

**ՀՀ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ
ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԳՐԱՐԱՅԻՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ**

ԱՎԵՏՅԱՆ ՆԱԻՐԱ ԷԴԻԿԻ

**ԳՅՈՒՂԱՏՆՏԵՍԱԿԱՆ ՄՇԱԿԱԲՈՒՅՍԵՐԻ ՈՌՈԳՄԱՆ
ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ ՍՅՈՒՆԻՔԻ ՄԱՐԶԻ
ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ**

2.01.01 - «Ընդհանուր երկրագործություն, հողագիտություն, հիդրոմելիորացիա և ագրոքիմիա» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության

Ս Ե Ղ Մ Ա Գ Ի Ր

ԵՐԵՎԱՆ - 2018

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АРМЕНИИ**

АВЕТЯН НАИРА ЭДИКОВНА

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ СЮНИКСКОГО МАРЗА**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

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

ЕРЕВАН - 2018

Ատենախոսության թեման հաստատվել է Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարանի գիտական խորհրդում

Գիտական ղեկավար՝

Գյուղ.գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր

Գ.Մ. ԵՂԻԱԶԱՐՅԱՆ

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝

տեխնիկական գիտությունների դոկտոր, դոցենտ

Ս.Հ. ԴԱՎԵՅԱՆ

տեխնիկական գիտությունների թեկնածու

Վ.Ս. ԿՈՐԵԼՅԱՆ

Առաջատար կազմակերպություն՝ Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան

Պաշտպանությունը կայանալու է 2018թ.-ի դեկտեմբերի 18-ին ժամը 14⁰⁰-ին Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարանում գործող ՀՀ ԲՈՀ-ի 033 մասնագիտական խորհրդի նիստում, հասցեն՝ 0009, ք. Երևան, Տերյան 74 (II մասնաշենք, 209 լսարան):

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀԱԱՀ գիտական գրադարանում:

Սեղմագիրն առաքված է 2018թ.-ի նոյեմբերի 7-ին:

Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար,
տեխ.գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր

Ա.Կ. ԱՄԻՐՅԱՆ

Тема диссертации утверждена на ученом совете Национального аграрного университета Армении

Научный руководитель:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Г.М. ЕГИАЗАРЯН

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, доцент

С.А. ДАВЕЯН

кандидат технических наук

В.С. КОБЕЛЯН

Ведущая организация: Национальный университет архитектуры и строительства Армении

Защита диссертации состоится 18 декабря 2018г. в 14⁰⁰ час на заседании специализированного совета 033 ВАК РА при Национальном аграрном университете Армении по адресу 0009, г. Ереван, Теряна 74 (II корпус, 209 аудитория).

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке НАУА.

Автореферат разослан 7 ноября 2018г.

Ученый секретарь специализированно совета,
доктор технических наук, профессор

А.К.АМИРЯН

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Աշխատանքի արդիականությունը: ՀՀ հողային և ջրային ռեսուրսների արդյունավետ օգտագործման հիմնախնդիրներից է համարվում ոռոգման համակարգի և ջրման տեխնիկայի բարելավումը, որի արդյունքում պահպանելով և բարելավելով հողերի բերրիությունը հնարավորություն է ստեղծվում գյուղատնտեսական մշակաբույսերից ստանալ բարձր և կայուն բերք: Բարձրացված հիմնախնդրի լուծման նպատակով առաջնահերթ անհրաժեշտ է հետազոտել և բացահայտել ոռոգման ազդեցությունը հողերի բերրության և մշակաբույսերի բերքատվության վրա՝ կախված մշակաբույսերի ոռոգման եղանակից, ջրասպառման ու ոռոգման ռեժիմից: Գիտաարտադրական բազմաթիվ հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ ոռոգման գործընթացի կազմակերպման տարաբնույթ խախտումների դեպքում հնարավոր է զարգանան այնպիսի բացասական գործընթացներ, ինչպիսիք են հողերի աղակալումը, գերխոնավացումը, իոդագցիոն էրոզիան: Բացասական այս գործընթացների արդյունքում նվազում է մշակաբույսերի բերքատվությունը, հողերը աստիճանաբար ենթարկվում են դեգրադացիայի:

Վերը նշված բացասական գործընթացների կանխարգելման գործում վճռորոշ նշանակություն ունեն ոռոգման նորագույն տեխնոլոգիաների կիրառումը, ոռոգման ջրի բաշխման, հաշվառման, ոռոգման համակարգի շահագործման աշխատանքների արդյունավետ կազմակերպումը տարբեր կլիմայական և բնահողային գոտիներում:

Համաձայն հանրապետության հողային հաշվեկշռի, կազմված 01.07.2015թ. դրությամբ, ոռոգելի հողերի մակերեսը կազմել է 208216.9 հա, որից 181110.3 հա՝ քաղաքացիների սեփականություն, 2921.6 հա՝ իրավաբանական անձանց սեփականություն, 22377.4 հա՝ համայնքային, 1659.2 հա՝ պետական և 148.4 հա՝ օտարերկրյա կազմակերպությունների: Հողերի սեփականաշնորհման արդյունքում ձեվավորված գյուղացիական փոքր տնտեսությունների կամայական մոտեցումը ջրօգտագործման կազմակերպմանը, ոռոգման ռեժիմների խախտումը և բուն ջրօգտագործման ոչ արդյունավետ կազմակերպումը ոռոգելի դաշտերում հանգեցնում է հողերի բերրության անկմանը, մշակաբույսերի բերքատվության նվազմանը և անարդյունավետ ջրօգտագործմանը:

Վերը նշված գործընթացներն իրենց բնորոշ առանձնահատկություններով արտահայտվում են նաև Սյունիքի մարզի Սիսիանի տարածաշրջանի պայմաններում:

Վիճակագրական տվյալները ցույց են տալիս, որ Սյունիքի մարզում, որտեղ ոռոգելի հողերի մակերեսը կազմում է հանրապետության ոռոգելի հողերի 3.9%-ը, կամ գրեթե 8185.4 հա, մշակաբույսերից ստացվում է ցածր բերք, իսկ ոռոգման ջրի անարդյունավետ օգտագործման հետևանքով գրեթե 2539.6 հա հողատարածություն, հողային բարեփոխումների արդյունքում դուրս են մղվել գյուղատնտեսական շրջանառությունից:

Վերը նշված խնդիրների ուսումնասիրությունների, դրանց առաջացման պատճառների բացահայտման և լուծման ուղիների փնտրման պահանջմունքներից ելնե-

լով՝ ներկայացված ատենախոսության թեման արդիական է և բխում է ժամանակակից պահանջներից:

Աշխատանքի նպատակն է. Գյուղատնտեսական մշակաբույսերի ոռոգման արդյունավետության համապարփակ գնահատման ճանապարհով ապահովել ոռոգելի հողերի օգտագործման բարձր արդյունավետություն Սյունիքի մարզի Սիսիանի տարածաշրջանի օրինակով, նպաստել ոռոգման ջրի խնայողաբար օգտագործմանը, մշակաբույսերի բերքատվության բարձրացմանը և ոռոգման նորագույն տեխնոլոգիաների կիրառման պայմաններում ջրապահովվածության մեծացմանը:

Խնդիրները. Ատենախոսության նպատակին հասնելու համար ձևակերպվել և լուծվել են հետևյալ խնդիրները.

1. Ուսումնասիրել ոռոգման պայմաններում մշակաբույսերի բերքատվության բարձրացման հիմնախնդիրները:
2. Գնահատել ջրային պաշարների օգտագործման և կառավարման արդի վիճակը:
3. Գնահատել մշակաբույսերի ջրասպառման որոշման հաշվարկային մեթոդները գյուղատնտեսական մշակաբույսերի ոռոգման ռեժիմը ճշգրտելու նպատակով:
4. Մշակել ոռոգման արդյունավետ կազմակերպման ուղիները:
5. Որոտան գետի ավազանի օրինակով GIS միջավայրում կատարել ջրային պաշարների արդյունավետ կառավարման ուղիների մշակում:

Աշխատանքի գիտական նորույթը.

1. Բացահայտվել են ոռոգման պայմաններում մշակաբույսերից կայուն և բարձր բերքատվության ապահովման հիմնական նախապայմանները, հստակեցվել են ոլորտի զարգացման հիմնական ուղղությունները:
2. Գնահատվել է ջրային պաշարների օգտագործման արդի վիճակը՝ հիմնվելով ոռոգելի հողերի արդյունավետ օգտագործման, ջրային պաշարների կառավարման և մշակաբույսերի ոռոգման եղանակների գնահատման ցուցանիշների վրա:
3. Գնահատվել և ճշգրտվել են մշակաբույսերի ջրասպառման սահմանման մեթոդները՝ գյուղատնտեսական մշակաբույսերի ոռոգման ռեժիմը ճշգրտելու նպատակով:
4. Մշակվել են ոռոգման արդյունավետ կազմակերպման ուղիները Սիսիանի տարածաշրջանի օրինակով:
5. Ճշգրտվել են մշակաբույսերի արդյունավետ ջրասպառման նորմերի մեծությունները FAO-ի մեթոդով Սիսիանի տարածաշրջանի պայմաններում:
6. Կատարվել է մակերեսային ոռոգման եղանակի արդյունավետ տարրերի սահմանում և ջրային պաշարների արդյունավետ կառավարման ուղիների մշակում GIS միջավայրում, Որոտանի գետավազանի օրինակով:

Աշխատանքի գործնական նշանակությունը. Սյունիքի մարզի Սիսիանի տարածաշրջանի մակերևութային բնական հոսքի արդյունավետ կառավարման նպատակով մշակված Որոտան գետի ջրհավաք ավազանի մակերևութային հոսքի տարածաժամանակային բաշխման թվային քարտեզագրման, ԶՕԸ-երի կողմից

ջրօգտագործման արդյունավետ կառավարման, գյուղատնտեսական մշակաբույսերի արդյունավետ ջրասպառման, ոռոգման ռեժիմի ճշգրտման արդյունքները կարելի է կիրառել Սիսիանի տարածաշրջանի ջրային ռեսուրսների համապարփակ վերլուծության, ջրհավաք ավազանների ջրապահովվածության, ոռոգման արդյունավետ տեխնոլոգիաների կիրառման և մշակաբույսերի ջրապահովվածության խոցելիության գնահատման համար:

Հետազոտության մեթոդիկան. Հետազոտություններն իրականացվել են ոռոգելի երկրագործության, մելիորացիայի ոլորտներում հետազոտությունների իրականացման համար ընդունված մեթոդիկայով և տեղեկատվական թվային տեխնոլոգիաների կիրառմամբ: Փորձնական հետազոտությունները ստացվել են դաշտային և լաբորատոր պայմաններում, ագրոկլիմայական ցուցանիշները ձեռք են բերվել Սիսիանի հիդրոդերևութաբանական կայանի բազմատարյա տվյալների հիման վրա: Մշակաբույսերի ջրասպառման ռեժիմի ճշգրտման համար օգտագործվել է ETg գումարային գոլորշիացման չափիչը, հողում ջրի ներծծման օրինաչափություններն ուսումնասիրելու համար օգտագործվել է գլանաձև ինֆիլտրոմետր:

Մշակաբույսերի գումարային ջրասպառման հաշվարկային մեծությունները սահմանվել են FAO-ի մեթոդով՝ կիրառելով CROPWAT համակարգչային ծրագիրը, իսկ ջրային ռեսուրսների տարածական տեղաբաշխման հետազոտություններում կիրառվել են USAID Armenia - ի կողմից 2015թ-ին հեռահար զոնդավորման միջոցով ուսումնասիրվող տարածքի համար կազմված հողօգտագործման թվային քարտեզներ՝ CORINE համակարգով, գետավազանի կամ ջրավազանային կառավարման տարածքի գետերի տվյալները՝ կողավորված ERICA համակարգով և ԶՕԸ-երի համար նախատեսված GIS WATER ARMENIA ծրագրի հատակագծային և աղյուսակային վերլուծությունները: Թվային քարտեզագրումը կատարվել է GIS միջավայրում՝ կիրառելով Spetial Analyst Toolbox-ի International Tool գործիքը, հաշվարկները կատարվել են Arc GIS 10.2-ի Raster Calculator-ի Zonal Statistics գործիքի օգնությամբ, յուրաքանչյուր ջրհավաքի համար որոշվել է մակերևութային հոսքի միջինացված արժեքը:

Հետազոտության արդյունքների հավաստիությունը. հետազոտության արդյունքները ներդրվել են «Սիսիան» ԶՕԸ-ն ոռոգման համակարգերի շահագործման գործառույթների բարելավման նպատակով:

Ստացված արդյունքների հրատարակումները. Ատենախոսության հիմնական դրույթները հրատարակված են 7 գիտական հոդվածներում: Ստացված արդյունքները զեկուցվել են Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարանի ամենամյա միջազգային գիտաժողովներում (2010-2015, 2017թթ.), հիդրոտեխնիկական կառուցվածքների և մելիորացիայի ամբիոնի ընդլայնված նիստերում (2011-2015, 2017թթ.):

Աշխատանքի կառուցվածքը և ծավալը. Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, 4 գլուխներից, եզրակացություններից և առաջարկություններից, 146 անուն գրականության ցանկից: Ատենախոսությունը շարադրված է 149 էջերի վրա, որը ներառում է թվով 39 աղյուսակ և 62 նկար:

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՀԱՄԱՌՈՏ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ներածությունում հիմնավորված է թեմայի արդիականությունը, հետազոտման նպատակները, խնդիրները և մեթոդները, աշխատանքի գործնական նշանակությունը, հետազոտման մեթոդիկան, ստացված արդյունքների հրատարակումները, ատենախոսության կառուցվածքը և ծավալը:

Գլուխ 1-ում ներկայացված է գյուղատնտեսական մշակաբույսերի ոռոգման արդյունավետության բարձրացման հիմնախնդիրները:

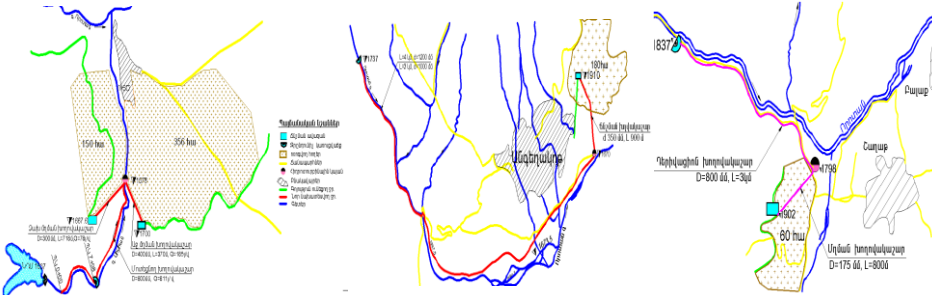
Հանրապետության բնակլիմայական պայմանների բազմազանությամբ պայմանավորված՝ ոռոգելի հողերը ունեն անհավասարաչափ բաշխվածություն: Այսպես, եթե խիտ բնակեցված Արարատյան հարթավայրում ոռոգվում է վարելահողերի և բազմամյա տնկարկների շուրջ 100%-ը, ապա նախալեռնային տարածաշրջաններում ոռոգվում է գյուղատնտեսական հողատեսքերի շուրջ 70%-ը, իսկ լեռնային և բարձր լեռնային գոտիներում, որտեղ ընդհանուր առմամբ մթնոլորտային տեղումները բավարար են, հացահատիկային, կերային մշակաբույսերի համար ոռոգումը թույլ է զարգացած: Սակայն կլիմայի գլոբալ փոփոխության պայմաններում հարթավայրային, նախալեռնային ու լեռնային շրջաններում բուսաբուծության արդյունավետության բարձրացումը պահանջում է համակողմանի ուսումնասիրություններ՝ ոռոգման ազդեցության գնահատման և բարելավման համար: Ոռոգման արդյունավետ կազմակերպման հիմնախնդրի լուծումը, կախված հողակլիմայական պայմաններից, կարող է լուծվել ոռոգման նորագույն տեխնոլոգիաների ներդրման, ոռոգման համակարգերի վերակառուցման, ընդլայնման և կատարելագործման միջոցառումների կիրառման ճանապարհով: Հիմնահարցի լուծման նման ուղին նպատակ ունի ավելացնելու բարելավված հողային մակերեսները, ստեղծելու և պահպանելու անհրաժեշտ և բավարար օդային, սննդային, ջերմային, ջրային և աղային ռեժիմներ: Առանձնապես կարևորվում է հողերի ջրային ռեժիմի փոփոխությունը, որի ազդեցությամբ կարգավորվում է մյուս ռեժիմների ազդեցությունը հողերի բերրիության, մշակաբույսերի բերքատվության և շրջակա միջավայրի վրա: ՀՀ ջրային պաշարները հիմնականում օգտագործվում են հողերի ոռոգման, ջրամատակարարման, ձկնարդյունաբերության, նաև էլեկտրաէներգիայի ստացման համար: Բազմատարյա տվյալների վերլուծությունից պարզվում է, որ ջրի առավելագույն քանակն օգտագործվում է հողերի ոռոգման համար (մոտ 68 %), երկրորդ տեղում է կումուսալ-կենցաղային ջրամատակարարումը (մոտ 15 %), երրորդ տեղում՝ արդյունաբերական ջրամատակարարումը (մոտ 11 %), 6,3 %-ը բաժին է ընկնում ձկնարդյունաբերությանը: Ներկայումս գյուղատնտեսական մթերքների արտադրության նպատակով ոռոգվում է ընդամենը 218 հազ. հեկտար, իսկ վարելահողերի բարելավում ու արտոների ջրաբերացում չի իրականացվում: Ուշադրության է արժանի տեսակարար ջրօգտագործումը, որը 25 %-ով ավելի է սահմանվածից: Պատճառն այն է, որ ոռոգման առաջատար տեխնոլոգիաները շատ դանդաղ են ներդրվում, ոռոգման համակարգերի ՕԳԳ-ն շատ ցածր է (մոտ 50 %): Ոռոգման համակարգերի տեխնիկական պարամետրերի ուսումնասիրության արդյունքները ցույց են տալիս, որ ոռոգման համակարգերի տեխնիկական վիճակը դեռ մնում է անբավարար, ինչը բերում է ոռոգման համակարգերի ցածր ՕԳԳ-ի: Ցածր է մելիո-

րատիվ սպասարկման մակարդակը: Հանրապետության տնտեսությունների մեկի-րատիվ ծառայության պահանջը բավարարված է միայն 12 %-ով: Արդյունավետ ջրօգտագործման համար բացառիկ նշանակություն ունեն նաև ջրօգտագործման կառավարման տնտեսական մեխանիզմի կատարելագործման հարցերը: Կարելի է նշել նաև, որ մայր և միջտնտեսային ջրանցքների արդիականացումը, դրանցում կորուստների կանխումը, ջրաբաշխման գործընթացի, ջրումների ժամկետների կազմումը համակարգչային տարբեր ծրագրերի կիրառմամբ, փականների աշխատանքի ավտոմատացումը, նպաստում են ջրհանման նվազմանը շուրջ 10 %-ով: Ջրի միջտնտեսային օգտագործման բարելավումը, ավելցուկային ոռոգման կանխումը, մակերեսային և կաթիլային ոռոգման համակարգերի կատարելագործումը թույլ են տալիս ջրհանումը կրճատել ևս 20-40 %-ով: Ջրային պաշարների համապարփակ կառավարման (ՁՊՀԿ) գործընթացի նպատակներից ելնելով անհրաժեշտ է օժանդակել այդ պաշարների գնահատման և նպատակահարմար բաշխման ապահովմանը: Մինչև 2020 թվականը նախատեսվում է ոռոգելի գյուղատնտեսական տարածքներն ընդլայնել՝ հասցնելով 42 հազ. հեկտարի: Ոռոգման ոլորտի հիմնական խնդիրներին լուծմանը նպաստող, արդյունավետ գործունեության հնարավորությունները բացահայտող հիմնական գործոններից է հաշվառման տեխնիկական համակարգի ներդրումը, որն ընդգրկում է համակարգչային ծրագրավորմամբ տեխնիկական, տնտեսական, կազմակերպչական, ֆինանսական և իրավական բնույթի փոխկապակցված միջոցառումների համալիր՝ ներառյալ համակարգչային ցանցի ստեղծումը և հաշվապահական հաշվառման միջազգային ստանդարտների ու ծրագրերի ներդրումը: Հաշվառման տեխնիկական համակարգի ներդրումը պահանջում է ջրօգտագործողների տվյալների բազայի ճշգրտում և դասակարգում, ոռոգման ջրի համակարգերի գույքագրում, ջրի հաշվառման համակարգի ստեղծում, ջրաչափերի, հոսքաչափերի, ինչպես նաև ստուգիչ և կարգավորիչ սարքերի տեղադրում, տվյալների հաշվառման համակարգչային ցանցի ստեղծում և այլն: Անհրաժեշտ է նաև կահավորել ջրաչափական սարքերը, ինչպես նաև սկսել և ավարտին հասցնել ջրաղբյուրներից և խորքային հորերից հանվող ջրի, ջրաղբյուրից կազմակերպության սպասարկման տարածքին մատակարարվող ջրատարների վրա ջրաչափերի և հոսքաչափերի տեղադրման աշխատանքները:

Գլուխ 2-ում ներկայացվել են գյուղատնտեսական մշակաբույսերի ոռոգման արդյունավետ կազմակերպման հիմնախնդիրները Սիսիանի տարածաշրջանում: Համաձայն ուսումնասիրությունների, Սիսիանի տարածաշրջանի թվով 34 գյուղական համայնքների գյուղատնտեսական նշանակության հողերի մակերեսը կազմում է 158894.1 հա, որից վարելահողերինը՝ 22647.07 հա, պտղատու այգիները՝ 185.51 հա, խոտհարքը՝ 3839.91 հա, արոտը՝ 87477.01 հա, այլ հողեր՝ 44742.56 հա: Ոռոգելի հողերի մակերեսը կազմում է 3559.3 հա, որի կառուցվածքում վարելահողերը կազմում են՝ 1799.8 հա, տնամերձ հողերը՝ 1354.6 հա, պտղատուները՝ 338 հա, խոտհարքը՝ 66.9 հա: Այսպիսով ոռոգելի հողերի մակերեսը ընդհանուր տարածքից կազմում է 2.2% իսկ գյուղատնտեսական նշանակության հողերի մակերեսից այն կազմում է 8.0%: Գետային հոսքը տարվա ընթացքում բաշխված է անհավասարաչափ: Հոսքի կեսից ավելին անցնում է գարնան ժամանակահատ-

վածում (մարտ-հունիս ամիսներին), իսկ ամենաքիչը՝ ձմռան ամիսներին: Գարնա-նային վարարումները Որոտան գետում և նրա վտակներում դիտվում են մարտ-հունիս ամիսներին: Գետերի առավելագույն ելքերը հիմնականում անցնում են ապրիլ-մայիս ամիսներին: Ամառ-աշնանային և ձմեռային սակավաջուր փուլերի ընթացքում գետերով անցնում է տարեկան հոսքի 25-40%-ը: Այս փուլերը տևական են և կարող են շարունակվել 8-9 ամիս: Գետային հոսքի մոդուլի մեծ արժեքներ են դիտվում Որոտան գետի վտակներում: Ջրաչափական դիտակետերում հոսքի մոդուլի արժեքը 3-17 լ/վրկ*կմ² միջակայքում է: Որոտան գետի ավազանում հոսքի մոդուլի արժեքն ըստ բարձրության փոխվում է 0,5-2,5-ից մինչև 25-30 լ/վրկ*կմ² միջակայքում: Գետավազանի սելավային գետերում առավելագույն ելքերը դիտվում են ամռան հորդառատ անձրևների ընթացքում, իսկ նվազագույն ելքերը՝ ամռան և ձմռան սակավաջուր ժամանակահատվածում (փետրվար և օգոստոս ամիսներին):

Հայաստանի Հանրապետության տարբեր մարզերի համար բազմիցս կատարվել են հետազոտություններ՝ մեխանիկական ոռոգումից ինքնահոսի անցնելու ուղղությամբ, որոնք երկուսն են. ինքնահոս ոռոգում և տուրբոպոմպակայաններով ոռոգում: Երկրորդ եղանակի դեպքում առաջարկվում է տուրբոպոմպի աշխատանքում բացառել գետերատորի, իսկ պոմպի աշխատանքում՝ էլեկտրոշարժիչի մասնակցությունը և արդյունքում գործածության մեջ է մտնում տուրբին-պոմպ ագրեգատը: Տուրբոպոմպային ագրեգատն առանց շարժիչի ջուրը մղում է ավելի բարձր նիշերում գտնվող հողատարածությունները ոռոգելու համար: Տուրբոպոմպային կայանների տեղերն ընտրվում են՝ հաշվի առնելով գետերի հաշվարկային բոլոր հատվածքներում դիտվող ազատ հոսքը, ինչպես նաև մինչև գետաբերանը տեղակայված ոռոգվող հողերի ջրի պահանջարկը: Պոմպակայանները տուրբոպոմպակայաններով փոխարինելու առաջարկը կարևոր է Հայաստանի Հանրապետության համար, քանի որ էլեկտրաէներգիայի բարձր գների պատճառով մեխանիկական եղանակով ոռոգվող հողերի շուրջ 40%-ը մնացել են անջրդի: Աշխատանքում վերլուծվել են տարբեր մասնագետների կողմից նախկինում առաջարկված ոռոգման համակարգերում տուրբինների տեղադրման տարբերակները, որոնց լիսեռները միացված են մխոցներին: Այդ ագրեգատները հետագայում անվանվել են տուրբոպոմպեր, որոնց ջրի տրման սխեմայի օրինակները բերված է նկ.1-ում:



Նկ.1. Ույծի, Անգեղակոթի, Շաղաթի տնտեսությունների հողերի ոռոգման սխեման տուրբոպոմպակայանների օգնությամբ

GIS WATER ARMENIA ծրագրի միջոցով ուսումնասիրվել է «Սիսիան» ՋՕԸ-ի ոռոգման ամբողջ գործընթացը: Ծրագիրն իր մեջ ներառում է պատուհաններ (տվյալներ, կառուցվածք, հաշվետվություններ, ծրագրային կարգավորում, պատուհաններ), որոնք առանձին-առանձին ունեն իրենց ենթապատուհանները: Տվյալների բազայում գրանցվում են ելակետային տվյալները, որոնց միջոցով հնարավոր է ամբողջական պատկերացում կազմել տեղամասի տարածքում ջրօգտագործողների թվի, նրանց հետ կնքած պայմանագրերի, անմշակ հողատարածքների տիպերի, ջրօգտագործողների կողմից կատարած վճարումների, պարտքերի, ջրադրյունների, ոռոգման համակարգերի տիպերի, հողատեսքերի, մշակաբույսերի, ոռոգման փաստացի և պլանային նորմերի, առանձին բաժանարարների հաշվեկշիռների, ջրօգտագործման տվյալների, հատակաձային հաշվետվությունների և այլնի մասին:

«Սիսիան» ՋՕԸ 2015-2018թթ.տվյալների վերլուծության արդյունքները բերված են աղյուսակ 1-ում:

Աղյուսակ 1

«Սիսիան» ՋՕԸ-ի տվյալներն ըստ ջրօգտագործողների, սպասարկման տարածքի և մատակարարված ջրի

Ցուցանիշների անվանումը	Չափի միավորը	Իրատեսական քանակը
Ընկերության ջրօգտագործողների թիվը, որոնց հետ պետք է կնքվեն պայմանագրեր	մարդ	4545
Անդամ ջրօգտագործողներ	մարդ	3478
Ընկերության սպասարկման տարածքի ոռոգելի հողերը (կադաստրային)	հա	3163
Ընկերության սպասարկման տարածքի հայտավորված ոռոգելի հողերը	հա	2204
Պահանջվող ջրի ծավալը (ջրառ)	հազ.մ ³	1822.6
Ջրառը ՓԲԸ-ից	հազ.մ ³	0
Ինքնահոս եղանակով	հազ.մ ³	0
Մեխանիկական եղանակով	հազ.մ ³	0
Ջրառ այլ աղբյուրներից	հազ.մ ³	1822.6
Ինքնահոս եղանակով	հազ.մ ³	1438
Մեխանիկական եղանակով	հազ.մ ³	384.6
Պահանջվող էլեկտրաէներգիա	հազ. կվտ/ժ	300
Ընկերության կողմից ջրի մատակարարարում	հազ.մ ³	1275.8

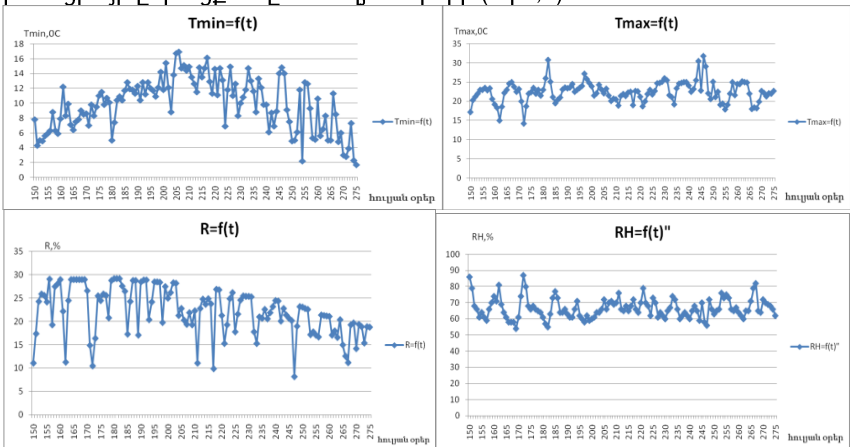
GIS WATER ARMENIA ծրագիրը հնարավորություն է տալիս հատակազձային հաշվետվություն պատուհանում առկա բոլոր քարտեզների (ըստ անմշակ տիպերի, ըստ բացակա պայմանագրերի, ըստ կադաստրային և պայմանագրային հեկտարների, ըստ բացակա պայմանագրերի, ըստ անմշակ տիպերի, ըստ մատակարարված ջրի, ըստ ոռոգման համակարգի, ըստ մշակաբույսերի և այլն) և ներմուծ-

ված ելակետային տվյալների հիման վրա հստակ տեղեկատվություն ստանալ հենց նշված թեմատիկ քարտեզի օգնությամբ: Ծրագրում գրանցվում են նաև ոռոգման համակարգի, տիպերի, ջրհան կայանների և խորքային հորերի պարամետրերը, իսկ համապատասխան Excel-ի պատուհաններում գրանցվում են բոլոր տվյալները՝ ըստ ջրօգտագործողների, ոռոգելի հեկտարների, ջրի ծավալի, սակագնի, պլանա-յին և փաստացի ջրադի, մշակաբույսի և այլն:

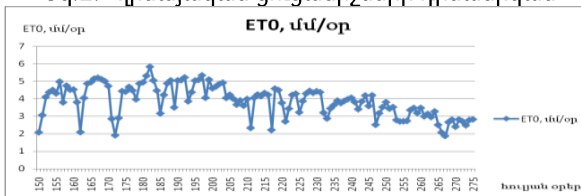
Ջրօգտագործող ընկերությունների կարիքների ուսումնասիրման արդյունքում պարզ է դառնում նաև, որ ոռոգման արդյունավետության բարձրացման համար անհրաժեշտ է ուշադրություն դարձնել ֆերմերների և ՋՕԸ-երի գործունեության, ինչպես նաև ՋՕԸ մասնագետների հմտությունների, գործունեության ու նաև ոռոգման մի շարք այլ խնդիրների:

Գլուխ 3-ում ներկայացվել են գյուղատնտեսական մշակաբույսերի արդյունավետ ջրասպառման ռեժիմի կառավարման հիմնախնդիրները:

Մշակաբույսերի արդյունավետ ջրասպառման նորմի սահմանման նպատակով Սիսիանի օդերևութաբանական կայանի 2011-2013 թթ. տվյալների հիման վրա, վեգետացիոն ժամանակահատվածի համար կառուցվել են օդի նվազագույն, առավելագույն ջերմաստիճանների, օդի հարաբերական խոնավության, քանոու արագության, արևափայլի և արևի ռադիացիայի փոփոխման օրինաչափությունները վեգետացիայի ընթացքում ըստ հուլյան օրերի (նկ.2,3):



Նկ.2. Կլիմայական ցուցանիշների դինամիկան



Նկ.3. Առավելագույն հաշվարկային էվապոտրանսպիրացիան

Հաշվարկների ամփոփումից երևում է, որ վեգետացիայի շրջանում բույսերի առավելագույն ջրի պահանջը կազմում է 488.51.մմ, մթնոլորտային տեղումների քանակը՝ 154.4մմ: Գումարային առավելագույն ջրասպառման մեծությունը և դրանց համապատասխան ոռոգման նորմերը, կախված ոռոգման համակարգի ՕԳԳ-ից, բերված են աղյուսակ 2-ում:

Աղյուսակ 2

Մշակաբույսերի բրուտտո նորմերը

Մշակաբույսերի անվանումը	Մշակաբույսի հաշվարկային ջրասպառումը, մմ	Ոռոգման ներմտեսային ցանցի օ.գ.գ.	Ոռոգման բրուտտո նորմն ըստ ստացված արդյունքների, մմ		Ոռոգման բրուտտո նորմն ըստ գոյություն ունեցող նորմերի, մմ	
			50%	75%	50%	75%
Հացահատիկ	251	0.55	129	176	381	509
Կարտոֆիլ	418	0.55	432	480	545	600
Բանջարաբոստանային	384	0.55	371	418	655	700
Ամլոյստ	307	0.55	231	278	509	545

Ստացված արդյունքներից պարզ է դառնում, որ Սիսիանի տարածաշրջանում FAO-56 մեթոդով մշակաբույսերի հաշվարկային ջրասպառման նորմերի հիման վրա ստացված ոռոգման նորմերի արժեքները շեղվում են սահմանված նորմերից 25-195%-ի սահմաններում: Գյուղատնտեսական մշակաբույսերի գոյություն ունեցող ոռոգման նորմերը 50 և 75% ապահովվածության դեպքում, համեմատելով FAO-56 մեթոդով ստացված արդյունքների հետ, հանգում ենք այն եզրակացության, որ գյուղատնտեսական տարբեր մշակաբույսերի մակերեսային ոռոգման պայմաններում ոռոգման նորմերը անհրաժեշտ է կրճատել 25-195%-ով: Ընդ որում ոռոգման նորմերի նվազեցման փոքր արժեքները վերաբերում են 50% ապահովվածությանը, իսկ մեծ արժեքները՝ 75%:

«CROPWAT» համակարգչային ծրագրով սահմանվել է մշակաբույսերի էվապորանսպիրացիայի գործակիցները: Վերջինս բնութագրում է մշակաբույսի ջրի պահանջը՝ կախված զարգացման փուլից: Համաձայն առաջարկվող տեսության, գյուղատնտեսական մշակաբույսերի ջրասպառման նորմերի հաշվարկման համար հարկավոր է ունենալ օդի առավելագույն և նվազագույն ջերմաստիճանը, հարաբերական խոնավությունը, քամու արագությունը, արևափայլի տևողությունը, մթնոլորտային տեղումները, տեղանքի բարձրությունը և աշխարհագրական կոորդինատները (նկ.4,5):

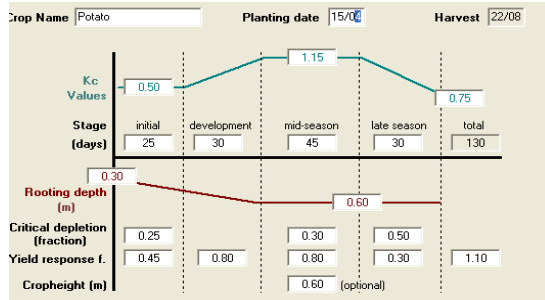
Country	Armenia		Station	Sisian			
Altitude	1600 m		Latitude	39.31 'N			
			Longitude	46.01 'E			
Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sunshine	Radiation	ET ₀
	°C	°C	%	km/day	hours	MJ/m ² /day	mm/day
January	-5.3	5.1	70	129	5.1	8.1	0.71
February	-4.6	4.8	70	171	5.6	10.7	1.05
March	-0.1	10.0	71	157	5.4	13.3	1.64
April	0.5	12.7	69	107	5.8	16.5	2.19
May	6.1	17.7	70	110	7.6	20.6	3.13
June	9.7	22.6	68	127	9.7	24.2	4.15
July	11.7	23.5	63	144	10.3	24.6	4.50
August	10.9	26.1	62	173	9.8	22.4	4.37
September	6.3	22.3	68	170	8.7	18.2	3.14
October	2.0	17.6	69	88	6.7	12.6	1.80
November	-0.1	9.6	72	125	5.3	9.7	1.13
December	-11.0	1.9	70	106	4.7	7.1	0.56
Average	2.2	14.5	69	134	7.1	15.6	2.36

Station	Sisian		Eff. rain method	USDA S.C. Method	
	Rain	Eff. rain			
	mm	mm			
January	5.3	5.3			
February	9.6	9.5			
March	6.7	6.6			
April	16.2	15.8			
May	20.9	20.2			
June	11.4	11.2			
July	7.8	7.7			
August	3.0	3.0			
September	0.6	0.6			
October	6.1	6.0			
November	14.2	13.9			
December	9.2	9.1			
Total	111.0	108.8			

Նկ. 4. Գումարային գոլորշիացման ET₀ և ռադիացիայի միջին ամսական ցուցանիշները

Նկ. 5. Միջին ամսական արդյունավետ տեղումներն ըստ <<USDA>> մեթոդի

Հաշվարկները կատարվել են կարտոֆիլի համար: Այդ նպատակով «CROPWAT» համակարգչային ծրագրով սահմանվել է մշակաբույսերի էվապոտրանսպիրացիայի գործակիցները: Վերջինս բնութագրում է մշակաբույսի ջրի պահանջը՝ կախված զարգացման փուլից (Նկ. 6.):

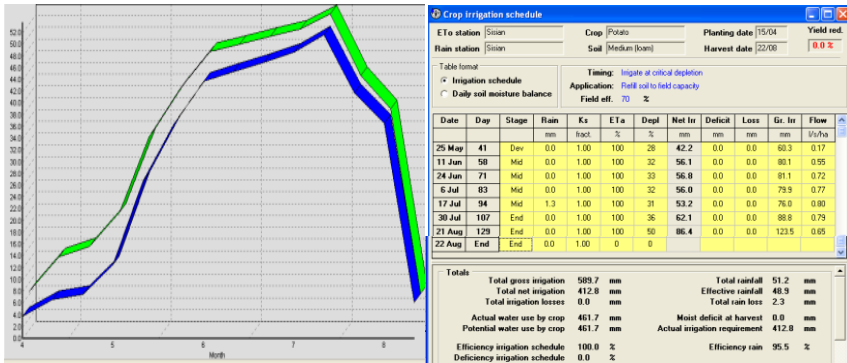


Նկ.6. Կարտոֆիլի Kc գործակիցի արժեքներն ըստ զարգացման փուլերի

Ծրագրում ներմուծվում է նաև հողի տիպը: Ընտրվել են միջակ կավավազային հողեր, որի հիման վրա ծրագիրն ավտոմատ կատարում է հաշվարկ: «CROPWAT» ծրագիրը թույլ է տալիս ստանալ մշակաբույսերի ջրի պահանջը ժամանակի կամայական հատվածի համար: Համակարգչային ծրագիրը հնարավորություն է տալիս որոշել գումարային գոլորշիացման և բույսերի աճի, զարգացման ու բերքատվության ապահովման համար անհրաժեշտ ջրման նորմերը: Ըստ Միսիանի հիդրոօդերևութաբանական կայանի 2004-2008 թթ. միջին տվյալների, կարտոֆիլի համար գումարային գոլորշիացումը վեգետացիայի ընթացքում կազմել է 4648 մ³/հա: Վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ գումարային գոլորշիացման և ջրի պահանջի մեծությունների տարբերությունը մթնոլորտային տեղումներն են, որոնք, ըստ կայանի տվյալների, կազմել են 507 մ³/հա, հետևաբար, ըստ ծրագրի, բույսի աճի, զարգացման և բերքատվության ապահովման համար ոռոգման նետտո նորմը կազմել է 4147 մ³/հա, երբ ըստ նախկինում սահմանված նորմատիվների, այն կազմում էր 3000 մ³/հա (Նկ. 7,8,9):

