

**VARIABILITATEA SPAȚIO-TEMPORALĂ  
A COEFICIENTULUI DE VARIAȚIE  
AL PRECIPITAȚIILOR ÎN ROMÂNIA**

**THE SEASONAL VARIATION  
OF THE COEFFICIENTS OF VARIATION  
OF CUMULATED PRECIPITATION**

**IOAN BARBU, IONEL POPA**

Institutul de Cercetări și Amenajări Silvice, Stațiunea Câmpulung Moldovenesc, Romania

**Rezumat**

**Cuvinte cheie:**

**Abstract**

For the computation of the standardized precipitation index (SPI) the author has proposed a simplified formula, assuming that the distribution of the periodic precipitation (1-12 months) is a normal distribution

$$SPI = \frac{Pi - Pm}{s}$$

This formula allows the estimation of the SPI for every point of the territory on the ground of mean precipitations (Pi) and the coefficient of variation (s) computed with the formula

$$\Delta = cv = \frac{SD}{Pm} = \frac{\sqrt{\frac{\sum(Pi - Pm)^2}{n - i}}}{Pm}$$

The seasonal variation of the coefficients of variation of cumulated precipitation. The presented analysis shows a minimum (s%=38-60%) in the summer months (VI,VII) and two maximums, in February and September (s%=55-110%). The limits for the coefficients of variation of cumulated precipitation for 3 months show that the minimum value is achieved in May-July (s%=22-45%) and the maximum value is achieved in October-December (s%=30-70%). The limits for the coefficients of variation of cumulated precipitation for 6 months (S6) show that the minimum value is achieved in June-September (s%=20-40%) and the maximum value is achieved in winter (s%=27-33% - 52% at Tulcea). The limits for the coefficients of variation of cumulated precipitation for 9 months (S9) show that the minimum value is achieved in summer (s%=20-25%) and the maximum value is achieved in spring (s%=25-30%). In the extreme eastern part of the country (Dobrogea) the values are higher. The limits for the coefficients of variation of cumulated precipitation for 12 months show a value of 20-27% for most of the country and a 28-35% value in Dobrogea. The spatial variation of the coefficients of variation of cumulated precipitation. The analysis of the spatial variation of the coefficients of variation of cumulated precipitation shows the following conclusions: in regard to latitude, the coefficients of variation of cumulated precipitation decrease with an average of 5% for an increase in 1 degree latitude; in regard to longitude, the coefficients of variation of cumulated precipitation increase with an average of 2.5% for each Eastern longitude degree; in regard to altitude, the coefficients of variation of cumulated precipitation decrease according to a logarithmic curve, from 80-90% at sea level to 50-55% at 1000m.

The spatio-temporal distribution of the coefficients of variation of monthly precipitation values in Romania. From the analysis of the maps the following conclusions emerge: in the winter months (especially in February) the coefficients of variation of precipitation are relatively even-distributed, with a clinal growth from 50% in the west to 80% in the east. The influence of the Carpathian Mountains is very small, because of the persistence of the Siberian anticyclone and because of the frontal origins of most precipitations; during the vegetation season, the influence of the orographic barrage is obvious, with the orographic precipitations overlapping over the effect of longitude. The value of the coefficients of variation of precipitation in the April-August period is 50-60% in the Western Plain, 70-80% in the east and 30-40% in the mountainous areas. October-November and March are the transition months between the two mentioned seasons; the proposed maps make it easier to calculate the standardized precipitations index (SPI) for any point on the map, in any month, based on the multianual precipitation mean and the measured rainfall.

**Keywords:**

## 1. INTRODUCERE

Fenomen discret, caderile de precipitatii sunt mult mai variabile decât alte fenomene meteorologice (radiatia solara, temperatura, viteza vântului, presiunea, umiditatea atmosferica etc.), din aceasta cauza cunoasterea parametrilor statistici ai precipitatiilor fiind de mare importanta, în primul rând pentru ca de absenta sau excesul precipitatiilor sufera toate componentele vii ale ecosistemelor si, în special, omul (Topor, 1963, Barbu si Popa, 2002).

În practica, masurarea precipitatiilor se face relativ simplu, cu ajutorul unui cilindru sau con cu suprafata de receptie cunoscuta. Valorile cumulate într-un interval de timp (ora, zi, saptamâni, luna) sunt citite direct sau indirect (prin intermediul eprubetei pluviometrice) si înregistrate sau analizate pentru anumite perioade de timp.

Utilizarea unor pluviometre cu o suprafata de receptie diferita în perioade diferite sau pe spatii diferite poate conduce la date neomogene, în care biasul determinat de instrument depaseste variabilitatea generata de factorii locali, ceea ce face mai dificila interpretarea datelor. Eforturile de standardizare realizate în ultimul secol au condus la limitarea biasului la un nivel acceptabil, iar datele obtinute pot fi utilizate în interpretarea variabilitatii climatului. În cazul observatiilor zilnice o alta sursa de erori o constituie citirea valorilor si înregistrarea acestora în cunoscutul formular "TM1".

Alaturi de aceste principale surse de erori mai apar si altele greu de detectat, cum ar fi:

- efectele turbulentei atmosferice asupra unghiului caderilor precipitatiilor;
- aderența peliculei de apa la peretii pluviometrului;
- evaportranspiratia între doua citiri;
- spargerea stropilor sau "scaparea" unor particule de grindina din pâlnia pluviometrului;
- fisuri la vasul de colectare (din tabla zincata) al precipitatiilor la statiile din zona montana la care probabilitatea înghetului în timpul noptii este ridicata chiar în timpul sezonului cald.

Comparatiile între valorile masurate pe o perioada lunga la statii apropiate, situate în aceleasi conditii geografice, pun în evidenta diferente importante, probabil multe dintre ele fiind determinate de cauzele mentionate mai sus.

În acelasi punct, apar date neomogene daca se schimba conditiile locale (înaltimea vegetatiei, distanta fata de constructiile care pot ecrana precipitatiile). Detectarea erorilor este o problema delicata si adesea discutabila. Din aceste motive, pentru analiza unor fenomene sensibile cum ar fi influenta schimbarilor climatice sau a structurii covorului vegetal sau a asezarilor urbane asupra precipitatiilor se recomanda utilizarea unor echipamente unice sau a unor valori medii între mai multe puncte din aceeasi regiune pentru a nivela eventualele erori determinate de cauzele mentionate. Analiza în timp a cantitatii de precipitatii cazute într-un punct, pune însa în evidenta ca avem de-a face cu un fenomen extrem de variabil pentru care valoarea medie lunara, anotimpuala sau chiar anuala reprezinta o marime rezultata din calcul care se realizeaza rar iar cantitatea reala de precipitatii înregistrate an de an în aceeasi perioada se îndeparteaza

mult de aceasta valoare medie.

