه شکل از معمولترین شان که در تحقیق بدست آمده اند ارسال شود. این روش باعث خسته شدن متخصص نخواهد شد، و همچنین این امکان را به لحاظ زمانی خواهد داد تا روش آماده‌سازی با نیازهای متخصص تعدیل گردد. این شیوه باعث خواهد شد تا رایج‌ترین مورچه‌ها زودتر مورد شناسایی قرار گیرند. این کار همچنین نشان می‌دهد که محقق تمایل دارد زمانی را صرف جداسازی مورچه در محتویات اولیه کرده و می‌خواهد زمان اندک خود را نیز مصروف شناسایی نماید. اکثر متخصصان طبقه‌بندی به محتویات اولیه که فاقد داده‌های علمی باشند دست نمی‌زنند، و همین‌طور از بررسی نمونه‌های آزمایشگاهی با نصب نامرتب جلاً پرهیز خواهند کرد.

#### جدول شماره ۲-۱۱. مقررات ارسال نمونه‌های آزمایشگاهی جهت شناسایی<sup>۱</sup>

۱. تصور نشود که متخصصان، نمونه‌های بیشتر را برای خودشان می‌خواهند؛ آنها معمولاً دوست دارند فقط ثبت نمونه‌های جدیدی از گونه‌های دیگر داشته باشند. این متخصصان زمان ارزشمندی را برای شناسایی نمونه‌ها صرف می‌کنند. این مسئله، از بابت دستمزد مشاوره‌ای، هزینه بر است. بنابراین درخواست شناسایی نمونه‌ها در واقع برابر با صرف توجهی از

## فصل یازدهم: پردازش نمونه‌های آزمایشگاهی: تهیه و نگهداری از کلکسیون مورچه / ۳۳۱

- زمان است، که یا از سوی افراد مربوطه یا از طریق مؤسسه مسئول صورت می‌گیرد.
۲. از ارسال نمونه‌ها جهت شناسایی، بدون هماهنگی قبلی و مشروح با متخصص جداً خودداری شود؛ این هماهنگیها عبارتند از:
- الف) هزینه‌های برگشت.
- ب) چارچوب زمانی که در آن نمونه‌ها قرار است به فرستنده مجدداً ارسال گردد.
- پ) تعداد و شناسنامه نمونه‌ها که باید در اختیار متخصص قرار گیرد.
- ج) (در صورت امکان) محلی که نمونه‌های مونی نگهداری می‌شوند.
۳. تمامی نمونه‌های ارسالی جهت شناسایی باید:
- الف) بدرستی آماده شده و از خراب شدن جلوگیری شوند.
- ب) با داده‌های دقیق محلی فراهم شوند.
- پ) در صورت امکان تا سطح جنس ذخیره شوند.
۴. از ارسال مجموعه‌های فلّه‌ای یا مجموعه‌های تفکیک نشده جداً خودداری شده، و توقع نباید داشت که محتوا و اولیه ارسالی مورد بررسی قرار گرفته و نمونه‌های مورد نظر مشخص شوند.
۵. باید بخاطر داشت که امتناع از شناسایی نمونه‌ها با حجم زیاد لزوماً بیانگر بی‌میلی متخصص نیست، بلکه گاهی اوقات صرفاً بدلیل کمبود وقت یا امکانات است.
۶. تحت شرایط خاص، یک متخصص ممکن است جهت شناسایی، درخواست دستمزد نماید. این کار، در موارد حقوقی، محدود به کشور خاصی نیست، که عموماً شامل فعالیتهای تجاری از قبیل عملیات کنترل آفات، یا مطالعات تأثیر محیطی می‌گردد. در صورت وجود هزینه احتمالی، حتماً، پیش از انجام شناسایی، با متخصص در مورد آن به توافق برسید.
- <sup>۱</sup>اقتباس از آرنِت و ساموئلسون (۱۹۸۶).

بجای ارسال نمونه‌ها به یک متخصص مورچه، ممکن است که شما با رجوع به یک کلکسیون اصلی مورچه‌شناسایی مورچه را انجام دهید. آمادگی مناسب برای چنین مواقعی مستلزم آماده‌سازی کلکسیون مرجع حاوی نمونه‌های نصب شده خشک و لزوم آشنایی با آن در کلکسیون محقق است. از اینرو، فهرستی از اولویتهای را براساس رایج ترین مورچه‌ها تهیه کرده، و ۲۰ تا ۵۰ مورد از رایج ترین گونه‌ها را در کار تحقیق انتخاب کنید. برای هر گونه

شکل، سه سنجاق تعیین شود. حتماً چند سنجاق اضافی برای هر گونه (که بدرستی برچسب خورده باشند)، جهت استفاده در کلکسیون مورچه متخصص، ارسال شود. شناسایی ها با راهنمایی متخصص مورچه روی خصوصیات کلیدی هر گونه براحتی انجام می‌پذیرند. اگر متخصص وقت زیادی نداشته باشد، نمی‌توان نمونه‌های کسی را با نمونه‌های کلکسیون متخصص مقایسه نمود. وقتی که یک شناسایی مورد تایید قرار می‌گیرد، برچسب دیگری باید به سنجاق افزود، که در آن نام گونه، نام شخص شناسایی کننده نمونه، و تاریخ شناسایی ثبت گردد. در صورت مقایسه نمونه‌های کسی با نمونه مونی (نمونه بکار رفته در نام گذاری اولیه گونه)، یک برچسب رنگی با عنوان "مقایسه شده با مونی، [نام شخص و تاریخ]" باید اضافه گردد. نمونه‌های مقایسه شده با یک نمونه مونی، بارزترین نمونه مرجع در کلکسیون در حال افزایش خواهد بود.

هنگام جستجو برای منابع چاپی مرجع، بهترین کار آن است که با راهنماهای جوامع جانوری جهانی و یا منطقه‌ای شروع شود، سپس از منابع اصلاح شده، و بعد فهرست جوامع جانوری، و سرانجام از توصیفات گونه‌ای منطقه‌ای کمک گرفته شود (به فصل ۱۲ رجوع شود). دانش رو به افزایش موجود در پیشینه تحقیق، ما را با متخصصان در یک گروه خاص، یعنی با کسانی که می‌شود رابطه سودمندی را ایجاد کرد، آشنا خواهد ساخت (به فصل ۵ و ۱۲، و نیز وب سایت حشرات اجتماعی رجوع شود).

### چگونگی تهیه کلکسیون مرجع گونه شکلها

نمونه‌هایی از گونه شکل‌های شناسایی شده از هر نمونه باید جهت تهیه کلکسیون مرجع، همانند قبل، نصب شوند. اینکار مقایسه گونه‌های جمع‌آوری شده از سایتها و نمونه‌های گوناگون را ممکن خواهد ساخت. تنها متکی شدن به یک کارت مشخصات یا فیش برداری از برخی خصوصیات یا توصیفات بعنوان تنها مرجع گونه شکل مؤثر واقع نخواهد شد، چونکه مشکلاتی که در هنگام شناسایی گونه‌های جدید بوجود می‌آید با نصب نمونه‌های هر گونه شکل جهت مقایسه بهتر حل خواهد شد. فراهم‌سازی یک کلکسیون مرجع نیازهای یک پروژه خاص را باید برآورده نماید. در برخی موارد، بهتر است که کلکسیونهای مرجع تفکیک شده را براساس سایت یا پروژه تحقیقی حفظ نماییم، که از اینرو می‌شود میزان تغییرپذیری مورفولوژیکی را بدلیل نمونه‌گیری از جمعیت‌های آماری تکفکیک یافته در مقیاس وسیع کاهش داد و فرایندهای مقایسه را تسهیل نمود.

قطع نظر از اینکه چطور کلکسیونها تفکیک یا تلفیق می‌شوند، هر کدام باید دارای

فصل یازدهم: پردازش نمونه‌های آزمایشگاهی: تهیه و نگهداری از کلکسیون مورچه / ۳۳۳

مورچه‌هایی باشند که حداقل براساس خانواده، جنس و گونه مرتب شده باشند. ساده ترین راه چیش، روش الفبایی است که با راسته خانواده شروع می‌گردد، سپس تمامی جنسهای آن و بعد تمامی گونه‌های موجود در هر جنس به ترتیب حروف الفبا مرتب می‌شوند. وقتیکه فقط گونه شکلها شناسایی می‌شوند، محل قرار گیری آنها پس از گونه‌های تعیین شده آن جنس مشخص می‌گردد و بترتیب عددی ذخیره می‌شوند. این روش، بازیابی و ذخیره‌سازی آسان نمونه‌های آزمایشگاهی توسط غیر متخصص را ممکن می‌سازد.

سرانجام اینکه، برخی گروههای مورچه ممکن است بلحاظ اندازه تا آن حد رشد کنند که چیش این همه گونه شکلها را نسبتاً دشوار نمایند. در این مقطع، می‌توان هر جنس را به گروه‌های گونه‌ای که در یک یا چند صفت ممیز کننده شباهت دارند دسته‌بندی کرد. فیش برداری را می‌توان به دسته‌های فیش آشیانه‌ای تبدیل ساخت: دسته‌ای که تا سطح زیر گروههای یک جنس تعیین می‌شوند و دسته‌ای که تا سطح گونه متعلق به هر زیر گروه مشخص می‌شوند. در غیر اینصورت، از پایگاه داده‌های رایانه‌ای بعنوان یک راهنمای الکترونیکی می‌توان بهره جست.

### تهیه کلکسیون مورچه درست

تهیه کلکسیونهای صحیح طبقه‌بندی فراتر از حوصله این کتاب است - و احتمالاً فراتر از علاقه و ظرفیت تک تک محققان و پروژه‌های تحقیقی است. این چالشها، بویژه در تعیین بودجه بلند مدت و شرایط ثابت برای حفظ و نگهداری خارج از کار تحقیقی محققان، طاقت فرسا هستند.

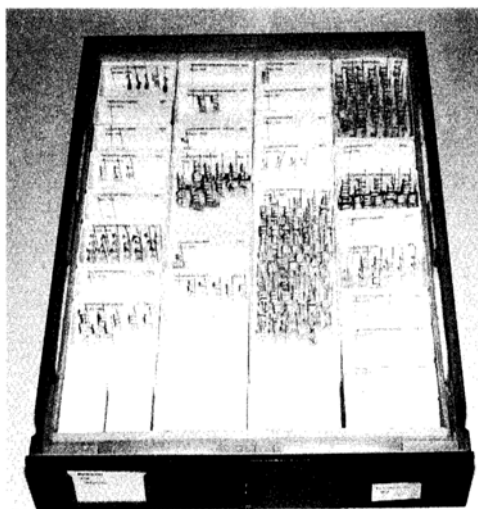
با وجود این، ارتباط اساسی بین کلکسیونهای تحقیق و نتایج مطالعات فهرست برداری و ارزشیابی تنوع زیستی در ذخیره نمونه‌های معرف آزمایشگاهی در کلکسیونهای اصلی مورچه، و همینطور در تلفیق کلکسیونهای تحقیقی در پایان انجام یک پروژه یا فعالیت یک محقق نهفته است.

هرچند که حفظ یک کلکسیون مورچه در حال افزایش امری گمراه کننده است، پیش از دنبال کردن این روش، چند موضوع را باید مد نظر قرار داد. اینکه سرمایه گذاری محقق، چه بلحاظ زمانی و چه از نظر مالی، همگام با فعالیت جمع آوری افزایش می‌یابد، تاکنون مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. با وجود زمان، و تعداد روز افزون پروژه‌های تحقیقی موفق، گونه‌های بسیار بیشتری در کلکسیون توصیف خواهند شد. از اینرو، در مناطق تحقیقاتی، جمع آوری چند گونه جدید را در بر خواهد گرفت، در حالیکه در مناطق اساساً غیر تحقیقی از قبیل

ماداگاسکار، ۹۵٪ کل گونه‌ها برای کار علمی ممکن است جدید باشند. حداقل، نمونه‌های مونی اصلی، براساس قوانین اکثر کشورها، باید در کشور منطقه ذخیره شوند. درست مونها، و در سطح پایین تر، نمونه‌های شبه مون (نمونه‌های آزمایشگاهی مورد استفاده در توصیف گونه‌ها) نقش کلیدی را در امر طبقه‌بندی ایفا می‌کنند، در حالیکه بعنوان یک مرجع نهایی قابل استناد برای نامهای گونه‌ها محسوب می‌گردند. از اینرو، اینها باید بخوبی حفظ شده، و در هر زمانی که باشد در اختیار دانشمندان قرار گیرند، و، در صورت امکان، برای امانت در دسترس باشند. بسیار مطلوب است که گونه‌های جدیدی را کشف کنیم، و ذخیره کردن نمونه‌های آزمایشگاهی مونی برای اینکار یک مسئولیت بزرگی است. بنابراین بسیار توصیه می‌شود که محقق پیش از انجام مطالعه پیرامون نوع مورچه ارتباط خوبی با یک یا چند کلکسیون اصلی مورچه در منطقه خود (به فصل ۱۲ رجوع شود) داشته باشند. در این خصوص، منافی برای هر دو طرف وجود دارد: محققان به نمونه‌های آزمایشگاهی جدید، اغلب به تعداد زیاد، دسترسی پیدا می‌کنند، که غالباً در کلکسیونهای اصلی بسیار نادر بوده، و از اینرو برای این کلکسیونها بسیار ارزشمند هستند. محققانی که نمونه‌های مرجع را ذخیره می‌کنند به رشد این مؤسسات کمک جدی می‌نمایند. کلکسیونهای اصلی معمولاً از عواملی برخوردارند که قادرند نمونه‌های آزمایشگاهی برای دیگر محققان شناسایی کنند، و اینها اغلب می‌توانند نمونه‌ها را برای سایر گونه‌های منطقه، یا گونه‌های کاملاً مرتبط، مبادله نمایند.

### ذخیره‌سازی نمونه‌های آزمایشگاهی

از آنجا که تنها یک نمونه از مورچه‌ها نصب خواهد شد، گروه دیگری از نمونه‌های آزمایشگاهی الکلی شده با کلکسیون نمونه‌های نصب شده همراه خواهد بود. نمونه‌های الکلی شده ترجیحاً باید در منطقه‌ای جدا از کلکسیون خشک نگهداری شوند. تعداد حوزه تحقیق باید براحتی در ویالهای الکلی و در نمونه‌های آزمایشگاهی نصب شده قابل رویت باشد طوریکه بازیابی نمونه خاص نسبتاً آسان گردد. نمونه‌ها ممکن است بر طبق عدد حوزه مربوط به هر نمونه جمع‌آوری شده مرتب گردد، چونکه هر کدام مجزاً بوده، و دسته‌بندی مورچه‌ها از یک منطقه را ممکن می‌سازد. در صورتیکه قرار است نمونه‌های بیشتری برای شناسایی یا تجزیه و تحلیل جدید عرضه شوند، و یا اینکه نمونه‌ها در دیگر کلکسیونها ذخیره شوند، کلکسیون الکلی شده می‌تواند مکملی برای کلکسیون خشک نیز محسوب گردد.



شکل شماره ۳-۱۱. مورچه‌های نصب شده که در طبقه‌های واحدی در یک کشوی کلکسیون مرتب شده اند.

اتانول، الکل بکار رفته در ذخیره‌سازی مورچه‌ها با غلظت ۹۰٪ بشمار می‌رود (تراکم هرگز نباید کمتر از ۷۰٪ باشد؛ در نظر داشته باشید که افزودن نمونه‌های آزمایشگاهی باعث کاهش غلظت خواهد شد). الکل ارزاتر از قبیل الکل ایزوپروپیل تأثیر معکوس بر نمونه‌ها خواهد گذاشت. تجزیه با استفاده از DNA طبعاً با نمونه‌های نگهداری شده در غلظت الکی که تا حد ممکن بالا است مؤثر خواهد بود. از اینرو، نگهداری نمونه‌ها در تقریباً ۹۵٪ الکل خالص بهتر خواهد بود. اما، غلظت بسیار بالا غالباً نمونه‌ها را کاملاً خشک خواهد ساخت، طوری‌که نصب درست آنها دشوار خواهد بود.

دستیابی به ویالها برای ذخیره بلند مدت پایا در برخی کشورها ممکن است امری دشوار باشد. ویالهای طراحی شده برای سایر کارها (مثلاً، تیوبهای سانتیفریوژی) ممکن است مورد استفاده قرار گیرند، هر چند که کیفیت شیشه و دربها عموماً پایین تر است. درپوشها ممکن است به مرور زمان خراب شده و نیاز به تعویض خواهند داشت. پنبه هرگز نباید با نمونه‌ها آزمایشگاهی بکار رود چونکه فیبرها باعث گیر افتادن این نمونه‌ها می‌شوند، و بدین ترتیب مشاهده را دشوار خواهند ساخت.

یک کلکسیون الکی باید حداقل سالی یک بار بازبینی گردد. اگر ویالها تقریباً خالی باشند، تنها اتانول به آنها اضافه نکنید. ویالها را چندین بار با اتانول بشوید و سپس اتانول جدید



بدانها بیافزایید. با ذخیره‌سازی ویالها در یک بطری بزرگتر که با اتانول پُر شده باشد خطر خشک شدن تک تک ویالها می‌تواند کاهش یابد. در صورت خشک شدن کامل نمونه‌ها، تا حد ممکن آنها را حرکت ندهید. درب ویال را باز کرده و آن را داخل محفظه مرطوب بریزید. این محفظه طبعاً از یک جعبه کاملاً بسته درست شده که ته آن با خاک شنی کوارتز استریلیزه شده پوشانده شده است، و با آب مقطر که ماده قارچ‌کش به آن اضافه شده باشد مرطوب نگه داشته می‌شود. نمونه‌های آزمایشگاهی در طول شب در آنجا نگهداری می‌شوند؛ پس از آن، این نمونه‌ها به حالت انبساط درآمده و کاملاً آماده پرداخت می‌گردند. دو روش دیگر نیز قابل استفاده اند: یا این نمونه‌ها با آب گرم برای چند دقیقه شسته شوند، یا اینکه آنها برای چند ساعت در محلول آمونیاک قرار گیرند.

نمونه‌های خشک باید در کسوهایی که تا حد ممکن هوابندی شده هستند ذخیره و نگهداری شوند. اگر قرار است که از کسوهای محلی استفاده شود، جهت حفظ یکنواختی در سیستم ذخیره و بهره‌گیری از کسوهای قابل استفاده در تمامی جعبه‌های ذخیره، در مورد مقیاسهای اندازه‌گیری دقت فراوان صورت گیرد. استفاده از طبقهای واحدی بسیار توصیه می‌شود، همچنانکه حرکت مورچه‌ها را در طبق و بدون حرکت سنجاقها ممکن می‌سازد (به شکل شماره ۳-۱۱ رجوع شود). این طبقها عموماً از مقوا با کف فومی ساخته شده و دارای اندازه‌های مختلف هستند و عموماً در کنار هم چیده می‌شوند طوری‌که به اندازه طبقهای کلکسیون افزوده می‌شود. کسوها و طبقهای واحدی بصورت سفارشی ساخته شده و یا از شرکت تأمین حشره‌شناسی قابل خریداری هستند (به پیوست شماره ۳ رجوع شود).

کف طبقهای واحدی پیش از این از تورب فشرده درست می‌شد، اما اکنون از پولی اتیلین یا دیگر فومها در ساخت آن استفاده می‌شود. مهم است که فوم، سوراخهای سنجاق را بجا نگذارد بلکه بعد از اینکه سنجاقها بیرون کشیده شدند فوم خود قابل ترمیم باشد. این ریزه کاری می‌تواند در طولانی مدت صرفه جویی زمان را به‌مراه داشته باشد.

سنجاقها باید از استیل ضد زنگ باشند، مخصوصاً وقتی که قرار است در مناطق استوایی مورد استفاده قرار گیرند. سنجاق با شماره سایز ۳ مورد استفاده بسیاری از محققان است، طوری‌که در هنگام تعویض به اندازه کافی مقاوم بوده و براحتی خم نمی‌شوند، هر چند که این موضوع تا حدودی بستگی به سلیقه و قابل دسترس بودن دارد.

سرانجام اینکه، کلکسیونهای خشک بهتر است در اتاقهایی با دمای کنترل شده به منظور محافظت از گرما و سرمای شدید، و نیز رطوبت نگهداری شود. دمای شدید همراه با رطوبت

نمونه‌ها را به مأمّن اصلی فارچها، حشرات، و مایتها تبدیل می‌کند؛ سوسک موزه‌ای (*Anthren* Spp.)، بیدها<sup>۱</sup>، و شپشهای خانگی از جمله آفتهای رایج به شمار می‌روند. با افزودن مقداری آفت‌کش (مانند کافور) به هر یک از جعبه‌ها، و مخصوصاً با بازبینی کلکسیون در فواصل مختلف، شاید دو تا سه بار در سال، می‌توان از خسارت جلوگیری کرد. جعبه‌های آلوده را باید جهت آفت‌زدایی خارج کرد، که اگر کلکسیون یک اتاق بعنوان آزمایشگاه نگهداری می‌شود، فرایند کار را برای محققان آزمایشگاه با خطر سلامت کمتری مواجه می‌سازد.

### ارسال نمونه‌های آزمایشگاهی

جهت ارسال نمونه‌ها به متخصصان یا کلکسیونها، باید از جعبه‌های کارتنی مقاوم و تگه‌های فوم با ضخامت حداقل ۱۲ سانتی متر اطراف جعبه در بسته استفاده کنید. از نوار چسب پهن برای گرفتن منفذهای موجود در جعبه استفاده کرده و محل‌های دسترسی به داخل را برای افراد از بین ببرید. در صورت امکان، جعبه‌ها را بصورت پیش‌تاز (از قبیل پست پیش‌تاز فدرال، UPS، و DHL) ارسال کنید، و فراموش نکنید که برچسبها، از جمله آدرس برگشت، را درست بچسبانید. تمامی فرمهای گمرکی مورد نیاز باید جهت جلوگیری از تأخیر در امور گمرکی همراه محموله‌های پستی بین‌المللی بفرستید.

ویالهایی که حاوی نمونه هستند باید محکم بهم بسته شوند و جهت جلوگیری از ریختن محلول اتانول، در صورتیکه احتمال شکستن و یا تراوش کردن ویالی وجود دارد، درون جعبه پلاستیکی قرار داده و محکم بسته شود. نمونه‌های مورچه که بصورت خشک نصب شدند باید در طبقه‌های واحدی که بعد در یک جعبه مقوایی نگهداری گردند محکم سنجاق شوند. طبقه‌های واحدی باید محکم باشند طوری که به اطراف داخل جعبه حرکت نکنند. مورچه‌ها را با کمک یک جفت فورسپ محکم تا جائیکه ممکن است به کف طبق سنجاق شوند. اگر برچسبها و ورقهای سه گوش که نمونه‌ها روی آنها سنجاق شدند شُل باشند، یا باید از سنجاقهای ضخیم‌تر استفاده کنید (سنجاقهایی با شماره سایز ۳ معمولاً این مشکل را برطرف می‌کنند)، یا (که برای نمونه‌های بزرگتر باید همین کار نیز صورت گیرد) نمونه را با سنجاقی در هر دو طرف ورق مقوایی سه گوش آنهم درست از جلوی نمونه، محکم بسته شود، طوری‌که نمونه چرخ نخورده و از اینرو جدا نشده و یا نمونه‌های مجاور را خراب نکند.

---

<sup>۱</sup>حشره‌ای از خانواده موی دُمان

## بانک اطلاعات

ورود رایانه‌های شخصی، چاپگرهای لیزری، و اینترنت ایجاد کلکسیون و مدیریت داده‌های مربوطه را ساده تر از دهه‌های گذشته ساخته است. همینکه یک ثبت جدید وارد بانک اطلاعات شود، چاپ برجسبها، جهت جستجوی نمونه‌ها براساس منطقه خاص یا سؤال تحقیقی، افزودن تصاویر، چاپ نقشه‌های توزیع، یا حتی ثبت روزانه جمع‌آوری امری آسان خواهد بود. تثبیت بانک اطلاعات بروز شده همچنین تحلیل داده‌ها را تسهیل کرده و به محقق امکان می‌دهد تا موارد شناسایی سؤال برانگیز یا داده‌ها را براحتی بازبینی نماید.

بانکهای اطلاعات به صورتهای بسیار متفاوتی وجود دارند. یک برنامه کاربرگی ساده از قبیل برنامه Excel، که بستگی به اندازه پروژه دارد، ممکن است کفایت کند. چنین برنامه‌ای اطلاعات ورودی، جداسازی، و صدور داده‌ها و چاپ برجسبها را ممکن می‌سازد. برنامه‌های بسیار پیشرفته بانک اطلاعات طبعاً مستلزم تلاش مضاعف در جهت فراگیری و مطابقت‌سازی است. برنامه‌های BIOTA و BioLink دو برنامه‌ای هستند که اختصاصاً برای بررسی داده‌های مربوط به نمونه‌ها و گونه‌ها طراحی شده‌اند و شاید کاملاً نیازهای عمده خوانندگان این کتاب را برآورده خواهند کرد.

با اندکی صبر و تحمل و ممارست، کار آماده‌سازی و شناسایی نمونه‌ها می‌تواند توسط هر کسی صورت پذیرد. یک کلکسیون مرجع با برجسب کامل بعنوان یک معیار محکم برای مطالعات مورچه عمل خواهد کرد و مقایسات با دیگر سایتها و مطالعات را تسهیل خواهد نمود. محقق می‌تواند، با دنبال کردن گامهای مطروحه در این فصل، مورچه‌ها را نسبتاً ساده و سریع جداسازی، نصب، و شناسایی نماید.

## فصل ۱۲

### کلکسیونهای اصلی مورچه‌های (فورمیسیده) دنیا بر حسب منطقه و نوع و منابع شناسایی گونه‌های مورچه

سی روبرتو اف براندائو

این فصل فهرستی از منابع اصلی در خصوص نمونه‌های فورمیسیده عرضه کرده، و یک بانک اطلاعاتی از کلکسیونهای منطقه‌ای مورچه ارائه داده و توضیحاتی پیرامون منابع اصلی شناسایی جنس و گونه‌های مورچه عنوان خواهد کرد. یکی از دلایل مطالعه و فهرست برداری از تنوع این است که اینکار شرط لازم برای درک و شناخت از نحوه عملکرد ساختارهای بیولوژیکی است.<sup>۱</sup> فهرستها بی‌شک در رو آوردن به روشهای اصولی و سایر تحقیقات زیست شناختی امری حیاتی بشمار می‌روند.

طبقه‌بندی فشرده مورچه‌ها توسط بولتون (۱۹۹۵a)<sup>۲</sup> بر مبنای فهرست‌بندی جدید وی از جامعه جانوری جهان است.<sup>۳</sup> بولتون (۱۹۹۵b)<sup>۴</sup> با حذف تاکساهایی که قرار بود تا ۳۱ دسامبر

- 
1. May (1990);
  2. Bolton (1995a);
  3. Bolton (1995b);
  4. Bolton (1995a);

سال ۱۹۹۳ چاپ شوند، ولی به چاپ نرسیدند، ۱۶ خانواده، ۵۹ تیره، و ۲۹۶ جنس معتبر را اعلام می‌کند، و فهرستی از ۹۵۳۸ گونه توصیف شده موجود را ارائه می‌دهد. بولتون (۱۹۹۵b)<sup>۱</sup> همچنین فهرستی از تاکساهای فراجنسی، در سطح جنس تا گونه که تنها از فسیل شناخته می‌شوند را ارائه می‌دهد.

فهرست برداری جهانی تمامی نامهای تاکتون چاپ شده برای جامعه مورچه موجود و فسیلی را در یکجا جمع می‌کند، در حالیکه فهرستی از هر چاپ مربوط به طبقه‌بندی مورچه و میادین تحقیق از سال ۱۷۵۸ تاکتون را در اختیار می‌گذارد. باوجود این، حجم برآورد شده جامعه مورچه‌های دنیا - که شامل آنهایی که قرار است توصیف شوند نیز می‌گردند - این تعداد را تا سقف ۲۰۰۰۰ گونه و، یا شاید هم بیشتر، افزایش می‌دهد.<sup>۲</sup>

از اینرو، حداقل نیمی از جامعه مورچه جهانی بدون توصیف باقی خواهند ماند، و این عمدتاً در بخش استوایی پیدا شده و یکی از چند مورد کلی تقریباً بی‌نقص در اکولوژی جامعه مورچه این است که در غنای زیست‌شناختی گونه‌ها و تنوع از مناطق معتدل به مناطق استوایی شیب عرضی وجود دارد<sup>۳</sup> (به فصل ۸ رجوع شود).

طبقه‌بندیهای اخیر مورچه‌هایی از خانواده فورمیسیده به زیر خانواده<sup>۴</sup> چارچوب تازه‌ای را برای ارزیابی مجدد در خور انتظاری از چندین تاکسها در زیر خانواده‌های مختلف فراهم می‌آورند. در گذشته، گونه‌ها و جنسها، بدون نگرانی زیاد در مورد تأثیرات کلی روی دیگر جنسها، به زیرخانواده‌ها افزوده می‌شدند. طبقه‌بندی در رده تیره دارای آشفتگی است، که اخیراً در مورچه‌های دولیچودرینه و فورمیسینه مورد چالش قرار گرفته است. در مورچه‌های دولیچودرینه، حتی شناسایی تیره‌های سنتی در امر طبقه‌بندی این مورچه‌ها مفید واقع نشده است.<sup>۵</sup> سازماندهی رده‌ای مورچه‌های میرمیسینه در آشفتگی محض قرار دارد و نیازمند بازبینی کامل است. این وضعیت تا سطوح دیگر طبقه‌بندی قابل تعمیم است، همچنانکه چند تغییر در حوزه طبقه‌بندی در گذشته منجر به تشکیل جنسهای نیمه تباری و چندین جنس تک مونه، و عدم ثبات در مفاهیم جنس و زیرجنس گردید. از اینرو، تعریف جنس-محور در زیرخانواده‌ها

- 
1. Bolton (1995b);
  2. Hölldobler & Wilson (1990);
  3. Kusnezov (1957); Jeanne (1979); Gadagkar et al. (1990);
  4. Baroni Urbani et al. (1992); Grimaldi et al. (1997);
  5. Shattuck (1994);

فصل دوازدهم: جمع آوری عمده مورچه‌های جهان از نظر نوع و منطقه زیست، و... / ۳۴۱

غالباً گنگ و نامفهوم است<sup>۱</sup>، و همین نام ممکن است برداشتهای کاملاً متفاوتی را برای نویسندگان مختلف تداعی کند.

تعداد تحقیقات اصلاحی انجام شده روی طبقه بندیهای جنس-محور، رساله‌ها، و مطالعات جانوری در خلال دهه ۸۰ میلادی پیوسته افزایش یافته است. با وجود این، همانگونه که هالدوبلر و ویلسون (۱۹۹۰، ص. ۲۱)<sup>۲</sup> عنوان می‌کنند، "طبقه‌بندی جوامع جهانی مورچه، همانند موزائیکی که نقشهای کافی را ندارد طوریکه کلیت کار مبهم باقی می‌ماند، هنوز از انسجام و کاربری عملی مقبول برخوردار نیست."

فهرست برداریهای منطقه‌ای از جوامع مورچه محلی غالباً از منابع راهنمای مربوط به شناسایی گونه‌های موجود یک کشور یا سرزمین مورد نظر برخوردارند. بولتون (۱۹۹۵b، ص. ۲)<sup>۳</sup> استفاده از فهرست برداریهای جوامع مورچه را که به سال ۱۹۵۰ میلادی برمی‌گردد توصیه نمی‌کند، چونکه اینها بلحاظ نامهای غیرقابل دسترس و تاکسهای زیرگونه‌ای به حد اشباع رسیده و در استانداردهای کنونی کاربرد محدودی دارند.

وارژد و همکارانش (۱۹۹۶)<sup>۴</sup> کتاب جامعی از نظام طبقه‌بندی مورچه‌ها به چاپ رساندند، که شامل مرجع‌هایی می‌گردد که به مقوله‌های طبقه‌بندی، تکامل، و زیست‌شناسی تطبیقی مورچه‌ها و نیز آنهایی که به مورفولوژی، جنس، فیزیولوژی، بیوشیمی، رفتار اجتماعی، شناسایی، سیر تکامل، زیست جغرافیا، اکولوژی، و مطالعه زندگی جانوری مربوط می‌شود از زمان لینه (۱۷۵۸)<sup>۵</sup> تا سال ۱۹۹۵ می‌پردازد. این محققان ۸۱۸۵ قلم را فهرست‌بندی کردند، که از این تعداد، ۸۱۰۹ قلم در پیشینه‌های تحقیق و بقیه در ارجاعات بکار رفته‌اند. در حالیکه بین تاریخهای چاپ فهرست برداری بولتون (۱۹۹۵b) و وارژد و همکارانش (۱۹۹۶) تفاوت دیده می‌شود، تاریخ چاپ دوومی ممکن است کاملتر بنظر برسد.

### منابع چاپی

راهنمای شناسایی بولتون (۱۹۹۴) حاوی فهرستی از اصطلاحات مورفولوژیکی بیرونی (از جمله آنهایی که مورد استفاده در طبقه‌بندی مورچه‌اند)، شناسایی کامل مورچه‌های کارگر از

- 
1. Bolton (1995b);
  2. Hölldobler & Wilson (1990);
  3. Bolton (1995b);
  4. Ward et al. (1996);
  5. Linnaeus (1758);

۱۶ زیرخانواده تاکنون شناسایی شده موجود، راهنمای تشریحی و منابع بروز شده جهت شناسایی زیرخانواده ها و جنسهای مورچه، و پیشینه تحقیق مرتبط با بیشتر جنسها است. این کتاب راهنما، که نخستین اطلس خانواده بال غشائیان محسوب می‌شود، به بررسی اجمالی ریزنگارهای الکترونیکی، از کل اندام و همینطور از نیمرخ طبقات مورچه کارگر تقریباً از تمامی جنسهای توصیف شده می‌پردازد. این اثر سالها می‌تواند امکان تفکیک و نامگذاری جنسهای مورچه را بدون مشکل خاصی فراهم نماید، بشرطی که خواننده از چند مشکل موجود در طبقه‌بندی جنس-محور توسط مؤلف آگاه باشد. به بیان دقیقتر اینکه، جامعه مورچه‌های خاکزی ممکن است تاکساهای جدیدی را معرفی نماید، و استفاده از راهنماهای موجود، که برای تاکساهای توصیف شده طراحی گردیدند، ممکن است کمکی در شناسایی تاکساهای جدید نکند. علاوه بر آن، این امکان هم وجود دارد که جنس موجود خوب توصیف نشده باشد، یا اینکه ممکن است لازم باشد مجدداً در مورد محدودیت‌های آن مطالعه صورت گیرد.

بولتون (۱۹۹۴)<sup>۱</sup>، با جمع‌آوری این اطلاعات، بر لزوم بررسی عمیق طبقه‌بندی اشکال فسیلی موجود در آمبرها (=رزین‌های فسیلی) و صخره‌ها تاکید می‌کند. وی همچنین پیرامون مشکلات طبقه‌بندی، حتی در سطح زیرخانواده نظراتی را ارائه می‌دهد. بخش قابل توجهی از جنسهای مورچه هم اکنون در واحدهای تک تباری عرضه می‌شوند، هر چند که هنوز هم همانهای شناسایی نشده وجود دارند، همان جنسهایی که ممکن است تباری یا چند تباری باشند، یا جنسهایی که بدرستی مشخص نشده اند یا اینکه در مناطق مختلف جغرافیای جانوری با مفاهیم مختلف تعریف می‌شوند.

منابع راهنمای آسان در مورد زیرخانواده ها و جنسها را می‌توان در کار هالدوبلر و ویلسون (۱۹۹۰)<sup>۲</sup> جستجو کرد. این منابع راهنما جنسها را همراه با تصاویر ارائه می‌دهند. فهرست جامعی از راهنمای شناسایی هر جنس نیز در جدول ۱-۵ عرضه شده اند.

مک کی و وینسون (۱۹۸۹)<sup>۳</sup>، برای قاره آمریکا، کتاب راهنمای شناسایی مورچه‌ها در سطح گونه را تهیه کردند، و شرحی پیرامون اعتبار و موثوق بودن منابع شناسایی گونه‌ای اکثر جنسهای موجود در قاره آمریکا نوشته اند. این اثر و بررسی کرایتون (۱۹۵۰)<sup>۴</sup> روی

- 
1. Bolton (1994);
  2. Hölldobler & Wilson (1990);
  3. MacKay & Vinson (1989);
  4. Creighton (1950);

فصل دوازدهم: جمع آوری عمده مورچه‌های جهان از نظر نوع و منطقه زیست، و... / ۳۴۳

مورچه‌های شمال آمریکا، همراه با اطلاعات موجود در فهرست برداری کیمف (۱۹۷۲)<sup>۱</sup> و نیز ضمیمه سال ۱۹۹۱ براندائو<sup>۲</sup>، ممکن است در دستیابی به منابع مورد استفاده در مطالعه فورمیسیده‌های قاره آمریکا متمرکز باشد (برای منابع بیشتر، به فصل ۵ رجوع شود). تا جائیکه به جامعه مورچه‌های خاکزی مربوط می‌شود، برخی مشکلات خاص ممکن است بروز نماید. مطالعه این بخش از جامعه مورچه‌ها که کمتر جمع آوری شده‌اند، ممکن است تاکساهای جدید را نشان دهد یا اینکه بر لزوم ارائه تعاریف جامع تری تأکید نماید.

### منابع الکترونیکی

منبع مهم و جدید اطلاعات در خصوص مورچه‌ها، همانا تعداد فزاینده وبگاهها است. به بیان دقیق‌تر، وبگاه مورچه‌های اجتماعی [http://research.amnh.org/entomology/social\\_insects/](http://research.amnh.org/entomology/social_insects/)، از اواخر ژانویه ۲۰۰۰، اطلاعات زیر را در صفحات خود آورده است: سیر تکامل؛ فهرستهای آنلاین (گونه‌های پونرینه مقیم مناطق استوایی نو و مورچه‌های منطقه استرالیا)؛ واژه‌نامه‌های توره بوئنو و هاریس که به تشریح اندام بیرونی می‌پردازد؛ راهنمای مصور مورفولوژی و آناتومی مورچه‌ها؛ فهرست‌ها (پارک مرکزی [نیویورک سیتی]، منطقه سنت لوئیس، ایالت میشیگان، زیستگاههای عمده در منطقه باهای [برزیل]، مورچه‌های آکاسیا (*Acacia*)، کاستاریکا، شبه جزیره عربستان، و لیکامو [گینه نو]؛ فهرستهای کلکسیونهای (موزه تاریخ طبیعی آمریکا، دانشکده زیست‌شناسی، دانشگاه علوم فناوری کورتین [CURT]، و مؤسسه زیربنایی میگوئل لیلو، مونهای موجود در دانشگاه ملی توکامن [IMLA])؛ منابع راهنما (راهنمای مصور مورچه‌های مقیم ژاپن، راهنمای جنسهای مقیم جنگلهای آتلانتیک و ماداگاسکار، و راهنمای گونه‌های *Glamyromyrmex*, *Leptothorax (Myrafant)*, *Neostruma*, *Nomamyrmex*, *Pheidole*, *Simopelta*, *Smithstruma*, *Strumigenys*, *Trichoscapa* کاستاریکا)؛ روش نصب مورچه‌ها توسط وارد جهت کلکسیونهای موزه؛ تصاویر کلکسیونهای مورچه موجود در دانشگاه علوم فناوری کورتین [CURT] و موزه جانورشناسی دانشگاه ساؤپاؤلو [MZSP]؛ و اسلایدهای مربوط به کلونی مورچه و ذخیره غذایی، و همچنین فیلمهای حاوی تصاویر با نمای ۳۶۰° از مورچه. این سایت نشانی‌های مهمی از وبگاهها و نیز نشانی‌های مربوط به سایتهای پرمخاطب، آموزشی، و در حوزه مهارت را در اختیار مخاطب

1. Kempf (1972);

2. Brandão (1991);



می‌گذارد.

## منابع جمع آوری

نگهداری کلکسیونهای حشره در مناطق معتدل و همینطور در کشورهای استوایی عموماً در سطوح نابرابری قرار دارند؛ مضاف بر اینکه، سطوح نگهداری در کلکسیونها در کشورهای استوایی نیز ناهمگونی فاحشی را نشان می‌دهند. ازاینرو، لازم است که به هر نوع تعمیم‌سازی نگاه انتقادی داشته باشیم. بخاطر حفظ کارایی، همکاری و کمک باید این تفاوتها را مشخص نماید تا از این طریق بتوان از استفاده ناکارآمد از منابع محدود اجتناب کرد. رسالت مشترک در جمع آوری گونه‌ها امری ضروری است، رسالتی که دید کوتاه بینانه و ناسیونالیستی را کنار می‌زند و ضعفها و نقصانهای هر مؤسسه را برطرف می‌نماید. چنین تعاملی قطعاً برای رسالت تحقیق و مطالعه از تنوع زیستی سیاره ما، پیش از نابودی، امری حیاتی است.

خوشبختانه، موزه‌های تاریخ طبیعی و کلکسیونها پیشینه همکاری دراز مدتی با هم دارند، که ناشی از درک این واقعیت است که هیچ کلکسیونی در تمامی حوزه‌های علمی مربوطه قطعاً کامل نیست، مخصوصاً باوجود تحوُّلی که در مفاهیم مربوط به گونه‌ها از اوایل دهه ۱۹۴۰ میلادی صورت گرفته است. تلفیق‌سازی نوین روشن ساخت که کلکسیونها نه تنها منابع ذخیره‌ای برای اقلام مون شناختی (توپولوژیکی) بشمار می‌روند، بلکه ابزارهای اطلاعاتی هستند که تغییر گونه‌ها را در خلال توزیع شان ثبت می‌نمایند. علاوه بر آن، نمونه‌های آزمایشگاهی، پیشینه‌ای را با خود یدک می‌کشند. اینکه چگونه، کجا، توسط چه کسی، و در چه شرایطی این نمونه‌ها جمع آوری شدند در کتابهای فهرست، دفترچه‌های تحقیق، یادداشت برداریهای میدانی، و دیگر منابع اطلاعاتی که جزء عناصر اصلی کلکسیونهای تاریخ طبیعی بشمار می‌روند، ثبت می‌شوند.

جدول شماره ۱-۱۲ فهرستی از عمده کلکسیونهای عمومی مورچه را بترتیب کشور (در متن انگلیسی) ارائه می‌دهد. منابع اشاره شده عبارتند از: آرنِت و آرنِت (۱۹۹۰)<sup>۱</sup>، آرنِت و همکارانش (۱۹۸۶، ۱۹۹۳)<sup>۲</sup>، گادیک (۱۹۹۵)<sup>۳</sup>، هوپر و لاماس (۱۹۸۲)<sup>۴</sup>، هورن و کاله (۱۹۳۵a)،

- 
1. Arnett & Arnett (1990);
  2. Arnett et al. (1986, 1993);
  3. Gaedike (1995);
  4. Heppner & Lamas (1982);

فصل دوازدهم: جمع آوری عمده مورچه‌های جهان از نظر نوع و منطقه زیست، و... / ۳۴۵

۱۹۳۵b<sup>۱</sup>، هورن و همکارانش (۱۹۹۰)<sup>۲</sup>، هودسون و نیکول (۱۹۷۵)<sup>۳</sup>، رولفین (۱۹۷۹)<sup>۴</sup>، ساختلین (۱۹۶۱)<sup>۵</sup>، انجمن حشره شناسی کانادا (۱۹۷۸)<sup>۶</sup>، وات (۱۹۷۹)<sup>۷</sup>، و ویلیامز (۱۹۷۸)<sup>۸</sup>. در مباحث زیر، سرواژه‌های چهار حرفی براساس سرواژه‌های ارائه شده آرنت و همکارانش (۱۹۷۸) تهیه شده اند، اما در برخی لازم بود که مواردی اضافه شوند. شکل نهایی براساس قواعد نویسندگانی آماده شده است که برای ساخت سرواژه‌های جدید تنظیم گردیدند و از سرواژه‌هایی که تاکنون برای دیگر مؤسسات بکار رفته بهره نمی‌گیرد.

کلکسیون مورچه موزه جانورشناسی تطبیقی (MCZC) دانشگاه هاروارد، که در اتاقهایی که بتازگی نوسازی گردیدند ذخیره شده اند، شاید غنی ترین جمعیت گونه مورچه ها در جهان را در خود جای داده است. در اینجا، کلکسیونهای مشهوری موسوم به کلکسیونهای ویلیام ال براون جی آر، ویلیام ویلر و ادوارد او ویلسون، و همچنین بخشهایی از کلکسیونهای ویلیام مان و ماریون آر اسمیت معرفی شده اند. کلکسیونهای (تهیه شده به روش جمع آوری) برلزی گسترده که اخیراً رابرت اندرسون و استوارت پک عرضه کردند در موزه جانورشناسی تطبیقی (MCZC) دانشگاه هاروارد به نمایش درآمده اند. در کلکسیون مورچه MCZC، کلکسیون برونو فینزی و گونه‌هایی که گاری آلبرت، استفان کور، و فیلیپ وارده اخیراً جمع آوری کردند نیز قابل دسترسی اند. بخشی از کلکسیون ویلر در کلکسیون MCZC و و بخش دیگر آن در موزه تاریخ طبیعی آمریکا (AMNH) واقع در نیویورک سیتی، و همینطور بخشی از کلکسیونهای مان و اسمیت در کلکسیون MCZC و بخش دیگر آن در مؤسسه انتشاراتی اسمیتسون (USNM) واقع در واشنگتن دی سی نگهداری می‌شوند.

موزه تاریخ طبیعی در لندن (BMNH) کلکسیونهای مهمی از آسیا و آفریقا و بیشتر مونهای گونه‌های توصیف شده از سوی هوراس دونیستورپ و نیز اخیراً توسط باری بولتون را در اختیار دارد (هرچند که برخی گونه ها که از سوی کینث راس در گینه نو [خلیج مافین] در آکادمی علوم کالیفرنیا (CASC) نگهداری می‌شود). بخشی از کلکسیونهای فردریک اسمیت در

- 
1. Horn & Kahle (1935a, 1935b);
  2. Hom et al. (1990);
  3. Hudson & Nichols (1975);
  4. Rohlfien (1979);
  5. Sachtleben (1961);
  6. Entomological Society of Canada (1978);
  7. Watt (1979);
  8. Williams (1978);

موزه تاریخ طبیعی در لندن (BMNH) (دارای بیشتر گونه‌های استوایی نو) و بخشی دیگر در کلکسیونهای حشره شناسی هوپ در موزه دانشگاه آکسفورد (OXUM) (دارای کلکسیونهای آسیایی) نگهداری می‌گردد، که مورچه‌های آسیایی چارلز توماس بینگهام و دابلیو سیسیل کراولی را نیز در اختیار دارد. موزه ملی تاریخ طبیعی موسوم به "یاکوما دوریا" (MCSN) در جنوا، از میان سایر کلکسیونهای کوچکتر، یعنی کلکسیون کارلو آمیری، را در اختیار دارد، که توسط کارلو منوزی براساس طبقه‌بندی جنس محور دسته‌بندی شده است. موزه تاریخ طبیعی ژنو کلکسیون آگوسته فورل را، با همان آرایش فورل، نگهداری می‌کند. این موزه همچنین کلکسیونهایی از مورچه‌های لاشبرگری را از آسیای جنوب شرقی، سری لانکا، هند، استرالیا، نیوزیلند، آفریقای غربی، و شیلی در خود ذخیره کرده است. موزه تاریخ طبیعی (NHMB) باسپیل بخشهایی از کلکسیونهای فورل و فلیکس سانشی را، همراه با گونه‌های جدیدتر، که تا حدودی از درون مطالعات سزار بارونی-اوربانی شناسایی شدند، نگهداری می‌نماید.

کلکسیونهای هنریک کوتر و دانیل چریکس در موزه جانور شناسی (MZLS) نگهداری می‌شود، که کلکسیونهای مهم شناسایی شده در مناطق استوایی آفریقا و خاورمیانه را نیز در اختیار دارد. در موزه ملی تاریخ طبیعی (MNHN) پاریس، کلکسیون را موسوم به "کلکسیون باستانی" نگهداری می‌کند که حاوی نمونه‌هایی است که در مطالعه صورت گرفته از سوی پیری آندریا لاتریلی شناسایی شده و تا حدودی توسط کارلو منوزی آرایش گردیدند. این کلکسیون همچنین گونه‌هایی را نگهداری می‌کند که اخیراً جمع آوری شده اند، که از جمله آنها را می‌توان به جامعه مورچه‌های مالتی اشاره کرد که در تحقیقات دکتر جانین کیس ویتز-ویولارس، کلکسیون دار، مورد مطالعه قرار گرفتند.

جدول شماره ۱-۱۲. کلکسیونهای اصلی مورچه سانان جهان برحسب منطقه و نوع<sup>1</sup>

## آرژانتین

- (IMLA) مؤسسه ملی میگوئل لیلو، واقع در دانشگاه ملی توکومان؛ نشانی: Universidad Nacional de Tucuman, Miguel Lillo 251, 4000 Tucuman (مدیریت: فایانا دل کوئزو؛ نشانی الکترونیکی: [instli@satlink.com](mailto:instli@satlink.com))
- (MACN) موزه علوم طبیعی آرژانتین؛ نشانی: Avenida Angel Gallardo 470 (c.c. 220, suc. 5), 1405 Buenos Aires (مدیریت: آرتور رویگ آلسینا)

فصل دوازدهم: جمع آوری عمده مورچه‌های جهان از نظر نوع و منطقه زیست، و... / ۳۴۷

- (MLPA) موزه شهر لاپلاتا، واقع در دانشگاه ملی لاپلاتا؛ نشانی: Universidad Nacional de la Plata, Paseo del Bosque, 1900 La Plata

## استرالیا

- (AMSA) موزه استرالیا؛ نشانی: P.O. Box A285, Sydney South, NSW 2000
- (ANIC) کلکسیون ملی حشرات استرالیا؛ نشانی: CSIRO, P.O. Box 1700, Canberra City, ACT 2601. (مدیریت: دکتر استیون شاتوک)
- (AWAP) مؤسسه زراعت غرب استرالیا؛ نشانی: 3 Baron-Hay Court, South Perth, Western Australia 6151. (نمابر: 61-9-3683223؛ نشانی الکترونیکی: [johnvs@apb.agric.wa.gov.au](mailto:johnvs@apb.agric.wa.gov.au))
- (CURT) دانشکده زیست شناسی دانشگاه علوم فناوری کورتین؛ نشانی: GPO Box: U 1987, Perth, Western Australia 6001. (مدیریت: دکتر جاناتان میجر؛ نشانی الکترونیکی: [imajerj@info.curtin.edu.au](mailto:imajerj@info.curtin.edu.au))
- (MAMU) موزه مکللی، واقع در دانشگاه سیدنی، شهر سیدنی؛ نشانی: University of Sydney, Sydney, NSW 2006
- (MVMA) موزه ویکتوریا؛ نشانی: 71 Victoria Crescent, Abbotsford, Victoria 3067
- (QMBA) موزه کوئینزلند؛ نشانی: P.O. Box 3300, South Brisbane, Queensland 4101
- (SAMA) موزه جنوب استرالیا؛ نشانی: Nort Terrace, Adelaide, South Australia 5000
- (TERC) مرکز تحقیقات اکوسیستم‌های استوایی، واحد حیات وحش و اکولوژی؛ نشانی: CSIRO, PMB 44, Winnellie, NT 0821. (مدیریت: دکتر آلن اندرسن؛ نشانی الکترونیکی: [Alan.Andersen@terc.csiro.au](mailto:Alan.Andersen@terc.csiro.au))
- (WAMP) کلکسیون عنکبوتیان و حشرات، واقع در موزه غرب استرالیا؛ نشانی: Western Australian Museum, Francis Street, Perth, Western Australia 6000

## اتریش

- (NHMW) موزه تاریخ طبیعی وین؛ نشانی: Postfach 417, Burggring 7, 1040 Vienna

## بلژیک

- (FSAG) کلکسیونهای جانور شناسی؛ نشانی: Faculté des Science Agronomiques, 5030 Gembleaux
- (ISNB) مؤسسه سلطنتی علوم طبیعی بلژیک؛ نشانی: 29 rue Vautier, B1040 Brussels
- (MRAC) موزه سلطنتی آفریقای مرکزی؛ نشانی: Leuvenesseleeweg 13, B3040 Tervuren

## برزیل

- (CPDC) مرکز نگهداری و پرورش درخت کاکائو؛ نشانی: Comissao Executiva do Plano del Lavoura Cacaueira (CEPLAC), C.P. 7, Itabuna, BA 45600 (مدیریت: دکتر ژاک دلایبی؛ نشانی الکترونیکی: [delabie@nuxnet.com](mailto:delabie@nuxnet.com))
- (DZIB) گروه جانورشناسی؛ نشانی: UNICAMP, C.P. 1170, Campinnas, SP 13100 (مدیریت: دکتر دابلویو دابلویو بنسون و دکتر پی اس آلیویرا؛ نشانی الکترونیکی: [ps@unicamp.br](mailto:ps@unicamp.br))
- (DZUP) موزه حشره شناسی سانتیاگو؛ نشانی: Universidade Federal do Parana, C.P. 19020, Curitiba, PR 81531-970
- (FIOC) مؤسسه ملی اوسوالدو کروز؛ نشانی: Avenida Brasil 4365, C.P. 926, Rio de Janeiro, RJ 21045-900
- (IBSP) مؤسسه زیست شناسی، وابسته به گروه کشاورزی؛ نشانی: Avenida Conselheiro Rodrigues alves 1252, São Paulo, AP 04604 (مدیریت: پروفیسور ایانا برگاماسکو)
- (IBUS) مؤسسه زیست شناسی؛ نشانی: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Antiga Rodovia, Rio-São Paulo Km 47, Seropédica, RJ 23460 (مدیریت: دکتر آنتونیو مایهی نونس؛ نشانی الکترونیکی: [amayhe@ufrj.br](mailto:amayhe@ufrj.br))
- (INPA) مؤسسه ملی آمازون؛ نشانی: Estrada do Aleixo 1756, C. P. 478, Manaus, AM 69011 (مدیریت: دکتر سیلیو ماگالهایس؛ نشانی الکترونیکی: [celiomag@inpa.gov.br](mailto:celiomag@inpa.gov.br))
- (MPEG) موزه پارانز موسوم به "امیلیو گولدی"؛ نشانی: C. P. 399, Belém, PA 66000 (مدیریت: دکتر آنا وای هارادا؛ نشانی الکترونیکی: [ayharada@museu](mailto:ayharada@museu))

فصل دوازدهم: جمع آوری عمده مورچه‌های جهان از نظر نوع و منطقه زیست، و... / ۳۴۹

([goeldi.br](http://goeldi.br))

- (MZSP) موزه جانورشناسی دانشگاه ساؤپائولو؛ نشانی: Avenida Nazare 481, São Paulo, SP 04263-000 (مدیریت: روبرتو اف براندائو؛ شماره تماس: 55-11-2743455؛ نمابر: 55-11-2743690؛ نشانی الکترونیکی: [crfbrand@usp.br](mailto:crfbrand@usp.br))
- (QBUM) موزه ملی دهکده بوآ ویستا؛ نشانی: Quinta da Boa Vista, Sao Cristovao, Rio de Janeiro, RJ 20942
- (UFVB) موزه حشره شناسی دانشگاه فدرال ویکوسا؛ نشانی: Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG 36570 (مدیریت: دکتر ایوالدو ویلا [نشانی الکترونیکی: [evilela@mail.ufv.br](mailto:evilela@mail.ufv.br)] و دکتر ترسینها دلا لوسیه)

#### کانادا

- (CNCI) کلکسیون ملی حشرات و عنکبوتیان کانادا، زیر نظر برنامه تحقیقاتی حفاظت از محصولات کشاورزی (ECORC)؛ نشانی: Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, Ontario KIA OC6 (مدیریت: دکتر جان هوپر، موزه دار واحد بال غشائیان)
- (CPMQ) گروه زیست شناسی دانشگاه لاول؛ نشانی: Quebec PQ GIK 7P4
- (LEMQ) موزه حشرات و آزمایشگاه تحقیقاتی لایمن؛ نشانی: McDonald College, McGill University, St. Anne de Bellevue, Quebec H9X 3M1

#### شیلی

- (MNNC) موزه ملی تاریخ طبیعی؛ نشانی: Casilla 787, Santiago
- (UCCC) گروه جانورشناسی دانشکده علوم طبیعی و اقیانوس شناسی؛ نشانی: Facultad de Ciencias Naturales y Oceanograficas, Universidad de Concepcion, Casilla 2407, Apartado postal 10, Concepcion, Chile (مدیریت: دکتر آندرس آنگولو ارمسو؛ نمابر صوتی: 56-41-240280؛ نشانی الکترونیکی: [aangulo@halcon.dpi.udec.ch](mailto:aangulo@halcon.dpi.udec.ch))

#### چین

- (CERB) مؤسسه تحقیقات جنگل واقع در آکادمی جنگلداری چین؛ نشانی: Wan Shou Shan, Beijing 100091 (مدیریت: دکتر وانگ چانگلو و دکتر وُو جیان)

- (CNHP) موزه تاریخ طبیعی پکن؛ نشانی: 126 Tien Chao Street, Beijing (مدیریت: دکتر هونگ یو-چونگ) (شاخه گونه‌های فسیلی)
- (GNUC) گروه زیست‌شناسی، دانشگاه نرمال گوانگجو؛ نشانی: Guilin 541004, Guangxi (مدیریت: دکتر ژو شان-یی)
- (ISAS) مؤسسه جانورشناسی کونمینگ، واقع در آکادمی علوم (آکادمی علوم چین)؛ نشانی: Kunming 650107, Yunnan
- (IZAS) مؤسسه جانورشناسی آکادمی علوم (آکادمی علوم چین)؛ نشانی: 19 Zhongguancun Lu, Haidian 100080, Beijing (مدیریت: دکتر یوان دی چنگ)
- (KFBG) مؤسسه کشاورزی کادوری و مزرعه گیاه‌شناسی؛ نشانی: Lam Kam Road, Tai Po, New Territories, Hong Kong Special Administrative Region (مدیریت: دکتر جان آر فلوز)
- (SNUC) مؤسسه جانورشناسی دانشگاه نرمال شانجو؛ نشانی: Xi An, P.O. Box 191, Shaanxi 710062 (مدیریت: دکتر ژنگ ژمین)

### کلمبیا

- (CELM) کلکسیون حشره‌شناسی موسوم به "لوئیس ماریا موریلو"؛ نشانی: Instituto Colombiano Agropecuario, Tibaitabii. Apartado aereo 151123 (EI Dorado), Bogota (مدیریت: دکتر اینگبورگ زنییر-پولانیا؛ شماره تماس: 91-2672710)
- (IHVL) مؤسسه هامبولت؛ نشانی: Villa de Leyva, Apartado aereo 8693, Santa Fe de Bogota, D.C. (Fernando Fernandez C.)
- (UNCB) موزه تاریخ طبیعی مؤسسه منابع طبیعی دانشگاه ملی کلمبیا؛ نشانی: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Apartado 7495, Santa Fe de Bogota, D.C.
- (UNCM) مؤسسه حشره‌شناسی موسوم به مؤسسه "فرانسیسکو لوئیس گالگو"؛ نشانی: Facultad de Ciencias, Apartado aereo 3840, Medellfn

### کاستاریکا

- (INBC) مؤسسه ملی تنوع زیستی؛ نشانی: Apartado 22-3100, Santo Domingo de Heredia, 3100 Heredia

فصل دوازدهم: جمع آوری عمده مورچه‌های جهان از نظر نوع و منطقه زیست، و... / ۳۵۱

- (MUCR) مؤسسه حشره شناسی دانشگاه کاستاریکا؛ نشانی: Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria, San José

#### کوبا

- (IZAC) مؤسسه جانورشناسی آکادمی علوم کوبا؛ نشانی: Capitolio Nacional La Habana 2, Ciudad de la Habana 10200
- (MHNC) موزه ملی تاریخ طبیعی مجلس ملی هاوانا؛ نشانی: Capitolio Nacional La Habana 2, Ciudad de la Habana 10200

#### دانمارک

- (ZMUC) موزه جانورشناسی دانشگاه؛ نشانی: Universitetsparken, DK-2100 Copenhagen

#### اکوادور

- (QCAZ) موزه جانورشناسی دانشگاه پونتافیشا اکوادور؛ نشانی: 12 de Octubre y Roca, Apartado 2184, Quito (مدیریت: دکتر جی اونور و پاترشو پونس؛ نشانی الکترونیکی: [varsovia@puce.edu.ec](mailto:varsovia@puce.edu.ec))

#### فنلاند

- (UZMH) موزه جانورشناسی دانشگاه هلسینکی؛ نشانی: Universitets Helsinki, P. Rautatiek 13, SF-00100 Helsinki

#### فرانسه

- (ENSA) دانشسرای عالی ملی زراعت؛ نشانی: École Nationale Supérieure Agronomique, Toulouse
- (LBIT) آزمایشگاه زیست شناسی حشرات؛ نشانی: 118 route de Narbonne, F-31077 Toulouse
- (MNHN) موزه ملی تاریخ طبیعی؛ نشانی: 45 rue Buffon, 75005 Paris (مدیریت: دکتر جی کیس ویتز-ویولارس)



## آلمان

- (DEIC) مؤسسه حشره شناسی آلمان؛ نشانی: Fachhochschule Eberswalde, Schicklerstrasse 5, 16255 Eberswalde
- (EMAU) مرکز ارنست-موریتز-آرنت دانشگاه گریفزوالد، مؤسسه و موزه جانورشناسی؛ نشانی: Johann-Sebastian-Bach-Strasse 11/12, 17489 Greifswald
- (SMNG) موزه دولتی تاریخ طبیعی در گورلیتز؛ نشانی: Am Museum 1, 02826 Görlitz, (مدیریت: دکتر برنارد شیفرت)
- (SMNK) موزه دولتی تاریخ طبیعی در کارلسروهه (کلکسیون ملی تاریخ طبیعی سابق [LNK])؛ نشانی: Erbprinzenstrasse 13, 76133 Karlsruhe (مدیریت: مانفرد ورهاگ؛ نشانی الکترونیکی: [verhaagh\\_smnk@compuserve.com](mailto:verhaagh_smnk@compuserve.com))
- (SMNS) موزه دولتی تاریخ طبیعی در اشتوتگارت؛ نشانی: Rosenstein 1, 70191 Stuttgart
- (SMTD) موزه دولتی جانورشناسی در درسدن؛ نشانی: Augustusstrasse 2, 01067 Dresden
- (ZFMK) مؤسسه تحقیقاتی و موزه جانورشناسی الکساندر کوئینگ؛ نشانی: Adenaueralle 160, 53113 Bonn (مدیریت: دکتر کارل-هینز لامپه) (این مرکز کلکسیون جامعی از تاکسهای سوسک سانان مورچه دوست در اختیار دارد؛ با دکتر مایکل اسمیت تماس بگیرید)
- (ZMUB) موزه تاریخ طبیعی دانشگاه هامبولت برلین؛ نشانی: Invalidenstrasse 43, 10115 Berlin
- (ZMUH) مؤسسه و موزه جانورشناسی در دانشگاه هامبورگ؛ نشانی: Martin-Luther-King-Platz 3, 20146 Hamburg
- (ZSMC) کلکسیون دولتی جانورشناسی؛ نشانی: Miinchhausenstrasse 21, 81274 Munich (مدیریت: دکتر اریش دیلر)

## غنا

- (UGLA) دانشگاه غنا؛ نشانی: Legon, Accra

## یونان

- (ZMAA) موزه جانورشناسی دانشگاه آتن، آتن.

