

ĐÁNH GIÁ TẦN SUẤT SỰ KIỆN MƯA CỰC ĐẠI TẠI HẢI PHÒNG VÀ NHA TRANG

Phạm Hải An, Vũ Duy Vĩnh, Trần Đình Lân

MỞ ĐẦU

Thời tiết và khí hậu ảnh hưởng trực tiếp đến mọi hoạt động sản xuất và đời sống xã hội. Xã hội càng phát triển thì vấn đề thời tiết và biến đổi khí hậu lại càng trở nên quan trọng và nhận được sự quan tâm nhiều hơn, đặc biệt là những hiện tượng khí tượng cực đoan. Một trong những yếu tố quan trọng được quan tâm nghiên cứu nhiều trong khí tượng là lượng mưa ngày cực đại. Bên cạnh việc xác định lượng mưa cực đại tuyệt đối có thể xảy ra ứng với các thời kỳ lặp lại cho trước, chúng ta cũng có thể xác định chu kỳ lặp lại ứng với lượng mưa cực đại cho trước. Kết quả thu được cho thấy sự phù hợp giữa phân bố thực nghiệm của lượng mưa ngày cực đại và phân bố lý thuyết ở hầu hết các vùng khí hậu Việt Nam. Hải Phòng và Nha Trang là hai tỉnh thành ven biển thuộc khu vực nhiệt đới gió mùa, nên thường xuyên phải đối diện với các mối đe dọa lớn bởi các sự kiện khí hậu cực đoan như bão, hạn hán và hiện tượng mưa lớn. Trong đó, các vùng đồng bằng và các khu đô thị nằm gần bờ biển cũng rất dễ bị tổn thương khi xảy ra các hiện tượng trên, đặc biệt đối với các khu vực đông dân cư. Nhằm giảm nhẹ thiên tai và phòng tránh các thiệt hại có thể xảy ra do hiện tượng mưa lớn, báo cáo bước đầu đưa ra một số phân tích và kết quả về lượng mưa cực đại có thể xảy ra tại Hải Phòng và Nha Trang thông qua bộ dữ liệu mưa ngày kéo dài nhiều năm liên tiếp.

1. TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Số liệu sử dụng là lượng mưa hàng ngày được ghi nhận tại trạm Phủ Liễn - Hải Phòng từ năm 1978 đến năm 2007 và tại trạm Nha Trang - Khánh Hòa từ năm 1979 đến năm 2008, đều thuộc mạng lưới khí tượng thủy văn quốc gia.

Để phân tích xu thế mưa cực đại, trong khí tượng thường sử dụng phương pháp Mann-Kendall (Guhathakurta và cs., 2010; Kotz và Nadarajah, 2000; HydroGeoLogic, Inc-OU-1, 2005). Phương pháp Mann Kendall là phương pháp phi tham số dùng để xác định xu thế trong một chuỗi dữ liệu thời gian. Phương pháp so sánh biên độ tương đối của dữ liệu hơn là bản thân giá trị của các dữ liệu ấy. Nếu giả thiết rằng chỉ có một dữ liệu tại mỗi một thời điểm thì mỗi giá trị dữ liệu tại mỗi thời điểm được so sánh với các giá trị trên toàn chuỗi thời gian. Giá trị ban đầu của thống kê Mann-Kendall, S là 0 (nghĩa là không có xu thế). Nếu một dữ liệu ở một thời điểm sau lớn hơn giá trị của dữ liệu ở một thời điểm nào đó trước đây, S được tăng thêm 1; và ngược lại. Xét chuỗi x_1, x_2, \dots, x_n biểu diễn n điểm dữ liệu trong đó x_j là giá trị dữ liệu tại thời điểm j . Khi đó chỉ số thống kê Mann-Kendall S được tính bởi:

$$S = \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \text{sgn}(x_j - x_i)$$

Giá trị S dương là chỉ số cho một xu hướng tăng, giá trị S âm là chỉ số cho một xu hướng giảm. Tuy nhiên cần phải tính toán xác suất đi kèm với S và n để xác định mức ý nghĩa của xu hướng. Phương sai của S được tính theo công thức:

$$\text{VAR}(S) = \frac{1}{18} \left[n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^g t_p(t_p-1)(2t_p+5) \right]$$

Trong đó g là số các nhóm có các giá trị dữ liệu giống nhau, tp là số các điểm dữ liệu trong nhóm thứ p.

