

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱ

ՇԱԼՈՒՆՑ ՇՈՒՇԱՆԻԿ ՎԼԱԴԻԿՎ

ՈՐՈՏԱՆ ԳԵՏԻ ԵՎ ՆՐԱ ԶՐԱՀԱՎԱՔ ԱՎԱԶԱՆԻ ԷԿՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ԳՆԱՀԱՏԱԿԱՆԸ

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

ՄԵՂՄԱԳԻՐ

ԵՐԵՎԱՆ – 2014

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ

ШАЛУНЦ ШУШАНИК ВЛАДИКОВНА

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕКИ ВОРОТАН И ЕГО ВОДОСБОРНОГО БАССЕЙНА

АВТОРЕФЕРАТ

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

ЕРЕВАН – 2014

Ատենախոսության թեման հաստատվել է Երևանի պետական համալսարանում:
Գիտական ղեկավար՝ կենսաբանական գիտությունների դոկտոր,
պրոֆեսոր Կ.Վ. Գրիգորյան
Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝
կենսաբ. գիտ. դոկտոր Վ.Ս. Հովհաննիսյան
կենսաբ. գիտ. թեկնածու Է.Խ. Ղուկասյան
Առաջատար կազմակերպություն՝ Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան

Պաշտպանությունը կայանալու է 2014 թ. դեկտեմբերի 22-ին, ժամը 15.00-ին
ՀՀ ԲՈՂ-ի Բուսաբանության և կենդանաբանության 035 մասնագիտական խորհրդի նիստում:
Հասցեն՝ Երևան, 0014, Պ. Սևակի 7, էլ. փոստ՝ zoohec@sci.am
Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀՀ ԳԱԱ Կենդանաբանության և
հիդրոէկոլոգիայի գիտական կենտրոնի գրադարանում, իսկ սեղմագրին՝ նաև www.sczhe.sci.am
կայքում:

Սեղմագիրն առաքված է 2014 թ. նոյեմբերի 20-ին:

Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար,
կենսաբանական գիտությունների թեկնածու՝



Ա.Գ. Ղուկասյան

Тема диссертации утверждена в Ереванском государственном университете.

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор
К.В. Григорян
Официальные оппоненты:
доктор биологических наук В.С. Оганесян
кандидат биологических наук Э.Х. Гукасян
Ведущая организация: Национальный аграрный университет Армении

Защита состоится 22 декабря 2014 г. в 15.00 часов
на заседании Специализированного совета по ботанике и зоологии 035 ВАК РА.
Адрес: Ереван, 0014, ул. П. Севака 7, эл. почта: 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

Автореферат разослан 20 ноября 2014 г .

Ученый секретарь специализированного совета,
кандидат биологических наук



А.Г. Гукасян

Աշխատանքի արդիականությունը: Ներկայիս գիտատեխնիկական զարգացման պայմաններում շրջակա միջավայր առանց հսկողության արտանետվող տեխնածին արտանետումներն առաջ են բերում բազմազան անցանկալի բնապահպանական և սոցիալական հիմնախնդիրներ, որի մասին վկայում են երկրագնդի վրա ստեղծված էկոլոգիական վիճակին վերաբերվող ՄԱԿ-ի գրեթե բոլոր հիմնադիր փաստաթղթերը: Այժմ տեխնածին աղտոտիչներն իրենց ծավալներով անհամապատասխան են բնական երևույթներին և նյութերի շրջապտույտների մասշտաբներին: Կենսոլորտի հետ անմիջականորեն կապված քիմիական աղտոտիչները հանգեցնում են սուր թունակելողական իրավիճակների, քրոնիկական թունավորումների և ընդհանուր հիվանդացության մակարդակի բարձրացման: Որպես առավել վտանգավոր էկոտոքսիկանտներ առաջին հերթին հանդես են գալիս ծանր մետաղները, որոնց շրջապտույտի առանձնահատկությունները շրջակա միջավայրում բնորոշվում են կայունությամբ, կենսաբանական հասանելիությամբ և նույնիսկ չնչին պարունակությունների դեպքում բացասական հետևանքներ առաջացնելու հավանականությամբ (Գրիգորյան և ուրիշներ, 2010):

Երկիր մոլորակի ջրային ռեսուրսները հանդիսանում են վերականգնվող, սակայն դրանց պահպանումը, ռացիոնալ օգտագործումը և ճիշտ կառավարումը համարվում են համամոլորակային կարևորագույն հիմնախնդիրներ: Հայաստանի Հանրապետությունում այս ոլորտին առնչվող առավել մեծ կարևորություն ունեն քաղցրահամ ջրային ռեսուրսների սպառման և ջրային էկոհամակարգերի քայքայման հիմնախնդիրները, իսկ ջրային պաշարների վիճակը գնահատվում է անբավարար (Հայաստանի Հանրապետության ջրի ազգային ծրագիր, 2005): Զրային ռեսուրսների անվերահսկելի և ոչ ռացիոնալ օգտագործումը, դրանց մոնիտորինգի, որակի գնահատման և կառավարման մեխանիզմների ոչ լիարժեքությունն ուղեկցվում են մակերևութային և գրունտային ջրերի տեխնածին ծանրաբեռնվածության մեծացմամբ ու որակի վատացմամբ:

Հաշվի առնելով այն փաստը, որ Որոտան գետի ջրահավաք ավազանում նախկինում չեն իրականացվել համալիր էկոլոգիական ուսումնասիրություններ՝ այս տարածաշրջանի էկոհամակարգերի ու դրանց բաղադրիչների վրա մարդածին գործոնի հնարավոր ազդեցության բացահայտումը, աղտոտվածության մակարդակի որոշումը և դրանց վիճակի բարելավման ուղիների առաջարկումը խիստ արդիական են: Այս ուսումնասիրությունները հնարավորություն կտան մշակել տարածքի մոնիթորինգի և որակի գնահատման հայեցակարգեր, ստանալ համալիր տեղեկատվություն ջրահավաք ավազանի տարբեր էկոհամակարգերի ընդհանուր վիճակի մասին և հնարավորինս բարելավել առկա էկոլոգիական իրավիճակը:

Նպատակը և խնդիրները: Աշխատանքի նպատակն է ուսումնասիրել Որոտան գետի և նրա հիմնական վտակների էկոլոգիական վիճակը, բացահայտել Որոտան գետի և նրա ջրահավաք ավազանի էկոհամակարգերի աղտոտման հիմնական աղբյուրները, տալ դրանց էկոլոգիական վիճակի գնահատականը:

Ելնելով նշված նպատակից՝ առաջ են քաշվել հետևյալ խնդիրները.

- Ներկայացնել Որոտան գետի ու նրա ջրահավաք ավազանի ֆիզիկաաշխարհագրական բնութագիրը և տարածքի սոցիալ-տնտեսական առանձնահատկությունները:
- Կատարել Որոտան գետի և նրա հիմնական վտակների ջրերի ջրաֆիզիկական, ջրաքիմիական, ջրակենսաբանական ուսումնասիրություններ և դրանց հիման վրա իրականացնել ջրային էկոհամակարգերի էկոլոգիական վիճակի գնահատում:
- Որոշել Որոտան գետի ու նրա հիմնական վտակների ջրերի հիդրոքիմիական բնութագիրը և ոռոգելի հատկությունները:
- Բացահայտել Որոտան գետի և նրա ջրահավաք ավազանի էկոհամակարգերի աղտոտման հիմնական աղբյուրները:
- Պարզել մարդու կենցաղային գործունեության և անասնապահության ոլորտներից Որոտան գետի ջրահավաք ավազան ներմուծվող կենսածին տարրերի ծավալները և դրանց փոփոխության միտումները:
- Առաջարկել էկոհամակարգերի վիճակի բարելավման արդյունավետ մեթոդներ:

Գիտական նորույթ: Որոտան գետի և նրա ջրահավաք ավազանի տարածքում առաջին անգամ իրականացվել են համալիր էկոլոգիական ուսումնասիրություններ, որոնց հիման վրա բացահայտվել են էկոհամակարգերի աղտոտման հիմնական աղբյուրները, տրվել է տարածքի էկոլոգիական վիճակի գնահատականը, ինչպես նաև առաջարկվել է գետերի էկոլոգիական վիճակի բարելավման արդյունավետ կենսաբանական մեթոդ: Մասնավորապես.

- Կատարվել են Որոտան գետի ու նրա հիմնական վտակների ջրերի ջրաֆիզիկական, ջրաքիմիական և ջրակենսաբանական տարբեր ցուցանիշների ուսումնասիրություններ, որոնց հիման վրա տրվել է ջրերի որակի գնահատականը 2009-2012 թթ. ժամանակահատվածում:
- Առաջին անգամ ուսումնասիրվել են Որոտան, Սիսիան և Գորիսգետ գետերի ջրերի ոռոգելի հատկությունները:
- Պարզվել է, որ Cr⁺⁶-ը մինչև Cr⁺³ վերականգնող *Pseudomonas aeruginosa*-ի քրոմատ ռեդուկտազ ֆերմենտն օժտված է բարձր ակտիվությամբ և *Ps. aeruginosa* բակտերիաները կարելի է օգտագործել Cr⁺⁶-ով աղտոտված հոսքաջրերի թունազրկման համար:
- Որոտան գետի և նրա հիմնական վտակների ջրերում առաջին անգամ ուսումնասիրվել է ընդհանուր (աերոբ) և *Esherichia coli* բակտերիաների զարգացման սեզոնային դինամիկան և արդյունքների հիման վրա իրականացվել է ջրերի որակի գնահատում ռեկրեացիոն տեսանկյունից:
- Բացահայտվել են մարդու կենցաղային և գյուղատնտեսական (մասնավորապես անասնապահության) գործունեության ոլորտներից Որոտան գետի ջրահավաք ավազան ներմուծվող կենսածին տարրերի ծավալները, դրանց փոփոխման միտումները և հաշվարկվել է Որոտան գետի ջրահավաք ավազանի արոտավայրերի բեռնվածությունը:

Աշխատանքի գործնական արժեքք:

- Պարզաբանվել են Որոտան գետի և նրա ջրահավաք ավազանի էկոլոգիական վիճակի փոփոխությունները և դրանցում մարդածին գործոնի աղեցության դերը:
- Բացահայտվել են Որոտան գետի ավազանում շրջակա միջավայրի աղտոտման հիմնական աղբյուրները:
- Առաջարկվել է Cr⁺⁶-ով աղտոտված հոսքաջրերի թունագրկման բարձր արդյունավետություն ունեցող կենսաբանական մեթոդ:
- Հետազոտության արդյունքները թույլ են տալիս՝
 - իրատեսարեն և բազմավեկտոր ձևով գնահատել ջրային էկոհամակարգերի աղտոտվածության աստիճանը
 - առավել ուղղորդված իրականացնել բնապահպանական ոլորտում կատարվող աշխատանքները
 - իրականացնել ջրահավաք ավազանի կայուն զարգացմանն ուղղված միջոցառումներ:

Պաշտպանության և ներկայացվում հետևյալ հիմնադրույթները.