فصل دوازدهم: جمع آوری عمده مورچه‌های جهان از نظر نوع و منطقه زیست، و... / ۳۵۳

### مجارستان

- (HNHM) موزه تاریخ طبیعی مجارستان؛ نشانی: Baross utca 13, H- 1088 Budapest
- (SUEL) موزه علوم طبیعی باکوای / موزه باکوای؛ نشانی: Zirc, Rakoczi ter I, H- 8420

### هند

- (NZSI) کلکسیون ملی جانورشناسی، مرکز تحقیقات هند؛ نشانی: Zoological Survey of India, 34, Chittaranjan Avenue, Calcutta 700 012
- (UASB) گروه حشره شناسی دانشگاه علوم کشاورزی، بنگلور؛ نشانی: University of Agricultural Sciences, Bangalore, Karnakata 560-065 (مدیریت: دکتر راگاوندر گاداگکار [ragh@ces.iisc.emet.in]، و دکتر موستاک-علی)

### اندونزی

- (MBBJ) موزه جانورشناسی بوگارینس؛ نشانی: P.O. Box 110, Jalan. Juanda 3, Bogar, Java

### اسرائیل

- (TAUI) موزه جانورشناسی دانشگاه تل‌آویو؛ نشانی: Tel Aviv University, Tel Aviv 69978

### ایتالیا

- (IEGG) مؤسسه حشره شناسی موسوم به "گیدو گراندی"؛ نشانی: dell'Universita degli Studi di Bologna, via Filippo Re 6, 40126 Bologna (شماره تماس: 051-324161)
- (MSCN) موزه تاریخ طبیعی شهر موسوم به "گیاکومو دوریا"؛ نشانی: via Brigata Liguria 9, 16121 Genoa (مدیریت: دکتر والتر رینری؛ شماره تماس: 010-564567)
- (MHNT) موزه تاریخ طبیعی شهر؛ نشانی: Piazza A. Hortis 4,34123 Trieste (شماره تماس: 040-301821)

- (MRSN) کلکسیون اسپینول، موزه منطقه‌ای علوم طبیعی؛ نشانی: via Giolitti 36, 10123 Turin (شماره تماس: 011-432061173؛ نمابر: 011-4323331)
- (MSNM) موزه علوم طبیعی شهر؛ نشانی: Corso Venezia 55, 20121 Milan (شماره تماس: 02-62085405)
- (MSNV) موزه علوم طبیعی شهر؛ نشانی: Lungadige Porta Vittoria 9, 37129 Verona (شماره تماس: 061-213356)

## ژاپن

- (DBUT) گروه زیست شناسی دانشکده ادبیات و علوم دانشگاه توکیو؛ نشانی: University of Tokyo, Komaba, Meguro-ku, Tokyo 153-8902 (مدیریت: دکتر مامورو ترایاما؛ نشانی الکترونیکی: [terayama@pop.fa2.so-net.or.jp](mailto:terayama@pop.fa2.so-net.or.jp))
- (EUMJ) آزمایشگاه حشره شناسی دانشگاه ایهایم؛ نشانی: Ehime University, Matsuyama
- (ITLJ) آزمایشگاه طبقه‌بندی حشرات مؤسسه ملی علوم کشاورزی و محیط زیست؛ نشانی: National Institute of Agro-environmental Sciences, 3-1-1 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki Prefecture 305 (دارای مونهای ترایاما)
- (KUEC) آزمایشگاه حشره شناسی و مؤسسه علوم کشاورزی استوایی؛ نشانی: Faculty of Agriculture, Kyushu University, Hako Zaki, Higashi-ku, Fukuoka 812 (گونه‌های یاماتسو و مونهای اوگاتا)، (مدیریت: دکتر کازو اوگاتا؛ نشانی الکترونیکی: [kogata@agr.kyushu-u.ac.jp](mailto:kogata@agr.kyushu-u.ac.jp))
- (KUIC) گروه زیست شناسی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه کاگوشیما؛ نشانی: Kagoshima University, Uera Ta-cho, Kagoshima 890 (مدیریت: دکتر سیکو یامانه)
- (LECI) آزمایشگاه حفاظت از اکوسیستم دانشگاه علوم کشاورزی و دامپزشکی Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine، (مدیریت: دکتر کیچی اونویاما) Inada-cho, Obihiro 080-8555
- (MNHA) موزه مطالعات طبیعی و انسانی؛ نشانی: Yayoigaoka, Sanda, Hyogo 669-13 (مدیریت: دکتر یوشیاکی هاشیموتو)
- (NSMT) موزه علوم طبیعی (تاریخ طبیعی)؛ نشانی: Hya Kunin-cho 3-23-1, Shinjuku-ku, Tokyo 141

فصل دوازدهم: جمع آوری عمده مورچه‌های جهان از نظر نوع و منطقه زیست، و... / ۳۵۵

- (UOPJ) آزمایشگاه حشره شناسی دانشگاه اوزاکا پرفکچر؛ نشانی: University of  
Osaka Prefecture, Museum of Natural History, Sakai, Osaka 593

#### کنیا

- (NMKE) موزه ملی کنیا؛ نشانی: P.O. Box 40658, Nairobi

#### مالزی

- (SMSM) موزه تاریخ طبیعی ساراواک؛ نشانی: 93566 Kuching, Sarawak

#### مکزیک

- (INEC) مؤسسه اکولوژی؛ نشانی: A. C., Km 2.5 antigua carretera a Coatepec,  
A. P. 63, Xalapa, 91000, Veracruz (مدیریت: دکتر پاترشیا روجا)
- (MCMC) موزه تاریخ طبیعی مکزیکو سیتی؛ نشانی: Apartado postal 18845,  
Delegacion Miguel Hidalgo, Mexico 11800, D.F.
- (UNAM) مؤسسه زیست شناسی دانشگاه ملی مستقل مکزیک؛ نشانی: Apartado  
postal 70133, Mexico 04510, D.F. (مدیریت: دکتر ژولیت راموس ایلاردو)

#### هلند

- (NHME) موزه تاریخ طبیعی ماستریخت؛ نشانی: de Bosquetplein 6-7, Post-bus  
882, 6200 AW Maastricht
- (ZMAN) مؤسسه جانورشناسی تاکسانومیک، موزه جانورشناسی دانشگاه آمستردام؛  
نشانی: Zoologisch Museum, Universiteit van Amsterdam, Plantage  
Middenlaan 64, 1018 DH Amsterdam

#### نیوزیلند

- (NAZC) کلکسیون بندپایان نیوزیلند؛ نشانی: DSRI, Landcare Research New  
Zealand, Private Bag 92170, Auckland 100 I (شماره تماس: 64-9-8496330؛  
نمابر: 8497093)
- (PPCC) کلکسیون مرکزی حفاظت از گیاهان؛ نشانی: Lynfield Agricultural, P.O.  
Box 41, Auckland I

### نیکاراگوئه

- (SEAN) موزه حشره شناسی؛ نشانی: SEA, Apartado aereo 527, Leon, (مدیریت: دکتر جین-میشل مائس)

### پاناما

- (MIUP) موزه بی‌مهرگان دکتر گراهام بی‌فرچیلد؛ نشانی: Universidad de Panama, Estafeta Universitaria, Panama, (مدیریت: دکتر دویمیدس کوئیئترو-آریاس)

### پرو

- (MUSM) موزه تاریخ طبیعی موسوم به "ژاویر پرادو"؛ نشانی: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Avenida Arenales 1267, Apartado postal 14-0434, Lima 14

### لهستان

- (ZMPM) مؤسسه جانورشناسی؛ نشانی: Polska Akademia Nauk, Wilcza 64, 00-679 Warsaw

### پرتغال

- (MMFM) موزه شهرداری (شهر بندری) فونچال؛ نشانی: Museu Municipal do Funchal, Madeira

### روسیه

- (IEME) مؤسسه تکامل، مورفولوژی و اکولوژی حیوانات (همچنین، مؤسسه مورفولوژی تکامل جانوران، همانگونه که در برخی نشریات آمده است)؛ نشانی: Leninsky Prospekt 33, Moscow 117071
- (ZMAS) گروه حشره شناسی، وابسته به مؤسسه جانورشناسی آکادمی علوم روسیه؛ نشانی: Zoological Institute of the Russian Academy of Science, (مدیریت: دکتر ولادیمیر توبیاس؛ نشانی الکترونیکی: [tvi@zisp.spb.su](mailto:tvi@zisp.spb.su))

فصل دوازدهم: جمع آوری عمده مورچه‌های جهان از نظر نوع و منطقه زیست، و... / ۳۵۷

- (ZMUM) موزه جانورشناسی دانشگاه دولتی مسکو؛ نشانی: Moscow State University, Bolshaja Nikitskaja 6, Moscow 103009، (مدیریت: دکتر الکساندر آندروپوف؛ نشانی الکترونیکی: [entomol@zoomus.bio.msu.su](mailto:entomol@zoomus.bio.msu.su))

### سنگاپور

- (NMSC) گروه جانورشناسی دانشگاه ملی سنگاپور؛ نشانی: Kent Ridge, S-0511، Singapore، (این مرکز گونه‌هایی را که پیش از این در موزه رافلز، موزه ملی سنگاپور، و دانشگاه سنگاپور نگهداری می‌شدند در اختیار دارد)

### آفریقای جنوبی

- (SAMC) موزه آفریقای جنوبی؛ نشانی: P.O. Box 61, Queen Victoria Street, Cape Town 8000، (مدیریت: دکتر هامیش جی رابرتسون؛ شماره تماس: 21-246330؛ نمابر: 21-246716؛ نشانی الکترونیکی: [hroberts@samuseum.ac.za](mailto:hroberts@samuseum.ac.za))
- (TMSA) موزه ترانسوال؛ نشانی: P.O. Box 413, Pretoria 0001

### اسپانیا

- (DBAG) گروه زیست‌شناسی جانوری دانشگاه گرانادا؛ نشانی: Universidad de Granada, Spain
- (MCCB) موزه علوم؛ نشانی: Fundació la Caixa, Teodor Roviralta 55, 08022، Barcelona، (مدیریت: دکتر جورج واگنسبرگ؛ نشانی الکترونیکی: [jwagensberg.fundacio@lacaixa.es](mailto:jwagensberg.fundacio@lacaixa.es)؛ نمابر: 34-3-4170381)، (این موزه دارای فسیلهای کهربایی دومینیکی است)
- (MNMS) موزه ملی علوم طبیعی؛ نشانی: Paseo de la Castellana 84, Madrid، (ادغام با مؤسسه حشره‌شناسی اسپانیا)

### سوئد

- (NHRS) موزه تاریخ طبیعی؛ نشانی: 10405 Stockholm، (مدیریت: دکتر پراینگ پرسون)
- (UZIU) دانشگاه آپسالا، موزه جانورشناسی؛ نشانی: P.O. Box 561, 75122

Uppsala

سوئیس

- (ETHZ) مؤسسه تکنولوژی مرکز فدرال سوئیس؛ نشانی: Universitätsstrasse 2, CH-8006 Zurich
- (MHNC) موزه تاریخ طبیعی؛ نشانی: La Chaux-de-Fonds
- (MHNG) موزه تاریخ طبیعی؛ نشانی: route de Malagnon, Case postale 434, CH-I21 1 Geneva 6 (مدیریت: دانیل بورکهارت)
- (MZLS) موزه جانورشناسی؛ نشانی: Place de la Riponne 6, Lausanne (مدیریت: دکتر چریکس)
- (NHMB) موزه تاریخ طبیعی؛ نشانی: Augustinergasse 2, CH-4001 Basel
- (NMBS) موزه تاریخ طبیعی؛ نشانی: Bernastrasse 15, CH-3005 Bern

ترینیداد و توباگو

- (UWIC) گروه زیست شناسی دانشگاه وست اندیز؛ نشانی: University of West Indies, Saint Augustine (مدیریت: دکتر کریستوفر استار)

اکراین

- (UASK) مؤسسه جانورشناسی آکادمی ملی علوم اکراین؛ نشانی: Ukrainian National Academy of Sciences, B. Khmelnytsky Street 15, 252601 Kiev 30 (مدیریت: دکتر الکساندر رادشینکو؛ نشانی الکترونیکی: [rad@usenc.kiev.ua](mailto:rad@usenc.kiev.ua))
- (ZMKU) موزه جانورشناسی آکادمی علوم اکراین؛ نشانی: Academy of Sciences of Ukraine, Vladimirska Street, Kiev

انگلستان

- (BMNH) موزه تاریخ طبیعی لندن؛ نشانی: Cromwell Road, South Kensington, SW7 5BD London (مدیریت: دکتر باری بولتون)
- (CMLU) موزه شهر واقع در شهرداری؛ نشانی: Municipal Building, L51 3AA Leeds (مدیریت: سدریک کولینگوود)
- (OXUM) کلکسیونهای حشرات هوپ (Hope) واقع در موزه دانشگاه؛ نشانی: University Museum, Parks Road, OXI 3PW Oxford

## ایالات متحده آمریکا

- (ABSC) ایستگاه زیست شناسی آرچبالد؛ نشانی: P.O. Box 20570, Lake Placid, Florida 32852-2057, (مدیریت: دکتر مارک دیروپ؛ شماره تماس: 1-813-465-2571؛ نمابر: 6991927)
- (AMNH) موزه تاریخ طبیعی آمریکا؛ نشانی: Central Park West at 79th Street, New York, New York 10024, (مدیریت: دکتر جیمز کارپنتر؛ شماره تماس: 1-212-873-1300؛ سایت: <http://research.amnh.org/-agosti/sociaUnsects/sihpl.html> (این موزه دارای فسیلهای کهربایی است)
- (ANSP) گروه حشره شناسی آکادمی علوم طبیعی؛ نشانی: Academy of Natural Sciences, 19th and the Parkway, Philadelphia, Pennsylvania 19103 (شماره تماس: 1-215-299-1189)
- (BPBM) موزه اُسقف برنایس پی؛ نشانی: P.O. Box 19000A, Honolulu, Hawaii 96819
- (BUWT) گروه زیست شناسی دانشگاه بیلور؛ نشانی: Baylor University, Waco, Texas 76703
- (CASC) آکادمی علوم کالیفرنیا؛ نشانی: Golden Gate Park, San Francisco, California 94118 (مدیریت: دکتر وُجسیچ جی پال؛ شماره تماس: 1-415-221-5100)
- (CEMU) موزه تاریخ طبیعی کلیولند؛ نشانی: 1 Wade Oval Drive, University Circle, Cleveland, Ohio 44106 (شماره تماس: 1-614-231-4600)
- (CIDA) موزه تاریخ طبیعی آرما جی اسمیت وابسته به دانشگاه آلبرتسون ایالت آیداهو؛ نشانی: Albertson College of Idaho, Caldwell, Idaho 83605, (مدیریت: دکتر ویلیام جی کلارک؛ شماره تماس: 1-208-459-5507)
- (CUIC) گروه حشره شناسی دانشگاه کُرِنل؛ نشانی: Cornell University, Ithaca, New York 14850
- (DEFW) موزه تاریخ طبیعی بل در دانشگاه مینسوتا؛ نشانی: University of Minnesota, Minneapolis, Minnesota 55455
- (DENH) گروه حشره شناسی دانشگاه نیوهمپشایر؛ نشانی: University of New Hampshire, Durham, New Hampshire 03824
- (DEUN) گروه حشره شناسی، موزه دولتی دانشگاه نبراسکا؛ نشانی: University of



- Nebraska State Museum, W436 Nebraska Hall, Lincoln, Nebraska 68503  
(ESUW) آزمایشگاه طبقه‌بندی حشرات دانشگاه ویومینگ؛ نشانی: University of Wyoming, P.O. Box 3354, University Station, Laramie, Wyoming 82071  
(شماره تماس: 1-307-766-5338)
- Roosevelt Road and Lake Shore (FMNH) موزه تاریخ طبیعی فیلد؛ نشانی: Drive, Chicago, Illinois 60605, (مدیریت: دکتر آلفرد اف نیوتن؛ شماره تماس: 1-312-922-9410)
- 1911 34th Street SW, P.O. (FSCA) کلکسیون دولتی بندپایان فلوریدا؛ نشانی: Box 147100, Gainesville, Florida 32614, (مدیریت: دکتر ام سی توماس؛ شماره تماس: 1-904-372-3505)
- 607 East (INHS) کلکسیون حشرات واحد تحقیقات تاریخ طبیعی الینویز؛ نشانی: Peabody Drive, Champaign, Illinois 61820, (مدیریت: کاتلین آر متون؛ شماره تماس: 1-217-244-2149؛ نمبر: 1-217-333-4949؛ سبایت: <http://www.inhs.uiuc.edu>)
- (ISUI) کلکسیونهای گروه جانورشناسی و حشره شناسی دانشگاه دولتی آیووا؛ نشانی: Iowa State University, Ames, Iowa 50010-3222, (مدیریت: دکتر رابرت ای لوئیس؛ شماره تماس: 1-515-294-1815)
- (KSBS) کلکسیون بی‌مهرگان کانزاس، مرکز تحقیقات زیست‌شناسی دولتی؛ نشانی: 2045 Constant Avenue, Campus West, University of Kansas, Lawrence, Kansas 66044, (شماره تماس: 1-913-864-4493)
- 900 Exposition (LACM) موزه تاریخ طبیعی ایالت کالیفرنیا؛ نشانی: Boulevard, Los Angeles, California 90007, (مدیریت: دکتر روی اسنلینگ و دکتر برایان وی براون؛ شماره تماس: 1-213-744-3363؛ سبایت: <http://www.lam.mus.ca.us/lacmnhldepartments/research/entomology>)
- Harvard (MCZC) موزه جانورشناسی تطبیقی دانشگاه هاروارد؛ نشانی: University, 26 Oxford Street, Cambridge, Massachusetts 02138, (مدیریت: دکتر ادوارد او ویلسون، دکتر گری آلبرت، و آقای استفان کاور؛ شماره تماس: 1-617-495-2464)
- (MEMU) موزه حشره شناسی می‌سی‌سی‌پی وابسته به دانشگاه دولتی می‌سی‌سی‌پی

فصل دوازدهم: جمع آوری عمده مورچه‌های جهان از نظر نوع و منطقه زیست، و... / ۳۶۱

سی پی؛ نشانی: Mississippi State University, Drawer EM, Mississippi State, Mississippi 39762 (مدیریت: دکتر ریچارد ال براون؛ شماره تماس: 1-601-325-2085)

• (NCSU) گروه حشره شناسی دانشگاه دولتی کارولینای شمالی؛ نشانی: North Carolina State University, P.O. Box 5215, Raleigh, North Carolina 27607 (شماره تماس: 1-919-737-2833)

• (NDSU) کلکسیون مرجع دولتی داکوتای شمالی زیر نظر گروه حشره شناسی دانشگاه داکوتای شمالی؛ نشانی: North Dakota University, Fargo, North Dakota 58102 (شماره تماس: 1-701-237-7902)

• (NYSM) موزه دولتی نیویورک، زیر مجموعه تحقیقات زیست شناسی؛ نشانی: 3132 Albany Cultural Education Center, Albany, New York 12230 (شماره تماس: 1-518-473-8496)

• (OSUC) کلکسیون حشرات و عنکبوتیان دانشگاه دولتی اُهایو؛ نشانی: 1735 Neil Avenue, Columbus, Ohio 43210 (مدیریت: دکتر نورمن جانسون؛ شماره تماس: 1-614-292-6839)

• (PSUC) موزه حشره شناسی فراست (Frost) وابسته به دانشگاه دولتی پنسلوانیا؛ نشانی: Pennsylvania State University, University Park, Pennsylvania 16802

• (RUVA) دانشگاه رادفورد؛ نشانی: Radford, Virginia 24142 (مدیریت: دکتر چارلز کوگلر)

• (SEMC) موزه حشره شناسی اسنو (Snow) وابسته به دانشگاه کانزاس؛ نشانی: University of Kansas, Lawrence, Kansas 66044 (مدیریت: دکتر جیمز اس آس؛ شماره تماس: 1-913-864-3065)

• (SIUC) کلکسیون حشره شناسی دانشگاه الینویز جنوبی وابسته به موزه تحقیقات جانورشناسی؛ نشانی: Research Museum of Zoology, Southern Illinois University, Carbondale, Illinois 62901 (مدیریت: دکتر جی ای مکفرسون؛ شماره تماس: 1-618-536-2314)

• (SRSS) ایستگاه تحقیقاتی مناطق جنوبی، وابسته به واحد تحقیقات حشرات

- جنگلی گروه کشاورزی آمریکا؛ نشانی: U.S. Department of Agriculture, 2500 Shreveport Highway, Pineville, Louisiana 71360
- (SWRS) ایستگاه تحقیقاتی جنوب غربی وابسته به موزه تاریخ طبیعی آمریکا؛ نشانی: Portal, Arizona 85632, (مدیریت: دکتر وید سی اسگربروک؛ شماره تماس: 1-602-558-2396)
- (TAMU) گروه حشره شناسی دانشگاه A&M تگزاس؛ نشانی: Texas A&M University, College Station, Texas 77843 (شماره تماس: 1-806-742-2828)
- (TTCC) موزه وابسته به دانشگاه فناوری تگزاس؛ نشانی: Texas Tech University, Lubbock, Texas 79409 (شماره تماس: 1-806-742-2828)
- (UAIC) گروه کلکسیون حشره شناسی دانشگاه آریزونا؛ نشانی: University of Arizona, Tucson, Arizona 85721 (شماره تماس: 1-602-621-1635)
- (UCDC) موزه حشره شناسی بوهارت زیر نظر دانشگاه کالیفرنیا؛ نشانی: University of California, Davis, California 95616 (مدیریت: فیلیپ اس وارڈ؛ شماره تماس: 1-916-752-0486)
- (UCMC) موزه دانشگاه کلورادو؛ نشانی: Campus Box 218, Boulder, Colorado 80309-0218, (موزه دار: دکترام دینه باورز؛ مدیر کلکسیون: ویرجینیا اسکات؛ شماره تماس: 1-303-492-6270؛ نشانی الکترونیکی: [scottv@spot.colorado.edu](mailto:scottv@spot.colorado.edu))
- (UCMS) گروه اکولوژی و زیست شناسی تکامل دانشگاه کنتیکت؛ نشانی: University of Connecticut, Box U-43, Storrs, Connecticut 06269-3034 (مدیریت: دکتر کارل دابلوی رُتنامیر؛ شماره تماس: 1-203-486-4460)
- (UCRC) کلکسیون تحقیقات و آموزش حشره شناسی دانشگاه کالیفرنیا؛ نشانی: University of California, Riverside, California 92521 (مدیریت: دکتر سائول ای فرامر؛ شماره تماس: 1-714-787-4315)
- (UMMZ) موزه جانورشناسی دانشگاه میشیگان؛ نشانی: University of Michigan, Ann Arbor, Michigan 48109-1079 (با دکتر پاول بی کانوفسکی تماس بگیرید)
- (USDA) کلکسیون پروژه مورچه‌های آتشی زیر نظر گروه کشاورزی آمریکا؛ نشانی: P.O. Box 14565, Gainesville, Florida 32604, (مدیریت: دکتر دانیل پی وُجیک)
- (USNM) موزه ملی تاریخ طبیعی آمریکا؛ نشانی: Washington, D.C. 20560

فصل دوازدهم: جمع آوری عمده مورچه‌های جهان از نظر نوع و منطقه زیست، و... / ۳۶۳

(مدیریت: دکتر تد شولتز؛ شماره تماس: 1-202-357-1311؛ نمابر 1-202-786-2894)

- (VPIC) مؤسسه پلی تکنیک و دانشگاه دولتی ویرجینیا؛ نشانی: Blacksburg, Virginia 24061-0542، (شماره تماس: 1-703-231-6773)
- (WFBM) کلکسیون حشره شناسی دابلوِ اِف بار وابسته به دانشگاه آیداهو؛ نشانی: University of Idaho, Moscow, Idaho 83843، (مدیریت: دکتر فرانک دابلوِ مریکل؛ شماره تماس: 1-208-885-7543)
- (WSUC) کلکسیون حشره شناسی جیمز وابسته به گروه کلکسیون حشره شناسی دانشگاه دولتی واشنگتن؛ نشانی: Washington State University, Pullman, Washington 99163، (شماره تماس: 1-509-335-3394)
- (WVUC) کلکسیون بندپایان؛ نشانی: اتاق G۱۷۶ ساختمان علوم کشاورزی دانشگاه ویرجینیای غربی؛ نشانی: West Virginia University, P.O. Box 6108, Morgantown, West Virginia 26505

## اروگوئه

- (UYIC) موزه حشره شناسی گروه بندپایان دانشکده علوم انسانی؛ نشانی: Tristan Narvaja 1674, C.C. 10773 Montevideo

## ونزوئلا

- (IZAV) مؤسسه جانورشناسی و کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه مرکزی ونزوئلا؛ نشانی: Universidad Central de Venezuela, Apartado postal 4579, Maracay 20 IOA, Aragua
- (USBC) گروه زیست شناسی جانوری دانشگاه سایمون بولیوار؛ نشانی: Universidad Simon Bolivar, Apartado postal 80659, Caracas, Miranda

## زیمبابوه

- (NMBZ) موزه ملی؛ نشانی: P.O. Box 240, Centenary Park, Bulawayo
- <sup>1</sup> سرواژه ها (در متن انگلیسی) به ترتیب حروف الفبای نام کشورها است؛ سرواژه‌های ایتالیک به مواردی اشاره دارند که در فهرست آرنت و همکاران (۱۹۹۳)<sup>۱</sup> وجود نداشته و در اینجا براساس معیارهای این محققان آورده شده اند.
- کلکسیون گوستاو مایر، در دانشگاه ارنست-موریتس-آرنت (EAMU) واقع در گریسوالد و موزه تاریخ طبیعی وین در شهر وین قرار دارند؛ کلکسیون ایش واسمن در موزه تاریخ طبیعی (NHMW) در شهر ماستریکت و کلکسیون ماسیمالیونو اسپانیا در موزه منطقه‌ای علوم طبیعی (MRSN) در تورین نگهداری می‌شوند. کلکسیون ویلیام نایلندر نیز در موزه جانورشناسی دانشگاه هلسنکی (UZMH) در شهر هلسنکی نگهداری می‌شود. در خصوص کلکسیونهای ایتالیایی، به خوانندگان توصیه می‌شود که به فهرست کاملی از کلکسیونهای حشره شناسی و مؤلفان آن که توسط پوگی و کانچی به چاپ رسیده است رجوع کنند.
- کلکسیونهای جورج آرنولد و آندری جی پراینز در موزه آفریقای جنوبی (SAMC) نگهداری می‌شوند.

در آمریکای شمالی، مهمترین کلکسیونها، بجز موزه جانورشناسی تطبیقی دانشگاه هاروارد (MCZC)، کلکسیونهایی هستند که در موزه تاریخ طبیعی ایالتی لوس آنجلس (LACM) نگهداری می‌شوند، به همراه کلکسیونهای آرتور سی کول جی آر، توماس رنتمور کوک، و ویلیام

1. Arnett et al. (1993);

اس کرایتون؛ کلکسیونهای جورج سی و جنت ویلر در داکوتای شمالی و نوادا؛ کلکسیون دانیل جانزن حاوی مورچه‌های مقیم آکاسیا در آمریکای مرکزی؛ و هزاران هزار نمونه جمع آوری شده و مطالعه شده توسط روی آر اسنلینگ؛ موزه ملی تاریخ طبیعی آمریکا (USNM)، که بخشهایی از مورچه‌های سرباز کلکسیون جولیان اف واتکینز دوم و قسمتهایی از کلکسیونهای مان و اسمیت را در خود ذخیره دارد؛ و موزه تاریخ طبیعی آمریکا (AMNH)، که بیشتر نمونه‌های استئوپینه ثبت شده در کلکسیونهای تئودور سی اشنیرلا پاناما را در اختیار دارد. چندین کلکسیون کوچکتر نیز دارای اهمیت هستند، مخصوصاً کلکسیون رابرت گرگ، که در موزه تاریخ طبیعی فیلد (FMNH) در شیکاگو نگهداری می‌شوند، که حدود ۱۴۰۰۰ نمونه از مورچه‌های جمع آوری شده با روش استخراج برلزی لاشبرگ در خود ذخیره کرده است. گرگ کتاب "مورچه‌های کلورادو" را بر مبنای کلکسیونی نگاشت که هم اکنون در موزه دانشگاه کلورادو (UCMC) در بولدر نگهداری می‌شود. موزه تاریخ طبیعی آرما جی اسمیت، دانشگاه آلبرتسون آیداهو (CIDA) در کلاودول بخشی از مورچه‌های سرباز واتکینز را به همراه دارد، که مجهز به یادداشتهای میدانی و کلکسیون مورچه‌های مرجع دنیا است، و سرانجام کلکسیونها و سوابق پی‌ای بلوم و ویلیام ایچ کلارک را به خود اضافه خواهد کرد. کلکسیون حشره و تحقیقات تاریخ طبیعی الینویز (INHS) ۲۰ کشور گونه سنجاق شده و جعبه پُر از مورچه آغشته به الکل، که عمدتاً از مناطق باختر میانه آیالات متحده آمریکا جمع آوری شدند، در خود ذخیره کرده است.

در آمریکای شمالی، آرژانتین و برزیل دارای بهترین کلکسیون مورچه هستند. کلکسیونهای توماس بورگمایر، والتر کیمف، کارو لِنکو، و هرمان وُن جرینگ همگی در موزه جانورشناسی دانشگاه ساؤپائولو (MZSP)، همراه با کلکسیونهای جدیدتر که توسط سی آر اف براندائو و همکارانش تهیه شدند، در ساؤپائولو نگهداری می‌شوند. بخشی از کلکسیون سینسناتو آر گانکلاو در موزه ملی در کوئیتتا دی بوآ ویستا (QBUM) و بخشی دیگر در مؤسسه زیست‌شناسی در دانشگاه فدرال محلی ریو دی ژانیرو (IBUS)، که هر دو در پایتخت برزیل واقع اند، نگهداری می‌شوند. کلکسیون موجود در مرکز نگهداری و پرورش درخت کاکائو (CPDC)، هر چند که جدید است، بسرعت در حال گسترش است در حالیکه گونه‌هایی از جنگلهای آتلانتیک واقع در شرق برزیل را در خود ذخیره دارد. کلکسیون نیکو کاسنزوف، که اساساً آرژانتینی است، در مؤسسه ملی میگوئل لیلو (IMLA) در توکومان آرژانتین نگهداری می‌شود، در حالیکه کلکسیونهای کارلوس بروچ و اینجل گالاردو موزه علوم طبیعی آرژانتین

(MACN) در شهر بوئنوس آیرس نگهداری می‌شود (البته مشابه آنها در موزه شهر لاپلاتا، واقع در دانشگاه ملی لاپلاتا [MLPA] نگهداری می‌گردد). مؤسسه جانورشناسی کوبا، که کلکسیون آکادمی علوم کوبا (IZAC) در هاوانا در آن نگهداری می‌شود، دارای گونه‌های پاستور آلیو و جوان گوندلاک است.

گونه‌های آسیایی و آفریقایی اساساً در موزه‌های اروپایی و آمریکای شمالی، مخصوصاً در موزه جانورشناسی تطبیقی دانشگاه هاروارد (MCZC) و موزه تاریخ طبیعی لندن (BMNH) نگهداری می‌شوند. دیگر منابع مهم عبارتند از موزه سلطنتی آفریقای مرکزی (MRAC) در تروارن، موزه تاریخ طبیعی ماستریخت (NHME) (یعنی، کلکسیونهای مورچه ژوزف کی‌ای وان بون و اریش واسمان و مورچه‌های میهمان از سرتاسر جهان) و کلکسیونهای کوچکتر که بعد از آن فهرست شده‌اند.

مورچه‌های استرالیایی در چندین کلکسیون نگهداری می‌شوند، اما بیشتر گونه‌ها را می‌توان در کلکسیون ملی حشرات استرالیا (ANIC) در کانبرا سیتی یافت.

دکتر گنادیام دیلاسکی لطف کردند اطلاعات زیر را در مورد کلکسیونهای روسیه و شوروی سابق برای بنده ارسال کردند. موزه جانورشناسی دانشگاه دولتی مسکو (ZMUM) دارای بزرگترین کلکسیون مورچه شوروی سابق بوده، و به زعم ایشان بهترین کلکسیون مورچه در شمالگان بر قدیم به شمار می‌رود. این موزه، کلکسیون ویکتور ایوانویچ ماتسچولوسکی، کلکسیونهای مورچه‌ای که توسط آلکسیا پاولویچ فدشینکو در آسیای مرکزی تهیه شده و محتویات آنها از سوی مایر توصیف گردیده‌اند، کلکسیونهای مورچه از اتریش، آمریکای جنوبی، و استرالیا که مایر با برخی مونهای خنثی از گونه‌های خود عرضه کرده است، کلکسیون نیکولای ویکتورویچ مازائف، بخشی از کلکسیون میخایل دیمیتروویچ روزسکی، کلکسیون کنستانتین ولادیمیرویچ آرنولد (که پیش از این در مؤسسه تکامل، موفولوژی، و اکولوژی جانوران (IEME) در مسکو نگهداری می‌شد، اما آرنولد در اواخر عمرش آن را به موزه جانورشناسی تقدیم کرد)، و کلکسیون شخصی دیلاسکی، را در خود نگهداری می‌نماید. شبه مونهای ارائه شده از سوی آمیری، فورل، مایر، سانسی، ویلر، و بسیاری از دیگر مورچه‌شناسان نیز در موزه جانورشناسی دانشگاه دولتی مسکو (ZMUM) نگهداری می‌گردند. در مؤسسه جانورشناسی آکادمی ملی علوم اکراین (ZIKU)، کلکسیون ولادیمیر آفاناسیویچ کاراوایر (که اساساً از اکراین و مشرق زمین تهیه شده است) و کلکسیون الکساندر جی رادشینکو، و نیز خیلی از شبه مونهای آمیری، سانسی و دیگران نگهداری می‌گردند.

فصل دوازدهم: جمع آوری عمده مورچه‌های جهان از نظر نوع و منطقه زیست، و... / ۳۶۷

مورچه‌شناسان هرگز در گروه حشره‌شناسی مؤسسه آکادمی علوم روسیه (ZMAS) فعالیت نداشته‌اند، و تمامی گونه‌ها از سوی بازدیدکننده‌ها مشخص و توصیف می‌گشته‌اند. در سال ۱۹۰۳، این کلکسیون توسط فورل، که برخی گونه‌ها را توصیف کرد، مورد مطالعه قرار گرفت. وی همچنین کلکسیونی از مورچه‌های ماداگاسکار را به موزه تقدیم کرد. در سال ۱۹۱۴، کلکسیون بزرگی که از سوی پیتر کوزمیچ کوزلف از تبت و صحرای گوبی جنوبی (مغولستان) تهیه شد توسط روزسکی توصیف شدند. بخشی از کلکسیون شخصی نیز در این موزه نگهداری می‌شود (که بیشتر مونهای روزسکی از میان رفته‌اند). اکثر گونه‌ها توسط آرنولدی، دیلاسکی و رادشینکو مشخص گردیدند.

از محل نگهداری کلکسیون این‌ان کوزنتزوف-اوگامسکی اطلاعاتی در دست نیست. ممکن است در موزه علوم طبیعی تاشکند نگهداری شود؛ اما، در حال حاضر هیچ مورچه‌شناسی در این موزه فعالیت ندارد. برخی مونهای گونه این‌ان کوزنتزوف-اوگامسکی در کیف (اکراین)، مسکو و سن پترزبرگ نگهداری می‌شوند. مونهای آلینا کویانسکاجا در مؤسسه زیست‌شناسی پوکونچ در ولادی وستک قرار دارند.

اخیراً چندین کلکسیون مورچه منطقه‌ای در دست تهیه است که مطمئناً در تعیین الگوهای توزیعی و مطالعات تغییر توزیعی در تاکساها مؤثر خواهند بود.

کلکسیونهای اصلی که از نمونه‌های مون برخوردارند، مخصوصاً آنهایی که در قرن گذشته یا اوایل قرن ۲۱ توصیف شدند، در جدول شماره ۱-۱۲ آورده شدند. این فهرست، که از جامعه جانوری موجود بهره می‌برد، بترتیب الفبا بوده و اساساً از روش آرنِت و همکارانش (۱۹۹۳)<sup>۱</sup> اقتباس شده است، اما با اطلاعات بدست آمده از مقالات اخیر چند تن از محققان نیز تلفیق شده است، که عبارتند از: آگوستیف آلیو، آلپرت، بارونی-اوربانی، بنسون، بولتون، براندائو، براون، کاگنیانت، کیس ویتز-ویولارس، سیردا، کولینگوود، دلابی، دیروپ، دینیز، دیلاسکی، دوبویس، اسپادالر، فرناندز، فولر، فرانکوور، هارادا، اپینزا رگلا، کوهوت، سی کوگیلر، لاتکه، لانگینو، مک کی، مافت، نونز، اوگاتا، پیسارسکی، رادشینکو، شاتوک، اسنلینگ، تیلر، تامپسون، تیناوت، تراگر، اومفری، وارڈ، واتکینز، و ویلسون. مرجع‌های استفاده شده بدقت در مجموعه وارڈ و همکارانش (۱۹۹۶)<sup>۲</sup> با اسامی استناد شده فهرست‌بندی شده‌اند و در اینجا مجدداً آورده نمی‌شوند. این اطلاعات را همکاران بنده از چندین مؤسسه، که اسامی

1. Arnett et al. (1993);

2. Ward et al. (1996);



آنها در بخش تقدیر و تشکر ذکر شده اند، لطف کردند مورد بازبینی و اصلاح قرار دادند. شاید لازم نباشد که جمع آوری کنندگان و کلکسیون داران مورچه منتظر یک متخصص باشند تا گونه‌های جمع آوری شده را جهت مطالعه درخواست کنند. در عوض، آنها اغلب برای متخصصان طبقه‌بندی می‌نویسند و درخواست می‌کنند تا نمونه‌های ارسالی شان را شناسایی کنند. لازم است که برخی قوانین، همچنانکه در خصوص امانت گرفتن نمونه‌ها صادق است، جهت درخواست برای شناسایی آنها رعایت شود؛ فهرستی از این مقررات در کتاب آرنِت و ساموئلسون (۱۹۸۶)<sup>۱</sup> آورده شده است.

### کلکسیونهای شخصی

اطلاعات موجود در این بخش از چندین منابع مختلف که اخیراً وارد پیشینه طبقه‌بندی مورچه شده اند اقتباس گردید. بسادگی نمی‌توان مطمئن شد که آیا کلکسیونهای ذکر شده هنوز بصورت خصوصی نگهداری می‌شوند یا اینکه تاکنون در مؤسسات رسمی ثبت گردیدند. خوانندگان علاقه مند باید با صاحبان کلکسیونها تماس بگیرند. کلکسیونهای اصلی خصوصی که در پیشینه تحقیق مربوطه ذکر شدند عبارتند از: دابلو بورن، ای بوشینگر، اف کاستانو (همگی در کلمبیا)، آر چو، سی‌ای کولینگوود (همگی در اسکیتون در انگلستان)، جی دیلای، جی‌ال‌ام دینیز (در سائو جوز دو ریو پرتو در برزیل)، ام دوبویس (در دانشگاه کلمسون)، ایکس اسپادالر (در بلاترا، اسپانیا) اف فرناندز سی (در کلمبیا)، ای فرانکوئر (در چیکتانای در کانادا)، آر گرگ، دی کیستیز (در چیکو واقع در ایالت کالیفرنیا، آمریکا)، آر کلین، ماسائو کوبوتا (در اوداوارا سیتی، ژاپن)، آر لاوینه، جی لینچ، دابلو وای مک کی (همگی در دانشگاه تگزاس، ال پاسو)، تی نون، اس او شاتوک، ای تیناوت (همگی در گروه زیست شناسی جانوری و اکولوژی دانشگاه گرانا در اسپانیا) جی تراگر، جی جی اومفری (در دانشگاه گونلف در اونتاریو کانادا)، پی وارڈ، جی و جی ویلیور و دی وُجیک. یکی دیگر از کلکسیونهای شخصی جالب و رو به رشد در آلمان کلکسیون‌ای شولز (در لیخلینگن) است.

هرچند که جدول ۱-۱۲ بر اساس تمامی معیارهای ممکن کاملاً پراکنده و بسیار ناهمگون است، این جدول نشان می‌دهد که تعداد کلکسیونهای مورچه در دسترس در مقایسه با دیگر کلکسیونهای تاکسهای مشابه فوق العاده بزرگ است. حجم زیاد اطلاعات زیست شناختی موجود در این کلکسیونها به هیچ وجه بی‌اهمیت نیست. بنابراین، باید از سوی جامعه محققان

1. Arnett & Samuelson (1986);

مورچه تلاش خاصی صورت گیرد تا نه تنها خود کلکسیونها بلکه - و صد البته - کیفیت و قابل دسترس بودن اطلاعات مربوط به نمونه‌های موجود در کلکسیونها را بهبود ببخشند. بنده مطمئن هستم که هنوز بسیاری از نواقص در چنین فهرست جهانی از کلکسیونهای مورچه بجا مانده است، و بنده از نمونه‌های دیگر و موارد اصلاحی از طرف خوانندگان استقبال می‌کنم.

### تقدیر و تشکر

جا دارد از چند تن از همکارانی که به درخواستهای بنده جهت ارائه اطلاعات پیرامون کلکسیونها پاسخ مثبت دادند صمیمانه تشکر کنم: آلن آندرسون (از مرکز تحقیقات اکوسیستمهای استوایی استرالیا [TERC])، سیزار بارونی-اوربانی و برایان وی براون (از موزه تاریخ طبیعی ایالت لس آنجلس [LACM])، مرحوم ویلیام ال براون جی آر (از گروه حشره شناسی دانشگاه کرنل [CUIC])، دانیل بورکهارد (از موزه تاریخ طبیعی سوئیس [MHNG])، ویلیام ایچ کلارک (از موزه تاریخ طبیعی آرما جی اسمیت دانشگاه آلبرتسون ایالت آیداهو [CIDA])، فایانا گوئزو (از مؤسسه ملی میگوئل لیلو، واقع در دانشگاه ملی توکومان [IMLA])، گنادیام دیلاسکی (از موزه جانورشناسی دانشگاه دولتی مسکو [ZMUM])، جان فلوز (از مؤسسه کشاورزی کادوری و مزرعه گیاه شناسی [KFBG])، استوارت فیلرتون (از ایستگاه زیست شناسی آرچبالد فلوریدا [ABSC])، رابرت جینه و جاناتان میجر (از دانشکده زیست شناسی، واقع در دانشگاه فناوری کورترین استرالیا [CURT])، آلفرد اف نیوتون (از موزه تاریخ طبیعی فیلد آمریکا [FMNH])، باری اُکائِر (از موزه جانورشناسی دانشگاه میشیگان [UMMZ])، آندری آنگولو اُرمسو (از گروه جانورشناسی دانشکده علوم طبیعی و اقیانوس شناسی شیلی [UCCC])، الکساندر رادشکو (از مؤسسه جانورشناسی آکادمی ملی علوم اکراین [UASK])، هامیش جی رابرتسون (از موزه آفریقای جنوبی در کیپ تاون [SAMC])، ویرجینا اسکات (از موزه دانشگاه کلورادو [UCMC])، روی آر اسنلینگ (از موزه تاریخ طبیعی لس آنجلس [LACM])، مامورو تراياما (از گروه زیست شناسی دانشکده ادبیات و علوم دانشگاه توکیو [DBUT])، گری اومفیری و کیز وان آکتربرگ (از [RMNH])، جان وان شاگِن (از مؤسسه زراعت غرب استرالیا [AWAP])، و مانفرد ورهاق (از موزه دولتی تاریخ طبیعی در کارلسروهه آلمان [SMNK]). دکتر میریان دی مارکس، کریستیان ای یاماتو، و دو شخص ناشناس دیگر این مقاله را مطالعه کرده و اصلاح کردند.



## فصل ۱۳

### با داده‌ها چکار باید کرد؟

جان تی لانگینو

در ابتدایی‌ترین حالت، داده‌های بدست آمده از تحقیقات تنوع زیستی نمونه‌های مربوط به خصوصیات اکولوژیکی و طبقه‌بندی را در بر می‌گیرند. خصوصیات اکولوژیکی ممکن است مواردی همچون تاریخ جمع‌آوری، محل جمع‌آوری، زیستگاه، تعداد پلاتهای کاذب، یا روش جمع‌آوری را شامل شود. خصوصیات تاکسونومیکی ممکن است اشاره به شناسایی گونه‌ای، تاکسهای برتر که گونه‌ها بدان تعلق دارند، یا شاید گروه عامل از پیش تعریف شده، داشته باشند. این فصل نحوه آرایش، نمایش، و تجزیه و تحلیل این داده‌ها را شرح می‌دهد. روشهای بررسی شده در اینجا منحصر به مورچه‌های لاشبرگزی نمی‌شوند، و تنها بررسی اجمالی از موضوعاتی می‌گردد که راجع آنها مطالب زیادی نوشته شده است.<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup>. Pielou (1975, 1984); Southwood (1978); Ludwig & Reynolds (1988); Magurran (1988); Hayek & Buzas (1996);

### ساماندهی داده ها

مثالی را تجسم کنید که در آن یک محقق به نمونه خاکریز در قطعه‌ای از جنگل دست می‌یابد، مورچه‌ها را در یک قیف برلزی استخراج می‌کند، و یک یا چند نمونه آزمایشگاهی از هر گونه در نمونه‌گیری را نصب می‌کند. محقق می‌تواند نتایج را بعنوان فهرست گونه ارائه دهد. اکنون تصور کنید که محقق بجای یکی به دو نمونه دست یافته است. برخی گونه‌ها برای هر دو نمونه مشترکند؛ برخی دیگر منحصر به یک نمونه یا نمونه دیگر می‌شوند. این نتایج می‌تواند بعنوان یک ماتریس دو ستونی و با هر تعداد ردیفی که در آن گونه‌هایی از هر دو نمونه تلفیق شده وجود داشته باشد عرضه شود. اگر گونه‌ای در یک نمونه خاص دیده شود با علامت (✓) نشان داده می‌شود. داده‌هایی از این قبیل، داده‌های مربوط به بود و نبود و داده‌های مربوط به میزان بروز را شامل می‌شود. از سوی دیگر، محقق ممکن است بخواهد تعداد افراد هر گونه در هر نمونه گرفته شده را بشمارد. آنوقت خانه‌های ماتریس بیشتر شامل داده‌های فراوانی خواهد بود تا اینکه داده‌های بود و نبود گونه را در بر گیرد. محقق ما ممکن است ده نمونه تکرار را در جنگل اولیه و ده نمونه دیگر را در جنگل مدیریت یافته جمع‌آوری نماید. ماتریس گونه بر حسب نمونه اکنون دارای ستونهایی است، که نمونه‌های مختلف در دو گروه را نمایش می‌دهد. ماتریس‌های از این دست ساختار بنیادی داده‌ها برای نمونه‌گیری اکولوژیکی بشمار می‌روند<sup>۱</sup>. نمونه‌های تکرار به صورت ستونی (عمودی) و گونه‌ها بشکل ردیفی (افقی) (یا برعکس) نشان داده می‌شوند. محتویات خانه‌ها ممکن است یا داده‌های بود و نبود را در بر گیرند یا اینکه فراوانی گونه‌ها را شامل شوند. نمونه‌های تکرار ممکن است هیچ آرایش یا گروه‌بندی خاصی نداشته باشند، یا اینکه ممکن است به روشهای مختلف طبقه‌بندی یا گروه‌بندی شده باشند.

یک ماتریس برای مجموعه داده‌های بسیار بزرگ بعنوان ساختار نظری داده‌ها باقی می‌ماند، اما بهترین روش در ذخیره‌سازی آنها محسوب نمی‌شود. یک ماتریس بزرگ، که اکثر خانه‌های آن خالی است، روش پُر دردسری برای ذخیره‌سازی داده‌ها تلقی می‌شود. داده‌ها بشکل فهرست وار بهتر ذخیره می‌شوند، که بدین ترتیب هر ردیف نماینده خانه غیر صفری ماتریس خواهد بود. از اینرو، هر یک از ردیف‌ها اسم یا شماره رمز گونه، شماره نمونه، هر متغیر اکولوژیکی مؤثر در گروه‌بندی (مثلاً، جنگل اولیه در مقابل جنگل مدیریت یافته)، و فراوانی را به‌مراه دارد.

<sup>۱</sup>. Pielou (1984);

برخی از گونه‌ها در مجموعه داده‌ها مشترکند، و بقیه از گونه‌های نادر خواهند بود. انتخاب واژگان برای گونه‌های نادر در برخی تحلیلها که در بخشهای بعدی همین مقاله بحث خواهد شد اهمیت پیدا خواهد کرد. گونه‌های یگانه گونه‌هایی هستند که از یک نمونه آزمایشگاهی، و گونه‌های دوگانه گونه‌هایی هستند که از دو نمونه آزمایشگاهی برآمده‌اند. گونه‌های منحصر بفرد گونه‌هایی هستند که تنها در یک نمونه پیدا می‌شوند (قطع نظر از فراوانی آنها در نمونه)، و گونه‌های تکرار گونه‌هایی هستند که از دو نمونه غیر آزمایشگاهی پدید می‌آیند!

### تذکراتی در خصوص نمونه‌گیری مورچه

#### تذکر ۱: مورچه‌ها بصورت گروهی حرکت می‌کنند.

برخی روشهای تحلیلی بدین گونه‌اند که در یک جامعه‌ای که از نظر مکانی و زمانی تعریف شده‌اند، تمامی افراد کلونی در عالم نمونه‌گیری شانس برابری در نمونه‌گیری شدن دارند. عبارت دیگر، آگاهی از هویت یک مورچه در یک نمونه نباید بر احتمال مشاهده سایر اعضای همان گونه در آن نمونه تأثیر بگذارد. این فرض تقریباً همیشه نادیده گرفته می‌شود چونکه بنظر می‌رسد اجتماع مکانی جانوران بجای اینکه یک اتفاق استثنایی باشد یک قانون طبیعی است<sup>۱</sup>. مورچه‌ها موجودات اجتماعی هستند و در هنگام جمع‌آوری تمامی و یا بخشهایی از کلونیهای مورچه با روشهای نمونه‌گیری کاملاً جمع می‌شوند. به همین خاطر، در هنگام تحلیل، داده‌های بود و نبود ممکن است بر فراوانی ترجیح داده شود. مثال بارز آن تله‌چاله‌ای است که مجموعاً ۱۰ هزار مورچه سرباز را جمع می‌کند. بر حسب تعداد مورچه‌ها، گونه‌های مورچه سرباز ممکن است فراوانی تمامی گونه‌های ترکیبی دیگر را کوچک نشان دهند، این در حالی است که به لحاظ تعداد نمونه‌های مُحرز، ممکن است گونه‌های مورچه‌های سرباز از میان نادرترین گونه‌ها باشد.

<sup>1</sup>. Colwell & Coddington (1994); Coddington et al. (1996); Silva & Coddington (1996); Chazdon et al. (1998);

<sup>2</sup>. L. R. Taylor et al. (1978);

**تذکر ۲: نمونه گیری غیر سوگیرانه از بندپایان (از جمله مورچه ها) تقریباً غیر ممکن است.**

در بهترین حالت، فراوانیهای نسبی گونه در یک نمونه باید فراوانیهای نسبی در اجتماع مورد نظر را منعکس سازد. این در صورتی امکان پذیر است که از تعداد بسیار زیادی از نمونه‌های حجمی کوچک و تصادفی از محیط گردآوری شود و تمامی بندپاهای موجود در نمونه مورد مشاهده قرار گیرند. بندپایان چته کوچکی دارند و کاملاً در سایر عناصر زنده و غیر زنده محیط (از جمله، خاک، چوب، لاشبرگ، شاخ و برگ، جو) لانه می‌کنند. جستجوی مستقیم بندپایان بسیار طاقت فرسا است و این امکان را فراهم می‌کند تا تنها مناطق بسیار کوچک مشخص گردند. چنین جستجوی پُر زحمتی چندان عملی نیست.

در بیشتر مواقع، بندپایان را با متمرکز ساختن آنها از مناطق و یا حجمهای بزرگتر نمونه گیری می‌کنیم. این تمرکز زایی تحت متأثر از رفتار تک تک گونه‌ها است، رفتاری که در میان گونه‌ها متفاوت بوده و بنابراین مشکلات سوگیری غیرقابل حل را بوجود می‌آورد<sup>۱</sup>. طعمه گذاری، مورچه‌ها را از محیطهای اطراف جذب می‌کند و ترجیحاً گونه‌هایی را نمونه گیری می‌کند که عموماً همه چیز خوار غیر متمرکز با قابلیت جذب بسیار بالا هستند. این روش نمونه گیری شکارچیان و مورچه‌های متمرکزی را که در زیر لاشبرگها فعالیت می‌کنند با تعداد کم نمونه گیری می‌نماید. غربالکردن لاشبرگ، حجم زیادی از توده لاشبرگ را جمع می‌کند، و ترجیحاً از گونه‌هایی نمونه گیری می‌کند که (۱) آنقدر چابک نیستند که در طول فرآیند جمع آوری لاشبرگ بگریزند، (۲) می‌توانند از قطعه‌های لاشبرگ بزرگ جدا شوند، (۳) در فرآیند غربالگری له نمی‌شوند، و (۴) سریعاً از لاشبرگ آویخته در کیسه استخراج نمونه به زمین بریزند. تله‌های چاله‌ای ممکن است نتواند شکارچیان مترصد و گونه‌های چسپیده به دیواره را به تعداد لازم نمونه گیری کنند. جستجوی دستی فشرده در پلاتهای لاشبرگی (با هزینه بالای همزمان) به شناسایی غیر سوگیرانه از اجتماع مورچه نزدیکتر است، اما حتی در این مورد جستجو باید کاملاً دقیق و موشکافانه باشد طوریکه هیچ گونه مورچه لاشبرگی نهانزی و بسیار ریز (به اندازه تقریباً ۱ میلی متری) هم از دست نرود. در اغلب موارد، مورچه‌های ریز نهانزی با تعداد بسیار کم نمونه گیری می‌شوند.

<sup>۱</sup>. Poole (1974);

## اهداف مطالعه

اینکه چقدر این تذکرات مهم باشند بستگی به اهداف مطالعه دارد. اهداف مطالعه می‌توانند بصورت مجموعه‌ای از سؤالات در خصوص مجموعه داده‌ها ترسیم شوند. در اینجا، برخی از این سؤالات و نحوه پاسخ به آنها مورد بحث قرار خواهند گرفت. در تشریح روشهای تجزیه و تحلیل مورد بحث، از مجموعه داده‌های نمونه (به جدول شماره ۱-۱۳ رجوع شود) استفاده شده است. این مجموعه واقعی است، که در پروژه تحقیقی بندپایان (موسوم به پروژه ALAS) در جنگلهای بارانی پست در کاستاریکا تهیه گردید.<sup>۱</sup> هر "نمونه" در اصل نماینده مورچه‌های ترکیبی نمونه گیری شده از ۱۳ مغزه خاکی-لاشبرگی است، که در یک دوره ۱۳ ماهه از یک محیطی به شعاع ۱۰ متر با کمک قیفهای برلزی جمع آوری و استخراج گردیدند. مغزه‌های خاکی-لاشبرگی ۱۴/۵ سانتی متر قطر و ۱۰ سانتی متر عمق داشتند. ۱۶ نمونه گرفته شد: هشت نمونه از جنگلهای اولیه و هشت نمونه از جنگلهای ثانویه هستند. مقادیر نشان داده شده در جدول، اعداد مربوط به مورچه‌های کارگر بالغ هستند.

## میزان تراکم گونه در فعالیت نمونه گیری چقدر است؟

این سؤال به تنهایی هیچ بهانه‌ای برای توصیف خصوصیات جامعه مورچه‌ها را ایجاد نمی‌کند. این پرسش با آنچه که از آن به "فهرست برداری دقیق" یاد می‌شود سنخیت دارد،<sup>۲</sup> که در آن یک هدف، بزرگترین فهرست ممکن از گونه‌ها را فراهم می‌نماید. فهرست برداری دقیق را آندسته از متخصصان طبقه‌بندی انجام می‌دهند که می‌خواهند تاکساهای زیادی را جهت تحقیقات موزه بنحو شایسته نمونه گیری نمایند.

سرعت تراکم گونه را می‌شود در منحنی تراکم گونه مشاهده نمود.<sup>۳</sup> منحنی تراکم گونه مقیاس سنجش فعالیت را در محور افقی و عدد تراکمی را در محور عمودی نشان می‌دهد (به شکل شماره ۱-۱۳ رجوع شود). مثالهای مربوط به مقیاسهای سنجش فعالیت عبارتند از: تعداد نمونه‌ها، تعداد افراد مشاهده شده، زمان صرف شده در جمع آوری، زمان مورد نیاز جهت پردازش و شناسایی نمونه‌ها، و هزینه‌های مالی فرایند فهرست برداری. برای بدست آوردن منحنی تراکم گونه از یک ماتریس گونه-برحسب-نمونه در صفحه داده‌ها، ابتدا باید فراوانی

<sup>1</sup>. Longino (1994); Longino & Colwell (1997);

<sup>2</sup>. Longino & Colwell (1997);

<sup>3</sup>. Soberón & Llorente (1993);



گونه را در ردیفهای مختلف قرار داد و سپس هر مقدار غیر صفر را با عدد یک جابجا کرد (اینکار با تقسیم هر مقدار با خودش و باضافه عدد یک، و سپس عدد حاصله، گرد می‌شود). حاصل جمع‌های بدست آمده در این ستون، محور تراکم گونه را شکل می‌دهد (به شکل شماره ۲-۱۳ رجوع شود). آرایش خاص نمونه‌ها تراکم گونه خاص را ایجاد می‌کند. نقطه آخر در منحنی، جمع کل گونه‌های مشاهده شده در میان تمامی نمونه‌ها خواهد بود. تغییر در ترتیب نمونه‌ها ممکن است شکل منحنی را تغییر دهد اما هیچ تغییری در نقطه پایانی ایجاد نمی‌کند. یک منحنی صاف یا نه چندان شکسته را می‌توان با آرایش نمونه‌ها بشکل تصادفی پیوسته، محاسبه محور تراکم نمونه در هر مرحله تصادفی، و میانگین گرفتن منحنی‌های منتج بدست آورد (به شکل شماره ۱-۱۳ رجوع شود). (این تحلیل و بسیاری از دیگر تحلیل‌های انجام گرفته در این مجال، با برنامه محاسبه آماری<sup>۱</sup> EstimateS صورت گرفتند). منحنی جوامع مورچه که بسیار پایین نمونه‌گیری شدند تقریباً خطی بنظر می‌آیند، که هر نمونه جدید، نمونه‌های جدید بسیاری را به فهرست می‌افزاید. منحنی جوامع مورچه که بطور دقیق نمونه‌گیری شده باشند به یک تراز می‌رسد، که تنها چند نمونه در نمونه‌گیری مجدد اضافه شده و یا اینکه اصلاً هیچ نمونه‌ای افزوده نمی‌شود.

---

<sup>۱</sup>. Colwell (1997);



جدول ۲-۱۳. محاسبه منحنی تراکم نمونه<sup>۱</sup>

تعداد نمونه																
۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	گونه ها
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	گونه ۱
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	گونه ۲
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	گونه ۳
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	گونه ۴
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	گونه ۵
:																
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	گونه ۱۰۶
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۲۷	۰	۰	۰	۰	۰	گونه ۱۰۷
۱۰۶	۱۰۶	۱۰۶	۱۰۴	۱۰۴	۱۰۰	۹۳	۹۲	۷۹	۷۵	۶۸	۶۲	۵۶	۴۷	۳۶	۱۹	مجموع

<sup>۱</sup>فراروانیها بر حسب سطوح جمع شدند و سپس هر مقدار غیر صفر با عدد یک جایگزین می گردد. حاصل جمع ستونها، منحنی تراکم نمونه مشاهده برای هر سطح نمونه خاص را نشان می دهند.

علاوه بر مشاهده سرعت جاری تراکم گونه، شاید بخواهیم نتایج نمونه گیری مجدد را پیش بینی نماییم. پیش بینی منحنی تراکم گونه به ما امکان می‌دهد تا فعالیت مورد نیاز در افزودن تعداد خاصی از گونه‌ها به فهرست را تخمین بزنیم و یا اینکه فهرست گونه‌ها را تا درصد خاصی افزایش دهیم. سوپرون و لورنته (۱۹۹۳) مدل‌های ریاضی گوناگونی را مورد بحث قرار می‌دهند که با منحنی‌های تراکم گونه همخوانی خواهند داشت. غالباً درست است که مدل‌های متعدد به یک اندازه یا بیشتر با منحنی مشاهده همخوانی خواهند داشت، که با وجود این در هنگام برآورد، انحراف زیادی پیدا می‌کردند. انتخاب یک مدل خاص باید براساس فرضیات پیرامون شرایط نمونه گیری صورت گیرد. در خصوص جوامع بزرگ و کمتر شناخته شده، سوپرون و لورنته مدل لگاریتمی را پیشنهاد می‌کنند، که در آن احتمال مواجهه با گونه اضافی بعنوان تابع توانی حجم فهرست گونه کاهش می‌یابد. در این مدل، احتمال مواجهه با گونه اضافی هرگز تا حد صفر کاهش نیافته، و منحنی‌های تراکم گونه هیچگاه به حد تراز نخواهد رسید. معادله منحنی لگاریتمی عبارت است از:

$$S(t) = \frac{\ln(1 + zat)}{z}$$

که در آن  $t$  مقیاس سنجش تلاش است، از قبیل زمان یا تعداد نمونه‌ها؛  $S(t)$ ، تعداد گونه‌های پیش بینی شده در مقدار  $t$ ، و مقادیر  $z$  و  $a$  پارامترهای همخوان منحنی محسوب می‌شوند. در استفاده از داده‌های مربوط به منحنی هموار تراکم گونه (یعنی مقادیر  $S(t)$  و  $t$ )، پارامترهای  $a$  و  $z$  با روش غیر خطی همخوان منحنی در تحلیل‌های آماری محاسبه می‌گردند. بعنوان مثال، در منحنی هموار بدست آمده از داده‌های برلزی، منحنی لگاریتمی همخوان حاصل جمع  $a = 28/46$  و  $Z = 0/023$  را خواهد داشت. منحنی همخوان تقریباً با منحنی هموار ( $r^2 > 0/99$ ) برابر خواهد بود.

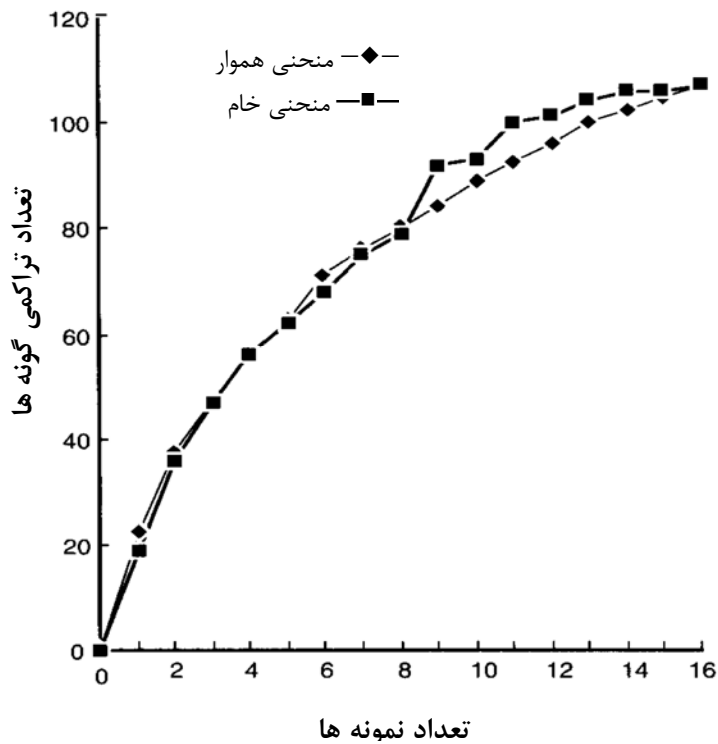
لانگینو و کولول (۱۹۹۷)<sup>۱</sup> معادله لگاریتمی را به صورت زیر اصلاح کردند:

$$t_s - t_{s-1} = \frac{e^{zs} - e^{z(s-1)}}{za}$$

این معادله، تعداد نمونه‌ها (یا دیگر مقیاس سنجش فعالیت) مورد نیاز جهت افزودن به تعداد  $s$  گونه به فهرست را نشان می‌دهد. در بین ۱۰۷ گونه، که تعداد بدست آمده در ۱۶ نمونه

<sup>۱</sup>. Longino & Colwell (1997);

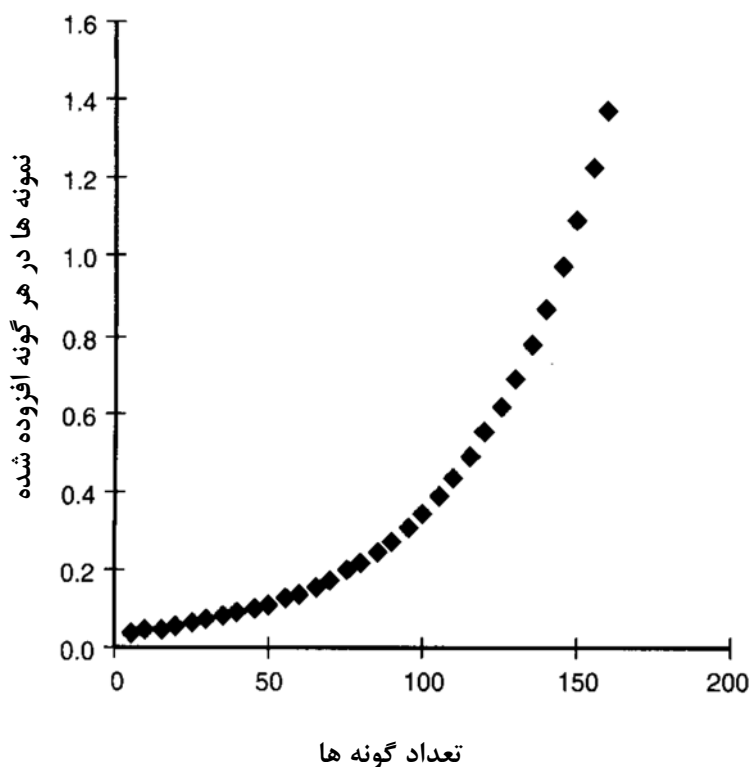
برلزی را نشان می‌دهد، هزینه افزودن گونه دیگر هنوز کمتر از یک نمونه اضافی است، اما سریعاً در حال افزایش است (به شکل ۲-۱۳ رجوع شود). بررسی افزایش فهرست در روش حاضر به ما امکان می‌دهد تا در صورت افزایش هزینه افزودن گونه دیگر به بالاتر از حد آستانه، "فوانین توقف افزایش" را به اجرا در آوریم.



شکل شماره ۱-۱۳. منحنی‌های تراکم گونه خام و هموار. یک منحنی از ترتیب خاص نمونه‌ها بدست می‌آید. منحنی هموار، میانگین چند منحنی خام حاصل از آرایش مجدد نمونه‌ها است. تمامی داده‌ها از ۱۶ نمونه برلزی برگرفته از نمونه‌های لاشبرگی سخاکی هستند (به متن رجوع شود).

سایر مدل‌های تراکم گونه بدین گونه است که احتمال برخورد با گونه اضافی در یک فهرست در نهایت به حد صفر می‌رسد. این مدل‌های مجانبی را می‌توان در برآورد غنای گونه

استفاده کرد، و اینها در بخش مربوط به برآورد غنای گونه مورد بحث قرار خواهند گرفت.

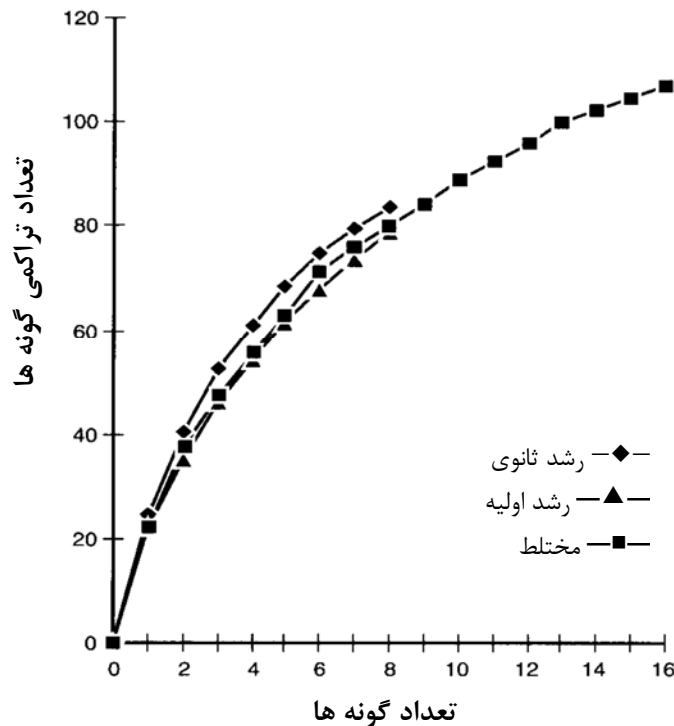


شکل شماره ۲-۱۳. منحنی هزینه در نمونه‌های حاصل از افزودن گونه دیگر به فهرست. همچنانکه تعداد گونه‌های جمع آوری شده در فهرست افزایش می‌یابد، هزینه افزودن گونه دیگر به آن بصورت تصاعدی بالا می‌رود. این منحنی "هزینه" از منحنی لگاریتمی (به متن رجوع شود) همخوان منحنی تراکم گونه حاصل از نمونه‌های برلزی نشأت می‌گیرد (به شکل ۱-۱۳ رجوع شود). منحنی تراکم گونه مشاهده پس از ۱۶ نمونه به ۱۰۷ گونه می‌رسد. منحنی هزینه پیش بینی می‌کند که افزودن نمونه هفدهم به فهرست تقریباً دو گونه را می‌افزاید.

