

ESTIMAREA SECETELOR ÎN MOLDOVA PRIN INTERMEDIUL INDICILOR STANDARDIZAȚI SPI ȘI SPEI

Doctor habilitat în geografie **Maria NEDEALCOV**

Doctor în geografie **Valentin RĂILEANU**

Institutul de Ecologie și Geografie al AȘM

THE ESTIMATION OF DROUGHTS IN MOLDOVA THROUGH THE STANDARDIZED INDEXES SPI AND SPEI

Summary. The droughts events frequent manifestation over the Republic of Moldova territory, in the context of climate change requires a scientific monitoring adjusted to international researchers. In recent years, internationally, the estimation of this phenomenon occurs through standardized indexes. The most used of these being the Standardized Precipitation Index (SPI) and the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI). Since there is no a unified definition of drought, the World Meteorological Organization proposes to calculate the indexes, through developed calculation softwares. Thus, based on multi-annual data (1980 – 2014) a regional spatio-temporal estimation concerning drought in the Republic of Moldova was performed, thereby realizing the regional investigations framing in the international ones.

Keywords: Standardized Precipitation Index (SPI), The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI), temporal estimation, spatial analysis.

Rezumat. Frecvența secetelor pe teritoriul Republicii Moldova, în condițiile schimbărilor climatice, cere în mod imperios o monitorizare științifică, ajustată la acțiunile similare internaționale, a vremii uscate. În ultimii ani, pe plan internațional supravegherea fenomenului respectiv are loc în baza indicilor standardizați, cei mai utilizați dintre aceștia fiind Indicele Standardizat al Precipitațiilor (SPI) și Indicele Standardizat al Precipitațiilor și Evapotranspirației (SPEI). Deoarece nu există o definiție unificată a secetei, Organizația Meteorologică Mondială propune calculul indicilor în cauză prin intermediul programelor elaborate. Astfel, în baza datelor regionale multianuale (1980 – 2014) a fost efectuată estimarea spațio-temporală a vremii uscate pe teritoriul Republicii Moldova, realizându-se, în acest mod, alinierea investigațiilor regionale la cele internaționale.

Cuvinte-cheie: Indicele Standardizat al Precipitațiilor (SPI), Indicele Standardizat al Precipitațiilor și Evapotranspirației (SPEI), estimare temporală, analiză spațială.

INTRODUCERE

Până în prezent, nici în străinătate și nici în Republica Moldova nu există o terminologie unanim acceptată pentru definirea secetei. De aceea, pentru evaluarea ei se utilizează un spectru larg de indici. În aceste împrejurări, Organizația Meteorologică Mondială propune calculul Indicelui Standardizat al Precipitațiilor (SPI) și al Indicelui Standardizat al Precipitațiilor și Evapotranspirației (SPEI) drept indici de bază pentru cuantificarea intensității, duratei și extinderii spațiale a secetelor. Așadar, indicele SPI, formulat de McKee et al. [2] și indicele SPEI, elaborat de Serrano, Begueria și Moreno [3] stau la baza monitorizării secetelor din ultimele decenii pe teritoriul Republicii Moldova.

MATERIALELE INIȚIALE ȘI METODICA CERCETĂRILOR

În acest studiu au fost utilizate seriile de date lunare ale precipitațiilor atmosferice și ale temperaturii

aerului, înregistrate la 16 stațiuni și 11 posturi agrometeorologice ale Serviciului Hidrometeorologic de Stat pentru o perioadă de 35 ani (1980 – 2014).

Condițiile de umiditate a solului „răspund” la anomaliile precipitațiilor pe o scară de timp relativ scurtă. Apele subterane, debitul fluvial și acumularea în rezervoare reflectă anomaliile precipitațiilor pe termen mai lung. Din aceste motive, McKee și colab. [2] au calculat SPI pentru diferite intervale de timp (3, 6, 12, 24, 48 luni). Softul ce permite calculul automat al indicelui dat este disponibil gratuit pe web de către Organizația Meteorologică Mondială.

