

CZU: 574.5:543.3(478)

## INDICELE DE POLUARE A APELOR SUBTERANE CU NITRAȚI: IZVOARELE ȘI CIȘMELELE DIN BAZINUL FL. NISTRU

*Maria SANDU, Anatol TĂRÎȚĂ, Raisa LOZAN,  
Viorica GLADCHI\*, Gheorghe DUCA\*, Elena MOȘANU, Sergiu ȚURCAN*

*Institutul de Ecologie și Geografie*

*\*Universitatea de Stat din Moldova*

Prin evaluarea calității apei izvoarelor și cișmelelor (bazinul fl. Nistru) s-a evidențiat că în majoritatea raioanelor sunt surse cu apă nepoluată (8-58%), poluată slab (10-56%) și poluată moderat (4-42%) cu nitrați. Izvoare cu apă semnificativ poluată au fost depistate în raionul Căușeni (33%), iar cu poluare foarte semnificativă – în raioanele Ialoveni (26%), Anenii Noi (20%), Criuleni (15%), Rezina (14%) și Șoldănești (12%), fiind demonstrat impactul gunoștilor asupra acumulării nitraților în apele subterane.

*Cuvinte-cheie: ape subterane, nitrați, indice de poluare, corelare cu surse de poluare.*

### INDEX OF UNDERGROUND WATER POLLUTION WITH NITRATES: SPRINGS AND PUMPS IN THE NISTRU BASIN

Assessing the springs and pumps water quality (in the Nistru basin) it was found that in most of the districts there are sources of unpolluted water (8-58%), poorly polluted (10-56%) and moderately polluted (4-42%) waters with nitrates. Springs with significantly polluted water were found in Causeni district (33%) and with very significant pollution were identified in Ialoveni districts (26%), Anenii Noi (20%), Criuleni (15%), Rezina (14%) and Soldanesti (12%) districts, demonstrating the impact of the landfills on the accumulation of nitrates in the groundwater.

*Keywords: groundwater, nitrates, pollution index, correlation with sources of pollution.*

### Introducere

Una dintre problemele ecologice regionale, dar și globale, este poluarea apelor subterane cu nitrați, care pot pătrunde în organism, fiind dăunători atât pentru animale, cât și pentru oameni [1,2].

Evaluarea conținutului nitraților denotă că toate țările sunt afectate de poluarea cu nitrați a apelor subterane. Deja la începutul anilor 1970 în SUA a fost numit un Comitet pentru Acumularea nitraților, care a avut ca studiu evidența acumulării nitraților în mediul înconjurător [3]. În 1985, Organizația Mondială a Sănătății a exprimat îngrijorarea cu privire la tendințele în creștere la nivel mondial a conținutului de nitrați în apele subterane [4].

Reieșind din problema creșterii conținutului de nitrați și în apele Europei, a fost adoptată Directiva 91/676/CEE privind protecția apelor împotriva poluării cu nitrați proveniți din surse agricole cu obiectivul (art.1) în scopul de a reduce poluarea apelor provocată sau indusă de nitrații proveniți din surse agricole și de a preveni orice nouă poluare de acest tip. Apele subterane se definesc poluate (anexa 1, A, (2) din Directiva 91/676/CEE) dacă au sau riscă să aibă un conținut de nitrați mai mare de 50 mg/L [5]. Reducerea conținutului de nitrați face parte integrantă și din Directiva 2000/60/CE [6] de stabilire a unui cadru de politică comunitară în domeniul apei cu obiectivul-cadru de protecție și gestionare a apelor subterane, de prevenire și reducere a poluării. În Directiva 2006/118/CE [7] privind protecția apelor subterane împotriva poluării și a deteriorării se confirmă că valoarea-limită pentru concentrația de nitrați în apa destinată consumului uman este de 50 mg/L.

În afară de sursele naturale de nitrați, majoritatea nitraților din apele subterane provin dintr-o gamă largă de surse antropice: terenurile insalubre, aplicarea în sol a îngrășămintelor azotate, irigarea și alte activități. Problemele ce țin de poluarea apelor subterane condiționate de salubritate au fost cunoscute cu mulți ani în urmă și atenționate prin diferite studii științifice [8-11].

Apele din pânza freatică din Republica Moldova, ce se conțin în fântâni și izvoare, rămân o sursă importantă de alimentare cu apă pentru cca 85-90% din populația rurală. Calitatea apei potabile se reglementează prin normele în vigoare din Republica Moldova, stabilite prin Hotărârea Guvernului nr. 934 din 15.08.2007 [12], maxim admisibilă fiind de 50 mg/L  $\text{NO}_3^-$ .

Studiul calității apei consumate în republică denotă că din sursele descentralizate (fântâni, izvoare) ponderea probelor de apă, care nu corespund cerințelor igienice conform indicilor sanitaro-chimici, constituie 73,7%, iar mai mult de 60% din acestea nu corespund cerințelor după conținutul normativ de nitrați [13].

