

## CONSIDERAȚII PRIVIND ABORDAREA STATISTICĂ ȘI GEOINFORMAȚIONALĂ A CARTOGRAFIEI TEMATICE ÎN CLIMATOLOGIE. APLICAȚIE LA REGIUNEA PODIȘULUI CENTRAL MOLDOVENESC DINTRE RÂURILE VASLUI ȘI STAVNIC

Cristian V. Patriche \*

Spațializarea corectă a informației climatice constituie încă o problemă delicată în analiza climatologică. Spațializarea presupune conversia informației discrete, punctuale, atașată stațiilor meteorologice sau posturilor pluviometrice, în informație spațială continuă. Există două abordări conceptual diferite:

- abordarea locală;
- abordarea globală.

**Abordarea locală** presupune utilizarea unor metode locale de interpolare (media mobilă ponderată, poligoanele Thiessen-Voronoi, metoda rețelei neregulate de triunghiuri, metoda spline, krigging). Conform acesteia, valoarea parametrului climatic în punctul necunoscut este în funcție de valorile învecinate. Abordarea se bazează pe ideea existenței unei *autocorelații spațiale* a parametrului climatic, în sensul că valorile în puncte apropiate sunt asemănătoare, discrepanța crescând odată cu creșterea distanței.

Această abordare prezintă avantajul de a păstra ca atare valorile în punctele cunoscute (stații, posturi) și de a reda *anomalii spațiale* (ex: „insule” de temperatură mai ridicată în zonele cu procese de föhnizare a maselor de aer). Pe de altă parte, interpolatorii locali nu explică distribuția spațială a parametrului analizat, neincluzând în relațiile de calcul potențialii factori cauzali. Efectul acestora este, prin urmare, *implicit*. Un alt dezavantaj îl constituie necesitatea dispunerii de o rețea densă de puncte pentru a asigura finețea spațializării.

**Abordarea globală** ia în considerare toate valorile cunoscute, dintr-o anumită arie, pentru a interpola valorile în punctele necunoscute. Procedura de interpolare globală presupune parcurgerea a două etape:

- identificarea unei relații statistice semnificative între parametrul analizat și factorii potențiali explicativi (precum altitudine, latitudine, longitudine etc.);
- aplicarea acestei relații în limitele regiunii de studiu, valorile în punctele necunoscute fiind, prin urmare, determinate pe baza valorilor cunoscute ale factorilor explicativi.

Relația poate fi aplicată la întreaga regiune de proveniență a valorilor, la o porțiune a acesteia, sau poate fi chiar extrapolată în afara ei, în cadrul unor regiuni similare.

Abordarea globală prezintă, prin urmare, avantajul de a *cuantifica* rolul factorilor explicativi în condiționarea variabilității spațiale a parametrului climatic în cauză. Efectul acestora este, în consecință, *explicit*. Dezavantajele constau în *netezirea* variației spațiale reale, cu modificarea valorilor reale, din punctele cunoscute, în funcție de relația cauzală identificată. De asemenea, interpolatorii globali nu sunt capabili să redea anomalii în distribuția spațială a parametrului climatic analizat și necesită un

---

\* Colectivul de Geografie al Academiei Române, Filiala Iași

număr relativ mare de puncte (stații, posturi) pentru identificarea unei relații cauzale statistice semnificative.

