



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 2 (73), 2021

ԱԽՊԱՐԱ ԶՐԱՄԲԱՐԻ ԱՐԴԻ ԷԿՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՎԻՃԱԿԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄ

Լ.Գ. ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ, Յ. Յ. ԿՈՐԵԼՅԱՆ, Լ.Ռ. ՀԱՄԲԱՐՅԱՆ, Ե. Խ. ՂՈՒԿԱՍՅԱՆ

ՀՀ ԳԱԱ կենդանաբանության և հիդրոէկոլոգիայի գիտական կենտրոնի
հիդրոէկոլոգիայի և ձկնաբանության ինստիտուտ
hripsimekobelyan@mail.ru

Ախպարա ջրամբարը կառուցվել է Հրազդան գետի վրա և Հայաստանի Հանրապետության կարևոր էներգետիկ ենթակառուցվածքներից է: Ստեղծվելով էներգետիկ նպատակների համար՝ ջրամբարի ջրի մակարդակն անընդհատ փոփոխվում է, ինչն ազդում է ջրամբարի ջրի որակի վրա՝ հանգեցնելով ներջրամբարային բազմաթիվ գործընթացների փոփոխության: Ջրամբարի էկոլոգիական վիճակի գնահատման համար կատարվել են ջրակենսաբանական և ջրաքիմիական ուսումնասիրություններ: Ըստ ջրակենսաբանական ցուցանիշների ջրամբարում օրգանական աղտոտվածության մակարդակն ուսումնասիրված սեզոններին եղել է β -մեզոսապրոբ:

Ախպարա ջրամբար – կոլի ինդեքս – ֆիտոպլանկտոնային համակենցություն – ջրաքիմիական ցուցանիշներ

Водохранилище Ахпара было сконструировано на реке Раздан и является важным для энергетической инфраструктуры Республики Армения. В созданном для энергетических целей водохранилище постоянно меняется количество воды, что влияет на ее качество и вызывает изменения во внутриводоемных процессах. Для оценки современного экологического состояния водохранилища были проведены гидробиологические и гидрохимические исследования. Проведен сравнительный гидробиологический анализ качества воды с помощью индикаторных видов сообществ. В исследуемые сезоны уровень органического загрязнения водоема, по гидробиологическим показателям, соответствовал β -мезосапробному.

Водохранилище Ахпара – коли индекс – фитопланктонное сообщество – гидрохимические показатели

Akhpara Reservoir was built on the Hrazdan River and is one of the most important energy infrastructures in Republic of Armenia. Constructed for energy purposes, the water level in the reservoir is permanently changing, which affects on the water quality of the reservoir, leading to many changes in the reservoir processes. Hydro biological and hydro chemical studies were carried out to assess the ecological condition of the reservoir. According to the hydro biological parameters, the level of organic pollution in the reservoir during the studied seasons was β mesosaprob.

Akhpara reservoir – coli index – phytoplankton community – hydro chemical parameters

Գետերի հոսքի կարգավորման, հալոցքաջրերն ու անձրևաջրերը ոռոգման նպատակով կուտակելու, էներգետիկ կարիքները հոգալու և միկրոկլիմայական պայմանները մեղմելու համար Հայաստանում կառուցվել է շուրջ 80 ջրամբար՝ 988 միլիոն մ³ ընդհանուր մակերեսով: Հրազդան գետի վրա (երկարությունը՝ 141 կմ) կառուցվել են երկու ջրամբարներ՝ Ախպարա և Երևանյան լիճ [2, 21]: Ախպարա ջրամբարը տեղակայված է Կոտայքի մարզում՝ Հրազդան քաղաքի տարածքում, սնվում է Հրազդան և Մարմարիկ գետերից: Այն Արգելի գլխամասային և Արգելի հեկ-ի կարգավորիչ ջրամբարն է: Ջրամբարը շահագործման է հանձնվել 1953 թ. [25] և բարերար ազդեցություն է թողնում մարզի միկրոկլիմայի ձևավորման վրա:

Էներգետիկ նպատակներով ջրամբարի ջրի օգտագործման արդյունքում վերջինիս մակարդակն անընդհատ տատանվում է, ինչը բացասաբար է անդրադառնում ջրամբարի ջրի որակի վրա և ակտիվացնում է ներջրամբարային բազմաթիվ գործընթացներ:

Աշխատանքի նպատակն է Ախպարա ջրամբարի արդի Էկոլոգիական վիճակի գնահատումը ջրակենսաբանական և ջրաքիմիական ցուցանիշների հիման վրա:

Նյութ և մեթոդ: 2020 թ. ամառ, աշուն ժամանակահատվածում կատարվել են Ախպարա ջրամբարի (մակերեսը՝ 1,7 կմ², ջրատարողությունը՝ 5,6 միլիոն մ³), [2] համալիր մանրէաբանական, ջրակենսաբանական (ալգոլոգիական) և ջրաքիմիական հետազոտություններ: Նմուշները վերցվել են ջրամբարի՝ ըստ աշխարհագրական դիրքի՝ 40°51'30" լայնության և 44°74'35" երկարության դիտակետի մակերևութային շերտից յուրաքանչյուր սեզոնին մեկական անգամ:

Մանրէաբանական հետազոտությունների համար նմուշառումը կատարվել է մանրէագերծ տարաներով, մանրէաբանության մեջ ընդունված մեթոդների համաձայն [13]: Մեզոֆիլ սապրոֆիտ մանրէների (37°C) թվաքանակը որոշվել է չոր սննդարար ագարից պատրաստված ստանդարտ սննդամիջավայրում, աճի մեկ օրվա հաշվարկով, իսկ կոլի-ինդեքսը՝ մեմբրանային ֆիլտրման մեթոդով [7, 8]:

Ալգոլոգիական հետազոտությունների համար փորձանմուշների նախնական մշակումը կատարվել է ժամանակակից ջրակենսաբանական մեթոդներով [3]: Ջրիմուռների տեսակային կազմի որոշումը կատարվել է մի շարք որոշիչների օգնությամբ [5, 11, 17, 22]: Ջրիմուռների օրգանական աղտոտվածության ինդիկատոր տեսակների բնութագիրը տրվել է ըստ Ս.Ս. Բարինովայի [4]: Սապրոբայնության գործակիցը որոշվել է ըստ Պանտլե Բուկի բանաձևի [20]: Սապրոբայնության տիրույթներն ըստ ջրիմուռների սապրոբայնության գործակցի արժեքների տրված են աղ. 1-ում:

Ջրաքիմիական նմուշառումը կատարվել է ջրակենսաբանական նմուշառմանը զուգահեռ: Ջրի թթվահիմնային պոտենցիալը՝ pH-ը, որոշվել է Milwaukee Waterproof pH meter սարքի միջոցով դաշտային պայմաններում: Կենսածին տարրերի պարունակությունը ջրում որոշվել է ըստ միջազգային ընդունված ստանդարտների՝ սպեկտրոֆոտոմետրիկ եղանակներով [9]:

Աղյուսակ 1. Սապրոբայնության տիրույթն ըստ սապրոբայնության գործակցի արժեքի

Սապրոբայնության տիրույթ	Սապրոբայնության գործակից, S
Զսենոսապրոբ	0-0,5
Օլիգոսապրոբ	0,5-1,5
Մեզոսապրոբ	1,5-3,5
Պոլիսապրոբ	3,5-4,5

Ջրամբարի ջրի որակի Էկոլոգասանիտարական գնահատումը կատարվել է ըստ Վ.Դ. Ռոմանենկոյի [12] և ՀՀ կառավարության N 75-Ն որոշման [24]:

Աղյուսակ 2. Զրաքիմիական ցուցանիշների պարունակության որոշման մեթոդները, զգայնությունը և միջազգային ստանդարտները [23]