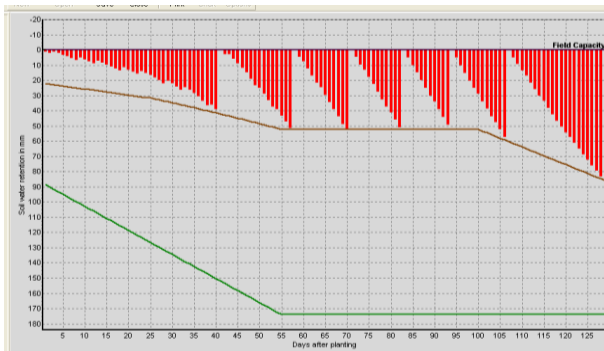
Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Ir. Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Apr	2	Init	0.50	1.09	6.6	3.3	3.8
Apr	3	Init	0.50	1.25	12.5	5.9	6.6
May	1	Deve	0.50	1.41	14.1	6.6	7.5
May	2	Deve	0.64	2.00	20.0	7.3	12.6
May	3	Deve	0.86	2.99	32.9	6.1	26.7
Jun	1	Mid	1.08	4.11	41.1	4.6	36.5
Jun	2	Mid	1.14	4.73	47.3	3.5	43.7
Jun	3	Mid	1.14	4.86	48.6	3.2	45.4
Jul	1	Mid	1.14	4.99	49.9	3.0	46.9
Jul	2	Mid	1.14	5.12	51.2	2.6	48.6
Jul	3	Late	1.10	4.88	53.7	2.0	51.7
Aug	1	Late	0.97	4.33	43.3	1.5	41.8
Aug	2	Late	0.84	3.75	37.5	0.9	36.6
Aug	3	Late	0.76	3.08	6.2	0.1	6.2
					464.8	50.7	414.7

Նկ. 7 Կարտոֆիլի ոռոգման նկատմամբ պահանջն ըստ տասնօրյակների



ա ր

Նկ.8. ա-գումարային գոյորշիացման և ջրման նորմերի դինամիկան վեգետացիայի ընթացքում, մմ/տասնօրյակ, բ-ջրման օրերի և նորմերի հաշվարկը ծրագրի միջոցով



Նկ. 9. Մակերեսային ոռոգման դեպքում բույսի արմատաբնակ շերտում խոնավության դինամիկան

ՀՀ ԱԻՆ Հիդրոմետ ծառայության կողմից տրամադրված «Սիսիան» օդերևութաբանական կայանի 2011-2016թթ. միջինացված տվյալների հիման վրա վերը նշված հաշվարկները կատարվել են նաև հողերի խոշորացման և ցանքաշրջանառության կիրառման պայմաններում և տացված արդյունքների հիման վրա հանգել ենք այն եզրակացությանը, որ Սիսիանի տարածաշրջանում, համաձայն Պենման-Մոնթեյթի մեթոդի կատարված հաշվարկների, նշված մշակաբույսերով զբաղեցրած 1 հա տարածությունը ոռոգելու համար անհրաժեշտ է 0,34լ/վ/հա ջուր, ինչը 20%-ով պակաս է նախկինում սահմանված նորմերից, որը ցույց է տալիս, որ ցանքաշրջանառություն կիրառելը ամենաօպտիմալ տարբերակն է ոռոգման ջրի խնայման և արդյունավետ օգտագործման համար (նկ.10,11):

No.	Crop file	Crop name	Planting date	Harvest date	Area %
1.	..\CROPWAT\data\crops\FAD\VPOTATO.CRO	Potato	15/04	22/08	30
2.	..\CROPWAT\data\crops\FAD\VFALFA1.CRO	ALFALFA 1 year	25/03	06/08	20
3.	..\CROPWAT\data\crops\FAD\W-WHEAT.CRO	Winter Wheat f.f.	15/09	05/08	20
4.	..\CROPWAT\data\crops\FAD\BEANS-DR.CRO	Dry beans	15/05	21/09	15
5.	..\CROPWAT\data\crops\FAD\VCABBAGE.CRO	CABBAGE Crucifers	15/05	26/10	15
6.			19/11		
7.			19/11		

Նկ. 10. Ցանքաշրջանառության օրինակ ըստ տնկման և բերքահավաքի օրերի և մշակաբույսերի զբաղեցրած տարածության

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Precipitation deficit												
1. Potato	0.0	0.0	0.0	0.2	14.2	89.5	109.6	59.6	0.0	0.0	0.0	0.0
2. ALFALFA 1 year	0.0	0.0	0.0	5.9	26.9	65.3	72.1	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0
3. Winter Wheat f.f.	0.6	6.5	23.1	39.3	47.7	84.0	57.7	3.2	23.1	11.0	0.2	0.8
4. Dry beans	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.1	119.5	118.6	35.5	0.0	0.0	0.0
5. CABBAGE Crucifers	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	36.3	66.5	103.5	76.2	25.7	0.0	0.0
Net scheme irr. req.												
in mm/day	0.0	0.1	0.1	0.3	0.7	2.2	2.9	1.7	0.7	0.2	0.0	0.0
in mm/month	0.1	1.7	4.6	9.1	20.7	66.2	86.7	53.6	21.7	6.1	0.0	0.2
in l/h	0.00	0.01	0.02	0.04	0.08	0.26	0.34	0.20	0.08	0.02	0.00	0.00
Irrigated area (% of total area)	20.0	20.0	20.0	70.0	85.0	100.0	100.0	100.0	50.0	35.0	20.0	20.0
Irr. req. for actual area (l/h)	0.00	0.04	0.09	0.05	0.09	0.26	0.34	0.20	0.17	0.06	0.00	0.00

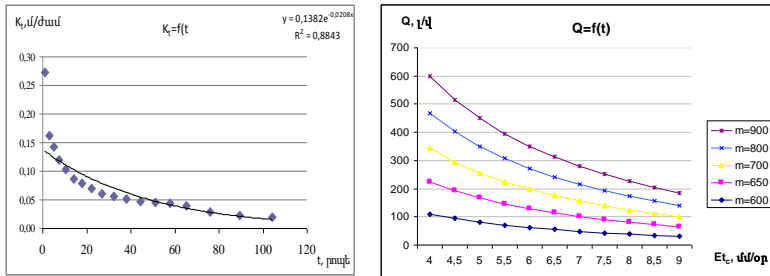
Նկ. 11. 1 հա հողատարածության համար պահանջվող ջրի քանակն ըստ ամիսների և մշակաբույսերի

Մակերեսային ոռոգման եղանակի արդյունավետ տարրերի սահմանումը կապված է ինչպես ներտնտեսային ջրօգտագործման արդյունավետ կառավարման հիմնախնդիրների լուծման, այնպես էլ ջրաշրջանառության արդյունավետ կազմակերպման անհրաժեշտ պայմանների բացահայտման հետ: Սիսիանի տարածաշրջանում ոռոգման պայմաններում մշակաբույսերի բերքատվության կայուն բարձրացման հիմնական երաշխիքներից է տվյալ հողակլիմայական պայմաններին համապատասխան ջրման տխնիկայի տարրերի ճշգրիտ սահմանումը, որի նպատակն է, որպեսզի ապահովվի հողի ջրային, օդային, աղային և ջերմային լավագույն ռեժիմները՝ պահպանելով հողի ստրուկտուրան, դաշտում ապահովվի խոնավության հավասարաչափ բաշխում, պայմաններ ստեղծվեն գյուղատնտեսական աշխատանքների մեքենայացման, ագրոտեխնիկական այլ աշխատանքների կատարման համար և հնարավորություն ստեղծվի կիրառելու անհրաժեշտ ոռոգման ռեժիմ: Ուսումնասիրությունները ցույց են տալիս, որ հողերի սեփականաշնորհման արդյունքում մանր հողակտորների մակերեսային ջրման պայմանները հիմնովին խախտվել են: Ակոսներով և մարգերով ջրման պարագայում, ոռոգման նախկին ջրման տեղամասերը որպես այդպիսին գոյություն չունեն, կոպիտ խախտվել են ջրման տեխնիկայի երկրաչափական տարրերը, ջրօգտագործողների միջև բացակայում է համագործակցությունը, ջրօգտագործողների տեղամասերում ջրաշրջանառության կազմակերպման անհրաժեշտ պայմանները խախտվել են: Ոռոգման ներտնտեսային ցանցում առաջացել է բոլորովին նոր իրավիճակ, որի արդյունավետության բարձրացման և գնահատման համար պահանջվում են նոր ուսումնասիրություններ և մոտեցումներ՝ խնդիրը էապես լուծելու համար: Դաշտային և լաբորատոր հետազոտությունները կատարվել են Սիսիանի տարածաշրջանի Բոնակոթ համայնքի գյուղացիական տնտեսությունների օրինակով, ջրի ներծծման օրինաչափությունների ուսումնասիրությունը՝ ինֆիլտրոմետրի միջոցով, որի արդյունքում, հաշվի առնելով հողում ջրի ներծծման արագության օրինաչափությունը, մշակաբույսերի օրական ջրի պահանջը և 75% ապահովվածության համար մշակված ջրման նորմերը, դուրս են բերվել հաշվարկային բանաձևեր՝ տեղամասային և քարտային բաժանարարների ջրի ծախսերի հաշվարկման համար: Որոշակի մաթեմատիկական ձևափոխություններից հետո պարբերաբար գործող ջրանցքների և մի շարք այլ պարամետրերի միջև ստացվել է հաշվարկային բանաձև.

$$Q_{\bar{c}} = \frac{\left(\frac{m_{\max}}{\Sigma(K_{cb} + K_e)ET_0} - \Delta T \right) \cdot P_{\bar{c}} \cdot n_{\bar{c}}}{N \cdot (m_{\max} \cdot 0.138 \exp(-0.0208t) + \Delta t)}, \quad (l/l) \quad (1)$$

Ինչպես երևում է (1) բանաձևից, տեղամասային կամ քարտային բաժանարարի ծախսը կախված է հողում ջրի ներծծման արագությունից, մշակաբույսերի գումարային ջրասպառումից: Բերված են ներտնտեսային ցանցի ջրանցքների հաշվար-

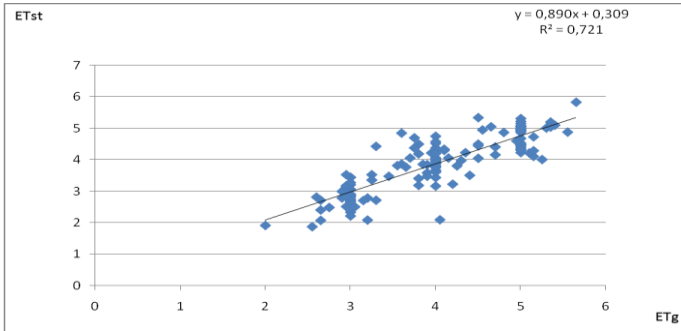
կային ծախսերի կախվածությունները մշակաբույսերի օրական ջրի պահանջից, ջրման նորմերից և հողում ջրի ներծծման արագությունից (նկ.12,13): Արդյունքների ամփոփումից պարզվել է, որ հաշվի առնելով մշակաբույսերի օրական ջրի պահանջը, ջրման նորմերը և հողում ջրի ներծծման օրինաչափությունը, դուրս բերված հաշվարկային նոր բանաձևի միջոցով հնարավորություն է ստեղծվում ճշգրտելու ջրօգտագործողների տեղամասերում տեղամասային և քարտային բաժանարարների հաշվարկային ջրի ծախսերն այն պայմանից, որ միջջրումնային ժամանակամիջոցը չգերազանցի ագրոտեխնիկական նորմերով սահմանված թույլատրելի ժամկետները:



Նկ.12. ա-Հողում ջրի ներծծման օրինաչափությունը մակերեսային ոռոգման դեպքում, բ-հաշվարկային ծախսերի կախվածությունը մշակաբույսերի օրական ջրի պահանջից և ջրման նորմից

Ոռոգման ջրի և մշակաբույսերի ջրի պահանջը գնահատվել է կլիմայի փոփոխության $T+2^{\circ}C$ և $0.9P$ սցենարի դեպքում, որտեղ T -ն հաշվարկային ապահովվածությամբ օդի ջերմաստիճանն է, P -ն՝ մթնոլորտային տեղումները: Կլիմայի փոփոխության նշված սցենարով փոփոխման դեպքում, ըստ ոռոգման գոտիների, հաշվարկային էվապորտրանսպիրացիան, մշակաբույսերի ջրի պահանջը 5, 25, 50, 75, 95% ապահովվածությունների և օդի ջերմաստիճանի $2^{\circ}C$ բարձրացման և տեղումների 10% նվազման դեպքում և ջրաղբյուրից, ջրառը փոփոխվում է հետևյալ օրինաչափություններով: **Վայոց Ձոր-Սյունիքում** 900-2000 մ բարձրությունների վրա, մշակաբույսերի առավելագույն ջրի պահանջը ավելանում է 210-650 մ³/հա-ով, բանջարային մշակաբույսերի, բազմամյա տնկարկների ոռոգման դեպքում ջրառը կմեծանա՝ 290-930 մ³/հա:

Գլուխ 4-ում ներկայացվել է ոռոգման արդյունավետության բարձրացման ուղիների մշակումը Սիսիանի տարածաշրջանի պայմաններում: Ոռոգման գործընթացի արդյունավետության բարձրացման նկատառումներից ելնելով՝ առաջարկվում է կատարված հաշվարկների արդյունքում կիրառել ETg չափիչ սարքավորումը: ETg չափիչ սարքը տեղադրվել է Սիսիանի տարածաշրջանի Բոնակոթ համայնքի ֆերմեր Կարեն Մանուչարյանի սեփականաշնորհված 5000մ² մակերեսով հողամասում, որը զբաղեցված է եղել կարտոֆիլով: Միջակոսային հեռավորությունը՝ 70 սմ, ակոսի երկարությունը՝ 130մ: Դաշտային հետազոտությունների արդյունքները բերված են նկ.13-ում:



Նկ.13. Սիսիանի հիդրոոդերևութաբանական կայանի 2012-2013 թթ. տվյալներով հաշվարկված գումարային առավելագույն ջրասպառման ET_{st} և ET_g գոլորշիացնող սարքի ցուցմունքների միջև առկա կախվածությունը

Հաշվարկային և դաշտային հետազոտությունների արդյունքների ամփոփումից պարզ է դառնում, որ առաջարկվող ET_g գոլորշիացնող սարքի ցուցմունքների և FAO Պենման-Մոնթեյթ մեթոդով հաշվարկված առավելագույն ջրասպառման մեծության միջև առկա է հետևյալ համահարաբերակցական ուղիղ գծային կախվածությունը:

$$ET_{st} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 (0.8905 ET_g + 0.3093) \quad (2)$$

որտեղ՝ K_1 , K_2 , K_3 -ը գործակիցներ են, որոնց մեծությունները կախված են մշակաբույսերի զարգացման փուլերից և տևողությունից:

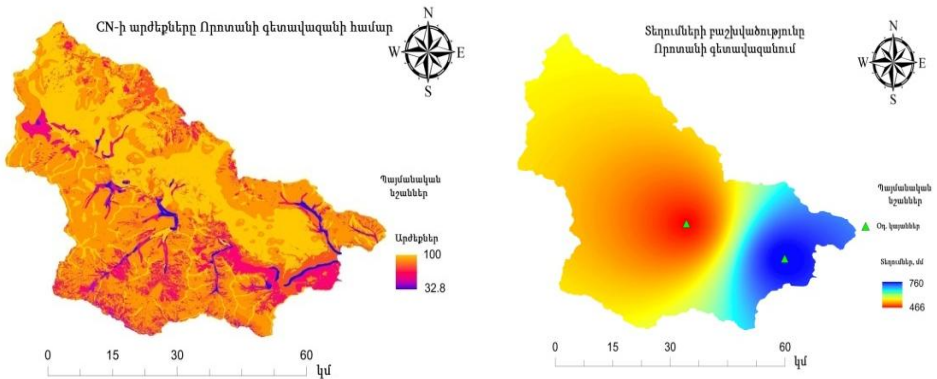
Մշակված մեթոդիկան և ստացված օրինաչափությունները թույլ են տալիս հողերի սեփականաշնորհման պայմաններում, Սիսիանի տարածաշրջանի օրինակով, հանրապետությունում կիրառելու ոռոգման արդյունավետության բարձրացման նոր մեթոդոլոգիա՝ հիմնված գյուղատնտեսական մշակաբույսերի օրական ջրասպառման որոշման հաշվարկային մեթոդի վրա: Ոռոգվող հողերի օգտագործման արդյունավետության բարձրացման ժամանակակից նկատառումներից ելնելով առաջարկվում է ներտնտեսային ոռոգման կառավարման ոլորտում ներդնել ET_g չափիչ սարքը և աշխատանքում դուրս բերված օրինաչափությունը կիրառել ոռոգման արդյունավետությունը բարձրացնելու համար:

Հաշվի առնելով ջրային ռեսուրսների արդյունավետ և կայուն կառավարման պահանջները, շատ խնդիրներ կարող են լուծվել ամենաժամանակակից աշխարհատեղեկատվական համակարգի (ԱՏՀ) միջոցով, որը կարող է ծառայել որպես գետավազանային կառավարման պլանավորման ճկուն գործիք՝ ուղղված է գետավազանի ջրային ռեսուրսների համապարփակ կառավարմանը: Ուսումնասիրությունները կատարվել են Որոտան գետի ջրհավաք ավազանում:

Մակերևութային բնական հոսքը հաշվարկվում է երկու մեթոդով.

1) հիդրոլոգիական դիտակետերի՝ գետի փաստացի հոսքի արժեքների և դիտակետերի միջին բարձրությունների միջև գրաֆիկական կապի կառուցումով,

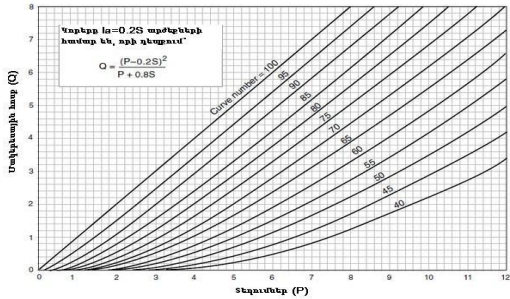
2) տեղումներ-հոսք կորի համարի ստացումով (CN): CN –ը էմպիրիկ պարամետր է, որն օգտագործվում է հիդրոլոգիայում, կանխատեսելու բնական կամ խորքային հոսքը, որի որոշման համար հիմք են ծառայում հողի օգտագործման տեսակը, հողային ծածկույթը և հողի հիդրոլոգիական խմբերը: Այս մեթոդը մշակվել է USDA-ի Բնական պաշարների պահպանության ծառայության կողմից: Տարբերում են հողերի 4 հիդրոլոգիական խմբեր՝ A,B,C,D, որոնց նկարագիրը տրվում է ըստ հողի ներծծման ունակության՝ երկարատև խոնավացումից հետո: Ըստ հողի հիդրոլոգիական խմբերի և հողօգտագործման տեսակների ներկայացվում են CN-ի ճշգրտված արժեքները, որոնք ճշտվում են՝ հաշվի առնելով հողի նախնական խոնավությունը, իսկ քաղաքային տարածքների անջրանցիկ մակերեսների դեպքում՝ անջրանցիկ տարածքների մակերեսները: USAID Armenia-ի կողմից 2015թ-ին հեռահար զոնդավորման միջոցով ուսումնասիրվող տարածքի համար կազմվել են հողօգտագործման թվային քարտեզներ CORINE համակարգով: Ստացված քարտեզները, ինչպես նաև հողատիպերի քարտեզները օգտագործվել են ստանալու տարածքի CN արժեքները՝ ռաստերային տեսքով (նկ.14): Քարտեզի յուրաքանչյուր պիքսելը ներկայացնում է հողածածկի հողօգտագործման դասակարգման հիման վրա ստացված տեղումներ-հոսք կորի համարը: Նրա արժեքները գտնվում են 30-ից 100 միջակայքում, համեմատ փոքր համարները ցույց են տալիս ցածր հոսքի, իսկ մեծ համարները՝ բարձր հոսքի հավանականությունը: Ունենալով CN-ի և տեղումների արժեքները ռաստերային ֆորմատով, ստորև բերված բանաձևերի միջոցով հաշվարկվում են մակերևութային հոսքի արժեքները (նկ.15): Հաշվարկները կատարվել են Arc GIS 10.2-ի Raster Calculator-ի օգնությամբ:



Նկ.14. ա) CN-ի արժեքները Որոտանի գետավազանի համար, բ) տեղումների բաշխվածության տարածական քարտեզ

