



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 1 (73), 2021

ՀՐԱԶԴԱՆ ԳԵՏԻ ՆԵՐԿԱ ԷԿՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՎԻՃԱԿԻ ԳՆԱՀԱՏԱԿԱՆԸ

Յ.Յ. ԿՈՐԵԼՅԱՆ, Է.Խ. ՂՈՒԿԱՍՅԱՆ, Ա.Մ. ԽՈՍՐՈՎՅԱՆ

ՀՀ ԳԱԱ կենդանաբանության և հիդրոէկոլոգիայի գիտական կենտրոն
hripsimekobelyan@mail.ru

2016-18թթ. Հրազդան գետում իրականացվել են ջրակենսաբանական և ջրաքիմիական ուսումնասիրություններ, որի արդյունքում գնահատվել է գետի էկոլոգիական վիճակը, մասնավորապես սապրոֆիտ բակտերիաների թվաքանակի և քիմիական ցուցանիշների հիման վրա որոշվել է ջրի որակը գետի տարբեր հատվածներում: Բացահայտվել են էկոհամակարգի վրա ազդող հիմնական գործոնները:

Սապրոֆիտ բակտերիաներ – կոլի-ինդեքս – ջրի որակ

В 2016-2018 гг. на реке Раздан были проведены гидробиологические и гидрохимические исследования, в результате которых было оценено ее экологическое состояние, и в частности, на основе исследования химических показателей и численности сапрофитных бактерий было определено качество воды в различных участках реки. Выявлены основные факторы, влияющие на экосистему.

Сапрофитные бактерии – коли-индекс – качество воды

In 2016-18, hydrobiological and hydrochemical studies were carried out on the Hrazdan River, as a result of which its ecological state was assessed, in particular, on the basis of studies of chemical indicators and the number of saprophytic bacteria in different parts of the river, water quality was determined. The main factors influencing the ecosystem of the river are identified.

Saprophytic bacteria – coli-index – water quality

Հրազդան գետը սկիզբ է առնում Սևանա լճից, ունի 141 կմ երկարություն, ավազանի մակերեսը 2650 կմ² է: Հոսում է հարավարևմտյան ուղղությամբ, անցնում Գեղարքունիքի, Կոտայքի մարզերով, Երևան քաղաքով, Արարատի մարզով և թափվում Արաքս գետ [2]:

Աշխատանքի նպատակն է մանրէաբանական և քիմիական ցուցանիշների հիման վրա գնահատել Հրազդան գետի էկոլոգասանիտարական վիճակը:

Սապրոֆիտ բակտերիաները, հանդիսանալով ջրային էկոհամակարգի կարևոր բաղադրիչ, մեծ դեր ունեն նյութի և էներգիայի շրջապտույտի գործում: Նրանց ներդրումը մեծ է նաև գետի ինքնամաքման և ջրի որակի բարելավման գործընթացում [9]: Բակտերիաներն իրենց ճկունության շնորհիվ հանդես են գալիս որպես շրջակա միջավայրի փոփոխությունների լավ ցուցիչ: Բակտերիոցենոզների արձագանքը ջրային էկոհամակարգն աղտոտող նյութերի նկատմամբ արտացոլվում է

մանրէների այն էկոլոգիական և տրոֆիկ խմբերի զարգացման քանակական և ֆունկցիոնալ ցուցանիշների փոփոխությամբ, որոնք օգտագործում են այդ նյութերը որպես էներգետիկ և կառուցողական բաղադրիչ [10]:

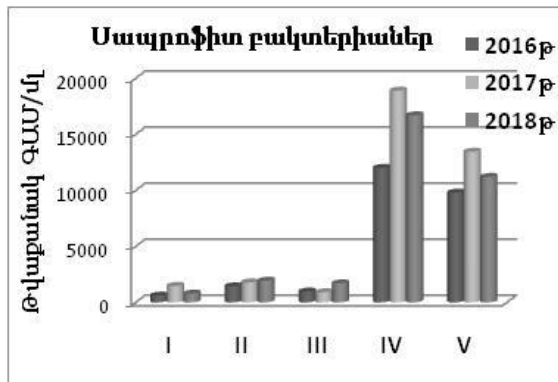
Ջրի որակի գնահատման նպատակով ուսումնասիրվել են մեզոֆիլ սապրոֆիտ բակտերիաների քանակական ցուցանիշները (աճեցված 37°C 24 ժամվա ընթացքում), որոշվել է կոլի-ինդեքսը (աղիքային ցուպիկների քանակը 1լ ջրում), որը բնութագրում է մարդկանց և կենդանիների կողմից հիդրոէկոհամակարգ ներմուծված միկրոֆլորան: Գետի ջրում որոշվել են նաև ամոնիում, նիտրատ, նիտրիտ, ֆոսֆատ իոնների կոնցենտրացիաները, և կատարվել է ջրի որակի գնահատում:

Նյութ և մեթոդ: 2016-18թթ. Հրազդան գետում հիդրոէկոլոգիական ուսումնասիրություններ իրականացնելու նպատակով զարուհ-աշուն ժամանակահատվածում նմուշառում է կատարվել Հրազդան գետի 5 դիտակետերից՝ Հրազդան գետի ակունք, Բջնի գյուղից հետո, «Արզնի» առողջարանի տարածք, Աերացիա մաքրման կայանից հետո, Հրազդան գետի ստորին հոսանք (Հովտաշեն գյուղի տարածք): Նմուշառումը կատարվել է մանրէագերծ տարաներով, մանրէաբանության մեջ ընդունված մեթոդների համաձայն [4]: Մեզոֆիլ սապրոֆիտ մանրէների (37°C) թվաքանակը որոշվել է չոր սննդարար ագարից պատրաստված ստանդարտ սննդամիջավայրում, աճի մեկ օրվա հաշվարկով, իսկ կոլի-ինդեքսը՝ մեմբրանային ֆիլտրման մեթոդով [5, 7]: Գետի ջրի որակի էկոլոգասանիտարական գնահատումը կատարվել է ըստ Ռոմանենկոյի [6]:

Քիմիական նյութերի ֆոսֆատ, նիտրիտ և ամոնիում իոնների կոնցենտրացիան որոշվել է սպեկտրոֆոտոմետրիկ եղանակով, իսկ նիտրատ իոնների կոնցենտրացիան՝ քրոմատոգրաֆով:

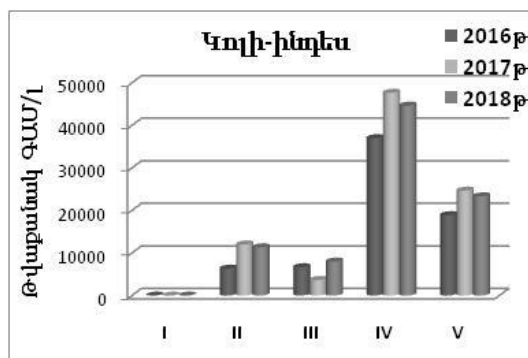
Արդյունքներ և քննարկում: Հրազդան գետի ակունքում գետի հոսքը գրեթե բացակայում է, ջրաբանական ցուցանիշներով այս հատվածը առավել նման է լճային էկոհամակարգերին:

2016-18 թթ. կատարված հետազոտությունների ընթացքում Հրազդան գետի ակունքում սապրոֆիտ բակտերիաների տարեկան միջին թվաքանակը տատանվել է 606-1470 ԳԱՄ/մլ-ի (գաղութ առաջացնող միավոր) սահմանում (նկ. 1):



Նկ. 1. 2016-2018թթ. Հրազդան գետի որոշ դիտակետերում գրանցված սապրոֆիտ բակտերիաների (ԳԱՄ/մլ) տարեկան միջին թվաքանակը՝ I-Հրազդան գետի ակունք, II-Բջնի գյուղից հետո, III-Արզնի առողջարանի տարածք, IV-Աերացիա մաքրման կայանից հետո, V-Հրազդան գետի ստորին հոսանք:

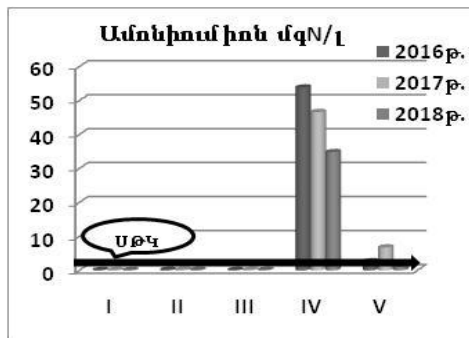
Համեմատաբար բարձր թվաքանակ (3520 ԳԱՄ/մլ) գրանցվել է 2017թ. ամռանը, ինչը պայմանավորված էր ջրի բարձր ջերմաստիճանով (22°C): Հրազդան գետի ակունքում կատարված ուսումնասիրությունների ընթացքում աղիքային ցուպիկ չի հայտնաբերվել (նկ.2): Քիմիական նյութերի կոնցենտրացիան չի գերազանցել սահմանային թույլատրելի սորմերը:



Նկ. 2. 2016-2018թթ. Հրազդան գետի որոշ դիտակետերում գրանցված կուլի-ինոուեն (ԳՄՄ/ՄԼ) տարեկան միջին թվաքանակը՝ I-Հրազդան գետի ակունք, II-Բջնի գյուղից հեռու, III-Արզնի առողջարանի տարածք, IV-Աերացիա մաքրման կայանից հեռու, V-Հրազդան գետի ստորին հոսանք:

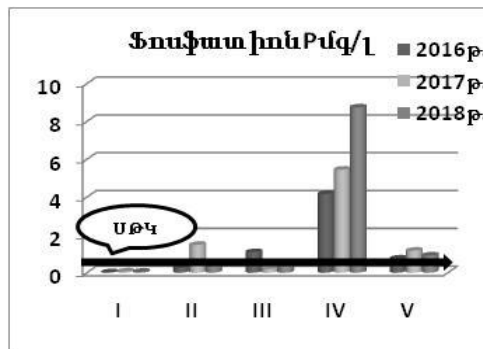
Բջնի գյուղից հեռու գետը բավականին արագահոս է: Այս դիտակետում Բջնի գյուղի կոյուղաջրերը թափվում են Հրազդան գետ, որի արդյունքում ջրում ավելանում է օրգանական նյութի ծավալը՝ հանգեցնելով սապրոֆիտ բակտերիաների և կուլի-ինոուենի արժեքների ավելացման, փոխվում է նաև գետի ջրի որակը: Սապրոֆիտ բակտերիաների թվաքանակը տատանվել է 1430-1933 ԳՄՄ/ՄԼ-ի սահմանում (Նկ. 1): Կուլի-ինոուենի արժեքները կազմել են 6333-12000 ԳՄՄ/Լ (Նկ. 2): Գարնան և աշնան ամիսներին ջրի ծավալի ավելացման հետևանքով գրանցվել են կուլի-ինոուենի համեմատաբար ցածր արժեքներ (5-10 հազ. ԳՄՄ/Լ):

Բջնի գյուղից հեռու գրեթե կրկնակի ավելանում են նաև քիմիական նյութերի կոնցենտրացիաները: Ֆոսֆատ իոնի կոնցենտրացիան փոփոխվել է 0.19-0.27 մգ/Լ-ի սահմանում, նիտրատ իոնինը՝ 1.39-1.94 մգ/Լ, նիտրիտ իոնինը՝ 0.02-0.06 մգ/Լ, իսկ ամոնիում իոնի կոնցենտրացիան՝ 0.21-0.23 մգ/Լ-ի սահմանում (Նկ.3):



Նկ. 3. 2016-2018թթ. Հրազդան գետի որոշ դիտակետերում գրանցված ամոնիում իոնի տարեկան միջին կոնցենտրացիան՝ I-Հրազդան գետի ակունք, II-Բջնի գյուղից հեռու, III-Արզնի առողջարանի տարածք, IV-Աերացիա մաքրման կայանից հեռու, V-Հրազդան գետի ստորին հոսանք:
ՍԹԿ - սահմանային թույլատրելի կոնցենտրացիա:

Ուսումնասիրված քիմիական ցուցանիշներից միայն ֆոսֆատ իոնի կոնցենտրացիան է գերազանցել սահմանային թույլատրելի նորմերը մոտ 2 անգամ (0.27 մգ/Լ), ինչը կոյուղաջրերի ազդեցության արդյունք է (Նկ.4):