Chỉ số Mann-Kendall Z được tính như sau (tuân theo luật phân phối chuẩn trung bình 0, phương sai 1):

$$Z = \frac{S - 1}{[\text{VAR}(S)]^{1/2}}, S > 0$$

$$Z = 0, S = 0$$

$$Z = \frac{S + 1}{[\text{VAR}(S)]^{1/2}}, S < 0$$

Hàm xác suất mật độ có công thức như sau:

$$f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}}$$

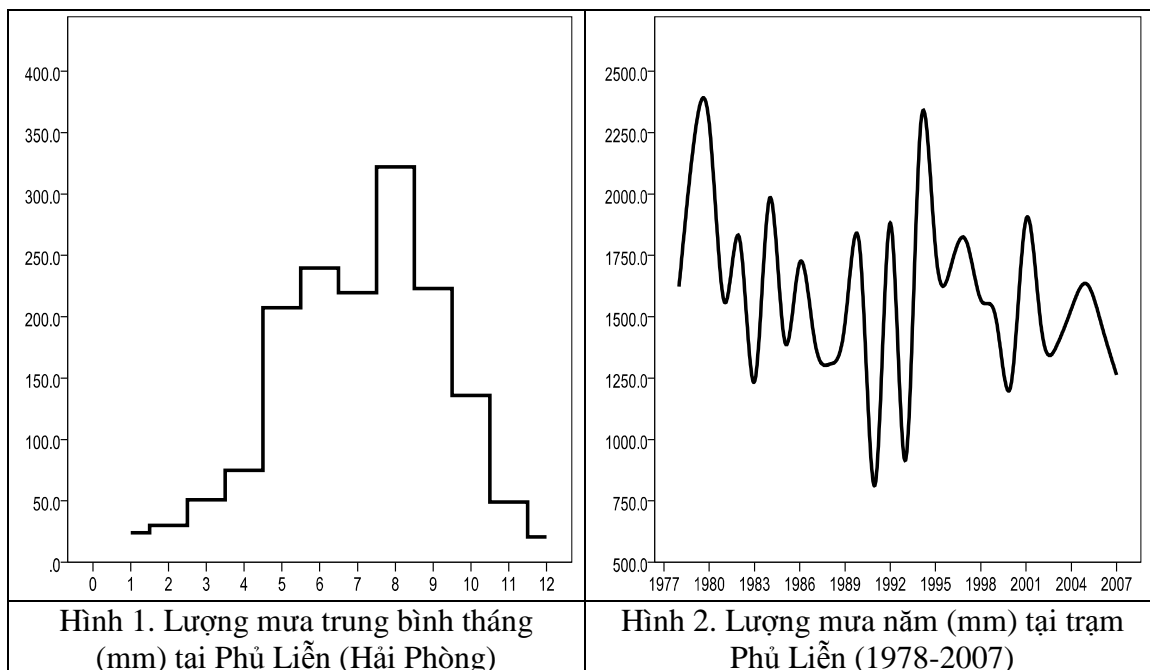
Trong đó xu hướng được xác định là giảm (hoặc tăng) nếu Z nhỏ hơn 0 (lớn hơn 0) và xác suất tính được là lớn hơn mức ý nghĩa (thường là 95%). Nếu như xác suất tính được nhỏ hơn mức ý nghĩa, xu thế không tồn tại.