Figura 1. Temperatura medie anuală necorectată

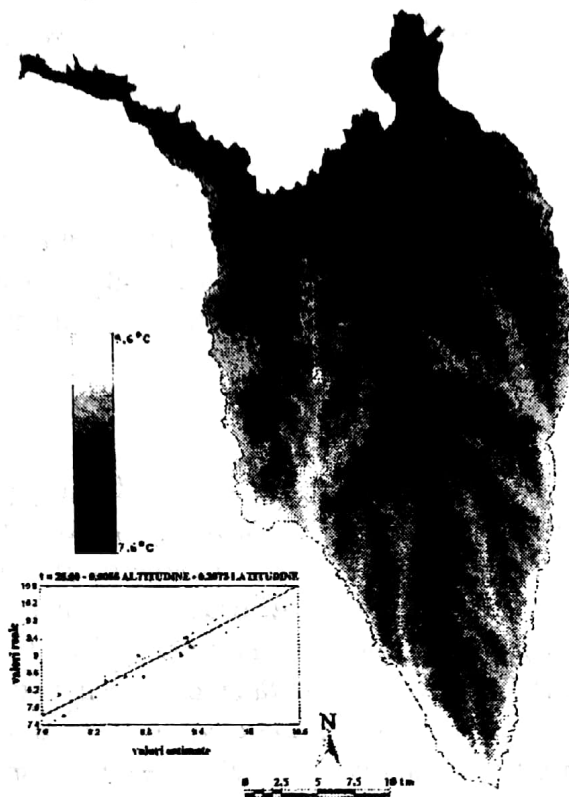
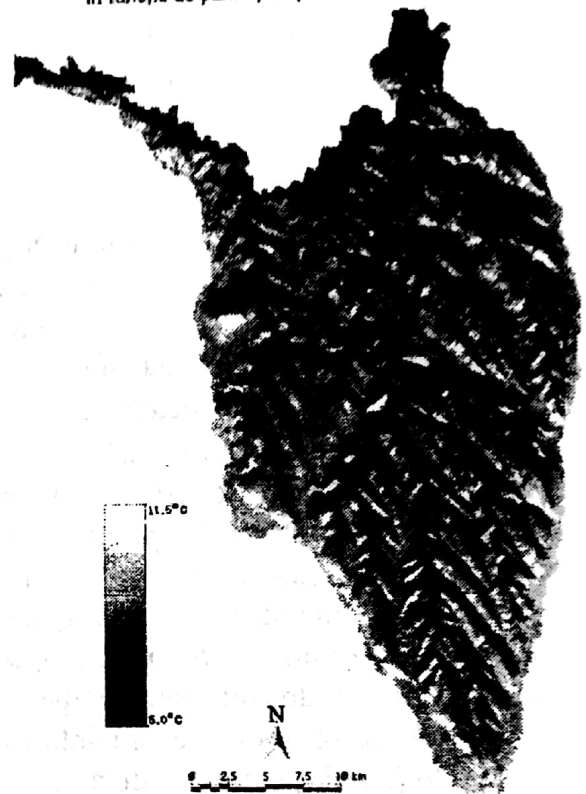


Figura 2. Temperatura medie anuală corectată în funcție de panta și expoziția versanților



Alegerea uneia sau alteia dintre cele două abordări, în scopul spațializării informației climatice, trebuie să țină cont, pe lângă numărul și densitatea punctelor de sprijin, de prezența anomaliilor spațiale și de natura parametrului climatic ce urmează a fi interpolat. Astfel, abordarea globală este adecvată în cazul elementelor climatice cu variabilitate spațială mai redusă și predictibilitate spațială mai ridicată (temperatura, umezeala aerului, durata de strălucire a Soarelui etc.), care depind, într-o mai mare măsură, de factorii radiativi, în timp ce abordarea locală este mai adecvată în cazul elementelor și fenomenelor climatice cu variabilitate spațială mai ridicată și predictibilitate spațială mai redusă (precipitații, vânturi, diferite fenomene atmosferice), care depind, în bună măsură de factorul dinamic.

Pentru aplicația de față, care vizează regiunea Podișului Central Moldovenesc dintre râurile Vaslui și Stavnice, s-a optat pentru abordarea globală, din următoarele considerente:

- numărul redus de stații meteorologice și posturi pluviometrice în limitele regiunii de studiu;
- posibilitatea legării cauzale a parametrilor climatici de factorii potențial explicativi;
- interferența neglijabilă a anomaliilor în distribuția spațială a parametrilor climatici.

Dat fiind numărul redus de stații meteorologice și posturi pluviometrice din limitele regiunii de studiu, relațiile statistice au fost identificate pe baza stațiilor și posturilor pluviometrice din întreg arealul Podișului Moldovei, ecuațiile fiind subsecvent aplicate regiunii de studiu.

