

УДК 556.18.

ЕР ЮЗАСИ ЧЎКИШИНИНГ ГЕОЛОГИК ВА АНТРОПОГЕН
ОМИЛЛАРИЯрбобоев Тулқин Нурбобоевич¹
Қосимова Карима Ёдгор қизи²
Жамилов Бахтиёр Бахриддин ўғли³¹Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти “Фойдали қазилмалар
геологияси ва разведкаси” кафедраси профессори.²Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти “Экология ва атроф-муҳит
муҳофазаси” таълим йўналиши талабаси.³Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти “Фойдали қазилма конлари
геологияси, кидирув ва разведкаси” таълим йўналиши талабаси.

Аннотация. Мақолада ер юзасининг чўкиш жараёнини ривожланиш табиатига таъсир қилувчи асосий сабаблар ва омиллар қисқача тавсифланган. Сўнгги ўн йилликларда ер юзасининг чўкиши кенг тарқалган ҳодисага айлангани, қўплаб олимлар ва муҳандислар уни ўрганиш ва унга қарши курашиш билан шуғулланаётгани ва бу халқаро муаммога айлангани кўрсатилган.

Калит сўзлар: ер ости сувлари, қазиб олиш, чўкиш, гидрогеология, сатх, зичлашиш, антропоген ўзгаришлар, сабаблар, омиллар.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ ОСЕДАНИЯ
ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Аннотация. В статье характеризуется основные причины и факторы, влияющие на характер развития процесса проседание земной поверхности. Показано, что в последние десятилетия оседание земной поверхности стало широко распространенным явлением, его изучением и борьбой с ним заняты многие ученые и инженеры, оно стало международной проблемой.

Ключевые слова: подземные воды, добыча, оседание, гидрогеология, уровень, уплотнение, антропогенные изменения, причины, факторы.

GEOLOGICAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS OF LAND
SUBSIDENCE

Annotation. The article characterises the main causes and factors influencing the nature of the development of land subsidence process. It is shown that in recent decades land surface subsidence has become a widespread phenomenon, many scientists and engineers are engaged in its study and fight against it, it has become an international problem.

Keywords: groundwater, extraction, subsidence, hydrogeology, level, compaction, anthropogenic changes, causes, factors.

Кириш. Аҳоли сонининг жадал ортиши, қишлоқ хўжалиги ва саноат тезкор ривожланиб бораётганлиги туфайли тоза сувга бўлган талаб бутун дунёда тўхтовсиз ортиб бормоқда. Аҳолининг кунлик маиший эҳтиёжлари учун тоза сувга бўлган талабини, қишлоқ хўжалиги ва саноат ишлаб чиқариш эҳтиёжларини

қондириш мақсадида жаҳоннинг аксарият мамлакатларида, жумладан Ўзбекистонда ҳам ер ости сувларидан кенг фойдаланилмоқда. Ер ости сувлари оқилона қазиб олинмаганлиги туфайли геологик муҳитнинг салбий ўзгаришлари кузатилмоқда.

Жаҳон иқтисодиётининг замонавий босқичи табиий ресурслардан фойдаланиш миқёсининг ортиб бориши, табиат ва жамиятнинг ўзаро таъсирлашув жараёнини кескин мураккаблашиши, табиатга техноген таъсири туфайли ўзига хос табиий-антропоген жараёнларнинг юзага келиш доирасининг жадаллашуви ва кенгайиши билан ажралиб туради. Атроф муҳитнинг табиий ҳолатига иқтисодиётнинг барча тармоқлари салбий таъсир кўрсатади, аммо бугунги кунда ер юзасининг чўкиши билан боғлиқ антропоген ўзгаришлар ечилиши лозим бўлган долзарб муаммолардан бирига айланди.

Ўтган юз йилликнинг 50-йилларига қадар олимлар ер юзасининг чўкиши табиий жараён ва инсоннинг бунга ҳеч қандай алоқаси йўқ, деб ҳисоблашган, чунки бу ҳодиса асосан геологик жараёнлар билан боғлиқ. Эндиликда инсон аралашуви анча катта салбий оқибатларга олиб келиши аниқ бўлди ва бу зарарли ҳаракатларнинг атайин содир этилмаслиги, балки бошқа мақсадларга эришиш оқибатлари эканлиги аён бўлди.

