



**ORDIN**

27 martie 2025

Nr. 44

mun. Chișinău

*„Cu privire la aprobarea Metodologiei  
privind evaluarea stării de secetă”*

În temeiul prevederilor art. 47 din Legea apelor nr. 272/2011, art. 7 lit. e) și m) din Legea nr. 368/2023 cu privire la activitatea meteorologică și hidrologică, prevederilor Hotărârii de Guvern nr. 804/2014 cu privire la aprobarea Strategiei naționale de reducere a riscurilor dezastrelor pentru perioada 2024-2030, prevederilor pct. 11 al Regulamentului cu privire la planificarea gestionării secetei, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 779/2013 și în temeiul pct. 8, sbp. 12) al Hotărârii Guvernului nr. 145/2021 cu privire la organizarea și funcționarea Ministerului Mediului,

**ORDON:**

1. Se aprobă Metodologia privind evaluarea stării de secetă (în continuare Metodologie), conform Anexei.
2. Prevederile prezentului ordin se aplică de către Serviciul Hidrometeorologic de Stat în scopul stabilirii criteriilor de evaluare a stării secetei.
3. Rezultatele evaluării stării de secetă vor fi prezentate către factorii de decizie și alte părți interesate lunar, iar în perioadele deficitare, decadal, și publicat pe pagina web a Serviciului Hidrometeorologic de Stat.
4. Prezentul Ordin va fi publicat pe pagina web a Ministerului Mediului și Serviciului Hidrometeorologic de Stat.
5. Controlul asupra executării prezentului Ordin se pune în seama dnei Aliona Rusnac, Secretar de stat.

Ministru

Sergiu LAZARENCO

## METODOLOGIA

### privind evaluarea stării de secetă

#### I DISPOZIȚII GENERALE

1. Metodologia privind evaluarea stării de secetă (în continuare – Metodologie) stabilește modul de evaluare a stării de secetă.
2. Scopul Metodologiei este de a oferi un cadru cuprinzător și standardizat pentru evaluarea stării de secetă în Republica Moldova, permițând o mai bună înțelegere a impactului acesteia asupra agriculturii, resurselor de apă și a altor sectoare vulnerabile..
3. Obiectivele Metodologiei.
  - 3.1. Definirea mai explicită și evaluarea promptă a secetei:
    - 3.1.1. definirea tipurilor de secetă (meteorologică, agro-pedologică, hidrologică ) și stabilirea criteriilor de evaluare a severității secetei.
  - 3.2. Dezvoltarea indicilor și metodelor de evaluare a secetei:
    - 3.2.1. elaborarea indicatorilor și metodelor de evaluare a secetei, adaptate la contextul specific al Republicii Moldova.
  - 3.3. Stabilirea unui sistem evaluare a secetei:
    - 3.3.1. descrierea unui sistem de evaluare a secetei, bazat pe date meteorologice și hidrologice, care va permite identificarea timpurie a secetei și evaluarea impactului acesteia.
  - 3.4. Promovarea schimbului de informații și a colaborării:
    - 3.4.1. facilitarea schimbului de informații și colaborarea între diferitele părți interesate implicate în gestionarea secetei.
4. Deficiențele în abordarea managementului crizelor pentru evaluarea și răspunsul la secetă includ:
  - 4.1. baze de date insuficiente pentru evaluarea penuriei de apă și a impacturilor potențiale;
  - 4.2. deficiențe instituționale care tergiversează răspunsul eficient în caz de urgență;
  - 4.3. flux insuficient de informații între nivelurile de guvernare cu privire la severitatea, impactul secetei și răspunsul factorilor de decizie prompte;
  - 4.4. instrumente și metodologii inadecvate pentru estimările timpurii ale impactului în diverse sectoare;
  - 4.5 implementarea insuficientă a programelor proactive de atenuare care vizează reducerea vulnerabilității la secetă;
  - 4.6 lipsă de coordonare a politicilor și programelor între nivelurile guvernamentale;
  - 4.7 lipsă de indici climatici corespunzători și a sistemelor de avertizare timpurie;
  - 4.8 programe de asistență de urgență neadecvate și/sau slab direcționate care nu ajung la grupurile vulnerabile ale populației și sectoarele economice;
  - 4.9 resurse financiare și umane insuficiente.

5. În sensul prezentei Metodologii se utilizează următoarele definiții:

*ariditate* – caracteristică a unui climat legată de insuficiența sau inadecvarea precipitațiilor. Ariditatea este măsurată prin compararea aportului mediu de apă (precipitații) cu cererea medie de apă (evapotranspirație) pe termen lung (anual). Dacă cererea este mai mare decât oferta, în medie, atunci clima este aridă.

*atenuare* - atenuarea riscului de dezastru și a dezastrului, reducerea potențialelor impacturi adverse ale pericolelor fizice (inclusiv cele care sunt induse de om) prin acțiuni care reduc pericolul, expunerea și vulnerabilitatea.

*evapotranspirație* - procesele combinate prin care apa este transferată de la suprafața Pământului în atmosferă prin evaporarea de pe suprafețele de uscat și oceanice și prin transpirația vegetației.

*pregătire* - cunoștințele și capacitățile dezvoltate de guverne, organizații de răspuns și recuperare, comunități și indivizi pentru a anticipa, a răspunde și a se reface în mod eficient în urma impactului dezastrului probabile, iminente sau actuale.

*răspuns (reacție)* - acțiuni întreprinse direct înainte, în timpul sau imediat după un dezastru pentru a salva vieți, a reduce impactul asupra sănătății, a asigura siguranța publică și a satisface nevoile de bază de subsistență ale persoanelor afectate. Răspunsul în caz de dezastru se concentrează în principal pe nevoi imediate și pe termen scurt și este uneori numit ajutor în caz de dezastru.

*recuperare* - restabilirea sau îmbunătățirea mijloacelor de trai și a sănătății, precum și a activelor, sistemelor și activităților economice, fizice, sociale, culturale și de mediu ale unei comunități sau societăți afectate de dezastru, în conformitate cu principiile dezvoltării durabile și în baza principiului „build back better”, pentru a evita sau reduce riscul de dezastru în viitor.

*scurgere* - acea parte a precipitațiilor care se scurge către rețeaua hidrografică la suprafața solului (scurgere de suprafață) sau în subsol (scurgere subterană).

*vulnerabilitate* - gradul în care un sistem este susceptibil sau incapabil să facă față efectelor adverse ale schimbărilor climatice, inclusiv variabilitatea și extremele climatice. Vulnerabilitatea este funcție de caracterul, magnitudinea și rata variației climatice la care este expus un sistem, sensibilitatea și capacitatea sa de adaptare.

## II IMPACTUL SECETEI

6. Pentru evaluarea riscului la secetă pot fi definite 3 tipuri de impact:

6.1. Impactul uman - numărul de persoane afectate (numărul deceselor, al persoanelor grav rănite sau bolnave și numărul persoanelor strămutate definitiv);

6.2. Impactul economic și de mediu – totalul costurilor aplicate pentru măsurile de urgență, cu intervenție imediată sau pe termen lung, inclusiv costurile refacerii sistemelor agricole și a infrastructurii, proprietăților, patrimoniului etc., costurilor refacerii mediului și a altor costuri de mediu (sau daune mediului), costurile întreruperii activității economice, valoarea plăților asigurărilor, costurile indirecte asupra economiei, costurile sociale indirecte etc.;

6.3. Impactul social - sunt de obicei evaluate la o scară semi-cantitativă și pot include categorii precum indignarea și anxietatea publică, impactul psihologic social, impactul asupra ordinii și siguranței publice.