Indicele SPI este un indice simplu, bazat pe probabilitatea precipitațiilor. Pentru calcul sunt necesare doar precipitațiile lunare pentru o perioadă de cel puțin 30 ani. Precipitațiile se normalizează, folosind o distribuție a probabilității, astfel încât valorile SPI sunt de fapt văzute ca deviații standard de la mediană. Valorile SPI pozitive caracterizează perioadele umede, iar cele negative – perioadele uscate. Distribuția SPI

pentru toată perioada este normală, media este egală cu zero, iar deviația standard – cu unitatea. Neajunsul acestui indice este că utilizează doar precipitațiile atmosferice, fără a lua în calcul regimul termic și evapotranspirația.

Indicele SPEI este calculat în baza datelor ce caracterizează cantitatea precipitațiilor atmosferice, regimul termic și latitudinea locului, ceea ce permite a ține cont și de evapotranspirația potențială. SPEI se bazează pe bilanțul de apă, acesta poate fi comparat cu indicele auto calibrat Palmer de severitate a secetei (PDSI). SPEI este bazat pe procedura originală de calcul al indicelui SPI și utilizează aceleași scări de timp disponibile. Calculul SPEI are la bază diferența lunară

dintre precipitații și evapotranspirația potențială, care este o metodologie simplă a bilanțului de apă și se poate calcula, la fel, la diferite scări de timp.

Astfel, în calculul indicelui SPEI se utilizează un set complet de date seriale ce caracterizează regimul precipitațiilor atmosferice, regimul termic și cel al evapotranspirației potențiale. În acest context, a fost creat un soft special pentru a calcula automat SPEI pentru o gamă largă de scări de timp. Softul este disponibil gratuit pe web de către Consiliul Național Spaniol de Cercetare [5].

Cuantificarea și probabilitatea de reapariție a secetei (pe exemplul indicelui SPI) sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1

Cuantificarea și probabilitatea de reapariție a secetei, conform SPI

SPI	Categoria	Frecvența în 100 ani	Severitatea evenimentului
0 – -0.99	secetă ușoară	33	1 în 3 ani
-1.00 – -1.49	secetă moderată	10	1 în 10 ani
-1.5 to – -1.99	secetă severă	5	1 în 20 ani
< -2.0	secetă extremă	2.5	1 în 50 ani

ANALIZA REZULTATELOR OBTINUTE

La nivel regional, pentru prima dată se efectuează calculul automat ai indicilor nominalizați, ceea ce a contribuit la îmbunătățirea esențială a cercetărilor în acest domeniu. Astfel, pentru ultimele decenii (1981–2014) s-a efectuat monitorizarea științifică a secetelor, precum și a duratei, intensității și arealului de manifestare a lor în condițiile Republicii Moldova.

Inițial, a fost elaborată o bază informațională enormă de date a valorilor SPI și SPEI în perioada de timp 1981 – 2014, pentru 16 stațiuni și 11 posturi agrometeorologice ale Serviciului Hidrometeorologic, la 4 scări de timp: 1 lună, 3 luni, 6 luni și 12 luni (SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12, SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12). Datele prezentate în tabelul 2 reflectă doar un fragment neînsemnat al bazei de date informaționale elaborată pentru stațiunea Chișinău.

Tabelul 2

Extras din baza de date SPI-SPEI, stațiunea Chișinău

Anii	Lunile	SPI 1	SPI 3	SPI 6	SPI 12	SPEI 1	SPEI 3	SPEI 6	SPEI 12
1980	1	-0,37	0,00	0,00	0,00	-0,4828	0,0000	0,0000	0,0000
1980	2	-1,18	0,00	0,00	0,00	-0,9399	0,0000	0,0000	0,0000
1980	3	1,38	0,12	0,00	0,00	1,6410	0,3800	0,0000	0,0000
1980	4	0,43	0,54	0,00	0,00	0,7246	1,0022	0,0000	0,0000
1980	5	0,44	0,93	0,00	0,00	0,8954	1,4062	0,0000	0,0000
1980	6	1,16	1,00	0,85	0,00	1,3322	1,4147	1,3123	0,0000
1980	7	0,46	1,00	1,07	0,00	0,6782	1,5508	1,5192	0,0000
1980	8	1,23	1,37	1,60	0,00	1,4520	1,6931	1,8771	0,0000
1980	9	-0,45	0,55	1,03	0,00	-0,1575	1,0377	1,6469	0,0000
1980	10	-0,03	0,35	0,95	0,00	0,0259	0,7971	1,5412	0,0000
1980	11	1,49	0,43	1,38	0,00	1,5427	0,5942	1,7595	0,0000