Мунозара ва натижалар. Жаҳонда ер юзасининг чўкиши одатда аҳоли жуда зич жойлашган минтақаларда кузатилади. Биринчи марта ер ости сувларининг жадал қазиб чиқарилиши туфайли ер юзасининг чўкиши ўтган асрнинг 30-йилларида Япониянинг Токио, Осака ва Ниагата шаҳарларида қайд этилган. Иккинчи жаҳон урушидан кейин минтақаларнинг кўпчилигида тоза сув, нефть ва табиий газ қазиб олиш миқдори ошганлиги туфайли ер юзасининг чўкиши анчагина ортди. Маълумотларга кўра, 1995-йилда дунёнинг 150 дан ортиқ минтақаларида ер юзасининг аҳамиятли чўкиши кузатилган. Японияда 1977-йилда ер ости сувларини қазиб олиш туфайли ер юзасининг чўкиши юзага келган ҳудудлар сони 40 тани ташкил этган, айрим ҳудудлар денгизнинг ўртача сатҳидан ҳам пасайган. Ер ости сувлари қазиб чиқарилиши сабабли ер юзасининг чўкиши бўйича иккинчи ўринни АҚШ эгаллайди. АҚШ да ернинг 1 метрдан ортиқ чўкиши тўртта штатда юзага келган: Техас, Аризона, Невада ва Калифорния. Дунёнинг айрим минтақаларида ер юзасининг чўкиш даражаси 9 метрдан ортган, масалан, Мексика пойтахтида, Лос Анджелес – Калифорния (АҚШ) шаҳарлари шаҳаролдида, Сан-Хоакин – Калифорния (АҚШ) воҳасида, Рафт – Идахо дарёси ҳудудида (АҚШ), Фар Жест Ранд ҳудудида (Жанубий Африка), Чешир - Лондон ҳудудида (Буюк Британия). Россия Федерациясининг Москва ва Санкт-Петербург шаҳарларида ер ости сувларини қазиб чиқариш туфайли, Ғарбий Сибирда нефть, газ, газоконденсат, иссиқ (термал), йодбромли ва ичимлик суви конларини жадал ишлатиш туфайли ер юзасининг чўкиши кузатилган. Маълумотларга асосланиб, ер ости сувларини қазиб олиш натижасида ер юзасининг аҳамиятли чўкиши юзага келган бир қанча минтақаларни мисол келтириш мумкин [1, 2].

Чўкиш табиий ва инсон томонидан келиб чиқадиган омиллар туфайли юзага келиши мумкин. Табиий омилларга тектоник ҳаракатлар, вулқон фаоллиги ва эрозия каби геологик жараёнлар киради. Инсон омилларига ер ости сувлари, нефть

ва газ қазиб олиш, шунингдек бинолар ва инфратузилма курилиши киради. Баъзи ҳолларда чўкишга ер ости конлари ва ғорларнинг қулаши ҳам сабаб бўлиши мумкин.

Чўкиш содир бўлишига олиб келадиган жараёнларни юзага келиш сабабларига кўра икки гуруҳга ажратиш мумкин [3]:

- геологик сабаблар;
- антропоген сабаблар.

Ер юзасининг чўкиши тупроқнинг сиқилиши, ер ости сувларининг тортиб олиниши, эрозия ва седиментация каби бир қатор табиий омиллар туфайли юзага келади [4].

Геологик омиллар. Пастга қараб ҳаракатланишнинг асосий сабаби қатламларнинг қуйи қисмини эгилиши ва бурмаланишига олиб келадиган юқоридаги қатламларнинг оғирлиги ҳисобланади. Бу кўпинча чўкинди жинсларнинг оғирлиги сезиларли бўлган хавзалар ёки водийларда, чўкинди жинсларнинг қалин қатламлари бўлган жойларда кенг тарқалган. Шу билан бир қаторда, тоғ жинсларининг тури, унинг қалинлиги ва чўкинди қатламларнинг ётиш бурчаги каби геологик омиллар чўкиш эҳтимолини ошириши мумкин.

