

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ  
ԱԿԱԴԵՄԻԱ

ՎԱՐԴԱՆ ԼԵՎՈՆԻ ԱՍԱՏՐՅԱՆ

ՍԵՎԱՆԱ ԼԻՃ ԹԱՓՎՈՂ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԳԵՏԵՐԻ ԱՐԴԻ ԷԿՈԼՈԳԻԱԿԱՆ  
ՎԻՃԱԿԻ ՀԱՄԱԼԻՐ ԳՆԱՀԱՏԱԿԱՆԸ

Գ.00.11 - «Էկոլոգիա» մասնագիտությամբ կենսաբանական գիտությունների  
թեկնածուի զիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության

Ս Ե Ղ Մ Ա Գ Ի Ր

ԵՐԵՎԱՆ - 2014

---

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ

АСАТРЯН ВАРДАН ЛЕВОНОВИЧ

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ  
ОСНОВНЫХ РЕК, ВПАДАЮЩИХ В ОЗЕРО СЕВАН

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук  
по специальности 03.00.11 - “Экология”

Е Р Е В А Ն - 2014

Ստենախոսության թեման հաստատվել է ՀՀ ԳԱԱ Կենդանաբանության և  
հիդրոէկոլոգիայի գիտական կենտրոնում

**Գիտական ղեկավար՝**

կենս. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր

Բ.Կ. Գաբրիելյան

**Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝**

կենս. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր

Կ.Վ. Գրիգորյան

կենս. գիտ. թեկնածու

Կ.Գ. Ճենտերեճյան

**Առաջատար կազմակերպություն՝**

Խ. Աբովյանի անվան հայկական  
պետական մանկավարժական  
համալսարան


Պաշտպանությունը կայանալու է 2014 թ. մայիսի 22-ին, ժամը 14.00-ին  
ՀՀ ԳԱԱ-ում գործող ԲՈՂ-ի 035 Բուսաբանության և կենդանաբանության  
մասնագիտական խորհրդի նիստում:

Հասցեն՝ 0014, Երևան, Պ. Սևակի 7, էլ. փոստ՝ [zoohec@sci.am](mailto:zoohec@sci.am)

Ստենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀՀ ԳԱԱ Կենդանաբանության և  
հիդրոէկոլոգիայի գիտական կենտրոնի գրադարանում, իսկ սեղմագրին՝ նաև  
[sczhe.sci.am](http://sczhe.sci.am) կայքում:

Սեղմագիրն առաքված է 2014 թ. ապրիլի 19-ին

035 մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար,  
կենսաբանական գիտությունների թեկնածու

 Ա.Գ. Ղուկասյան

-----  
Тема диссертации утверждена в Научном центре зоологии и гидроэкологии НАН РА

**Научный руководитель:**

доктор биологических наук, профессор

Б.К. Габриелян

**Официальные оппоненты:**

доктор биологических наук, профессор

К.В. Григорян

кандидат биологических наук

К.Г. Джендерджян

**Ведущая организация:**

Армянский государственный  
педагогический университет им. Х.  
Абовяна

Защита состоится 22-го мая 2014г. в 14.00 часов на заседании специализированного  
совета 035 по ботанике и зоологии ВАК РА.

Адрес: 0014, г. Ереван, ул. П. Севака 7, эл. почта: [zoohec@sci.am](mailto:zoohec@sci.am)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Научного центра зоологии и  
гидроэкологии НАН РА, а с авторефератом - также на сайте [www.sczhe.sci.am](http://www.sczhe.sci.am)

Автореферат разослан 19-го апреля 2014 г.

Ученый секретарь специализированного совета 035,  
кандидат биологических наук

 А.Г. Гукасян

## **Ներածություն**

Թեմայի արդիականությունը: Քաղցրահամ ջուրը Հայաստանի Հանրապետության ռազմավարական նշանակության գլխավոր ռեսուրսն է, որի մեծագույն պաշարները ամբարված են Սևանա լճում և դրա ջրհավաք ավազանում: Հայտնի է նաև, որ մեր երկրում մեծ նշանակություն է ձեռք բերում ջրային ռեսուրսների ռացիոնալ օգտագործմանն ու կառավարմանը ուղղված ցանկացած ծրագիր: Չնայած Սևանա լճի ավազանում իրականացվել և իրականացվում են բազմաբնույթ ճյուղային հետազոտություններ, սակայն մեծ է էկոհամակարգային ուսումնասիրությունների անհրաժեշտությունը (Асатурян, 20126): Հաշվի առնելով տվյալ իրողությունը՝ Սևանի ավազանի ջրային ռեսուրսների բազմաբաղադրիչ (մուլտիմետրիկ) ուսումնասիրությունները և բազմակողմանի գնահատումը հանդիսանում են խիստ արդիական:

Լիճ թափվող գետերը Սևանի էկոհամակարգի առաջնային նշանակություն ունեցող բաղադրիչներն են, քանի որ արտադրողական ուժերի զարգացման արդի փուլում սոցիալ-տնտեսական ազդեցությունը լճի վրա մեծամասամբ տեղի է ունենում միջնորդավորված՝ գետերի միջոցով: Սևանա լիճ թափվող 28 գետերից 6-ը՝ Ձկնագետը, Գավառագետը, Արգիճին, Վարդենիսը, Կարձաղբյուրը և Մասրիկը ոչ միայն աչքի են ընկնում երկարությամբ և ջրառատությամբ, այլև հանդիսանում են ավազանի էնդեմիկ ձկնաշխարհի հիմնական ձվադրավայրեր: Այսպիսով, Սևանա լիճ թափվող հիմնական գետերի էկոլոգիական վիճակի համալիր գնահատականը լճի հիմնախնդրի և ջրային ռեսուրսների օգտագործման արդի փուլում ձեռք է բերում մեծ կարևորություն:

Ատենախոսության նպատակը և խնդիրները: Ատենախոսության նպատակն է կատարել Սևանա լիճ թափվող հիմնական գետերի էկոլոգիական վիճակի համալիր գնահատում ջրաքիմիական, ջրակենսաբանական և ջրաձևաբանական ցուցանիշների հիման վրա:

Նպատակի իրականացման համար առաջադրվել են հետևյալ խնդիրները.

1. Վերլուծել Սևանի ավազանի ուսումնասիրված գետերի ջրաքիմիական միջին տարեկան և սեզոնային ցուցանիշների դինամիկան
2. Բացահայտել ուսումնասիրված գետերի մի շարք ջրաքիմիական ցուցանիշների սահմանված ֆոնային կոնցենտրացիաների (ՖԿ) գերազանցումների հաճախությունները
3. Բացահայտել ուսումնասիրված գետերի Սևանա լճի վրա ազդեցության չափի տարբերությունները ըստ ջրաքիմիական ցուցանիշների
4. Հիմնվելով ջրաքիմիական և ջրաձևաբանական ցուցանիշների վրա՝ Սևանի ավազանի գետերի համար մշակել «սթրեսոր ինդեքս» (ՄԻ)
5. Մշակել էկոլոգիական վիճակի գնահատման բազմաբաղադրիչ ինդեքս և դրա միջոցով գնահատել հիմնական գետերի արդի էկոլոգիական վիճակը

6. Աշխատանքի արդյունքների հիման վրա տալ առաջարկներ ուսումնասիրված գետերի ավազանների կառավարման բարելավման վերաբերյալ:

Ատենախոսության գիտական նորույթը.

1. Սևանի ավազանի Վարդենիս, Կարճաղբյուր և Մասրիկ գետերի համար Սևանի հիմնախնդրի արդի փուլում առաջին անգամ կատարվել է ջրաքիմիական ցուցանիշների դինամիկայի և ֆոնային կոնցենտրացիաների գերազանցումների վերլուծություն: Առաջին անգամ ՀՀ-ում:
2. Գետերի էկոլոգիական վիճակի բազմաբաղադրիչ գնահատումն իրականացվել է համաձայն Եվրոպական Միության (ԵՄ) Ջրի Շրջանակային Դիրեկտիվի պահանջների (ՁՇԴ):
3. Ջրաքիմիական և ջրաձևաբանական ցուցանիշների վերլուծության արդյունքում ստեղծվել է համալիր «սթրեսոր ինդեքս»:
4. Ջրային էկոհամակարգերի էկոլոգիական վիճակի գնահատման նպատակով մշակվել է բազմաբաղադրիչ ինդեքս և կատարվել է համալիր գնահատում:
5. Կատարվել է Սևանի ավազանի գետերի համալիր էկոլոգիական վիճակի քարտեզագրում Աշխարհագրական տեղեկատվական համակարգի (GIS) կիրառմամբ:

Պաշտպանության ներկայացվող հիմնադրույթները.

