НЕПАЛДА ЮЗ БЕРГАН ФАЛОКАТЛИ СЕЛ ТОШҚИНИ ҲАҚИДА

Ф.Хикматов, А.Я.Исакова
Мирзо Улуғбек номидаги ЎзМУ, Тошкент, Ўзбекистон.
E-mail: hikmatov_f@mail.ru, isakovaziza@mail.ru

Аннотация. *Мақолада 2026 йил 26 август куни Непалнинг шимолий тоғли ҳудудларида (Расува, Нувакот, Дхадинг, Горкха ва Танаҳун туманлари) содир бўлган даҳшатли сув тошқини ва лой-тошли сел оқимлари таҳлил қилинган. Ланг Танг Лирунг тоғ массивидаги музлик-тош кўчкиси таъсирида юзага келган ушбу фалокатли гидрологик ҳодисанинг ривожланиш динамикаси, Тришули ва Бхоте Коши дарёлари ҳавзаларида сув сатҳининг кескин кўтарилиши ҳамда унинг инфратузилмага етказган ҳалокатли оқибатлари кўрсатиб берилган.*

Калит сўзлар: *иқлим ўзгариши, Непал, Ланг Танг Лирунг тоғи, Тришули дарёси, музлик кўчкиси, сув тошқини, сел оқими, ҳалокатли оқибатлар.*

Кириш. Глобал иқлим ўзгариши таъсирида сайёрамизнинг баланд тоғли минтақаларида, жумладан, Ҳималай тоғларида ҳам тизимида хавфли гидрологик ва геоморфологик жараёнларнинг фаоллашуви кузатилмоқда. Бунга 2026 йилнинг 26 августида Непал ва Хитой (Тибет) чегарасининг юқори қисмида тўсатдан содир бўлган даҳшатли лой-тошли сел оқими ёрқин мисол бўлади. Уни сўнгги ўн йилликдаги энг вайронкор табиий офатлардан бири деб ҳисоблаш мумкин. Бу табиий офатнинг ўта оғир ва ҳалокатли оқибатлари бутун дунё аҳлини ларзага солди.



1-расм. Непалда табиий офатнинг ўта оғир ва ҳалокатли оқибатлари

Глобал иқлим илиши шароитида мутахассислар Химолай тоғ минтақасида ҳаво ҳароратининг сайёрамиз ўртача кўрсаткичидан тезроқ исиб бораётганлигини таъкидламоқдалар. Бу, ўз навбатида, ҳудуддаги тоғ музликлари барқарорлигига салбий таъсир этмоқда. Шу билан бирга улар жойлашган тоғ ёнбағирлари жинсларининг ҳам беқарорлиги ортиб, тўсатдан юзага келувчи ҳалокатли сел ва тошқинлар хавфини бир неча баравар оширмоқда. Глобал иқлим илиши шароитида юзага келиши мумкин

бўлган табиий офатларнинг аниқ сабабларини ва уларнинг оқибатларини ҳар томонлама ўрганиш, улар хавфини камайтириш ёки имкони бўлганда, уларни бартараф этишга қаратилган чора-тадбирлар режаларини ишлаб чиқиш **долзарб** аҳамият касб этади.

Ушбу мақоланинг **асосий мақсади** – жорий 2026 йилнинг 26 августида Непалда содир бўлган ҳалокатли тошқиннинг келиб чиқиш омиллари, сел оқимининг тарқалиш кўлами ва унинг оқибатларини таҳлил қилишдан иборат.

Асосий қисм. Непал (расмий номи: Непал Федератив Демократик Республикаси) Жанубий Осиёда, Ҳимолай тоғ тизмалари ён бағирларида жойлашган, денгизга чиқиш йўлига эга бўлмаган давлат. Шимолда Хитой (Тибет мухтор райони) ва жануб, шарқ ҳамда ғарбда Ҳиндистон билан чегарадош. Мамлакат ҳудудининг асосий қисмини тоғлар ва тоғолди тепаликлари эгаллайди. География жиҳатдан учта ҳудудга бўлинади: жанубий текисликлар (Терайлар), марказий тепаликлар ва шимолий баланд Ҳимолай тоғлари.