Menținerea calității bune atât a apelor subterane, cât și de suprafață este importantă și prin faptul că procesul de îndepărtare în cazul dat a nitraților din apă actualmente este un proces complicat și costisitor. S-au experimentat tehnici chimice și biochimice [14], dar e mult mai rentabil de a preveni poluarea.

**Scopul** prezentului studiu este de a calcula indicele de poluare cu nitrați a apei (IPAN) izvoarelor și cișmelelor din bazinul fl. Nistru și de a evidenția corelarea dintre conținutul nitraților și valoarea IPAN, inclusiv dintre IPAN și numărul surselor de poluare (gunoiștilor) din raioane.

### Material și metode

Gradul de poluare a apei subterane cu nitrați a fost evaluat folosind studiul inovativ al indicelui de calitate a apei cu un singur parametru, denumit *indice de poluare a apei cu nitrați*, propus de Mutewekil M. Obeidat și al. (2012) [15]. Indicele de poluare a apei cu nitrați elaborat are scopul principal de a evidenția apele subterane poluate cu nitrați din cauza activităților umane. Apa subterană cu concentrație de nitrați, care depășește pragul de 20 mg/L NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, este considerată contaminată din cauza activităților umane (denumită CAU) [16].

### Calcularea indicelui de poluare a apei cu nitrați

Pentru o anumită sursă de apă (sondă, fântână, izvor) de către autori [15] a fost propus indicele de poluare a apei cu nitrați, utilizând în calcul următoarea formulă:

$$IPAN = (C - CAU) / CAU,$$

unde:

C – concentrația nitratului din probă;

CAU – valoarea contaminării prin activitățile umane, considerată egală cu 20 mg/L NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

Calitatea apei după valoarea indicelui de poluare a apei cu nitrați, propusă în [15], a fost clasificată în cinci grade de poluare (Tab.1).

**Tabelul 1**

**Gradul de poluare a apei după valoarea indicelui de poluare cu nitrați**

Gradul de poluare	Calitatea apei	Abrevierea	Valoarea IPAN
I	nepoluată	NeP	<0
II	slab poluată	SP	0-1
III	poluare moderată	PM	1-2
IV	poluare semnificativă	PSemnif.	2-3
V	poluare foarte semnificativă	PFSemnif.	> 3

Agencia de Protecție a Mediului din Statele Unite ale Americii consideră ca valoare de referință intermediară pentru protecția apelor subterane concentrația nitraților de 25 mg/L NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (echivalent a 5,6 mg/L NO<sub>3</sub>-N) [17]. Astfel, în calculul IPAN al apei izvoarelor și cișmelelor din bazinul fl. Nistru au fost folosite pentru comparație ambele valori ale CAU: 20 mg/L și 25 mg/L NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

Pentru a calcula indicele de poluare cu nitrați a apei izvoarelor și cișmelelor din bazinul fl. Nistru și a evidenția corelarea dintre conținutul de nitrați și valoarea IPAN, în calcul a fost folosită informația privind componența fizico-chimică a apei din studiul realizat în cadrul Programului de Stat „Cercetări științifice și de management al calității apelor”, proiectul 09.832.08.06A „Rolul afluenților asupra formării calității apelor fluviului Nistru și studiul calității apei izvoarelor/cișmelelor din bazinul Nistrului ca surse de alimentare cu apă și pentru irigare”, sinteza rezultatelor obținute privind componența apei prezentate în [18].

Evidențierea corelării dintre numărul de izvoare/cișmele din raioane cu diferit grad de poluare a apei și numărul de depozite cu deșeuri din teritoriu a fost efectuată prin studiul corelațional cu implicarea a două variabile numerice. După Hopkins [19], se consideră că corelația cu un coeficient (r) cu valoarea mai mică de 0,1 este clasificată ca foarte mică, cea de 0,1-0,3 – mică; de 0,3-0,5 – medie; de 0,5-0,7 – mare; de 0,7-0,9 – foarte mare și >0,9 – aproape perfectă. Pragul minim acceptat pentru o relație semnificativă statistic este considerat a fi de 0,05.

### Rezultate și discuții

Cerințele Directivei Consiliului Europei 98/83/CE privind calitatea apei destinate consumului uman prevăd stabilirea parametrilor de calitate și asigurarea informării consumatorilor asupra calității apei. Astfel, Legea cu privire la apa potabilă, nr.272-XIV din 10.02.1999 [20], reglementează relațiile din domeniul alimentării cu apă potabilă și prevede pentru consumul uman apa din sistem necentralizat – instalații și construcții (fântână, izvor, sondă de foraj etc.) de captare și potabilizare a apei, dar este necesară asigurarea informării consumatorilor asupra calității apei, inclusiv privind conținutul nitraților.

Nitrații în apele subterane proveniți pe cale naturală sunt în concentrații mai mici de 10 mg/L [21], care rezultă din mineralizarea în fiecare an a 1-2% din azotul organic [22], și, fiind săruri solubile în apă din soluția solului sub formă de ioni difuzabili, ei pătrund în apele subterane.