### چگونه سرعت تراکم گونه را افزایش دهیم؟

در هنگام فهرست برداری، باید مشخص کرد که کدام روش نمونه گیری باید استفاده شود، و اینکه آیا باید نمونه گیری را با توجه به متغیرهای زیستگاهی لایه‌بندی کرد یا در طول زمان. چگونه می‌شود ارزیابی کرد که آیا لایه‌بندی بر حسب زیستگاه یا استفاده از روشهای مختلف در واقع به سود یک فهرست است یا خیر؟ مقایسه منحنی‌های تراکم گونه تنها یک روش

ارزیابی کارایی فهرست محسوب می‌شود.<sup>۱</sup> اگر منحنی تراکم گونه در یک زیستگاه بسیار شیبدارتر از دیگری باشد، توصیه می‌شود که فعالیت فهرست برداری، در زیستگاه بارورتر متمرکز گردد. اگر دو زیستگاه دارای تراکم گونه مشابه و همپوشی گونه‌ای بسیار پایین (یا به گفته کولول و کودینگتن (۱۹۹۴)، دارای وجه مشترک بالایی) باشند، آنگاه منحنی تراکم گونه مختلط، که نمونه‌ها را بصورت تصادفی از هر دو زیستگاه بیرون می‌کشد، شیبدارتر از هر منحنی تراکم درون زیستگاهی خواهد بود. در چنین وضعیتی، لایه‌بندی نمونه‌ها در دو زیستگاه توصیه می‌گردد. اگر منحنی مختلط شیبدارتر نیست (یعنی می‌تواند زیر منحنی‌های غنی‌ترین نمونه‌های یگانه قرار گیرد)، آنگاه لایه‌بندی منفعت کمتری خواهد داشت.

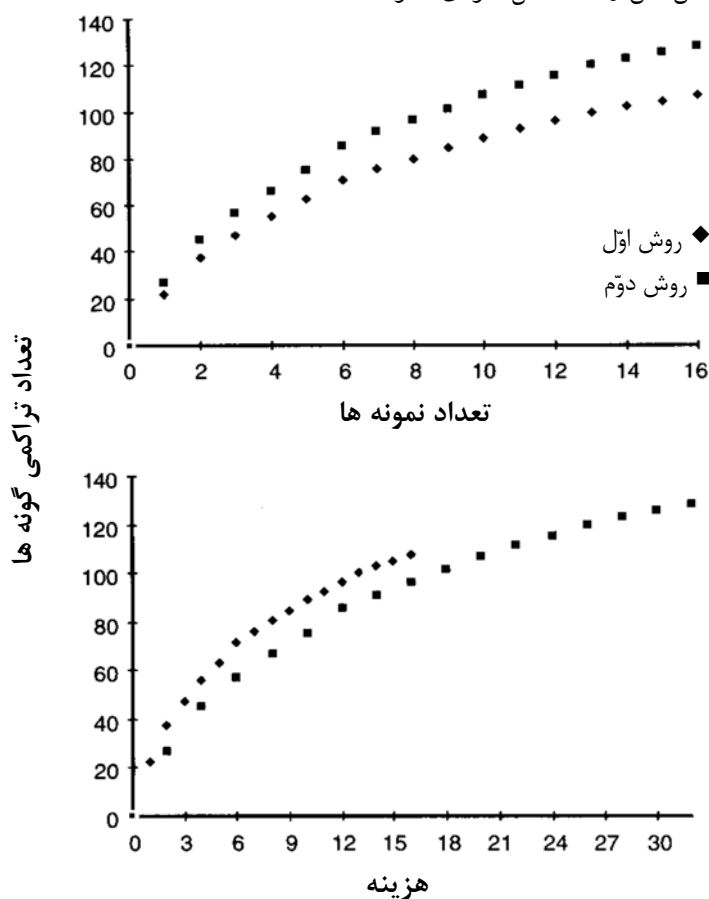


شکل شماره ۳-۱۳. منحنی‌های تراکم گونه مختلط درون زیستگاهی برای داده‌های برلزی (به متن رجوع شود). کارآمدی فهرست گونه (شیبدار بودن منحنی‌های تراکم گونه) بین زیستگاههای جنگلی رشد اولیه و رشد ثانوی، طبق آنچه که با هشت نمونه برلزی نشان داده شد، تفاوت چندانی ندارد. همچنین، لایه‌بندی هشت نمونه برلزی بر حسب زیستگاه جنگلی باعث بهبود در کارآمدی فهرست نمی‌گردد.

<sup>1</sup> Longino & Colwell (1997);

### فصل سیزدهم: با داده‌ها چکار باید کرد؟ / ۳۸۳

بعنوان مثال، نمونه‌های برلزی را می‌شود به دو دسته تقسیم کرد، آنهایی که از زیستگاههای جنگلی رشد اولیه و آنهایی که از زیستگاههای جنگلی رشد ثانوی جمع‌آوری شدند. محورهای تراکم گونه درون زیستگاهی کاملاً مشابه هم هستند، به این معنا که یک زیستگاه، در مقایسه با زیستگاه دیگر، به هیچ وجه از زایش گونه بیشتری که تازه به فهرست افزوده شدند برخوردار نیست (به شکل شماره ۳-۱۳ رجوع شود). محور مختلط نسبت به محورهای درون زیستگاهی شبیدارتر نیست، و بنابراین اگر قرار باشد که تنها ۸ گونه گرفته شود، آنوقت لایه‌بندی بر اساس سن رشد جنگل سودی نخواهد داشت.



شکل شماره ۴-۱۳. مقایسه روشهایی که بلحاظ هزینه متفاوتند. روش دوم ممکن است بر مبنای تعداد نمونه‌ها، کارآمدتر به نظر برسد (شکل بالا)، اما اگر نمونه‌های روش دوم دو برابر نمونه‌های روش اول هزینه داشته باشد، در واقع آن روش کارآمدی کمتری دارد (شکل پایین).



مقایسه روشها تا حدی مشکل ساز هستند. می‌توان روش قبلی را، که محورهای تراکم گونه مختلط و تفکیک شده را با هم مقایسه می‌کند، بکار بُرد. اما، اگر نمونه‌ها در مقیاس سنجش هزینه تفاوت زیادی داشته باشند، آنگاه شاید مقایسه محورهای تراکم گونه بر اساس تعداد نمونه کار بهبودی باشد. برای مقایسه کارآیی فهرست (یعنی شیبدار بودن محور تراکم گونه) روشهای مختلف، باید از ارز رایج استفاده کرد. در بهترین حالت، این ارز، هزینه مالی مستقیم هر نمونه محسوب می‌شود. بجای تعیین گونه‌های تراکمی برحسب تعداد نمونه‌ها، تعداد تراکمی برحسب هزینه جمع‌آوری آنها تعیین گردد (به شکل شماره ۴-۱۳ رجوع شود). در محاسبه هزینه، تعداد نمونه‌ها را در میانگین هزینه در هر نمونه ضرب کنید. همچنین شاخصهای عمده هزینه مالی مستقیم، از قبیل زمان پردازش نمونه یا تعداد نمونه‌های نصب شده، ممکن است لحاظ شوند.<sup>۱</sup>

### آیا یک گروه از نمونه‌ها متنوع‌تر از دیگری است؟

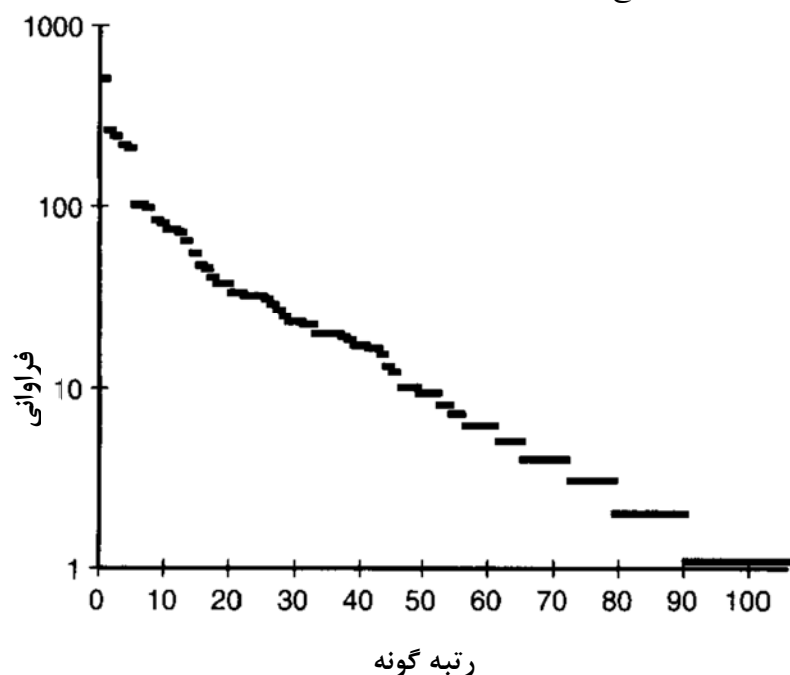
در پاسخ به این سؤال، ابتدا باید کلمه "متنوع بودن" را تعریف کرد. مطالعه ماگوران (۱۹۸۸)<sup>۲</sup> نمونه‌ای کامل و بسیار خواندنی از تنوع اکولوژیکی و معیارهای سنجش آن بشمار می‌رود. یک توصیف گرافیکی از تنوع زیستی، یک معیار نشان دادن فراوانی رتبه‌ای محسوب می‌گردد (به شکل شماره ۵-۱۳ رجوع شود). تمامی گونه‌ها در یک نمونه از فراوانی تا کمترین فراوانی رتبه‌بندی می‌شوند. هر گونه دارای یکی از رتبه‌های (۱ = دارای بیشترین فراوانی؛ ۲ = دارای فراوانی کمتر از رتبه اول؛ ۳ = دارای فراوانی کمتر از رتبه دوم؛ و همینطور الی آخر) است، که در محور افقی نشان داده شده، و فراوانی، در محور عمودی تعیین می‌شود. ویژگی مجزای این محور، جزء عناصر تنوع هستند: (۱) مجموع طول محور، که نشانگر تعداد گونه‌ها در هر نمونه است، و (۲) برابری در فراوانی، که بیانگر شیبدار بودن کلی دامنه از فراوانترین تا کمترین فراوانی است. توزیهای برابر تر (یعنی، دامنه کم عمق تر)، بنا بر تعریف، از تنوع بیشتری برخوردارند.

مقیاسهای سنجش متعدّد از تنوع بنوعی این توزیع را تا یک عدد کاهش می‌دهد، که عمدتاً تحت تأثیر غنای گونه، برابری گونه، و یا هر دو است. با وجود پیشینه تحقیقی فراوان در حوزه توسعه شاخصهای تنوع، بسیاری از بوم‌شناسان عقیده دارند که نتوانسته‌اند کمک زیادی به

<sup>۱</sup> Longino & Colwell (1997);

<sup>۲</sup> Magurran (1988);

درک و فهم ما از اکولوژی جامعه جانوری نمایند. بسادگی نمی‌توان ادعا کرد که ارزش شاخص تنوع، برآوردی از پارامتر یک جامعه جانوری است، که آن را می‌توان با برآوردهای انجام گرفته از دیگر جوامع یا در سایر مطالعات مقایسه نمود.



شکل شماره ۵-۱۳. معیار تعیین فراوانی رتبه‌ای براساس داده‌های برلزی (به متن رجوع شود). مجموعاً ۱۰۷ گونه از فراوانترین گونه، که در سمت چپ نمودار واقع شده، تا گونه دارای کمترین فراوانی، که در سمت راست نمودار آمده است، رتبه‌بندی شده‌اند. فراوانی در مقیاس لگاریتمی بیان می‌شود.

از اینرو، ارزش شاخص تنوع برای تنها یک نمونه ارزش کمی دارد. امّا، بجای برآورد پارامترهای جامعه، از شاخصهای تنوع می‌توان در ارزیابی تفاوت‌های موجود بین گروه‌های مختلف نمونه استفاده نمود. این روش تداعی کننده جمله معروف تیگر که می‌گوید شاخصهای تنوع تنها به اندازه توانایی تشخیص بین اثرات متغیرهای محیطی مفیدند<sup>۱</sup>. بعنوان مثال، ممکن است برای داده‌های برلزی بخواهیم بدانیم که آیا نمونه‌های بدست آمده از زیستگاه جنگل اولیه بنوعی با نمونه‌های جمع آوری شده از زیستگاه جنگل ثانوی تفاوت دارند. ما ارزش شاخص تنوع را برای هر نمونه محاسبه کرده و مجموع ارزشها را با کمک آزمون  $t$  یا آزمون  $U$

<sup>۱</sup>. L. R. Taylor (1978);

مان-ویتنی مقایسه می‌کنیم.

مقیاسهای رایج در سنجش تنوع عبارتند از: غنای گونه در هر نمونه ( $S$ )، آلفا ( $\alpha$ )، شاخص شانون ( $H'$ )، شاخص سیمسون ( $D$ )، و شاخص ترکیبی برگر-پارکر ( $d$ ). این مقیاسهای سنجش بنا بر نحوه اثرپذیری شان از توزیع فراوانی گونه متغیرند. غنای گونه، مقیاسی که به برابری گونه توجه ندارد، بشدت تحت تأثیر دنباله غالباً بلند گونه‌های نادر است. شاخصه‌های "غالب بودن"، از قبیل شاخصهای سیمسون و برگر-پارکر، تحت تأثیر شدید فراوانی نسبی تعداد معدودی از فراوانترین گونه‌ها هستند. شاخص شانون متأثر از هم غنای گونه و هم گونه‌های غالب است. آلفا تحت تأثیر گونه‌های دارای فراوانی بینابین قرار دارد و نسبت به نادرترین فراوانترین گونه‌ها چندان حساس نیست.

آلفا ابتدا با برآورد  $x$  از راه حل تکراری زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{S}{N} = \frac{(1-x)(-\ln(1-x))}{x}$$

که در آن  $S$  تعداد گونه‌های موجود در نمونه و  $N$  تعداد اعضای مورچه را نشان می‌دهند، و آنگاه آلفا را در فرمول زیر محاسبه می‌کنیم:

$$\alpha = \frac{N(1-x)}{x}$$

شاخص شانون نیز بصورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

که در آن  $p_i$  در  $i$  تا گونه را نشان می‌دهد.

شاخص سیمسون همچنین بشکل زیر محاسبه می‌گردد:

$$D = \sum \left( \frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)} \right)$$

که بدین ترتیب، هرچه مقدار  $D$  بالاتر باشد، تنوع، پایین تر است، بنابراین، غالباً عکس مقدار  $D$  استفاده می‌شود طوریکه تعداد بالاتر به معنای تنوع بیشتر است.

شاخص برگر-پارکر نیز بصورت زیر محاسبه می‌گردد:

فصل سیزدهم: با داده‌ها چکار باید کرد؟ / ۳۸۷

$$d = \frac{N_{\max}}{N}$$

که در آن  $N_{\max}$  تعداد افراد در فراوانترین گونه را نشان می‌دهد. هانند آنچه که در شاخص سیمسون دیدیم، مقدار بالاتر  $d$  به معنای تنوع پایین تر است، بنابراین اغلب از مقدار تقابلی استفاده می‌شود.

جدول ۳-۱۳، براساس داده‌های برلزی، به شاخصهای تنوع محاسبه شده برای هر نمونه اشاره می‌کند. غنای گونه در هر نمونه، آلفا، و شاخص شانون همگی روند ضعیف به سمت رشد ثانوی که متنوع تر است را نشان می‌دهند، اما تفاوتها مهم نیستند. این دو شاخص که بر اثرات گونه‌های غالب تأکید دارند روند مطمئن به طرف رشد ثانوی که متنوع تر است را مشخص می‌نمایند، در حالیکه شاخص سیمسون تقابلی از تفاوت چشمگیری برخوردار است.

جدول شماره ۳-۱۳. شاخصهای تنوع بر مبنای نمونه‌های برلزی

شاخص تقابلی برگر-پارکر	شاخص تقابلی سیمسون	شاخص شانون	آلفا	غنای گونه	تعداد افراد	
						نمونه‌های رشد اولیه
۲/۳۶	۴/۴۹	۲/۰۲	۶/۸۲	۱۹	۱۰۴	۱
۳/۳۷	۵/۹۸	۲/۱۹	۷/۵۹	۲۶	۲۲۶	۲
۳/۲۵	۶/۹۷	۲/۳۴	۶/۹۸	۲۲	۱۵۶	۳
۲/۶۰	۴/۶۶	۲/۰۲	۵/۸۱	۲۲	۲۵۰	۴
۲/۴۹	۴/۳۵	۱/۸۹	۴/۳۵	۱۵	۱۳۲	۵
۳/۴۲	۵/۴۷	۲/۱۷	۷/۷۷	۳۲	۴۷۲	۶
۲/۱۱	۳/۳۹	۲/۰۲	۷/۱۵	۲۴	۱۹۸	۷
۱/۴۵	۲/۰۸	۱/۳۵	۴/۵۰	۱۵	۱۲۲	۸
۲/۶۳ (۰/۶۹)	۴/۷۴ (۱/۴۷)	۲/۰۰ (۰/۳۰)	۶/۳۷ (۱/۳۴)	۲۲ (۵/۷)	۲۰۸ (۱۱۹)	میانگین (انحراف معیار)

نمونه‌های رشد ثانوی						
۹	۴۰۵	۳۷	۹/۹۲	۲/۶۱	۷/۶۸	۳/۲۷
۱۰	۱۸۷	۲۰	۵/۶۸	۲/۱۰	۵/۷۹	۳/۴۶
۱۱	۲۷۴	۳۱	۸/۹۹	۲/۴۸	۷/۹۹	۴/۴۹
۱۲	۱۲۰	۲۳	۸/۴۵	۲/۱۴	۴/۲۵	۲/۱۴
۱۳	۳۴۷	۲۰	۴/۶۱	۱/۸۰	۴/۱۳	۲/۹۷
۱۴	۱۰۸	۲۳	۸/۹۵	۲/۵۶	۸/۹۷	۳/۸۶
۱۵	۶۰	۱۸	۸/۷۲	۲/۳۹	۷/۷۰	۳/۱۶
۱۶	۱۱۲	۲۱	۷/۶۸	۲/۲۴	۶/۰۳	۳/۱۱
میانگین (انحراف معیار)	۲۲ (۱۲۶)	۲۴ (۶/۵)	۷/۸۷ (۱/۸۲)	۲/۲۹ (۰/۲۷)	۶/۵۷ (۱/۷۹)	۳/۳۱ (۰/۶۸)
آزمون <i>t</i>	معنی دار نیست	معنی دار نیست	معنی دار نیست	معنی دار نیست	$P < .۰۵$	معنی دار نیست

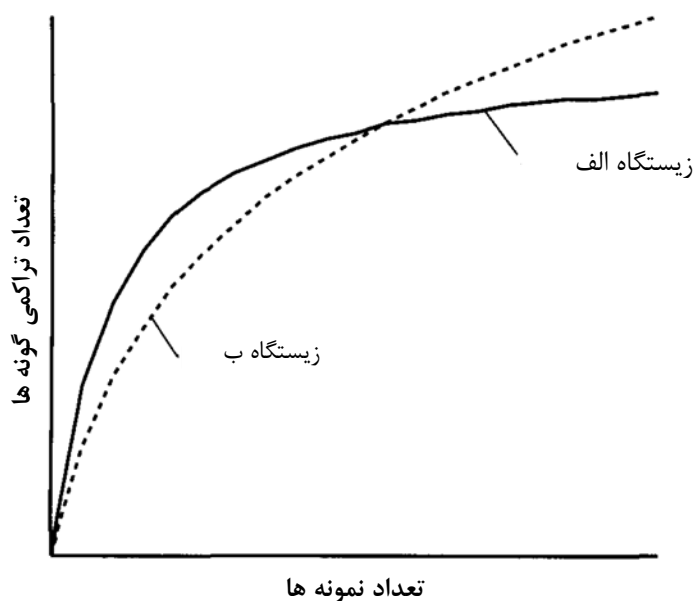
مقایسه شاخصهای تنوع در زیستگاهها یا دیگر بخشهای محیطی معمولترین راه استفاده از داده‌های نمونه برداری است. بعنوان مثال، کاسپاری (۱۹۹۶a)<sup>۱</sup> از غنای گونه در هر نمونه را جهت نشان دادن نحوه واکنش مورچه‌های لاشبرگزی به ناآرامی محیطی استفاده کرد. لوینگ (۱۹۸۳)<sup>۲</sup> از غنای گونه و شاخص شانون اصلاح شده در جهت بررسی اثرات فرایند فصلی، سایت، و سال روی مورچه‌های لاشبرگزی استفاده نمود. روث و همکارانش (۱۹۹۴)<sup>۳</sup> از آمارهای تنوع نمونه بهره گرفتند تا تأثیر تاریخیچه مدیریت زمین روی مورچه‌های خاکزی را ارزیابی کنند. باید احتیاط کرد در اینکه تفاوت‌های مهم در تنوع نمونه بازتاب همان تفاوتها در دیگر مقیاسهای مکانی نمونه گیری یا در جامعه واقعی محسوب می‌شوند. سناریویی مانند آنچه که در شکل ۶-۱۳ ترسیم شده است را تصور کنید. زیستگاه الف ممکن است تنوع درون نمونه‌ای بالاتری نسبت به زیستگاه ب داشته باشد اما در مجموع ممکن است از تنوع جامعه پایین تری

<sup>1</sup>. Kaspari (1996a);

<sup>2</sup>. Leving (1983);

<sup>3</sup>. Roth et al. (1994);

برخوردار باشد. باید منحنی‌های تراکم گونه را بررسی کرد و دید که آیا این الگو در حال رخ دادن است یا خیر. لوینگ (۱۹۸۳)، روث و همکارانش (۱۹۹۴)، و اولیور و بیتی (۱۹۹۶b)<sup>۱</sup> تحلیل‌های تنوع نمونه خود را با منحنی‌های تراکم گونه برای سایتهای مختلف بهبود بخشیدند. در هر مورد، منحنی‌ها دلیل عینی محکم و شهودی را پیرامون نتایج بدست آمده از آمارهای تنوع درون نمونه‌ای ارائه می‌دهند.



شکل شماره ۶-۱۳. جوامع فرضی همراه با منحنی‌های تراکم گونه مغایر. زیستگاه الف تنوع درون نمونه‌ای (مثلاً، غنای گونه) بالاتری نسبت به زیستگاه ب دارد، اما به خط مجانبی سریعتر می‌رسد. تحلیل درون نمونه‌ای به تنهایی ممکن است این نتیجه را دهد که زیستگاه الف متنوع تر است.

### آیا توزیع‌های فراوانی نسبی با مدل‌های بیولوژیکی یا آماری مطابقت دارند؟

یک روش سنتی که چند دهه از عمر آن می‌گذرد مقایسه داده‌های فراوانی نسبی نمونه با توزیع‌های مبتنی بر محاسبات ریاضی بوده است. برخی توزیع‌ها براساس مدل‌های بیولوژیکی خاص صورت می‌گیرند؛ بقیه توزیع‌ها مدل‌های آماری هستند که صرفاً برطبق میزان انطباق ارزیابی می‌گردند. سه مورد از رایج‌ترین توزیع‌های مورد استفاده در منطبق‌سازی داده‌های فراوانی نسبی عبارتند از زنجیره هندسی، زنجیره لگاریتمی، و توزیع لگاریتمی-بهنجار. هر

<sup>۱</sup>. Oliver & Beattie (1996b);

کدام دارای پلات ترجیحی هستند - روشی از رسم نموداری داده‌ها که بطور واضح میزان انطباق داده‌ها با مدل را نمایش می‌دهد.<sup>۱</sup>

نمونه‌ای که با یک زنجیره هندسی همخوانی دارد پلات فراوانی رتبه‌ای را بوجود می‌آورد که در آن هر فراوانی گونه درصد ثابتی از فراوانی گونه پیشین محسوب می‌گردد. اگر از یک پلات فراوانی لگاریتمی-رتبه‌ای استفاده شود، گونه‌ها در امتداد محور مستقیم قرار می‌گیرند. بر عکس، یک توزیع مبتنی بر زنجیره لگاریتمی یا توزیع لگاریتمی طبیعی در چنین پلاتی غیر خطی است. توزیع‌ها بر پایه زنجیره هندسی در مقایسه با توزیع‌ها بر حسب زنجیره لگاریتمی یا لگاریتمی-بهنجار دارای برابری پایین تری هستند. یک مکانیزم بیولوژیکی که توزیع بر حسب زنجیره هندسی را ایجاد می‌کند فرضیه انحصار آشیانه اکولوژیکی است، که در آن نخستین گونه که وارد یک سایت می‌شود درصد معینی ( $k$ ) از منابع موجود را به خود اختصاص می‌دهد، گونه بعدی درصد معین دیگری ( $k$ ) از منابع باقی مانده را به خود اختصاص می‌دهد، و این فرایند همینطور ادامه می‌یابد. جوامع با غنای گونه پایین گاهی اوقات توزیع‌های فراوانی نسبی را به نمایش می‌گذارند که با زنجیره هندسی همخوانی یا انطباق داشته باشد. داده‌های برلزی کاملاً با زنجیره هندسی همخوان نیستند (به شکل شماره ۵-۱۳ رجوع شود)؛ منحنی نسبتاً کاو (=مقعر) است تا اینکه صاف باشد.

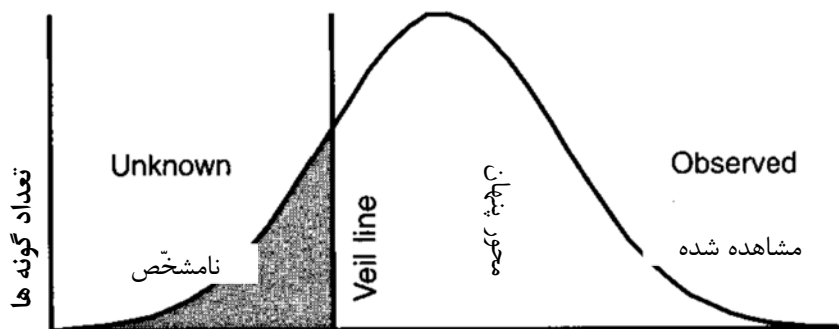
نمونه‌ای که با زنجیره لگاریتمی همخوانی ندارد تحت سیطره چند گونه بسیار رایج قرار دارند که با زنجیره هندسی شباهت دارد، اما از گونه‌های نادر فراوانی نیز برخوردارند. پلات ترجیحی مربوط به زنجیره لگاریتمی یک نمودار ستونی بسامد است که محور افقی آن فراوانی گونه و محور عمودی آن تعداد گونه را دربر می‌گیرد. در بالاترین نقطه منحنی همواره گونه‌هایی قرار خواهند داشت که از نوع گونه‌های یگانه هستند، منحنی که با کاهش شیبدار و یکنواخت در تعداد گونه‌های دارای فراوانی بالاتر همراه است. آلفا، یکی از پارامترهای توزیع زنجیره لگاریتمی، اساساً بدلیل حساسیت پایین آن نسبت به حجم نمونه، بعنوان یکی از بهترین شاخصهای تنوع نگریسته شده است.<sup>۲</sup> ماگوران (۱۹۸۸) در مورد محاسبه توزیع بر حسب زنجیره لگاریتمی و ارزیابی میزان انطباق داده‌های نمونه دستور عمل ارائه کرده است.

اکثر گونه‌ها در نمونه‌ای که با توزیع لگاریتمی طبیعی همخوانی دارند دارای فراوانی میانی هستند (به شکل شماره ۷-۱۳ رجوع شود). پلات ترجیحی، همانند پلات مربوط به توزیع

<sup>۱</sup>. Magurran (1988);

<sup>۲</sup>. L. R. Taylor (1978);

زنجیره لگاریتمی، یک نمودار ستونی بسامد است، بجز اینکه محور افقی (یعنی، سطح فراوانی) یک مقیاس لگاریتمی محسوب می‌شود. در چنین پلاتی، توزیع لگاریتمی-بهنجار، همانگونه که از اسمش پیداست، توزیع هنجار را شکل می‌دهد. پرستون (۱۹۴۸)<sup>۱</sup> عنوان کرد که اگر جامعه ای، پایین تر از حد نمونه گیری شود، تنها قسمت انتهایی سمت راست منحنی نمایان می‌گردد. وی اصطلاح "محور پنهان" را برای محور عمودی ابداع کرد که توزیع لگاریتمی-بهنجار را به دو بخش تقسیم می‌کند، که قسمت انتهایی سمت راست فراوانترین گونه در نمونه گیری را نشان می‌دهد و قسمت انتهایی سمت چپ را کمترین فراوانی گونه شکل می‌دهد باید نمونه گیری شود. وی عنوان کرد که نمونه گیری هر چه شدت بیشتری یابد، محور پنهان به سمت چپ حرکت می‌کند، که منحنی را بیشتر و بیشتر آشکار می‌سازد. از اینرو، داده‌های نمونه گیری ممکن است بعنوان یک توزیع لگاریتمی-بهنجار ناقص تلقی گردد.<sup>۲</sup>



سطح فراوانی

شکل شماره ۷-۱۳. توزیع لگاریتمی-بهنجار فراوانی گونه‌ها. هرچه شدت نمونه گیری بالا می‌رود، محور پنهان به سمت چپ حرکت می‌کند، که بدین ترتیب بخش بیشتری از توزیع فراوانی نسبی را آشکار می‌سازد. منطقه عریان سمت راست منحنی، غنای گونه مشاهده شده، و سراسر منطقه زیر منحنی، مجموع غنای گونه برآورد شده جامعه را نشان می‌دهند. برآورد غنای گونه با استفاده از این روش مستلزم داشتن مجموعه‌های بزرگی از داده‌ها است که بروشنی نما (بالاترین نقطه منحنی) را مشخص کرده و با توزیع لگاریتمی-بهنجار کاملاً همخوانی دارند.

<sup>۱</sup>. Preston (1948);

<sup>۲</sup>. Pielou (1975);



واقعیت امر این است که تنها مجموعه‌های بسیار بزرگ داده‌ها هستند که توزیع‌های لگاریتمی - بهنجار را نشان دادند. اگر نمای منحنی توزیع لگاریتمی - بهنجار (بالاترین نقطه در توزیع) آشکار نشود، تشخیص توزیع لگاریتمی - بهنجار ناقص از توزیع زنجیره لگاریتمی تقریباً محال خواهد بود.<sup>۱</sup> لامبشید و پلات (۱۹۸۵)<sup>۲</sup> عقیده دارند که شکل توزیع لگاریتمی - بهنجار باید از حجم نمونه جدا باشد و اینکه هیچ دلیلی وجود ندارد که، در صورت افزایش حجم نمونه، محور پنهان به سمت چپ گرایش پیدا کند. هیوز (۱۹۸۶)<sup>۳</sup> حتی عنوان می‌کند که برخی از توزیع‌های لگاریتمی - بهنجار مشاهده شده می‌تواند ناشی از شناسایی نادرست و خطای نمونه‌گیری باشند.

روش سنتی در رسم نمودار ستونی بسامد مربوط به فراوانی‌های گونه، استفاده از محور افقی است، طوریکه هر یک از سطوح فراوانی  $\log_2$  بر سطح قبلی را نشان می‌دهد. در ترسیم توزیع‌های مشاهده شده از داده‌های واقعی، سطوح فراوانی تعریف می‌شوند و تعداد گونه‌ها در هر سطح فراوانی با هم مطابقت داده می‌شوند. در بهترین حالت، فراوانی یک متغیر پیوسته همچون زیست توده یا پوشش گیاهی است، اما فراوانی نوعاً به تعداد افراد مورچه اطلاق می‌شود. در موقع منطبق‌سازی داده‌های فراوانی ناپیوسته با توزیع پیوسته از قبیل توزیع لگاریتمی - بهنجار مشکلاتی بروز می‌کنند. روشهای مختلفی در خصوص تعریف سطوح فراوانی ارائه شده‌اند. لودویگ و رینالدز (۱۹۸۸)<sup>۴</sup> روش رایجی را توصیف می‌کنند که به تعریف سطوح فراوانی بصورت افراد (۰-۱)، (۱-۲)، (۲-۴)، (۴-۸)، (۸-۱۶)، و الی آخر می‌پردازد. برای هر گونه‌ای که بین دو سطح فراوانی قرار می‌گیرند (یعنی، با فراوانی ۱، ۲، ۴، ۸، ۱۶، و الی آخر)، مقدار عدد ۰/۵ به محاسبه هر یک از طبقات فراوانی مجاور افزوده می‌شود. مشکلی که در این روش پیش می‌آید این است که گونه‌های یگانه بین دو طبقه تقسیم می‌شوند. پایین‌ترین طبقه فراوانی نیمی از گونه‌های یگانه را در اختیار دارند، و پایین‌ترین طبقه فراوانی دیگر نیمی از گونه‌های یگانه باضافه گونه‌های دوگانه را شامل می‌شود. این روش باعث می‌شود که پایین‌ترین طبقه فراوانی دوّم، نسبت به بقیه طبقات فراوانی گونه‌های بیشتری را داشته باشد، و از اینرو این برداشت غلط بوجود می‌آید که نمای توزیع لگاریتمی - بهنجار آشکار شده است.<sup>۵</sup>

<sup>۱</sup> Magurran (1988);

<sup>۲</sup> Lamshead & Plat (1985);

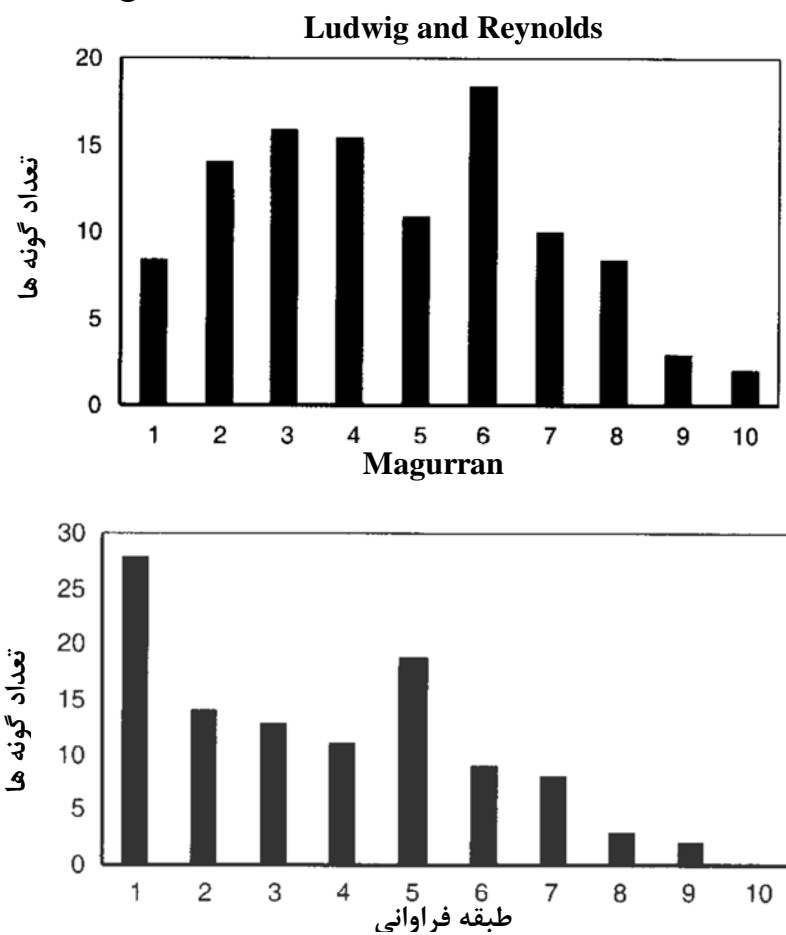
<sup>۳</sup> Hughes (1986);

<sup>۴</sup> Ludwig & Reynolds (1988);

<sup>۵</sup> Colwell & Coddington (1994);

## فصل سیزدهم: با داده‌ها چکار باید کرد؟ / ۳۹۳

ماگوران از روش دیگری برای تعریف طبقات فراوانی استفاده می‌کنند. وی پایین‌ترین طبقه فراوانی را به مجموع تمامی گونه‌های یگانه و دوگانه تعریف می‌کند، و پایین‌ترین طبقه بعدی را به گونه‌های دارای فراوانی ۳ و ۴، پایین‌ترین طبقه بعدی را ۵-۸، سپس ۹-۱۶، ۱۷-۳۲، و همین‌طور الی آخر تعریف می‌کند. این روش، "نمای کاذب" را در دومین طبقه فراوانی ایجاد نمی‌نماید. مجموعه داده‌های برلزی نشان می‌دهند که همین داده‌های پس از ترسیم روی نمودار براساس دو تعریف مربوط به طبقات فراوانی در اصل متفاوت بنظر می‌رسند (به شکل شماره ۸-۱۳ رجوع شود).



شکل شماره ۸-۱۳. مقایسه توزیع‌های فراوانی نسبی در خصوص داده‌های برلزی، که تنها در نحوه تعریف طبقه فراوانی متفاوتند (به متن رجوع شود). هر سطح فراوانی دو برابر طبقه قبلی است. تفاوتی موجود در شیوه توزیع گونه‌های یگانه و دوگانه در پایین‌ترین طبقات فراوانی، شکل توزیع‌ها را به میزان قابل توجهی تغییر می‌دهند.

کادینگتون (دیدگاههای شخصی) بر هر دو روش لودویگ و رینالدز و ماگوران ایرادهایی وارد کرد. به زعم وی، روش لودویگ و رینالدز، با تقسیم کرانه‌های همبستگی به طبقات فراوانی مجاور، بدرستی گونه‌ها را در طبقات فراوانی جای می‌دهند، اما نقطه ضعفی دارد چونکه این روش، طبقه فراوانی ۱-۰/۵ را دربر می‌گیرد. این طبقه فراوانی گونه‌ها را پایین‌تر از حد نمونه‌گیری می‌کند بخاطر اینکه پایین‌ترین فراوانی قابل سنجش ۱ است (یعنی گونه‌های یگانه). روش ماگوران نیز دارای اشکال است زیرا دو طبقه از پایین‌ترین طبقه را با هم تلفیق می‌کند، و بدین ترتیب کرانه‌های همبستگی را نشان نمی‌دهد. روش لودویگ و رینالدز پایین‌ترین طبقه فراوانی را کم برآورد می‌کند، در حالیکه روش ماگوران آنرا زیاد برآورد می‌نماید. کادینگتون اصلحیه‌ای را بر روش لودویگ و رینالدز انجام می‌دهد؛ اینکه طبقه فراوانی ۱-۲ را بجای ۱-۰/۵ بعنوان پایین‌ترین فراوانی در نظر بگیریم. بعبارت دیگر، پایین‌ترین طبقه فراوانی، نیمی از گونه‌های یگانه و نیمی از گونه‌های دوگانه را دربر گیرد. برای اینکه ببینیم چقدر این روش روی داده‌های برلزی تأثیرگذار است، باید قسمت انتهایی سمت چپ در شکل ۸-۱۳ بالا را در نظر بگیریم.

می (۱۹۷۵)<sup>۱</sup> نشان داده است که توزیع لگاریتمی-بهنجار در هر دو شکل بیولوژیکی و غیر بیولوژیکی کاربرد دارد (مثلاً توزیع ثروت در ایالات متحده). توزیع لگاریتمی-بهنجار را می‌توان با ترکیب اثرات بسیاری از متغیرهای آزاد انجام داد، که هر کدام از آنها نیز می‌توانند توزیع بنیادی داشته باشند. از اینرو، یک توزیع لگاریتمی-بهنجار از داده‌های بیولوژیکی جامعه ممکن است تنها روشن نماید که بسیاری از فاکتورهای ناشناخته و آزاد به توزیع نمونه مشاهده شده کمک می‌کنند. از سوی دیگر، سوگیهارا (۱۹۸۰)<sup>۲</sup> معتقد است که داده‌های بیولوژیکی جامعه با برخی توزیع‌های لگاریتمی-بهنجار آنقدر همخوانی دارند که با چند متغیر آزاد براحتی قابل توصیف هستند، و مدل خاصی از ساختار جامعه را پیشنهاد کرد که توزیع‌های مورد مشاهده وی را توانسته پیش بینی نماید.

مشکل کلی که باقی می‌ماند این است که بیشتر مجموعه داده‌ها در بسیاری از مدل‌های مغایر هم یکسان توصیف می‌شوند. حتی تشخیص توزیع‌های مدلی که با زنجیره لگاریتمی و توزیع لگاریتمی-بهنجار تفاوت بنیادی دارند با استفاده از داده‌های نمونه امری دشوار بوده است.

<sup>۱</sup>. May (1975);

<sup>۲</sup>. Sugihara (1980);

### غنای گونه یک جامعه چیست؟

از بیولوژیست‌های فعال در حفظ محیط زیست و برنامه ریزان محیطی خواسته شده تا سایتهای مختلف را برای ارزش حفاظتی شان ارزیابی یا رتبه‌بندی نمایند و تغییرات احتمالی در ارزش حفاظتی بصورت فوق العاده نظارت نمایند. هرچند که غنای گونه جامعه تنها معیار تعیین ارزش حفاظتی محسوب نمی‌شود، اغلب بعنوان یکی از مهمترین عامل تلقی می‌گردد.<sup>۱</sup> از اینرو، بدست آوردن غنای گونه، هدفی مهم بشمار می‌رود.

برخی جوامع بیولوژیکی، از قبیل جزیره‌ها و آبگیرها، حد و مرزهای مشخصی دارند. اما اکثر جوامع دقیقاً مشخص نشده‌اند، و بنابراین غنای جامعه در هیچ کدام از این دو مقوله نمی‌گنجد. بخاطر اینکه نمونه‌گیری اغلب پهنه یا عرصه محور است (یعنی استفاده از عواملی همچون پلات مصنوعی، یا نمونه‌گیری توزیع شده در امتداد ترانسکتها)، که هر چه حجم نمونه افزایش یابد، پهنه نمونه‌گیری بالطبع افزایش خواهد یافت. نتیجه اینکه این مسئله یک پدیده دوجانبه گونه-پهنه بشمار می‌رود، و انتظار این است که غنای گونه یک تابع افزایشی برای پهنه نمونه باشد.<sup>۲</sup> با وجود این، شاید شایسته باشد که جوامع را ظاهراً مجزاً در نظر بگیریم. کولول و کودینگتون (۱۹۹۵)<sup>۳</sup> با اتخاذ این روش، پیشنهاد کردند که تنوع زیستی به دو بخش تقسیم گردد: غنای گونه جوامع منطقه‌ای و وجه مکمل - یعنی افتراق - در میان این جوامع. وقتی که جوامع محصور و مجزاً از هم نگرسته شوند، منحنی‌های تراکم گونه بخاطر نمونه‌گیری بیش از پیش دقیق، و نه بدلیل اثرات دوجانبه‌ای گونه-پهنه، افزایش می‌یابد، و غنای گونه بعنوان یک پارامتر محدود جامعه تلقی می‌شود.

خصوصیت مطلوب یک برآوردگر غنای گونه این است که از حجم نمونه (یعنی بالاتر از حداقل حجم نمونه) جدا باشد. بعنوان مثال، اگر غنای گونه در هر نمونه را بعنوان یک شاخص برآورد غنای جامعه تلقی کنیم، آنگاه منحنی تراکم گونه نشان دهنده این خواهد بود که چطور این شاخص با حجم نمونه تغییر می‌کند. اگر جهت منحنی هنوز در حال بالا رفتن است، آنگاه غنای گونه‌ای نمونه نشانگر برآورد پایین غنای جامعه خواهد بود. اگر منحنی فراتر از یک حجم نمونه خاص ثابت بماند (یعنی اینکه به یک خط مجانب رسیده باشد)، آنگاه غنای گونه در هر نمونه، برآورد کافی از غنای گونه جامعه برای حجم نمونه مورد نظر

<sup>1</sup>. Gaston (1996);

<sup>2</sup>. Rozenzweig (1995);

<sup>3</sup>. Colwell and Coddington (1994);

محسوب خواهد شد. روش آمیخته پلات مصنوعی ارائه شده از سوی پیلو<sup>۱</sup>، (که توسط ماگوران<sup>۲</sup> تعمیم یافت، توسط لاماس و همکارانش<sup>۳</sup>، کولول و کودینگتون<sup>۴</sup> استفاده گردید) شکل تعمیم یافته این روش در بررسی شاخص برآورد غنا (یا هر شاخص تنوع) بشمار می‌رود. در استفاده از این روش، باید میزان برآورد غنا را بر حسب نخستین نمونه، سپس براساس دو نمونه ترکیبی نخست، و آنگاه سه نمونه ترکیبی نخست، و الی آخر محاسبه کرد. سپس باید برآورد مذکور را بعنوان تابع تعداد نمونه‌های ترکیبی روی نمودار نشان داد. درست به همان صورت که یک منحنی تراکم گونه خام را می‌توان، با چینش تصادفی نمونه و تعیین میانگین منحنی‌ها، هموار ساخت، منحنی برآورد می‌تواند میانگین بسیاری از چینشهای تصادفی نمونه بشمار آید.

یک برآوردگر متوازن تثبیت خواهد ماند، حتی مادامی که حجم نمونه افزایش یابد. هدف تحقیقات تنوع زیستی، شناسایی شاخصهای برآورد غنا است که زودتر از غنای گونه در هر نمونه افزایش یافته یا تثبیت می‌ماند. اگر چنین شاخصهایی قابل دسترسی باشند، غنای گونه جامعه ممکن است با فعالیت نمونه گیری کمتر برآورد گردد.

سه روش کلی برآورد غنای گونه حاصل از داده‌های نمونه وجود دارد: (۱) برآورد منحنی‌های تراکم گونه، (۲) منطبق‌سازی مدل‌های پارامتری فراوانی نسبی، و (۳) استفاده از برآوردگرهای غیرپارامتری<sup>۵</sup>. در بخش قبلی پیرامون سنجش سرعت صید گونه در یک فهرست، منطبق‌سازی معادله‌ها با منحنی‌های تراکم گونه مورد بحث قرار گرفت. اگر معادله، مجانب باشد، خط مجانب منحنی همخوان را می‌توان بعنوان برآورد غنای گونه جامعه بکار بُرد. معادله‌ای که معمولاً برای برآورد غنای گونه استفاده می‌شود همان معادله دو پارامتری (M-) (M) است<sup>۶</sup>.

$$S(n) = \frac{S_{\max} n}{B + n}$$

<sup>1</sup>. Pielou (1966, 1969, 1975);

<sup>2</sup>. Magurran (1988);

<sup>3</sup>. Lamas et al. (1991);

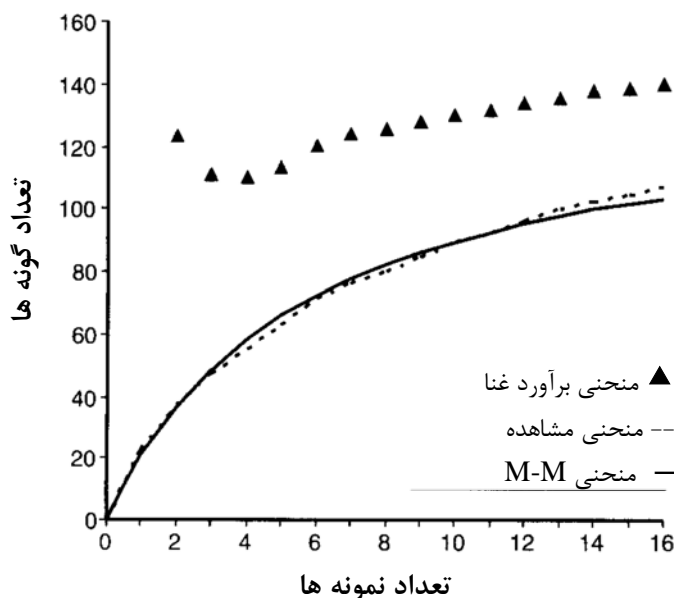
<sup>4</sup>. Colwell & Codington (1994);

<sup>5</sup>. Bunge & Fitzpatrick (1993); Colwell & Codington (1994); Gaston (1996);

<sup>6</sup>. Clench (1979); Soberón & Llorente (1993); Colwell & Codington (1994); Chazdon et al. (1998);

## فصل سیزدهم: با داده‌ها چکار باید کرد؟ / ۳۹۷

که در این صورت  $S(n)$  نشان‌دهنده تعداد گونه،  $n$  نشانگر تعداد نمونه‌ها، و  $B$  و نمایانگر مقادیر ثابت همخوان  $S_{\max}$  وقتی که منحنی تراکم گونه حاصل از داده‌های برلزی با این معادله همخوان باشد، آنگاه مقدار ثابت  $S_{\max}$  ابر با ۱۴۱ گونه خواهد بود ( $\lambda = 141$ ) (به شکل شماره ۹-۱۳  $S_{\max}$  شود). باید توجه داشت که منحنی همخوان دو پارامتری (M-M) با زاویه بالا در آغاز و زاویه پایین در انتها از منحنی مشاهده منحرف می‌شود. این یک مشاهده معمول است<sup>۱</sup> زیرا بسیاری از منحنی‌های تراکم گونه ظاهراً با منحنی‌های غیر مجانب، از قبیل منحنی لگاریتمی، انطباق بهتری پیدا می‌کنند<sup>۲</sup>.



شکل شماره ۹-۱۳. برآوردهای غنای گونه بر مبنای معادله دو پارامتری (M-M) براساس داده‌های برلزی. برآورد فراوانی همان پارامتر محور مجانب معادله M-M همخوان است (به متن رجوع شود). نمودار پلات مصنوعی ترکیبی، با افزایش حجم نمونه، افزایش تدریجی در برآورد را نشان می‌دهد. منحنی دو پارامتری تعیین شده براساس مجموعه کاملی از داده‌های حاصل از ۱۶ نمونه صورت می‌گیرد. باید توجه داشت که هرچند این منحنی همخوانی نسبتاً خوبی دارد، نسبت به منحنی مشاهده، تورفتنه و زاویه دار است، که در آغاز، نوک منحنی به سمت بالا، و در انتها، نوک آن به سمت پایین قرار دارد. این حالت معمولاً زمانی مشاهده می‌گردد که منحنی‌های دو پارامتری M-M با منحنی‌های تراکم گونه همخوانی

<sup>۱</sup>. Silva & Coddington (1996);

<sup>۲</sup>. Coddington (اظهارات شخصی)

داشته باشند.

همچنین باید توجه داشت که نمودار پلات آمیخته حاصل از برآورد غنای دوپارامتری M-M پایدار نیست، یعنی اینکه با افزایش حجم نمونه بتدریج بالا می‌رود (به شکل شماره ۹-۱۳ رجوع شود). مشکلی که در انطباق منحنی‌های مجانب دیده می‌شود این است که معادله‌های مختلف مجانبی زیاد و روشهای گوناگونی در انطباق ساختن آنها وجود دارد. این مسئله باعث بوجود آمدن مقادیر مختلف زیادی از غنای برآورد شده در خصوص یک منحنی مشاهده تراکم گونه می‌گردد. اینکه کدام یک از معادله‌های متفاوت یا روشهای انطباق ساختن منحنی‌ها متناسب تر است موضوع مبهمی است، و ممکن است به نسبت مطالعه تغییر یابد.<sup>۱</sup> نمونه‌های استفاده از معادله دو پارامتری M-M در برآورد غنای گونه عبارتند از: کلنچ (۱۹۷۹)<sup>۲</sup> برای بال پولکداران یا پروانه‌ها، کودینگتون و همکاران (۱۹۹۶)<sup>۳</sup> و سیلوا و کودینگتون (۱۹۹۶)<sup>۴</sup> برای عنکبوتیان، و چازدون و همکاران (۱۹۹۸)<sup>۵</sup> برای درختان جنگلهای بارانی.

یک روش برآورد غنا، منطبق ساختن داده‌های فراوانی نسبی با منحنی توزیع لگاریتمی-بهنجار (به بخش قبلی مربوط به توزیع‌های فراوانی نسبی رجوع شود) و سپس برآورد منطقه‌ای که در پایین بخش "پنهان" منحنی مشاهده می‌شود (به شکل شماره ۷-۱۳ رجوع شود). مشکلات منطبق ساختن توزیع پیوسته با داده‌های گسسته (به اشکال مختلف توزیع بشدت متفاوت در شکل ۸-۱۳ رجوع کرده و مجسم شود که برآوردهای غنا چقدر متفاوت خواهند بود) و همینطور نبود روشی برای محاسبه فاصله‌های اطمینان در برآوردها<sup>۶</sup> مغایر با استفاده آن در اکثر موارد است.<sup>۷</sup>

برخی روشهای ناپارامتری موجود برای برآورد غنا امید بخش هستند. این روشها جهت برطرف ساختن مشکل کلی نمونه گیری از مقوله‌های قابل طبقه‌بندی و برآورد تعداد صحیح طبقات جمعیت تعبیه گردیدند.<sup>۸</sup> در حوزه اکولوژی، چنین روشهایی اصولاً برای برآورد حجم جمعیتی مبتنی بر داده‌های حاصل از نشانگذاری-باز صید بکار می‌رفته‌اند. برآورد غنا لزوماً

1. Colwell & Coddington (1994);

2. Clench (1979);

3. Coddington et al. (1996);

4. Silva & Coddington (1996);

5. Chazdon et al. (1998);

6. Pielou (1975);

7. Colwell & Coddington (1994); Silva & Coddington (1996);

8. Bunge & Fitzpatrick (1993); Colwell & Coddington (1994);

این مشکل را ندارند، در حالیکه، در یک تحقیق به روش نشانگذاری-باز صید، فراوانی یک گونه در یک نمونه با تعداد صیدهای یک مورچه برابر است.

یک برآوردگر ناپارامتری معمول روش جکنایف مرتبه اول است.<sup>۱</sup> برآورد غنای گونه براساس تعداد گونه‌های منحصریفرود صورت می‌گیرد ( $S_{jack}^*$ ) نه موجود در یک نمونه را نشان می‌دهد):

$$S_{jack}^* = S_{obs} + L \left( \frac{n-1}{n} \right)$$

که بدین ترتیب،  $S_{obs}$  نشان گونه‌های مشاهده شده و  $n$  تعداد نمونه‌ها است. بلشو و بولتون (۱۹۹۴)<sup>۲</sup> برآوردگر را برای برآورد غنای گونه مورچه‌های لاشبریگی-خاکی در

کشور غنا استفاده کردند.<sup>۳</sup> چائو و همکارانش<sup>۴</sup> ( $S_{jack}^*$ ) سری روشهای ناپارامتری را جهت برآورد تعداد طبقات در دنیای نمونه‌گیری ابداع کردند.<sup>۵</sup> کولول و کودینگتون (۱۹۹۴)<sup>۶</sup> و چازدون و همکاران (۱۹۹۸)<sup>۵</sup> این روشها را برای برآورد غنای گونه براساس مجموعه داده‌های بیولوژیکی مورد ارزیابی قرار دادند. دو برآوردگری که بسیار امید بخش هستند عبارتند از: Chao2 و برآوردگر پوششی مبتنی بر بروز (ICE). هر دو برآوردگر بر داده‌های حاصل از تکرار و میزان بروز (بود-نبود) متکی هستند. روش Chao2 برای محاسبه در فرمول زیر آسانتر است:

$$S_{chao2}^* = S_{obs} + \frac{L^2}{2M}$$

که بدین ترتیب،  $L$  نشانه تعداد گونه‌های منحصریفرود و  $M$  تعداد گونه‌های تکرار است. محاسبه روش برآوردگر پوششی تکرار-محور (ICE) پیچیده تر است، اما این یکی از

<sup>۱</sup>. Burnham and Overton (1978, 1979); Heltshe & Forrester 1983; Colwell & Coddington (1994);

<sup>۲</sup>. Belshaw & Bolton (1994a);

<sup>۳</sup>. Chao (1984, 1987); Chao & Lee (1992); Chao et al. (1993); Lee & Chao (1994);

<sup>۴</sup>. Colwell & Coddington (1994);

<sup>۵</sup>. Chazdon et al. (1998);

<sup>۶</sup>. Lee & Chao (1994); Chazdon et al. (1998);



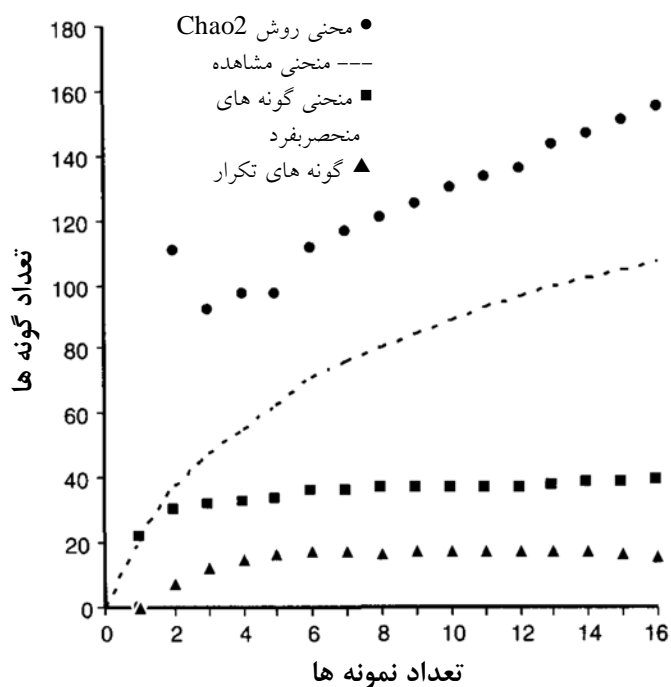
برآورگرهای مورد استفاده در برنامه تحلیل آماری EstimateS کولول محسوب می‌شود.<sup>۱</sup> به زعم چازدون و همکاران (۱۹۹۸)،<sup>۲</sup> روشهای برآوردگر Chao2 و ICE عملکرد مشابهی دارند، هرچند که روش ICE نسبت به ناهمگونی مکانی حساسیت کمتری نشان می‌دهد. نمودار پلات آمیخته در روش برآورد ، در صورت اس  $S^*_{chao2}$  تحلیل داده‌های برلزی، نشان می‌دهد که برآورد، با حجم نمونه پیوسته افزایش می‌یابد (به شکل شماره ۱۰-۱۳ رجوع شود). این موضوع نشانگر آن است که جامعه مورد نظر هنوز بسیار پایین تر از حد نمونه گیری می‌شود و اینکه برآورد غنا به هر تقدیر بدون نمونه گیری مجدد، شاید موقع مناسبی نباشد. نمی‌شود کاملاً تأکید کرد که دستیابی به برآوردهای پایا از غنای گونه موجود در جوامع گوناگون امری دشوار است، یعنی نیاز به نمونه گیری فشرده و حجم‌های نمونه بسیار بزرگ دارد.

### آیا الگوهای همبستگی در میان نمونه ها وجود دارد؟

می‌خواهیم بدانیم که در هنگام مقایسه زیستگاهها، فصول، واحدهای بالقوه حفاظتی مختلف، و غیره، جوامع در ترکیب گونه تا چه اندازه متفاوتند. بعنوان مثال، ممکن است براساس برآورد غنای گونه بدانیم که یک جامعه نسبت به دیگری ضعیف است. ما ممکن است بخواهیم مشخص کنیم که آیا این جامعه ضعیف گونه‌های زیرمجموعه در جامعه غنی تر یا گروه مجزایی از گونه برخوردار است یا خیر.

<sup>۱</sup>. Colwell (1997);

<sup>۲</sup>. Chazdon et al. (1998);



شکل شماره ۱۰-۱۳. برآوردهای غنای گونه به روش Chao2 براساس داده‌های برلزی. نمودار پلات مصنوعی ترکیبی، با افزایش حجم نمونه‌ها افزایش پایداری را در برآورد نشان می‌دهد، که نشانگر این است که این مجموعه داده برای برآورد غنای گونه ناکافی است. تعداد گونه‌های منحصربفرد سیر نزولی ندارد (وجود گونه‌های منحصربفرد در حال کاهش نشانه دیگری از فهرست در حال اتمام است. تعداد گونه‌های تکرار شیب ملایمی به سمت پایین دارد.

مقیاسهای سنجش متعددی در خصوص تشابه و تفاوت در پیشینه تحقیق اکولوژیکی وجود دارد.<sup>۱</sup> یک شاخص تشابه که فراوان مورد استفاده قرار می‌گیرد، شاخص جی/جاکارد (Jaccard's index) است، که نشانگر تعداد گونه‌های مشترک بین دو فهرست گونه (نقطه اشتراک فهرستها)، تقسیم بر مجموع تعداد گونه‌ها در هر دو فهرست (نقطه همبستگی فهرستها) است. از اینرو، وقتی که فهرستها دارای جوامع کاملاً مجزایی داشته باشند، بدون اینکه هیچگونه همپوشی داشته باشند، آنگاه شاخص جی برابر با صفر خواهد بود، و زمانی که دو فهرست برابر باشند، شاخص جی برابر با ۱ خواهد بود. مقیاس سنجش افتراق همان تعداد گونه منحصر به یک فهرست یا فهرست دیگر (مکمل نقطه اشتراک) تقسیم بر تعداد کل گونه‌ها در هر دو فهرست (نقطه همبستگی) است. این مقیاس، که در پیشینه تحقیق اکولوژی آماری

<sup>۱</sup>. Pielou (1984); Ludwig & Reynolds (1988);

به فاصله مارکوزوسکی-اشتاینهاوس (Marczewski-Steinhaus) معروف است، برابر با ۱ - یعنی شاخص جی - خواهد بود. سؤالات در حوزه اکولوژی و بیولوژی حفاظتی اغلب بر تفاوتها تأکید دارد تا بر شباهتها. مثلاً، آیا دو جامعه با هم متفاوتند؟ آیا جامعه الف متفاوتتر از جامعه ب است تا جامعه ج؟ ارزش حفاظتی در دو جامعه بسیار متفاوت، در مقایسه با دو جامعه بسیار مشابه، بیشتر دیده می‌شود. بخاطر همین تأکید بر تفاوتها، کولول و کودینگتون (۱۹۹۴)<sup>۱</sup> عنوان کرده اند که شاخصهای افتراق، در ارائه مقایسات بین جوامع، باید بر شاخصهای تشابه یا اشتراک اولویت پیدا کنند. آنها وجه اشتراک را جایگزین شاخص فاصله مارکوزوسکی-اشتاینهاوس عرضه کردند. از اینرو، وجه اشتراک معیار سنجش مطمئنی برای سنجش افتراق بین دو فهرست گونه محسوب می‌گردد، و از صفر تا ۱ متغیر است.

وجه مکمل نمونه (یا دیگر مقیاسهای سنجش افتراق یا تشابه) را ظاهراً می‌شود برای الگوهای همبستگی آشکار میان نمونه‌ها مورد بررسی قرار گیرند. ماتریس مقادیر وجه مکمل برای یک مجموعه نمونه ممکن است الگوهایی را آشکار سازند، بدین گونه که جوامع درون زیستگاهی تمایل دارند در مقایسه با جوامع بین زیستگاهی در سطح پایین تری قرار گیرند. بعنوان مثال، وقتی جوامع در خصوص تمامی جفت نمونه‌های برلزی محاسبه شوند، آنگاه بین مقادیر درون زیستگاهی و بین زیستگاهی تفاوت آشکاری وجود نخواهد داشت (به جدول شماره ۴-۱۳ رجوع شود). روث و همکاران (۱۹۹۴)<sup>۲</sup> چنین روش ماتریسی (با شاخص تشابه) را استفاده کردند و نتیجه گرفتند که نمونه‌ها در درون مقوله‌های مدیریت اراضی شباهت بیشتری دارند تا بین این مقوله‌ها. عدم وابستگی در مقادیر وجه مکمل موجود در ماتریسی همچون جدول ۴-۱۳ (در آن نمونه‌ها هر کدام به چند مقادیر وجه مکمل کمک می‌کنند) مقایسه آماری بین مقادیر موجود در قالبهای مختلف را دشوار می‌سازد.

وقتی که نمونه‌ها در امتداد شیب مکانی یا زمانی (برخلاف قالبهای زیستگاهی، همچون موارد پیشین) قرار گیرند، وجوه مکمل می‌توانند بعنوان تابع فاصله بین جفت نمونه‌ها تعیین شوند (بعنوان مثال، بلشو و بولتون (۱۹۹۴a)<sup>۳</sup>، با استفاده از شاخص مورزیتا [Morisita's index]). مضاف بر این، تحلیل آماری نمودار نهایی بدلیل وابستگی نقاط نامشخص هستند، اما بررسی عینی داده‌ها ممکن است به هر حال الگوهای مشخصی را آشکار سازد (مثلاً نمونه‌های دورتر وجه مکمل بیشتری دارند).

1. Colwell & Codington (1994);

2. Roth et al. (1994);

3. Belshaw & Bolton (1994a);

فصل سیزدهم: با داده‌ها چکار باید کرد؟ / ۴۰۳

جدول شماره ۴-۱۳. وجه مکمل نمونه‌های برلزی زوجی<sup>۱</sup>

2	0.75
3	0.83 0.80
4	0.89 0.83 0.67
5	0.83 0.83 0.84 0.77
6	0.79 0.68 0.62 0.74 0.85
7	0.70 0.72 0.69 0.82 0.78 0.76
8	0.87 0.92 0.77 0.84 0.85 0.83 0.82
9	0.78 0.79 0.82 0.80 0.87 0.77 0.76 0.87
10	0.78 0.85 0.80 0.80 0.91 0.73 0.78 0.83 0.84
11	0.89 0.79 0.80 0.82 0.90 0.71 0.80 0.82 0.74 0.84
12	0.80 0.83 0.85 0.78 0.85 0.75 0.79 0.91 0.75 0.87 0.77
13	0.85 0.82 0.86 0.86 0.94 0.79 0.71 0.91 0.70 0.89 0.76 0.70
14	0.89 0.89 0.68 0.71 0.91 0.72 0.76 0.81 0.82 0.84 0.74 0.82 0.81
15	0.81 0.90 0.79 0.79 0.90 0.78 0.83 0.73 0.85 0.81 0.78 0.79 0.85 0.79
16	0.79 0.76 0.87 0.81 0.84 0.71 0.82 0.91 0.82 0.89 0.79 0.71 0.79 0.78 0.70
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

<sup>۱</sup> میانگین وجه تشابه: مون درون جنگلی ۰/۷۹ (انحراف معیار ۰/۰۶)؛ مون بین جنگلی ۰/۸۲ (انحراف معیار ۰/۰۶).

