

**ՀՀ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ
ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ**

ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ ՎԱՀԱԳՆ ԱՐՍԵՆԻ

**ՀՐԱԶԴԱՆ ԳԵՏԻ ԶՈՒՐ-ՀԱՏԱԿԱՅԻՆ ՆՍՏՎԱԾՔԱԳՈՅԱՑՈՒՄ ՀԱՄԱԿԱՐԳՈՒՄ
ՎՆԱՍԱԿԱՐ ԾԱՆՐ ՄԵՏԱԴՆԵՐԻ ՏԵՂԱՓՈԽՄԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆ**

ԻԴ.04.01 - «Երկրաբնապահպանություն» մասնագիտությամբ
տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի
հայցման ատենախոսության

ՍԵՂՄԱԳԻՐ

ԵՐԵՎԱՆ – 2016

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РА
ЕРЕВАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

ПЕТРОСЯН ВААГН АРСЕНОВИЧ

**ИССЛЕДОВАНИЕ МИГРАЦИИ ВРЕДНЫХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СИСТЕМЕ
ВОДА-ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ РЕКИ РАЗДАН**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности

24.04.01 “Геоэкология”

ЕРЕВАН - 2016

Ատենախոսության թեման հաստատվել է Երևանի պետական համալսարանում:

Գիտական ղեկավար՝

տ.գ.դ., պրոֆեսոր
ԳԵՎՈՐԳ ՊԵՏՐՈՍՈՒՄՖԻՐՈՒՄՅԱՆ

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝

տ.գ.դ.
ԳԱՐԻԿ ՇԱՀԵՆԻ ԱԼԱՎԵՐԴՅԱՆ
տ.գ.թ., պրոֆեսոր
ԱՐՏԱՇԵՍ ՎԱՀԱՆԻ ԹԱԴԵՎՈՍՅԱՆ

Առաջատար կազմակերպություն՝

«Հայջրնախագիծ ինստիտուտ» ՓԲԸ

Ատենախոսության պաշտպանությունը կայանալու է **2016թ. հունիսի 7-ին, ժամը 14³⁰-ին**, Երևանի պետական համալսարանում գործող ՀՀ ԲՈՀ-ի «Երկրագիտության» 005 մասնագիտական խորհրդի նիստում:
Հասցե՝ 0025, Երևան, Ալեք Մանուկյան 1:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ԵՊՀ-ի գրադարանում:
Սեղմագիրն առաքված է 2016թ. մայիսի 7-ին:

Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար,
երկրաբ.-հանք. գիտ. թեկնածու, դոցենտ՝

ՄԱՐԱՏ ԱՐԻՍՈՒ
ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

Тема диссертации утверждена в Ереванском государственном университете.

Научный руководитель:

д.т.н., профессор
ГЕВОРГ ПЕТРОСОВИЧ ПИРУМЯН

Официальные оппоненты:

д.т.н.
ГАРИК ШАГЕНОВИЧ АЛАВЕРДЯН
к.т.н., профессор
АРТАШЕС ВАГАНОВИЧ ТАДЕВОСЯН

Ведущая организация:

ЗАО «Армводпроект институт»

Защита диссертации состоится **7-ого июня 2016 года в 14³⁰ часов**, на заседании специализированного совета ВАК РА 005 «Науки о Земле» при Ереванском государственном университете.

Адрес: 0025, г. Ереван, ул. Алека Манукяна 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЕГУ.

Автореферат разослан 7 мая 2016г.

Ученый секретарь специализированного совета,
кандидат геолого-минерал. наук, доцент

МАРАТ АРИСОВИЧ
ГРИГОРЯН

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՀԱՄԱՌՈՏ ԲՆՈՒԹՎՊԻՐԸ

Աշխատանքի արդիականությունը

Ուսումնասիրության օբյեկտ ընտրված Հրազդան գետը և իր խոշոր վտակ Մարմարիկը ունեն հանրապետական նշանակություն: Հրազդան և Մարմարիկ գետերի ջուրն օգտագործվում է էներգետիկ, ոռոգման և ջրամատակարարման նպատակներով:

Հրազդան գետը թափվում է միջպետական նշանակության Արաքս գետը, ինչը մեծացնում է Հրազդան գետի ջրաքիմիական ցուցանիշների մանրամասն ուսումնասիրման անհրաժեշտությունը, ինչպես նաև հնարավոր աղտոտիչների բացահայտումը:

Հաշվի առնելով այն հանգամանքը, որ մեր հանրապետությունում մակերևութային ջրերի հատակային նստվածքազոյացումները ուսումնասիրված չեն, գետերի համար նման բնույթի ուսումնասիրությունը շատ կարևոր է:

Ջրային օբյեկտներում ծանր մետաղների տեղափոխման քանակական գնահատման հատուկ մեթոդաբանություններ մշակված չեն:

Աշխատանքում ուսումնասիրվել է ծանր մետաղների միգրացիան ջուր-հատակային նստվածքազոյացում համակարգում, ինչպես նաև գնահատվել է ջրաքիմիական տարբեր ցուցանիշների ազդեցությունն այս գործընթացի վրա: Աշխատանքում նկարագրված մեկ այլ մեթոդի օգնությամբ հնարավորություն է ստեղծվում առանց հատակային նստվածքազոյացումների խորքային շերտերի ուսումնասիրության անհրաժեշտության հաշվարկել մետաղների ֆոնային կոնցենտրացիան և առաջարկել հատակային նստվածքազոյացումների աղտոտվածության ինդեքսը, որն ունի կարևոր երկրաբնապահպանական նշանակություն:

Աշխատանքի նպատակը

- Դիտարկել հատակային նստվածքազոյացումները որպես ծանր մետաղներով աղտոտման երկրորդային աղբյուր:
- Ուսումնասիրել ջուր-հատակային նստվածքազոյացումներ համակարգում ծանր մետաղների միգրացիայի վրա ազդող գործոնները:
- Ուսումնասիրել ծանր մետաղների միգրացիայի ինտենսիվությունը և ուղղությունը գետերի ջրերում:
- Տալ Հրազդան և Մարմարիկ գետերի ուսումնասիրված հատվածներում ջրի և հատակային նստվածքազոյացումների ծանր մետաղներով աղտոտվածության դասակարգումը:

- Որոշել գետերի հատակային նստվածքագոյացումներում մետաղների ֆոնային կոնցենտրացիաները, հետագայում մարդածին ազդեցության գնահատման համար:
- Բնութագրել գետերի հատակային նստվածքագոյացումներում առկա ծանր մետաղների հնարավոր վտանգավորության աստիճանը:

Աշխատանքի գիտական նորույթը

Աշխատանքում առաջին անգամ.