Ҳимолай тоғлари ер юзидаги энг баланд ва эгаллаган ҳудудига кўра энг катта тоғ тизмаларидан ҳисобланади. У Марказий ва Жанубий Осиё чегарасида, асосан Ҳиндистон, Непал, Хитой (Тибет), Покистон ва Бутан мамлакатлари ҳудудларида жойлашган. Дунёдаги энг баланд 14 та чўққининг (саккиз минг метрлик) 8 таси Непалда жойлашган. Непалда 12 та миллий боғ мавжуд бўлиб, улар мамлакатнинг жанубий иссиқ джунглиларидан тортиб, шимолидаги баланд Ҳимолай тоғларигача бўлган ранг-баранг экотизимларни муҳофаза қилади. Ланг Танг миллий боғи - Непалнинг марказий, яъни Ҳималай минтақасида жойлашган. У мамлакатдаги энг биринчи тоғли миллий боғ 1976 йилда ташкил этилган ва майдони бўйича тўртинчи йирик муҳофаза этиладиган ҳудуддир. У пойтахт Катмандудан атиги 32 км шимолда жойлашган бўлиб, майдони 1710 км² ни ташкил этади. Мамлакатнинг Нувакот, Расува ва Синдхупалчок туманларини ўз ичига олади. Шимол ва шарқда Хитойнинг Тибет мухтор районидаги Эверест (Джомолунгма) табиий қўриқхонаси билан чегарадош. Боғда баландлик минтақалари кескин ўзгаради. Унинг ҳудудида баландлик денгиз сатҳидан 1000 метрдан 7245 метргача (Ланг Танг Лирунг чўққиси) кўтарилади. Боғ ҳудудида Ланг Танг Лирунг (7245 м), Дордже Лакпа (6988 м), Ланг Танг Ри (7000 метр атрофида) каби ўнлаб музликлар билан қопланган баланд чўққилар ва кўплаб йирик тоғ музликлари жойлашган.

Юқорида қайд этилганидек, 2026 йил 26 август куни эрталаб соат 08:37 ларда Ланг Танг Миллий боғи ҳудудида жойлашган Ланг Танг-Лирунг тоғ чўққиси ёнбағридаги музлик ва қоя массаси кутилмаганда ўпирилиб тушди. Баландлиги 5000 метрдан ортиқ бўлган ёнбағирдан, 1200 метр пастга қараб катта тезликда ҳаракатланган, тахминан 50 миллион тонна муз, тош ва грунт массаслари Ленде Кхола ва Бхоте Коши сойларининг юқори ҳавзасига келиб тушди. Ленде Кхола ва Бхоте Коши сойлари Ҳимолайнинг юқори қисмида жойлашган. Ленде Кхола сойи Тибетнинг Гиронг туманидан бошланиб, Непал чегарасига қараб оқади ва Бхоте Коши дарёсига келиб қўшилади. Сўнг Бхоте Коши Ленде Кхола билан қўшилиб, нисбатан йирик Тришули дарёсини ҳосил қилади.

Мутахассислар фикрича, Ланг Танг Лирунг тоғ ёнбағирларидаги йирик музликдан узилиб тушган 50 миллион тонна муз, тош ва бошқа тоғ жинслари массаси

дарё ўзанини тўсиб қўйган. Ушбу қулама тўғон тез фурсатда кенглиги 150 м ва чуқурлиги 50 м ва узунлиги бир неча км бўлган тўғонли кўлни ҳосил қилган. Бу кўлда қисқа вақт ичида катта миқдорда (айрим манбаларда 2 млрд литр) сув тўплананган. Кўл тўғонининг асосий қисми муз бўлганлиги сабабли, у эрий бошлаган ва тўғонни ташкил этган катта миқдордаги муз-тош аралашмаси сув оқими таъсирида ўзан буйлаб пастга ҳаракатлана бошлаган. Муз ва тош массалари ҳаракати давомида ишқаланиш ва юқори тезлик туфайли тез фурсатда эриб, сув, лой ва улкан тош уюмларидан иборат шиддатли сел оқимни ҳосил қилган. Натижада тоғ каньонлари ва Тришули дарёсининг тор ўзанларида сув сатҳи меъёрдагига нисбатан 70 метргача кўтарилган.

Гидролог олимлар ва мутахассисларнинг таъкидлашларича, ҳалокатли тошқин содир бўлган куни дарёларга ўрнатилган автоматик датчиклар йил давомидаги энг юқори сув ҳароратини қайд этган. Бундан икки кун олдин эса, сўнгги икки йил давомидаги энг юқори тупроқ ҳарорати кузатилган. Тахмин қилинишича, сув ва тупроқ қопламининг бундай юқори ҳароратлари музлик ва қор қопламини барқарорлигини заифлаштирган. Эриган музлик ва қор сувлари ёриқларни тўлдириб, кейинчалик музлаши натижасида, музлик билан тоғ жинси ўртасидаги боғланишни бузган. Ваҳоланки, айнан шу боғланиш музлик тармоқларини ўз жойида ушлаб турган.

