

УДК 556.18.

**ЕР ОСТИ СУВЛАРИНИ ЖАДАЛ ҚАЗИБ ЧИҚАРИШНИНГ ЕР ЮЗАСИНИ  
ЧЎКИШИГА ТАЪСИРИ**

**Ярбобоев Тулқин Нурбобоевич<sup>1</sup>**  
**Қосимова Карима Ёдгор қизи<sup>2</sup>**  
**Жамилов Бахтиёр Бахриддин ўғли<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти “Фойдали қазилмалар геологияси ва разведкаси” кафедраси профессори.

<sup>2</sup>Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти “Экология ва атроф-муҳит муҳофазаси” таълим йўналиши талабаси.

<sup>3</sup>Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти “Фойдали қазилма конлари геологияси, қидирув ва разведкаси” таълим йўналиши талабаси.

**Аннотация:** Ер ости сувларини қазиб чиқаришнинг атроф-муҳитга таъсирининг жиҳатларидан бири - ер ости сувларини кенг миқёсда қазиб олиш натижасида ер юзасининг чўкиши муаммоси кўриб чиқилган. Бундай таъсирнинг кўплаб аниқ мисоллари келтирилган. Ўртача чўкиш даражаси энг юқори бўлган беш мамлакат қаторига Филиппин, Ерон, Коста-Рика, Индонезия, Ўзбекистон ва чўкиш бўйича биринчи беш мамлакат қаторига Филиппин, Ерон, Коста-Рика, Индонезия ва Ўзбекистон кириши қайд этилган. Ер юзасининг чўкиш жараёнини ривожланиш табиатига таъсир қилувчи асосий сабаблар ва омиллар қисқача тавсифланган. Сўнги ўн йилликларда ер юзасининг чўкиши кенг тарқалган ҳодисага айлангани, кўплаб 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.

**Аннотация:** Рассматривается один из аспектов влияния эксплуатации подземных вод на окружающую среду – проблема проседание земной поверхности, вызванное крупным отбором подземных вод. Приводятся многочисленные конкретные примеры такого влияния. Отмечаются, что в первую пятерку стран с наибольшими средними темпами опускания вошли Филиппины, Иран, Коста-Рика, Индонезия, Узбекистан, а в первую пятерку стран по степени опускания вошли Филиппины, Иран, Коста-Рика, Индонезия и Узбекистан. Кратко 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.

**Annotation:** One aspect of the impact of groundwater exploitation on the environment - the problem of subsidence of the earth's surface caused by large groundwater withdrawals - is considered. Numerous concrete examples of such impact are given. It is noted that the top five countries with the highest average rate of subsidence are the Philippines, Iran, Costa Rica, Indonesia, Uzbekistan, and the top five countries by degree of subsidence are the Philippines, Iran, Costa Rica, Indonesia and Uzbekistan. The main causes and factors influencing the nature of the development of land surface subsidence process are briefly characterised. 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.** Сув аҳолининг иқтисодий, ижтимоий ва экологик фаровонлигини таъминлайдиган табиий манба ҳисобланади. Сўнги ўн йилликларда сувдан фойдаланиш кўлами ва унинг табиий муҳитга салбий таъсири шундай чегараларга етдики, сув ресурсларидан фойдаланиш имкониятлари ва сув муҳитини сақлаш талаблари аксарият минтақалар учун ишлаб чиқариш кучларини ривожлантириш ва тақсимлашнинг асосий омилларидан бирига ва шу билан бирга келажакда ижтимоий-иқтисодий ривожланишни чекловчи омилга айланиб қолди.

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 ости сувларини жадал қазиб чиқарилиши натижасида 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.

Сўнги ўн йилликларда ер юзасининг чўкиши кенг тарқалган ҳодисага айланди, кўплаб олимлар ва муҳандислар уни ўрганиш ва унга қарши курашиш билан шуғулланмоқдалар, бу илмий симпозиумларда муҳокама қилинадиган халқаро муаммога айланди. Ушбу жараённи доимий ва синчковлик билан кузатиб бориш зарурати ҳар бир мамлакат ва умуман дунё учун зарур вазифалардан бири бўлиб қолмоқда. Глобал иқлим ўзгариши ва аҳоли сонининг кўпайиши шароитида ер ости сувлари захираларини камайиши ва натижада ернинг чўкиши муаммоси тадқиқотлар учун муҳим вазифа бўлиб қолмоқда.