Табиий жараёнлар. Эрозия, седиментация ва тектоник фаоллик ҳамда иқлим ўзгариши каби табиий жараёнлар ҳам пасайиш ва мажбурий чўкишга имконият яратади. Эрозия тупроқ ва тоғ жинсларини ер юзасидан силжитиши мумкин, бу ер юзасининг пасайишига олиб келади. Седиментация ер юзида катта миқдордаги чўкинди ҳосил қилиши мумкин, бу ер юзасининг кўтарилишига олиб келади. Зилзилалар каби тектоник фаоллик ҳам ер ёриқларининг ҳаракатига қараб ернинг чўкиши ёки кўтарилишига олиб келиши мумкин. Иқлим ўзгариши ер ости сувлари сатҳига ва ёғингарчилик шакллари таъсир қилиши мумкин, бу ўз навбатида ер юзасининг чўкиш эҳтимолига таъсир кўрсатиши мумкин.

Инсоният фаолияти. Инсоннинг техник фаолияти натижасида ер юзасининг чўкиши кўп сабабларга кўра содир бўлади. Фойдали қазилмаларни қазиб олиш, нефть ва газ қазиб чиқариш, ер ости сувларини жадал қазиб олиш каби инсон фаолияти ҳам ернинг чўкишига имконият яратади. Нефть ва газ қазиб олиш катта миқдордаги жинслар ёки чўкиндиларни олиб ташлаши мумкин, бу устки қатламларнинг емирилишига ёки деформациясига олиб келади. Катта майдонларни қамраб оладиган энг муҳим чўкиш ер ости сувларини қазиб олиш билан боғлиқ. Ер ости сувларининг узоқ муддат ва жадал қазиб чиқарилиши нафақат сув сатҳининг сезиларли даражада пасайишига ва гидростатик босимнинг олинишига, балки дисперс тупроқ скелетига самарали босимнинг ошишига, унинг зичлашишига ва натижада ер юзасининг чўкишига олиб келади [5, 6, 7].

Чўкиш жараёнларини юзага келиш механизмлари. Биринчи марта ер ости сувларининг жадал қазиб чиқарилиши туфайли ер юзасининг чўкиши ўтган асрнинг 30-йилларида Япониянинг Токио, Осака ва Ниагата шаҳарларида қайд этилган. Токиода 60-йилларга келиб, фақат ер ости сувларининг максимал умумий қазиб олиниши кунига 600 минг куб метрдан ошди ва босимнинг умумий пасайиши 150 м дан юқорини ташкил этган. 1975 йилда бу шаҳарда ер юзасининг максимал

пасайиши 4,0 м га етди, натижада шаҳарнинг бир қисми денгиз сатҳидан пастда қолди ва уни химоя қилиш учун 200 км химоя тўғонлари керак бўлди.

Ер юзасининг чўкиши Мехико шаҳрида ҳалокатли ўлчамларга етди, унинг шимоли-шарқий қисми 9 м га чўкди. Шаҳар тоғ оралиғидаги ҳавзада жойлашган бўлиб, унинг геологик тузилишида зичлашмаган гиллар устунлик қилади. Ер юзасининг чўкиш тезлиги йилига 10-20 мм дан 500 мм гача етган.

Мазкур жараёни ривожланишининг мажбурий шартлари:

- ер ости сувларини узоқ муддатли жадал қазиб олиш;
- яхши ўтказувчан бироз сиқилган қум-гилли ётқизиклар ёки бошқа ғовак чўкинди жинсларнинг мавжудлиги.

Ер юзасининг чўкишининг иккинчи муҳим сабаби ер остидан нефть ва газ қазиб олиш ҳисобланади. Бу жараёнлар нефть ва газ конлари яқинида жойлашган айрим ҳудудларда кенг тарқалди. Абшерон ярим оролидаги нефть конларида ер юзасининг пасайиши 50 йил ичида 2,5 м ни ташкил этди. Шунга ўхшаш ҳодисалар Венесуелада (30 йил ичида 3,3 м) ва дунёнинг бошқа қисмларида кузатилади. Нефтли қатламларда босимнинг тикланиши чўкишни тўхтатишга имкон берди [8].

