

**ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ, ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ,
ՄՇԱԿՈՒՅԹԻ ԵՎ ՍՊՈՐՏԻ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ
ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԳՐԱՐԱՅԻՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ**

ԴԱՆԻԵԼՅԱՆ ՌԱԶՄԻԿ ԱՐԱՄԻ

**ՈՌՈԳՄԱՆ ԶՐԻ ՊԱՀԱՆՋԻ ՍԱՀՄԱՆՄԱՆ ՄԵԹՈԴԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ ԹՎԱՅԻՆ
ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՄԱՄԲ**

Ձ.01.01 - «Ընդհանուր երկրագործություն, հողագիտություն, հիդրոմելիորացիա, ագրոքիմիա և ագրոէկոլոգիա» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության

Ս Ե Ղ Մ Ա Գ Ի Ր

ԵՐԵՎԱՆ - 2026

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ, КУЛЬТУРЫ И СПОРТА
РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АРМЕНИИ**

ДАНИЕЛЯН РАЗМИК АРАМОВИЧ

**МЕТОДОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТРЕБНОСТИ ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ С
ПРИМЕНЕНИЕМ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

Диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 06.01.01 - “Общее земледелие, почвоведение, гидромелиорация, агрохимия и агроэкология”

ЕРЕВАН – 2026

Ատենախոսության թեման հաստատվել է Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարանի գիտական խորհրդում

Գիտական ղեկավար՝

գյուղ. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր

Գ. Մ. Եղիազարյան

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝

տեխնիկական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր

Վ. Հ. Թոքմաջյան

տեխնիկական գիտությունների թեկնածու

Ն. Է. Ավետյան

Առաջատար կազմակերպություն՝

Երևանի պետական համալսարան

Պաշտպանությունը կայանալու է 2026 թ. հունիսի 4-ին ժամը 12:00-ին Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարանում գործող ՀՀ ԲԿԳԿ 011 մասնագիտական խորհրդի նիստում, հասցեն՝ 0009, ք. Երևան, Տերյան 74 (I մասնաշենք, 425 լսարան): Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀԱԱՀ գիտական գրադարանում: Սեղմագիրն առաքված է 2026 թ. ապրիլի 30-ին:

Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար՝

գյուղ. գիտ. թեկնածու, դոցենտ



Գ. Կ. Ավագյան

Тема диссертации утверждена на ученом совете Национального аграрного университета Армении

Научный руководитель:

доктор сельскохозяйственных наук,

профессор

Դ.Մ. Եգիազրյան

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор

Մ. Օ. Թոքմադյան

кандидат технических наук

Ն. Է. Ավետյան

Ведущая организация: Ереванский государственный университет

Защита диссертации состоится 4 июня 2026 г. в 12:00 на заседании специализированного совета 011 КВОН РА при Национальном аграрном университете Армении по адресу 0009, г. Ереван, Теряна 74 (I корпус, 425 аудитория).

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке НАУА.

Автореферат разослан 30 апреля 2026 г.

Ученый секретарь специализированного совета,

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент



Գ.Վ. Ավակյան

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Աշխատանքի արդիականությունը: Ներկայումս ոռոգելի երկրագործության ոլորտում, հողերի և ջրօգտագործման ոչ արդյունավետ կառավարման արդյունքում, ինչպես նաև կլիմայական փոփոխություններով և անթրոպոգեն գործոններով պայմանավորված՝ առաջացել են մի շարք խնդիրներ, որոնց առաջնահերթ և հրատապ լուծումները թույլ կտան լավարկել ոռոգման գործընթացի կառավարումը և պայմաններ ստեղծել գյուղատնտեսության կայուն զարգացման համար: Ոռոգելի երկրագործության առաջնահերթ հիմնախնդիրներից է ոռոգման սեզոնի ընթացքում մշակաբույսերին ապահովել իրենց ջրի պահանջին համապատասխան, անխափան, անհրաժեշտ և բավարար քանակի ոռոգման ջրով:

ՀՀ-ում այս ուղղությամբ առաջին աշխատանքներն իրականացվել են 1945 թվականին, որի արդյունքում մշակվեցին հանրապետության տարբեր գյուղատնտեսական շրջանների համար մշակաբույսերի մակերեսային ոռոգման ռեժիմի հիմնական ցուցանիշները: Հետագայում այս գործընթացը վերախմբագրվել, թարմացվել և ճշգրտվել է 1955-1957, 1969, 2007 թթ.-ին, որի արդյունքում մշակվել են ոռոգման դիֆերենցված ռեժիմներ՝ մթնոլորտային տեղումների 25%, 50%, 75% և 95% ապահովվածությունների համար:

Իրականացված աշխատանքներում առաջնահերթորեն հաշվի են առնվել ինչպես հողային և կլիմայական պայմանները, այնպես էլ գյուղատնտեսության զարգացման ռազմավարական ուղղությունները, նոր հողերի իրացման, տարբեր թեքությամբ և դիրքադրությամբ լանջերը հնարավորինս ոռոգման ցանցի տակ ընդգրկելու հնարավորությունները, տարբեր ժամանակահատվածներում մշակաբույսերի կառուցվածքի փոփոխության կանխատեսումները և առանձնահատկությունները: Ոռոգման ռեժիմները մշակվել են հողի խոնավության պակասորդի որոշման հիման վրա՝ հաշվի առնելով գյուղատնտեսական արտադրության ինտենսիվացման, ոռոգելի հողատարածքների ընդլայնման և ոռոգման արդյունավետության բարձրացման պահանջները: Ոռոգման ջրի պահանջի առաջին նախապայմանը հանդիսանում է մշակաբույսերի ջրասպառման պահանջի որոշումը, որն անմիջապես կախված է կլիմայական և հողային պայմաններից, հորօգտագործման համակարգից, հողի մշակության ձևերից և եղանակներից: Այս տեսանկյունից ակնհայտ է, որ ոռոգման ջրի պահանջի հիմնավորումը տարբեր ժամանակահատվածների համար չի կարող լինել հաստատուն, և վերոնշյալ հիմնական պատճառներից ելնելով՝ այն պետք է ճշգրտվի ու լավարկվի ինչպես տարվա, այնպես էլ վեգետացիոն ժամանակաշրջանում՝ մթնոլորտային տեղումների տարբեր ապահովվածությունների համար՝ համապատասխանեցնելով ոռոգման համակարգի տիպին (բաց, փակ, կոմբինացված), ոռոգման եղանակներին և ջրման տեխնիկային:

Սահմանափակ ռեսուրսների պայմաններում, ոռոգման ջրի պահանջի հիմնավորման համար միջազգային պրակտիկայում կիրառում են տարբեր մեթոդներ, մոտեցումներ, հաշվարկային բանաձևեր, սակայն առավել մեծ

կիրառություն է գտել FAO-56 (Food and Agriculture Organization) մեթոդը, որը թույլ է տալիս վերլուծական եղանակով գնահատել բույսերի ջրի պահանջը՝ կախված զարգացման փուլերից, կլիմայական ցուցանիշներից, հողօգտագործման պայմաններից՝ հիմնվելով դաշտային և լաբորատոր հետազոտությունների արդյունքների վրա:

Նկատի ունենալով Հայաստանի Հանրապետության գյուղատնտեսական գոտիների տեղագրական, կլիմայական և երկրագործության վարման առանձնահատկությունները, ոռոգման ջրի պահանջի հիմնավորման խնդիրը ներկայումս դարձել է խիստ հրատապ և կարիք է առաջացել զարգացնել ոռոգման ջրի պահանջի որոշման մեթոդաբանություն, հաշվի առնելով ինչպես հողօգտագործման համակարգի փոփոխությունները, այնպես էլ ջրային ռեսուրսների սահմանափակությունը և կլիմայական գլոբալ փոփոխության հետևանքները:

Աշխատանքի նպատակը: Աշխատանքի նպատակն է FAO-56 մեթոդով, թվային տեխնոլոգիաների կիրառմամբ և մաթեմատիկական մոդելավորման մեթոդների համադրմամբ, Արարատյան դաշտի նախալեռնային գոտու օրինակով գնահատել գյուղատնտեսական մշակաբույսերի ոռոգման ջրի պահանջը, հաշվի առնելով հողօգտագործման և ջրօգտագործման համակարգերի փոփոխությունները և կլիմայի գլոբալ փոփոխության հետևանքները:

Խնդիրները: Ատենախոսության կատարման ընթացքում ձևակերպվել և լուծվել են հետևյալ խնդիրները.