1. Սևանա լիճ թափվող հիմնական գետերի ջրաքիմիական ցուցանիշների դինամիկան 2008-2013թթ.:
2. Սևանա լիճ թափվող հիմնական գետերի ջրաքիմիական ցուցանիշների սահմանված ֆոնային կոնցենտրացիաների գերազանցումների հաճախությունները:
3. Սևանա լիճ թափվող հիմնական գետերի համար մշակված սթրեսոր ինդեքսը:
4. Սևանա լիճ թափվող հիմնական գետերի էկոլոգիական վիճակի գնահատման համար մշակված բազմաբաղադրիչ ինդեքսը:
5. Սևանա լիճ թափվող հիմնական գետերի արդի էկոլոգիական վիճակի համալիր գնահատականը:

Աշխատանքի տեսական և գործնական նշանակությունը: Իրականացված ուսումնասիրությունների արդյունքները կարող են օգտագործվել Սևանի ավազանի կառավարման պլանի մշակման, ավազանում տնտեսական գործունեության բարելավման, էկոլոգիական վիճակի հետագա մոնիթորինգի իրականացման, ինչպես նաև «Սևան» ազգային պարկի և ՀՀ Բնապահպանության նախարարության բնապահպանական ծրագրերի առավել արդյունավետ իրականացման համար: Ստեղծված բազմաբաղադրիչ ինդեքսը կարող է

կիրառվել Սևանա լիճ թափվող հիմնական գետերի էկոլոգիական վիճակի գնահատման այլ համալիր ինդեքսների ստեղծման աշխատանքներում:

Ուսումնասիրությունների մեթոդներն ու մոտեցումները կարող են ներգրավվել «Բնօգտագործման էկոնոմիկա», «Էկոլոգիա», «Ջրաէկոլոգիա», «Ջրակենսաբանություն», «Գեոէկոլոգիա» և «Կենսաաշխարհագրություն» առարկաների գծով բուսական մասնագիտական դասընթացների ծրագրերում:

Աշխատանքի փորձահավաստիությունը: Ատենախոսության նյութերը զեկուցվել և քննարկվել են ՀՀ ԳԱԱ հիդրոէկոլոգիայի և ձկնաբանության ինստիտուտի (2012-2014 թթ.), ՀՀ ԳԱԱ կենդանաբանության և հիդրոէկոլոգիայի գիտական կենտրոնի (2012-2014թթ.) գիտական խորհրդի նիստերում, «Կենսաբազմազանության ու վայրի բնության պահպանության էկոլոգիական հիմնախնդիրներ» (Ծաղկաձոր, 3-5 մայիս, 2013), “Фундаментальные и прикладные исследования в биологии” (24-27 февраля, Донецк, Украина, 2014) միջազգային գիտաժողովներում:

Գիտական հրապարակումներ: Ատենախոսության թեմայով հրատարակվել են 9 գիտական աշխատանք:

Աշխատանքի կազմն ու ծավալը: Ատենախոսությունը կազմված է ներածությունից, 4 գլուխներից, երակացություններից, առաջարկություններից, օգտագործված գրականության ցանկից և 3 հավելվածներից: Աշխատանքում ընդգրկված է 31 նկար և 49 աղյուսակ: Ատենախոսության ընդհանուր ծավալը կազմում է 141 համակարգչային էջ: Օգտագործված գրականության ցանկն ընդգրկում է 170 անուն հայրենական և արտասահմանյան հրապարակումներ:

## **Գլուխ 1**

### **Սևանա լճի ջրավաք ավազանի էկոլոգաաշխարհագրական բնութագիրը**

Ատենախոսության առաջին գլխում բերված են տեղեկություններ Սևանա լիճ թափվող հիմնական գետերի ֆիզիկաաշխարհագրական և ջրաէկոլոգիական (ջրակենսաբանական) առանձնահատկությունների, ինչպես նաև «Ջրավաք ավազան-Սևանա լիճ» կապերի և լիմնոհամակարգի կրած փոփոխությունների վերաբերյալ:

## Գլուխ 2 Նյութը և ուսումնասիրության մեթոդները

Ատենախոսության մեթոդաբանական հիմք է հանդիսացել Եվրոպական միության Ջրի Շրջանակային Դիրեկտիվը (EU WFD 2000/60/EC): Աշխատանքի իրականացման համար օգտագործվել են Սևանա լիճ թափվող հիմնական Ձկնագետ, Գավառագետ, Արգիճի, Վարդենիս, Կարճաղբյուր, Մասրիկ գետերի ջրաքիմիական և ջրակենսաբանական մի շարք ցուցանիշներ (մետրիկներ), ինչպես նաև ընտրված դիտակետերի ջրաձևաբանական որոշ ցուցանիշներ (աղ.1): Մետրիկը (չափում կամ կենսաբանական բաղադրիչ) սահմանվում է որպես «կենսաբանական համակարգի չափելի մաս կամ պրոցես, որը էմպիրիկ մակարդակում ցույց է տալիս արժեքի փոփոխություն մարդու ազդեցության գրադիենտի ներքո» (Karr, Chu, 1999):

Աղյուսակ 1

Ատենախոսության մեջ օգտագործված ցուցանիշները

Ջրաքիմիական ցուցանիշներ (12)	Ջրածնային ցուցիչ (pH), թթվածնի հագեցվածություն, $\text{Թ}^{\ominus}\text{Պ}_5$ , նիտրատ իոն ( $\text{NO}_3^-$ ), նիտրիտ իոն ( $\text{NO}_2^-$ ), ամոնիում իոն ( $\text{NH}_4^+$ ), ֆոսֆոր, ֆոսֆատներ ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), երկաթ, քլորիդ իոն ( $\text{Cl}^-$ ), հիդրոկարբոնատ իոն ( $\text{HCO}_3^-$ ), էլեկտրահաղորդականություն
Ջրաձևաբանական ցուցանիշներ (14)	Հովտի ձև, հունի ձև, հովտի լանջերի միջին թեքություն, հոսքի արագություն, ջրի ծախս, հիգրոպետրիկ բնահող (կարծր սալահատակ), մեգալիթալ բնահող ( $R > 40$ սմ), մակրոլիթալ բնահող ( $20 < R < 40$ սմ), մեգոլիթալ բնահող ( $6 < R < 20$ սմ), միկրոլիթալ բնահող ( $2 < R < 6$ սմ), ավազատիղմ, մակրոֆիտներ, օրգանական տիղմ (նստվածքներ), անօրգանական նյութ (կավ)
Ջրակենսաբանական ցուցանիշներ (189)	Հատակային մակրոանողնաշարների հիման վրա հաշվարկված 189 ցուցանիշ (մետրիկ)

Ատենախոսության մեջ օգտագործված ջրաքիմիական տվյալները (2008-2013թթ. ժամանակահատվածի համար) տրամադրվել են ՀՀ բնապահպանության նախարարության «Հայէկոմոնիթորինգ» ՊՈԱԿ-ի կողմից, իսկ անհրաժեշտ ջրաձևաբանական և ջրակենսաբանական տվյալները ձեռք են բերվել մեր կողմից 2012-2013թթ. իրականացված դաշտային հետազոտությունների ընթացքում՝ ըստ AQEM ծրագրի շրջանակներում մշակված մեթոդների (Hering et al., 2004; Manual, 2002; Sporka et. al., 2006): Ջրաքիմիական ցուցանիշների նմուշառման դիտակետերը համընկնում են յուրաքանչյուր գետի ավազանում տարաբնակեցման համակարգի վերին և ստորին սահմանների հետ, ինչը որոշ

չավո՞վ թույլ է տալիս բացահայտել ընտրված ջրաքիմիական ցուցանիշների փոփոխման վրա անթրոպոգեն գործոնի ազդեցությունը:

Կոռելացիոն-ռեգրեսիոն վերլուծության արդյունքում որոշվել են նշված ջրաքիմիական ցուցանիշների միջին տարեկան արժեքների դինամիկան և սեզոնային վարքի առանձնահատկությունները: SPSS ծրագրային փաթեթի Paired samples T-test գործիքի օգնությամբ որոշվել է յուրաքանչյուր գետի միջին և ստորին հոսանքներում ուսումնասիրված դիտակետերի միջև ջրաքիմիական և ջրաձևաբանական ցուցանիշների տարբերության նշանակալիությունը, որի արդյունքներով բացահայտվել են ջրաէկոհամակարգի կենսացենոզների համար հավանական սթրեսոր հանդիսացող գործոնները, նրանց միջև առկա կոռելացիոն կապերը: Հավանական սթրեսոր գործոնների միջոցով սթրեսոր ինդեքսի մշակումն իրականացվել է ԵՄ երկրներում ընդունված մեթոդներով (Hering et al., 2006a; Miler et al., 2013): Ընտրված ջրակենսաբանական մետրիկների փոփոխությունների վրա առավել ազդեցություն ունեցող հավանական սթրեսորների բացահայտման նպատակով հաշվարկված մետրիկների և հավանական սթրեսորների համախմբի միջև իրականացվել է կոռելացիոն վերլուծություն, ինչի արդյունքում գնահատվել է համախմբի գումարային ազդեցությունը հատակային անողնաշարների համակեցության վրա: Առավել մեծ քանակի մետրիկների հետ միջին և ուժեղ կոռելացիա դրսևորած սթրեսորների համադրությունների կոռելացիոն և նշանակալիության վերլուծության արդյունքում ընտրվել են առավելագույն ազդեցություն ունեցող գործոնները, որոնց հիման վրա ստեղծվել է սթրեսոր ինդեքսը: Վերջինիս արժեքների 0-1 միջակայքում նորմալացման արդյունքում ստացված թվային արժեքների շարքը կիրառվել է բազմաբաղադրիչ ինդեքսի մշակման գործընթացում (Hering et al., 2006a; Vlek et al., 2004):

Էկոլոգիական վիճակի համալիր գնահատման համար անհրաժեշտ ռեֆերենս տարածքի ընտրման նպատակով մեր կողմից ջրակենսաբանական փորձանմուշներ են վերցվել ջրաքիմիական նմուշառման դիտակետերից և գետերի վերին հոսանքներից, որտեղ անթրոպոգեն ազդեցությունը եղել է նվազագույն: Բազմաբաղադրիչ ինդեքսի ստեղծման նպատակով ուսումնասիրվել է եվրոպական և ամերիկյան փորձը, իսկ որպես տեսական հիմք ընդունվել են Հերինգի ընդհանրացումները (Hering et al., 2006a; Hering et al., 2006b), որի արդյունքները կարելի է ներկայացնել հետևյալ քայլերի հաջորդականության տեսքով.