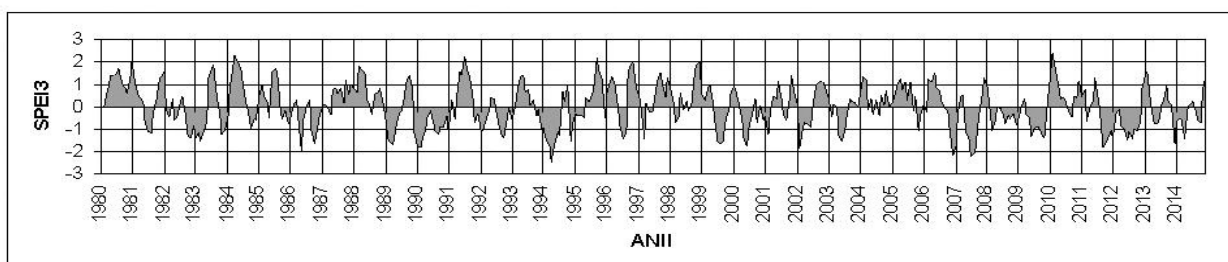
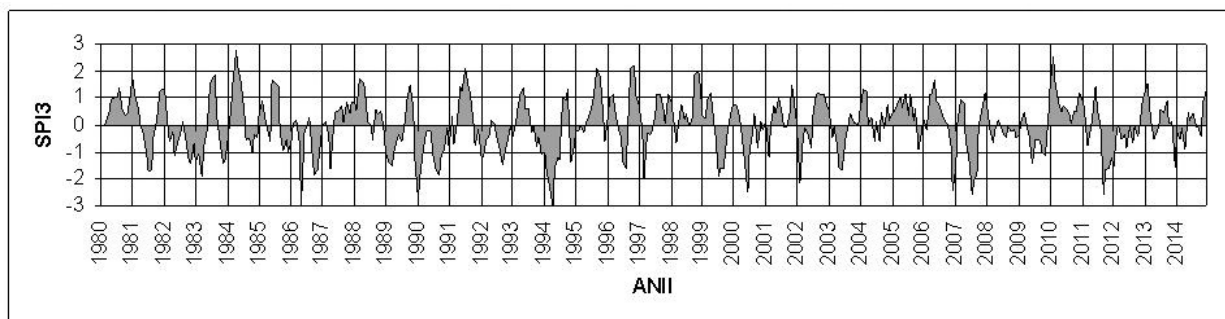
1980	12	0,86	1,15	1,09	1,46	0,9051	1,2371	1,4795	1,8661
1981	1	0,87	1,81	1,25	1,74	0,9274	2,0790	1,4856	2,0064
1981	2	0,32	0,99	0,85	1,86	0,2715	1,0540	1,0082	2,0633
1981	3	0,18	0,56	1,23	1,58	0,1528	0,5100	1,2946	1,7804
1981	4	-0,13	-0,01	1,31	1,45	0,4962	0,4356	1,5170	1,7218
1981	5	-0,34	-0,38	0,33	1,33	-0,0166	0,2562	0,7016	1,6770
1981	6	-1,33	-1,16	-0,62	0,49	-1,3568	-0,6469	-0,2485	0,9837
1981	7	-0,83	-1,75	-1,49	0,04	-0,7400	-1,1435	-0,7497	0,5037
1981	8	-0,38	-1,71	-1,66	-0,63	0,0546	-1,1518	-0,7833	-0,1365
1981	9	0,65	-0,49	-1,29	-0,14	0,6666	-0,2847	-0,6560	0,0624
1981	10	0,30	0,13	-1,23	-0,07	0,0869	0,2674	-0,8254	0,1060
1981	11	1,83	1,28	-0,11	0,10	1,8502	1,2378	-0,0777	0,3045
1981	12	0,53	1,34	0,52	-0,07	0,5069	1,3682	0,7409	0,2903

Baza de date elaborată permite estimarea temporală a secetelor cu evidențierea nu numai a intensității fenomenului dat, dar și a duratei de manifestare în timp. Deci, valorile indicelui SPI al unei scări de timp (spre exemplu 1 – o lună) n compară suma precipitațiilor acestei scări de timp (SPI-1) și a $n-1$ luni, cu suma medie a precipitațiilor în perioada investigată pentru același interval de timp. În cazul SPEI se compară bilanțul de apă.