7. Sectoarele vulnerabile la secetă care trebuie incluse într-un plan de secetă sunt:

7.1. Sectorul de aprovizionare cu apă cuprinde atât sisteme centralizate urbane și rurale de aprovizionare cu apă potabilă, sisteme centralizate pentru asigurarea cu apă a sectorului agricol (irigații, etc.) și alte rețele de aprovizionare cu apă. Deoarece apa potabilă este crucială pentru supraviețuirea umană într-o varietate de moduri directe și indirecte, este foarte importantă reducerea la minimum a impactului secetei asupra aprovizionării cu apă.

7.2. În perioadele de secetă, sectorul agricol se confruntă cu efecte negative severe, din cauza dependenței atât de apă de suprafață, cât și de precipitații. Lipsa persistentă a precipitațiilor poate duce la umiditatea redusă a solului și la randament scăzut al culturilor agricole. Umiditatea solului redusă poate duce la micșorarea numărului efectivelor de animale și este, de asemenea, asociată cu o incidență crescută a eroziunii eoliene.

7.3. Sectoarele mediu și sănătate publică se concentrează pe mai multe aspecte, cum ar fi sănătatea, bunăstarea și calitatea vieții oamenilor, precum și fenomene ca incendiile de vegetație care pun în pericol viețile umane dar și ale speciilor de floră și faună, care pot fi deja deosebit de sensibile din cauza condițiilor de secetă. Secetele înrăutățesc condițiile de dezvoltare a biodiversității, în primul rând, asigurarea cu apă pentru plante, animale și habitate, și produc multiple efecte colaterale.

### III ELEMENTE DEFINITORII

8. Definiția secetei poate fi conceptuală sau operațională:

8.1. Definiția conceptuală este generală și descriptivă, ajutând la înțelegerea conceptului de secetă și evidențiind elementul de hazard natural;

8.2. Definiția operațională identifică durata și severitatea secetei, utile în recunoașterea și planificarea secetei.

9. Starea de secetă, definiția operațională specifică gradului de abatere de la media precipitațiilor sau de o altă variabilă climatică, pe o anumită perioadă de timp, se determină prin compararea situației actuale cu media istorică, adesea bazată pe o perioadă de înregistrare de 30 de ani.

10. Tipologia secetelor se clasifică:

10.1. seceta meteorologică, care este definită ca o lipsă de precipitații pe o anumită perioadă de timp (lună, sezon sau an):

10.1.1. după o evaluare efectuată pentru situația Republicii Moldova este prezentat indicele SPEI (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index), Vicente-Serrano et al., 2010 & Salehnia et al., 2020.

10.1.1.1. SPEI este un indice de secetă multi-scalar bazat pe date climatice, este definit ca un indice al bilanțului apei (precipitații minus PET);

10.1.1.2. Indicele de evapotranspirație standardizat al precipitațiilor (SPEI) este o extensie a indicelui standardizat al precipitațiilor (SPI), utilizat pe scară largă;

10.1.1.3. SPEI are o scară de intensitate în care se calculează atât valorile pozitive, cât și cele negative, identificând evenimentele umede și uscate, în baza principiilor fizice (modificări ale energiei disponibile, umiditate și viteza vântului) și respectiv temperatura aerului;

10.1.1.4. Un episod de secetă este definit ca o perioadă mai mare sau egală cu 1 lună, când valoarea SPEI a fost mai mică sau egală cu -1. Valorile lunare SPEI mai mari de -0,99 sau mai mici de 0,99 au fost considerate condiții normale.

10.1.2. Categoriile de secetă conform valorilor SPI și SPEI sunt prezentate în tabelul nr.1:

Tabel nr. 1:

Clasificarea Indicelui Standardizat al  
Precipitațiilor și Evapotranspirației

(McKee et al., 1993; Vicente-Serrano et al., 2010)

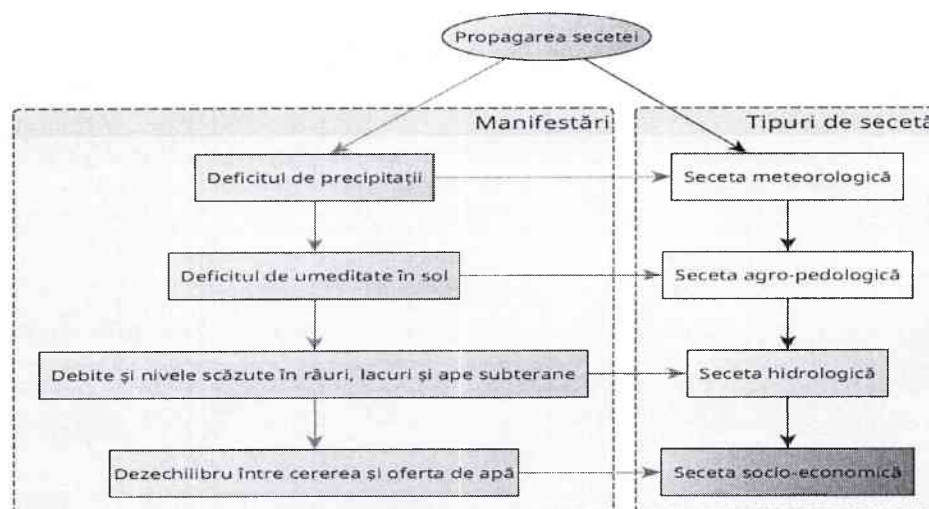
| Stare | Valoarea SPEI | Clasa de severitate SPI/SPEI |
|-------|---------------|------------------------------|
| 0     | > 2,0         | Extrem de umed               |
| 0     | 1,5 - 2,0     | Sever umed                   |
| 0     | 1,0 - 1,5     | Moderat umed                 |
| 0     | 0,5 - 1,0     | Ușor umed                    |
| 0     | 0,5 - -0,5    | Norma                        |
| 1     | -0,5 - -1,0   | Ușor uscat                   |
| 2     | -1,0 - -1,5   | Secetă moderată              |
| 3     | -1,5 - -2,0   | Secetă severă                |
| 4     | < -2,0        | Secetă extremă               |

10.1.2.1. Indicele SPEI a fost calculat pentru 5 scări de timp, de 1, 3, 6, 12 și 24 luni. Seceta la aceste scări de timp este relevantă pentru agricultură (1, 3 și 6 luni), hidrologie (12 luni) și, respectiv, impactul socioeconomic (24 de luni).

10.2. seceta agro-pedologică, este descrisă de uscăciunea în straturile de suprafață a solului (sau zona rădăcinilor), care apare într-un moment critic în timpul sezonului de vegetație, apărând ca consecință a secetei atmosferice, când odată cu intensificarea evaporării rezervele de umiditate disponibile plantelor în sol scad rapid și devin insuficiente pentru creșterea și dezvoltarea acestora.