1-жадвал.

Непалдаги сел-тошқин ҳодисасининг асосий гидрометеорологик ва морфометрик тавсифлари

Гидрометеорологик ва морфометрик кўрсаткичлар	Кўрсаткичлар тавсифи
Асосий сув ҳавзалари	Ленде Кхола, Тришули дарёлари
Сел оқими генезиси	Гляциал-кўчки
Сел манбаи жойлашган баландлик	Баланд тоғли музлик зонаси
Оқим типи	Юқори зичликдаги тош-лойқали сув оқими
Таҳлил ва баҳолаш усули	Морфометрик ва гидравлик қайта тиклаш усули
Ҳалокатнинг асосий оқибатлари	Ўзан эрозияси, инфратузилма ва ГЭС вайронгарчилиги, инсонлар ўлими

Сел оқими тўлқини Тришули дарёси бўйлаб 100 километрга яқин масофага тарқалган. Дарёнинг қуйи оқимларида бор-йўғи 30 дақиқа ичида сув сатҳи кескин 9 метрга кўтарилиб, қирғоқ бўйидаги барча аҳоли пунктларини сув остида қолдирган. Сел оқими ҳаракатланиши давомида узлуксиз равишда ўзандаги эрозия материаллари ва муз парчаларини ўзига қўшиб олган. Бу эса уни юқори зичликка эга бўлган сув-лой-тошли сел оқимига айлантирган. Дарё ўзанининг тор қисмларида вақтинчалик тош-тупроқли тўғонлар ва уюлмалар шаклланган. Улар ўзлари тўплаган сувнинг гидростатик босими остида тезкорлик билан ёриб ўтган. Натижада дарёнинг қуйи оқимида иккиламчи ва учламчи тошқин тўлқинларини юзага келтирган.

Фалокатли сув тошқини ва сув-лой-тошли сел оқими Ленде Кхола ва Тришули дарёлари водийси бўйлаб катта масофага тарқалган. Натижада дарё қайирида тарихан жойлашган ўнлаб аҳоли пунктлари, улардаги инфратузилмалар, коммуникация тармоқлари йўқ бўлиб кетишига сабаб бўлди. Дарё қирғоқлари, қайирлари ва террасаларида жойлашган аҳоли масканларида деярли барча турар жой бинолари, мактаблар, касалхоналар ҳамда сайёҳлик (Ланг Танг Миллий боғи) инфраструктураси

объектлари тўлиқ вайрон бўлди. Тўсатдан келган ва юқори тезликдаги сел оқими одамларни хавфсиз ҳудудларга эвакуация қилиш вақтини кескин чеклаб қўйди, бу эса 1340 дан ортиқ инсонларнинг ўлимига, 5000 га яқин инсонларнинг бедарак йўқолиши ва минглаб инсонларнинг жароҳат олишига олиб келди.



2-расм. Тришули дарёси водийси ва дарё қайирлари ва террасаларида жойлашган аҳоли масканлари табиий офатдан сўнг