**Материаллар ва усуллар.** Ер юзасининг чўкишини тадқиқот қилишда асосан тизим-функционал таҳлил, эҳтимоллар назарияси ва математик статистика, математик моделлаштириш усуллари кенг фойдаланилади. Кузатув маълумотларини қайта ишлаш, таҳлил қилиш ва талқин қилишда “MS Excel”, “AutoCAD”, “Visual ModFlow”, “Mapinfo” ва бошқа дастурлардан фойдаланилади. Тадқиқотлар ҳудуддаги геологик, гидрогеологик, муҳандислик ва геологик тадқиқотларнинг ҳақиқий материалларига, тупроқларни лаборатория тадқиқотлари, ер ости сувларининг кимёвий таркиби, ер ости сувлари сатҳи ва ер юзасининг чўкиши бўйича мониторинг маълумотларига асосланган бўлиши лозим.

Ер юзасининг чўкиши масалалари МДХ олимлари В.И. Осипова, В.Т. Трофимова, А.Д. Потапова, Д.Г. Зилинга, Г.А. Голодковский, В.А. Королева, Р.Э. Дашко, В.Е. Ольховатенко ҳамда хориж олимлари К. Терцаги, J.F. Poland, N.H. Phuong, P.H. Giau, T.M. Thu, D.G. Fredlund, H. Bouwer, J. Li, R.E. Gipson, G.L. England, M.J.L. Hussey ва бошқа кўпчилик муаллифларнинг ишларида ёритилган.

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 ортик минтақаларида ер юзасининг аҳамиятли чўкиши кузатилган. Японияда 1977-йилда ер ости сувларини қазиб олиш туфайли ер юзасининг чўкиши юзага келган худудлар сони 40 тани ташкил этган, айрим худудлар денгизнинг ўртача сатҳидан ҳам пасайган. Ер ости сувлари қазиб чиқарилиши сабабли ер юзасининг чўкиши бўйича иккинчи ўринни АҚШ эгаллайди. АҚШ да ернинг 1 метрдан ортик 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 худудида (АҚШ), Фар Жест Ранд худудида (Жанубий Африка), Чешир - Лондон худудида (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].

**Мунозара ва натижалар.** 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 қурилиши 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 куйи қисмини эгилиши ва бурмаланишига олиб келадиган юқоридаги қатламларнинг оғирлиги ҳисобланади. Бу кўпинча чўкинди жинсларнинг оғирлиги сезиларли бўлган ҳавзалар 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 шаклларида 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 ҳимоя қилиш учун 200 км ҳимоя 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 жараённи ривожланишнинг 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 Венесуэлада (30 йил ичида 3,3 м) ва дунёнинг бошқа қисмларида кузатилади. Нефтли қатламларда босимнинг тикланиши чўкишни тўхтатишга имкон берди [8].

Ер ости сувларини қазиб чиқариш дунёнинг кўп минтақаларида ва кўп миқдорда, асосан сув таъминоти мақсадида амалга оширилади. Кўп миқдорда қазиб чиқариш марказлари ер ости сувларини жадал истеъмол қилиш жойларига боғланганлиги аниқ: шаҳарлар, саноат зоналари, қишлоқ хўжалиги суғориш жойлари. Сув нисбатан кичик жойларда гуруҳланган юзлаб ва минглаб қудуқлардан қазиб чиқарилади. Ер ости сувлари қазиб чиқарилганда уларнинг сатҳи (босими) пасайиб, депрессия хуни (воронкаси) шаклида катта майдонларни эгаллайди.

Хорижда яхши ўрганилган гидрогеологик шароитларнинг атроф-муҳитга аниқ таъсирининг шаклларида бири – бу ер ости сувларини жадал қазиб чиқариш жойларида сув ўтказувчан ва сув ўтказмас жинслар ҳолатининг ўзгариши натижасида ер юзасининг чўкишидир. Мавжуд сув олиш жойларида ер ости сувларининг узоқ муддатли ва жадал қазиб чиқариш сувнинг гидростатик босимини олинишига ва шунинг учун гўё тортишиш кучининг ошишига ва қатламларнинг самарали юкланишининг ошишига олиб келади, бу ғовак жинсларнинг зичлашишига ва ер юзасининг чўкишига олиб келади. Масалан, сувнинг сатҳи 10 дан 100 м гача пасайганда, қатламга босим тахминан 10 баробар ортиши мумкин, бу унинг бўшлиқлари ҳажмини камайтириш ҳисобига қатлам скелетининг зичлашишига олиб келади.

Ер ости сувларини жадал қазиб олиш натижасида ер юзасининг чўкиши куйида батафсилроқ муҳокама қилинади, бу юқорида айтиб ўтилганидек, ер ости сувларини жадал қазиб чиқаришнинг атроф-муҳитга салбий таъсирининг кўринишларидан биридир.