Để phân tích trị số lượng mưa cực đại với các chu kỳ lặp lại cho trước, sử dụng phân phối cực đại Gumbell (Kotz và Nadarajah, 2000):

$$F(x, \psi, \beta) = \exp(-1(1 + \zeta \frac{x - \psi}{\beta})^{-1/\zeta})$$

3. KẾT QUẢ PHÂN TÍCH XU THẾ VÀ TẦN SUẤT MƯA CỰC ĐẠI

Hải phòng:



Đối với khu vực Hải Phòng, kết quả phân tích cho thấy lượng mưa trung bình hàng tháng thay đổi khác nhau từ 25mm đến 330mm trong vòng 30 năm (hình 1). Lượng mưa lớn tập trung nhiều trong giai đoạn từ tháng 6 đến tháng 10, và rất thấp trong các tháng còn lại với giá trị thường ít hơn 100mm. Tổng lượng mưa hàng năm tại Hải Phòng cũng khác nhau, biến đổi từ 817.8mm đến 2286.5mm (hình 2)

Các dữ liệu đo được trong giai đoạn 1978-2007 chia thành ba thời kỳ khác nhau, từng thời kỳ được kiểm tra bởi phân tích xu hướng Mann-Kendall.

Giai đoạn đầu tiên 1978-1987, số lượng mẫu 3560, giá trị của $S = -101315 < 0$, $\text{var}(s) = 5.405233\text{E}+09$, $z = -1,378041 < 0$, $f(z) = 0,85$ (ít hơn 0,95), vì vậy không có xu hướng trong giai đoạn này.

Giai đoạn thứ hai 1988-1997, số lượng mẫu $n = 3650$, giá trị của $S = 108556 > 0$, $\text{var}(s) = 5.405233\text{E}+09$, $z = 1,476531 > 0$, và $f(z) = 0,13$ (ít hơn 0,95), vì vậy cũng không có xu hướng trong giai đoạn này.

Giai đoạn thứ ba 1998-2007: $n = 3650$ (1998-2007), giá trị của $S = -170088 < 0$ chỉ số cho một xu hướng giảm, $\text{var}(s) = 5.405233\text{E}+09$, $z = -2,313470 < 0$, $f(z) = 0,97$, như vậy xu hướng tồn tại trong giai đoạn này với mức ý nghĩa $> 95\%$.

Tổng ba giai đoạn với số mẫu $n = 10.950$ (1978-2007) thì giá trị của $S = -1146828 < 0$ chỉ số cho một xu hướng giảm, giá trị $\text{var}(s) = 1.459014\text{E}+11$, z giá trị $= -3,002398 < 0$ xu hướng giảm, hàm $f(z) = 0,99$. Xu hướng này tồn tại với mức ý nghĩa $> 95\%$, và là một xu hướng giảm.

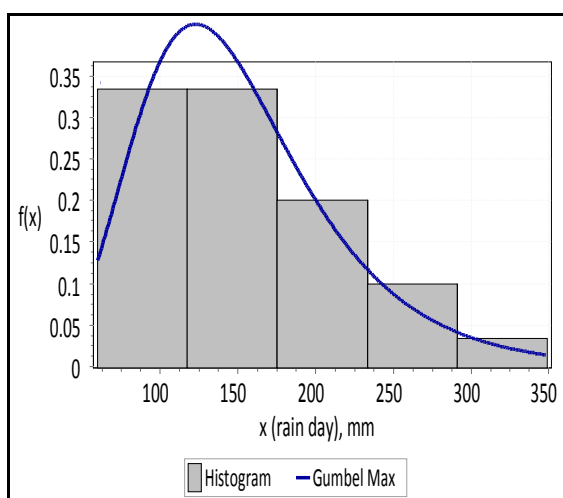
Các số liệu thống kê đặc trưng cho dữ liệu mưa 30 năm (1978-2007) tại trạm Phủ Liễn được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Mô tả thống kê ghi nhận tại trạm Phủ Liễn

