

შპს 628.2

წყალსაცავის ევტროფიკაციის დონის დადგენა

ლ. ლოღელიანი, ე. ხატიაშვილი, ზ. ასკურავა

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: სტატიაში მოცემულია წყალსაცავის ევტროფიკაციის პროცესები. შექმნილია მათემატიკური მოდელი. განხილულია ბიოგენური ელემენტების მოდინება წყალშემკრები აუზის ტერიტორიიდან მომდინარე ბუნებრივი პროცესების (ატმოსფერული ნალექები, ნატანის შეტანა, ქარით გამოწვეული ეროზია) და ტერიტორიაზე წარმოებული ანთროპოგენური ზემოქმედების შედეგად. შეისწავლება ბიოგენური ელემენტების ტრანსფორმაცია წყალსატევში. ბიოგენური ელემენტების კონცენტრაციის მიხედვით განისაზღვრება წყალსატევის ევტროფიკაციის ხარისხი და ხდება მისი პროგნოზირება.

საკვანძო სიტყვები: წყალსატევი; ევტროფიკაცია; ბიოგენური ელემენტები; დესტრუქცია; კონცენტრაცია.

1. შესავალი

წყალსაცავის ეკოსისტემის მათემატიკური მოდელის შექმნა რთული ამოცანაა. ასეთ მოდელში გამოიყენება ცვლადების დიდი რიცხვი, ეფუძნება ნატურული დაკვირვებებისა და ჰიდროქიმიური ლაბორატორიული კვლევების ძალზე დიდ რაოდენობას. წყალსაცავის ეკოსისტემის მოდელის საშუალებით შესაძლებელია შევაფასოთ მიმდინარე პროცესები, რაზეც დამოკიდებულია წყალსაცავის ეკოსისტემის მდგომარეობა.

წყალსაცავის ეკოსისტემის შესწავლა და მისი ევტროფიკაციის ხარისხის დადგენა, თავის მხრივ, მოიცავს სამ ძირითად საკითხს: 1. ბიოგენური ელემენტების მოდინების გაანგარიშებას მიმდებარე ტერიტორიიდან; 2. ბიოგენური ელემენტების კონცენტრაციის განსაზღვრას წყალსატევში და 3. ევტროფიკაციის პროგნოზირებას.

2. ძირითადი ნაწილი

1. წყალსატევში ბიოგენური ელემენტების მოდინების გაანგარიშება – წყალსატევში ნებისმიერი დამაბინძურებელი ინგრედიენტების, მათ შორის ბიოგენური ელემენტების, აზოტის და ფოსფორის შეტანა ხდება წყალშემკრები აუზის ტერიტორიიდან, მისი ბუნებრივი პირობების გათვალისწინებით და წყალშემკრებ აუზში წარმოებული ანთროპოგენური ზემოქმედების შედეგად.

წყალშემკრები აუზის ტერიტორიიდან აზოტისა და ფოსფორის შენაერთის წყალსაცავში ჩადენა განპირობებულია მათი გამოტანით ქანიდან, ნიადაგიდან, ტყიდან და ჭაობიდან, ნალექით და სხვა. ამ წყაროებიდან აზოტისა და ფოსფორის გამოტანა შეიძლება მოხდეს იმის გამოც, რომ მათი შეტანა აღნიშნულ წყაროებში შესაძლებელია ანთროპოგენური ზემოქმედების შედეგადაც.

ადამიანების საქმიანობის შედეგად მიღებული ბიოგენური ელემენტებია (მოგვეყვას მათი არასრული ჩამონათვალი): სოფლის მეურნეობა, მათ შორის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები, მეფრინველეობა და მეცხოველეობა, საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო ობიექტები და სხვა.