- Ուսումնասիրել և վերլուծել ՀՀ ոռոգման գոտիների և ջրօգտագործման համակարգի ազդեցությունը ոռոգման ջրի պահանջի վրա:
- Գնահատել ոռոգման համակարգից ջրի կորուստները կլիմայի փոփոխության և փոքր մակերեսներով հողօգտագործման պայմաններում:
- Ուսումնասիրել ոռոգելի հողերի հիմնական հիդրոֆիզիկական բնութագրերը, հողի խոնավության պոտենցիալի, հողի խոնավության և խոնավահաղորդականության փոխկախվածությունը:
- Մշակել հողի խոնավության պոտենցիալի դինամիկայի մաթեմատիկական մոդելը ոռոգվող հողերում:
- Մշակել բույսերի աճի դինամիկայի մաթեմատիկական մոդել՝ մշակաբույսերի բերքատվության որոշման համար:
- FAO-56 մեթոդով կատարել ոռոգման ջրի պահանջի փաստացի գնահատում Կոտայքի մարզի օրինակով:
- Կատարել մշակաբույսերի բերքատվության կանխատեսում կլիմայի գլոբալ փոփոխությունների պայմաններում Կոտայքի մարզի օրինակով:

Գիտական նորույթը:

- Գնահատվել է կլիմայի գլոբալ փոփոխության հետևանքների ազդեցությունը ոռոգման ջրի պահանջի վրա, ինչպես նաև մշակվել է վերլուծական նոր մոդել՝ կլիմայի փոփոխության և փոքր մակերեսներով հողօգտագործման պայմաններում, ոռոգման համակարգից ջրի կորուստները գնահատելու նպատակով:
- Փորձնական ճանապարհով համահարաբերակցական կապ է հաստատվել հողի խոնավության պոտենցիալի, խոնավության և խոնավահաղորդականության միջև, ինչպես նաև մշակվել է հողի խոնավության պոտենցիալի դինամիկայի մաթեմատիկական մոդել՝ ոռոգվող հողերում ջրային ռեժիմի լավարկման և կանխատեսման նպատակով:
- Լուծվել են բույսերի աճի դինամիկայի և հողի խոնավության պոտենցիալի նկարագրման ոչ գծային դիֆերենցիալ հավասարումները՝ հողի խոնավության ռեժիմի և մշակաբույսերի բերքատվության կանխատեսման նպատակով, իսկ թվային մեկնաբանությունները կատարվել են Կոտայքի մարզի Գառնի բնակավայրի օրինակով:
- Հայաստանի Հանրապետությունում, Կոտայքի մարզի օրինակով, առաջին անգամ FAO-56 մեթոդով կատարվել է ոռոգման ջրի պահանջի փաստացի գնահատում և որոշում:

Հետազոտության օբյեկտը: Հետազոտության օբյեկտ են հանդիսացել Կոտայքի մարզի ոռոգելի հողերը, որոնք սպասարկվում են Կոտայք ԶՕԸ-ի կողմից: Հետազոտվող ոռոգելի հողերը, ըստ ծովի մակերևույթից ունեցած բարձրության, տեղաբաշխված են 950-1400 մ բարձրությունների վրա (կիսանապատային գորշ և շագանակագույն հողեր), 1400-1500 մ բարձրությունների վրա (շագանակագույն և լեռնային սևահողեր), 1500մ-ից բարձր բարձրությունների վրա (շագանակագույն և լեռնամարգագետնային հողեր): Ըստ մեխանիկական կազմի՝ հողերը միջակ և ծանր կավավազային են:

Գործնական նշանակությունը: Ատենախոսության գիտական արդյունքներն ունեն գործնական կիրառություն ոռոգելի հողերի ջրապահանջի հիմնավորման, ոռոգման նորմերի և ռեժիմների ճշգրտման, մշակաբույսերի ջրային ռեժիմի լավարկման և բերքատվության կանխատեսման համար արդի հողային հարաբերությունների, ջրօգտագործման համակարգի և կլիմայի գլոբալ փոփոխության հետևանքների պայմաններում: Ատենախոսության գործնական արդյունքները տրամադրվել են «Կոտայք» ԶՕԸ-ին:

Փորձաքննություն և հրատարակված աշխատանքներ: Աշխատանքի հիմնական արդյունքները զեկուցվել են ՀԱԱՀ-ի ճարտարագիտական ֆակուլտետի գիտական խորհրդի, Ջրային և հողային ռեսուրսների կառավարման ամբիոնի ամփոփիչ նիստերում, միջազգային և հանրապետական գիտաժողովներում, այդ թվում՝

Հունաստանի Արևմտյան Ատիկայի համալսարան (2025), Երևանի պետական համալսարան (2025), Գավառի պետական համալսարան (2022), Շիրակի պետական համալսարան (2022):

Ատենախոսության թեմայով հրատարակվել է 8 գիտական հոդված:

Աշխատանքի կառուցվածքը: Ատենախոսությունը շարադրված է 147 էջում, բաղկացած է ներածությունից, 4 գլուխներից, եզրակացություններից և առաջարկություններից, հավելվածից, 186 անուն գրականության ցանկից, ինչպես նաև ներառում է 27 աղյուսակ և 34 նկար:

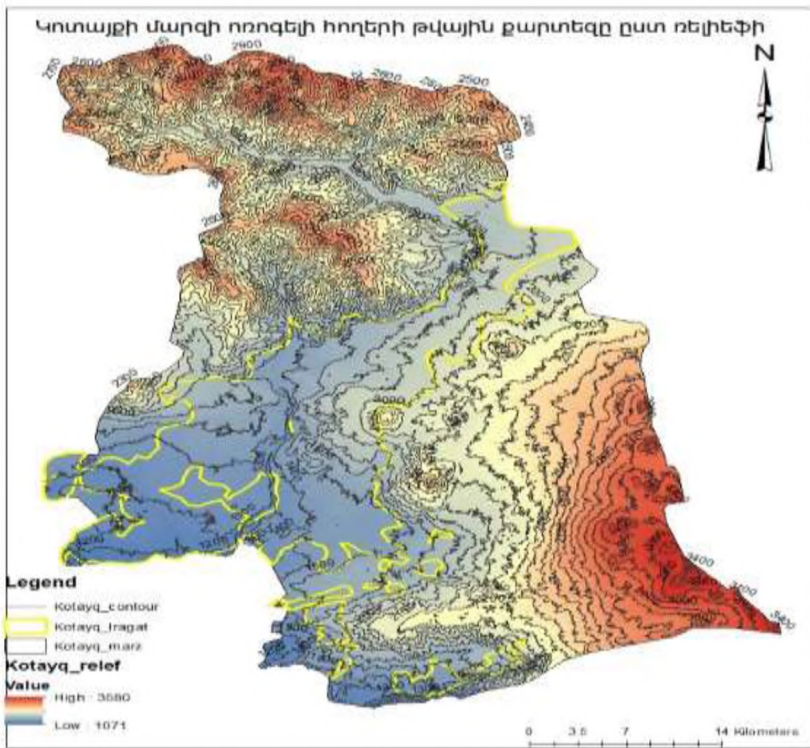
ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՀԱՄԱՌՈՏ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Ատենախոսության առաջին գլխում ներկայացված են ՀՀ ոռոգման գոտիների, ջրօգտագործման և հողօգտագործման համակարգերի ազդեցությունը ոռոգման ջրի պահանջի վրա՝ նկատի ունենալով ոռոգման գոտիների բնակլիմայական պայմանները: Համաձայն ուսումնասիրությունների հանրապետության գյուղատնտեսական 9 գոտիներում տարանջատված է 17 ոռոգման գոտի: Այս գոտիներում տեղաբաշխված են տարբեր հողատիպեր, որոնք ունեն խիստ տարբերվող բնակլիմայական, հիդրոֆիզիկական և ռելիեֆային պայմաններ: Ոռոգման գոտիներում հանդիպում են ըստ մեխանիկական կազմի թեթև, միջակ և ծանր մեխանիկական կազմով հողեր, սակայն առավել լայն տարածում ունեն միջակ կավավազային և կավային մեխանիկական կազմով հողերը: Հողի խտությունները տատանվում են 1.15-1.35տ/մ³ սահմաններում, տեսակարար կշիռը՝ 2.5-2.75տ/մ³ միջակայքում, ծակոտկենությունը՝ 48.5-57.5%, ԴՍԽ-ն 25.8-34.7% սահմաններում: Վերջին 80 տարիների միջին տարեկան ջերմաստիճանի աճը կազմել է 0.85°C, իսկ տարեկան տեղումների քանակը նվազել է 6%-ով: Սակայն ջերմաստիճանի փոփոխությունները Հայաստանի տարբեր շրջաններում և տարվա տարբեր եղանակներին ունեն տարբեր միտումներ: Վերջին տասնամյակների ընթացքում ոռոգելի հողերի մակերեսը նվազել է՝ փոփոխվելով 180.000-207.000 հա սահմաններում: Այս հողատարածքի ընդամենը 135.000-155.000 հա է, որ արդյունավետ է ոռոգվում: Հողերի սեփականաշնորհումից հետո հանրապետության ոռոգման համակարգերի ֆիզիկական քայքայվածության և մաշվածության, ոչ ճիշտ շահագործման, ոռոգման ռեժիմների խախտման պատճառով ջրի կորուստները կազմում են 40-50%, ինչի հետևանքով ոռոգելի հողատարածքների մակերեսը կրճատվել է 62.000-100.000 հա սահմաններում: Վերջին տասնամյակների կլիմայական ցուցանիշների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ տարբեր ոռոգման գոտիներում չոր և երաշտ ժամանակաշրջանների տևողությունը ավելացել է միջինը 9-15 օր սահմաններում, իսկ տևողությունը տատանվում է 55-200 օր սահմաններում: Գյուղատնտեսական մշակաբույսերի ոռոգման ջրի պահանջի հիմնավորումը նպատակ ունի ճշգրտել մշակաբույսերի ոռոգման ռեժիմները, առավել արդյունավետ օգտագործել առկա հողային և ջրային ռեսուրսները, բարձրացնել դրանց