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 сатхларнинг пасайиши ер юзасининг чўкишига, бошқаларида эса чуқурликларнинг шаклланишига олиб келади. Ернинг чўкиши ер ости сувлари кам ўтказувчан, аммо яхши сиқилувчанлик хусусиятига эга гилли ётқизиқлар билан қатламлашган яхши ўтказувчан, кам сиқилувчанлик хусусиятига эга кумтош-гравелитли жинсларда жойлашган худудларда кенг тарқалган. Қазиб чиқариш пайтида ер ости сувларининг босими пасаяди, бу тупроқ скелетига самарали босимни оширади ва сиқиладиган ётқизиқларнинг зичлашишига, ва натижада ер юзасининг чўкишига олиб келади.

Ётқизиқларнинг табиатига қараб, жинсларнинг зичлашиши ёки асосан эластик бўлиши мумкин – сатх 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 бўшашилади. Ер юзаси чўкишининг асосий қисми кам ўтказувчан гилли жинсларнинг сиқилиши билан боғлиқ.

Сувли қатламлардаги босимнинг пасайиши сув қатламини қоплаб ётган гилли ётқизиқлар 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 қуйидагича тасаввур қилиш мумкин. Карбонат жинслари, чўкинди тўпланишидаги танаффуслар натижасида ва физикавий ва кимёвий нураш таъсирида, одатда, сезиларли чуқурликда ётади, баъзи худудларда 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 қумли-гилли ётқизиқларнинг юкига бардош бера олмайди, бу эса ер юзасининг секин чўкишига олиб келади [9-12].

Ернинг чўкиши инфратузилмага зарар етказиши ва сув тошқини хавфининг ошишига, шунингдек, сув қатламлари ҳажмининг тикланмайдиган қисқаришига олиб келиши мумкин. Бу, шунингдек, сув бошқарувининг бузилишига ва ер юзасининг чўкиши, сув оқимлари ва дарёлар қиялигининг ўзгариши натижасида шўр сувнинг кириб бориши каби оқибатларга олиб келиши мумкин. Автомобил йўллари, темир йўллар, қувурлар ва биноларнинг юқори техник харажатлари – ернинг чўкишидан келиб чиқадиган оқибатларнинг бир нечта мисоли ҳолос. Гарчи бу йиллар ёки ўнлаб йиллар давом этадиган босқичма-босқич жараён бўлса-да, ерларнинг чўкиши бутун дунё бўйлаб жиддий ижтимоий-иқтисодий, экологик ва хавфсизлик муаммоларини келтириб чиқаради. Чўкиш атроф-муҳит ва инсон инфратузилмасига бир қатор салбий таъсир кўрсатади. Бундан ташқари, чўкиш ландшафтнинг ўзгаришига олиб келиши мумкин, қишлоқ хўжалиги ва табиий яшаш муҳитига таъсир қилади.

Гарчи ернинг чўкиши тарихан паст дельтали худудларида ёки қирғоқбўйи минтақаларида кузатилган бўлса-да, ер ости сувларига талаб юқори бўлган аҳоли зич жойлашган шаҳар, қишлоқ хўжалиги ва саноат худудлари яқинидаги йирик ички худудларда тобора кўпроқ

кузатилмоқда. Ер ости сувларини ортиқча қазиб олиш ерларнинг кенг кўламли ва кенг миқёсда чўкишининг асосий сабабларидан бири ҳисобланади. Ер ости сувларини ҳаддан ташқари қазиб олиш ер ости резервуарларини зичлашишига олиб келади, чунки сув тупроқни ушлаб туриш учун қисман жавобгар элемент ҳисобланади. Қурғоқчиликнинг тобора ортиб бораётган частотаси ва жадаллиги, шунингдек, деярли барча тармоқларда сувга бўлган талабнинг тобора ортиб бораётгани кўп жойларда ер ости сувлари ресурсларига қўшимча юк бўлиб, хавфларни ва ернинг чўкишини кучайтиради [13-17].

Ер юзасининг (куруқликнинг) чўккан умумий глобал майдони 12 млн. км<sup>2</sup> баҳоланган. Ернинг чўкиши бутун дунёда кузатилган, асосий жойлар АҚШ, Хитой, Ерон, Индонезия, Тайван, Вьетнам, Миср, Япония, Мексика ва Италияда йилига 430 мм гача кузатилган.

