



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 2(64), 2012

ՀՐԱԶԴԱՆ ԳԵՏԻ ԶՐԱՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԵՎ ԶՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՈՐՈՇ ՑՈՒՑԱՆԻՇՆԵՐԻ ԴԻՆԱՄԻԿԱՆ

Հ.Վ. ԵՓՐԵՄՅԱՆ, Ռ.Յ. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ

ՀՀ ԳԱՎ Կենդանաբանության և հիդրոէկոլոգիայի գիտական կենտրոնի
Հիդրոէկոլոգիայի և ձկնաբանության ինստիտուտ
ehermine2000@yahoo.com

2003-2006 թթ. ուսումնասիրվել է Հրազդան գետի ջրաֆիզիկական և ջրաքիմիական որոշ ցուցանիշների դինամիկան: Գետի ակունքից մինչև «Աերացիա» դիտակետ $N [NH_4^+]$, $N[NO_2^-]$, $N[NO_3^-]$, PO_4^{3-} , BOD_5 և PO -ի ցուցանիշները գտնվել են գետերի ջրերի համար ընդունված թույլատրելի արժեքների սահմաններում, իսկ «Աերացիայից» մինչև Հովտաշեն գյուղ նշված ցուցանիշների արժեքները գերազանցել են դրանց սահմանային թույլատրելի մեծությունները:

*Հրազդան գետ – ջրաքիմիական ցուցանիշներ – սահմանային
թույլատրելի մեծություններ*

В 2003-2006 гг. была исследована динамика некоторых гидрофизических и гидрохимических показателей реки Раздан. С истока реки до станции “Аэрация” величины значения $N [NH_4^+]$, $N[NO_2^-]$, $N[NO_3^-]$, PO_4^{3-} , BOD_5 и PO были в допустимых пределах, принятых для речных вод, а от ст. “Аэрации” до с. Овташен значения указанных показателей превышали предельно допустимые величины.

*Река Раздан – гидрохимические показатели –
предельно допустимые концентрации*

Some hydrophysical and hydrochemical conditions of the River Hrazdan were investigated in the period of 2003 – 2006. From the river mouth to the observation point of “Aeracia” the MPC-es as $N[NH_4^+]$, $N[NO_2^-]$, $N[NO_3^-]$, PO_4^{3-} , BOD_5 and PO are not exceeded, but in the territory from “Aeracia” to Hovtashen the same MPC-es have been exceeded.

River Hrazdan – hydrochemical conditions – limit permissible concentration

Էկոլոգաաշխարհագրական տարբեր տեղաբաշխում, ծագում, սննդային մակարդակ և կառուցվածք ունեցող գետերի, լճերի և ջրամբարների էվտրոֆացման մեխանիզմների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ նշված պրոցեսների խթանման հիմնական պատճառներից մեկը «Կենսածին տարրեր և Տրոֆայնության մակարդակ» փոխհարաբերությունների խախտումն է:

Հրազդանը Սևանա լճից սկիզբ առնող միակ գետն է, որը հոսում է ՀՀ չորս (Գեղարքունիք, Կոտայք, Երևան, Արարատ) վարչական տարածքներով և ծովի մակարդակից 850 մ բարձրության վրա թափվում է Արաքս գետը: Հրազդան գետն ունի 141 կմ երկարություն, ջրհավաք ավազանի մակերեսը առանց Սևանա լճի կազմում է 2560 կմ²: Գետի միջին տարեկան հոսքը կազմում է 733 մլն մ³, միջին տարեկան ծախսը՝ 14 մ³/վ: Գետի միջին լայնությունը 10–20 մ է [2]: Հրազդան գետն ունի կարևոր ջրաէներգետիկ, ոռոգման և ռեկրեացիոն նշանակություն, ինչով բացատրվում է գետի ջրաէկոլոգիական ուսումնասիրությունների խիստ անհրաժեշտությունը:

Նյութ և մեթոդ: 2003-2006 թթ. ուսումնասիրվել է Հրազդան գետի ջրաֆիզիկական և ջրաքիմիական որոշ ցուցանիշների դինամիկան: Ջրի փորձանմուշները վերցվել են գետի ակունքից մինչև գետաբերան ընկած հետևյալ չորս դիտակետերից:

1. Հրազդան գետի ակունք [1] – (Փոքր Սևան, Հրազդան գետի սկիզբ, գետաբերանից 141 կմ հեռավորություն),

2. «Արզնի» առողջարանի մոտ [2] – (գետաբերանից 69 կմ հեռավորություն),

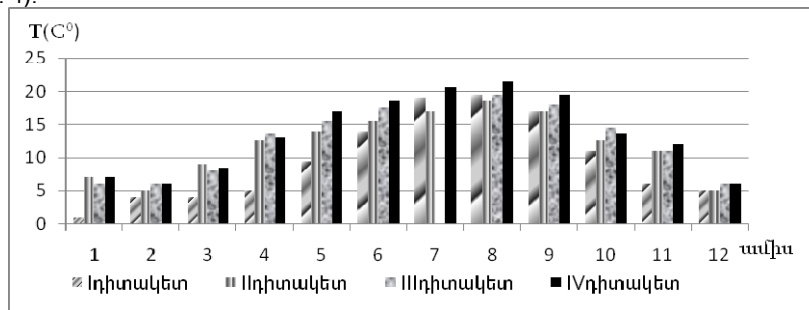
3. «Աերացիա» ջրամաքրման կայանից հետո [3] – (գետաբերանից 50 կմ հեռավորություն),

4. Հովտաշեն գյուղի մոտ [4] – (գետաբերանից 22 կմ հեռավորություն):

Ջրանմուշներում որոշվել են ջրի որակի ֆիզիկական և քիմիական որոշ ցուցանիշներ՝ ջերմաստիճանը, ջրաձևային ցուցիչը (рН), ջրում լուծված թթվածնի քանակությունը, կենսածին տարրերի՝ հանքային ազոտի (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-) և հանքային ֆոսֆորի (PO_4^{3-}), թթվածնի կենսաքիմիական պահանջի (BOD_5) և պերմանգանատային օքսիդացման (MnO) մեծությունները:

Աշխատանքի ընթացքում օգտագործվել են ջրաքիմիայում համընդհանուր ճանաչում գտած մեթոդներ [3, 4, 5, 6, 7]:

Արդյունքներ և քննարկում: Մեր կողմից կատարված Հրազդան գետի ջրաֆիզիկական և ջրաքիմիական ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ գետի ակունքում ջրի ջերմաստիճանը տատանվել է $1-4^\circ\text{C}$ (հունվար-փետրվար) մինչև $17-19^\circ\text{C}$ (հուլիս-սեպտեմբեր) սահմաններում (նկ. 1): Գետի ակունքում ջրի ջերմաստիճանը բարձրացել է մայիսից և նվազել նոյեմբեր-դեկտեմբերին, իսկ Արզնի (2), Աերացիա (3) և Հովտաշեն (4) դիտակետերում՝ փետրվարից և նվազել դեկտեմբերին (նկ. 1):



Նկ. 1 Ջերմաստիճանի միջինացված 2003-2006 թթ. սեզոնային փոփոխությունները

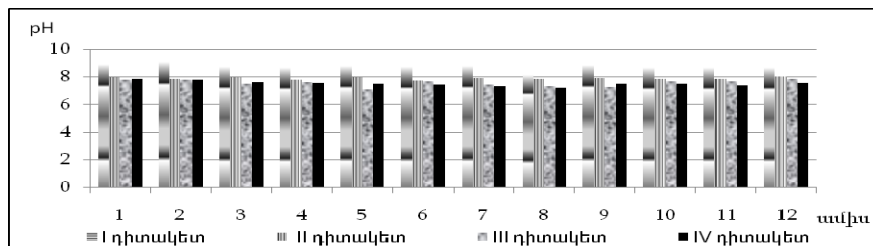
Մակերևութային ջրերում ընթացող ջրաքիմիական պրոցեսները կարգավորող հիմնական ցուցանիշներից է ջրաձևային ցուցիչը, որի մեծությունից է կախված նաև ջրային բուսականության բազմացումը և կենսագործունեությունը: Լեռնային գետերում ջրաձևային ցուցիչի մեծությունը ձմռանը տատանվում է 6.8–7.4, իսկ ամռանը 7.4–8.2 սահմաններում [4]:

Հրազդան գետի ակունք և Հովտաշեն դիտակետերում ջրաձևային փոքրացմանը և ջերմաստիճանի բարձրացմանը զուգընթաց ջրաձևային ցուցիչի մեծությունը նվազել է ամռան վերջին, Աերացիայում՝ գարնան վերջին, որը, հավանաբար, կապված է գարնանային վարարումների հետ: Արզնի դիտակետում ջրաձևային ցուցիչի մեծությունը տարվա ընթացքում փոփոխվել է 7.75 (հունիս)–8.07 (դեկտեմբեր) սահմաններում:

Այսպիսով՝ Հրազդան գետի ուսումնասիրված դիտակետերի ջրաձևային ցուցիչի տարեկան միջին մեծությունը կազմել է 7.95, իսկ նրա փոփոխության տիրույթը՝ 7.1 (թույլ հիմնային) – 9.1 (հիմնային) (նկ. 2):

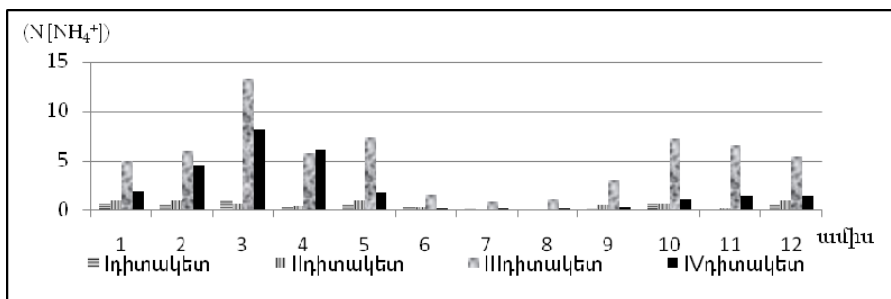
Ջրաձևային ցուցիչից և ջերմաստիճանից կախված, մակերևութային ջրերում փոփոխվում է ամոնիումի ($\text{N}(\text{NH}_4^+)$) քանակը, որը կարևոր և բնորոշիչ ջրաէկոլոգիական չափանիշ է:

Քնական ջրաէկոհամակարգերում գարնանը և ամռանը ամոնիումի քանակը ջրերում փոքրանում է, որը կապված է բույսերի ակտիվ ֆոտոսինթեզի հետ, իսկ աշնանը մեծանում է՝ կապված օրգանական նյութերի քայքայման պրոցեսների ինտենսիվացման հետ [4]: Մեր ուսումնասիրություններում նշված օրինաչափությունը Աերացիա և Հովտաշեն դիտակետերում գարնան ամիսներին խախտվել է, ինչը կապված է «Աերացիա» մաքրման կայանի գործունեության հետ: Այս դիտակետերում ամոնիումային ազոտի քանակությունը տատանվել է համապատասխանաբար 0.83–13.33 մգ/լ և 0.18–8.24 մգ/լ սահմաններում (նկ. 3):



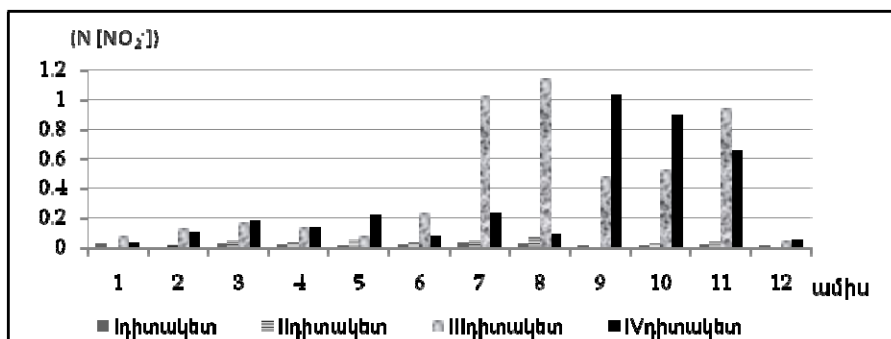
Նկ 2. Ջրածնային ցուցիչի (pH) 2003-2006 թթ. միջինացված մեծությունների սեզոնային փոփոխությունները