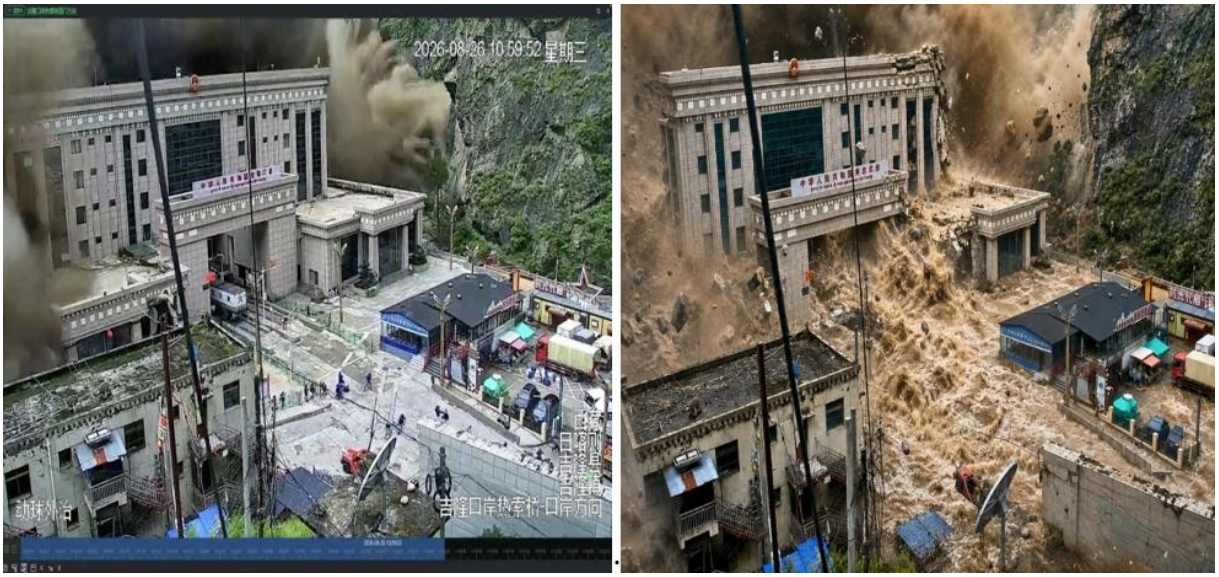
Тошқин тўлқини ва йирик ҳажмдаги сув-лой-тошли масса Тришули дарёси ўзанида жойлашган 20 дан ортиқ стратегик аҳамиятга эга автомобиль кўприкларини ва мамлакатнинг тоғли ҳудудларини боғловчи маҳаллий йўлларни бутунлай ювиб кетган. Хитой ва Непал давлатлари чегарасида дарёга қурилган, уларни боғлаб турган стратегик «Дўстлик кўприги» ва унга олиб борувчи тоғли эстакадалар, ҳимоя тўғонлари ва қирғоқни мустаҳкамлаш иншоотлари сел оқимининг вайронкор кучи таъсирида бузилган ёки ювилиб кетган. Чегара пости атрофидаги миграция хизмати бинолари, чегарачилар казармалари ва чегараолди хавфсизлик инфраструктураси сув остида қолган. Мамлакат пойтахти Катмандудан Хитой чегарасига олиб борувчи ягона асосий транспорт артерияси бўлмиш Pasang Lhamu трассасининг кўплаб тоғли ва дарё бўйи қисмлари ўпирилиб тушган



3-расм.Табиий офатдан кейинги кўприк ва маҳаллий йўллар

Тоғ ёнбағирларида юзага келган кўчкилар, сурилмалар ва дарё қирғоқларининг ўпирилиши натижасида мазкур йўлнинг ўнлаб километр масофадаги қисмлари икки томонлама ёпилган.

Ҳалокатли ҳодиса Хитой ва Непал чегара зонада содир бўлган ва улар ўртасидаги савдо ва қатновни таъминловчи чегара-ўтказиш пунктлари ва чегараолди инфраструктура объектларига катта зарар етказган. Даҳшатли сел оқими Непални Тибет (Хитой) билан боғловчи энг йирик ва стратегик аҳамиятга эга бўлган Расувагадхи-Керунг чегара-божхона ва савдо бинолари ва уларнинг коммуникация тармоқларига бевосита зарба берган. Сув сатҳининг тўсатдан кўтарилиши ва катта ҳажмдаги сув-лой-тошли масса божхона терминали, юк ортиш-тушириш майдончалари, назорат-ўтказиш иншоотлари ва вақтинчалик омборхоналарни лойқа билан тўлдириб, улар фаолиятини бутунлай тўхтатишига олиб келган. Таъкидлаш лозимки, мазкур чегара – божхона ва савдо пункти Непал учун Хитойдан қурилиш материаллари, электроника, кийим-кечак ва зарур истеъмол товарларини олиб кирувчи ҳаёт-мамот аҳамиятига эга инфратузилма ҳисобланар эди. Чегаранинг вақтинчалик ёпилиши логистика харажатларининг кескин ортишига, натижада ички бозорда товарлар танқислиги, улар нархининг тез кўтарилишига олиб келди.