Figură nr. 1:

Relația și propagarea tipurilor de secete



10.2.1. Indici utilizați, care definesc apariția secetei agro-pedologică sunt prezentați în tabelul nr.2.

*Tabel nr.2:  
Indici selectați ai secetei agro-pedologice  
(UNCCD, 2019; WMO & GWP, 2016; Salehnia et al., 2017)*

| <b>Indice</b>                                 | <b>Note</b>   |
|---|---|
| NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) | <a href="https://land.copernicus.eu/global/products/ndvi">https://land.copernicus.eu/global/products/ndvi</a> |
| VCI (Vegetation Condition Index)              | <a href="https://land.copernicus.eu/global/products/vci">https://land.copernicus.eu/global/products/vci</a>   |
| VPI (Vegetation Productivity Index)           | <a href="https://land.copernicus.eu/global/products/vpi">https://land.copernicus.eu/global/products/vpi</a>   |
| SWI (Soil Water Index)                        | <a href="https://land.copernicus.eu/global/products/swi">https://land.copernicus.eu/global/products/swi</a>   |
| SSM (Surface Soil Moisture)                   | <a href="https://land.copernicus.eu/global/products/ssm">https://land.copernicus.eu/global/products/ssm</a>   |

10.3. Seceta hidrologică, se instalează atunci când deficitele de precipitații pe o perioadă prelungită care afectează alimentarea cu apă de suprafață sau subterană, reducând astfel debitul, nivelul apelor subterane, ale râurilor și lacurilor, care va persista mult timp după ce seceta meteorologică s-a încheiat.

10.3.1. Indicii de secetă hidrologică utilizat pentru evaluarea secetei hidrologice este SDI (Streamflow Drought Index).

10.3.2. Drept parametri folosim: serii de timp istorice al valorilor lunare ale debitului (mediile lunare) cu o durată cât mai mare, recomandat peste 30 ani. Este utilizat pentru a monitoriza și identifica evenimentele de secetă cu referire la un anumit teritoriu, care poate fi, spre exemplu, un bazin sau un sub-bazin hidrografic;

10.3.3. Indici selectați ai secetei hidrologice sunt prezentate în tabelul nr.3.

*Tabel nr.3:  
Indici selectați ai secetei hidrologice  
(UNCCD, 2019; WMO & GWP, 2016; Salehnia et al., 2017)*

| <b>Indice</b>  | <b>Note</b>   |
|--|---|
| PHDI (Palmer Hydrological Drought Index), Palmer (1965)    | Sunt necesare serii de date complete. Estimările completează bilanțul apei, dar nu includ deciziile privind gestionarea apei și irigațiile. |
| SDI (Streamflow Drought Index), Nalbantis & Tsakiris, 2009 | Calculare similare cu SPI, dar folosind datele debitului în loc de precipitații.  |

10.3.4. Pentru a fi pus în aplicare în Republicii Moldova a fost selectat indicele SDI (SDI se definesc stări de secetă hidrologică care sunt identice cu cele utilizate în indicii de secetă meteorologică SPI și SPEI);

10.3.5. Sunt luate în considerare cinci stări care sunt notate printr-un număr întreg, care variază de la 0 (non-secetă) la 4 (secetă extremă), prezentate în tabelul nr.4.

*Tabel nr. 4:  
Clasificarea secetelor hidrologice după SDI  
(Nalbantis, 2008)*

| <b>Stare</b> | <b>Descriere</b> | <b>Criteriu (SDI)</b> |
|--------------|------------------|-----------------------|
| 0            | Fără secetă      | <0                    |
| 1            | Secetă ușoară    | -1,0 - 0              |
| 2            | Secetă moderată  | -1,5 - -1,0           |
| 3            | Secetă severă    | -2,0 - -1,5           |
| 4            | Secetă extremă   | < -2                  |

10.4. Seceta socio-economică, apare atunci când deficitul de apă începe să afecteze sănătatea, bunăstarea și calitatea vieții oamenilor:

10.4.1. afectează oferta și cererea de produse;

10.4.2. impune o cerere enormă de resurse de apă în mediul rural și urban, și o povară imensă pentru producția agricolă și de energie;

10.4.3. Indicatorul combinat de secetă cu folosirea informațiilor meteorologice, nivelului umidității solului și teledetecției permite monitorizarea într-un mod mai eficient a declanșării secetei și evoluției acesteia în timp și spațiu, prezentat în tabelul nr.5.

*Tabel nr. 5:  
Indici compuși ai secetei  
(UNCCD, 2019; WMO & GWP, 2016; Salehnia et al., 2017)*

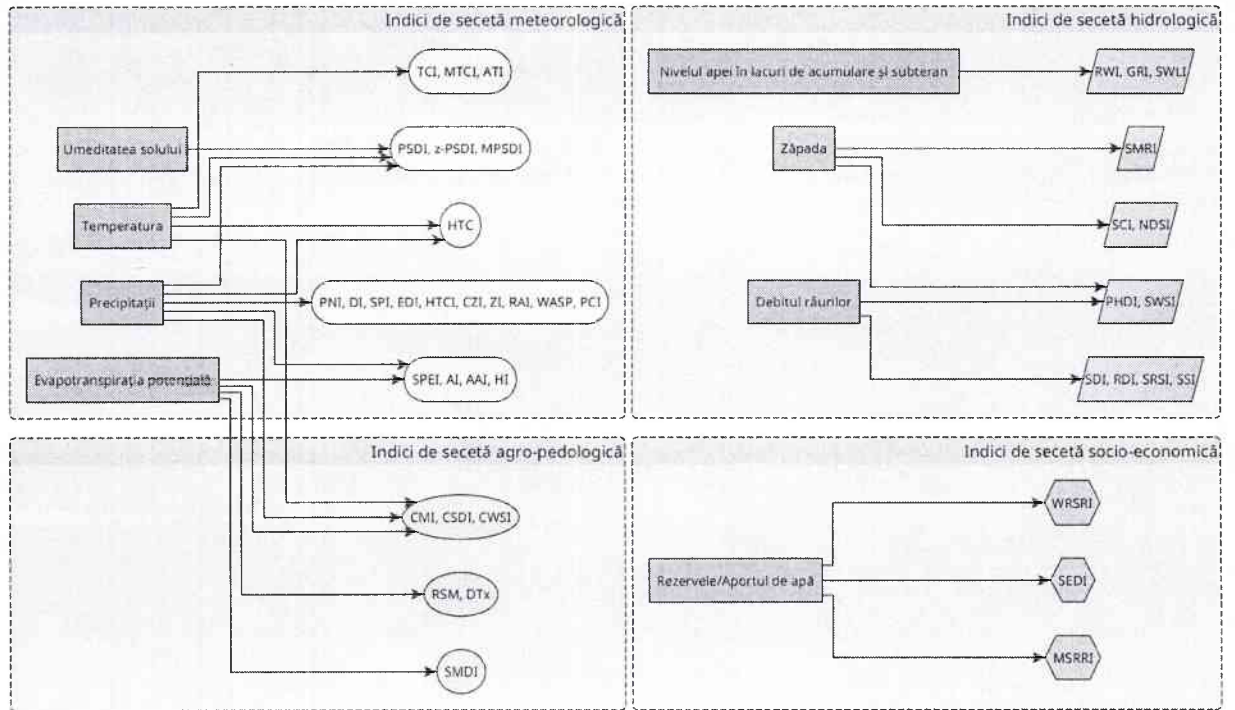
| <b>Indice</b>  | <b>Note</b>   |
|--|---|
| Combined Drought Indicator (CDI), Sepulcre-Canto et al. (2012),<br><a href="http://edo.jrc.ec.europa.eu/edov2/php/index.php?id=1000">http://edo.jrc.ec.europa.eu/edov2/php/index.php?id=1000</a> | Utilizează atât datele de suprafață (SPI, umiditatea solului) cât și date de la distanță. Disponibil pentru Europa, inclusiv Republica Moldova. |

11. Evaluarea severității secetei, sunt variabilele fizice: precipitațiile, temperaturile ș.a. sunt reprezentate prin indici de secetă.