Այսպիսով, Աերացիա դիտակետում տարվա բոլոր ամիսներին (բացառությամբ ամռան) ամոնիումային ազոտի պարունակությունը գերազանցել է բնական ջրերի սահմանային թույլատրելի արժեքը, մոտ 6.7 մգ/լ (մարտ), իսկ Հովտաշեն դիտակետում՝ փետրվար-ապրիլ ամիսներին 2.3-4.1 մգ/լ: Հրազդան գետի ակունք և Արզնի դիտակետերում ամոնիումային ազոտի պարունակությունը տատանվել է 0.05-0.98 մգ/լ և 0.14-0.96 մգ/լ սահմաններում (նկ. 3):



Նկ 3. Ամոնիումային ազոտի (N [NH₄⁺]) 2003-2006 թթ. միջինացված քանակությունների սեզոնային փոփոխությունները, մգ/լ

Մակերևութային ջրերում նիտրիտները (N [NO₂]) հանդիպում են լուծված վիճակում և նրանց քանակությունը հանդիսանում է կարևոր սանիտարական ցուցանիշ: Մակերևութային ջրերի համար նիտրիտների սահմանային թույլատրելի կոնցենտրացիան կազմում է մոտ 0.08 մգ/լ [3]: Հրազդան գետի ուսումնասիրված դիտակետերի ջրերում նիտրիտային ազոտի պարունակությունը տատանվել է 0-1.14 մգ/լ սահմաններում: Հրազդան գետի ակունք և Արզնի դիտակետերում նիտրիտային ազոտի պարունակությունը տատանվել է 0-0.027 մգ/լ և 0.005-0.070 մգ/լ սահմաններում համապատասխանաբար, առանց կտրուկ փոփոխությունների (նկ. 4):



Նկ 4. Նիտրիտային ազոտի (N [NO₂]) 2003-2006 թթ. քանակությունների միջինացված մեծությունների սեզոնային փոփոխությունները, մգ/լ

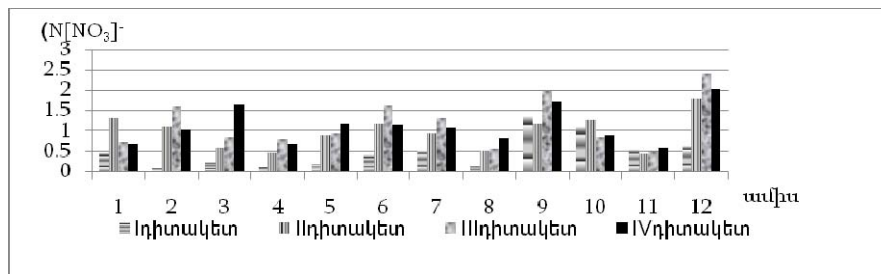
Հայտնի է, որ նիտրիտների մեծ քանակությունը կապված է բնական ջրերում օք-

գանական նյութերի և նրանց մնացորդների քայքայման ինտենսիվության մեծացման և նիտրիտներից նիտրատների փոխանցման պրոցեսների դանդաղեցման հետ, ինչը խոտում է բնական ջրերի ավտոխտոն աղտոտման մասին:

Աերացիա և Յովտաշեն դիտակետերում գրանցվել է նիտրիտային ազոտի քանակի կտրուկ աճ՝ 0.045–1.14 մգ/լ և 0.029–1.03 մգ/լ համապատասխանաբար (նկ. 4), որը գերազանցել է բնական ջրերում նիտրիտների պարունակության թույլատրելի սահմանային արժեքը:

Չաղտոտված գետերում նիտրատների քանակության սահմանային թույլատրելի արժեքը կազմում է մոտ 1 մգ/լ [4]: Ջրային բուսականության բուռն աճի ժամանակահատվածում նիտրատների քանակությունը մակերևութային ջրերում խիստ նվազում է, երբեմն նույնիսկ հավասարվում՝ զրոյի: Նրա քանակությունը մեծանում է գետի աղտոտման, ինչպես նաև ջրային բուսականության ինտենսիվ քայքայման ժամանակ:

Հրազդան գետի ուսումնասիրված դիտակետերի ջրերում նիտրատային ազոտի ($\text{N}[\text{NO}_3^-]$) պարունակությունը տատանվել է 0.09–2.40 մգ/լ սահմաններում: Հրազդան գետի ակունք և Արզնի դիտակետերում նիտրատային ազոտի քանակությունը համապատասխանաբար տատանվել է 0.09–1.38 մգ/լ և 0.42–1.80 մգ/լ սահմաններում: Աերացիա և Յովտաշեն դիտակետերում նիտրատային ազոտի քանակությունը համապատասխանաբար տատանվել է 0.49–2.40 մգ/լ և 0.57–2.03 մգ/լ սահմաններում (նկ. 5):