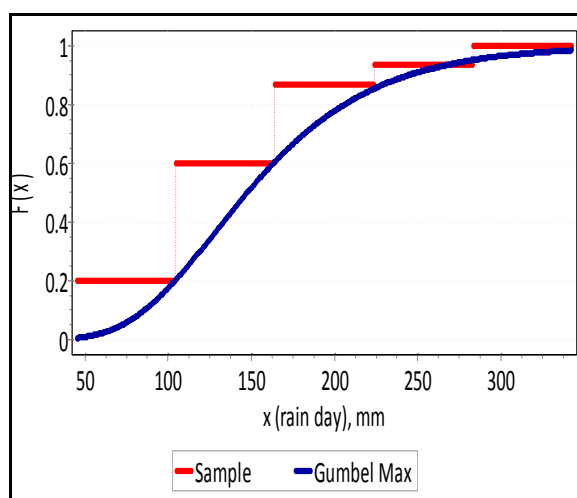
Tập số liệu trong vòng 30 năm			
Thống kê	Giá trị	Phần trăm	Giá trị
Sample Size	10950	Min	0
Range	342.6	5%	0
Mean	4.4084	10%	0
Variance	238.53	25% (Q1)	0
Std. Deviation	15.444	50% (Median)	0
Coef. Of Variation	3.5034	75% (Q3)	1.3
Std. Error	0.14759	90%	10.2
Skewness	7.5193	95%	26
Excess Kurtosis	87.065	Max	342.6
Thống kê cực đại			
Thống kê	Giá trị	Phần trăm	Giá trị
Sample Size	30	Min	45.2
Range	297.4	5%	62.69
Mean	158.32	10%	89.48
Variance	4390.0	25% (Q1)	108.8
Std. Deviation	66.257	50% (Median)	155.1
Coef. of Variation	0.4185	75% (Q3)	194.0
Std. Error	12.097	90%	224.36
Skewness	1.084	95%	333.58
Excess Kurtosis	1.7172	Max	342.6

Tần xuất mưa cực đại tại Hải Phòng:

Qua phân phối mật độ xác suất (hình 3) và phân phối tần suất tích lũy (hình 4) và các kết quả tính toán (bảng 2): các kết quả tính toán cho thấy có xu hướng lượng mưa với giá trị tối đa trong vòng 5 năm tới là 206,01mm có thể xảy ra theo xác suất 0.2 (20%), ngưỡng tối đa có thể được đạt là 244,79 mm trong thời gian 10 năm bởi xác suất 0,1. Xác suất của sự kiện này có thể được giảm đến 0.05, 0.033, 0.02 và 0.01 trong 20 năm, 30 năm, 50 năm và 100 năm sau đó, các ngưỡng lượng mưa cực đại tương ứng là 281.99 mm, 303.39 mm, 330.14 mm và 366.23 mm.



Hình 3. Phân phối mật độ xác suất tại Hải Phòng



Hình 4. Phân phối tần suất tích lũy tại Hải Phòng

Bảng 2. Kết quả tính giá trị GEV đối với khu vực Hải Phòng

Chu kỳ lặp	F ngẫu nhiên	Mưa cực đại (mm)	1/T
2	0.50000	147.43	0.500
5	0.80000	206.01	0.200
10	0.90000	244.79	0.100
15	0.93333	266.67	0.067
20	0.95000	281.99	0.050
25	0.96000	293.79	0.040
30	0.96667	303.39	0.033
40	0.97500	318.48	0.025
50	0.98000	330.14	0.020
60	0.98333	339.65	0.017
70	0.98571	347.68	0.014
80	0.98750	354.63	0.013
90	0.98889	360.75	0.011
100	0.99000	366.23	0.010

Nha Trang:

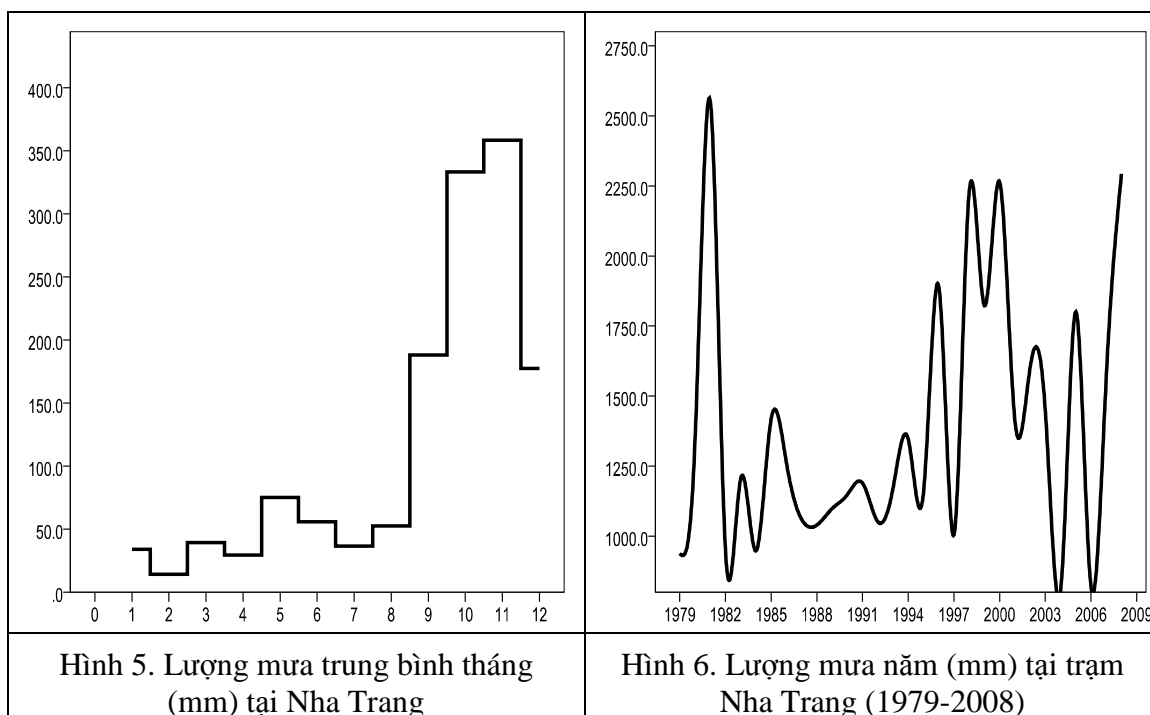
Đối với khu vực Nha Trang, kết quả phân tích cho thấy lượng mưa trung bình hàng tháng thay đổi khác nhau từ 20mm đến 360mm trong vòng 30 năm (hình 5). Lượng

mưa lớn tập trung nhiều trong giai đoạn từ tháng 9 đến tháng 12, và rất thấp trong các tháng còn lại với giá trị thường ít hơn 100mm. Tổng lượng mưa hàng năm tại Nha Trang cũng khác nhau, biến đổi từ 802.7mm đến 2551.5mm (hình 6).

Dữ liệu đo từ 1979 đến 2008 cũng được chia thành ba thời kỳ khác nhau, từng thời kỳ được kiểm tra bởi phân tích xu hướng Mann-Kendall.

Trong giai đoạn đầu tiên 1979-1988, số lượng mẫu 3560, giá trị $s = 17703 > 0$, $\text{var}(s) = 5.405233\text{E}+09$, $z = 2.407771\text{E}-01 > 0$ tăng, tuy nhiên $f(z) = 0,39$ (ít hơn 0,95) vì vậy không có xu hướng trong giai đoạn này. Trong giai đoạn thứ hai 1989-1998 với số lượng mẫu $n = 3650$, giá trị $s = 147272 > 0$, $\text{var}(s) = 5.405233\text{E}+09$, $z = 2,003134 > 0$ tăng, nhưng $f(z) = 0,05$ ít hơn 0,95 nên không có xu hướng. Trong giai đoạn thứ ba 1999-2008: $n = 3650$ (1998-2007) giá trị của $s = 47841 > 0$, $\text{var}(s)$ giá trị $= 5.405233\text{E}+09$, z giá trị $= 6.607047\text{E}-01$ (tăng), $f(z) = 0,32$ ít hơn 0,95 vì vậy không có xu hướng.

Kết hợp ba giai đoạn được số lượng mẫu $n = 10.950$ (1979-2008): với giá trị $s = -560186 < 0$, $\text{var}(s)$ giá trị $= 1.459014\text{E}+11$, và giá trị $z = 1,44567$ tăng thêm, song giá trị $f(z) = 0.15$ ít hơn 0,95, nhìn chung không có xu hướng trong giai đoạn 1979-2008.



