



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI



Fondul Social European
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



MINISTERUL
EDUCAȚIEI
NAȚIONALE

OIPOSDRU

UNIVERSITATEA „BABEȘ-BOLYAI”, CLUJ-NAPOCA
ȘCOALA DOCTORALĂ DE GEOGRAFIE

VARIABILITATE CLIMATICĂ ȘI EFECTE INDUSE
ASUPRA UTILIZĂRII TERENURILOR ÎN CÂMPIA ROMÂNĂ
(SECTORUL JIU – OLT)

-rezumat-

Conducător de doctorat:

PROF. UNIV. DR. PETREA DĂNUȚ

Student doctorand:

ROȘCA FLORINA CRISTINA

Cluj-Napoca
2017

STRUCTURA LUCRĂRII:

INTRODUCERE.....	5
1. INDIVIDUALITATEA GEOGRAFICĂ A CÂMPIEI ROMÂNE (SECTORUL JIU-OLT).....	10
1.1 Așezarea geografică.....	10
1.2 Trăsături geografice definitorii ale sectorului Jiu și Olt al Câmpiei Române.....	11
1.2.1 Aspecte de ordin morfologic	11
1.2.2 Condiții climatice	14
1.2.3 Caracteristici de ordin hidrogeologic și hidrologic	16
1.2.4 Tipologia solurilor	18
1.2.5 Specificitatea biogeografică	20
2. RETROSPECTIVA ASUPRA CERCETĂRIILOR ȘTIINȚIFICE RELEVANTE PENTRU PROBLEMATICA ABORDATĂ	22
2.1 Contribuții științifice de referință privind Câmpia Română (implicit Sectorul Jiu-Olt) .	22
2.2 Contribuții științifice referitoare la problematica variabilității climatice și a efectelor induse	23
3. DATE UTILIZATE ȘI METODOLOGIA CERCETĂRII	25
3.1 Date utilizate.....	25
3.1.1 Date climatice.....	25
3.1.2 Date satelitare	26
3.1.3 Date de reanaliză	27
3.1.4 Alte tipuri de date	28
3.2 Metodologia cercetării.....	29
3.2.1 Metode statistice.....	29
3.2.1.1. Metode statistice generale	29
3.2.1.2. Metode statistice de detectare a tendințelor climatice.....	29
3.2.1.3. Indici și variabile complexe pentru evaluarea bilanțului hidric	30
3.2.2. Metode de teledetecție.....	33
3.2.2.1. Prelevarea și prelucrarea imaginilor satelitare	33
3.2.2.2. Indici calculați pe baza imaginilor satelitare	34
3.2.2.3 Metode și tehnici de detectare a schimbărilor în utilizarea terenurilor	39
3.2.3. Metode de analiză sinoptică	41
3.2.3.1 Analiza câmpului de presiune la nivelul mării și a câmpului de geopotențial la nivelul de 500 hPa.....	41
3.2.3.2. Analiza traiectoriilor maselor de aer	41
4. VARIABILITATEA CLIMATICĂ EVIDENȚIATĂ PE BAZA PRINCIPALILOR PARAMETRI CLIMATICI SIMPLI	43
4.1 Generalități	43
4.2 Caracteristici climatice generale.....	43
4.2.1 Temperatura aerului.....	44
4.2.2 Precipitațiile atmosferice	47
4.3 Variabilitatea și tendința de evoluție a temperaturilor din lunile semestrului rece	49

4.3.1 Analiza variabilității interanuale în seriile de date de temperatura aerului	49
4.3.2 Analiza tendințelor de evoluție a temperaturii aerului	54
4.4 Variabilitatea și tendința de evoluție a temperaturilor din lunile semestrul cald	54
4.4.1 Analiza variabilității interanuale în seriile de date de temperatura aerului	55
4.4.2 Analiza tendințelor de evoluție ale temperaturii aerului	60
4.5 Variabilitatea și tendința de evoluție a cantităților de precipitații din lunile semestrului rece.....	61
4.5.1 Analiza variabilității interanuale în seriile de date ale cantităților lunare de precipitații	61
4.5.2 Analiza tendințelor de evoluție a cantităților de precipitații atmosferice.....	65
4.6 Variabilitatea și tendința de evoluție a cantităților de precipitații din lunile semestrul cald	66
4.6.1 Analiza variabilității interanuale în seriile de date ale cantităților lunare de precipitații	66
4.6.2 Analiza tendințelor de evoluție a cantităților de precipitații atmosferice.....	70
4.7 Diagramele ombrotermice Gaussen	71
4.7.1 Analiza perioadelor umede, semiumede și secetoase identificate pe baza diagramelor ombrotermice Gaussen la nivelul întregii perioade	72
4.7.2 Diagrame ombrotermice Gaussen la nivel de subperioade	72
5. VARIABILITATEA CLIMATICĂ EVIDENȚIATĂ PE BAZA PRINCIPALILOR PARAMETRI CLIMATICI COMPLECȘI	74
5.1 Variabilitatea climatică din perspectiva bilanțului hidric.....	74
5.1.1 Evapotranspirația de referință (ET ₀)	74
5.1.1.1 Generalități	74
5.1.1.2 Analiza evapotranspirației de referință în semestrul cald.....	75
5.2 Analiza gradului de deficit și excedent pulviometric	79
5.2.1. Generalități	79
5.2.2 Indicele Standardizat de Precipitații și Evapotranspirație (SPEI) și caracteristica perioadelor de medie și scurtă durată.....	80
5.3 Frecvența circulației aerului pe direcții detectată pe baza traiectoriilor retroactive.....	86
6. ANALIZA UNOR PARAMETRI CLIMATICI OBTINUȚI DIN MĂSURĂTORI INDIRECTE.....	87
6.1 Temperatura de la suprafața solului (LST) în lunile semestrului cald în corelație cu gradul de acoperire al vegetației (NDVI) și clasele de sol.....	87
6.1.1 Generalități	87
6.1.2 Analiza spațio-temporală a temperaturii suprafețelor de contact și impactul factorilor climatici și non-climatici asupra sa.....	88
6.2 Indicele Normalizat de Diferențiere al Umidității (NDMI) în lunile semestrului cald .	119
6.2.1 Generalități	119
6.2.2 Analiza spațio-temporală a umidității suprafețelor de contact derivate din NDMI și gradul de afectare pentru principale clase de acoperire cu vegetație și LST	120
7. PRINCIPALII FACTORI DE RESTRICTIVITATE ÎN DEZVOLTAREA AGRICULTURII ȘI MODIFICĂRI RECENTE SURVENITE ÎN MODUL DE UTILIZARE AL TERENURILOR.....	144
7.1 Principalii factori de restrictivitate	144