- Որոտան գետի և նրա հիմնական վտակների ջրաֆիզիկական, ջրաքիմիական և ջրակենսաբանական մոնիթորինգային ուսումնասիրությունների արդյունքները:
- Որոտան գետի և նրա հիմնական վտակների ջրերի ոռոգելի հատկությունների գնահատականը:
- Որոտան գետի և նրա ջրահավաք ավազանի էկոհամակարգերի աղտոտման հիմնական աղբյուրները:
- Որոտան գետի և նրա ջրահավաք ավազանի կենսատերկրացնողների էկոլոգիական իրավիճակի գնահատականը:
- *Ps. aerginosa* բակտերիաների կիրառումը Cr⁺⁶-ով աղտոտված հոսքաջրերի թունագրկման կենսաբանական մեթոդում:

Աշխատանքի փորձահավաստիությունը: Հետազոտությունների արդյունքները քննարկվել են Երևանի պետական համալսարանի էկոլոգիայի և բնության պահպանության ամբիոնի նիստերում (2009-2014 թթ.) և Երևանի պետական համալսարանի կենսաբանության ֆակուլտետի խորհրդի նիստերում (2009-2014 թթ.):

Հրապարակումներ: Ատենախոսության թեմայով տպագրվել է 4 գիտական աշխատանք:

Ատենախոսության ծավալը և կառուցվածքը: Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, 4 գլուխներից, եզրակացություններից և 152 անուն գրականությամբ գրականության ցանկից: Ատենախոսությունը կազմված է համակարգչային 130 էջից, պարունակում է 43 աղյուսակ, 30 գծանկար, 2 քարտեզ:

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

ԳԼՈՒԽ 1

ՈՐՈՏԱՆ ԳԵՏԻ ԵՎ ՆՐԱ ՋՐԱՀԱՎԱԿՄԱՔ ԱՎԱԶԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱՍԱՇԽԱՐՀԱԳՐԱԿԱՆ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Առաջին գլխում տրված են տեղեկություններ Որոտան գետի և նրա ջրահավաք ավազանի աշխարհագրական դիրքի, տարածքի կարգավիճակի և կառավարման կառուցվածքի վերաբերյալ: Նկարագրված են տարածքի հիմնական ֆիզիկաաշխարհագրական (աշխարհագրական, մորֆոլոգիական, երկրաբանական, կլիմայական, լանդշաֆտային, հողային), սոցիալ-տնտեսական առանձնահատկությունները և ջրային պաշարները (Որոտան գետի ջրահավաք ավազանի օգտագործելի, ազգային և ռազմավարական նշանակություն ունեցող ջրային պաշարներ, տարածքի գետային ցանց, ջրագրական բնութագիր, լճեր և ջրամբարներ):

ԳԼՈՒԽ 2

ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅԱՆ ՕԲՅԵԿՏԸ ԵՎ ՄԵԹՈԴՆԵՐԸ

Աշխատանքները կազմակերպվել ու իրականացվել են ԵՂՀ-ի կենսաբանության ֆակուլտետի էկոլոգիայի և բնության պահպանության ամբիոնում 2009-2012թթ.:

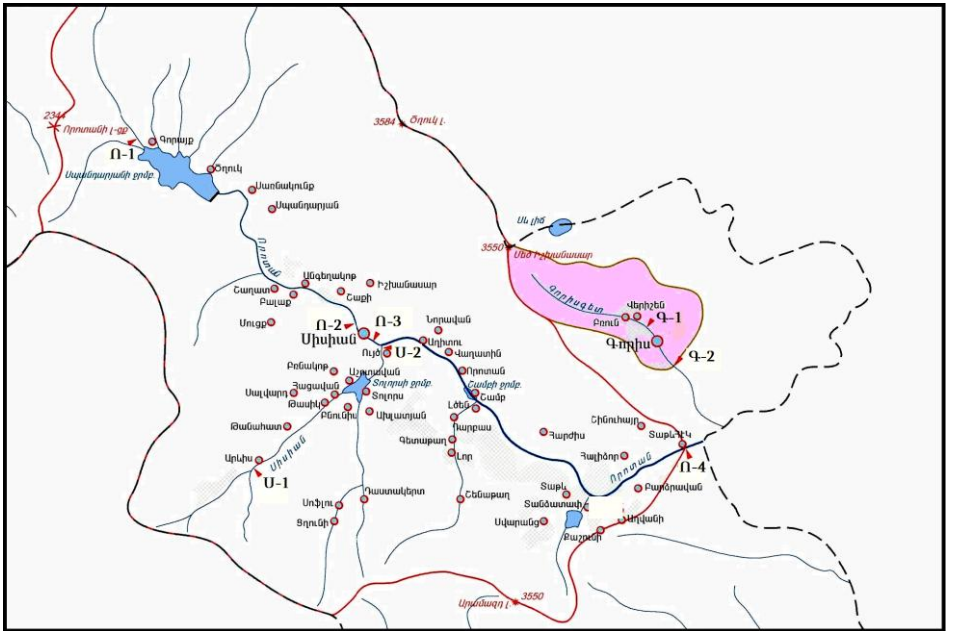
Որոտան գետի և նրա հիմնական վտակների վրա ընտրվել են 8 մոնիթորինգային դիտակետեր, դրանցից 4-ը՝ Որոտան գետի երկայնքով, 2-ը՝ Սիսիան վտակի և նա 2-ը՝ Գորիսգետ վտակի վրա (քարտեզ 1): Դիտակետերի ընտրության ժամանակ հաշվի են առնվել այն բոլոր հավանական գործոնները, որոնք կարող էին անդրադառնալ գետերի էկոլոգիական վիճակի վրա:

Որոտան գետի ջրահավաք ավազանում ընտրված դիտակետերն են.

1. Ո-1՝ Որոտան գետ, 0,5 կմ Գորիսայք գյուղից վերև,
2. Ո-2՝ Որոտան գետ, 1 կմ Սիսիան քաղաքից վերև,
3. Ո-3՝ Որոտան գետ, 2 կմ Սիսիան քաղաքից ներքև,
4. Ո-4՝ Որոտան գետ, 0,5 կմ Տաթև ՀԷԿ-ից ներքև,
5. Ս-1՝ Սիսիան գետ, 0,5 կմ Արևիս գյուղից վերև,
6. Ս-2՝ Սիսիան գետ, գետաբերան,
7. Գ-1՝ Գորիսգետ գետ, 3 կմ Գորիս քաղաքից վերև,
8. Գ-2՝ Գորիսգետ գետ, 1,5 կմ Գորիս քաղաքից ներքև:

Ուսումնասիրությունների ընթացքում օգտագործվել են ջրաֆիզիկական, ջրաքիմիական, ջրակենսաբանական և մանրէաբանական հետազոտությունների ավանդական մեթոդներ (Семенова, 1977; Фомин, 2000; Петин и др., 2006; Greenberg and others, 1992; Практикум по микробиологии, 2005; Поляк М.С. и др, 2008), որոնց նկարագրությունը բերվում է ատենախոսության մեջ: Ջրի յուրաքանչյուր նմուշում իրականացվել է ջրաֆիզիկական, ջրաքիմիական և ջրակենսաբանական շուրջ 26 ցուցանիշների ուսումնասիրություն (ջերմաստիճան, рН, թթվածնային ռեժիմ, կենսածին տարրեր, հիմնական իոններ, ծանր մետաղներ, ընդհանուր (աերոբ) և *E.*

coli բակտերիաներ): Որոտան գետի ջրահավաք ավազանի վրա մարդու կենցաղային գործունեության և անասնապահության ազդեցությունը որոշվել է Վոլենվայդերի կողմից առաջարկված մեթոդով (Vollenweider, 1968; Vollenweider, 1970): Ստացված արդյունքները ենթարկվել են վիճակագրական վերլուծության (MS Excel):



Քարտեզ 1. Որոտան գետի և նրա հիմնական վտակների վրա ընտրված դիտակետերի սխեմատիկ քարտեզ:

ԳԼՈՒԽ 3

ՈՐՈՏԱՆ ԳԵՏԻ ԵՎ ՆՐԱ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՎՏԱԿՆԵՐԻ ԷԿՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ԻՐԱՎԻՃԱԿԻ ԳՆԱՀԱՏԱԿԱՆԸ

3.1. Որոտան գետի և նրա հիմնական վտակների ջրերի հիդրոֆիզիկական և հիդրոքիմիական բնութագրերը

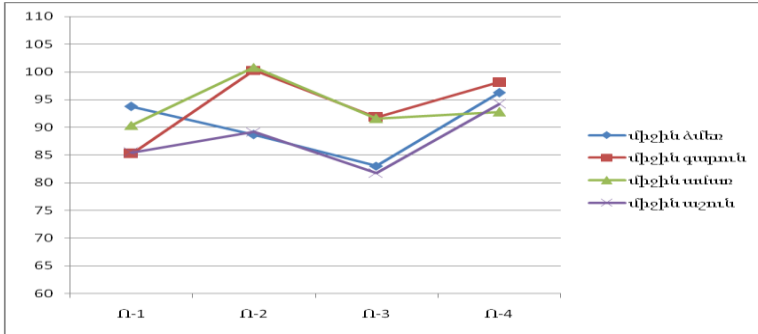
2009-2012 թթ. ժամանակահատվածում Որոտան գետի ջրի նվազագույն ջերմաստիճանը նկատվել է 2011 թ. Ո-1 դիտակետում (1,2 °C), իսկ առավելագույն ջերմաստիճանը՝ 2009թ. Ո-4 դիտակետում (17,8 °C), Սիսիան գետում՝ համապատասխանաբար 2012թ. Ս-1 դիտակետում (1,1 °C) և 2012թ. Ս-2 դիտակետում (19,2 °C), իսկ Գորիս գետ գետում՝ 2012թ. Գ-1 դիտակետում (4,1 °C) և 2010թ. Գ-2 դիտակետում (18,5 °C): Ինչպես ցույց են տվել ուսումնասիրությունները, ընդհանուր առմամբ բոլոր գետերում նկատվում է միանման օրինաչափություն, այսինքն, վերին

հոսանքից դեպի ստորին հոսանք նկատվում է ջրի ջերմաստիճանի բարձրացում: Այդ գործընթացն առաջին հերթին պայմանավորված է կլիմայական պայմանների փոփոխությամբ, մասնավորապես օդի ջերմաստիճանի բարձրացմամբ: Որոտան գետի ջրահավաք ավազանում չեն գործում այնպիսի արդյունաբերական գործարաններ, որոնք կարող են բերել ջերմային աղտոտման: Նման աղտոտման միակ հավանական աղբյուր կարող են հանդիսանալ Սիսիան և Գորիս քաղաքների կոմունալ կենցաղային հոսքաջրերը: Ուստի համեմատական վերլուծության ենք ենթարկել Որոտան գետի համար Սիսիան քաղաքից առաջ և հետո, իսկ Գորիս գետ գետի համար՝ Գորիս քաղաքից առաջ և հետո գտնվող դիտակետերի 2009-2012 թթ. ջրի ջերմաստիճանների միջինացված արժեքները: Պարզվել է, որ Որոտան և Գորիս գետ գետերում նշված դիտակետերում ջրի ջերմաստիճանի առավելագույն տարբերությունը չի գերազանցել 2,2 °C-ը, որը խոսում է ջերմային աղտոտման բացակայության մասին:

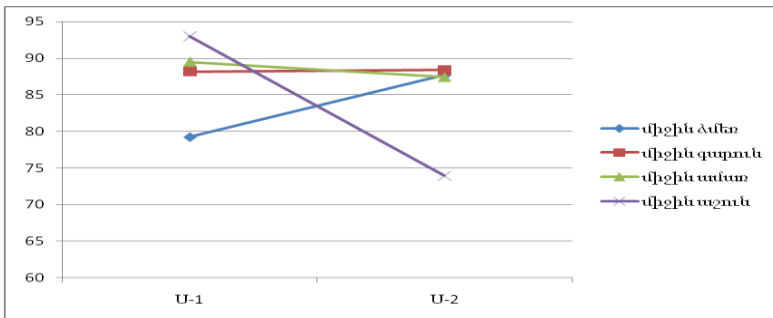
Ինչպես ցույց են տալիս 2009-2012 թթ. ուսումնասիրությունների արդյունքները, Որոտան գետում թթվածնի առավելագույն պարունակությունը նկատվել է 2011թ. ձմռանը՝ Ո-1 դիտակետում (15,9 մգ/լ), իսկ նվազագույնը՝ 2011թ. աշնանը, Ո-3 դիտակետում (7,3 մգ/լ), Սիսիան գետում՝ համապատասխանաբար 2009թ. ձմռանը Ս-2 դիտակետում (12,8 մգ/լ) և 2012թ. ամռանը կրկին Ս-2 դիտակետում (6,4 մգ/լ), իսկ Գորիս գետում՝ 2011թ. ձմռանը Գ-1 դիտակետում (11,4 մգ/լ) և 2009թ. ամռանը Գ-2 դիտակետում (7,0 մգ/լ): Այսինքն, ընդհանուր առմամբ թթվածնի առավելագույն պարունակությունը բոլոր երեք գետերում էլ նկատվել է տարվա ցուրտ ժամանակահատվածում, երբ ջրի ջերմաստիճանը ցածր է (հետևաբար բարձր է թթվածնի լուծելիության աստիճանը) և ջրային օրգանիզմների կենսագործունեությունը դանդաղ է ընթանում (թթվածինն ավելի քիչ է սպառվում): Եվ հակառակը, թթվածնի նվազագույն պարունակությունը գրանցվել է տարվա տաք ժամանակահատվածում, երբ ջրի ջերմաստիճանը բարձր է (ցածր է թթվածնի լուծելիության աստիճանը) և ջրային օրգանիզմների կենսագործունեության ուժգնությունը բարձր է:

Տարբեր բնույթի օրգանական նյութերով աղտոտման աղբյուրները բացահայտելու և ջերմաստիճանի փոփոխությամբ պայմանավորված թթվածնի լուծելիության աստիճանի փոփոխության շեղումը բացառելու համար իրականացրել ենք թթվածնով ջրի հագեցվածության 2009-2012 թթ. միջինացված սեզոնային տվյալների վերլուծություն՝ ըստ գետերի հոսքի երկայնքի (գծանկար 1, 2, 3): Վերլուծության արդյունքներից պարզվել է, որ Որոտան և Գորիս գետ գետերը, անցնելով ջրահավաք ավազանի քաղաքներով (Սիսիան և Գորիս), ենթարկվում են որոշակի աղտոտման կոմունալ կենցաղային հոսքաջրերով, որի արդյունքում նկատվում է ջրում թթվածնի հագեցվածության աստիճանի նվազում: Հարկ է նշել, որ Ո-4 դիտակետում Որոտան գետի ջրի թթվածնով հագեցվածության աստիճանը կրկին վերականգնվում է և դա խոսում է գետի ինքնամաքման մասին: Հիմնվելով միջազգային չափորոշիչների վրա, մենք իրականացրել ենք նաև Որոտան, Սիսիան և Գորիս գետ գետերի ջրերի որակի գնահատում՝ ըստ ջրում լուծված թթվածնի պարունակության և հագեցվածության աստիճանի: Համաձայն ջրերի որակի գնահատման այս մոտեցման՝ ըստ ջրում լուծված թթվածնի պարունակության

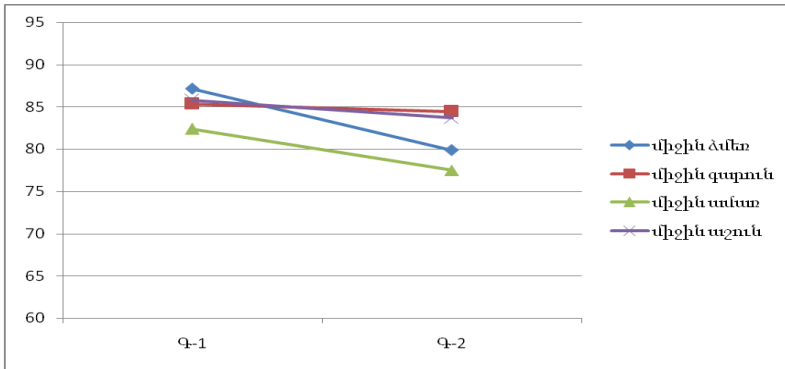
Որոտան, Միսիան և Գորիս գետերի ջրերի որակը, կախված տարիներից և սեզոններից, տատանվել է “շատ մաքուրից” – “չափավոր աղտոտված” միջակայքում (I, II, և III կարգ), իսկ ըստ թթվածնով հագեցվածության աստիճանի՝ “շատ մաքուրից” – “աղտոտված” (I, II, III և IV կարգ):



Գծանկար 1. Որոտան գետի հոսքի երկայնքով ջրում լուծված թթվածնի հագեցվածության 2009-2012 թթ. միջինացված արժեքների դինամիկան ըստ սեզոնների (%):



Գծանկար 2. Միսիան գետի հոսքի երկայնքով ջրում լուծված թթվածնի հագեցվածության 2009-2012 թթ. միջինացված արժեքների դինամիկան ըստ սեզոնների (%):



Գծանկար 3. Գործիսզեղ գետի հոսքի երկայնքով ջրում լուծված թթվածնի հագեցվածության 2009-2012 թթ. միջինացված արժեքների դինամիկան ըստ սեզոնների (%):

Ուսումնասիրություններից պարզվել է, որ Որոտան գետի ջրի pH-ը տատանվել է 6,51-ից 8,62, Սիսիան գետինը՝ 6,64-ից 8,58, իսկ Գործիսզեղ գետինը՝ 6,62-ից 8,42 միջակայքերում: Այսինքն, Գործիսզեղ գետի ջրի pH-ի մեծությունը բոլոր սեզոններին էլ գտնվել է ջրային օրգանիզմների մեծամասնության համար լավագույն միջակայքում, իսկ Որոտան և Սիսիան գետերի ջրի pH-ը մի քանի դեպքերում աննշան չափով շեղվել է դեպի հիմնայինի կողմը, որը մեր կարծիքով չի կարող բացասաբար անդրադառնալ ջրային օրգանիզմների վրա:

Ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ Որոտան գետի ջրում նիտրատ իոնի նվազագույն պարունակությունը՝ 0,533 մգ/լ, նկատվել է 2012 թ. ամռանը Ո-1 դիտակետում, իսկ առավելագույնը՝ 7,428 մգ/լ, 2010 թ. աշնանը Ո-3 դիտակետում, Սիսիան գետի ջրում՝ համապատասխանաբար 0,103 մգ/լ 2011 թ. աշնանը, Ս-1 դիտակետում և 2,233 մգ/լ 2010 թ. աշնանը, Ս-2 դիտակետում, իսկ Գործիսզեղ գետի ջրում՝ 1,65 մգ/լ 2009 թ. գարնանը, Գ-1 դիտակետում և 21,05 մգ/լ 2012 թ. ձմռանը, Գ-2 դիտակետում: Բոլոր գետերում էլ նիտրատ իոնի առավելագույն պարունակությունը նկատվել է աշուն-ձմեռ ժամանակահատվածում, երբ նվազագույնի է հասնում ֆիտոպլանկտոնի և նիտրիֆիկացնող բակտերիաների կողմից դրա յուրացումը: Ըստ գետերի ջրերում նիտրատների պարունակության կարելի է եզրահանգել, որ առավել մեծ ծավալների մարդածին բնույթի աղտոտման է ենթարկվում Գործիսզեղ, իսկ առավել քիչ՝ Սիսիան գետը:

Որոտան գետի ջրում նիտրիտ իոնի նվազագույն պարունակությունը դիտվել է 2010 թ. գարնանը և 2012 թ. աշնանը՝ Ո-1 դիտակետում (0,005 մգ/լ), իսկ առավելագույն պարունակությունը նկատվել է 2011 թ. ամռանը՝ Ո-3 դիտակետում (0,521 մգ/լ): Սիսիան գետի ջրում, համեմատած Որոտան գետի, նիտրիտների պարունակությունն ավելի ցածր է (նման արդյունքներ նկատվել են նաև նիտրատների ուսումնասիրության ժամանակ): 2010թ. գարնանը և աշնանը Ս-1 դիտակետում նիտրիտներ չեն հայտնաբերվել, իսկ առավելագույն պարունակությունը (այլ գետերի հետ համեմատած այս արժեքը ևս շատ փոքր

ցուցանիշ է նկատվել է 2011 թ. աշնանը՝ Ս-2 դիտակետում (0,108 մգ/լ): Նիտրիտ իոնի պարունակության ամենաբարձր արժեքները կրկին գրանցվել են Գորիսգետ գետի ջրում: Գորիսգետ գետում նվազագույն պարունակությունը նկատվել է 2010 թ. գարնանը՝ Գ-1 դիտակետում (0,004 մգ/լ), իսկ առավելագույն պարունակությունը՝ 2012 թ. ամռանը, Գ-2 դիտակետում (2,844 մգ/լ):

Գետերի ջրերում ամոնիում իոնի պարունակության քառամյա ուսումնասիրությունների արդյունքում հաստատվեց, որ նշված երեք գետերից առավելագույն աղտոտում նկատվում է Գորիսգետ գետում, իսկ նվազագույնը՝ Միսիան գետում: Որոտան գետում ամոնիում իոնի նվազագույն պարունակությունը կազմել է 0,029 մգ/լ (2011 թ. ձմռանը, Ո-1 դիտակետում), իսկ առավելագույն պարունակությունը՝ 1,022 մգ/լ (2011 թ. ձմռանը, Ո-3 դիտակետում): Միսիան գետի ջրում ամոնիում իոնի նվազագույն պարունակությունը կազմել է 0,022 մգ/լ (2010 թ. աշնանը, Ս-1 դիտակետում), իսկ առավելագույնը՝ 0,429 մգ/լ (2010 թ. գարնանը, Ս-2 դիտակետում): Գորիսգետ գետում այս ցուցանիշները կազմել են համապատասխանաբար 0,031 մգ/լ (2011 թ. գարնանը, Գ-1 դիտակետում) և 7,136 մգ/լ (2012 թ. ձմռանը, Գ-2 դիտակետում):

Մեր կողմից տրվել է Որոտան, Միսիան և Գորիսգետ գետերի էկոհամակարգի աղտոտվածության վիճակի գնահատականը՝ ըստ ջրում ամոնիում իոնի պարունակության: Համաձայն այս դասակարգման սանդղակի Որոտան և Միսիան գետերի էկոհամակարգերի աղտոտվածության աստիճանը, կախված տարիներից, սեզոններից և դիտակետից, տատանվել է “շատ մաքուրից” – “աղտոտված” (I-ից IV կարգ) միջակայքում, իսկ Գորիսգետ գետը՝ “շատ մաքուրից” – “շատ աղտոտ” (I-ից VI կարգ) միջակայքում:

Ուսումնասիրության արդյունքներից պարզ է դարձել, որ Որոտան գետում ֆոսֆատների նվազագույն պարունակությունը նկատվել է 2009 թ. գարնանը՝ Ո-1 և Ո-4 դիտակետերում (0,094 մգ/լ), իսկ առավելագույն պարունակությունը՝ նույն թվականի աշնանը՝ Ո-3 դիտակետում (0,601 մգ/լ): Միսիան գետում ֆոսֆատների նվազագույն պարունակությունը նկատվել է 2009 թ. ամռանը՝ Ս-1 դիտակետում (0,01 մգ/լ), իսկ առավելագույնը՝ 2011 թ. գարնանը, Ս-2 դիտակետում (0,211 մգ/լ): Գորիսգետ գետի ջրում ֆոսֆատների նվազագույն և առավելագույն պարունակությունները նկատվել են համապատասխանաբար 2012 թ. գարնանը՝ Գ-1 դիտակետում (0,135 մգ/լ) և 2011 թ. աշնանը՝ Գ-2 դիտակետում (2,377 մգ/լ): Ընդհանուր առմամբ ֆոսֆատների առավելագույն և նվազագույն պարունակությունները նկատվել են օրինաչափ ժամանակահատվածներում: Բացառություն է կազմում Միսիան գետը, որտեղ առավելագույն ցուցանիշը գրանցվել է գարնանը: Նման պարունակությունների դեպքում ֆոսֆատները թունավոր ազդեցություն չեն թողնում ջրային օրգանիզմների վրա, պարզապես նպաստում են ֆիտոպլանկտոնի, մասնավորապես կապտականաչ ջրիմուռների աճին, որոնք և կարող են այլ օրգանիզմների թունավորումների պատճառ դառնալ:

Որոտան գետի և նրա հիմնական վտակների կենսածին տարրերով աղտոտման հիմնական աղբյուրները պարզելու համար հաշվարկվել է կենսածին տարրերի պարունակության 2009–2012 թթ. միջին արժեքների դինամիկան գետերի հոսքի երկայնքով՝ ըստ սեզոնների: Ուսումնասիրություններից պարզվել է, որ Որոտան

գետի առաջին երեք դիտակետերում նկատվում է ջրում կենսածին տարրերի պարունակության ավելացում: Ո-1 դիտակետից մինչև Ո-2 դիտակետ հատվածը կենսածին տարրերի պարունակության աճը համեմատաբար քիչ է և այն պայմանավորված է ինչպես գյուղական համայնքներից հոսող կոմունալ կենցաղային, այնպես էլ գյուղատնտեսական բնույթի հոսքաջրերով: Ո-2 դիտակետից մինչև Ո-3 դիտակետի հատվածում կենսածին տարրերի պարունակության աճն ավելի կտրուկ է և ուղղակիորեն պայմանավորված է Միսիան քաղաքի կոմունալ կենցաղային հոսքաջրերով: Մասնավորապես միջինում նկատվում է նիտրատ իոնի պարունակության ավելացում 1,56 անգամ, նիտրիտի՝ 9,86 անգամ, ամոնյակի՝ 3,54 անգամ, ֆոսֆատի՝ 1,51 անգամ: Իսկ արդեն Ո-3 դիտակետից մինչև Ո-4 դիտակետերի միջև ընկած հատվածում նկատվում է կենսածին տարրերի պարունակության նվազում, որը պայմանավորված է ինչպես այս հատվածում մարդածին գործոնի աղեցության ցածր մակարդակով (այս հատվածը համեմատաբար քիչ է բնակեցված, հետևաբար նաև քիչ են կոմունալ կենցաղային և գյուղատնտեսական հոսքաջրերը) և համեմատաբար մաքուր վտակների խառնվելով (Միսիան, Այրիգետ և Լորաձոր գետեր), այնպես էլ գետի ինքնամաքման հատկությամբ:

Միսիան գետի ջրում ընդհանուր առմամբ կենսածին տարրերի պարունակությունը ցածր է, բայց հոսքին զուգահեռ նկատվում է դրա պարունակության որոշակի աճ, որն օրինաչափ է և կարող է պայմանավորված լինել տարբեր բնական և մարդածին գործոններով:

Գորիսգետ գետի ջրում կենսածին տարրերի պարունակությունը, համեմատած մյուս գետերի, ավելի բարձր է և այստեղ առավել նկատելի է Գորիս քաղաքի ազդեցությունը վերջիններիս պարունակության փոփոխության վրա: Մասնավորապես Գորիս քաղաքից առաջ և հետո գտնվող դիտակետերում միջինում նկատվում է նիտրատ իոնի պարունակության ավելացում 2,65 անգամ, նիտրիտի՝ 45 անգամ, ամոնյակի՝ 22 անգամ, ֆոսֆատի՝ 5,56 անգամ: Նման կտրուկ աճը, համեմատած մյուս գետերի հետ (մասնավորապես Որոտան գետի, որն անցնում է Միսիան քաղաքով), բացատրվում է ինչպես Գորիս քաղաքի բնակչության մեծ թվաքանակով, այնպես էլ այն հանգամանքով, որ Որոտան գետի համեմատությամբ Գորիսգետ գետը սակավաջուր է: Հարկ է նշել, որ խոշոր քաղաքներից հետո գտնվող դիտակետերում կենսածին տարրերի պարունակության ավելացում նկատվել է նաև այլ գետերում, մասնավորապես Աղստևում, Ողջիում, Փամբակում, սակայն կապված Գորիսգետ գետի հիդրոլոգիական առանձնահատկությունների հետ, այդ երևույթն այստեղ առավել ցայտուն է:

Որոտան գետն ունի մեծ ոռոգիչ նշանակություն: Դրանից են սկսվում Միսիանի և Որոտանի ջրանցքները, որոնցով ոռոգվում են Միսիանի և Գորիսի տարածաշրջանների գյուղատնտեսական հողահանդակները: Հաշվի առնելով այս հանգամանքը, մեր կողմից իրականացվել են Որոտան գետի և նրա հիմնական վտակների ջրերի հիդրոքիմիական ուսումնասիրություններ և տրվել է դրանց ոռոգելի հատկությունների բնութագիրը:

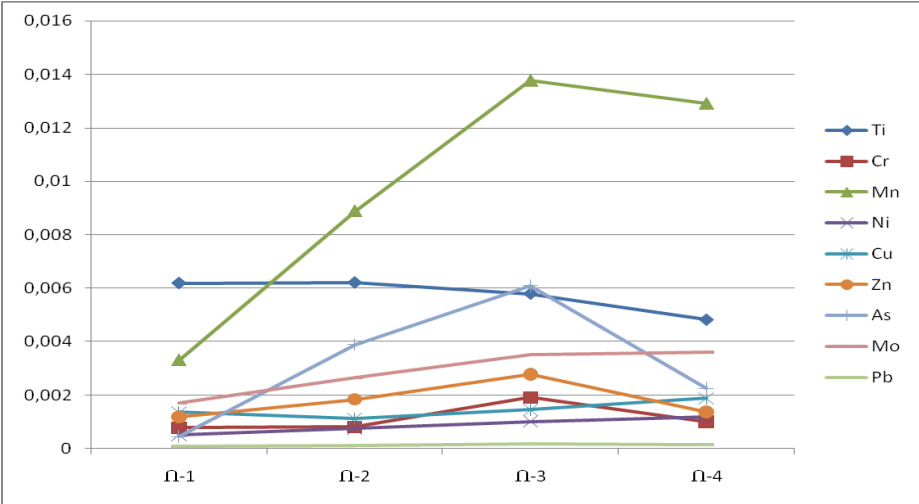
Ըստ հանքայնացման աստիճանի Որոտան և Միսիան գետերի ջրերը պատկանում են լավ ոռոգելի հատկություններով օժտված ջրերին, քանի որ դրանց

հանքայնացման աստիճանը չի գերազանցում 400 մգ/լ և տատանվում է 30,45 - 392,92 մգ/լ սահմաններում: Ի դեպ, նվազագույն հանքայնացման աստիճան հիմնականում նկատվել է Որոտան գետի վերին հոսանքներում (Ռ-1 դիտակետում), իսկ համեմատաբար բարձր հանքայնացման աստիճան նկատվել է Ռ-3 դիտակետում: Այն մեր կարծիքով անմիջականորեն պայմանավորված է Միսիան քաղաքի կոմունալ կենցաղային հոսքաջրերով, որոնք առանց որևէ մաքրման լցվում են Որոտան գետ: Իսկ Գորիսգետի ջրերի հանքայնացման աստիճանը տատանվել է 78,12 – 458,31 մգ/լ միջակայքում և երբեմն (օր.՝ 2012 թ., ամառ) անհրաժեշտ է կատարել լրացուցիչ նախազոռչակյան միջոցառումներ: Սակայն քանի որ հանքայնացման աստիճանի գերազանցումը 400 մգ/լ նիշից աննշան է և նկատվում է ոչ բոլոր տարիներին, ապա անհրաժեշտություն չկա կիրառել աղակալման գործընթացը կանխարգելող միջոցառումներ: Հարկ է նշել, որ հանքայնացման աստիճանի բարձրացումն այս դեպքում ևս պայմանավորված է քաղաքային համայնքի (Գորիս քաղաք) կոմունալ կենցաղային հոսքաջրերով և այն հիմնականում նկատվում է այն սեզոններին, երբ նվազում է գետի բնական հոսքը և մեծանում է գետի ընդհանուր հոսքում կենցաղային հոսքաջրերի չափաբաժինը:

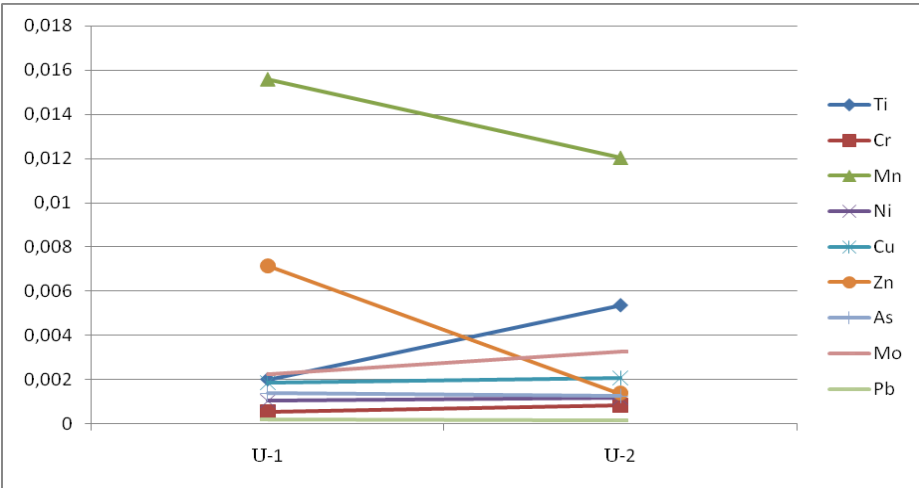
Ոռոգիչ ջրերի որակի բնութագրման համար շատ հաճախ օգտագործում են նաև հիմքային կամ իոդիզացիոն գործակիցը՝ K, որը նատրիումի քլորիդների և սուլֆատների պարունակության հարաբերությունն է: Համաձայն այս սանդղակի, եթե իոդիզացիոն գործակիցը մեծ է 18-ից, ապա այդ ջրերը կարելի է օգտագործել ոռոգման նպատակով՝ առանց աղակալման և ալկալիացման դեմ որևէ միջոցառման կիրառման: Համաձայն մեր կողմից կատարված ուսումնասիրությունների՝ Որոտան, Միսիան և Գորիսգետ գետերի ջրերի իոդիզացիոն գործակիցը բավականին բարձր է: 2009-2012 թթ. ժամանակահատվածում լավագույն արժեքը գրանցվել է 2012 թ. Միսիան գետի վերին հոսանքում (Ս-1), որը կազմել է 1882: Իսկ ամենացածր իոդիզացիոն գործակիցները 2009-2012 թթ. նկատվել են Գորիսգետ գետում՝ Գ-2 դիտակետում, և այն հավասար է եղել 69-ի: Այս ցուցանիշը ևս, ըստ միջազգային չափորոշիչների, համարվում է շատ բարձր արժեք, և այդ ջրերն առանց որևէ նախնական կանխարգելիչ միջոցառումների կարելի է օգտագործել ոռոգման նպատակով (Շալունց, Ղազարյան, Գրիգորյան, 2013 ա):

Ծանր մետաղները համարվում են շրջակա միջավայրի հիմնական աղտոտիչներից մեկը և բոլոր միջավայրերում դրանց պարունակության մոնիթորինգը պարտադիր է (Salanki, 1991; Gaur et al., 2005; Audry et al., 2004): Հաշվի առնելով վերը նշվածը՝ Որոտան գետի և նրա հիմնական վտակների ջրերում մեր կողմից իրականացվել է ծանր մետաղների ուսումնասիրություն: 2009թ. Որոտան գետի և նրա հիմնական վտակների ջրերում նկատվել են կուլտուր-կենցաղային ջրօգտագործման ՍԹԽ-ի առավելագույն գերազանցման հետևյալ արդյունքները՝ Cr-ը 2,8 անգամ (ամառ, գ. Որոտան, Ռ-3 դիտակետ), Mn-ը՝ 3,69 անգամ (աշուն, գ. Միսիան, Ս-1 դիտակետ), Cu-ը՝ 4,8 անգամ (գարուն, գ. Միսիան, Ս-1 դիտակետ), Zn-ը՝ 2,51 անգամ (գարուն, գ. Միսիան, Ս-1 դիտակետ), 2010 թ.՝ Cr-ը 3,3 անգամ (ամառ, գ. Որոտան, Ռ-3 դիտակետ), Mn-ը՝ 5,76 անգամ (գարուն, գ. Միսիան, Ս-1 դիտակետ), Cu-ը՝ 4,2 անգամ (գարուն, գ. Որոտան, Ռ-1 դիտակետ), Zn-ը՝ 2,11 անգամ (գարուն, գ. Միսիան, Ս-1 դիտակետ), 2011 թ.՝ Cr-ը 2,8 անգամ (ամառ, գ. Որոտան, Ռ-3 դիտակետ), Mn-ը՝ 3,87