S-au avut în vedere trei variabile potențial explicative: altitudinea (ALT), latitudinea (LAT) și longitudinea (LON). Ulterior, o serie de parametri climatici au fost corecțai, pentru a include efectul pantei și expoziției versanților.

Modalitatea clasică de a identifica relații cauzale o constituie aplicarea *regresiei multiple* care, în cazul nostru, are următoarea formă:

$$Y = a_0 + a_1 ALT + a_2 LAT + a_3 LON \pm \epsilon^*$$

Deoarece cele trei variabile explicative sunt semnificativ intercorelate în limitele Podișului Moldovei (altitudinea crește cu latitudinea și scade cu creșterea longitudinii), apar probleme la interpretarea coeficienților de regresie parțială, deci a rolului jucat de fiecare variabilă de control. Aplicarea regresiei multiple în varianta integrării pas cu pas a acestora minimizează efectul nedorit al coliniarității variabilelor „independente”, însă nu îl elimină complet.

Figura 3. Precipitațiile medii anuale

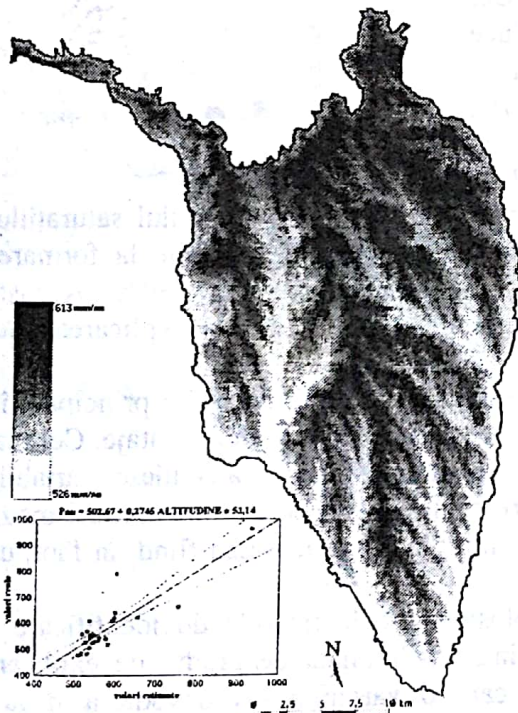
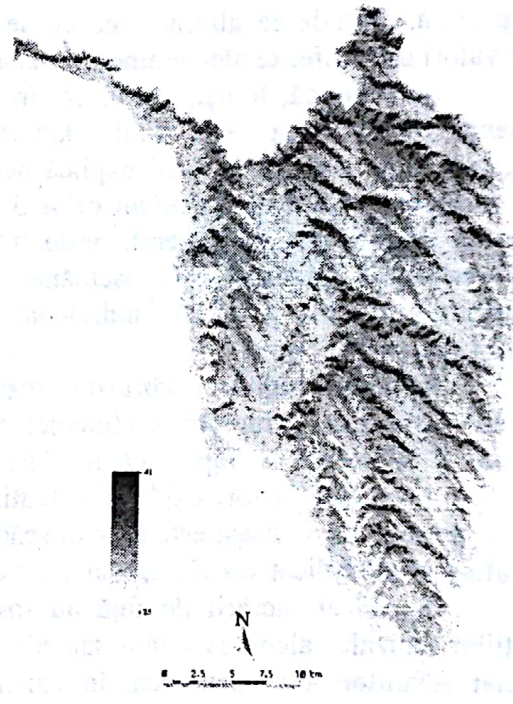


Figura 4. Indicele de ariditate de Martonne



O posibilă soluție o constituie *integrarea efectului comun* al variabilelor explicative la nivelul unei singure *variabile sintetice*, lucru realizabil cu ajutorul *analizei componentelor principali*. Aplicând acest tip de analiză celor trei variabile explicative (altitudine, latitudine, longitudine), se obține o variabilă sintetică (component principal), care integrează efectul comun al acestora.