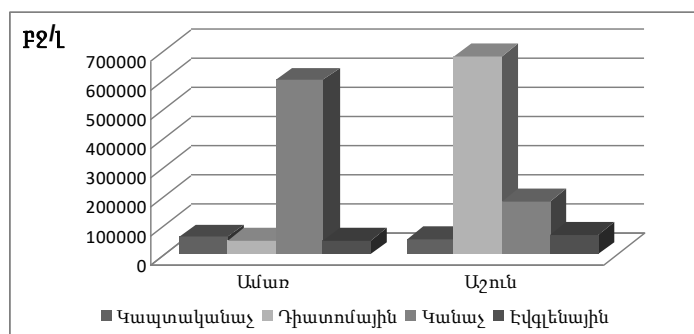
N	Պարամետրեր		Վերլուծության մեթոդիկա	Մեթոդի զգայնություն, գ/մ ³	Միջազգային ստանդարտ, ISO
1	2	3	4	5	6
1	NH ₄ ⁺	Ամոնիակ	Ֆոտոկլորոֆտորիկ, Նեպերի ռեակտիվ	0.05	5664 6778
2	NO ₂ ⁻	Նիտրիտ	Ֆոտոկլորոֆտորիկ, Գրիսի ռեակտիվ	0.01	6777
3	NO ₃ ⁻	Նիտրատ	Ֆոտոկլորոֆտորիկ, Կադմիումի ամալգամ	0.1-0.5	7890-3
4	PO ₄ ³⁻	Ֆոսֆատ	Ֆոտոկլորոֆտորիկ, Ամոնիումային մոլիբդենաթթու	0.01	6878

Աղյուսակներ և բնակարան: 2020թ. ուսումնասիրության ընթացքում Ախպարա ջրամբարում գրանցվել են ջրիմուռների 4 խմբերին՝ կապտականաչ (Cyanophyta), դիատոմային (Bacillariophyta), կանաչ (Chlorophyta), էվգլենային (Euglenophyta), պատկանող 31 տեսակներ: Տեսակային առավել մեծ բազմազանություն է գրանցվել դիատոմային և կանաչ ջրիմուռների խմբերում (աղ. 3):

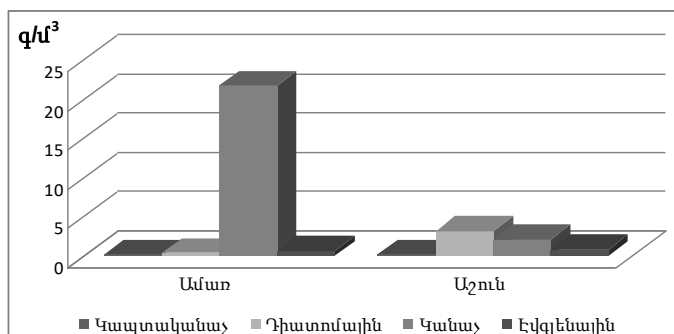
Աղյուսակ 3. Զրամբարում ֆիտոպլանկտոնի տեսակային կազմը և սապրոբայնության գործակիցները [4]

		Ամառ	Աշուն	S
	Cyanophyta			
1.	<i>Aphanotece clathrata</i> West & G.S.West	+	+	β
2.	<i>Microcystis aeruginosa</i> Kützting	+	+	o-α
3.	<i>M. wesenbergii</i> Komárek in Joosen	+	+	o-α
	Bacillariophyta			
4.	<i>Amphora ovalis</i> (Kützting) Kützting	+	-	α- β
5.	<i>Cyclotella comta</i> Kützting	-	+	β-o
6.	<i>Cymbella ventricosa</i> C.Agardh	+	-	o-β
7.	<i>Cymatopleura eliptica</i> (Brébisson) W.Smith	-	+	β-o
8.	<i>Diatoma vulgare</i> Bory	-	+	-
9.	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	-	+	α- β
10.	<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	-	+	β- α
11.	<i>G.constrictum</i> Ehrenberg in Kützting	+	-	o
12.	<i>Melosira granulata</i> (Ehrenberg) Ralfs	-	+	α- β
13.	<i>Navicula. cryptocephala</i> var. Veneta (Kutz.)	-	+	x-o
14.	<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrb.	+	+	o-x
15.	<i>Stephanodiscus astraea</i> (Kützting) Grunow	+	-	β
16.	<i>S. hantzschii</i> Grunow in Cleve & Grunow	-	+	α- β
	Chlorophyta			
17.	<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs.	+	-	β
18.	<i>Ankistrodesmus angustus</i> C.Bernard	+	-	-
19.	<i>Characium sieboldii</i> A.Braun in Kützting	-	+	-
20.	<i>Chlorella vulgaris</i> Beyerinck	+	-	α
21.	<i>Cosmarium depressum</i> (Nägeli) P.Lundell	+	-	-
22.	<i>C. formosulum</i> Hoff	-	+	o- α
23.	<i>C. reticulatum</i> Lilitskaya	-	+	-
24.	<i>Gloeocystis ampla</i> (Kützting) Rabenhorst	-	+	β- o
25.	<i>Nephrocystium agardhianum</i> Nägeli	+	-	o
26.	<i>Oocystis solitaria</i> Witt.	+	-	β- α
27.	<i>Pandorua morum</i> Bory	+	-	β
28.	<i>Scenedesmus falcatus</i> Chod	-	+	-
29.	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i> Chod	+	-	β- o
	Euglenophyta			
30.	<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) F.Stein	+	-	β
31.	<i>T. volvocina</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	+	+	β