7.2 Evoluția suprafețelor ocupate de perdele forestiere antierozionale și corpuri compacte de pădure.....	146
7.3 Sistemele de irigații	152
7.4 Aspecte privind modificări recente survenite în modul de utilizare al terenurilor la nivel de microscară	156
7.4.1 Modificări survenite în utilizarea terenului prin fenomenul de defrișare.....	157
7.4.2 Defrișarea și abandonul suprafețelor ocupate de vița de vie	161
7.4.3 Schimbările survenite în utilizarea terenului pe baza claselor majore de vegetație rezultate din Indicele Modificat de Diferențiere al Vegetației și de Ajustare a Solului 2 (MSAVI2)	164
CONCLUZII	172
Lista figurilor	176
Lista tabelelor	181
BIBLIOGRAFIE	183

Cuvinte cheie: *Câmpia Română (Sectorul Jiu-Olt), Variabilitate climatică, Schimbări în utilizarea terenurilor*

INTRODUCERE

Pe fondul variabilității climatice și a extinderii tot mai ample a suprafețelor de teren agricol necultivate și abandonate, în prezent asistăm la înregistrarea efectelor create de interdependența crescândă dintre cele două aspecte. Suprafețele agricole afectate în acest sens nefavorabil de către factorii de natură climatică și de cei non-climatici au înregistrat în ultima perioadă o extindere remarcabilă în Sectorul Jiu-Olt al Câmpiei Române astfel încât, în cadrul acestuia, arealele cu echilibru fragil dobândesc o pondere din ce în ce mai mare.

În prezent există studii care pun în evidență faptul că variabilitatea climatică poate avea un impact asupra agriculturii, demonstrat fiind faptul că dintre toate sectoarele economice agricultura reprezintă ramura cea mai vulnerabilă. Numit ”Sahara Olteniei”, acest teritoriu a fost ales datorită impactului socio-economic și în special climatic, cu echilibru fragil. Pornind de la această constatare, lucrarea de față se interoghează asupra efectelor cantitative generate la nivel teritorial de temperaturile ridicate și de umiditatea scăzută a suprafețelor de contact fixându-și următoarele obiective definitorii: a. *Surprinderea variabilității climatice recente din partea central-vestică a Câmpiei Române (Sectorul Jiu-Olt)*; b. *Reflectarea potențialului fizico-geografic asupra modului de utilizare a terenurilor*; c. *Evaluarea efectelor induse de variabilitatea climatică prin intermediul modificărilor survenite recent în modul de utilizare terenurilor*.

Pentru atingerea obiectivelor mai sus menționate s-a procedat la îmbinarea datelor obținute prin măsurători directe cu cele furnizate de măsurătorile indirecte, ceea ce a facilitat o analiză complexă a multitudinii de factori de natură climatică și non-climatică ce concură la înregistrarea unui grad ridicat de afectare bioedafică, economică implicit, a arealului studiat.

Aspectul amintit reprezintă un element foarte puțin sau deloc abordat în literatura românească de profil și se înscrie între preocupările tot mai recente survenite pe plan mondial în direcția relevării conexiunilor extrem de strânse ce operează între variabilitatea climatică, vulnerabilitatea terenurilor și valorificarea lor economică.