11.1. Diferența dintre valorile acestora și pragul, utilizat pentru a descrie severitatea secetei.

11.2. În scopul analizei secetei, o serie de indicatori și indici consacrați se utilizează pe scară largă la nivel internațional (Figura 2).

Figură 2:  
Relația dintre indicatorii și indicii de secetă



12. Rezultatele evaluării stării de secetă se vor prezenta lunar, iar în perioadele de criză, decadal către factorii de decizie, publicul larg și alte părți interesate sub formă de Buletin informativ plasat pe pagina web a Serviciului Hidrometeorologic de Stat.

**Sistemul de gradații privind evaluarea stării de secetă**

1. Reprezentarea riscului gradual al fenomenelor periculoase prognozate la scara cu 4 culori a fost introdus în activitatea Serviciul Hidrometeorologic de Stat începând cu anul 2010.

2. Se folosesc următoarele gradații și criterii, bazate pe evaluarea concomitentă a indicelui SPEI (pentru intervalul de 1 lună și 3 luni) și SDI (la fel, intervalul de 1 lună și 3 luni) (Tabel nr.6).

Tabel nr.6:

Sistemul de gradații privind declanșarea stării de secetă

| Nivel               | Culoare | SPEI  | Funcția | SDI   |
|---------------------|---------|---|---------|---|
| Atenție             | galben  | SPEI3 < -1<br>sau<br>SPEI1 < -2                                       | și      | SDI1 > -1   |
| Avertizare          | oranj   | SPEI3 < -1<br>sau<br>SPEI1 < -2                                       | și      | SDI1 < -1   |
| Alertă              | roșu    | SPEI3 < -1<br>sau<br>SPEI1 < -2                                       | și      | SDI3 < -1<br>sau<br>SDI1 < -2   |
| Recuperare parțială | verde   | SPEI3(m-1) < -1 și SPEI3 > -1<br>sau<br>SPEI1(m-1) < -2 și SPEI1 > -2 | și      | SDI3(m-1) < -1 și<br>SDI3 > -1<br>sau<br>SDI1(m-1) < -2 și<br>SDI1 > -2 |
| Recuperare totală   | verde   | SPEI3(m-1) < -1 și SPEI3 > -1<br>sau<br>SPEI1(m-1) < -2 și SPEI1 > -2 | și      | SDI1 > -1   |

2.1. Codul VERDE: nu indică nicio precauție particulară pentru perioada imediat următoare, dar nu implică lipsa completă a episoadelor scurte (până la 1 decadă) de valuri de căldură sau uscăciune.

2.2. Codul GALBEN: corespunde situației de Atenție, se va folosi pentru situațiile când indicele SPEI3 înregistrează valori mai mici de -1 (ceea ce corespunde secetei moderate, dar prelungite mai mult de 1 lună) sau SPEI1 < -2 (corespunzător - secetei extreme), dar fără a fi înregistrată seceta hidrologică: SDI1 > -1. În aceste situații, SHS informează Ministerul Mediului pe canale oficiale despre necesitatea declanșării stării de Atenție la Secetă. Consecvent, se declanșează acțiunile de reacție prevăzute în tabelul nr. 1 din Regulamentul cu privire la planificarea gestionării secetei, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 779/2013. Se recomandă urmărirea periodică a evoluției fenomenelor meteorologice, pentru detalii, cu privire la intensitatea fenomenelor în decadele următoare.

2.3. Codul PORTOCALIU: corespunde situației de Avertizare de secetă, se va folosi pentru situațiile când indicele SPEI3 înregistrează valori mai mici de -1 (ceea ce corespunde secetei moderate prelungite) sau SPEI1 < -2 (corespunzător - secetă extremă), concomitent înregistrându-se și seceta hidrologică: SDI1 < -1. În aceste situații, SHS informează Ministerul Mediului pe canale oficiale

despre necesitatea declanșării stării de Avertizare de Secetă. Se înregistrează secetă cu potențial periculos de intensitate mare, care poate influența negativ activitățile socio-economice și pot cauza daune materiale substanțiale. Astfel, se declanșează acțiunile de reacție prevăzute în tabelul nr. 1 din Regulamentul cu privire la planificarea gestionării secetei, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 779/2013.

2.4. Codul ROȘU: corespunde situației de Alertă de secetă, condițiile fiind foarte periculoase. Sunt prognozate fenomene de secetă de intensitate extremă, sunt posibile daune materiale de proporții mari. Există probabilitatea instituirii situației excepționale pentru regiuni extinse. Se va folosi pentru situațiile când: indicele SPEI3 < -1 sau SPEI1 < -2 și, concomitent, SDI3 < -1 sau SDI1 < -2. În aceste situații, SHS informează Ministerul Mediului pe canale oficiale despre necesitatea declanșării stării de Alertă de Secetă. Se înregistrează secetă cu potențial periculos de intensitate mare și foarte mare, care poate influența negativ activitățile socio-economice și naturale și pot cauza daune economice și ecologice substanțiale. Astfel, se declanșează acțiunile de reacție prevăzute în tabelul nr. 1 din Regulamentul cu privire la planificarea gestionării secetei, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 779/2013.

### **Colectarea, sursele și utilizarea datelor**

1. Datele privind precipitațiile, temperaturile și debitul apei sunt esențiale pentru evaluarea stării de secetă, sursele de obținere ale acestora sunt următoarele :

1.1. Rețeaua de stații meteorologice, care colectează date privind precipitațiile, temperaturile și alți indicatori meteorologici.

1.2. Rețeaua hidrometrică, care colectează date privind nivelul apei, debitul apei și alte caracteristici hidrologice.

1.3. Alte surse de date, cum ar fi sateliții, radarele și modelele meteorologice numerice.

2. Datele privind precipitațiile, temperaturile și debitul apei pot fi utilizate pentru o varietate de scopuri în contextul evaluării stării de secetă, inclusiv:

2.1. Calculul indicilor de secetă: o serie de indicatori de secetă care pot fi calculați folosind datele privind precipitațiile, temperaturile și debitul apei. Acești indicatori pot fi utilizați pentru a monitoriza starea de secetă și pentru a evalua severitatea acesteia. Metodologia în cauză se axează pe doi asemenea indici: SPEI și SDI.