Cantitatea de azot ce ajunge în apele subterane are o dependență multifuncțională. În condițiile agriculturii alimentate din precipitații, la cantitatea depunerilor atmosferice de 300-1000 mm/an din diferite tipuri de sol se spală 17-74 kg/ha de azot, iar în condiții de irigare se ajunge până la 50-55% din cantitatea totală de îngrășăminte utilizate [23,24].

Ape subterane poluate cu nitrați au apărut deja în anii 80-90 ai sec.XX atât în Canada, Statele Unite ale Americii, cât și în Europa și Asia [25-27].

Cercetările efectuate [28] confirmă că cantitatea de nitrați acumulată în apele subterane este condiționată de mulți factori cu a căror valoare corelează pozitiv: cantitatea depunerilor atmosferice ( $r^2=0,9644$ ), cantitatea particulelor de argilă și humus din solul arabil ( $r^2=0,84-0,61$ ), nivelul apei freactice ( $r^2=0,87-0,98$ ) ș.a. Astfel, a fost examinat conținutul de nitrați în apa subterană în corelare cu indicii fizici.

Resursele de apă subterană ale Republicii Moldova includ 4.842 de fântâni arteziene, 179.574 de fântâni cu alimentare din apele freactice și 3 087 de izvoare [29,30].

Din cantitatea totală de ape subterane descoperite pe teritoriul republicii doar 50% pot fi folosite în scopuri potabile fără tratare prealabilă. Însă, mai mult de jumătate din rezervele de apă subterană se caracterizează prin conținut sporit de hidrogen sulfurat, metan, fier, inclusiv nitrați în stratul Baden Sarmațian și Cuaternar – freatic (Tab.2) [31].

**Tabelul 2**

**Calitatea apelor subterane (componenții ce depășesc normativele pentru apa potabilă) în stratul Baden Sarmațian și Cuaternar – freatic**

Stratul acvifer	Adâncimea, m	Debitul, m <sup>3</sup> /oră	Numărul de fântâni și sonde	Substanțele și indicatorii în exces
Cuaternar-freatic	2 - 30	1 - 3	132 000	<b>Nitrați</b> , sulfați, turbiditate
Baden Sarmațian*	N – 50, C - (20 -100), S - (20 - 200)	50 - 100	3000	<b>Nitrați</b> , sulfați, fier, hidrogen sulfurat, metan, duritate

\*N – nordul; C – centrul; S – sudul republicii.

Pentru evaluarea IPAN al apei izvoarelor și cișmelelor din bazinul hidrografic al fluviului Nistru, au fost utilizate datele privind starea chimică a apelor subterane din 360 de izvoare și cișmele din 162 de localități din raioanele Rezina, Șoldănești, Telenești, Orhei, Călărași, Strășeni, Criuleni, Anenii Noi, Ialoveni, Căușeni și Ștefan Vodă [18].

Localitățile din raioanele în studiu, numărul izvoarelor total/amenajate [32] și studiate, cota (în %) a celor studiate, gradul de poluare după valoarea IPAN conform Mutewekil M. Obeidat și al. [15], numărul de izvoare cu diferit grad de poluare la CAU 20 și 25 mg/L NO<sub>3</sub><sup>-</sup> și informația privind calitatea apei izvoarelor și cișmelelor sunt prezentate în Tabelul 3.