De altfel, un argument important în adoptarea acestei cercetări îl reprezintă miza considerabilă din punct de vedere economic (implicit social) al temei, dacă avem în vedere faptul că în ultimii aproape 30 de ani, schimbările survenite în clasele majore de acoperire cu vegetație s-au produs pe 53,0 % din suprafața analizată. Prin utilizarea metodei de extragere a datelor, indicii

normalizați de diferențiere ai vegetației, (NDVI și MSAVI2), au folosit la detectarea schimbărilor datorate de fenomenul de defrișare, cât și a schimbărilor majore survenite în modul de utilizare al terenurilor într-un interval de timp mai lung. Variabilitatea climatică a afectat vegetația din arealul studiat în moduri diferite datorate unei mari diversități de plante și tipuri de sol.

În termeni de factori antropici, în decursul celor aproape 30 de ani, în sudul României, s-au înregistrat schimbări majore în modul de utilizare al terenului, multe dintre aceste schimbări au fost datorate schimbării regimului politic, în timp ce multe dintre ele au fost asociate cu variabilitatea climatică. Astfel, în anii de după dispariția sistemului comunist (Decembrie 1989), legislația s-a schimbat și a impus un transfer de proprietate de la stat la individ sau la companii private. Sub aceste împrejurări, divizarea suprafețelor de teren a fost realizată în parcele mai mici de 10 ha (astfel, o împărțire a terenurilor în parcele mai mari de teren ar fi impus un proces amplu, consumator de timp).

Alte rezultate inedite ce conferă studiului de față, după opinia noastră, o certă originalitate și consistență științifică, apreciem că sunt cele referitoare la identificarea situațiilor sinoptice și analiza frecvențială a tipurilor de vreme, care duc la instalarea și la persistența fenomenului de secetă în perioada semestrului cald, fenomen care duce la afectarea fertilității solurilor. Astfel, cele mai extinse suprafețe degradate de sol s-au aflat în domeniul arabil și mult mai puțin în domeniul forestier.

Această lucrare reprezintă rezultatul cercetării doctorale, care a fost parțial posibilă și prin sprijinul financiar oferit prin Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013, cofinanțat prin Fondul Social European, în cadrul proiectului **POSDRU/159/1.5/S/133391**, cu titlul “*Programe doctorale și post-doctorale de excelență pentru formarea de resurse umane înalt calificate pentru cercetare în domeniile Științele Vieții, Mediului și Pământului*”, implementat de către Universitatea din București, în calitate de beneficiar – partener 2 Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca.

De asemenea, prezenta teză de doctorat a beneficiat și de sprijinul parțial acordat în cadrul proiectului de cercetare cu titlul *Fenomene meteorologice extreme asociate temperaturii aerului și precipitațiilor atmosferice în România*, finanțat de UEFISCDI prin programul Resurse umane -

Proiecte de cercetare pentru stimularea constituirii de tinere echipe de cercetare independente (tip TE), cod proiect **PN-II-RU-TE-2014-4-0736**, prin intermediul căruia am avut posibilitatea de a prelucra setul de date climatice și de a îmbunătăți calitatea rezultatelor cercetării privind fenomenele meteorologice extreme asociate temperaturii aerului și precipitațiilor atmosferice în arealul analizat.

1. INDIVIDUALITATEA GEOGRAFICĂ A CÂMPIEI ROMÂNE (SECTORUL JIU-OLT)

1.1 Așezarea geografică. Trăsături geografice definitorii ale sectorului de câmpie dintre Jiu și Olt

Sectorul cuprins între râurile Jiu și Olt se înscrie între coordonate geografice $44^{\circ} 20' 01''$ - $43^{\circ} 41' 40''$ latitudine nordică și $23^{\circ} 01' 44''$ - $24^{\circ} 32' 33''$ longitudine estică (Fig. 1). Arealul se extinde pe o suprafață de 3,904 km², având o orientare N, NV – S, SE. Din punct de vedere administrativ aparține județelor Dolj, Olt, iar în extremitatea de sud-est aparține Județului Teleorman.