2.2. Modelele de prognoză a secetei pot fi utilizate pentru a prezice evoluția viitoare a secetei pe baza datelor istorice și a condițiilor meteorologice actuale.

2.3. Zonele vulnerabile la secetă pot fi identificate prin analizarea datelor privind precipitațiile, temperaturile și debitul apei, precum și a altor factori, cum ar fi tipul de sol și topografia terenului.

3. Pentru calculul indicilor de secetă se vor utiliza șiruri de date cu privire la temperaturile medii lunare, cantitatea lunară de precipitații și debitul mediu lunar pentru o perioadă minimă de 30 ani. Se recomandă a folosi șirul de date complet, începând cu anul 1960.

### Calculul indicatorilor de secetă: metoda de calcul SPEI

1. Pentru calcularea indicelui SPEI se utilizează SPEI Calculator, program de calculare a seriilor temporale ale indicelui standardizat al precipitațiilor-evapotranspirației (SPI).

2. Programul este executat din consola Windows. Dintr-un fișier de date de intrare lunară, care conține serii temporale de precipitații și temperaturi medii, plus coordonatele geografice ale stației, programul calculează SPEI acumulat în timpul specificat de utilizator și generează un nou fișier de date cu seria temporală SPEI.

3. Se creează un script batch (fișier text din SO Windows care conține o secvență de comenzi destinate a fi executate de un interpretor de comenzi) pentru automatizarea calculului SPEI pe un număr mare de stații sau pentru mai multe perioade (Vicente-Serrano et al., 2010).

The screenshot shows the Digital.CSIC website interface. At the top, there is a navigation bar with 'Producción CSIC', 'Pasarela', 'Estadísticas', and 'Contacto'. Below this is a search bar with 'DIGITAL.CSIC' and a search icon. The main content area displays a list of files for download:

| File Name       | Description  | Size     | Format                 | Action           |
|-----------------|--|----------|------------------------|------------------|
| spei_source.zip | C source code = Código fuente en C                             | 11,52 kB | Zip compressed archive | Visualizar/Abrir |
| spei.exe        | Windows 32 Executable File = Programa ejecutable de Windows 32 | 23,81 kB | Windows 32 .exe        | Visualizar/Abrir |

Below the file list, there is a button 'Mostrar el registro completo'. The 'CORE Recommender' section displays three recommended articles:

- Cuantificación con el SPEI de sequías históricas y bajo cambio climático probable en la estación climatológica Zacatecas, Mexico**  
Provided by: Directory of Open Access Journals | Publisher: 'Instituto Mexicano de Tecnología del Agua' | Year: 2018  
by: Daniel Francisco Campos-Aranda
- Regionalización del índice de sequía SPEI en España**  
Provided by: Agencia Estatal de Meteorología | Publisher: Agencia Estatal de Meteorología | Year: 2018  
by: Manzano Hernández Antonio, Morata Gasca Ana, Martín Pérez María Luisa, Luna Rico Yolanda, Tomas Burguera Miquel, Vicente Serrano Sergio Martín, Beguería Santiago, González Hidalgo José Carlos
- Evaluación de sequías estacionales para la Península Ibérica mediante los índices SPEI y SPAEI**  
Provided by: Agencia Estatal de Meteorología | Publisher: 'Agencia Estatal De Meteorología' | Year: 2018  
by: Yeste Donaire Patricio, García-Vaidacostas Ojeda Matilde, Romero Jiménez Emilio, Gárniz Fortis Sonia Raquel, Castro Díez Yolanda, Esteban Parra María Jesús

4. Executabilul *spei.exe* poate fi descărcat de pe: <http://hdl.handle.net/10261/10002>.

**Utilizare executabil:** *spei [timeInterval] [inputFile] [outputFile]*

**Argumente:**

*timeInterval* – intervalul de timp, în luni.

*InputFile* – numele fișierului de intrare, cu extensie.

*OutputFile* – numele fișierului de ieșire, cu extensie.

5. Indicele SPEI este un bilanț climatic lunar standardizat calculat ca diferența între precipitațiile acumulate și evapotranspirația potențială. Detalii despre calculul indicelui și aplicațiile pot fi găsite în articolul lui Vicente-Serrano et al. (2010).

5.1. SPEI poate fi calculat la scara lunară cu *timeInterval* = 1 sau acumulat la mai mult de o lună cu *timeInterval* > 1. Valorile tipice sunt 1, 3, 6, 12 și 24 de luni. Dacă se calculează indicele acumulat, data de începere a seriei SPEI rezultate va fi întârziată cu un număr de luni egal cu *timeInterval* – 1.

5.2. Fișierul de intrare (*inputFile*) poate avea orice extensie (*txt*, *dat*), dar trebuie să fie un fișier text simplu (ASCII). Structura fișierului este următoarea:



```
*chisinau_spei.txt
File Edit Search Options Help
chisinau|
46.971626
1961;1
12
34;-3.3
23;-0.2
8;6.5
53;12.8
82;14.1
76;20.9
38;21
30;21.2
2;17
7;10.2
57;5.8
40;-1.1
15;-0.2
```

5.2.1. Prima linie conține numele stației și este folosită doar în scopuri de identificare.

5.2.2. A doua linie este latitudinea stației, în grade zecimale.

5.2.3. Al treilea rând conține anul și luna (1961;1) primei înregistrări din seria temporală, separate prin punct și virgulă (;).

5.2.4. A patra linie conține caracterul sezonier al seriei de timp și trebuie setată la 12.

5.2.5. Din a cincea linie, se conține seria de date privind precipitațiile lunare și temperatura medie, separate prin punct și virgulă (;). Seria trebuie să fie continuă.