Ca rezultat, au fost construite graficele ce reprezintă valorile SPI, SPEI în aspect evolutiv, în funcție de an, anotimp, lună în perioada 1981 – 2014. Sunt

prezentate, de exemplu, graficele la scara de timp de 3 și 6 luni pentru partea centrală a țării (Chișinău).

Graficele SPI și SPEI, prezentate în figura 1, la aceeași scară de timp, au forme foarte asemănătoare, însă durata și intensitatea diferă, deoarece indicele SPEI ține cont nu numai de cantitatea de precipitații, dar și de evapotranspirație (figura 1). În același timp, calculul acestor indici pentru scări mai mari de timp (spre exemplu, de 6 luni), permite a evidenția amploarea fenomenului în evoluție și a argumenta consecințele de pe urma manifestării îndelungate a secetelor.



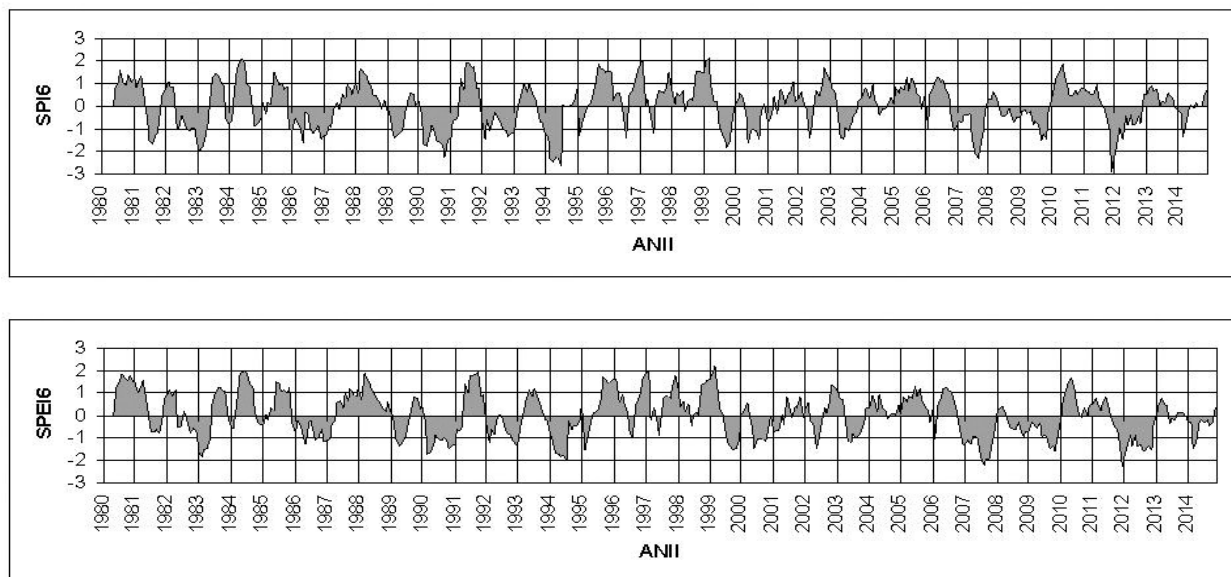


Figura 1. Scările temporale (pentru 3 și 6 luni) ale SPI și SPEI, stațiunea Chișinău.

Dar, pe lângă manifestarea în timp a acestui fenomen meteorologic nefavorabil, este extrem de important a cunoaște și arealele de repartitie, cu scopul efectuării măsurilor corecte de redresare a situațiilor periculoase create. În acest context, se impune elaborarea hărților digitale ce reflectă repartitia spațială a valorilor SPI și SPEI pentru fiecare lună, anotimp și an

concret, în care manifestarea secetelor a fost de durată și cu intensitate pronunțată. Menționăm, că realizările propuse în această lucrare au permis elaborarea unui set de hărți digitale ce asigură integral monitorizarea științifică a secetelor din ultimele decenii, în diferite scări de timp.