- Ուսումնասիրվել է Հրազդան և Մարմարիկ գետերի հատակային նստվածքագոյացումների քիմիական կազմը, ինչը հնարավորություն է տալիս պատկերացում կազմել գետի իրական աղտոտվածության, ինչպես նաև երկրորդային աղտոտիչների վերաբերյալ:
- Քանակապես ուսումնասիրվել է ծանր մետաղների միգրացիան ջուր-հատակային նստվածքագոյացում համակարգում, ինչպես նաև մշակված մեթոդի միջոցով հնարավոր է դարձել գնահատել և ցույց տալ տարբեր գործոնների ազդեցությունը միգրացիայի ինտենսիվության և ուղղության վրա: Որպես թիրախային գործոններ ընտրված են ֆոսֆատ, սուլֆատ, նիտրատ իոնները, լուծված թթվածինը և ջրածնային ցուցիչը:
- Հրազդան գետի վերին հոսանքում հատակային նստվածքագոյացումներում որոշվել է ծանր մետաղների ֆոնային կոնցենտրացիան, ինչպես նաև գնահատվել է հատակային նստվածքագոյացումներում ռիսկի ինդեքսը, որպես հատակային նստվածքագոյացումների մարդածին ազդեցության և վտանգավորության գնահատման ցուցանիշ:
- Հատակային նստվածքագոյացումներում մետաղների ֆոնային կոնցենտրացիաների որոշման համար առաջարկվել է գծային ռեգրեսիոն մեթոդը:

Աշխատանքի կիրառական նշանակությունը

Կատարված հետազոտությունները հնարավորություն են տալիս ջրի ֆիզիկաքիմիական ցուցանիշների վերահսկողությամբ կարգավորել ծանր մետաղների անցումը հատակային նստվածքագոյացումներից լուծված վիճակ, ինչը հետագայում կարող է օգտագործվել նաև որպես ջրերից թիրախային մետաղի կամ մետաղների խմբի հեռացման կամ քանակի կարգավորման նպատակով:

Ուսումնասիրությունները հնարավորություն են տալիս ուսումնասիրել մի քանի ցուցանիշների համակցված ազդեցությունը մետաղի միգրացիայի վրա, որն էկոլոգիական համակարգի ամբողջական գնահատման համար խիստ անհրաժեշտ և կարևոր է:

Ատենախոսությունում առաջարկված մեթոդը պարզ է իր կիրառությամբ, բավական արագ է, ինչը տալիս է հնարավորություն կարճ ժամանակում ցուցանիշների մեծ քանակ ուսումնասիրել:

Աշխատանքում կիրառված՝ հատակային նստվածքագոյացումներում մետաղների ֆոնային կոնցենտրացիայի հաշվարկման գծային ռեգրեսիոն մեթոդը հնարավոր է ներդնել ՀՀ բոլոր գետերի, ինչպես նաև լճերի և ջրամբարների համար:

Պաշտպանության ներկայացվող դրույթները

- Հրազդան գետի «ջուր-հատակային նստվածքագոյացումներ» համակարգի քիմիական աղտոտվածության գնահատում:
- Ծանր մետաղների միգրացիան և բաշխումը «ջուր-հատակային նստվածքագոյացումներ» համակարգում և միգրացիայի վրա տարբեր գործոնների ազդեցության քանակական գնահատում ըստ մշակված մեթոդի:
- Հատակային նստվածքագոյացումներում մետաղների ֆոնային կոնցենտրացիայի որոշում առաջարկվող գծային ռեգրեսիոն մոդելի հիման վրա:
- Հատակային նստվածքագոյացումների՝ մետաղներով աղտոտվածության և վտանգավորության գնահատում:

Աշխատանքի արդյունքների հրապարակումները. Ատենախոսության ուսումնասիրության հիմնական արդյունքները զեկուցվել են ԵՊՀ Էկոլոգիական քիմիայի ամբիոնի գիտական սեմինարներում, 2014թ. Գերմանիայի Լանդաու քաղաքում տեղի ունեցած «Էկոտոկսիկոլոգիա և ռիսկի գնահատում» թեմայով միջազգային սեմինարում, ինչպես նաև 2015թ. Անգլիայի Լոնդոն քաղաքում տեղի ունեցած VII միջազգային գիտական կոնֆերանսի ժամանակ: Կատարված աշխատանքի արդյունքները տպագրվել են 7 գիտական հոդվածներում:

Ատենախոսության կառուցվածքը և ծավալը. Ատենախոսությունը ներկայացված է 120 էջերում, պարունակում է 29 աղյուսակ, 20 նկար: Աշխատանքը բաղկացած է ներածությունից, 4 գլուխներից, եզրակացություններից, առաջարկություններից, օգտագործված գրականության ցանկից (140 անուն):

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՀԱՄԱՌՈՏ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ներածությունում հիմնավորված է թեմայի արդիականությունը, ներկայացված են աշխատանքի նպատակները, տրված է աշխատանքի գիտական նորոյթը, կիրառական նշանակությունը, պաշտպանության ներկայացվող հիմնական դրույթները:

Առաջին գլխում անդրադարձ է կատարված ծանր մետաղների ազդեցությանը կենդանի օրգանիզմների վրա: Նկարագրված են ծանր մետաղներով շրջակա միջավայրի աղտոտման հիմնական աղբյուրներն, ինչպես նաև ծանր մետաղների գոյության ձևերը և միգրացիայի առանձնահատկությունները բնության մեջ: Ներկայացված են աշխատանքում ուսումնասիրված մետաղների ֆիզիկաքիմիական հատկությունները և դրանց կարևորությունը մետաղների միգրացիայի գնահատման գործընթացում:

Երկրորդ գլխում ներկայացված է ուսումնասիրման օբյեկտի նկարագրությունը: Բերված են դիտակետերի տեղադրության ու նմուշառման մանրամասները, դաշտային և լաբորատոր չափման սարքավորումների, ինչպես նաև կիրառված մեթոդների նկարագրերը, ջուր-հատակային նստվածքագոյացում համակարգում ծանր մետաղների միգրացիայի և բաշխման ինտենսիվության ու ուղղության քանակական գնահատման մեթոդն, ինչպես նաև հատակային նստվածքագոյացումներում մետաղների ֆոնային կոնցենտրացիայի որոշման մոդելի նկարագրությունը:

Երրորդ գլխում ըստ տարբեր ցուցանիշների որոշված են Հրազդան և Մարմարիկ գետերի ջրերի աղտոտման դասերը համաձայն Հայաստանի Հանրապետության Կառավարություն 2011թ. հունվարի 27-ի N 75-ն որոշման, դասակարգված են հատակային նստվածքագոյացումները ըստ տարբեր մետաղների: Աղյուսակի 1-ում ներկայացված են ուսումնասիրված գետերի ջրի որակի դասերը:

Համաձայն կատարված գնահատման, Հրազդան գետի վերին հոսանքում, ինչպես նաև Մարմարիկ գետի գետաբերանում ջրի որակն ըստ լուծված թթվածնի համապատասխանում է գերազանց (I) և լավ (II) դասերի: Ըստ նիտրատների պարունակության, Հրազդան գետի վերին հոսանքի ջուրը պատկանում է լավ (II) և միջին (III) որակի դասերին, իսկ ստորին հոսանքներում, ինչպես նաև Մարմարիկ գետի գետաբերանում՝ գերազանց (I) և լավ (II) որակի դասերի:

Հրազդան գետի վերին հոսանքում նիտրատների համեմատաբար բարձր պարունակությունը հետևանք է գյուղատնտեսության մեջ սելիտրային պարարտանյութերի ոչ ճիշտ չափաբաժիններով օգտագործմանը, որոնց ավելցուկային քանակությունը, վացվելով մակերևութային հոսքով, ներթափանցում է Հրազդան գետ՝ աղտոտելով այն: Ըստ սուլֆատների պարունակության, Հրազդան գետի ջուրը ողջ երկայնքով դիտվում է հիմնականում միջին (III) որակի դասի, իսկ Մարմարիկ գետինը՝ գերազանց (I) և լավ (II) դասերի:

Աղյուսակ 1

Հրազդան և Մարմարիկ գետերի ջրերի որակի դասերը՝ ըստ մետաղների պարունակության:

Դիտակետ	Ամսաթիվ	Cd	Cr	Pb	V	Co	Fe	Cu	Mn	Zn	Ni
		Աղտոտման դաս									
1	07.2012	I	-	-	-	I	I	I	I	I	I
	08.2012	II	II	II	IV	III	III	II	V	III	II
	09.2012	I	II	II	III	II	III	I	V	II	II
	02.2013	I	II	II	IV	II	III	I	V	II	II
	05.2013	I	I	II	III	II	III	I	III	I	II
	07.2013	I	II	I	III	II	II	I	III	I	II
2	07.2012	I	II	I	III	II	III	I	III	II	II
	08.2012	II	II	II	IV	IV	IV	II	V	II	II
	09.2012	I	II	I	II	II	III	I	III	II	II
	02.2013	II	II	II	II	II	III	I	V	II	I
	05.2013	I	I	I	II	I	I	I	II	I	I
	07.2013	I	I	I	II	III	II	I	II	I	I
3	07.2012	II	II	II	II	II	I	I	III	I	II
	08.2012	II	II	I	IV	II	I	I	III	II	II
	09.2012	I	II	I	IV	II	III	I	III	II	II
	07.2013	I	I	II	II	I	II	I	III	I	I
4	07.2012	I	II	I	III	I	III	I	II	I	II
	08.2012	I	II	II	V	II	I	I	II	II	II
	09.2012	I	II	I	IV	II	III	I	II	II	II
	05.2013	I	I	I	III	I	I	I	III	I	I
	07.2013	II	II	II	IV	II	III	II	III	II	II
5	07.2012	II	II	I	IV	II	II	I	I	II	III
	08.2012	I	II	I	IV	II	III	I	III	II	II
	09.2012	I	II	I	IV	II	III	I	II	II	II
	02.2013	II	II	II	V	I	II	I	III	II	I
	05.2013	I	I	I	IV	II	III	I	V	I	I
	07.2013	I	II	II	IV	III	III	I	V	I	II
6	07.2012	I	II	II	IV	II	II	I	III	II	II
	08.2012	I	II	I	III	II	III	I	V	II	II
	09.2012	I	II	I	III	II	II	I	III	II	II
	02.2013	I	II	I	V	II	II	I	V	II	I
	05.2013	I	I	II	III	III	III	I	V	II	II
	07.2013	II	II	II	V	III	IV	I	V	II	II

Չնայած, որ Հրազդան գետի ստորին հոսանքներում նկատվում է սուլֆատ իոնի կոնցենտրացիաների կտրուկ աճ, դա չի հանգեցնում ջրի որակի դասի փոփոխության:

Հրազդան և Մարմարիկ գետերի ջրի որակի տվյալները ցույց են տալիս, որ ֆոսֆատ իոնների ջրաքիմիական ռեժիմը ունի սեզոնային բնույթ և կախված է մարդածին ազդեցությունից: Այդ պատճառով ֆոսֆատներով գետերի ջրի որակը դասվում է լայն միջակայքում՝ գերազանցից (I) մինչև վատ (V) որակի դասեր:

Կատարվել է հատակային նստվածքագոյացումների ծանր մետաղներով աղտոտվածության գնահատում: Հայտնի են նստվածքագոյացումների աղտոտվածության երկու տեսակի սահմաններ՝ շեմային ազդեցության կոնցենտրացիաներ (ՇԱԿ) և հավանական ազդեցության կոնցենտրացիաներ (ՀԱԿ): ՇԱԿ-ը համարվում է աղտոտիչի այն կոնցենտրացիան, որից ցածրի դեպքում քիչ հավանական է կենսաբանական բացասական ազդեցությունների առաջացումը: ՀԱԿ-ը համարվում է աղտոտիչի այն կոնցենտրացիան, որից բարձրի դեպքում մեծ հավանականությամբ կարող են առաջանալ կենսաբանական բացասական ազդեցություններ: Նշված երկու հիմնական դասերը բաժանվում են երեքական ենթամակարդակների:

Շեմային ազդեցության կոնցենտրացիաներ՝

Շեմային ազդեցության մակարդակն (ՇԱՄ) իրենից ներկայացնում է այն կոնցենտրացիան, որից ցածրի դեպքում կենսաբանական բացասական ազդեցությունները տեղի են ունենում շատ հազվադեպ: Ազդեցության ամենացածր մակարդակը (ԱԱՄ) համարվում է ամենացածր փորձարարական կոնցենտրացիան, որի դեպքում նկատվում է բացասական ազդեցություն: Նվազագույն ազդեցության շեմը (ՆԱՇ) ցույց է տալիս այն կետը, որի դեպքում քիմիական նյութը վեր է ածվում աղտոտիչի՝ օրգանիզմների որոշ տեսակների համար:

Հավանական ազդեցության կոնցենտրացիաներ՝

Հավանական ազդեցության մակարդակը (ՀԱՄ) իրենից ներկայացնում է երկրորդ շեմի այն արժեքը, որից բարձրի դեպքում հաճախ նկատվում են կենսաբանական բացասական ազդեցություններ: Որպես էական ազդեցության մակարդակ (ԷԱՄ) սահմանվում է այն կոնցենտրացիան, որի դեպքում հավանական է բենթոսային համակարգի վրա բացասական ազդեցություն: Թունավոր ազդեցության շեմն (ԹԱՇ) աղտոտիչի՝ էմպիրիկ ձևով հաշված կոնցենտրացիան է, որից բարձրի դեպքում օրգանիզմների 90%-ի մոտ դիտվում է որոշակի փոփոխություն:

Աղյուսակ 2-ում ներկայացված են մետաղներով հատակային նստվածքագոյացումների աղտոտվածության դասերը:

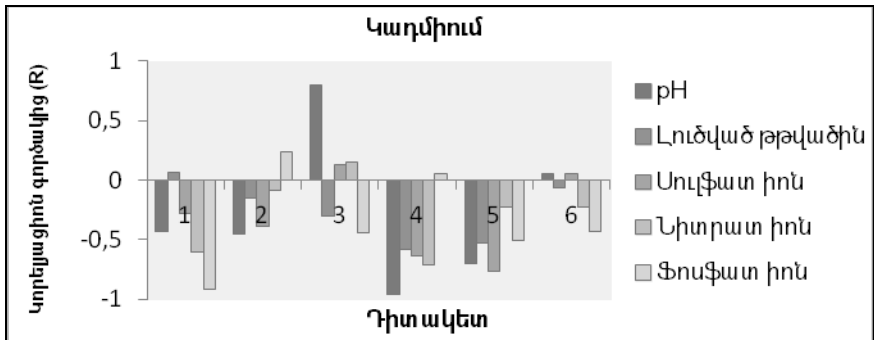
Աղյուսակ 2

Մետաղներով հատակային նստվածքազոյացումների աղտոտվածությունը:

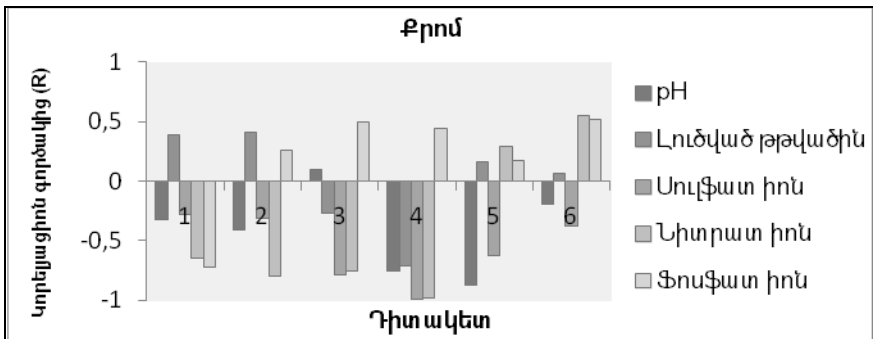
Դիտակետ	Ամսաթիվ	ՇԱՄ	ԱԱՄ	ՆԱՇ	ՀԱՄ	ԷԱՄ	ԹԱՇ
1	07.2012	Cr,Cu,Ni	Cr,Cu,Pb,Ni	Cr,Cu,Ni	Pb,Ni	Pb	Pb
	08.2012	Cr,Ni,Zn	Cr,Cu,Ni,Zn	Cu	-	-	-
	09.2012	Cr,Cu,Ni,Zn	Cr,Cu,Pb,Ni,Zn	Cu,Ni	Ni	-	-
	02.2013	Cr,Cu,Ni	Cr,Cu,Ni	Cr,Cu,Ni	Cr,Ni	-	-
	05.2013	Cr,Cu,Ni	Cr,Cu,Ni	Cr,Cu,Ni	Ni	-	-
	07.2013	Cr,Ni	Cr,Cu,Ni	Cr,Cu,Ni,Zn	Ni	-	-
2	07.2012	Cr,Ni	Cr,Cu,Ni	-	-	-	-
	08.2012	Cr,Cu,Ni,Zn	Cr,Cu,Ni,Zn	Cr,Cu,Ni,Zn	Ni	-	-
	09.2012	Cr,Ni	Cr,Cu,Ni	Cu	-	-	-
	02.2013	Cr,Cu,Ni	Cr,Cu,Ni	Cr,Cu,Ni	Cr,Ni	Cr	Cr
	05.2013	Cr,Cu,Ni	Cr,Cu,Ni	Cu,Ni	Ni	-	-
	07.2013	Cr,Cu,Ni	Cr,Cu,Ni	Cr,Cu,Ni	Ni	-	-
3	07.2012	Cr,Ni	Cr,Cu,Ni	Cu	-	-	-
	08.2012	Cr,Cu,Ni,Zn	Cr,Cu,Ni,Zn	Cr,Cu,Ni	-	-	-
	09.2012	Cr,Cu,Ni	Cr,Cu,Ni	Cu	-	-	-
	07.2013	Cr,Ni,Zn	Cr,Zn	Cr,Ni,Zn	Ni	-	-
4	07.2012	Cr,Cu,Ni	Cr,Cu,Ni	Cr,Ni	Cr,Ni	Cr	Cr
	08.2012	Cr,Ni	Cr,Cu,Ni	Cu	-	-	-
	09.2012	Ni	Cr,Cu,Ni	Cu	-	-	-
	05.2013	Cr,Ni	Cr,Cu,Ni	-	-	-	-
	07.2013	Cr,Ni	Cr	Cr,Cu,Ni	Cr,Ni	-	Cr
5	07.2012	Cr,Ni,Zn	Cr,Cu,Ni,Zn	Cr,Cu,Zn	-	-	-
	08.2012	Cr	Cr,Cu,Ni	Cu	-	-	-
	09.2012	Cr,Ni	Cr,Cu,Ni	-	-	-	-
	02.2013	Cr,Ni	Cr,Cu,Ni	Cr,Cu	-	-	-
	05.2013	Cr,Ni	Cr,Cu,Ni	-	-	-	-
	07.2013	Cr,Ni	Cr	Cu,Ni	Ni	-	-
6	07.2012	Cr,Cu,Ni,Zn	Cr,Cu,Ni,Zn	Cr,Ni,Zn	Ni	-	-
	08.2012	Cr,Zn	Cr,Cu,Ni,Zn	Cr,Ni,Zn	Ni	-	-
	09.2012	Cr,Ni,Zn	Cr,Cu,Ni,Zn	-	-	-	-
	02.2013	Cr,Ni	Cr,Cu,Ni	Cr,Ni	Cr,Ni	Cr	Cr
	05.2013	Cr,Ni,Zn	Cr,Cu,Ni,Zn	-	-	-	-
	07.2013	Cr,Ni,Zn	Cr,Zn	Cu,Zn	-	-	-

Չորրորդ գլխում ջուր-հատակային նստվածքագոյացում համակարգում մետաղների միգրացիայի ինտենսիվության ու ուղղության քանակական գնահատման համար հաշվարկված են Պիրսոնի կորելյացիոն գործակիցները՝ մետաղների բաշխման գործակիցների և տարբեր (pH, լուծված թթվածին, սուլֆատ, նիտրատ և ֆոսֆատ իոններ) ցուցանիշների միջև:

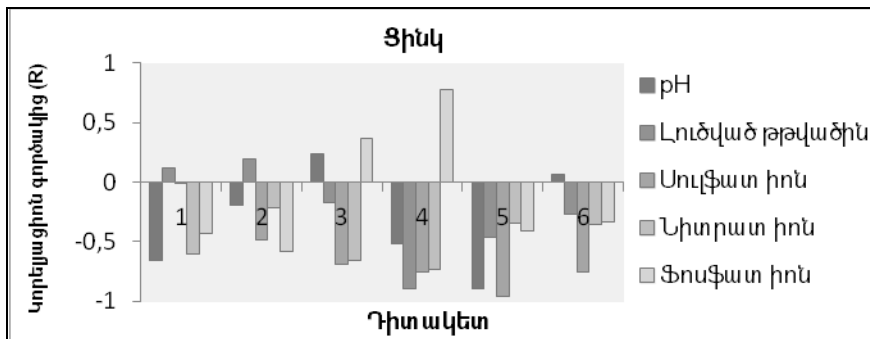
Նկարներ 1-4-ում ցույց են տրված կադմիումի, քրոմի, ցինկի, նիկելի միգրացիայի վրա pH-ի, լուծված թթվածնի, սուլֆատ, նիտրատ և ֆոսֆատ իոնների ազդեցության ինտենսիվության և ուղղության գրաֆիկական պատկերները: Նմանատիպ գրաֆիկներ կազմվել են ուսումնասիրված մյուս մետաղների համար:



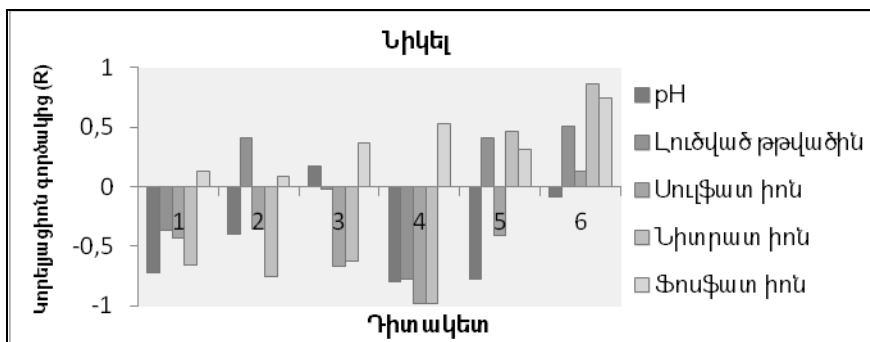
Նկ.1. Կադմիումի միգրացիայի վրա pH, լուծված թթվածնի, սուլֆատ, նիտրատ և ֆոսֆատ իոնների ազդեցության գրաֆիկական պատկերը:



Նկ.2. Քրոմի միգրացիայի վրա pH, լուծված թթվածնի, սուլֆատ, նիտրատ և ֆոսֆատ իոնների ազդեցության գրաֆիկական պատկերը:



Նկ.3. Ցինկի միգրացիայի վրա pH, լուծված թթվածնի, սուլֆատ, նիտրատ և ֆոսֆատ իոնների ազդեցության գրաֆիկական պատկերը:



Նկ.4. Նիկելի միգրացիայի վրա pH, լուծված թթվածնի, սուլֆատ, նիտրատ և ֆոսֆատ իոնների ազդեցության գրաֆիկական պատկերը:

Cd-ի (նկ.1) կորելյացիոն գործակիցն SO_4^{2-} և NO_3^- իոնների հետ ընդունում է համադրելի, հիմնականում բացասական արժեքներ Հրազդան գետի 1, 3, 5, 6-րդ դիտակետերում, իսկ ֆոսֆատ իոնների և բաշխման գործակցի միջև առկա է բացասական կորելյացիա, ինչը պայմանավորված է $Cd_3(PO_4)_2$ -ի առաջացման հետ, որը հետագայում շատ քիչ է ազդում ջրում լուծված Cd-ի քանակության վրա:

Cr-ի (նկ.2) համար հաշվարկված կորելյացիոն գործակիցները ցույց են տալիս, որ բաշխման գործակցի և pH-ի արժեքների միջև առավելապես առկա է բացասական կորելյացիա, այսինքն՝ pH-ի աճը նպաստում է իոնների անցմանը հատակային նստվածքագոյացումներից ջրու: 1-4-րդ կետերում NO_3^- իոնների և Cr-ի բաշխման գործակցի միջև առկա է բացասական կորելյացիա, իսկ SO_4^{2-} իոնների հետ՝ դրական:

Pb-ի համար հաշվարկված կորելյացիոն գործակիցների արժեքներից կարելի է ենթադրել, որ տեղափոխությունը ջր-հատակային նստվածք-գոյացումներ

համակարգում առավելապես կախված է pH-ի և Li^+ -ի արժեքներից և որպես կանոն pH-ի և Li^+ -ի արժեքի մեծացումը բերում է կապարի անցմանը ջրից հատակային նստվածքագոյացում:

V-ի համար հաշվարկված կորելյացիոն գործակիցների արժեքներից երևում է, որ 3, 4 և 5-րդ կետերում առկա է բացասական կորելյացիա բաշխման գործակցի և Li^+ -ի միջև, ինչը ցույց է տալիս, որ Li^+ -ի քանակության ավելացումը բերում է ջրում վանադիումի քանակության ավելացման: 6-րդ կետում, երբ Li^+ -ի միջին քանակության կտրուկ նվազմանը զուգընթաց դիտվում է կորելյացիայի բացակայություն: NO_3^- իոնների հետ բոլոր կետերում կորելյացիոն գործակիցը ունի բացասական արժեք, ինչը պայմանավորված է նիտրատ իոնների օքսիդիչ հատկությամբ:

Co-ի դեպքում 1-ին և 2-րդ կետերում առկա է pH-ի և կոբալտի բաշխման գործակցի միջև բացասական կորելյացիա: Սակայն միգրացիայի ուղղությունը՝ կախված pH-ի արժեքից կտրուկ փոխվում է 5-րդ և 6-րդ կետերում: Այս երևույթի պատճառն այն է, որ այդ կետերում կոբալտի միգրացիայի համար առավել որոշիչ հանգամանք է հանդիսանում նիտրատ իոնների ցածր պարունակությունը, ինչը բերում է ազոտի ցիկլի խախտման:

Fe-ի համար հաշվարկված կորելյացիոն գործակիցները համադրելի են իրար 1-3-րդ կետերում: 5-րդ և 6-րդ կետերում դրանց արժեքը ցույց է տալիս, որ միգրացիայի ուղղությունը փոխվում է, 4-րդ կետում վառ արտահայտված կորելյացիա առկա չէ, սակայն 5-րդ և 6-րդ կետերում կորելյացիոն գործակիցները ունեն դրական արժեք ուսումնասիրված բոլոր ցուցանիշների համար:

Cu-ի միգրացիայի վրա pH-ի ուղղակի ազդեցության մեխանիզմներ հայտնի չեն, սակայն բացառությամբ 2-րդ կետի մնացած կետերում pH-ն ու Li^+ -ը ազդում են պղնձի միգրացիայի վրա միևնույն կերպ: SO_4^{2-} և NO_3^- իոնների առկայությունը մեծացնում է պղնձի շարժունակությունը և նպաստում նրա անցմանը հատակային նստվածքագոյացումներից ջրուր (1-ին, 2-րդ, 4-րդ, 5-րդ դիտակետեր):

Mn-ի համար հաշվարկված արդյունքներից երևում է, որ ֆոսֆատ իոնի հետ Mn-ի բաշխման գործակցի միջև կորելյացիա գործնականում առկա չէ: Դա պայմանավորված է Mn-ի անցման գործընթացի վրա ֆոսֆատ իոնների ազդեցության մեխանիզմների բացակայությամբ: Մանգանի միգրացիան հատակային նստվածքագոյացումներից դեպի ջրուր հիմնականում պայմանավորված է նրա տարբեր օքսիդացման աստիճաններով միացությունների լուծելիության տարբերությամբ:

Zn-ի (նկ. 3) համար 1-ին դիտակետում որոշիչ գործոնը հանդիսանում է pH-ը, որի հետ դիտվում է բացասական կորելյացիա: 2-6-րդ դիտակետերում առավել նշանակալի է սուլֆատ իոնների ազդեցությունը, որոնք նպաստում են Zn-ի

անցմանը ջրային միջավայր: Այս պրոցեսը ապացուցում է որոշ իոնների անուղղակի ազդեցության կարևորությունը գետի աղտոտվածության գնահատման համար:

Նիկելի (նկ.4) դեպքում ստացված արդյունքները ցույց են տալիս, որ 1-4-րդ կետերում նիկելի միգրացիայի վրա ազդող գործոններից առավել էականը հանդիսանում է նիտրատ իոնների պարունակությունը, որոնց քանակության աճի հետ մեծանում է նիկելի պարունակությունը ջրում, սակայն 5-րդ և 6-րդ կետերում նիտրատ իոնների կոնցենտրացիայի նվազման հետ աճում է այլ գործոնների ազդեցության մակարդակը, մասնավորապես 5-րդ կետում նկատվել է նիկելի բաշխման գործակցի և pH-ի նշանակալի բացասական կորելյացիա, իսկ 6-րդ կետում էականորեն աճում է նաև ֆոսֆատ իոնների ազդեցությունը:

Գծային ռեգրեսիայի մեթոդով որոշվել են մետաղների ֆոնային կոնցենտրացիաները: Ուսումնասիրված գետերի ջրերում տվյալ մետաղի 95% կանխագուշակման տիրույթին բավարարող արժեքները միջինացվել են, և ստացված արժեքն ընդունվել է որպես ֆոնային կոնցենտրացիա: Բոլոր ուսումնասիրված մետաղների դեպքում ստացվել են հավանականության տիրույթի և կորելյացիոն գործակցի ընդունելի արժեքներ, բացառությամբ՝ մանգանի: Վերջինի դեպքում ստացվել է մեծ ցրվածություն, ինչը բացատրվում է մանգանի մեծ զգայունությամբ վերօքս գործընթացների և մարդածին աղտոտվածության նկատմամբ:

Նկարներ 5-8-ում բերված են երկաթի, պղնձի, կապարի և մանգանի գծային ռեգրեսիոն գրաֆիկները՝ որպես համեմատական մետաղ օգտագործելով կոբալտը: Նմանատիպ գրաֆիկներ կազմվել են նաև ուսումնասիրված մյուս մետաղների համար:

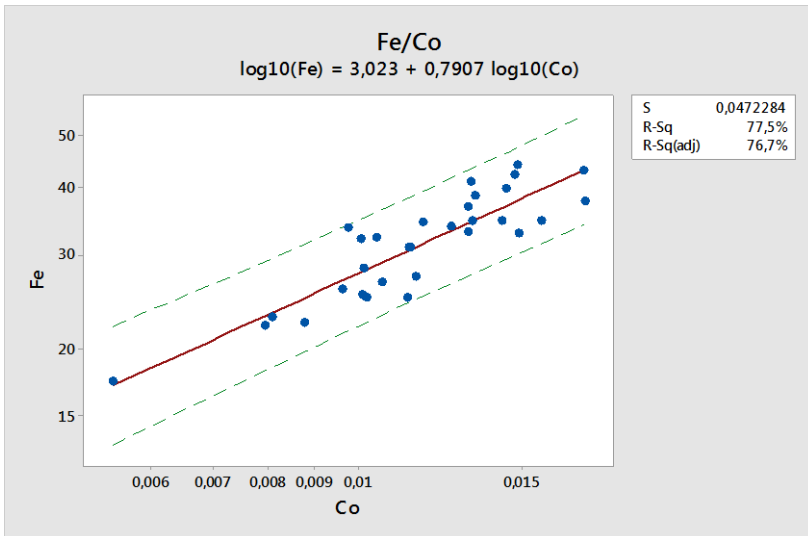
Աղյուսակ 3-ում ներկայացված են հետազոտված մետաղների համար առաջարկվող ֆոնային կոնցենտրացիաները:

Աղյուսակ 3

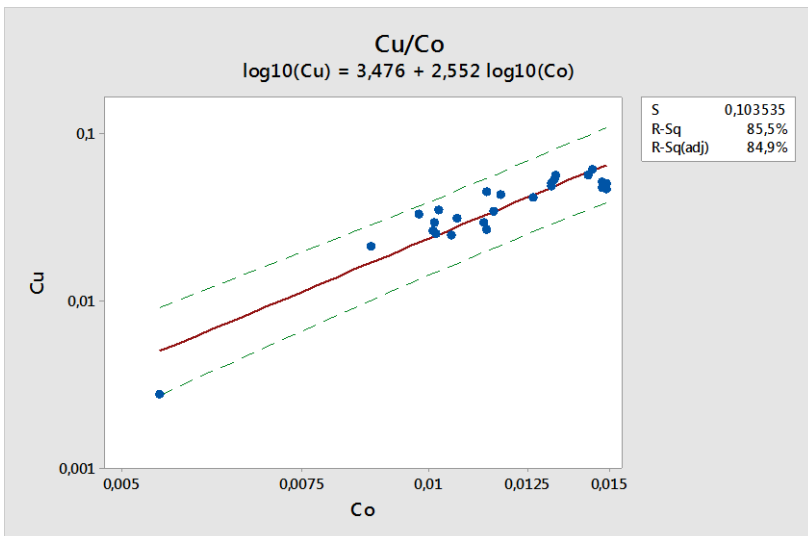
Մետաղների համար առաջարկվող ֆոնային կոնցենտրացիաներ:

Մետաղ	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn*	Ni	Pb	V	Zn
Առաջարկվող ֆոնային կոնցենտրացիա (մգ/կգ)	0,298	52,96	38,5	31917,3	-	38,41	15,45	102,9	113,579
R ² (%)	65,5	84,8	85,5	77,5	14,6	82,2	66,1	51,3	63,6
R ² _{adj} (%)	63,9	84,1	84,9	76,7	11,6	81,4	64,4	49,4	62,1

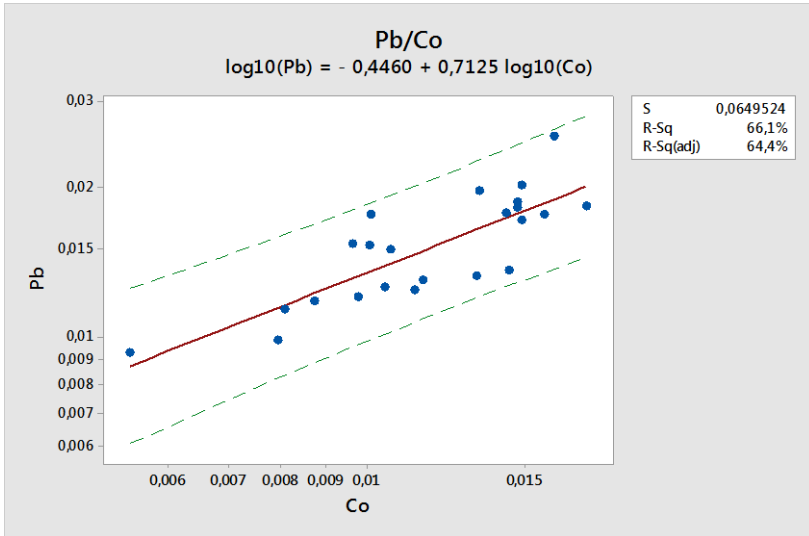
*Mn-ի ֆոնային կոնցենտրացիան չի հաշվարկվել:



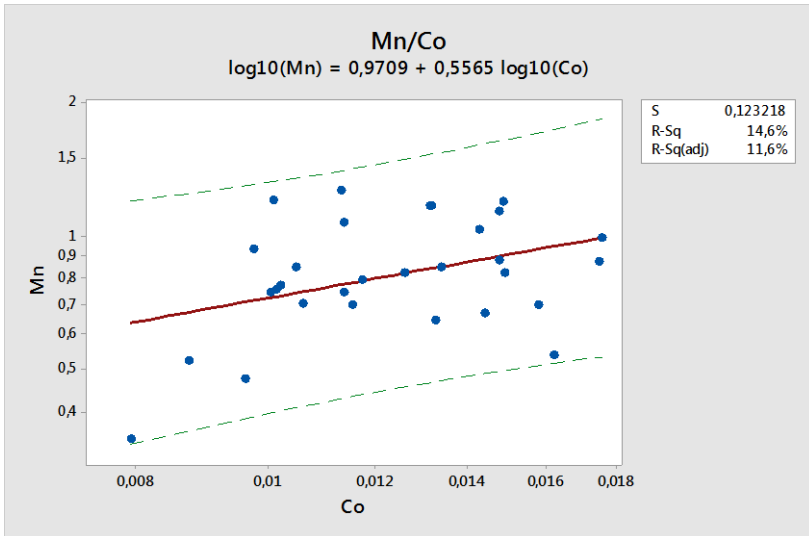
Նկ.5. Երկաթի ֆոնային կոնցենտրացիայի որոշման գծային ռեգրեսիոն գրաֆիկը ($R^2=77,5\%$):



Նկ.6. Պղնձի ֆոնային կոնցենտրացիայի որոշման գծային ռեգրեսիոն գրաֆիկը ($R^2=85,5\%$):



Նկ.7. Կապարի ֆոնային կոնցենտրացիայի որոշման գծային ռեգրեսիոն գրաֆիկը ($R^2=66,1\%$):



Նկ.8. Մանգանի ֆոնային կոնցենտրացիայի որոշման գծային ռեգրեսիոն գրաֆիկը ($R^2=14,6\%$):