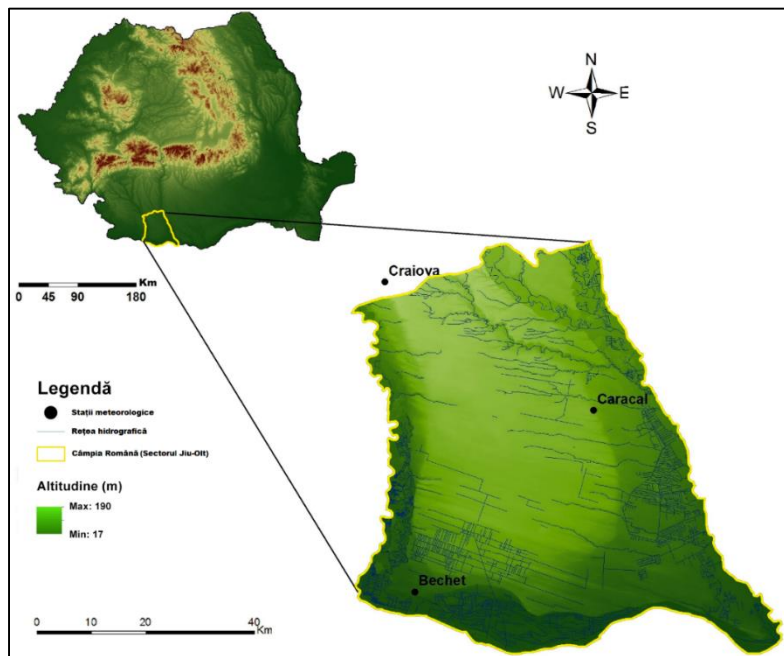


Fig. 1 Localizarea arealului studiat

În 1987, Grigore Posea descria sectorul dintre Jiu și Olt al Câmpiei Române ca având o înfățișare asemănătoare unui *larg amfiteatru*, cu un câmp înalt în partea centrală, reprezentat de Câmpul Leu – Rotunda, la care se alătură Câmpia Caracalului, vecină cu valea Oltului, înclinând spre partea de sud în subunitatea de câmpie a Dăbuleniului, care este mărginită la vest de râul Jiu (Posea, 1987). Câmpia Română dintre Jiu și Olt se deosebește de celelalte subdiviziuni ale Câmpiei

Române prin lipsa rețelei hidrografice permanente (în special în partea de sud) și prin pătura de dune care acoperă jumătate din areal. Pe fondul acestor caracteristici se deosebesc și cele două părți ale sale, cea nordică de cea sudică. O linie vest-est, care pleacă de la sud de Drănic (pe malul drept al Jiului) și trece prin Apele Vii-Dioști-Caracal-Stoenești-sud Dăneasa (malul stâng al Oltului), desparte câmpia în două mari subunități: câmpia de nord și de sud (Coteț, 1957).

2. DATE UTILIZATE ȘI METODOLOGIA CERCETĂRII

2.1 Date utilizate

2.1.1 Date climatice

Datele climatice utilizate provin din arhiva stațiilor meteorologice din arealul studiat și anume: Craiova, Bechet și Caracal. Pe lângă cele trei Stații Meteorologice aparținând Rețelei Naționale a Administrației Naționale de Meteorologie, au fost analizate și datele provenind de la Stația Agro-Meteorologică de la Dăbuleni, care funcționează în cadrul *Stațiunii de Cercetare Dezvoltare pentru Cultura Plantelor pe Nisipuri Dăbuleni*.

Coordonatele geografice ale stațiilor meteorologice sunt prezentate în Tabelul 1.

Tabelul 1. Coordonatele geografice ale stațiilor meteorologice folosite în studiu

Stația Meteorologică	Coordonate			Observații
	Latitudinea	Longitudinea	Altitudinea (m)	
Bechet	43°47'	23°56'	36	localizată în Lunca Dunării, în sudul arealului
Caracal	44°10'	24°34'	106	situată în partea central-estică a arealului studiat, în Câmpia Caracalului
Craiova*	44°18'	23°52'	192	la nord de arealul studiat
Stația agro-meteorologică Dăbuleni	43°80'	24°05'	55	situată sudul Câmpului Dăbuleni

* Stația Meteorologică Craiova, nu este parte integrantă a arealului studiat, fiind situată în nordul acestuia, dar a fost luată în studiu datorită distanței mici față de nordul arealului studiat și datorită disponibilității datelor pentru întreaga perioadă analizată;

Șirurile de date climatice acoperă un interval de 55 de ani (perioada 1961-2015). Elementele climatice analizate pentru indentificarea variabilității climatice sunt cantitățile lunare de precipitații atmosferice și valorile medii lunare ale temperaturii aerului. Pe lângă datele furnizate de aceste trei stații meteorologice, s-au utilizat și date existente în bazele de date meteorologice internaționale: din baza de date Relieble Prognosis -5 days din Rusia, (<http://rp5.ru>), a National Oceanic and Atmospheric Administration – (NOAA) (<http://www.meteomanz.com>) și din baza de date climatice zilnice furnizate de ANM, Romanian ClimAtic DATaset - (ROCADA)

(Dumitrescu și Bîrsan, 2015). Pentru zilele pentru care au existat imagini satelitare viabile au fost folosiți și alți parametri climatici observați la stațiile meteorologice (cantitățile zilnice de precipitații, umezeala relativă, temperatura medie și maximă de la suprafața solului) pentru a putea face o analiză mai detaliată a situației.

2.1.2 Date satelitare

Datele de tip satelitar folosite în studiu au fost furnizate și descărcate gratuit de pe site-ul U.S. Geological Survey, (<http://glovis.usgs.gov/>). Acesta aparțin misiunilor satelitare Landsat 5, 7 și 8 și sunt identificate ca WRS 2-Path 184/Row 29 (44.6 N, 23.9 E) și respectiv WRS 2-Path 184/Row 30 (43.2 N, 23.4 E). Setul de imagini acoperă intervalul de timp cuprins între anii 1986 și 2015, în general lunile semestrului cald (aprilie-septembrie), care se suprapun peste sezonul de vegetație, al mării majorității a plantelor de cultură și naturale.

În tabelul 2 sunt prezentate detaliile aferente datelor satelitare folosite în studiu.

