

ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ ՏԻԳՐԱՆ ԱՐԱՄԻ

**ԱԶԳԱՅԻՆ ԱՆՎՏԱՆԳՈՒԹՅԱՆ ՌԱԶՄԱՎԱՐՈՒԹՅԱՆ
ՏՆՏԵՍԱԳԻՏԱՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՄԱՆ
ՀԻՄՆԱՀԱՐՑԵՐԸ ՀՀ ԶՐԱՅԻՆ ՌԵՍՈՒՐՍՆԵՐԻ ՊԱՀՊԱՆՄԱՆ ԵՎ
ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏ ՕԳՏԱԳՈՐԾՄԱՆ ԱՍՊԵԿՏՈՒՄ**

Ը.ՕՕ.Օ8 «Տնտեսության մաթեմատիկական մոդելավորում» մասնագիտությամբ
տնտեսագիտության թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության

ՍԵՂՄԱԳԻՐ

ԵՐԵՎԱՆ 2026

Ատենախոսության թեման հաստատվել է Երևանի պետական համալսարանում

Գիտական ղեկավար՝

Սարգսյան Հայկ Լևոնի

տնտեսագիտության դոկտոր, պրոֆեսոր

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝

Առաքելյան Արամ Հմայակի

տեխնիկական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր

Ջրբաշյան Նաիրուհի Մխիթարի

տնտեսագիտության թեկնածու, դոցենտ

Առաջատար կազմակերպություն՝

Ճարտարապետության և շինարարության

Հայաստանի ազգային համալսարան

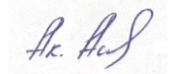
Ատենախոսության հրապարակային պաշտպանությունը կայանալու է 2026 թվականի օգոստոսի 27-ին, ժամը 15⁰⁰-ին Երևանի պետական համալսարանում (0025, ք. Երևան, Աբովյան փ. 52) գործող ՀՀ ԲԿԳԿ-ի Տնտեսագիտության 015 մասնագիտական խորհրդի նիստում:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ Երևանի պետական համալսարանի գրադարանում:

Սեղմագիրն առաքված է 2026 թվականի հուլիսի 10-ին:

ՀՀ ԲԿԳԿ-ի Տնտեսագիտության 015 մասնագիտական խորհրդի
գիտական քարտուղար,
տնտեսագիտության թեկնածու, դոցենտ

Աննա Հովիկի Հակոբջանյան



ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅԱՆ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Ատենախոսության թեմայի արդիականությունը: Ազգային անվտանգությունը ժամանակակից պայմաններում ընդգրկում է ոչ միայն ռազմական և քաղաքական, այլև տնտեսական, պարենային, էներգետիկ, բնապահպանական և ջրային անվտանգության փոխկապակցված բաղադրիչները: Այս շրջանակում ջրային ռեսուրսների պահպանությունն ու արդյունավետ օգտագործումը Հայաստանի Հանրապետության համար դառնում են ռազմավարական նշանակության խնդիր, քանի որ ազդում են բնակչության կենսապահովման, գյուղատնտեսության, էներգետիկայի, արդյունաբերության, էկոհամակարգերի և սոցիալական կայունության վրա: Թեմայի արդիականությունը պայմանավորված է ջրային պաշարների տարածական և սեզոնային անհավասար բաշխվածությամբ, ենթակառուցվածքային կորուստներով, կլիմայական փոփոխության հնարավոր ազդեցություններով, անդրսահմանային ջրային համակարգերի կառավարման բարդություններով և պահանջարկի աճի կամ կառուցվածքային փոփոխության ռիսկերով: Այս պայմաններում ջրային անվտանգությունը նպատակահարմար է դիտարկել որպես ազգային անվտանգության միջոլորտային բաղադրիչ, որի համար պահանջվում են հաշվարկելի ցուցիչներ, սցենարային գնահատումներ և ներդրումային որոշումների տնտեսագիտական հիմնավորում: ՀՀ ազգային անվտանգության ռազմավարության «Շրջակա միջավայրի պահպանությունը» բաժնում հստակորեն նշված է, որ ջրային պաշարների, այդ թվում Արարատյան արտեզյան ավազանի ու գետային էկոհամակարգերի արդյունավետ կառավարումը, կենսական նշանակության ջրհավաք ավազանների ու գերխոնավ տարածքների պահպանումը և հատկապես Սևանա լճի էկոհամակարգի վերականգնումն ու օպտիմալ օգտագործումը հանդիսանում են պետության անվտանգության առաջնահերթությունները: Միևնույն ժամանակ, Հայաստանում խմելու և ոռոգման ջրի մատակարարման համակարգերում չհաշվառված ջրի ծավալները շարունակում են մնալ ծայրահեղ բարձր: Որոշ տարածաշրջաններում և ներքին մատակարարման ցանցերում ֆիզիկական կորուստներն ու ապօրինի ջրառը միասին գերազանցում են 60-70%-ը, ինչը տնտեսապես և էկոլոգիապես անկայուն է դարձնում համակարգը: Նշված հանգամանքները բացասաբար են անդրադառնում Հայաստանի ազգային

անվտանգության ամբողջ համակարգի վրա, խոչընդոտելով պարենային, էներգետիկ ու տնտեսական անվտանգությանը:

Աշխատանքը միավորում է ջրային անվտանգության տեսական և մեթոդաբանական հարցերը, Հայաստանի ջրային ռեսուրսների օգտագործման ռազմավարական խնդիրները և տնտեսագիտամաթեմատիկական մոդելավորման կիրառական գործիքները: Այդ համադրությունը հնարավորություն է տալիս գնահատել ռիսկերը, տարբերակել քաղաքականության առաջնահերթությունները և առաջարկել ջրային մատակարարման, կորուստների կրճատման, պահեստավորման, մոնիթորինգի ու անդրսահմանային համագործակցության ուղղություններով գործնական միջոցառումներ:

Հետազոտության նպատակը և խնդիրները: Հետազոտության հիմնական նպատակը ՀՀ ջրային ռեսուրսների պահպանման ու արդյունավետ կառավարման հիմնախնդիրների ուսումնասիրությունն ու տնտեսագիտամաթեմատիկական մոդելավորումն է՝ ՀՀ ազգային անվտանգության ռազմավարության համատեքստում: Նպատակին հասնելու համար առաջադրվել և լուծվել են հետևյալ խնդիրները.

- մշակել խմելու և ոռոգման ջրամատակարարման համակարգերում չհաշվառված ջրի, կամ չհաշվառված ջրի (անգլերեն NRW - Non-revenue water) քանակի նվազեցմանն ուղղված ներդրումային և իրավական միջոցառումների մոտեցումներ,
- մշակել Հայաստանի անդրսահմանային ջրային ռեսուրսների կառավարման համապարփակ ծրագիր՝ ներառելով կլիմայական հարմարվողականության և տարածաշրջանային համագործակցության բաղադրիչներ,
- կառուցել խմելու և ոռոգման հետ կապված ջրօգտագործման պահանջարկի գնահատման ու 2026-ից մինչև 2030 թթ. սցենարային կանխատեսման մոդելներ,
- վերլուծել Երևան քաղաքի շուրջօրյա ջրամատակարարման իրագործելիությունը, համակարգային սահմանափակումները, բարեփոխումների ուղիները և 2030 թ. սցենարները,
- ձևակերպել և էմպիրիկորեն ստուգել պետության խոցելիության մակարդակը (անգլերեն FSI - Fragile State Index), ջրային սթրեսի ցուցիչները, ռեսուրսային

կառուցվածքը և կլիմայական գործոնները կապող մոդելի տեսական ու մեթոդաբանական հիմքերը:

Հետազոտության օբյեկտը և առարկան: Հետազոտության օբյեկտը ՀՀ ջրային ռեսուրսների կառավարման համակարգն է: Հետազոտության առարկան ՀՀ ջրային ռեսուրսների պահպանման և արդյունավետ օգտագործման տնտեսագիտամաթեմատիկական մոդելավորման մեթոդներն ու ՀՀ ազգային անվտանգության ռազմավարության մեջ դրանց կիրառման հնարավորություններն են:

Ատենախոսության տեսական, մեթոդաբանական և տեղեկատվական հիմքերը: Ատենախոսության համար հիմք են հանդիսացել ԱԱ, տնտեսական անվտանգության, ջրային անվտանգության, բնական ռեսուրսների կառավարման, կայուն զարգացման և տնտեսագիտամաթեմատիկական մոդելավորման վերաբերյալ գիտական մոտեցումները և դրանց վերաբերող հայրենական և արտասահմանյան գրականությունը: Հետազոտության համար տեղեկատվական հիմք են հանդիսացել ՀՀ ջրային ռեսուրսների կառավարման ոլորտին առնչվող իրավական ակտերը, պետական ռազմավարությունները, ծրագրային փաստաթղթերը, վիճակագրական տվյալները, միջազգային կազմակերպությունների զեկույցները, ինչպես նաև գիտական հրապարակումները, մասնավորապես՝ ՀՀ Ազգային վիճակագրական ծառայության, ՀՀ Հանրային ծառայությունների կարգավորման հանձնաժողովի, ՀՀ Տարածքային կառավարման և ենթակառուցվածքների նախարարության (ՏԿԵՆ) Ջրային կոմիտեի և համապատասխան պետական ու մասնավոր մարմինների, ինչպես նաև ՄԱԿ-ի Պարենի և գյուղատնտեսության կազմակերպության, Համաշխարհային բանկի և այլ միջազգային հաստատությունների պաշտոնական նյութերն ու տվյալները:

Հետազոտության ընթացքում կիրառվել են տնտեսագիտամաթեմատիկական մոդելավորման, վիճակագրական, էմպիրիկ, համակարգային վերլուծության, համեմատական վերլուծության, օպտիմալացման, ռիսկերի գնահատման, կանխատեսման և սցենարային մոդելավորման մեթոդները, ինչպես նաև ծախս-օգուտ վերլուծության, պանելային էկոնոմետրիկայի, սցենարային և Մոնտե Կառլոյի մոդելավորման մեթոդներ: Հաշվարկների վերարտադրելիությունը և տվյալների

կառուցվածքը ներկայացվել են հավելվածներում, այդ թվում՝ Python-ով ձևավորված պանելային տվյալների բազայի միջոցով:

Ատենախոսության հիմնական գիտական արդյունքները և նորույթը:

- Առաջարկվել է Հայաստանի անդրսահմանային ջրային ռեսուրսների կառավարման համապարփակ ծրագիր, որը ներառում է կլիմայական հարմարվողականության, ջրի պահպանման, տվյալների փոխանակման և տարածաշրջանային համագործակցության գործիքներ, ինչպես նաև Անդրսահմանային ջրային կառավարման խորհրդի (TWGC) ստեղծման առաջարկ:
- Մշակվել են ՀՀ խմելու և ոռոգման հետ կապված ջրօգտագործման 2026-ից մինչև 2030 թթ. սցենարային գնահատումներ՝ հիմնված բնակչության, տնտեսական աճի, ջերմաստիճանի և ագրարային ջրօգտագործման գործոնների վրա:
- Կատարվել է Երևանի ջրամատակարարման հուսալիության սահմանափակումների կառուցվածքային վերլուծություն և մշակվել է NRW-ի նվազեցման ներդրումների ստոխաստիկ գնահատման շրջանակ՝ տնտեսական իրագործելիությունը և անորոշությունը գնահատելու համար:
- Կառուցվել և էմպիրիկորեն ստուգվել է FSI, ջրային սթրեսի, մեկ շնչին ընկնող ՀՆԱ-ի, էներգետիկ կախվածության, գյուղատնտեսական կառուցվածքի և կլիմայական գործոնների փոխկապակցվածությունը գնահատող պանելային մոդելի մոտեցում:
- Առաջարկվել են խմելու և ոռոգման համակարգերում չհաշվառված ջրի (NRW-ի) նվազեցման, խելացի հաշվառման, արտահոսքերի հայտնաբերման, մոնիթորինգի, իրավական ու ֆինանսական խթանների, ինչպես նաև ջրամբարային լուծումների կիրառական ուղղություններ:

Ատենախոսության արդյունքների տեսական և գործնական նշանակությունը:

Աշխատանքի տեսական նշանակությունը ջրային ռեսուրսների կառավարման խնդրի դիտարկումն է ազգային անվտանգության ռազմավարության և քանակական գնահատման միասնական շրջանակում: Գործնական նշանակությունը պայմանավորված է նրանով, որ առաջարկվող մոդելներն ու միջոցառումները կարող

են օգտագործվել ՀՀ պետական կառավարման մարմինների, ջրային տնտեսության պատասխանատու կառույցների, տեղական ինքնակառավարման մարմինների և ռազմավարական պլանավորմամբ զբաղվող կազմակերպությունների կողմից, մասնավորապես՝ ՀՀ Շրջակա միջավայրի նախարարության, ՀՀ ՏԿԵՆ Ջրային կոմիտեի, խմելու ջրի և ջրահեռացման ծառայություններ մատուցող ընկերությունների ու համայնքների, ԶՐԱՌ ՓԲԸ-ի, ինչպես նաև ՀՀ-ում գործող 14 Զրօգտագործողների ընկերությունների (ԶՕԸ-երի) կողմից: Առաջարկվող մոդելները կարող են կիրառվել պահանջարկի միջնաժամկետ սցենարների կառուցման, համակարգային կորուստների նվազեցման, ներդրումային առաջնահերթությունների ընտրության, ջրային ռիսկերի մոնիթորինգի և ռազմավարական փաստաթղթերի գնահատման համար:

Ատենախոսության արդյունքների փորձաքննությունը և հրապարակումները:

Ատենախոսության հիմնադրույթներն ու գիտական արդյունքները քննարկվել են ԵՊՀ Տնտեսագիտության և կառավարման ֆակուլտետի «Տնտեսագիտության մեջ մաթեմատիկական մոդելավորման» ամբիոնում: Ատենախոսության գիտական արդյունքներն ու նորույթի դրույթները զեկուցվել և հավանության են արժանացել նաև «Հիդրոոդերևութաբանության և շրջակա միջավայրի մոնիթորինգի արդի հիմնախնդիրները Հայաստանի Հանրապետությունում» խորագրով հանրապետական գիտաժողովում (ԵՊՀ, Երևան, 2024թ.), «Փոխակերպվող տնտեսություն. թվային տեխնոլոգիա, տարածական անհամամասնություններ և կյանքի որակ» խորագրով միջազգային գիտաժողովին (ԵՊՀ, Երևան, 2024թ.), «Փոխակերպվող տնտեսություն. մարդկային կապիտալի զարգացում, ստեղծարար նորարարական տնտեսություն, կայուն ներառական աճ» խորագրով միջազգային 2-րդ գիտաժողովին (ԵՊՀ, Երևան, 2025թ.) և International Scientific-Practical Conference “Modern Challenges and Achievements in Information and Communication Technologies – 2025 միջազգային գիտաժողովին (Բաթումի պետական համալսարան, Բաթումի, 2025թ.): Ատենախոսության թեմայի շրջանակներում ստացված արդյունքները արտացոլված են հեղինակի 7 գիտական հրապարակումներում:

Հետազոտության ծավալը և կառուցվածքը: Ատենախոսությունը կազմված է

ներածությունից, երեք գլուխներից, եզրակացություններից, օգտագործված գրականության ցանկից և հավելվածներից: Ատենախոսության ընդհանուր ծավալը կազմում է 209 էջ:

ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ատենախոսության առաջին՝ «Ազգային անվտանգության ապահովման տեսական և մեթոդաբանական հիմքերը» գլխում ուսումնասիրվել է ազգային անվտանգության էությունը, նպատակները և խնդիրները, ինչպես նաև դրա ժամանակակից բազմաբաղադրիչ ընկալումը: Ազգային անվտանգությունը դիտարկվում է որպես փոխկապակցված քաղաքական, տնտեսական, սոցիալական, տեղեկատվական, էներգետիկ, պարենային, բնապահպանական և ջրային գործոնների համակարգ, որի ներսում բնական ռեսուրսների պաշտպանությունը պետական դիմակայունության պայմաններից է: Գլուխը համադրում է ազգային անվտանգության տեսական մոտեցումները՝ ռեալիստական, լիբերալ, կառուցվածքային և հումանիտար անվտանգության ուղղությունները, և հիմնավորում ՀՀ պայմանների համար համակցված մոտեցման կիրառելիությունը: Ուսումնասիրվում են ազգային շահերի և սպառնալիքների դասակարգումները, ինչպես նաև ՀՀ ազգային անվտանգության իրավական ու ինստիտուցիոնալ շրջանակը: Առանձնահատուկ ուշադրություն է դարձվել ջրային ռեսուրսներին ազգային անվտանգության ռազմավարություններում, միջազգային փորձին և Հայաստանի ջրային ապահովվածության առանձնահատկություններին: Վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ ջրային անվտանգությունը պետք է ընկալվի ոչ միայն որպես բնապահպանական ենթաոլորտ, այլև որպես միջոլորտային ռազմավարական ռեսուրս, որը միաժամանակ ազդում է պարենային, էներգետիկ, տնտեսական և սոցիալական կայունության վրա:

Գլխում ջրային անվտանգության գնահատման մեթոդաբանական հիմքը կապվում է ռեսուրսի առկայության, մատչելիության, որակի, մատակարարման հուսալիության, ենթակառուցվածքների խոցելիության և կառավարման կարողության համադրության հետ: Ընդգծվում է, որ ջրի ընդհանուր ծավալը ինքնին բավարար չէ անվտանգության մակարդակը բնութագրելու համար. անհրաժեշտ է գնահատել դրա

տարածքային բաշխումը, սեզոնայնությունը, կորուստները, ջրային համակարգերի տեխնիկական վիճակը և արտակարգ իրավիճակների նկատմամբ դիմակայունությունը: Միջազգային ռազմավարությունների համադրությունը ցույց է տալիս, որ ջրային ռեսուրսները հաճախ ներառվում են կլիմայական, բնապահպանական, պարենային կամ էներգետիկ անվտանգության բաժիններում և հազվադեպ են ներկայացվում որպես ամբողջովին ինքնուրույն ոլորտ: Հայաստանի դեպքում առաջարկվում է այդ կապերը համակարգել միասնական ջրային անվտանգության օրակարգում, որտեղ չափելի ցուցիչները կարող են կապվել ազգային անվտանգության ռազմավարության նպատակների հետ:

Այս հիմքի վրա ջրային ռեսուրսների նկատմամբ սպառնալիքները դիտարկվում են ոչ միայն որպես սակավություն, այլև կառավարման ծախսողումների, հուսալիության նվազման, արտահոսքերի, աղտոտման, կլիմայական շոկերի և անդրազգային կախվածությունների համակցություն: Այդ ձևակերպումը հիմք է տալիս անցնել հաջորդ գլուխների դիսկային, սցենարային և ներդրումային մոդելներին: Միջազգային փորձը ցույց է տալիս, որ պետությունների խոցելիության համակարգային գնահատման գործիքները, ինչպիսին է Fragile State Index-ը (FSI), կարող են արդյունավետորեն համադրվել ջրային ռեսուրսների կառավարման ցուցիչների հետ՝ հնարավորություն տալով քանակականորեն գնահատել, թե ինչպես են ջրային անբավարարվածությունը, կլիմայական փոփոխությունը և էներգետիկ կախվածությունն ազդում պետական ինստիտուցիոնալ կայունության և անվտանգության վրա: FSI-ն, որպես մասնավոր վերլուծական ինդեքս, համադրում է սոցիալական, տնտեսական, քաղաքական և անվտանգային տասներկու ցուցանիշներ՝ ստեղծելով ընդհանուր «խոցելիության» միավոր յուրաքանչյուր երկրի համար:^{1 2}

Առենախոսության երկրորդ՝ «Հայաստանի Հանրապետության ջրային ռեսուրսների արդյունավետ օգտագործման հիմնախնդիրները տարածաշրջանում» գլխում վերլուծվում են ջրային ռեսուրսների ռազմավարական

¹ Fund for Peace. Fragile States Index: Methodology and CAST Framework. - Washington, DC, 2017

² The World Bank. World Development Indicators API: NY.GDP.PCAP.CD; ER.H2O.FWST.ZS; EG.IMP.CON.SZS; NV.AGR.TOTL.ZS. – 2025.

օգտագործման միտումները, կարգավորման գործընթացի նշանակությունը, անդրսահմանային ռիսկերը, պահանջարկի հեռանկարները և քաղաքային ջրամատակարարման բարեփոխումների հնարավորությունները:

Ծախս-օգուտ վերլուծության հիմնական չափանիշներն են՝

$$NPV = PV(\text{Benefits}) - PV(\text{Costs}); \quad BCR = PV(\text{Benefits}) / PV(\text{Costs})$$

Աղյուսակ 1

Առաջարկվող միջամտությունների օգուտ-ծախս հարաբերակցությունը³

Միջամտություն	BCR
Ռոռզման արդիականացում	3.1
Ջրի որակի մոնիթորինգ և տվյալների փոխանակում	2.4
Աղտոտման վերահսկման ծրագրեր	1.8
Տարածաշրջանային համագործակցություն	2.5

Գլխի առաջին ենթաբաժնում ջրային պաշարների կառավարումը դիտարկվում է որպես ՀՀ սոցիալ-տնտեսական զարգացման, պարենային անվտանգության, հիդրոէներգետիկայի, բնակչության ջրամատակարարման և էկոհամակարգային կայունության պայման: Բացահայտվում են ջրային ռեսուրսների անհավասար բաշխվածության, ենթակառուցվածքային մաշվածության, կորուստների, աղտոտման և կլիմայական գործոնների հետ կապված հիմնական ռիսկերը: Երկրորդ ենթաբաժնում ներկայացվում է Հայաստանի անդրսահմանային ջրային ռեսուրսների կառավարման համապարփակ ծրագրի տրամաբանությունը: Ծրագիրը ներառում է ռոռզման արդիականացում, ջրի որակի մոնիթորինգ և տվյալների փոխանակում, աղտոտման վերահսկում, ջրամբարային լուծումներ և տարածաշրջանային համագործակցություն: Ծախս-օգուտ վերլուծությամբ գնահատվում է առաջարկվող միջամտությունների տնտեսական նպատակահարմարությունը: Արդյունքները ցույց են տալիս, որ տարածաշրջանային համագործակցության ուղղությունը ունի բարձր գնահատված օգուտ-ծախս հարաբերակցություն ($BCR = 2.5$), իսկ ջրամբարային ներդրումները դիտարկված կլիմայական սցենարներում տնտեսական

³ Աղբյուր՝ հնդինակի հաշվարկներ

կենսունակություն են ցուցաբերում: Ծախս-օգուտ վերլուծության կառուցվածքում համադրվում են սկզբնական ներդրումային և գործառնական ծախսերը՝ ակնկալվող արտադրողականության, ջրի խնայողության, ծառայությունների հուսալիության, առողջապահական, բնապահպանական և համագործակցային օգուտների հետ: Դրա նպատակն է ոչ թե կանխորոշել մեկ պարտադիր լուծում, այլ տարբեր միջոցառումները համեմատելի դարձնել զուտ ներկա արժեքի և օգուտ-ծախս հարաբերակցության միջոցով:

Առաջարկվող կառավարման շրջանակը ներառում է նաև տվյալների համադրելիության և պարբերական մոնիթորինգի պահանջ: Երրորդ ենթաբաժնում կառուցվում են 2026-ից մինչև 2030 թթ. խմելու ջրի և ոռոգման հետ կապված ագրարային ջրօգտագործման սցենարներ: Օգտագործվում են երկու փոխլրացնող մոտեցումներ՝ փաստացի մատակարարման և ագրարային ճնշման սցենարային գնահատում, ինչպես նաև մարզային նորմատիվ մոդել՝ բնակչության, տնտեսական աճի և ջերմաստիճանի ազդեցությունները հաշվի առնելու համար: Մոնտե Կառլոյի զգայունության վերլուծությամբ 2030 թ. խմելու ջրի պահանջարկի բազային սցենարի P5, P50 և P95 գնահատականները կազմել են համապատասխանաբար 130,8, 133,7 և 136,9 մլն մ³: Ագրարային ջրօգտագործման ցուցիչը մեկնաբանվում է որպես ոռոգման հետ կապված համակարգային ճնշման մոտավոր ցուցիչ, ոչ թե որպես մաքուր ոռոգման պահանջարկի ճշգրիտ չափում:

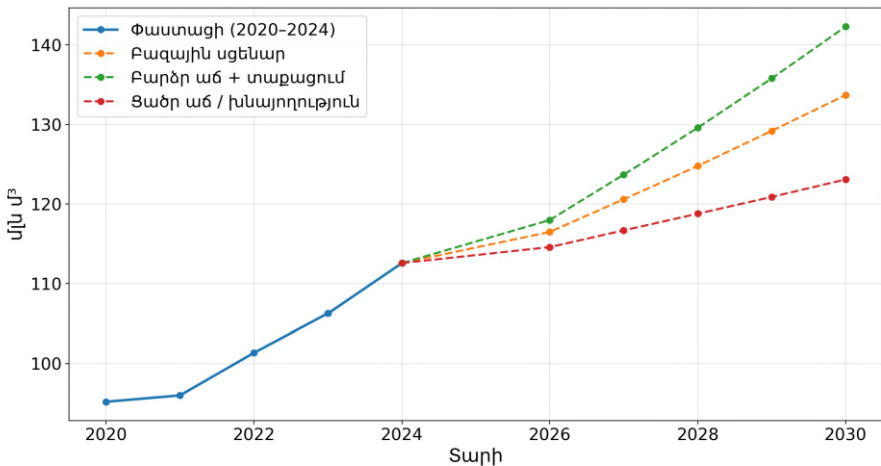
Խմելու ջրի պահանջարկի կիրառված ֆունկցիոնալ մոդելն է՝

$$\ln(DWD_{t,r}) = \alpha + \beta_1 GDP_{gt} + \beta_2 \ln(Pop_{t,r}) + \beta_3 Temp_{t,r} + \sum \gamma_r Marz_r + \varepsilon_{t,r}$$

որտեղ $DWD_{t,r}$ -ն խմելու ջրի պահանջարկն է t տարում և r մարզում, GDP_{gt} -ն ՀՀ իրական ՀՆԱ-ի տարեկան աճի տեմպն է, $Pop_{t,r}$ -ն տվյալ մարզի բնակչությունն է, $Temp_{t,r}$ -ն տվյալ մարզի ջերմաստիճանային ցուցանիշն է, $DWD_{t,r}$ -ն խմելու ջրի պահանջարկն է, GDP_{gt} -ն՝ ՀՆԱ-ի իրական աճը, $Pop_{t,r}$ -ն՝ բնակչությունը, $Temp_{t,r}$ -ն՝ ջերմաստիճանը, իսկ $Marz_r$ -ը՝ մարզային կեղծ փոփոխականները բինար փոփոխականներն են r -րդ մարզում (dummy variables)՝ հավասար 1-ի, եթե դիտարկումը վերաբերում է տվյալ մարզին և հավասար 0-ի՝ հակառակ դեպքում:

Այստեղ t -ն տարիներն են՝ 2026–2030 թթ., իսկ r -ը մարզի անվանումն է և $r \in \{\text{Արագածոտն, Արարատ, Արմավիր, Գեղարքունիք, Լոռի, Կոտայք, Շիրակ, Սյունիք, Վայոց Ձոր, Տավուշ}\}$ բազմությանը: Մարզային լոգարիթմական գնահատման դեպքում ստացված արժեքը վերածվում է ֆիզիկական ծավալի՝ $DWD(t, r) = e^{\wedge[\text{կանխատեսված } \ln(DWD(t, r))]}$ բանաձևով, իսկ հանրապետական գնահատականը ստացվում է մարզային արժեքների գումարմամբ՝ $DWD_t, << = \sum DWD(t, r)$:

Խմելու ջրի պահանջարկի փաստացի և սցենարային դինամիկան



Գծապատկեր 1. Խմելու ջրի պահանջարկի փաստացի և սցենարային դինամիկան⁴

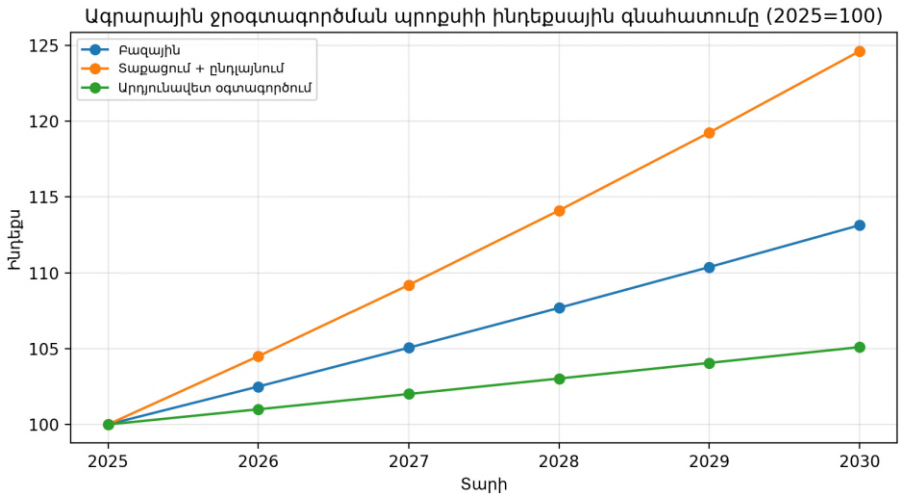
Ագրարային ջրօգտագործման մոտավոր ցուցիչի համար առաջարկվող աշխատանքային ֆունկցիոնալ բանաձևն է՝

$$\ln(AWP_t, r_j) = \alpha + \beta_1 GDP_t + \beta_2 \ln(IrrLand_t, r_j) + \beta_3 Temp_t, r_j + \beta_4 \ln(Farms_t, r_j) + \sum \gamma_r Marz_r + \varepsilon_t, r_j$$

Այստեղ $AWP(t, r)$ -ն ագրարային ջրօգտագործման մոտավոր ցուցիչն է, $IrrLand(t, r)$ -ը՝ ոռոգվող կամ փաստացի ոռոգված հողատարածքը, $Farms(t, r)$ -ը՝ գյուղացիական

⁴ Աղբյուր՝ հեղինակի հաշվարկներ՝ պատմական շարքի և կանխատեսման աղյուսակի հիման վրա: Նշում՝ 2025 թ. առանձին կետ չի ցուցադրվում. գրաֆիկում 2024 թ. փաստացի կետը միացված է 2026 թ. սցենարային արժեքներին, իսկ հաշվարկներում 2025 թ. ընդունվել է 2024 թ. մակարդակին հավասար:

տնտեսությունների թիվը, իսկ Marz-ը՝ մարզային կեղծ փոփոխականները: Այս կառուցվածքում ոռոգվող հողատարածքն ու ջերմաստիճանը պահպանվում են որպես գլխավոր բացատրող գործոններ, իսկ տնտեսությունների թիվը արտացոլում է ոլորտի կազմակերպական կառուցվածքը:



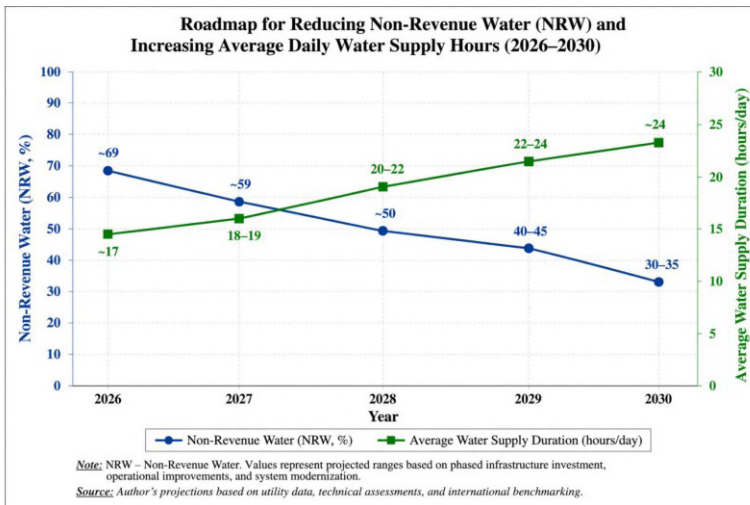
Գծապատկեր 2. Ագրարային ջրօգտագործման պրոքսիի ինդեքսային գնահատումը (2025 = 100)⁵

Չորրորդ ենթաբաժնում Երևանի շուրջօրյա ջրամատակարարման հնարավորությունը դիտարկվում է ենթակառուցվածքային, կառավարչական, ֆինանսական և վարքագծային սահմանափակումների համատեքստում: Մշակված ստոխաստիկ ֆինանսական գնահատման շրջանակում NRW-ի նվազեցմանն ուղղված ներդրումները ցուցաբերում են դրական տնտեսական արդյունք փորձարկված սցենարներում: Ներկայացված ճանապարհային քարտեզի համաձայն, համադրված արդիականացման, խելացի կառավարման և պայմանագրային կարգավորման պայմաններում 2030-ին հնարավոր է քաղաքի մեծ մասում մոտենալ գրեթե շուրջօրյա ծառայության:

⁵ Աղբյուր՝ հեղինակի հաշվարկներ:

Ջրամատակարարման կորուստների նվազեցման և ծառայության շարունակականության բարելավման ճանապարհային քարտեզ (2026–2030)⁶

Տարի	Ջրամատակարարման միջին տևողություն (ժամ/օր)	Ոչ եկամտաբեր ջուր (NRW, %)	Համակարգային խափանումներ
2026	~17	~69	Բարձր
2027	18–19	~59	Նվազող
2028	20–22	~50	Նվազող
2029	22–24	~40–45	Ցածր
2030	~24	~30–35	Շատ ցածր



Գծապատկեր 3. Չհաշվառված ջրի կրճատման և օրական միջին ջրամատակարարման տևողության ժամերի ավելացման կախվածության դինամիկան⁷

NRW-ի ներդրումային գնահատման համար կիրառված Մոնտե Կառլոյի մոտեցումը թույլ է տալիս փոփոխական սակագների, կապիտալ ծախսերի, զեղչման դրույքների և տեխնիկական արդյունավետության պայմաններում ստանալ ոչ միայն

⁶ Աղբյուր՝ հեղինակի հաշվարկներ:

⁷ Աղբյուր՝ հեղինակի հաշվարկներ:

մեկ ֆինանսական գնահատական, այլ նաև դրա հավանական միջակայքը: Այսպիսով, որոշումը կապվում է ինչպես ակնկալվող վերադարձի, այնպես էլ անբարենպաստ սցենարների նկատմամբ ծրագրի կայունության հետ:

Հետազոտությունը շեշտում է, որ շուրջօրյա մատակարարման խնդիրը չի սահմանափակվում ջրի աղբյուրների ծավալով: Այն պահանջում է կորուստների նվազեցում, մատակարարման գոտիների կառավարում, ճնշման վերահսկում, հաշվառման ճշգրտություն, ցանցերի փուլային վերականգնում, ֆինանսական կայունություն և ծառայության որակի նկատմամբ հստակ պարտավորություններ:

Ատենախոսության երրորդ՝ «Ջրային ռեսուրսների օգտագործման արդյունավետության տնտեսագիտամաթեմատիկական մոդելավորումը Հայաստանի Հանրապետությունում» գլխում ներկայացվում են ջրային ռիսկերի գնահատման, մատակարարման և սպառման արդյունավետության էմպիրիկ վերլուծության, ինչպես նաև ջրային անվտանգության խնդիրների մոդելավորման և հնարավոր լուծումների մոտեցումները: Առաջին ենթաբաժնում ձևակերպվում են ջրային ռեսուրսների օգտագործման ռիսկերի գնահատման հիմքերը ազգային անվտանգության համատեքստում: Ռիսկերը դասակարգվում են ըստ բնական, ենթակառուցվածքային, տնտեսական, կառավարչական, կլիմայական և անդրսահմանային բաղադրիչների: Ներկայացվում է տվյալահեն մոնիթորինգի, կանխատեսող վերլուծության, ջրային համակարգերի ակտիվների կառավարման և քարտեզագրական վիզուալիզացիայի կիրառման անհրաժեշտությունը: Երկրորդ ենթաբաժնում FSI-ի և ջրային անբավարարվածության փոխկապակցվածությունը ուսումնասիրվում է Հայաստանի, Վրաստանի, Ադրբեջանի, Իրանի, Թուրքիայի և Ռուսաստանի 2011-ից մինչև 2020 թթ. պանելային տվյալներով: Գնահատվել է երկկողմանի ֆիքսված ազդեցություններով (two-way fixed effects) մոդել՝ երկրի և տարվա ազդեցությունների վերահսկմամբ: Ջրային սթրեսի գործակիցը դրական նշան ունի, սակայն տվյալ ընտրանքում 5% մակարդակում վիճակագրորեն նշանակալի չէ: Միաժամանակ մեկ շնչին ընկնող ՀՆԱ-ի, էներգետիկ կախվածության և գյուղատնտեսական կառուցվածքի ցուցիչները ցուցաբերում են վիճակագրորեն նշանակալի կապեր FSI-ի հետ: Այս արդյունքը պահանջում է ջրային ռիսկերը

մեկնաբանել ավելի լայն սոցիալ-տնտեսական և ինստիտուցիոնալ միջավայրում և հաշվի առնել ընտրանքի սահմանափակ ծավալը:

Երկրի և տարվա ֆիքսված ազդեցություններով հիմնական մոդելն է՝

$$FSlit = \alpha_i + \gamma_t + \beta_1 \cdot WSit + \beta_2 \cdot \ln(GDPpcit) + \beta_3 \cdot ENDEPit + \beta_4 \cdot AGRshareit + \beta_5 \cdot CLIMit + \varepsilon it$$

որտեղ՝

FSlit – Fragile State Index–ի միավորը երկրի i-ի համար տարվա t-ին,

α_i – երկրի ֆիքսված ազդեցությունը (country fixed effect),

γ_t – տարվա ֆիքսված ազդեցությունը (տարեկան ընդհանուր շուկեր և տարածաշրջանային/գլոբալ ազդեցություններ),

WSit – ջրային սթրեսի ցուցիչը,

$\ln(GDPpcit)$ – մեկ շնչին ընկնող ՀՆԱ-ի լոգարիթմը,

ENDEPit – էներգետիկ կախվածության ցուցիչը,

AGRshareit – գյուղատնտեսության բաժինը ՀՆԱ-ում,

CLIMit – կլիմայական փոփոխականի ցուցիչ, կառուցված որպես տարեկան միջին ջերմաստիճանի անոմալիա երկրի 1991–2020 թթ. երկարաժամկետ միջինի նկատմամբ,

εit – պատահական սխալի անդամ:

Պանելային բազան սկզբունքորեն ներառում է 60 երկիր-տարի դիտարկում, որոնցից հիմնական գնահատման մեջ օգտագործվել է 59 ամբողջական դիտարկում: Երկրի և տարվա ֆիքսված ազդեցությունների ներառումը վերահսկում է երկրների ժամանակի ընթացքում անփոփոխ առանձնահատկությունները և բոլոր երկրների համար ընդհանուր տարեկան շուկերը: Այնուամենայնիվ, վեց երկրի և տասը տարվա սահմանափակ ընտրանքը պահանջում է արդյունքները մեկնաբանել որպես վերլուծական և սցենարային հիմք, ոչ թե որպես լայն պատճառահետևանքային ընդհանրացում:

FSI-ն աշխատանքի մեջ օգտագործվում է որպես մակրո մակարդակի համակցված ցուցիչ, որով հնարավոր է հետևել ջրային ռիսկերի հնարավոր արտահայտմանը պետության տնտեսական, սոցիալական և ինստիտուցիոնալ դիմակայունության

ավելի լայն համակարգում: Այս մոտեցումը առաջարկվում է համադրել SDG 6, SDG 7, SDG 13, SDG 2 և SDG 15 նպատակների չափելի ցուցիչների հետ:

Գնահատման հիմնական տարբերակը two-way fixed effects մոդելն է՝ country-clustered ստանդարտ սխալներով: Մեկ շնչին ընկնող ՀՆԱ-ն գնահատման մեջ օգտագործվել է լոգարիթմական ձևով, քանի որ դա նվազեցնում է սանդղակի շեղվածությունը և թույլ է տալիս ավելի կայուն ու մեկնաբանելի գնահատականներ ստանալ:

Հիմնական գնահատման արդյունքները ցույց են տալիս, որ ջրային սթրեսի գործակիցը դրական է ($\beta^{\wedge} = 0.6168$), ինչը համահունչ է տեսական սպասմանը, սակայն այն 5% մակարդակում վիճակագրորեն նշանակալի չէ ($p = 0.1322$):

Միևնույն ժամանակ, $\ln(\text{GDPpc})$ -ը բացասական և նշանակալի է ($\beta^{\wedge} = -13.3597$, $p = 0.0240$), էներգետիկ կախվածության ցուցիչը բացասական և բարձր նշանակալի է ($\beta^{\wedge} = -0.1016$, $p < 0.001$), գյուղատնտեսության բաժինը ՀՆԱ-ում ևս բացասական և նշանակալի է ($\beta^{\wedge} = -0.9056$, $p = 0.0218$), իսկ կլիմայական գործակիցը հիմնական մոդելում նշանակալի չէ ($\beta^{\wedge} = 0.6458$, $p = 0.2802$):

FSI-ի համեմատական պատկերը և էմպիրիկ գնահատման արդյունքները

- FSI-ի համեմատական պատկերը սույն հետազոտությունում ուսումնասիրվել է ոչ միայն նկարագրական, այլև էկոնոմետրիկ եղանակով՝ օգտագործելով 2011–2020 թթ. պանելային տվյալները Հայաստանի, Վրաստանի, Ադրբեջանի, Թուրքիայի, Իրանի և Ռուսաստանի Դաշնության համար: Այդ նպատակով մոդելը իմպլեմենտացվել է Python ծրագրավորման լեզվի միջոցով, որը օգտագործելով մշակված տվյալները, իրականացրել է պանելային վերլուծություն (տես Ատենախոսության Հավելված Գ): Հիմնական two-way fixed effects գնահատումը ցույց է տալիս, որ ջրային սթրեսի աճը կապված է FSI-ի աճի հետ ըստ նշանի, սակայն այդ կապը տվյալ նմուշում վիճակագրորեն ուժեղ չէ:
- Սա կարևոր է, քանի որ տեսականորեն ջրային խնդիրները պետք է արտացոլվեն տնտեսական անկման, անհավասար զարգացման, հանրային ծառայությունների վատթարացման և սոցիալական դժգոհության ուղիներով, բայց փոքր տարածաշրջանային պանելում այդ ազդեցությունը կարող է մասամբ կլանվել այլ կառուցվածքային գործոններով:

- Գնահատման մեջ $\ln(\text{GDPpc})$ -ը (Gross Domestic Product per capita/ մեկ շնչին ընկնող ՀՆԱ-ի բնական լոգարիթմը) բացասական և նշանակալի է, ինչը վկայում է, որ ավելի բարձր եկամտային մակարդակը կապված է ավելի ցածր խոցելիության հետ:
- ENDEP և AGRshare փոփոխականները ևս ցուցաբերում են վիճակագրորեն նշանակալի բացասական կապ FSI-ի հետ տվյալ նմուշում:
- Այս արդյունքները հուշում են, որ եկամտային, էներգետիկ և ագրարային կառուցվածքային հատկանիշները տվյալ տարածաշրջանային պանելում ավելի կայուն կապ են ցուցաբերում FSI-ի հետ, քան ջրային սթրեսը միայնակ:
- Կլիմայական գործակիցը հիմնական մոդելում վիճակագրորեն նշանակալի չէ, սակայն դրա ներառումը կարևոր է մոդելի կառուցվածքային ամբողջականության համար:
- Հետևաբար, ջրային ռիսկերը պետք է մեկնաբանել ոչ թե մեկուսացված, այլ ընդհանուր սոցիալ-տնտեսական և ռեսուրսային համակարգի մեջ:
- Արդյունքների կայունությունը լրացուցիչ ստուգվել է այլընտրանքային կլիմայական ցուցիչով, և հիմնական գործակիցների նշաններն ու մեծությունները հիմնականում պահպանվել են:
- Միաժամանակ, պետք է հաշվի առնել, որ պանելն ընդգրկում է միայն 6 երկիր և 10 տարի, իսկ cluster-ների սահմանափակ քանակը թուլացնում է վիճակագրական inference-ի ուժը:

Հիմնական գնահատման կոմպակտ արդյունքները ներկայացված են ստորև բերված աղյուսակում:

Աղյուսակ 3

Երկկողմ fixed effects հիմնական գնահատման արդյունքները (2011–2020 թթ.)⁸

Փոփոխական	Գործակից	Ստանդարտ սխալ	p-արժեք
WS	0.6168	0.4097	0.1322
$\ln(\text{GDPpc})$	-13.3597	5.9193	0.0240
ENDEP	-0.1016	0.0237	< 0.001
AGRshare	-0.9056	0.3947	0.0218
CLIM	0.6458	0.5981	0.2802

⁸ Աղբյուր՝ հեղինակի հաշվարկներ:

Երրորդ ենթաբաժնում մշակվել են NRW-ի նվազեցման և ջրային անվտանգության բարձրացման գործնական լուծումներ: Դրանք ներառում են խելացի հաշվառման, ավտոմատացված արտահոսք հայտնաբերող տեխնոլոգիաների, ճնշման կառավարման, ցանցերի փուլային վերակառուցման, իրավական և ֆինանսական խթանների, ինչպես նաև ջրամբարային ենթակառուցվածքի զարգացման միջոցառումներ: Առաջարկվող մոտեցումը միավորում է տեխնիկական արդյունավետությունը, ներդրումային նպատակահարմարությունը և համակարգի կառավարման որակը: Գործնական միջոցառումների գնահատման համար նախատեսվում է հաշվառել ջրի ֆիզիկական և առևտրային կորուստները, ակտիվների վիճակը, սպասարկման ծախսերը, մատակարարման շարունակականությունը և սպառման կառուցվածքը: Այս ցուցիչները կարող են ներկայացվել քարտեզների, տեխնոլոգիական սխեմաների և տվյալային վահանակների միջոցով, ինչը նպաստում է խնդրահարույց գոտիների տեսանելիությանը և վերանորոգման առաջնահերթությունների հիմնավորմանը:

Աղյուսակ 4

Ծախս-օգուտ վերլուծություն և NPV-ի հաշվարկ ջրամատակարարման համակարգի համար⁹

Մնվանում	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ընդհանուր օգուտներ	0	3,008,600	4,512,900	6,017,200	7,521,500	9,025,800	10,530,100	12,034,400	13,538,700	15,043,000
Ընդհանուր ծախսեր	19,250	19,250	19,250	19,250	19,250	19,250	19,250	19,250	19,250	19,250
Չուտ դրամական հոսք	-19,250	2,989,350	4,493,650	5,997,950	7,502,250	9,006,550	10,510,850	12,015,150	13,519,450	15,023,750
R = 12%	1.0000	0.8929	0.7972	0.7118	0.6355	0.5674	0.5066	0.4523	0.4039	0.3606
ԶԼՄ (NPV)	-19,250	2,669,063	3,582,310	4,269,222	4,767,816	5,110,558	5,325,124	5,435,044	5,460,279	5,417,715

⁹ Աղբյուր՝ հեղինակի հաշվարկներ:

Ծախս-օգուտ վերլուծություն և NPV-ի հաշվարկ ոռոգման համակարգի համար¹⁰

Անվանում	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ընդհանուր օգուտներ	0	446,953	446,953	446,953	446,953	446,953	446,953	446,953	446,953	446,953
Ընդհանուր ծախսեր	2,200,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Զուտ դրամական հոսք	-2,200,000	446,953	446,953	446,953	446,953	446,953	446,953	446,953	446,953	446,953
R = 12%	1.0000	0.8929	0.7972	0.7118	0.6355	0.5674	0.5066	0.4523	0.4039	0.3606
ԶԽՄ (NPV)	-2,200,000	399,065	356,308	318.132	284,047	253,613	226,440	202,179	180,517	161,176

Աշխատանքի հավելվածները ներկայացնում են պահանջարկի հաշվարկների և պանելային մոդելի վերարտադրելիության սահմանափակումները: Դրանցից հիմնականն է միասնական մարզ x տարի տվյալների բազայի անհրաժեշտությունը, որը պետք է ներառի փաստացի խմելու և ոռոգման ջրի պահանջարկ, բնակչություն, ջերմաստիճան, ոռոգվող հողատարածք, տեխնոլոգիական արդյունավետություն և մատակարարման սահմանափակումներ: Այս ուղղությամբ տվյալների որակի բարելավումը դիտարկվում է մոդելավորման հետագա զարգացման անհրաժեշտ պայման:

ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՎ ԱՌԱՋԱՐԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. ՀՀ ջրային ռեսուրսների պահպանումն ու արդյունավետ օգտագործումը պետք է դիտարկել որպես ազգային անվտանգության միջուկորտային բաղադրիչ՝ այն կապելով տնտեսական, պարենային, էներգետիկ, սոցիալական և էկոլոգիական անվտանգության նպատակների հետ:
2. FSI-ի և ջրային սթրեսի կապի էմպիրիկ գնահատումը ցույց է տվել ջրային սթրեսի դրական ուղղության կապ FSI-ի հետ, սակայն վեց երկրի՝ 2011-ից մինչև 2020 թթ. ընտրանքում այդ ազդեցությունը 5% մակարդակում վիճակագրորեն նշանակալի չէ: Հետևաբար ջրային քաղաքական եզրահանգումները պետք է հիմնվեն ոչ թե մեկ ցուցիչ, այլ ջրային, տնտեսական, էներգետիկ, ինստիտուցիոնալ և կլիմայական գործոնների համակցված մոնիթորինգի վրա:
3. Հետազոտության մեջ առաջարկված Հայաստանի անդրսահմանային ջրային ռեսուրսների կառավարման համապարփակ ծրագիրը նախատեսում է

¹⁰ Աղբյուր՝ հեղինակի հաշվարկներ:

Անդրսահմանային ջրային կառավարման խորհրդի (TWGC) ստեղծում՝ Հայաստանի և նրա հարևանների միջև համակարգումը դյուրացնելու համար: Ծախս-օգուտ վերլուծությունը հստակ ցույց է տալիս, որ առաջարկվող ջրային կառավարման միջամտությունները տնտեսապես կենսունակ են, հատկապես կլիմայի փոփոխության կանխատեսվող ազդեցությունների և ջրի սակավության համատեքստում: Ծախս-օգուտ գնահատումները ցույց են տալիս, որ նման համագործակցությունն ու ջրամբարային նախագծերը կարող են ունենալ տնտեսական հիմնավորում:

4. ՀՀ-ում խմելու և ոռոգման ջրի 2026-ից մինչև 2030 թթ. պահանջարկի գնահատումները վկայում են, որ համակցված ջրային ճնշման հիմնական մասը ձևավորվում է ոռոգման ուղղությամբ, մինչդեռ խմելու ջուրը մնում է սոցիալապես առաջնահերթ և բնակչության ու ջերմաստիճանի փոփոխությունների նկատմամբ զգայուն ոլորտ: Ուստի ջրային քաղաքականությունը պետք է զուգորդի խմելու ջրի առաջնահերթությունը ոռոգման արդյունավետության բարձրացման, սցենարային պլանավորման և անորոշության հաշվառման հետ: Խմելու ջրի մասում ստացվում է սցենարային պահանջարկի ուղի, իսկ ոռոգման մասում՝ այդ պահանջարկի հետ կապվող ագրարային ճնշման մոտավոր գնահատում:
5. Երևան քաղաքի շուրջօրյա ջրամատակարարման խնդիրը լուծելի է, սակայն պահանջում է ներդրումների, կառավարման և կարգապահության համադրված մոտեցում: Արդյունքները ցույց են տալիս, որ չհաշվառված ջրի (NRW) նվազեցումը տնտեսապես արդյունավետ միջամտությունն է, որը կապահովի դրական զուտ ներկա արժեք (NPV) բոլոր փորձարկված ենթադրությունների դեպքում: Զգայունության վերլուծությունը հաստատում է արդյունքների կայունությունը գեղչման դրույքների, սակագների մակարդակների և արդյունավետության աճի տարբեր պայմաններում: Պատշաճ ֆինանսական և կառավարման մոդելների դեպքում 5-7 տարվա ընթացքում հնարավոր է իրականացնել զգալի բարելավումներ՝ քաղաքի մեծ մասում մոտենալով շուրջօրյա ջրամատակարարման: Առաջարկվում է մշակել միասնական ջրային տվյալների և մոնիթորինգի համակարգ, ներդնել հաշվառման և արտահոսքերի հայտնաբերման թվային գործիքներ, գնահատել ներդրումային ծրագրերը ծախս-

օգուտ և ռիսկային սցենարների միջոցով, ինչպես նաև ապահովել խմելու ու ոռոգման համակարգերի համար տարբերակված, սակայն փոխկապակցված կառավարման մոտեցում:

6. Հայաստանի Հանրապետության ջրային ռեսուրսների անվտանգությունը պահանջում է համապարփակ և ինտեգրացիոն մոտեցում: Ակնհայտ է, որ առկա սպառնալիքները՝ թե՛ էկոլոգիական, թե՛ կառավարման բնույթի, չեն կարող հաղթահարվել մեկ առանձին ոլորտի միջոցով:

Անհրաժեշտ է՝

- Զրային անվտանգության ռազմավարությունը սահմանել որպես ազգային անվտանգության բաղադրիչ:
- Գնահատել խմելու և ոռոգման ջրի կորուստների նվազեցման համար անհրաժեշտ միջոցառումները (ներդրումային և իրավական):
- Կատարել վերը նշված միջոցառումների ծախս-օգուտ վերլուծություն:
Առենախտության հիմնական արդյունքները հրապարակվել են թվով յոթ գիտական հրատարակություններում.