5.2.6. Lacunele și valorile lipsă nu sunt permise.

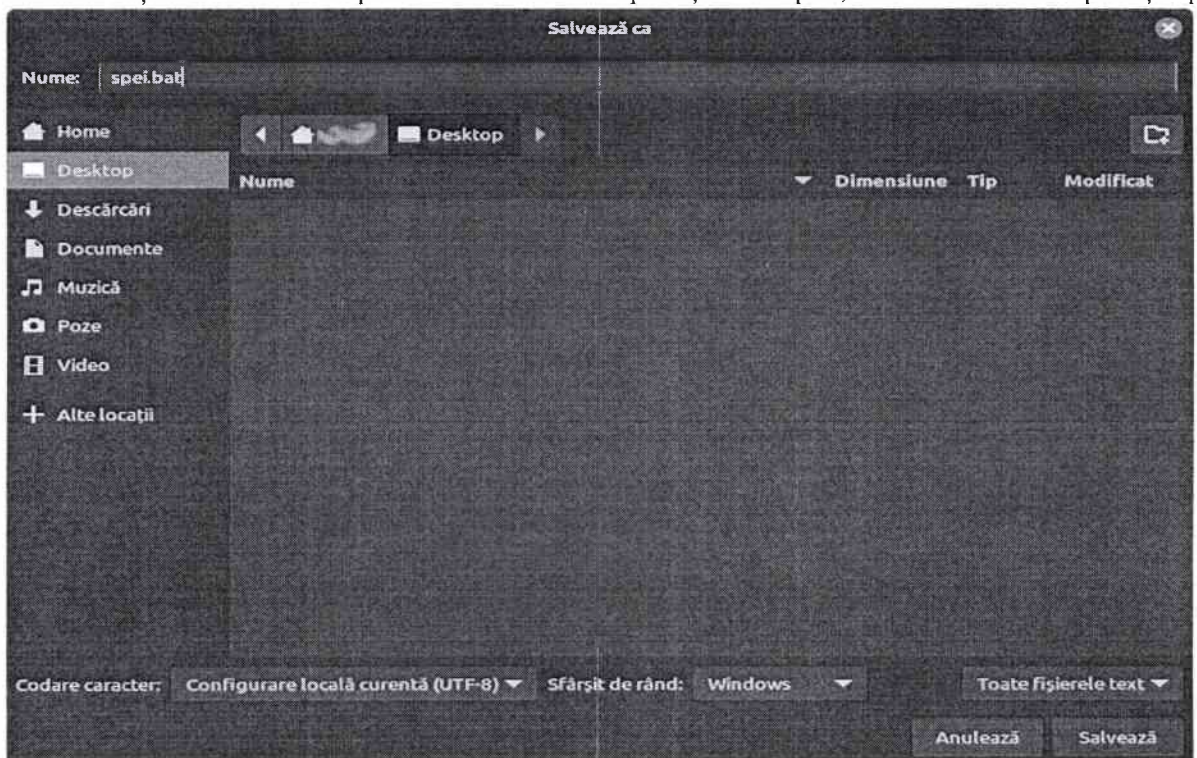
5.2.7. Programul este rulat în consola Windows. Astfel, executabilul **spei.exe**, împreună cu fișierul cu date de intrare *chisinau\_spei.txt* (având structura de mai sus) se vor plasa în același director. În același director va fi creat un fișier **batch**, cu extensia \*.bat și cu următorul conținut:

```
Deschide + *Document fără nume 1 Salvează ☰ - □ ×
spei 1 chisinau_spei.txt chisinau_spei_1.txt
spei 3 chisinau_spei.txt chisinau_spei_3.txt
spei 6 chisinau_spei.txt chisinau_spei_6.txt
spei 12 chisinau_spei.txt chisinau_spei_12.txt
spei 24 chisinau_spei.txt chisinau_spei_24.txt
```

```
Text simplu ▼ Lățime tab: 8 ▼ Rând 5, Col 47 ▼ INTR
```

5.2.7.1. Liniile de comenzi vor fi adaptate corespunzător (conform denumirii fișierelor de date de intrare și ieșire) pentru fiecare stație meteorologică.

5.2.7.2. Fișierul **batch** se poate crea folosind aplicația Notepad, sau oricare altă aplicație pentru



editare text simplu și salvat ca **spei.bat**.

5.2.7.3. Fișierul executabil (spei.bat) va fi rulat apoi cu dublu clic, iar ca rezultat se vor genera 5 fișiere text: *chisinau\_spei\_1.txt*, *chisinau\_spei\_3.txt*, *chisinau\_spei\_6.txt*, *chisinau\_spei\_12.txt* și *chisinau\_spei\_24.txt*, conținând valorile pentru SPEI1, SPEI3, SPEI6, SPEI12 și SPEI24, adică seriile pentru intervale de acumulare de 1, 3, 6, 12 și 24 luni.

5.3. Fișierele de ieșire (outputFile), la fel, poate avea orice extensie (recomandat txt, dat). Acestea vor fi fișiere de text simplu (ASCII), cu următoarea structură:



```
chisinau
46.971626
1961;1
12
0.048941
-0.353671
-1.641203
0.079091
1.291274
0.116957
-0.582430
-0.193369
-1.207243
-0.999795
0.555198
0.222266
-0.959966
```

5.3.1. Primele trei linii conțin numele stației, latitudinea geografică și data inițială (anul; luna) a seriei SPEI. A patra linie conține sezonabilitatea seriei de timp, timeInterval (12 luni, în exemplu). Urmează seria temporală SPEI, începând de la rândul al cincilea.

6. Metoda de calcul a indicelui SDI se utilizează în cazul seriilor temporale ale indicelui standardizat al precipitațiilor (SPI).

6.1. Programul este executat din consola Windows. Dintr-un fișier de date de intrare care conține serii de timp lunare de debitele medii, programul calculează SDI acumulat la intervalul de timp specificat de utilizator și generează un nou fișier de date cu seria de timp SDI.

6.2. Se creează un script **batch** pentru automatizarea calculului SDI pe un număr mare de stații sau pentru mai multe perioade (Vicente Serrano, 2002).

6.2.1. Executabilul **spi.exe** poate fi descărcat de la: <http://hdl.handle.net/10261/10006>.

Ficheros en este ítem:

| Fichero             | Descripción   | Tamaño   | Formato    |                                  |
|---------------------|---|----------|------------|----------------------------------|
| sdi.exe             | Executable file (Win32 Application) = Fichero ejecutable de Windows 32  | 72 kB    | Win32 .exe | <a href="#">Visualizar/Abrir</a> |
| saopaulo.txt        | Example input file with data from Sao Paulo (Brazil) = Archivo de datos de ejemplo, correspondientes a la localidad de Sao Paulo (Brasil) | 8,15 kB  | Text       | <a href="#">Visualizar/Abrir</a> |
| saopaulo_sdi_12.txt | Example output file = Archivo de resultados de ejemplo  | 13,21 kB | Text       | <a href="#">Visualizar/Abrir</a> |
| sdi_manual_en.pdf   | Instruction manual, in english = Manual de uso en inglés  | 90,2 kB  | Adobe PDF  | <a href="#">Visualizar/Abrir</a> |
| sdi_manual_es.pdf   | Manual de uso en español = Instruction manual, in spanish   | 96,43 kB | Adobe PDF  | <a href="#">Visualizar/Abrir</a> |

6.2.1.1. După descărcare, se recomandă redenumirea fișierului din **sdi.exe** în **sdi.exe**.

**Utilizare executabil:** *sdi [timeInterval] [inputFile] [outputFile]*

**Argumente:**

*timeInterval* – intervalul de timp, în luni.

*inputFile* – numele fișierului de intrare, cu extensie.

*outputFile* – numele fișierului de ieșire, cu extensie.

6.2.2. SDI poate fi calculat la scară lunară cu *timeInterval* = 1, sau acumulată pe mai mult de o lună cu *timeInterval* > 1. Valori tipice pentru intervalul de timp sunt: 1, 3, 6, 12 și 24 luni. Dacă se calculează indicele acumulat, data de începere a seriei SDI rezultate va fi întârziată cu un număr de luni egal cu *timeInterval* - 1.