ამ მონაცემების მოსაპოვებლად შესწავლილ იქნა ზემოდასახელებული ობიექტები, შედგა სია, გაირკვა მათი მახასიათებლები და „თბილწყალგეოს“ თეორიული მეთოდით განისაზღვრა მათგან წყალსაცავში მოსული აზოტისა და ფოსფორის კონცენტრაციების მნიშვნელობები. პარალელურად ჟინვალის წყალსაცავში აზოტისა და ფოსფორის კონცენტრაციები განისაზღვრა „თბილწყალგეოს“ ბიოქიმიურ ლაბორატორიაში ჩატარებული ანალიზების გზითაც.

„თბილწყალგეოს“ საპროგნოზო და სადიაგნოსტიკო დამოკიდებულებები მოყვანილია რუსთაველის ფონდის სამეცნიერო გრანტის №09-468-7-109 პროექტში. ამიტომ, ამ დამოკიდებულებების მეშვეობით შესრულებულ გათვლებს აქ არ მოვიყვანთ.

ჩატარებული გაანგარიშებების შედეგად მივიღეთ, რომ ბიოგენური ელემენტების კონცენტრაცია, ჟინვალის წყალსაცავში განზაგების პროცესების გათვალისწინების, ე.ი. მათი წყალსაცავიდან გადინების, ფსკერზე დაღეკვის და ადსორბციის გათვალისწინების გარეშე, ტოლია: ფოსფორის – $C_p = 0,01$ მგ/ლ; აზოტის – $C_N = 1,75$ მგ/ლ.

2. ბიოგენური ინგრედიენტების (აზოტი, ფოსფორი) კონცენტრაციის ცვლილების განსაზღვრა წყალსატევში – განტოლებას, რომელიც ითვალისწინებს სხვადასხვა ქიმიური ელემენტის კონცენტრაციის ცვლილებას აქვს შემდეგი სახე (ეს განტოლება მიღებულია „თბილწყალგეოში“ ზემოაღნიშნული გრანტის ფარგლებში):

$$C_j = C_{0j} \exp \left[- \left(\frac{Q_{\text{ბად}}}{W} + k_j \right) t \right] + \frac{C_{\text{შფ.}j} \cdot Q_{\text{შფ.}}}{Q_{\text{ბად.}} + k_j W} \left\{ 1 - \exp \left[- \left(\frac{Q_{\text{ბად}}}{W} + k_j \right) t \right] \right\}, \quad (1)$$

სადაც C_{0j} არის j -ური ელემენტის საწყისი კონცენტრაცია წყალსაცავში, რომლის მოცულობაა W ; k_j – არაკონსერვატიულობის (დესტრუქციის) კოეფიციენტი; $C_{\text{შფ.}j}$ – j -ური ინგრედიენტის კონცენტრაცია ჩამდინარე წყალში $Q_{\text{შფ}}$ ხარჯით; C_j – ელემენტის კონცენტრაცია, რომელიც გაედინება წყალსაცავიდან $Q_{\text{ბად}}$ გადინების ხარჯით.

გამოვთვლით შემდეგი მონაცემებისათვის: ფოსფორის – $C_p = 0,01$ მგ/ლ; აზოტის – $C_N = 1,75$ მგ/ლ; მდ. არაგვის შენაკადის ხარჯია $Q_{\text{შფ}} = 23,2$ მ³/წმ; ფშავის არაგვის $Q_{\text{შფ}} = 20,6$ მ³/წმ. ჰესისათვის გაედინება $Q_{\text{ბად}} = 9,0$ მ³/წმ. (1) ფორმულის მიხედვით ფოსფორის კონცენტრაციისათვის ვღებულობთ $C_p = 0,009$ მგ/ლ, ხოლო აზოტის კონცენტრაციისათვის – $C_N = 1,52$ მგ/ლ.