Ամռանը քանակապես գերակայել են կանաչ ջրիմուռները: Քանակական մեծ զարգացում է գրանցվել խոշոր զաղութային ջրիմուռ *Pandorina Morum Bory* տեսակի համար, որի թվաքանակը կազմել է ֆիտոպլանկտոնային համակեցության ընդհանուր թվաքանակի 48 %-ը, կենսազանգվածը՝ 91 %-ը: Թեև այս տեսակը ջրամբարում գրանցվել է նաև նախկին ուսումնասիրությունների ընթացքում, սակայն չի հանդիսացել գերակա տեսակ [21, 14]: *Pandorina Morum*-ը գրականությունից հայտնի է որպես թունավոր տեսակ, որի արտադրած նյութափոխանակության արգասիքներն ազդում են որոշ բակտերիաների և բարձրակարգ բույսերի վրա [19]:



Նկ. 1. 2020թ. Ախպարա ջրամբարում գրանցված ջրիմուռների թվաքանակի ցուցանիշները

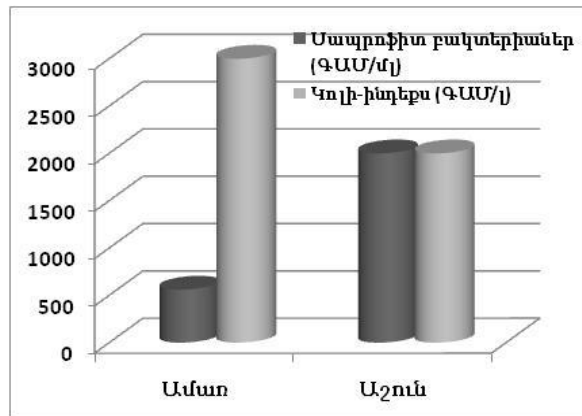


Նկ. 2. 2020թ. Ախպարա ջրամբարում գրանցված ջրիմուռների կենսազանգվածի ցուցանիշները

Աշնանը ջրամբարում գրանցվել է սուկցեսիա՝ դոմինանտ խմբերի մակարդակով, գերակայել են դիատոմային ջրիմուռները, ինչը պայմանավորված էր *Cyclotella comta* Kutz տեսակի քանակական զարգացմամբ, վերջինս կազմել է ընդհանուր ֆիտոպլանկտոնային համակեցության 61 %-ը՝ ըստ թվաքանակի, և 43 %-ը՝ ըստ կենսազանգվածի: Կանաչները որակապես և քանակապես եղել են ենթադոմինանտ ջրամբարի ֆիտոպլանկտոնային համակեցությունում (աղ. 3, նկ.1, 2): Գետում արձանագրված տեսակներից օրգանական աղտոտվածության կենսաբացահայտիչ են 25 տեսակներ (համակեցության 81%-ը), (աղ. 3), [17]: Գերակայել են β մեզոսապրոբ տեսակները, որոնք կազմել են ընդհանուր համակեցության 42%-ը (աղ.3):

Սապրոբայնության գործակցի արժեքները ջրամբարում տատանվել են 1.6-1.8 տիրույթում, ինչը համապատասխանում է օրգանական աղտոտվածության β-մեզոսապրոբ մակարդակին:

2020թ. Ախպարա ջրամբարում իրականացված ուսումնասիրությունների ընթացքում սապրոֆիտ բակտերիաների թվաքանակը տատանվել է 560-2000 ԳԱՄ/մլ-ի սահմաններում: Ամռանը, չնայած ջրի բարձր ջերմաստիճանին (աղ. 4), գրանցվել է համեմատաբար ցածր թվաքանակ (560 ԳԱՄ/մլ): Ըստ Մ.Լ. Գրիգորիի կատարած հետազոտությունների՝ աերոբ բակտերիաները զգայուն են *Pandorina morum* տեսակի արտադրած թույների հանդեպ, ինչն արգելակում է նրանց աճը [19]: Հետևաբար՝ ամռանը ջրամբարում բակտերիաների փոքր արժեքները կարող են պայմանավորված լինել *Pandorina morum* տեսակի քանակական զարգացմամբ: Աշնանը սապրոֆիտ բակտերիաների թվաքանակն աճել է (2000 ԳԱՄ/մլ): Կոլի-ինդեքսի արժեքները փոփոխվել են 2-3 հազ. ԳԱՄ/լ-ի սահմաններում: Ամռանը ջրի ծավալի նվազման արդյունքում գրանցվել է կոլի-ինդեքսի համեմատաբար բարձր արժեք, որը, սակայն, չի գերազանցել սահմանային կոնցենտրացիան (500 ԳԱՄ/100մլ), [6]:



Նկ. 3. 2020թ. Ախպարա ջրամբարում գրանցված սապրոֆիտ բակտերիաների (ԳԱՄ/մլ) և կոլի-ինդեքսի (ԳԱՄ/լ) արժեքները

Աղյուսակ 4. 2020թ. Ախպարա ջրամբարում ջերմաստիճանի և թթվահիմնային պոտենցիալի արժեքները

Ցուցանիշ	Ամառ	Աշուն
T°C	24	17
pH	8.8	8.8

Ինչպես նախորդ տարիներին, ըստ մանրէաբանական ցուցանիշների, ջրամբարում օրգանական աղտոտվածության մակարդակը հետազոտված ժամանակահատվածում եղել է β մեզոսապրոբ [1, 7, 15]:

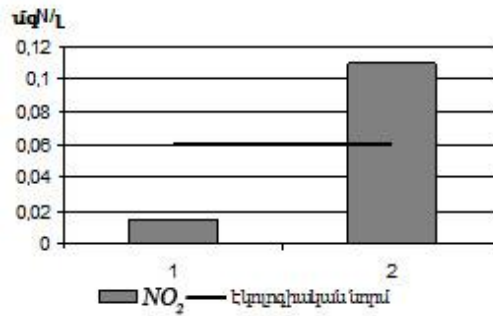
Զրաքիմիական ուսումնասիրությունների արդյունքում գրանցվել է ջրամբարների համար բնորոշ թթվահիմնային միջավայր՝ 8.8 (աղ. 4), [16]:

Հայտնի է, որ գյուղատնտեսական և կոմունալ-կենցաղային հոսքաջրերի միջոցով ջրավազաններ են ներթափանցում մեծ քանակությամբ ազոտ և ֆոսֆոր պարունակող

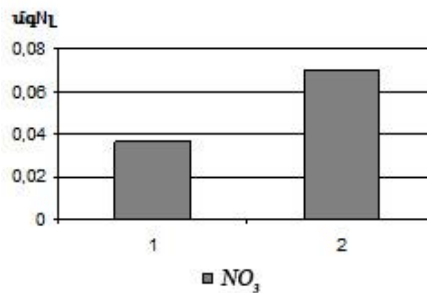
միացություններ, որոնք խթանում են ջրիմուռների աճը՝ վատացնելով ջրի որակը [10]:

Կատարված հետազոտությունների ընթացքում Ախպարա ջրամբարում գրանցվել են ֆոսֆատների բարձր արժեքներ, որոնք ամռանը գերազանցել են մակերևութային ջրերի համար ընդունված էկոլոգիական նորմը մոտ երեք անգամ (Նկ. 7):