1. Բազմաբաղադրիչ ինդեքսի առավել հարմար ձևի ընտրություն
2. Մետրիկների ընտրություն
3. Մետրիկների հաշվարկ
4. Բազմաբաղադրիչ ինդեքսի ստեղծում
5. Որակի դասերի սահմանների սահմանում

## 6. Արդյունքների մեկնաբանություն:

Բազմաբաղադրիչ ինդեքսը հիմնված է ջրակենսաբանական ցուցանիշների վրա, քանի որ, ի տարբերություն ջրաքիմիական և ջրաձևաբանական ցուցանիշների, դրանց միջոցով կարելի է վեր հանել էկոհամակարգային ավելի արժեքավոր հատկանիշները, ինչպիսիք են բազմազանությունը և արդյունավետությունը: Բացի այդ, միմյանց լրացնող ցուցանիշների կիրառումը, ինչպես դա պահանջում է ՋՇԴ-ն, թույլ է տալիս ավելի ճշգրիտ և արդյունավետ որոշել մարդածին (անթրոպոգեն) ազդեցության չափը և հիմնական սթրեսորները (Hering et al., 2006b):

Հատակային մակրոառողնաշարների կազմի և քանակական ցուցանիշների հիման վրա AQEM ծրագրի շրջանակներում ստեղծված Asterix ծրագրային փաթեթի կիրառմամբ հաշվարկվել է 188 ինդեքս: Լրացուցիչ հաշվարկվել է նաև ամերիկյան FBI ինդեքսը, որը բավական կիրառական է Սևանի ավազանի գետերի համար (Асатрян, 2014): Ստացված 189 մետրիկները ենթարկվել են բազմաստիճան գուման, որի արդյունքում առանձնացվել են առավել մեծ հավաստիություն ունեցող 8 մետրիկներ, որոնք պատկանում են 4 տարբեր գործառնական տիպերի: Յուրաքանչյուր գործառնական տիպի պատկանող մեկական մետրիկների համախմբման արդյունքում մշակվել են բազմաբաղադրիչ ինդեքսի մի շարք տարբերակներ, որոնց արժեքների տատանման լայնույթը, ըստ ՋՇԴ պահանջների, համապատասխան մաթեմատիկական մեթոդների կիրառմամբ բաղդատվել է 5 մասի, որոնցից յուրաքանչյուրը համապատասխանում է որոշակի էկոլոգիական վիճակի (Hering et al., 2006a):

Բազմաբաղադրիչ ինդեքսի կիրառմամբ յուրաքանչյուր գետի ջրհավաք ավազանի համար կատարվել է համալիր էկոլոգիական վիճակի գնահատում և արդյունքների մշակում ArcGIS 10.1 ծրագրի կիրառմամբ:

## Գլուխ 3

### **Սևանա լիճ թափվող հիմնական գետերի ջրաքիմիական և ջրաձևաբանական ցուցանիշների վերլուծությունը**

Աշխատանքի նպատակից ելնելով՝ ջրաքիմիական ցուցանիշները մեր կողմից օգտագործվել են հիմնականում որպես բազմաբաղադրիչ ինդեքսի ստեղծման հիմքերից մեկը, քանի որ դրանք ջրաձևաբանական ցուցանիշների հետ մեկտեղ թույլ են տալիս ստեղծել սթրեսոր ինդեքս:

Ուսումնասիրված գետերի ջրաքիմիական ցուցանիշների միջին տարեկան և սեզոնային տվյալների ռեգրեսիոն վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ ցուցանիշներից որևէ մեկը աճի կամ նվազման հստակ միտում չունի (աղ. 2): Ընդհանուր նմուշներում որոշ էքստրեմալ բարձր արժեքների պատճառով համեմատաբար անկայուն է եղել ֆոսֆորի տարեկան արժեքների դինամիկան:



Սևանա լիճ թափվող հիմնական գետերի ջրաքիմիական ցուցանիշների  
 դետերմինացիայի գործակիցները

	Չկնագետ	Գավառագետ	Արգիճի	Վարդենիս	Կարճաղբյուր	Մասրիկ
pH	0,04	0,03	0,30	0,02	0,01	0,06
ԹՎՊ <sub>5</sub>	0,03	0,03	0,08	0,06	0,13	0,00
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,04	0,02	0,03	0,15	0,00	0,05
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,18	0,02	0,04	0,15	0,08	0,14
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,01	0,03	0,09	0,45	0,35	0,20
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0,40	0,30	0,33	0,22	0,08	0,22
P	0,12	0,03	0,00	0,30	0,00	0,00
Fe	0,08	0,01	0,01	0,21	0,35	0,02
Cl <sup>-</sup>	0,12	0,11	0,32	0,08	0,44	0,52
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,13	0,05	0,22	0,27	0,30	0,06
E	0,04	0,04	0,03	0,07	0,00	0,03
O	0,12	0,14	0,11	0,27	0,18	0,26

Գետերի միջին և ստորին հոսանքների ջրաքիմիական ցուցանիշների միջին սեզոնային արժեքների դինամիկան ցույց է տվել, որ ԹՎՊ<sub>5</sub>, նիտրատ, նիտրիտ, ամոնիում, քլորիդ և հիդրոկարբոնատ իոնների, ինչպես նաև երկաթի կոնցենտրացիաները ունեն փոփոխությունների արտահայտված սեզոնայնություն: Բնական պատճառներից սեզոնայնության վրա մեծ ազդեցություն են ունեցել գետերի հոսքի արագությունը, պետրոգրաֆո-հանքային կազմը, սնմամբ պայմանավորված ջրառատության ժամանակահատվածների տարբերությունները: Դիտարկված մյուս ցուցանիշների համար հստակ սեզոնայնություն չի բացահայտվել:

Ջրաքիմիական ցուցանիշների մեծ մասը վկայում է, որ ուսումնասիրված գետերի միջին հոսանքների ջրի որակը ավելի բարձր է, քան գետաբերանային հատվածներինը: Նման պատկեր չի գրանցվել միայն երկաթի ցուցանիշների համեմատության արդյունքում, քանի որ ջրերում այն ունի բնական ծագում: Մյուս ցուցանիշները գյուղատնտեսության և կոմունալ-կենցաղային հոսքաջրերի ազդեցության հետևանքով ցույց են տալիս ջրի որակի վատացում:

Ուսումնասիրված գետերը ոչ միայն առանձին էկոհամակարգեր են, այլև, շնորհիվ լճի ջրային հաշվեկշռի մուտքի բաղադրիչում ունեցած մեծ բաժնի՝ «Լիճ-ջրհավաք ավազան» համակարգի առանցքային բաղադրիչներից մեկը: Գետերի միջոցով յուրաքանչյուր տարի լիճ են տեղափոխվում զգալի քանակությամբ նյութեր՝ դրանով իսկ որոշակիորեն ազդելով լճի ջրի որակի վրա: Վերլուծված 12 ցուցանիշներից 8-ը հանդիսանում են քիմիական նյութեր, որոնք միզբացիա են

կատարում ջրի միջոցով և հայտնվում Սևանա լճում: Հիմնական գետերի միջոցով Սևանա լիճ տեղափոխվող նյութերի քանակների համեմատական վերլուծությունը ցույց է տվել, որ, ըստ տեղափոխված նյութերի քանակի և հոսքի միջին արժեքի, Սևանա լճի ջրի որակի վրա առավելագույն ազդեցություն են ունեցել Գավառագետը, որը առաջատար է  $Cl^-$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $NO_3^-$  և P-ի, Արգիճին՝  $NH_4^+$ ,  $HCO_3^-$ , Fe-ի և Մասրիկը՝  $NO_2^-$ -ի ցուցանիշներով: Մյուս 3 գետերը զգալիորեն ավելի քիչ քանակի նյութ են տեղափոխում, իսկ ամենաքիչ ազդեցություն ունեցողը Կարճաղբյուրն է (աղ. 3):

Աղյուսակ 3

Ուսումնասիրված գետերի գետաբերաններում տարեկան հոսքը ( $m^3$ ) և նյութերի միջին կոնցենտրացիաները ( $մգ/լ$ )