Tabelul 2. Imaginile satelitare de tip Landsat folosite în studiu

Senzor	Data achiziției imaginii satelitare	Ora capturării imaginii	Gradul de acoperire cu nori al imaginii (%)
ETM+	2.04.003	08:58:03	0.00
OLI_TIRS	11.04.2015	09:08:41	0.00
TM	29.05.1986	08:33:59	0.00
TM	14.06.1986	08:29:46	0.00
T M	28.06.1991	08:32:24	0.00
ETM+	28.06.2000	09:00:59	0.00
TM	24.06.2007	09:03:12	0.00
TM	19.06.2011	08:58:37	0.00
TM	11.07.1990	08:29:50	0.00
TM	23.07.2006	09:02:28	0.00
TM	26.07.2007	09:02:53	0.00
TM	15.07.2009	08:58:09	0.00
OLI_TIRS	26.07.2013	09:11:18	0.00
OLI_TIRS	16.07.2015	09:08:52	0.00
TM	4.08.1987	08:35:02	0.00
TM	12.08.1990	08:29:18	0.00
TM	22.08.2011	08:58:06	0.00
OLI_TIRS	14.08.2015	09:09:22	0.00
TM	18.09.1986	08:29:46	0.00
TM	17.09.2003	08:46:51	0.00
OLI_TIRS	2.09.2015	09:09:08	0.00

2.1.3 Date de reanaliză

Pentru identificarea traiectoriilor retroactive ale particulelor/maselor de aer pentru zilele pentru care au existat și imagini satelitare s-au folosit datele de reanaliză NCEP/NCAR (<http://rda.ucar.edu/>), prin intermediul aplicație HYSPLIT (Real-time Environmental Application and Display sYstem (READY), dezvoltată de NOAA (Rolph, 2011, Rolph și Draxler, 2011).

Totodată, pentru analiza sinoptică, hărțile sinoptice de reanaliză au fost descărcate din arhiva electronică a Centrului Meteorologic din Karlsruhe, Germania, (www.wetterzentrale.de) și (<http://www1.wetter3.de/>).

2.1.4 Alte tipuri de date

În categoria alte tipuri de date se regăsesc date de tip vector și raster din baza de date geospacial (www.geospacial.org), folosite pentru reprezentarea limitei regiunii și a unităților de relief, cât și pentru localizarea stațiilor meteorologice. Clasele principale de sol au fost vectorizate după suportul de date din proiectul Corine Land Cover 2006, de asemenea, disponibil în arhiva Geospacial, la care s-au adăugat verificările pe baza hărților de sol, 1:200.000.

În analiză s-au folosit date privind suprafețele ocupate cu nisipuri la nivelul extravilanului localităților, precum și date despre lucrările de împădurire și despădurire în unitatea de producție VIII, dar și date din Amenajamentul Unității de Producție (U.P. IV Sadova), Ocolul Silvic Sadova, Direcția Silvică Dolj pentru perioada 2003-2015. Pe lângă aceste date s-au utilizat și cele ale suprafețelor irigate la nivelul anilor 1990 și 2008. Aceste baze de date au fost procesate după arhiva A.N.I.F Dolj (<http://www.anif.ro/>).

2.2 Metodologia cercetării

Pentru realizarea acestei lucrări, s-a utilizat o metodologie variată, aplicată diferitelor seturi de date. S-a făcut apel la baza de date Google Earth Plus la care s-au adăugat măsurătorile GPS din teren.

2.2.1 Metode statistice

Metodologia de cercetare constă atât în aplicarea metodelor statistice generale, cât și a celor specifice.

2.2.1.1. Metode statistice generale

Metodele statistice generale au fost folosite pentru determinarea abaterilor procentuale și a abaterilor standard, dar și pentru calcularea tendințelor de evoluție a parametrilor celor două elemente meteo-climatice. S-au folosit metode statistice de corelație (funcțiile liniară, logaritmică și quadratică) calculate cu ajutorul softului SPSS, versiunea 19.0.0. Corelațiile au fost realizate atât între variabilele măsurătorilor directe de la stațiile meteorologice cu cele obținute indirect pe baza aplicării indicilor satelitari, cât și între variabilele estimate indirect.

2.2.1.2. Metode statistice de detectare a tendințelor climatice

Șirul de date meteorologice a fost testat cu patru teste de omogenitate (testul Pettitt, Buishand, von Neumann și SNHT) pentru lunile semestrului cald și rece. Testul de detectare a tendinței Mann-Kendall a fost utilizat combinat cu metoda pantei Sen pentru două tipuri de analize statistice (Gilbert, 1987).

2.2.1.3. Indici și variabile complexe pentru evaluarea bilanțului hidric

Evidențierea variabilității climatice din perspectiva bilanțului hidric a avut la bază metode noi, existente în literatura de specialitate și recomandate la nivel mondial de către organizații specializate ale O.N.U (F.A.O., O.M.M, etc) Acestea sunt *evapotranspirația de referință (ET_0)* și *Indicele Standardizat de Precipitații și Evapotranspirație (SPEI)*, calculat pentru perioade scurte și medii de timp.

