

## POSSIBILITĂȚI DE ESTIMARE A VARIABILITĂȚII CLIMATICE PRIN INTERMEDIUL UNOR NOI INDICI ELABORAȚI LA NIVEL REGIONAL

**Maria NEDEALCOV**, prof. univ., dr. hab., membru corespondent AȘM

Institutul de Ecologie și Geografie

**Rezumat.** Variabilitatea climatică esențială în structura extremelor termice, valorile minime și maxime, temperaturile în cea mai rece și cea mai caldă lună a anului și, respectiv, amplitudinile lor termice, au condiționat elaborarea indicelui variabilității termice (IVT) și a Indicelui Variabilității Singularităților Termice (IVST). Excesele de precipitații și consecințele acestora au contribuit la elaborarea Indicelui exceselor pluviometrice ( $I_p$ ) și a Indicelui periculozității exceselor pluviometrice (PPI). Pentru a evidenția impactul (negativ sau favorabil) asupra sectorului agricol, au fost elaborați Indicele perioadelor uscate (Izu) și Coeficientul Nedealcov-Rapcea a pretabilității climei pentru calitatea strugurilor (CNR). Impactul negativ pe care îl au zilele caniculare majorate asupra stării ecosistemului forestier a determinat elaborarea Indicelui Aridității de Stres Forestier (FASI). Considerăm, că deși sunt cunoscuți o multitudine de indici climatici meniți să contribuie la estimări climatice complexe, elaborarea indicilor regionali (unii având aplicabilitate și peste hotarele țării) scot în evidență particularitățile regionale de manifestare a climei actuale și a impactului variabilității și a schimbărilor climatice asupra diferitor activități cotidiene.

**Cuvinte cheie:** Indicele Variabilității Termice (IVT), Indicele Variabilității Singularităților Termice (IVST), Indicele exceselor pluviometrice ( $I_p$ ), Indicele perioadelor uscate (Izu), Coeficientul Nedealcov-Rapcea a pretabilității climei pentru calitatea strugurilor (CNR), Indicele Aridității de Stres Forestier (FASI).

**Abstract.** The essential climatic variability in the structure of thermal extremes, the minimum and maximum values, the temperatures in the coldest and warmest month of the year and their thermal amplitudes, respectively, conditioned the elaboration of the Thermal Variability Index (IVT) and the Singularity Thermal Variability Index (IVST). Rainfall excesses and their consequences have contributed to the elaborated of the Rainfall Excess Index ( $I_p$ ) and the Rainfall Hazard Index (PPI). In order to highlight the impact (negative or favorable) on the agricultural sector, the Index of Dry Periods (Izu) and the Nedealcov-Rapcea Coefficient of climate pretability for grape quality (CNR) were elaborated. The negative impact that the increased hot days have on the state of the forest ecosystem determined the elaboration of the Forest Stress Aridity Index. We believe that, although a multitude of climate indices are known to contribute to complex climate estimates, the development of regional indices (some of which are applicable abroad) highlights the regional peculiarities of the current climate and the impact of climate variability and change for different daily activities.

**Key words:** Thermal Variability Index (IVT), Singularity Thermal Variability Index (IVST), Rainfall Excess Index ( $I_p$ ), Index of Dry Periods (Izu), Nedealcov-Rapcea Coefficient of climate pretability for grape quality (CNR), Forest Stress Aridity Index (FASI).

### Introducere

Fluctuațiile parametrilor climatici (temperatura, precipitațiile atmosferice, regimul radiativ, eolian, etc.) de la an la an față de media lor multianuală, indiferent de tendința de evoluție staționară, progresivă sau regresivă, reprezintă nu altceva decât variabilitatea

climatică. Noțiunea de schimbări climatice include în sine orice formă de variație climatică progresivă sau regresivă de lungă durată, determinată de factorii naturali și antropici. Esența acestor noțiuni și reflectă obiectivele principale în elaborarea diverselor metode deterministe și stocastice, a noilor indici climatici, necesari în estimarea fenomenelor și proceselor climatice ce se petrec în prezent într-un ritm accelerat.