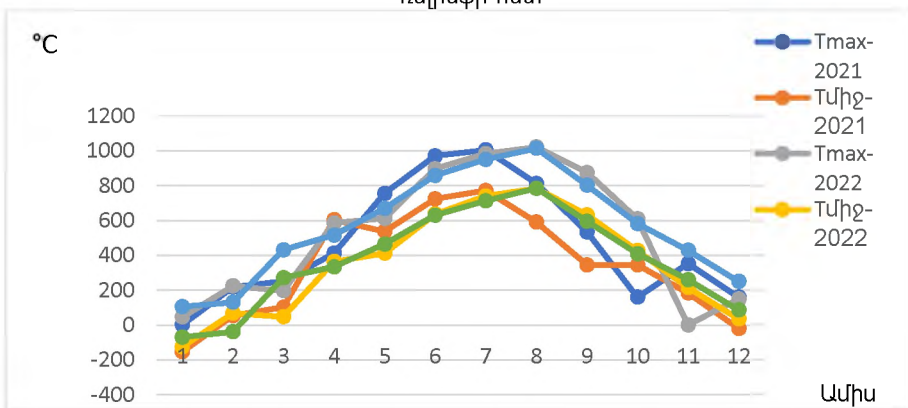
արտադրողականությունը՝ պահպանելով շրջակա միջավայրի ազդեցությունը հավասարակշռությունը: Միջազգային պրակտիկայում մշակաբույսերի ջրի պահանջի որոշման մեթոդները դասակարգվում են երեք խմբի՝ հիմնված փաստացի չափումների, հիդրոօդերևութաբանական ցուցանիշների և անալիտիկ մաթեմատիկական մոդելների կիրառման վրա: Առավել տարածված են համարվում Հարգիվիսի, Պենման-Մոնթեյթի, Իվանովի, Բլեյնի և Կրիդցլայի, Շարովի, Տյուրկի, Ալպատևի և Լզովի մոդելներն ու հաշվարկային բանաձևերը: Մշակաբույսերի ջրի պահանջը հաշվարկվում է նաև ջրային և ջերմային հաշվեկշռի հավասարումների կիրառմամբ: Ոռոգման ջրի պահանջի հիմնավորման կարևոր բաղադրիչներից է ջրի կորուստների գնահատումը ոռոգման ներտնտեսային ցանցից: Այն անմիջապես ազդում է ոռոգելի երկրագործության արդյունավետության վրա: Ջրի կորուստները ոռոգման համակարգում բաշխվում են միջին ցուցանիշներով՝ մայր ջրանցքում և ճյուղավորումներում՝ 10%, միջտնտեսային (II կարգի) բաժանարարներում՝ 25%, իսկ ներտնտեսային ցանցում՝ 65 %: Ակնհայտ է, որ ներտնտեսային ցանցի կորուստների գնահատման մեթոդաբանությունը վերանայման կարիք ունի:

Ատենախոսության երկրորդ գլխում ներկայացված է հետազոտության օբյեկտի բնակլիմայական պայմանները և հիդրոֆիզիկական բնութագիրը: Կոտայքի մարզի վարչական տարածքը տարածվում է ծովի մակերևծայությից մոտ 1100-3100մ բարձրության վրա: Մարզի վարչական տարածքում տարածված են կիսասանապատային, լեռնատափաստանային լանդշաֆտները, իսկ աշխարհագրական դիրքը, ընդհանուր առմամբ, նպաստավոր գյուղատնտեսական գործունեություն ծավալելու և զարգացնելու համար: Կոտայքի մարզի վարչական տարածքի ոռոգելի հողերը տեղաբաշխված են Արարատյան դաշտի նախալեռնային գոտու և Ապարան-Հրազդանյան գյուղատնտեսական գոտիներում առանձնացված ոռոգման ենթագոտիներում: Մասնավորապես, Արարատյան դաշտի նախալեռնային ոռոգման գոտում՝ տեղաբաշխված 950-1400 մ բարձրությունների վրա, հողերը կիսանապատային գորշ և շագանակագույն տիպի են: Ապարան-Հրազդանյան ոռոգման առաջին գոտին ընդգրկում է ծովի մակերևույթից 1400-1500 մ բարձրությունները, որտեղ տարածված են շագանակագույն և լեռնային սևահողերը, իսկ ոռոգման երկրորդ գոտին ընդգրկում է ծովի մակերևույթից 1500 մ-ից մեծ բարձրությունները, որտեղ տարածված են շագանակագույն հողերը և լեռնաճամարգագետնային սևահողերը:

Մարզի ոռոգելի կլիմայական պայմանների բազմազանությունը նկարագրվում է Եղվարդ (40° 19' 10"N, 44° 28' 50"E), Հրազդան (40° 29' 14"N, 44° 45' 50"E) և Ֆանտան (40° 23' 44"N, 44° 40' 05"E) հիդրոօդերևութաբանական կայանների միջին բազմամյա տվյալներով: Կոտայքի մարզի ոռոգելի հողերի ջրապահանջը հիմնավորելու համար ուսումնասիրել ենք Եղվարդ, Ֆանտան և Հրազդան օդերևութաբանական կայանների 2019-2023 թթ.տվյալները ըստ ամսվա օրերի:



Նկ. 1 Կոտայքի մարզի ոռոգելի հողերի թվային քարտեզը համադրված ռելիեֆի հետ

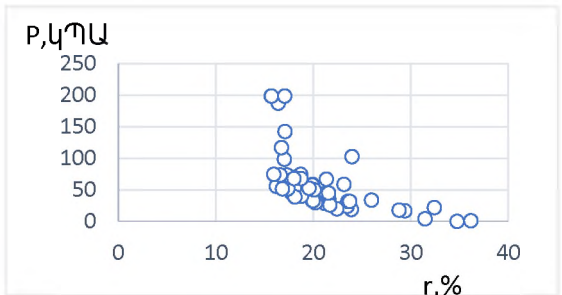


Նկ. 2 Օդի միջին օրական և առավելագույն ջերմաստիճանների գումարը ըստ ամիսների, Եղվարդ կայան

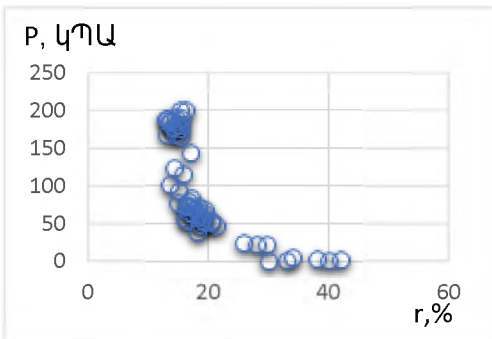
Վերլուծելով վերջին երեք տարվա ոռոգելի հողերի կադաստրային և փաստացի տվյալները՝ ակնհայտ է դառնում, որ մարզում առկա 18755.2 հա ոռոգելի կադաստրային հողատարածքից փաստացի ոռոգվում է 6893.2 հա հողատարածք, որը կազմում է կադաստրային մակերեսի 36.75 %, իսկ մնացած 11862.0 հա հողատարածքը չի ոռոգվում տարբեր պատճառներով, մասնավորապես՝ ոռոգման ջրի անբավարար քանակի մատակարարման, ոռոգման ցանցի քայքայվածության կամ բացակայության հետևանքով: Համեմատելով 2025 թ.-ի փաստացի ոռոգելի հողատարածքները 2023թ. տվյալների հետ դժվար չէ նկատել, որ ոռոգելի հողերի մակերեսը կրճատվել է 1007.01 հա-ով: 2025թ. փաստացի ոռոգվող 5886.19 հա հողատարածքից 1612.57 (27.39%) հա վարելահող է, խաղողի այգի՝ 26.359 հա (0.45%), պտղատու այգիներ՝ 2868.16 հա (48.72%), տնամերձ 1379.15 հա (23.43%): Կատարվել է մարզի ոռոգելի հողերի հիմնական հիդրոֆիզիկական բնութագրերի ուսումնասիրություն: Տարբեր հողատիպերի համար հողի խոնավության պոտենցիալի չափման արդյունքները ներկայացվել են գրաֆիկների տեսքով:



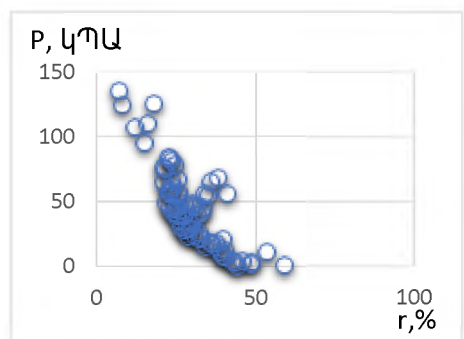
Լիզիմետրական չափման մեթոդ



Սևահողեր

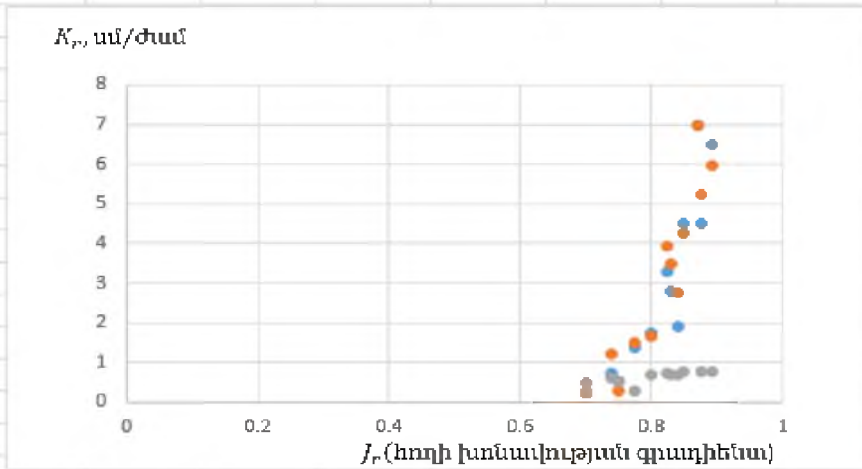


Կիսանապատային գորշ հողեր



Շագանակագույն հողեր

Նկ. 3 Հողի հիդրոֆիզիկական բնութագրերի ուսումնասիրություն



Նկ. 4 Խոնավահաղորդականության գործակցի կախվածությունը հողի խոնավության գրադիենտից

Ստացված կորերի մաթեմատիկական մշակումները հնարավորություն տվեցին հողի խոնավության պոտենցիալի P և խոնավության r միջև նորմավորված կորելացիոն ֆունկցիան ներկայացնել հետևյալ տեսքով՝

$$P = P_0 \operatorname{tg} \left[\frac{\pi}{4} \left(\frac{r-r_L}{r_L-r_0} \right) \right], \quad (1)$$

որտեղ P -ն հողի խոնավության պոտենցիալն է, (սմ), P_0 -ն՝ առավելագույն մագանդթաադսորբցիոն ճնշումը, (սմ), r_L -ը՝ լրիվ խոնավունակությունը, %-ով չոր հողի կշռից, r_0 -ն՝ առավելագույն հիգրոսկոպիկությունն է, (%), r -ը՝ հողի խոնավությունն է, (%): Խոնավահաղորդականության գործակցի և խոնավության գրադիենտի միջև հաստատվել է հետևյալ ֆունկցիոնալ կախվածությունը՝

$$K_w = K_\phi J^n \quad (2)$$

որտեղ n -ը թվային գործակից է՝ կախված հողի ջրաֆիզիկական բնութագրերից և ագրոտեխնիկական պայմաններից:

Առավելագույն հաշվարկային էվապոտրանսպիրացիայի որոշում՝

$$ET_0 = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2)} \quad (3)$$

Մշակաբույսերի առկայությամբ էվապոտրանսպիրացիաների հաշվարկի համար կիրառվել է հետևյալ մոդելը՝

$$ET_c = K_c \cdot ET_0 \quad (4)$$

$$ET_c = (K_{cb} + K_e) \cdot ET_0 \quad (5)$$

$$K_e = K_r(K_{cmax} - K_{cb}) \leq f_{ew}K_{cmax} \quad (6)$$

«CropWAT» ծրագրի միջոցով ըստ ամսվա օրերի հաշվարկվում են մշակաբույսերի առավելագույն ջրապահանջը: Մոդելի իրականացման ժամանակ օգտագործվել են հետևյալ պարամետրերը, K_{cb} – ն՝ բույսի բազիսային գործակիցն է, աղյուսակավորված է և արժեքները բերված են FAO-56 տեղեկագրում, K_{cb} (table)-ի՝ արժեքները տրված են աղյուսակային տեսքով և ընտրում ենք աղյուսակից՝ կախված բույսի տեսակից, U_2 – ը՝ քամու արագությունն է, RH_{min} – ը՝ օդի նվազագույն հարաբերական խոնավությունը, H –ը՝ բույսի բարձրությունը, ET_0 –ն առավելագույն գոլորշիացման մեծությունն է, R_n –ը՝ մշակաբույսի մակերևույթին հասած ճառագայթումը, G –ն՝ հողի մակերևույթից անդրադարձած ճառագայթումը, T –ն՝ օդի ջերմաստիճանը, e_s –ը՝ հագեցած գոլորշիների ճնշումը, e_a –ն գոլորշիների փաստացի ճնշումը, u_2 –ը՝ քամու արագությունը, Δ –ն՝ անկյունային գործակիցը, γ –ն՝ ֆիզիկական հաստատուն, $\gamma = 0.665 \times 10^{-3} P$, P –ն՝ մթնոլորտային ճնշումը, K_e –ն հողի մակերեսից գոլորշացումը բնութագրող գործակից է, K_{cmax} –ը՝ K_c -ի առավելագույն արժեքը, որը դիտվում է ոռոգումից կամ անձրևներից հետո, K_r –ը՝ հողի ստորին շերտերից գոլորշացման նվազումը բնութագրող անչափակազմ պարամետր է, f_{ew} –ն՝ հողի այն հատվածն է, որտեղից բարձր խոնավության հետևանքով ջուրն առավել մեծ քանակով է գոլորշանում:

Ատենսիսության երրորդ գլխում ուսումնասիրվել ոռոգելի հողերի խոնավության պոտենցիալի, ջրասպառման և բերքատվության կանխատեսման մաթեմատիկական մոդելները: Միաչափ խոնավափոխանակության մոդելը ներկայացվում է հետևյալ տեսքով.

$$\frac{\partial \omega}{\partial \varphi} \frac{\partial H}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(K \frac{\partial H}{\partial x} \right) - e_{ET} \quad (7)$$

$K(\omega(\varphi))$ և $\varphi(\omega)$ ֆունկցիաների համար առաջարկվում է հետևյալ կախվածությունները.

$$K = K_f \left[\frac{\omega - \omega_0}{m - \omega_0} \right]^{3,5}, \quad \varphi = \varphi_0 t g \left[\frac{\pi}{4} \left(\frac{\omega - \omega_0}{m - \omega_0} \right) \right] \quad (8)$$

Որպես սկզբնական պայման ընդունվում է խոնավության կամ պոտենցիալի բաշխումը հողի ակտիվ շերտի խորության վրա:

$$H(x, 0) = \varphi(x, 0) - x = q(x) - x \quad (9)$$

Վերին սահմանում եզրային պայմանը կունենա հետևյալ տեսքը՝

$$-\left. \frac{\partial H}{\partial x} \right|_{x=0} = 1 - q_0 e^{-\alpha t} \quad (10)$$

Ստորին սահմանի համար՝

$$-K \left. \frac{\partial H}{\partial x} \right|_{x=l} = D(h_D - h_g), \quad (11)$$