Scopul articolului este de a prezenta valorile unui parametru statistic (coeficientul de variatie) extrem de util pentru judecarea si aprecierea semnificatiei pe care o cere media. Cunoasterea coeficientului de variatie al precipitatiilor permite calculul unui indice climatic deosebit de util - indicele standardizat al precipitatiilor (SPI) care estimeaza regimul precipitatiilor în functie de numarul de abateri standard cu care se îndeparteaza valorile înregistrate de valoarea medie a perioadei analizate (Mc Kee, 1993; Doeksen et all., 1991; Barbu si Popa, 2003, 2004).

## 2. MATERIALE ŞI METODE

Datele de baza pentru calculul indicatorilor statistici au fost extrase din buletinele meteorologice lunare editate de Institutul meteorologic central în perioada 1921 - 1960, care au servit la realizarea volumelor "Clima României" (1961) si "Atlasului Climatologic al României" (1966). Calculul coeficientilor de variatie al precipitatiilor lunare sau periodice s-a facut pe baza analizei variantei calculata cu formulele :

$$s_j^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{ij} - X_{mj})^2}{n - 1} \quad \text{în care :}$$

$s_j^2$  = varianta precipitatiilor în perioada j    j = 1 ... 12  
 n = numarul ani din perioada analizata (1921 - 1960)  
 $X_i$  = valoarea precipitatiilor din perioada j a anului i  
 $X_m$  = valoarea media a precipitatiilor în perioada j  
 $s = \sqrt{s^2}$  - abaterea standard  
 $s\% = cv = \frac{s}{\bar{x}} * 100$  - coeficient de variație

Pentru calculul si trasarea izoliniilor valorilor coeficientilor de variatie lunari sau periodici s-au utilizat ecuatii de regresie multipla si geostatistici, respectiv metoda

kriegging de interpolare a valorilor medii între mai multe puncte în raport cu distanța dintre acestea (Barbu I., Popa I., 2003).

### 3. REZULTATE

În figura 1 s-au reprezentat grafic valorile lunare ale coeficienților de variație ai precipitațiilor înregistrate la stațiile meteorologice Oradea, Timisoara, Predeal, Câmpulung Moldovenesc și Tulcea în perioada 1921-1960. Se constată că valorile minime se înregistrează în sezonul de vegetație, în lunile mai - iulie. Cele mai mari val-

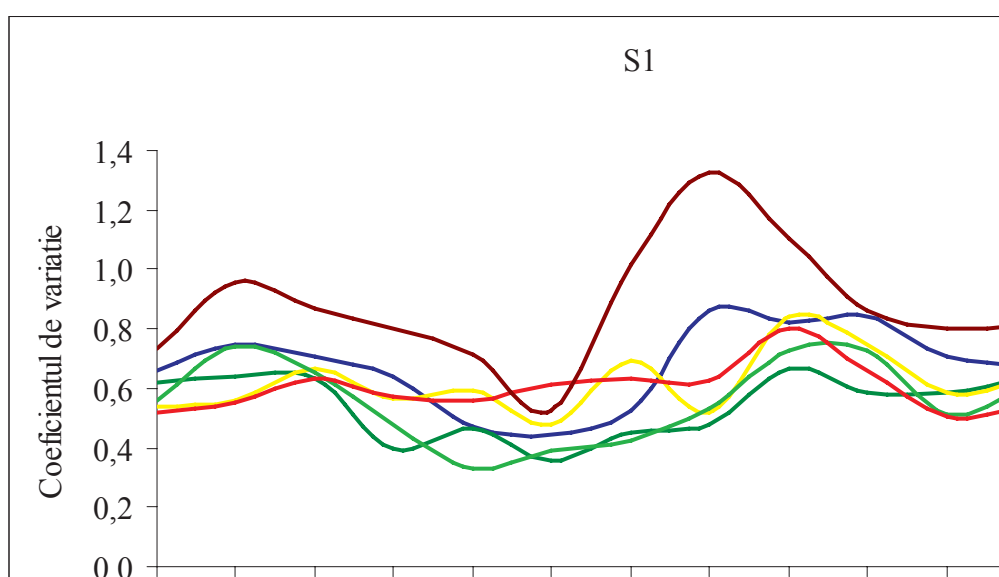


Fig. 1 Valorile lunare ale coeficienților de variație ai precipitațiilor înregistrate la stațiile meteo Oradea, Timisoara, Predeal, Câmpulung Moldovenesc, București și Tulcea în perioada 1922-1960

ori ale coeficienților de variație se înregistrează toamna, în lunile septembrie-octombrie și la sfârșitul iernii. Se observă, de asemenea, că valorile minime se înregistrează la stațiile meteorologice din zona montană (Predeal și Câmpulung Moldovenesc), iar cele maxime la stațiile meteorologice din sudul și estul țării (București și Tulcea).

În figura 2 s-au reprezentat valorile coeficienților de variație ai precipitațiilor cumulate înregistrate în ultimele trei luni, calculate din lunile ianuarie-decembrie înapoi, la aceleași stații meteorologice pentru aceeași perioadă. Se constată același trend, cu un maxim în sezonul rece și un minim în sezonul cald.

În figurile 3-8 s-au reprezentat grafic valorile coeficienților de variație ai precipitațiilor cumulate din ultimele 1-12 luni, calculate înapoi din lunile ianuarie-decembrie la stațiile meteorologice menționate. Se constată o tendință evidentă de scădere a coeficientului de variație pe măsura ce numărul de luni pentru care se calculează precipitațiile cumulate ajunge la 12. Astfel, la Oradea, coeficientul de variație a precipi-