	Հոսքը	$NO_3^-$	$NO_2^-$	$NH_4^+$	$PO_4^{3-}$	P	Fe	$Cl^-$	$HCO_3^-$
Ձկնագետ	34689600	1,3	0,03	0,26	0,16	0,06	0,18	3,14	91
Գավառագետ	110376000	12,6	0,10	0,34	0,51	0,20	0,11	13,79	107
Արգիճի	173132640	6,9	0,02	0,23	0,21	0,09	0,18	3,88	82
Վարդենիս	52665120	2,3	0,05	0,35	0,17	0,07	0,07	2,53	36
Կարճաղբյուր	30274560	4,6	0,05	0,14	0,18	0,08	0,06	3,06	63
Մասրիկ	102807360	7,2	0,13	0,36	0,25	0,09	0,18	4,62	107

Ֆոնային կոնցենտրացիաների հետ միջին և ստորին հոսանքների արժեքների համեմատությունը ցույց է տալիս, որ գերազանցումներն առավել շատ են եղել գետերի գետաբերանային հատվածներում, իսկ միջին հոսանքի հատվածներում հիմնականում կրել են եզակի բնույթ (աղ. 4): Առավել հաճախ խախտումները միջին հոսանքում գրանցվել են Մասրիկ գետում, ինչը հավանաբար հանդիսանում է ավելի զարգացած անասնապահության և, հնարավոր է, նաև ՖԿ-ների որոշման որոշ սխալի արդյունք: Համեմատական վերլուծության արդյունքում նաև եզրակացվել է, որ Գավառագետ և Արգիճի գետերի ՖԿ-ները պետք է լինեն տարբերակված:

Նախկին ուսումնասիրությունների տվյալների (Իվանյան, 2005; Оганесян, 1994) հետ ստացված արդյունքների համեմատությունը ցույց է տալիս, որ գետերի ջրի որակը հիմնական ցուցանիշներով բարելավվել է 80-ական թթ. և մի փոքր վատացել 2002-2004թթ. համեմատ, ինչը հավանաբար հանդիսանում է տնտեսական գործունեության ծավալների և բնակչության թվաքանակի փոփոխությունների արդյունք:

Ջրաքիմիական ցուցանիշները ցույց են տալիս, որ ուսումնասիրությունների ժամանակահատվածում ամենաաղտոտված գետերն են եղել Գավառագետը և Մասրիկը, ինչը պայմանավորված է այս գետերի ավազանում խոշոր

բնակավայրերի առկայությամբ և ավելի մեծ ծավալի գյուղատնտեսական գործունեությամբ:

Աղյուսակ 4

Ֆիզիկաքիմիական ցուցանիշների ֆոնային կոնցենտրացիաների գերազանցումների բաժինը (%) նմուշներում 2008-2013թթ.

Ցուցանիշ	Դիտակետ	Ձկնագետ	Գավառագետ	Արգիճի	Վարդենիս	Կարճաղբյուր	Մասրիկ
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Մ.հ.	65.5	54.5	48.3	53.8	32.1	81.5
	Ս.հ.	87	100	87.2	95.7	100	95.8
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Մ.հ.	10.3	27.3	10.3	3.6	14.3	51.6
	Ս.հ.	50	95.5	38.6	33.3	55.3	95.8
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Մ.հ.	55.2	100	100	91.6	82.1	74
	Ս.հ.	84.8	100	95.5	77.3	81.8	95.6
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Մ.հ.	51.7	9.1	10.3	25	7.1	48.1
	Ս.հ.	82.6	82.6	36.2	56.5	67.4	97.9
Cl <sup>-</sup>	Մ.հ.	20.7	0	3.4	10.7	17.9	40.7
	Ս.հ.	47.8	97.8	27.7	30.4	31.9	72.9
P	Մ.հ.	48.3	9.1	10.3	25	25	44.4
	Ս.հ.	87	78.3	21.3	65.2	89.4	91.7
Fe	Մ.հ.	13.8	95.5	100	14.3	17.9	40.7
	Ս.հ.	30.4	95.7	100	15.2	6.4	62.5
թթվ. հազ.	Մ.հ.	62.1	54.5	58.6	57.1	60.7	48.1
	Ս.հ.	56.5	52.2	63.8	45.7	59.6	50
E	Մ.հ.	58.6	0	3.4	75	57.1	88.9
	Ս.հ.	82.6	100	63.8	82.6	100	100

Մ.հ.-միջին հոսանք, Ս.հ.-ստորին հոսանք

Հատակային մակրոանոդնաշարները որոշակիորեն արձագանքում են նաև ջրաձևաբանական ցուցանիշների տարածական փոփոխություններին (Elosegi 2013), որոնց միջին և ստորին հոսանքների համար արձանագրված արժեքները միմյանցից տարբեր են եղել:

#### Գլուխ 4

### Սևանա լիճ թափվող հիմնական գետերի արդի էկոլոգիական վիճակի գնահատականը ըստ մշակված բազմաբաղադրիչ ինդեքսի

Համաձայն ԵՄ Ջրի Շրջանակային Դիրեկտիվի՝ ջրի էկոլոգիական վիճակի գնահատումը հիմնվում է ջրաձևաբանական, ջրաքիմիական և ջրակենսաբանական ցուցանիշների վրա, որոնցից յուրաքանչյուրն ունի զգայունության տարբեր աստիճան և կիրառման նպատակ: Ուստի ջրային էկոհամակարգերի էկոլոգիական վիճակի բացահայտման համար անհրաժեշտ է համալիր գնահատական (Biological criteria, 2002):

*Մթրետրների ընտրություն:* Մթրետր ինդեքսի մշակման համար դիտարկված 26 ջրաքիմիական և ջրաձևաբանական ցուցանիշների տարբերության նշանակալիության բացահայտման նպատակով կիրառվել է SPSS ծրագրային փաթեթի Paired Samples T-test-ը, ինչի արդյունքում որոշվել են առավել հավանական սթրետր հանդիսացող մի շարք ցուցանիշներ՝ ԹԿՊ<sub>5</sub>, նիտրատ, նիտրիտ, ֆոսֆատ, հիդրոկարբոնատ իոններ, էլեկտրահաղորդականություն, մեգալիթալ բնահողի տեսակ, հովտի ձև և լանջերի միջին թեքություն: Բոլոր նշված ցուցանիշները բավարարել են 95% հավաստիության պայմանը (Նշ. 2-tailed<0.05): Ընտրված հավանական սթրետրներից միայն 3-ն են ջրաձևաբանական հովտի ձևը, թեքությունը և մեգալիթալ բնահողի տեսակը: Ընդ որում երեքն էլ կարելի է համարել մշտական «հավանական» սթրետրներ, քանի որ դրանց արժեքները ժամանակի ընթացքում շատ քիչ են ենթակա փոփոխության:

*Մետրիկների ընտրություն:* Հատակային մակրոանողնաշարների կազմի և քանակական ցուցանիշների հիման վրա հաշվարկվել և վերլուծվել է 189 մետրիկ, որոնք հիմնված են նվազագույնը մինչև սեռի (ցեղի) մակարդակ, իսկ հիմնականում մինչև ընտանիքի մակարդակ որոշման վրա:

*Հիմնական մետրիկների ընտրություն:* Բազմաբաղադրիչ ինդեքսի ստեղծման նպատակով անհրաժեշտ է կիրառել գործառնական 4 հիմնական տիպերի պատկանող (տաքսոնոմիական կազմ՝ Sկ, առատություն՝ Ա, զգայուն և ոչ զգայուն տաքսոնների հարաբերակցություն՝ Հ, բազմազանություն՝ Բ) մի շարք մետրիկների համադրություններ (Hering, 2006a; Manual, 2002): Ելնելով այս մոտեցումից հաշվարկված 189 մետրիկներից էքսպերտային վերլուծության արդյունքում դուրս են թողնվել աուտէկոլոգիական ինֆորմացիայի վրա հիմնված բոլոր մետրիկները, քանի որ դրանք ճշգրիտ են միայն տեսակի մակարդակով որոշման դեպքում: Հեռացվել են նաև այն մետրիկները, որոնք հաշվարկված չեն եղել 20 դիտակետերից որևէ մեկի համար կամ իրենցից ներկայացնում են հարթավայրային տարածքների համար ստեղծված ինդեքսներ: Ինչպես նաև հեռացվել են սապրոբայության բազմաթիվ ինդեքսներ, որոնք հավաստի են

միայն նմուշների տեսակի մակարդակով որոշման դեպքում: Արդյունքում ուսումնասիրված գետերի համար առանձնացվել են վստահելի 22 մետրիկներ:

Ընտրված մետրիկները SPSS ծրագրային փաթեթի կիրառմամբ ենթարկվել են Box plot վերլուծության արժեքների հետագա մշակման համար թվային շարքերի նորմալության պայմանին բավարարելու փաստը ստուգելու նպատակով: Box plot վերլուծության արդյունքում դուրս են թողնվել Trichoptera [%] և Ephemeroptera [%] մետրիկները, քանի որ դրանք ունեցել են ն՛ շեղումներ, և՛ մի քանի էքստրեմումներ: Այսպիսով, առանձնացվել է 20 մետրիկ (աղ. 5):