Tabelul 3

## Numărul izvoarelor și cișmelelor, cota (în %) a celor studiate și calitatea apei lor după IPAN

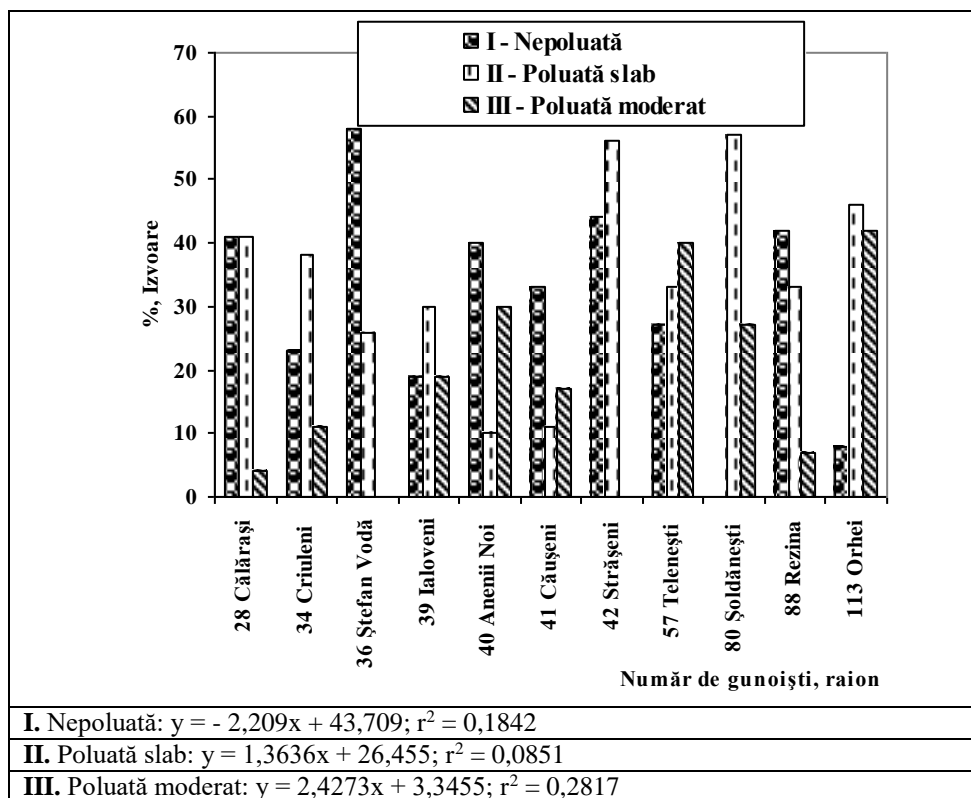
Raionul, localitățile	Număr de izvoare total/ amenajate/ studiate	Cota izvoarelor studiate (din cele amenajate), %	Gradul de poluare	Numărul de izvoare la CAU (mg/L NO <sub>3</sub> )		Calitatea apei
				20	25	
<b>Șoldănești</b>	139/113/33	29	I	0	3	NeP
or. Șoldănești, satele Fuzăuca, Samașcani, Șipca, Hligeni, Cotiușeni, Mari, Cobâlea, Cușmirca, Vadul Rașcov, Socola, Climăuții de Jos, Pohoarna, Rogogeni, Răspopeni			II	19	24	SP
			III	9	2	PM
			IV	1	1	PSemnif.
			V	4	3	PFSemnif.
<b>Rezina</b>	191/125/119	95	I	50	60	NeP
or. Rezina, Pereni, Trifești, Bușeuca, Otac, Cuizăuca, Cogîlniceni, Pripiceni Răzăși, Peciște, Hîrtop, Ignăței, Meșeni, Cineșeuți, Gordinești, Țareuca, Sârcova, Păpăuți, Mateuți, Horodiște, Solonceni, Echimăuți, Lipceni, Slobozia-Horodiște, Mincenii de Jos, Mincenii de Sus, Saharna Nouă, Lalova			II	39	35	SP
			III	8	5	PM
			IV	5	8	PSemnif.
			V	17	11	PFSemnif.
<b>Telenești</b>	23/23/15	65	I	4	6	NeP
or. Telenești, satele Veregeni, Ghiliceni, Crăsnășeni, Ciulucani, Cășla, Ciștelnița, Brânzenii Noi, Ordășei, Chițcanii Vechi, Scorțeni, Târșitei			II	5	7	SP
			III	6	2	PM
			IV	0	0	Psemnif.
			V	0	0	PFSemnif.
<b>Orhei</b>	153/111/24	22	I	2	5	NeP
or. Orhei, satele Brănești, Furceni, Susleni, Berezlogi, Pelivan, Cucuruzeni, Chiperceni, Biești, Șercani, Pohrebni, Izvoare, Podhoreni, Seliște, Curchi, Tabăra, Brăviceni			II	11	17	SP
			III	10	1	PM
			IV	0	1	Psemnif.
			V	1	0	PFSemnif.
<b>Călărași</b>	102/79/27	34	I	11	16	NeP
or. Călărași, satele Frumoasa, Temeleuți, Vălcineț, Horodiște, Bahmut, Sadova, Frumoasa, Onișcani, Nișcani, Peticeni și Hârjauca			II	11	6	SP
			III	1	3	PM
			IV	2	1	PSemnif.
			V	2	1	PFSemnif.
<b>Strășeni</b>	126/59/9	15	I	4	6	NeP
or. Strășeni, satele Pănășești, Căpriana, Romanești, la traseul Telenești-Chișinău (după s. Hirova)			II	5	3	SP
			III	0	0	PM
			IV	0	0	PSemnif.
			V	0	0	PFSemnif.
<b>Criuleni</b>	105/65/47	72	I	11	19	NeP
or. Criuleni, satele Ișnovăț, Hârtopul Mic, Pașcani, Drăsluceni, Zaicana, Stețcani, Hârtopul Mare, Rîșcova, Izbiște, Măgdăcești, Pașcani, Cruglic, Bălășești, Ohrincea, Coșernița, Onițcani, Răculești și Hrușeva.			II	18	12	SP
			III	5	8	PM
			IV	6	8	PSemnif.
			V	7	0	PFSemnif.
<b>Ialoveni</b>	61/38/46	75	I	9	13	NeP
or. Ialoveni, satele Carbuna, Țîpala, Rezeni, Puhoi, Costești, Mileștii Mici, Bardar, Suruceni, Malcoci, Ruseștii Noi, Vasieni, Ulmu, Condrița, Horodca			II	14	17	SP
			III	9	2	PM
			IV	2	9	PSemnif.
			V	12	5	PFSemnif.
<b>Anenii Noi</b>	19/16/10	62	I	4	4	NeP
or. Anenii Noi, satele Speia, Bulboaca, Roșcani, Delacău, Șerpeni, la traseul Chișinău-Tiraspol			II	1	3	SP
			III	3	1	PM
			IV	0	0	PSemnif.
			V	2	2	PFSemnif.