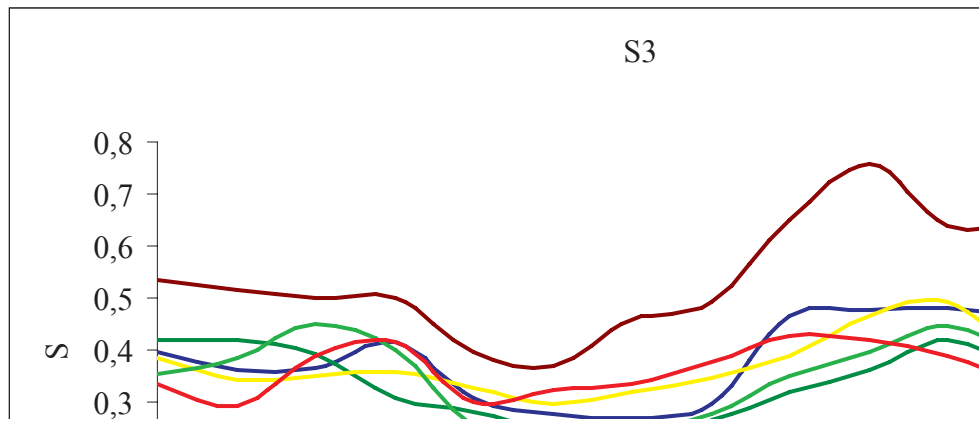


Fig. 2 Valorile coeficientilor de variatie ai precipitatiilor cumulate înregistrate în ultimele 3 luni, calculate din luna 1-12, la statiile meteo Oradea, Timisoara, Predeal, Câmpulung Moldovenesc, Bucuresti si Tulcea în perioada 1922-1960

tatiilor cazute într-o luna are valori de 48% în luna iunie si 85% în luna septembrie iar precipitatiile cumulate pe 6 luni au coeficienti de variatie mult mai redusi, cuprinsi între 26-40%. La 12 luni, precipitatiile cumulate au un coeficient de variatie de maximum 20%.

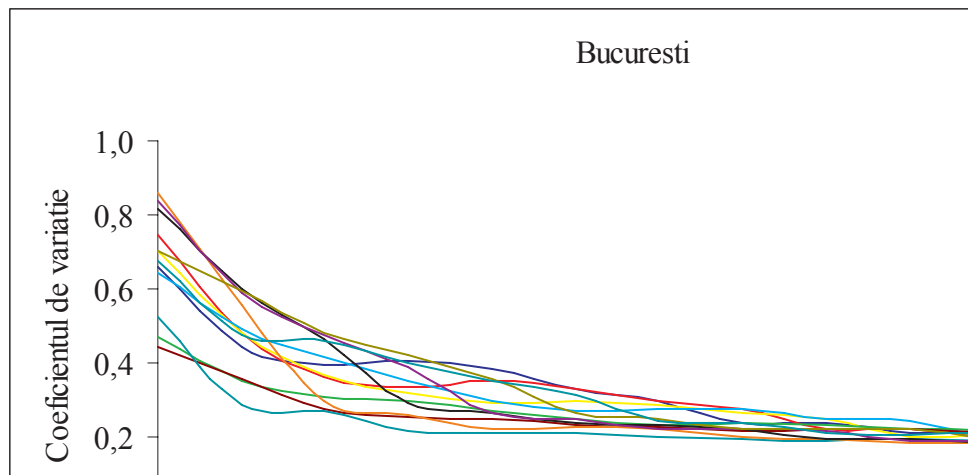


Fig. 3 Coeficientii de variatie a ai precipitatiilor cumulate din ultimele 1-12 luni (si) calculate înapoi din luna I-XII la statia meteorologica Bucuresti

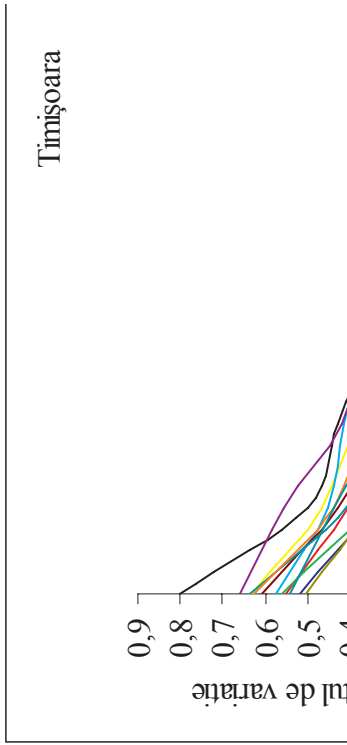
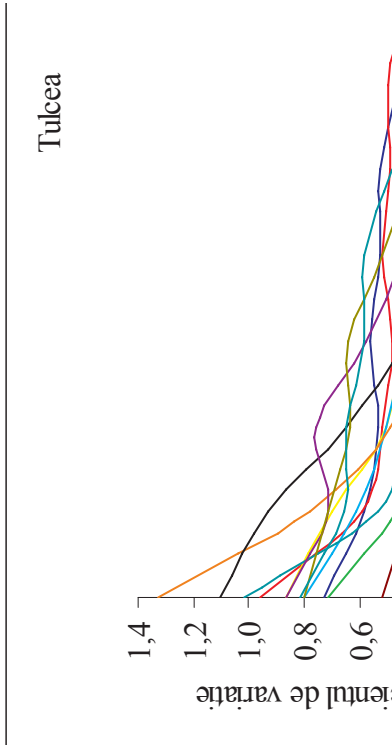
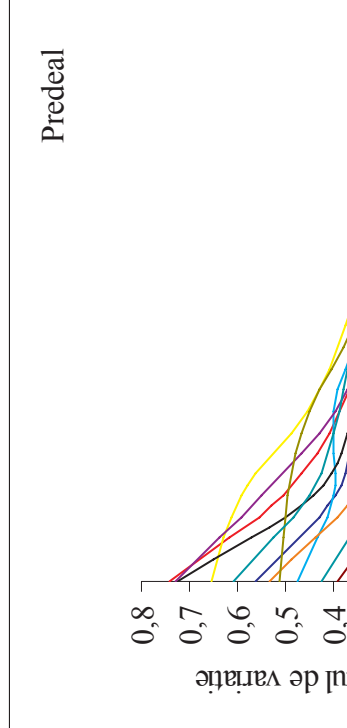
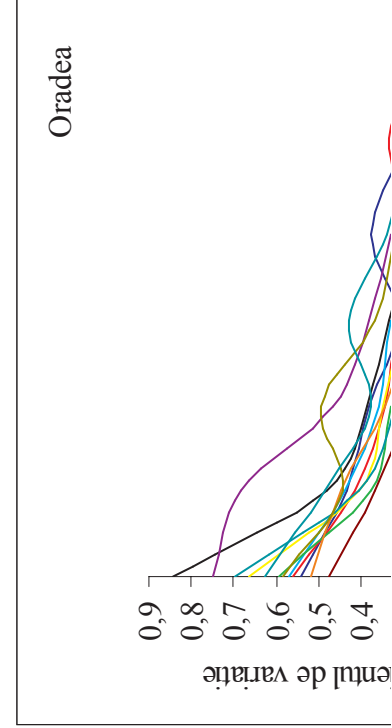


Fig. 4 Coeficientii de variatie a ai precipitatiilor cumulate din ultimele 1-12 luni (si) calculate inapoi din luna I-XII la statia meteorologica Tulcea

