

UTILIZAREA SISTEMELOR INFORMAȚIONALE GEOGRAFICE PENTRU GESTIUNEA IRIGAȚIILOR ÎN CONDIȚII DE SECETĂ ÎN BAZINUL HIDROGRAFIC PRUT

T. V. Blidaru, C. Cismaru*, V. Gabor*, D. Scripcariu**

1. Introducere

Utilizarea SIG cunoaște în prezent o dezvoltare deosebită, complexitatea și diversitatea aplicațiilor specifice fiind foarte mare. Un domeniu reprezentativ este acela al analizei și asigurării suportului informațional pentru asistarea deciziilor referitoare la monitorizarea și impactul fenomenelor naturale și/sau antropice cu repercusiuni la nivelul teritoriului, cu prioritate al celor cu risc potențial major precum seceta, eroziunea solului, inundațiile sau poluarea mediului. Implementarea unor hărți tematice și simularea dinamicii acestor fenomene în sistem SIG reprezintă instrumente valoroase în sprijinul factorilor de decizie, cu competențe în domeniul managementului resurselor naturale, umane și/sau economico-sociale la scara unităților administrativ-teritoriale și regionale.

La nivel regional, sistemele de tip SIG permit analiza unitară a fenomenelor globale cu impact zonal - cum sunt perturbațiile climatice, ciclul hidrologic sau propagarea și impactul agenților poluanți - precum și a celor locale cu efect în afara limitelor sistemului analizat - cum sunt eroziunea și transportul aluvionar, evoluția și propagarea surselor locale de poluare etc. Reprezentarea și modelarea datelor informative în sistem SIG la scară regională constituie, deci, veriga intermediară ("mezoscala") între modelele componentelor sistemului socio-natural terestru și modelele "locale" de reprezentare și simulare a unor fenomene, procese și activități cu localizare geografică bine delimitată.

În acest cadru, considerarea fenomenului de secetă, cu diferite grade de intensitate, fenomen tot mai frecvent în ultimii ani în b.h. Prut și stabilirea unor direcții de contracarare eficientă a impactului acestuia prin gestiunea judicioasă a resurselor de apă și utilizarea corespunzătoare a sistemelor de irigații ce folosesc sursele de apă din regiune au reprezentat obiectul mai multor studii și analize întreprinse în cadrul Facultății de Hidrotehnică Iași, Catedra de Hidroameliorații și Protecția Mediului [1-7].

Secetele reprezintă alterări temporare ale regimului de echilibru climatic, caracterizate prin valori ale precipitațiilor sub cele normale. Ele se manifestă cu caracteristici de frecvență, durată și intensitate diferențiate pe zone climatice și se deosebesc de ariditate, care este o caracteristică permanentă a unor zone de pe glob.

Secetele fac parte din categoria dezastrelor naturale, alături de cutremure, inundații etc., care crează stări critice asupra mediului și economiei naționale, cum ar fi: reducerea drastică a producțiilor agricole ca și a rezervelor de apă din râuri și lacuri de acumulare, scăderea nivelurilor freatice, incendii frecvente ale pădurilor, scăderea

* Universitatea Tehnică „Ghe. Asachi”, Iași

producției animaliere. Impactul secetelor este adesea mult mai puternic din punct de vedere economic, comparativ cu celelalte dezastre naturale.

Severitatea lor poate fi agravată și de asocierea reducerii cantității de precipitații cu alți factori climatici (temperaturi ridicate, vânturi puternice, umiditate scăzută a aerului), cât și cu condițiile locale (soluri cu capacitate redusă de reținere a apei, pante mari ale terenului și eroziune accentuată).

În partea estică a României fenomenul de secetă are un caracter întâmplător (aleator), el semnalându-se frecvent în lunile iulie și august. După cercetările întreprinse de N. Topor [11], anii secetoși în această zonă au frecvență de 69%, predominând anii moderat secetoși. Secetele extreme și severe afectează frecvent zona sudică a regiunii.

Studiile anterioare [2-5] indică pentru partea estică a României o localizare a epicentrului secetelor în zona Galați-Tecuci, de aici propagându-se spre nord și vest.

Efectele negative ale secetelor asupra culturilor agricole pot fi contracarate printr-un complex de măsuri, incluzând utilizarea judicioasă a amenajărilor hidroameliorative.