*Valoarea proprie* atașată componentului principal exprimă proporția din varianța totală a complexului altitudine-latitudine-longitudine care revine varianței comune, integrate. Aportul individual relativ al celor 3 variabile explicative la structura variabilei sintetice este redat de *valoarea saturațiilor*. Semnul saturațiilor indică sensul

\* eroarea standard a estimării

corelației dintre altitudine, latitudine și longitudine, pe de o parte și componentul principal, pe de cealaltă parte. Remarcăm faptul că variabila sintetică are valori cu atât mai mari cu cât altitudinea și latitudinea sunt mai mari și cu cât longitudinea este mai mică. În consecință, putem afirma că *variabila sintetică exprimă distribuția spațială corelată a celor trei elemente pe direcția NV-SE.*

În fine, pentru fiecare stație meteorologică / post pluviometric se poate calcula un *scor* reprezentând valoarea variabilei sintetice în punctul respectiv, care este direct proporțional cu saturațiile variabilelor explicative și cu valorile standardizate ale acestora în punctul considerat.

Teoretic, dacă pentru estimarea parametrilor climatici s-ar fi avut în vedere aceleași stații meteorologice / posturi pluviometrice, parametrii analizei componentelor principali ar fi trebuit să fie identici. Totuși, de la caz la caz, a fost necesară excluderea unor stații / posturi sau, dimpotrivă, includerea altora, ceea ce se traduce prin valori ușor diferite ale parametrilor analizei.

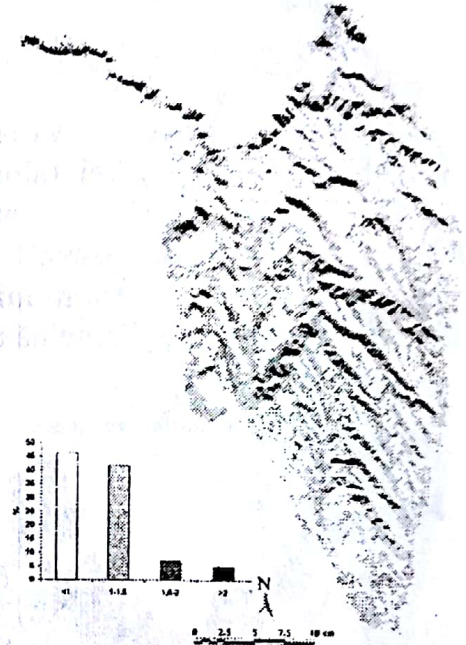
Se remarcă, totuși, faptul că, în general, varianța comună a altitudinii, latitudinii și longitudinii pe direcția NV-SE explică peste 75% din varianța totală a complexului celor 3 variabile de control, iar modulul saturațiilor acestora se menține, în general, peste 0,8. Contribuția celor 3 variabile la formarea componentului principal este asemănătoare și în general, de peste 30%. Această contribuție exprimă și aportul individual al variabilelor de control la explicarea unui anumit parametru climatic.

Aplicarea regresiei scorurilor, rezultate din analiza componentelor principali, în scopul spațializării parametrilor climatici, prezintă totuși o serie de dezavantaje. Cel mai important se referă la faptul că nu întotdeauna parametrii care alcătuiesc variabila sintetică constituie factori explicativi reali. Spre exemplu, creșterea temperaturii medii anuale pe direcția vest-est este efectul scăderii altitudinii, longitudinea fiind, în fapt, un pseudo-factor explicativ, cel puțin în acest caz.

În cadrul lucrării de față au fost folosite ambele metode de identificare a relațiilor cauzale, alegerea uneia sau alteia fiind condiționată de gradul de explicare asociat relațiilor. De asemenea, în cazul în care o variabilă s-a dovedit a fi fals explicativă, s-a renunțat, în mod firesc, la aplicarea analizei componentelor principali, optându-se pentru regresia multiplă pas cu pas.