<b>Căușeni</b>	42/31/18	58	I	6	6	NeP
or. Căușeni, satele Varnița, Hagimus, Cărnățeni, Plop Știubei, Fărlădeni, Sălcuța			II	2	3	SP
			III	3	4	PM
			IV	6	5	PSemnif.
			V	1	0	PFSemnif.
<b>Ștefan Vodă</b>	15/15/12	80	I	7	9	NeP
or. Ștefan Vodă, satele Talmaza, Purcari, Ciobruciu, Ermoclia, Popeasca, Caplani, Răscăieți, Tănătari			II	3	1	SP
			III	0	1	PM
			IV	1	1	PSemnif.
			V	1	0	PFSemnif.

Prin evaluarea calității apei izvoarelor și cișmelelor din bazinul fl. Nistru s-a constatat că în majoritatea raioanelor ele sunt prezente cu apă nepoluată (8-58%), poluată slab (10-56%) și poluată moderat (4-42%) cu nitrați. În raionul Șoldănești lipsesc izvoare cu apă nepoluată, iar în raioanele Strășeni și Ștefan Vodă – cu apă poluată moderat. În raioanele Strășeni și Telenești nu au fost identificate izvoare cu apă semnificativ și foarte semnificativ poluată cu nitrați. Cele mai multe izvoare cu apă semnificativ poluată s-au depistat în raionul Căușeni (33%), iar cu poluare foarte semnificativă – în raioanele Ialoveni (26%), Anenii Noi (20%), Criuleni (15%), Rezina (14%) și Șoldănești (12%) (Tab.3).

Reieșind din faptul că depozitele de deșuri neamenajate sunt sursa principală de poluare a apelor naturale, a prezentat interes evaluarea corelării cotei (în %) izvoarelor și cișmelelor după categoria de poluare cu nitrați cu numărul de gunoiști din raioane (a. 2014) [33].

Cota izvoarelor (în %) cu apă nepoluată cu nitrați în funcție de numărul gunoiștilor din raion la CAU 20 mg/L  $\text{NO}_3^-$  este în descreștere cu un coeficient mediu de corelare ( $r^2 = 0,1842$ ), având coeficient de corelare foarte mic ( $r^2 = 0,0851$ ) la izvoarele cu apă slab poluată. La cele cu apă poluată moderat cu nitrați gradul de poluare este în creștere (Fig.1), cu o valoare medie a coeficientului de corelare ( $r^2 = 0,2817$ ), ceea ce demonstrează impactul gunoiștilor din teritoriul raioanelor în studiu asupra acumulării nitraților în apele subterane.



**Fig.1.** Cota izvoarelor (în %) cu diferit grad de poluare a apei (I-III) cu nitrați în funcție de numărul gunoiștilor din raion la CAU 20 mg/L  $\text{NO}_3^-$ .

Cota izvoarelor (în %) cu apă semnificativ și foarte semnificativ poluată cu nitrați în funcție de numărul gunoiștilor din raion (CAU 20 mg/L NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) este în descreștere (Fig.2), cu un coeficient foarte mic de corelare la gradul IV de poluare ( $r^2 = 0,0845$ ) și cu un coeficient de corelare foarte mare la gradul V ( $r^2 = 0,852$ ).

Deși dinamica corelării este în descreștere, totuși se demonstrează impactul gunoiștilor asupra acumulării nitraților în apele subterane, o posibilă cauză fiind distanța sursei de poluare, natura stratului de migrare a nitraților, cantitatea depunerilor atmosferice căzute, cantitatea și natura deșeurilor etc.