Маълумки, ер ости сувлари катта миқдорда қазиб чиқариладиган ҳудудларда пьезометрик сатҳнинг кенг кўламли пасайиши (депрессия воронкалари) содир бўлиб, кўпинча ўнлаб ва юзлаб квадрат километр майдонларни қамраб олади.

Ер ости сувларининг пьезометрик сатҳини пасайиши ва қатлам босимининг ўзгариши тоғ жинсларидаги юкламалар, тезликлар ва баъзан ер ости сувлари ҳаракатининг йўналишларини ўзгаришига олиб келади, бу суффузия ва карст жараёнларининг жадаллигини оширади. Баъзи шароитларда сатҳларнинг пасайиши ер юзасининг чўкишига, бошқаларида эса чуқурликларнинг шаклланишига олиб келади. Ернинг чўкиши ер ости сувлари кам ўтказувчан, аммо яхши сиқилувчанлик хусусиятига эга гилли ётқизиклар билан қатламлашган яхши ўтказувчан, кам сиқилувчанлик хусусиятига эга қумтош-гравелитли жинсларда жойлашган ҳудудларда кенг тарқалган. Қазиб чиқариш пайтида ер ости сувларининг босими пасаяди, бу тупроқ скелетига самарали босимни оширади ва сиқиладиган ётқизикларнинг зичлашишига, ва натижада ер юзасининг чўкишига олиб келади.

Ётқизикларнинг табиатига қараб, жинсларнинг зичлашиши ёки асосан эластик бўлиши мумкин – сатҳ кўтарилганда тикланади, ёки асосан пластик бўлиб, конларнинг донатор тузилишини қайтарилмас ўзгаришига олиб келади. Мустаҳкам жинслардан (оҳактош, доломит ва бошқалар) ташкил топган сувли қатламлар деярли сиқилмайди. Галечниклар, шағалли ва қумли жинслар унчалик сиқилмайди, лекин уларнинг зичлашиши тез содир бўлади ва эластик характерга эга, яъни ер ости сувлари сатҳининг кўтарилиши билан жинслар аҳамиятли даражада бўшашади. Ер юзаси чўкишининг асосий қисми кам ўтказувчан гилли жинсларнинг сиқилиши билан боғлиқ.

Сувли қатламлардаги босимнинг пасайиши сув қатламини қоплаб ётган гилли ётқизиклар ва сув қатламининг ичидаги бошқа ёмон ўтказувчан жинслардан яхши ўтказувчан жинсларга гидравлик градиент ҳосил қилади. Кам ўтказувчан қатламда босимнинг ортиши биринчи навбатда ғовакли сувда содир бўлади ва улардан сув чиқиб кетиши билан аста-секин кам ўтказувчан жинсларнинг скелетига ўтади. Бу

жинсларнинг паст гидравлик ўтказувчанлиги туфайли сувнинг вертикал ҳаракати ва кейинчалик ғовак босимининг пасайиши секин бўлиб ўтади.

Карст-суффузия жараёнларининг юқори сифатли тоза ер ости сувларини ўз ичига олган карбонат жинсларида ривожланиши одатий ҳол эмас. Ушбу жараёнларнинг механизмини куйидагича тасаввур қилиш мумкин. Карбонат жинслари, чўкинди тўпланишидаги танаффуслар натижасида ва физикавий ва кимёвий нураш таъсирида, одатда, сезиларли чуқурликда ётади, баъзи ҳудудларда ер юзасида очилиб ётади ва турли хил чўкмалар билан тўлган турли ўлчамдаги ва конфигурациядаги кўплаб бўшлиқлар, ғовакликларга эга. Карбонат конларининг босимли сувларини узоқ ва жадал равишда қазиб чиқариш натижасида сизилиш тезлиги сезиларли даражада ошади. Бу аввало, юмшоқ тўлдирувчиларнинг қайта тақсимланишига, сўнгра унинг тўлиқ чиқиб кетишига олиб келади. Шаклланган бўшлиқларнинг томи сув билан тўйинган кумли-гилли ётқизиқларнинг юкига бардош бера олмайди, бу эса ер юзасининг секин чўкишига олиб келади [9-12].