Tabelul 1 redă modelul regresiei multiple rezultat în pasul final al analizei parametrilor climatici la nivelul mediilor multianuale și a lunilor extreme. Asigurarea parametrilor regresiei ( $p$ ) redă probabilitatea de eroare în estimarea acestora. Coeficienții de regresie parțială au semnificația unor gradienti: spre exemplu, coeficientul cu valoarea de  $-0,0055$  asociat altitudinii din relația de estimare a temperaturii medii anuale indică scăderea temperaturii cu altitudinea cu  $0,0055^{\circ}\text{C} / 1\text{m}$ , sau altfel spus, cu  $0,55^{\circ}\text{C} / 100\text{m}$ . Coeficienții de regresie parțială standardizați indică importanța relativă a variabilelor explicative în condiționarea variabilității spațiale a parametrului climatic în cauză. În fine, coeficientul de determinare multiplă exprimă fracțiunea din varianța totală a parametrului climatic explicată de variabilele independente incluse în model.

Figura 5. Răportul dintre precipitațiile medii anuale și evapotranspirația potențială



Tabelul 1. Modele de regresie ale parametrilor climatici

| Parametrul climatic                      |           | Modelul regresiei  |
|--|-----------|--|
| Temperatura                              | Anuală    | $t_{an} = 28,09 - 0,0055ALT - 0,3873LAT \pm 0,22$<br>$p < 0,01$ 0,01    0,01<br>$\beta^{**} \quad \quad - 0,72 \quad \quad - 0,37$<br>$R^{***} = 0,96 ? \quad R^2 = 0,93 \quad p < 0,01$                             |
|  | Iulie     | $t_{iulie} = 34,9 - 0,0092 ALT - 0,285 LAT \pm 0,3$<br>$p < 0,01$ 0,01    0,087<br>$\beta \quad \quad - 0,856 \quad \quad - 0,192$<br>$R = 0,96 ? \quad R^2 = 0,93 \quad p < 0,01$                                   |
|  | Ianuarie  | $t_{ian} = -3,6 - 0,23 SCOR + 0,35 (SCOR)^2 \pm 0,27$<br>$p < 0,01$ 0,03    0,01<br>$\beta \quad \quad - 0,387 \quad \quad 0,714$<br>$R = 0,91 ? \quad R^2 = 0,82 \quad p < 0,01$                                    |
| Umezeala relativă                        | Anuală    | $r_{an} = 66,53 + 2,2345 \ln(ALT) \pm 2,2$<br>$p < 0,01$ 0,01<br>$R = 0,71 ? \quad R^2 = 0,5 \quad p < 0,01$   |
|  | Iulie     | $r_{iulie} = 51,37 + 4,26 \ln(ALT) \pm 2,7$<br>$p < 0,01$ 0,01<br>$R = 0,84 ? \quad R^2 = 0,7 \quad p < 0,01$  |
| Durata efectivă de strălucire a Soarelui | Anuală    | $d_{an} = 2077,76 - 97,836 SCOR \pm 84,08$<br>$p < 0,01$ 0,01<br>$R = 0,77 ? \quad R^2 = 0,6 \quad p < 0,01$   |
|  | Iulie     | $d_{iulie} = 288,77 - 18,025 SCOR \pm 13,11$<br>$p < 0,01$ 0,01<br>$R = 0,82 ? \quad R^2 = 0,68 \quad p < 0,01$  |
|  | Decembrie | $d_{dec} = 817,53 - 11,05 LAT + 0,076 ALT - 8,97 LON \pm 4,4$<br>$p < 0,01$ 0,01    0,02    0,04<br>$\beta \quad \quad - 1,297 \quad \quad 0,74 \quad \quad - 0,612$<br>$R = 0,87 ? \quad R^2 = 0,76 \quad p < 0,01$ |
| Precipitații                             | Anuale    | $P_{an} = 502,67 + 0,2745 ALT \pm 52,14$<br>$p < 0,01$ 0,01<br>$R = 0,86 ? \quad R^2 = 0,74, \quad p < 0,01$   |
|  | Iunie     | $P_{iunie} = 80,69 + 0,0469 ALT \pm 11,03$<br>$p < 0,01$ 0,01<br>$R = 0,80 ? \quad R^2 = 0,65, \quad p < 0,01$   |
|  | Aprilie   | $P_{martie} = -76,813 + 0,0172 ALT + 3,7207 LON \pm 3,23$<br>$p < 0,04$ 0,01    0,01<br>$\beta \quad \quad \quad \quad 0,973 \quad \quad 0,462$<br>$R = 0,77 ? \quad R^2 = 0,60 \quad p < 0,01$                      |