SPEI are marele avantaj, spre deosebire de ISP sau de alți indici asemănători că ia în calcul valorile de evapotranspirație și cele de temperatură (Vicente-Serrano, 2010) pe lângă cele de precipitații. Analiza ulterioară a fost făcută în funcție de durata de timp în care s-a acumulat deficitul, respectiv excedentul de precipitații. Pasul de timp de o lună a caracterizat fenomenul de

secetă de scurtă durată, în timp ce pasul de timp de 12 luni a caracterizat fenomenul de secetă de medie durată. Pasul de timp de 6 luni a fost special calculat, deoarece în analiză au fost luate valorile acumulate pentru lunile semestrului cald, analizat în vederea acoperirii cu vegetație a teritoriului.

2.2.2. Metode de teledeteție

Rezultate obținute în vederea stabilirii variabilității climatice pe baza măsurătorilor directe au fost completate prin intermediul măsurătorilor indirecte, a produselor satelitare analizate cu ajutorul tehnicilor de teledeteție și GIS.

2.2.2.1. Prelevarea și prelucrarea imaginilor satelitare

Produsele satelitare utilizate au fost imagini satelitare de tip Landsat TM, ETM+ și OLI, pe care s-au realizat operații de preprocesare, de calibrare în radianță și reflectanță, cu ajutorul softurilor ERDAS, versiunea 2014, ENVI, versiunea 5.1 și ArcMap 10.2. Eroarea medie pătratică (RMSE) a fost calculată cu ajutorul softului ERDAS și a avut valori cuprinse între 2,5 și 3 m. Două scene satelitare au fost folosite în vederea acoperirii întregului areal de studiu, operația de mozaicare fiind folosită pentru unirea lor, în vederea obținerii unei imagini (cvasi)completă a regiunii. În multe cazuri nu s-a reușit acoperirea întregului areal, datorită lipsei scenei satelitare adiacente, care nu a fost disponibilă sau a cărei dată de captare era mult mai îndepărtată. În general, suprafețele neacoperite de imagini satelitare (și care se regăsesc pe figuri definite ca “lipsa date”) din arealul analizat, reprezintă un procent cuprins între 2 și 5% raportat la întregul areal. Calculul procentual al suprafețelor pe diferite clase, realizat ulterior, s-a făcut excluzând suprafețele cu date lipsă, pentru imaginile satelitare în care acestea există.

2.2.2.2. Indici calculați pe baza imaginilor satelitare

Metoda utilizată în calcularea LST este de fapt o suită de pași, un algoritm bazat pe o procedură dezvoltată și folosită de diferiți autori (Markham și Barker, 1986; Xie și alții, 2012; Imbroane și alții, 2014; Herbel și alții, 2015, Roșca și alții, 2016).

Schema generală de procesare a imaginilor satelitare este prezentată în Fig. 2.

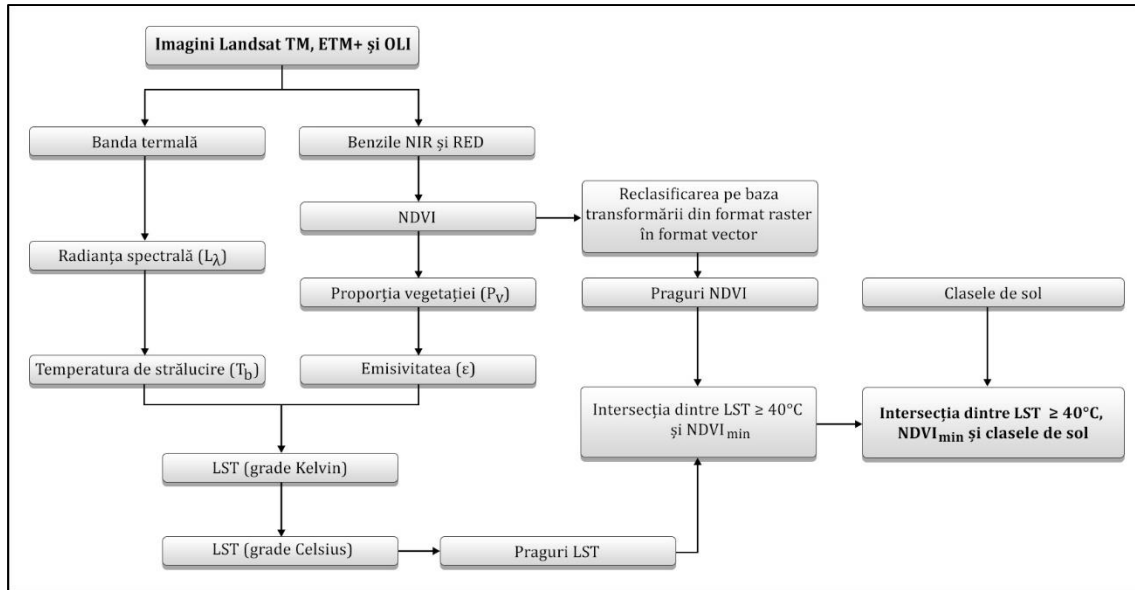


Fig. 2 Algoritm utilizat pentru detectarea impactului (după Roșca și alții, 2016)