Fig. 6 Coeficientii de variatie a ai precipitatiilor cumulate din ultimele 1-12 luni (si) calculate inapoi din luna I-XII la statia meteorologica Timisoara

Fig. 7 Coeficientii de variatie a ai precipitatiilor cumulate din ultimele 1-12 luni (si) calculate inapoi din luna I-XII la statia meteorologica Predeal

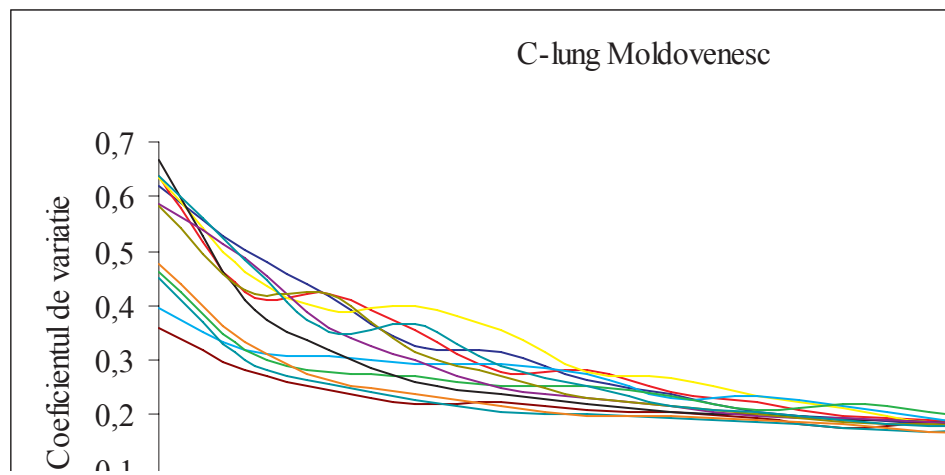


Fig. 8 Coeficientii de variatie a ai precipitatiilor cumulate din ultimele 1-12 luni (si) calculate înapoi din luna I-XII la statia meteorologica Câmpulung Moldovenesc

Acelasi tip de variatie s-a înregistrat atât la statiile meteorologice aflate în zona montana (Predeal si Câmpulung Moldovenesc), cât si la Bucuresti si Tulcea, cu mentiunea ca, în cazul acestora din urma, valorile coeficientilor de variatie se mentin mai ridicate decât în vestul tarii sau în zona montana.

#### 4. DISCUTII

##### 4.1 Influenta parametrilor geografici asupra coeficientilor de variatie ai precipitatiilor lunare in Romania



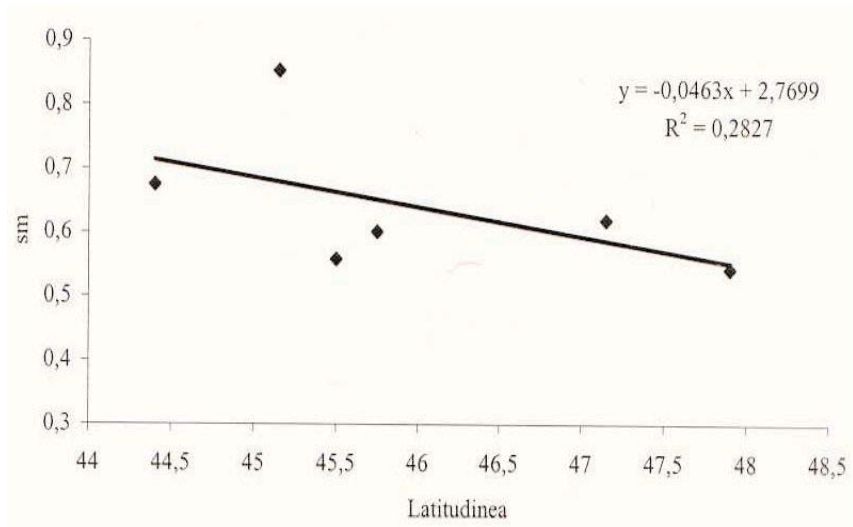


Fig. 9 Corelatia dintre latitudinea statiei meteo si coeficientul de variatie al precipitatiilor medii lunare

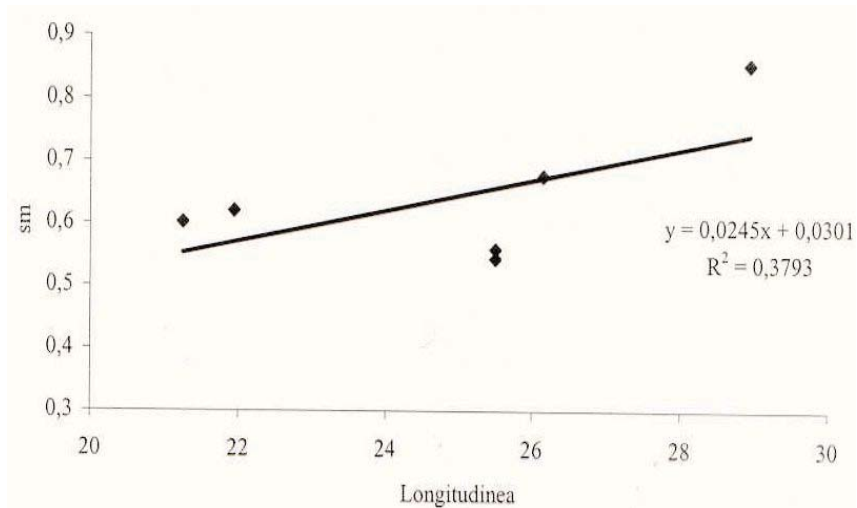


Fig. 10 Corelatia dintre longituda statiei meteo si coeficientul de variatie al precipitatiilor medii lunare

Din analiza prezentata anterior se observa ca, în raport cu factorii geografici ai sta-

tiilor care au facut obiectul studiului (altitudine, longitudine si latitudine), valorile coeficientului de variatie scad sau cresc clinal, în functie de factorii mentionati. Pe baza analizei regresiei, s-a calculat intensitatea legaturilor mentionate. Din analiza variatiei spatiale a coeficientilor de variatie ai precipitatiilor se desprind urmatoarele concluzii :

- în raport cu latitudinea, coeficientii de variatie ai precipitatiilor (periodice) scad, în medie, cu 5% la o crestere de 10 latitudine (fig. 9). Astfel, la statiile din sudul tarii, coeficientul mediu de variatie a precipitatiilor lunare are valori de 0,65-0,85, iar la statiile din nordul tarii coeficientul de variatie scade la valori sub 0.6. Coeficientul de corelatie calculat a fost  $r = 0.53$ , iar coeficientul de determinare  $r^2 = 0,28$ .