Așadar, problematica abordării variabilității climatice și a schimbărilor climatice este destul de actuală, din motive că limitele de variație a multor parametri climatici s-au schimbat esențial față de secolul trecut și vor continua să se schimbe, procesul fiind în plină derulare și până când, nu se întrevede o posibilă stopare sau încetinire. Consecințele schimbărilor climatice, exprimate prin alternările frecvente ale perioadelor antipode (fie reci-calde sau uscat-umede), argumentează elaborarea celor 7 indici climatici la nivel regional.

### **Materiale și metode de cercetare**

Așadar, variabilitatea climatică esențială în structura extremelor termice, adică a valorilor minime și maxime, a temperaturilor din cea mai rece și cea caldă lună a anului și respectiv a amplitudinilor termice ale acestora, a condiționat elaborarea Indicelui Variabilității Termice (*IVT*) și a Indicelui Variabilității Singularităților Termice (*IVST*). Excesele pluviometrice și consecințele acestora au contribuit la apariția Indicelui exceselor pluviometrice (*Ip*) și a Indicelui periculozității exceselor pluviometrice (*IPP*). Pentru evidențierea impactului (negativ sau favorabil) asupra sectorului agricol au fost elaborați Indicele perioadelor uscate (*Izu*) și Coeficientul Nedeadcov-Rapcea a pretabilității climei pentru calitatea strugurilor (*CNR*). Impactul negativ pe care îl au zilele caniculare majorate asupra stării ecosistemului forestier a determinat elaborarea Indicelui Aridității de Stres Forestier (*FASI*). Considerăm, că deși sunt cunoscuți o multitudine de indici climatici meniți să contribuie la estimări climatice complexe, elaborarea indicilor regionali (unii având aplicabilitate și peste hotarele țării) scot în evidență particularitățile regionale de manifestare a climei actuale și a impactului variabilității și a schimbărilor climatice asupra diferitelor activități cotidiene.

### **Rezultate și discuții**

Indicele Variabilității Termice (*IVT*), reprezintă coraportul dintre diferența amplitudinilor termice din cea mai caldă (*TVII*) și cea mai rece lună a anului (*TI*), exprimat prin următoarea expresie [2]:

$$IVT = \frac{At - TVII}{At - TI} * 100 \quad (1)$$

Calificativele acestui indice (tab.1), indică că în cazul însumării valorilor incluse în limitele 8,1...10,0 - variabilitatea climatică se consideră moderată. Când acest indice înglobează valori în limitele 14,1...16,0 variabilitatea climatică este semnificativă.

**Tabelul 1. Calificativele Indicelui Variabilității Termice, IVT**

Indicele Variabilității Termice, <i>IVT</i>	Calificativele
Moderat	8,1-10,0
Mediu	10,1-12,0
Înalt	12,1-14,0
Semnificativ	14,1-16,0

În cazul evidențierii variabilității singularităților (extremelor absolute) termice se propune a fi calculat Indicele Variabilității Singularităților Termice (*IVST*) prin intermediul formulei [2]:

$$IVST = \frac{At - T_{max.abs.}}{At - T_{min.abs.}} * 100 \quad (2)$$

unde: *At* – amplitudinea termică, *T<sub>max.abs.</sub>*- temperatura maximă absolută, *T<sub>min.abs.</sub>*- temperatura minimă absolută.

În cazul calculului acestui indice, valorile identificării variabilității extremelor termice practic se dublează, față de valorile *IVT*. Calificativele Indicelui Variabilității Singularităților Termice incluse în tabelul 2 indică că în cazul variabilității extremelor termice moderate, acestea vor fi cuprinse în limitele 17,1...24,0, atunci când variabilitatea extremelor termice va fi semnificativă, valorile acestui indice vor varia în diapazonul 30,1...33,0.