4-расм. Даҳшатли сел оқими божхона биносига яқинлашмоқда

Тришули дарёси ва унинг тармоқлари Непалнинг энг йирик гидроэнергетика кластерларидан бири бўлиб, мамлакатнинг умумий электр энергияси ишлаб чиқариш қувватларининг салмоқли қисмини таъминлайди. Дахшатои сув-лой-тошли сел оқими ушбу ҳавзадаги мавжуд ва қурилаётган бир қатор ГЭСларга фалокатли даражада зарар етказди. Сел оқими келтирган минглаб кубометр тош, лойқа, морена ва муз парчалари ГЭСларнинг сув қабул қилиш иншоотларини тозалаш тизгичларини бутунлай тўсиб қўйди ёки уларни лойқа ётқизиқлари остида қолдирди. Сел оқимининг ўта юқори кинетик энергияси ва гидродинамик босими таъсири натижасида тўғонларнинг бошқарув шлюзлари ва сув ўтказиш каналлари вайрон бўлди, тунеллар лойқа ва тошлар билан тўлиб қолди.

Ҳавзада қурилаётган хусусий ва давлат секторига тегишли бўлган бир нечта истиқболли ГЭС лойиҳаларида қурилиш майдончалари, вақтинчалик тоғ-кон

иншоотлари, техникалар ҳамда ишчилар шаҳарчалари сув остида қолди. Бу эса лойиҳаларни фойдаланишга топшириш муддатларини бир неча йилга кечиктириб юбориши аниқ. Тришули ҳавзасидаги ГЭСларнинг тўсатдан авария ҳолатига тушиб, улар фаолиятининг тўхтатилиши Непал ягона энергетика тизимида кескин энергия танқислигини юзага келтирди. Электр таъминотининг узилиши касалхоналар, алоқа операторлари, сув таъминоти тизимлари ва маҳаллий саноат корхоналари фаолиятига жиддий путур етказиб, мамлакатда чуқур гуманитар ва иқтисодий инқирозни келтириб чиқарди.

Фалокатли тошқин ва сув-лой-тошли сел оқими Ленде Кхола ва Тришули дарёлари водийсида нафақат ягона вайронкор тўлқин, балки атроф-муҳит, ўзан морфометрияси ҳамда ландшафт тузилишида чуқур ва узоқ муддатли геоморфологик ва экологик оқибатларни қолдирди. Оқимнинг ўта юқори тезлиги, зичлиги ва уларнинг оқибатида шаклланган улкан гидродинамик кучи таъсири натижасида дарё ўзанида вертикал эрозия ва эстакадасимон қирғоқларда шиддатли горизонтал эрозия юз берган. Дарё қирғоқлари ва тоғ ёнбағирларининг пастки қисми оқим томонидан ювиб кетилиши натижасида ёнбағирлар барқарорлигига путур етган. Бу ҳолат сув офатидан сўнг ҳам давом этаётган йирик ҳажмдаги тоғ кўчкилари, сурилмалар каби хавфли гравитацион жараёнларни келтириб чиқармоқда.

Сел оқими тоғ ёнбағирлари ва қуйи террасалардаги минглаб гектар майдонларда тупроқнинг унумдор чиринди (гумус) қатламини тўлиқ ювиб кетган. Тоғ ўрмонлари, альп ва субальп ўтлоқлари, шунингдек, Ланг Танг Миллий боғининг ноёб ўсимлик ва флора қопламига жуда катта зарар етказилган. Морена ва тош-лойқа ётқизиқлари остида қолган катта майдонларда ўсимлик қопламининг қайта тикланиши ўнлаб йилларни талаб этади. Сел оқими таркибидаги минглаб кубометр майда ва йирик фракцияли лой-тошли материаллар дарё ўзанида ва унинг кайрларида қайта тақсимланган.

Сел оқимининг жуда катта ҳажмдаги қаттиқ ётқизиқлари дарё водийси морфологиясини ўзгартириб юборган. Айрим тор дараларда ётқизиқлар билан тўлиб, кўтарилиб қолган бўлса, бошқа жойларда сел оқими водий террасаларини ўйиб, янги, илгари кузатилмаган ўзан тармоқларини ҳосил қилган. Дарё ўзанининг айрим участкаларида кўчиб, тўпланиб қолган лой-тош ётқизиқлари, кичик кўчкилар беқарор ва сув ўтказувчанлиги паст бўлган вақтинчалик тўғонларни, улар эса сув ҳавзаларини ҳосил қилган. Ушбу тўғонларнинг кейинги мавсумий ёмғирлар ёки қор эриши даврида сув оқими таъсирида ёриб ўтилиши дарёнинг қуйи оқимида такрорий фалокатли тошқин тўлқинларини юзага келтириш хавфи мавжуд. Шунингдек, ушбу тўғонларнинг материаллари ҳамда сел оқимининг ўзанда шакллантирган лой-тошли ётқизиқлари келгуси йилларда кузатиладиган одатий жала ёмғирлар ва жадал эриган қор сувлари таъсирида қайта ҳаракатга келиб, иккиламчи сел оқимлари учун тайёр материал бўлиб хизмат қилиши мумкин.Бир сўз билан айтганда, Непалда бўлиб ўтган даҳшатли сув тошқини ва у юзага келтирган ҳалокатли сел оқимининг салбий оқибатларини бартараф этиш катта куч ва маблағни талаб қилади.