Pasul 1. Primul pas în calcularea LST a constat în **transformarea numerelor digitale (DN) în radianță**. Radianța termală primită de satelit este afectată de către atmosferă și, tocmai de aceea senzorul nu poate corecta acest lucru. Ecuația (1) care stă la baza acestui pas a fost dezvoltată de Markham și Barker, în 1986:

$$L_{\lambda} = L_{\min(\lambda)} + (L_{\max(\lambda)} - L_{\min(\lambda)})Q_{dn}/Q_{max} \quad (1)$$

L_{λ} este radianța spectrală la nivelul senzorului λ ; Q_{dn} coeficient de amplificare rescalat; Q_{max} este maximul de valoare al pixelului; $L_{\max(\lambda)}$ și $L_{\min(\lambda)}$ reprezintă minimul și maximul radianței spectrale pentru $Q_{dn} = 0$ și $Q_{dn} = 255$. $L_{\max(\lambda)}$ și $L_{\min(\lambda)}$ reprezintă valori care variază pentru fiecare scenă în parte și totodată aceste valori se regăsesc în fișierul text (MTL) atribuit fiecărei scene satelitare.

Pasul 2. **Transformarea radianței în valori de temperatură de suprafață** este cel de-al doilea pas. S-a folosit o procedură simplă pentru calcularea corpului negru adaptată pentru scenele Landsat a lui Markham și Barker (1986). Formula folosită în conversie, pentru emisivitate este

similară cu ecuația lui Planks, calculată pe baza a doi parametrii ca în formula (2) (Xie și alții, 2012).

$$T_b = \frac{K_2}{\ln(K_1 / L_\lambda + 1)} \quad (2)$$

unde:

T_b – temperatura corpului negru (în grade Kelvin);

L_λ – radianța spectrală;

K_1, K_2 – constant de calibrare (care sunt specifice fiecărui tip de senzor):

- i. pentru Landsat 5: $K_1 = 607,76$ watts/(m²×ster×μm) și $K_2 = 1260,56$ K;
- ii. pentru Landsat 7: $K_1 = 666,09$ watts/(m ×ster×μm) și $K_2 = 1282,71$ K;
- iii. pentru Landsat 8, există două benzi termale (B10 și B11). Luat separate $K_1(B10) = 774,89$ K; $K_2(B10) = 1321,08$ K și $K_1(B11) = 480,89$ K; $K_2(B11) = 1201,14$ K.

Pentru scenele satelitare de tip OLI s-a folosit o operație de mediere între cele două valori ale constantelor de calibrare.

Pasul 3. Extragerea modului de acoperire cu vegetație

Pentru a lua în calcul acest aspect s-a calculat NDVI după formula (3), pe baza căruia a fost calculată ulterior proporției vegetației:

$$NDVI = \frac{B4 - B3}{B4 + B3} \quad (3)$$

unde:

$B3$ – banda 3 (Red) pentru Landsat TM/ETM+;

$B4$ – banda 4 (Near Infra-Red) pentru Landsat TM/ETM+.

În cazul imaginilor de tip OLI_TIRS formula NDVI este: $NDVI = \frac{B5 - B4}{B5 + B4}$, (4) unde: B5- Near Infra-Red și B4-Red. Valorile acestuia sunt cuprinse între 1 și -1, reprezentând vegetația deasă sau sănătoasă, respectiv lipsa vegetației.

Pasul 4. **Proporția vegetației** a fost calculată după metoda propusă de Carlson și Ripley (1997) pentru fiecare pixel din arealul studiat. Formula (5) ce stă la baza algoritmului este:

$$Pv = [(NDVI - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min})]^2 \quad (5)$$

unde:

Pv – proporția vegetației;

$NDVI_{min}$ – valorile NDVI pentru lipsa vegetației;

$NDVI_{max}$ –valorile NDVI pentru vegetația sănătoasă.

Pasul 5. **Emisivitatea** a fost un alt pas care a trebuit calculat, în vederea obținerii valorilor LST. Algoritmul a fost dezvoltat de Sobrino și alții (2004) și are ca formula de calcul următoarea relație (6):

$$\varepsilon = 0,004Pv + 0,986 \quad (6)$$

unde:

ε – emisivitatea

Pv – proporția vegetației.

Pasul 6. **Calcularea LST**

LST în acest studiu a fost calculat folosind valorile de emisivitate și cele de reflectanță obținute din (2). Metodologia folosită pentru scalarea temperaturii corpului negru a fost dezvoltată de Artis și Carnahan (1982) și a fost recent utilizată de către Feizizadeh și Blaschke (2013). Valorile finale ale LST au fost calculate după formula (7):

$$LST = \frac{T_b}{1 + (\lambda T_b / \rho) \ln \varepsilon} \quad (7)$$

unde:

T_b – temperatura corpului negru;

$\rho = h \times c / \sigma$ ($1,438 \times 10^{-2} \text{mK}$);

h – constanta lui Plank ($6,626 \times 10^{-34} \text{J s}$);

σ - constanta lui Boltzman ($1,38 \times 10^{23} \text{J/K}$);

c – viteza luminii ($2,998 \times 10^8 \text{m/s}$);

λ - lungimea de undă ($11,4 \mu\text{m}$ pentru Landsat TM și ETM+, respectiv $10,8$ pentru Landsat OLI_TIRS);

ε - emisivitatea LSE.