Աղյուսակ 5

Ընտրված մետրիկները և դրանց տիպերը

N	Մետրիկների անվանումը ըստ Asterix ծրագրի	Տիպ			
		Ա	Բ	Հ	ՏԿ
1.	Abundance [ind./m <sup>2</sup> ]	+	-	-	-
2.	Number of Taxa	-	+	-	+
3.	BMWP Score	-	-	+	-
4.	Average score per Taxon	-	-	+	-
5.	BMWP Score (Czech version)	-	-	+	-
6.	ASPT (For Czech version)	-	-	+	-
7.	BBI	-	-	+	+
8.	Diversity (Margalef Index)	-	+	-	-
9.	Number of sensitive taxa (Austria)	-	-	+	+
10.	Plecoptera [%]	+	-	-	+
11.	Diptera [%]	+	-	-	+
12.	EP [%]	-	-	+	-
13.	EPT-Taxa [%]	-	-	+	-
14.	EPT [%] (abundance classes)	-	-	+	-
15.	EPT-Taxa	-	+	-	+
16.	EP-Taxa	-	+	-	+
17.	Number of Families	-	+	-	-
18.	Trichoptera_taxa	+	-	-	+
19.	Plecoptera_taxa	+	-	-	+
20.	FBI	-	-	+	-

(Բ- բազմազանություն, Ա- առատություն, Հ- զգայուն և ոչ զգայուն տաքսոնների հարաբերակցություն, ՏԿ-տաքսոնոմիական կազմ); + պատկանում է, - չի պատկանում

*Մթերատր ինդեքսի մշակում:* Քանի որ տեսականորեն և վիճակագրորեն արդեն բացահայտվել է 9 ցուցանիշների հավանական սթրեստր հանդիսանալու փաստը, կատարվել է մեկ լրացուցիչ գործողություն՝ պարզելու որքանով են այդ սթրեստրները յուրահատուկ հատակային մակրոանողնաշարների ցուցանիշների վրա ազդեցության տեսանկյունից: Այդ նպատակով ընտրված 9 հավանական սթրեստրների և Box plot վերլուծության արդյունքում ստացված 20 հիմնական մետրիկների միջև կատարվել է կոռելացիոն վերլուծություն:

Արդյունքները ցույց են տալիս, որ հատակային մակրոանոդնաշարների համակեցության քանակական և որակական ցուցանիշների հիման վրա հաշվարկված մետրիկների փոփոխություններն առավել բարձր կոռելացիոն (>0.5) կապ են դրսևորում ընտրված պոտենցիալ 9 սթրեստորներից 7-ի հետ: Ցածր են միայն հիդրոկարբոնատ իոն և ԹԿՊ<sub>5</sub> ցուցանիշների հետ կոռելացիայի գործակիցները: Սակայն, քանի որ ԹԿՊ<sub>5</sub> հանդիսանում է ինտեգրալ ցուցանիշ և ունի տատանման համեմատաբար նեղ տիրույթ, սխալից խուսափելու նպատակով դիտարկումից դուրս է թողնվել միայն հիդրոկարբոնատ իոնը:

Մնացած 7 արժեքներից 3-ը՝ մեգալիթալը, հովտի ձևը և թեքությունը, հանդիսանում են ջրաձևաբանական ցուցանիշներ, և քանի որ երեքն էլ ժամանակային տեսանկյունից կայուն մեծություններ են, դրանց ներառումը ինտեգրալ սթրեստոր ինդեքսի մեջ արհեստականորեն կբարձրացներ սթրեստոր ինդեքս հանդիսացող այն համադրությունների տարբերության նշանակալիությունը, որոնցում ներառված են նշված ջրաձևաբանական ցուցանիշներից առնվազն որևէ մեկը:

Ընտրված 5 սթրեստորները՝ ԹԿՊ<sub>5</sub>, նիտրատ, նիտրիտ, ֆոսֆատ իոնները և էլեկտրահաղորդականությունը, ունեն միմյանցից խիստ տարբեր տատանման սահմաններ, այդ պատճառով նախ և առաջ շարքերը նորմալացվել են 0-1 միջակայքում և դարձել համեմատելի: Այնուհետև ստուգվել են սթրեստորների միջև առկա կոռելացիոն կապերը: Կոռելացիոն վերլուծության արդյունքում պարզվել է, որ միայն ԹԿՊ<sub>5</sub>-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> և ԹԿՊ<sub>5</sub>-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> համադրություններն են ցույց տալիս միջինից ցածր կոռելացիա, ընդ որում, նշանակալիության ցուցանիշը վկայում է, որ 0 վարկածը մերժված չէ, հետևաբար այս գույգերը համատեղ հանդես գալ չեն կարող:

Նորմալացված արժեքները այս քայլից հետո միավորվել են հնարավոր բոլոր թույլատրելի համադրություններով գույգերից մինչև քառյակ: Գետերի միջին և ստորին հոսանքներում նշված սթրեստորների համադրությունների առավելագույն տարբերության նշանակալիությունը Paired samples T-test-ի միջոցով բացահայտվել է 1-ին (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, E) և 8-րդ (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, E) համադրությունների համար: Քանի որ սթրեստորների 8-րդ համադրությունը ներառում է 1-ին համադրության բաղադրիչ սթրեստորները, ինչպես նաև առավել ընդհանրական ազդեցություն է ցույց տալիս, ուստի աշխատանքի նպատակներից էլնելով՝ 8-րդ համադրությունը ընտրվել է որպես վերջնական սթրեստոր ինդեքս:

*Բազմաբաղադրիչ ինդեքսի մշակում:* Բազմաբաղադրիչ ինդեքսը (ԲԲԻ) ոչ միայն պետք է լինի ինֆորմատիվ և տա էկոլոգիական վիճակի համալիր գնահատական, այլև հանդիսանա առավել հավաստի, քանի որ այն կոչված է դառնալու այլընտրանք անհատական ինդեքսներին, և դրա միջոցով է առաջարկվում կատարել գետերի էկոլոգիական վիճակի հետագա մոնիթորինգը:

ԲԲԻ մշակման նպատակով սթրեստոր ինդեքսի և ընտրված 20 մետրիկների միջև կոռելացիոն վերլուծության արդյունքում բացահայտվել են ՄԻ-ի հետ 0.05-ից

ցածր տարբերության նշանակալիության (95%-ից բարձր հավաստիության) պայմաններում 0.5-ից բարձր կոռելացիա ունեցող մետրիկները: Նպատակին բավարարող մետրիկների թիվը 14 է: Միջմետրիկային կոռելացիայի և ՄԻ միջև կոռելացիայի արդյունքների համադրությամբ ընտրվել են նշված 4 տիպին պատկանող 2-ական մետրիկներ.

1. Առատություն՝ Trichoptera taxa և Plecoptera taxa
2. Բազմազանություն՝ Diversity (Margalef Index) (բազմազանություն (Մարգալեֆի ինդեքս)), Number of family (Ընտանիքների քանակ)
3. Զգայուն և ոչ զգայուն տաքսոնների հարաբերակցություն՝ FBI, EPT-Taxa[%]
4. Տաքսոնմիական կազմ՝ Number of taxa (տաքսոնների քանակ), EP taxa:

Նշված 8 մետրիկների արժեքները նորմալացվել են 0-1 միջակայքում՝ EQR (Էկոլոգիական որակի հարաբերակցություն) մոտեցման կիրառմամբ: Նորմալացված արժեքների հիման վրա կազմվել են մետրիկների 16 հնարավոր համադրություններ (աղ. 6), յուրաքանչյուր համադրության մեջ՝ 4 տիպի պատկանող մեկական մետրիկ:

Աղյուսակ 6

Բազմաբաղադրիչ ինդեքսներում ներառված մետրիկների համադրությունները

		Ա		Բ		Հ		ՏԿ	
		Trichoptera taxa	Plecoptera taxa	Մարգալեֆի բազմազանության ինդեքս	Ընտանիքների քանակ	FBI	EPT-Taxa [%]	Number of Taxa	EP taxa
ԲԲԻ Տաքսոնալներ	1	+	-	+	-	+	-	+	-
	2	+	-	+	-	-	+	+	-
	3	+	-	+	-	+	+	-	+
	4	+	-	+	-	-	+	-	+
	5	+	-	-	+	+	-	+	-
	6	+	-	-	+	-	+	+	-
	7	+	-	-	+	+	-	-	+
	8	+	-	-	+	-	+	-	+
	9	-	+	+	-	+	-	+	-
	10	-	+	+	-	-	+	+	-
	11	-	+	+	-	+	-	-	+
	12	-	+	+	-	-	+	-	+
	13	-	+	-	+	+	-	-	+
	14	-	+	-	+	+	-	+	-
	15	-	+	-	+	-	+	+	-
	16	-	+	-	+	-	+	-	+

Ա-Առատություն; Բ-Բազմազանություն; Հ-Զգայուն և ոչ զգայուն տաքսոնների հարաբերակցություն; ՏԿ-Տաքսոնմիական կազմ; + ներառված է; - ներառված չէ