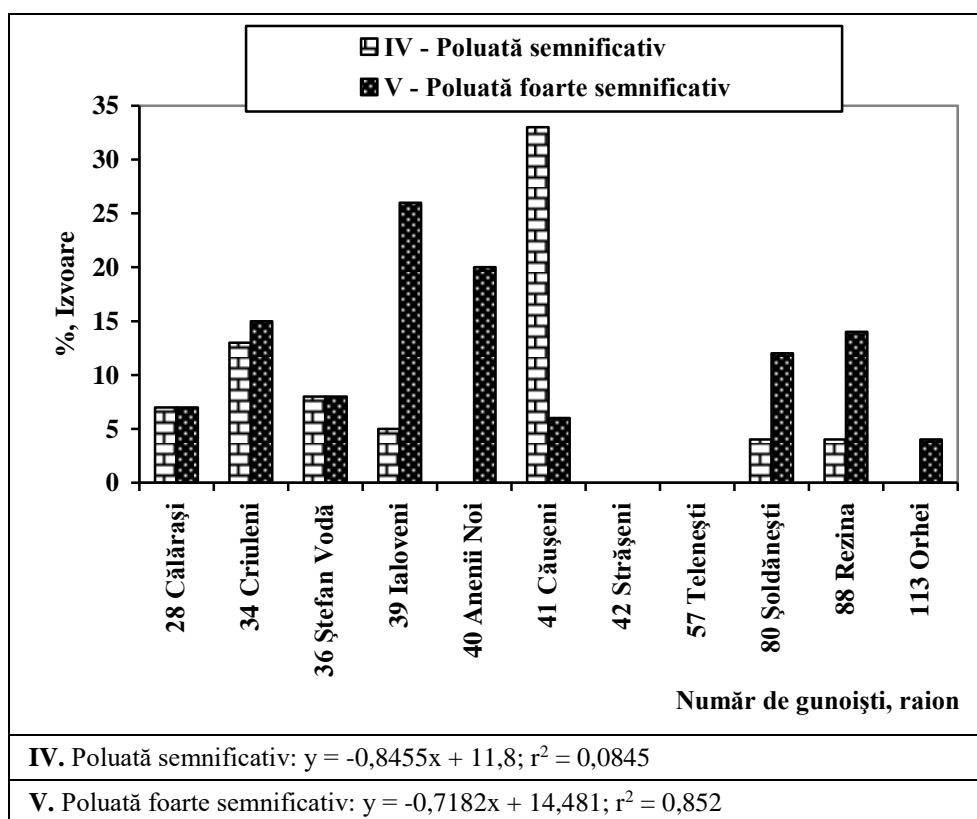


Fig.2. Cota izvoarelor (în %) cu diferit grad de poluare a apei (IV-V) cu nitrați în funcție de numărul gunoiștilor din raion la CAU 20 mg/L NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

Astfel, util pentru menținerea calității bune a apelor subterane și de suprafață este implementarea și respectarea principiului de prevenire a poluării apelor specificat în Directiva 2008/1/CE privind prevenirea și controlul integrat al poluării [34], care are scopul de a realiza prevenirea și controlul integrat al poluării ce rezultă din toate activitățile economice, inclusiv gestionarea deșeurilor, pentru a se atinge un nivel înalt de protecție a mediului. Principiul de prevenire a poluării este prevăzut și în Legea Republicii Moldova privind protecția mediului înconjurător, nr.1515 din 16.06.1993 (art.3 Principiile de bază ale protecției mediului) [35]. Legea apelor, nr.272 din 23.12.2011 [20], prevede, la art.34, interzicerea poluării apelor, iar în Regulamentul privind cerințele de colectare, epurare și deversare a apelor uzate în sistemul de canalizare și/sau în corpuri de apă pentru localitățile urbane și rurale [36] se stipulează că beneficiarii de folosință a apei sunt obligați să prevină poluarea, impurificarea și epuizarea obiectivelor acvatice.

### Concluzii

1. Prin evaluarea calității apei izvoarelor și cișmelelor din bazinul fl. Nistru s-a constatat că în majoritatea raioanelor ele sunt prezente cu apă nepoluată (8-58%), poluată slab (10-56%) și poluată moderat (4-42%) cu nitrați. În raionul Șoldănești lipsesc izvoare cu apă nepoluată, iar în raioanele Strășeni și Ștefan Vodă – cu apă poluată moderat; în raioanele Strășeni și Telenеști nu au fost identificate izvoare cu apă semnificativ și foarte semnificativ poluată cu nitrați.

2. Cele mai multe izvoare cu apă semnificativ poluată au fost depistate în raionul Căușeni (33%), iar cu poluare foarte semnificativă – în raioanele Ialoveni (26%), Anenii Noi (20%), Criuleni (15%), Rezina (14%) și Șoldănești (12%).

3. Cota izvoarelor (în %) cu apă nepoluată cu nitrați în funcție de numărul gunoiștilor din raion la CAU 20 mg/L NO<sub>3</sub><sup>-</sup> este în descreștere cu un coeficient mediu de corelare ( $r^2 = 0,1842$ ), având un coeficient de corelare foarte mic ( $r^2 = 0,0851$ ) la izvoarele cu apă slab poluată. La izvoarele cu apă poluată moderat cu nitrați gradul de poluare este în creștere, cu o valoare medie a coeficientului de corelare ( $r^2 = 0,2817$ ).

4. Cota izvoarelor (în %) cu apă semnificativ și foarte semnificativ poluată cu nitrați în funcție de numărul gunoiștilor din raion (CAU 20 mg/L NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) este în descreștere cu un coeficient foarte mic de corelare la gradul IV de poluare ( $r^2 = 0,0845$ ) și cu un coeficient de corelare foarte mare la gradul V ( $r^2 = 0,852$ ), ceea ce demonstrează impactul gunoiștilor din teritoriul raioanelor în studiu asupra acumulării nitraților în apele subterane.

5. Pentru menținerea calității bune a apelor naturale este necesară implementarea și respectarea principiului de prevenire a poluării apelor specificat în Directiva 2008/1/CE privind prevenirea și controlul integrat al poluării.