Նկ. 4. 2016-2018թթ. Հրազդան գետի որոշ դիտակետերում գրանցված ամոնիում իոնի տարեկան միջին կոնցենտրացիան՝ I-Հրազդան գետի ակունք, II-Բջնի գյուղից հետո, III-Արզնի առողջարանի տարածք, IV-Աերացիա մաքրման կայանից հետո, V-Հրազդան գետի ստորին հոսանք:
ՄԹԿ - սահմանային թույլատրելի կոնցենտրացիա:

«Արզնի» առողջարանի մերձակայքում Հրազդան գետը հոսում է խոր կիրճով, հոսքն այստեղ դանդաղ է, գրունտը՝ քարային, ավազի բաժնեմասը աննշան է: Գետի հունը քանդված է, ափերին կատարվում են շինարարական աշխատանքներ: Բջնի գյուղից հետո՝ մինչև Արզնու դիտակետ, գետի ջուրը հասցնում է ինքնամաքրվել, բացի այդ այս հատվածում գետին են միանում հանքային աղբյուրներ, որի արդյունքում նվազում են օրգանական աղտոտվածությունը և համապատասխանաբար նաև սապրոֆիտ բակտերիաների խտությունը: Սապրոֆիտ բակտերիաների տարեկան միջին թվաքանակը այս դիտակետում տատանվել է 903-1700 ԳԱՄ/մլ, կոլի-ինդեքսի արժեքները փոփոխվել են 6-8 հազ. ԳԱՄ/լ-ի սահմաններում:

Ֆոսֆատ իոնի կոնցենտրացիան փոփոխվել է 0.21-0.34 մգ/լ-ի, նիտրատ իոնինը՝ 2.16-3.53 մգ/լ, նիտրիտինը՝ 0.01-0.06 մգ/լ, իսկ ամոնիում իոնի կոնցենտրացիան 0.15-0.17 մգ/լ-ի սահմաններում: Ֆոսֆատ իոնի կոնցենտրացիան թույլատրելի նորմերը գերազանցել է 10 անգամ (0.33 մգ/լ): Ուսումնասիրված ցուցանիշների համեմատաբար բարձր արժեքներ գրանցվել են 2018թ., ինչը կապված է եղել ջրի ծավալի նվազման հետ (Նկ. 4):

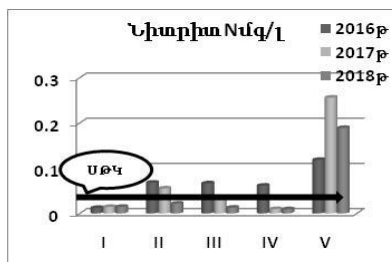
Հաջորդ դիտակետը գտնվում է Աերացիա մաքրման կայանից գետի հունով մոտ 200մ ներքև: Հոսքաջրերի բաղաբաղին մաքրման կայանը կատարում է միայն մեխանիկական մաքրում: Այս դիտակետում գետի հունը և ափամերձ հատվածը մշտապես աղտոտված են կենցաղային աղբով: Գետի հոսքը դանդաղ է, ջուրն ունի տհաճ հոտ: Մանրէաբանական հետազոտությունների արդյունքում պարզվել է, որ սապրոֆիտ բակտերիաների տարեկան միջին թվաքանակը տատանվել է 15000-18900 ԳԱՄ/մլ-ի սահմաններում: Կոլի-ինդեքսի (47666 ԳԱՄ/լ) և սապրոֆիտ բակտերիաների (18900 ԳԱՄ/մլ) առավելագույն արժեքներ գրանցվել են 2017թ. ամռանը, ինչը պայմանավորված է ջրի ծավալի նվազմամբ:

Նշված դիտակետում նախորդ դիտակետերի համեմատ աճել են նաև կոլի-ինդեքսի միջին արժեքները: Կոլի-ինդեքսի բարձր արժեքներ են գրանցվել (31444-47666 ԳԱՄ/լ) ուսումնասիրված բոլոր տարիներին, սակայն 2017թ.-ին նշված ցուցանիշը եղել է առավելագույնը (47666 ԳԱՄ/լ):