ՄԻ հետ կոռելացիոն վերլուծության արդյունքները ցույց են տալիս, որ 16 համադրություններն էլ ունեն ուժեղ (>0.8) կոռելացիոն կապ: Ընդ որում բոլոր դեպքերում նշանակալիությունը բավարարում է կենսաչափության մեջ ընդունված առավելագույն 99% հավաստիության գործակցին:

*Գետերի Էկոլոգիական վիճակի համալիր գնահատականը:* Ստացված 16 ԲԲԻ-երի համար սահմանվել են ՁՇԴ նորմերին համապատասխան ջրի որակի դասերի սահմաններ և յուրաքանչյուրով իրականացվել է ջրի որակի համալիր գնահատում (աղ. 8): Ջրի գերազանց որակի ստորին սահմանի որոշման համար հիմք են ծառայել նմուշառման ընթացքում որպես ռեֆերենս ընտրված դիտակետերի տվյալների 0.05 պերսենտիլները յուրաքանչյուր ԲԲԻ համար: Ջրի որակի մյուս դասերի սահմանները հաշվարկվել են գերազանց որակի ստորին սահմանի 0.75, 0.5 և 0.25 բաժիններով, ինչի շնորհիվ ստացվում է ՁՇԴ մեթոդաբանությամբ պահանջվող 5 աստիճանանոց սանդղակը:

Արդյունքները ցույց են տալիս, որ ԲԲԻ-երի կիրառման դեպքում որոշ դիտակետերում ստացվում են միմյանցից որոշակիորեն տարբերվող որակներ: Մասնավորապես ամենախիստ գնահատումը ստացվում է 4-րդ, 10-րդ և 12-րդ ԲԲԻ-երի կիրառման դեպքում, իսկ առավել մեղմը՝ 5 և 11-րդ ԲԲԻ-երի: Առավել օբյեկտիվ և գնահատման համար պիտանի ինդեքսների առանձնացման նպատակով կիրառվել են հետևյալ չափորոշիչները՝ զգայունություն, համադրելիություն այլ ցուցանիշների արդյունքների հետ, ֆինանսատնտեսական և բնապահպանական ասպեկտների ներդաշնակություն:

Այսպիսով, նշված բոլոր մոտեցումների կիրառման արդյունքում եզրակացվել է, որ ներկայումս ստացված ինդեքսներից առավել արդյունավետը հանդիսանում է 11-րդը, որն իրենից ներկայացնում է «Plecoptera taxa – Մարգալեֆի բազմազանության ինդեքս – FBI – EP տաքսոնների քանակ» մետրիկների համադրությունը (աղ. 7):

Աղյուսակ 7

ՁՇԴ գլխավոր պահանջին չբավարարող դիտակետերի ջրի որակը ըստ առաջադրված ինդեքսի

Դիտակետ	11-րդ ինդեքսի արժեքը	ջրի որակը
Գավառագետ գետաբերան	0.17	անբավարար
Արգիճի գետաբերան	0.31	բավարար
Վարդենիս գետաբերան	0.26	բավարար
Կարճաղբյուր գետաբերան	0.26	բավարար
Մասրիկ գետաբերան	0.19	անբավարար

Հաշվի առնելով գնահատման ընթացքում առաջացող հնարավոր սխալի տոկոսը՝ առաջարկվել է ՁՇԴ գլխավոր պահանջին (բոլոր ջրային մարմինների համար ապահովել նվազագույնը «լավ» որակ) չբավարարող համարել միայն Գավառագետ և Մասրիկ գետերի գետաբերանի ջրի որակը և արդեն այժմ համապատասխան քայլեր իրականացնել դրանց բարելավման ուղղությամբ: Ուսումնասիրված այլ գետերի գետաբերանային հատվածների համար առաջարկվել է իրականացնել լրացուցիչ հետազոտություններ:



Բազմաբաղադրիչ ինդեքսի տարբերակները և դրանց հիման վրա ստեղծված էկոլոգիական վիճակի գնահատման սանդղակները

Դիտակետ	Բազմաբաղադրիչ ինդեքսի տարբերակ							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Ձկնագետ_1	0.56	0.52	0.57	0.54	0.57	0.54	0.59	0.55
Ձկնագետ_2	0.72	0.71	0.64	0.62	0.72	0.71	0.63	0.62
Ձկնագետ_3	0.61	0.63	0.50	0.52	0.67	0.68	0.55	0.57
Գավառագետ_1	0.51	0.58	0.50	0.57	0.55	0.62	0.54	0.61
Գավառագետ_2	0.53	0.48	0.46	0.41	0.53	0.49	0.46	0.42
Գավառագետ_3	0.49	0.39	0.43	0.33	0.54	0.44	0.48	0.38
Գավառագետ_4	0.17	0.09	0.17	0.09	0.20	0.12	0.20	0.12
Արգիճի_1	0.69	0.58	0.58	0.47	0.75	0.64	0.64	0.53
Արգիճի_2	0.57	0.50	0.54	0.47	0.63	0.57	0.61	0.54
Արգիճի_3	0.40	0.35	0.39	0.34	0.46	0.41	0.45	0.40
Վարդենիս_1	0.32	0.25	0.35	0.28	0.34	0.27	0.37	0.30
Վարդենիս_2	0.73	0.78	0.74	0.79	0.75	0.79	0.76	0.80
Վարդենիս_3	0.68	0.70	0.70	0.72	0.68	0.71	0.70	0.72
Վարդենիս_4	0.36	0.34	0.32	0.30	0.39	0.37	0.35	0.33
Կարճաղբյուր_1	0.72	0.67	0.74	0.70	0.75	0.71	0.78	0.73
Կարճաղբյուր_2	0.57	0.60	0.52	0.55	0.61	0.64	0.56	0.59
Կարճաղբյուր_3	0.27	0.18	0.26	0.17	0.28	0.20	0.28	0.19
Մասրիկ_1	0.46	0.41	0.51	0.47	0.47	0.43	0.52	0.48
Մասրիկ_2	0.44	0.41	0.43	0.40	0.44	0.41	0.44	0.41
Մասրիկ_3	0.22	0.11	0.21	0.10	0.23	0.12	0.22	0.11
<b>Ջրի որակի դասերի սահմանները ըստ ՋԾԴ պահանջների</b>								
գերազանց	≥0.47	≥0.46	≥0.50	≥0.47	≥0.49	≥0.48	≥0.53	≥0.49
լավ	≥0.35<0.47	≥0.34<0.46	≥0.37<0.50	≥0.35<0.47	≥0.37<0.49	≥0.36<0.48	≥0.39<0.53	≥0.37<0.49
բավարար	≥0.24<0.35	≥0.23<0.34	≥0.25<0.37	≥0.23<0.35	≥0.25<0.37	≥0.24<0.36	≥0.26<0.39	≥0.25<0.37
անբավարար	≥0.12<0.24	≥0.11<0.23	≥0.12<0.25	≥0.12<0.23	≥0.12<0.25	≥0.12<0.24	≥0.13<0.26	≥0.12<0.25
վատ	<0.12	<0.11	<0.12	<0.12	<0.12	<0.12	<0.13	<0.12

Աղյուսակ 8 (շարունակություն)

Դիտակետ	Բազմաբաղադրիչ ինդեքսի տարբերակ							
	9	10	11	12	13	14	15	16
Ձկնագետ_1	0.56	0.52	0.57	0.53	0.58	0.57	0.54	0.55
Ձկնագետ_2	0.68	0.67	0.60	0.58	0.59	0.68	0.67	0.58
Ձկնագետ_3	0.48	0.49	0.37	0.38	0.42	0.53	0.54	0.43
Գավառագետ_1	0.54	0.61	0.53	0.60	0.57	0.58	0.66	0.65
Գավառագետ_2	0.49	0.44	0.42	0.37	0.42	0.49	0.45	0.38
Գավառագետ_3	0.44	0.34	0.39	0.29	0.43	0.49	0.39	0.33
Գավառագետ_4	0.17	0.09	0.17	0.09	0.20	0.20	0.12	0.12
Արգիճի_1	0.56	0.45	0.45	0.34	0.51	0.62	0.51	0.40
Արգիճի_2	0.50	0.43	0.47	0.40	0.54	0.57	0.50	0.47
Արգիճի_3	0.33	0.28	0.31	0.27	0.37	0.39	0.34	0.33
Վարդենիս_1	0.34	0.27	0.37	0.30	0.39	0.35	0.28	0.32
Վարդենիս_2	0.77	0.82	0.78	0.83	0.80	0.79	0.83	0.84
Վարդենիս_3	0.72	0.74	0.74	0.76	0.74	0.72	0.75	0.76
Վարդենիս_4	0.30	0.29	0.26	0.25	0.29	0.33	0.32	0.28
Կարճաղբյուր_1	0.73	0.69	0.76	0.71	0.79	0.76	0.72	0.74
Կարճաղբյուր_2	0.49	0.52	0.44	0.47	0.48	0.53	0.56	0.51
Կարճաղբյուր_3	0.27	0.18	0.26	0.17	0.28	0.28	0.20	0.19
Մաարիկ_1	0.55	0.51	0.61	0.56	0.62	0.57	0.52	0.57
Մաարիկ_2	0.49	0.46	0.48	0.46	0.49	0.49	0.46	0.46
Մաարիկ_3	0.20	0.08	0.19	0.07	0.19	0.20	0.09	0.08
<b>Ջրի որակի դասերի սահմանները ըստ ՋՇԴ պահանջների</b>								
գերազանց	≥0.54	≥0.46	≥0.47	≥0.4	≥0.53	≥0.57	≥0.51	≥0.44
լավ	≥0.41<0.54	≥0.35<0.46	≥0.35<0.47	≥0.3<0.4	≥0.39<0.53	≥0.43<0.57	≥0.38<0.51	≥0.33<0.44
բավարար	≥0.27<0.41	≥0.23<0.35	≥0.23<0.35	≥0.2<0.3	≥0.26<0.39	≥0.28<0.43	≥0.26<0.38	≥0.22<0.33
անբավարար	≥0.14<0.27	≥0.12<0.23	≥0.12<0.23	≥0.1<0.2	≥0.13<0.26	≥0.14<0.28	≥0.13<0.26	≥0.11<0.22
վատ	<0.14	<0.12	<0.12	<0.10	<0.13	<0.14	<0.13	<0.11