Sistemele de irigații existente în cadrul b.h. Prut sunt amplasate atât în zone de luncă, cât și pe terase, ceea ce conduce către un consum ridicat de energie necesar pompării apei. În aceste condiții, costul apei de irigații este crescut, mai ales în sistemele cu mai multe trepte de pompare, implicând stabilirea atentă a unui regim de irigație optim, urmărindu-se maximizarea profitului și nu a producției.

Un factor esențial pentru o irigație optimă din punct de vedere economic îl reprezintă o prognoză cât mai apropiată de realitate a momentului de începere al udărilor și a cantităților de apă necesare.

Scopul prezentei lucrări îl reprezintă exploatarea facilităților unui sistem de tip SIG pentru documentarea și asistarea deciziilor legate de gestiunea secetelor, în particular pentru stabilirea unui regim de irigație judicios în condițiile unui deficit cantitativ al resurselor de apă, datorat fenomenului de secetă, coroborat cu alte restricții de ordin economic și de impact asupra mediului specifice perioadei actuale.

2. Material și metodă

2.1. Aspecte generale

Abordarea în sistem SIG a unor fenomene naturale cu impact la nivelul comunităților locale sau la scară regională reprezintă un demers științific interdisciplinar, al cărui succes depinde de concurența unor factori de natură diversă. Astfel, colaborarea la implementarea unui astfel de proiect presupune acordul prealabil și susținerea reciprocă în baza unor metodologii acceptate și a unui limbaj și scopuri comune a mai multor specialități, la nivel de experți.

Asigurarea suportului financiar reprezintă de asemenea un aspect important în proiectele complexe cum sunt cele de tip SIG. Problematika acestor sisteme depășește interesul pur științific, având deseori conotații importante sub aspect social. De aceea, elaborarea unor metodologii clare, pe cât posibil standardizate în raport cu tehnologiile informaționale curente (de exemplu standardul Open GIS) adoptarea unor standarde pentru reprezentarea internă a informației georeferențiate în aplicațiile utilizate în implementări diverse (metadate) reprezintă repere majore pentru succesul și viabilitatea unei implementări SIG.

În prezenta lucrare, pornind de la informația de specialitate stocată în baza de date grafice a Catedrei de Hidroameliorații și Protecția Mediului din Facultatea de Hidrotehnică Iași, am urmărit să realizăm o implementare SIG simplă, sugestivă și compatibilă cu alte aplicații. În acest scop am utilizat facilitatea **Data Map** din cadrul programului Microsoft Excel (MS Office 97) [12] pentru reprezentarea și analiza informației geografice.

2.2. Caracterizarea secetelor cu ajutorul indicelui de umiditate

Informațiile meteorologice asupra precipitațiilor și elementelor pentru calculul evapotranspirației au fost preluate de la 5 stații meteorologice situate în bazinul hidrografic Galați, Huși, Iași, Botoșani și Dorohoi, pentru o perioadă de 16 ani (1981-1996). Evapotranspirația potențială a fost calculată decadal prin metoda Penman, în funcție de valorile temperaturii aerului, vitezei vântului, umidității relative a aerului și duratei de strălucire a Soarelui.

Indicele de umiditate propus de N. Soroceanu (IU) [9] are expresia:

$$IU = \frac{a \cdot q + Q}{etp}$$

în care:

- a este coeficientul de înmagazinare și proporționalizare a consumului de apă din sol asigurată de precipitațiile q din perioada rece a anului (XI-II), cu valori de 0,6 pentru martie și aprilie, 0,5 pentru mai, 0,4 pentru iunie, 0,3 pentru iulie, 0,2 pentru august, 0,1 pentru septembrie și 0 pentru octombrie;
- q – suma precipitațiilor din perioada de acumulare a umidității în sol (XI-II);
- Q – precipitațiile din perioada de consum a umidității (III-XI);
- etp – evapotranspirația potențială din perioada III-XI.

Caracterizarea secetelor funcție de IU se face astfel:

- IU = 1 - 0,75 - secetă ușoară;
- IU = 0,75 - 0,5 - secetă moderată;
- IU = 0,5 - 0,25 - secetă gravă;
- IU < 0,25 - secetă extremă.

Evaluarea fenomenului de secetă s-a realizat considerându-se numai gradul de intensitate al acestuia ca factor principal, acesta corelându-se strâns cu celelalte caracteristici ale secetelor: durata, frecvența și suprafața afectată.