Ер юзасининг (куруқликнинг) чўккан умумий глобал майдони 12 млн. км² баҳоланган. Ернинг чўкиши бутун дунёда кузатилган, асосий жойлар АҚШ, Хитой, Эрон, Индонезия, Тайван, Вьетнам, Миср, Япония, Мексика ва Италияда йилига 430 мм гача кузатилган.

АҚШ олимларининг маълумотларига кўра, минтақавий даражада Жанубий Осиё дунёдаги энг юқори чўкиш даражасига тўғри келади (умумий майдонининг 2,2% да чўкиш >50 мм/йил), шунингдек, энг кўп зарар кўрган аҳоли (20 млн. киши). Зонал таҳлил учун кўриб чиқилган 195 мамлакат орасида ўртача чўкиш даражаси энг юқори бўлган бешта мамлакат – Филиппин, Эрон, Коста-Рика, Индонезия ва Ўзбекистон, чўкиш даражаси бўйича (йилига >5 мм) биринчи беш мамлакат қаторига Филиппин, Эрон, Коста-Рика, Индонезия ва Ўзбекистон киритилган [12, 13]. Компютер орқали моделлаштириш жараёнида ер ости сувларини назоратсиз тортиб олиш ер чўкишининг асосий сабаби экани аниқланган. Ундан кейин зилзилалар билан боғлиқ сейсмик фаоллик, кейин эса ер ости сувларининг тўлдирилишига таъсир қилувчи атроф-муҳит шароитлари (ёғингарчилик миқдори) туради.

Юқоридаги баён этилганлардан кўриниб турибдики, кўплаб мамлакатларда ер ости сувлари режимини ўрганиш сўнгги йилларда гидрогеологиянинг энг муҳим тармоқларидан бирига айланди. Буни нафақат ривожланган ва ривожланаётган мамлакатларда кузатув тармоғи зичлигининг барқарор ўсиши, балки ер ости сувлари режими маълумотлари асосида ҳал қилинадиган амалий вазифалар сонининг кўпайиши ҳам тасдиқлайди. Ўтган юз йилликнинг иккинчи ярмида кўплаб мамлакатларда ер ости сувлари режимини ўрганишнинг асосий вазифаси уларнинг шаклланиш қонуниятларини тушуниш ва ер ости сувларини қазиб олиш, мелиорациянинг гидрогеологик шароитларнинг ўзгаришига таъсирини баҳолаш бўлган бўлса, энди бундай вазифалар доираси сезиларли даражада кенгайди.

Хулоса. Ер ости сувларини жадал қазиб чиқариш туфайли ер юзасининг чўкиши муаммоси (нефть ва газни қазиб чиқариш пайтида ҳам шунга ўхшаш чўкиш юзага келиши мумкин) кўплаб мамлакатлар олимларининг эътиборини тортди, улар ўз сабб-ҳаракатларини чўкиш хусусиятлари ва қонуниятларини ўрганишга

йўналтирди. Шу билан бирга, асосий вазифалар бу жараённинг турли геологик ва гидрогеологик шароитларда ривожланишини башорат қилиш, ер ости сувларини қазиб чиқаришнинг оқилона режимини асослаш, айниқса чўкиш ва карст-суффүзия жараёнларига мойил бўлган ҳудудларда, шунингдек, катта-катта салбий оқибатларнинг олдини олиш ёки бундай жойларда ер ости сувларини қазиб олишни камайтириш бўйича тавсиялар ишлаб чиқишдан иборат.