Դիտակետերի համարակալումը տրված է ակունքից գետաբերան ուղղությամբ

## ԵԶՐԱԿԱՅՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. 189 մետրիկների և 26 ջրաքիմիական ու ջրաձևաբանական ցուցանիշների վերլուծության արդյունքում մեր կողմից մշակված 16 բազմաբաղադրիչ ինդեքսները հավաստի են և հանդիսանում են կիրառելի էկոլոգիական վիճակի համալիր գնահատման աշխատանքներում:
2. Մի շարք չափորոշիչների հիման վրա առաջարկվել է օգտագործել «Plecoptera տաքսոնների քանակ – Մարգալեֆի բազմազանության ինդեքս – FBI - EP տաքսոնների քանակ» ցուցանիշների հիման վրա հաշվարկվող բազմաբաղադրիչ ինդեքսը:
3. Ուսումնասիրված գետերի ֆիզիկաքիմիական ցուցանիշների միջին տարեկան արժեքների դինամիկան ջրի որակի փոփոխության էական միտում 2008-2013թթ. ընթացքում ցույց չի տվել, իսկ արտահայտված սեզոնայնություն բացահայտվել է ԹԿՊ, նիտրիտ, ամոնիում, նիտրատ, քլորիդ և հիդրոկարբոնատ իոնների, ինչպես նաև երկաթի կոնցենտրացիաների փոփոխություններում:
4. Վիճակագրական մեթոդներով բացահայտվել է, որ ուսումնասիրված 26 ջրաքիմիական և ջրաձևաբանական ցուցանիշների հիման վրա մշակված 8 պթեսոր ինդեքսներից «նիտրատ իոն - նիտրիտ իոն - ֆոսֆատ իոն - էլեկտրահաղորդականություն» բաղադրիչների համադրությունը հանդիսանում է Սևանի ավազանի գետերի համար առավել ընդհանրական և վստահելի:
5. Ֆիզիկաքիմիական ցուցանիշների և մշակված բոլոր բազմաբաղադրիչ ինդեքսների, ինչպես նաև ֆոնային կոնցենտրացիաների և ուսումնասիրված հատվածների ջրաքիմիական ցուցանիշների համադրության արդյունքում բացահայտվել է, որ ուսումնասիրված գետերի միջին հոսանքների ջրի որակը ավելի բարձր է, քան գետաբերանային հատվածներինը, ինչը հաստատում է բոլոր գետավազաններում անթրոպոգեն բացասական ազդեցությունը:
6. Ֆիզիկաքիմիական ցուցանիշների և որպես հիմնական առաջադրված բազմաբաղադրիչ ինդեքսի արժեքների վերլուծության արդյունքում բացահայտվել է, որ ներկայումս Ջրի Շրջանակային Դիրեկտիվի սահմանած նվազագույնը «լավ» որակին չեն համապատասխանում Գավառագետ, Մասրիկ, Վարդենիս, Կարձաղբյուր և Արգիճի գետերի գետաբերանային հատվածների ջրերը: Գնահատման արդյունքներն արտահայտված են Սևանա լիճ թափվող գետերի, ըստ Ջրի Շրջանակային Դիրեկտիվի պահանջների, էկոլոգիական վիճակի գնահատման հեղինակային քարտեզում:
7. Սևանա լճի ջրի որակի վրա նյութերի տեղափոխման տեսանկյունից առավելագույն ազդեցություն են ունեցել Գավառագետը, որը առաջատար է

Cl<sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> և P-ի տեղափոխման ցուցանիշներով, Արգիճին՝ NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Fe և Մասրիկը՝ NO<sub>2</sub>: Ամենաքիչ ազդեցությունը ունեցել է Կարճաղբյուրը:

8. Միջին հոսանքների ջրաքիմիական ցուցանիշների համեմատական վերլուծության արդյունքում պարզվել է, որ կարիք կա վերանայել Արգիճի և Գավառագետ գետերի միասնական ֆոնային կոնցենտրացիաների արժեքները և սահմանել անհատական չափանիշներ:

### **ԱՌԱՋԱՐԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ**

1. Ջրերի որակի համալիր գնահատումը և ստեղծված բազմաբաղադրիչ ինդեքսի ճշգրտությունը մեծացնելու նպատակով առաջարկվում է ջրաքիմիական ցուցանիշների նմուշառումը տարաբնակեցման համակարգի վերին սահմանից վեր հատվածներում իրականացնել 50% ավելի մեծ հաճախականությամբ:
2. Վերանայել Մասրիկ և Գավառագետ գետերի համար սահմանված որոշ ֆոնային կոնցենտրացիաների արժեքներ: Մասնավորապես ազոտի և ֆոսֆորի իոնների, իսկ Գավառագետում՝ նաև երկաթի կոնցենտրացիայի ցուցանիշը: Անհրաժեշտ է նաև տարբերակված ֆոնային կոնցենտրացիայի արժեքի սահմանում Արգիճի և Գավառագետ գետերի համար:
3. Քանի որ հիմնական աղտոտիչները հանդիսանում են բիոգենները, շտապ ձեռնարկել Գավառ և Վարդենիս քաղաքների կոմունալ-կենցաղային ու արտադրական հոսքաջրերի չեզոքացման և գետերի ավազանից հեռացման աշխատանքներ: Ուսումնասիրված մյուս գետերում բիոգենների կոնցենտրացիաների դեմ պայքարի մասնակի միջոց կարող է հանդիսանալ նաև ջրերի կենսաբանական մաքրման եղանակների կիրառումը:

## Ատենախառության թեմայով տպագրված աշխատանքների ցուցակ

1. Ասատրյան Վ., Հակոբյան Ս., Դավաբյան Մ., Բոշյան Տ. Ձկնագետ և Գավառագետ գետերի էկոլոգիական վիճակի գնահատումն ըստ մակրոզոոբենթոսի ցուցանիշների // Հայաստանի կենսաբանական հանդես, LXIV, 2, 2012, էջ 6-9
2. Асатрян В.Л., Даллакян М.Р. Оценка экологического состояния рек Личк и Гаварагет // Материалы докладов II всероссийской научной конференции с международным участием “Малые реки: Экологическое состояние и перспективы развития”, Чебоксары, 2012, с. 149-153.
3. Асатрян В.Л. Динамика гидрохимического состояния воды в озере Севан в период повышения уровня воды // Материалы международной конференции “Экологическая безопасность и природопользование: наука, инновации, управление”, Махачкала: АЛЕФ, 2013, с. 299-304.
4. Асатрян В.Л. Межгодовая динамика гидрохимических показателей рек бассейна озера Севан в период повышения уровня воды озера // Сборник статей международной конференции “Биоразнообразие и экологические проблемы сохранения дикой природы, Ереван. 2013, с. 35-39.
5. Асатрян В.Л. Оценка экологического состояния гидроэкосистемы реки Варденис бассейна озера Севан (Армения) // Материалы III международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Донецк, 2014, с. 139.
6. Асатрян В.Л. Роль геоэкологических подходов к интегрированному управлению водными ресурсами на примере лимносистемы оз. Севан // Материалы Международной научно-практической конференции “Географические науки в обеспечении стратегии устойчивого развития в условиях глобализации”, Минск, 2012, с. 264-265.
7. Даллакян М.Р., Асатрян В.Л. Оценка качества воды устьев основных рек, впадающих в Малый Севан // Материалы международной молодежной конференции “Актуальные проблемы химии и биологии”, Пущино, 2012, с. 128-129.
8. Asatryan V. L., Barseghyan N. E., Vardanyan T. V., Dallakyan M. R., Gabrielyan B. K. The current state of spawning areas of Gegharquni and Summer trout in the basin of Lake Sevan // Electronic Journal of Natural Sciences, National Academy of Sciences of RA, 2(21), 2013, pp. 51-56.
9. Asatryan V.L., The estimation of Vardenis river’s ecological state by the approaches of EU Water Framework Directive // Biological Journal of Armenia, 2014, vol. 66, №1, pp. 108-112.