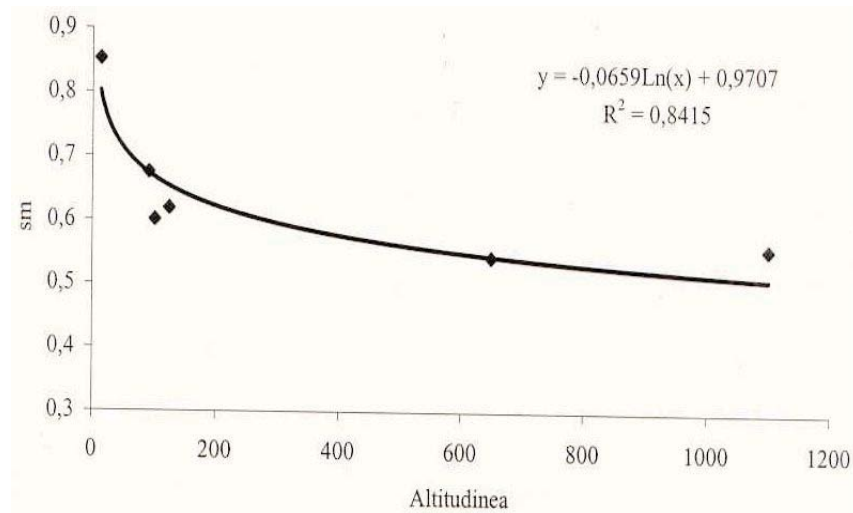
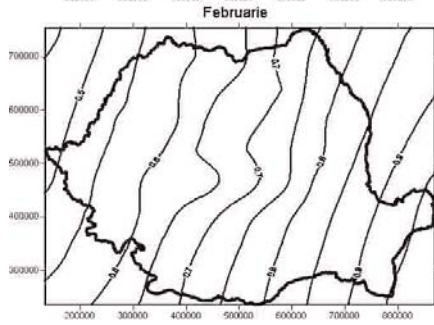
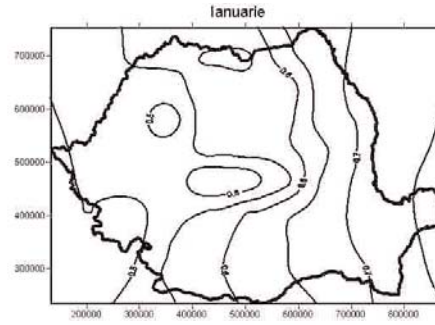
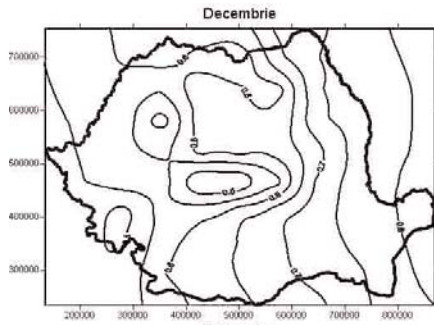


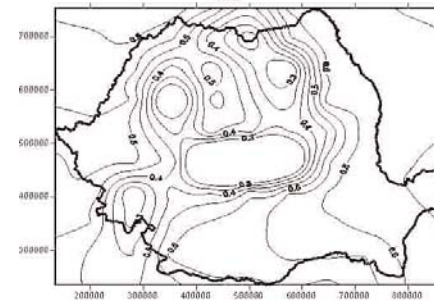
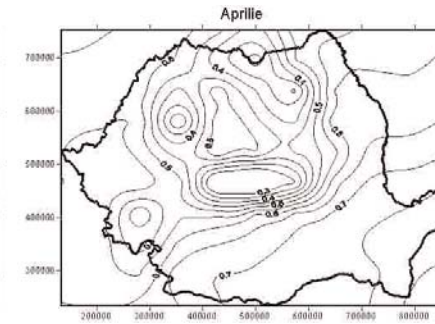
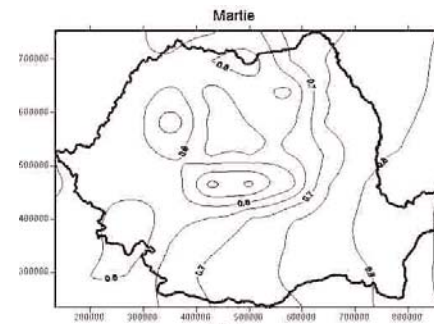
Fig. 11 Corelatia dintre altitudinea statiei meteo si coeficientul de variatie al precipitatiilor medii lunare

- în raport cu longitudinea, coeficientii de variație ai precipitațiilor lunare cresc, în medie, cu 2,5% la fiecare grad longitudine estică (fig. 10). Astfel, la stațiile meteorologice din vestul țării, coeficientul mediu de variație al precipitațiilor lunare este de 0,6, iar la stațiile din extremitatea estică depășește 0,8. Coeficientul de corelație calculat pentru estimarea acestei legături este de  $r=0,615$ , iar coeficientul de determinare  $r^2=0,379$ .

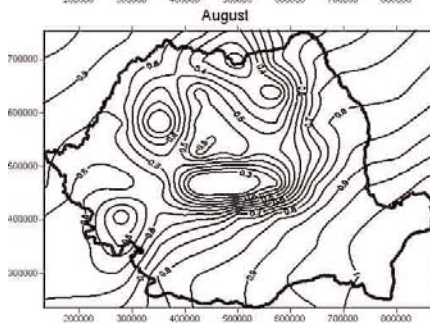
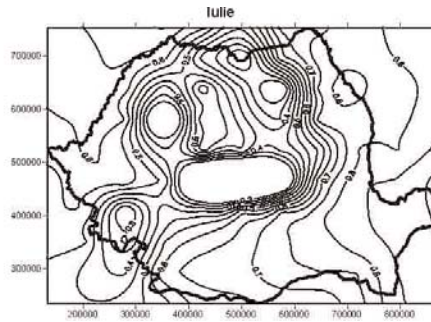
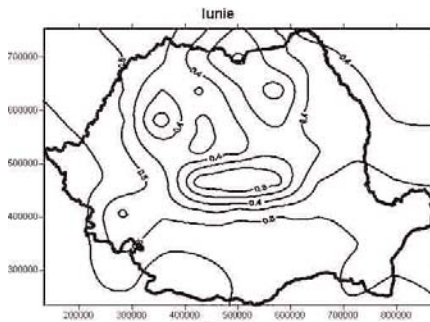
- în raport cu altitudinea coeficientii de variație ai precipitațiilor lunare scad după o curbă logaritmică de la 80-90% la nivelul mării până la 50-55% la 1000 m (fig. 11). Coeficientul de corelație calculat a fost de 0,917, iar coeficientul de determinare este de 0,841.