2.3. Metodologia de prognoză a evoluției în timp și spațiu a secetei și a rezervei de apă din sol

Cu ajutorul programului de calcul ISAREG [10] s-au calculat valorile decadales ale rezervei de apă din sol, în timpul sezonului de vegetație (1 IV - 1 X) pentru o cultură de porumb, în condițiile unui sol de tip cernoziom cambic, fără aport freatic și neirigat.

Cu aceste valori s-au stabilit relațiile de regresie între rezerva de apă din sol și IU.

Metoda elaborată pentru prognoza udărilor pentru sistemele de irigații din bazinul hidrografic Prut în condiții de secetă constă în:

1. Monitorizarea evoluției secetei în epicentru, respectiv stocarea în bazele de date a sistemului SIG a informațiilor necesare (numerice și grafice).

2. Analizarea propagării în teritoriul considerat a secetei (în condițiile menținerii acesteia) prin stabilirea relațiilor de dependență statistică între indicii de umiditate înregistrați în epicentru și durata de progresie a secetei (tab.1), respectiv variația indicilor de umiditate determinați local în punctele caracteristice din teritoriu. Această informație se stochează de asemenea în baza de date geoinformațională.

3. Determinarea valorilor rezervei de apă din sol folosind corelațiile stabilite anterior dintre Iu și rezervă.

4. Stabilirea momentelor de începere a udărilor și mărimile acestora în baza calculelor precedente, având în vedere și factorii de ordin tehnic și economic asociați.

Tabelul 1. Durata de propagare a secetei (zile) în funcție de gradul de severitate al acestui fenomen înregistrat în epicentru

Grad de Severitate Localitatea	secetă ușoară	secetă moderată	secetă gravă	Secetă extremă
Huși	6 – 8	8 – 16	16 – 21	21 – 22
Iași	37 – 41	41 – 57	57 – 72	72 – 188
Botoșani	35 – 60	60 – 80	80 – 132	132 – 265
Dorohoi	34 – 60	60 – 102	102 – 176	176 – 298

În acest mod se generează informația necesară pentru indicarea datei de începere a udărilor în diferite puncte din teritoriu. Înainte cu 10-15 zile de data prognozată, datorită posibilității apariției unor evoluții climatice neașteptate este necesară actualizarea datelor și monitorizarea locală a fenomenului de secetă.

2.4. Metodologia de implementare

Etapele parcurse pentru realizarea sistemului SIG au fost:

1. Crearea fișierelor grafice în sistem **Map Info V4.0.** (recomandat de Microsoft). Informația a fost agregată utilizându-se 5 layere care reprezintă:
 - rețeaua hidrografică;
 - sistemele de irigație de pe malul drept al râului Prut;
 - localitățile importante din regiunea analizată;
 - limitele regiunii analizate;
 - punctele reprezentative pentru analiza și prognoza secetei în teritoriul considerat.
2. Centralizarea informațiilor (baza de date) necesară modelării matematice s-a făcut în fișiere (tabele) Excel.
3. Crearea hărților de date (hărți tematice) s-a realizat în Excel prin utilizarea facilităților specifice de tip **OLE** și a aplicațiilor aferente produsului înglobat **Data Map** (utilitarul *Datainst*).

4. Histogramele tridimensionale pentru reprezentarea grafică a evoluției în timp a indicelui de umiditate (IU) și a rezervei de apă în sol (Rez) în punctele caracteristice din b.h. Prut s-au realizat cu ajutorul utilitarului Chart Wizard.

Implementarea s-a realizat pe un calculator tip PC compatibil IBM, cu caracteristicile: procesor Pentium II MMX la 233 MHz, 32 Mb RAM, HDD 2,1 Gb, SO Windows 98.

3. Rezultate obținute

În urma rulării aplicației create conform metodologiei prezentate de stabilire a variației spațio-temporale a fenomenului de secetă în bazinul hidrografic Prut au rezultat datele prezentate centralizat în tabelul nr.2.