3. წყალსატევის ევტროფიკაციის დონის პროგნოზირება – უინვალის წყალსაცავის ევტროფიკაციის დასადგენად, პირველ რიგში, საჭიროა განისაზღვროს წყალსაცავში მიმდინარე ფოტოსინთეზური რეაქციების შედეგად წარმოქმნილი პირველადი პროდუქტის რაოდენობა ანუ განისაზღვროს ქლოროფილის [ქლორ.ა] საშუალო წლიური კონცენტრაციები. იმ შემთხვევაში, როდესაც საკვლევ წყლებში აზოტისა და ფოსფორის თანაფარდობა $N:P > 12$ იქნება, გამოვიყენოთ დილონისა და რიგლერის დამოკიდებულება:

$$\log_{10}[\text{ქლორ.}a] = 1,45 \log_{10}([P] \cdot 1000) - 1,14. \quad (2)$$

ხოლო, იმ შემთხვევაში, როდესაც აზოტისა და ფოსფორის ფარდობაა $N:P < 4$ – შემდეგი სახის დამოკიდებულება:

$$\log_{10}[\text{ქლორ.}a] = 1,4 \log_{10}([N] \cdot 1000) - 1,9. \quad (3)$$

ამ დამოკიდებულებებში აზოტისა და ფოსფორის კონცენტრაციები გამოხატულია მგ/ლ-ში, ხოლო ქლოროფილის კონცენტრაცია მკგ/ლ-ში. იმ შემთხვევაში,

როდესაც N:P შეფარდება მოთავსებულია [4, 12] შუალედში, რეკომენდებულია გამოყენებულ იქნეს „OЭPK“-ის (ჩრდილოეთ ამერიკის ეკონომიკური განვითარების და კოოპერაციის ორგანიზაცია) მიერ რეკომენდებული დამოკიდებულება, რომელიც მიღებულია ამერიკისა და ევროპის მრავალი ევტროფირებული ტბის კვლევის პროცესში

$$Cl_{a''} = 0,28P^{0,96}. \quad (4)$$

(4) ფორმულის მიხედვით $Cl_{a''}$ -ს კონცენტრაცია ჟინვალის წყალსაცავში შეადგენს 2,31 მგ/მ³-ში. ამავე ორგანიზაციის მონაცემებით განისაზღვრა წყლის ხილვადობის სიღრმე, რომელიც წყალსაცავის ევტროფიკაციის მაჩვენებელია:

$$(სდხს) = \frac{8,7}{1+0,47Cl_{a''}} = 4,16მ.$$

3. დასკვნა

ამრიგად, ქლოროფილის მიღებული კონცენტრაცია ჯერ კიდევ არ არის საშიშ საზღვრებში და შეიძლება ითქვას, რომ ჟინვალის წყალსაცავი ჯერჯერობით განეკუთვნება საშუალო დაბინძურების, ე.წ. მეზოტროფულ წყალსაცავებს. ევტროფიკაციის ერთ-ერთი უმთავრესი მაჩვენებელია „სეკის“ დისკის ხილვადობის სიღრმე (სდხს), რომლის მიხედვით ოლიგოტროფულ წყალსაცავებში (ძალზე სუფთა წყალსაცავებში) გამჭვირვალობა >6,0 მ-ზე, მეზოტროფულში (საშუალო დაბინძურება) მერყეობს 3-დან 6 მ-მდე, ხოლო ევტროფიულებში (ძალზე დაბინძურებული) – <3,0მ-ზე.

მიღებული შედეგები ემთხვევა „თბოლწყალგეოს“ მიერ ექსპედიციების განმაჯობაში მიღებულ შედეგებს, სადაც ჟინვალის წყალსაცავში „სეკის“ დისკის ხილვადობა $3,6 \div 3,97$ მ-ის ფარგლებში იცვლებოდა.

ლიტერატურა

1. Йоргенсен С.Е. Управление озерными системами. Агропромиздат. 1985.
2. Хендерсон-Селлер Б., Маркленд Х.Р. Умирающие озера. Л.: Гидрометеиздат, 1990.
3. Войнич-Сяноженцкий Т.Г. Гидродинамика устьевых участков рек и взморий бесприливных морей. Л.: Гидрометеиздат, 1972.