#### Referințe:

1. CHAPMAN, D. (ed). *Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring*. 2nd Edition, E & F Spon, London, 1996. 651 p. ISBN 0 419 21590 5 (HB); 0 419021600 6 (PB)
2. ОПОПОЛЬ, Н.И., ДОБРЯНСКАЯ, Е.В. *Нитраты*. Кишинев, 1986. 37 с.
3. National Academy of Sciences (NAS). *Accumulation of nitrate*. Washington, DC, USA, 1972. 106 p.
4. World Health organization (WHO). *Health hazards from nitrates in drinking water*. Copenhagen, 1985. 102 p.
5. Directiva 91/676/CEE privind protecția apelor împotriva poluării cu nitrați proveniți din surse agricole.
6. Directiva 2000/60/CE a Parlamentului European și a Consiliului de stabilire a unui cadru de politică comunitară în domeniul apei.
7. Directiva 2006/118/CE privind protecția apelor subterane împotriva poluării și a deteriorării.
8. PALMER, I. *Nitrates in the groundwater supply to villages in Botswana*. M.Sc. Eng. thesis, Pennsylvania State Univ., 1981. 122 p.
9. MULLER, A.M. *The evaluation and health impact of on-site sanitation*. M.Sc. Eng. thesis, Univ. Witwatersrand, 1989. 121 p.
10. JACKS, G., SEFE, F., CARLING, M., HAMMAR, M. & LETSAMA, P. Tentative nitrogen budget for pit latrines - eastern Botswana. In: *Environmental Geology*, 1999, no38, p.199-203. DOI <https://doi.org/10.1007/s002540050415>. Print ISSN 0943-0105. Online ISSN1432-0495
11. HEMANT W. KHANDARE. Scenario of Nitrate contamination in Groundwater: Its causes and Prevention. In: *International Journal of ChemTech Research CODEN (USA): IJCRGG*, April-June 2013, vol.5, no4, p.1921-1926. ISSN: 0974-4290
12. Hotărârea Guvernului cu privire la instituirea Sistemului informațional automatizat „Registrul de stat al apelor minerale naturale, potabile și băuturilor nealcoolice îmbuteliate”, nr.934 din 15.08.2007. În: *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*, 2007, nr.131-135, art.970. Ultima modificare prin *HG384 din 12.05.2010*, *MO78-80/21.05.2010*, art.455.
13. *Supravegherea de Stat a Sănătății Publice în Republica Moldova* (Raport național). Colectiv de aut.: I.Bahnarel, V.Pantea, I.Șalaru [et al.]. Chișinău: Centrul Național de Sănătate Publică, 2014. 244 p. ISBN 978- 9975-4027-7-4
14. GONȚA, M., DUCA, Gh. *Chimia ecologică a nitraților, nitriților și N-nitrozoaminelor*. Chișinău: CEP USM, 2009. 268 p. ISBN: 978-9975-70-866-1
15. MUTEWEKIL M. OBEIDAT, MUHEEB AWAWDEH, FAHMI Abu Al-RUB and AHMAD Al-AJLOUNI. An Innovative Nitrate Pollution Index and Multivariate Statistical Investigations of Groundwater Chemical Quality of Umm Rijam Aquifer (B4), North Yarmouk River Basin, Jordan. In: *Water Quality Monitoring and Assessment*. Dr. Voudouris (Ed.), 2012, p.169-188. DOI: 10.5772/32436. ISBN: 978-953-51-0486-5. Available from: <http://www.intechopen.com/books/waterquality-monitoring-and-assessment/an-innovative-nitrate-pollution-index-and-multivariate-statisticalinvestigations-of-groundwater-che>
16. SPALDING, R.F. and EXNER, M.E. Occurrence of nitrate in groundwater- a review. In: *Journal of Environmental Quality*, 1993, vol.22, p.392-402, ISSN 0047-2425 <https://nature.berkeley.edu/classes/espm-120/Website/Spalding1993.pdf>
17. EPA. *Towards Setting Guidelines Values for the Protection of Groundwater in Ireland: Interim Report*. Environmental Protection Agency, Wexford, Ireland, 2003. 41 p. [http://www.epa.ie/pubs/advice/water/ground/EPA\\_proposed\\_interim\\_values\\_protection\\_groundwater\\_guidelines.pdf](http://www.epa.ie/pubs/advice/water/ground/EPA_proposed_interim_values_protection_groundwater_guidelines.pdf).
18. LOZAN, R., TĂRÎȚĂ, A., SANDU, M. și al. *Starea geoecologică a apelor de suprafață și subterane în bazinul hidrografic al Mării Negre* (în limitele Republicii Moldova). Chișinău, 2015. 326 p. ISBN 978-9975-9611-2-7