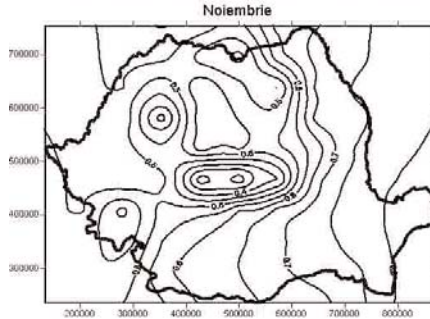
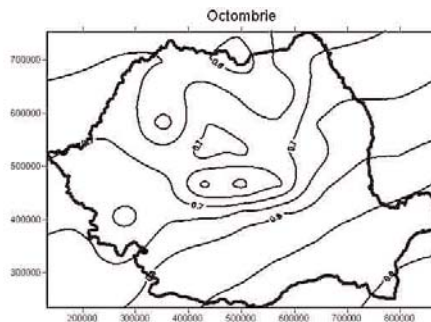
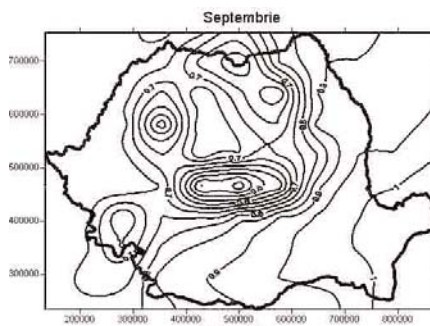
Variatia spatiala a coeficientilor de variatie  
lunari ai precipitatiilor în timpul iernii



Variatia spatiala a coeficientilor de variatie  
lunari ai precipitatiilor în timpul primaverii



Variatia spatiala a coeficientilor de variatie  
lunari ai precipitatiilor în timpul verii



Variatia spatiala a coeficientilor de variatie  
lunari ai precipitatiilor în timpul toamnei

Analiza intensitatii legaturilor corelative dintre factorii geografici mentionati si coeficientii de variatie ai precipitatiilor din fiecare luna evidentiaza valori diferite de la o luna la alta si de la un sezon la altul. Pentru a pune în evidenta influenta simultana a caracteristicilor geografice asupra coeficientului de variatie al precipitatiilor lunare, am procedat la calculul unei regresii multiple a valorii coeficientului de variatie al precipitatiilor lunare, iar rezultatele obtinute au servit la trasarea cartogramelor de distributie a valorilor coeficientilor de variatie lunari pe teritoriul României.

#### 4.2 Distributia spatio - temporală a valorilor coeficientilor de variatie ai precipitatiilor lunare în România

Pe baza coeficientilor de variatie ai precipitatiilor lunare, la diferite statii meteo reprezentative, s-au calculat si reprezentat pe harta României izoliniile coeficientilor lunari de variatie prin metoda Kriegering.

În figurile 12-15 se prezinta izoliniile coeficientilor de variatie ai precipitatiilor medii lunare. Din analiza hartilor se desprind o serie de concluzii:

$$SPI = \frac{(P_i - P_m)}{S_i}$$

- în lunile de iarna (fig. 12) (în special februarie) coeficientii de variatie ai precipitatiilor sunt relativ uniform

distribuiti cu o crestere clinală de la 50% în vestul tarii la 80% în est. Influenta lantului carpatic este foarte redusa datorita persistentei anticlonului siberian si originii frontale a majoritatii caderilor de precipitatii. In luna decembrie, valorile coeficientului de variatie a precipitatiilor cresc de la 0,5 în vestul tarii la 0,8 în Dobrogea, evidentiindu-se de asemenea o tendinta de scadere a marimii coeficientului de variatie cu altitudinea, de la 0,7 în zona de câmpie, la 0,5 în zona montana din Carpatii Meridionali si 0,6 în nordul Carpatilor Orientali. În luna ianuarie, coeficientii de variatie au valori ceva mai mici decât în luna decembrie, în partea de est a tarii valorile acestora depasind rar 0,7. Influenta altitudinii este mai putin marcata, evidentiindu-se o crestere clinală evidenta de la vest la est. Valorile calculate pentru luna februarie evidentiaza foarte clar variatia în raport cu longitudinea a coeficientului de variatie, cu valori minime (0,5) în Câmpia de Vest si maxime (0,90-0,95) în Dobrogea;

- în timpul sezonului de vegetatie (fig. 13-14), influenta barajului orografic este evidenta, asupra efectului dictat de longitudine, suprapunându-se efectul precipitatiilor orografice. Valorile coeficientilor de variatie ai precipitatiilor în perioada aprilie - august este de 50-60% în Câmpia de Vest, 70-80% în est si scade la 30-40% în zona montana. Lunile octombrie-noiembrie (fig. 15) si martie (fig. 13) fac tranzitie între cele doua perioade discutate anterior.

Hartile propuse usureaza calculul indicelui standardizat al precipitatiilor (SPI) pen-