وقتی که فهرستهای گونه برای دو جامعه کامل باشد، وجه مکمل، پارامتر روشنی خواهد بود که تفاوت بین آنها را توصیف می‌کند. زمانیکه وجه مکمل بین نمونه‌ها قرار گیرد، در این صورت پیچیدگیها بوجود می‌آید<sup>۱</sup>. مشکل عمده در ارزیابی تفاوت‌های موجود بین جوامع، تشخیص بین "صفرهای نمونه‌گیری" و "صفرهای ساختاری" است. دو ظرف را در نظر بگیرید، که حاوی گل‌های گوناگونی از رنگهای گوناگون هستند. نمونه داخل ظرف نخست حاوی گل‌های قرمز، و نمونه داخل ظرف دوم حاوی هیچ رنگی نیست. در این صورت، ما نمی‌توانیم بگوییم که آیا فقدان گل‌های رنگ قرمز در نمونه دوم بدلیل گل‌های قرمز موجود در ظرف دوم است اما در نمونه ما لحاظ نمی‌شود، یا گل‌های قرمزی که در ظرف دوم وجود ندارد. در ماتریس گونه برحسب نمونه که در فعالیتهای نمونه‌گیری ایجاد می‌شود، ورود عدد "صفر" یا "وجود ندارد" برای هر گونه ممکن است بخاطر نمونه‌گیری پایین باشد (یعنی گونه در جامعه وجود داشت، اما در نمونه‌گیری وجود ندارد)، یا اینکه گونه ممکن است واقعاً موجود نباشد. گاستون (۱۹۹۴)<sup>۲</sup> مورد قبلی را صفرهای نمونه‌گیری و مورد دومی را صفرهای ساختاری می‌نامد. ناتوانی در شناسایی بین آنها یک مشکل اساسی در فهرست‌توزع زیستی محسوب می‌شود. کاهش تأثیر نمونه‌گیری پایین موضوع مورد بحث امروز است.<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> Koch (1987); Cobabe & Allmon (1994); Colwell & Codington (1994);

<sup>۲</sup> Gaston (1994);

<sup>۳</sup> Chen et al. (1995); Colwell (1997);

حوزه اصلی تحلیل الگوهای همبستگی بین نمونه‌ها در دسته‌بندی و طبقه‌بندی است<sup>۱</sup> (همچنین به وب‌سایت مایک پامر به نشانی <http://www.okstate.edu/artsci/botany/ordinate> در این خصوص رجوع شود). پیلو شیوه نگهداری خود را با مدل هندسی ارائه کرد. فضای چند بُعدی را با ابعاد فراوان در نظر بگیرید که گونه‌هایی در ماتریس داده‌های گونه بر حسب نمونه وجود دارد. هر بُعد را یک گونه شکل می‌دهد. آنگاه هر نمونه می‌تواند بعنوان یک امتیاز در فضای چند بُعدی تعیین گردد، در حالیکه مختصات، مقادیر فراوانی برای هر گونه را نشان می‌دهد. در مورد داده‌های حاصل از روش بود-نبود، مقادیر همگی یا صفر یا ۱ هستند. در این محیط فرامونی-گونه‌ای، یک مجموعه داده کامل حاوی امتیازهای فراوان است، که هر یک امتیاز در ازای هر نمونه خواهد بود. هدف از دسته‌بندی، انعکاس این حجم از امتیازها است، که قابل رویت نیست، روی یک زیر محیط دو یا سه بُعدی، که قابل رویت است، طوریکه الگوها در داده‌ها آشکار شوند. چنین الگوهایی ممکن است خوشه‌ها یا دسته‌هایی از امتیازات را شکل دهند، مانند اینکه نمونه‌های بدست آمده از زیستگاههای خاص گروه‌بندی می‌شوند.

نمونه‌های متعددی از مطالعات جوامع مورچه که از روشهای دسته‌بندی و طبقه‌بندی استفاده کردند عبارتند از: اندرسن (۱۹۹۱d)<sup>۲</sup>، اندرسن و یِن (۱۹۹۲)<sup>۳</sup>، و اولیور و بیتی (۱۹۹۶b)<sup>۴</sup>. تعداد زیادی از گونه‌های نادر ممکن است مشکلاتی را در دسته‌بندی ایجاد کنند، و به عقیده پیلو (۱۹۸۴)، شاید بهترین کار این باشد که این گونه مورچه‌ها را پیش از تحلیل حذف کنیم.

### نتیجه‌گیری

مورچه‌ها موجوداتی غالب در محیطهای خشکی بشمار می‌روند، و از اینرو در نمونه‌گیری اکولوژیکی همواره مورد بحث قرار می‌گیرند. روشهای تحلیل داده‌های اکولوژیکی پیوسته در حال تحول هستند، که این نیست جز نتیجه پرسشهای متنوع تحقیقی و ابزارهای تحلیلی که بروز شده‌اند. ماتریس گونه بر حسب نمونه احتمالاً بعنوان یک ساختار بنیادی داده‌ها باقی

<sup>۱</sup>. Gauch (1982); Pielou (1984); Ludwig & Reynolds (1988); Kent & Coker (1992); Jongman et al. (1995);

<sup>۲</sup>. Andersen (1991d);

<sup>۳</sup>. Andersen & Yen (1992);

<sup>۴</sup>. Oliver & Beattie (1996b);

## فصل سیزدهم: با داده‌ها چکار باید کرد؟ / ۴۰۵

می‌ماند، در حالیکه پرسشهای تحقیق تعیین می‌کنند که چطور نمونه‌ها گرفته شده و چگونه ابزارهای تحلیلی جدید بر تجزیه و تحلیل داده‌ها تأثیر می‌گذارند. سنجش فراوانیهای نسبی حقیقی در واقع، بدلیل توزیع‌های مکانی گروهی و روشهای نمونه‌گیری سوگیرانه، همواره مشکل‌آفرین خواهند بود. با وجود این، سؤالات زیادی در خصوص جوامع مورچه طرح می‌شوند که نیازی به دانش دقیق از فراوانی نسبی ندارد. ما می‌توانیم پرسشهایی پیرامون فهرست گونه‌ها به اینکه تا چه حد کامل هستند و با چه سرعتی تکمیل می‌شوند طرح نماییم. می‌توانیم بررسی کنیم که آیا تنوع زیستی و ترکیب با متغیرهای محیطی، از قبیل زیستگاه، فصل، سال، روش مدیریت اراضی، ارزیابی، یا تنوع دیگر تاکسها، ارتباط دارند یا خیر. ما می‌توانیم غنای گونه‌ها را به رغم برخی فرضیه‌ها پیرامون حد و حدود جامعه برآورد کنیم. آگاهی و شناخت از روابط موجود بین روش نمونه‌گیری، ساختار داده‌ها، و گزینه‌های تحلیل آنها نه تنها کیفیت تک تک پروژه‌های مربوط به جوامع مورچه را ارتقاء خواهند بخشید، بلکه به احتمال قویتر، تحلیلهای ترکیبی را فراهم خواهند آورد که نتایج بدست آمده از بسیاری از مطالعات گوناگون را مورد بررسی قرار می‌دهند. اهمیت جهانی مورچه در اکوسیستم خشکی و ارزش بالقوه آنها در نظارت، بر نمونه‌گیری کمی و تطبیق پذیری تحقیقات مقطعی صحه می‌گذارد.



## فصل ۱۴

### پروتکل موسوم به ALL\* پروتکلی استاندارد برای جمع آوری مورچه‌های خاکزی

دونات آگوستی؛ لیانه‌ای آلونسو

\* Ants of the Leaf Litter (protocol)

هیچ روش اول و آخری وجود ندارد که بتوان جوامع مورچه خاکزی را با آن نمونه‌گیری کرد. اهداف هر تحقیق تعیین‌کننده روشهای مناسب و شدت نمونه‌گیری خواهند بود. بعنوان مثال، برای تهیه فهرست کاملی از مورچه‌های یک منطقه و جمع‌آوری گونه‌ها تا حد ممکن، روشهای تحقیق بسیاری و نیز فعالیت بیشتری مورد نیاز است. از سوی دیگر، ارزیابی سریع از جوامع مورچه با کمک چند روش استاندارد و فعالیتهای نمونه‌گیری کمتر، مقایسه بین زیستگاههای مختلف را ممکن خواهد ساخت و مبنایی برای برنامه نظارتی بلندمدت تر ایجاد خواهد نمود.

اما، استفاده از روشهای استاندارد که قابلیت تکرار پایا در زیستگاههای مختلف، در مواقع مختلف، و توسط محققان مختلف را دارند سودمند است. مطالعات با بکارگیری یک روش بنیادی در قبال دیگر مطالعات می‌توانند مورد تحلیل قرار گیرند، و از اینرو، در موقعیت بزرگتر و جهانی قرار می‌گیرند. در اینجا، پروتکل استاندارد بنام پروتکل مورچه‌های لاشبرگزی را



برای جمع آوری مورچه‌های خاکزی ارائه می‌دهیم. انتظار می‌رود که این پروتکل، تحقیقات بیشتری را در حوزه تنوع مورچه موجب شود و اینکه مورد استفاده محققان متعددی در سایتهای مختلف قرار گیرد.

این پروتکل با حداقل شکل‌بندی اجرا می‌شود، و از دو روش جمع آوری مورچه استفاده می‌کند که، براساس گزارش، قابلیت نمونه‌گیری بزرگترین بخش جوامع مورچه خاکزی و لاشبرگزی را داراست: روش استخراج مینی-وینکلری و روش تله چاله‌ای (به فصل ۹ رجوع شود). تحقیقات نشان دادند که حجم نمونه، یعنی ۲۰ نمونه لاشبرگزی در مقیاس یک متر مربع و ۲۰ تله چاله‌ای، برای نمونه‌گیری از حداقل ۷۰٪ جوامع مورچه کافی باشد (به فصل ۱۰ رجوع شود). اما، پیشنهاد ما این است که محققان، در استفاده از روشها و تعیین تعداد واقعی لازم برای جمع آوری درصد دلخواه گونه‌های مورچه، با ۵۰ نمونه در نخستین تحقیق خود شروع کنند (به فصل ۱۰ رجوع شود). دیگر روشهای مکمل راه، بسته به اهداف مطالعه، در جهت نمونه‌گیری از تعداد زیادی از گونه‌های مورچه، می‌توان به پروتکل استاندارد یاد شده افزود.

## پروتکل مورچه‌های لاشبرگزی

### ① نصب اولیه:

- ترانسکت ۲۰۰ متری (دست کم یک مورد)
- ۲۰ نقطه نمونه‌گیری در فاصله‌های ۱۰ متری
- مدت زمان ۴۸ ساعته
- ۱ یا ۲ نفر متصدی جمع آوری (ترجیحاً ۲ نفر)

### ② روشهای مورد استفاده در هر نقطه نمونه‌گیری:

- روشهای استاندارد و قابل تکرار
- الف) جمع آوری لاشبرگ، در مقیاس یک متر مربع
  - ✓ غربال کردن لاشه
  - ✓ استخراج مورچه از لاشه با کمک دستگاه مینی وینکلری
- ب) قرار دادن یک تله چاله‌ای
- روشهای اختیاری جهت جمع آوری گونه‌های بیشتر
  - الف) بازبینی چوب خشک

فصل چهاردهم: پروتکل موسوم به ALL: پروتکلی استاندارد در... / ۴۰۹

ب) زیرو کردن خاک (مساحت ۱۵ در ۱۵ سانتی متر در لایه‌های ۱ تا ۱۰ سانتی متری)  
ج) جمع آوری بصورت دستی

### نگاه کلی به پروتکل مورچه‌های لاشبرگزی

مهمترین نکات در اجرای پروتکل مذکور همراه با اشاراتی به فصلهای کتاب حاضر که اطلاعات بیشتری ارائه می‌دهند، بطور کلی در این بخش تشریح شده است. جهت اطلاع از فهرست کامل تجهیزات مورد نیاز برای روشهای نمونه‌گیری و پردازش نمونه‌ها، به بخش ضمیمه‌های شماره ۱ و ۳ رجوع کنید.

### ترانسکتها

پیش از انتخاب ترانسکت خاصی، بهتر است منطقه مورد نظر را به منظور برداشت کلی از کل تنوع محیطی بازبینی گردد. فصلهای ۱ و ۹ روشهای نصب ترانسکت را تشریح می‌کنند.

### داده‌های اکولوژیکی

علاوه بر اطلاعات پیرامون جمع آوری استاندارد (به فصل ۱۱ رجوع شود)، داده‌های اکولوژیکی باید ثبت گردند. برای هر یک از ترانسکتها، حداقل پارامترهای زیر باید مد نظر قرار گیرند: نام جمع آوری کننده، تاریخ جمع آوری، انتخاب ترانسکت، منطقه، زیستگاه، فصل، نوع خاک، دما، و زیستگاههای کوچک. جهت اطلاع از فهرست کامل اطلاعات اکولوژیکی مربوطه و توضیحات در خصوص این پارامترها، به فصل ۹ رجوع کنید.

### برچسب نمونه‌های میدانی

بسیار مهم است که نمونه‌ها برچسب کافی داشته باشند. بیشتر کارهای برچسب زنی باید پیش از شروع تحقیق میدانی انجام شوند. همچنین، ویالهای مورد استفاده در جمع آوری مورچه‌ها چه بصورت دستی یا از طریق ثبت رایانه‌ای ترجیحاً باید از قبل برچسب بخورند. جهت اطلاع از جزئیات بیشتر، به فصلهای ۹ و ۱۱ رجوع کنید.

### تله‌های چاله ای

تله‌های چاله‌ای را باید یک متر دورتر از خط ترانسکت، یعنی در سمت مقابل ترانسکت، در جاییکه نمونه‌های لاشبرگزی جمع آوری می‌شوند کار گذاشت. از هر لیوان پلاستیکی با

جداره‌های نرم می‌توان استفاده کرد، اما بهتر است لیوانهایی بکار روند که قطر دهانه یکسان داشته باشند. در اینکار، بیست لیوان مورد نیاز است. جهت اطلاع از نحوه کار گذاری تله‌های چاله‌ای و جمع آوری مورچه با آنها، به فصل ۹ رجوع کنید.

### نمونه‌های لاشبرگزی و استخراج مینی-وینکلری

جهت اطلاع از دستورالعملهای کافی در نحوه جمع آوری نمونه‌های لاشبرگزی در مقیاس یک متر مربع و استخراج مورچه با استفاده از کیسه‌های مینی-وینکلری، به فصل ۹ رجوع کنید. طبق پروتکل مورچه‌های لاشبرگزی، استفاده از حداقل ۲۰ کیسه مینی-وینکلری و یک غربالگر ضروری است.

### جداسازی نمونه‌ها در آزمایشگاه

نمونه‌های آزمایشگاهی مورچه و دیگر حشرات بی‌مهره را می‌توان به روش استخراج آب نمک از مواد زائد جدا نمود (به فصل ۱۱ رجوع شود). نمونه‌ها، پس از جدا سازی، باید با محلول اتانول شسته شوند.

### شناسایی گونه شکلها

مورچه از هر نمونه که باشند باید از دیگر حشرات بی‌مهره جدا شده و در ویال جداگانه‌ای قرار گیرند. روشهای جداسازی و شناسایی نمونه‌های آزمایشگاهی را در فصل ۱۱ می‌توان یافت.

### برچسب نمونه‌های جمع آوری شده و آزمایشگاهی

تمامی نمونه‌ها بلافاصله پس از جمع آوری باید با برچسبهای کاغذی برچسب بخورند (به فصل ۱۱ رجوع شود).

### شرایط زمانی

اجرای پروتکل مورچه‌های لاشبرگزی حداقل به ۳ روز زمان نیاز دارد. جمع آوریهای لاشبرگزی در یک دوره ۴۸ ساعته از طریق کیسه مینی-وینکلری صورت می‌پذیرند. تله‌های چاله‌ای نیز باید بمدت ۴۸ ساعت باقی بمانند. این امکان وجود دارد که هم کیسه مینی-وینکلری و هم چاله‌ها، در صورت لزوم، مدت بیشتری مورد استفاده قرار گیرند، اما نمونه‌ها باید بخاطر دستیابی به نمونه استاندارد در عرض ۴۸ ساعت جمع آوری شوند. شاید زمان بیشتر به جمع آوری

## فصل چهاردهم: پروتکل موسوم به ALL: پروتکلی استاندارد در... / ۴۱۱

گونه‌های بیشتری منجر شود، اما منافع نباید در ایجاد ترانسیکتهای بیشتر باشد. در فهرست برداریها، توصیه می‌شود که بیش از یک ترانسیکت نصب گردد و منحنی‌های تراکم گونه بر حسب نمونه و ترانسیکت تعیین شوند (به فصل ۱۳ رجوع شود). این روش تعداد کلی جوامع مورچه نمونه گیری شده را ارائه خواهد داد و نیاز به ترانسیکتهای بیشتر را مشخص خواهد ساخت. روشهای نمونه گیری بیشتر - از قبیل بازبینی چوب خشک، زیرو کردن خاک، و نمونه گیری مستقیم - ممکن است جهت افزایش تنوع مورچه‌های نمونه گیری شده اضافه شوند (به فصل ۹ رجوع شود).

### جدول زمانی

در این بخش، مقدار زمان لازم برای اجرای پروتکل مورچه‌های لاشبرگری برآورد می‌گردد. توصیه می‌شود که، در جهت کمک به جمع آوری لاشبرگ، غربالگری، و سایر فعالیتها، دو نفر اجرای این پروتکل را با هم بر عهده بگیرند. زمان برآورد شده برای نمونه گیری، پردازش، و شناسایی نمونه‌های جمع آوری شده از یک ترانسیکت، مجموعاً ۱۶۱ ساعت کاری برای هر محقق حرفه‌ای است.

### تحقیق میدانی

توجه: تمامی زمانها به ساعت ارائه شده اند.

دو محقق	یک محقق	
		روز اول
		صبح زود
۱	۱:۳۰	۱. مشخص کردن ترانسکت
۱	۱:۳۰	۲. کند تله‌های چاله ای
۳	۵	۳. جمع آوری نمونه‌های وینکلری
		بعد از ظهر
۲	۳	۱. پُر کردن دستگاه وینکلری
		اواخر بعد از ظهر/غروب
۱	۱	۱. جمع آوری مستقیم
۸ ساعت	۱۲ ساعت	مجموع

روز سوم		
صبح		
۱	۱	۱. جمع آوری گنده‌های درخت
۱	۱	۲. جمع آوری مستقیم
۱	۱	۳. زیرو کردن خاک
بعد از ظهر		
۱	۲	۱. تحلیل نمونه‌های خاکزی
۱:۳۰	۲	۲. جمع آوری تله‌های چاله ای
۱:۳۰	۲	۳. جمع آوری نمونه‌های وینکلری
۳۰ دقیقه	۳۰ دقیقه	۴. بررسی برچسبها
۷:۳۰ ساعت	۹:۳۰ ساعت	مجموع

### بررسی آزمایشگاهی، شناسایی، و تحلیلها

۶۰ ساعت	نصب، برچسب زدن، و شناسایی نمونه‌های آزمایشگاهی از نمونه‌های وینکلری
۶۰ ساعت	نصب، برچسب زدن، و شناسایی نمونه‌های آزمایشگاهی از تله‌های چاله ای
۱۰ ساعت	نصب، برچسب زدن، و شناسایی نمونه‌های آزمایشگاهی از دیگر نمونه ها
۱۰ ساعت	وارد کردن و تحلیل داده ها
۱۴۰ ساعت	مجموع

داده‌های مربوط به تنوع جمع آوری شده در این پروتکل باید نگارش شده و مورد مقایسه قرار گیرند، که بدین ترتیب محیط لازم برای بررسی الگوهای تنوع مورچه واقعاً جهانی را فراهم خواهد آورد. از محققانی که از پروتکل مورچه‌های لاشبرگری استفاده می‌کنند می‌خواهیم که داده‌های خود را به وب سایت مورچه‌های اجتماعی به آدرس ([http://research.amnh.org/entomology/social\\_insects/](http://research.amnh.org/entomology/social_insects/)) ارسال کنند تا در بانک اطلاعات جهانی مربوط به تنوع مورچه ذخیره گردند.

## فصل ۱۵

### اجرای پروتکل مورچه‌های لاشبرگزی گزیده‌ای از مطالعات موردی

برایان ال فیشِر، آنت کی اف مالش؛ راغاوندرا گاداكار، ژاک اچ سی دلایبی؛ هِرالدو ال واسکونسیلوس؛ جانانتان دی میجر

محتوای پروتکل مورچه‌های لاشبرگزی مطرح شده در این کتاب حاصل تجربیات بسیاری از مورچه‌شناسان و مطالعات متعدّد انجام گرفته در طول این سالها پیرامون تنوع مورچه است، هرچند که این پروتکل تنها در سالهای اخیر گسترش یافته و برای نخستین بار به چاپ رسیده است. پیش از شکل گیری این پروتکل، مطالعات تنوع مورچه از روشهای بسیار متعدّدی، همچون مواردی که در فصل ۹ توضیح آن رفت، استفاده می‌کردند. پروتکل مورچه‌های لاشبرگزی نتیجه ارزیابی گسترده این روشها در کشورهای مختلف و تحت شرایط گوناگون است. مطالعات انجام گرفته توسط دلایبی و همکارانش (به فصل ۱۰ رجوع شود) معتبرترین داده‌ها پیرامون انتخاب روشها برای پروتکل یاد شده را عرضه نمودند، اما تعدادی دیگر از مطالعات کلیدی نیز در شکل گیری‌اش مؤثر بودند.

توضیحات مختصری از این مطالعات کلیدی، که در نقاط مختلف جهان (از جمله، ماداگاسکار، مالزی، هندوستان، و برزیل) صورت گرفته‌اند، در اینجا جهت تشریح نحوه مقایسه دو روش عمده جمع‌آوری پروتکل مورچه‌های لاشبرگزی (یعنی، استخراج لاشبرگی با روش وینکلری و تله‌های چاله‌ای) و اینکه این روشها در مطالعات متعدّد تنوع زیستی،

مخصوصاً در اندازه گیری تنوع مورچه و شناسایی تغییر زیستگاهی چقدر موفق بوده اند ارائه می‌گردند. توضیحات کامل این مطالعات را می‌توان در کتاب نوشته آگوستی و همکاران (۲۰۰۰)<sup>۱</sup> جستجو کرد.

### مادداگاسکار

مجموعه‌ای از تحقیقات انجام گرفته از سوی فیشر و همکارانش<sup>۲</sup> در مادداگاسکار بهترین اطلاعات را در خصوص سودمند بودن پروتکل مذکور و ارزش نسبی دو روش عمده نمونه گیری، یعنی استخراج وینکلری و تله‌های چاله‌ای، در اختیار می‌گذارند. در یک مطالعه بسیار پرمحتوا، تنوع مورچه در مناطق ارتفاعی تفکیک شده برحسب ۴۰۰ متر در چهار منطقه جنگلی بارانی در شرق مادداگاسکار<sup>۳</sup> مورد بررسی قرار گرفت.

در هر سایت، در خطوط موازی با فاصله ۱۰ متر از یکدیگر در امتداد یک ترانسکت ۲۵۰ متری، مجموعاً ۵۰ تله چاله‌ای بکار رفته و ۵۰ نمونه لاشبرگی از نوع وینکلری استخراج گردید. تله‌های چاله‌ای در هر ۵ متر در امتداد ترانسکت کار گذاشته شده و سپس نمونه‌های لاشبرگی جمع آوری شدند. تله‌های چاله‌ای شامل لوله‌های آزمایش (به قطر داخلی ۱۸ میلی متر و طول ۱۵۰ میلی متر) است که تا عمق تقریباً ۵۰ میلی متری از آب صابون و ۵٪ محلول اتیلین گولیکول پُر شده و در روکش‌های حاوی کلوراید پلی وینیل (PVC) قرار گرفته و تا لبه کاملاً در خاک دفن شدند. تله‌ها به مدت چهار روز در خاک قرار گرفتند. مورچه‌ها از نمونه‌های لاشبرگی با کمک دستگاه‌های وینکلری در یک دوره ۴۸ ساعته استخراج گردیدند<sup>۴</sup> (به فصل ۹ رجوع شود).

تعداد گونه‌های مشاهده شده و برآورد شده در نمونه گیری به روش‌های وینکلری، چاله‌ای، و آمیخته، برای حجم‌های نمونه ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ عددی در جدول شماره ۱-۱۵ نشان داده شده‌اند. در منطقه مورد مطالعه، روش وینکلری توانست اکثر مورچه‌های فعال و ساکن در لاشبرگها را جمع آوری نماید. بیشتر گونه‌های جمع آوری شده در تله‌های چاله‌ای نیز به روش استخراج وینکلری نمونه گیری شدند، که نشان می‌دهد این گونه‌ها احتمالاً به روش

<sup>۱</sup>. Agosti et al. (2000);

<sup>۲</sup>. Fisher (1996a, 1996b, 1998, 1999a, 1999b); Fisher & Razafimandimby (1997); Fisher et al. (1998);

<sup>۳</sup>. 1) the Reserve Naturelle Integrale d' Andohahela, 2) the Reserve Naturelle Integrale d' Andringitra, 3) the Reserve Speciale d' Anjanaharibe-Sud, 4) the Western Masoala Peninsula

<sup>۴</sup>. Fisher (1998);

فصل پانزدهم: بکارگیری پروتکل مورچه‌های لاشبرگ زی: مطالعات موردی برگزیده / ۴۱۵

وینکلری بدست می‌آمده اند حال آنکه نمونه‌های چاله‌ای در همان منطقه به احتمال قویتر نمونه‌های بیشتری را به میزان جمع‌آوری می‌افزودند. هرچند که این مسئله ممکن است برای بیشتر سایتهای جنگلهای بارانی صادق باشد، اما برای تمامی زیستگاهها امکان استفاده وجود ندارد. بعنوان مثال، فیشر و رازافیماندیمبای (۱۹۹۷)<sup>۱</sup> دریافتند که تله‌های چاله‌ای، در زیستگاههای جنگلی خشک که از مناطق بیشتری از خاک روباز و لُخت برخوردارند، ممکن است تعداد بیشتری از گونه‌های منحصر بفرد را جمع‌آوری نمایند.

---

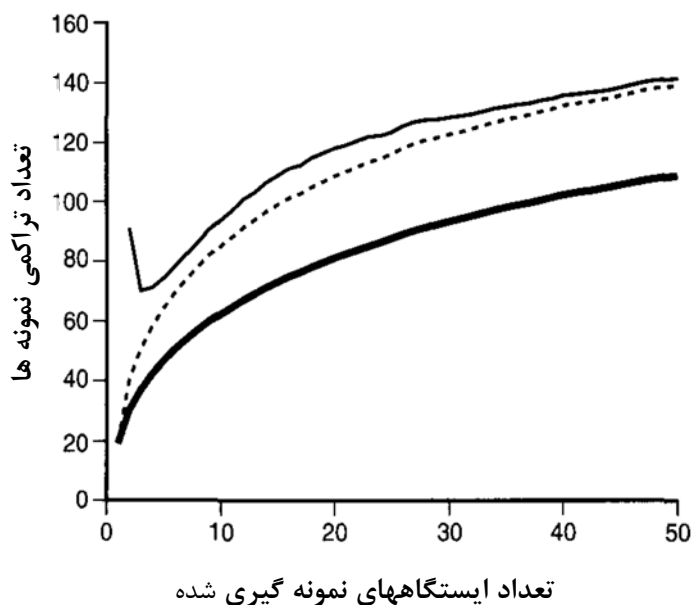
<sup>۱</sup>. Fisher & Razafimandimby (1997);



جدول شماره ۱-۱۵۰. تعداد گونه های مورچه مشاهده شده، ارزیابی شده در حجمهای مختلف نمونه حاصل از کیسه های وینکلری، تله های چاله ای، و روشهای آمیخته در سایتهای میدانی ۸۰۰ متری در ماد آگاسکار<sup>۱</sup>

شماره گونه برداشته شده		شماره گونه مشاهده شده بعد از:					شماره گونه گیری	
MI-M	Jack-knife	ICE	تمامی گونه (۵۰)	۲۰ گونه	۷۰ گونه	۷۰ گونه	۱۰ گونه	
۶۶/۸	۷۹/۷	۸۰/۰	۶۳(۹۶/۳)	۵۹/۵(۸۹/۱)	۵۵/۳(۸۲/۸)	۷۹/۵(۷۲/۱)	۳۶/۶(۵۹/۳)	
۳۶/۰	۴۳/۷	۴۸/۴	۳۰(۸۸/۳)	۲۷/۲(۸۰/۶)	۲۴/۳(۷۸/۵)	۲۰/۵(۶۰/۳)	۱۲/۸(۴۳/۶)	
۷۷/۶	۹۰/۶	۹۰/۳	۷۱(۹۵/۲)	۶۶/۹(۸۹/۷)	۶۷/۸(۸۳/۲)	۵۵/۵(۷۶/۴)	۲۷/۵(۵۹/۶)	
۷۸/۲	۹۰/۷	۸۷/۵	۷۶(۹۷/۲)	۷۲/۸(۹۳/۱)	۶۸/۸(۸۸/۱)	۶۳/۳(۸۱/۰)	۵۲/۲(۶۶/۸)	
۲۲/۴	۲۲/۹	۲۳/۴	۱۹(۸۶/۷)	۱۷/۶(۷۸/۶)	۱۶/۴(۷۲/۹)	۱۴(۶۲/۴)	۱۰/۲(۲۵/۶)	
۷۸/۴	۹۱/۷	۸۸/۲	۷۷(۹۸/۲)	۷۲/۰(۹۴/۴)	۶۹/۸(۸۹/۰)	۶۲/۱(۸۱/۸)	۵۳/۸(۶۸/۶)	
۶۲/۱	۷۹/۷	۷۸/۸	۶۲(۹۹/۸)	۶۰/۵(۹۴/۴)	۵۶/۴(۸۰/۰)	۵۱/۷(۸۰/۶)	۴۳/۴(۶۷/۶)	
۲۲/۲	۲۷/۸	۳۲/۱	۱۹(۸۵/۶)	۱۷/۰(۷۶/۷)	۱۶/۹(۶۷/۰)	۱۲/۲(۵۲/۹)	۸/۷(۳۹/۰)	
۶۷/۴	۸۳/۷	۸۲/۶	۶۷(۹۹/۳)	۶۳/۵(۹۴/۱)	۵۹/۲(۸۸/۱)	۵۳/۳(۷۱/۹)	۴۲/۹(۶۶/۵)	
۱۰/۸(۸)	۱۲۶/۳(۱۳۹/۸۴)	۱۰۶(۹۷/۴)	۹۹/۳(۹۷/۴)	۹۱/۱(۸۳/۷)	۷۹/۸(۷۳/۳)	۶۶/۲(۵۷/۱)	۴۲/۲(۶۷/۶)	
۳۲/۵	۲۲/۸۴	۳۲/۰۵	۲۰(۸۶/۰)	۱۸/۲۲(۷۸/۶)	۱۵/۸(۶۷/۷)	۱۲/۷(۵۲/۵)	۸/۹(۳۸/۹)	
۱۱۲/۰	۱۳۹/۴	۱۲۱/۷	۱۰۹(۹۰/۶)	۱۰۲/۴(۹۰/۶)	۹۳/۴(۸۲/۷)	۸۱/۲(۷۱/۹)	۶۲/۵(۵۵/۴)	
۹۲/۲	۱۱۲/۵	۱۱۷/۱۷	۹۲(۹۸/۸)	۸۶/۷(۹۳/۱)	۷۸/۹(۸۲/۷)	۶۹/۱(۷۴/۱)	۵۴/۴(۶۹/۱)	
۲۲/۵۱	۳۲/۷	۸۹/۴	۲۰(۸۸/۸)	۱۷/۴(۷۷/۲)	۱۴/۶(۶۵/۰)	۱۱/۵(۵۲/۱)	۸/۵(۳۷/۵)	
۹۷/۶	۱۲۲/۵	۱۲۶/۷	۹۷(۹۹/۳)	۹۱/۱(۹۳/۳)	۸۲/۷(۸۲/۷)	۷۱/۹(۵۳/۷)	۵۶/۲(۵۷/۶)	

۱ تعداد گونه ها نشانگر میانگین ۱۰۰ آرایش تصادفی به روش نمونه گیری آمیخته است.  
 ۲ ICE (برآوردگر پوشش مبتنی بر بروز)، Jackknife (برآوردگر چکانیف)، MI-M (میانگین دو پارانمتری)؛ (شماره درصد میانگین دو پارانمتری در پنجم ستون اول در داخل پرانتز ارائه شده است)



**شکل شماره ۱-۱۵.** ارزیابی روش نمونه‌گیری مورچه‌های لاشبرگری در مساحت ۸۲۵ متری واقع در شبه جزیره ماسوالا در ماداگاسکار. خط منحنی تراکم گونه‌ای (خط درشت) تعداد مشاهده شده گونه‌ها را بعنوان تابع تعداد ایستگاه‌های نمونه‌گیری شده نشان می‌دهد. خطوط منحنی فوقانی، محور غیرپارامتریک برآوردگر جک نایف مرتبه اول (خط متقاطع)، برآوردگر پوششی مبتنی بر بُروز (خط منمد)، مجموع غنای گونه‌ای براساس تعداد تناوبی بیشتر نمونه‌های حاصل از پایگاه داده‌ها را نشان می‌دهند. خطوط منحنی از میانگین ۱۰۰ آرایش با روش تراکم نمونه تعیین می‌شوند.

خطوط منحنی تراکم گونه‌ای برای سایت ۸۲۵ متری در شبه جزیره ماسوالا (Masoala)، پُر گونه‌ترین سایت (به شکل شماره ۱-۱۵ رجوع شود)، نشان می‌دهد که روش‌های بکار رفته در منطقه مطالعه اکثر مورچه‌های فعال و ساکن در لاشبرگ را در منطقه محصور به ترانسکت ۲۵۰ متری جمع‌آوری کردند، و اینکه با تلاش فزاینده نمونه‌گیری با کمک همان روش‌ها در همان منطقه، افزایش اندکی در غنای گونه مشاهده گردید. هرچند که روش‌های نمونه‌گیری اضافی، یا تحقیق در یک منطقه یا فصل متفاوت در یک ارتفاع، به احتمال قویتر گونه‌های اضافی را جمع‌آوری می‌کنند، این نتایج نشان می‌دهند که پروتکل مورچه‌های لاشبرگری میزان نمونه‌گیری کافی را برای برآورد و مقایسه آماری غنای گونه‌ها، و هم‌ینطور برای مقایسه شباهت در جوامع مورچه و جایجایی گونه‌ها فراهم می‌نماید.

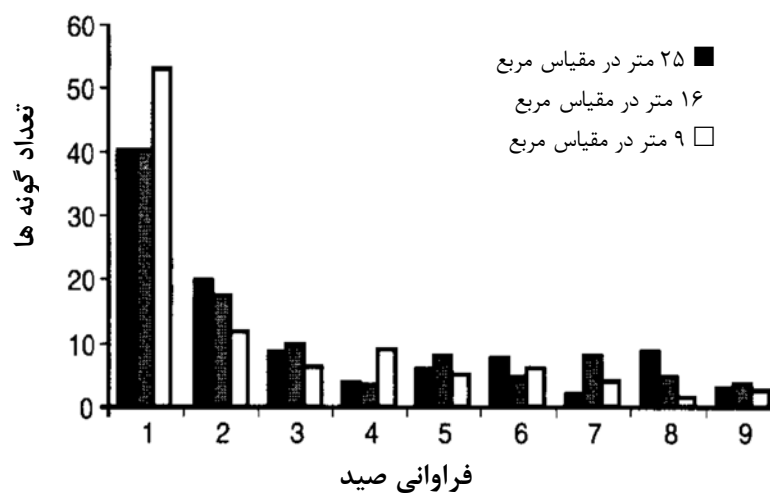
## مالزی

مطالعات پیرامون تنوع مورچه‌ها در منطقه جنگلی حفاظت شده پاسوه در غرب مالزی داده‌های جالبی را در خصوص تأثیرات حجم پلات نمونه‌گیری شده در مطالعات تنوع مورچه ارائه می‌دهند. منطقه جنگلی حفاظت شده پاسوه، واقع در ناحیه نِگری سِمیبلان (Negeri Sembilan) در غرب مالزی، تقریباً در ۱۴۰ کیلومتری جنوب شرق کوالالمپور (۲ دقیقه و ۵۹ درجه شمالی، و ۱۰۲ دقیقه و ۱۹ درجه شرقی)، نمونه‌ای از منطقه جنگلی همیشه بارانی زمین پست جنوب شرقی آسیا، با جنگل اولیه زمین پست پوشیده از درختان از خانواده سخت بوستان واقع در بین ۷۵ و ۱۵۰ متر بالاتر از سطح دریا، بشمار می‌آید.

مجموعاً ۹ پلات لاشبرگی (هر کدام به اندازه ۲۵ متر در مقیاس مربع) مورد بررسی قرار گرفتند. هر پلات شامل منطقه‌ای به مساحت ۵×۵ متر در مقیاس مربع همراه با منطقه دیگر به مساحت ۳×۳ متر در مقیاس مربع با آشیانه واقع در وسط پلات بود. هر یک از دو منطقه آشیانه‌ای (۱۶ متر و ۹ متر در مقیاس مربع) جداگانه نمونه‌گیری شدند، و مجموع دو منطقه برابر با یک منطقه ۲۵ متر در مقیاس مربع بود. این روش مقایسه تمامی مناطق آشیانه‌ای در پلاتها را ممکن می‌سازد. مورچه‌های لاشبرگی بعد از ۲۴ ساعت به روش وینکلری استخراج گردیدند و سپس مجدداً بعد از ۲۴ ساعت دیگر استخراج شدند (به فصل ۹ رجوع شود).

طراحی منطقه نمونه‌گیری آشیانه‌ای نشان داد که حجم نمونه لاشبرگی (اندازه پلات) می‌تواند بر تعداد گونه‌های جمع‌آوری شده تأثیر بگذارد. تعداد گونه‌های جمع‌آوری شده در هر متر مربع برای هر پلات ۹ تا ۲۵ متر در مقیاس مربع در جدول شماره ۲-۱۵ نشان داده شده‌اند. بطور متوسط، یک گونه بیشتر در هر متر مربع در پلاتهای ۹ متر در مقیاس مربع در مقایسه با پلاتهای ۲۵ متر در مقیاس مربع شناسایی گردید. شباهت در ترکیب گونه‌ای مورچه نیز تحت تأثیر اندازه پلات قرار گرفت، در حالیکه مقادیر تشابه سورنسن در پلاتهای ۲۵ متر در مقیاس مربع از ۳۷/۵٪ تا ۶۳/۸٪ و همینطور مقادیر تشابه سورنسن در پلاتهای ۹ متر در مقیاس مربع از ۲۸/۵٪ تا ۶۶/۷٪ متفاوت بودند. مقادیر میانگین بترتیب ۵۲/۷٪ در پلاتهای ۲۵ متر در مقیاس مربع و ۴۳/۰٪ در پلاتهای ۹ متر در مقیاس مربع محاسبه گردید. این تفاوتها بسیار معنی‌دار هستند ( $P < 0.001$ )، بر حسب آزمون یو-مان-ویتنی). جابجایی بیشتر گونه‌ها در در پلاتهای ۹ متر در مقیاس مربع ناشی از صیدهای انفرادی بیشتر و تعداد صیدهای مکرر کمتر بوده است (به شکل شماره ۲-۱۵ رجوع شود).

فصل پانزدهم: بکارگیری پروتکل مورچه‌های لاشبرگ زی: مطالعات موردی برگزیده / ۴۱۹

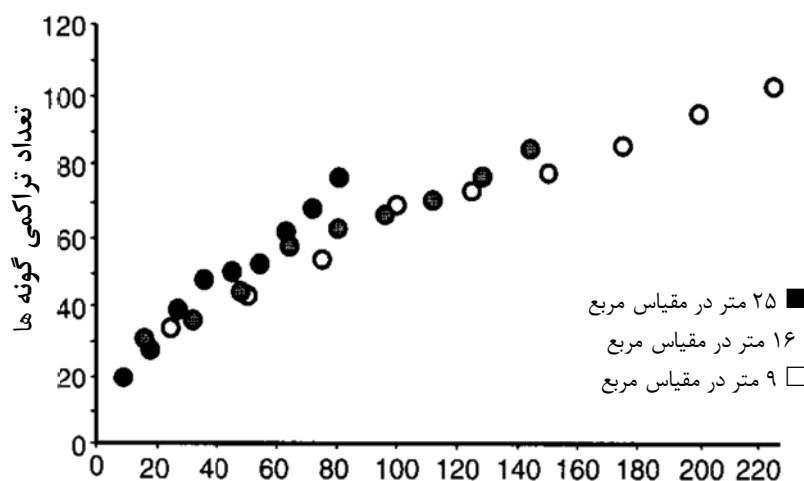


شکل شماره ۲-۱۵. فراوانی صید گونه‌ها در پلاتهای ۹ متر در مقیاس مربع، ۱۶ متر در مقیاس مربع، و ۲۵ متر در مقیاس مربع در کشور مالزی

جدول شماره ۲-۱۵. تعداد گونه‌های مورچه در هر متر در مقیاس مربع مربوط به نمونه‌های بدست آمده از پلاتهای ۹ متر و ۲۵ متر در مقیاس مربع در مالزی

۲۵ متر در مقیاس مربع	۹ متر در مقیاس مربع	پلاتها
۱/۳۶	۲/۲۲	پلات ۱
۱/۱۶	۲/۴۴	پلات ۲
۱/۴۴	۲/۲۲	پلات ۳
۱/۶۶	۲/۲۲	پلات ۴
۰/۹۲	۱/۵۵	پلات ۵
۱/۲۴	۲/۰۰	پلات ۶
۱/۵۲	۳/۱۱	پلات ۷
۱/۷۶	۳/۲۲	پلات ۸
۱/۶۸	۳/۲۲	پلات ۹
۱/۴۱	۲/۴۷	میانگین

خطوط منحنی تراکم نمونه مربوط به هر کدام از اندازه‌های پلات نشان می‌دهند که هیچ یک از این اندازه‌ها، تمامی مورچه‌های آن منطقه را نمونه‌گیری نمی‌کنند و این است که هیچ یک از خطوط منحنی هم تراز نمی‌شوند (به شکل شماره ۳-۱۵ رجوع شود). علاوه بر آن، هر یک از اندازه پلات برآورد متفاوتی از مجموع غنای گونه مورچه در اختیار می‌گذارد. این کار در صورت مقایسه نتایج بدست آمده از مطالعاتی که از اندازه پلات متفاوتی استفاده کرده‌اند مسئله مهمی است؛ مقایسه مستقیم آنها امری غیر ممکن است.



منطقه نمونه‌گیری شده (متر در مقیاس مربع)

شکل شماره ۳-۱۵. خطوط منحنی‌های تراکم گونه در سه پلات به اندازه‌های ۹ متر در مقیاس مربع، ۱۶ متر در مقیاس مربع، و ۲۵ متر در مقیاس مربع در کشور مالزی

این نتایج بر اهمیت بکارگیری اندازه پلات استاندارد و پایا در مطالعات جهت انجام مقایسات تأکید دارند. پلات لاشبرگی در مقیاس یک متر مربع در پروتکل مورچه لاشبرگی، این استانداردسازی را فراهم می‌آورد.

### غاز غربی، هندوستان

تنوع مورچه با استفاده از روشهای نمونه‌گیری متنوع در ایالت کارناتاكا (Karnataka)، واقع در غاز غربی در هندوستان مورد بررسی قرار گرفت<sup>۱</sup>. مجموعاً به تعداد ۳۶ پلات به وسعت یک هکتار از ۱۲ نوع زیستگاه در سایتهایی با ارتفاع ۶۰۰ متر از سطح دریا در زیستگاههای

<sup>۱</sup>. Gadagkar et al. (1990, 1993);

فصل پانزدهم: بکارگیری پروتکل مورچه‌های لاشبرگ زی: مطالعات موردی برگزیده / ۴۲۱

جنگلی، در سه پوشش گیاهی تک کشتی، و در جنگلی که برای تولید کود لاشبرگی بطور منظم برداشت صورت می‌گرفت نمونه‌گیری شدند. در هر یک از این سایتها، نمونه‌گیری در سه پلات یک هکتاری انجام گرفت.

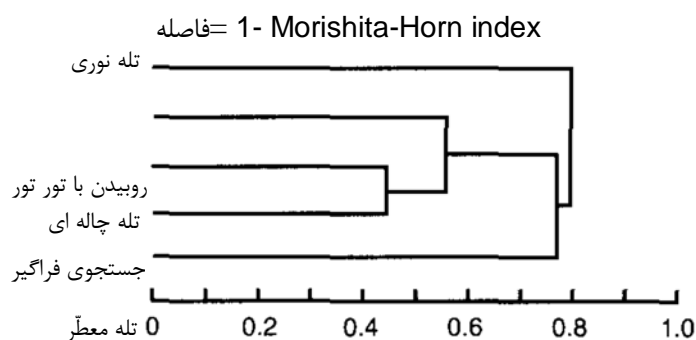
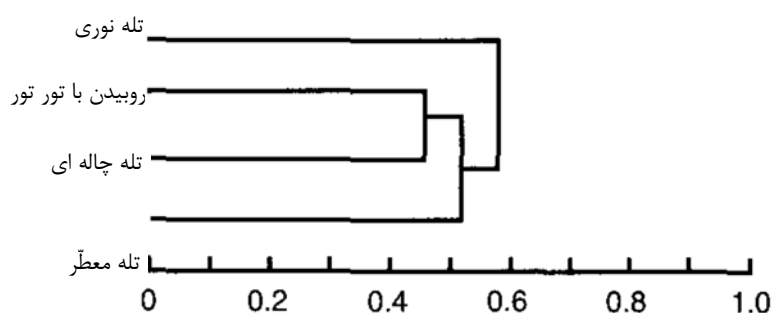
پنج روش نمونه‌گیری جهت استخراج مورچه‌های خاکزی در هر سایت مورد استفاده قرار گرفتند، که عبارتند از رویدن گیاهان، تله‌های چاله‌ای، تله‌های نوری، تله‌های معطر، و جمع آوری مستقیم (دستی). تله‌های نوری به یک منبع نور درخشان مجهز است که برای جذب حشراتی که شب هنگام فعال هستند بکار می‌رود. اگرچه تله‌های نوری نوعاً برای جذب حشرات پرنده بکار می‌روند، این تله‌ها گاهی اوقات برای شکار مورچه‌های بالدار پرنده و برخی گونه‌های مورچه شب فعال نیز مفیدند.

تله‌های معطر اساساً از دو روش استاندارد نمونه‌گیری مورچه (یعنی، تله‌های چاله‌ای و طعمه‌ها) تشکیل یافته‌اند؛ در این مطالعه، تله‌ها از بطریهای پلاستیکی ۲/۵ لیتری حاوی طعمه‌ای از نوع نیشکر ناخالص درست شده و از میخ چوبی با ارتفاع یک متری از سطح زمین آویزان می‌شوند. جهت جمع آوری نمونه‌های معرف از گونه‌های مورچه به تعداد ممکن، از روش جمع آوری دستی فشرده در هر پلات یک هکتاری استفاده شد. تحقیق یاد شده توسط دو محقق، هر کدام بمدت یک ساعت، از ساعت ۲ الی ۳ بعد از ظهر، انجام گرفت.

علاوه بر ارائه برآوردهای اولیه از تنوع مورچه و فراوانی عددی آن در هر منطقه جنگلی هندوستان، نتایج این تحقیق مقایسه‌های گویایی از پنج روش مختلف نمونه‌گیری مورچه در اختیار می‌گذارند. تلفیق چهار روش تله‌گذاری مورد استفاده تا حدودی موفق‌تر از جمع آوری دستی بود، که مجموعاً ۱۲۰ گونه از ۳۱ جنس را نمونه‌گیری کرد، در حالیکه جمع آوری دستی مجموعاً ۱۰۱ گونه از ۲۷ جنس را جمع آوری نمود. مهمتر آنکه چاله‌ها و جمع آوری دستی، گونه‌های متفاوتی را نمونه‌گیری کردند؛ در حالیکه ۷۸ گونه با دو روش بدست آمدند، چاله‌ها ۴۲ نمونه منحصر بفرد و جمع آوری دستی، مجموعاً ۲۰ نمونه منحصر بفرد را نمونه‌گیری کردند. بنابراین، به نظر می‌رسد که با وجود اثربخشی چاله‌ها، در صورتیکه فهرست کاملتری از گونه‌های مورچه در یک سایت مدنظر باشد، تلفیقی از روش تله‌گذاری و جمع آوری دستی شاید مطلوب باشد.

از میان چهار روش تله‌گذاری مورد استفاده، تله‌های چاله‌ای بیشترین گونه‌ها را نمونه‌گیری کردند، که در این میان، رویدن گیاهان، تله‌های معطر، و تله‌های نوری، در رده‌های بعدی قرار می‌گیرند. اینکه تله‌های چاله‌ای و رویدن گیاهان موفق‌تر بودند مسئله عجیبی

نیست؛ عجیب اینکه تله‌های معطر و تله‌های نوری به تعدادی که می‌شد نمونه‌گیری کردند. نه تنها تله‌های معطر و تله‌های نوری بیشتر از حد انتظار نمونه‌گیری نمودند، در واقع این روشها یک جامعه مورچه نسبتاً متفاوتی از آنچه که با دیگر روشهای نمونه‌گیری بدست آمد عرضه کردند (به شکل شماره ۴-۱۵ رجوع شود).



فاصله = 1- Jaccard index

شکل شماره ۴-۱۵. تصاویر ۳۶ پلاکته‌های مختلف نمونه‌گیری را برحسب گونه‌های مورچه صید شده در هند با هم مقایسه می‌کنند. داده‌ها، تلفیقی از ۳۶ پلاکته برای هر روش نمونه‌گیری است.

فصل پانزدهم: بکارگیری پروتکل مورچه‌های لاشبرگ زی: مطالعات موردی برگزیده / ۴۲۳

اگر این تحقیق روش استخراج لاشبرگی را آنچنانکه در پروتکل مورچه‌های لاشبرگری آمده بکار می‌گرفت، احتمالاً گونه‌های مورچه بسیار بیشتری جمع آوری می‌شد. باوجود این، تلفیق چند روش نمونه‌گیری مورد استفاده در این مطالعه، از جمله جمع آوری دستی، نشان می‌دهد که روشهای مختلف معمولاً مؤلفه‌های مختلفی از جوامع مورچه را جمع آوری می‌نمایند. بنابراین، اگر فهرست دقیقتری از مورچه‌های خاکزی را بخواهیم، توصیه می‌شود که از چند روش دیگر در کنار پروتکل مورچه‌های لاشبرگری مورد استفاده قرار گیرد.

### برزیل

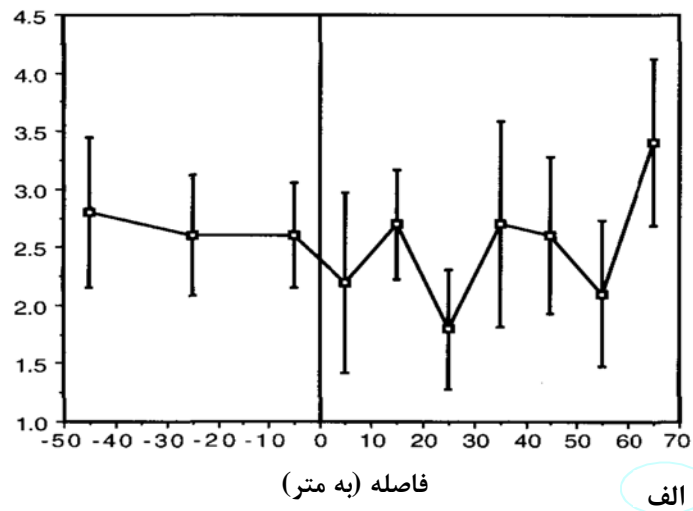
دو تحقیق در برزیل، یکی در جنگلهای بارانی آتلانتیک بسیار پراکنده/ناهموار در منطقه باهای و دیگری در جنگلهای آمازون کشور برزیل، بکارگیری پروتکل مورچه‌های لاشبرگری را بعنوان وسیله‌ای برای شناسایی ناآرامی زیستگاهی نشان می‌دهند.

### جنگلهای آتلانتیک

در منطقه باهای، ۱۰ ترانسکت ۱۱۰ متری با فاصله‌ای از مرکز ذخیره گیاهی جنگل بارانی ثانوی در مرکز تحقیقات کاکائو، واقع در ایتابونا در منطقه باهای کار گذاشته شدند. ترانسکتها در نقاطی با فاصله ۱۰ متری مشخص گردیده و مستقر شدند طوری که هفت نقطه تا مرکز ذخیره گیاهی امتداد یافتند، و یک نقطه در وسط حاشیه انبوه و ۵ متر خارج از جنگل، و دو نقطه در میدان مجاور واقع شدند. در این کار، از پروتکل مورچه‌های لاشبرگری استفاده گردید، درحالیکه نمونه‌های لاشبرگی در امتداد ترانسکت جمع آوری شده و با استفاده از کیسه‌های وینکلری (بمدت تنها ۲۴ ساعت) و تله‌های چاله‌ای تعبیه شده در امتداد ترانسکت و به مدت ۴۸ ساعت باقی ماندند.

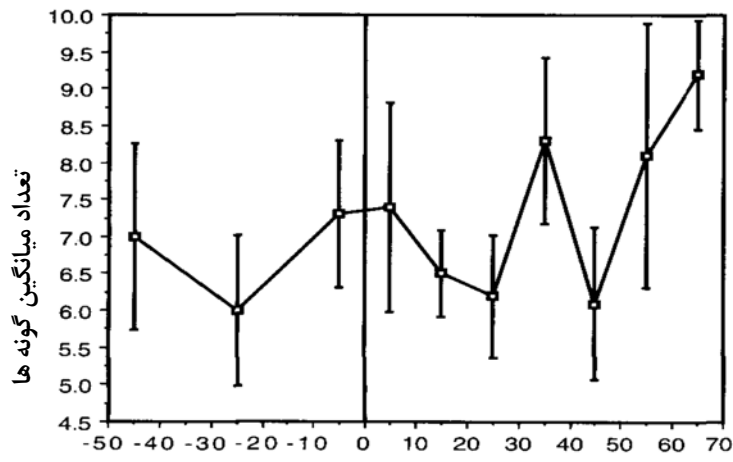


نمونه های بدست آمده از تله های چاله ای  
 علفزار                      جنگل

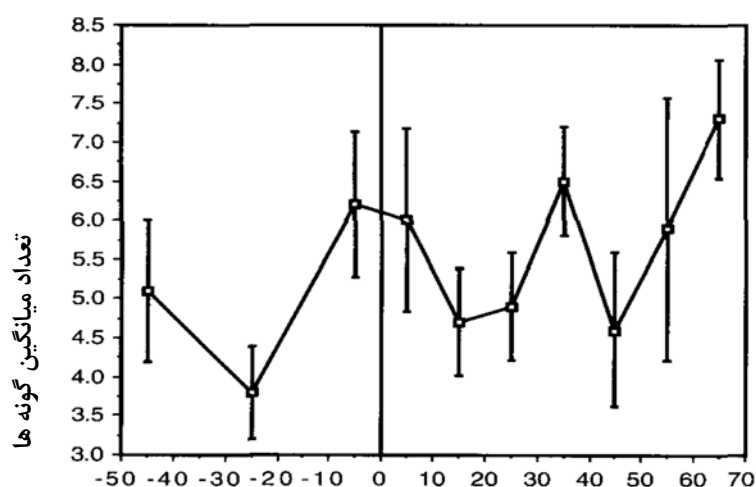


تعداد میانگین گونه ها

نمونه های بدست آمده از کیسه های وینکلری  
 علفزار                      جنگل



نمونه‌های بدست آمده از مجموع کیسه‌های وینکلری و تله‌های چاله‌ای  
جنگل علفزار



شکل شماره ۵-۱۵. تعداد میانگین گونه‌های مورچه (و انحراف معیار) نمونه‌گیری شده از طریق تله‌های چاله‌ای، کیسه‌های وینکلری، و روش آمیخته در امتداد ۱۰ ترانسکت از میدان تحقیق تا جنگلهای بارانی در منطقه باهای در برزیل. خط عمودی، موقعیت فنس اطراف جنگل را نشان می‌دهد.

شکل‌های ۵-۱۵ (الف تا پ) بیانگر تغییر در تعداد میانگین گونه‌های مورچه جمع‌آوری شده از راه تله‌های چاله‌ای، کیسه‌های وینکلری، و آمیخته‌ای از این دو روش در امتداد ترانسکت‌های موجود است. تعداد میانگین صید شده با تله‌های چاله‌ای از  $1/8$  تا  $3/4$  متفاوت بوده، و روند آشکار اندکی بلحاظ تعداد گونه‌ها در طول ترانسکت وجود داشت، هرچند که حداکثر غنا در نقطه‌ای که تا دل جنگل امتداد می‌یابد مشاهده گردید (به شکل ۵-۱۵ الف رجوع شود). تعداد میانگین گونه‌های استخراج شده با کیسه‌های وینکلری از  $8/8$  تا  $7/3$  متغیر بود. لازم به ذکر است که بیشترین تراکم نیز در نقطه‌ای که تا دل جنگل امتداد داشت بدست آمد، و کمترین تراکم در نقطه‌ای با فاصله ۲۵ متر تا میدان مطالعه مشاهده گردید (به شکل ۵-۱۵ ب رجوع شود).

نتایج حاصل از این تحقیق وجه تمایز جهشی در ترکیب جامعه مورچه در منطقه جنگلی و میدان مطالعه را نشان می‌دهند. پنج اجتماع از گونه‌های مورچه در طول ترانسکتها شناسایی شدند. بزرگترین گروه شامل گونه‌هایی بودند که در همه جای مسیر ترانسکت یا همه جا بجز در نقاطی خارج از جنگل بسر می‌بردند. دومین گروه مورچه‌هایی بودند که که گرایش به فعالیت در حاشیه خارجی جنگل داشتند، در حالیکه گروههای سوّم و چهارم گونه‌هایی را شکل می‌دادند که عموماً در نقاط دورتر جنگل یافت شدند. پنجمین گروه نیز شامل ۱۲ گونه بود که تنها در میدان مطالعه یا حاشیه انبوه مشاهده گردیدند. از این اجتماعات می‌توان در نظارت بر جوامع مورچه در چنین کاربریهای مختلف زمین و نیز شناسایی تغییرات بیشتر، هر چند ضعیف، در زیستگاهها و اقلیمهای کوچک استفاده نمود.

## آمازون

در جنگلهای آمازون برزیل، مورچه‌های خاکزی در سه قطعه یک هکتاری، در سه قطعه ده هکتاری، در دو قطعه ۱۰۰ هکتاری، و نیز در یک منطقه جنگلی پیوسته جمع آوری گردیدند. در هر یک از این ۹ قطعه، محدوده یک پلات یک هکتاری تعیین شد و، در این پلات، مجموعاً ۳۶ نقطه نمونه گیری، که در فاصله‌های ۲۰ متری از هم توزیع شده بودند، معین گردیدند. سه روش نمونه گیری مورچه، یعنی استخراج لاشبرگی، تله‌های چاله ای، و نمونه‌های خاکی، مورد استفاده قرار گرفتند.

از میان سه روش نمونه گیری، نمونه گیری لاشبرگی برحسب تعداد گونه‌های جمع آوری شده مؤثرترین روش بود. تعداد میانگین گونه‌های جمع آوری شده در هر پلات نسبت به تله‌های چاله‌ای و نمونه‌های خاک براساس شاخص معناداری در لاشبرگ بیشتر بود، در حالیکه تعداد گونه‌های جمع آوری شده در تله‌های چاله‌ای نسبت به تعداد آنها در نمونه‌های خاکی بیشتر بود ( $F_{2,16} = 0/001, P < 29/87, ANOVA$ ؛ به جدول شماره ۳-۱۵ رجوع شود). هرچند که تعداد گونه‌های ثبت شده در هر قطعه در نمونه‌های لاشبرگی نسبت به تله‌های چاله‌ای بیشتر بود، مجموع تعداد گونه‌های ثبت شده در هر کدام از این دو روش در تمام ۹ پلات جنگلی کاملاً مشابه بود، و هر دو روش در مقایسه با جمع آوریهای صورت گرفته در نمونه‌های خاکی تعداد بیشتری را ثبت کردند (به جدول شماره ۳-۱۵ رجوع شود). نمونه گیری لاشبرگی همچنین بهترین روش در پیش بینی مجموع غنای گونه مورچه (یعنی تعداد گونه‌های جمع آوری شده با کمک سه روش نمونه گیری آمیخته) در هر یک از پلاتهای میدان مطالعه مشخص گردید.

فصل پانزدهم: بکارگیری پروتکل مورچه‌های لاشبرگ زی: مطالعات موردی برگزیده / ۴۲۷

تعداد گونه‌های منحصر بفرد در هر روش از ۲۰ تا ۴۳ گونه متغیر بود، یعنی تعدادی که معمولاً بیش از ۲۰٪ کل گونه‌های جمع آوری شده از نمونه‌های خاکی را نشان می‌داد (به جدول شماره ۳-۱۵ رجوع شود). این مشاهده نشان می‌دهد که این روشها مکمل هستند. بنابراین، بکارگیری آنها بصورت آمیخته جوامع مورچه در قطعه‌های مختلف را بهتر مشخص کردند. بعنوان مثال، گونه‌های سیراپاچینه عمدتاً در نمونه‌های خاکی به ثبت رسیدند، حال آنکه گونه‌های اِستونینه بیشتر در تله‌های چاله‌ای مشاهده گردیدند. از سوی دیگر، بسیاری از گونه‌های میرمیسینه تنها در نمونه‌های لاشبرگی جمع آوری شدند (به جدول شماره ۳-۱۵ رجوع شود).

جدول شماره ۳-۱۵. تعداد گونه‌های مورچه جمع آوری شده با سه روش نمونه‌گیری در قطعه‌های جنگلی نزدیک مانائوس، برزیل

زیر خانواده	نمونه‌های لاشبرگی	تله‌های چاله‌ای	نمونه‌های خاکی
میرمیسینه	۹۶	۸۲	۵۳
پونرینه	۳۳	۳۶	۳۳
فورمیسینه	۱۱	۱۲	۱۲
دولیچودرینه	۳	۵	۰
اِستونینه	۱	۵	۱
سیراپاچینه	۲	۰	۵
شبه میرمیسینه	۱	۲	۰
لِپتانویدینه	۰	۰	۲
مجموع (تعداد منحصر بفرد)	۱۴۷ (۴۳)	۱۴۲ (۳۹)	۱۰۶ (۲۰)
میانگین $\pm$ انحراف معیار	۱۱/۶ $\pm$ ۵۴/۲	۷/۹ $\pm$ ۴۵/۷	۵/۶ $\pm$ ۳۰/۳

هیچ تغییر پایداری در تنوع گونه‌ها در واکنش به تغییر در قطعه‌های جنگلی مشاهده نگردید. اما باید تأکید کرد که این نتایج فقدان روابط بین تراکم گونه‌های مورچه (تعداد در هر

منطقه واحد) و منطقه جنگلی، البته نه مجموع تعداد گونه‌ها و منطقه جنگلی، را منعکس می‌کند، همچنانکه رابطه دومی قطعاً مثبت و معنی دار است. در دو سایت از سه سایت مورد مطالعه، تراکم گونه‌های مورچه با افزایش منطقه جنگلی سیر صعودی داشت، در حالیکه در سایت سوّم روند عکس مشاهده گردید. تفاوتها در تاریخچه تفکیک اراضی (که باعث پیدایش زیستگاههای ماتریسی مختلف می‌شوند)، حداقل تا حدودی، ممکن است این نتایج را نشان داده باشند<sup>۱</sup>.

دسته‌بندی پلاتهای مورد مطالعه بر طبق شباهتهای موجود در ترکیب گونه‌ها نشان داد که تفکیک اراضی جنگلی بر ترکیب جامعه مورچه خاکزی قطعاً تأثیر می‌گذارد. "تأثیر سایت" بر ترکیب مورچه همچنین شناسایی شد، در حالیکه تا اندازه‌ای ناهمگونی را در توزیع گونه‌ها در سه مطالعه مذکور نشان می‌داد، هر چند که این سایتها ۱۰ تا ۲۵ کیلومتر از هم فاصله داشتند. نتایج بدست آمده از این مطالعه تأکید بر این دارند که تفکیک اراضی جنگلی بر ساختار جوامع مورچه‌های خاکزی تأثیر می‌گذارد. از اینرو، مفید خواهد بود که تنوع و ترکیب جامعه مورچه در برنامه نظارتی اراضی جنگلی جهت پیگیری و پیش بینی تغییر آینده لحاظ گردد.

### نتیجه گیری

این پنج مطالعه موردی، از جمله مطالعاتی که توسط دلابی و همکارانش (به فصل ۱۰ رجوع شود) صورت گرفتند، زمینه مقایسه‌ای را برای انتخاب روشهای مورد استفاده در پروتکل مورچه‌های لاشبرگزی فراهم کردند. آنها همچنین بکارگیری پروتکل یاد شده را جهت انجام تحقیقات متعدد و پاسخ به سؤالات کاربردی پیرامون حفاظت محیطی در موقعیتهای گوناگون تشریح می‌نمایند. امیدواریم که این مطالعات استفاده از پروتکل مورچه‌های لاشبرگزی، و همینطور افزودن مورچه‌های لاشبرگزی، در مطالعات تنوع زیستی در سطح جهان را ترغیب و هدایت خواهد نمود.

### تقدیر و تشکر

بخشی از بودجه پروژه مالاگاسی از طریق صندوق بین المللی حمایت از طبیعت، در ماداگاسکار، انجمن ملی جغرافیا (93-5152)، و بنیاد ملی علوم (INT9319515) تأمین گردید. تحقیق انجام گرفته در کشور هندوستان با حمایت مالی وزارت محیط زیست و جنگلداری

<sup>1</sup>. Vasconcelos & Delabie (2000);

فصل پانزدهم: بکارگیری پروتکل مورچه‌های لاشبرگ زی: مطالعات موردی برگزیده / ۴۲۹

دولت هند صورت گرفت. تحقیق مربوط به آمازون براساس پروژه دینامیک بیولوژیکی اراضی جنگلی (پروژه مؤسسه اسمیتسون و مؤسسه تحقیقات جنگلهای آمازون برزیل) و نیز حمایت انجمن توسعه علوم و فناوری برزیل صورت گرفت.