Tabelul 2. Valorile indicelui de umiditate (IU) și ale rezervei de apă din sol (Rez), în timp, rezultate în urma rulării aplicației, la stațiile meteo din b.h. Prut

Stația Timp	Galați		Huși		Iași		Botoșani		Dorohoi	
	IU	Rez (%)	IU	Rez (%)	IU	Rez (%)	IU	Rez (%)	IU	Rez (%)
T0	4,68	134,47	4,68	134,47	4,39	133,66	3,96	131,95	3,45	128,71
T10	3,90	131,66	3,90	131,66	3,79	131,08	3,44	128,66	2,96	123,71
T20	3,12	125,65	3,12	125,65	3,20	126,46	2,93	123,23	2,47	115,79
T30	2,35	113,07	2,35	113,07	2,61	118,32	2,41	114,40	1,99	103,46
T40	1,96	102,52	1,98	102,52	1,96	102,51	2,18	109,00	1,96	102,52
T50	1,57	87,87	1,57	87,87	1,57	87,87	1,96	102,41	1,64	90,80
T60	1,18	68,30	1,18	68,03	1,35	77,68	1,73	94,44	1,53	85,92
T70	1,05	60,85	1,05	60,85	1,28	74,01	1,44	81,85	1,42	81,20
T80	0,92	52,01	0,92	52,91	1,21	70,37	1,29	74,20	1,33	76,63
T90	0,80	44,57	0,82	46,35	1,14	66,12	1,17	67,87	1,25	72,28
T100	0,70	38,25	0,73	39,96	1,06	61,40	1,08	62,38	1,18	68,28
T110	0,61	31,87	0,65	34,42	0,97	56,24	0,99	57,55	1,12	64,63
T120	0,52	25,53	0,58	29,59	0,89	50,91	0,93	53,33	1,06	61,31
T130	0,48	22,86	0,53	26,37	0,82	46,09	0,87	49,60	1,01	58,25
T140	0,44	20,24	0,49	23,80	0,75	41,77	0,83	46,30	0,99	55,41
T150	0,40	17,68	0,46	21,54	0,70	37,93	0,78	43,33	0,92	52,77
T160	0,41	18,53	0,44	20,38	0,65	34,74	0,74	40,66	0,89	50,28
T170	0,42	19,38	0,436	19,99	0,61	32,17	0,71	38,28	0,85	47,95
T180	0,44	20,24	0,437	20,09	0,58	30,13	0,67	36,18	0,82	45,79
T190	0,42	19,38	0,433	19,81	0,56	28,32	0,65	34,29	0,79	43,77
T200	0,41	18,53	0,425	19,32	0,53	26,71	0,62	32,56	0,76	41,87
T210	0,40	17,68	0,416	18,72	0,51	25,25	0,60	30,97	0,73	40,09

Utilizând aceste date, s-au generat histogramele tridimensionale pentru caracterizarea grafică a fenomenului de secetă în teritoriul considerat, reprezentat în sistem SIG (fig.1.).