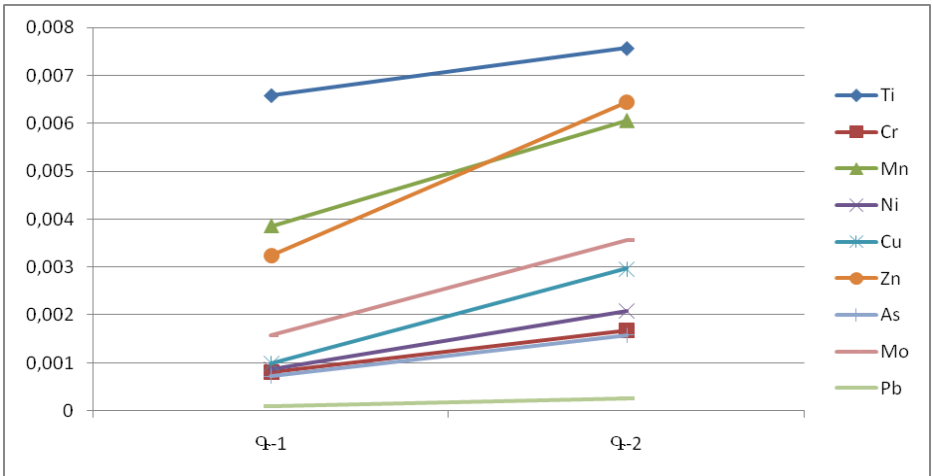
անգամ (գարուն, գ. Որոտան, Ո-4 դիտակետ), Cu-ը՝ 5,9 անգամ (ձմեռ, գ. Գորիսգետ, Գ-2 դիտակետ), իսկ 2012 թ.՝ Cr-ը 5,3 անգամ (ամառ, գ. Որոտան, Ո-3 դիտակետ), Mn-ը՝ 4,08 անգամ (ձմեռ, գ. Որոտան, Ո-3 դիտակետ), Cu-ը՝ 3,5 անգամ (աշուն, գ. Գորիսգետ, Գ-2 դիտակետ), Zn-ը՝ 3,4 անգամ (ամառ, գ. Գորիսգետ, Գ-1 դիտակետ):



Փձանկար 4. Ծանր մետաղների պարունակության տատանման քառամյա միջին արժեքները (2009- 2012 թթ.)՝ ըստ Որոտան գետի հոսքի:



Փձանկար 5. Ծանր մետաղների պարունակության տատանման քառամյա միջին արժեքները (2009- 2012 թթ.)՝ ըստ Սիսիան գետի հոսքի:

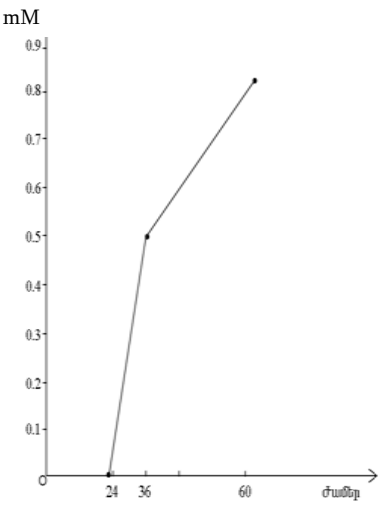
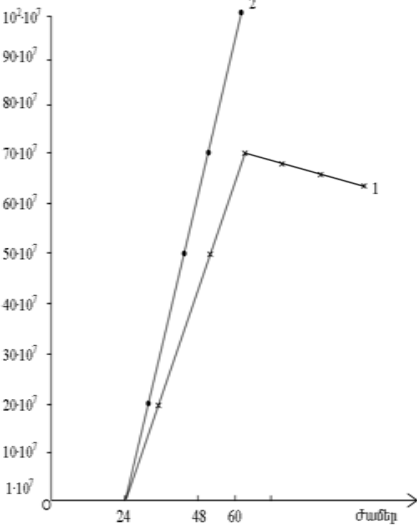


Գծանկար 6. Ծանր մետաղների պարունակության տատանման քառամյա միջին արժեքները (2009- 2012 թթ.)՝ ըստ Գորիսգետ գետի հոսքի:

Վերլուծելով Որոտան, Սիսիան և Գորիսգետ գետերի ջրերում ծանր մետաղների պարունակության բազմամյա միջինացված տվյալների դինամիկան՝ ըստ հոսքի, միանշանակ կարելի է պնդել, որ Գորիս քաղաքը նաև ծանր մետաղներով աղտոտման աղբյուր է հանդիսանում Գորիսգետ գետի համար: Գծանկար 6-ում հստակ երևում է, որ Գ-1 դիտակետի համեմատ Գ-2 դիտակետում ուսումնասիրված բոլոր ծանր մետաղների պարունակությունն ավելացել է: Ինչպես երևում է գծանկարներ 4 և 5-ում, Որոտան և Սիսիան գետերում ծանր մետաղների պարունակության դինամիկան միանշանակ չէ, քանի որ, օրինակ, Սիսիան գետում ըստ հոսքի մանգանի, ցինկի, արսենի և կապարի պարունակությունները նվազել են, մյուս ծանր մետաղներինը՝ ավելացել: Որոտան գետում բացի տիտանից բոլոր ծանր մետաղների պարունակությունն ըստ հոսքի մինչև Ո-3 գտնվող դիտակետն ավելանում է, որից հետո ծանր մետաղների հիմնական մասի պարունակությունը նվազում է, իսկ մի քանիսինը շարունակում է ավելանալ: Այսպիսով, ուսումնասիրություններից պարզվեց, որ Գորիս և Սիսիան քաղաքները հանդիսանում են ոչ միայն կենսածին տարրերով աղտոտման աղբյուր, այլ նաև՝ ծանր մետաղներով:

Հաշվի առնելով այն փաստը, որ մի շարք դեպքերում ջրում Cr-ի պարունակությունը գերազանցել է կուլտուր-կենցաղային ջրօգտագործման ՍԹԽ-ն, մեր կողմից փորձ է արվել գտնել Cr-ի թունագրկման բարձր արդյունավետություն ունեցող կենսաբանական մեթոդ: Մեթոդի ընտրության ժամանակ հիմք է ընդունվել այն փաստը, որ Cr⁶⁺-ի միացություններն ունեն թունավոր, մուտածին և քաղցկեղածին ազդեցություններ ողնաշարավոր կենդանիների ու մարդու վրա, իսկ Cr³⁺-ը՝ ոչ: Ինչպես ցույց են տալիս գրականության մեջ եղած տվյալները (Lebedeva, Lyalikova, 1979), նախկինում նմանատիպ ակտիվություն ցուցաբերող միկրոօրգանիզմներ հայտնաբերվել և անջատվել են ջրային միջավայրից ու տիդմից: Իսկ մեր կողմից քրոմի թունագրկման բարձր արդյունավետություն ունեցող միկրոօրգանիզմներ,

որոնք ունեն Cr^{+6} -ը մինչև Cr^{+3} վերականգնելու ֆերմենտային համակարգեր, անջատվել են հացահատիկային բույսերի (ցորեն, գարի) արմատային համակարգից՝ ռիզոսֆերայից,։ Ստացված արդյունքները բերված են գծանկարներ 7 և 8-ում:



Գծանկար 7. *Ps. aeruginosa* բջիջների աճի դինամիկան Սաայի անդամիջավայրում (1. կենդանի բջիջներ, 2. ընդհանուր բջիջներ):

Գծանկար 8. Cr^{6+} -ի փոխարկումը Cr^{3+} -ի *Ps. aeruginosa* ազդեցության տակ՝ $37^{\circ}C$ -ում աճի դեպքում:

Բերված տվյալները ցույց են տալիս, որ *Pseudomonas aeruginosa* բջիջների քանակությունը անդամիջավայրում անընդհատ բարձանում է և աճի 60-րդ ժամին սկզբնական 10⁷-ից հասնում է 70 × 10⁷, այսինքն բարձրանում է ավելի քան 70 անգամ (Բաղդասարյան, Շալունց, 2011): Կենդանի բջիջների քանակությունը 60 ժամ անց աստիճանաբար իջնում է (գծանկար 7): Ընդհանուր բջիջների քանակությունն անընդհատ մեծանում է և աճի 48-րդ ժամին հասնում է 10² × 10⁷: Բջիջները մահանում են և կուտակվում, որի հաշվին միջավայրում ավելանում է նրանց կենսազանգվածը:

Գծանկար 8-ում բերված կորը ցույց է տալիս, որ միջավայր ներմուծված 1mM Cr^{6+} -ից աճի 60-րդ ժամին մնում է 0,1 mM Cr^{6+} , Cr^{6+} -ը փոխարկվում է Cr^{3+} -ի, որի հետևանքով միջավայրի կարմրանարնջագույն գունավորումը (ինչը բնորոշ է կալիումի բիքրոմատին) աստիճանաբար վեր է ածվում սպիտակի: Բիքրոմատի դեհիդրոգենազայի գործունեությունը մինչև աճի 36-րդ ժամն ընթանում է բարձր ակտիվությամբ: Ինկուբացիայի 36-րդ ժամից մինչև 60-րդ ժամն այն աստիճանաբար ընկնում է: Հետևաբար կարելի է ասել, որ *Ps. aeruginosa* բակտերիաները կարելի է օգտագործել Cr^{6+} -ով աղտոտված հոսքաջրերի թունազրկման համար: Այսպիսով, կենսաբուժման պրոցեսները հնարավոր է իրականացնել լաբորատորիաներում, իսկ առավել մեծ մասշտաբներով Cr^{6+} -ը չեզոքացնելու համար կպահանջվեն մեծ ջանքեր: Նման դեպքերում լուծելի տոքսիկ մետաղներն ենթարկվում են նստեցման բակտերիալ բջիջների վրա, այնուհետև այդ նստվածքները հեռացնում են

ֆիլտրացիայի մեթոդով: Այս գործընթացներն օգտակար են աղտոտված հոսքաջրերը մաքրելու նպատակով:

3.2. Որոտան գետի և դրա հիմնական վտակների ջրերի հիդրոկենսաբանական բնութագիրը՝ ըստ ընդհանուր (աերոբ) և *Escherichia coli* բակտերիաների պարունակության

Գետերի արդյունավետությունը և ջրի որակը կարելի է որոշել ոչ միայն քիմիական հետազոտությունների միջոցով, այլև էկոհամակարգի կենսաբանական բաղադրիչներով, մասնավորապես՝ ընդհանուր (աերոբ) և *E. coli* բակտերիաների թվաքանակով (Wang et al., 2010):

Հաշվի առնելով այս փաստը, մեր կողմից իրականացվել է Որոտան գետի և դրա հիմնական վտակների՝ Սիսիանի և Գորիսգետի ջրերում ընդհանուր (աերոբ) և *E. coli* բակտերիաների առկայության և պարունակության ուսումնասիրություն: Ընդհանուր (աերոբ) բակտերիաները հանդիսանում են օրգանական աղտոտման և վեգետացիոն ժամանակահատվածում կապտականաչ ջրիմուռների թունավոր ազդեցության լավ ինդիկատորներ: Իսկ *E. coli* բակտերիաները, մտնելով ֆեկալ կոլիֆորմ բակտերիաների խմբի մեջ, հանդիսանում են ջրային էկոհամակարգերի ֆեկալ աղտոտման (ինչպես մարդկային, այնպես էլ ընտանի կենդանիներից) ինդիկատոր: *E. coli* բակտերիաների գուտ առկայությունը ջրում չի կարող անհանգստության առիթ հանդիսանալ, սակայն այդ փաստը կարող է խոսել այն մասին, որ տարածքը կարող է վարակված լինել նաև մարդու առողջության համար վտանգավոր այլ ախտածին բակտերիաներով և վիրուսներով, այսինքն դա պարզապես խոսում է մարդու առողջությանը սպառնացող պոտենցիալ վտանգի մասին:

Որոտան գետի ջրերում ընդհանուր (աերոբ) բակտերիաների թվաքանակի առավելագույն արժեքը նկատվել է 2011 թ. ամռանը՝ Ռ-3 դիտակետում (41900 ԳԱՄ/մլ), իսկ նվազագույն ցուցանիշը՝ 2009 թ. ձմռանը՝ Ռ-1 դիտակետում (128 ԳԱՄ/մլ), Սիսիան գետի ջրում՝ համապատասխանաբար 2010 թ. ամռանը Ս-2 դիտակետում (35420 ԳԱՄ/մլ) և 2010 թ. ձմռանը Ս-1 դիտակետում (186 ԳԱՄ/մլ), իսկ Գորիսգետում՝ 2011թ. Գ-2 դիտակետում (29500 ԳԱՄ/մլ) և 2010 թ. Գ-1 դիտակետում (780 ԳԱՄ/մլ): Ըստ դիտակետի տեղադրության՝ բոլոր գետերում ընդհանուր (աերոբ) բակտերիաների առավելագույն արժեքներ նկատվել են 2 հիմնական քաղաքներից հետո, որն ուղղակիորեն կարող է պայմանավորված լինել այդ քաղաքների կոմունալ կենցաղային հոսքաջրերով: Ի դեպ, Որոտան գետի վերջին դիտակետում նկատվում է ընդհանուր (աերոբ) բակտերիաների թվաքանակի նվազում, որը խոսում է գետում ընթացող ինքնամաքման գործընթացների մասին: Իսկ սեզոնային առումով՝ ամռանը նկատված թվաքանակի բարձր արժեքները պայմանավորված են այդ սեզոնին ջրի համեմատաբար բարձր ջերմաստիճանով, որը և բարենպաստ պայմաններ է ստեղծում բակտերիաների աճի և բազմացման համար: Նվազագույն արժեքները հիմնականում նկատվել են ձմեռ-գարուն ժամանակահատվածում: Ձմռանը նկատված փոքր թվաքանակները պայմանավորված են ջրի ցածր ջերմաստիճանով, իսկ գարնանը՝ գետերի վարարումներով (Շալունց, Ղազարյան, Գրիգորյան, 2013 ք):

Որոտան գետի ջրերում *E. coli* բակտերիաների թվաքանակի առավելագույն արժեքը նկատվել է 2011 թ. ամռանը՝ Ռ-3 դիտակետում (57 բջիջ/մլ), Սիսիան գետի ջրում՝ 2010 թ. ամռանը՝ Ս-2 դիտակետում (48 բջիջ/մլ), իսկ Գորիս գետում՝ 2010թ. ամռանը՝ Գ-2 դիտակետում (31 բջիջ/մլ)։ Հիմնվելով ուսումնասիրության արդյունքների վրա կարելի պնդել, որ Սիսիան և Գորիս քաղաքներից հոսող կոմունալ-կենցաղային ջրերը հանդիսանում են Որոտան և Գորիս գետ ջրերի ֆեկալ աղտոտման աղբյուր, որոնց մեջ մեծ հավանականություն կա, որ նաև լինեն տարբեր այստաձին բակտերիաներ և վիրուսներ։

Մեր կողմից իրականացվել է Որոտան, Սիսիան և Գորիս գետ ջրերի որակի գնահատում՝ ռեկրեացիոն տեսանկյունից։ Ըստ այս սանդղակի A դասի ջրում մարդկանց լողանալու դեպքում հիվանդանալու հավանականությունը հետևյալն է. 1000 լողացող մարդուց մինչև 8 հիվանդության դեպք։ Հիվանդանալու փոքր հավանականությամբ պայմանավորված՝ մարդկանց մուտքը գետ չի սահմանափակվում։ B դասի ջրում լողանալու դեպքում հիվանդանալու հավանականությունը բավականին մեծանում է, որի հետ կապված՝ լողանալ չի թույլատրվում (EPA, 2006)։ Իսկ C դասի ջրային տարածքներ հասարակության մուտքը խիստ արգելվում է։ Համաձայն այս դասակարգման՝ Որոտան գետի ջրերը Ռ-1, Ռ-2 և Ռ-4 դիտակետերում, ըստ տարիների և սեզոնների, պատկանել են A դասին, Ռ-3 դիտակետում՝ A, B և C դասին, Սիսիան գետի ջրերը Ս-1 դիտակետում՝ A դասին, Ս-2 դիտակետում՝ A և C դասերին, իսկ Գորիս գետի ջրերը Գ-1 դիտակետում՝ A դասին, Գ-2 դիտակետում՝ A, B և C դասերին։

ԳԼՈՒԽ 4

ՄԱՐԴՈՒ ԿԵՆՑԱՂԱՅԻՆ ԳՈՐԾՈՒՆԵՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԱՆԱՄԱՂԱՆՈՒԹՅԱՆ ԱԶԴԵՅՈՒԹՅՈՒՆՆ ՈՐՈՏԱՆ ԳԵՏԻ ԶՐԱՀԱՎԱԿՔ ԱՎԱԶԱՆԻ ՎՐԱ

Որոտանի ջրահավաք ավազանում մարդկային գործունեության կարևոր բնագավառներից են բնակչության կենցաղային գործունեությունն ու գյուղատնտեսությունը։ Այս ոլորտներից շրջակա միջավայր են ներմուծվում հսկայական քանակի կենսածին տարրեր, մասնավորապես ազոտ և ֆոսֆոր, որոնք տարբեր միացությունների ձևով (ինչպես օրգանական, այնպես էլ անօրգանական) անցնում են շրջակա միջավայր, վերջինիցս էլ մակերևութային ու ստորգետնյա հոսքերի միջոցով հասնում են գետեր՝ բերելով էկոհամակարգերի բնական հավասարակշռված վիճակի խախտման։

Համաձայն Հայաստանի Հանրապետության Ազգային վիճակագրական ծառայության տվյալների, 2010 թ. Որոտան գետի ջրահավաք ավազանում բնակվել է 78,4 հազ. մարդ, որից 40,1 հազ.՝ քաղաքներում, 38,3 հազ.՝ գյուղերում, իսկ 2011 թ. և 2012 թ. 78,6 հազ. մարդ, որից 40,2 հազ.՝ քաղաքներում, իսկ 38,4 հազ.՝ գյուղերում։

Մեր կողմից հաշվարկվել են այս տարածքում բնակչության տնտեսական գործունեության շնորհիվ շրջակա միջավայր մտած ազոտի և ֆոսֆորի քանակները։ Պարզվել է, որ 2010 թ. մարդու կենցաղային գործունեության հետևանքով շրջակա միջավայր է ներմուծվել 605,54 տ ազոտ և 60,54 տ ֆոսֆոր, իսկ 2011 և 2012 թթ. յուրաքանչյուր տարի՝ 607,07 տ ազոտ և 60,71 տ ֆոսֆոր (Շալունց, 2013)։

Անասնապահության ոլորտում մեր կողմից իրականացված հաշվարկներից և ՀՀ Ազգային վիճակագրական ծառայության տվյալներից պարզվել է, որ 2010թ. Որոտան գետի ջրահավաք ավազանում բնակչությունն ունեցել է 38754 խոշոր ու 55064 մանր եղջերավոր անասուն և 3621 խոզ, իսկ 2011 և 2012թթ. համապատասխանաբար 39137, 61918 4187 և 40180, 72734, 4288: Ինչպես երևում է, խոշոր ու մանր եղջերավոր անասունների և խոզերի գլխաքանակի որոշակի աճ է նկատվել 2010-2012 թթ. ժամանակահատվածում, որն համապատասխանաբար կազմել է 1426, 17666 և 667 գլուխ կամ 3,7%, 32,1% և 18,4%: Հաշվարկներից պարզվել է, որ 2010 թ. խոշոր ու մանր եղջերավոր անասունների և խոզերի արտաթորանքների միջոցով շրջակա միջավայր է ներմուծվել ընդամենը 3091,64 տ ազոտ և 364,57 տ ֆոսֆոր, 2011թ.՝ 3166,07 տ ազոտ ու 376,39 տ ֆոսֆոր, իսկ 2012թ.՝ 3304,86 տ ազոտ ու 395,55 տ ֆոսֆոր: Ուսումնասիրությունների արդյունքները ցույց են տվել, որ 2010-2012 թթ. տեղի է ունեցել շրջակա միջավայր ներմուծվող ազոտի աճ 6,9%-ով, իսկ ֆոսֆորի՝ 8,5%-ով: Ըստ Գ.Ֆ.Ռասայլետիսի (1997)՝ խոշոր և մանր եղջերավոր անասունների արտաթորանքի միջոցով հող մտած ֆոսֆորի 1,5%-ը անցնում է մակերևութային և գրունտային ջրեր: Ազոտի համար այս ցուցանիշն ավելի մեծ է և հավասար է 10-20%-ի: Սրա հետ կապված անհրաժեշտ է կառուցել գոմաղբի կուտակման վայրեր, որպեսզի անասնապահության հետագա զարգացումը չունենա իր բացասական ազդեցությունը շրջակա միջավայրի՝ մասնավորապես Որոտան գետի վրա:

Մեր կողմից հաշվարկվել է նաև Որոտան գետի ջրահավաք ավազանի արտավայրերի բեռնվածությունը: Համաձայն Հայաստանի Հանրապետության կառավարությանն առընթեր անշարժ գույքի կադաստրի պետական կոմիտեի տվյալների, Որոտան գետի ջրահավաք ավազանում կա 90637 հա արտավայր: Ըստ Վոլենվայդերի (1970) միջին ծանրաբեռնված 1 հա արտավայրում տարեկան հող է ներմուծվում 10 գ/մ² ազոտ և 1,45 գ/մ² ֆոսֆոր: Այս տվյալները համապատասխանեցնելով Որոտան գետի ջրահավաք ավազանի բնակլիմայական պայմաններին, եկել ենք այն եզրակացության, որ թույլատրելի ծանրաբեռնվածության ապահովման դեպքում մեկ հեկտարի վրա կարելի է արածեցնել 1,4 պայմանական գլուխ խոշոր և 13 պայմանական գլուխ մանր եղջերավոր անասուն:

Հաշվարկներից երևում է, որ Որոտան գետի ջրահավաք ավազանի արտավայրերի բեռնվածությունը 2010 թ. կազմել է ընդամենը 35,2%, 2011թ.՝ 36,1%, իսկ 2012 թ.՝ 37,8%: Վիճակագրական տվյալներից պարզվել է, որ նկատվում է անասնագլխաքանակի աննշան աճ, սակայն այս տարածաշրջանում անասնապահության զարգացման դեռ մեծ հնարավորություն կա (մինչև 78891 գլուխ խոշոր եղջերավոր անասուն): Հարկ է նշել, որ անասնապահությունը Միսիանի և Գորիսի տարածաշրջաններում անհավասար է բաշխված: Մասնավորապես Գորիսի տարածաշրջանում արտավայրերի ընդհանուր մակերեսը կազմում է 19492 հա, Միսիանի տարածաշրջանում՝ 71175 հա, իսկ անասնագլխաքանակը հակառակը՝ Գորիսի տարածաշրջանում ավելի շատ է քան Միսիանի տարածաշրջանում: 2012թ. Գորիսի տարածաշրջանում եղել է 24022 գլուխ խոշոր և 44162 գլուխ մանր եղջերավոր անասուն, իսկ Միսիանի տարածաշրջանում՝ համապատասխանաբար 16158 և 28572 գլուխ: Պարզվել է, որ Գորիսի տարածաշրջանում 2010թ. արտավայրերի բեռնվածությունը կազմել է 97,6%, իսկ արդեն 2012թ.՝ 105,4%, այսինքն,