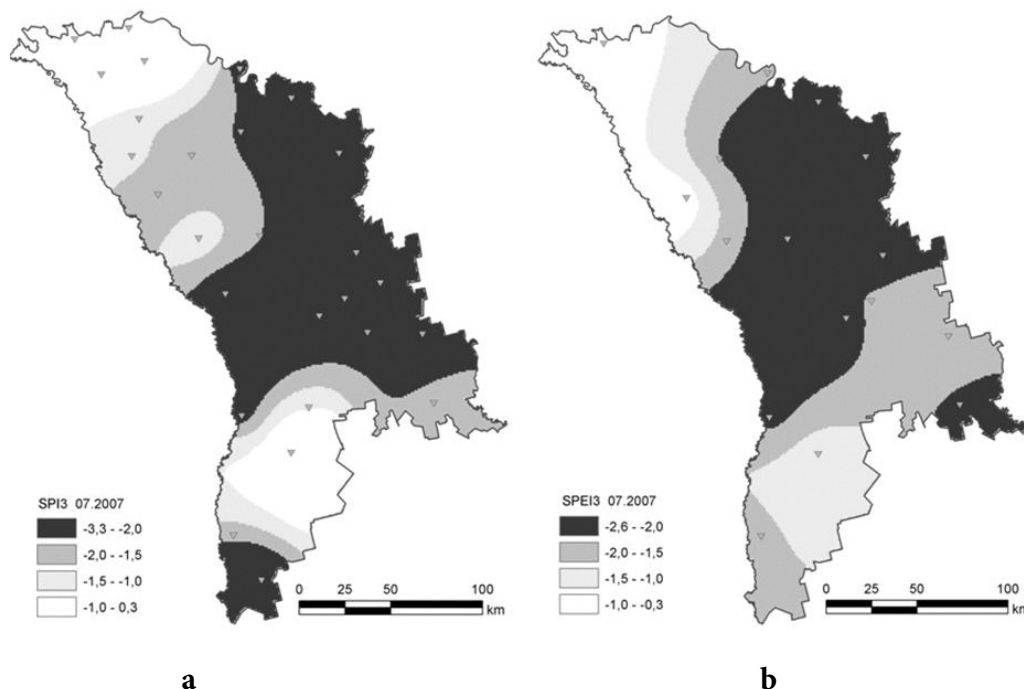


Figura 2. Distribuția spațială a indicilor SPI (a) și SPEI (b) în luna iulie 2007 (scara de timp – 3 luni).

Așadar, conform indicelui SPI (figura 2a), în iulie 2007 seceta calculată pentru scara de timp de 3 luni (mai, iunie, iulie) a avut o manifestare severă în extremitatea de sud, partea centrală și de est, unde cantitatea precipitațiilor atmosferice în acest interval de timp a fost mai mică decât chiar la Comrat (în 4 iunie la Comrat a căzut norma lunară a precipitațiilor atmo-

sferice de 79 mm). Harta ce reflectă repartiția spațială a SPEI din iulie 2007 (figura 2b), calculată pentru aceeași scară de timp, denotă că severitatea acestui fenomen se resimte în partea central-estică și de sud-est, unde regimul termic și al evapotranspirației a fost înalt pe fondalul cantităților reduse de precipitații atmosferice.