Интегральная оценка современного экологического состояния основных рек,  
впадающих в озеро Севан

Резюме

Многокомпонентные (мультиметрические) исследования и всесторонняя оценка водных ресурсов бассейна оз. Севан в условиях комплексности проблемы являются весьма актуальными. В настоящей работе для мультиметрической оценки экологического состояния исследованных рек (Дзкнагет, Гаварагет, Аргичи, Варденис, Карчахбюр, Масрик) использовали 12 гидрохимических, 14 гидроморфологических и 189 гидробиологических (рассчитанных на основе данных по макрозообентосу) показателей.

В результате регрессионно-корреляционного анализа динамики среднегодовых и сезонных гидрохимических показателей исследованных рек явных тенденций к изменению качества воды выявлено не было.

Анализ динамики гидрохимических показателей средних и нижних течений рек выявил выраженную сезонность для показателей БПК<sub>5</sub>, нитрат иона, нитрит иона, ионов аммония, хлорид иона, гидрокарбонат иона и железа. Для остальных проанализированных показателей выраженной сезонности выявлено не было.

Большинство гидрохимических показателей свидетельствуют о более высоком качестве воды в среднем течении, по сравнению с нижним. Такая закономерность не была зафиксирована лишь в данных по железу.

Сопоставление полученных нами данных с литературными показало, что по сравнению с 80-ми годами прошлого столетия качество воды в исследованных реках улучшилось, а по сравнению с периодом 2002-2004 г. - ухудшилось.

Сравнительный анализ гидрохимических данных средних и нижних течений исследованных рек с значениями фоновых концентраций (ФК) показал, что превышения значений последних чаще обнаруживались в устьевых участках рек, а в средних течениях, в основном, являлись единичными. Чаще всего превышения значений ФК в средних течениях были зафиксированы в р.Масрик. На основе проведенных исследований предложено дифференцировать значения ФК для рек Гаварагет и Аргичи, которые на сегодняшний день идентичны.

На основе анализа гидрохимических данных выявлено, что самыми загрязненными в период исследований являлись реки Гаварагет и Масрик. Наибольшее влияние на качество воды в оз. Севан среди рек оказывают Гаварагет (лидирует по количеству выноса  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ , P), Аргичи ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , Fe) и Масрик (лидирует по количеству выноса  $\text{NO}_2^-$ ). Наименьшее количество химических веществ поступает в озеро из остальных трех рек (Варденис, Дзкнагет, Карчахбюр), среди которых наименьшее влияние оказывает р. Карчахбюр.

Среди 8 стрессор-индексов, полученных нами в результате анализа 26 гидрохимических и гидроморфологических показателей, совокупность компонентов “нитрат ион - нитрит ион - фосфат ион - электропроводность” является самым интегральным и достоверным для всех рек бассейна оз. Севан.

В результате корреляционного анализа метрик, рассчитанных на основе данных по зообентосу и многоступенчато отфильтрованных из 189, с разработанным нами стрессор-индексом, платформой для мультиметрического индекса послужили 8 метрик: количество таксонов Trichoptera, количество таксонов Plecoptera, индекс разнообразия Маргалефа, количество семейств, FBI, доля таксонов EPT в общем разнообразии, количество таксонов EP. Метрики были сгруппированы по следующим функциональным типам - обилие, разнообразие, соотношение чувствительных и не чувствительных таксонов, таксономическая структура.

16 вариаций выбранных метрик показали высокую корреляционную связь со стрессор-индексом. Таким образом, каждая вариация может служить мультиметрическим индексом. На основе нескольких критериев (чувствительность, сопоставимость с результатами других показателей, гармонизация финансовых и природоохранных аспектов) предпочтение было отдано совокупности метрик “количество таксонов Plecoptera - индекс разнообразия Маргалефа – FBI - количество таксонов EP”, которую предлагаем использовать на данном этапе как основной мультиметрический индекс оценки экологического состояния рек.

Результаты оценки экологического состояния рек показали, что все исследованные участки верхних течений рек, кроме реки Варденис имели “высокое” качество воды. По направлению к устью качество воды рек в основном ухудшалось. В реке Варденис улучшение качества воды наблюдалось в среднем течении, а в нижнем течении оно снова ухудшалось, что связано с гидроморфологическими условиями водозаборного бассейна.

В результате оценки экологического состояния 20-и наблюдательных пунктов шести исследованных рек на основе мультиметрического индекса было выявлено, что минимальному требованию Водной Рамочной Директивы Европейского Союза к качеству воды (достичь “хорошего” качества) не соответствовали в основном устьевые участки рек Гаварагет и Масрик. Несоответствие качества воды “хорошему” в устьевых участках рек Варденис, Карцахбюр и Аргичи может быть результатом допустимой ошибки, рассчитанной Шмидт-Клебер, следовательно, до принятия решений по улучшению качества воды в данных участках необходимо провести дополнительные исследования.



Complex assessment of the modern ecological state of the major rivers inflowing into Lake Sevan

Summary

The multimetric studies and comprehensive assessment of the water resources of Lake Sevan are highly relevant in the conditions of the complexity of the problem. 12 hydro-chemical, 14 hydro-morphological and 189 hydro-biological (calculated on the basis of the macrozoobenthos data) parameters have been used in this paper for the multimetric assessment of the ecological state of the studied rivers (Dzknaget, Gavaraget, Argichi, Vardenis, Karchakhbyur, Masrik).

As the result of the regression-correlation analysis of the dynamics for the average annual and seasonal hydro-chemical parameters of the studied rivers, no apparent tendencies for the changes in the water quality have been revealed.

A pronounced seasonality for the parameters of BOD<sub>5</sub>, nitrate ion, nitrite ion, ammonium ion, chloride ion, hydrogen carbonate ion and iron have been revealed by the analyze of dynamics of the hydro-chemical parameters of the middle and lower streams of the rivers. The pronounced seasonality has not been revealed for the other analysed indicators.

The majority of the hydro-chemical parameters attest to the higher quality of water in the middle stream compared to the lower stream. Such regularity has not been registered only for the iron data.

The comparison of the data acquired with the literature data shows that the quality of water in the studied rivers have improved in comparison with the 1980s, and have worsened when compared with the period of 2002-2004.

The comparative analysis of the hydro-chemical data for the middle and lower streams of investigated rivers with the values of background concentrations (BC) have indicated that the exceeding of the BCs values was more frequently observed in the river estuaries, whereas in the middle streams it was mostly solitary. More frequent exceeding of BCs in the middle streams have been registered in River Masrik. Based on the comparative analysis it's suggested as well that the BCs for River Gavaraget and River Argichi, which are the same at the moment, must be differentiated.

Analyses of the hydro-chemical data indicated that River Gavaraget and River Masrik have been the most contaminated rivers in the study period. The rivers, which had the biggest impact on the water quality of Lake Sevan were River Gavaraget, with the biggest discharge of Cl<sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, P, River Argichi - NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Fe and River Masrik, which was the leader for the discharge of NO<sub>2</sub><sup>-</sup>. The lowest quantity of chemical materials inflowed into Lake Sevan from the other 3 studied rivers (Dzknaget, Vardenis, Karchakhbyur). River Karchakhbyur had the lowest impact among the studied rivers.



Among the 8 stressor indices developed in the result of the analysis of 26 hydro-chemical and hydro-morphological parameters, the aggregate of “nitrate ion - nitrite ion - phosphate ion - conductivity” components is the most integrative and reliable for all rivers of Lake Sevan basin.

As the result of the correlative analysis of the metrics, which have been calculated based on the data for zoobenthos and have been multi-step filtered out of 189, with the stressor index developed, the following 8 metrics have been used as a platform for the multimetric index: Number of Trichoptera taxa, Number of Plecoptera taxa, Diversity (Margalef index), Number of families, FBI, EPT taxa (%), Number of EP taxa. The metrics have been grouped by the following functional types – abundance, diversity, and ratio of the sensitive and non-sensitive taxa, taxonomic composition.

16 variations of the selected metrics have indicated a highly correlated link with the stressor index, thus each variation can serve as a multimetric index. Based on several criteria (sensitivity, comparability with the results of the other indicators, harmonization of the financial and environmental aspects), the preference have been given to the aggregate of “Number of Plecoptera taxa - Diversity (Margalef index) - FBI - Number of EP taxa” metrics, which is proposed to be used as the main multimetric index for assessment of the ecological condition of the rivers at the current stage.

The assessment results for the ecological state of the rivers have shown that all investigated sections of the upper stream - except River Vardenis, had “high” quality of water. Towards the direction of the river estuaries, the water quality mostly worsened, whereas for River Vardenis it is the opposite – the water quality improves in the middle stream, but worsens again in the lower stream, which is linked with the hydro-morphological conditions of its catchment basin.

As the result of the assessment of the ecological conditions at 20 sampling points of six rivers based on the multimetric index, it has been revealed that, mainly, the estuaries of River Gavraget and River Masrik have not compliant with the minimum requirement for the water quality of the EU Water Framework Directive (to reach “good” quality). The non-compliance of the water quality in the estuaries of Rivers Vardenis, Karchakhbyur and Argichi with the “good” quality can be the result of the permissible error, calculated by Schmidt-Kloiber. Thus, prior to the decision making about the improvement of the water quality in those parts it is necessary to carry out additional studies.