**Tabelul 2. Calificativele Indicelui Variabilității Singularităților Termice, IVST**

Indicele Variabilității Singularităților Termice, <i>IVST</i>	Calificativele
Moderat	17,1-24,0
Mediu	24,1-27,0
Înalt	27,1-30,0
Semnificativ	30,1-33,0

Intensificarea procesului de aridizare în perioada activă de vegetație, cu precădere în cadrul lunilor mai-august, la nivel regional, tot mai distructiv influențează decurgerea principalelor faze de ontogeneză. Acest proces a determinat elaborarea [1] Indicelui perioadelor uscate (*I<sub>zu</sub>*), care reprezintă coraportul dintre numărul zilelor uscate înregistrate în ani concreți către media lor multianuală, exprimat prin:

$$I_{zu} = \frac{\sum z_{u(v-vIII)}}{\bar{x}_{zu(v-vIII)}}, \quad (3)$$

unde:  $\Sigma_{ZU (V-VIII)}$  – suma zilelor uscate înregistrate în perioada (mai-august), când are loc creșterea și dezvoltarea intensivă a culturilor agricole;  $\bar{X}_{ZU (V-VIII)}$  – media multianuală a zilelor uscate (lunile mai-august).

Calificativele  $I_{ZU}$  permit evidențierea gradului de ariditate a perioadelor cu zile uscate, prin creșterea valorilor sale. Astfel, în cazul  $I_{ZU} = 2,1$ - numărul zilelor uscate întrece dublu media multianuală ale acestora, instalându-se o perioadă uscată semnificativă. Această valoare practic reprezintă o perioadă de mai mult de o lună (30 zile și mai mult) din cadrul celor patru luni, în care „zilele uscate” se caracterizează prin temperaturi diurne de  $\geq 25^{\circ}\text{C}$  și umiditatea relativă a aerului sub  $U_r \leq 30\%$ , acestea având un impact negativ în creșterea și dezvoltarea culturilor agricole.

În luna august se atestă o majorare semnificativă a valorilor termice, cu precădere în ultimele decenii, perioadă de timp, în care fondul termic împreună cu umiditatea relativă a aerului, sunt extrem de necesare în procesul de acumulare a zahărului. În colaborare cu specialiștii de domeniu [1], a fost elaborat Coeficientul (Nedealcov-Rapcea) de pretabilitate a climei pentru calitatea strugurilor:

$$CNR_{VIII} = \frac{U_r}{T_{max.}} + T_{min.}, \quad (4)$$

unde:  $U_r$ - umiditatea relativă a aerului,  $T_{max.}$  și  $T_{min.}$  sunt respectiv minimele și maximele absolute lunare.

**Tabelul 3. Cuantificarea Coeficientului Nedealcov-Rapcea a pretabilității climei pentru calitatea strugurilor**

Nr.	Coeficientul CNR	Cuantificarea CNR
1.	7,0-9,9	nefavorabile
2.	10,0-12,9	favorabile
3.	13,0-14,9	foarte favorabile
4.	<15,0	extrem de favorabile

Potrivit calificativelor  $CNR$ , în cazul valorilor 7,0...9,9 - se stabilesc condiții nefavorabile în obținerea unei calități înalte a strugurilor. Când  $CNR$  este cuprins în limitele 10,0...12,9 - clima este favorabilă în obținerea strugurilor de calitate, în cazul valorilor 13,0...14,9- condițiile climatice sunt foarte favorabile, iar când valorile  $CNR$  depășesc limita de 15,0 unități - condițiile climatice sunt extrem de favorabile în acumularea zahărului în struguri (tab.3).

Deoarece proprietățile gustative sunt dovada calității recoltei viței de vie, iar intensitatea acumulării zahărului în boboșele acesteia, diferă de la an la an, chiar și în cazul aceluiași soi și aceluiași areal geografic, considerăm oportun estimarea spațio-temporală a

acestui indice – informație extrem de utilă și necesară în fundamentarea amplasării corecte a plantațiilor cu vii pe teritoriul Republicii Moldova, în noile condiții climatice.

Pentru prima dată, se propune Indicele Aridității de Stres Forestier (Forest Aridity Stress Index, *FASI*), care ia în calcul evapotranspirația și umiditatea relativă a aerului în perioada cea mai sensibilă (mai-august) pentru dezvoltarea arborilor:

$$FASI = (E_{ov} + E_{ovi} + E_{ovii} + E_{oviii}) / (R_v + R_{vi} + R_{vii} + R_{viii}) \quad (5)$$

în care,  $E_o$ - reprezintă evapotranspirația sau evaporația potențială în lunile sus nominalizate, iar  $R$ - este umiditatea relativă a aerului pentru aceiași perioadă.