## جایگاه کنونی نمونه گیری وینکلری

(مقاله اضافه شده)

### تأثیر روشهای وینکلری بر تحقیقات کنونی پیرامون تنوع مورچه

ژاک هوبرت چارلز دلایی؛ تامی اولینیداس مارک

در سال ۲۰۰۰، کتاب 'مورچه: روشهای استاندارد در سنجش و نظارت بر تنوع زیستی'<sup>۱</sup> (چاپ مؤسسه انتشاراتی اسمیتسون واقع در واشنگتن آمریکا) روش ابداعی پروتکل مورچه‌های لاشبرگری در جمع آوری مورچه را با هدف دسترسی به تنوع تعریف کرد و عمدتاً بر تله وینکلری مورد استفاده در نمونه گیری لاشبرگری تمرکز داشت. از زمان چاپ این کتاب، مفاهیم جدید فراوانی با مورچه‌شناسی ارتباط پیدا کرده اند که ادبیات باشکوهش را به آن بعنوان یک رشته مستقل و معتبر از شاخه حشره شناسی حشرات اجتماعی عرضه می‌نماید. بدیهی است که این تحقیق تنها قطره‌ای از سیل مقالات عرضه شده در حوزه حشره شناسی در سرتاسر جهان در خصوص خانواده فورمیسیده بشمار می‌رود که با رشد سریع کنجکاوی و دانش علمی در حوزه زیست شناسی شده است که اخیراً ما شاهد آن هستیم.<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>. D. Agosti, J.D. Majer, L. Tennant de Alonso & T. Schultz (Eds.);

<sup>۲</sup>. Delabie et al. (2012);



علاوه بر آن، روش نمونه گیری تله وینکلری، که ابتدا کاربردهای دیگری داشت<sup>۱</sup>، از زمانی که وارد مطالعات علمی دنیای بسیار متنوع خاک و مورچه‌های ریز لاشبرگی شد تحولی هرچند اندک را در مورچه‌شناسی ایجاد نمود، تا آنجا که تنها تعداد انگشت شماری از گونه‌های مورچه ناشناخته باقی ماندند. در واقع، ما به لطف پیدایش روش نمونه گیری تله وینکلری بعنوان روش جایگزین و بنیادی در نمونه گیری موجودات خاکی و لاشبرگی تا پایان دهه ۹۰ میلادی تنها دیدگاه خوبی نسبت به تنوع مورچه و بیوماس موجود در مناطق استوایی و در جاها و یا هر جای دیگر جهان پیدا کرده ایم. از سال ۲۰۰۰، سالی که نقطه آغاز همگانی کردن کاربرد تله وینکلری جهت نمونه گیری در سراسر جهان می‌توان تلقی کرد، از این روش شناسی بیشتر استفاده می‌شد و ارزش آن بیشتر آشکار می‌گردید<sup>۲</sup>. آمار ارائه شده توسط یکی از سازندگان برزیلی تله‌های چاله‌ای حاکی از این است که در عرض ۱۳ سال بیش از ۴۳۰۰ واحد به انضمام ۳۶۴ غربالگر از سوی ۱۸۴ نفر و مؤسسه خریداری گردید<sup>۳</sup>. این وسیله که بسیار تخصصی تعبیه شده، تنها در حوزه حشره شناسی بکار می‌رود (گاهی اوقات با هدف نمونه گیری از جانوران بی‌مهره غیر از مورچه استفاده می‌گردد). اخیراً دیگر سازندگان تله‌های وینکلری این وسیله را در چندین کشور دیگر با همان کاربری می‌فروشند. بنابراین تحول اندک در زمینه روش نمونه گیری وینکلری پیامدهای مهمی را که ما تنها از آثارش پی می‌بریم به همراه داشته است، که این بعنوان مثال فرصتهایی را در تولید داده‌ها پدید آورد که در بیوماس‌های گوناگون مرتبط با ابزارهای آماری جدید موجود جهت دسترسی به تنوع بلافاصله قابل مقایسه هستند<sup>۴</sup>. این تحول همچنین کمک می‌کند تا مرز نوینی از دانش را در مورد جامعه گیاهی و جانوری ریز سرزمینهای استوایی بگشاید، همچنانکه در اکثر موارد هیچ داده‌ای در خصوص این همه جانور در آن مناطق در دست نیست. مسئله مهم این است که تحول وینکلری یک پدیده منطقه‌ای نیست، بلکه در سراسر کره زمین قابل گسترش است.

بسیاری از مقالات علمی اولیه در زمینه بیولوژی و تنوع مورچه در دهه اخیر بدلیل همگانی‌سازی استفاده از تله‌های وینکلری به چاپ رسیده‌اند. این نسبت، که در ذیل آمده است، تنها بخشی از پیشینه تحقیقی است که در سالهای اخیر در خصوص استفاده از تله وینکلری تولید شده است. بعنوان مثال، تحقیقات زیادی به منظور دسترسی به تنوع زیستی در

<sup>1</sup>. Besuchet et al. (1987);

<sup>2</sup>. Krell et al. (2005);

<sup>3</sup>. Marizete Pereira dos Santos اظهارات شخصی

<sup>4</sup>. Longino et al. (2002); Leponce et al. (2004); Colwell et al (2012);

مناطق استوایی یا نیمه استوایی صورت گرفته است که بسیاری از آنها در سرزمینهایی انجام شده اند که هنوز در خصوص تنوع مورچه مطالعه‌ای صورت نگرفته است<sup>۱</sup>. استفاده از تله‌های وینکلری حتی تا نواحی معتدل نیز توسعه یافت. برخی از تحقیقات آزمایشی بزرگ با هدف مطالعه الگوهای زیست-جغرافیایی و اکولوژیکی<sup>۲</sup>، و بهینه‌سازی کاربرد تله‌های وینکلری و سایر تله‌ها و تحلیل داده‌ها<sup>۳</sup> صورت گرفته اند. مورچه‌های صید شده به روش وینکلری برای سنجش زیستی کاربری زمین یا تخریب محیط زیست مورد استفاده قرار گرفتند<sup>۴</sup>. سرانجام اینکه، از تله‌های وینکلری جهت تهیه مواد اصلی برای مطالعات طبقه‌بندی با هدف توصیف تاکسهای متنوع جدید، که بیشتر آنها ریز هستند، استفاده گردید<sup>۵</sup>

---

<sup>۱</sup>. Robertson (2002); Brühl et al. (2003); Groc et al. (2009); Hites et al. (2005); Toro & Ortega (2006); Delabie et al. (2007); Sabu et al. (2008); Calcaterra et al. (2010); Andersen et al. (2012); Silvestre et al. (2012);

<sup>۲</sup>. Soares et al. (2001); Brühl et al. (2003); Basset et al. (2007); Sanders et al. (2007); Bihn et al. (2008); Guerrero & Sarmiento (2010); Pacheco & Vasconcelos (2012); Silveira et. (2012); Bharti et al. (2013);

<sup>۳</sup>. Longino et al. (2002); Krell et al. (2005); Delsinne et al. (2008); Ivanov & Keiper (2009); Sabu et al. (2010, 2011); Delsinne & Arias-Penna (2011); Guénard & Lucky (2011); Tista & Fielder (2011); Higgins & Lindgren (2012); Souza et al. (2012);

<sup>۴</sup>. Kalif et al. (2001); Armbrecht et al. (2005); Abadia et al. (2010); Fayle et al. (2010); Ivanov & Keiper (2010); Hosoishi et al. (2013);

<sup>۵</sup>. Bolton (2000); Fernandez et al. (2009); Bharthi & Kumar (2012); Lacau et al. (2012); Longino & Boudinot (2013);

- Andersen, A. N., Houadria, M., Berman, M., van der Geest, M. 2012. Rainforest ants of the Tiwi Islands: a remarkable centre of endemism in Australia's monsoonal tropics. *Insectes Sociaux*, 59: 433-441.
- Armbrecht, I., Rivera, L., Perfecto, I. 2005. Reduced Diversity and Complexity in the Leaf-Litter Ant Assemblage of Colombian Coffee Plantations. *Conservation Biology*, 19(3): 897-907.
- Basset, Y., Corbara, B., Barrios, H., Cuénoud, P., Leponce, M., Aberlenc, H.-P., Bail, J., Bito, D., Bridle, J. R., Castaño-Meneses, G., Cizek, L., Cornejo, A., Curletti, G., Delabie, J. H. C., Dejean, A., Didham, R. K., Dufrêne, M., Fagan, L. L., Floren, A., Frame, D. M., Hallé, F., Hardy, O.J., Hernandez, A., Kitching, R. L., Lewinsohn, T. M., Lewis, O.T., Manumbor, M., Medianero, E., Missa, O., Mitchell, A. W., Mogia, M., Novotny, V., Oliveira, E. G., Ødegaard, F., Orivel, J., Ozanne, C. M. P., Pascal, O., Pinzón, S., Rapp, M., Ribeiro, S. P., Roisin, Y., Roslin, T., Roubik, D. W., Samaniego, M., Schmid, J., Sorensen, L. L., Tishechkin, A., Van Osselaer, C. & Winchester, N. N. 2007. IBISCA-Panama, a large-scale study of arthropod beta-diversity and vertical stratification in a lowland rainforest: rationale, description of study sites and field methodology. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique- Entomologie* 77: 39-69.
- Besuchet C., Burckhardt D. H., Lobl I. 1987. The "Winkler/Moczarski" elector as an efficient extractor for fungus and litter Coleoptera. *Coleopterists Bulletin* 41: 392-394.
- Bharti, H. & Kumar, R. 2012. *Lophomyrmex terraceensis*, a new ant species (Hymenoptera: Formicidae) in the *Bedoti* group with a revised key. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 15: 265-267.
- Bharti, H., Sharma, Y. P., Bharti, M., Pfeiffer, M. 2013. Ant species richness, endemism and functional groups along an elevational gradient in the Himalayas. *Asian myrmecology*, 5: 79-101.
- Bihn, J. H., Verhaagh, M., Brändle, M., Brandl, R. 2008. Do secondary forests act as refuges for old growth forest animals? Recovery of ant diversity in the Atlantic forest of Brazil. *Biological Conservation*, 141: 733-743.
- Bolton, B. 2000. The ant tribe Dacetini. *Memoirs of the American Entomological Institute*, 65: 1028 pp.
- Brühl, C. A., Eltz, T., Linsenmair, K. E. 2003. Size does matter – effects of tropical rainforest fragmentation on the leaf litter ant community in Sabah, Malaysia. *Biodiversity and Conservation*, 12: 1371-1389.
- Calcaterra, L. A., Cuezco, F., Cabrera, S. M. & Briano, J. A. 2010. Ground Ant Diversity (Hymenoptera: Formicidae) in the Iberá Nature Reserve, the largest wetland of Argentina. *Annals of the Entomological Society of America*, 103(1): 71-83.
- Carpenter, D., Hammond, P. M., Sherlock, E., Lidgett, A., Leigh, K., Eggleton, P. 2012. Biodiversity of soil macrofauna in the New Forest: a benchmark study across a national park landscape. *Biodiversity and Conservation*, 21:3385-3410.
- Colwell, R. K., Chao, A., Gotelli, N. J., Lin, S.-Y., Mao, C. X., Chazdon, R. L., Longino, J. T. 2012. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. *Journal of Plant Ecology*, 5 (1): 3-21.
- Delabie, J. H. C., Fernández, F. & Majer, J. 2012. Editorial – Advances in Neotropical Myrmecology. *Psyche* 2012, Article ID 286273. DOI: 10.1155/2012/286273
- Delabie, J. H. C., Jahyny, B., Nascimento, I. C., Mariano, C. S. F., Lacau, S., Campiolo, S., Philpott, S. M. & Leponce, M. 2007. Contribution of cocoa plantations to the conservation of native ants (Insecta: Hymenoptera: Formicidae) with a special emphasis on the Atlantic Forest fauna of southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 16: 2359-2384. doi: 10.1007/s10531-007-9190-6.

- Delsinne, T. D., Arias-Penna, T. M. 2012. Influence of leaf litter moisture on the efficiency of the Winkler method for extracting ants. *Journal of Insect Science* 12: Article 57.
- Delsinne, T., Leponce, M., Laurence, T., Braet, Y. & Roisin, Y. 2008. Rainfall influences ant sampling in dry forests. *Biotropica*, 40(5): 590-596.
- Fayle, T. M., Turner, E. C., Snaddon, J. L., Chey, V. K., Chung, A. Y. C., Eggleton, P., Foster, W. A. 2010. Oil palm expansion into rain forest greatly reduces ant biodiversity in canopy, epiphytes and leaf-litter. *Basic and Applied Ecology*, 11: 337-345.
- Fernández, F., Delabie, J.H.C. & Nascimento, I.C. 2009. *Diaphoromyrma*, a new myrmicine ant genus (Hymenoptera: Formicidae) from North Eastern Brazil. *Zootaxa*, 2204: 55–62.
- Groc, S., Delabie, J.H.C., Cereghino, R., Orivel, J., Jaladeau, F., Grangier, J., Mariano, C.S.F. & Dejean, A. 2007. Ant species diversity in the *Grands Causses* (France): researching sampling methods adapted to temperate climates. *Comptes Rendus Biologies*, 330: 913-922. DOI: 10.1016/j.crv.2007.08.012
- Groc, S., Orivel, J., Dejean, A., Martin, J.-M., Etienne, M.-P., Corbara, B. & Delabie, J.H.C. 2009. Baseline study of the leaf-litter ant fauna in a French Guianese Forest. *Insect Conservation and Diversity*, 2: 183-193.
- Guénard, B. & Lucky, A. 2011. Shuffling leaf litter samples produces more accurate and precise snapshots of terrestrial arthropod community composition. *Environmental Entomology*, 40(6): 1523-15
- Guerrero, R. J. & Sarmiento, C. E. Distribución altitudinal de hormigas (Hymenoptera, Formicidae) em La vertiente noroccidental de La Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia). *Acta Zoológica Mexicana*, 26(2): 279-302.
- Higgins, R. J., Lindgren, B. S. 2012. An evaluation of methods for sampling ants (Hymenoptera: Formicidae) in British Columbia, Canada. *Canadian Entomologist*, 144: 491-507.
- Hites, N. L., Mourão, M. A. N., Araújo, F. O., Melo, M. V. C., de Biseau, J. C., Quinet, Y. 2005. Diversity of the ground-dwelling ant fauna (Hymenoptera: Formicidae) of a moist, montane forest of the semi-arid Brazilian “Nordeste”. *Revista de Biologia Tropical*, 53 (1-2): 165-173.
- Hosoishi, S., Le Ngoc, A., Yamane, S., Ogata, K. 2013. Ant diversity in rubber plantations (*Hevea brasiliensis*) of Cambodia. *Asian Myrmecology*, 5: 69-77.
- Ivanov, K. & Keiper, J. 2009. Effectiveness and biases of Winkler litter extraction and pitfall trapping for collecting ground-dwelling ants in northern temperate forests. *Environmental Entomology*, 38(6): 1724-1736.
- Ivanov, K. & Keiper, J. 2010. Ant (Hymenoptera: Formicidae) diversity and community composition along sharp urban forest edges. *Biodiversity Conservation*, 19: 3917-3933.
- Kalif, K. A. B., Azevedo-Ramos, C., Moutinho, P., Malcher, S. A. O. 2001. The effect of logging on the ground-foraging ant community in Eastern Amazonia. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 36(3): 215-219.
- Krell, F. T., Chung, A. Y.C., DeBoisea, E., Eggleton, P., Giustia, A., Inward, K., Krell-Westerwalbesloh, S. 2005. Quantitative extraction of macro-invertebrates from temperate and tropical leaf litter and soil: efficiency and time-dependent taxonomic biases of the Winkler extraction. *Pedobiologia*, 49: 175-186.
- Lacau, S., Groc, S., Dejean, A., Delabie, J.H.C. & Oliveira, M.L. *Tatuidris kipasi* sp. nov., a new armadillo ant from French Guiana (Formicidae: Agroecomyrmecinae. *Psyche* 2012, Article ID 926089, 6 pages, DOI: 10.1155/2012/926089.

- Leponce, M., Theunis, L., Delabie, J.H.C. & Roisin, Y. 2004. Scale dependence of diversity measures in a leaf-litter ant assemblage. *Ecography* 27: 253-257. doi: 10.1111/j.0906-7590.2004.03715.x
- Lessard, J. P., Dunn, R. R., Parker, C. R., Sanders, N. J. 2007. Rarity and diversity in forest ant assemblages of Great Smoky Mountains National Park. *Southeastern Naturalist*, Special Issue 1: 215-228.
- Longino, J. T. & Boudinot, B. E. 2013. New species of Central American *Rhopalothrix* Mayr, 1870 (Hymenoptera, Formicidae). *Zootaxa*, 3616: 301-324.
- Longino, J. T., Coddington, J. & Colwell, R. K. 2002. The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness three different ways. *Ecology*, 83(3): 689- 702.
- Martelli, M. G., Ward, M. M., Fraser, A. M. 2004. Ant diversity sampling on the Southern Cumberland plateau: a comparison of litter sifting and pitfall trapping source: *Southeastern Naturalist*, 3(1):113-126.
- Pacheco, R., Vasconcelos, H. L. 2012. Habitat diversity enhances ant diversity in a naturally heterogeneous Brazilian landscape. *Biodiversity and Conservation*, 21:797-809.
- Sabu, T. K., Shiju, R. T. Efficacy of pitfall trapping, Winkler and Berlese extraction methods for measuring ground-dwelling arthropods in moist-deciduous forests in the Western Ghats. *Journal of Insect Science*, 10: Article 98.
- Sabu, T. K., Shiju, R. T., Vinod, K. V., Nithya, S. A comparison of the pitfall trap, Winkler extractor and Berlese funnel for sampling ground-dwelling arthropods in tropical montane cloud forests. *Journal of Insect Science*, 11: Article 28.
- Sabu, T. K., Vineesh, P. J., Vinod, K. V. Diversity of forest litter-inhabiting ants along elevations in the Wayanad region of the Western Ghats. *Journal of Insect Science*, 8: Article 69.
- Sanders, N. J., Lessard, J-P., Fitzpatrick, M. C., Dunn, R. R. 2007. Temperature, but not productivity or geometry, predicts elevational diversity gradients in ants across spatial grains. *Global Ecology and Biogeography*, 16: 640-649.
- Silveira, J. M., Barlow, J., Andrade, R. B., Mestre, L. A. M., Lacau, S., Cochrane, M. A. 2012. Responses of leaf litter ant communities to tropical forest wildfires vary with Season. *Journal of Tropical Ecology*, 28: 515-518.
- Silvestre, R., Demétrio, M & Delabie J.H.C. 2012. Community structure of leaf-litter ants in a Neotropical dry forest: a biogeographic approach to explain beta diversity. *Psyche* 2012, Article ID 306925, 15 pages. doi:10.1155/2012/306925.
- Soares, S. M., Schoederer, J. H., De Souza, O. 2001. Processes involved in species saturation of ground-dwelling ant communities (Hymenoptera, Formicidae). *Austral Ecology*, 26: 187-192.
- Souza, J. L. P., Baccaro, F. B., Landeiro, V. L., Franklin, E., Magnusson, W. E. 2012. Trade-offs between complementarity and redundancy in the use of different sampling techniques for ground-dwelling ant assemblages. *Applied Soil Ecology*, 56: 63-73.
- Tista, M., Fiedler, K. 2011. How to evaluate and reduce sampling effort for ants. *Journal of Insect Conservation*, 15: 547-559.
- Toro, E. A. & Ortega, O. E. 2006. Composición y diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) em algunas áreas protegidas Del Valle de Aburrá. *Revista Colombiana de Entomología*, 32(2): 214-220.

## پیوست ۱

### فهرست و منابع مورد نیاز در روشهای نمونه گیری مورچه

#### الف) منابع

##### لوازم منطقه مطالعه

- نوار اندازه گیری (۵۰ متر یا بیشتر)
- جدول اعداد تصادفی
- چوب پرچمهای زمينه ياب
- نوار پرچم زنی
- قطب نما

##### منابع کلی نمونه گیری مورچه

- فورسپ (سبک و از نوع ساعت سازی)
- دستگاه مکش و ویالهای مکش
- محلول اتانول (الکل ایتیل) (۷۰٪ تا ۹۵٪؛ ترجیحاً ۹۵٪)
- ویالهای ذخیره نمونه‌های آزمایشگاهی (بطری شیشه‌ای یا پلاستیکی با درپوشهای

پروپیلنی یا تشتکهای نشت گیر؛ ترجیحاً با تیوبهای پولی اتیلین ۲ میلی لیتری همراه

با تشتکهای پیچی حلقه ای)

- کیسه‌های پلاستیکی قابل مَهر و موم مجدّد
- مداد و دفترچه یادداشت تحقیق
- برچسبهای کاغذی ضخیم و محکم، سفید یا قابل چاپ جهت ثبت نمونه‌های آزمایشگاهی
- برچسبهای آلومینیومی
- ماژیک با جوهر ثابت
- بیلچه یا بیل
- دستکش

### ب) منابع روش محور نمونه گیری مورچه

#### طعمه ها

- محتویات طعمه (مثلاً، ماهی تون)
- محتویات طعمه بستر

#### تله گذاری چاله ای

- چند لیوان برای تله‌های چاله ای
- اسکوپ برای تله‌های چاله ای
- بیلچه برای حفر چاله‌های تله ای
- مواد کُشنده (مانند، محلول گولیکول پروپیلنی)
- تور صافی

نمونه گیری با پلات مصنوعی، نمونه گیری فشرده، و نمونه گیری کلونی محور

- پلات مصنوعی آماده با تیوبی حاوی کلراید پولی ویلین (PVC)
- طبق جداسازی یا غربالگری سفید رنگ (با یا بدون مِش)

### نمونه‌گیری لاشبرگی

- قیفهای برلزی و بطریهای جمع‌آوری
- حفاظ قیفهای برلزی
- غربالگر لاشبرگ
- کیسه‌های وینکلری
- زیرانداز
- کیسه‌های بزرگ پلاستیکی برای نمونه‌های لاشبرگی
- ساتور یا کارد

### ابزارهای سنجش محیطی

- دماسنج برای اندازه‌گیری دمای خاک و هوا
- رطوبت سنج
- چگالی سنج
- میله علامت دار جهت اندازه‌گیری پروفیل‌های عمودی پوشش گیاهی
- سیم جهت اندازه‌گیری عمق لاشبرگ
- متر نواری برای اندازه‌گیری انواع پوشش گیاهی

### ج) تأمین کنندگان امور تخصصی

#### Australian Entomology Supplies

- نشانی: (Box 250; Bangalow, NSW 2479; Australia)
- شماره تماس/نمبر: 61-66-847188
- تجهیزات حشره‌شناسی: تعدادی فورسپ، تعدادی ویال، تعدادی قیفهای برلزی، تعدادی دستگاه مکنده.

#### Bioquip Products

- نشانی: (17803 LaSalle Avenue; Gardena, CA 90248-3602; USA)
- شماره تماس: 1-310-324-0620
- نمابر: 1-310-324-7931
- نشانی الکترونیکی: [bioquip@aol.com](mailto:bioquip@aol.com)



- تجهیزات حشره شناسی: تعدادی فورسپ، تعدادی ویال، تعدادی قیفهای برلزی، تعدادی دستگاه مکنده، تعدادی طَبَق، تعدادی کِشو/قفسه ذخیره حشرات.

### **A. Daigger & Company, Inc.**

- نشانی: (199 Carpenter Avenue; Wheeling, IL 60090; USA)
- شماره تماس: 1-800-621-7193
- نمابر: 1-800-320-7200
- تجهیزات حشره شناسی: تعدادی مخزن جمع آوری حشره گازدار (دریچه‌های پُلی اتیلین)، ظرفهای ذخیره نمونه‌های آزمایشگاهی (جهت تله‌های چاله‌ای)، کیسه‌های ذخیره نمونه [های جمع آوری شده].

### **Fisher Scientific**

- نشانی: (P.O. Box 3029; Malvern, PA 19355; USA)
- شماره تماس: 1-800-766-7000
- تجهیزات حشره شناسی: تعدادی ویال، بانضمام تیوبهای ۲ میلی لیتری میکروسانتریفیوج پُلی اتیلینی دارای توپهای پیچی حلقه‌ای سیلیکونی، بطریهای نالژن

### **Forestry Suppliers, Inc.**

- نشانی: (P.O. Box 8397; Jackson, MS 39284-8397; USA)
- شماره تماس: 1-800-647-5368, 601-354-3565 (بین المللی)
- نمابر: 1-800-543-4202, 601-355-5126 (بین المللی)
- منابع لازم برای تجهیز منطقه مطالعه: تعدادی پرچم، نوار پرچم زنی، متر نواری جهت اندازه گیری، ابزار آلات حفر، چگالی سنج، تعدادی دفترچه یادداشت، تعداد برچسب، تعدادی قطب نما، دستگاه‌های موقعیت سنج

### **Marizete Pereira dos Santos**

- نشانی: (Rua do Coqueiro no 60; Bairro Conquista; Cidade Ilhéus; Bahia-)
- (Brasil; CEP 45 660 000; Brazil)
- شماره تماس: 550-73-231-5888
- نشانی الکترونیکی: pires@maxnet.com.br

- منابع لازم: کیسه‌های وینکلری، تعدادی غربالگر لاشبرگ.

### **Omega Engineering, Inc.**

- نشانی: (P.O. Box 40 47; Stamford, CT 06907-0047; USA)
- شماره تماس: 1-800-826-6342
- نمابر: 1-800-848-4271
- منابع لازم: تعدادی دماسنج دیجیتال دستی، تعدادی ترموکوپل، تعدادی رطوبت سنج، تعدادی رطوبت سنج حرارتی.

### **PGC Scientifics**

- نشانی: (P.O. Box 7277; Geithersburg, MD 20898-7277; USA)
- شماره تماس: 1-800-424-3300
- نمابر: 1-800-662-1112
- منابع لازم: ظرفهای یکبار مصرف نمونه حاوی محلول پروپیلن (جهت استفاده در تله‌های چاله ای)، کیسه‌های (نمونه) حلقه ای

### **Sante Traps**

- نشانی: (1118 Slashes Road; Lexington, KY 40502; USA)
- شماره تماس: 859-268-9534
- نشانی الکترونیکی: [santetraps@aol.com](mailto:santetraps@aol.com)
- منابع لازم: تعدادی کیسه وینکلری، تعدادی غربالگر لاشبرگ، تعدادی تله مالز.

### **Sarstedt, Inc.**

- نشانی: (P.O. Box 468 ; Newton, NJ 28658-0468; USA)
- شماره تماس: 1-800-257-5101
- منابع لازم: تعدادی ویال، بانضمام تیوبهای فریزر حاوی محلول پلی ایتیلین مخصوص نمونه‌های آزمایشگاهی، دارای تشتکهای سیلیکونی حلقه‌ای (به شماره 72/694/105).



## پیوست ۲

### فرم جمع آوری داده ها در تحقیق مورچه

نام مشاهده گر: \_\_\_\_\_ تاریخ: \_\_\_\_\_

زمان: \_\_\_\_\_ شماره نمونه: \_\_\_\_\_

مختصات GPS: \_\_\_\_\_

منطقه مطالعه: \_\_\_\_\_ نوع زیستگاه: \_\_\_\_\_

ارتفاع: \_\_\_\_\_ دامنه: \_\_\_\_\_

وضعیت: \_\_\_\_\_

نوع نمونه: \_\_\_\_\_ طول مدت نمونه گیری: \_\_\_\_\_

اندازه پلات کاذب/اندازه تله/حجم لاشبرگ/نوع تله: \_\_\_\_\_

نوع آشیانه: \_\_\_\_\_

-----  
حرارت (جو): ----- حرارت (خاک): -----  
رطوبت نسبی (RH): ----- سرعت باد: -----  
شدت نور: -----  
-----

### درصد پوشش خاک:

خاک لخت: ----- لاشبرگ: ----- سنگ: -----  
گیاه: ----- سایر موارد: -----  
-----  
مشخصات خاک: ----- عمق لاشبرگ: -----  
-----

### مشخصات ارتفاع شاخ و برگ (به سانتی متر):

پونت اول:

0-25: \_\_\_\_\_ 25-50: \_\_\_\_\_ 50-100: \_\_\_\_\_ 100-150 \_\_\_\_\_ 150-200: \_\_\_\_\_

پونت دوّم:

0-25: \_\_\_\_\_ 25-50: \_\_\_\_\_ 50-100: \_\_\_\_\_ 100-150 \_\_\_\_\_ 150-200: \_\_\_\_\_

پونت سوّم:

0-25: \_\_\_\_\_ 25-50: \_\_\_\_\_ 50-100: \_\_\_\_\_ 100-150 \_\_\_\_\_ 150-200: \_\_\_\_\_

پونت چهارم:

0-25: \_\_\_\_\_ 25-50: \_\_\_\_\_ 50-100: \_\_\_\_\_ 100-150 \_\_\_\_\_ 150-200: \_\_\_\_\_

-----  
تاکسهای غالب در مشخصات ارتفاع شاخ و برگ درختان: -----

درصد پوشش گیاهی:

پونت اول: ----- پونت دوّم: -----

پونت سوّم: ----- پونت چهارم: -----

تاکسهای غالب گیاهی: -----

توضیحات: -----

-----

-----

-----

-----

-----



## پیوست ۳

### فهرست منابع لازم جهت پردازش نمونه‌های آزمایشگاهی

#### الف) لوازم کلی

- تعدادی ماژیک با جوهر ثابت (ضد نور، ضد آب، و ضد الکل)
- محلول اتانول (الکل ایتیل) (۷۰-۹۵٪، بدون محلول افزودنی؛ ترجیحاً ۹۵٪)
- فورسپ: دو عدد، سبک وزن؛ دو عدد از نوع ساعت‌سازی (شماره ۵)
- سنگ آسیا یا چرخ فلز تیزکن (جهت تیز کردن فورسپها)
- کامپیوتر دارای نرم افزارهای پردازش متن و نیز کاربرگها یا بانک اطلاعات
- پرینتر لیزری

#### ب) برچسب منابع

- کارت رقیق پی ایچ (pH) خنثی
- قیچی
- ماژیک نوک تیز و دارای جوهر پاک نشدنی (اندازه نوک: ۰/۰۵، ۰/۱، یا ۰/۲).
- فورسپ، سبک وزن (از نوع ساعت‌سازی، شماره ۵)
- پرینتر لیزری یا ماتریس نقطه‌ای (در صورت امکان)



## ج) وسایل مورد نیاز برای فعالیتهای خاص

### استخراج آب شور

- محلول کلراید سدیم یا نمک خوراکی (NaCl) یا محلول نمک اشباه شده
- بطریهای شستشو (یا هر نوع ظرف پلاستیکی که با آن بشود مدام آب پاشید)
- منبع گرمایشی
- لگن
- تعدادی شیشه بطری
- استوانه درجه بندی شده
- تور صافی
- قیف
- مش فلزی یا پارچه ای
- قلم مو ریز
- قاشق
- فورسپ (سبک وزن)

### جداسازی دستی مورچه ها از مواد زاید

- محلول اتانول (۷۰-۹۵٪، ترجیحاً ۹۵٪ در صورت موجود بودن)
- تعدادی بطری فشاری
- فورسپ (سبک وزن)
- فورسپ (از نوع ساعت سازی، شماره ۵)
- تعدادی قلم مو ریز
- پتِردیش در اندازه های مختلف
- تعدادی ویال (۲ تا ۵ میلی متری) جهت ذخیره مورچه ها؛ ترجیحاً شیشه ای دارای تویپی
- پُلی اتیلین یا تیوبهای ۲ میلی لیتری پُلی اتیلینی دارای تشتکهای پیچی حلقه ای سیلیکونی)
- برچسبهای نشانگر منطقه

- قیچی
- ذره بین استریوسکوپی دارای منبع نور

### جداسازی تا سطح گونه شکل

- ذره بین استریوسکوپی دارای منبع نور
- پتریدیش در اندازه‌های مختلف
- فورسپ (سبک وزن)
- فورسپ (از نوع ساعت سازی، شماره ۵)
- محلول اتانول (بیشتر از ۷۰٪؛ لزوماً نباید تازه باشند، ممکن است بعد از نمونه‌های قبلی مجدداً استفاده شوند)
- بطری فشاری
- قلم موریز

### نصب نمونه‌های آزمایشگاهی

- مقوا یا کاغذ رسم (جنس ضخیم، بدون اسید جهت تهیه صفحات برچسب: وزن کارت ویزیت)
- تعدادی سنجاق برای نصب حشره (اندازه ۲ و ۳)
- گیره
- انواع چسب (چسب سفید، چسب چوب، که همگی در آب قابل حل باشند)
- تکه چوبهای ریز (جهت استفاده در چسب زدن صفحات)
- تکه بلوک سنجاق زنی (یک بلوک چوبی یا آلومینیمی دارای سوراخهای بسیار ریز (به اندازه نوک سنجاق) و عمقهای متفاوت، جهت جلوگیری از خمیدگی برچسبها و صفحه‌ها در موقع چسپاندن به سنجاقها)
- چوب پنبه یا لایه فومی (۴×۵ سانتی متر) (جهت نصب مورچه‌ها زیر میکروسکوپ)
- کارتهای شاخص (با زمینه سفید که نمونه‌ها پیش از نصب روی آنها آرایش می‌شوند)
- تعدادی دستمال کاغذی (جهت خشک کردن نمونه‌ها)
- فورسپ (از نوع ساعت سازی، شماره ۵): دو عدد

### د) ذخیره نمونه‌های آزمایشگاهی

- قفسه‌های ذخیره حشرات
- کشوها (بهتر است با درپوشهای شیشه‌ای و طبق باشند؛ حداقل، جعبه‌هایی دارای کف نرم و سقفی باشند که محکم بسته می‌شوند)
- طبقهای واحدی
- برچسبهای مخصوص طبق یا کشوها
- قفسه‌های دارای ردیف تاقچه‌های محکم (جهت جمع‌آوری اتانول)
- محلول اتانول (۷۰-۹۵٪، ترجیحاً ۹۵٪ در صورت موجود بودن)
- تعدادی ویال (۲ تا ۵ میلی متری) جهت ذخیره مورچه‌ها؛ ترجیحاً شیشه‌ای دارای توپی پلی اتیلین یا تیوبهای ۲ میلی لیتری پلی اتیلین دارای تشتک پیچی حلقه‌ای سیلیکونی)
- ظرفهای بزرگتر (مانند، شیشه بطریهای کُنسروی در بسته) جهت قرار دادن ویالها در اتانول)

### ذ) ارسال نمونه‌های آزمایشگاهی

- جعبه‌های مقوایی یا چوبی در اندازه‌های مختلف (جعبه‌های ارسال باید دارای فضای ۱۲ سانتی متر با استریفوم در هر چهار طرف جعبه‌های نمونه باشند)
- فیلم کلینگ (با پوشش پلاستیکی)
- استریفوم نرم (جهت لایه گذاشتن محتویات داخل جعبه)
- تعدادی سنجاق برای نصب حشره
- فورسپ (از نوع ساعت‌سازی، شماره ۵)
- برچسبهای ارسال جعبه
- نوار محکم
- فرمهای تعرفه گمرکی

### شناسایی نمونه‌ها

- طبقهای واحدی
- ابزار جهت نصب نمونه‌های آزمایشگاهی زیر میکروسکوپ در موقعیتهای گوناگون

پیوست ۲ / ۴۵۱

(یا به شکل L انگلیسی)

- نُتپد یا کامپیوتر شخصی دارای نرم افزار پردازش متن
- قطعه دوربینی بزرگنما جهت میکروسکوپ (مورد استفاده در شناسایی دقیق نمونه ها)
- قیچی (جهت بُرش برچسبها)

---

## فهرست واژگان

تد آر شولتز؛ لیانه‌ای آلونسو

فهرست لغات حاضر جهت استفاده آسان و بدون مراجعه ضروری به دیگر منابع به این مجموعه افزوده شد. این فهرست کاملاً براساس برخی از منابع تهیه شده است، که تمامی آنها از جمله جاگر (۱۹۵۵)<sup>۱</sup>، لینکلن و باکشال (۱۹۸۷)<sup>۲</sup>، توره-بوئنو (۱۹۸۹)<sup>۳</sup>، هولداپلر و ویلسون (۱۹۹۰)<sup>۴</sup>، و بولتون (۱۹۹۴)<sup>۵</sup> در این مجموعه عرضه شده اند.

**acidopore** (دریچه اسید افشانک)

به سیستم یا دریچه اسید افشانی اسیدفورمیکی مختص مورچه‌هایی از خانواده فورمیسینه اشاره دارد.

**Aculeata** (آکالیته)

به دسته‌ای از بال غشائیان آپوکریته (زنبورها)، از جمله مورچه‌ها، اشاره می‌شود که در آن عضو

---

<sup>1</sup>. Jaeger (1955);

<sup>2</sup>. Lincoln & Boxshall (1987);

<sup>3</sup>. Torre-Bueno (1989);

<sup>4</sup>. Hölldobler & Wilson (1990);

<sup>5</sup>. Bolton (1994);

تخم گذار به نیش تبدیل می‌شود.

**adventive** (گونه غیر بومی)

به گونه غیر بومی مورچه اشاره دارد که به حسب اتفاق در یک منطقه خاص پیدا می‌شود.

**Afrotropical Region** (منطقه استوایی-آفریقایی)

به منطقه نیمه صحرایی آفریقا واقع در بیابانهای صحرا و نیمه جنوبی شبه جزیره عربستان سعودی اشاره دارد، اما در مواردی ماداگاسکار و جزایر اطراف آن را به مجموعه اضافه می‌کنند، که به همین دلیل گاهی اوقات به منطقه مالاگاسی هم تعبیر می‌گردد.

**alate** (گونه بالدار)

در مورچه‌ها، به گونه بالدار نر و ماده اشاره دارد. همچنین به واژه *gyne* رجوع شود.

**alitrunk (mesosoma)** (بخش میان اندامی؛ اندام میانی)

در بال غشائیان آپوکریته، به اندام میانی اشاره می‌گردد که پاها و بالها (در صورت وجود داشتن) از آنجا بیرون می‌آیند، و در سمت عقب سر و سمت جلویی ناحیه میانی شکم (یعنی پیتول در مورچه‌ها) قرار دارند. این اندام از تلفیق سینه و ناحیه ابتدایی شکم تشکیل یافته است.

**ALL protocol** (پروتکل مورچه‌های لاشبرگزی)

پروتکل مورچه‌های لاشبرگزی، روشی استاندارد برای نمونه‌گیری مورچه‌های خاکزی توصیف شده و ارائه شده در این مجموعه محسوب می‌شود. این پروتکل از روش استخراج لاشبرگ وینکلری بعنوان ابزار اصلی، روش تله گذاری چاله‌ای بعنوان ابزار ثانوی، و نیز دیگر روشهای جانبی، بر حسب شرایط، بهره می‌گیرد. (حتماً به فصلهای ۹ و ۱۴ رجوع شود).

**antennal segments** (اجزا/اندامهای شاخکی)

به اندامهای مجزاً و سخت شده بنام شاخک اشاره دارد، که با غشاهای نرم و انعطاف پذیر به یکدیگر متصل می‌گردند. در مورچه‌ها و اکثر بال غشائیان آکالپته، این اندامها اساساً به ۱۲ عدد در گونه‌های ماده و ۱۳ عدد در گونه‌های نر می‌رسند.

**anterior** (پیشین؛ جلویی؛ قدامی)

در اندام حشرات، به سمت جلو یا پیشین سر اشاره دارد.

**anthropogenic** (بشری؛ انسانی؛ زائیده بشر)

یعنی اینکه عواملی همچون تغییرات، ناآرامی محیطی، و غیره، زائیده دخالت انسان هستند.

**Apocrita** (گونه آپوکریته از راسته بال غشائیان)

به گونه‌ای که به راسته بال غشائیان تعلق دارد، از جمله خود بال غشائیان به استثناء زیر رده سمفیه‌ها، اشاره می‌شود، که در این گونه‌ها از ترکیب ناحیه ابتدایی شکم با سینه، ناحیه شکمی پیشین یا نخست شکل می‌گیرد، و لاروها در این گونه‌ها فاقد پا هستند. مورچه‌ها جزء حشرات آپوکریته محسوب می‌شوند.

**apodeme** (پوسته شیتونی)

پوسته درون رُشد شیتونی را گویند که لایه بیرونی اندام بندپایان را شکل می‌دهد و ماهیچه‌ها به آن متصل هستند.

**arbicolous** (درختزی، دارای آشیانه روی درخت)

اشاره به زندگی، فعالیت، و آشیانه‌سازی روی تنه درختان دارد.

**aspirator** (دستگاه مکنده/مکش)

به دستگاه مکش اطلاق می‌شود که برای جمع‌آوری مورچه استفاده می‌گردد.

**autapomorphy** (خصیصه/خصوصیت/صفت اکتسابی)

در نظام طبقه‌بندی فیلوژنی، به صفت یا خصیصه اکتسابی یا مرحله پیدایش خصیصه اشاره دارد.

**basal** (زیرین، تحتانی)

به ناحیه زیرین یا نقطه اتصال نزدیکترین بخش اصلی بدن یک جانور اشاره دارد.

**basidiomycete** (بازیدیومیست)

در طبقه‌بندی حشرات، به عضوی از دسته قارچها (از خانواده بازیدیومیکوتینه) اطلاق می‌گردد

و آن گروه از قارچها را شامل می‌شود که تولید بازیدیوکارپ، یا همان قارچ حقیقی، می‌کنند.

**Berlese funnel** (قیف برلزی)

وسیله‌ای است برای جمع آوری بندپایان کوچک لاشبرگری یا خاکری، که از لامپ نصب شده در بالای قیف حاوی تور، پارچه معمولی، یا دیگر وسایل توری، تشکیل یافته است. لاشبرگ روی توری قرار گرفته و در حالیکه بواسطه سیستم گرمایی و خشک کننده غربال می‌شود، بندپایان همزمان به داخل قیف افتاده و سپس وارد بطری جمع آوری نمونه حاوی الکل و دیگر ماده گُشنده قرار داده می‌شوند (به شکل شماره ۶-۹، ص. ۱۳۷ کتاب، رجوع شود).

**biocontrol** (کنترل/مهار/دفع بیولوژیکی)

اشاره به کنترل/مهار/دفع موجودات موزی از طریق استفاده از دشمنان طبیعی آنها (مانند موجودات شکارچی، حشرات انگلی، و امراض قارچی، دارد.

**biodiversity** (تنوع زیستی)

"به گوناگونی زیستی، نقشهای اکولوژیکی که آنها ایفا می‌کنند، و تنوع ژنتیکی که دارند" (ویلکاکس، ۱۹۸۴؛ ص ۶۴۰)<sup>۱</sup> اشاره می‌شود؛ به تعداد گونه‌ها یا تاکساهای بالاتر در یک منطقه خاص نیز اطلاق می‌گردد.

**biogeography** (جغرافیای زیستی)

به مطالعه توزیع جغرافیایی موجودات و زیستگاههای آنها، و نیز عوامل تاریخی و بیولوژیکی بوجود آورنده آنها اشاره می‌گردد.

**bioindicator** (شاخص زیستی)

در اکولوژی، به وجهی از محیط زیست، معمولاً گونه یا گروه و یا مجموعه‌ای از گونه‌ها، اطلاق می‌شود که در نظارت تنوع زیستی، جایگاه اکولوژیکی، یا دیگر خصوصیات بیولوژیکی یک منطقه خاص مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**biomass** (زیست توده؛ توده آلی)

به توده‌ای از حیات محدود بیولوژیکی (که گاهی شامل حجم آب، بقدر معین، نیز می‌گردد) یا

---

<sup>۱</sup>. Wilcox (1984);



مجموعه‌ای از حیات (فرضاً یک مورچه، تمامی مورچه‌های یک منطقه مورد نظر، یا تمامی موجودات در یک منطقه خاص) اطلاق می‌گردد.

#### **bivouac** (آشیانه موقتی)

در مورچه‌های سرباز، اشاره به توده‌ای از مورچه‌های کارگر است که نقش حفاظتی یا آشیانه‌ای را برای ملکه و نوزاد ایفا می‌کنند.

#### **carina** (ناو؛ برآمدگی)

به برجستگی و برآمدگی کناری روی پوشش بیرونی بدن مورچه اطلاق می‌گردد.

#### **carton** (جعبه مقوایی؛ کارتن)

در مورچه‌شناسی، یک وسیله مقوایی شکل است که توسط برخی مورچه‌هایی که از حفره‌های چوب، تفاله چوب، مواد چوب خشک، و خاک استفاده می‌کنند درست می‌شود، که عموماً جهت ساخت درون بستهای حفاظی اطراف آشیانه هایشان بکار می‌رود. برآیند این کار محصولی پدید می‌آید که به آن "آشیانه‌های مقوایی" گویند.

#### **caste** (طبقه)

در حشرات اجتماعی، هر مجموعه از افراد یک کلونی معین که بلحاظ مورفولوژیکی دارای خصوصیات رفتاری مجزاً و متمرکز هستند (که اصطلاحاً به آن طبقه مورفولوژیکی نیز گفته می‌شود)؛ بطور کلی، هر مجموعه از افراد از یک نوع یا گروه سنی مورفولوژیکی، و یا هر دو، که فعالیت‌های درون کلونی متمرکزی دارند.

#### **clade** (گروه [تباری])

به گروهی از مورچه‌ها اطلاق می‌شود که تنها از یک گونه اجدادی یا از یک تبار شکل گرفته یا تکامل یافته باشند.

#### **cladistic analysis** (تحلیل نسب شناختی/کلادیستیکی)

تحلیل سیر تکاملی (فیلولوژنی) که در آن گروه‌های تک تباری براساس معیارهای سیناپومورفی (یعنی، خصیصه‌های مشترک و اکتسابی، یا مرحله پیدایش خصیصه یا خصوصیت که تصور می‌شود که در یک تبار مشترک وجود داشته باشد) شناسایی می‌گردند.

**cladogram** (نمودار تکامل گونه)

به نمودار درختی، که عموماً از آن به درخت فیلوژنتیکی یاد می‌شود، اشاره دارد که در تحلیل نسب شناختی (کلادیستیکی) استفاده می‌گردد.

**clypeus** (سپرچه)

آن بخش از سر حشره زیر پیشانی که لب فوقانی از جلو بدن متصل است را گویند؛ در اکثر مورچه‌ها، آن بخش از صورت (بخش پسین) جمجمه را گویند که اطراف دهان را می‌پوشاند. این عضو در میان حفره‌های شاخکی و حفره‌های چادرینه‌ای در بالا، گونه‌ها در طرفین، و حاشیه پیشین جمجمه در زیر قرار دارد.

**coevolution** (تکامل مشترک؛ هم تکاملی)

تکامل وابسته دو یا چند گونه‌ای که دارای رابطه آشکار اکولوژیکی هستند، و معمولاً به مواردی محدود می‌شوند که در آن روابط بر پایه فعالیت‌های همزیستی است، اما گاهی اوقات به تکامل همزیستی بطور کلی نیز اشاره می‌گردد.

**commensalism** (همزیستی یکسویه)

رابطه همزیستی که در آن یک عضو نفع می‌برد و عضو دیگر نه نفعی می‌برد و نه ضرر می‌بیند.

**complementarity** (وجه مکمل)

در اکولوژی، به رابطه دو زیستگاه اشاره می‌شود که غنای گونه‌ای مشابه ولی تعداد گونه‌های مشترک اندکی دارند.

**conspecific** (همگونه؛ از یک گونه)

اشاره به حشرات و یا مورچه‌هایی از یک گونه دارد (در مقابل چندگونه).

**cotype** (مون ثانوی/فرعی)

اصطلاحی است غیر دقیق و تأیید نشده در قانون بین‌المللی نامگذاری جانوری، که پیش از این به شبه مون یا مون خنثی اشاره می‌شد.

**covariate** (دو گونگی)

به حالتی اشاره دارد که در آن دو یا چند کمیت، به رغم حفظ رابطه ریاضی، با هم متفاوتند.

**coxa** (پیشران)

اندامک زیرین پای بندپایان را گویند. (شکل جمع، coxae)

**curation** (موزه داری؛ مراقبت از کلکسیون)

به علم و فن نگهداری نمونه‌های (آزمایشگاهی) بیولوژیکی و ساماندهی، مراقبت، و تأمین کلکسیونهای این نمونه‌ها اشاره می‌گردد.

**cuticle** (لایه پوستی/پوست/پوشش/دیواره خارجی)

ترشح پوست خارجی یا روپوست که تمام بخشهای بدن یک جانور بندپا و لایه‌های پوششی رحمی، از قبیل پس روده، پیش روده، و نای را می‌پوشاند.

**denticle** (دندانک)

به دندان کوچک یا ریز حشره اشاره می‌گردد.

**dichthadiigyne queen (dichthadiiform ergatogyn, dichthadiiform queen)** (ملکه سیار)

در مورچه‌های سرباز، به عضوی از طبقه تولید مثل کنندگان سیار اشاره می‌گردد که دارای اندام میانی بی‌بال، شکم بزرگ، و پس-پیتول کشیده هستند.

**disarticulation** (انفصال؛ جداشدگی؛ افتادن)

به جداشدن عضوی از عضو دیگری از اسکلت یک بندپا اطلاق می‌گردد.

**distal** (آنسو؛ دور از جانور؛ دیگر سو)

در سوی دیگر یک ساختار مورفولوژیکی؛ دور از جانور

**domatia (myrmecodomatia)** (اندامهای خاص)

به اندامهای خاص از قبیل ساقه‌های کیسه‌ای یا متورم و یا خارهای توخالی اشاره می‌شود که در گیاهان مورچه‌زی به محلی برای اسکان کلونیهای مورچه تبدیل می‌گردد.

**dulosis**

(به کلمه *slavemaking* رجوع شود.)

**ecological succession** (فرایند جایگزینی/توالی اکولوژیکی)

توزیع زمانی موجودات در یک منطقه را گویند.

**elaiosome** (ماده چسبناک)

به ماده چسبنده مُغذّی تحریک کننده مورچه روی بذر یا دانه اشاره می‌گردد که گیاهان برای جذب مورچه تولید می‌کنند تا که از این طریق گرده افشانی صورت گیرد.

**endemism** (بومی بودن)

به وجه بومی یک منطقه جغرافیایی خاص و یا مختصّ آن منطقه بودن اشاره دارد.

**energetics** (علم کار؛ مطالعه کار)

مطالعه تبدیل انرژی در یک مجموعه یا سیستم را گویند.

**epigeaic** (روسطح زی)

اشاره به زندگی، یا فعالیت، روی سطح زمین دارد. (این کلمه متضاد *hypogaeic* است).

**epinotum**

(به کلمه *propodeum* رجوع شود).

**ergatogyne**

(به کلمه *ergatoid* رجوع شود).

**ergatoid** (هم پیکر)

در مورچه‌ها، هر خصیصه یا خصوصیت ظاهری که واسط بین مورچه کارگر و ملکه باشد.

**eusociality (true sociality, higher sociality)** (ویژگی اجتماعی حقیقی)

به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن سه خصیصه زیر وجود دارد: تعامل در مراقبت از بچه‌ها؛ تقسیم کار زایش، همراه با کم و بیش افراد نازا که به نیابت از افراد تولید مثل کننده فعالیت می‌کنند؛ و همپوشی حداقل دو نسل از مراحل زندگی که قادرند به فعالیت کلونی کمک کنند. تمامی مورچه‌ها جانوران اجتماعی حقیقی هستند.

**Fluon** (مایع تفلون)

اشاره به شکل مایعی از تفلون دارد که، پس از رنگریزی روی سطح عمودی و بعد خشک شدن، مانع مؤثری در بالا رفتن حشرات، از جمله مورچه‌ها، ایجاد می‌کند.

**Formicidae** (فورمیسیده)

از خانواده بال غشائیان بشمار می‌روند که شامل حشراتی از قبیل مورچه می‌گردند، که وجود غده برون ریز (که بعضاً در گروههایی از مورچه می‌توان یافت)، پیتول، و اجتماعی بودن، از خصوصیات بارز آنها است.

**formicosis** (فورمیکاس؛ نوعی بیماری ریوی)

اشاره به نوعی بیماری ریوی دارد که با مکش بیش از اندازه بخارهای اسید فورمیک (که توسط مورچه‌هایی از خانواده فورمیسینه تولید می‌شوند) معمولاً در نتیجه جمع آوری مورچه‌ها با دستگاه مکنده پدید می‌آید.

**foundress** (ماده بارور شده)

[در مورچه‌ها] ماده تازه بارور شده (ملکه) را گویند که چرخه زندگی کلونی را آغاز کرده باشد.

**frass** (فراس؛ پسماند؛ مدفوع)

اشاره به مدفوع لاروی حشره دارد.

**frons** (پیشانی؛ جلوی سر)

[در حشرات] به سخت پهنه (پوشش سر) حشره درست در پشت سپرچه اطلاق می‌گردد.

**fungivorous** (قارچ خوار)

اشاره به جانورانی دارد که از قارچ تغذیه می‌کنند.

**furcula** (فورکولا، پوشش درون رشد)

[در نیش حشراتی از خانواده بال غشائیان اکالیته] اشاره به سخت پهنه درون رشد کوچک و جنگالی مانند دارد که در ناحیه پشتی زیرین قرار دارد، که ماهیچه‌های مهم نیش بدان متصل‌اند.

**gaster (metasoma)** (شکم، ناحیه شکمی، معده)

به ناحیه پسین اندام بال غشائیان آپوکریته اشاره دارد؛ در مورچه‌ها، به بخش پسین پیتول (یعنی، نواحی شکمی حقیقی ۱۰-۳) یا، در صورت وجود پس-پیتول، ناحیه عقبی پس-پیتول (یعنی، نواحی شکمی حقیقی ۱۰-۴) اطلاق می‌گردد.

**gena** (گونه حشره)

گونه حشره، یعنی ناحیه سر در زیر چشم را گویند.

**granivorous** (دانه خوار)

اشاره به حشراتی دارد که از دانه‌های گیاهان و چمن‌ها تغذیه می‌کنند.

**gular teeth**

(به شکل درست تر آن یعنی *hypostomal teeth* رجوع شود).

**gyne** (جنس ماده)

[در مورچه‌ها] به طبقه ماده یا تولید مثل کنندگان اشاره می‌شود.

**habitus** (شکل کلی؛ ظاهر؛ قواره)

همان شکل و شمایل و ظاهر کلی حشره را گویند.

**head capsule** (جمعمه؛ پوشش سر)

سخت پهنه‌های بهم چسبیده سر یک حشره بندپا، که پوسته ضخیم و بهم فشردگی بنام "جمعمه" را شکل می‌دهند.

**heterospecific** (غیرهمگون؛ ناهمگون؛ از گونه‌های مختلف)

اشاره به گونه‌های مختلف مورچه دارد. (به شکل متضاد آن، *conspecific*، نیز رجوع شود).

**Holarctic** (منطقه دو بر)

منطقه‌ای که هم شمالگان بر قدیم و هم شمالگان بر جدید را دربر می‌گیرد.

**holotype** (درست مون)

[در نظام طبقه بندی] یک نمونه آزمایشگاهی که، بعد از شناسایی، بعنوان مون اسم دار گونه

یا زیر گونه نامگذاری می‌شود، یا اینکه یک نمونه آزمایشگاهی که براساس آن واحد طبقه‌بندی، در صورت مشخص نبودن مون، انجام می‌شود.

**homonym** (هم اسم؛ هم نام)

در طبقه‌بندی گونه ای، اشاره به هر یک از دو یا چند اسم موجود دارد که جهت واحدهای طبقه‌بندی اسمی دارای یک شکل املائی یا شکل‌های املائی که از سوی قانون بین المللی نامگذاری جانوری یکی تلقی شدند هستند. هم اسمی یک وضعیت مشکل‌ساز است که دو یا چند گونه از یک جنس دارای نام مشترک در بر می‌گیرد.

**homoplasy** (هم اجزایی؛ هم اندامی)

سیر تکامل غیروابسته ظاهری (بنابر وجه تشابه یا تقارب) خصوصیتی که قابل شناسایی نیستند.

**humisol** (خاک غنی/حاصلخیز)

به هر نوع خاکی اشاره دارد که بلحاظ مواد آلی غنی باشد.

**hypogaic** (زیرسطح زی)

اشاره به زندگی در زیر سطح زمین، یا حداقل زیر عواملی پوششی مانند لاشبرگ، سنگ، و پوست درختان، دارد. (به شکل متضاد آن یعنی *epigaic* رجوع شود).

**hypostoma** (ناحیه پس دهانی؛ هیپاستوم)

ناحیه جلوشکمی سر را گویند؛ ناحیه‌ای از پوسته خارجی است که درست پشت حفره دهانی قرار داشته و حاشیه عقبی یا پسین را پوشش می‌دهد.

**hypostomal teeth (gular teeth)** (دندانهای حلقی/ته دهانی)

[در مورچه‌ها] به یک یا چند جفت از دندانهای نيزه‌ای یا گرد مورچه اشاره دارد که از حاشیه پیشین بخش پس دهانی (هیپاستوم) بیرون می‌آیند.

**inflorescence** (گل شکوفه؛ گل آذین)

به آرایش و تسلسل رشد گلها در جوانه گلدهی اطلاق می‌گردد.

**infrabuccal pocket** (حفره زیر دهانی)

[در مورچه ها] حفره‌ای است در کف حفره دهانی که، در اکثر گونه‌ها، مواد غیر قابل هضم در آن جمع گشته و برای دفع بهم فشرده می‌شوند؛ در مورچه‌هایی از زیرخانواده شَبه میرمیسینه، مواد داخل حفره زیر دهانی مورد استفاده لارو قرار می‌گیرند، و در مورچه‌های قارچ پرور، ماده ها از حفره زیر دهانی برای انتقال جلینه قارچ-محیطی استفاده می‌کنند.

**insolation** (نور گرفتن؛ در معرض تابش نور بودن)

یعنی قرار گرفتن در معرض تابش نور خورشید یا اشعه نور خورشید.

**instar** (مرحله پوست اندازی)

[در حشرات] به مرحله بین پوست اندازی در یک شفیره یا لارو اشاره دارد.

**integument** (قشر پوششی؛ پوش؛ پوشش بیرونی)

به سطحی ترین لایه پوستی یا پوشش یک بندپا اطلاق می‌گردد که شامل غشای زیرین، پوست خارجی یا بُشره، و دیواره بیرونی پوست می‌شود.

**interspecific competition** (رقابت بین گونه ای)

نیاز همزمان اعضای گونه‌های مختلف مورچه به منابع محدود را گویند.

**intraspecific competition** (رقابت درون گونه ای)

نیاز همزمان اعضای یک گونه مورچه به منابع محدود را گویند.

**karyology** (هسته شناسی)

شاخه‌ای از یاخته شناسی است که به مطالعه هسته‌ها، مخصوصاً ساختار کروموزمها، می‌پردازد.

**labrum** (لب فوقانی)

به لب بالایی دهان یک حشره اشاره دارد که در جلوی سپرچه رشد می‌کند.

**latosol** (خاک لاتوسول)

نوعی از خاک است که، اصولاً در مناطق استوایی یافت می‌شود، و در آن بقایای گیاهی سریع تجزیه می‌شوند، در حالیکه سلیکا را در فرایندی بنام لاتریته‌سازی (= laterization) از خاک جذب می‌کند.



**lectotype** (مون اولیه)

[در نظام طبقه بندی] یکی از یک مجموعه مون‌های ختشی است که، پس از انتشار توصیف اولیه، انتخاب و مجدداً نامگذاری می‌گردد که همان نمونه آزمایشگاهی درست‌مون را برای گونه‌ها عمل می‌کند.

**lineage** (هم نسل؛ هم رده/راسته؛ هم خانواده)

به گروهی یا دسته‌ای از موجودات زنده اطلاق می‌گردد که از یک تبار مشترک تکامل یافته باشند.

**mandibles** (آرواره‌ها/فک‌های زیرین)

نخستین جفت از آرواره‌های زیرین حشره را گویند. در مورچه‌ها، به اعضای از مورچه اشاره می‌گردد که برای تگه تگه کردن غذا و از طرفی عمل آوری غذا، جهت نیش زدن به حشرات مهاجم، حمل نوزاد، و ساخت آشیانه، بکار می‌روند و عموماً محکم و آرواره‌ای شکل، اما بعضاً در برخی مورچه‌ها اصلاح یافته و کشیده ترند.

**mesocoxa** (میان پا)

به پیشران پای میانی (یعنی، پای که از میان سینه بیرون می‌آید) اشاره دارد.

**mesonotum** (پس-قفسه میانی)

به بخش پسین قفسه میانی (بند ۲ قفسه سینه) حشره اشاره دارد.

**mesosoma**

(به واژه *alitrunk* رجوع شود).

**mesothorax** (میان سینه)

عضو میانی متشکل از سه بخش اصلی سینه حشره است که دو بال جلویی و پاهای میانی از آنجا بیرون می‌آیند.

**metacoxa** (پای پسین/عقبی)

پیشران پای عقبی است یعنی پای که از بخش پسین قفسه سینه بیرون می‌آید.

فهرست واژگان / ۴۶۵

**metanotum** (پس-سینه)

آن بخش از عضو یک حشره است که در ناحیه پسین سینه یا قفسه سینه قرار دارد.

**metapleural gland** (غده برون ریز)

غده برون ریز آنتی بیوتیک ساز مختص مورچه‌ها است که در گوشه پس-شکمی قفسه سینه قرار دارد.

**metapleural** (قفسه کناری)

همان بخش جانبی یا کناری قفسه سینه حشره است.

**metasoma**

(به واژه *gaster* رجوع شود).

**metathorax** (پس سینه)

عضو پسین قفسه سینه حشره است که دو بال و پاهای عقبی از آنجا بیرون می‌آیند.

**midden** (توده پسماند)

انباشت، گُپه یا توده پسماند یا فضولات حشرات در درون آشیانه را گویند.

**monophyletic** (تک تباری)

به گروهی از حشرات دارای یک تبار و نیز تمامی نسلهای آن گفته می‌شود.

**morphocline** (تغییر مورفولوژیکی)

از یک مجموعه مراحل تدریجی در خصیصه مورفولوژیکی است.

**morphospecies** (گونه-شکل؛ گونه مورفولوژیکی)

دسته یا گروه‌بندی موقت پیش از شناسایی دقیق (در صورت امکان) جهت تمیز دادن یا تفکیک نمونه‌های آزمایشگاهی متفاوت بلحاظ مورفولوژیکی از نمونه‌های اسمی.

**mutualisation** (همزیستی)

نوعی همزیستی که در آن هر دو طرف یا جانور سود می‌برند.

**mycorrhizal fungi** (قارچهای ریشه زی)

قارچهایی که در یک همزیستی اجباری در ریشه‌های گیاهان زندگی می‌کنند.

**Myrmecodomatia**

(به واژه *domatia* رجوع شود).

**myrmecologist** (دانشجوی رشته مورچه‌شناسی)

**myrmecology** (مورچه‌شناسی)

علمی که به مطالعه مورچه (از خانواده فورمیسیده) می‌پردازد.

**myrmecophyte** (گیاه مورچه پذیر؛ میرمیکوفیت)

گیاه قد بلند که در همزیستی اجباری و دوگانه با مورچه‌ها زندگی می‌کند.

**Nearctic Region** (شمالگان برّ جدید)

به کلیه مناطق شمالی برّ جدید، که شامل آمریکای شمالی و فلات مرکزی مکزیک می‌شوند، اشاره می‌گردد.

**Neotropical Region** (منطقه استوایی نو)

به منطقه استوایی برّ جدید (یعنی، مناطق آمریکای شمالی و مرکزی) اطلاق می‌گردد.

**ocellus** (چشم ساده)

در حشرات، اشاره به چشم ساده جدا از چشمان مرکب دارد. در مورچه‌ها، چشمی است که در یک گروه سه تایی روی فرق سر مورچه‌های نر و ماده، ولی نه در همه مورچه‌های کارگر، پیدا می‌شود.

**oviposition** (تخم گذاری؛ تخم ریزی)

عمل تخم گذاری یا تخم ریزی را گویند.

**Palaearctic Region** (شمالگان برّ قدیم)

به کلیه مناطق شمالی برّ قدیم، که شامل مناطقی همچون اروپا، شمال آفریقا (مناطق صحرا)، و

آسیا تا حاشیه جنوبی و جنوب شرقی آن (رود یانگ تسه و کوه‌های هیمالیا) می‌گردد، اشاره دارد.

**Paleotropical Region** (مناطق استوایی برّ قدیم)

به کل نواحی استوایی برّ قدیم که شامل مناطق استوایی آفریقا، مالاگاسی، و مناطق مشرق زمین، و استوایی ایندو استرالیایی می‌گردد اطلاق می‌شود.

**palp** (اندام بساوشی)

به یکی از جفت اعضای ثانوی موجود در اندامهای آرواره‌ای و لبی اشاره دارد؛ در مورچه‌ها، بیشترین تعداد اندامهای بساوشی شش تا است، و حداقل آن (که بندرت مشاهده می‌شود) صفر است؛ حداکثر تعداد اندامهای بساوشی لبی چهار عدد و حداقل آن یکی است.

**panotropical** (استوایی)

اینکه مربوط به، اهل یا بومی مناطق استوایی جهان باشد.

**paraphyletic** (نیمه تباری)

اشاره به یک گروه طبقه‌بندی دارد که تمامی نسلهای یک تبار مشترک را شامل نمی‌شود.

**parasitism** (زندگی انگلی/طفیلی)

نوعی همزیستی که در آن تنها یک طرف سود می‌برد.

**paratype** (شبه مون)

در علم طبقه‌بندی، هر نمونه آزمایشگاهی از یک مون غیر از درست مون را گویند؛ به یکی از مجموعه نمونه‌های آزمایشگاهی که در خلال تنظیم توصیف اولیه گونه‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد نیز اطلاق می‌گردد.

**parthenogenesis** (بکر زایی)

رشد یک عضو از گامت ماده است که بدون اینکه عمل لقاحی با گامت نر داشته باشد بوجود می‌آید.