1. Karapetyan T.A., The peculiarities of modeling the security problems of water resources in Republic of Armenia and possible solutions, Proceedings of the Engineering Academy of Armenia (PEAA). Economics and Management. 2024. v. 21, n 1, p. 46-52. DOI: <https://doi.org/10.64201/18290043-1eaa24-46>
2. Karapetyan T.A., Karapetyan A.T., A comprehensive plan for the Republic of Armenia's transboundary water governance: Integrating cost-benefit analysis and climate adaptation measures, Proceedings of the Engineering Academy of Armenia (PEAA). Economics and Management, 2025. v. 22, n 1, p. 86-96. DOI: <https://doi.org/10.64201/18290043-2eaa2024-08>
3. Կարապետյան Տ.Ա., Պետության խոցելիության մակարդակի (FSI) և ջրային անբավարարվածության փոխկապակցվածությունը՝ ՀՀ-ի օրինակով, Հայաստանի ճարտարագիտական ակադեմիայի Լրաբեր (ՀՃԱԼ), Էկոնոմիկա և Կառավարում, 2025, հատոր 22, էջեր 129-138: DOI: <https://doi.org/10.64201/18290043-2eaa2024-07>

4. Karapetyan T.A., Karapetyan A.T., Approaches to the development of a water resource safety system in the Republic of Armenia, Bulletin of Yerevan University: Economics, 2025, Vol. 16, No. 2(46), December, 71-79, DOI: <https://doi.org/10.46991/BYSU.G.2025.16.2.071>
5. Tigran Karapetyan, Feasibility of 24-hour water supply in Yerevan city: system constraints, reform pathways and 2030 scenarios, Economics, Finance and Accounting, 2026, Vol. 1 No. 17. p. 192-204. DOI: <https://doi.org/10.59503/29538009-2026.1.17-192>
6. Կարապետյան Տ.Ա., Հայաստանի Հանրապետությունում ջրի պահանջարկի և տնտեսական աճի փոխկապակցվածությունը. Խմելու և ոռոգման ջրի պահանջարկի կանխատեսում (2026–2030 թ.թ.), Սոցիալ-տնտեսական զարգացման հիմնախնդիրներ գիտական հոդվածների ժողովածու 1 (14), 2026, էջեր 162-180, DOI: <https://doi.org/10.61546/25792679-2026.1.14-ppr-11>
7. Karapetyan T.A., Karapetyan A.T., The Role of Smart Solutions in Modeling the Security Problems of Water Resources in RA, IV International Scientific–Practical Conference “Modern Challenges and Achievements in Information and Communication Technologies–2025”, 2025, pp. 104-106. https://icsconf.gtu.ge/storage/documents/shromebis%20krebuli%20-%202025_print_20.12.2025.pdf

КАРАПЕТЯН ТИГРАН АРАМОВИЧ

«ПРОБЛЕМЫ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СТРАТЕГИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В АСПЕКТЕ СОХРАНЕНИЯ И ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ»

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук по специальности 08.00.08 — «Математическое моделирование экономики»

Защита диссертации состоится 27 августа 2026 года в 15:00 на заседании специализированного совета по экономике 015 Комитета по высшему образованию и науке МНКС Республики Армения, действующего в Ереванском государственном университете.

Адрес: ул. Абовяна, 52, 0025, г. Ереван.

РЕЗЮМЕ

Актуальность исследования определяется тем, что сохранение и эффективное использование водных ресурсов Республики Армения непосредственно связаны с экономической, продовольственной, энергетической, экологической и социальной устойчивостью государства. Неравномерность распределения воды, изношенность инфраструктуры, высокие потери, климатические риски и сложности управления трансграничными водами обуславливают необходимость рассматривать водную безопасность как межсекторальный компонент национальной безопасности.

Цель исследования состоит в изучении и экономико-математическом моделировании проблем сохранения и эффективного управления водными ресурсами Республики Армения в контексте стратегии национальной безопасности. Объектом является система управления водными ресурсами РА, а предметом — методы ее экономико-математического моделирования и возможности их применения в стратегическом планировании. Используются системный, сравнительный, статистический и эмпирический анализ, оценка рисков, оптимизация, анализ затрат и выгод, сценарное моделирование, моделирование Монте-Карло и панельная эконометрика.

В диссертации представлены следующие основные результаты и элементы новизны:

- предложена комплексная программа управления трансграничными водными ресурсами Армении, включающая климатическую адаптацию, мониторинг, обмен данными и институциональный механизм координации; расчетное отношение выгод к затратам для регионального сотрудничества составляет $BCR = 2,5$;
- разработаны сценарные оценки спроса на питьевую воду и связанного с орошением аграрного водопользования на 2026–2030 гг.; для базового сценария спроса на питьевую воду в 2030 г. интервал P5–P50–P95 составляет 130,8–133,7–136,9 млн м³;
- для Еревана разработана финансовая модель оценки инвестиций в сокращение неучтенной воды (NRW), показавшая положительный экономический эффект рассмотренных сценариев;
- для Армении, Грузии, Азербайджана, Ирана, Турции и России за 2011–2020 гг. оценена модель с фиксированными эффектами страны и года; коэффициент водного стресса положителен, но не достигает статистической значимости на уровне 5%.

Практическая значимость состоит в возможности использования предложенных моделей и мер государственными органами, водохозяйственными организациями, местными органами власти предоставляющие услуги водоснабжения и водоотведения для мониторинга рисков, выбора инвестиционных приоритетов, планирования спроса, снижения потерь воды и повышения водной безопасности.

TIGRAN ARAM KARAPETYAN

“FUNDAMENTAL ISSUES OF ECONOMIC–MATHEMATICAL MODELING OF NATIONAL SECURITY STRATEGY IN THE CONTEXT OF THE CONSERVATION AND EFFICIENT USE OF THE WATER RESOURCES OF THE REPUBLIC OF ARMENIA”

Abstract of the dissertation submitted for the degree of Candidate of Economic Sciences in the field 08.00.08 — “Mathematical Modelling of the Economy”

The defense of the dissertation will take place at 15:00 on 27 August 2026 in the Meeting of Specialized Council 015 in Economics of the Higher Education and Science Committee of the MSCS of the Republic of Armenia, acting at Yerevan State University. Address: 52 Abovyan St., 0025, Yerevan.

ABSTRACT

The relevance of the study stems from the direct relationship between the efficient use and preservation of water resources and the economic, food, energy, environmental, and social resilience of the Republic of Armenia. Uneven water distribution, ageing infrastructure, high losses, climate risks, and the complexities of transboundary water management require water security to be treated as an intersectoral component of national security.

The study aims to examine and apply economic and mathematical modelling to the conservation and efficient management of Armenia’s water resources in the context of the national security strategy. The object is the water-resource management system of the Republic of Armenia, while the subject is the set of economic and mathematical modelling methods applicable to this system and to strategic planning. The methodology combines systems, comparative, statistical, and empirical analysis, risk assessment, optimisation, cost-benefit analysis, scenario modelling, Monte Carlo simulation, and panel econometrics.

The main results and elements of scientific novelty are:

- a comprehensive programme for Armenia’s transboundary water governance was proposed, combining climate adaptation, monitoring, data exchange, and an institutional coordination mechanism; the estimated benefit-cost ratio for regional cooperation is $BCR = 2.5$;

- scenario estimates of drinking-water demand and irrigation-related agricultural water use were developed for 2026–2030; the P5–P50–P95 interval for baseline drinking-water demand in 2030 is 130.8–133.7–136.9 million m³;
- a financial model was developed for assessing investments to reduce non-revenue water (NRW) in Yerevan, indicating a positive economic effect in the examined scenarios;
- a country- and year-fixed-effects model was estimated for Armenia, Georgia, Azerbaijan, Iran, Turkey, and the Russian Federation for 2011–2020; the water-stress coefficient is positive but not statistically significant at the 5% level.

The practical significance lies in the potential use of the proposed models and measures by public authorities, water-management organisations, service providers, and local governments for risk monitoring, investment prioritisation, demand planning, water losses reduction, and water-security policy.