Նկ 5. Նիտրատային ազոտի ($\text{N}[\text{NO}_3^-]$) 2003–2006 թթ. միջինացված քանակությունների սեզոնային փոփոխությունները, մգ/լ

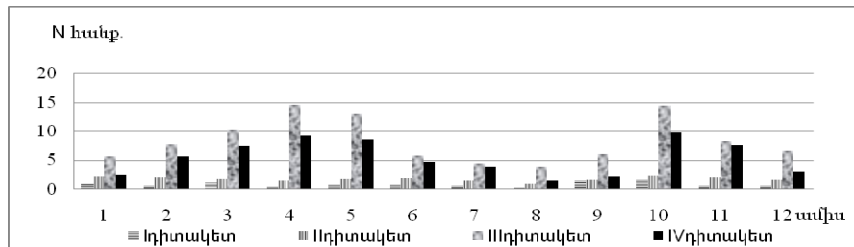
Հանքային ազոտը հանդիսանում է կենդանի օրգանիզմների կենսագործունեության հիմնական բաղադրիչը: Նրա քանակությունը և գոյակարգը ամբողջովին կախված է ջրային համակարգերում ընթացող կենսաբանական և կենսաքիմիական պրոցեսներից: Ազոտի միացությունների հանքային ձևերը յուրացվում են բույսերի կողմից ֆոտոսինթեզի պրոցեսներում, հանդիսանալով նրանց հյուսվածքների հիմնական բաղադրիչներից մեկը: Ջրային բույսերի ինտենսիվ բազմացման և զարգացման ընթացքում հանքային ազոտը կարող է լրիվ յուրացվել, որի հետևանքով բույսերի հետագա աճը շատ դանդաղում կամ լրիվ կանգ է առնում:

Հրազդան գետի ակունք և Արզնի դիտակետերում հանքային ազոտի պարունակությունը համապատասխանաբար տատանվել է 0.26–1.71 մգ/լ և 0.97–2.34 մգ/լ սահմաններում, առավելագույն արժեք գրանցվել է աշնանը՝ հոկտեմբերին: Աերացիա և Յովտաշեն դիտակետերում հանքային ազոտի քանակությունը տատանվել է համապատասխանաբար 3.82–14.6 մգ/լ և 1.54–9.85 մգ/լ սահմաններում (աղ. 6), քանակության կտրուկ մեծացում տեղի է ունեցել գարնանը և աշնանը:

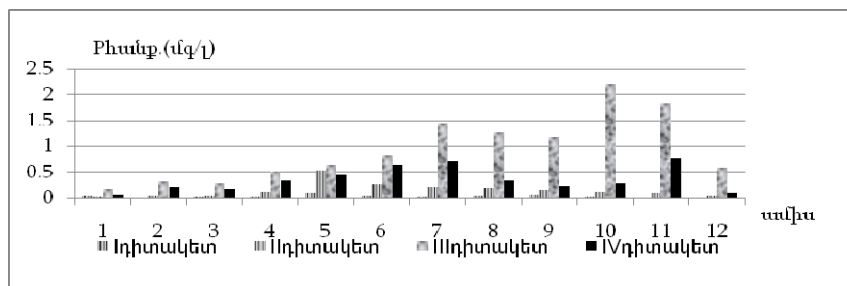
Ֆոսֆատները (PO_4^{3-}) մակերևութային ջրերում կարգավորում են արդյունավետության պրոցեսները: Բնական ջրերում ֆոսֆատների քանակության նվազումը բացատրվում է ֆիտոպլանկտոնի, ֆիտոբենթոսի և բարձրակարգ ջրային բույսերի կողմից ֆոտոսինթեզի պրոցեսում ֆոսֆատների ինտենսիվ կլանմամբ: Ջրային էկոհամակարգերում ֆոտոսինթեզից և օրգանական նյութերի կենսաքիմիական օքսիդացման ինտենսիվությունից կախված նկատվում է ֆոսֆատների քանակության սեզոնային փոփոխություն: Լեռնային գետերում ֆոսֆատների կոնցենտրացիան բնականում կազմում է 0.1–0.5 մգ/լ [4]:

Հրազդան գետի ուսումնասիրված դիտակետերում ֆոսֆատների պարունակությունը տատանվել է 0–2.2 մգ/լ սահմաններում (նկ. 7): Հրազդան գետի ակունքում և Արզնի դիտակետերում ֆոսֆատների պարունակությունը մեծացել է գարնան վերջին, իսկ տարվա մյուս ամիսներին այն կտրուկ փոփոխությունների չի ենթարկվել: Նշված

դիտակետերում ֆոսֆատների քանակությունը տատանվել է 0–0.11 մգ/լ և 0.03–0.54 մգ/լ սահմաններում (նկ. 7): Աերացիա դիտակետում ֆոսֆատների քանակության նվազագույն արժեքը կազմել է 0.18 մգ/լ, իսկ առավելագույնը՝ 2.2 մգ/լ, իսկ Հովտաշեն դիտակետում՝ 0.07 մգ/լ և 0.77 մգ/լ համապատասխանաբար: Ֆոսֆատների նվազագույն պարունակություն գրանցվել է գարնանը և ամռանը, իսկ առավելագույնը՝ աշնանը և ձմռանը: Երրորդ և չորրորդ դիտակետերում հանքային ֆոսֆորի քանակությունը աստիճանաբար մեծացել է և առավելագույն արժեք գրանցվել է աշնանը:



Նկ 6. Հանքային ազոտի (N հանք.) 2003–2006 թթ. միջինացված քանակությունների սեզոնային փոփոխությունները, մգ/լ



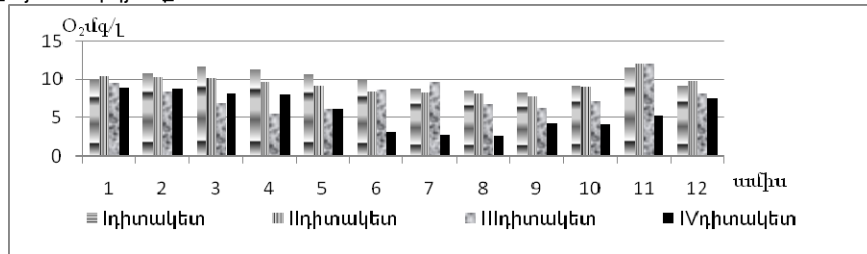
Նկ 7. Ֆոսֆատների (PO_4^{3-}) 2003–2006 թթ. միջինացված քանակությունների սեզոնային փոփոխությունները, մգ/լ

Հրազդան գետի ուսումնասիրված չորս դիտակետերում ջրում լուծված թթվածնի քանակությունների միջինացված մեծությունը կազմել է 8.3 մգ/լ, իսկ նրա փոփոխության տիրույթը տատանվել է 2.7–12.1 մգ/լ սահմաններում (նկ. 8): Հրազդան գետի ակունք և Արզնի դիտակետերում լուծված թթվածնի պարունակությունը տարվա առաջին ամիսներին բարձրացել է 9.9 մգ/լ (հունվար) մինչև 11.7 մգ/լ (մարտ), իսկ ջրի ջերմաստիճանի բարձրացմանը զուգընթաց նվազել է ապրիլ – հոկտեմբեր ժամանակահատվածում (նկ. 1, 8): Աերացիա դիտակետում ջրում լուծված թթվածնի քանակությունը նվազել է մինչև ապրիլ ամիսը, որից հետո այն աստիճանաբար բարձրացել է և առավելագույն արժեքի է հասել հուլիսին: Հոկտեմբերից նշված դիտակետում լուծված թթվածնի քանակությունը սկսում է նորից բարձրանալ: Հովտաշեն դիտակետում նկատվում է ջրում լուծված թթվածնի քանակության փոփոխությունների նմանատիպ դինամիկա, ինչպես ակունք և Արզնի դիտակետերում, միայն այն տարբերությամբ, որ Հովտաշեն դիտակետում ջրում լուծված թթվածնի քանակությունը նվազել է մինչև 2.7 մգ/լ (օգոստոս) առավելագույն ջերմաստիճանի պայմաններում, որը հավանաբար պայմանավորված է նաև տվյալ տարածքում գետի ինքնամաքման ունակության մեծացումով, օրգանական նյութերի և օրգանական մնացուկների ինտենսիվ քայքայումով և հետագա օքսիդացումով: Մակերևութային ջրերում թթվածնի կենսաքիմիական պահանջի մեծությունը սովորաբար տատանվում է մոլեկուլային թթվածնի 0.5–4 մգ/լ սահմաններում և ենթակա է սեզոնային և օրական տատանումների: Ջրամբարներում թթվածնի կենսաքիմիական պահանջի սեզոնային տատանումները հիմնականում կախված են ջերմաստիճանի փոփոխություններից և լուծված թթվածնի ելակետային քանակությունից, իսկ օրական տատանումները լուծված թթվածնի կոնցենտրացիայից, որն օրվա ընթացքում կարող է փոփոխվել 2.5 մգ/լ մեծության սահմաններում:

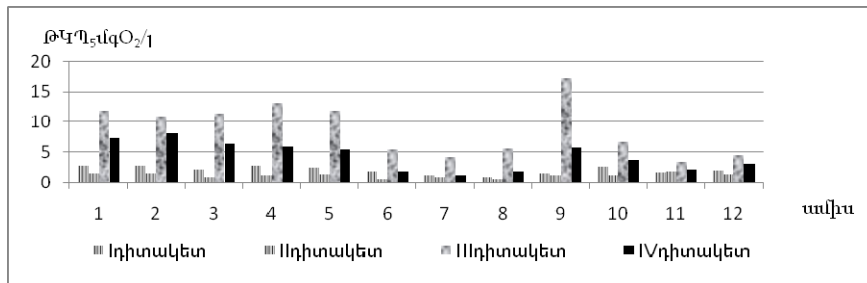
Հրազդան գետի 2003-2006թ.թ. ընթացքում ուսումնասիրված դիտակետերում թթվածնի կենսաքիմիական պահանջի (ԹԿՊ_5) մեծության միջինացված արժեքը կազմել է 4.2 մգ O_2 /լ, իսկ նրանց փոփոխության տիրույթը՝ 0.6 մգ O_2 /լ–17.3 մգ O_2 /լ (նկ. 9):

Հրազդան գետի առաջին և երկրորդ դիտակետերում թթվածնի կենսաքիմիական պահանջի մեծությունները աճել են գարնանը և աշնանը, երրորդ դիտակետում գրանցվել է ավելի բարձր արժեքներ (17.3 մգ O_2 /լ) (նկ. 9):

ԹԿՊ_5 -ի քանակությունը գերազանցել է բնական ջրերի թույլատրելի սահմանային արժեքները 2–4 անգամ, ինչը հավանաբար, Հրազդան գետի նշված հատվածի ջրերի ինտենսիվ աղտոտման, ինչպես նաև, աշնանը՝ ջրային բարձրակարգ բույսերի քայքայման արդյունք է:



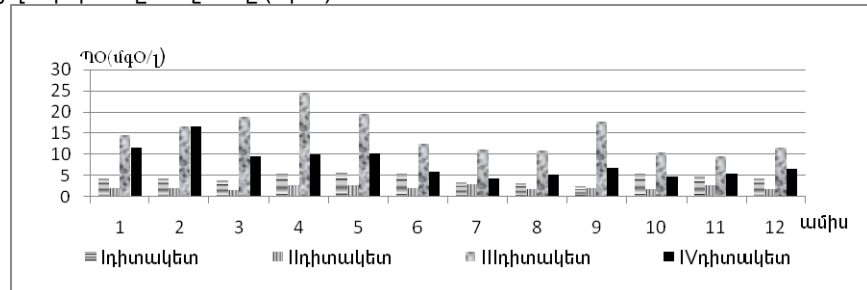
Նկ 8. Ձրում լուծված թթվածնի 2003-2006 թթ.միջինացված քանակությունների սեզոնային փոփոխությունները, մգ/լ



Նկ 9. Թթվածնի կենսաքիմիական պահանջի (ԹԿՊ_5) 2003-2006 թթ.միջինացված քանակությունների սեզոնային փոփոխությունները, մգ O_2 /լ