19. HOPKINS, W.G. A new view of statistics. Internet Society for Sport Science. In: *Sports Med.*, 2000, no30(1), p.1-15. <https://www.sportsci.org/resource/stats/>
20. Legea cu privire la apa potabilă nr.272 din 10.02.1999. În: *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*, 1999, nr.39-41. Ultima modificare prin *HCC30 din 01.11.2016, MO478-490/30.12.2016 art.111; în vigoare 01.11.2016.*
21. European Environment Agency (EEA): *Groundwater quality and quantity in Europe*. Data and basic information. Environmental assessment report No. 3. EEA, Copenhagen, Denmark, 1999. 123 p. <https://www.eea.europa.eu/publications/TEC22/file>
22. LĂCĂTUȘU, R., KOVACSOVICS, B., PLAXIENCO, D., RÎȘNOVEANU, I., LUNGU, M., MIHALACHE, D. Încărcarea cu poluanți proveniți din îngrășăminte și pesticide a unor soluri, legume și a apei freactice din partea sudică și estică a municipiului București. În: *Protecția Mediului în Agricultură* (București), 2000, vol.1, p.279-293.
23. DOWDELL, R.J., WEBSTER, C.P., HILL, D., MERCER, E.R. A lysimeter study of the fate of fertilizer nitrogen in spring barley crops grown shallow soil overlying chalk: crop uptake and leaching losses. In: *J. Soil Sci.*, 1984, vol.35, no2, p.169-181. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.1984.tb00273.x>
24. ЩЕРБАКОВ, А.П., РУДАЙ, И.Д. *Плодородие почв, круговорот и баланс питательных веществ*. Москва: Колос, 1983. 189 с.
25. JASZCZYNSKY, J. Groundwater quality against a background of human activities and impact of peatland area. In: *Agronomy Research*, 2008, no6(1), p.121-129. <http://agronomy.emu.ee/vol061/p6112.pdf>
26. OWENS, L.B., VAN KEUREN, R.W., EDWARDS, W.M. Nitrogen loss from a fertility rotation pasture program. In: *J. Environ. Qual.*, 1983, vol.12, no3, p.346-350.
27. U.S. Environmental Protection Agency. *Relation between Nitrate in Water Wells and Potential Sources in the Lower Yakima Valley*. Washington: Environmental Protection Agency Publication EPA-910-R-13-004, 2012 (Revised March, 2013). 138 p.
28. POCIENE, A., POCIUS, S. Relation between nitrate amount in groundwater and natural factors. In: *J. of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2005, vol XIII, no1, p.23-30. ISSN: 1648-6897 (Print) 1822-4199 (Online). <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/16486897.2005.9636842>
29. Hotărârea Guvernului Republicii Moldova cu privire la aprobarea Strategiei de Alimentare cu apă și Sanitație a Republicii Moldova (2014-2028), nr.199 din 20.03.2014. În: *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*, 2014, nr.72-77, art.222.
30. Protecția mediului în Republica Moldova: Anuarul IES – 2011. Chișinău: Continental Grup, 2012. 248 p. ISBN 978-9975-4361-0-6. [www.ies.gov.md](http://www.ies.gov.md)
31. SANDU, M., ZUBCOV, E., ȘALARU, I., CELAC, D., CUNICIAN, L., PENCOV, M., JALALITE, G. *Starea resurselor acvatice. Starea Mediului în Republica Moldova în anul 2003: Raport Național*. Chișinău, 2004, p.43-47.
32. Biroul Național de Statistică al Republicii Moldova. *Resursele naturale și mediul în Republica Moldova*. Culegere statistică. Chișinău, 2012. 108 p. [www.statistica.md/public/files/.../Mediu/Resurse\\_naturale\\_2012.pdf](http://www.statistica.md/public/files/.../Mediu/Resurse_naturale_2012.pdf)
33. Anuarul IES – 2015. *Protecția mediului în Republica Moldova*. Chișinău, 2016. 366 p. [www.ies.gov.md](http://www.ies.gov.md)
34. Directiva 2008/1/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 15 ianuarie 2008 privind prevenirea și controlul integrat al poluării.
35. Legea privind protecția mediului înconjurător, nr.1515 din 16.06.1993. În: *Monitorul Parlamentului*, 1993, nr.10, art.283. Ultima modificare prin *LP281 din 16.12.2016 MO472-477/27.12.2016, art.947; în vigoare 01.01.2017.*
36. Hotărârea Guvernului Republicii Moldova pentru aprobarea Regulamentului privind cerințele de colectare, epurare și deversare a apelor uzate în sistemul de canalizare și/sau în emisururi de apă pentru localitățile urbane și rurale, nr.950 din 25.11.2013. În: *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*, 2013, nr.284-289, art.1061. Ultima modificare prin *HG722 din 08.06.2016, MO163-168/17.06.2016 art.793.*

**Date despre autori:**

**Maria SANDU**, doctor, cercetător științific coordonator, Institutul de Ecologie și Geografie,

**E-mail:** sandu\_mr@yahoo.com

**Anatol TĂRÎȚĂ**, doctor, șef de laborator, Institutul de Ecologie și Geografie

**Raisa LOZAN**, doctor, cercetător științific coordonator, Institutul de Ecologie și Geografie

**Viorica GLADCHI**, doctor, decanul Facultății de Chimie și Tehnologie Chimică, Universitatea de Stat din Moldova

**Gheorghe DUCA**, academician, Președintele Academiei de Științe a Moldovei

**Elena MOȘANU**, doctor, cercetător științific superior, Institutul de Ecologie și Geografie

**Sergiu ȚURCAN**, inginer, ecolog coordonator, Institutul de Ecologie și Geografie.

Prezentat la 18.09.2018