Хулоса

1. Непалда юз берган фалокатли сел тошқини иқлим илиши шароитида баланд тоғлардаги музлик ва тоғ ёнбағирлари массаларининг кўчиши, морена тўғонларининг

ёриб ўтилиши ва жадал ёғингарчиликларнинг бир вақтда таъсир кўрсатиши натижасида содир бўлган мураккаб гидрометеорологик жараёндир;

2. Музлик-кўчки генезисига эга бўлган сел оқимларининг максимал сарфлари ва тезлиги одатдаги жала ёмғирлар ва бошқа омиллар шакллантирадиган сел тошқинлариникига нисбатан бир неча марта катта бўлиб, улар барча турдаги иншоотлар, дарё ўзани ва водийси барқарорлигига ўта ҳалокатли таъсир кўрсатади;

3. Непалдаги ҳалокатли сел тошқини оқибатида 1340 одам нобуд бўлган, 5000 одам бедарак йўқолган, 20 дан ортиқ кўприклар, минглаб уйлар, бинолар, гидроэнергетика инфратузилмаси объектлари вайрон бўлган. Маълумотларга кўра, келтирилган зарар 2,560 млрд долларга тенг;

4. Непалда кузатилган даҳшатли сел тошқини баёни Ўзбкеистонга қўшни давлатлардаги тоғ музликлари ва тўғонли кўллардан бошланадиган (Сарез кўли, Фарғона водийсини ўраб турган тоғларнинг ўзида 600 дан ортиқ тўғонли кўллар) дарёлар ҳавзаларида масофавий зондлаш, радар мониторинги ҳамда автоматик эрта огоҳлантириш тизимларини интеграция қилиш зарурлигини исботлайди.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Глазырин Г.Е., Соколов Л.Н. Возможность прогноза характеристик паводков, вызываемых прорывами ледниковых озер // Материалы гляциологических исследований. - Москва, 1976. - Вып.26. - С. 78-84.
2. Исакова А.Я. О селевых рисках для жизни людей и населенных пунктов / Водные ресурсы аридных регионов в условиях изменения климата: проблемы и их решения / Материалы международной научно-практической конференции. - Ташкент, 2023. – С. 375-378.
3. Флейшман С.М. Сели. - Л.: Гидрометеоиздат, 1978. - 312 с.
4. Хикматов Б.Ф., Пирназаров Р.Т. О рисках, связанных с прорывоопасными озерами // Наука, защита, безопасность. Научно-практический журнал. - Ташкент, 2018. - С. 85-91.
5. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. – Ташкент:, «Voris-Nashriyot», 2007. – 132 с.
6. https://www.citypopulation.de/en/nepal/mun/admin/
7. https://censusresults.nsonepal.gov.np/local-level
8. https://opendatanepal.com/

СУВ ЮЗАСИДАН БУҒЛАНИШ ҚАТЛАМИНИ ҲИСОБЛАШНИНГ ЭМПИРИК ИФОДАЛАРИ

Пиримова С.К.
Ўзбекистон Миллий университети
e-mail: sarafrozpirimova@gmail.com,
https://orcid.org/ 0009-0008-4281-4543

Аннотация. *Мақола сув юзасидан буғланиш қатламини ҳисоблаш учун тавсия этилган эмпирик ифодаларни такомиллаштириш босқичларини таҳлил қилишга бағишланган. Шу мақсадда мавзуга оид илмий адабиётларда келтирилган маълумотлар ҳамда буғланиш қатламини ҳисоблашда қўлланиладиган эмпирик ифодалар ўрганилиб, уларнинг асосий хусусиятлари қиёсий таҳлил қилинган. Шунингдек, уларнинг арид ҳудудларда жойлашган сув омборлари юзасидан буғланиш қатламини ҳисоблашда қўлланиш имкониятлари баҳоланган.*

Калит сўзлар: *сув юзасидан буғланиш, буғланиш қатлами, эмпирик ифодалар, ҳаво ҳарорати, нисбий намлиги, шамол тезлиги, сув омбори, баҳолаш.*