Պերմանգանային օքսիդացման մեծությունը արտահայտում է մակերևութային ջրերում հեշտ օքսիդացվող օրգանական նյութերի քանակը, որը չաղտոտված բնական ջրերում պետք է չգերազանցի 5 մգ O_2 /լ մեծությունը: Սովորաբար լեռնային մաքուր գետերում նրա մեծությունը կազմում է 2–3 մգ O_2 /լ [4]:

Հրազդան գետի ուսումնասիրված դիտակետերում պերմանգանատային օքսիդացման արժեքների միջինացված մեծությունը կազմել է 7.4 մգ O_2 /լ, իսկ նրանց նվազագույն և առավելագույն արժեքները ընկած են 1.7 մգ O_2 /լ–24.6 մգ O_2 /լ տիրույթում: Ուսումնասիրված դիտակետերում պերմանգանատային օքսիդացման մեծությունը բարձրացել է գարնանը և աշնանը (նկ. 10):



Նկ 10. Պերմանգանատային օքսիդացման (ՊՕ) 2002-2004 թթ.միջինացված քանակությունների սեզոնային փոփոխությունները, մգ O_2 /լ

Գետում հեշտ օքսիդացվող (ՊՕ) օրգանական նյութերի քանակը չի գերազանցում թույլատրելի սահմանային քանակությունները միայն առաջին (4.3 մգՕ/լ) և երկրորդ (2.2 մգՕ/լ) դիտակետերում: Երրորդ (14.8 գՕ/մ³) և չորրորդ (8.1 գ Օ/մ³) դիտակետերում ՊՕ-ի արժեքները գերազանցում են ՊՕ-ի թույլատրելի սահմանային մեծությունները 2-5 անգամ (սկ.10):

Այսպիսով, Հրազդան գետի ակունքից մինչև Աերացիա դիտակետի տարածքը $\text{N}[\text{NH}_4^+]$, $\text{N}[\text{NO}_2]$, $\text{N}[\text{NO}_3]$, PO_4^{3-} , ԹԿՊ_5 և ՊՕ-ի պարունակությունները գտնվել են գետերի ջրերի համար ընդունված թույլատրելի սահմանային արժեքների սահմաններում, իսկ Աերացիայից մինչև Հովտաշեն գյուղ նշված ցուցանիշների արժեքները գերազանցել են նրանց թույլատրելի սահմանային մեծությունները 2-5 անգամ:

Հրազդան գետում հեշտ յուրացվող և օքսիդացվող օրգանական նյութերի, ինչպես նաև ջրում լուծված թթվածնի քանակությունների փոփոխությունների օրինաչափությունները ցույց են տալիս, որ գետի ինքնամաքման պրոցեսների ինտենսիվությունը բավականին բարձր է: Բացառություն է կազմում Աերացիա դիտակետի տարածքը, որտեղ գետի ջրերը լրացուցիչ հարստանում են տեխնածին օրգանական նյութերով, որոնց 50% - 60%-ը մինչև Հովտաշենի տարածք հանքայնացվում են:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. *Չիլինգարյան Լ.Ա.*, Տարածաշրջանի ջրային ռեսուրսների կառավարման հիմնահարցը, Ատենախոսություն գիտ. զեկ. ձևով, Երևան, 128 էջ, 1997:
2. *Չիլինգարյան Լ.Ա., Սևադակյանյան Բ.Պ., Աղաբաբյան Կ.Ա., Թըքմաջյան Յ.Վ.*, Հայաստանի գետերի ու լճերի ջրագրությունը, Երևան, էջ 17- 49, 2002:
3. *Зенин А.А., Белоусова Х.В.* Гидрохимический словарь. Л., 1988.
4. *Никоноров А. М.*, Гидрохимия. СПб, Гидрометеиздат. 444 с, 2001.
5. Унифицированные методы анализа вод, Под общей редакцией Ю.Ю. Лурье. М., 1971.
6. Унифицированные методы исследования качества вод. Методы химического анализа вод, ч. 1, М., с. 126-620, 1987.
7. *Цыцарин Г.В., Шмидеберг Х.А.* Гидрохимический практикум. Общие методы анализа и обработки основных гидроэкологических данных. Изд-во МГУ, с. 69, 1973.

Ստացվել է 31.08.2011