Ստացված ֆոնային կոնցենտրացիաների միջոցով հաշվարկվել է ռիսկի գնահատման ինդեքսը: Այդ նպատակով վերցվել են 6 մետաղներ՝ Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn, որոնցից յուրաքանչյուրին բնորոշ է վնասակարության որոշակի գործակից (Cd=30, Pb=Ni=Cu=5, Cr=2, Zn=1): Հաշվարկված ռիսկի ինդեքսը բնորոշում է ինչպես հատակային նստվածքագոյացումներում ծանր մետաղների պարունակությունից կախված ազդեցության հավանականությունը, այնպես էլ մարդածին ազդեցության ինտենսիվությունը: Ռիսկի ինդեքսի արժեքների դասակարգումը բերված է աղյուսակ 4-ում: Հաշվարկված ռիսկի ինդեքսը բնորոշում է ինչպես հատակային նստվածքագոյացումներում ծանր մետաղների պարունակությունից կախված ազդեցության հավանականությունն, այնպես էլ մարդածին ազդեցության ինտենսիվությունը: Ռիսկի ինդեքսը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$RI = \sum_{i=1}^n \left(T_i \times \frac{C_i}{C_0} \right) \quad (1)$$

որտեղ T_i -ն առանձին մետաղի վնասակարության գործակիցն է,

C_i -ն՝ մետաղի չափված կոնցենտրացիան,

C_0 -ն՝ մետաղի ֆոնային կոնցենտրացիան:

Աղյուսակ 4

Ռիսկի ինդեքսի արժեքների դասակարգումը:

Ռիսկի ինդեքս (RI)	Դասակարգում
<150	Ցածր ռիսկ
150<RI<300	Միջին ռիսկ
300<RI<600	Հավանական բարձր ռիսկ
>600	Բարձր ռիսկ

Ուսումնասիրված դիտակետերում, որոնք տեղակայված են Հրազդան գետի վերին հոսանքում, ըստ բանաձև (1)-ի հաշվարկված ռիսկի ինդեքսն ունի 49.3 արժեքը: Դա նշանակում է, որ մարդածին ազդեցությունը տվյալ հատվածում էական ազդեցություն չունի հատակային նստվածքագոյացումներում ծանր մետաղների պարունակության վրա, որը բնութագրվում է որպես ցածր ռիսկային:

ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. Հրազդան և Մարմարիկ գետերում ուսումնասիրված մետաղները դրսևորում են փոփոխական վարք ջուր-հատակային նստվածքագոյացում համակարգում:
2. Հրազդան գետի վերին հոսանքում և Մարմարիկ գետի գետաբերանում նկատվել է ջրերի՝ ծանր մետաղներով աղտոտվածության բարձր մակարդակ:
3. Հրազդան և Մարմարիկ գետերի համար հաշվարկված Պիրսոնի կորելյացիոն գործակցի արժեքները բավարար կերպով բնութագրում են ուսումնասիրված մետաղների միգրացիան:
4. Սուլֆատ և նիտրատ իոնները հիմնականում նպաստում են մետաղների՝ հատակային նստվածքագոյացումներից լուծված վիճակի անցմանը, ինչը ցույց է տալիս, որ այս իոնների մեծ քանակությունը ջրում կարող է բերել ոչ միայն ուղղակի աղտոտման, այլև որպես անուղղակի ազդեցություն մի շարք ծանր մետաղների անցման ջրային օրգանիզմների համար առավել հասանելի լուծված վիճակի: Ֆոսֆատ իոնները դրսևորում են սուլֆատ և նիտրատ իոններին հակառակ ազդեցությունը: pH-ը և լուծված թթվածինը առավել մեծ ազդեցություն են ունենում փոփոխական օքսիդացման աստիճան դրսևորող մետաղների վրա, ինչպիսիք են մանգանը, երկաթը և կապարը:
5. Գծային ռեգրեսիայի մեթոդով հաշվարկված ֆոնային կոնցենտրացիաները կարող են օգտագործվել որպես Հրազդան և Մարմարիկ գետերի հատակային նստվածքագոյացումներում ծանր մետաղների ֆոնային կոնցենտրացիաներ: Համեմատական տարրի օգտագործմամբ գծային ռեգրեսիայի մոդելը կիրառելի է բոլոր գետային էկոհամակարգերի հատակային նստվածքագոյացումներում մետաղի ֆոնային կոնցենտրացիայի որոշման համար:
6. Հաշվարկված ռիսկի ինդեքսի արժեքը ցույց է տալիս, որ Հրազդան գետի վերին հոսանքում, ինչպես նաև Մարմարիկ գետում, մարդածին աղտոտվածության մակարդակը մեծ չէ, և ծանր մետաղների պարունակությունը հատակային նստվածքագոյացումներում առավելապես պայմանավորված է մետաղների ֆոնային կոնցենտրացիայով:

ԱՌԱՋԱՐԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. Մակերևութային ջրերի որակի ճշգրիտ գնահատման համար ներառել հատակային նստվածքագոյացումների ուսումնասիրությունը:
2. Սահմանել ծանր մետաղների ֆոնային կոնցենտրացիաները ՀՀ բոլոր գետերի հատակային նստվածքագոյացումների համար՝ հիմնվելով առնվազն 1 տարվա մոնիտորինգի տվյալների վրա:

3. Զրաքիմիական գործոնների արժեքների նորմայից շեղման դեպքում դիտարկել դրանց հնարավոր անտուղակի ազդեցությունը ծանր մետաղների միգրացիայի վրա:

Ատենախոսության հիմնական արդյունքները հրատարակված են հետևյալ աշխատանքներում.

1. **Петросян В.А., Пирумян Г.П.,** Актуальные Проблемы Гуманитарных и Естественных Наук, №4 (Апрель) Часть 5, Москва 2016, ISSN: 2073-0071, "Миграция кадмия, хрома и марганца в системе “вода-донные отложения” реки Раздан и влияние различных факторов на этот процесс", С. 142-153.
2. **Petrosyan V.,** Proceedings of the Yerevan State University, Chemical and Biological Sciences, ISSN: 1829-1767, 1.2016, Yerevan, “Distribution and Migration of Lead in the Water-Bottom Sediment System of Hrazdan River”, pp. 19-24.
3. **Петросян В.А., Пирумян Г.П.,** ВОДА: ХИМИЯ и ЭКОЛОГИЯ № 3 Март 2016. ISSN: 2072-8158, "Влияние содержания сульфат и нитрат ионов на миграцию железа в системе вода-донные отложения реки Раздан", С. 78–84.
4. **Petrosyan V.,** Proceedings of the Yerevan State University, Chemical and Biological Sciences, ISSN: 1829-1767, 3.2015, Yerevan, “Migration of Copper in Water–Sediment System”, pp. 12-15.
5. **Petrosyan V., Pirumyan G.,** VII International Scientific and Practical Conference «International Scientific Review of the Problems and Prospects of Modern Science and Education», London, United Kingdom, 7-8 November, 2015, International Scientific Review 2015. № 8 (9), ISSN: 2410-275X, “Behavior of Vanadium in the Water-Bottom Sediment System”, pp. 75-79.
6. **Petrosyan V.,** Proceedings of the Yerevan State University, Chemical and Biological Sciences, ISSN: 1829-1767, 2.2015, Yerevan, “Influence of pH on migration of iron in the water-sediment system”, pp. 22-24.
7. **Петросян В.А., Маргарян Л.А., Пирумян Г.П.,** Актуальные Проблемы Гуманитарных и Естественных Наук, №5 (Май) Часть 1, Москва 2015, ISSN: 2073-0071, "Определение линейной зависимости между рН и содержанием кобальта в речной воде и в донных отложениях реки Раздан", С. 47-50.