6.2.3. Fișierul de intrare (*inputFile*) poate avea orice extensie (txt, dat), dar trebuie să fie un fișier text simplu (ASCII). Structura fișierului este următoarea:

|    |              |
|----|--------------|
| 1  | Raut-Jeloboc |
| 2  | 1961;1       |
| 3  | 12           |
| 4  | 11.4         |
| 5  | 10.5         |
| 6  | 13.0         |
| 7  | 3.72         |
| 8  | 6.89         |
| 9  | 18.6         |
| 10 | 2.78         |
| 11 | 0.72         |
| 12 | 0.40         |
| 13 | 0.33         |
| 14 | 1.32         |
| 15 | 1.68         |
| 16 | 2.30         |
| 17 | 2.87         |

6.2.3.1. Prima linie conține numele stației/postului și este folosită doar în scopuri de identificare.

6.2.3.2. Rîndul doi conține anul și luna primei înregistrări din seria temporală, separate prin punct și virgulă (;).

6.2.3.3. A treia linie conține sezonalitatea seriei de timp și trebuie setată la 12. Seria de date privind debitele medii lunare începe de la rîndul patru. Lacunele și valorile lipsă nu sunt admise.

6.3. Programul este rulat în consola Windows. Astfel, executabilul **sdi.exe** (spi.exe redenumit), împreună cu fișierul cu date de intrare **Raut-Jeloboc.txt** (având structura de mai sus) se vor plasa în același director.

6.3.1. În același director va fi creat un fișier **batch**, cu extensia \*.bat și cu următorul conținut:

```

Deschide + *Document fără nume 1 Salvează - □ ×
sdi 1 Raut-Jeloboc.txt Raut-Jeloboc_sdi1.txt
sdi 3 Raut-Jeloboc.txt Raut-Jeloboc_sdi3.txt
sdi 6 Raut-Jeloboc.txt Raut-Jeloboc_sdi6.txt
sdi 12 Raut-Jeloboc.txt Raut-Jeloboc_sdi12.txt
sdi 24 Raut-Jeloboc.txt Raut-Jeloboc_sdi24.txt

```

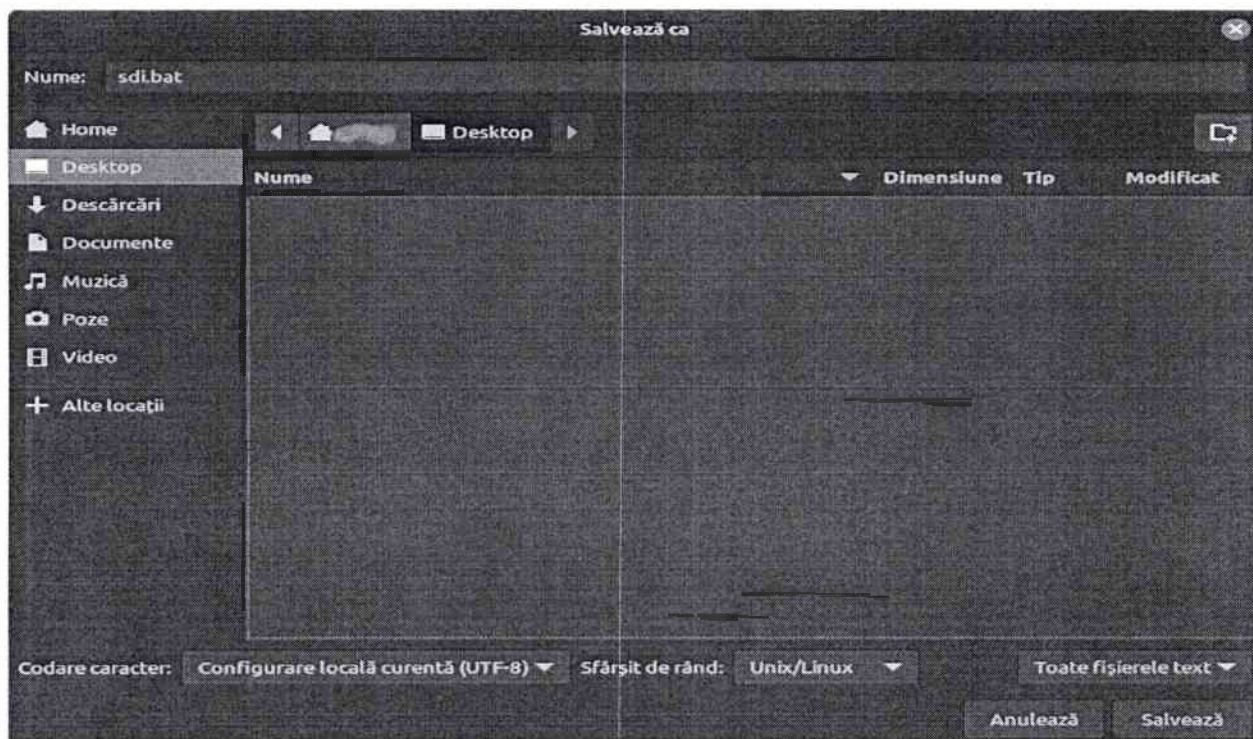
```

Text simplu ▼ Lățime tab: 8 ▼ Rând 5, Col 43 ▼ INTR

```

6.3.2. Liniile de comenzi vor fi adaptate corespunzător (conform denumirii fișierelor de date de intrare și ieșire) pentru fiecare stație/post hidrologic.

6.3.3. Fișierul **batch** se poate crea folosind aplicația Notepad sau oricare altă aplicație pentru editare text simplu și salvat ca **sdi.bat**.



6.3.4. Fișierul executabil (sdi.bat) va fi rulat apoi cu dublu clic, iar ca rezultat se vor genera 5 fișiere text: *Raut-Jeloboc\_sdi1.txt*, *Raut-Jeloboc\_sdi3.txt*, *Raut-Jeloboc\_sdi6.txt*, *Raut-Jeloboc\_sdi12.txt* și *Raut-Jeloboc\_sdi24.txt*, conținând valorile pentru SDI1, SDI3, SDI6, SDI12 și SDI24, adică seriile pentru intervale de acumulare de 1, 3, 6, 12 și 24 luni.

6.4. Fișierele de ieșire (outputFile), la fel, poate avea orice extensie (recomandat .txt, .dat). Acesta va fi un fișier text simplu (ASCII), cu următoarea structură:

```

1 Raut-Jeloboc
2 1961;1
3 12
4 0.855186
5 0.254910
6 0.010059
7 -3.090232
8 0.205767
9 1.174967
10 -0.400920
11 -1.797439
12 -3.090232
13 -2.220900
14 -3.090232
15 -3.090232
16 -1.696841
17 1.677244

```

6.4.1. Primele două linii conțin numele stației și data inițială (anul, luna) a seriei SDI.

6.4.1.1. A treia linie conține sezonabilitatea seriei de timp, timeInterval (12 luni, în exemplu).

6.4.1.2. Urmează seria temporală SDI, începând de la rândul al patrulea.

### Analiza spațială și temporală a secetei

1. Hazardul secetei meteorologice și frecvența se calculează ca raport între numărul de apariții din fiecare categorie SPEI și numărul total de evenimente numărate pentru toate stațiile dintr-o anumită regiune și pentru un anumit SPEI calculat pentru diferite întârzieri (1, 3, 6, 12 și 24 luni).

1.1. Scopul analizei este identificarea tiparelor spațiale de distribuție a frecvenței secetelor moderate, severe și extreme pe țară pentru diferite întârzieri SPEI pe baza distribuției individuale a frecvenței stației.

1.2. Distribuția de frecvență a valorilor SPEI a fost calculată pentru fiecare stație, iar distribuția de frecvență a celor trei categorii de secetă (moderată, severă și extremă) a fost apoi reprezentată la nivel de țară.