արոտավայրերը գերբեռնված էին: Դրա արդյունքում կարող են նկատվել արոտավայրերի կենսաբազմազանության դեգրադացիա, հողերի էռոզիա, իսկ ընդհանուր առմամբ այդ ամենը կարող է բերել անապատացման գործընթացների: Այդ երևույթներից խուսափելու համար անհրաժեշտ է օգտվել հարևան շրջանների արոտավայրերից, մասնավորապես Միսիանի (արոտավայրերի բեռնվածությունը 2012թ. կազմել է ընդամենը 19,3%) և ԼՂՀ-ի արոտավայրերից: Իսկ Միսիանի շրջանում, հակառակը, կա անասնապահության զարգացման մեծ հնարավորություն, մասնավորապես, խոշոր եղջերավոր անասունների գլխաքանակը կարելի է ավելացնել ևս 80415-ով: Միայն անհրաժեշտ է կատարել ճիշտ արածեցում, այսինքն, չառաջացնել տեղային գերբեռնվածություն, օգտագործել համայնքներից հեռու գտնվող արոտավայրերը և յուրաքանչյուր հինգերորդ տարին արոտավայրը թողնել հանգստի վիճակում, որպեսզի տեղի ունենա բնական սերմնաշրջանառություն:

ԵԶՐԱԿԱՅՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. Որոտան և Գորիս գետերը, անցնելով ջրահավաք ավազանի քաղաքներով (Միսիան և Գորիս), ենթարկվում են որոշակի աղտոտման կոմունալ կենցաղային հոսքաջրերով, որի արդյունքում նկատվում է ջրում թթվածնի հագեցվածության աստիճանի նվազում: Ըստ ջրում լուծված թթվածնի պարունակության Որոտան, Միսիան և Գորիս գետերի ջրերի որակը, կախված տարիներից և սեզոններից, տատանվում է “շատ մաքուրից” - “չափավոր աղտոտված” միջակայքում (I, II, և III կարգ), իսկ ըստ թթվածնով հագեցվածության աստիճանի՝ “շատ մաքուրից” - “աղտոտված” (I, II, III և IV կարգ):

2. Միսիան և Գորիս քաղաքների կոմունալ-կենցաղային հոսքաջրերը հանդիսանում են ազոտի և ֆոսֆորի միացություններով Որոտան և Գորիս գետերի աղտոտման հիմնական աղբյուրները: Միսիան գետի հոսքի երկայնքով ազոտի ու ֆոսֆորի միացությունների պարունակության թռիչքային աճ չի նկատվում, որը խոսում է աղտոտման ցրված աղբյուրների մասին (փոքր գյուղական համայնքների կոմունալ կենցաղային և գյուղատնտեսական հոսքաջրեր): Ըստ ջրում ամոնիում իոնի պարունակության Որոտան և Միսիան գետերի էկոհամակարգերի աղտոտվածության աստիճանը տատանվել է “շատ մաքուրից” - “աղտոտված” միջակայքում, իսկ Գորիս գետը՝ “շատ մաքուրից” - “շատ աղտոտված”:

3. Ըստ հանքայնացման աստիճանի Որոտան և Միսիան գետերի ջրերը պատկանում են լավ ոռոգելի հատկություններով օժտված ջրերին (հանքայնացման աստիճանը չի գերազանցում 400 մգ/լ), իսկ Գորիս գետի ջրերի հանքայնացման աստիճանը տատանվել է 78,12–458,31 մգ/լ միջակայքում, սակայն քանի որ հանքայնացման աստիճանի գերազանցումը 400 մգ/լ նիշից աննշան է և այն նկատվում է ոչ բոլոր տարիներին, անհրաժեշտություն չկա կիրառել աղակալման գործընթացը կանխարգելող միջոցառումներ: Ըստ իռիգացիոն գործակցի ևս բոլոր երեք գետերի ջրերը առանց որևէ նախնական կանխարգելիչ միջոցառումների կարելի է օգտագործել ոռոգման նպատակով:

4. Վերլուծելով Որոտան, Միսիան և Գորիս գետերի ջրերում ծանր մետաղների պարունակության բազմամյա միջինացված տվյալների դինամիկան ըստ

հոսքի, միանշանակ կարելի է պնդել, որ Գորիս և Միսիան քաղաքները հանդիսանում են Գորիսգետ և Որոտան գետերի համար ծանր մետաղներով աղտոտման աղբյուր: Որոտան գետում, բացի տիտանից, մյուս բոլոր ծանր մետաղների պարունակությունը մինչև Ո-3 դիտակետն ավելանում է, որից հետո ծանր մետաղների հիմնական մասի պարունակությունը նվազում է, իսկ մի քանիսինը շարունակում է ավելանալ: Միսիան գետում մանգանի, ցինկի, արսենի և կապարի պարունակությունն ըստ հոսքի նվազում է, իսկ մյուս ծանր մետաղներինը՝ ավելանում: Գորիս քաղաքից վերև գտնվող դիտակետի համեմատ քաղաքից ներքև գտնվող դիտակետում ուսումնասիրված բոլոր ծանր մետաղների պարունակությունն ավելանում է:

5. Հացահատիկային կուլտուրաների ռիզոսֆերայից անջատված *Pseudomonas aeruginosa* բակտերիաներն ընդունակ են թունավոր, ուռուցքածին, մուտածին հատկություններ ունեցող Cr⁺⁶-ը վերականգնել մինչև ոչ թունավոր հատկություններ ունեցող Cr⁺³-ի: Պարզվել է, որ Cr⁺⁶-ը մինչև Cr⁺³ վերականգնող *Pseudomonas aeruginosa*-ի քրոմատ ռեդուկտազ ֆերմենտն օժտված է բարձր ակտիվությամբ և *Ps. aeruginosa* բակտերիաները կարելի է օգտագործել Cr⁺⁶-ով աղտոտված հոսքաջրերի թունազրկման համար:

6. Վերլուծելով Որոտան, Միսիան և Գորիսգետ գետերի ջրերում ընդհանուր (աերոբ) և *E. coli* բակտերիաների պարունակության բազմամյա միջինացված տվյալների դինամիկան ըստ հոսքի, միանշանակ կարելի է պնդել, որ Միսիան և Գորիս քաղաքների կոմունալ-կենցաղային հոսքաջրերը հանդիսանում են Որոտան և Գորիսգետ գետերում ընդհանուր (աերոբ) և *E. coli* բակտերիաների թվականակի ավելացման պատճառ, իսկ Միսիան գետի աղտոտումն ունի տարածակաևորեն ցրված բնույթ: Միևնույն ժամանակ բոլոր երեք գետերն էլ ենթարկվում են ֆեկալ աղտոտման և կարող են վարակված լինել նաև մարդու առողջության համար վտանգավոր ախտածին բակտերիաներով և վիրուսներով:

7. Որոտան գետի ջրահավաք ավազանում մարդու կենցաղային գործունեության և անասնապահության ոլորտներից 2012 թ. շրջակա միջավայր է ներմուծվել 3911,93 տ ազոտ և 456,26 տ ֆոսֆոր: Ուսումնասիրությունների արդյունքները ցույց են տվել, որ 2010-2012 թթ. տեղի է ունեցել շրջակա միջավայր ներմուծվող ազոտի աճ 6.9%-ով և ֆոսֆորի աճ 8.5%-ով:

8. Հաշվարկներից պարզվել է, որ Որոտան գետի ջրահավաք ավազանի արոտավայրերի բեռնվածությունը 2012 թ. կազմել է ընդամենը 37,8% և այս տարածաշրջանում անասնապահության զարգացման մեծ հնարավորություն կա (մինչև 78891 գլուխ խոշոր եղջերավոր անասուն): Պարզվել է նաև, որ անասնապահությունը Միսիանի և Գորիսի տարածաշրջաններում անհավասար է բաշխված. Գորիսի տարածաշրջանում 2010 թ. արոտավայրերի բեռնվածությունը կազմել է 97,6%, իսկ արդեն 2012թ.՝ 105,4%, այսինքն, արոտավայրերը գերբեռնված էին: Իսկ Միսիանի տարածաշրջանում արոտավայրերի բեռնվածությունը 2012թ. կազմել է ընդամենը 19,3% և կա անասնապահության զարգացման մեծ հնարավորություն:

ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅԱՆ ԹԵՄԱՅՈՎ ՀՐԱՏԱՐԱԿՎԱԾ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐԸ

1. Բաղդասարյան Ե.Գ., Շալունց Շ.Վ. Բիքրոմատի թունազրկումը հողային միկրոօրգանիզմներով // Հայաստանի կենսաբանական հանդես, 2011, №2, էջ 90-92
2. Շալունց Շ. Մարդու կենցաղային գործունեության և անասնապահության ազդեցությունն Որոտան գետի ջրահավաք ավազանի վրա // Կրթությունը և գիտությունը Արցախում, 2013, № 1-2, էջ 109-114
3. Շալունց Շ., Ղազարյան Կ., Գրիգորյան Կ. Ընդհանուր (աերոբ) և E. coli բակտերիաների պարունակությունն Որոտան, Սիսիան և Գորիսգետ գետերի ջրերում որպես մարդածին աղտոտման ինդիկատոր // Կրթությունը և գիտությունը Արցախում, 2013 ա, № 3-4, էջ 116-120
4. Շալունց Շ.Վ., Ղազարյան Կ.Ա., Գրիգորյան Կ.Վ. Որոտան գետի և նրա հիմնական վտակների ջրերի հիդրոքիմիական բնութագիրը և ռոզգելի հատկությունները // Հայաստանի կենսաբանական հանդես, 2013 թ, №3, էջ 99-106

ШАЛУНЦ ШУШАНИК ВЛАДИКОВНА

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕКИ ВОРОТАН И ЕГО ВОДОСБОРНОГО БАССЕЙНА

Резюме

Целью работы являлось изучение экологического состояния реки Воротан и ее основных притоков, выявление основных источников загрязнения экосистемы Воротана и его водосборного бассейна, оценка экологического состояния и предложение эффективных методов его улучшения. Для достижения этой цели в 2009-2012 годах посредством полевых и лабораторных исследований изучались гидрофизические, гидрохимические и гидробиологические показатели воды реки Воротан и ее основных притоков (температура, кислородный режим, pH, биогенные элементы, основные ионы, тяжёлые металлы, содержание общих (аэробных) и *E.coli* бактерий – всего 26 показателей). Пробы вод отбирались из 8 наблюдательных пунктов, из которых 4 на реке Воротан и по 2 на притоках Сисиан и Горисгет.

В результате наблюдений было выявлено, что на всех реках от верхнего течения к нижнему происходит повышение температуры воды, что в первую очередь обусловлено различиями климатических условий. Выяснилось также, что река Воротан и ее основные притоки не подвергаются температурному загрязнению и в этом плане для биоразнообразия этих рек угрозы нет. Показано, что во всех трех реках наибольшее содержание кислорода наблюдается в холодное время года. Это обусловлено низкой температурой воды и замедлением жизнедеятельности организмов. И наоборот, наименьшее содержание кислорода зафиксировано в тёплое время года, когда температура воды и темп жизнедеятельности организмов высоки. Проведён также анализ усреднённых сезонных данных насыщенности воды кислородом вдоль течения рек (2009-2012гг.). Выяснилось, что реки Воротан и Горисгет, протекая через города водосборного бассейна (Сисиан, Горис), подвергаются некоторому загрязнению коммунально-бытовыми отходами, что приводит к уменьшению уровня кислородной насыщенности воды в этих реках. По содержанию растворённого в воде кислорода качество воды рек Воротан, Сисиан и Горисгет в зависимости от года и сезона колебалось в интервале от “очень чистого” до “умеренно загрязненного” (I, II и III категории), а по уровню насыщенности кислородом - от “очень чистого” до “загрязнённого” (I, II, III и IV категории). Показатели pH воды реки Воротан колебались в интервале 6,51 - 8,62, реки Сисиан - от 6,64 до 8,58, а Горисагет - от 6,62 до 8,42.