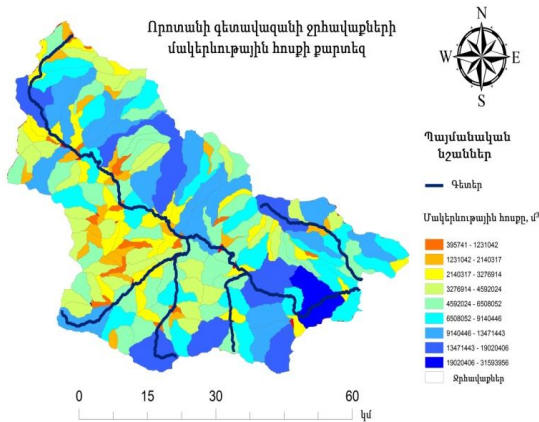
$$Q = \begin{cases} 0 \\ \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} \end{cases} \quad Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} \quad Q = \frac{\left[P - 0.2 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \right]^2}{P + 0.8 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)} \quad S = \frac{1000}{CN} - 10 \quad (3)$$

որտեղ՝ Q-ն մակերևութային հոսքն է, P-ն տեղումներն են, S-ը հողի խոնավության այն պաշարն է, որից հետո ձևավորվում է մակերևութային հոսք՝ $Q_{\text{ՄԽ}}$, I_a - հողի փաստացի խոնավությունն է, կամ ջրի պաշարը, մինչև հոսքի ձևավորումը, հողի տարբեր տեսակների ուսումնասիրության արդյունքում ընդունվել է. $I_a = 0.2S$.:



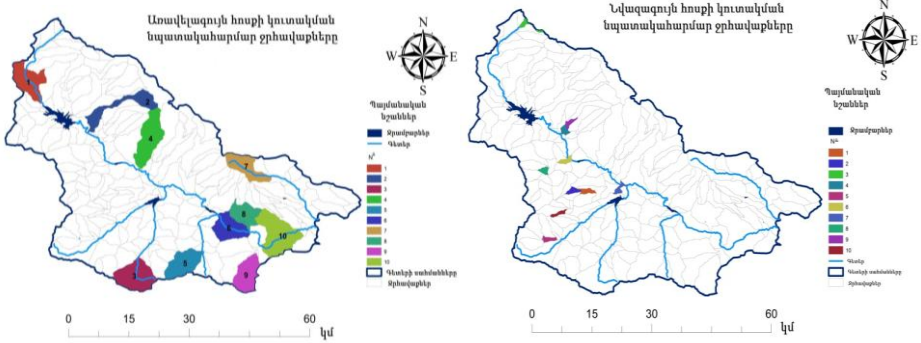
Նկ. 15. CN-ի արժեքները մակերևութային հոսքի և տեղումների փոփոխության դեպքում

Ունենալով ջրհավաքների սահմանները որպես shapefile և մակերևութային հոսքի ռաստերը, Zonal Statistics գործիքի օգնությամբ, յուրաքանչյուր ջրհավաքի համար որոշվել է մակերևութային հոսքի միջինացված արժեքը: Արդյունքները բերված են նկ. 16-ում:



Նկ.16. Մակերևութային հոսքի ձևավորման հիդրոլոգիական քարտեզն ըստ ջրհավաք ավազանների

Ունենալով մակերևութային հոսքի թվային քարտեզը և համապատասխան ատրիբուտներում հոսքի արժեքները, դասակարգվել են այն ջրավաքները, որտեղ ձևավորվել է առավելագույն և նվազագույն հոսքի պաշարները (Նկ.17)



Նկ.17. Առավելագույն և նվազագույն հոսքերի ձևավորման հիդրոլոգիական քարտեզները

Քարտեզների վերլուծման արդյունքում ստացվել են առավելագույն և նվազագույն մակերևութային հոսքերի ջրավաքների մակերեսները և դրանց համապատասխան մակերևութային հոսքերը, որոնց թվային ցուցանիշները ներկայացված են աղյուսակ 3-ում:

Աղյուսակ 3

Առավելագույն և նվազագույն մակերևութային հոսքերն ըստ ջրավաք ավազանի մակերեսների

No	Առավելագույն մակերևութային հոսքն ըստ ջրավաք մակերեսի, մ ³		Նվազագույն մակերևութային հոսքն ըստ ջրավաք մակերեսի, մ ³	
	Ջրավաքի մակերեսը, հա	Մակերևութային հոսքը, մ ³	Ջրավաքի մակերեսը, հա	Մակերևութային հոսքը, մ ³
1	2445	14000780	308	1231042
2	2934	14323366	285	1181376
3	3187	14334315	245	1148628
4	3141	14777230	268	1113407
5	3268	15135434	252	1080858
6	3440	15920044	285	1059253
7	3040	16586033	284	1033471
8	4162	18403449	238	982108
9	4401	19020406	228	959074
10	5527	31593957	220	958206

Ստացված արդյունքները հնարավորություն են տալիս Որոտանի գետավազանի մակերևութային հոսքի տարածաժամանակային փոփոխման օրինաչափությունների հիման վրա ճշգրտել հոսքի կարգավորման և կառավարման նպատակով նախագծվող հիդրոտեխնիկական կառուցվածքների հաշվարկային պարամետրերը:

ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՎ ԱՌԱՋԱՐԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. Սիսիանի տարածաշրջանի ջրային ռեսուրսների քանակական և որակական վերլուծության արդյունքում բացահայտվել են տարածաշրջանի գետային հոսքի տարածական բաշխվածության օրինաչափությունները, Որոտանի գետավազանի ստորերկրյա ջրերի հիդրոերկրաբանական առանձնահատկությունները, գնահատվել է դրանց որակական կազմը և հաշվարկվել է Որոտան գետի Որոտան-Անգեղակոթ հատվածում ազատ հոսքի հնարավորությունները, որը կազմել է 94.98 մլն. մ³/վ:
2. Վերլուծվել են Ույծի, Շաղաթի, Անգեղակոթի, Շաքիի, Աղիտուի, Բնունիսի, Վաղատինի համայնքների օրինակով տուրբոպոմպակայանների արդյունավետ աշխատանքի սխեմաները ոռոգման արդյունավետության բարձրացման նպատակով, հաշվի առնելով տարածաշրջանի ջրհավաք ավազանի բնորոշ տեղամասերում մակերեսային ազատ հոսքերի առկայությունը:
3. GIS WATER ARMENIA ծրագրի միջոցով կատարվել է Սիսիան ՋՕԸ գործունեության տարածական տվյալների հավաքագրման, մուտքագրման, դրանց վերլուծության արդյունքների ներկայացում ըստ ջրօգտագործողների թվի, նրանց հետ կնքած պայմանագրերի, վճարումների, պարտքերի, անմշակ հողատարածքների տիպերի, ջրաղբյուրների, ոռոգման համակարգերի տիպերի, հողատեսքերի, մշակաբույսերի, ոռոգման փաստացի և պլանային նորմերի, առանձին բաժանարարների հաշվեկշիռների, ջրօգտագործման տվյալների, հաստակածային հաշվետվությունների: Արդյունքները ներկայացված են հատակագծային և աղյուսակային տեսքով:
4. Գյուղատնտեսական մշակաբույսերի արդյունավետ ջրասպառման նորմը սահմանվել է CROPWAT ծրագրի կիրառմամբ և դրա հիման վրա ճշգրտվել են գյուղատնտեսական մշակաբույսերի ոռոգման ռեժիմները Սիսիանի տարածաշրջանի պայմաններում:
5. Բացահայտվել են հողում ջրի ներծծման արագության օրինաչափությունները, որի հիման վրա սահմանվել են մակերեսային ոռոգման եղանակի արդյունավետ տարրերը Սիսիանի տարածաշրջանի ոռոգելի հողերի պայմաններում:
6. Կատարվել է գյուղատնտեսական մշակաբույսերի գումարային ջրասպառման մեծության կանխատեսում Սիսիանի տարածաշրջանի կլիմայի փոփոխության 0.9Ք և T+2⁰ C սցենարի պայմաններում: Կախված մթնոլորտային տեղումների ապահովվածությունից, ոռոգման ջրի առավելագույն պահանջն ավելանում է 6-18 %-ով:
7. Սիսիանի հիդրոոգերևութաբանական կայանի 2012-2013 թթ. տվյալներով հաշվարկված գումարային առավելագույն ջրասպառման ET_{st} և ET_g գոլորշիացնող սարքի հաշվարկային ցուցմունքների միջև հաստատվել է համահարաբերակցական կախվածությունը, որը հնարավորություն է տալիս ոռոգման կազմակերպման գործընթացը ներկայացնել որակական նոր մակարդակով:
8. GIS միջավայրում կազմվել են Սյունիքի մարզի Որոտան գետի ջրհավաք ավազանի մակերևութային հոսքի տարածաժամանակային բաշխման թվային քարտեզներն ըստ ջրհավաք ավազանների առանձին տեղամասերի, ստացվել

են առավելագույն և նվազագույն մակերևութային հոսքի ծավալները՝ կիրառելով USDA-ի բնական պաշարների պահպանության ծառայության կողմից մշակված CN էմպիրիկ պարամետրը:

Առաջարկություններ.

1. Ատենախոսությունում CROPWAT ծրագրի կիրառմամբ ստացված ջրասպառման նորմերի, ET_{st} և ET_g միջև հաստատված համահարաբերակցական կախվածությունը կարելի է կիրառել Սիսիանի տարածաշրջանի գյուղատնտեսական մշակաբույսերի ոռոգման ռեժիմների ճշգրտման նպատակով:
2. Որոտանի գետավազանի մակերևութային հոսքի տարածաժամանակային փոփոխման և գյուղատնտեսական մշակաբույսերի առավելագույն ջրասպառման համար ստացված օրինաչափությունները, կլիմայի փոփոխության 0.9P և $T+2^{\circ}C$ սցենարի պայմաններում, կարելի է կիրառել գյուղատնտեսական մշակաբույսերի ջրապահովվածության խոցելիության գնահատման նպատակով:
3. Սյունիքի մարզի Որոտան գետի ջրհավաք ավազանի մակերևութային բնական հոսքի արդյունավետ կառավարման նպատակով մշակված մակերևութային հոսքի տարածաժամանակային բաշխման թվային քարտեզները կարելի է կիրառել Սիսիանի տարածաշրջանի ջրային ռեսուրսների համապարփակ վերլուծության, ջրհավաք ավազանների առանձին տեղամասերի առավելագույն և նվազագույն մակերևութային հոսքի ծավալների հաշվարկման համար:

Ատենախոսության հիմնական դրույթները հրատարակված են հետևյալ գիտական հոդվածներում

1. Егиазарян Г.М., Геворгян А.Р., Григорян В.Ю., Аветян Н.Э., Уточнение норм водопотребления сельскохозяйственных культур с помощью программы “CROPWAT” в условиях Сюникского марза // Изв. ГАУА, № 4, Եր.2011, Կ.96 – 101
2. Yeghiazaryan G., Yeghiazaryan A., Kobelyan V., Avetyan N., Forecasting the water requirements of agricultural crops under the agro climatic conditions of Republic of Armenia and climate change // Elixir International Journal, Remote sensing 74, 2014, pp. 26890-26892
3. Ավետյան Ն.Է., Մակերեսային ոռոգման տարրերի արդյունավետությունը Սիսիանի տարածաշրջանի պայմաններում // Ագրոգիտություն, Երևան 9-10, 2014թ., էջ 526-530
4. Եղիազարյան Գ.Մ., Ավետյան Ն.Է. Ոռոգման արդյունավետության բարձրացման նոր մեթոդի մշակումը և կիրառումը Սիսիանի տարածաշրջանի Բոնակոթ համայնքի օրինակով // Ագրոգիտություն, Երևան, 2014, No 11-12, էջ 612 – 616
5. N. Avetyan Determining the optimal crop water requirements by FAO-56 method under condition of Sisian Region, Syunik marz // Bulletin of NAUA, No3, Yerevan-2014, pp.63-66
6. N. Avetyan, A.Yeghiazaryan Developing in the GIS environment the ways of efficient management of water resources in Syunik region by case study of the Vorotan river basin // Bulletin of NAUA, No 3, Yerevan-2015, pp.71-78
7. Yeghiazaryan G., Avetyan N., The optimization of irrigation regime of agricultural crops with through the CROPWAT program // Bulletin of ANAU, No 4, Yerevan-2017, pp. 69-74

АВЕТЯН НАИРА ЭДИКОВНА

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ СЮНИКСКОГО МАРЗА

АННОТАЦИЯ

Одной из основных задач эффективного использования земельных и водных ресурсов РА является усовершенствование оросительной системы и техники полива, в результате чего, сохраняя и улучшая плодородие почвы, создается возможность из сельскохозяйственных культур получить высокий и стабильный урожай. Целью диссертации является обеспечение высокоэффективного использования орошаемых земель путем комплексной оценки эффективности орошения сельскохозяйственных культур на примере Сисианского региона Сюникского марза, содействовать рациональному использованию оросительной воды, повышению урожайности сельскохозяйственных культур и повышению водообеспеченности в условиях применения современных технологий орошения.

Для достижения цели диссертации были сформулированы и решены следующие задачи:

- изучить основные пути повышения урожайности сельскохозяйственных культур в условиях орошения,
 - оценить нынешнее состояние использования и управления водными ресурсами,
 - оценить расчетные методы определения водопотребления сельскохозяйственных культур в целях уточнения режима орошения,
 - разработать способы эффективной организации орошения на примере Сисианского региона,
 - разработка эффективных путей управления водными ресурсами в среде GIS на примере бассейна реки Воротан,
- Научная новизна работы заключается в следующем:
- выявлены основные предпосылки обеспечения устойчивых и высоких урожаев сельскохозяйственных культур в условиях орошения, уточнены основные направления развития отрасли,
 - произведена оценка текущего состояния использования водных ресурсов на основе эффективного использования орошаемых земель, показателей оценки управления водными ресурсами и методов орошения сельскохозяйственных культур,
 - в целях уточнения режима орошения сельскохозяйственных культур были оценены методы определения водопотребления сельскохозяйственных культур,
 - разработаны пути эффективной организации орошения на примере Сисианского региона,
 - в условиях Сисианского региона Сюникского марза уточнены значения норм эффективного водопотребления методом ФАО-56,
 - определены эффективные элементы метода поверхностного орошения и разработаны пути эффективного управления водными ресурсами в условиях GIS на примере бассейна реки Воротан.

В результате исследований были сделаны следующие выводы:

- В целях количественного и качественного анализа водных ресурсов, а также их эффективного использования, выявлены закономерности пространственного распределения речного стока в регионе, гидрогеологические особенности подземных вод бассейна реки Воротан, проведена оценка их качественного состава, рассчитана возможность свободного стока реки Воротан, который составил 94,98 млн м³/с.
 - Разработаны схемы эффективной работы турбонасосных станций на примере общин в Уйц, Шагат, Ангегакот, Шаки, Агиту, Бнунис и Вагатин с целью повышения эффективности орошения.
 - В рамках программы GIS WATER ARMENIA деятельность Сисианского ОВП была представлена результатами сбора, ввода и анализа пространственных данных по количеству водопользователей, по их подписанным контрактам, по типу необработанных территорий, оплатам водопользователей, задолженности, водисточников, по типу почв, с/х культур, фактическим и плановым нормам, по балансу отдельных земледельцев, данным водопользования, по плановым отчетам. Результаты представлены в виде карт и таблиц.
 - Эффективная норма урожайности сельскохозяйственных культур была определена с помощью программы CROPWAT, и на ее основе были уточнены режимы орошения сельскохозяйственных культур для Сисианского региона.
 - Выявлены закономерности скорости проникновения воды в почву, на ее основе определены эффективные элементы метода поверхностного орошения в условиях орошаемых земель Сисианского региона.
 - Спрогнозирована величина суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур в сценарии изменения климата 0.9P и T+2⁰C в Сисианском регионе. В зависимости от обеспеченности атмосферными осадками, максимальная потребность в оросительной воде увеличивается на 6-18%.
 - Установлена относительная зависимость между максимальным суммарным расчетным водопотреблением ETst по данным Сисианской гидрометеорологической станции на 2012-2013 гг. и расчетными показаниями испарительного устройства ETg, что дает возможность представить процесс орошения на новом качественном уровне.
 - В среде ГИС созданы цифровые карты распределения поверхностного стока водосборного бассейна реки Воротан по отдельным участкам водосборного бассейна, получены объемы максимального и минимального стока с использованием эмпирического параметра CN, разработанного службой охраны природных ресурсов USDA.
- Для повышения урожайности сельскохозяйственных культур в Сисианском регионе можно использовать:
- уточнение режимов орошения сельскохозяйственных культур и результаты с использованием программы CROPWAT,
 - комплексный анализ водных ресурсов, расчеты максимального и минимального объемов поверхностного стока отдельных участков водосборного бассейна,
 - цифровые карты территориально-временного распределения поверхностного стока, разработанные с целью эффективного управления естественного поверхностного стока водосборного бассейна реки Воротан.

AVETYAN NAIRA EDIK

ESTIMATION OF THE EFFICIENCY OF IRRIGATION OF AGRICULTURAL CULTURES IN THE CONDITIONS OF SYUNIK MARZ

SUMMARY

One of the main tasks of efficient use of land and water resources of the Republic of Armenia is to improve the irrigation system and irrigation techniques, as a result, while maintaining and improving soil fertility, an opportunity is created for agricultural crops to obtain a high and stable yield. The aim of the thesis is to provide highly efficient use of irrigated land through a comprehensive assessment of the effectiveness of crop irrigation using the example of the Sisian region of Syunik Marz, to promote the rational use of irrigation water, increase crop yields and increase water availability in modern irrigation technologies.

To achieve the goal of the thesis, the following tasks were formulated and solved:

- explore the main ways to increase crop yields under irrigation,
- assess the current state of use and management of water resources,
- evaluate the estimated methods for determining the water consumption of crops in order to clarify the irrigation regime,
- develop ways to effectively organize irrigation using the example of the Sisian region,
- collaboration of effective ways of managing water resources in the GIS environment using the example of the Vorotan river basin,

The scientific novelty of the work is as follows:

- identified the main prerequisites for sustainable and high yields of agricultural crops under irrigation, clarified the main directions of development of the industry,
- an assessment was made of the current state of use of water resources based on the effective use of irrigated land, indicators for assessing water resources management and methods of irrigating crops,
- in order to clarify the mode of irrigation of agricultural crops, methods for determining the water consumption of agricultural crops were evaluated,
- ways of effective irrigation management have been developed on the example of the Sisian region,
- in the conditions of the Sisian region of the Syunik Marz, the values of effective water consumption norms were specified using the FAO-56 method,
- effective elements of the method of surface irrigation were identified and ways for effective water resources management under GIS conditions were developed using the example of the Vorotan river basin.

As a result of research, the following conclusions were made:

- For the purpose of quantitative and qualitative analysis of water resources, as well as their effective use, patterns of spatial distribution of river flow in the region,

hydrogeological features of groundwater of the Vorotan river basin were identified, their qualitative composition was assessed, the possibility of free flow of the Vorotan river was calculated, which amounted to 94, 98 million m³/s.

- Schemes for the efficient operation of turbo pump stations using the example of communities in Uyts, Shaghat, Angeghakot, Shaki, Agitou, Bnunis and Vaghatin with the aim of increasing irrigation efficiency were developed.
- In the framework of the GIS WATER ARMENIA program, the activity of the Sisian Water Users Society was presented by the results of collecting, entering and analyzing spatial data on the number of water users, on their signed contracts, on the type of untreated areas, payments to water users, debt, water sources, on soil types, crops, actual and planned norms, according to the balance of individual farmers, water use data, according to planned reports. Results are presented in the form of maps and tables.
- The effective crop yield rate was determined using the CROPWAT program, and on its basis, crop irrigation regimes for the Sisian region were clarified.
- Regularities in the rate of water penetration into the soil were identified, and based on it, the effective elements of the method of surface irrigation in the irrigated lands of the Sisian region were determined.
- The total water consumption of crops was predicted in a climate change scenario of 0.9P and T + 2°C in the Sisian region. Depending on the availability of precipitation, the maximum need for irrigation water increases by 6-18%.
- A correlation relationship was established between the maximum total estimated water consumption ET_{st} according to the Sisian Hydro meteorological Station for 2012-2013 and the calculated indications of the evaporator device ET_g, which makes it possible to present the irrigation process at a new qualitative level.
- In the GIS environment, digital maps of surface runoff distribution in the catchment basin of the Vorotan River for individual sections of the catchment area were created, the maximum and minimum flow volumes were obtained using the empirical parameter CN developed by the USDA Natural Resources Conservation Service.

To increase crop yields in the Sisian region, you can use:

- clarification of crop irrigation regimes and results using the CROPWAT program,
- comprehensive analysis of water resources, calculations of the maximum and minimum volumes of surface runoff of individual sections of the catchment area,
- digital maps of the territorial-temporal distribution of surface runoff, designed to effectively manage the natural surface runoff of the Vorotan river catchment area.