asigurarea parametrilor regresiei

\*\* coeficienții de regresie parțială standardizați

\*\*\* coeficientul de corelație (R) și de determinare (R<sup>2</sup>) multiplă

Elementele climatice dependente, într-o anumită măsură, de radiația incidentă netă de undă scurtă (temperatură, evapotranspirația potențială etc.) au putut fi spațializate și în raport cu panta și expoziția versanților, prin calcularea unui coeficient de corecție în cazul temperaturii și introducerea temperaturii corectate și în relația de determinare a evapotranspirației potențiale (metoda Penman-Monteith):

$$t_c = t_n (R_{ns-c} / R_{ns-n})$$

unde:

- $t_n$  : temperatura necorectată, determinată prin regresie, în funcție de altitudine, latitudine și longitudine;
- $t_c$  : temperatura corectată în funcție de panta și expoziția versanților;
- $R_{ns-n}$  : radiația incidentă netă necorectată, estimată pe baza formulei Angstrom în care s-a integrat albedoul suprafeței active:

$$R_{ns-n} = (1 - a) \cdot R_a \left[ 0,25 + 0,5 \frac{d}{D} \right]$$

unde:

- $a$ : albedoul;
- $R_a$ : radiația extraterestră, receptată la limita superioară a atmosferei, pe o suprafață paralelă cu orizontul punctului de determinare;
- $d/D$ : fracția de insolație, reprezentând raportul dintre durata efectivă ( $d$ ) și durata astronomică ( $D$ ) de strălucire a Soarelui.

- $R_{ns-c}$  : radiația incidentă corectată:

$$R_{ns-c} = (1 - a) \cdot R_a \left[ 0,25 + 0,5 \frac{d \sin(h_m \pm \alpha)}{D \sin(h_m)} \right]$$

unde:

- $\alpha$  : unghiul de pantă al versanților;
- $h_m$  : înălțimea medie zilnică a Soarelui deasupra orizontului estimată pe baza latitudinii ( $\varphi$ ) și numărului zilei din an ( $J$ ) potrivit formulei (Allen et al., 1998):  
 $\sin(h_m) = \sin[0,85 + 0,3 \varphi \sin(2\pi J/365 - 1,39) - 0,42 \varphi^2]$

Observăm că efectul pantei a fost integrat astfel încât să afecteze, așa cum este corect, doar componenta directă a radiației globale. Unghiul de pantă al versanților se ia cu semnul +, pentru versanții orientați spre sud și cu semnul -, pentru cei cu expoziție nordică. Formula de calcul a radiației globale este, prin urmare, valabilă doar pentru situațiile extreme ale unor versanți orientați fie spre nord, fie spre sud. În cazul orientărilor intermediare, s-a presupus că radiația globală are valori mijlocii în raport cu cele calculate ale celor două extreme.

Deoarece acest coeficient de corecție exprimă doar influența radiației incidente nete, temperatura corectată rezultată este, în fapt, o temperatură potențială, derivată din încărcătura energetică a suprafețelor cu diferite înclinări și expoziții.

Redăm, în cele ce urmează, câteva dintre concluziile rezultate din modelele de regresie ale parametrilor climatici.

În cazul temperaturii aerului, coeficienții de regresie parțială standardizați ( $\beta$ ) ne indică o importanță relativă de cca 2 ori mai mare a altitudinii, în raport cu latitudinea, în condiționarea distribuției spațiale a temperaturii medii anuale, gradientul termic vertical fiind de  $-0,55^\circ\text{C} / 100\text{m}$ , iar cel latitudinal de  $-0,4^\circ\text{C} / 1^\circ$ .