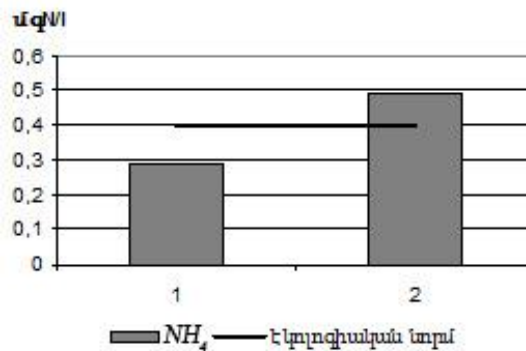
Հայտնի է, որ ազոտի հանքային ձևերը նպաստում են ֆիտոպլանկտոնի զարգացմանը: Ընդ որում կանաչ և կապտականաչ ջրիմուռները նախընտրում են ամոնիումը, իսկ դիատոմայիները՝ նիտրատները [18]:



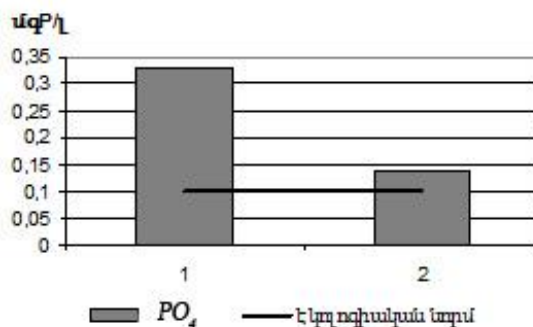
Նկ. 4. 2020թ. Ախպարա ջրամբարում նիտրիտ իոնի կոնցենտրացիան: 1. Ամառ, 2. աշուն



Նկ. 5. 2020թ. Ախպարա ջրամբարում նիտրատ իոնի կոնցենտրացիան: 1. Ամառ, 2. աշուն



Նկ. 6. 2020թ. Ախպարա ջրամբարում ամոնիում իոնի կոնցենտրացիան: 1. Ամառ, 2. աշուն



Նկար 7. 2020թ. Ախպարա ջրամբարում ֆոսֆատ իոնի կոնցենտրացիան:
1. Ամառ, 2. աշուն

Ինչպես երևում է նկար 6-ից, ամռանը, երբ ջրամբարում բնականապես գերակայել են կանաչ ջրիմուռները, իսկ կապտականաչներն ըստ թվաքանակի եղել են ենթադրմանստ, գրանցվել է ամոնիումային ազոտի ցածր կոնցենտրացիա: Աշնանը ամոնիումային ազոտի պարունակությունը մեծացել է՝ գերազանցելով Էկոլոգիական Նորմերը (Նկ. 6): Նիտրիտների արժեքները աշնանը նույնպես ավելացել են (Նկ. 4):

Ուսումնասիրության ընթացքում գրանցվել են նիտրատների ցածր արժեքներ (Նկ. 5), (Էկոլոգիական Նորմի արժեքը՝ 2,5 մգ/լ), և նույնիսկ աշնանը, երբ ջրամբարում զգալիորեն ավելացել են ամոնիումային և նիտրիտային ազոտի արժեքները, նիտրատների բնակությունը շարունակել է մնալ ցածր, ինչն ամենայն հավանականությամբ պայմանավորված է դիատոմային ջրիմուռների բնականական զարգացմամբ:

Այսպիսով, 2020թ. կատարված ջրակենսաբանական հետազոտությունների արդյունքում ամռանը, երբ ջրամբարում գրանցվել է խոշոր գաղութային կանաչ ջրիմուռ *Pandorina Morum* տեսակի զարգացում, որի արտադրած թույների հանդեպ զգայուն են աերոբ բակտերիաները, արձանագրվել են սապրոֆիտ բակտերիաների ցածր բնականական ցուցանիշներ: Ջրամբարում գրանցվել են ազոտ պարունակող միացությունների ցածր, հանքային ֆոսֆորի բարձր կոնցենտրացիաներ:

Աշնանը գերակայել են դիատոմային ջրիմուռները, որին զուգահեռ ավելացել են սապրոֆիտ բակտերիաների ցուցանիշները: Կողի բակտերիաների արժեքների նշանակալի փոփոխություններ ջրամբարում չեն դիտվել: Ջրամբարում ջրիմուռների խմբում սուկցեսիոն փոփոխությունների հետ մեկտեղ ավելացել են նաև ամոնիումային և նիտրիտային ազոտի արժեքները, սակայն նվազել է նիտրատային ազոտը: Ֆոսֆատների կոնցենտրացիան աշնանը ևս գերազանցել է Էկոլոգիական Նորմի արժեքները:

Ըստ ջրակենսաբանական ցուցանիշների՝ ջրամբարում օրգանական աղտոտվածության մակարդակն ուսումնասիրված սեզոններին եղել է β մեզոսապրոբ:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Կոբեյան Յ.Յ. Երևանյան լճի և Ախպարա ջրամբարի Էկոլոգասանիտարական վիճակի գնահատումը, Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 70, 3, էջ 88-92, 2018:
2. Չիլիկարյան Լ.Ա., Մուսականյան Բ.Պ., Աղաբաբյան Կ.Ա., Թոթմաջյան Յ.Վ. Հայաստանի գետերի և լճերի ջրագրությունը, Եր., 49 էջ, 2002:

3. *Абакумов В.А.* Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений, Л., Гидрометиздат, с. 78-86, 1983.
4. *Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В.* Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель Авив: Pilies Studio, 498 с., 2006.
5. *Гамбарян Л., Шагазизян И.* Определитель родов водорослей пресноводных водоемов, Ереван, 60 с., 2014.
6. Гост Р 51592-2000. Общие требования к отбору проб. Введ. 2000-04-21. М., 35 с. 2008.
7. *Кобелян Р.О., Мкртчян Ж.Г., Габриелян Б.К.* Оценка эколого-санитарного состояния Ереванского озера и водохранилища Ахпара, Биолог. журн. Армении, 72, 1-2, стр. 126-131, 2020.
8. *Лабинская А.С.* Микробиология с техникой микробиологических исследований, стр. 303-314, 1978.
9. *Лурье Ю.* Унифицированные методы анализа воды, стр. 375, 1971.
10. *Никонов А.М.* Гидрохимия. Санкт-Петербург, Гидрометеоиздат, стр. 4442001.
11. *Процкина-Лавренко А.И., Макарова И.В.* Водоросли планктона Каспийского моря, Л., Наука, 205 с., 1986.
12. *Романенко В.Д., Окснюк О.П., Жуковский В.Н., Стольберг Ф.В., Лаврик В.И.* Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты, Киев, стр. 218-221, 1990.
13. *Рымовская М.В.* Основы промышленной асептики, Минск, стр. 13-18, 2018.
14. *Степанян Л.Г., Гамбарян Л.Р.* Оценка сходства основных показателей фитопланктонного сообщества разнотипных водных экосистем, Биолог. журн. Армении, 68, 4, стр. 6-12, 2016.
15. *Степанян Л.Г., Кобелян Р.О., Гамбарян Л.Р.* Изучение и оценка качества воды водохранилищ Ахпара и Ереванского озера по микробиологическим и фитопланктонным показателям. 20-я Международная Пушинская школа-конференция молодых ученых "Биология - наука XXI века" Пушкино, стр. 405-406, 2016.
16. *Хатчинсон Д.* Лимнология. М., "ПРОГРЕСС" 590 с. 1969.
17. *Царенко П.М.* Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР, Киев, Наукова Думка, стр. 199, 1990.
18. *Domingues R., Barbosa A. B., Sommer U., Galvão H.M.* Ammonium, nitrate and phytoplankton interactions in a freshwater tidal estuarine zone: Potential effects of cultural eutrophication Aquatic Sciences, 73, 3, 331-343, 2011.
19. *Gregory M.L. Patterson & Denny O. Harris.* The effect of *Pandorina morum* (Chlorophyta) toxin on the growth of selected algae, bacteria and higher plants, Br. Phycol. J. 18: 259-266. (1983, published online 2007).
20. *Pantle F., Buck H.* Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse, Gas- und Wasserfach., 96, 18, 604p. 1955.
21. *Stepanyan L.G., Hambaryan L.R.* Development dynamics of phytoplankton community of Akhpara reservoir, Proceedings of the YSU Chemical and Biological Sciences, 30-33, 2016.
22. *Streble H., Krauter D.* Das Leben im Wassertropfen, Stuttgart, Kosmos, 2001, 415p.
23. <https://www.iso.org>
24. <https://www.arlis.am/documentview.aspx?docID=65705>
25. <https://hy.wikipedia.org/wiki/>

Ստացվել է 10.03.2021