**patchiness** (ناهمگونی؛ ناهمگنی)

ناهمگونی در یک محیط با توجه به شرایط اکولوژیکی مورد نظر (مثلاً شرایطی که ممکن است به سود یک گونه باشد تا دیگری، یا اینکه ممکن است جمعیت‌ها را با توجه به جریان ژنی به اجزای کوچکتر تقسیم کند.

**petiole** (پیتول)

در مورچه‌ها، به دومین بخش یا بند شکمی جانور (یعنی، بخشی که درست در عقب میان اندامی جانور واقع شده) اشاره دارد که هم از جلو و هم از عقب منقبض می‌گردد.

**phylogram** (تحلیل درختی تکامل)

نمودار تحلیلی درختی پیرامون تکامل است؛ اغلب اشاره خاص به درخت تحلیل تکاملی دارد که در آن طول نسبی شاخه‌ها معین می‌گردد.

**pilosity** (پوشش موی بدن)

لایه‌ای است که موی بدن جانور را می‌پوشاند.

**pitfall trap** (تله چاله ای)

ظرفی با حاشیه شیب دار فرو رفته در خاک است طوری‌که دهانه آن همسطح زمین قرار می‌گیرد، و اغلب حاوی مقدار کمی مایع نگهدارنده بوده، و برای تله انداختن جانوران خاکزی استفاده می‌شود، که پس از افتادن در آن راه فرار نخواهند داشت.

**plicae** (پلیکه)

به درهم فرورفتگی‌ها، چین خوردگی‌ها، یا پله‌های چیزی اشاره دارد؛ در پیش معده مورچه‌ها، به نوارهای باریک، و طولانی دارای لایه خارجی باریک، و نرم گفته می‌شود که پهنه پهن، سخت شده و پوستی برآمدگی پیش شکم را بهم متصل می‌کند.

**polydomy** (چند آشیانگی)

شرایطی که در آن یک کلونی مورچه همزمان بیش از یک آشیانه دارد.

**polymorphism** (چند گونه-شکلی؛ چند ریختی)

در حشرات اجتماعی، شرایطی است که در آن یک حشره در جنسیت خود بیش از یک طبقه

دارد؛ در مورچه‌ها، به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن مورچه‌های کارگر از نسبت جمعیتی کاملاً مجزایی (مثلاً، کمترین و بیشترین تعداد مورچه‌های کارگر یا سرباز) برخوردارند.

**polyphyletic** (چند تباری)

اشاره به یک گروه طبقه‌بندی دارد که دارای اعضای برآمده از دو یا چند اصل تباری باشد (یعنی، گروهی که بخشی از یک اصل و نسب بلافصل مشتق نشده باشد).

**posterad** (پسین، به سمت عقب، در ناحیه عقب)

اشاره به سمت عقب شکم حشره دارد.

**postpetiole** (پس پیتول؛ پیتول پسین)

شکل اصلاح یافته بخش یا بند شکمی سوّم (یعنی، بخش دقیقاً در عقب پیتول) است که در برخی گروه‌های مورچه وجود دارد و در آن این بخش کاملاً در سمت عقب محدود شده و پیتول دوّم را شکل می‌دهد.

**predation** (شکار)

صید یا شکار و یا خوردن یک جانور توسط جانور دیگر را گویند.

**prescleite** (عضو شکمی منفک)

در مورچه‌ها، به آن بخش جلویی کاملاً مجزای سخت پهنه شکمی اشاره می‌شود که با یک برآمدگی یا انقباض از بقیه سخت پهنه شکمی جدا می‌شود.

**presternite** (جناغ سینه‌ای؛ جناغی)

در مورچه‌ها، شکل مشتق شده کلمه *sternite* است.

**pretergite** (پشت پهنه؛ پشت جناغی)

در مورچه‌ها، شکل مشتق شده کلمه *tergite* است.

**proctodeum** (پس روده)

همان بخش انتهایی روده حشره یا روده نزدیک به مقعد را گویند.

**promesonotum** (میان قفسه عقبی/پشت)

تلفیقی است از قفسه سینه و میان قفسه.

**pronotum** (قفسه سینه پشت)

بخش پسین پیش سینه را گویند.

**(epinotum) propodeum** (پیش اندامی)

در بال غشائیان آپوکریته، به ناحیه شکمی اوّل اشاره دارد، که با سینه تلفیق شده و با هم بخش میان اندامی را شکل می‌دهند.

**prothorax** (پیش سینه)

عضو پیشین متشکل از سه ناحیه اصلی سینه مورچه است که پاهای جلویی مورچه از آنجا بیرون می‌آیند.

**proventriculus** (پیش شکم کوچک؛ پیش شکمچه؛ پیش شکمک)

در حشرات بطور کلی، دریچه یا کفه‌ای که چینه دان (از سمت جلو) و میان روده (از سمت عقب) را از هم جدا می‌سازد؛ در مورچه‌ها، پیش شکمک وظیفه تغذیه مورچه را به عهده داشته (این امکان را می‌دهد تا غذا وارد میان روده شود) و یا اینکه غذا را در "معدۀ اجتماعی" که دارای محصولات مرکب تمامی اعضای کلونی است نگه می‌دارد.

**queen**

به واژه *gyne* رجوع شود.

**relictual** (بازمانده؛ بقایا)

اشاره به بقایای دائمی گونه‌هایی دارد که پیش از این همه جا می‌زیسته اند یا تاکسهای برتری که اکنون تنها در برخی مناطق یا زیستگاههای جدا شده زندگی می‌کنند.

**remediation** (بازسازی؛ احیا)

در اکولوژی، به فرایند احیای یک زیستگاه ناآرام به وضع طبیعی‌اش اطلاق می‌شود.

**replete** (مورچه متورم)

یک مورچه کارگر را گویند که نقش ذخیره غذایی زنده را ایفا می‌کند، و دارای چینه دانی است

## فهرست واژگان / ۴۷۱

که در اثر غذای مایه متورّم می‌گردد طوریکه اندامهای شکمی از هم فاصله گرفته و غشاهای بین اندامی کشیده می‌شوند.

**ruderal** (پسماندزی؛ ساکن محیط ناآرام)

اشاره به زندگی در زیاله و پسماند و یا محیط ناآرام دارد و یا اینکه به آنها مربوط می‌شود.

**scape** (پای شاخک)

به بخش زیرین شاخک اشاره دارد.

**sclerite** (سختینه؛ سخت پهنه)

هر پهنه‌ای از دیواره اندام مورچه که با غشاء یا بخیه محدود می‌شود.

**sclerotization** (سخت کردن، سخت سازی)

سخت کردن پوست جهت تشکیل اسکلت خارجی بندپایان، در مقایسه با نواحی پوستی، انعطاف پذیرتر، نرم تر، و دارای خصوصیت غشائی بیشتر.

**slavemaking** (برده کشی؛ اسارت)

شرایطی که در آن مورچه‌های کارگر از گونه‌های انگلی (برده کش)، به لانه دیگر گونه‌ها حمله ور می‌شوند، نوزاد را به اسارت می‌گیرند، و آنها را همچون هم‌آشیانه‌های اسیر شده بزرگ می‌کنند.

**slavery**

به واژه *slavemaking* رجوع شود.

**speciation** (تشکیل گونه؛ گونه زایی)

فرآیندی که در آن گونه‌های جدید شکل می‌گیرند.

**species richness** (غنای گونه)

تعداد مطلق گونه‌ها در یک اجتماع یا جامعه اکولوژیکی است.

**speciose** (پُرگونه)

اشاره به دسته‌ای یا گروهی از گونه‌های تک تباری است که از تعداد گونه‌های نسبتاً بالایی



برخوردارند.

**sternite**

به واژه *sternum* رجوع شود.

**(sternite) sternum** (جناغ سینه)

به سختینه شکمی (تحتانی) یک اندام اشاره دارد.

**stomodeum** (پیش روده)

به روده پیشین یا جلویی یک حشره اطلاق می‌گردد.

**subpetiolar process** (فرایند زیرپیتولی)

همان برآمدگی جلو شکمی روی پیتول یا پایک (= دُمک) آن است.

**sulcus** (شیار مغزی)

شیار یا شکاف طولی است که دارای منشاء صرفاً کُنشی است (تا منشاء نسبتاً رشدی).

**suprageneric** (فراجنسی)

در نظام طبقه‌بندی، به رده‌های طبقه‌بندی فراتر از سطح جنس (مانند، زیرتیره، تیره، زیرخانواده، خانواده) اشاره دارد و یا به آن مربوط می‌شود.

**suturn** (شکاف استخوانی)

در قشر یا پوست بیرونی مورچه، به شکاری اشاره دارد که بین دو پهنه پهن و مجزاً خط تلفیق ایجاد می‌کند.

**symbiont** (همزیست)

عضوی از یک همزیستی دوجانبه است.

**symbiosis** (همزیستی دوجانبه/دوطرفه)

به زندگی دو جانور در کنار هم اشاره دارد.

**synonym** (همنام کاذب)

در نظام طبقه‌بندی، هر یک از دو یا چند نام علمی در یک رده را گویند که در یک تاکسون نشان داده می‌شود.

**syntype** (مون خشتی)

در نظام طبقه‌بندی، به هر نمونه آزمایشگاهی از یک مجموعه مون اشاره می‌شود که از آن نه درست مون و نه مون اولیه تعیین می‌شود.

**systematics** (نظام طبقه‌بندی)

طبقه‌بندی موجودات زنده به گروه‌های تسلسلی که بر پایه روابط فیلوژنی استوار است.

**taxon** (تاکسون)

واحد معرف و نامدار است که شامل گروهی از جانوران مرتبط بهم (مانند، گونه، جنس، تیره، زیرخانواده، خانواده) می‌گردد.

**tentorial pits** (حفره‌های چادرینه‌ای)

به فرو رفتگیهای بیرونی موجود در اسکلت خارجی سر حشره اشاره می‌گردد که در آن نقطه با ریشه بُن دستهای چادرینه‌ای ارتباط پیدا می‌کند.

**tentorium** (چادرینه)

اسکلت درونی سر حشره را گویند. نقاطی که در آن این اسکلت با اسکلت خارجی سر حشره یکپارچه می‌گردد از طریق حفره‌های چادرینه‌ای مشخص می‌شوند.

**tergite**

به واژه *tergum* رجوع شود.

**tergosternal fusion** (تلفیق پشت پهنه-جناغی)

حالتی از اندامهای شکمی مورچه است که در آن پشت پهنه و جناغ سینه دائماً بهم متصل اند تا اینکه با غشایی با هم مرتبط باشند، طوری که این دو عضو نمی‌توانند جدا از یکدیگر حرکت کنند، حالتی که در برخی یا تمام اندامهای شکمی دوّم (پیتول) تا چهارم وجود دارد.

**(tergite) tergum** (پشت پهنه)

به سختینه عقب (فوقانی) یک اندام مورچه اطلاق می‌گردد.

**termitarium** (لانه مورخانه، آشیانه مورخانه)

به آشیانه، طبیعی یا مصنوعی، یا کلونی مورخانه ها گفته می‌شود. غالباً و مشخصاً به ساختارهای آشیانه‌ای اشاره دارد که مورخانه ها ایجاد می‌کنند.

**termitotherous** (مورخانه خوار)

اشاره به گونه‌هایی از مورچه است که از مورخانه ها تغذیه می‌کنند و یا آنها را شکار می‌کنند.

**thermophilic** (گرما/دما دوست؛ گرما/حرارت طلب)

اشاره به حشراتی است که دوست دارند که در شرایط گرم بسر ببرند.

**thermoregulation** (تنظیم حرارت/دمای بدن)

به فرایندهای فیزیولوژیکی، فرایندهای رفتاری، و یا هر دو گفته می‌شود که بواسطه آنها یک جانور حرارت بدن را با سطحی متفاوت از دمای اطراف تنظیم می‌کند.

**thorax** (سینه؛ قفسه سینه)

تقسیم‌بندی عمده ثانوی از بدن حشره است که دارای پا و بال است. سینه در پس سر و در جلو شکم واقع شده است، و شامل سه بخش فرعی است که عبارتند از: جلو سینه، میان سینه، و پس سینه.

**trachea** (نای)

لوله انعطاف پذیر و پیوسته‌ای است که عضو اصلی دستگاه تنفسی حشره بشمار می‌رود. این عضو هوای بیرون را به بافتها و اندامهای درونی می‌رساند.

**tribe** (تیره)

رده‌ای است در نظام طبقه‌بندی بالاتر از جنس و پایین تر از خانواده (و بعبارتی، گروهی از از جنسها).

فهرست واژگان / ۴۷۵

**trophallaxis** (مبادله غذا/خوراک)

مبادله مایعات غذایی در بین اعضای کلونی و جانوران میهمان.

**trophic** (تغذیه ای؛ غذایی / خوراکی)

اشاره به فعالیتهای غذایی و نحوه تغذیه دارد.

**trophic eggs** (تخمهای مصرفی/خوراکی/تغذیه ای)

تخم ناباروری است که ملکه می‌گذارد که بعنوان غذا مورد مصرف دیگر اعضای کلونی، و معمولاً بچه‌های خود ملکه، قرار می‌گیرد.

**vertex** (رأس سر)

اشاره به بالاترین نقطه سر حشره مابین چشمها و پشت پیشانی دارد.

**Winkler bag**

به عبارت *Winkler sack* رجوع شود.

**Winkler eclector**

به عبارت *Winkler sack* رجوع شود.

**Winkler extractor**

به عبارت *Winkler sack* رجوع شود.

**Winkler sack** (کیسه وینکلری)

وسیله‌ای است برای جمع آوری بندپایان کوچک لاشبرگزی یا خاکزی، که از یک یا چند کیسه دیگر ساخته شده از مشهای پارچه‌ای برخوردار است. این کیسه‌های مشی پُر از لاشبرگ بوده و در یک درون بست پارچه‌ای در محیط آزاد آویزان می‌گردند، که متشکل از یک قیف است که مورچه‌هایی را که از مش عبور می‌کنند گرفته و آنها را وارد یک ظرف جمع آوری می‌نماید، که معمولاً پُر از الکل است (به شکل‌های ۴-۹ و ۵-۹، ص. ۱۳۴ و ص. ۱۳۵، رجوع شود).

**xeric** (کم رطوبت)

اشاره به زیستگاه، گیاه یا شرایط زندگی دارد که دارای رطوبت بسیار کم است؛ یا با آن شرایط

خود را وفق دهد.

**zoogeography** (جغرافیای جانوری)

شاخه‌ای از جغرافیای زیستی است که تنها به توزیع جامعه جانوری می‌پردازد.

---

نویسندگان مقالات

**Donat Agosti**

Department of Entomology  
American Museum of Natural History Central Park West at 79th Street  
New York, NY 10024-5192  
USA  
*Mailing address:* c/o Swiss Embassy P.O. Box 633  
10 Abdel Khalek Saroit Cairo  
Egypt  
e-mail: agosti@amnh.org

**Leeanne E. Alonso**

Rapid Assessment Program Conservation International 1919 M Street NW, Suite  
600 Washington, DC 20036  
USA  
e-mail: l.alonso@conservation.org

**Gary D. Alpert**

Museum of Comparative Zoology Harvard University  
Cambridge, MA 02138  
USA  
e-mail: galpert@oeb.harvard.edu

**Alan N. Andersen**

CSIRO Wildlife and Ecology Tropical Ecosystems Research Centre PMB44  
Winnellie, Darwin, NT 0821 Australia  
e-mail: Alan.Andersen@terc.csiro.au

**Brandon T. Bestelmeyer Department of Biology MSC 3AF Box 30001**

New Mexico State University Las Cruces, NM 80003  
USA  
e-mail: bbestelm@jornada.nmsu.edu

**Dattatray Manjunath Bhat Centre for Ecological Science Indian Institute of Science Bangalore 560 012**

India  
C. Roberto F. Brandao Director of Science  
Museu de Zoologia Universidade de Sao Paulo Caixa Postal 7171  
Sao Paulo, SP 01064-970 Brazil  
e-mail: crfbrand@usp.br

**William L. Brown Jr. (deceased) Department of Entomology Comstock Hall**

Cornell University  
Ithaca, NY 14853  
USA  
Sofia Campiolo  
Departamento de Ciencias Biológicas Universidade Estadual Santa Cruz KIn 16  
Rodovia Ilheus-Itabuna, BA 45650-000 Brazil  
e-mail: campiolo@jacaranda.uescba.com.br

**Krishnappa Chandrashekara Centre for Ecological Science Indian Institute of Science Bangalore 560 012**

India  
Stefan Cover  
Museum of Comparative Zoology Harvard University  
Cambridge, MA 02138  
USA  
e-mail: scover@oeb.harvard.edu

**Jacques H. C. Delabie Laboratorio de Mirmecologia**

Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC) CEPLAC-Ministerio da Agricultura e do  
Abastecimento Caixa Postal 7  
Itabuna, BA 45600-000  
and Departamento de Ciencias Agrarias e  
Ambientais  
Universidade Estadual Santa Cruz Ilheus, BA 45660-000  
Brazil  
e-mail: delabie@nuxnet.com.br

**Brian L. Fisher**

Department of Entomology California Academy of Sciences Golden Gate Park  
San Francisco, CA 94118

۴۷۹ / فهرست وازگان

e-mail: bfisher@calacademy.org

**Raghavendra Gadagkar Centre for Ecological Science Indian Institute of Science  
Bangalore 560 012**

India  
e-mail: ragh@ces.iisc.ernetin

**David Gladstein**

Department of Invertebrates American Museum of Natural History Central Park  
West at 79th Street  
New York, NY 10024-5192  
USA  
e-mail: daveg@amnh.org

**Ana Yoshi Harada Departamento de Zoologia**

Museu Paraense Emilio Goeldi (MPEG) Caixa Postal 399  
Belem, PA 66040-170  
Brazil  
ayharada@museu-goeldi.br

**Kye S. Hedlund**

Department of Computer Science University of North Carolina Chapel Hill, NC  
27599-3175 USA  
e-mail: hedlund@cs.unc.edu

**Michael Kaspari Department of Zoology University of Oklahoma Norman, OK  
73019-0235 USA**

e-mail: mkaspari@ou.edu

**John E. Lattke**

Museo del Instituto de Zoologia Agricola Facultad de Agronomia  
Universidad Central de Venezuela Apartado 4579  
Maracay 2101-A  
Venezuela  
e-mail: piquihuye@hotmail.com

**John T. Longino Evergreen State College Olympia, WA 98505 USA**

e-mail: longinoj@evergreen.edu

**Jonathan D. Majer**

School of Environmental Biology Curtin University of Technology P.O. Box  
U1987  
Perth, WA 6845  
Australia  
e-mail: imajerj@info.curtin.edu.au

**Annette K. F. Malsch AK Ethoökologie Zoologisches Institut**

J. W. Goethe Universität Siesmeyerstrasse 70 60054 Frankfurt Germany  
e-mail: Malsch@zoology.uni-frankfurt.de



**Terrence P. McGlynn** Department of Biology University of San Diego 5998 Alcalá Park  
San Diego, CA 92110 USA  
e-mail: mcglynn@acusd.edu

**Ivan C. do Nascimento** Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais  
Universidade Estadual Santa Cruz Ilheus, BA 45660-000  
Brazil  
e-mail: icardoso@hotmail.com

**Padmini Nair**  
Centre for Ecological Science Indian Institute of Science Bangalore 560 012  
India

**Ted R. Schultz**  
Department of Entomology, MRC 188 National Museum of Natural History  
Smithsonian Institution  
Washington, DC 20560  
USA  
e-mail: schultz@onyx.si.edu

**Rogério Silvestre**  
Museu de Zoologia Universidade de São Paulo Caixa Postal 7171  
São Paulo, SP 01064-970 Brazil  
e-mail: rogestre@usp.br

**Heraldo L. Vasconcelos** Department of Ecology  
Instituto de Pesquisas da Amazonia, Coordenacao de Pesquisas em Entomologia  
Caixa Postal 478  
Manaus, AM 69011-970  
Brazil  
e-mail: heraldo@inpa.gov.br

**Philip S. Ward**  
Department of Entomology University of California One Shields Avenue  
Davis, CA 95616  
USA  
e-mail: psward@ucdavis.edu

**Edward O. Wilson**  
Museum of Comparative Zoology Harvard University  
Cambridge, MA 02138  
USA

**I. W. Wright**  
School of Environmental Biology Curtin University of Technology P.O. Box  
U1987  
Perth, WA 6845  
Australia  
e-mail: ianw@cs.curtin.edu.au

---

## فهرست منابع

- Abensperg-Traun, M., and D. Steven. 1995. The effects of pitfall trap diameter on ant species richness (Hymenoptera: Formicidae) and species composition of the catch in a semi-arid eucalypt woodland. *Australian Journal of Ecology* 20:282-287.
- . 1997. Ant- and termite-feeding in Australian mammals and lizards: A comparison. *Australian Journal of Ecology* 22:9-17.
- Abensperg-Traun, M., G. W. Arnold, D. E. Steven, G. T. Smith, L. Atkins, J. J. Viveen, and M. Gutter. 1996. Biodiversity indicators in semi-arid, agricultural Western Australia. *Pacific Conservation Biology* 2:375-389.
- Adams, E. S. 1994. Territory defense by the ant *Azteca trigona*: Maintenance of an arboreal ant mosaic. *Oecologia* 97:202-208.
- Adams, E., and W. Tschinkel. 1995. Density-dependent competition in fire ants: Effects on colony survivorship and size variation. *Journal of Animal Ecology* 64:315-324.
- Adis, J. 1979. Problems of interpreting arthropod sampling with pitfall traps. *Zoologischer Anzeiger* 202:177-184
- Adis J., Y. D. Lubin, and G. G. Montgomery. 1984. Arthropods from the canopy of inundated and terra firme forests near Manaus, Brazil, with critical considerations on the pyrethrum-fogging technique. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 4:223-236.
- Adis, J., J. W. de Moraes, and H. Guimaraes de Mesquita. 1987. Vertical distribution and abundance of arthropods in the soil of a Neotropical secondary forest during the rainy season. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 22: 189-197.
- Agosti, D. 1990. Review and reclassification of *Cataglyphis* (Hymenoptera, Formicidae). *Journal of Natural History* 24:1457-1505.

- . 1991. Revision of the oriental ant genus *Cladomyrma*, with an outline of the higher classification of the Formicinae (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* 16:293-310.
- . 1992. Revision of the ant genus *Myrmoteras* of the Malay Archipelago (Hymenoptera, Formicidae). *Revue Suisse de Zoologie* 99:405-429.
- . 1994a. The phylogeny of the ant tribe Formicini (Hymenoptera: Formicidae) with the description of a new genus. *Systematic Entomology* 19:93-117.
- . 1994b. A revision of the South American species of the ant genus *Probolomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of the New York Entomological Society* 102:429-434.
- Agosti, D., J. Majer, L. Alonso, and T. R. Schultz (eds.). 2000. *Sampling Ground-dwelling Ants: Case Studies from the Worlds' Rain Forests*. Curtin University of Technology, Perth, Western Australia.
- Agosti, D., M. Maryati, and C. Y. C. Arthur. 1994. Has the diversity of tropical ant fauna been underestimated? An indication from leaf litter studies in a West Malaysian lowland rain forest. *Tropical Biodiversity* 2:270-275.
- Agosti, D., J. Moog, and U. Maschwitz. 1999. Revision of the Oriental plant-ant genus *Cladomyrma*. *American Museum Novitates* 3283, December 8, 1999.
- Alexander, R. D. 1974. The evolution of social behavior. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5:325-383.
- Allen, c., R. Lutz, and S. Demarais. 1995. Red imported fire ant impacts on northern bobwhite populations. *Ecological Applications* 5:632-638.
- Allen, G. E., and W. E. Buren. 1974. Microsporidan and fungal diseases of *Solenopsis invicta* Buren in Brazil. *Journal of the New York Entomological Society* 82:125-130.
- Allen, G. E., and A. Silveira-Guido. 1974. Occurrence of microsporidia in *Solenopsis richteri* and *Solenopsis* sp. in Uruguay and Argentina. *Florida Entomologist* 57:327-329.
- Allen, M. E., J. A. MacMahon, and D. C. Andersen. 1984. Reestablishment of Endogonaceae on Mount St. Helens: Survival of residuals. *Mycologia* 76(6):1031-1038.
- Andersen, A. N. 1983. A brief survey of ants of Glenaladale National Park, with particular reference to seed-harvesting. *Victorian Naturalist* 100:233-237.
- . 1986a. Diversity, seasonality and community organization of ants at adjacent heath and woodland sites in southeastern Australia. *Australian Journal of Zoology* 34:53-64.
- . 1986b. Patterns of ant community organization in mesic southeastern Australia. *Australian Journal of Ecology* 11:87-99.
- . 1988. Immediate and longer-term effects of fire on seed predation by ants in sclerophyllous vegetation of southeastern Australia. *Australian Journal of Ecology* 13:285-293.
- . 1990. The use of ant communities to evaluate change in Australian terrestrial ecosystems: A review and a recipe. *Proceedings of the Ecological Society of Australia* 16:347-357.
- . 1991a. Parallels between ants and plants: Implications for community ecology. Pp. 539-558. In C. R. Huxley and D. E. Cutler (eds.), *Ant-Plant Interactions*. Oxford University Press, Oxford.
- . 1991 b. Seed-harvesting by ants in Australia. Pp. 493-503. In C. R. Huxley and D. E. Cutler (eds.), *Ant-Plant Interactions*. Oxford University Press, Oxford.
- . 1991 c. Sampling communities of groundforaging ants: Pitfall catches compared

- with quadrat counts in an Australian tropical savanna. *Australian Journal of Ecology* 16:273-279.
- Andersen, A. N. 1991. Responses of groundforaging ant communities to three experimental fire regimes in a savanna forest of tropical Australia. *Biotropica* 23:575-585.
- . 1992. The rainforest ant fauna of the northern Kimberley region of Western Australia (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of the Australian Entomological Society* 31: 187-192.
- . 1995. A classification of Australian ant communities, based on functional groups which parallel plant life-forms in relation to stress and disturbance. *Journal of Biogeography* 20: 15-29.
- . 1996. Fire ecology and management. Pp. 179-195. *In* C. M. Finlayson and I. Von Oertzen (eds.), *Landscape and Vegetation Ecology of the Kakadu Region, Northern Australia*. Kluwer Academic Publishers, Amsterdam.
- . 1997a. Functional groups and patterns of organization in North American ant communities: A comparison with Australia. *Journal of Biogeography* 24:433--460.
- . 1997b. Using ants as bioindicators: Multiscale issues in ant community ecology. *Conservation Ecology* [online 11, Article 8.
- Andersen, A. N., and R. E. Clay. 1996. The ant fauna of Dangali Conservation park in semi-arid South Australia: A comparison with Wyperfeld (Vic.) and Cape Arid (W.A.) National Parks. *Australian Journal of Entomology* 35:289-295.
- Andersen, A. N., and J. D. Majer. 1991. The structure and biogeography of rainforest ant communities in the Kimberley region of northwestern Australia. Pp. 333-346. *In* N. L. McKenzie, R. B. Johnston, and P. J. Kendrick (eds.), *Kimberley Rainforests of Australia*. Surrey Beatty and Sons, Chipping Norton, NSW.
- Andersen, A. N., and M. E. McKaige. 1987. Ant communities at Rotamah Island, Victoria. with particular reference to disturbance and *Rhytidoponera tasmaniensis*. *Proceedings of the Royal Society of Victoria* 99: 141-146.
- Andersen, A. N., and A. D. Patel. 1994. Meat ants as dominant members of Australian ant communities: An experimental test of their influence on the foraging success and forager abundance of other species. *Oecologia* 98: 15-24.
- Andersen, A. N., and H. Reichel. 1994. The ant (Hymenoptera: Formicidae) fauna of Holmes Jungle, a rainforest patch in the seasonal tropics of Australia's Northern Territory. *Journal of the Australian Entomological Society* 33: 153-158.
- Andersen, A. N., and A. V. Spain. 1996. The ant fauna of the Bowen Basin, in the semi-arid tropics of central Queensland (Hymenoptera: Formicidae). *Australian Journal of Entomology* 35:213-221.
- Andersen, A. N., and A. L. Yen. 1985. Immediate effects of fire on ants in the semi-arid mallee region of north-western Victoria. *Australian Journal of Ecology* 10:25-30.
- . 1992. Canopy ant communities in the semiarid Mallee region of North-western Victoria. *Australian Journal of Zoology* 40:205-214.
- Andersen, A. N., M. S. Blum, and T. M. Jones. 1991. Venom alkaloids in *Monomorium "rothsteini"* Forel repel other ants: Is this the secret to success by *Monomorium* in Australian ant communities? *Oecologia* 88:157-160.
- Andersen, A. N., S. Morrison, and L. Belbin. 1996. *The Role of Ants in Minesite Restoration in the Kakadu Region of Australia's Northern Territory, with Particular Reference to Their Use as Bioindicators*. Final Report to the Environmental Research Institute of the Supervising Scientist,

- Australia.
- Andrade, M. L. de. 1998. Fossil and extant species of *Cylindromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). *Revue Suisse de Zoologie* 105(3):581-664.
- Andrade, M. L. de and C. Baroni Urbani. 1999. Diversity and adaptation in the ant genus *Cephalotes*, past and present (Hymenoptera: Formicidae). *Stuttgarter Beitrage zur Naturkunde, Serie B* 271:1-889.
- Andrewartha, H., and L. Birch. 1954. *The distribution and abundance of animals*. University of Chicago Press, Chicago.
- Arnett, R. H., Jr. 1985. *American Insects*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Arnett, R. H., Jr., and M. E. Arnett. 1990. *The Naturalists Directory and Almanac (International): An Index to Contemporary Naturalists of the World and Their Special Interests*, 45th ed. Sandhill Crane Press, Gainesville, Florida.
- Arnett, R. H., Jr., and G. A. Samuelson. 1986. *The Insect and Spider Collections of the World*. E. J. Brill/Flora and Fauna Publications, Gainesville, Florida.
- Arnett, R. H., Jr., G. A. Samuelson, and G. M. Nishida. 1993. *The Insect and Spider Collections of the World*, 2nd ed. Sandhill Crane Press, Gainesville, Florida.
- Arnol'di, K. V. 1930. Studien libel' die Systematik der Ameisen. IV. *Aulacopone*, eine neue Ponerinengattung (Formicidae) in Russland. *Zoologischer Anzeiger* 89: 139-144.
- . 1970. Review of the ant genus *Myrmica* (Hymenoptera, Formicidae) in the European part of the USSR. *Zoologicheskii Zhurnal* 49: 1829-1844. [In Russian.]
- . 1975. A review of the species of the genus *Stenammina* (Hymenoptera, Formicidae) of the USSR and description of new species. *Zoologicheskii Zhurnal* 54: 1819-1829. [In Russian.]
- . 1976a. Review of the genus *Aphaenogaster* (Hymenoptera, Formicidae) in the USSR. *Zoologicheskii Zhurnal* 55:1019-1026. [In Russian.] ---. 1976b. Ants of the genus *Myrmica* Latr. from Central Asia and the southern Kazakstan. *Zoologicheskii Zhurnal* 55:547-558. [In Russian.]
- . 1977. Review of the harvester ants of the genus *Messor* (Hymenoptera, Formicidae) in the fauna of the USSR. *Zoologicheskii Zhurnal* 56:1637-1648. [In Russian.]
- Atsatt, P. R. 1981. Lycaenid butterflies and ants: Selection for enemy-free space. *American Naturalist* 118:538-654.
- Autuori, M. 1942. Contribuicao para o conhecimento da sativa (*Atta* spp. Hymenoptera: Formicidae).
- III. Excavacao de urn saiveiro (*Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908). *Archivos do Instituto de Biológico, Sao Paulo* 13:137-148.
- Bailey, I. W. 1920. Some relations between ants and fungi. *Ecology* 1:174-189.
- . 1922a. Notes on neotropical ant-plants. I. *Cecropia angulata*, sp. nov. *Botanical Gazette* 74:369-391.
- . 1922b. The anatomy of certain plants from the Belgian Congo, with special reference to Myrmecophytism. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 45:585-622, plates 26-45.
- Balazy, S., A. Lenoir, and J. Wisniewski. 1986. *Aegeritella roussillonensis* n. sp. (Hyphomycetales, Blastosporae), une espece nouvelle de champignon epizoique sur les fourmis *Cataglyphis cursor* (Fonscolombe) (Hymenoptera, Formicidae) en France. *Cryptogamie, Mycologie* 7:37-45.
- Banschbach, V. S., and J. M. Herbers. 1996.

- Complex colony structure in social insects. I. Ecological determinants and genetic consequences. *Evolution* 50:285-297.
- Baroni Urbani, C. 1968. Über die eigenartige Morphologie der männlichen Genitalien des Genus *Diplorhoptum* Mayr und die taxonomischen Schlussfolgerungen. *Zeitschrift für Morphologie der Tiere* 63:63-74.
- Baroni Urbani, C. 1969. Gli *Strongylognathus* del gruppo *huberi* nell'Europa occidentale: Saggio di una revisione basata sulla casta operaia (Hymenoptera Formicidae). *Bolletino de la Societa Entomologica Italiana* 99-101: 132-168.
- . 1975a. Primi reperti del genere *Calyptomymex* Emery nel subcontinente Indiano. *Entomologica Basiliensis* 1 :395-411.
- . 1975b. Contributo alla conoscenza dei generi *Belonopelta* Mayr e *Leiopelta* gen. n. (Hymenoptera: Formicidae). *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* 48:295-310.
- . 1977. Ergebnisse der Bhutan-Expedition 1972 des Naturhistorischen Museums in Basel. Hymenoptera: Fam. Formicidae Genus *Mayriella*. *Entomologica Basiliensis* 2:411-414.
- . 1978a. Contributo alla conoscenza del genere *Amblyopone* Erichson (Hymenoptera: Formicidae). *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* 51 :39-51.
- . 1978b. Materiali per una revisione dei *Leptothorax* neotropicali appartenenti al sotto-genero *Macromischa* Roger, n. comb. (Hymenoptera: Formicidae). *Entomologica Basiliensis* 3:395-618.
- Baroni Urbani, C., and M. L. De Andrade. 1993. *Perissomyrmex monticola* n. sp., from Bhutan: The first natural record for a presumed Neotropical genus with a discussion on its taxonomic status. *Tropical Zoology* 6:89-95.
- Baroni Urbani, C., B. Bolton, and P. S. Ward. 1992. The internal phylogeny of ants (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* 17:301-329.
- Barrer, P. M., and J. M. Cherrett. 1972. Some factors affecting the site and pattern of leaf-cutting activity in the ant *Atta cephalotes* L. *Journal of Entomology* 47:15-27.
- Basset, Y, N. D. Springate, H. P. Aberlenc, and G. Delvare. 1997. A review of methods for sampling arthropods in tree canopies. Pp. 27-52. In N. Stork, J. Adis, and R. K. Didham (eds.), *Canopy Arthropods*. Chapman and Hall, London.
- Beattie, A. J. 1985. *The Evolutionary Ecology of Ant-Plant Mutualisms*. Cambridge University Press, New York.
- Beattie, A., and I. Oliver. 1994. Taxonomic minimalism. *Trends in Evolution and Ecology* 9:488-490.
- Beattie, A. J., C. Turnbull, R. B. Knox, and E. G. Williams. 1984. Ant inhibition of pollen function: A possible reason why ant pollination is rare. *American Journal of Botany* 71 :421-426.
- Beattie, A. J., C. Turnbull, T. Hough, S. Jobson, and R. B. Knox. 1985. The vulnerability of pollen and fungal spores to ant secretions: Evidence and some evolutionary implications. *American Journal of Botany* 72:606-614.
- Beattie, A. J., C. L. Turnbull, T. Hough, and R. B.

- Knox. 1986. Antibiotic production: A possible function for the metapleural glands of ants (Hymenoptera: Formicidae). *Annals of the Entomological Society of America* 79:448-450.
- Beccaloni, G. w., and K. J. Gaston. 1995. Predicting the richness of Neotropical forest butterflies: Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae) as indicators. *Biological Conservation* 71:77-86.
- Belshaw, R., and B. Bolton. 1993. The effect of forest disturbance on leaf litter ant fauna in Ghana. *Biodiversity and Conservation* 2:656-666.
- . 1994a. A survey of the leaf litter ant fauna in Ghana, West Africa (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Hymenoptera Research* 3:5-16.
- . 1994b. A new myrmecine ant genus from cocoa leaf litter in Ghana (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Natural History* 28:631-634.
- Belt, T. 1874. *The Naturalist in Nicaragua*. John Murray, London.
- Benson, W. W., and A. Y. Harada. 1988. Local diversity of tropical and temperate ant faunas. *Acta Amazonica* 18:275-289.
- Bequaert, J. 1922. Ants in their diverse relations to the plant world. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 45:333-584, plates 26-29.
- Bernard, F. 1954. Fourmis moissonneuses nouvelles ou peu connues des montagnes d' Algerie et revision des *Messor* du groupe *structor* (Latr.). *Bulletin de la Societe d'Histoire Naturel de l' Afrique du Nord* 45:354-365.
- . 1956. Revision des *Leptothorax* (Hymenopteres Formicidae) d'Europe occidentale, basee sur la biometrie et les genitalia males. *Bulletin de la Societe Zoologique de France* 81:151-165.
- . 1979. *Messor carthaginensis* n. sp., de Tunis, et revision des *Messor* du groupe *barbara* (Hym. Formicidae). *Bulletin de la Societe Entomologique de France* 84:265-269.
- Bernstein, R. A. 1979. Schedules of foraging activity in species of ants. *Journal of Animal Ecology* 48:921-930.
- Bernstein, R. A., and M. Gobbel. 1979. Partitioning of space in communities of ants. *Journal of Animal Ecology* 48:931-942.
- Beshers, S., and J. Traniello. 1994. The adaptiveness of worker demography in the attine ant *Trachymyrmex septentrionalis*. *Ecology* 75:763-775.
- Bestelmeyer, B. T. 1997. Stress tolerance in some Chacoan dolichoderine ants: Implications for community organization and distribution. *Journal of Arid Environments* 35:297-310.
- Bestelmeyer, B. T., and J. A. Wiens. 1996. The effects of land use on the structure of groundforaging ant communities in the Argentine chaco. *Ecological Applications* 6: 1225-1240.
- Besuchet, C., D. H. Burckhardt, and I. Lobl. 1987. The "Winkler/Moczarski" elector as an efficient extractor for fungus and litter coleoptera. *The Coleopterists' Bulletin* 41:392-394.
- Billen, J. P. J. 1990. Phylogenetic aspects of exocrine gland development in the Formicidae. Pp. 317-318. *In* G. K. Veeresh, B. Mallik, and C. A. Viraktamath (eds.), *Social Insects and the Environment*. Proceedings of the 11 th International Congress of IUSI, 1990. Oxford and IBH, New Delhi.
- Bingham, C. T. 1903. *The fauna of British India, including Ceylon and Burma. In Hymenoptera, Vol. II. Ants and Cuckoo-Wasps*. Taylor and Francis, London.

- Black, R. w., II. 1987. The biology of leaf nesting ants in a tropical wet forest. *Biotropica* 19:319-325.
- Blackburn, T., P. Harvey, and M. Pagel. 1990. Species number, population density and body size relationships in natural communities. *Journal of Animal Ecology* 59:335-345.
- Bolton, B. 1972. Two new species of the ant genus *Epitritus* from Ghana, with a key to the world species (Hymn., Formicidae). *Entomologists' Monthly Magazine* 107:205-208.
- . 1973a. A remarkable new arboreal ant genus (Hym. Formicidae) from West Africa. *Entomologists' Monthly Magazine* 108:234-237.
- . 1973b. The ant genus *Polyrhachis* F. Smith in the Ethiopian region (Hymenoptera: Formicidae). *Bulletin of the British Museum (Natural History)*. *Entomology* 28:283-369.
- . 1973c. New synonymy and a new name in the ant genus *Polyrhachis* F. Smith (Hym., Formicidae). *Entomologists' Monthly Magazine* 109: 172-180.
- . 1974a. A revision of the Palaeotropical arboreal ant genus *Cataulacus* F. Smith (Hymenoptera: Formicidae). *Bulletin of the British Museum (Natural History)*. *Entomology* 30: 1-105.
- . 1974b. A revision of the ponerine ant genus *Plectroctena* F. Smith (Hymenoptera: Formicidae). *Bulletin of the British Museum (Natural History)*. *Entomology* 30:309-338.
- . 1975a. A revision of the ant genus *Leptogenys* Roger (Hymenoptera: Formicidae) in the Ethiopian region with a review of the Malagasy species. *Bulletin of the British Museum (Natural History)*. *Entomology* 31 :235-305.
- . 1975b. A revision of the African ponerine ant genus *Psalidomyrmex* Andre (Hymenoptera: Formicidae). *Bulletin of the British Museum (Natural History)*. *Entomology* 32: 1-16.
- . 1975c. The *sexspinosa*-group of the ant genus *Polyrhachis* F. Smith (Hymn. Formicidae). *Journal of Entomology Series B* 44: 1-14. ---. 1976. The ant tribe Tetramoriini (Hymenoptera: Formicidae). Constituent genera, review of smaller genera and revision of *Triglyphothrix* Fore!. *Bulletin of the British Museum (Natural History)*. *Entomology* 34:281-379.
- . 1977. The ant tribe Tetramoriini (Hymenoptera: Formicidae). The genus *Tetramorium* Mayr in the Oriental and Indo-Australian regions, and in Australia. *Bulletin of the British Museum (Natural History)*. *Entomology* 36:67-151.
- . 1979. The ant tribe Tetramoriini (Hymenoptera: Formicidae). The genus *Tetramorium* Mayr in the Malagasy region and in the New World. *Bulletin of the British Museum (Natural History)*. *Entomology* 38:129-181.
- . 1980. The ant tribe Tetramoriini (Hymenoptera: Formicidae). The genus *Tetramorium* Mayr in the Ethiopian zoogeographical region. *Bulletin of the British Museum (Natural History)*. *Entomology* 40: 193-384.
- . 1981 a. A revision of the ant genera *Meranoplus* F. Smith, *Dicroaspis* Emery and *Calyptomymex* Emery (Hymenoptera: Formicidae) in the Ethiopian zoogeographical region. *Bulletin of the British Museum (Natural History)*. *Entomology* 42:43-81.
- . 1981 b. A revision of six minor genera of Myrmicinae (Hymenoptera: Formicidae) in the Ethiopian zoogeographical region. *Bulletin of the British Museum (Natural History)*. *Entomology* 43:245-307.
- . 1982. Afrotropical species of the myrmicine ant genera *Cardiocondyla*, *Leptothorax*, *Melissotarsus*, *Messor* and *Cataulacus* (Formicidae). *Bulletin of the British Museum*



- (Natural History). Entomology 45:307-370.
- . 1983. The Afrotropical dacetine ants (Formicidae). Bulletin of the British Museum (Natural History). Entomology 46:267--416. ---. 1984. Diagnosis and relationships of the myrmicine ant genus *Ishakidris* gen. n. (Hymenoptera: Formicidae). Systematic Entomology 9:373-382.
- . 1986. A taxonomic and biological review of the tetramoriine ant genus *Rhoptromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). Systematic Entomology 11:1-17.
- . 1987. A review of the *Solenopsis* genusgroup and revision of Afrotropical *Monomorium* Mayr (Hymenoptera: Formicidae). Bulletin of the British Museum (Natural History). Entomology 54:263--452.
- . 1988a. *Secostruma*, a new subterranean tetramoriine ant genus (Hymenoptera: Formicidae). Systematic Entomology 13:263-270. ---. 1988b. A review of *Paratopula* Wheeler, a forgotten genus of myrmicine ants (Hym., Formicidae). Entomologists' Monthly Magazine 124: 125-143.
- . 1990a. Abdominal characters and status of the cerapachyine ants (Hymenoptera, Formicidae). Journal of Natural History 24:53-68.
- . 1990b. [Untitled. A key to the living subfamilies of ants, based on the worker caste.] Pp. 33-34. In B. Holldobler and E. O. Wilson, The Ants. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- . 1990c. Army ants reassessed: The phylogeny and classification of the doryline section (Hymenoptera, Formicidae). Journal of Natural History 24:1339-1364.
- . 1990d. The higher classification of the ant subfamily Leptanillinae (Hymenoptera: Formicidae). Systematic Entomology. 15:267-282. ---. 1991. New myrmicine genera from the Oriental Region (Hymenoptera: Formicidae). Systematic Entomology 16:1-13.
- . 1992. A review of the ant genus *Recurvidris* (Hym.: Formicidae), a new name for *Trigonogaster* Fore!. Psyche (Cambridge) 99:35--48. ---. 1994. Identification Guide to the Ant Genera of the World. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- . 1995a. A taxonomic and zoogeographical census of the extant ant taxa (Hymenoptera: Formicidae). Journal of Natural History 29: 1037-1056.
- . 1995b. A New General Catalogue of the Ants of the World. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- . 1999. Ant genera of the tribe Dacetonini (Hymenoptera: Formicidae). Journal of Natural History 33:1639-1689.
- Bolton, B., and R. Belshaw. 1993. Taxonomy and biology of the supposedly lestoproctid ant genus *Paedalgus* (Hymenoptera: Formicidae). Systematic Entomology 18:181-189.
- Bolton, B., and A. C. Marsh 1989. The Afrotropical thermophilic ant genus *Ocymyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). Journal of Natural History 23:1267-1308.
- Bond, w., and P. Slingsby. 1984. Collapse of an antplant mutualism: The Argentine ant (*Iridomyrmex humilis*) and myrmecochorous proteaceae. Ecology 65:1031-1037.
- Bonham, C. D. 1989. Measurements for Terrestrial Vegetation. John Wiley and Sons, New York.
- Borgmeier, T. 1955. Die Wanderameisen der neotropischen Region. Studia Entomologica 3: 1-720.
- . 1959. Revision der Gattung *Atta* Fabricius (Hymenoptera, Formicidae). Studia Entomologica (n.s.) 2:321-390.
- . 1963. Revision of the North American phorid flies. Part I. The Phorinae,

- Aenigmatiinae, and Metopininae, except Megaselia (Diptera: Phoridae). *Studia Entomologica* (n.s.) 6:1-256.
- Borror, D., C. Triplehorn, and N. Johnson. 1989. *An Introduction to the Study of Insects*. W. B. Saunders, Philadelphia.
- Brandao, C. R. E. 1989. *Belonopelta minima*, a new species from Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 33:135-138.
- . 1990. Systematic revision of the neotropical ant genus *Megalomyrmex* Forel (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae) with the description of thirteen new species. *Arquivos de Zoologia* (Museu de Zoologia da Universidade de Sao Paulo) 31:411-481.
- . 1991. Adendos ao Catalogo Abreviado das Formigas da Regiao Neotropical (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Brasileira de Entomologia* 35(2):319-412.
- Brandao, C. R. E, and J. E. Lattke. 1990. Description of a new Ecuadorian *Gnamptogenys* species (Hymenoptera: Formicidae), with a discussion on the status of the *alfaria* group. *Journal of the New York Entomological Society* 98:489-494.
- Brandao, C. R. E, and R. V. S. Paiva. 1994. The Galapagos ant fauna and the attributes of colonizing ant species. pp. 1-10. *In* D. E Williams (ed.), *Exotic Ants: Biology, Impact, and Control of Introduced Species*. Westview Press, Boulder, Colorado.
- Brandao, C. R. E, and P. E. Vanzolini. 1985. Notes on incubatory inquilinism between squamata (Reptilia) and the neotropical fungus-growing ant genus *Acromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). *Papeis Avulsos de Zoologia* (Sao Paulo) 36:31-36.
- Brandao, C. R. E, J. L. M. Diniz, and E. M. Tomotake. 1991. *Thaumatomyrmex* strip millipedes for prey: A novel predatory behaviour in ants, and the first case of sympatry in the genus (Hymenoptera: Formicidae). *Insectes Sociaux* 38:335-344.
- Brandao, C. R. E, J. L. M. Diniz, D. Agosti, and J. H. Delabie. 1999. Revision of the Neotropical ant subfamily Leptanilloidinae. *Systematic Entomology* 24: 17-36.
- Brian, M. V. 1964. Ant distribution in a southern English heath. *Journal of Animal Ecology* 33:451-461.
- Brian, M. v., and A. D. Brian. 1951. Insolation and ant populations in the west of Scotland. *Transactions of the Royal Entomological Society of London* 102:303-330.
- Brian, M. v., M. D. Mountford, A. Abbott, and S. Vincent. 1976. The changes in ant species distribution during ten years' post-fire regeneration of a heath. *Journal of Animal Ecology* 45:115-133.
- Brothers, D. J. 1975. Phylogeny and classification of the aculeate Hymenoptera, with special reference to Mutillidae. *University of Kansas Science Bulletin* 50:483-648.
- Brothers, D. J., and J. M. Carpenter. 1993. Phylogeny of Aculeata: Chrysoidea and Vespoidea (Hymenoptera). *Journal of Hymenoptera Research* 2:227-304.
- Brown, B. V. 1993. Taxonomy and preliminary phylogeny of the parasitic genus *Apocephalus*, subgenus *Mesophora* (Diptera: Phoridae). *Systematic Entomology* 18:191-230.
- Brown, B. v., and D. H. Feener Jr. 1991a. Behavior and host location cues of *Apocephalus paraponerae* (Diptera: Phoridae), a parasitoid of the giant tropical ant, *Paraponera clavata* (Hymenoptera:

- Formicidae). *Biotropica* 23:182-187.
- . 1991b. Life history parameters and description of the larva of *Apocephalus paraponerae* (Diptera: Phoridae), a parasitoid of the giant tropical ant *Paraponera clavata* (Hymenoptera: Formicidae), *Journal of Natural History* 25:221-231.
- Brown, J. H. 1995. *Macroecology*. University of Chicago Press, Chicago.
- Brown, J. H., T. Valone, and C. Curtin. 1997. Reorganization of an arid ecosystem in response to recent climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 94:9729-9733.
- Brown, W. L., Jr. 1945. An unusual behavior pattern observed in a Szechuanese ant. *Journal of the West China Border Research Society, Series B* 15: 185-186.
- . 1948. A preliminary generic revision of the higher Dacetini (Hymenoptera: Formicidae). *Transactions of the American Entomological Society* 74:101-129.
- . 1949a. Synonymic and other notes on Formicidae (Hymenoptera). *Psyche* (Cambridge) 56:41-49.
- . 1949b. Revision of the ant tribe Dacetini.
- III. *Epitritus* Emery and *Quadristruma* new genus (Hymenoptera: Formicidae). *Transactions of the American Entomological Society* 75:43-51.
- . 1949c. Revision of the ant tribe Dacetini.
- I. Fauna of Japan, China and Taiwan. *Mushi* 20: 1-25.
- . 1949d. Revision of the ant tribe Dacetini.
- IV. Some genera properly excluded from the Dacetini, with the establishment of the Basicerotini new tribe. *Transactions of the American Entomological Society* 75:83-96.
- . 1950. Revision of the ant tribe Dacetini.
- II. *Glomyromyrmex* Wheeler and closely related small genera. *Transactions of the American Entomological Society* 76:27-36.
- . 1952. On the identity of *Adlerzia* Forel (Hymenoptera: Formicidae). *Pan-Pacific Entomologist* 28:173-177.
- . 1953a. Revisionary studies in the ant tribe Dacetini. *American Midland Naturalist* 50: 1-137. ---. 1953b. Characters and synonymies among the genera of ants. Part II. *Breviora* 18: 1-8.
- . 1953c. Revisionary notes on the ant genus *Myrmecia* of Australia. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, Harvard University* 111:1-35.
- . 1954a. (1953) The Indo-Australian species of the ant genus *Strumigenys* Fr. Smith: *S. wallacei* Emery and relatives. *Psyche* (Cambridge) 60:85-89.
- Brown, W. L., Jr. 1954b. Remarks on the internal phylogeny and subfamily classification of the family Formicidae. *Insectes Sociaux* 1:22-31.
- . 1955. A revision of the Australian ant genus *Notoncus* Emery, with notes on the other genera of Melophorini. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, Harvard College* 113:471-494.
- . 1958. Contributions toward a reclassification of the Formicidae. II. Tribe Ectatommini (Hymenoptera). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, Harvard University* 118: 173-362.
- . 1959. A revision of the dacetine ant genus *Neostruma*. *Breviora* 107:1-13.
- . 1960. Contributions toward a reclassification of the Formicidae. III. Tribe Amblyoponini (Hymenoptera). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, Harvard University*

- 122: 143-230.
- . 1962. The neotropical species of the ant genus *Strumigenys* Fr. Smith: Synopsis and keys to the species. *Psyche* (Cambridge) 69:238-267. ---. 1964. The ant genus *Smithistruma*: A first supplement to the World revision (Hymenoptera: Formicidae). *Transactions of the American Entomological Society* 89: 183-200.
- . 1965. Contributions to a reclassification of the Formicidae. IV. Tribe Typhlomyrmecini (Hymenoptera). *Psyche* (Cambridge) 72:65-78. ---. 1967. Studies on North American ants. II. *Myrmecina*. *Entomological News* 78:233-240.
- . 1972. *Asketogenys acubecca*, a new genus and species of dacetine ants from Malaya (Hymenoptera: Formicidae). *Psyche* (Cambridge) 79:23-26.
- . 1973. A comparison of the Hylean and Congo-West African rain forest ant faunas. Pp. 161-185. In B. J. Meggers, E. S. Ayensu, and W. D. Duckworth (eds.), *Tropical Forest Ecosystems in Africa and South America: A Comparative Review*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- . 1974a. A supplement to the revision of the ant genus *Basiceros* (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of the New York Entomological Society* 82:131-140.
- . 1974b. *Concoctio* genus nov. *Pilot Register of Zoology*. Card No. 29.
- . 1974c. *Concoctio concentra* species nov. *Pilot Register of Zoology*. Card No. 30. ---. 1974d. *Dolioponera* genus nov. *Pilot Register of Zoology*. Card No. 31.
- . 1974e. *Dolioponera fustigera* species nov. *Pilot Register of Zoology*. Card No. 32.
- . 1975. Contributions toward a reclassification of the Formicidae. V. Ponerinae, tribes Platythyreini, Cerapachyini, Cylindromyrmecini, Acanthostichini, and Aenictogitini. *Search Agriculture* (Ithaca, N.Y.) 5(1):1-115.
- . 1976a. *Cladarogenys* genus nov. *Pilot Register of Zoology*. Card No. 33.
- . 1976b. *Cladarogenys lasia* species nov. *Pilot Register of Zoology*. Card No. 34.
- . 1976c. Contributions toward a reclassification of the Formicidae. Part VI. Ponerinae, tribe Ponerini, sub tribe Odontomachiti. Section A. Introduction, subtribal characters. Genus *Odontomachus*. *Studia Entomologica* 19:67-171.
- . 1977 a. An aberrant new genus of myrmicine ant from Madagascar. *Psyche* (Cambridge) 84:218-224.
- . 1977b. A supplement to the world revision of *Odontomachus* (Hymenoptera: Formicidae). *Psyche* (Cambridge) 84:281-285.
- . 1978. Contributions toward a reclassification of the Formicidae. Part VI. Ponerinae, tribe Ponerini, subtribe Odontomachiti. Section B. Genus *Anochetus* and bibliography. *Studia Entomologica* 20:549-638.
- . 1979. A remarkable new species of *Proceratium*, with dietary and other notes on the genus (Hymenoptera: Formicidae). *Psyche* (Cambridge) 86:337-346.
- . 1980a. *Protalaridris* genus nov. *Pilot Register of Zoology*. Card No. 36.
- . 1980b. *Protalaridris armata* species nov. *Pilot Register of Zoology*. Card No. 37.
- . 1985. *Indomyrma dasyptyx*, new genus and species, a myrmicine ant from peninsular India (Hymenoptera: Formicidae). *Israel Journal of Entomology* 19:37-49.
- Brown, W. L., Jr., and R. G. Boisvert. 1979. The dacetine ant genus *Pentastruma*. *Psyche* (Cambridge) 85:201-207.
- Brown, W. L., Jr., and W. W. Kempf. 1960. A world revision of the ant tribe

- Basicerotini. *Studia Entomologica* (n.s.) 3:161-250.
- . 1967. *Tatuidris*, a remarkable new genus of Formicidae (Hymenoptera). *Psyche* (Cambridge) 74:183-190.
- . 1969. A revision of the neotropical dacetine ant genus *Acanthognathus* (Hymenoptera: Formicidae). *Psyche* (Cambridge) 76:87-109.
- Brown, W. L., Jr., W. H. Gotwald Jr., and J. Levieux. 1970. A new genus of ponerine ants from West Africa (Hymenoptera: Formicidae) with ecological notes. *Psyche* (Cambridge) 77:259-275.
- Brues, C. T. 1925. *Scyphodon*, an anomalous genus of Hymenoptera of doubtful affinities. *Treubia* 6:93-96.
- Buckley, R. C. 1982a. Ant-plant interactions: A world review. Pp. 111-141. In R. C. Buckley (ed.), *Ant-Plant Interactions in Australia*. Dr. W. Junk, The Hague.
- . 1982b. A world bibliography of ant-plant interactions. Pp. 143-162. In R. C. Buckley (ed.), *Ant-Plant Interactions in Australia*. Dr. W. Junk, The Hague.
- Bukowski, T. C. 1991. Solifugae in *AUa* foraging columns. P. 70. In B. A. Loiselle and C. K. Augspurger (eds.), *OTS 91-1: Tropical Biology: An Ecological Approach*. Organization for Tropical Studies, Duke University, Durham, North Carolina.
- Bunge, J., and M. Fitzpatrick. 1993. Estimating the number of species: A review. *Journal of the American Statistical Association* 88:364-373.
- Bunzli, G. H. 1935. Untersuchungen tiber coccidophile Ameisen aus den Kaffeefeldern von Surinam. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* 16:453-593.
- Burbridge, A. H., K. Leicester, S. McDavitt, and J. D. Majer. 1992. Ants as indicators of disturbance at Yanchep National Park, Western Australia. *Journal of the Royal Society of Western Australia* 75:89-95.
- Buren, W. F. 1968a. Some fundamental taxonomic problems in *Formica* (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of the Georgia Entomological Society* 3:25-40.
- . 1968b. A review of the species of *Crematogaster*, sensu stricto, in North America (Hymenoptera, Formicidae). Part II. Descriptions of new species. *Journal of the Georgia Entomological Society* 3:91-121.
- Burnham, K. P., and W. S. Overton. 1978. Estimation of the size of a closed population when capture probabilities vary among animals. *Biometrika* 65:623-633.
- . 1979. Robust estimation of population size when capture probabilities vary among animals. *Ecology* 60:927-936.
- Buschinger, A. 1981. Biological and systematic relationships of social parasitic Leptothoracini from Europe and North America. Pp. 211-222. In P. E. Howse and J.-L. Clement (eds.), *Biosystematics of Social Insects*. Systematics Association Special Volume No. 19. Academic Press, London.
- . 1989. Evolution, speciation, and inbreeding in the parasitic ant genus *Epimyrma* (Hymenoptera, Formicidae). *Journal of Evolutionary Biology* 2:265-283.
- Buschinger, A., and U. Winter. 1983. *Myrmicinosporidium durum* Holldobler 1933, Parasit bei Ameisen (Hym., Formicidae) in Frankreich, der Schweiz und Jugoslawien wieder aufgefunden. *Zoologischer Anzeiger* 210:393-398.
- Buschinger, A., J. Heinze, K. Jessen, P. Douwes, and U. Winter. 1987. First European record of a queen ant carrying a mealybug during her mating flight. *Naturwissenschaften* 74:139-140.

- Buschinger, A., W. Ehrhardt, K. Fischer, and J. Ofer. 1988. The slave-making ant genus *Chalepoxenus* (Hymenoptera, Formicidae). I. Review of literature, range, slave species. *Zoologische Jahrbticher. Abteilung fur Systematik, Okologie und Geographie der Tiere* 115:383-401.
- Buschinger, A., R. G. Kleespies, and R. D. Schumann. 1995. A gregarine parasite of *Leptothorax* ants from North America. *Insectes Sociaux* 42:219-222.
- Byrne, M. M. 1994. Ecology of twig-dwelling ants in a wet lowland tropical forest. *Biotropica* 26:61-72.
- Caetano, F. H. 1989. Endosymbiosis of ants with intestinal and salivary gland bacteria. In W. Schwemmler and G. Gassner (eds.), *Insect Endosymbionts: Morphology, Physiology, Genetics, Evolution*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Caetano, F. H., and C. Cruz-Landim. 1985. Presence of microorganisms in the alimentary canal of ants of the tribe Cephalotini (Myrmicinae): Location and relationship with intestinal structures. *Naturalia* 10:37-47.
- Cagniant, H. 1997. The ant genus *Tetramorium* (Hymenoptera: Formicidae) in Morocco. *Annales de la Societe Entomologique de France* 33(1):89-100.
- Cagniant, H., and X. Espadaler. 1997a. *Leptothorax*, *Epimyrma* and *Chalepoxenus* of Morocco (Hymenoptera: Formicidae). Key and catalogue of species. *Annales de la Societe Entomologique de France* 33(3):259-284.
- Cagniant, H., and X. Espadaler. 1997b. The ant genus *Messor* in Morocco (Hymenoptera: Formicidae). *Annales de la Societe Entomologique de France* 33(4):419-434.
- Camilo, G. R., and S. A. Phillips Jr. 1990. Evolution of ant communities in response to invasion by the fire ant *Solenopsis invicta*. Pp. 190-198. In R. K. Vander Meer, K. Jaffe, and A. Cedeno (eds.), *Applied Myrmecology: A World Perspective*. Westview Press, Boulder, Colorado.
- Cammell, M. E., M. J. Way, and M. R. Paiva. 1996. Diversity and structure of ant communities associated with oak, pine, eucalyptus, and arable habitats in Portugal. *Insectes Sociaux* 43:37-46.
- Carpenter, S., T. Frost, I. Kitchell, and T. Kratz. 1993. Species dynamics and global environmental change: A perspective from ecosystem experiments. pp. 267- 279. In P. Kareiva, J. Kingsolver, and R. Huey (eds.), *Biotic Interactions and Global Change*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Chao, A. 1984. Non-parametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics* 11:265-270.
- . 1987. Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. *Biometrics* 43:783-791.
- Chao, A., and S. M. Lee. 1992. Estimating the number of classes via sample coverage. *Journal of the American Statistical Association* 87 :210-217.
- Chao, A., M. C. Ma, and M. C. K. Yang. 1993. Stopping rules and estimation for recapture debugging with unequal failure rates. *Biometrika* 80: 193-201.
- Chapela, I. H., S. A. Rehner, T. R. Schultz, and U. G. Mueller. 1994. Evolutionary history of the symbiosis between the fungus-growing ants and their fungi. *Science* 266:1691-1694.
- Chapman, T. A. 1920. Contributions to the life history of *Lycaena euphemus* Hb. *Transactions of the Royal Entomological Society of London* 1919:450-465.
- Chazdon, R. L., R. K. Colwell, J. S. Denslow, and M. R. Guariguata. 1998. Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in

- primary and secondary rain forests of northeastern Costa Rica. Pp. 285-309. *In* F. Dallmeier and J. A. Comiskey (eds.), *Forest Biodiversity Research, Monitoring and Modeling: Conceptual Background and Old World Case Studies*. Parthenon, Paris.
- Chen, Y.-c., W.-H. Hwang, A. Chao, and c.- Y Kuo. 1995. Estimating the number of common species. Analysis of the number of common bird species in Ke-Yar Stream and Chung-Kang Stream. *Journal of the Chinese Statistical Association* 33:373-393. [In Chinese with English abstract.]
- Cherrett, I. M. 1986. History of the leaf-cutting ant problem. Pp. 10-17. *In* C. S. Lofgren and R. K. Vander Meer (eds.), *Fire Ants and Leaf Cutting Ants: Biology and Management*. Westview Press, Boulder, Colorado
- Chew, R. M. 1995. Aspects of the ecology of three species of ants (*Myrmecocystus* spp., *Aphaenogaster* sp.) in desertified grassland in southeastern Arizona, 1958-1993. *American Midland Naturalist* 134:75-83.
- Chew, R. M., and J. De Vita. 1980. Foraging characteristics of a desert ant assemblage: Functional morphology and species separation in Cochise County, Arizona. *Journal of Arid Environments* 3:75-83.
- Christian, K., and S. R. Morton. 1992. Extreme thermophilia in a central Australian ant, *Melophorus bagoti*. *Physiological Zoology* 65:885-905.
- Clark, D. B., C. Guayasamin, O. Pazmifio, C. Donoso, and Y Paez de Villacfs. 1982. The tramp ant *Wasmannia auropunetata*: Autecology and effects on ant diversity and distribution on Santa Cruz Island, Galapagos. *Biotropica* 14:196-207.
- Clark, J. 1930. The Australian ants of the genus *Dolichoderus* (Formicidae). Subgenus *Hypoclinea* Mayr. *Australian Zoologist* 6:252-268.
- . 1936. A revision of Australian species of *Rhytidoponera* Mayr (Formicidae). *Memoirs of the National Museum of Victoria* 9:14-89. ---. 1951. The Formicidae of Australia, Vol. 1: Subfamily Myrmeciinae. CSIRO, Melbourne.
- Clausen, C. P. 1940a. *Entomophagous Insects*. McGraw-Hill, New York.
- . 1940b. The immature stages of the Eucharidae. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 42:161-170.
- . 1940c. The oviposition habits of the Eucharidae (Hymenoptera). *Journal of the Washington Academy of Sciences* 30:504-516.
- . 1941. The habits of the Eucharidae. *Psyche* (Cambridge) 48:57-69.
- Clements, R. O. 1982. Sampling and extraction techniques for collecting invertebrates from grassland. *Entomologists' Monthly Magazine* 118:133-142.
- Clench, H. K. 1979. How to make regional lists of butterflies: Some thoughts. *Journal of the Lepidopterist Society* 33:216-231.
- Cobabe, E. A., and W. D. Allmon. 1994. Effects of sampling on paleoecologic and taphonomic analyses in high-diversity fossil accumulations: An example from the Eocene Gosport Sand, Alabama. *Lethaia* 27:167-178.
- Coddington, J. A., L. H. Young, and F. A. Coyle. 1996. Estimating spider species richness in a southern Appalachian cove hardwood forest. *Journal of Arachnology* 24: 111-128.
- Coenen-Stass D., Schaarschmidt, and I. Lamprecht. 1980. Temperature distribution and calorimetric determination of heat production in the nest of the wood ant, *Formica polyctena* (Hymenoptera: Formicidae). *Ecology* 61:238-244.