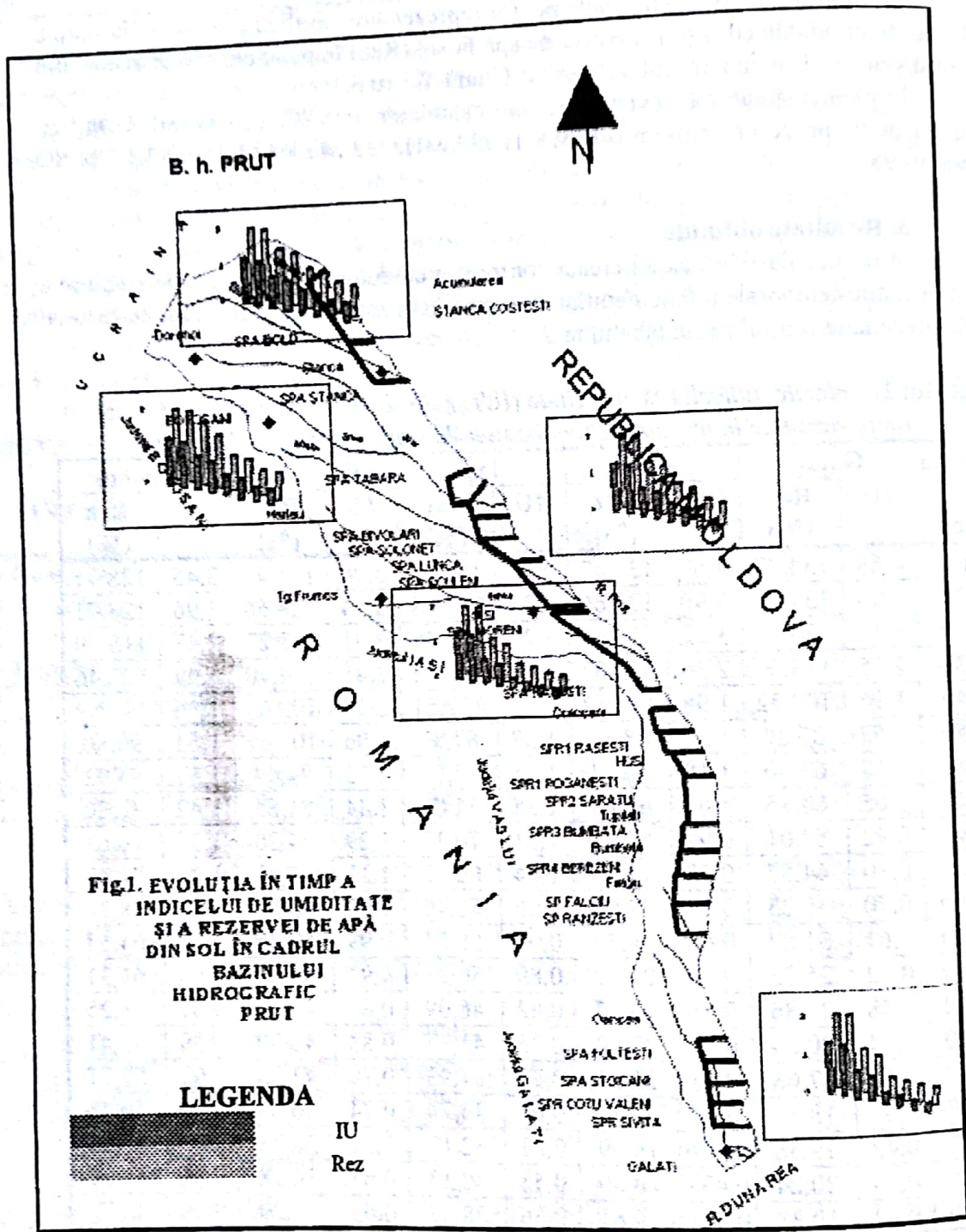


Fig.1. Evoluția în timp a indicelui de umiditate și a rezervei de apă din sol în cadrul bazinului hidrografic Prut

Variațiile relative ale datelor prognozate în raport cu datele reale înregistrate în teritoriu sunt reprezentate grafic în fig.2. Se constată că valorile prognozate se apropie de cele reale (abatere relativă 0,3-30%).

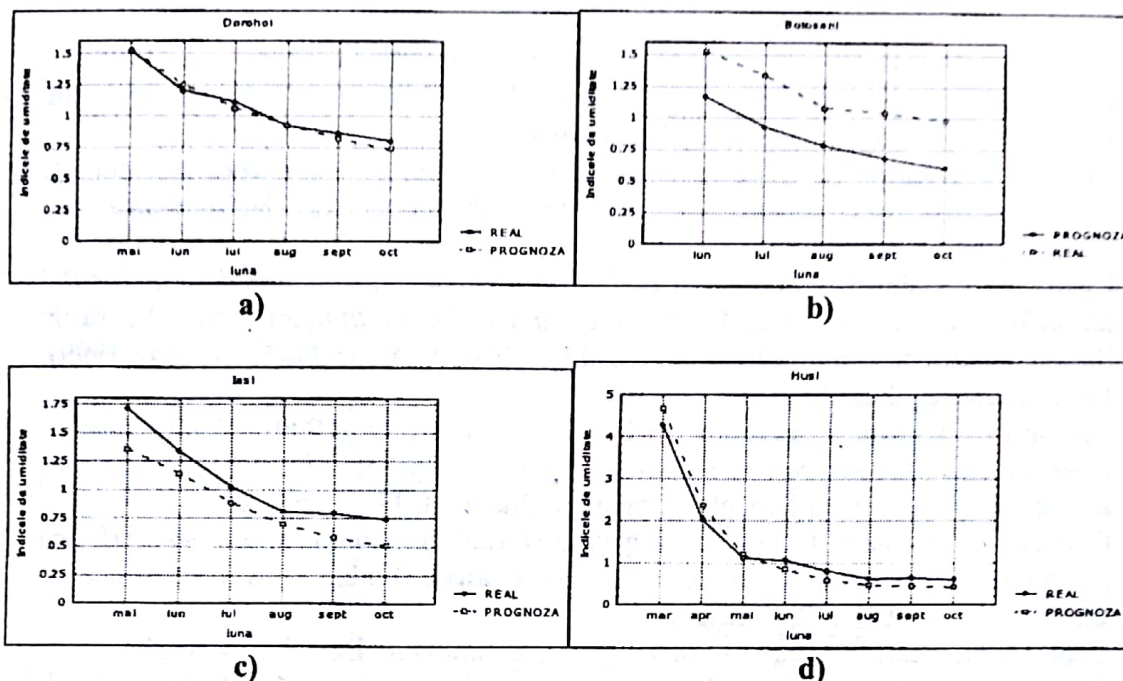


Fig. 2. Variațiile relative ale datelor prognozate în raport cu datele reale înregistrate la: a) Botoșani, b) Dorohoi, c) Iași, d) Huși