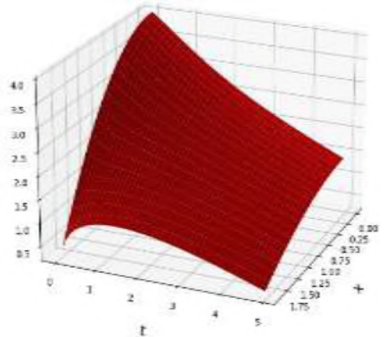
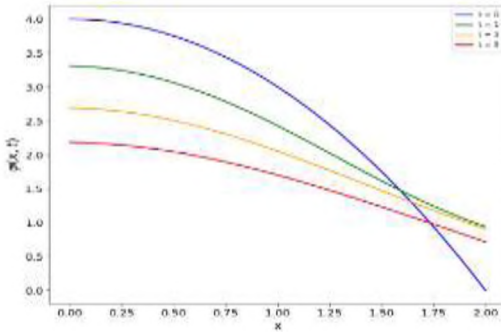
Վերջնական լուծումը կստանա հետևյալ տեսքը

$$\varphi(x, t) = U(x, t) + A(t)x^2 + B(t)x, \quad (12)$$

որտեղ՝

$$U(x, t) = \sum_{n=0}^{\infty} C_n \cos \frac{\pi n}{l} x e^{-\left(\frac{\alpha \pi n}{l}\right)^2 t} + \sum_{n=0}^{\infty} \left(\int_0^t e^{-\left(\frac{\alpha \pi n}{l}\right)^2 (t-\tau)} \left[\frac{2}{l} \int_0^l f(\xi, \tau) \cos \frac{\pi n}{l} \xi d\xi \right] d\tau \right) \cos \frac{\pi n}{l} x \quad (13)$$

Թվային հաշվարկներ կատարելու համար «Python» ծրագրով գրվել է կոդ, որի հիման վրա, ջրափոխանակման թվային լուծման արդյունքները ներկայացված են նկ. 5-ում:



Նկ. 5. Հողի խոնավության մագանթաադսորբցիոն պոտենցիալի դինամիկան ըստ խորության և ժամանակի

Ոռոգելի երկրագործության առաջնային խնդիրներից է, ոռոգման ազդեցության գնահատումը բույսերի աճի, զարգացման և բերքատվության վրա: Այս նպատակով մշակվել է բույսերի աճի դինամիկայի մաթեմատիկական մոդել բերքատվության կանխատեսման համար: Բույսի աճի կախվածությունը մատակարարվող ջրի քանակից, նկարագրվում հետևյալ ոչ գծային դիֆերենցյալ հավասարման միջոցով.

$$\frac{dm(t)}{dt} = \frac{\alpha(t)m(t)}{1+\beta m(t)} - \gamma m(t), \quad t \in [0, T_0], \quad (14)$$

որտեղ՝ T_0 -ն բույսի աճի առավելագույն տևողությունն է, $m(t) > 0$ -բույսի չոր զանգվածն է տվյալ t պահին, $\frac{dm(t)}{dt}$ -բույսի աճի արագությունն է՝ պայմանավորված բույսի ներսում առկա ջրի քանակով (զանգված/ժամանակ), $\alpha(t)$ ($1/\theta$ ամ)-բույսի ներքին աճի ինտենսիվության գործակիցն է, որը կախված է մատակարարվող ջրի քանակից $\omega(t)$ (զանգված).

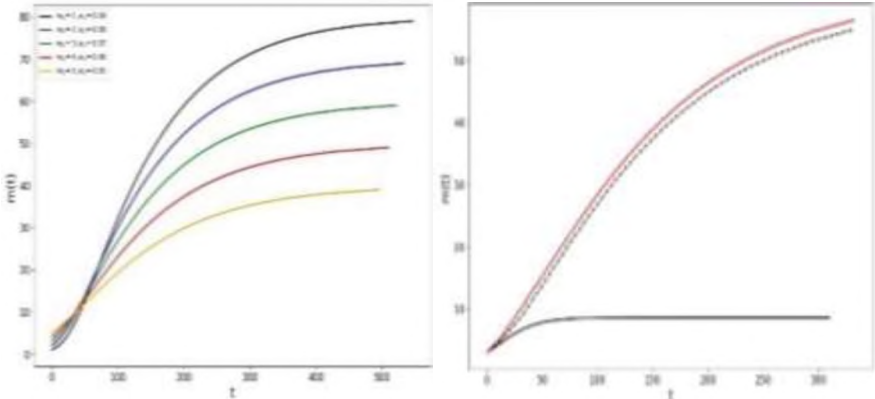
$$\alpha(t) = k\omega(t), \quad (15)$$

Խնդիրը լուծել է իտերացիոն մեթոդով, համաձայն որի Կոշիի խնդիրը համարժեք է հետևյալ ինտեգրալ հավասարմանը:

$$m(t) = m_0 + \int_0^t \frac{[(\alpha(\tau) - \gamma)m(\tau) - \gamma\beta m^2(\tau)]}{1 + \beta m(\tau)} d\tau, \quad (16)$$

եզրային խնդրի լուծումը կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ

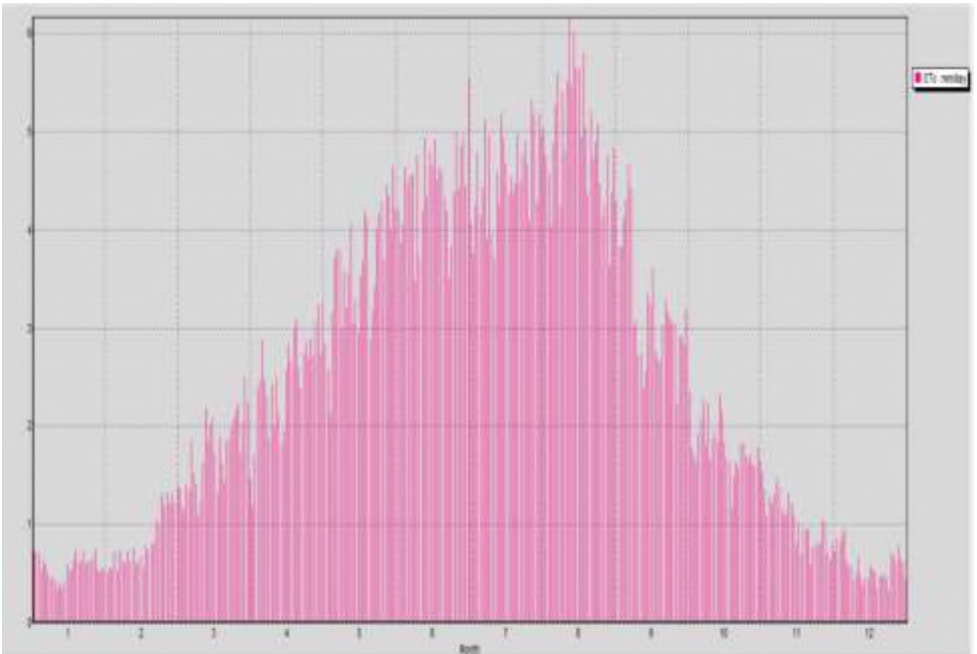
$$m(t) = \frac{m_0}{\exp[-\int_0^t (\alpha(\tau) - \gamma) d\tau] + m_0 \beta \exp[-\int_0^t (\alpha(\tau) - \gamma) d\tau] [\int_0^t \alpha(\tau') \exp[\int_0^{\tau'} (\alpha(\tau') - \gamma) d\tau'] d\tau'} \quad (17)$$



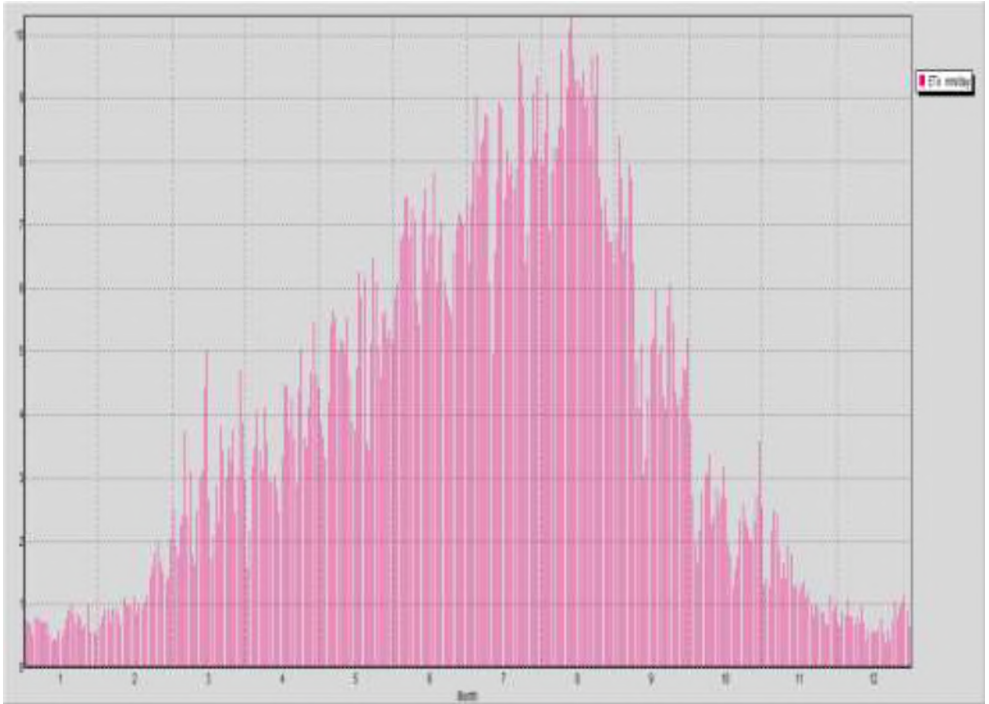
Պտղատուներ
Խոտաբույսեր
Նկ. 6. Չոր զանգվածի $m(t)$ կախվածությունը ժամանակից:

Ատենախոսության չորրորդ գլխում ներկայացված են ոռոգման ջրի պահանջի գնահատման արդյունքները: Կոտայքի մարզում տարանջատված են ոռոգման երեք գոտիներ՝ 1000-1300 մ, 1300-1500 մ և 1500-1800 մ: Այս գոտիներում տարբեր մշակաբույսերի ոռոգման ջրի պահանջը փոփոխվում է կախված ծովի մակերևույթից ունեցած բարձրության: 1000-1300 մ բարձրությունների համար այն փոփոխվում է 3600-7150 մ³/հա, 1300-1500 մ համար համապատասխանաբար՝ 2700-4800 մ³/հա, իսկ 1500-1800 մ բարձրությունների համար՝ 1500-3600 մ³/հա: Ոռոգման ջրի միջին պահանջը բոլոր գոտիների համար կազմում է 4067 մ³/հա: Ուսումնասիրելով Գառնի, Գողթ, Գեղարդ և Հացավան բնակավայրերի ոռոգման ջրի մատակարարման վերջին հինգ տարիների արդյունքները՝ պարզվում է, որ այս բնակավայրերի ոռոգելի հողերի մակերեսը կազմում է 8319.92 հա, որից Գառնի բնակավայրում՝ 3971.25 հա, Գողթ բնակավայրում՝ 3287.46 հա, Գեղարդ բնակավայրում՝ 428.17 հա, իսկ Հացավան բնակավայրում՝ 633.04 հա: Գառնի բնակավայրում ջրառը կազմել է 5179680 մ³, ջրառը կազմել է 3027400 մ³, Գողթում ջրառը՝ 4287688 մ³, ջրառը՝ 2506137 մ³, Գեղարդում ջրառը՝ 558419 մ³, ջրառը՝ 326394 մ³, Հացավանում համապատասխանաբար 825610 մ³ և 482566 մ³: Մեկ հա

ռոզգելի հողի ռոզգման բրուտտո նորմը կազմում է 7623 մ³/հա: Այսպիսով ստացվում է, որ Կոտայք ՋՕԸ-ի կողմից սպասարկվող ռոզգման համակարգի օ.գ.գ. միջինը կազմում է 0.584, ռոզգման ջրի կորուստները կազմում են 42% կամ տարեկան կազմում է 2175465.6 մ³: Դա նշանակում է, որ այսպիսի քանակի ջրի կորուստի պատճառով անջրդի կարող է մնալ՝ Գառնի բնակավայրում՝ 285.28 հա, Գողթում՝ 236.15 հա, Գեղարդում՝ 30.75 հա, Հացավանում՝ 45.47 հա, ընդամենը՝ 597.66 հա: Ստացվում է, որ ռոզգման ջրի կորուստների գրեթե 20 % նվազեցման դեպքում հնարավոր է ռոզգելի հողերի մակերեսը ավելացնել՝ 298.8 հա-ով կամ առկա ռոզգելի հողերի մակերեսի 35.9%-ով: Մշակաբույսերի ջրասպառման պահանջի որոշման համար միջազգային պրակտիկայում մեծ կիրառություն է գտել FAO-56 մեթոդը, որը հնարավորություն է տալիս անալիտիկորեն հաշվելու ջրի այն քանակը, որը գոլորշիանում է հողի մակերեսից և բույսերի կողմից տրանսպիրացիայի ճանապարհով: Հաշվարկները կատարվել են 2019-2023թթ. համար եղվարդ, Հրազդան հիդրոոդերնութաբանական կայանների տվյալների հիման վրա: Ռոզգման ջրի պահանջի համապարփակ գնահատման համար հաշվարկային էվապոտրանսպիրացիաները և մթնոլորտային տեղումները ըստ տարվա եղանակների ենթարկվել են քանակական վերլուծության, որի արդյունքները ներկայացված են նկ. 7-ում:



Նկ. 7 Էվապոտրանսպիրացիայի (ET₀) դինամիկան ըստ օրերի, 2023թ, Հրազդան



Նկ. 8 Էվապոտրանսպիրացիայի (ET_0) դինամիկան ըստ օրերի, 2023թ, Եղվարդ

Աղյուսակ 1

Խոնավապահովվածության գնահատականը (Եղվարդ, 2023)

| Տարվա եղանակ | ET_0 , մմ | % | P , մմ | % | $\frac{P}{ET_0}$ |
|--------------|-------------|--------|----------|--------|------------------|
| Ձմեռ | 64.79 | 7.27 | 105.90 | 32.11 | 1.63 |
| Գարուն | 138.68 | 15.56 | 134.20 | 40.69 | 0.97 |
| Ամառ | 466.26 | 52.33 | 27.90 | 8.46 | 0.06 |
| Աշուն | 221.34 | 24.84 | 61.80 | 18.74 | 0.28 |
| Տարին | 891.07 | 100.00 | 329.80 | 100.00 | 0.37 |

Խոնավապահովվածության գնահատականը (Հրազդան, 2023)

| Տարվա եղանակներ | ET ₀ , մմ | % | P, մմ | % | $\frac{P}{ET_0}$ |
|-----------------|----------------------|--------|--------|--------|------------------|
| Ձմեռ | 59.23 | 6.50 | 129.10 | 21.24 | 2.18 |
| Գարուն | 240.42 | 26.36 | 220.60 | 36.30 | 0.92 |
| Ամառ | 428.34 | 46.97 | 139.10 | 22.89 | 0.32 |
| Աշուն | 183.91 | 20.17 | 118.90 | 19.57 | 0.65 |
| Տարին | 911.90 | 100.00 | 607.70 | 100.00 | 0.67 |

Գլոբալ կլիմայական փոփոխությունների պայմաններում, հաշվի առնելով ջրային ռեսուրսների սահմանափակ քանակները, մշակաբույսերի բերքատվությունը կանխատեսվել է FAO-56 մեթոդով, կիրառելով հետևյալ հաշվարկային մոդելը.

$$Y_a = Y_{max} - K_y \cdot Y_{max} \left(1 - \frac{ET_a}{ET_{max}}\right), \quad (17)$$

որտեղ՝ Y_{max} -ը առավելագույն բերքատվությունն է, Y_a -ն՝ իրական կամ սպասվելիք բերքատվությունը, K_y -ը՝ բերքատվության զգայունության գործակիցն է ջրի պակասի նկատմամբ, ET_a -ն՝ մշակաբույսի իրական էվապոտրանսպիրացիան, ET_{max} -ն՝ մշակաբույսի պոտենցիալ էվապոտրանսպիրացիան, Y_a -ն՝ իրական կամ փաստացի բերքատվությունը: Փաստացի էվապոտրանսպիրացիան որոշվում է հետևյալ կերպ՝

$$ET_a = K_s \cdot ET_c, \quad (18)$$

$$ET_c = K_c \cdot ET_0, \quad (19)$$

որտեղ K_s -ը ջրային սթրեսի գործակիցն է, այն փոփոխվում է $0 < K_s < 1$, K_c - մշակաբույսի գործակիցն է:

Մշակաբույսերի առավելագույն բերքատվությունը որոշվում է՝ ելնելով տվյալ տարածքի վրա դիտված ճառագայթային հաշվեկշռից, հողային ու կլիմայական ցուցանիշներից, պարարտացման ֆոնից և հիմնական կենսաֆիզիկական

գործընթացները պայմանավորող մեծություններից, որոնք որոշվել են համաձայն հետևյալ մոդելի.

$$Y_{max} = IPAR \cdot RUE \cdot HI, \quad (20)$$

որտեղ $IPAR$ -ը՝ բույսի կողմից կլանված լույսն է, RUE -ը՝ բույսի կողմից լույսի օգտագործման գործակիցը չոր նյութի վերածելու համար, HI - ն՝ չոր նյութի ելունքից ապրանքային բերքի անցման գործակից:

Թվային հաշվարկները ցույց են տալիս, որ, Կոտայքի մարզի Գառնի տարածաշրջանի համար՝ $Y_{max} = 213,9$ գ/հա, բերքատվության կորստի գործակիցը կապված ջրային սթրեսի հետ՝ $K_y = 1.1$, հաշվարկային պոտենցիալ էվապոտրանսպիրացիան վեգետացիայի ընթացքում կարտոֆիլի համար՝ $ET_0 = 535$ մմ, բույսի գործակիցը ըստ զարգացման փուլերի, սկզբնական փուլում՝ 0,7, միջին փուլում՝ 1,15, վերջնական փուլում՝ 0,8, $ET_c = 521$ մմ, բույսերի կողմից ջրի օգտագործման սահմանափակման գործակիցը՝ $K_s = 0.72$, կանխատեսվող բերքատվությունը կկազմի՝ 157,3 գ/հա կամ 26,6% պակաս առավելագույն բերքատվությունից: Տեստեսական արդյունավետության տեսանկյունից համախառն արտադրանքի արժեքի կորուստը կապված ջրային դեֆիցիտի հետ կկազմի 113200 դրամ/հա:

Եզրակացություններ

1. ՀՀ ոռոգման գոտիների 2019-2023թթ. բնակլիմայական պայմանների, ջրօգտագործման և հողօգտագործման համակարգի փոփոխությունների վերաբերյալ կատարված ուսումնասիրություններից պարզ է դառնում, որ վերոնշյալ փոփոխություններն էական ազդեցություն են ունեցել ոռոգման ջրի պահանջի, ոռոգելի երկրագործության քանակական և որակական ցուցանիշների վրա, ուստի անվերապահորեն պետք է ճշգրտվեն՝ ելնելով ոռոգման գոտիների հողակլիմայական, տնտեսական և շրջակա միջավայրի պահպանության արդի մարտահրավերներից:
2. Ոռոգելի հողերի հիմնական հիդրոֆիզիկական բնութագրերի (հողի խոնավության պոտենցիալի, խոնավահաղորդականության և հողի խոնավության) վերաբերյալ կատարված ուսումնասիրությունների արդյունքները հնարավորություն տվեցին ստանալ $P = f(r)$, $K = \varphi(r)$ համահարաբերակցական կախվածությունները, որոնք կիրառվել են ատենախոսության երրորդ գլխում՝ ոռոգման ջրի պահանջի և բույսերի աճի դինամիկայի մաթեմատիկական մոդելների մշակման ու թվային արդյունքների գնահատման համար:
3. Լուծվել է հողի խոնավության դինամիկան նկարագրող դիֆերենցիալ հավասարումը հողի խոնավության մազանոթաադորբցիոն պոտենցիալի դինամիկան բացահայտելու նպատակով, որի միջոցով գնահատվել է բույսերի արմատաբնակ գոտում ոռոգման ջրի ազդեցությունը բույսերի աճի,

զարգացման և բերքատվության վրա: Թվային հաշվարկներ կատարելու համար Python ծրագրավորման լեզվով ստեղծվել է ծրագրային փաթեթ, որի հիման վրա ներկայացվել է հողի ակտիվ շերտում խոնավության պոտենցիալի երկփոփոխական ֆունկցիայի բաշխումը ըստ խորության և ժամանակի:

4. Կատարվել է FAO-56 մեթոդով մշակաբույսերի էվապոտրանսպիրացիաների գնահատում՝ հիմք ընդունելով 2019-2023թթ. Կոտայքի մարզի «Եղվարդ» և «Հրազդան» հիդրոոդերևութաբանական կայանների տվյալները: «Եղվարդ» կայանի տվյալների վերլուծությունից պարզվել է, որ հաշվարկային 5 տարիների ընթացքում յուրաքանչյուր տարի հողում խոնավության դեֆիցիտը փոփոխվել է 402.1-693.4մմ սահմաններում, միջինում՝ 578մմ կամ 5780 մ³/հա, իսկ «Հրազդան» կայանի տվյալներից պարզվել է, որ հողում խոնավության դեֆիցիտը փոփոխվել է 304-624.4 մմ սահմաններում, միջինում՝ 464.2 մմ կամ 4642 մ³/հա:
5. Մշակվել է ներտնտեսային ցանցից ոռոգման ջրի կորուստների գնահատման և ջրանցքների ջրի ծախսերի սահմանման նոր մոդել, որի թվային մեկնաբանությունները կատարվել են Գառնի բնակավայրի օրինակով: Հիմնավորվել է մասնատված հողօգտագործման պայմաններում ոռոգման ներտնտեսային ցանցի ջրանցքների ծախսերի փոփոխությունը և հաշվարկվել են ոռոգման ներտնտեսային ցանցի ջրանցքների ավելացված ջրի ծախսերը ըստ տասնօրյակների՝ փոքր հողամասերի պայմաններում: Հիմնավորվել է, որ հաշվարկային էվապոտրանսպիրացիաներով ջրանցքների ջրի ծախսերի սահմանումը՝ ի տարբերություն հիդրոմոդուլի օրդինատով հաշվարկների, հանգեցնում է ջրանցքների ջրի ծախսերի ավելացմանը՝ 45.5-85.2 %-ով:
6. Մշակվել է մշակաբույսերի բերքատվության կանխատեսման մոդել կարտոֆիլի համար ջրային սթրեսի պայմաններում՝ Գառնի բնակավայրի օրինակով: Հաշվարկային պոտենցիալ էվապոտրանսպիրացիան վեգետացիայի համար կազմել է 535 մմ, իսկ կանխատեսվող փաստացի բերքատվությունը՝ 157.3 գ/հա կամ 26.6% պակաս՝ համեմատած առանց ջրային սթրեսի մշակաբույսերի բերքատվության հետ: Տնտեսական արդյունավետության տեսանկյունից համախառն արտադրանքի արժեքի կորուստը կապված ջրային դեֆիցիտի հետ կազմել է 1132000 դրամ/հա:
7. Կոտայքի մարզի 950-1400 մ բարձրությունների վրա գտնվող տիպիկ և մուգ լեռնային շագանակագույն, լեռնային սևահողերի և սևահողանման լեռնային մարգագետնատափաստանային հողերի պայմաններում, հողի նախաջրումնային խոնավության պայմանից հետևում է, որ վեգետացիայի սկզբում հողում նախաջրումնային խոնավության դեֆիցիտը կազմում է 660.8 մմ կամ 6600 մ³/հա, իսկ ոռոգման ջրի նետոտ պահանջը՝ 999մմ կամ 9990 մ³/հա:

8. Կոտայքի մարզի 1400-1800 մ բարձրությունների համար ոռոգման նորմը փոփոխվում են 2500-3500 մ³/հա, իսկ 1800 մ-ից բարձր այն փոփոխվում է 1400-3000մ³/հա: Հետևաբար, 1400-1800 մ բարձրությունների համար ոռոգման ջրի նետտո պահանջը ըստ սահմանված նորմերի պակաս է հաշվարկային արժեքներից 2715 մ³/հա-ով, կամ ոռոգման նետտո նորմաները պետք է պլանավորել գրեթե 1.9 անգամ ավել, քան սահմանված է ռեժիմներով: 1800 մ-ից բարձր գոտիների համար ոռոգման ջրի նետտո նորման պակաս է 3850 մ³/հա կամ ոռոգման նետտո նորմաները պետք է պլանավորել գրեթե 2.9 անգամ ավել, քան սահմանված է ռեժիմներով:
9. Վերլուծելով վերջին երեք տարվա ոռոգելի հողերի կադաստրային և փաստացի տվյալները պարզվել է, որ Կոտայքի մարզում առկա 18755.2 հա ոռոգելի կադաստրային հողատարածքից փաստացի ոռոգվում է 6893.2 հա հողատարածք, որը կազմում է կադաստրային մակերեսի 36.75 %, իսկ մնացած 11862 հա հողատարածքը չի ոռոգվում տարբեր պատճառներով, մասնավորապես՝ ոռոգման ջրի անբավարար քանակի մատակարարման, ոռոգման ցանցի քայքայվածության կամ բացակայության հետևանքով: 2023-2025 թվականներին ոռոգելի հողերի մակերեսը կրճատվել է 1007 հա-ով:

Առաջարկություններ

1. Հանրապետությունում ոռոգման ջրի կառավարման արդյունավետության բարձրացման հիմնարար պահանջներից ելնելով առաջարկում ենք ՀՀ ոռոգման թվով 18 գոտիների համար մշակաբույսերի ջրի պահանջը սահմանել FAO-56 մեթոդով, որի միջոցով հնարավոր է դառնում սահմանել մշակաբույսերի օրական, տասնօրյակային կամ ամսական ջրի պահանջը՝ հաշվի առնելով բույսերի վեգետացիայի տևողությունը, զարգացման փուլերը, հողակլիմայական պայմանների, հողօգտագործման և ջրօգտագործման համակարգերի փոփոխությունը:
2. Հանրապետությունում ներկայումս գործող գյուղատնտեսական մշակաբույսերի ոռոգման նորմաներն ու ռեժիմները չեն արտացոլում մշակաբույսերի իրական ջրապահանջը մակերեսային ոռոգման եղանակի պայմաններում: Հետևաբար, առաջարկում ենք վերանայել ոռոգման ջրի պահանջի հիմնավորման նախկին մեթոդաբանությունը և այն գնահատել օգտագործելով ատենախոսության վերջին երկու գլուխներում մշակված ջրի պահանջի սահմանման նոր մեթոդաբանությունը:
3. Հանրապետությունում ոռոգելի հողերի ջրային ռեժիմի օպտիմալացման, ոռոգման ռեժիմի պարամետրերի ճշգրտման, ինչպես նաև ոռոգման ներտնտեսային ցանցից ջրի կորուստների գնահատման նպատակով առաջարկում ենք կիրառել ատենախոսության վերջին գլխում մշակված ջրի կորուստների սահմանման նոր թվային մոդելը և հաշվարկային բանաձևերը:

Ատենախոսության հիմնական դրույթները հրատարակված են հետևյալ գիտական հոդվածներում

1. Егиазарян Г., Хачатрян А., Даниелян Р. Аналитическая оценка динамики потенциала влажности в зоне аэрации в орошаемых землях // Агронаука и технология, vol.3 №75, с. 235-240, 2021.
<https://doi.org/10.52276/25792822-2021.3-235>
2. Danielyan R. Software package for determining the capillary adsorption potential in irrigated lands // AgriScience and Technology, vol.4 №76, p. 336-340, 2021.
<https://doi.org/10.52276/25792822-2021.4-336>
3. Danielyan R. Forecasting crop yield capacity in changing agroclimatic conditions of Ararat valley and piedmont zones // AgriScience and Technology, vol.2 №78, p. 143-148, 2022.
<https://doi.org/10.52276/25792822-2022.2-143>
4. Yeghiazaryan G., Khachatryan A., Danielyan R. On one problem of plants growth dynamics // Bulletin of High Technology, №3 (22), p. 10-17, 2022.
<https://doi.org/10.56243/18294898-2022.3-10>
5. Եղիազարյան Գ., Դանիելյան Ռ. Ոռոգելի հողերի հիմնական հիդրոֆիզիկական բնութագրերի ուսումնասիրության արդյունքները// Գավառի պետական համալսարանի գիտական հոդվածների ժողովածու, vol.13, p. 138-150, 2022.
<https://doi.org/10.56246/18294480-2022.13-11>
6. Yeghiazaryan G., Danielyan R. Dynamics of soil moisture deficit and its impact on irrigation water demand: A case study of Kotayk region // AgriScience and Technology, vol.4 №88, p. 291-296, 2024.
<https://doi.org/10.52276/25792822-2024.4-291>
7. Եղիազարյան Գ., Խաչատրյան Ա., Դավուդի Գ., Դանիելյան Ռ. Հողերի միավորման և բերքավության կանխատեսման մաթեմատիկական մոդելներ // Ագրոգիտություն և տեխնոլոգիա, vol.1 №89, pp. 29-34, 2025.
<https://doi.org/10.52276/25792822-2025.1-29>
8. Yeghiazaryan G., Danielyan R. Dynamics of estimated evapotranspiration and humidity of irrigated soils in Armenia // Proceedings of the YSU C: Geological and geographical sciences, vol.59 №2, p. 278-289, 2025.
<https://doi.org/10.46991/PYSUC.2025.59.2.278>

ДАНИЕЛЯН РАЗМИК АРАМОВИЧ
МЕТОДОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТРЕБНОСТИ ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ С
ПРИМЕНЕНИЕМ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
АННОТАЦИЯ

На основании исследований, выполненных для оросительных зон Республики Армения, в том числе на примере Котайкской области, установлено, что изменения природно-климатических условий, а также систем водо- и землепользования в 2019–2023 гг. оказали существенное влияние на водопотребление для орошения. Эти изменения значительно отразились на количественных и качественных показателях орошаемого земледелия и требуют обязательной корректировки с учётом современных почвенно-климатических, экономических и экологических вызовов. Изучение основных гидрофизических характеристик орошаемых почв (зависимостей между потенциалом почвенной влаги, влагопроводностью и влажностью) с применением вагомеров модели WATER-MARK 900M позволило получить соотношения $P = f(r)$ и $K = \varphi(r)$. Для выявления динамики капиллярно-адсорбционного потенциала влаги была решена дифференциальное уравнение динамики почвенной влажности. Для реализации расчётов был разработан программный код на языке Python, на основе которого представлены распределения потенциала влажности в активном слое почвы как функция глубины и времени. Методом FAO-56 была рассчитана эвапотранспирация сельскохозяйственных культур на примере Котайкской области по данным гидрометеорологических станций «Егвард» и «Раздан» за 2019–2023 гг. Установлено, что в станции «Егвард» значения эвапотранспирации составили 891,07; 899,6; 998,4; 976,7 и 893,6 мм, а на станции «Раздан» — 875,54; 892,4; 981,1; 1180 и 911 мм. Дефицит влаги в почве в зоне станции «Егвард» варьировал от 402,1 до 693,4 мм, в среднем — 578 мм (или 5780 м³/га), а по данным станции «Раздан» — от 304 до 624,4 мм, в среднем 464,2 мм (или 4642 м³/га). Разработана новая модель оценки потерь оросительной воды во внутриполевых сетях и определения расходов воды в каналах, численные реализации которой выполнены на примере населённого пункта Гарни. Установлено, что определение расходов воды в каналах на основе расчётной эвапотранспирации, по сравнению с расчётами по гидромодулю, приводит к увеличению водоподачи на 45,5–85,2 %, а увеличение числа водопользователей на отдельных участках вызывает рост потерь воды на 3,7 %. Разработана модель прогнозирования урожайности картофеля в условиях изменения климата и водного стресса (на примере Гарни). Расчётная потенциальная эвапотранспирация за вегетационный период составила $ET_0 = 535$ мм, прогнозируемая фактическая урожайность — 157,3 ц/га, что на 26,6 % ниже уровня без водного стресса (по статическим данным РА снижение составило 29,4 %). Экономические потери валовой продукции вследствие водного дефицита составили 1 132 000 драм/га.



DANIELYAN RAZMIK
METHODOLOGY FOR DETERMINING IRRIGATION WATER DEMAND USING
DIGITAL TECHNOLOGIES
SUMMARY

Based on studies conducted in the irrigation zones of the Republic of Armenia, including the Kotayk region, it was established that changes in natural-climatic conditions as well as in water- and land-use systems during 2019–2023 had a significant impact on irrigation water consumption. These changes substantially affected the quantitative and qualitative indicators of irrigated agriculture and therefore require mandatory adjustments in line with current soil-climatic, economic, and environmental challenges.

The study of the main hydrophysical characteristics of irrigated soils (relationships between soil water potential, hydraulic conductivity, and moisture content) using WATER-MARK 900M sensors made it possible to derive the functional relationships $P = f(r)$ and $K = \varphi(r)$. To reveal the dynamics of capillary-adsorptive water potential, a differential model of soil moisture dynamics was solved. For numerical implementation, a computational code was developed in Python, which enabled the spatial-temporal distributions of soil water potential in the active soil layer to be obtained as functions of depth and time.

Crop evapotranspiration was estimated using the FAO-56 method for the Kotayk region based on data from the Yegvard and Hrazdan hydrometeorological stations for 2019–2023. At the Yegvard station, evapotranspiration values were 891.07, 899.6, 998.4, 976.7, and 893.6 mm, while at the Hrazdan station they were 875.54, 892.4, 981.1, 1180, and 911 mm. The soil moisture deficit in the Yegvard area ranged from 402.1 to 693.4 mm, with an average of 578 mm (or 5780 m³/ha), whereas for Hrazdan it ranged from 304 to 624.4 mm, with an average of 464.2 mm (or 4642 m³/ha).

A new model for assessing irrigation water losses in on-farm networks and determining canal discharges was developed and numerically implemented for the Garni settlement. It was found that defining canal discharges based on calculated evapotranspiration, compared with the hydromodule-based approach, leads to an increase in required water supply by 45.5–85.2%, while an increase in the number of water users in irrigation sections results in an increase in water losses by 3.7%.

A crop yield forecasting model for potato under climate change and water stress conditions was developed for the Garni area. The calculated potential evapotranspiration for the growing season was $ET_0 = 535$ mm, and the predicted actual yield was 157.3 centners/ha, which is 26.6% lower than under non-stress conditions (the national decrease was 29.4%). The economic loss of gross output due to water deficit amounted to 1,132,000 AMD/ha.