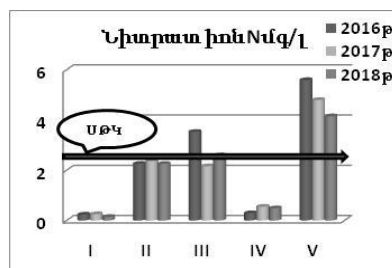
Քիմիական կյուբերից ֆոսֆատ իոնի կոնցենտրացիաները փոփոխվել են 4.17-8.74մգ/լ, նիտրատ իոնը՝ 0.29-0.54մգ/լ, նիտրիտը՝ 0.01-0.06 մգ/լ, իսկ ամոնիում իոնի կոնցենտրացիան՝ 34.82-53.84 մգ/լ-ի սահմաններում: Ամոնիում և նիտրիտ իոնների կոնցենտրացիան՝ բարձր է եղել 2016թ.-ին, ֆոսֆատ իոնի կոնցենտրացիան՝ 2018թ., նիտրատ իոնի կոնցենտրացիան բարձր է եղել 2017թ.-ին: Ուսումնասիրված կենսածին տարրերից ֆոսֆատ իոնի կոնցենտրացիան ՄԹԿ-ն գերազանցել է մոտավորապես 50, իսկ ամոնիում իոնը՝ 100 անգամ (Նկ. 4):

Մինչև Հովտաշեն գյուղի տարածք գետին են միանում ձկնաբուծարանների կողմից օգտագործված արտեզյան ջրեր, որի հետևանքով մի քանի անգամ ավելանում է գետի ջրի ծավալը: Բարձրանում է թթվածնի կոնցենտրացիան, և բակտերիաների կենսագործունեության շնորհիվ տեղի է ունենում օքսիդավերականգնման գործընթաց՝ Աերացիայում շատ մեծ քանակով գրանցված ամոնիակը վերածվում է նիտրատի: Կատարված ուսումնասիրությունների ընթացքում սապրոֆիտ բակտերիաների թվաքանակը տատանվել է 9800-13450 ԳԱՄ/մլ-ի սահմանում: Համեմատաբար բարձր արժեք գրանցվել է 2017թ. (13450 ԳԱՄ/մլ), ինչը կապված է եղել ջրի ծավալի նվազման հետ: Աերացիա մաքրման կայանից հետո՝ Մասիսի տարածաշրջանում, մեծանում է աղտոտվածության աստիճանը: Կոլի-ինդեքսի միջին արժեքները կազմել են 18900-24666 ԳԱՄ/լ: Համեմատաբար բարձր արժեքներ հիմնականում գրանցվել են ամռան ամիսներին, ինչը պայմանավորված է եղել ջրի ծավալի նվազմամբ (24666 ԳԱՄ/լ):

Ստորին հոսանքում նվազել է նաև քիմիական նյութերի կոնցենտրացիան: Ուսումնասիրությունների ընթացքում ֆոսֆատ իոնի կոնցենտրացիան փոփոխվել է 0.75-1.16մգ/լ, նիտրատ իոնը՝ 4.15-5.59 մգ/լ, նիտրիտը՝ 0.12-0.26մգ/լ, իսկ ամոնիում իոնի կոնցենտրացիան 1.04-6.77մգ/լ-ի սահմաններում: Հետազոտված ժամանակահատվածում ֆոսֆատ իոնի միջին կոնցենտրացիան ՍԹԿ-ն գերազանցել է 9 անգամ (0.95 մգ/լ), ամոնիում իոնը՝ 8,7 անգամ (3,49 մգ/լ), նիտրատ իոնը՝ 2 անգամ (4,84 մգ/լ), իսկ նիտրիտ իոնը՝ 3 անգամ (0,19 մգ/լ), (նկ. 3-6): Հրազդան գետի ստորին հոսանքում նիտրատ և նիտրիտ իոնների կոնցենտրացիան հավանաբար ավելացել է նիտրատային պարարտանյութերի կիրառման արդյունքում: Հրազդան գետի ջրերն աղտոտվում են հարակից բնակավայրերի կենցաղային և գյուղատնտեսական, ինչպես նաև ձկնաբուծարանների հոսքաջրերով: Մաքրման կայանների բացակայության և բնակավայրերի ջրահեռացման համակարգի մաշվածության արդյունքում արդյունաբերական և կենցաղային կեղտաջրերի 90-95%-ը առանց մաքրվելու խառնվում են մակերևութային հոսքերին:

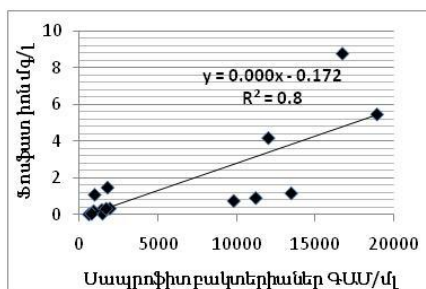


Նկ. 5. 2016-2018թթ. Հրազդան գետի որոշ դիտակետերում գրանցված նիտրիտ իոնի տարեկան միջին կոնցենտրացիան: I-Հրազդան գետի ակունք, II-Բջնի գյուղից հետո, III-Արզնի առողջարանի տարածք, IV-Աերացիա մաքրման կայանից հետո, V-Հրազդան գետի ստորին հոսանք:



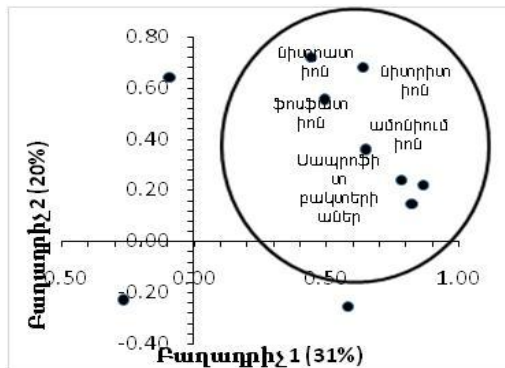
Նկ. 6. 2016-2018թթ. Հրազդան գետի որոշ դիտակետերում գրանցված նիտրիտ իոնի տարեկան միջին կոնցենտրացիան: I-Հրազդան գետի ակունք, II-Բջնի գյուղից հետո, III-Արզնի առողջարանի տարածք, IV-Աերացիա մաքրման կայանից հետո, V-Հրազդան գետի ստորին հոսանք:

Հրազդան գետի վերին հոսանքից ստորին հոսանք օրգանական աղտոտվածության աճին զուգահեռ գրանցվել է սապրոֆիտ բակտերիաների թվաքանակի աճ: Այդ մասին է վկայում նաև սապրոֆիտ բակտերիաների և նիտրատ, նիտրիտ, ամոնիում և ֆոսֆատ իոնների վիճակագրական վերլուծությունը: Նշված քիմիական ցուցանիշների և սապրոֆիտ բակտերիաների միջև բացահայտվել է դրական կախվածություն ($R^2=0,8$), (սկ.7):



Սկ. 7. 2016-2018թթ. Հրազդան գետում գրանցված սապրոֆիտ բակտերիաների և ֆոսֆատ իոնի արժեքների կորելյացիոն վերլուծություն:

Ուսումնասիրված ցուցանիշների համար կատարվել է բազմաչափ վիճակագրական վերլուծություն (գլխավոր բաղադրիչների մեթոդ): Մեթոդի նպատակն էր ցուցանիշները խմբավորել երկու գլխավոր առանցքային բաղադրիչների միջոցով՝ հիմնվելով նրանց միջև բացահայտված կապերի վրա: Խմբավորումը համարվում է հաջողված, եթե այդ առանցքային բաղադրիչներն ընդգրկում են առկա տվյալների վարիացիաների մեծ մասը ($\geq 70\%$): Վերլուծությունը կատարվել է վիճակագրական SPSS փաթեթի օգնությամբ (սկ.8), [8]:



Սկ.8. 2016-2018թթ. Հրազդան գետի ջրում իրականացված ուսումնասիրությունների արդյունքների ինտեգրալ վերլուծություն՝ բազմաչափ վիճակագրական վերլուծության օգնությամբ:

Այսպիսով, Հրազդան գետի ստորին հոսանքի մանրէաբանական և ջրաքիմիական հետազոտությունները ցույց տվեցին, որ Երևան քաղաքից մինչև ստորին հոսանք ավելանում են գետ թափվող հոսքաջրերի և կոշտ-կենցաղային ու արտադրական թափոնների քանակները, որի հետևանքով գետային էկոհամակարգը չի հասցնում լիարժեք իրականացնել ինքնամաքման գործընթացը: Արդյունքում ավելանում է գետի ջրի աղտոտվածության մակարդակը: Այդ մասին են վկայում ստորին հոսանքում գրանցված սապրոֆիտ բակտերիաների և կենսածին նյութերի բարձր արժեքները:

Համաձայն Ռոմանենկոյի մակերևութային ջրերի էկոլոգասանիտարական գնահատման, ըստ մեզոֆիլ սապրոֆիտ բակտերիաների և կոլի-ինդեքսի միջին արժեքների, Հրազդան գետի ջուրն ակունքում դասվել է «մաքուր» (2-րդ դաս) ջրերի դասին: Բջնի գյուղից հետո՝ Արզնի առողջարանի տարածքում, «բավարար մաքուր» (3-րդ դաս), Աերացիա մաքրման կայանից հետո՝ «կեղտոտ» (5-րդ դաս), իսկ Հովտաշեն գյուղից առաջ՝ «աղտոտված» (4-րդ դաս) ջրերի դասին [3, 6]:

Համաձայն ՀՀ կառավարության մակերևութային ջրերի էկոլոգիական նորմերի, ըստ ջրաքիմիական ցուցանիշների՝ Հրազդան գետի ակունքում ջուրը դասվել է «լավ» (2-րդ դաս) ջրերի դասին: Բջնի գյուղից հետո դիտակետը, պայմանավորված նիտրատ և ամոնիում իոններով, դասվել է «լավ», իսկ ըստ ֆոսֆատ և նիտրիտ իոնների կոնցենտրացիայի՝ «միջակ» (3-րդ դաս) որակի՝ Արզնի առողջարանի տարածքում գտնվող դիտակետը՝ ֆոսֆատ, նիտրիտ և նիտրատ իոններով պայմանավորված, դասվել է ջրերի «միջակ» (3-րդ դաս), իսկ, ըստ ամոնիում իոնի կոնցենտրացիայի, դասվել է «լավ» (2-րդ դաս) որակի: Աերացիա մաքրման կայանից հետո դիտակետը, պայմանավորված ֆոսֆատ և ամոնիում իոններով, դասվել է «վատ» (5-րդ դաս), նիտրիտ իոնով՝ անբավարար, իսկ, ըստ նիտրատ իոնի կոնցենտրացիայի «լավ» (2-րդ դաս) որակի: Հրազդան գետի ստորին հոսանքը, պայմանավորված ֆոսֆատ և ամոնիում իոնների կոնցենտրացիայով, դասվել է «վատ» (5-րդ դաս), իսկ ըստ նիտրատ և նիտրիտ իոնների՝ «անբավարար» (4-րդ դաս) ջրերի դասին [1]:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. ՀՀ Շրջակա միջավայրի մոնիթորինգի և տեղեկատվության կենտրոն, Տեղեկագիր, Էջ 121, 2018:
2. Չիլինգարյան Լ.Ա., Մնացականյան Բ.Պ., Աղաբաբյան Կ.Ա., Թոթմաշյան Հ.Վ. Հայաստանի գետերի և լճերի ջրագրությունը, Երևան, Էջ 13, 2002:
3. Баринаова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды, Тель-Авив, 2006, с. 478.
4. ГОСТ Р 51592-2000. Общие требования к отбору проб. Введ. 2000-04-21. М., 35 с., 2008.
5. Лабинская А.С. Микробиология с техникой микробиологических исследований. с.303-314, 1978.
6. Романенко В.Д., Оксик О.П., Жукин В.Н., Стольберг Ф.В., Лаврик В.И. Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты, Киев, с. 218-221, 1990.
7. Рымовская М.В. Основы промышленной асептики, Минск, с. 13-18, 2018.
8. Aghajanyan E., Avalyan, R., Atoyants A., Khosrovyan A., Aroutiounyan R. Assessing a Freshwater Ecosystem Using Tradescantia Model Test Object. Water, Air, & Soil Pollution, 231, 2020.
9. Kavka G.G., Kasimir G.D., Farnleitner A.H. Microbiological water quality of the River Danube (km 2581 - km 15): Longitudinal variation of pollution as determined by standard parameters p.515-421, 2006.
10. Ladeira de Melo M., Sarmiento H. Anthropogenic impacts on aquatic bacteria: a perspective from the tropics. Acta Limnol. Bras. vol.31 Rio Claro, 2019.

Ստացվել է 24.12.2020