2. Seceta meteorologică este determinată de deficiența de precipitații și poate fi relativ ușor identificată din indici de secetă (precum SPI sau SPEI) la scară lunară.

2.1. Distribuția spațială a categoriilor de secetă, după frecvență, arată, pentru secetele extreme, o frecvență ridicată (peste 1,1% din durata totală perioadei de studiu) în partea central-vestică a Republicii Moldova, înregistrându-se tendința de descreștere a frecvenței secetelor extreme spre NE și SV.

2.1.1. Pentru secetele severe, observăm o mai mare uniformitate, cu valori de 3-4% din luni, cu reducere a valorilor spre NV.

2.1.2. Secetele moderate sunt mai frecvente în partea de Nord a Republicii Moldova (12-13% din timp), iar cele ușoare se reduc ca frecvență de la Vest spre Est (de la peste 15,7% până la sub 14,7% din durata totală aflată în rezultatul unui studiu).

3. Seceta agro-pedologică este determinată de reducerea umidității solului, la care se adaugă, în consecință, stresul hidric al plantelor, reducerea biomasei și a randamentului agricol. Durează luni și este identificabilă cu ajutorul indicilor SPEI 3 și SPEI 6.

3.1. SPEI 3, distribuția spațială a categoriilor de secetă, după frecvență, arată, pentru secetele extreme, o frecvență ridicată (peste 1,1% din durata totală perioadei de studiu) în partea vestică, sudică și Sud-Estică a Republicii Moldova, înregistrându-se tendința de descreștere a frecvenței secetelor extreme spre N și SV.

3.1.1. Pentru secetele severe, observăm o descreștere a frecvenței de la Nord (peste 5,9% de timp) la Sud (4-5%). De asemenea, se observă o reducere a cazurilor de secetă severă spre Vest (Câmpia Prutului de Mijloc) și Est.

3.1.2. Secetele moderate sunt mai frecvente în partea de Nord-Est a Republicii Moldova (10,4% din timp), iar cele ușoare se reduc ca frecvență spre Nord și Est (de la peste 16,7% până la sub 14,7% din durata totală aflată în studiu).

3.2. Conform SPEI 6, distribuția spațială a categoriilor de secetă, după frecvență, arată, pentru secetele extreme, o frecvență ridicată (peste 1,1% din durata totală perioadei de studiu) în cea mai mare parte a Republicii Moldova, mai puțin în Podișul Codrilor și Podișul Nistrului.

3.2.1. Pentru secetele severe, observăm o descreștere a frecvenței de la Nord-Vest și Sud-Est (de la 5,9% la sub 3,1% de timp).

3.2.2. Secetele moderate sunt mai frecvente în partea centrală a Republicii Moldova (peste 10,4% din timp), iar cele ușoare sunt cele mai frecvente în Nord, Sud și Est (de la peste 17,8% până la sub 14,7% din durată totală aflată în studiu).

4. Seceta hidrologică poate fi identificată, de asemenea, din indicele SPEI 12, pe când SPEI 24 descrie bine seceta socio-economică.

4.1. Conform SPEI 12, distribuția spațială a categoriilor de secetă, după frecvență, arată, pentru secetele extreme, o frecvență ridicată (peste 1,1% din durată totală perioadei de studiu) în Sud și Sud-Est, și mai redusă în Podișul Codrilor și Podișul Nistrului.

4.1.1. Pentru secetele severe, observăm o descreștere a frecvenței de la Nord-Est și Sud-Vest (de la 5,9% la sub 4% de timp).

4.1.2. Secetele moderate sunt mai frecvente în partea centrală a Republicii Moldova (peste 13,2% din timp) și în extremitatea sudică, iar cele ușoare sunt cel mai frecvente în Nord-Vest și Sud-Est (de la peste 17,8% până la sub 14,7% din durată totală aflată în studiu).

4.2. Indicele SPEI 24, arată o distribuție spațială a categoriilor de secetă, după frecvență, pentru secetele extreme, cu o frecvență ridicată (peste 1,1% din durată totală perioadei de studiu) în Vest, Est și Sud-Est, și mai redusă în Podișul Codrilor și Podișul Moldovei de Nord.

4.2.1. Pentru secetele severe, observăm o descreștere a frecvenței spre Est și Sud-Est (de la 5,9% la sub 3,1% de timp).

4.2.2. Secetele moderate sunt mai frecvente în partea de Nord a Republicii Moldova (peste 13,2% din timp) și în extremitatea sudică, iar cele ușoare sunt cel mai frecvente în Vest, Sud și Sud-Est (de la peste 17,8% până la sub 14,7% din durată totală aflată în studiu).

### Realizarea hărților de secetă, metodele de interpolare

1. Hărțile de secetă vor fi realizate prin interpolare spațială a datelor punctuale de la stațiile meteorologice și hidrometrice:
  - 1.1. interpolarea Kriging;
  - 1.2. interpolarea Spline;
  - 1.3. interpolarea Ponderare Inversă la Distanță (IDW);
  - 1.4. indicatorii calculați pentru stații/posturi pot fi spațializați folosind metoda poligoanelor Voronoi.
2. Utilizarea sistemelor SIG (Sistemele informaționale geografice):
  - 2.1. Sistemele informaționale geografice vor fi utilizate pentru a crea hărți de secetă care prezintă distribuția spațială a severității secetei la un anumit moment în timp;
  - 2.2. Hărțile pot fi suprapuse cu alte date geografice, cum ar fi tipul de sol, topografia terenului, infrastructura agricolă și distribuția populației, pentru a oferi o imagine mai completă a impactului secetei.
3. Comunicarea vizuală:
  - 3.1. hărțile de secetă ar trebui să fie concepute pentru a fi ușor de interpretat de către publicul țintă;
  - 3.2. se utilizează culori și simboluri intuitive pentru a reprezenta diferitele categorii de secetă.
4. Pentru identificarea zonelor afectate de secetă se efectuează:
  - 4.1. Analiza hărților de secetă: hărțile de secetă vor fi utilizate pentru a identifica zonele care sunt afectate de secetă la un anumit moment în timp;
    - 4.2. Analiza datelor de producție agricolă: scăderea producției agricole poate fi un indicator al impactului secetei. Datele de producție agricolă pot fi colectate de la autoritățile sau organizațiile agricole sau statistice.
      - 4.3. Analiza sondajelor și interviurilor cu fermierii și alte părți interesate, care pot oferi informații valoroase despre impactul secetei la nivel local.
    - 4.4. Analiza tendințelor temporale ale secetei:
      - 4.1.1. Analiza seriilor temporale ale indicilor de secetă pentru a identifica tendințe pe termen lung.
    - 4.5. Comparatie cu valorile climatice medii cu valorile climatice medii calculate pe o perioadă de referință relevantă (de exemplu, 30 de ani). Acest lucru permite identificarea abaterilor semnificative de la normală și evaluarea severității secetei.
    - 4.6. Analiza de frecvență și severitatea evenimentelor de secetă pe parcursul timpului.
    - 4.7. Modele climatice pot fi utilizate pentru a proiecta tendințele viitoare ale secetei în contextul schimbărilor climatice.