Для выявления основных источников загрязнения реки Воротан и ее притоков биогенными элементами нами была прослежена динамика содержания биогенных элементов по всему течению рек по сезонам за 2009-2012 годы. Исследования показали, что вниз по течению для всех трёх рек наблюдалось увеличение содержания биогенных элементов. На наблюдательных пунктах при втекании и вытекании из городов Сисиан и Горис отмечено резкое различие показателей содержания биогенных элементов, что обусловлено коммунально-бытовыми водами, которые без каких-либо очистительных мероприятий вливаются в протекающие по их территории реки.

Река Воротан имеет большое оросительное значение. С нее начинаются каналы Сисиана и Гориса, которые орошают посевные площади этих регионов. В связи с этим, нами было проведено гидрохимическое исследование вод реки Воротан и ее притоков, дана характеристика их оросительных свойств. Показано, что по уровню минерализации и коэффициенту ирригации как воды реки Воротан, так и ее притоков считается высокого

качества и без предварительных профилактических мероприятий могут быть использованы для орошения.

Одними из основных загрязнителей окружающей среды считаются тяжёлые металлы и во всех сферах мониторинг их содержания обязателен. Изучение уровня содержания тяжёлых металлов в реке Воротан и ее основных притоках показало, что в водах этих рек часто наблюдалось превышение содержания Cr, Mn, Cu и Zn по ПДК культурно-бытового водопользования. Учитывая тот факт, что в многочисленных случаях содержание Cr в воде превышало ПДК культурно-бытового водопользования, мы попытались найти метод обеззараживания Cr. Выяснилось, что для обеззараживания загрязнённых Cr⁶⁺ водных потоков можно использовать бактерии *Pseudomonas aeruginosa*, выделяемые из корневой системы (ризосферы) злаковых (пшеница, ячмень). Этот метод является высокоэффективным и экологически безопасным биологическим методом. При этом Cr⁶⁺ преобразуется в Cr³⁺, растворимые тяжёлые металлы оседают на бактериальные клетки, а осадок можно удалить посредством фильтрации.

Продуктивность рек и качество воды можно определить не только по химическим показателям, но и биологическими составляющими экосистемы, в частности бактериями. Исходя из этого, мы изучали общее содержание бактерий (аэробных) и содержание *E. coli* в реках Сисиан и Горис. Наибольшее количество общих (аэробных) бактерий было выявлено при выходе из двух основных городов, что напрямую обусловлено коммунально-бытовыми водами этих городов. Зафиксировано сезонное увеличение количества бактерий летом, обусловленное сравнительно высокой температурой воды, создающей благоприятные условия для развития и размножения бактерий. Самые низкие показатели отмечены зимой и весной. Зимой они обусловлены низкой температурой воды, а весной - моловодьем рек. Самые высокие показатели содержания бактерий *E. coli* в реке Воротан наблюдались летом 2011 года на наблюдательном пункте В-3 (57 клеток/мл), в реке Сисиан - летом 2010 года на наблюдательном пункте С-2 (48 клеток/мл), а в реке Горисгет - летом 2010 года на наблюдательном пункте Г-2 (31 клетка/мл). Таким образом, можно утверждать, что коммунально-бытовые водные потоки, вытекающие из городов Горис и Сисиан, являются источниками фекального загрязнения вод рек Воротан и Горисгет, где вероятность наличия различных патогенных для человека бактерий и вирусов велика.

Нами изучены также особенности бытовой и животноводческой деятельности человека на территории водосборного бассейна реки Воротан, определены размеры влияния хозяйственной деятельности, в частности количество поступления в окружающую среду азота и фосфора. Показано, что в 2010 году в результате жизнедеятельности человека в окружающую среду поступило 605,54 т азота и 60,54 т фосфора, а в 2011 и 2012 годах - по 607,07 т азота и 60,71 т фосфора. С отходами животноводства, в частности крупного и мелкого рогатого скота и свиней, в 2010 г. в окружающую среду поступило 3091,64 т азота и 364,57 т фосфора, в 2011 г. - 3166,07 т азота и 376,39 т фосфора, а в 2012 г. - 3304,86 т азота и 39,55 т фосфора, т.е. за период 2010-2012 гг. поступление в окружающую среду азота увеличилось на 6,9%, а фосфора - на 8,5%. Выяснилось также, что нагрузка пастбищ в этом регионе в 2010 г. составила всего 35,2 %, в 2011 г. - 36,1%, а в 2012 г. - 37,8%. Необходимо отметить, что животноводство на территориях Гориса и Сисиана распределено неравномерно. В Горисе нагрузка пастбищ в 2010 г. составляла 97,6%, а в 2012 г. - 105,4%, то есть пастбища уже были перегружены. Известно, что перевыпас может привести к деградации биоразнообразия пастбищ, эрозии земель, а в конечном итоге к опустыниванию. Во избежание перевыпаса и последствий, связанных с ним, можно воспользоваться пастбищами соседних районов, в частности Сисиана (где нагрузка пастбищ в 2012 году составила всего 19,3%) и НКР.

SHALUNTS SHUSHANIK VLADIK

THE ECOLOGICAL EVALUATION OF THE RIVER VOROTAN AND ITS DRAINAGE BASIN

SUMMARY

The main goal of the following work is to study the ecological situation of the river Vorotan and its main streams, discover the main sources of the pollution of the eco-system of the river itself and its drainage basin as well, evaluate their ecological situation and offer efficient methods of improvement of the situation. For this purpose the hydro-physical, hydro-chemical and hydro-biological indicators (such as the temperature, oxygen mode, pH, biogenic elements, essential ions, heavy metals, general (aerobic) and E.coli bacteria) of the river Vorotan and its main streams were studied in the period from 2009 to 2012 through field and laboratory research. Samples of water were taken from 8 observatory spots: four of them from the river Vorotan and two from its streams Gorisget and Sisian per each.

The results of the research showed that the water temperature rises when we go from the upper stream to the lower in all the studied rivers and streams. Firstly, this can be explained by the climate changes. It has also been discovered that the river Vorotan and its streams don't undergo thermal pollution and therefore their biodiversity is not endangered. The research has shown that generally the highest content of oxygen in all the rivers reaches its peak during the coldest periods of the year when the water temperature is low and the biological activity of water organisms is slow. On the contrary, the lowest content of the oxygen has been recorded during the warmest period of the year when the water temperature is high and the biological activity of the water organisms is rapid. An averaged seasonal data analysis of the oxygen saturation of water, considering the length of the current of the rivers was made in the period from 2009 to 2012. The results of the analysis showed that the rivers Vorotan and Gorisget flowing accros the towns of Sisian and Goris where the drainage basins are located, undergo some pollution by the utility household effluents. As a result the degree of oxygen saturation in the water goes down. According to the content of the dissolved oxygen in the water, the quality of the waters in the river Vorotan, Sisian and Gorisget has changed ranging from very clean to moderately polluted (classes I, II and III). And according to the degree of the oxygen saturation in the water it has changed ranging from very clean to polluted (classes I, II, III and IV). The studies have shown that the pH in the water of the Vorotan fluctuates from 6.51 to 8.62, that of the water of the Sisian from 6.64 to 8.58, and accordingly that of the Gorisget from 6.62 to 8.42.

To discover the main sources of pollution with biogenic elements of the river Vorotan and its streams we have calculated the seasonal dynamics of the average values of the biogenic elements content along the river flow for the years 2009 to 2012. The studies have shown that the content of biogenic elements goes up in all the rivers considering the length of the current. In the observatory spots located in the towns of Sisian and Goris a flight change in the content of biogenic elements has been noticed. This phenomenum is directly connected to the city utility household effluents that flow into the rivers without any cleaning.

The river Vorotan has an irrigational importance. The canals of the Sisian and Vorotan irrigating the agricultural lands in the regiosns of Sisian and Goris take their water here. Taking into consideration this fact we have carried out hydro-chemical studies of the river Vorotan and its streams and revealed their irrigational properties. According to their degree of mineralization and irrigation coefficient these rivers are of high quality and their water can be used for irrigational purposes without taking any preventive measures.

Heavy metals are considered the main pollutants of the environment and the monitoring of their content in every environment is necessary. Taking into consideration the above-mentioned fact we have also carried out the study of the content of heavy metals in these rivers. The study has shown that the content of Cr, Mn, Cu and Zn exceeds the Marginal Concentration Ratio of water use for cultural-household purposes many times. Taking into consideration the fact that in many cases the content of Cr in the water exceeds the Marginal Concentration Ratio we have tried to find a highly efficient biological method of detoxification. We have discovered that the bacteria *Pseudomonas aeruginosa* released from the root system /rhizosphere/ of grain plants (such as wheat and barley) can be used to detoxify the effluents polluted with Cr⁺⁶. During this process Cr⁺⁶ changes into Cr⁺³, the soluble toxic metals are made to lay on bacterial cells and the sediments are removed through filtration.

The efficiency of the rivers and the quality of the water can be determined not only by chemical research but also with biological components of the eco-system, especially bacteria. Considering this fact we have also studied the general/aerobic/ and *E. coli* bacteria in the water of the river Vorotan and its streams Gorisget and Sisian. According to the location of the observatory spots the highest values of general/aerobic/ bacteria in the rivers Vorotan and Gorisget have been noticed outside of the two towns and it is directly connected to the city utility household effluents. As for the seasonal reason, the high values of the quantities in summer are due to the relatively high temperature of the water during the season which creates favorable conditions for the growth and reproduction of bacteria. The lowest values have mainly been noticed during the winter-spring period. The small quantities noticed in winter are due to the low temperature of the water and those in spring are due to the floods. The highest value of the quantity of *E. coli* bacteria in the waters of the Vorotan has been noticed at the spot V-3 in the summer of 2011, (57 cell/ml), in the water of the Sisian at the spot S-2 in the summer of 2010 (48 cell/ml) and in the water of the Gorisget at the spot G-2 in the summer of 2010 (31 cell/ml). Based on the results of the research it can be stated that the utility household effluents flowing from the towns of Sisian and Goris are considered the main sources of the fecal pollution of the waters of the rivers Vorotan and Gorisget and it is highly probable that they also contain various pathogenic bacteria and viruses.

We have also studied the properties of the human's household and livestock activity in the drainage basin area of the Vorotan river. We have determined the impact of the human factor, particularly the quantities of nitrogen and phosphorus imported to the environment. The studies have shown that in the result of the human household activity 605.54 tons of nitrogen and 60.54 tons of phosphorus were imported to the environment in 2010 and in 2011 and 2012 these figures were 607.07 tons of nitrogen and 60.71 tons of phosphorus respectively per each year. The calculations have revealed that about 3091.64 tons of nitrogen and 364.57 tons of phosphorus were imported to the environment in 2010, 3166.07 tons of nitrogen and 376.39 tons of phosphorus in 2011 and 3304.86 tons of nitrogen and 39.55 tons of phosphorus in 2012 respectively. The results of the studies have shown that the quantity of the nitrogen imported to the environment went up by 6.9% and that of the phosphorus by 8.5% in the period from 2010 to 2012. We have also surveyed that the pasture stocking density was about 35.2% in 2010, 36.1% in 2011 and 37.8% in 2012 respectively. It is necessary to mention that the livestock breeding is unevenly distributed in the areas of Sisian and Goris. Particularly, in Goris area the pasture stocking density was about 97.6% in 2010 while in 2012 it was 105.4% already, i.e. the pastures were highly dense. This may result in the degradation of the biodiversity of the pastures, soil erosion and on the whole it may cause desertation processes. To avoid these phenomena it is recommended to use the neighbouring pastures, particularly those of Sisian (the pasture density was about 19.3% in 2012) and Nagoro-Karabakh Republic.