Các số liệu thống kê đặc trưng cho dữ liệu mưa 30 năm (1978-2007) tại trạm Nha Trang được thể hiện trong Bảng 3.

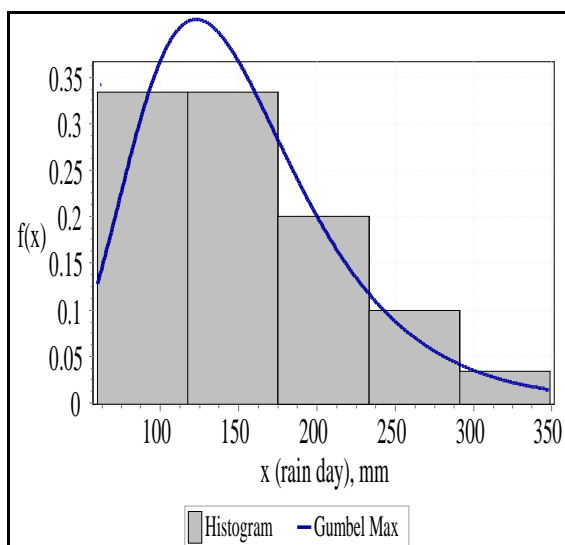
Bảng 3. Mô tả thống kê ghi nhận tại trạm Nha Trang

Tập số liệu trong vòng 30 năm			
Thống kê	Thống kê	Thống kê	Thống kê
Sample Size	10950	Min	0
Range	348.7	5%	0
Mean	3.8191	10%	0
Variance	210.49	25% (Q1)	0

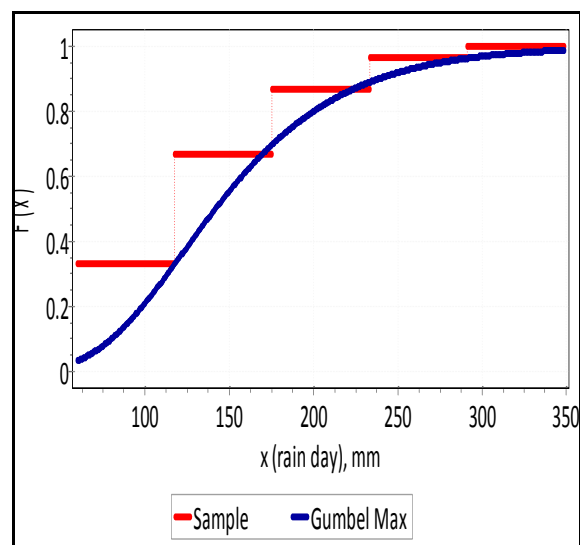
Std. Deviation	14.508	50% (Median)	0
Coef. of Variation	3.7989	75% (Q3)	0.6
Std. Error	0.13865	90%	8.7
Skewness	8.2132	95%	21.245
Excess Kurtosis	100.79	Max	348.0
Thống kê cực đại			
Thống kê	Thống kê	Thống kê	Thống kê
Sample Size	30	Min	59.8
Range	288.9	5%	68.82
Mean	152.49	10%	78.54
Variance	4372.6	25% (Q1)	93.5
Std. Deviation	66.125	50% (Median)	151.65
Coef. of Variation	0.43363	75% (Q3)	194.82
Std. Error	12.073	90%	240.61
Skewness	0.94484	95%	301.18
Excess Kurtosis	1.1476	Max	348.7

Tần xuất mưa cực đại tại Nha Trang

Tại Nha Trang: phân phối mật độ xác suất và phân phối tần suất tích lũy được thể hiện qua hình 7, hình 8, tồn tại xu hướng lượng mưa, với giá trị mưa cực đại trong vòng 5 năm tới là 200,09 mm có thể xảy ra kèm theo xác suất 0,2. Lượng mưa cực đại có thể đạt 238,79 mm trong vòng 10 năm tới bởi xác suất 0,1. Xác suất của sự kiện này được giảm đến 0.05, 0.03, 0.02, 0.01 trong 20 năm, 30 năm, 50 năm, 100 năm sau với các lượng mưa cực đại tương ứng: 275.92 mm, 297.28 mm, 323.98 mm và 359.99 mm (bảng 4).