4. Interpretarea rezultatelor și concluzii

Proгноza evoluției gradului de severitate a secetei în bazinul hidrografic Prut, pornind de la evoluția IU în epicentru, este un factor important în managementul strategic și operațional al secetelor și al posibilităților de combatere a efectelor negative ale acestora asupra culturilor agricole, prin aplicarea judicioasă a irigațiilor.

Datorită posibilității apariției unor evoluții climatice neașteptate sunt necesare actualizarea datelor și monitorizarea locală a fenomenului de secetă.

Sistemele informaționale geografice reprezintă un instrument util și eficient pentru monitorizarea și gestiunea secetelor în b.h. Prut. Corelarea și integrarea facilităților oferite de aceste sisteme cu modelarea matematică în sistem computerizat permite realizarea unor scenarii de evoluție, a secetelor și crează suportul informațional pentru analize complexe privind evoluția factorilor de influență naturali sau antropici la nivel regional.

BIBLIOGRAFIE

1. Blidaru T.V., Cîsmaru C., Bartha I., Prepelita D., Gabor V., Scripcariu D., Kinga Kondra (2000) – *Possibilities for Forecast of Drought in Nucleus using Artificial Neural Networks (ANN)*, Abstract of papers of Central and Eastern European Workshop on Drought Mitigation, Budapest, 12-15 apr. 2000.
2. Cîsmaru C., Bartha I., Cojocaru I., Giurma I., Marcoie N., Gabor V., Paula Chingălată (1998) – *Corelații între indicii anuali de intensitate a secetelor și deficitul de producție la câteva culturi agricole, în partea estică a României,*

- Rezumatele comunicărilor celei de-a treia conferințe internaționale "Apele Moldovei", Chișinău, 1998.
3. Cismaru, C., Bartha, I., Cojocaru, I., Marcoie, N., Gabor, V. (1998) – *Characterizing agricultural droughts in Eastern Romania, Water and the Environment: Innovative Issues in Irrigation and Drainage.*
 4. Cismaru C., Bartha I., Marcoie N., Gabor V. (1999) – *Unele caracteristici ale secetelor din ultimele decenii în partea estică a României*, Rev. Hidrotehnica, vol. 44, nr.11-12.
 5. Cismaru C., Gabor V., Scripcariu D. (1999) – *Contribuții la studiul secetelor din ultimele decenii pe teritoriul Moldovei, cu aplicații în gestiunea irigației*, Lucrările Simpozionului de comunicări științifice al Facultății de Agricultură, vol.1 (42/1999), Ed. Ion Ionescu del Brad, Iași, oct. 1999.
 6. Cismaru C., Giurma I., Bartha I., Gabor V., Scripcariu D. (2000) – *Using drought intensity index for forecast in irrigation*, Abstract of papers of Central and Eastern European Workshop on Drought Mitigation, Budapest, 12-15 apr. 2000.
 7. Cismaru C., Bartha I., Gabor V., Scripcariu D. (2000) – *Studii asupra deficitului de producție determinat de secete în condițiile Moldovei*, Ovidius University Annals of Contructions, vol.1, nr.2, Constanța.
 8. Popovici N., Biali G. (2000) – *Sisteme geoinformaționale*, Ed. Gh. Asachi, Iași.
 9. Soroceanu, N. (1989) – *Considerații asupra conceptului și evaluării fenomenului de secetă*. Studii și cercetări meteorologice, vol.3, I.N.M.H. București.
 10. Teixeira, J.L. (1994) – *Programa ISAREG Guia do utilizador*. Projecto NATO-po-Irrigation. Dep. de Eng. Rural, Inst. Sup. de Agron., Univ. Tehnica de Lisboa.
 11. Topor, N. (1964) – *Ani ploiosi ani secetosii in R.P. Romana*, C.S.A. Institutul meteorologic.
 12. Winter R, Winter P. (1996) – *Utilizare Microsoft Office pentru Windows 95*, Ed. Teora, București.