АҚШ олимлари Tsimur Davydzhenka, Pejman Tahmasebi ва Nima Shokriлар томонидан ер юзасининг глобал чўкиши 23 та экологик параметрлар асосида башорат қилинган. Тадқиқотчилар ернинг чўкиши билан боғлиқ бўлган ва масофадан туриб зондлаш натижасида тўпланган маълумотлардан фойдаланган. Улар ер юзасининг 6,3 миллион квадрат километрдан кўпроғи (дунёдаги умумий куруқлик майдонининг тахминан 5 фоизи) йилига 5 миллиметрдан ортиқ чўкиб бораётганини аниқлаган. Уларнинг 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, Ерон, Коста-Рика, Индонезия ва Ўзбекистон, чўкиш даражаси бўйича (йилига >5 мм) биринчи беш мамлакат қаторига Филиппин, Ерон, Коста-Рика, Индонезия ва Ўзбекистон киритилган [12, 18]. 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 кўришиб 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.

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 саъй-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-суффузия 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 минтақавий 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.

**Хулоса.** Юқоридагилардан кўришиб турибдики, турли мамлакатларда ер ости сувларини ўрганиш ҳолатининг ёритилиши бир хил эмас, бу бир томондан, алоҳида мамлакатларда кўриб чиқиладиган муаммони ўрганиш ва ишлаб чиқишнинг турли даражасини кўрсатади, бошқа томондан, мавжуд бўлган нашрларда ушбу масалаларнинг нотекис акс этиши мавжуд. Ер ости сувлари режимини ўрганиш вазифалари сезиларли даражада кенгайганига қарамай, нашр этилган адабиётларда мақсадли вазифага қараб гидрогеологик пунктларни кузатиш тармоғини жойлаштириш тамойилларига оид ўзгаришлар камдан-кам учрайди.

Баён этилганларга асосан асосий хулосалар қуйидагилардан иборат:

- ер ости сувларини қазиб олиш билан боғлиқ ҳолда ер юзасининг чўкишини ривожланиш динамикаси сувли горизонтнинг литологик таркибига, қалинлигига, сув кўтарувчи жинсларининг физик-механик хусусиятларига, ер ости сувлари сатҳи ва босими режимига ҳамда гидрогеологик шароитларга боғлиқ;

- ер ости сувларини жадал қазиб олиш туфайли ер юзасининг чўкиш механизми қазиб олиш жараёнида ер ости сувлари сатҳининг пасайиши натижасида юзага келадиган нейтрал кучланишни самарали кучланишга айлантириши ҳисобланади. Бу унинг асосини ташкил этувчи тоғ жинсларининг зичлашишига ва ер юзасининг чўкишига олиб келади.

- ер ости сувларининг гидродинамик хусусиятларини ўзгариши, тоғ жинсларининг сиздириш хусусиятлари ва сувни бераолиш ҳолати, нейтрал кучланишни самарали кучланишга айланиши, жинсларнинг зичлашиши ва ер юзасининг чўкиши асосан худуднинг гидрогеологик ва муҳандислик-геологик хусусиятларига боғлиқ. Уларнинг орасида энг муҳим омиллар сувли горизонтларнинг сони, ер ости сувлари сатҳининг ҳолати, геологик кесимдаги қатламлар сони, айниқса заиф тупроқ қатламларининг сони ва қалинлиги, уларнинг зичлашиши ва ўтказувчанлиги саналади. Улар тоғ жинсларининг сиздириш жараёнини ва ер юзасининг чўкиш жараёнини белгилайди. Бундан ташқари, ер юзасининг чўкиш жараёнига бошқа кўплаб омиллар ҳам таъсир қилади.

Ер юзасининг чўкишини олдини олишнинг асосий ва амалда деярли ягона усулларидан 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 ekosistemesi: 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-eksplyuatsii-podzemnyh-vod-na-osedanie-zemnoy-poverhnosti.html>.
13. Gambolati, G., & Teatini, P. (2015). Geomechanics of subsurface water withdrawal and injection. Water Resources Research, 51(6), 3922-3955. <https://doi.org/10.1002/2014WR016841>.
14. Yarboboyev T.N., Qosimova K.Y. Tog‘-konchilik ishlarining yer osti suvlariga salbiy ta’siri va ularning oldini olish choralari // ТА’ЛИМ FIDOYILARI Respublika ilmiy-uslubiy jurnali. 2-son, 1-jild fevral 2024 - yil 1-qism.
15. Ярбобоев Т.Н., Қосимова К.Ё. Ер ости сувларини қазиб чиқаришда сув кудукларини бурғилаш ва ишлатиш тизимини такомиллаштириш // SANOATDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR Ilmiy-texnik jurnali. №2(1) 2024.
16. Ярбобоев Т.Н., Қосимова К.Ё., Жалилов Б.Б. Ер юзаси чўкишининг геологик ва антропоген омиллари // NEW INNOVATIONS IN NATIONAL EDUCATION Ilmiy jurnali. №3(1) 2024.
17. Электрон ресурс. URL: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2023GL104497>.
18. Электрон ресурс. URL: <https://kun.uz/kr/70591293>.