Considerăm, că coraportul dintre evapotranspirație către umiditatea relativă a aerului în cele mai sensibile luni pentru creșterea și dezvoltarea arborilor (V, VI, VII, VIII ), reflectă la etapa actuală starea de stres a condițiilor de ariditate pentru pădurile Republicii Moldova, care în ultimii ani se confruntă cu uscarea acestora.

Deci, cuantificarea *FASI* reflectă condițiile de stres, adică reacția de răspuns a pădurilor către condițiile aride care se manifestă în ultima perioadă de timp ca consecință a schimbărilor climatice (tab.4). Astfel, conform valorilor *FASI*, pentru pădurile Republicii Moldova, condițiile aride se stabilesc în cazul când valorile acestuia sunt în limitele 2,51-3,00. Condiții aride de stres se observă în atunci, când valorile *FASI* însumează valori de 3,01-3,50, iar în cazul valorilor 3,51-4,00, condițiile climatice în lunile mai-august se caracterizează ca excepțional aride de stres. În anii cu astfel de condiții aride se pot declanșa incendiile în păduri. De aceea, în ultima cuantificare, asemenea condiții aride pot pune în pericol existența totală a pădurilor.

**Tabelul 4. Tipul condițiilor aride de stres identificate conform FASI**

<b>FASI</b>	<b>Tipul condițiilor aride de stres</b>
≤1,99	condiții climatice normale
2,00-2,50	condiții relativ aride
2,51-3,00	condiții aride
3,01-3,50	condiții aride de stres
3,51-4,00	condiții excepțional aride de stres
≥4,01	condiții aride de stres total

Pe lângă perioadele secetoase, precipitațiile maxim diurne, pot avea o frecvență și intensitate majoră de manifestare cu înregistrarea pierderilor materiale semnificative. De aceea este necesară o estimare cantitativă și calitativă a unor asemenea condiții climatice.

În cazul, în care excesele pluviometrice diurne sunt declanșatoare în manifestarea altor riscuri naturale, pentru estimarea perioadelor cu exces de precipitații, a fost elaborat [1] Indicele exceselor pluviometrice (*Ip*):

$$I_p = \frac{\sum P_{max} - P_{med}}{\sum P_{max}} I_p = \frac{\sum P_{max} - P_{med}}{\sum P_{max}} * 100\% \quad (6)$$

unde,  $\sum P_{max}$  - reprezintă precipitațiile maxim diurne,  $P_{med}$  – este media precipitațiilor lunare. Acest indice cu valori de 50% denotă, că excesele pluviometrice sunt pronunțate;  $I_p$  cuprins între valorile 51-89%- indică la excese pluviometrice severe, iar cele mai sus de 90% - relevă, că excesele pluviometrice poartă un caracter devastator.

Cel de-al doilea indice elaborat în estimarea regimului pluviometric precar, este Indicele pericolozității exceselor pluviometrice (*IPP*), care este ușor comparabil cu Indicele Fournier, acesta fiind calculat conform formulei [2]:

$$IPP = \frac{P_i}{P_{max}} * 100\% \quad (7)$$

unde,  $P_i$ - cantitatea precipitațiilor atmosferice (VI) în ani concreți;  $P_{max}$ - cantitatea maximă a precipitațiilor atmosferice observată (VI) în perioada de studiu.

**Tabelul 5. Clasele de pericolozitate pluvială, determinate după IPP**

Clasa de pericolozitate	IPP
Foarte mică	0-20
Mică	20-40
Moderată	40-60
Severă	60-80
Foarte severă	80-90
Extrem de severă	100

Coraportul dintre cantitatea precipitațiilor atmosferice din luna iunie, cea mai ploioasă lună a anului, înregistrată în ani concreți și valorile maxime observate în perioadele analizate, scoate în evidență nivelul diferit de pericolozitate pluvială (tab.5) asupra terenurilor. Pe măsura creșterii valorilor numerice a acestui indice se majorează și gradul de pericolozitate pluvială.

## Bibliografie

1. Nedealcov M. Resursele agroclimatice în contextul schimbărilor de climă. Chișinău: Tipografia „Alina Scorohodova”, 2012. 306 p. ISBN 978-9975-4284-8-4.
2. Nedealcov M. Schimbările climatice regionale. Chișinău: Tipografia „Impressum”, 366 p. ISBN 978-9975-3155-9-4.