- Cole, A. C., Jr. 1940. A guide to the ants of the Great Smoky Mountains National Park, Tennessee. *American Midland Naturalist* 24:1-88.
- . 1949. Notes on *Gesomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). *Entomological News* 60:181. ---. 1968. *Pogonomyrmex* Harvester Ants: A Study of the Genus in North America. University of Tennessee Press, Knoxville.
- Colwell, R. K. 1997. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 5. User's guide and application published at: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- Colwell, R. K., and J. A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B* 345: 101-118.
- Colwell, R. K., and G. C. Hurtt. 1994. Nonbiological gradients in species richness and a spurious Rapaport effect. *American Naturalist* 144:570-595.
- Connell, J. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199:1302-1310.
- Connell, J., and W. Sousa 1983. On the evidence needed to judge ecological stability or persistence. *American Naturalist* 121:789-824.
- Convention on Biological Diversity. 1992.
- Convention on Biological Diversity. United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro.
- Cover, S. P., J. E. Tobin, and E. O. Wilson. 1990. The ant community of a tropical lowland rain forest site in Peruvian Amazonia. Pp. 699-700. *In* G. K. Veeresh, B. Mallik, and C. A. Viraktamath (eds.), *Social Insects and the Environment*. Proceedings of the 11th International Congress of IUSI, 1990. Oxford and IBH Publishing, New Delhi.
- Cowling, R. M., and J. J. Midgely. 1996. The influence of regional phenomena on an emerging global ecology. *Global Ecology and Biogeography Letters* 5:63-65.
- Cranston, P. S., and J. W. H. Trueman. 1997. "Indicator" taxa in invertebrate biodiversity assessment. *Memoirs of the Museum of Victoria* 56(2):267-274.
- Creighton, W. S. 1950. The ants of North America. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, Harvard College* 104:1-585.
- . 1957. A study of the genus *Xenomyrmex* (Hymenoptera, Formicidae). *American Museum Novitates* 1843:1-14.
- Crist, T. o., and J. A. Wiens. 1994. Scale effects of vegetation structure on forager movements and seed harvesting by ants. *Oikos* 69:37-46. ---. 1996. The distribution of ant colonies in a semiarid landscape: Implications for community and ecosystem processes. *Oikos* 76:301-311.
- Crosland, M. W. J. 1988. Effect of a gregarine parasite on the color of *Myrmecia pilosula* (Hymenoptera: Formicidae). *Annals of the Entomological Society of America* 81 :481-484.
- Crowell, K. L. 1968. Rates of competitive exclusion by the Argentine ant in Bermuda. *Ecology* 49:551-555.
- Crozier, R. H. 1990. From population genetics to phylogeny: Uses and limits of mitochondrial DNA. *Australian Systematic Botany* 3: 111-124
- Culver, D. S. 1974. Species packing in Caribbean and North temperate ant



- communities. *Ecology* 55:974-988.
- Cushman, J. H., J. H. Lawton, and B. F. J. Manly. 1993. Latitudinal patterns in European ant assemblages: Variation in species richness and body size. *Oecologia* 95:30-37.
- Darlington, P. J., Jr. 1971. The carabid beetles of New Guinea. Part IV. General considerations; analysis and history of fauna; taxonomic supplement. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, Harvard College* 142: 129-337.
- Davidson, D. W. 1977a. Species diversity and community organization in desert seed-eating ants. *Ecology* 58:711-724.
- . 1977b. Foraging ecology and community organization in desert seed-eating ants. *Ecology* 58:725-737.
- . 1978. Size variability in the worker caste of a social insect (*Veromessor pergandei* Mayr) as a function of the competitive environment. *American Naturalist* 112:523-532.
- . 1980. Some consequences of diffuse competition in a desert ant community. *American Naturalist* 116:92-105.
- . 1988. Ecological studies of Neotropical ant gardens. *Ecology* 69: 1138-1152.
- . 1997. The role of resource imbalances in the evolutionary ecology of tropical arboreal ants. *Biological Journal of the Linnean Society* 61:153-181.
- . 1998. Resource discovery versus resource domination in ants: A functional mechanism for breaking the tradeoff. *Ecological Entomology* 23:484-490.
- Davidson, D. w., and L. Patrell-Kim. 1996. Tropical arboreal ants: Why so abundant? Pp. 127-140.
- In A. C. Gibson (ed.), *Neotropical Biodiversity and Conservation*. University of California, Los Angeles Botanical Garden Publication Number I. University of California, Los Angeles.
- Davidson, D. W., J. H. Brown, and R. S. Inouye. 1980. Competition and the structure of granivore communities. *BioSciences* 30(4):233-238.
- Davidson, D. w., J. T. Longino, and R. R. Snelling. 1988. Pruning of host plant neighbors by ants: An experimental approach. *Ecology* 69:801-808.
- Davidson, D. w., R. R. Snelling, and J. T. Longino. 1989. Competition among ants for myrmecophytes and the significance of plant trichomes. *Biotropica* 21 :64-73.
- De Kock, A. E., and J. H. Giliomee. 1989. A survey of the Argentine ant, *Iridomyrmex humilis* (Mayr) (Hymenoptera: Formicidae) in South African fynbos. *Journal of the Entomological Society of Southern Africa* 52: 157-164.
- De Vries, P. J., D. Murray, and R. Lande. 1997. Species diversity in vertical, horizontal, and temporal dimensions of a fruit-feeding butterfly community in an Ecuadorian rainforest. *Biological Journal of the Linnean Society* 62:343-364.
- Delabie, J. H. C. 1995. Inquilinismo simultaneo de duas especies de *Centromyrmex* (Hymenoptera; Formicidae; Ponerinae) em cupinzeiros de *Syntermes* sp. (Isoptera; Termitidae; Nasutermitinae). *Revista Brasileira de Entomologia* 39:605-609.
- Delabie, J. H. C., and H. G. Fowler. 1995. Soil and litter cryptic ant assemblages of Bahian cocoa plantations. *Pedobiologia* 39:423--433.
- Delabie, J. H. C., I. C. do Nascimento, and C. dos S. F. Mariano. 2000. Importance de l'agriculture cacaoyere pour le mainien de la biodiversite: Etude comparee de la myrmecofaune de differents milieux du sud--est de Bahia, Bresil (Hymenoptera; Formicidae). In *Proceedings for the 12th International*

- Cocoa Research Conference, Lagos, Nigeria.
- Delabie, J. H. C., A. B. Casimiro, I. C. do Nascimento, A. L. B. do Souza, M. Furst, A. M. V. da Encarnacao, M. R. B. Smith, and I. M. Cazorla. 1994. Stratification de la communauté de fourmis (Hymenoptera: Formicidae) dans une cacaoyère brésilienne et conséquences pour le contrôle naturel des ravageurs du cacaoyer. Pp. 823-831. *In* Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Cocoa Research Conference, Lagos, Nigeria.
- Delabie, J. H. C., I. C. do Nascimento, P. Pacheco, and A. B. Casimiro. 1995. Community structure of house-infesting ants (Hymenoptera: Formicidae) in Southern Bahia, Brazil. *Florida Entomologist* 78:264-270.
- Deslippe, R. I., and R. Savolainen. 1994. Role of food supply in structuring a population of *Formica* ants. *Journal of Animal Ecology* 63:756-764.
- Deyrup, M., J. Trager, and N. Carlin. 1985. The genus *Odontomachus* in the southeastern United States (Hymenoptera: Formicidae). *Entomological News* 96:188-195.
- Di Castri, E., J. Robertson Vernhes, and T. Younes. 1992. Inventorying and monitoring biodiversity. *Biology International*. 27:1-27.
- Diniz, J. L. M. 1990. Revisão sistemática da tribo Stegomyrmicini, com a descrição de uma nova espécie (Hymenoptera, Formicidae). *Revista Brasileira de Biologia* 34:277-295.
- Diniz, J. L. M., and C. R. E Brandão. 1993. Biology and myriapod egg predation by the Neotropical myrmicine ant *Stegomyrmex vizottoi* (Hymenoptera: Formicidae). *Insectes Sociaux* 40:301-311.
- Dixon, A. E. G. 1985. *Aphid Ecology*. Chapman and Hall, New York.
- Dlussky, G. M. 1964. The ants of the subgenus *Coptoformica* of the genus *Formica* (Hymenoptera, Formicidae) of the USSR. *Zoologicheskii Zhurnal* 43:1026-1040. [In Russian.]
- . 1965. Ants of the genus *Formica* L. of Mongolia and northeast Tibet (Hymenoptera, Formicidae). *Annales Zoologici (Warsaw)* 23: 15---43.
- . 1967. Ants of the Genus *Formica* (Hymenoptera, Formicidae, g. *Formica*). Nauka, Moscow. [In Russian.]
- . 1969. Ants of the genus *Proformica* Ruzs. of the USSR and contiguous countries (Hymenoptera, Formicidae). *Zoologicheskii Zhurnal* 48: 218-232. [In Russian.]
- Dlussky, G. M., and B. Pisarski. 1971. Rewizja polskich gatunków mrówek (Hymenoptera: Formicidae) z rodzaju *Formica* L. *Fragmenta Faunistica (Warsaw)* 16:145-224.
- Dlussky, G. M., and A. G. Radchenko. 1994. Ants of the genus *Diplorhoptrum* (Hymenoptera, Formicidae) from the central Palearctic. *Zoologicheskii Zhurnal* 73(2): 102-111. [In Russian.]
- Dlussky, G. M., and O. S. Soyunov. 1988. Ants of the genus *Temnothorax* Mayr (Hymenoptera: Formicidae) of the USSR. *Izvestiya Akademii Nauk Turkmenskoi SSR, Seriya Biologicheskikh Nauk* 1988(4):29-37. [In Russian.]
- Donisthorpe, H. 1946. *reneopone gibber* (Hym., Formicidae), a new genus and species of myrmicine ant from Mauritius. *Entomologists' Monthly Magazine* 82:242-243.
- Dorow, W. H. O. and R. J. Kohout. 1995. A review of the subgenus *Hemioptica* Roger of the genus *Polyrhachis* Fr. Smith with description of a new species (Hymenoptera: Formicidae):

- Formicinae). Zoologische Mededelingen (Leiden) 69(1-14): 93-104.
- DuBois, M. B. 1981. Two new species of inquiline *Monomorium* from North America (Hymenoptera: Formicidae). University of Kansas Science Bulletin 52:31-37.
- . 1986. A revision of the native New World species of the ant genus *Monomorium* (*minimum* group) (Hymenoptera: Formicidae). University of Kansas Science Bulletin 53:65-119.
- . 1998. A revision of the ant genus *Stenammas* in the Palaearctic and Oriental regions (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). Sociobiology 32(2): 193---403.
- Dumpert, K. 1981. The Social Biology of Ants. Translated by C. Johnson. Pitman, Boston.
- . 1985. *Camponotus* (*Karavaievia*) *texens* sp. n. and *C. (K.) gombaki* sp. n. from Malaysia in comparison with other *Karavaievia* species (Formicidae: Formicinae). Psyche (Cambridge) 92:557-573.
- Dumpert, K., U. Maschwitz, A. Weisslog, K.
- Rosciszewski, and I. H. Azarae. 1995. Six new weaver ant species from Malaysia: *Camponotus* (*Karavaievia*) *striaticeps*, *c. (K.) melanus*, *c. (K.) nigripes*, *c. (K.) belumensis*, *c. (K.) gentingensis*, and *C. (K.) micragyne*. Malaysian Journal of Science 16A:87-105.
- Eisner, T. 1957. A comparative morphological study of the proventriculus of ants (Hymenoptera: Formicidae), Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, Harvard College 116:439-490.
- Elmes, G. W. 1991. Ant colonies and environmental disturbance. Pp. 15-32./n P. S. Meadows and A. Meadows (eds.), Environmental Impact of Burrowing Animals and Animal Burrows. Clarendon Press, Oxford.
- Emery, C. 1897. Revisione del genere *Diacamma* Mayr. Rendiconti delle Sessione dell' Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna (n.s.) 1:147-167.
- . 1901. Notes sur les sous-familles des Dorylines et Ponerines (Famille des Formicides). Annales de la Societe Entomologique de Belgique 45:32-54.
- . 1910. Hymenoptera. Fam. Formicidae. Subfam. Dorylinae. Genera Insectorum 102: 1-34. ---. 1911. Hymenoptera. Fam. Formicidae. Subfam. Ponerinae. Genera Insectorum 118: 1-125.
- . 1913 (1912). Hymenoptera. Fam. Formicidae. Subfam. Dolichoderinae. Genera Insectorum 137:1-50.
- . 1920. La distribuzione geografica attuale delle formiche. Tentativo di spiegarne la genesi col soccorso di ipotesi filogenetiche e paleogeografiche. Atti della Reale Accademia dei Lincei. Memorie. Classe di Scienze, Fische, Matematiche e Naturali (5)13:357--450.
- . 1921. Hymenoptera. Fam. Formicidae. Subfam. Myrmicinae. [part] Genera Insectorum 174A: 1-94 + 7 plates.
- . 1922. Hymenoptera. Fam. Formicidae. Subfam. Myrmicinae. [part] Genera Insectorum 174B:95-206.
- . 1925a. Hymenoptera. Fam. Formicidae. Subfam. Formicinae. Genera Insectorum 183:1-302. ---. 1925b. Revision des especes palearctiques du genre *Tapinoma*. Revue Suisse Zoologique 32:45-64.
- Entomological Society of Canada. 1978. Collections of Canadian Insects and Certain Related Groups. Entomological Society of Canada, Ottawa.

- Erickson, J. M. 1971. The displacement of native ant species by the introduced Argentine ant *Iridomyrmex humilis* Mayr. *Psyche* (Cambridge) 78:257-266.
- Erwin, T. L. 1983. Beetles and other arthropods of tropical forest canopies at Manaus, Brazil, sampled by insecticidal fogging. Pp. 59-79. *In* S. L. Sutton, T. C. Whitmore, and A. C. Chadwick (eds.), *Ecology and Management of Tropical Rainforest*. Blackwell, Oxford.
- . 1986. The tropical forest canopy: The heart of biotic diversity. Pp. 123-129. *In* E. O. Wilson (ed.), *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, D.C.
- . 1989. Sorting tropical forest canopy samples (an experimental project for networking information). *Insect Collection News* 2(1):8.
- Espadaler, X. 1982. *Myrmecinosporidium* sp., parasite interne des fourmis: Etude au meb de la structure externe. Pp. 239-241. *In* A. deHaro and X. Espadaler (eds.), *La Communication chez les Societes d'Insectes. Colloque Internationale de l'Union Internationale pour l'Etude des Insectes Sociaux, Section francaise, Barcelona, 1982*. Universidad Autonoma de Barcelona, Bellaterra.
- Ettershank, G. 1966. A generic revision of the world Myrmicinae related to *Solenopsis* and *Pheidologeton* (Hymenoptera: Formicidae). *Australian Journal of Zoology* 14:73-171.
- Evans, H. E. 1962. A review of nesting behavior of digger wasps of the genus *Aphilanthops*, with special attention to the mechanics of prey carriage. *Behavior* 19:239-260.
- . 1977. Prey specificity in *Clypeadon* (Hymenoptera: Sphecidae). *Pan-Pacific Entomologist* 53: 144.
- Farquharson, C. 0.1914. The growth of fungi on the shelters built over Coccidae by *Cremastogaster-ants*. *Transactions of the Entomological Society of London* 1914:42-50.
- . 1918. *Harpagomyia* and other Diptera fed by *Cremastogaster* ants in S. Nigeria. *Proceedings of the Entomological Society of London* 1918:29-39.
- Feener, D. H., Jr. 1981. Competition between ant species: Outcome controlled by parasitic flies. *Science* 214:815-817.
- Feener, D. H., Jr., and K. A. G. Moss. 1990. Defense against parasites by hitchhikers in leafcutting ants: A quantitative assessment. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 26: 17-29.
- Feener, D. H., Jr., L. F. Jacobs, and J. O. Schmidt. 1996. Specialized parasitoid attracted to a pheromone of ants. *Animal Behavior* 51:61-66.
- Fellers, G. M., and J. H. Fellers. 1982. Scavenging rates of invertebrates in an eastern deciduous forest. *American Midland Naturalist* 107:389-392.
- Fellers, J. H. 1987. Interference and exploitation in a guild of woodland ants. *Ecology* 68:1466-1478. ---. 1989. Daily and seasonal activity in woodland ants. *Oecologia* 78:69-76.
- Fernandez, C. E, and M. L. H. Baena. 1997. Ants of Colombia VII: New species of the genera *Lachnomyrmex* Wheeler and *Megalomyrmex* Forel (Hymenoptera: Formicidae). *Caldasia* 19(1-2): 109-114.
- Fernandez, C. E and E. E. Palacio. 1997. Key to northern South America's *Pogonomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) with description of a new species. *Revista de Biologia Tropical* 45(4): 1649-1661.
- Ferreira, L. V., and G. T. Prance. 1998. Species richness and floristic composition in four hectares in the Jau National Park in upland forests in Central Amazonia. *Biodiversity and Conservation* 7: 1349-1364.

- Fisher, B. L. 1996a. Ant diversity patterns along an elevational gradient in the Reserve Naturelle Intégrale d' Andringitra, Madagascar. *Fieldiana: Zoology* (n.s.) 85:93-108.
- . 1996b. Origins and affinities of the ant fauna of Madagascar. Pp. 457-465. *In* W. L. Lourenco (ed.), *Biogéographie de Madagascar*. Editions ORSTOM, Paris.
- . 1997. Biogeography and ecology of the ant fauna of Madagascar (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Natural History* 31 :269-302.
- . 1998. Ant diversity patterns along an elevational gradient in the Reserve Speciale d'Anjanaharibe-Sud and on the western Masoala Peninsula, Madagascar. *Fieldiana: Zoology* (n.s.) 90:39-67.
- . 1999a. Improving inventory efficiency: A case study of leaf litter diversity in Madagascar. *Ecological Applications* 9:714-731.
- . 1999b. Ant diversity patterns along an elevational gradient in the Reserve Naturelle Intégrale d' Andohahela, Madagascar. *Fieldiana: Zoology* (n.s.) 94:129-147.
- Fisher, B. L., and S. Razafimandimby. 1997. Les fourmis (Hymenoptera: Formicidae). Pp. 104/109. *In* O. Langrand and S. M. Goodman (eds.), *Inventaire Biologique Forêts de Vohibasia et d'Isoky- Vohimena. Recherches pour le Développement, Serie Sciences Biologiques No. 12. Centre d'Information et de Documentation Scientifique et Technique and World Wide Fund for Nature, Antananarivo, Madagascar.*
- Fisher, B. L., H. Ratsirarson, and S. Razafimandimby. 1998. Les Fourmis (Hymenoptera: Formicidae). Pp. 107-131. *In* J. Ratsirarson and S. M. Goodman (eds.), *Inventaire Biologique de la Forêt Littorale de Tampolo (Fenoarivo Atsinaana). Recherches pour le Développement, Serie Sciences Biologiques No. 14. Centre d'Information et de Documentation Scientifique et Technique and World Wide Fund for Nature. Antananarivo, Madagascar.*
- Fittkau, E. J., and H. Klinge. 1973. On biomass and trophic structure of the Central Amazonian rain forest ecosystem. *Biotropica* 5:2-14.
- Fluker, S. S., and J. W. Beardsley. 1970. Sympatric associations of three ants: *Iridomyrmex humilis*, *Pheidole megacephala*, and *Anoplolepis longipes* in Hawaii. *Annals of the Entomological Society of America* 63:1290-1296.
- Forel, A 1901. Fourmis termitophages, lestobiose, *Atta tardigrada*, sous-genres d'Euoponera, *Annales de la Societe Entomologique de Belgique* 45:389-398.
- Fowler, H. G. 1988. Taxa of the neotropical grasscutting ants, *Acromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae: Attini). *Cientffica (Jaboticaba)* 16:281-295.
- . 1995. Biodiversity estimates: Ant communities and the rare ant species (Hymenoptera: Formicidae) in a fauna of a sub-tropical island. *Revista de Matematica e Estatfstica, Sao Paulo* 13:29-38.
- Fowler, H. G., J. V. E. Bernardi, and L. F. T. di Romagnano. 1990. Community structure and *Solenopsis invicta* in Sao Paulo. Pp. 199-207. *In* R. K. Vander Meer, K. Jaffe, and A Cedeno (eds.), *Applied Myrmecology: A World Perspective*. Westview Press, Boulder, Colorado.
- Fox, M. D., and B. J. Fox. 1982. Evidence for interspecific competition influencing ant species diversity in a regenerating heathland. Pp. 99-110. *In* R. C. Buckley (ed.), *Ant-Plant Interactions in Australia*. Dr. W. Junk, The Hague.
- Francoeur, A. 1973. Revision taxonomique des especes nearctiques du groupe *[usca*, genre *Formica* (Formicidae, Hymenoptera). *Memoires de la Societe*

- Entomologique du Quebec 3:1-316.
- Francoeur, A. 1985. *Formicoxenus quebecensis* Francoeur sp. nov. Pp. 378-379. In A. Francoeur, R. Loisel, and A. Buschinger. Biosystematique de la tribu Leptothoracini (Formicidae, Hymenoptera). 1. Le genre *Formicoxenus* dans la region holarctique. Naturaliste Canadian (Quebec) 112:343-403.
- Franks, N. R., and W. H. Bossert. 1983. The influence of swarm raiding army ants on the patchiness and diversity of a tropical leaf-litter ant community. Pp. 151-163. In S. L. Sutton, T. C. Whitmore, and A. C. Chadwick (eds.), Tropical Rain Forest: Ecology and Management. Blackwell, Oxford.
- Friese, C. F., and M. F. Allen. 1988. The interaction of harvester ant activity and VA mycorrhizal fungi. Proceedings of the Royal Society of Edinburgh 94B:176.
- . 1993. The interaction of harvester ants and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in a patchy semi-arid environment: The effects of mound structure on fungal dispersion and establishment. Functional Ecology 7: 13-20.
- Gadagkar, R., K. Chandrashekhara, and P. Nair. 1990. Insect species diversity in tropics: Sampling methods and a case study. Journal of the Bombay Natural History Society 87(3):337-353.
- Gadagkar, R., P. Nair, K. Chandrashekhara, and D. M. Bhat. 1993. Ant species richness and diversity in some selected localities in Western Ghats, India. Hexapoda 5:79-94.
- Gaedike, R., 1995. Colecciones entomologicae (1961-1994). Nova Supplementa. Entomologica (Berlin) 6: 1-83.
- Gallardo, A. 1929. Note sur les moeurs de la fourmi *Pseudoatta argentina*. Revista de la Sociedad Entomologica Argentina 2: 197-202.
- Gallardo, J. M. 1951. Sobre urn Teiidae (Reptilia, Sauria) poco conocido para la fauna Argentina. Comunicaciones Instituto Nacional de Investigaciones in Ciencia Naturales 2:8.
- Galle, L. 1991. Structure and succession of ant assemblages in a north European sand dune area. Holarctic Ecology 14:31-37.
- Gaston, K. 1994. Rarity. Chapman and Hall, New York.
- . 1996. Species richness: Measure and measurement. Pp. 77-113. In K. J. Gaston (ed.), Biodiversity: A Biology of Numbers and Difference. Blackwell, Cambridge.
- Gauch, H. G., Jr. 1982. Multivariate Analysis in Community Structure. Cambridge University Press, Cambridge.
- Gauld, I., and B. Bolton. 1988. The Hymenoptera Oxford University Press, New York.
- Goeldi, E. 1897. Die Fortpflanzungsweise von 13 brasilianischen Reptilien. Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere 10:640-674.
- Goldstein, E. L. 1975. Island biogeography of ants. Evolution 29:750-762.
- Goldstein, P. Z. 1999. Functional ecosystems and biodiversity buzzwords. Conservation Biology 13:247-255.
- Goncalves, C. R. 1961. O genero *Acromyrmex* no Brasil (Hymn, Formicidae). Studia Entomologica 4:113-180.
- Gosswald, K. 1932. Okologische Studien über die Ameisenfauna des mittleren Maingebietes. Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie 142: 1-156.
- Gotelli, N. J. 1993. Ant lion zones: Causes of high density predator aggregations. Ecology 74:2262-2267.
- . 1996. Ant community structure: Effects of predatory ant lions. Ecology 77:630-

638.

- Gotwald, W. H., Jr. 1969. Comparative morphological studies of the ants, with particular reference to the mouthparts (Hymenoptera: Formicidae). *Memoirs of the Cornell University Agricultural Experimental Station* 408:1-150.
- . 1982. Army ants. Pp. 157-254. *In* H. R. Hermann (ed.), *Social Insects*, Vol. 4. Academic Press, New York.
- . 1995. *Army Ants: The Biology of Social Predation*. Cornell University Press, Ithaca, New York.
- Gotwald, W. H., Jr., and W. L. Brown Jr. 1966. The ant genus *Simopelta* (Hymenoptera: Formicidae). *Psyche* (Cambridge) 73:261-277.
- Goulet, H., and J. T. Huber (eds.). 1993. *Hymenoptera of the World: An Identification Guide to Families*. Publication 1894/E. Center for Land and Biological Resources Research, Research Branch, Agriculture Canada, Ottawa, Ontario.
- Greenslade, P., and P. J. M. Greenslade. 1971. The use of baits and preservatives in pitfall traps. *Journal of the Australian Entomological Society* 10:253-260.
- Greenslade, P. J. M. 1964. Pitfall trapping as a method for studying populations of Carabidae (Coleoptera). *Journal of Animal Ecology* 33:301-310.
- . 1971. Interspecific competition and frequency changes among ants in Solomon Islands coconut plantations. *Journal of Applied Ecology* 8:323-352.
- . 1972. Comparative ecology of four tropical ant species. *Insectes Sociaux* 19:195-212. ---. 1973. Sampling ants with pitfall traps: Digging-in effects. *Insectes Sociaux* 20:343-353.
- . 1978. Ants. Pp. 109-113. *In* W. A. Low (ed.), *The Physical and Biological Features of Kunoth Paddock in Central Australia*. Technical Paper No.4. CSIRO Division of Land Resources, Canberra.
- . 1979. *A Guide to Ants of South Australia*. South Australian Museum, Adelaide.
- Greenslade, P. J. M., and P. Greenslade. 1977. Some effects of vegetation cover and disturbance on a tropical ant fauna. *Insectes Sociaux* 24:163-182.
- Gregg, R. E. 1959 (1958). Key to the species of *Pheidole* (Hymenoptera: Formicidae) in the United States. *Journal of the New York Entomological Society* 66:7-48.
- . 1963. *The Ants of Colorado*. University of Colorado Press, Boulder.
- Grimaldi, D., Agosti, D., and J. M. Carpenter. 1997. New and rediscovered primitive Ants (Hymenoptera: Formicidae) in Cretaceous Amber from New Jersey, and their phylogenetic Relationships. *American Museum Novitates* 3208:1-43.
- Grime J. P. 1979. *Plant Strategies and Vegetation Processes*. John Wiley and Sons, Chichester, U.K.
- Haines, B. L. 1978. Element and energy flows through colonies of the leaf-cutting ant, *Atta colombica*, in Panama. *Biotropica* 10:270-277. ---. 1983. Leaf-cutting ants bleed mineral elements out of rainforest in southern Venezuela. *Tropical Ecology* 24:85-93.
- Hamilton, W. D. 1964. The genetical evolution of social behaviour. 1. *Journal of Theoretical Biology* 7:1-16.
- Hamilton, W. D. 1972. Altruism and related phenomena, mainly in social insects. *Annual Review of Ecology and Systematics* 3:193-232.
- Handel, S. N., and A. J. Beattie. 1990a. La dispersion des graines par les fourmis. *Pour la Science* 156:54-61.

- . 1990b. Seed dispersal by ants. *Scientific American* 263:76-83.
- Handel, S. N., S. B. Fisch, and G. E. Schatz. 1981. Ants disperse a majority of herbs in a mesic forest community in New York State. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 108:430-437.
- Harada, A. Y., and A. G. Bandeira. 1994. Estratificacao e densidade de invertebrados em solo arenoso sob floresta primaria e plantios arbóreos na Amazonia central durante estacao seca. *Acta Amazonica* 24: 103-118.
- Harris, R. A. 1979. A glossary of surface sculpturing. California Department of Food and Agriculture Laboratory Services! *Entomology Occasional Papers in Entomology* 28:1-31.
- Hashimoto, Y. 1996. Skeletomuscular modifications associated with the formation of an additional petiole on the anterior abdominal segments in aculeate Hymenoptera. *Japanese Journal of Entomology* 64:340-356.
- Hashmi, A. A. 1973. A revision of the Neotropical ant subgenus *Myrmothrix* of genus *Camponotus* (Hymenoptera: Formicidae). *Studia Entomologica* 16:1-140.
- Haskins, C. P., and E. F. Haskins. 1965. *Pheidole megacephala* and *Iridomyrmex humilis* in Bermuda-Equilibrium or slow replacement? *Ecology* 46:736-740.
- . 1988. Final observations on *Pheidole megacephala* and *Iridomyrmex humilis* in Bermuda. *Psyche (Cambridge)* 95:177-184.
- Hayek, L. C., and M. A. Buzas. 1996. *Surveying Natural Populations*. Columbia University Press, New York.
- Heinze, J., and B. Holldobler, 1994. Ants in the cold. *Memorabilia Zoologica* 48:99-108.
- Heltsh, J. F., and N. E. Forrester. 1983. Estimating species richness using the jackknife procedure. *Biometrics* 39:1-11.
- Heppner, J. B., and G. Lamas. 1982. Acronyms for world museum collections of insects, with an emphasis on Neotropical Lepidoptera. *Bulletin of the Entomological Society of America* 28: 305-316.
- Heraty, J. M. 1985. A revision of the nearctic Eucharitinae (Hymenoptera: Chalcidoidea: Eucharitidae). *Proceedings of the Entomological Society of Ontario* 116:61-103.
- . 1986. *Pseudochalcura* (Hymenoptera: Eucharitidae), a New World genus of chalcidoids parasitic on ants. *Systematic Entomology* 11:183-212.
- Heraty, J. M., and D. C. Darling. 1984. Comparative morphology of the planidial larvae of the Eucharitidae and Perilampidae (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Systematic Entomology* 9:309-328.
- Herbers, J. M. 1985. Seasonal structuring of a north temperate ant community. *Insectes Sociaux* 32: 224-240.
- . 1989. Community structure in north temperate ants: Temporal and spatial variation. *Oecologia* 81:201-211.
- . 1994. Structure of an Australian ant community with comparisons to North American counterparts (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* 24:293-306.
- Herbers, J. M., and S. Grieco. 1994. Population structure of *Leptothorax ambiguus*, a facultatively polygynous and polydomous ant species. *Journal of Evolutionary Biology* 7:581-598.
- Heyer, W. R., M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L.-A. C. Hayek, and M. S. Foster. 1994. *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.



- Hinkle, G., J. K. Wetterer, T. R. Schultz, and M. L. Sogin. 1994. Phylogeny of the attine ant fungi based on analysis of small subunit ribosomal RNA gene sequences. *Science* 266: 1695-1697.
- Hinton, H. E. 1951. Myrmecophilous Lycaenidae and other Lepidoptera-A summary. *Proceedings and Transactions of the South London Entomological and Natural History Society (1949-1950)*: 111-175.
- Holldobler, B. 1967. Zur Physiologie der GastWirt-Beziehungen (Myrmecophilie) bei Ameisen. I. Das Gastverhältnis der *Atemeles*- und *Lomechusa*-Larven (Col. Staphylinidae) zu Formica (Hym. Formicidae). *Zeitschrift für Vergleichende Physiologie* 56: 1-121.
- . 1968. Verhaltensphysiologische Untersuchungen zur Myrmecophilie einiger Staphylinidenlarven. *In* W. Herre (ed.), *Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft (Heidelberg, 1967)*, *Zoologischer Anzeiger*, Supplement 31 :428-434.
- . 1983. Territorial behavior in the green tree ant (*Oecophylla smaragdina*). *Biotropica* 15:241-250.
- Holldobler, B., and C. J. Lumsden. 1980. Territorial strategies in ants. *Science* 210:732-739.
- Holldobler, B., and Wilson, E. O. 1977. The number of queens: an important trait in ant evolution. *Naturwissenschaften* 64: 8-15.
- . 1990. *The Ants*. Belknap Press, Cambridge, Massachusetts.
- Holldobler, K. 1929. Über eine merkwürdige Parasitenerkrankung von *Solenopsis fugax*. *Zeitschrift für Parasitenkunde* 2:67-72.
- . 1933. Weitere Mitteilungen über Haplosporidien in Ameisen. *Zeitschrift für Parasitenkunde* 6:91-100.
- Holway, D. A. 1995. Distribution of the Argentine ant (*Linepithema humile*) in Northern California. *Conservation Biology* 9: 1634-1637.
- Holway, D. A., A. V. Suarez, and T. J. Case. 1998. Loss of intraspecific aggression in the success of a widespread invasive social insect. *Science* 282:949-952.
- Hood, W. G., and W. R. Tschinkel. 1990. Desiccation resistance in arboreal and terrestrial ants. *Physiological Entomology* 15:23-35.
- Hom, w., and I. Kahle. 1935a. *Über Entomologische Sammlungen, Entomologen, und Entomo-Museologie*. *Entomologische Beihefte, Berlin-Dahlem*.
- . 1935b. *Supplement to: Über Entomologische Sammlungen, Entomologen, und Entomo-Museologie*. *Entomologische Beihefte, Berlin-Dahlem*.
- Hom, w., I. Kahle, G. Friese, and R. Gaedike. 1990. *Collecciones Entomologicae. Ein Kompendium über den Verbleib Entomologischer Sammlungen der Welt bis 1960*. Edition Akademischer Landwirtschaftswissenschaften, Berlin.
- Horvitz, C., and D. Schemske. 1990. Spatiotemporal variation in insect mutualists of a neotropical herb. *Ecology* 71: 1085-1097.
- Hudson, K., and A. Nichols (eds.). 1975. *The Directory of World Museums*. Columbia University Press, New York.
- Huggert, L., and L. Masner. 1983. A review of myrmecophilic-symphilic diapiiid wasps in the Holarctic realm, with descriptions of new taxa and a key to genera (Hymenoptera: Proctotrupoidea: Diapiiidae). *Contributions of the American Entomological Institute* 20:63-89.
- Hughes, R. G. 1986. Theories and models of species abundance. *American*

- Naturalist 128:879-899.
- Human, K., and D. Gordon. 1996. Exploitative and interference competition between the Argentine ant and native ant species. *Oecologia* 105:405-412.
- Hung, A. C. F. 1967. A revision of the ant genus *Polyrhachis* at the subgeneric level. *Transactions of the American Entomological Society* 93:395-422.
- . 1970. A revision of ants of the subgenus *Polyrhachis* Fr. Smith (Hymenoptera: Formicidae: Formicinae). *Oriental Insects* 4: 1-36.
- Huxley, C. R. 1978. The ant-plants *Myrmecodia* and *Hydnophytum* (Rubiaceae), and the relationships between their morphology, ant occupants, physiology and ecology. *New Phytologist* 80:231-268.
- Huxley, C. R., and D. F. Cutler (eds.). 1991. *Ant-Plant Interactions*. Oxford University Press, Oxford.
- Iwanarni, Y., and T. Iwadare. 1978. Inhibiting effects of myrmicacin on pollen growth and pollen tube mitosis. *Botanical Gazette* 139:42-45.
- Jackson, D. A. 1984. Ant distribution patterns in a Cameroonian cocoa plantation: Investigation of the ant mosaic hypothesis. *Oecologia* 62:318-324.
- Jacobson, E. 1909. Ein Moskito als Gast und diebischer Schmarotzer der *Cremastogaster difformis* Smith und eine andere schmarotzende Fliege. *Tijdschrift voor Entomologie* 52: 158-164.
- Jaeger, E. C. 1955. *A Source-Book of Biological Names and Terms* (3rd ed.). Charles C. Thomas, Springfield, Illinois.
- Janet, C. 1897. Sur les rapports de *Antennophorus uhlmanni* Haller avec le *Lasius mixtus* Ny\.. *Comptes Rendus de l' Academie des Sciences Paris* 124:583-585.
- Janos, D. P. 1993. Vesicular-arbuscular mycorrhizae of epiphytes. *Mycorrhiza* 4: 1-4.
- Janzen, D. H. 1966. Coevolution of mutualism between ants and acacias in Central America. *Evolution* 20:249-275.
- . 1967. Interaction of the bull's-horn acacia (*Acacia cornigera* L.) with an ant inhabitant (*Pseudomyrmex ferruginea* F. Smith) in eastern Mexico. *University of Kansas Science Bulletin* 47:315-558.
- Janzen, D. H., M. Ataroff, M. Farinas, S. Reyes,
- N. Rincon, A. Soler, P. Soriano, and M. Vera. 1976. Changes in the arthropod community along an elevational transect in the Venezuelan Andes. *Biotropica* 8: 193-203.
- Jeanne, R. L. 1979. A latitudinal gradient in rates of ant predation. *Ecology* 60:1211-1224.
- Jebb, M. 1991. Cavity structure and function in the tuberous Rubiaceae. Pp. 374-389. *In* C. R. Huxley and D. F. Cutler (eds.), *Ant-Plant Interactions*. Oxford University Press, Oxford.
- Johnson, R. A. 1992. Soil texture as an influence on the distribution of the desert seed-harvester ants *Pogonomyrmex rugosus* and *Messor pergandei*. *Oecologia* 89:118-124.
- Jolivet, P. 1996. *Ants and Plants: An Example of Coevolution* (Enlarged Edition). Backhuys, Leiden, Netherlands.
- Jongman, R. H. G., C. J. F. ter Braak, and O. F. R. van Tongeren. 1995. *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Jouvenaz, D. P. 1986. Diseases of fire ants: Problems and opportunities. Pp. 327-338. *In* C. S. Lofgren and R. K. Vander Meer (eds.), *Fire Ants and Leaf-Cutting*

- Ants: Biology and Management. Westview Press, Boulder, Colorado.
- Jouvenaz, D. P., and D. W. Anthony. 1979. *Mattesia geminata* sp. n. (Neogregarinida: Ophrocystidae), a parasite of the tropical fire ant, *Solenopsis geminata* (Fabricius). *Journal of Protozoology* 26:354-356.
- Jouvenaz, D. P., G. E. Allen, W. A. Banks, and D. P. Wojcik. 1977. A survey for pathogens of fire ants, *Solenopsis* spp., in the Southeastern United States. *Florida Entomologist* 60:275-279.
- Kane, M. D. 1997. Microbial fermentation in insect guts. Pp. 231-265. In R. I. Mackie and B. A. White (eds.), *Ecology and Physiology of Gastrointestinal Microbes*. Vol. I. *Gastrointestinal Fermentations and Ecosystems*. Chapman and Hall, New York.
- Karawajew, W. 1906. Weitere Beobachtungen tiber Arten der Gattung *Antennophorus*. *Memoires de la Societe des Naturalistes de Kiev* 20:209-230.
- Kareiva, P., J. Kingsolver, and R. Huey. 1993. Bioti: Interactions and Global Change. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Kaspari, M. 1993a. Body size and microclimate use in Neotropical granivorous ants. *Oecologia* 96:500-507.
- . 1993b. Removal of seeds from Neotropical frugivore droppings. *Oecologia* 95:81-99.
- . 1996a. Litter ant patchiness at the  $1\text{ m}^2$  scale: Disturbance dynamics in three Neotropical forests. *Oecologia* 107:265-273.
- . 1996b. Testing resource-based models of patchiness in four Neotropical litter ant assemblages. *Oikos* 76:443-454.
- . 1996c. Worker size and seed size selection by harvester ants in a Neotropical forest. *Oecologia* 105:397-404.
- Kaspari, M., and M. Byrne 1995. Caste allocation in litter *Pheidole*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 37:255-263.
- Kaspari, M., and E. L. Vargo. 1995. Colony size as a buffer against seasonality: Bergmann's rule in social insects. *American Naturalist* 145:610-632.
- Kaspari, M., and M. Weiser. 1999. The size-grain hypothesis and interspecific scaling in ants. *Functional Ecology* 13:530-538.
- Kaspari, M., and S. Yanoviak. In press. Bait use in tropical litter and canopy ants--evidence for differences in nutrient limitation. *Biotropica*.
- Kaspari, M., L. Alonso, and S. O'Donnell. 2000a. Three energy variables predict ant abundance at a geographic scale. *Proceedings of the Royal Society B* 267:485-490.
- Kaspari, M., S. O'Donnell, and J. Kercher. 2000b. Energy, density, and constraints to species richness: Studies of ant assemblages along a productivity gradient. *American Naturalist* 155:280-293.
- Keeler, K. 1993. Fifteen years of colony dynamics in *Pogonomyrex occidentalis*, the western harvester ant, in western Nebraska. *Southwestern Naturalist* 38:286-289.
- Kempf, W. W. 1951. A taxonomic study on the ant tribe Cephalotini (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Entomologica (Rio de Janeiro)* 22: 1-244. ---. 1952. A synopsis of the pinelii-complex in the genus *Paracryptocerus* (Hym. Formicidae). *Studia Entomologica I*: 1-30.
- . 1957. Sobre algumas especies de *Procryptoeris* com a descricao duma especie nova (Hymenoptera, Formicidae). *Revista Brasileira de Biologia* 17:395-404.
- . 1958a. New studies of the ant tribe Cephalotini (Hym. Formicidae). *Studia Entomologica (n.s.)* 1:1-168.
- . 1958b. Estudos sobre *Pseudomyrmex II*. (Hymenoptera: Formicidae). *Studia*

- Entomologica (n.s.) 1 :433-462.
- . 1958c. Sobre algumas formigas neotrópicais do genero *Leptothorax* Mayr. Anais da Academia Brasileira de Ciencias 30:91-102.
- . 1959. Two new species of *Gymnomyrmex* Borgmeier, 1954 from southern Brazil, with remarks on the genus (Hymenoptera, Formicidae). Revista Brasileira de Biologia 19:337-344.
- . 1960a. *Phalacromyrmex*, a new ant genus from southern Brazil (Hymenoptera, Formicidae). Revista Brasileira de Biologia 20:89-92.
- . 1960b. A review of the ant genus *Mycetarotes* Emery (Hymenoptera, Formicidae). Revista Brasileira de Biologia 20:277-283.
- . 1960c. Estudo sobre *Pseudomyrmex* I. (Hymenoptera: Formicidae). Revista Brasileira de Entomologia 9:5-32.
- . 1961 a. A survey of the ants of the soil fauna in Surinam (Hymenoptera: Formicidae). Studia Entomologica 4:481-524.
- . 1961b. Estudos sobre *Pseudomyrmex* III. (Hymenoptera: Formicidae). Studia Entomologica 4:369-408.
- . 1962. Retoques a classificacao das formigas neotropicais do genero *Heteroponera* Mayr (Hym., Formicidae). Papeis Avulsos de Zoologia (Sao Paulo) 15:29-47.
- . 1963. A review of the ant genus *Mycocepurus* Forel, 1893 (Hymenoptera: Formicidae). Studia Entomologica 6:417-432.
- . 1964. A revision of the Neotropical fungusgrowing ants of the genus *Cyphomyrmex* Mayr. Part I: Group of *strigatus* Mayr (Hym., Formicidae). Studia Entomologica 7:1-44.
- . 1965. A revision of the Neotropical fungusgrowing ants of the genus *Cyphomyrmex* Mayr. Part II: Group of *rimosus* (Spinola) (Hym., Formicidae). Studia Entomologica 8:161-200.
- . 1967a. A synopsis of the Neotropical ants of the genus *Centromyrmex* Mayr (Hymenoptera: Formicidae). Studia Entomologica 9:401-410. ---. 1967b. Estudos sobre *Pseudomyrmex*. IV (Hymenoptera: Formicidae). Revista Brasileira de Biologia 12:1-12.
- . 1967c. Three new South American ants (Hym. Formicidae). Studia Entomologica 10:353-360.
- . 1967d. A new revisionary note on the genus *Paracryptocerus* Emery (Hym. Formicidae). Studia Entomologica 10:361-368.
- . 1968. A new species of *Cyphomyrmex* from Colombia, with further remarks on the genus (Hymenoptera, Formicidae). Revista Brasileira de Biologia 28:35-41.
- . 1971. A preliminary review of the ponerine ant genus *Dinoponera* Roger (Hymenoptera: Formicidae). Studia Entomologica 14:369-394. ---. 1972. Catalogo Abreviado das Formigas da Regiao Neotropical (Hymenoptera: Formicidae). Studia Entomologica 15:3-344.
- . 1973a. A revision of the Neotropical myrmicine ant genus *Hylomyrma* Forel (Hymenoptera: Formicidae). Studia Entomologica 16:225-260.
- . 1973b. A new *Zacryptocerus* from Brazil, with remarks on the generic classification of the tribe Cephalotini (Hymenoptera: Formicidae). Studia Entomologica 16:449-462.
- . 1974a. A review of the Neotropical ant genus *Oxyepoecus* Santschi (Hymenoptera:

- Formicidae). *Studia Entomologica* 17:471-512.
- . 1975a. A revision of the Neotropical ponerine ant genus *Thaumatomyrmex* Mayr (Hymenoptera: Formicidae). *Studia Entomologica* 18:951-26.
- . 1975b. Miscellaneous studies on neotropical ants. VI. (Hymenoptera, Formicidae). *Studia Entomologica* 18:341-380.
- Kempf, W. W., and K. Lenko. 1968. Novas observacoes e estudos sobre *Gigantiops destructor* (Fabricius) (Hymenoptera: Formicidae). *Papeis Avulsos de Zoologia* (Sao Paulo) 21 :209-230.
- Kent, M., and P. Coker. 1992. *Vegetation Description and Analysis: A Practical Approach*. Belhaven Press, London.
- King, J. R., A. N. Andersen, and A. D. Cutter. 1998. Ants as bioindicators of habitat disturbance: Validation of the functional group model for Australia's humid tropics. *Biodiversity and Conservation* 7: 1627-1638.
- Kistner, D. H. 1979. Social and evolutionary significance of social insect symbionts. Pp. 339-413. *In* H. R. Hermann (ed.), *Social Insects*, Vol. 1. Academic Press, New York.
- . 1982. The social insects' bestiary. Pp. 1-244. *In* H. R. Hermann (ed.), *Social Insects*, Vol. 3. Academic Press, New York.
- Kitching, R. L. 1993. Rainforest canopy arthropods: problems for rapid biodiversity assessment. Pp. 26-30. *In* A. J. Beattie (ed.), *Rapid Biodiversity Assessment: Proceedings of the Biodiversity Assessment Workshop*. Macquarie University, Sydney, Australia.
- Kleinfeldt, S. E. 1978. Ant-gardens: The interaction of *Codonanthe crassifolia* (Gesneriaceae) and *Crematogaster longispina* (Formicidae). *Ecology* 59:449-456.
- . 1986. Ant-gardens: Mutual exploitation. pp. 283-294. *In* B. Juniper and T. R. E. Southwood (eds.), *Insects and the Plant Surface*. Edward Arnold, London.
- Koch, C. F. 1987. Prediction of sample size effects on the measured temporal and geographic distribution patterns of species. *Paleobiology* 13: 100-107.
- Kohout, R. J. 1988. New nomenclature of the Australian ants of the *Polyrhachis gab* Forel species complex (Hymenoptera: Formicidae). *Australian Entomological Magazine* 15:49-52.
- . 1989. The Australian ants of the *Polyrhachis relucens* species-group (Hymenoptera: Formicidae). *Memoirs of the Queensland Museum* 27:509-516.
- . 1990. A review of the *Polyrhachis viehmeyeri* species-group (Hymenoptera: Formicidae). *Memoirs of the Queensland Museum* 28:499-508.
- Kohout, R. J., and R. W. Taylor. 1990. Notes on Australian ants of the genus *Polyrhachis* Fr. Smith, with a synonymic list of the species (Hymenoptera: Formicidae: Formicinae). *Memoirs of the Queensland Museum* 28:509-522.
- Kremen, C. 1992. Assessing the indicator properties of species assemblages for natural area monitoring. *Ecological Applications*. 2:203-217.
- Kremen C., R. K. Colwell, T. L. Erwin, D. D.
- Murphy, R. F. Noss, and M. A. Sanjayan. 1994. Terrestrial arthropod assemblages: Their use in conservation planning. *Conservation Biology* 7:796-808.
- Kugler, C. 1978. A comparative study of the myrmicine sting apparatus (Hymenoptera: Formicidae). *Studia Entomologica* 20:413-548.
- Kugler, C. 1994. A revision of the ant genus *Rogeria* with description of the sting apparatus (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Hymenoptera Research* 3:17-89.

- Kugler, c., and W. L. Brown Jr. 1982. Revisionary and other studies on the ant genus *Ectatomma*, including the description of two new species. *Search Agriculture* (Ithaca, N.Y.) 24: 1-8.
- Kugler, J. 1986. The Leptanillinae (Hymenoptera: Fonnnicidae) of Israel and a description of a new species from India. *Israel Journal of Entomolgy* 20:45-57.
- Kupyanskaya, A. N. 1980. Ants of the genus *Formica* Linnaeus (Hymenoptera, Fonnnicidae) of the Soviet Far East. Pp. 95-108. *In* P. A. Ler (ed.), *Taxonomy of Insects of the Far East*. Akademiya Nauk SSSR, Vladivostok. [In Russian.]
- . 1986. Ants (Hymenoptera, Fonnnicidae) of the group *Myrmica* lobicornis Nylander from the Far East. pp. 83-90. *In* P. A. Ler (ed.), *Systematics and Ecology of Insects from the Far East*. Akademiya Nauk SSSR, Vladivostok. [In Russian.]
- Kusnezov, N. 1951a. EI genero *Pogonomyrmex* Mayr (Hym., Fonnnicidae). *Acta Zoologica Lilloana* (Tucuman) 11 :227-333.
- . 1951 b. *Myrmelachista* en la Patagonia (Hymenoptera, Fonnnicidae). *Acta Zoologica Lilloana* (Tucuman) II :353-365.
- . 1951 c. EI genero *Pheidole* en la Argentina (Hymenoptera, Fonnnicidae). *Acta Zoologica Lilloana* (Tucuman) 12:5-88.
- . 1951d. EI genero *Camponotus* en la Argentina (Hymenoptera, Fonnnicidae). *Acta Zoologica Lilloana* (Tucuman) 12: 183-252. ---. 1951e. EI estado real del grupo *Dorymyrmex* Mayr (Hymenoptera, Fonnnicidae). *Acta Zoologica Lilloana* (Tucuman) 10:427-448. ---. 1955. Zwei neue Ameisengattungen aus Tucuman (Argentinien). *Zoologischer Anzeiger* 154:268-277.
- . 1957. Numbers of species of ants in faunae of different latitudes. *Evolution* 11:298-299.
- Kutter, H. 1931. *Forelophilus*, eine neue Ameisengattung. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* 15: 193-195. ---. 1945. Ein neue Ameisengattung. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* 19:485-487.
- . 1950. Uber eine neue, extrem parasitische Ameise. I. Mitteilung. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* 23:81-94.
- . 1973. Zur Taxonomie der Gattung *Chalepoxenus* (Hymenoptera, Formicidae, Mynnicae). *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* 46:269-280.
- Laakso, J., and H. Setala. 1997. Nest mounds of red wood ants (*Formica aquilonia*): Hot spots for litter-dwelling earthworms. *Oecologia* III :565569.
- Lagerheim, G. 1900. Uber *Lasiusfuliginosus* und seine Pilzzucht. *Entomologisk Tidskrift* 21:17-29.
- Lamas, G., R. K. Robbins, and D. I. Harvey. 1991. A preliminary survey of the butterfly fauna of Pakitza, Parque Nacional del Manu, Peru, with an estimate of its species richness. *Publicaciones del Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos* A 40: 1-19.
- Lambeck, R. J. 1997. Focal species: A multi-species umbrella for nature conservation. *Conservation Biology* 11:849-856.
- Lambshhead, I., and H. M. Platt. 1985. Structural patterns of marine benthic assemblages and their relationships with empirical statistical models. Pp. 371-380. *In* P. E. Gibbs (ed.), *Proceedings of the 19th European Marine Biology Symposium, Plymouth, 1984*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Landres, P. B., I. Verner, and I. W. Thomas. 1988.

- Ecological uses of vertebrate indicator species: A critique. *Conservation Biology* 2:316-328.
- Lattke, J. E. 1986. Two new species of neotropical *Anochetus* Mayr (Hymenoptera: Formicidae). *Insectes Sociaux* 33:352-358.
- . 1990. A new genus of myrmicine ants (Hymenoptera: Formicidae) from Venezuela. *Entomologica Scandinavica* 21: 173-178.
- . 1991. Studies of neotropical *Amblyopone* Erichson (Hymenoptera: Formicidae). *Contributions in Science*. Los Angeles County Museum 428:1-7.
- . 1995. Revision of the ant genus *Gnamptogenys* in the New World (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Hymenoptera Research* 4:137-193.
- . 1997. Revisión del genero *Apterostigma* Mayr (Hymenoptera: Formicidae). *Arquivos de Zoologia (Museu de Zoologia da Universidade de Sao Paulo)* 34:121-221.
- Lattke, J., and W. Goitia, 1997. El genero *Strumigenys* (Hymenoptera: Formicidae) en Venezuela. *Caldasia* 19(3):367-396.
- Launer, A. E., and D. D. Murphy. 1994. Umbrella species and the conservation of habitat fragments: A case of a threatened butterfly and a vanishing grassland ecosystem. *Biological Conservation* 69:145-153.
- Lavorel, S., S. McIntyre, J. Landsberg, and T. D. A. Forbes. 1997. Plant functional classifications: From general groups to specific groups based on response to disturbance. *Trends in Ecology and Systematics* 12:474-478.
- Lawton, J. 1994. What do species do in ecosystems? *Oikos* 71:364-374.
- Lawton, J. H., D. E. Bifnell, B. Bolton, G. F. Blowmers, P. Eggleton, P. M. Hammond, M. Hodda, R. D. Holt, T. B. Larsen, N. A. Mawdsley, N. E. Stork, D. S. Srivastava, and A. D. Watt. 1998. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. *Nature* 391:72-76.
- Leary, R., and F. Allendorf. 1989. Fluctuating asymmetry as an indicator of stress: Implications for conservation biology. *Trends in Ecology and Evolution* 4:214-217.
- Lee, S. M., and Chao, A. 1994. Estimating population size via sample coverage for closed capture-recapture models. *Biometrics* 50:88-97.
- Le Masne, G. 1941. *Tubicera lichtwardii* Schmitz (Dipt. Phoridae), hôte de *Plagiolepis pygmaea* Latr. (Hym. Formicidae). *Bulletin de la Societe Entomologique de France* 46:110-111.
- Lesica, P. 1993. Using plant community diversity in reserve design for pothole prairie on the Blackfeet Indian Reservation, Montana, USA. *Biological Conservation* 65:69-75.
- Lesica, P., and P. Kanno. 1998. Ants create hummocks and alter structure and vegetation of a mountain fen. *American Midland Naturalist* 139:58-68.
- Levieux, J. 1976. Etude de la structure du nid de quelques especes terricoles de fourmis tropicales. *Annales de l'Universite d' Abidjan, Serie C: Sciences* 12:23-33.
- . 1983. The soil fauna of tropical savannas. IV. The ants. Pp. 525-540. *In* F. Bourliere (ed.), *Tropical Savannas: Ecosystems of the World*. Elsevier, Amsterdam.
- Levings, S. C. 1983. Seasonal, annual and amongsite variation in the ground ant

- community of a deciduous tropical forest: Some causes of patchy species distributions. *Ecological Monographs* 53:435-455.
- Levings, S. C., and Traniello, J. F. A. 1981. Territoriality, nest dispersion, and community structure in ants. *Psyche* (Cambridge) 88:265-319.
- Levy R. 1996. Interspecific colony dispersion and niche relations of three large tropical rain forest ant species. Pp. 331-340. *In* D. S. Edwards, W. E. Booth, and S. C. Choy (eds.), *Tropical Rainforest Research*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Lieberburg, I., P. M. Kranz, and A. Seip. 1975. Bermudian ants revisited: The status and interaction of *Pheidole megacephala* and *Iridomyrmex humilis*. *Ecology* 56:473-478.
- Lincoln, R. J., and G. A. Boxshall. 1987. *The Cambridge Illustrated Dictionary of Natural History*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Linnaeus, C. 1758-1759. *Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis* (10th ed.). *Homiae, Salvii*. 2v.
- Littleddyke, M., and J. M. Cherrett. 1976. Direct ingestion of plant sap from cut leaves by leafcutting ants *Atta cephalotes* (L.) and *Acromyrmex octospinosus* (Reich) (Formicidae, Attini). *Bulletin of Entomological Research* 66:205-217.
- Longino, J. T. 1991. *Azteca* ants in Cecropia trees: Taxonomy, colony structure, and behaviour. Pp. 271-288. *In* C. R. Huxley and D. F. Cutler (eds.), *Ant-Plant Interactions*. Oxford University Press, Oxford.
- . 1994. How to measure arthropod diversity in a tropical rainforest. *Biology International* 28:3-13.
- Longino, J. T., and R. K. Colwell. 1997. Biodiversity assessment using structured inventory: Capturing the ant fauna of lowland tropical rainforest. *Ecological Applications* 7:1263-1277.
- Longino, J. T., and D. A. Hartley. 1994. *Perissomyrmex snyderi* (Hymenoptera: Formicidae) is native to Central America and exhibits worker polymorphism. *Psyche* (Cambridge) 101:195-202.
- Lubin, Y. D. 1984. Changes in the native fauna of the Galapagos Islands following invasion by the little red fire ant, *Wasmannia auropunctata*. *Biological Journal of the Linnean Society* 21:229-242.
- Ludwig, J. A., and J. F. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing*. John Wiley and Sons, New York.
- Luff, M. L. 1975. Some features influencing the efficiency of pitfall traps. *Oecologia* 19: 345-357.
- Lyford, W. H., 1963. Importance of ants to brown podzolic soil genesis in New England. *Harvard Forest Papers* 7.
- Lynch, J. F. 1981. Seasonal, successional, and vertical segregation in a Maryland ant community. *Oikos* 37:183-198.
- MacArthur, R., and E. O. Wilson. 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Mack, A. L. (ed.). 1998. A biological assessment of the Lakekamu basin, Papua New Guinea. RAP Working Papers No.9. Conservation International, Washington, D.C.
- MacKay, W. P. 1993. A review of the New World ants of the genus *Dolichoderus* (Hymenoptera):



- Formicidae). *Sociobiology* 22:1-148.
- . 1996. A revision of the ant genus *Acanthastichus* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* 27:129-179.
- . 1997. A revision of the Neotropical ants of the genus *Camponotus*, subgenus *Myrmostenus* (Hymenoptera: Formicidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 99( 1): 194-203.
- . 2000. A review of the New World ants of the subgenus *Myra*/ant, genus *Leptothorax* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* 36(2): 263-444.
- MacKay, W. P., and E. Mackay. 1997 . A revision of the Neotropical ants of the *montivagus* species complex, genus *Campo notus*, subgenus *Myrmentoma* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* 30(3):319-334.
- MacKay, W. P., and S. B. Vinson. 1989. A guide to the species identification of the New World ants. *Sociobiology* 16:3-47.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Majer, J. D. 1976. The maintenance of the ant mosaic in Ghana cocoa farms. *Journal of Applied Ecology* 13:123-144.
- . 1980. The influence of ants on broadcast and naturally spread seeds in rehabilitated bauxite mined areas. *Reclamation Review* 3:3-9.
- . 1983. Ants: Bioindicators of minesite rehabilitation, land-use, and land conservation. *Environmental Management* 7(4):375-383.
- . 1984. Recolonisation by ants in rehabilitated open-cut mines in Northern Australia. *Reclamation and Revegetation Research* 2:279-298.
- . 1985. Recolonization by ants of rehabilitated mineral sand mines on North Stradbroke Island, Queensland, with particular reference to seed removal. *Australian Journal of Ecology* 10: 31-48.
- . 1990. The abundance and diversity of arboreal ants in northern Australia. *Biotropica* 22: 191-199.
- . 1992. Ant recolonization of rehabilitated bauxite mines of P090S de Caldos, Brasil. *Journal of Tropical Ecology* 8:97-108.
- . 1996. The use of pitfall traps for sampling ants: A critique. *Proceedings of the Museum of Victoria* 56:323-329.
- Majer, J. D., and A. E. de Kock. 1992. Ant recolonization of sand mines near Richards Bay, South Africa: An evaluation of progress with rehabilitation. *South African Journal of Science* 88: 31-36.
- Majer, J. D., and J. H. C. Delabie. 1994. Comparison of the ant communities of annually inundated and terra firme forests at Trombetas in the Brazilian Amazon. *Insectes Sociaux* 41 :343-359.
- Majer, J. D., and O. G. Nichols. 1998. Long-term recolonization patterns of ants in rehabilitated bauxite mines, Western Australia. *Journal of Applied Ecology* 35:161-181.
- Majer, J. D., Day, J. E., Kabay, E. D., and Perriman, W. S. 1984. Recolonization by ants in bauxite mines rehabilitated by a number of different methods. *Journal of Applied Ecology* 21:355-375.
- Majer, J. D., J. H. C. Delabie, and N. L. McKenzie. 1997. Ant litter fauna of forest, forest edges and adjacent grasslands in the Atlantic rain forest region of Bahia, Brazil. *Insectes Sociaux* 44:255-266.
- Malicky, H. 1969. Versuch einer Analyse der ökologischen Beziehungen zwischen Lycaeniden (Lepidoptera) und Formiciden (Hymenoptera). *Tijdschrift voor Entomologie* 112:213-298.