ПЕТРОСЯН ВААГН АРСЕНОВИЧ
ИССЛЕДОВАНИЕ МИГРАЦИИ ВРЕДНЫХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СИСТЕМЕ ВОДА-
ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ РЕКИ РАЗДАН

РЕЗЮМЕ

Целью работы является изучение миграции тяжелых металлов в системе вода-донные отложения и влияния различных факторов на этот процесс, классификация загрязнений воды и донных отложений тяжелыми металлами изученных участков рек Раздан и Мармарик, и определение в донных отложениях рек фоновых концентраций металлов, с целью дальнейшей оценки влияния антропогенного фактора.

В работе исследована миграция металлов в системе вода-донные отложения, а также оценено влияние различных воднохимических показателей на этот процесс. Описанный в работе метод позволяет без необходимости изучения глубинных слоев донных отложений рассчитать фоновую концентрацию металлов, а также индекс загрязнения донных отложений.

С учетом того, что в Армении донные отложения поверхностных вод не изучены, исследования такого рода для рек очень важны.

Научная новизна работы:

Впервые

- Был изучен химический состав донных отложений рек Раздан и Мармарик, что позволяет составить представление о реальной картине загрязнения рек, а также о вторичных загрязнителях.
- Была количественно изучена миграция тяжелых металлов в системе вода-донные отложения, а также, с помощью разработанного метода, стало возможно оценить и показать влияние различных факторов на интенсивность и направление миграции. В качестве целевых факторов выбраны фосфат, сульфат, нитрат ионы, растворенный кислород и pH.
- Для верхнего потока реки Раздан были рассчитаны фоновые концентрации тяжелых металлов в донных отложениях, а также рассчитан индекс риска в донных отложениях, как показатель оценки антропогенного воздействия и опасности донных отложений.
- Для определения фоновых концентрации металлов в донных отложениях был предложен метод линейной регрессии.

Выводы:

- Изученные металлы в реках Раздан и Мармарик проявляют переменчивое поведение в системе вода-донные отложения.
- В водах и донных отложениях верхнего течения реки Раздан и устья реки Мармарик замечена высокая степень загрязнения тяжелыми металлами.
- Значения корреляционного коэффициента Пирсона для рек Раздан и Мармарик в полной степени характеризуют механизм миграции металлов.
- Сульфат и нитрат ионы в основном способствуют переходу металлов из донных отложений в растворенное состояние. Это свидетельствует о том, что большое количество этих ионов в воде может привести не только к прямому непосредственному загрязнению, но и к опосредованному влиянию, учитывая переход некоторых тяжелых металлов в более доступное для водных организмов, растворенное состояние. Фосфат ион оказывает противоположное сульфат и нитрат ионам влияние. рН и растворенный кислород оказывают наибольшее влияние на металлы с переменной степенью окисления, такие как магний, железо, свинец.
- Рассчитанные методом линейной регрессии фоновые концентрации могут быть использованы для донных отложений рек Раздан и Мармарик. Следовательно, модель линейной регрессии со сравнительным элементом приемлема для определения фоновых концентраций металлов в донных отложениях всех речных экосистем.
- Величина рассчитанного индекса риска показывает, что в верхних течениях реки Раздан, а также в реке Мармарик степень антропогенного загрязнения невелика, и содержание тяжелых металлов в донных отложениях обусловлено, в большей степени, фоновой концентрацией.

Рекомендации:

Предлагается заинтересованным министерствам и ведомствам.

- В систему более точной оценки качества поверхностных вод включить изучение донных отложений.
- Задать фоновые концентрации тяжелых металлов в донных отложениях всех рек Республики Армения, на основе данных одного года мониторинга.
- Рассмотреть опосредованное влияние изученных в данной работе факторов на миграцию тяжелых металлов, в случаях отклонения их величин от стандартных значения параметров.

Результаты проделанной работы напечатаны в семи научных статьях.

VAHAGN ARSEN PETROSYAN
INVESTIGATION OF MIGRATION OF HARMFUL HEAVY METALS IN THE WATER-
BOTTOM SEDIMENT SYSTEM OF HRAZDAN RIVER
SUMMARY

The purpose of dissertation is to investigate migration of heavy metals in water-bottom sediment system and factors impacting that process, to give classification of water-bottom sediment pollution with heavy metals in explored areas of Hrazdan and Marmarik rivers as well as to define metals' background concentrations in water-bottom sediment of rivers to enable further estimation of anthropogenic influence.

In the paper it is investigated heavy metal's migration in water-bottom sediment system and meanwhile is assessed the influence of various hydrochemical parameters on that process. Using another method described in the dissertation creates an opportunity to calculate background concentrations of metals without necessity of studying sediments' underlying layers. Given the fact that bottom sediments of surface water are not examined in Armenia, the study of this nature for rivers is very important.

Scientific innovation:

The following points in the dissertation have been achieved for the first time in Armenia:

- Studied the chemical composition of sediments in Hrazdan and Marmarik rivers, which allows to have a clear insight about real pollution as well as secondary pollutants of the river.
- Quantitatively explored migration of heavy metals in water-bottom sediment system and as a result of developed method it became possible to assess and show the impact of various factors to direction and intensity of migration. Phosphate, sulfate and nitrate ions, dissolved oxygen and pH indicator are selected as target factors.
- Determined background concentrations of heavy metals in sediments of Hrazdan river's upper stream, as well as estimated risk index in sediments as evaluation indicator of bottom sediments' anthropogenic influence and hazard.
- The method of linear regression proposed to determine background concentrations of metals in sediment.

Conclusions:

- Metals explored in Hrazdan and Marmarik rivers show unstable behaviour in water-bottom sediment system.
- In waters and sediments of Marmarik river mouth and Hrazdan river's upper stream high pollution level with heavy metals on certain spots was observed.
- Pearson's correlation coefficient values calculated for rivers Hrazdan and Marmarik sufficiently characterize migration mechanisms of metals.
- Sulfate and nitrate ions mainly contribute in transition of metals from sediments to settled state, which shows that this large amount of ions in the water can lead to not only direct pollution, but also cause an indirect impact by conversion of certain heavy metals to more accessible - settled state for aquatic organisms. Phosphate ions demonstrate the opposite effect compared to sulfate and nitrate ions. Dissolved oxygen and pH are confirmed to have a larger influence on the metals demonstrating variable degree of oxidation, such as manganese, iron and lead.
- Background concentrations calculated using the method of linear regression can be used as background concentrations of heavy metals in sediments of rivers Hrazdan and Marmarik. Therefore, the linear regression model using comparative element is valid for determination of metals' background concentrations in all sediments of rivers ecosystems.
- The calculated value of the risk index shows that in upper stream of Hrazdan river, as well as in Marmarik river the level of anthropogenic pollution is not high, and content of heavy metals in sediments is mostly conditioned by background concentrations of metals.

Recommendations:

Offered to the interested ministries and authorities

- To include the study of bottom sediments in surface water quality accurate assessment system.
- Based on at least 1 year monitoring data to define background concentrations of heavy metals for bottom sediments of all rivers in Republic of Armenia,
- To consider indirect influence of the factors studied in dissertation on the migration of heavy metals in a case of those factors' deviation from the norm.

The results of dissertation are published in 7 scientific articles.