Hình 7. Phân phối mật độ xác suất tại trạm Nha Trang



Hình 8. Phân phối tần suất tích lũy tại trạm Nha Trang

Bảng 4. Kết quả tính giá trị GEV đối với khu vực Nha Trang

Chu kỳ lặp	F ngẫu nhiên	Mưa cực đại (mm)	1/T
2	0.50000	141.63	0.500
5	0.80000	200.09	0.200
10	0.90000	238.79	0.100
15	0.93333	260.63	0.067
20	0.95000	275.92	0.050
25	0.96000	287.70	0.040
30	0.96667	297.28	0.033
40	0.97500	312.33	0.025
50	0.98000	323.98	0.020
60	0.98333	333.47	0.017
70	0.98571	341.48	0.014
80	0.98750	348.41	0.013
90	0.98889	354.52	0.011
100	0.99000	359.99	0.010

Bên cạnh đó các ước tính theo mô hình Generalized Pareto (GP) (bảng 5), tham số tính theo một số phân phối khác đối với khu vực Hải Phòng và Nha Trang (bảng 7) và tham số GP (General Pareto) với POT > 90% (bảng 6) cũng được đưa vào đánh giá kiểm nghiệm song song.

Bảng 5. Ước tính theo mô hình Generalized Pareto (GP)

Chu kỳ lặp	Khu vực	
	Phu Lien	Nha Trang
2	113.54	81.81
5	137.66	104.28
10	153.04	117.88
25	170.18	132.30
50	181.10	141.04
100	190.53	148.25

Bảng 6. Tham số GP (General Pareto) với POT > 90%

Khu vực	Tham số	Goodness of Fit (GOF)		
		Kolmogorov Smirnov	Anderson Darling	Chi-Squared
Phủ Liễn	k=0.21234 σ =20.635 μ =-0.5694	0.03181	1.5738	4.9953
Nha Trang	k=0.27533 σ =17.864 μ =0.62294	0.03945	2.5713	13.181

Bảng 7. Tham số tính theo một số phân phối khác đối với khu vực
Hải Phòng và Nha Trang

Mưa	Phân phối	Tham số	Kolmogorov Smirnov		Anderson Darling		Chi-Squared	
			Thống kê	Hạng	Thống kê	Hạng	Thống kê	Hạng
Phủ Liễn 1-ngày	Gen. E.Value	$k = 0.01001$ $\beta = 51.656$ $\Psi = 127.99$	0.0829	2	0.2235	2	0.032	2
	Gumbel Max	$\beta = 51.66$ $\Psi = 128.5$	0.0862	4	0.2206	1	0.369	4
	Log.Pearson.3	$\alpha=29.919$ $\beta=-0.07737$ $\gamma=7.2963$	0.0848	3	0.2616	3	0.016	1
	Normal	$\beta=66.257$ $\Psi = 158.32$	0.0948	6	0.6446	7	0.360	3
	Weibull	$a= 2.7838$ $b= 171.45$	0.0813	1	0.4902	5	0.406	5
Nha Trang 1-ngày	Gen. E.Value	$k= 1.5597E-4$ $\beta = 53.231$ $\Psi = 121.76$	0.0996	2	0.2738	2	1.15	5
	Gumbel Max	$\beta= 51.558$ $\Psi= 122.73$	0.1105	7	0.3029	4	1.299	6
	Log.Pearson.3	$\alpha=5420.3$ $\beta=-0.00586$ $\gamma=36.7$	0.1041	3	0.3005	3	1.511	7
	Normal	$\beta = 66.125$ $\Psi = 152.49$	0.1053	4	0.486	7	0.2485	1
	Weibull	$a= 2.7477$ $b= 164.29$	0.0931	1	0.4625	6	0.4768	3