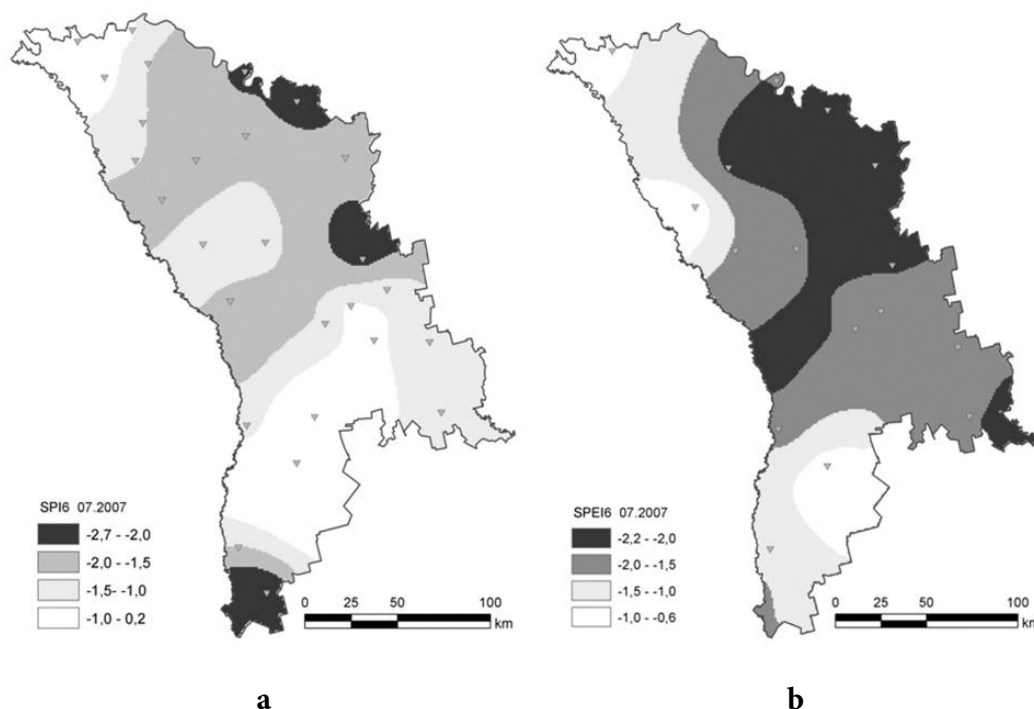


Figura 3. Distribuția spațială a indicilor SPI și SPEI în luna iulie 2007 (scara de timp – 6 luni).

Repartiția spațială a valorilor SPI și SPEI pentru aceeași lună (iulie, 2007), dar calculată pentru scara de timp de 6 luni (februarie, martie, aprilie, mai, iunie, iulie), arată că în conformitate cu SPI6 seceta extremă s-a manifestat în extremitatea de sud a țării, de nord-est și la Dubăsari, unde regimul precipitațiilor atmosferice din aceste luni a favorizat crearea situației respective (figura 3a). În cazul valorilor SPEI (figura 3b) pentru aceeași scară de timp (de 6 luni), arealul secetei severe din luna iulie se „lărgeste”, fapt ce se explică în mare măsură prin perioada neîntreruptă a fondului termic ridicat și al evapotranspirației înalte pe fondalul precipitațiilor reduse din lunile premergătoare (februarie, martie, aprilie, mai, iunie, iulie).

După cum se poate concluziona, pe lângă faptul că investigațiile desfășurate înlesnesc racordarea cercetărilor regionale la cele internaționale, rezultatele obținute contribuie la monitorizarea științifică adecvată a secetei în condițiile Republicii Moldova, evidențiind astfel nu numai caracterul sever, dar și perioadele premergătoare de manifestare a fenomenului – cunoștințe deosebit de importante pentru prac-

tica agricolă. Hărțile digitale elaborate vor servi drept reper în elaborarea *Atlasului privind monitorizarea științifică a secetelor pe teritoriul Republicii Moldova*.

BIBLIOGRAFIE

1. Palmer W. C. Meteorological droughts. U.S. Department of Commerce, Weather Bureau Research Paper, 1965, 45, 58 p.
2. McKee T. B., Doesken N. J., Kleist J. The relationship of drought frequency and duration to time scales. Preprints, Eighth Conf. on Applied Climatology. Anaheim, CA, Amer. Meteor. Soc., 1993, 179-184 p.
3. Руководство для пользователей стандартизованного индекса осадков. М. Свобода, М. Хайес и Д. Вуд. (ВМО, 2012 г., № 1090), Женева.
4. Vicente-Serrano S. M., Begueri S., López-Moreno J.I. A Multi-scalar drought index sensitive to global warming: the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index – SPEI. *J. Climate* 23 (7), 2010, p. 1696-1718.
5. <http://drought.unl.edu/MonitoringTools/DownloadableSPIProgram.aspx>
6. <http://digital.csic.es/handle/10261/10002>