În sezonul cald, rolul altitudinii crește, iar cel al latitudinii scade, faptul fiind reflectat în creșterea corelației temperatură-altitudine, a gradientului termic vertical ( $-0,92^\circ\text{C} / 100\text{m}$ ) și a valorii coeficientului de regresie parțială standardizat ( $\beta$ ) asociat altitudinii.

În sezonul rece, situația se complică puțin. Relația cu scorurile la nivelul lunii ianuarie, deși statistic semnificativă, este destul de slabă din punctul de vedere al gradului de explicare, ceea ce poate indica modificarea relațiilor spațiale dintre temperatura aerului și cei trei factori explicativi. S-a constatat că introducerea în ecuația

de regresie a pătratelor scorurilor generate de analiza componentelor principali, îmbunătățește semnificativ relația, variația spațială a temperaturii fiind explicată în proporție de 82%.

Ecuția ne indică faptul că regula scăderii temperaturii cu creșterea altitudinii, latitudinii și cu scăderea longitudinii, deci pe direcția generală SE-NV, dominantă net în cazul temperaturilor medii anuale și temperaturilor medii ale lunii iulie, se estompează prin efectul inversiunilor termice, care determină creșterea temperaturii cu altitudinea. De asemenea, în lunile de iarnă, pătrunderea aerului rece pe la sud de curbura Carpaților în Câmpia Română, determină existența unui fond general secundar de creștere a temperaturii de la sud spre nord, deci odată cu creșterea latitudinii.

Astfel s-ar putea explica de ce introducerea pătratelor scorurilor în ecuația de regresie determină creșterea semnificativă a gradului de explicare a variabilității spațiale a temperaturii medii din luna ianuarie. Cele două modele de evoluție spațială a temperaturii sunt antagonice, efectul conjugat fiind acela de reducere a gradientilor termici și deci, de uniformizare a distribuției spațiale a temperaturii aerului.

Umezeala relativă cunoaște o creștere atenuată cu altitudinea, rezultând, în consecință, gradienti diferențiați altitudinal, cu valori mai mari la altitudini mici și cu valori mai mici la altitudini mari. Astfel, umezeala relativă medie anuală scade cu altitudinea cu 1,6% / 100m, în intervalul 100-200m altitudine, cu 0,9% / 100m, în intervalul 200-300m și cu 0,6% / 100m, în intervalul 300-400m, de unde rezultă un gradient mediu de 1,03% / 100m.

Predictibilitatea distribuției spațiale a umezelii relative în timpul verii crește, relația cu altitudinea explicând 70% din variația spațială, cu o eroare standard de 2,7%. Creșterea umezelii relative cu altitudinea este, de asemenea atenuată, însă gradientii sunt mai mari decât în cazul valorilor medii anuale. Aceștia prezintă valoarea de 2,9% / 100m în intervalul 100-200m altitudine, 1,73% / 100m, în intervalul 200-300m și 1,22%, în intervalul 300-400m, rezultând un gradient mediu de 1,95% / 100m.

În timpul iernii, distribuția spațială a umezelii relative se uniformizează mult, astfel încât nu s-a putut pune în evidență o relație statistic semnificativă cu altitudinea, latitudinea și longitudinea.

**Durata efectivă de strălucire a Soarelui** medie anuală scade cu altitudinea, cu un gradient mediu de 49,5 ore / 100m, scade cu creșterea latitudinii, cu un gradient mediu de 41 ore / 1° latitudine și crește cu creșterea longitudinii, cu un gradient de 68,2 ore / 1° longitudine.

În sezonul cald, gradul de explicare a variației spațiale a duratei efective de strălucire a Soarelui crește la 68%, cu o eroare standard de 13,1 ore / lună. Ecuția de regresie indică același sens de evoluție spațială a duratei efective, respectiv de scădere cu creșterea altitudinii (-9,1 ore / 100m) și latitudinii (-7,6 ore / 1° latitudine) și de creștere cu creșterea longitudinii (12,6 ore / 1° longitudine).