KẾT LUẬN

Sự kiện lượng mưa cực đại là một trong những sự kiện có tính chất lặp lại trong khu vực Hải Phòng và khu vực Nha Trang. Trong nghiên cứu này đã sử dụng lượng mưa ngày đo tại các trạm thuộc khu vực Hải Phòng và Nha Trang kéo dài liên tục trong 30 năm nhằm phân tích và đưa ra chu kỳ lặp của các sự kiện lượng mưa cực đại, kết quả tính toán thông qua việc sử dụng nhiều phân phối xác suất khác nhau. Bước đầu cho thấy với mỗi giá trị lượng mưa ngày cực đại thì chu kỳ lặp lại là rất lớn, từ 2 cho đến 100 năm tiếp theo. Bên cạnh đó qua phân tích xu hướng Mann-Kendall chỉ ra rằng có xu hướng giảm đáng kể của lượng mưa tại trạm Phủ Liễn, nhưng không có xu hướng rõ rệt về lượng mưa ở Nha Trang. Trung bình với chu kỳ lặp lại là 50 năm thì lượng mưa cực đại có thể xảy ra là 330,14 mm tại Hải Phòng và 323,98 mm tại Nha Trang.

Tài liệu tham khảo

1. **Phạm Hải An, 2010.** Báo cáo “Thu thập tài liệu khí tượng thủy văn, thủy triều, mực nước biển khu vực Hải Phòng và Nha Trang”. Dự án “Các giả pháp về xung đột môi trường ở khu đô thị ven biển”, do TS. Trần Đình Lân làm chủ nhiệm. Viện Tài nguyên và Môi trường Biển.
2. **Pham Hai An, Vu Duy Vinh and Tran Dinh Lan, 2010.** Assessment of Frequency-Magnitude of Extreme Rainfall Events and Flooding. Project: Solutions for Environmental contrast in Coastal Areas. Institute of Marine Environment and Resources.
3. **Guhathakurta, Preetha Menon, Mazumdar and Sreejith, 2010.** Changes in Extreme Rainfall Events and Flood Risk in India During the Last Century. National Climate Centre India Meteorological Department PUNE. INDIA 411005.
4. **Kotz, S. Nadarajah, 2000.** Extreme Value Distributions Theory and Applications. Imperial College Press.
5. **HydroGeoLogic, Inc-OU-1, 2005.** Annual Groundwater Monitoring Report. Appendix D Mann-Kendall Analysis. Former Fort Ord, California.

Summary

AN ASSESSMENT OF THE FREQUENCY OF MAXIMUM RAINFALL EVENTS IN HAI PHONG AND NHA TRANG

Pham Hai An, Vu Duy Vinh and Tran Dinh Lan

Extreme heavy rain events often cause severe threat to people and their properties in high-populated, especially in coastal cities. These events can be analysed with using data observed during the least 30 years to asses how the climate change has impacted local environments in Hai Phong and Nha Trang. The extreme rainfall events is defined as high values exceeding the 95th percentile for each station. The results shows that the high rainfall (95th percentile) is 333.58mm a day in Hai Phong and 301.18mm a day in Nha Trang. The highest rainfall 342.6mm a day in Haiphong and 348.7mm a day in Nha Trang. The result from the Mann-Kendall tests show that there is a decrease in the rainfall in Hai Phong during the years 1978-2007 while the trend of the rainfall in Nha Trang during the year 1979-2008 is unapparent. In order to estimate the duration of repeat extreme high rainfall events and the frequent distribution, the method General Extreme Value Distribution has been used. The duration of daily maximum rainfall is in a range of 2-100 years. The daily maximum rainfall within 50 years can be 330.14 mm in Hai Phong and 323.98 mm in Nha Trang. The daily maximum rainfall within 100 years can be 366.23mm in Haiphong and 359.99mm in Nha Trang.

Người nhận xét: TS. Nguyễn Hữu Cử, CN. Trần Anh Tú

Địa chỉ: Viện Tài nguyên và Môi trường biển