- Mann, W. M. 1916. The Stanford Expedition to Brazil, 1911, John C. Branner, Director: The ants of Brazil. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, Harvard College 60:399-490.
- . 1921. The ants of the Fiji Islands. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, Harvard College 64:401-499.
- . 1926. Some new neotropical ants. Psyche (Cambridge) 33:97-107.
- Marsh, A. C. 1984. The efficacy of pitfall traps for determining the structure of a desert ant community. Journal of the Entomological Society of South Africa 47: 115-120.
- . 1985. Forager abundance and dietary relationships in a Namib Desert ant community. South African Journal of Zoology 20: 197-203.
- . 1986. Ant species richness along a climatic gradient in the Namib Desert. Journal of Arid Environments 11 :235-241.
- Martin, J. 1977. Collecting, Preparing, and Preserving Insects, Mites, and Spiders. The Insects and Arachnids of Canada, Part 1. Agriculture Canada, Ottawa.
- Maschwitz, U. 1974. Vergleichende Untersuchungen zur Funktion der Ameisenmetathorakaldriese. Oecologia 16:303-310.
- Maschwitz, U., and H. Hanel. 1985. The migrating herdsman *Dolichoderus (Diaholus) cuspidatus*: An ant with a novel mode of life. Behavioral Ecology and Sociobiology 17: 171-184.
- Maschwitz, U., and B. Holldobler. 1970. Der Kartonnestbau bei *Lasius fuliginosus* Latr. (Hym. Formicidae). Zeitschrift für Vergleichende Physiologie 66:176-189.
- Maschwitz, U., and P. Schonegge, 1980. Fliegen als Beute- und Brutrauber bei Ameisen. Insectes Sociaux 27:1-4.
- Maschwitz, u., K. Koob, and H. Schildknecht. 1970. Ein Beitrag zur Funktion der Metathoracaldriese der Ameisen. Journal of Insect Physiology 16:387-404.
- Masner, L. 1976. Notes on the ecitophilous diapriid genus *Mimopria* Holmgren (Hymenoptera: Proctotrupoidea, Diapriidae). Canadian Entomologist 108:123-126.
- Masuko, K. 1984. Studies on the predatory biology of oriental Dacetine ants (Hymenoptera: Formicidae). I. Some Japanese species of *Strumigenys*, *Pentastruma*, and *Epitritus*, and a Malaysian *Labidogenys*, with special reference to hunting tactics in short-mandibulate forms. Insectes Sociaux 31 :429-451.
- . 1995 (1994). Specialized predation on oribatid mites by two species of the ant genus *Myrmecina* (Hymenoptera: Formicidae). Psyche (Cambridge) 101: 159-173.
- May, R. M. 1975. Patterns of species abundance and diversity. Pp. 81-120. In M. L. Cody and J. M. Diamond (eds.), Ecology and Evolution of Communities. Belknap Press, Cambridge, Massachusetts.
- . 1990. How many species? Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B 330 (1257):293-304.
- Mahye-Nunes, A. 1995. Sinopse do genero *Mycetarotes* (Hym., Formicidae), com a descricao de duas especies novas. Boletim de Entomologia Venezuelana 10(2): 197-205.
- Mayr, E. 1942. Systematics and the Origin of Species. Columbia University Press, New York.
- McAreevey, J. 1947. New species of the genera *Prolasius* Forel and *Melophorus* Lubbock (Hymenoptera, Formicidae). Memoirs of the National Museum of Victoria 15:7-27.
- . 1957. Revision of the genus *Stigma eros*. Memoirs of the National Museum of Victoria 21:7-64.
- McArthur, A. J., and M. Adams. 1996. A morphological and molecular revision of the *Camponotus*

- nigrieeps* group (Hymenoptera: Formicidae) from Australia. *Invertebrate Taxonomy* 10(1):1-46.
- McCoy, E. D. 1990. The distribution of insects along elevational gradients. *Oikos* 58:313-322.
- McGlynn, T. P. 1999a. The biogeography, behavior, and ecology of exotic ants (178 pp.). Ph.D. dissertation, University of Colorado, Boulder, Colorado.
- McGlynn, T. P. 1999b. The worldwide transfer of ants: geographic distribution and ecological invasions. *Journal of Biogeography* 26:535-548.
- McGlynn, T. P., and C. D. Kelley. 1999. Distribution of a Costa Rican wet forest velvet worm (Onychophora, Peripatidae). *Annals of the Entomological Society of America* 92:53-55.
- McIlveen, W. D., and H. Cole Jr. 1976. Spore dispersal of Endogonaceae by worms, ants, wasps, and birds. *Canadian Journal of Botany* 54:1486-1489.
- Medel, R. G., and R. A. Vasquez. 1994. Comparative analysis of harvester ant assemblages of Argentinian and Chilean arid zones. *Journal of Arid Environments* 26:363-371.
- Menzio, C. 1929. Revisione delle formiche del genere *Mystrium* Roger. *Zoologischer Anzeiger* 82:518-536.
- . 1939. Formiche dell'Himalaya e del Karakorum raccolte dalla Spedizione italiana comandata da S. A. R. il Duca di Spoleto (1929). *Atti della Societa Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale (Milan)* 78:285-345.
- Michener, C. D. 1944. Comparative external morphology, phylogeny, and a classification of bees. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 2:151-326.
- Miehe, H. 1911a. Javanische Studien. II. Untersuchungen tiber die javanische *Myrmeeodia*. *Abhandlungen der kaiserlichen Sachsischen Gesellschaft der Wissenschaften Mathematisch-physischer Klasse* 32:312-361.
- . 1911 b. Ueber die javanische *Myrmeeodia* und die Beziehung zu ihren Ameisen. *Biologisches Zentralblatt* 31 :733-738.
- Moffett, M. W. 1985. Revision of the genus *Myrmoterax* (Hymenoptera: Formicidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, Harvard College* 151:1-53.
- . 1986. Revision of the myrmicine genus *Aeantomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, Harvard College* 151 :55-89.
- Moncalvo, I.-M., F. M. Lutzoni, S. A. Rehner, J. Johnson, and R. Vilgalys. 2000. Phylogenetic relationships of agaric fungi based on nuclear large subunit ribosomal DNA sequences. *Systematic Biology* 49:278-305.
- Morton, S. R., and D. W. Davidson. 1988. Comparative structure of harvester ant communities in arid Australia and North America. *Ecological Monographs* 58: 19-38.
- Moser, J. C. 1964. Inquiline roach responds to trailmarking substance of leaf-cutting ants. *Science* 143: 1048-1049.
- Mueller, U. G., S. A. Rehner, and T. R. Schultz. 1998. The evolution of agriculture in ants. *Science* 281 :2034-2038.
- Munger, J. C. 1992. Reproductive potential of colonies of desert harvester ants (*Pogonomyrmex desertorum*): effects of predation and food. *Oecologia* 90:276-282.
- Nepstad, D. C., P. Jipp, P. Mautinho, G. Negreiros, and S. Vieira. 1995. Forest recovery following pasture abandonment in Amazoni: Canopy seasonality, fire resistance and ants. Pp. 333-349. *In* D. J. Rapport, C. L. Gaudet, and P. Calow (eds.): *Evaluating and Monitoring the Health of Large-Scale Ecosystems*. NATO ASI Series 128.
- New, T. R. 1987. Insect conservation in Australia: Towards rational ecological priorities. Pp. 5-20. *In* J. D. Majer (ed.), *The Role of Invertebrates in Conservation and Biological Survey*. Western Australian Department of Conservation and Land Management, Perth, Australia.
- Noss, R. F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. *Conservation Biology* 4:355-364.
- O'Dowd, D. J. 1982. Pearl bodies as ant food: An ecological role for some leaf emergences of tropical plants. *Biotropica* 14:40-49.
- Ogata, K. 1982. Taxonomic study of the ant genus *Pheidole* Westwood of Japan, with a description of a new species (Hymenoptera, Formicidae). *Kontyu* 50: 189-197.
- . 1990. A new species of the ant genus *Epitritus* Emery from Japan (Hymenoptera, Formicidae). *Esakia Special Issue I*: 197-199.
- Ogata, K., and K. Onoyama. 1998. A revision of the ant genus *Smithistruma* Brown of Japan, with descriptions of four new species (Hymenoptera:

- Formicidae). *Entomological Science* 1(2):277-287.
- Ogata, K., and W. L. Brown Jr. 1991. Ants of the genus *Myrmecia* Fabricius: A preliminary review and key to the named species. *Journal of Natural History* 25:1623-1673.
- Oliveira, P. S. 1988. Ant-mimicry in some Brazilian salticid and clubionid spiders (Araneae: Salticidae, Clubionidae). *Biological Journal of the Linnean Society* 33: 1-15.
- Oliveira, P. S., and I. Sazima. 1984. The adaptive bases of ant-mimicry in a Neotropical aphantochilid spider (Araneae: Aphantochilidae). *Biological Journal of the Linnean Society* 22: 145-155.
- Oliveira, P. S., M. Galetti, F. Pedroni, and L. P. C. Morellato. 1995. Seed cleaning by *Mycocepurus goeldii* ants (Attini) facilitates germination in *Hymenaea courbaril* (Caesalpinaceae). *Biotropica* 27:518-522.
- Oliver, I., and A. J. Beattie. 1996a. Invertebrate morphospecies as surrogates for species: A case study. *Conservation Biology* 10:99-109.
- . 1996b. Designing a cost-effective invertebrate survey: A test of methods for rapid assessment of biodiversity. *Ecological Applications* 6:594-607.
- Oliver I., A. J. Beattie, and A. York. 1998. Spatial fidelity of plant, vertebrate and invertebrate assemblages in multiple-use forest in Eastern Australia. *Conservation Biology* 12(4):822-835.
- Olson, D. M. 1991. A comparison of the efficacy of litter sifting and pitfall traps for sampling leaf litter ants (Hymenoptera: Formicidae) in a tropical wet forest, Costa Rica. *Biotropica* 23:166-172.
- . 1992. Rates of predation by ants (Hymenoptera: Formicidae) in the canopy, understory, leaf litter, and edge habitats of a lowland rainforest in southwestern Cameroon. Pp. 101-109. *In* F. Hall and O. Pascal (eds.), *Biologie d'une Canopie de Forêt Equatoriale II*. Fondation Elf, Paris.
- . 1994. The distribution of leaf litter invertebrates along a Neotropical altitudinal gradient. *Journal of Tropical Ecology* 10: 129-150.
- Onoyama, K. 1998. Taxonomic notes on the ant genus *Crematogaster* in Japan (Hymenoptera: Formicidae). *Entomological Science* 1(2):227-232.
- Orlóci, L. 1978. *Multivariate Analysis in Vegetation Research*. Dr. W. Junk, The Hague.
- Orr, A. G., and J. K. Charles. 1994. Foraging in the giant forest ant, *Camponotus gigas* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae): Evidence for temporal and spatial specialization in foraging activity. *Journal of Natural History* 28:861-872.
- Orr, M. R. 1992. Parasitic flies (Diptera: Phoridae) influence foraging rhythms and caste division of labor in the leaf-cutter ant *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Formicidae). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 30:395-402.
- Overall, W. L., and A. G. Bandeira. 1985. Nota sobre hábitos de *Cylindromyrmex striatus* Mayr, 1870, na Amazonia (Formicidae, Ponerinae). *Revista Brasileira de Entomologia* 29:521-522.
- Paine, R. 1968. A note on trophic complexity and community stability. *American Naturalist* 102:91-93.
- Palmer, A., and C. Strobeck. 1986. Fluctuating asymmetry: Measurement, analysis, patterns. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17:391-421.
- Palacio, E. 1997. Ants of Colombia VI. Two new species of *Octostruma* (Hymenoptera: Formicidae: Basicerotini). *Caldasia* 19(3):409-418.

- Palmer, M., R. Ambrose, and N. Poff. 1997. Ecological theory and community restoration ecology. *Restoration Ecology* 5:291-300.
- Passera, L. 1994. Characteristics of tramp species. Pp. 23-43. *In* D. F. Williams (ed.), *Exotic Ants: Biology, Impact, and Control of Introduced Species*. Westview Press, Boulder, Colorado.
- Peakall, R., S. N. Handel, and A. I. Beattie. 1991. The evidence for, and importance of, ant pollination. Pp. 421-429. *In* C. R. Huxley and D. F. Cutler (eds.), *Ant-Plant Interactions*. Oxford University Press, Oxford.
- Pearson, D. L., and F. Cassola. 1992. World-wide species richness patterns of tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae): Indicator taxon for biodiversity and conservation studies. *Conservation Biology* 6:376-391.
- Peeters, C. 1991. The occurrence of sexual reproduction among ant workers. *Biological Journal of the Linnean Society* 44:141-152.
- Perfecto, I., and R. R. Snelling. 1995. Biodiversity and the transformation of a tropical agroecosystem: Ants in coffee plantations. *Ecological Applications* 5: 1084-1097.
- Petal, J., H. Jakubczyk, A. Breymeyer, and E. Olechowicz. 1971. Productivity investigation of two types of meadows in the Vistula Valley. X. Role of the ants as predators in a habitat. *Ekologia polska* 19:213-222.
- Petersen, B. 1968. Some novelties in presumed males of Leptanillinae (Hym., Formicidae). *Entomologiske Meddelelser* 36:577-598.
- Pharo, E. J., A. J. Beattie, and D. Binns. 1999. Vascular plant diversity as a surrogate for bryophyte and lichen diversity. *Conservation Biology* 13:282-292.
- Pielou, E. C. 1966. Species diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. *Journal of Theoretical Biology* 10:370-383. ---. 1969. *An Introduction to Mathematical Ecology*. John Wiley and Sons, New York. ---. 1975. *Ecological Diversity*. John Wiley and Sons, New York.
- . 1984. *The Interpretation of Ecological Data: A Primer on Classification and Ordination*. John Wiley and Sons, New York.
- Pierce, N. E. 1987. The evolution and biogeography of association between Lycaenid butterflies and ants. Pp. 89-116. *In* P. H. Harvey and L. Partridge (eds.), *Oxford Surveys in Evolutionary Biology*, Vol. 4. Oxford University Press, New York.
- Pierce, N. E., and S. Eastal. 1986. The selective advantage of attendant ants for the larvae of a Lycaenid butterfly, *Glaucopsyche lygdamus*. *Journal of Animal Ecology* 55:451-462.
- Pierce, N. E., and P. S. Mead. 1981. Parasitoids as selective agents in the symbiosis between Lycaenid butterfly larvae *Glaucopsyche lygdamus* and ants. *Outlook* 211:1185-1187.
- Pisarski, B. 1966. Etudes sur les fourmis du genre *Strongylognathus* Mayr (Hymenoptera, Formicidae). *Annales Zoologici (Warsaw)* 23:509-523.
- Poggi, R., and C. Conci. 1996. Elenco delle collezioni entomologiche conservate nelle strutture pubbliche italiane. *Memorie della Societa Entomologica Italiana* 75:3-157.
- Poole, R. W. 1974. *An Introduction to Quantitative Ecology*. McGraw-Hill, New York.
- Porter, S. D. 1999. FORMIS99: A Master Bibliography of Ant Literature (computer

- data-  
base). Published by the author, Gainesville, Florida. <http://cmave.usda.ufl.edu/~formis/>
- Porter, S. D., and M. A. Bowers. 1981. Emigration of an *Atta* colony. *Biotropica* 12:232.
- Porter, S. D., and C. D. Jorgensen. 1988. Longevity of harvester ant colonies in southern Idaho. *Journal of Range Management* 41: 104-107.
- Porter, S. D., and D. A. Savignano. 1990. Invasion of polygyne fire ants decimates native ants and disrupts arthropod community. *Ecology* 71 :2095-2106.
- Porter, S. D., H. G. Fowler, and W. P. Mackay. 1992. Fire ant mound densities in the United States and Brazil (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Economic Entomology* 85: 1154-1161.
- Porter, S. D., H. G. Fowler, S. Campiolo, and M. A. Pesquero. 1995a. Host specificity of several *Pseudacteon* (Diptera: Phoridae) parasites of fire ants (Hymenoptera: Formicidae) in South America. *Florida Entomologist* 78: 70-75.
- Porter, S. D., M. A. Pesquero, S. Campiolo, and H. G. Fowler. 1995b. Growth and development of *Pseudacteon* phorid fly maggots (Diptera: Phoridae) in the heads of *Solenopsis* fire ant workers (Hymenoptera: Formicidae). *Environmental Entomology* 24:475-479.
- Porter, S. D., R. K. Vander Meer, M. A. Pesquero, S. Campiolo, and H. G. Fowler. 1995c. *Solenopsis* (Hymenoptera: Formicidae) fire ant reactions to attacks of pseudacteon flies (Diptera: Phoridae) in southeastern Brazil. *Annals of the Entomological Society of America* 88:570-575.
- Prendergast, J. R., R. M. Quinn, J. H. Lawton, B. C. Eversham, and D. W. Gibbons. 1993. Rare species, the coincidence of diversity hotspots and conservation strategies. *Nature* 365:335-337.
- Preston, F. W. 1948. The commonness, and rarity, of species. *Ecology* 29:254-283.
- Prins, A. J. 1982. Review of *Anoplolepis* with reference to male genitalia, and notes on *Acropyga* (Hymenoptera, Formicidae). *Annals of the South African Museum* 89:215-247.
- . 1983. A new ant genus from southern Africa (Hymenoptera, Formicidae). *Annals of the South African Museum* 94:1-11.
- Quinlan, R. J., and J. M. Cherrett. 1979. The role of substrate preparation in the symbiosis between the leaf cutting ant *Acromyrmex octospinosus* (Reich) and its food fungus. *Ecological Entomology* 2: 161-170.
- . 1979. The role of fungus in the diet of the leaf-cutting ant *Atta cephalotes* (L.). *Ecological Entomology* 4:151-160.
- Quiroz-Robledo, L., and J. Valenzuela-Gonzalez, 1995. A comparison of ground ant communities in a tropical rainforest and adjacent grassland in Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. *Southwestern Entomologist* 20:203-213.
- Raaijmakers, J. G. W. 1987. Statistical analysis of the Michaelis-Menten equation. *Biometrics* 43:793-803.
- Radchenko, A. G. 1985. Ants of the genus *Strongylognathus* (Hymenoptera: Formicidae) in the European part of the USSR. *Zoologicheskii Zhurnal* 64:1514-1523. [In Russian.]
- . 1989a. The ants of the genus *Chalepoxenus* (Hymenoptera, Formicidae) of the USSR fauna. *Vestnik Zoologii* 1989(2):37--41. [In Russian.] ---. 1989b. Ants of the *Plagirolepis* genus of the European part of the USSR. *Zoologicheskii Zhurnal* 68(9): 153-156. [In Russian.]
- . 1991. Ants of the genus *Strongylognathus* (Hymenoptera, Formicidae) of the USSR fauna. *Zoologicheskii Zhurnal* 70(10):84-90. [In Russian.]

- . 1992. Ants of the genus *Tetramorium* (Hymenoptera, Formicidae) of the USSR fauna. Report 1. *Zoologicheskii Zhurnal* 71(8):39--49. [In Russian.]
- . 1993. Ants of the subfamily Cerapachyinae from Vietnam. *Zhurnal Ukrains'koho Entomolohichnoho Tovarystva* 1:43--47.
- . 1994a. Identification table for ants of the genus *Leptothorax* (Hymenoptera, Formicidae) from central and eastern Palearctic. *Zoologicheskii Zhurnal* 73(7-8):146-158. [In Russian.]
- . 1994b. A review of the ant genus *Leptothorax* (Hymenoptera, Formicidae) of the central and eastern Palearctic. Communication 1. Subdivision into groups. Groups *acervorum* and *bulgaricus*. *Vestnik Zoologii* 1994(6):22-28. [In Russian.]
- . 1995. Pale arctic ants of the genus *Cardiocondyla* (Hymenoptera, Formicidae). *Entomologicheskoe Obozrenie* 74:447--455.
- . 1996a. A key of the ant genus *Camponotus* (Hymenoptera, Formicidae) in Palearctic Asia. *Zoologicheskii Zhurnal* 75(8):1195-1203. [In Russian].
- . 1996b. Ants of the genus *Plagiolepis* Mayr (Hymenoptera, Formicidae) of Central and Southern Palearctic. *Entomologicheskoe Obozrenie* 75(1):178-187.
- . 1997. Review of the ants of *scabriceps* group of the genus *Monomorium* Mayr (Hymenoptera, Formicidae). *Annales Zoologici (Warsaw)* 46(3--4):211-224.
- . 1998. A key to ants of the genus *Cataglyphis* Foerster (Hymenoptera, Formicidae) of Asia. *Entomologicheskoe Obozrenie* 77(2):502-508, 527. [In Russian].
- Radchenko, A. G., and G. R. Arakelian. 1990. Murav'i gruppy *Tetramoriumferox* Ruzsky iz Kryma i Kavkaza. *Biologicheskii Zhurnal Armenii* 43:371-378.
- Radchenko, A. G., and G. W. Elmes. 1998. Taxonomic revision of the *ritae* species-group of the genus *Myrmica* (Hymenoptera, Formicidae). *Vestnik Zoologii* 32(4):3-27.
- Radchenko, A. G., W. Czechowski, and W. Czechowska. 1997. The genus *Myrmica* Latr. (Hymenoptera, Formicidae) in Poland-A survey of species and a key for their identification. *Annales Zoologici (Warsaw)* 47(3--4): 481-500.
- Rahbek, C. 1995. The elevational gradient of species richness: A uniform pattern? *Ecography* 18:200-205.
- . 1997. The relationship among area, elevation, and regional species richness in Neotropical birds. *American Naturalist* 149:875-902.
- Redford, K. H. 1987. Ants and termites as food: Patterns of mammalian myrmecophagy. pp. 349-399. *In* H. H. Genoways (ed.), *Current Mammalogy*, Vol. 1. Plenum Press, New York.
- Reichel, H., and A. N. Andersen. 1996. The rainforest ant fauna of Australia's Northern Territory. *Australian Journal of Zoology* 44:81-95.
- Retana, J., X. Cerda, and X. Espadaler. 1991. Arthropod corpses in a temperate grassland: A limited supply? *Holarctic Ecology* 14:63-67.
- Rettenmeyer, C. W. 1962. The diversity of arthropods found with Neotropical army ants and observations on the behavior of representative species. *Proceedings of the North Central Branch of the Entomological Society of America* 17:14-15.
- . 1963. Behavioral studies of army ants. *University of Kansas Science Bulletin* 44:281-465.
- Rettenmeyer, C. w., R. Chadab Crepet, M. G. Naumann, and L. Morales. 1983. Comparative foraging by Neotropical army ants.

- pp. 59-73.
- In P. Jaisson (ed.), *Social Insects in the Tropics*. Universite Paris-Nord, Paris.
- Rettig, E. 1904. Ameisenpflanzen-Pflanzenameisen. Beihefte zum Botanischen Zentralblatt 17:89-122.
- Rickson, F. R. 1971. Glycogen plastids in Muellierian body cells of *Cecropia peltata*, a higher green plant. *Science* 173: 344-347.
- Rigato, F. 1994a. *Dacatria templaris* gen. n., sp. n. A new myrmicine ant from the Republic of Korea. *Deutsche Entomologische Zeitschrift (Neue Folge)* 41:155-162.
- . 1994b. Revision of the myrmicine ant genus *Lophomyrmex*, with a review of its taxonomic position (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* 19:47-60.
- Rissing, S. W. 1987. Annual cycles in worker size of the seed-harvester ant *Veromessor pergandei* (Hymenoptera: Formicidae). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 20: 117-124.
- Robertson, H. G. 1990. Unravelling the *Campo notus julvopilosus* species complex (Hymenoptera: Formicidae). Pp. 327-328. In G. K. Veeresh, B. Mallik, and C. A. Viraktamath (eds.), *Social Insects and the Environment*. Proceedings of the 11 th International Congress of IUSI, 1990. Oxford and IBH, New Delhi.
- Robinson, S. R., and J. Terborgh. 1990. Bird communities of the Cocha Cashu Biological Station in Amazonian Peru. Frogs, snakes, and lizards of the INPA-WWF reserves near Manaus, Brazil. pp. 199-216. In A. H. Gentry (ed.), *Four Neotropical Rainforests*. Yale University Press, New Haven, Connecticut.
- Roepke, W. 1930. Ueber einen merkwürdigen Fall von "Myrmekophilie" bei einer Ameise (*Cladomyrma* sp.?) auf Sumatra beobachtet. *Miscellanea Zoologica Sumatrana* 45:1-3.
- Rogerson, C. T. 1970. The hypocrealean fungi (Ascomycetes, Hypocreales). *Mycologia* 62:865-910.
- Rohlfien, K. 1979. Aus der Geschichte der entomologischen Sammlungen des ehemaligen Deutschen Entomologischen Instituts. *Beiträge für Entomologie (Berlin)* 29:415-438.
- Romero, H., and K. Jaffe. 1989. A comparison of methods for sampling ants (Hymenoptera: Formicidae) in savannas. *Biotropica* 21: 348-352.
- Room, P. M. 1971. The relative distribution of ant species in Ghana's cocoa farms. *Journal of Animal Ecology* 40:735-751.
- . 1975. Diversity and organization of the ground foraging ant fauna of forest, grassland and tree crops in Papua New Guinea. *Australian Journal of Ecology* 23:71-89.
- Rosciszewski, K. 1994. *Rostromyrmex*, a new genus of myrmicine ants from peninsular Malaysia (Hymenoptera: Formicidae). *Entomologica Scandinavica* 25(2): 159-168.
- . 1995. Die Ameisenfauna eines tropischen Tieflandregenwaldes in Stidostasien: Eine faunistisch und ökologische Bestandsaufnahme. Thesis, Johann Wolfgang Goethe Universität, Frankfurt am Main, Germany.
- Rosengren, R., and P. Pamilo. 1983. The evolution of polygyny and polydomy in mound-building *Formica* ants. *Acta Entomologica Fennica* 42:65-77.
- Rosenzweig, M. L. 1995. *Species Diversity in Space and Time*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ross, K. G., and J. C. Trager. 1990. Systematics and population genetics of fire ants



- (*Solenopsis saevissima* complex) from Argentina. *Evolution* 44: 2113-2134.
- Roth, D. S., I. Perfecto, and B. Rathcke. 1994. The effects of management systems on groundforaging ant diversity in Costa Rica. *Ecological Applications* 4:423-436.
- Ryti, R. T., and T. I. Case. 1988a. Field experiments on desert ants: Testing for competition between colonies. *Ecology* 69: 1993-2003.
- . 1988b. The regeneration niche of desert ants: Effects of established colonies. *Oecologia* 75:303-306.
- . 1992. The role of neighborhood competition in the spacing and diversity of ant communities. *American Naturalist* 139:355-374.
- Sabrosky, C. W. 1959. A revision of the genus *Pholeomyia* in North America (Diptera Milichiidae). *Annals of the Entomological Society of America* 52:316-331.
- Sachtleben, H. 1961. Second supplement to: *Über entomologische Sammlungen, Entomologen, und Entomo-Museologie. Beiträge zur Entomologie* 11:481-540.
- Sampson, D. A., E. A. Rickart, and P. C. Gonzales. 1997. Ant diversity and abundance along an elevational gradient in the Philippines. *Biotropica* 29:349-363.
- Santschi, F. 1923a. Revue des fourmis du genre *Brachymyrmex* Mayr. *Anales del Museo Nacional de Historia Natural de Buenos Aires* 31:650-678.
- . 1923b. Descriptions de nouveaux Formicides ethiopiens et notes diverses. I. *Revue de Zoologie Africaine* 11 :259-295.
- . 1929. Fourmis du Maroc, d' Algerie et de Tunisie. *Bulletin et Annales de la Societe Royale Entomologique de Belgique* 69:138-165.
- . 1936. Fourmis nouvelles ou interessantes de la Republique Argentine. *Revista Entomologia (Rio de Janeiro)* 6:402--421.
- . 1937. Les sexes du genre *Anillidris* Santschi. *Bulletin de la Societe Entomologique de France* 42:68-70.
- Savolainen, R. 1990. Colony success of the submissive ant *Formica fusca* within territories of the dominant *Formica polyctena*. *Ecological Entomology* 15:79-85.
- Savolainen, R., and K. Vepsäläinen, 1988. A competition hierarchy among boreal ants: Impact on resource partitioning and community structure. *Oikos* 51:135-155.
- Schimper, A. F. W. 1888. Die Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Ameisen im tropischen Amerika. *Botanische Mitteilungen aus den Tropen (Jena)* 1:1-98.
- . 1898. *Pflanzengeographie auf Physiologischer Grundlage*. pp. 149-170. Jena.
- Schindler, D. 1990. Experimental perturbations of whole lakes as tests of hypotheses concerning ecosystem structure and function. *Oikos* 57: 25--41.
- Schmid-Hempel, P. 1992. Worker castes and adaptative demography. *Journal of Evolutionary Biology* 5:1-12.
- Schodl, S. 1998. Taxonomic revision of Oriental *Meranoplus* F. Smith, 1853 (Insecta: Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). *Annalen des Naturhistorischen Museums In Wien. Serie B. Botanik und Zoologie* 100B:361-394.
- Schroth, M., and U. Maschwitz. 1984. Zur Larvalbiologie und Wirtsfindung von *Maculinea teleius* (Lepidoptera: Lycaenidae), eines Parasiten von *Myrmica laevinodis* (Hymenoptera: Formicidae). *Entomologia Generalis* 9:225-230.
- Schulenberg, T. S., and K. Awbrey (eds.). 1997. The Cordillera del Condor of Ecuador and Peru: A biological assessment. RAP Working Papers No. 7. Conservation International, Washington, D.C.
- Schultz, T. R. 1998. Phylogeny of the fungus-growing ants (Myrmicinae: Attini):

- Evidence from DNA sequences (nuclear elongation factor-1 alpha and mitochondrial cytochrome oxidase I) and morphology. P. 429. *In* M. P. Schwarz and K. Hogendoorn (eds.), *Social Insects at the Turn of the Millennium: Proceedings of the XIII International Congress of IUSSI, Adelaide, Australia, 29 December 1998-3 January 1999*. Flinders University Press, Adelaide, Australia.
- Schultz, T. R., and R. Meier. 1995. A phylogenetic analysis of the fungus-growing ants (Hymenoptera: Myrmicinae: Attini) based on morphological characters of the larvae. *Systematic Entomology* 20:337-370.
- Schumacher, A., and W. G. Whitford. 1976. Spatial and temporal variation in Chihuahuan desert ant faunas. *Southwestern Naturalist* 21:1-8.
- Schupp, E. W., and D. H. Feener. 1991. Phylogeny, lifeform, and habitat dependence of ant-defended plants in a Panamanian forest. Pp. 175-197. *In* C. R. Huxley and D. F. Cutler (eds.), *Ant-Plant Interactions*. Oxford University Press, Oxford.
- Seastedt, T. R., and D. A. Crossley Jr. 1984. The influence of arthropods on ecosystems. *BioScience* 34:157-161.
- Seifert, B. 1988a. A revision of the European species of the ant subgenus *Chthonolasius* (Insecta, Hymenoptera, Formicidae). *Entomologische Abhandlungen und Berichte aus dem Staatlichen Museum für Tierkunde in Dresden* 51:143-180.
- . 1988b. A taxonomic revision of the *Myrmica* species of Europe, Asia Minor, and Caucasia (Hymenoptera, Formicidae). *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Garlitz* 62(3):1-75.
- . 1990. Supplementation to the revision of European species of the ant subgenus *Chthonolasius* Ruzsky, 1913 (Hymenoptera: Formicidae). *Doriana* 6(271):1-13.
- . 1992. A taxonomic revision of the Palaearctic members of the ant subgenus *Lasius* s. str. (Hymenoptera: Formicidae). *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Garlitz* 66(5): 1-67.
- Shattuck, S. O. 1987. An analysis of geographic variation in the *Pogonomyrmex occidentalis* complex (Hymenoptera: Formicidae). *Psyche* (Cambridge) 94:159-179.
- . 1990. Revision of the dolichoderine ant genus *Turneria* (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* 15: 101-117.
- . 1991. Revision of the dolichoderine ant genus *Axinidris* (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* 16: 105-120.
- . 1992a. Review of the dolichoderine ant genus *Iridomyrmex* Mayr with descriptions of three new genera (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of the Australian Entomological Society* 31:13-18.
- . 1992b. Generic revision of the ant subfamily Dolichoderinae (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* 21: 1-181.
- . 1992c. Higher classification of the ant subfamilies Aneuretinae, Dolichoderinae and Formicinae (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* 17: 199-206.
- . 1993. Revision of the *Iridomyrmex purpureus* species-group (Hymenoptera: Formicidae). *Invertebrate Taxonomy* 7:113-149.
- . 1994. Taxonomic Catalog of the Ant Subfamilies Aneuretinae and Dolichoderinae (Hymenoptera: Formicidae). University of California Publications in Entomology 112.
- Shattuck, S. O. 1996a. Revision of the *Iridomyrmex discors* species-group (Hymenoptera: Formicidae). *Australian Journal of Entomology* 35(1 ):37--42.

- Shattuck, S. O. 1996b. The Australian ant genus *Froggattella* Forel (Hymenoptera: Formicidae) revisited. *Australian Journal of Entomology* 35(1):43-47.
- Sheela, S., and T. C. Narendran. 1997. A new genus and a new species of Myrmicinae (Hymenoptera: Formicidae) from India. *Journal of Ecobiology* 9(2):88-91.
- Silva, D., and J. A. Coddington. 1996. Spiders of Pakitza (Madre de Dios, Peru): Species richness and notes on community structure. Pp. 253-311. *In* D. E. Wilson and A. Sandoval (eds.), *Manu: The Biodiversity of Southeastern Peru*. Smithsonian Institution, Washington, D.C.
- Silvestri, F. 1925 (1924). A new myrmecophilous genus of Coccidae (Hemiptera) from India. *Records of the Indian Museum* 26:311-315.
- Skwarra, E. 1934. Okologie der Lebensgemeinschaften mexikanischer Ameisenpflanzen. *Zeitschrift für Morphologie und Oekologie der Tiere* 29:306-373.
- Smallwood, J. 1982. Nest relocations in ants. *Insectes Sociaux* 29:138-147.
- Smith, J. B. 1906. *An Explanation of Terms Used in Entomology*. Brooklyn Entomological Society, Brooklyn, New York.
- Smith, M. R. 1944. The genus *Lachnomyrmex*, with the description of a second species (Hymenoptera: Formicidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 46:225-228.
- . 1947a. Ants of the genus *Apsychomyrmex* Wheeler (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Entomologica (Rio de Janeiro)* 17:468-473.
- . 1947b. A new genus and species of ant from Guatemala (Hymenoptera, Formicidae). *Journal of the New York Entomological Society* 55:281-284.
- . 1953a. A revision of the genus *Romblonella* W. M. Wheeler (Hymenoptera: Formicidae). *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society* 15:75-80.
- . 1953b. A new *Romblonella* from Palau, and the first description of a *Romblonella* male (Hymenoptera, Formicidae). *Journal of the New York Entomological Society* 61:163-167.
- . 1956a. A key to the workers of *Veromessor* Forel of the United States and the description of a new subspecies (Hymenoptera, Formicidae). *PanPacific Entomologist* 32:36-38.
- . 1956b. A list of the species of *Romblonella* including two generic transfers (Hymenoptera, Formicidae). *Bulletin of the Brooklyn Entomological Society* 51: 18.
- . 1961. A study of New Guinea ants of the genus *Aphaenogaster* Mayr (Hymenoptera, Formicidae). *Acta Hymenopterologica* 1:213-238.
- . 1962. A remarkable new *Stenammas* from Costa Rica, with pertinent facts on other Mexican and Central American species (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of the New York Entomological Society* 70:33-38.
- Smith, T. M., H. H. Shugart, and F. I. Woodward (eds.). 1997. *Plant Functional Types: Their Relevance to Ecosystem Properties and Global Change*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Snelling, R. R. 1973. Studies on California ants. 7. The genus *Stenammas* (Hymenoptera: Formicidae). *Contributions in Science (Los Angeles County Museum)* 245: 1-38.
- . 1975. Descriptions of new Chilean ant taxa (Hymenoptera: Formicidae). *Contributions in Science (Los Angeles County Museum)* 274: 1-19.
- . 1976. A Revision of the Honey Ants, Genus *Myrmecocystus* (Hymenoptera: Formicidae). *Los Angeles County Museum of Natural History Bulletin* 24.

- . 1979a. Three new species of the Palaeotropical arboreal ant genus *Cataulacus* (Hymenoptera: Formicidae). Contributions in Science (Los Angeles County Museum) 315:1-8.
- . 1979b. *Aphomomyrmex* and a related new genus of arboreal African ants (Hymenoptera: Formicidae). Contributions in Science (Los Angeles County Museum) 316:1-8.
- . 1981. The taxonomy and distribution of some North American *Pogonomyrmex* and descriptions of two new species (Hymenoptera: Formicidae). Bulletin of the Southern California Academy of Sciences 80:97-112.
- . 1982. A revision of the honey ants, genus *Myrmecocystus*, first supplement (Hymenoptera: Formicidae). Bulletin of the Southern California Academy of Sciences 81:69-86.
- . 1988. Taxonomic notes on Nearctic species of *Camponotus*, subgenus *Myrmentoma* (Hymenoptera: Formicidae). Pp. 55-78. In J. C. Trager (ed.), Advances in Myrmecology. E. J. Brill, Leiden, Netherlands.
- . 1995a. Systematics of Nearctic ants of the genus *Dorymyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). Contributions in Science (Los Angeles County Museum) 454:1-14.
- Snelling, R. R., and J. H. Hunt. 1975. The ants of Chile (Hymenoptera: Formicidae). Revista Chilena de Entomologia 9:63-129.
- Snelling, R. R., and I. T. Longino. 1992. Revisionary notes on the fungus-growing ants of the genus *Cyphomyrmex*, *rimosus* group (Hymenoptera: Formicidae: Attini). pp. 479--494. In D. Quintero and A. Aiello (eds.), Insects of Panama and Mesoamerica: Selected Studies. Oxford University Press, Oxford.
- Snyder, L. E., and I. M. Herbers. 1991. Polydomy and sexual allocation ratios in the ant *Myrmica punctiventris*. Behavioral Ecology and Sociobiology 28:409--415.
- Soberón, M. J., and J. Llorente B. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. Conservation Biology 7:480-488.
- Southwood, T. R. E. 1978. Ecological Methods: With Particular Reference to the Study of Insect Populations. Chapman and Hall, London.
- Spellerberg, I. F. 1991. Monitoring Ecological Change. Cambridge University Press, Cambridge.
- . 1992. Evaluation and Assessment for Conservation. Chapman and Hall, London.
- Steghaus-Kovac, S., and U. Maschwitz. 1993. Predation on earwigs: A novel diet specialization within the genus *Leptogenys* (Formicidae, Ponerinae). Insectes Sociaux 40:337-340.
- Stein, M. B., H. G. Thorvilson, and I. W. Johnson. 1990. Seasonal changes in bait preference by the red imported fire ant, *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae). Florida Entomologist 73: 117-123.
- Stevens, G. C. 1989. The latitudinal gradient in geographical range: How so many species coexist in the tropics. American Naturalist 133:240-256.
- . 1992. The elevational gradient in altitudinal range: An extension of Rapoport's latitudinal rule to altitude. American Naturalist 140:893-911.
- Stork, N. E. 1991. The composition of the arthropod fauna of Bornean lowland rain forest trees. Journal of Tropical Ecology 7:161-180.
- Stork, N. E., and T. M. Blackburn. 1993. Abundance, body size and biomass of arthropods in tropical forest. Oikos 67:483--489.
- Stradling, D. J. 1978. The influence of size on foraging in the ant, *Atta cephalotes*, and the effect of some plant defence mechanisms. Journal of Animal Ecology

- 47:173-188.
- Sudd, J. H. and N. R. Franks. 1987. *The Behavioural Ecology of Ants*. Blackwell, Glasgow, U.K.
- Sugihara, G. 1980. Minimal community structure: An explanation of species abundance patterns. *American Naturalist* 116:770-787.
- Talbot, M. 1943. Population studies of the ant *Prenolepis imparis* Say. *Ecology* 24:31-44. ---. 1975. A list of the ants of the Edwin George Reserve, Livingston Country, Michigan. *Great Lakes Entomologist* 8:245-246.
- Taylor, L. R. 1978. Bates, Williams, Hutchinson-A variety of diversities. pp. 1-18. *In* L. A. Mound and N. Waloff (eds.), *Diversity of Insect Faunas: 9th Symposium of the Royal Entomological Society*. Blackwell, Oxford.
- Taylor, L. R., I. P. Woiwod, and J. N. Perry. 1978. The density dependence of spatial behavior and the rarity of randomness. *Journal of Animal Ecology* 47:383-406.
- Taylor, R. W. 1960. Taxonomic notes on the ants *Ponera leae* Forel and *Ponera norfolkensis* (Wheeler) (Hymenoptera: Formicidae). *Pacific Science* 14:178-180.
- . 1965. A monographic revision of the rare tropicopolitan ant genus *Probolomyrmex* Mayr (Hymenoptera: Formicidae). *Transactions of the Royal Entomological Society of London* 117: 345-365.
- . 1967. A monographic revision of the ant genus *Ponera* Latreille (Hymenoptera: Formicidae). *Pacific Insects Monographs* 13:1-112.
- . 1968a. Notes on the Indo-Australian basicerotine ants (Hymenoptera: Formicidae). *Australian Journal of Zoology* 16:333-348.
- . 1968b. A new Malayan species of the ant genus *Epitritus*, and a related new genus from Singapore (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of the Australian Entomological Society* 7: 130-134.
- . 1970a. Characterization of the Australian endemic ant genus *Peronomyrmex* Viehmeyer (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of the Australian Entomological Society* 9:209-211.
- . 1970b. Notes on some Australian and Melanesian basicerotine ants (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of the Australian Entomological Society* 9:49-52.
- . 1973. Ants of the Australian genus *Mesostruma* Brown (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of the Australian Entomological Society* 12:24-38.
- . 1977. New ants of the Australasian genus *Orectognathus*, with a key to the known species (Hymenoptera: Formicidae). *Australian Journal of Zoology* 25:581-612.
- . 1978a. *Nothomyrmecia macrops*: A livingfossil ant rediscovered. *Science* 201:979-985. ---. 1978b. A taxonomic guide to the ant genus *Orectognathus* (Hymenoptera: Formicidae). CSIRO Division of Entomology Reports 3: I-II. ---. 1978c. Melanesian ants of the genus *Amblyopone* (Hymenoptera: Formicidae). *Australian Journal of Zoology* 26:823-839.
- . 1979a. New Australian ants of the genus *Orectognathus*, with summary description of the twenty-nine known species (Hymenoptera: Formicidae). *Australian Journal of Zoology* 27:773-788.
- . 1979b. Notes on the Russian endemic ant genus *Aulacopone* Arnoldi (Hymenoptera: Formicidae). *Psyche* (Cambridge) 86:353-361.
- . 1980. Australian and Melanesian ants of the genus *Eurhopalothrix* Brown and Kempf Notes and new species (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of the Australian Entomological Society* 19:229-239.

- . 1983. Descriptive taxonomy: Past, present and future. Pp. 93-134. In E. Highley and R. W. Taylor (eds.), Australian Systematic Entomology: A Bicentenary Perspective. CSIRO, Melbourne.
- . 1985. The ants of the Papuan genus *Dacetonops* (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). Series Entomologica (Hague) 33:41-67.
- . 1989. Australasian ants of the genus *Leptothorax* Mayr (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). Memoirs of the Queensland Museum 27:605-610.
- . 1990a. [Untitled. Anomalomyrmini Taylor tribe n., *Anomalomyrma* Taylor gen. n., *Protanilla* Taylor gen. n.] Pp. 278-279. In B. Bolton, The higher classification of the ant subfamily Leptanillinae (Hymenoptera: Formicidae). Systematic Entomology 15:267-282.
- . 1990b. New Asian ants of the tribe Basicerotini, with an on-line computer interactive key to the twenty-six known Indo-Australian species (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). Invertebrate Taxonomy 4:397-425.
- . 1990c. The nomenclature and distribution of some Australian and New Caledonian ants of the genus *Meranoplus* Fr. Smith (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). General and Applied Entomology 22:31-40.
- . 1990d. Notes on the ant genera *Romblonella* and *Willowsiella*, with comments on their affinities, and the first descriptions of Australian species (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). Psyche (Cambridge) 97:281-296.
- Tennant, L. E., and S. D. Porter. 1991. Comparison of diets of two fire ant species (Hymenoptera: Formicidae): Solid and liquid components. Journal of Entomological Science 26:450-465.
- Terayama, M. 1985a. Two new species of the ant genus *Myrmecina* (Insecta; Hymenoptera; Formicidae) from Japan and Taiwan. Edaphologia 32: 35-40.
- . 1985b. Two new species of the genus *Acropyga* (Hymenoptera, Formicidae) from Taiwan and Japan. KontyO 53:284-289. ---. 1987. A new species of *Amblyopone* (Hymenoptera, Formicidae) from Japan. Edaphologia 36:31-33.
- Terayama, M. 1996. Taxonomic studies on the Japanese Formicidae, part 2. Seven genera of Ponerinae, Cerapachyinae und Myrmicinae. Nature and Human Activities I: 1-8.
- Terayama, M., and K. Ogata. 1988. Two new species of the ant genus *Probolomyrmex* (Hymenoptera, Formicidae) from Japan. KontyO 56:590-594.
- Terayama, M. and K. Onoyama. 1999. The ant genus *Leptothorax* Mayr (Hymenoptera: Formicidae) in Japan. Memoirs of the Myrmecological Society of Japan 1:71-97.
- Terayama, M., and S. Yamane. 1989. The army ant genus *Aenictus* (Hymenoptera, Formicidae) from Sumatra, with descriptions of three new species. Japanese Journal of Entomology 57:597-603.
- Terayama, M., C.C. Lin, and W-J. Wu. 1995. The ant genera *Epitritus* and *Kyidris* from Taiwan (Hymenoptera: Formicidae). Proceedings of the Japanese Society of Systematic Zoology 53:85-89.
- . 1996. The Taiwanese species of the ant genus *Smithistruma* (Hymenoptera, Formicidae). Japanese Journal of Entomology 64(2):327-339.
- Terron, G. 1974. Decouverte au Cameroun de deux especes nouvelles du genre *Prionopelta* Mayr (Hym.: Formicidae). Annales de la Faculte des Sciences, Universite Federal du Cameroun (Yaounde) 17:105-119.
- . 1981. Deux nouvelles especes ethiopiennes pour le genre *Proceratium* (Hym.:

- Formicidae). *Annales de la Faculte des Sciences, Universite Federal du Cameroun (Yaounde)* 28:95-103.
- Thaxter, R. 1888. The Entomophthoreae of the United States. *Memoirs of the Boston Society of Natural History* 4: 133-201.
- . 1908. Contribution toward a monograph of the Laboulbeniaceae, pt. II. *Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences* 13: 217--469.
- Thompson, C. R., and C. Johnson. 1989. Rediscovered species and revised key to the Florida thief ants (Hymenoptera: Formicidae). *Florida Entomologist* 72:697-698.
- Tillyard, R. J. 1926. *The Insects of Australia and New Zealand*. Angus and Robertson, Sydney.
- Tilman, D. 1996. Biodiversity: Population versus ecosystem stability. *Ecology* 77:350-363.
- Tinaut, A. 1990. *Teleutomyrmex kutteri*, spec. nov.: A new species from Sierra Nevada (Granada, Spain). *Spixiana* 13:201-208.
- Tobin, J. E. 1991. A neotropical rain forest canopy ant community: Some ecological considerations. Pp. 536-538. *In* C. R. Huxley and D. F. Cutler (eds.), *Ant-Plant Interactions*. Oxford University Press, Oxford.
- . 1994. Ants as primary consumers: Diet and abundance in the Formicidae. Pp 279-307. *In* 1. H. Hunt and C. A. Nalepa (eds.), *Nourishment and Evolution in Insect Societies*. Westview Press, Boulder, Colorado.
- . 1997. Competition and coexistence of ants in a small patch of rainforest canopy in Peruvian Amazonia. *Journal of the New York Entomological Society* 105:105-112.
- Tohme, G., and H. Tohme, 1981. Les fourrnis du genre *Messor* en Syrie. Position systematique. Description de quelques ailes et de formes nouvelles. Repartition géographique. *Ecologia Mediterranea* 7(1):139-153.
- Topoff, H. 1990. Slave-making ants. *American Scientist* 78:520-528.
- Torre-Bueno, J. R. de la. 1937. *A Glossary of Entomology*. Brooklyn Entomological Society, Brooklyn, New York.
- Torre-Bueno, J. R. de la. 1989. *The Torre-Bueno Glossary of Entomology*. Compiled by S.W Nichols, and including Supplement A by G. S. Tulloch. New York Entomological Society, New York.
- Trager, J. C. 1984. A revision of the genus *Paratrechina* (Hymenoptera: Formicidae) of the continental United States. *Sociobiology* 9:49-162.
- . 1991. A revision of the fire ants, *Solenopsis geminata* group (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). *Journal of the New York Entomological Society* 99:141-198.
- Trivers, R. L., and H. Hare. 1976. Haplodiploidy and the evolution of the social insects. *Science* 191:249-263.
- Tschinkel, W R. 1991. Insect sociometry, a field in search of data. *Insectes Sociaux* 38:77-82.
- . 1992. Brood raiding and the population dynamics of founding and incipient colonies of the fire ant, *Solenopsis invicta*. *Ecological Entomology* 17: 179-188.
- . 1993. Sociometry and sociogenesis of colonies of the fire ant *Solenopsis invicta* during one annual cycle. *Ecological Monographs* 63: 425--457.
- Tschinkel, W R., and Howard, D. F. 1978. Queen replacement in orphaned colonies of the fire ant, *Solenopsis invicta*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 3:297-310.

- Tulloch, G. S. 1962. Torre-Bueno's Glossary of Entomology, Supplement A. Brooklyn Entomological Society, Brooklyn, New York.
- Turk, F. A. 1953. A new genus and species of pseudoscorpion with some notes on its biology. *Proceedings of the Zoological Society of London* 122:951-954.
- Ule, E. 1902. Ameisengarten im Amazonasgebiet. *Botanische Jahrbticher fur Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographien* 30:45-52.
- Umphrey, G. J., 1996. Morphometric discrimination among sibling species in the *fulva-rudis-texana* complex of the ant genus *Aphaenogaster* (Hymenoptera: Formicidae). *Canadian Journal of Zoology* 74(3):528-559.
- United Nations Environment Programme. 1995. Global Biodiversity Assessment. Cambridge University Press, Cambridge.
- Upton, M. 1991. Methods for Collecting, Preserving and Studying Insects and Allied Forms. Australian Entomological Society Miscellaneous Publications [Brisbane, Australia] 3: 1-86.
- Valone, T., and J. Brown. 1995. Effects of competition, colonization, and extinction on rodent species diversity. *Science* 267:880-883.
- Vander Meer, R., and L. Alonso. 1998. Pheromone directed behavior in ants. Pp. 159-192. *In* R. Vander Meer, M. Breed, M. Winston, and K. Espelie (eds.), *Pheromone Communication in Social Insects*. Westview Press, Boulder, Colorado.
- Vasconcelos, H. L., and J. H. C. Delabie. 2000. Ground ant communities from central Amazonia forest fragments. Pp. 59-70. *In* D. Agosti, J. Majer, L. Alonso, and T. R. Schultz (eds.), *Sampling Ground-Dwelling Ants: Case Studies from the Worlds' Rain Forests*. Curtin University School of Environmental Biology Bulletin No. 18. Perth, Australia.
- Vaz-Ferreira, R., L. C. de Zolessi, and F. Achaval. 1970. Oviposición y desarrollo de Ofidios y Lacertilios en hormigueros de *Acromyrmex*. *Physis* 29:431--459.
- . 1973. Oviposición y desarrollo de ofidos y lacertilios en hormigueros de *Acromyrmex*. II. Trabajos del Cinco Congreso Latinoamericano de Zoología, Montevideo 1 :232-244.
- Veerhagh, M. 1990. The Formicidae of the rain forest in Panguana, Peru: The most diverse local ant fauna ever recorded. Pp. 217-218. *In* G. K. Veeresh, B. Mallik, and C. A. Viraktamath (eds.), *Social Insects and the Environment*. Proceedings of the II th International Congress of IUSSI, 1990. Oxford and IBH, New Delhi.
- Vinson, S. B. 1991. Effect of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) on a small plant-decomposing arthropod community. *Environmental Entomology* 20:98103.
- Von Ihering, H. 1891. Die Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Ameisen in den Tropen. *Ausland* 1891:474--477.
- Wang, c., and I. Wu. 1991. Taxonomic studies on the genus *Polyrhachis* Mayr of China (Hymenoptera, Formicidae). *Forest Research* 4:596-60 I. [In Chinese.]
- Wang, c., G. Xiao, and J. Wu. 1989a. Taxonomic studies on the genus *Camponotus* Mayr in China (Hymenoptera, Formicidae) [part]. *Forest Research* 2:221-228. [In Chinese.]
- . 1989b. Taxonomic studies on the genus *Camponotus* Mayr in China (Hymenoptera, Formicidae). [conclusion]. *Forest Research* 2:321328. [In Chinese.]



- Wang, M. 1993. Taxonomic study of the ant tribe Odontomachini in China (Hymenoptera: Formicidae). Scientific Treatise on Systematic and Evolutionary Zoology 2:219-230. [In Chinese.]
- Wang, M., G. Xiao, and J. Wu. 1988. Taxonomic studies on the genus *Tetramorium* Mayr in China (Hymenoptera, Formicidae). Forest Research 1:264-274. [In Chinese.]
- Ward, P. S. 1980. A systematic revision of the *Rhytidoponera impressa* group (Hymenoptera: Formicidae) in Australia and New Guinea. Australian Journal of Zoology 28:475-498.
- . 1984. A revision of the ant genus *Rhytidoponera* (Hymenoptera: Formicidae) in New Caledonia. Australian Journal of Zoology 32:131-175.
- . 1985. The Nearctic species of the genus *Pseudomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). Quaestiones Entomologicae 21 :209-246.
- . 1987. Distribution of the introduced Argentine ant (*Iridomyrmex humilis*) in natural habitats of the lower Sacramento Valley and its effects on the indigenous ant fauna. Hilgardia 55:1-16.
- . 1988. Mesic elements in the western Nearctic ant fauna: Taxonomic and biological notes on *Amblyopone*, *Proceratium*, and *Smithistruma* (Hymenoptera: Formicidae). Journal of the Kansas Entomological Society 61: 102-124.
- . 1989. Systematic studies on pseudomyrmecine ants: Revision of the *Pseudomyrmex oculatus* and *P. subtilissimus* species groups, with taxonomic comments on other species. Quaestiones Entomologicae 25:393-468.
- . 1990. The ant subfamily Pseudomyrmecinae (Hymenoptera: Formicidae): Generic revision and relationship to other formicids. Systematic Entomology 15:449-489.
- . 1993. Systematic studies on *Pseudomyrmex* acacia-ants (Hymenoptera: Formicidae: Pseudomyrmecinae). Journal of Hymenoptera Research 2:117-168.
- . 1994. *Adetomyrma*, an enigmatic new ant genus from Madagascar (Hymenoptera: Formicidae), and its implications for ant phylogeny. Systematic Entomology 19:159-175.
- . 1999a. Systematics, biogeography and host plant associations of the *Pseudomyrmex viduus* group (Hymenoptera: Formicidae), *Triplaris*- and *Tachigali*-inhabiting ants. Zoological Journal of the Linnean Society 126:451-540.
- . 1999b. Deceptive similarity in army ants of the genus *Neivamyrmex* (Hymenoptera: Formicidae): Taxonomy, distribution and biology of *N. californicus* (Mayr) and *N. nigrescens* (Cresson). Journal of Hymenoptera Research 8:74-97.
- Ward, P. S., B. Bolton, S. O. Shattuck, and W. L. Brown Jr. 1996. A Bibliography of Ant Systematics. University of California Publications in Entomology 116.
- Wasmann, E. 1902. Zur Kenntnis der myrmecophilen *Antennophorus* und anderer auf Ameisen und Termiten reitende Acarinen. Zoologischer Anzeiger 25:66-76.
- Watkins, J. E., II. 1976. The identification and distribution of New World army ants (Dorylinae: Formicidae). Baylor University Press, Waco, Texas.
- . 1977. The species and subspecies of *Nomamyrmex* (Dorylinae: Formicidae). Journal of the Kansas Entomological Society 50:203-214. ---. 1982. The army ants of Mexico (Hymenoptera: Formicidae: Ecitoninae). Journal of the Kansas Entomological Society 55:197-247.
- . 1985. The identification and distribution of the army ants of the United States of

- America (Hymenoptera, Formicidae, Ecitoninae). *Journal of the Kansas Entomological Society* 58:479-502.
- Watt, J. C. 1979. Abbreviations for entomological collections. *New Zealand Journal of Zoology* 6:519-520.
- Weber, N. A. 1943. Parabiosis in Neotropical "ant gardens." *Ecology* 24:400-404.
- . 1944. The neotropical coccid-tending ants of the genus *Acropyga* Roger. *Annals of the Entomological Society of America* 37:89-122.
- . 1947. A revision of the North American ants of the genus *Myrmica* Latreille with a synopsis of the Palearctic species. I. *Annals of the Entomological Society of America* 40:437-474.
- . 1948. A revision of the North American ants of the genus *Myrmica* Latreille with a synopsis of the Palearctic species. II. *Annals of the Entomological Society of America* 41:267-308.
- . 1950a. The African species of the genus *Oligomyrmex* Mayr (Hymenoptera, Formicidae). *American Museum Novitates* 1442:1-19.
- . 1950b. A revision of the North American ants of the genus *Myrmica* Latreille with a synopsis of the Palearctic species. III. *Annals of the Entomological Society of America* 43:189-226.
- . 1952. Studies on African Myrmicinae. I (Hymenoptera, Formicidae). *American Museum Novitates* 1548:1-32.
- . 1972a. The Attines: The fungus-culturing ants. *American Scientist* 60:448-456.
- . 1972b. *Gardening Ants: The Attines*. American Philosophical Society, Philadelphia.
- Weber, N. A., and J. L. Anderson. 1950. Studies on central African ants of the genus *Pseudolasius* Emery (Hymenoptera, Formicidae). *American Museum Novitates* 1443:1-7.
- Wehner, R., A. C. Marsh, and S. Wehner. 1992. Desert ants on a thermal tightrope. *Nature* 357:586-587.
- Went, E. W., J. Wheeler, and G. C. Wheeler. 1972. Feeding and digestion in some ants (*Veromessor* and *Manica*). *BioScience* 22:82-88.
- Westman, W. 1986. Resilience: Concepts and measures. Pp. 5-19. In B. Dell, A. Hopkins, and B. Lamont (eds.), *Resilience in Mediterranean Ecosystems*. Dr. W. Junk, The Hague.
- Wetterer, J. K. 1991. Allometry and the geometry of leaf-cutting in *Atta cephalotes*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 29:347-351.
- Wetterer, J. K., T. R. Schultz, and R. Meier. 1998. Phylogeny of fungus-growing ants (tribe Attini) based on mtDNA sequence and morphology. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 9:42-47.
- Wheeler, D., and S. Levings. 1988. The impact of the 1983 El Niño drought on the litter arthropods of Barro Colorado Island, Panama. pp. 309-326. In J. C. Trager (ed.), *Advances in Myrmecology*. E. J. Brill, New York.
- Wheeler, G. C., and E. W. Wheeler. 1930. Two new ants from Java. *Psyche* (Cambridge) 37:193-201.
- Wheeler, G. C., and J. Wheeler. 1986. *The Ants of Nevada*. Natural History Museum of Los Angeles County, Los Angeles.
- Wheeler, J. 1968. Male genitalia and the taxonomy of *Polyergus* (Hymenoptera: Formicidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 70:156-164. [Erratum: *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 70:254.]
- Wheeler, W. M. 1905. The North American ants of the genus *Liometopum*. *Bulletin of*

- the American Museum of Natural History 21:321-333. ---. 1908. Studies on myrmecophiles. II. *Hetaerius*. Journal of the New York Entomological Society 16:135-143.
- . 1910. Two new myrmecophilous mites of the genus *Antennophorus*. Psyche (Cambridge) 17:1-6.
- . 1913. Observations on the Central American *Acacia* ants. Transactions of the Second International Entomological Congress of Oxford (1912) 2:109-139.
- . 1914. Notes on the habits of *Liomyrmex*. Psyche (Cambridge) 21:75-76.
- . 1918. The Australian ants of the ponerine tribe Cerapachyini. Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences 53:215-265.
- . I 922a. Ants of the American Museum Congo expedition. A contribution to the myrmecology of Africa. II. The ants collected by the American Museum Congo Expedition. Bulletin of the American Museum of Natural History 45:39-269.
- . I 922b. Ants of the American Museum Congo expedition. A contribution to the myrmecology of Africa. VII. Keys to the genera and subgenera of ants. Bulletin of the American Museum of Natural History 45:631-710.
- . 1924. Ants of Krakatau and other islands in the Sunda Strait. Treubia 5:239-258.
- . 1925. A new guest-ant and other new Formicidae from Barro Colorado Island, Panama. Biological Bulletin of the Marine Biological Laboratory (Woods Hole) 49:150-181.
- . 1928. The Social Insects: Their Origin and Evolution. Kegan Paul, Trench, Trubner, London. ---. 1934. A second revision of the ants of the genus *Leptomyrmex* Mayr. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, Harvard College 77:69-118. ---. 1935. Ants of the genus *Acropyga* Roger, with description of a new species. Journal of the New York Entomological Society 43:321-329.
- . 1936. Ecological relations of ponerine and other ants to termites. Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences 71 :159-243. ---. 1942. Studies of Neotropical ant-plants and their ants. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, Harvard University 90:1-262.
- Wheeler, W. M. and W. M. Mann. 1942. [Untitled].
- Allomerus decemarticulatus* Mayr subsp. *Novemarticulatus* Wheeler & Mann, subsp. nov.] Pp. 188-189. In W. M. Wheeler, Studies of Neotropical ant-plants and their ants. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, Harvard College 90: 1-262.
- Whitcomb, W. H., A. Bhatkar, and J. C. Nickerson. 1973. Predators of *Solenopsis invicta* queens prior to successful colony establishment. Environmental Entomology 2:1101-1103.
- Whitford, W. G. 1978. Structure and seasonal activity of Chihuahua desert ant communities. Insectes Sociaux 25:79-88.
- Whitford, W. G., and G. Ettershank. 1975. Factors affecting foraging activity in Chihuahuan desert harvester ants. Environmental Entomology 4: 689-696.
- Wiernasz, D. c., and B. J. Cole. 1995. Spatial distribution of *Pogonomyrmex occidentalis*: Recruitment, mortality, and overdispersion. Journal of Animal Ecology 64:519-527.
- Wilcox, B. A. 1984. In situ conservation of genetic resources: Determinants of minimum-area requirements. Pp. 639-647. In J. A. McNeeley and K. R. Miller (eds.), National Parks, Conservation, and Development: The Role of Protected Areas in Sustaining Society. Proceedings of the World Congress on National Parks, Bali, Indonesia, 11-22 October 1982. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.

- Wilcox, B. A., D. D. Murphy, P. R. Ehrlich, and G. T. Austin. 1986. Insular biogeography of the montane butterfly faunas in the Great Basin: Comparison with birds and mammals. *Oecologia* 69:188-194.
- Willey, R. B., and W. L. Brown Jr. 1983. New species of the ant genus *Myopias* (Hymenoptera: Formicidae: Ponerinae). *Psyche* (Cambridge) 90:249-285.
- Williams, D. F. 1994. Exotic ants: Biology, impact, and control of introduced species. Westview Press, Boulder, Colorado.
- Williams, R. N. (ed.). 1978. Worldwide directory of institutions with entomologists, part I: Latin America. *Bulletin of the Entomological Society of America* 24: 179-193.
- Willis, E. O. 1983. A study of ant-following birds of northeastern Brazil. *Research Reports of the National Geographic Society* 15:745-748.
- Willis, E. o., and y. Oniki. 1978. Birds and army ants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 9:243-263.
- Wilson, D. E., F. R. Cole, J. D. Nichols, R. Rudran, and M. S. Foster. 1996. Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Mammals. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Wilson, E. O. 1953. The ecology of some North American dacetine ants. *Annals of the Entomological Society of America* 46:479-495.
- . 1955. A monographic revision of the ant genus *Lasius*. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, Harvard College* 113:1-201. ---. 1958. Patchy distributions of ant species in New Guinea rain forests. *Psyche* (Cambridge) 65:26-38.
- . 1959. Some ecological characteristics of ants in New Guinea rain forests. *Ecology* 40:437- 447. ---. 1961. The nature of the taxon cycle in the Melanesian ant fauna. *American Naturalist* 95: 169-193.
- . 1962a. Behavior of *Daceton armigerum* (Latreille), with a classification of self-grooming movements in ants. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, Harvard College* 127:401-422.
- . 1962b. The Trinidad cave ant *Erebomyrma* (= *Spelaemyrmex*) *urichi* (Wheeler), with a comment on cavernicolous ants in general. *Psyche* (Cambridge) 69:63-72.
- . 1964. The true army ants of the IndoAustralian area (Hymenoptera: Formicidae: Dorylinae). *Pacific Insects Monographs* 6:427-483. ---. 1971. *The Insect Societies*. Belknap Press, Cambridge, Massachusetts.
- . 1976. Which are the most prevalent ant genera? *Studia Entomologica* 19: 187-200.
- . 1984. Tropical social parasites in the ant genus *Pheidole*, with an analysis of the anatomical parasitic syndrome (Hymenoptera: Formicidae). *Insectes Sociaux* 31:316-334.
- . 1985. The principles of caste evolution. *Fortschritte der Zoologie* 31:307-324.
- . 1987. The arboreal ant fauna of Peruvian Amazon forests: A first assessment. *Biotropica* 19:245-251.
- . 1989. *Chimaeridris*, a new genus of hookmandibled myrmicine ants from tropical Asia (Hymenoptera: Formicidae). *Insectes Sociaux* 36:62-69.
- . 1993. *The Diversity of Life*. ww Norton, New York.
- Wilson, E. o., and w L. Brown Jr. 1953. The subspecies concept and its taxonomic application. *Systematic Zoology* 2:97-111.
- . 1956. New parasitic ants of the genus *Kyidris*, with notes on ecology and

- behavior. *Insectes Sociaux* 3:439-454.
- . 1984. Behavior of the cryptobiotic predaceous ant *Eurhopalothrix heliscata* n. sp. (Hymenoptera: Formicidae: Basicerotini). *Insectes Sociaux* 31 :408-428.
- Wilson, E. O., and R. W Taylor. 1967. An estimate of the potential evolutionary increase in species density in the Polynesian ant fauna. *Evolution* 21:1-10.
- Wilson, E. O., T. Eisner, G. C. Wheeler, and J. Wheeler. 1956. *Aneuretus simoni* Emery, a major link in ant evolution. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, Harvard College* 115:81-99.
- Wing, M. W 1968. Taxonomic revision of the Nearctic genus *Acanthomyops* (Hymenoptera: Formicidae). *Memoirs of the Cornell University Agricultural Experiment Station* 405:1-173.
- Wisdom, W, and W G. Whitford. 1981. Effects of vegetation change on ant communities of arid rangelands. *Environmental Entomology* 10:893-897.
- Wolda, H. 1992. Trends in abundance of tropical forest insects. *Oecologia* 89:47-52.
- Wu, J. 1990. Taxonomic studies on the genus *Formica* L. of China (Hymenoptera: Formicidae). *Forest Research* 3:1-8. [In Chinese.]
- Wu, J., and C. Wang. 1990. A taxonomic study on the genus *Tetraponera* Smith in China (Hymenoptera: Formicidae). *Scientia Silvae Sinica* 26: 515-518. [In Chinese.]
- Xu, Z. 1994a. A taxonomic study of the ant genus *Lepisiota* Santschi from Southwestern China (Hymenoptera: Formicidae: Formicinae). *Journal of Southwest Forestry College* 14(4):231-237.
- Xu, Z. 1994b. A taxonomic study of the ant genus *Brachyponera* Emery in Southwestern China (Hymenoptera: Formicidae: Ponerinae). *Journal of Southwest Forestry College* 14(3):181-185.
- Xu, Z. 1995a. Two new species of the ant genus *Prenolepis* from Yunnan China (Hymenoptera: Formicidae). *Zoological Research* 16(4):337-341.
- Xu, Z. 1995b. A taxonomic study of the ant genus *Dolichoderus* Lund in China (Hymenoptera: Formicidae: Dolichoderinae). *Journal of Southwest Forestry College* 15(1):33-39.
- Xu, Z. 1997. A taxonomic study of the ant genus *Pseudolasius* Emery in China (Hymenoptera: Formicidae). *Zoological Research* 18(1):1-6.
- Xu, Z. 1999. Systematic studies on the ant genera of *Carebara*, *Rhopalomastix* and *Kartidris* in China (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). *Acta Biologica Plateau Sinica* 14:129-136.
- Xu, Z., and W. Zhang. 1996. A new species of the genus *Gnamptogenys* (Hymenoptera: Formicidae: Ponerinae) from southwestern China. *Entomotaxonomia* 18(1):55-58.
- Yamauchi, K 1978. Taxonomical and ecological studies on the ant genus *Lasius* in Japan (Hymenoptera: Formicidae). I. Taxonomy. *Science Reports of the Faculty of Education, Gifu University (Natural Sciences)* 6:147-181.
- Yasumatsu, K, and W. L. Brown Jr. 1951. Revisional notes on *Camponotus herculeanus* Linne and close relatives in Palearctic regions (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University* 10:29-44.
- . 1957. A second look at the ants of the *Camponotus herculeanus* group in eastern Asia. *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University* 11:45-51.

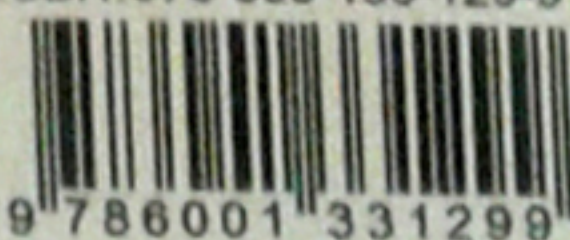
- Yasumatsu, K, and Y Murakami. 1960. A revision of the genus *Stenammina* of Japan (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae). *Esakia* 1:27-31.
- Young, A. M. 1986. Notes on the distribution and abundance of ground- and arboreal-nesting ants (Hymenoptera: Formicidae) in some Costa Rican cacao habitats. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 88:550-571.
- Zhou, S.- Y, and Z.-M. Zheng. 1999. Taxonomic study of the ant genus *Pheidole* Westwood from Guangxi, with descriptions of three new species. *Acta Zootaxonomica Sinica* 24(1):83-88.
- Zimmerman, B. L., and M. T. Rodriguez. 1990. Frogs, snakes, and lizards of the INPA- WWF reserves near Manaus, Brazil. Pp. 426-454. *In* A. H. Gentry (ed.), *Four Neotropical Rainforests*. Yale University Press, New Haven, Connecticut.

# ANTS



## STANDARD METHODS FOR MEASURING AND MONITORING BIODIVERSITY

ISBN: 978-600-133-129-9



فروشگاه کتاب: خیابان انقلاب، بین اردیبهشت و ۱۲ فروردین، جنب انتشارات آگاه، ساختمان ۳۱۰  
تلفن: ۶۶۴۹۰۷۳۲-۶۶۴۹۰۷۳۰  
فروشگاه الکترونیکی: <http://nashr.jahat.ir> پست الکترونیکی: [en.jahat@gmail.com](mailto:en.jahat@gmail.com)  
طبقه سوم، واحد ۱۱۰