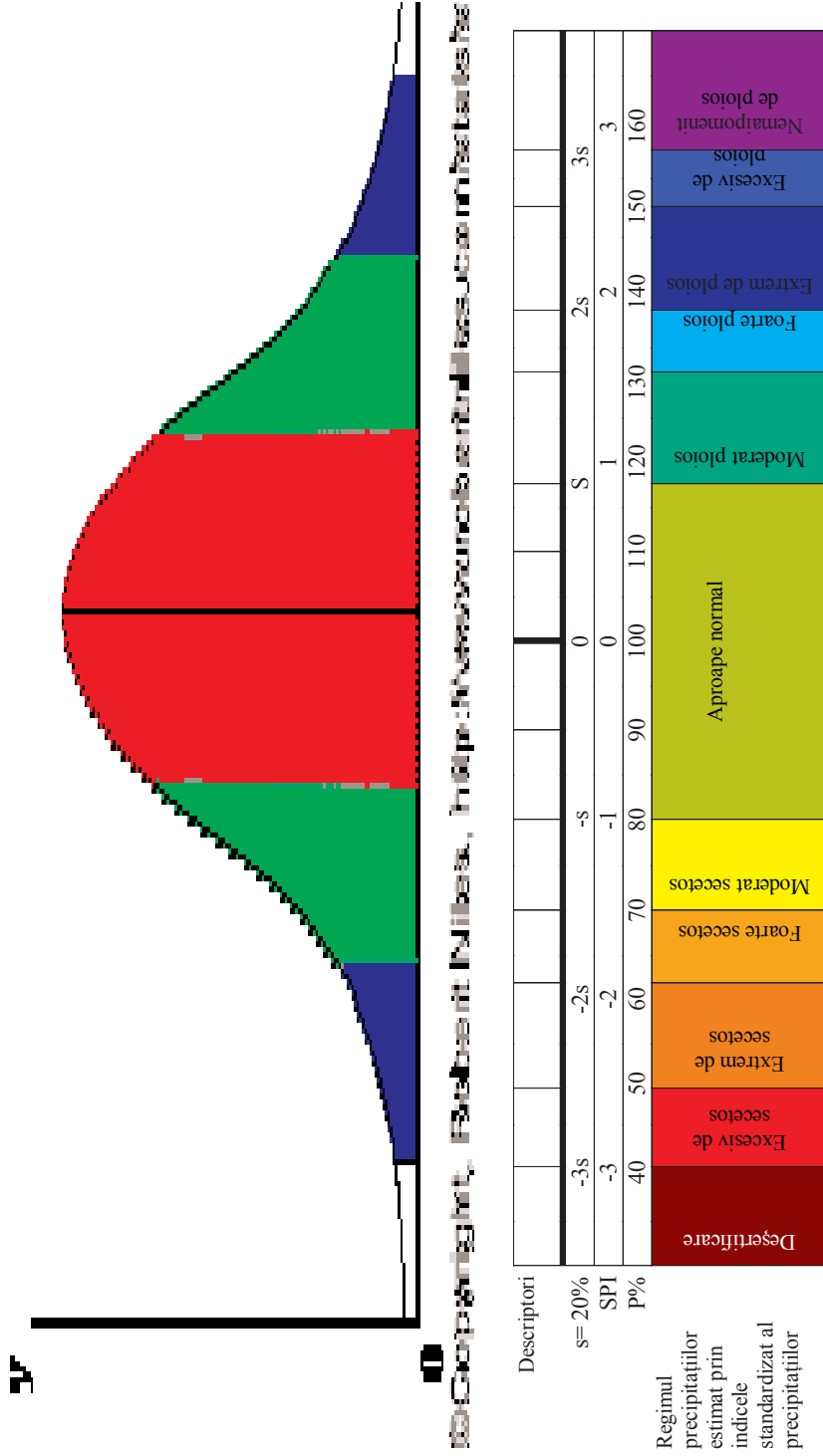
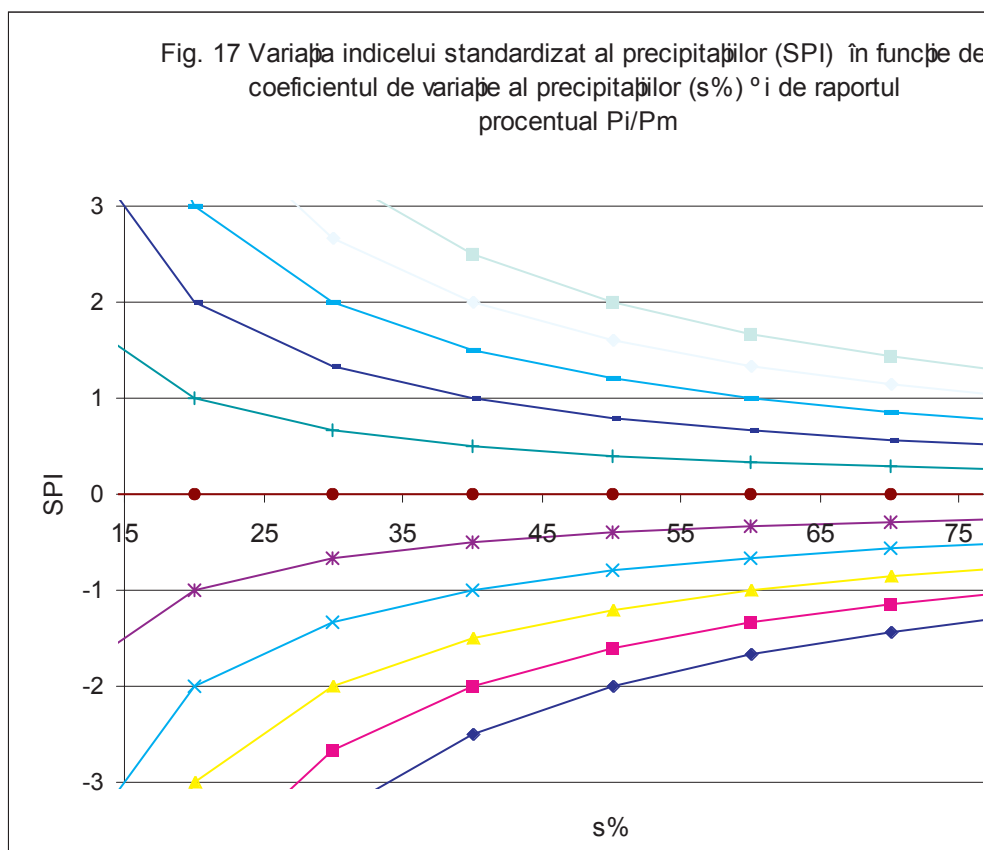


Fig. 16 Semnificatia indicelui standardizat al precipitațiilor în functie de abateri standard cu care precipitațiile masurate într-o perioada de timp se abat de la medie

punct de pe teritoriul tarii, în orice luna doar pe baza precipitatiilor medii multianuale extrase din Atlas si al precipitatiilor masurate cu pluviometrul (Barbu, Popa, 2003).

Pe baza datelor sintetizate în hartile de mai sus, se poate face o apreciere asupra variabilitatii sezoniere a marimii coeficientilor de variatie ai precipitatiilor pe teritoriul tarii noastre. S-a constatat ca:

- analiza variatiei sezoniere ale coeficientilor de variatie ai precipitatiilor lunare pune în evidenta un minim ( $s\% = 38 - 60\%$ ) în lunile de vara (VI, VII) si doua maxime în februarie si septembrie ( $s\% = 55 - 110\%$ );
- coeficientii de variatie ai precipitatiilor pe trei luni (S3) înregistreaza valoarea minima în mai - iulie ( $s\% = 22 - 45\%$ ) si maxima în octombrie - decembrie ( $s\% = 30 - 70\%$ );
- coeficientii de variatie ai precipitatiilor de 6 luni (S6) înregistreaza valori minime în perioada iunie - septembrie ( $s\% = 20 - 40\%$ ) si maxima în timpul iernii ( $s\% = 27 - 33\% - 52\%$  la Tulcea);
- coeficientii de variatie ai precipitatiilor pe 9 luni înregistreaza valori minime ( $20 - 25\%$ ) vara si maxime primavara ( $25 - 30\%$ ). In estul extrem al tarii (Dobrogea) valorile sunt mai mari;