Situația în sezonul rece se prezintă diferit. Corelația duratei efective de strălucire a Soarelui în luna decembrie cu scorurile generate de analiza componentelor principali este foarte slabă, nesemnificativă statistic. Faptul indică modificarea calitativă a relațiilor dintre durata efectivă și factorii potențiali explicativi ai distribuției spațiale (altitudine, latitudine, longitudine). Remarcăm că relația duratei efective de strălucire a Soarelui cu latitudinea își menține sensul, aceasta scăzând cu un gradient de -11,1 ore / 1° latitudine. Relațiile cu altitudinea și longitudinea își modifică sensul, durata efectivă crescând cu altitudinea, cu un gradient de 7,6 ore / 100m și scăzând de la vest la est cu 9 ore / 1° longitudine.

Aceste diferențe se pot explica prin faptul că iarna domină formațiuni noroase stratiforme de joasă altitudine, care reduc mult durata efectivă sub nivelul acestora. Deasupra plafonului de nori, durata efectivă crește, astfel încât, pe ansamblul Podișului Moldovei, se constată o creștere a duratei efective de strălucire a Soarelui cu altitudinea. Fiind nori inferiori, aceștia acoperă suprafețe tot mai mari spre est, zonele mai înalte din vestul podișului ieșind deasupra acestora. Astfel se explică și scăderea duratei efective de strălucire a Soarelui de la vest la est.

Variația spațială a precipitațiilor atmosferice medii anuale este explicată de altitudine în proporție de 74%, cu o eroare standard de 52,14mm / an. Dependența precipitațiilor de altitudine este directă, gradientul pluviometric vertical fiind de 27,4mm / 100m. Creșterea precipitațiilor cu altitudinea se explică prin intensificarea proceselor de condensare-precipitare, în urma ascensiunii aerului pe flancurile formelor de relief pozitive. Pe de altă parte, umezeala absolută a aerului crește, la umezeala inițială adăugându-se un aport semnificativ datorat evapotranspirației actuale crescute, la nivelul cuverturii vegetale predominant forestiere.

În luna cea mai deficitară sub raport pluviometric (martie), se constată reducerea semnificativă a gradientului pluviometric vertical deci o uniformizare spațială a distribuției precipitațiilor. Creșterea cu longitudinea, deci de la vest la est, se poate explica prin situarea regiunilor estice sub nivelul plafonului jos de nori stratiformi, caracteristici pentru această perioadă și a celor vestice deasupra lui.

#### BIBLIOGRAFIE

1. Allen RG., Pereira LS., Raes D., Smith M. (1998) – *Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements*. FAO Irrigation and drainage paper 56: Rome.
2. Apetrei M., Groza O., Grașland C. (1996) – *Elemente de statistică cu aplicații în geografie*, Edit. Univ. „Al. I. Cuza” Iași.
3. Dobesch H., Tveito O.E., Bessemoulin P. (2002) *Geographic Information Systems in Climatological Application*, project no. 5/ECSN, report no. 13/01, DNMI, Oslo.
4. Johnston R. J. (1978) – *Multivariate Statistical Analysis in Geography*, Longman, New York.
5. Patriche C. V. (2003a) – *Analiza componentelor principali și factorială*, vol. *Indici și metode cantitative utilizate în climatologie*, coord. Sorin Cheval, Edit. Univ. din Oradea.
6. Patriche C. V. (2003b) – *Abordarea pe baze statistice a problemei spațializării informației climatice*, vol. *Indici și metode cantitative utilizate în climatologie*, coord. Sorin Cheval, Edit. Univ. din Oradea.
7. Rădoane M., Rădoane N., Ichim I., Dumitrescu Gh., Ursu C. (1996) – *Analiza cantitativă în geografia fizică*, Edit. Univ. „Al. I. Cuza” Iași.
8. Tveito O. E., Schöner W. (editors, 2001). *Applications of spatial interpolation of climatological and meteorological elements by the use of geographical information systems (GIS)*, report no. 1/WG2 Spatialisation/ COST-719, DNMI, Oslo.
9. \* \* \* (1961) – *Clima Republicii Populare Române. Vol. II. Date climatologice*, I.M. București.