Мамлакатимизда ер ости сувлари режими ва мувозанатини шаклланиш шартларини ўрганишга, ер ости сувлари режимининг минтакавий ва маҳаллий қонуниятларини уларни башоратлаш ва хариталаш учун асос сифатида аниқлашга нисбатан кўпроқ эътибор қаратилмоқда. Аммо, ер ости сувларини жадал қазиб олиниши туфайли ер юзасининг чўкишига йўналтирилган тадқиқотларни етарли даражада деб бўлмайди. Шу билан бирга, хорижий тажриба билан танишиш, маълумотларни йиғиш, тўплаш ва қайта ишлашни автоматлаштириш, ер ости сувлари ресурсларини комплекс ўзлаштириш ва бошқариш нуктаи назаридан соҳа мутахассислари учун фойдалидир. Хорижий тажрибалар нафақат ер ости сувлари режимининг турли элементларини, балки гидрогеологик вазиятнинг бузилиши натижасида юзага келадиган турли хил экологик оқибатларни ҳам батафсил ўрганиш зарурлигини кўрсатади.

Ер юзасининг чўкишини олдини олишнинг асосий ва амалда деярли ягона усулларида бири – ишлатилаётган горизонтлардан ер ости сувларини қазиб олишни камайтириш ҳамда ер ости сувлари сатҳини ва ер юзасининг ҳолатини доимий равишда мониторингини олиб бориш ҳисобланади. Фақатгина ер ости сувларини қазиб олишнинг бошқариладиган қатъий қоидаларини ишлаб чиқиш геологик ва гидрогеологик шароитлар ер юзасининг чўкишига мойил бўлган салбий таъсирини олдини олиш ёки камайтиришга имкон беради.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Фи Хонг Тхинь. Оценка и прогноз оседания земной поверхности в результате извлечения подземных вод на территории г. Ханой (Вьетнам): дис. ... канд. геол.-минер. наук / Фи Хонг Тхинь - Томск, 2014. - 260 с.
2. Ольховатенко, В.Е. Геоэкологическая оценка и прогноз осадок грунтовых толщ при длительном водопонижении на оползнеопасной территории Лагерного сада г. Томска: монография / В.Е. Ольховатенко, Н.А. Чернышова, А.А. Краевский.- Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2013. - 124 с.
3. Zeitoun D. G., Wakshal E. Land subsidence analysis in urban areas: the Bangkok metropolitan area case study. – Springer Science & Business Media, 2013.
4. Электрон ресурс. URL: <https://fastercapital.com/content/Subsidence--Downreit-and-Land-Sinkage--Understanding-the-Connection.html>.
5. Ярбобоев Т.Н. Комилов Б., Қосимова К. Геологик-қидирув ишлари билан боғлиқ экологик муаммолар // Eurasian journal of academic research. ООО «Innovative Academy RSC». Volume 2 Issue 5, May 2022.
6. Ярбобоев Т.Н., Қосимова К.Ё. Тоғ-кончилик саноатининг экологик муаммолари // ТА’ЛИМ FIDOYILARI Respublika ilmiy-uslubiy jurnali. Iyul 2022 1-qism.

7. Yarboboyev T.N., Qosimova K.Y. Tog‘-konchilik ishlarining yer osti suvlariga ta‘sirini oldini olish choralari // “Iqlim o‘zgarishi sharoitida cho‘l – voha ekosistemi: muammolar, yechimi” mavzusidagi xalqaro simpozium materiallari to‘plami. Buxora 2023.

8. Электрон ресурс. URL: <https://studfile.net/preview/4235450/page:3/>.

9. Yarboboyev T.N., Usmonov K.M., Axmedov Sh.Sh. Neft va gaz geologiyasi va geokimyosi. Darslik. Qarshi-2023.

10. Yarboboyev T.N., Hayitov O.G‘. Neft va gaz uyumlarini izlash va qidirish metodlari. Darslik. Qarshi-2018 y.

11. Yarboboyev T.N. Neftgazli komplekslar: litologiya va tabiiy saqlagichlar. Darslik. Qarshi 2017.

12. Электрон ресурс. URL: <https://industrial-wood.ru/gidrogeologicheskie-issledovaniya/16806-vliyanie-intensivnoy-ekspluatacii-podzemnyh-vod-na-osedanie-zemnoy-poverhnosti.html>.

13. Электрон ресурс. URL: <https://kun.uz/kr/70591293>.