- coeficientii de variatie ai precipitatiilor masurate pe 12 luni au valoarea de 20



- 27% în majoritatea regiunilor și 28 - 35% în Dobrogea.<sup>3</sup> Influența coeficientului de variație al precipitațiilor asupra indicelui standardizat al precipitațiilor

Indicele standardizat al precipitațiilor se calculează ca raport între precipitațiile relative  $(P_i - P_m)/P_m$  și coeficientul de variație ( $s$ ) al precipitațiilor medii multianuale ale perioadei în ipoteza că distribuția precipitațiilor se face după o curbă normală sau apropiată de normală. (Barbu, Popa, 2004). Semnificația valorilor SPI este reprezentată în figura 16. Cercetările efectuate anterior au pus în evidență că pentru teritoriul României distribuția precipitațiilor înregistrate în 1-12 luni se apropie de normală, cu cât perioada pentru care se calculează parametri statistici este mai lungă. O analiză la nivelul Europei (Lloyd și Huges, 2002) arată că distribuția normală aproximează foarte bine datele din observații pentru o arie foarte extinsă, cu excepția zonei mediteraneene, și Europei septentrionale, la nord de paralela de 60 lat N. Același autor însă arată că nici un tip de distribuție testată ( $\gamma$ , log-normală, normală) nu aproximează suficient de bine precipitațiile cazute în Turcia și în NV Spaniei. Pentru calculul indicelui standardizat al precipitațiilor (SPI) pe teritoriul țării noastre s-a propus formula (Barbu și Popa, 2003), bazată pe precipitațiile medii multianuale ( $P_m$ ), precipitațiile reale ( $P_i$ ) și coeficientul de variație al precipitațiilor pentru perioada analizată ( $s$ ).

În figura 17 s-au reprezentat valorile indicelui standardizat al precipitațiilor calculate pentru diferite valori ale coeficientului de variație al precipitațiilor și diferite valori ale raportului  $P_i/P_m$ . Se observă că pentru valori reduse ale coeficienților de variație (15-25%), indicii SPI au valori foarte ridicate, chiar și în cazul unor precipitații relative ( $P_i/P_m$ ) scăzute. Astfel, în cazul unor precipitații reprezentând 80% din media multianuală și un coeficient de variație <20%, valoarea calculată a SPI indică un regim moderat secetos - foarte secetos. Pentru valori mult mai mari ale coeficienților de variație, la același deficit/excedent de precipitații, valorile calculate ale SPI indică un regim aproape normal. Așa se explică faptul că valorile SPI calculate pentru regiuni cu precipitații foarte variabile, cum sunt cele din sud-estul României nu indică decât rareori valori extreme ale regimului de precipitații, explicația constând în faptul că pentru aceste regiuni, coeficienții medii de variație ai precipitațiilor depășesc 50-70%. În concluzie se poate spune că valorile SPI sunt cu atât mai mari cu cât coeficienții de variație ai precipitațiilor sunt mai mici și invers. În figura 18 s-a reprezentat grafic relația dintre precipitațiile procentuale  $P_i/P_m$  și valoarea indicelui standardizat al precipitațiilor pentru diferite perioade de timp, de la o lună până la 36 de luni.

Pentru trasarea acestor curbe s-au folosit valorile medii ale coeficientilor de variatie ai precipitatiilor pentru diferite perioade, extrase din figurile 3-8. Din analiza

acestei figuri se constata ca pe perioade scurte, 1-3 luni, semnificatia deficitului/excedentului de precipitatii, exprimat în procente din media multianuala a perioadei este diferita fata de semnificatia acelorasi deficite înregistrate pe perioade mai lungi. Astfel, la precipitatii relative de 175% într-o luna, semnificatia SPI este moderat ploios, dar pentru o perioada de 6 luni, aceeasi semnificatie se înregistreaza în cazul unor precipitatii care depasesc doar cu 25% media multianuala a celor 6 luni. În ace-lasi mod, precipitatii relative reprezentând 50% din media lunara au semnificatia moderat-secetos, dar aceeasi semnificatie se înregistreaza daca precipitatiile pe 6 luni reprezinta 80% din media multianuala a celor 6 luni analizate. Din analiza figurii 18 se desprinde concluzia ca odata cu cresterea perioadei pentru care se calculeaza SPI, scade valoarea precipitatiilor relative care indica acelasi regim de precipitatii.

Rezultatele concrete ale utilizarii coeficientilor de variatie ai precipitatiilor în calculul si cartarea indicilor climatici pot fi consultate pe site-ul [www.icassv.ro/seceta](http://www.icassv.ro/seceta) în care sunt prezentate rapoarte lunare realizate pe baza masuratorilor facute asupra precipitatiilor din reseaua RNP pentru monitorizarea riscului de aparitie a secetei în padurile din România.

## BIBLIOGRAFIE

- Barbu, I., Popa, I., 2001: Monitorizarea riscului de aparitie a secetei în padurile din România. *Bucovina Forestiera*, an IX 1-2/2001, p. 37-51.
- Barbu, I., Popa, I., 2002: Cartarea teritoriului României în raport cu lungimea medie a perioadelor de seceta si uscaciune. *Bucovina Forestiera* nr.1-2/2002, p. 13-23.
- Barbu, I., Popa, I., 2003: *Monitoringul secetei în padurile din România*, ed. Tehnica Silvica. Câmpulung Moldovenesc.
- Barbu, I., et al., 2001-2004: *Monitorizarea riscului de aparitie a secetei în padurile din România*. Rapoarte stiintifice Manuscrise ICAS Bucuresti.
- Barbu, I., Popa, I., 2003: Variabilitatea spatiala a coeficientului de variatie al precipitatiilor în România. Sesiunea de comunicari stiintifice a INMH.
- Dissescu, C., 1946: Un fenomen meteorologic neobisnuit - seceta anului 1946. *Bul. Inst. Meteorologic*, Bucuresti.
- Doesken, N.J., McKee T.B. and Kleist, J., 1991: Development of a surface water supply index for the western United States *Climatology Report Number 91-3*, Colorado State University, Fort Collins, Colorado.
- Lloyd-Huges, B., 2002: *The long range predictability of European Drought*. Department of space and climate physics. University college London .
- McKee, T.B., 1993: *Standardised index of precipitation - a new method for drought monitoring* CPC monitoring and data United States Soil Moisture Monitoring.