Pasul 7. **Conversia LST din Kelvin în grade Celsius**

Temperatura obținută este prezentată în grade Kelvin, iar pentru studiul de față s-au folosit valorile temperaturii în grade Celsius, astfel realizându-se transformarea (8):

$$LST_C = LST - 273,15 \quad (8)$$

unde:

LST_C – temperatura în °C;

LST- temperatura în °K.

Pasul 8. **Reclasificarea bazată pe NDVI, LST și clasele de sol**

După obținerea rasterului cu valorile NDVI, LST și clasele de sol, s-a trecut la procedeul de reclasificare pentru fiecare parametru în parte:.

Astfel, pentru NDVI au fost alese trei clase:

- i. Ultima clasă și cea mai importantă a fost cea acoperită cu **vegetație sănătoasă**, cea în care valorile pixelilor NDVI au fost cuprinse între 0,6 și 1,0.
- ii. Arealele ocupate de culturile agricole s-au încadrat în clasa cu **vegetație moderată**, cu valori ale NDVI cuprinse între -0,5 și 0,5;
- iii. Arealele ocupate cu sol dezgolit, sol cu textură nisipoasă sau areale ocupate de așezările umane s-au încadrat în clasa cu **lipsă vegetație** (NDVI cuprins între -1,0 și -0,6);

Împărțirea claselor LST s-a realizat pe intervale de câte 5,0 °C, însă pentru stabilirea factorilor generatori ai valorilor mari ale LST s-a folosit clasa majoră pentru lunile de vară (iunie, iulie, august):

- i. $LST \geq 40,0$ °C;

Pentru restul lunilor aparținătoare semestrului cald (aprilie, mai, septembrie) s-au folosit alte două clase, în conformitate cu condițiile climatice specifice lunilor respective:

- i. $LST \geq 30,0$ °C (luna aprilie);
- ii. $LST \geq 35,0$ °C (lunile mai și septembrie).

Clasele de sol au fost împărțite în funcție de textură, în patru clase principale:

- Clasa **solurilor cu textură nisipoasă**, care de altfel particularizează zona analizată și face parte în mod direct din factorii de restrictivitate în dezvoltarea agriculturii;
- Clasa **solurilor brune**;
- Clasa **solurilor de tip cernoziom**;
- Clasa **cu altă textură de sol**;
- Pe hărți mai apare o clasă, respectiv cea a **corpurilor de apă**.

Pentru analize detaliate, au fost reținute o clasă pentru LST și una pentru NDVI (clasa cu temperatură ridicată și clasa cu vegetație lipsă), precum și toate clasele de sol.

Pasul 9. Intersecția poligoanelor derivate din NDVI, LST și categoriile de sol reclasificate

În vederea stabilirii impactului factorilor climatici și non-climatici asupra temperaturii de suprafață a solului s-au realizat intersecții între poligoanele obținute din clasele alese pentru analiză: NDVI, LST și clasele de sol. Așadar, au fost intersectate într-o primă fază poligoanele cu temperaturi ridicate cu clasa lipsă vegetație, după care a urmat intersecția poligoanelor rezultate cu fiecare clasă de sol. Pentru validarea rezultatelor obținute prin metoda LST, au fost extrase arealele cu $LST \geq 40,0$ °C din zilele captării imaginilor satelitare utilizate, corespunzătoare pixelului în care este localizată Stația Meteorologică Caracal, situată relativ în interiorul arealului analizat, după care s-au realizat corelații cu temperaturile maxime zilnice (T max.) și medii (T med.). S-au folosit metode statistice de corelație (funcțiile liniară, logaritmică și quadratică) calculate cu ajutorul softului SPSS, versiunea 19.0.0.

Metoda utilizată în calcularea umidității suprafețelor de contact folosește formula matematică de calcul (9):

$$NDMI = \frac{(NIR-SWIR)}{(NIR+SWIR)} \quad (9)$$

unde:

NIR- banda spectrală infraroșu apropiat;

SWIR- banda spectrală infraroșu mediu.

După obținerea rasterului rezultat din NDMI (Normalized Difference Moisture Index), s-a trecut la procedeul de reclasificare pentru stabilirea claselor majore pe principiul stabilit la NDVI. Astfel, prin metoda intersecției s-a stabilit pe de o parte ponderea suprapunerii suprafețelor cu lipsă umiditate peste fiecare clasă de acoperire cu vegetație stabilită, iar pe de altă parte ponderea suprapunerii suprafețelor cu lipsă umiditate peste cele al temperaturilor egale sau mai mari de 30,0 °C, 35,0 °C și respectiv 40,0 °C.

2.2.2.3 Metode și tehnici de detectare a schimbărilor în utilizarea terenurilor

Prin formula complexă de calcul dezvoltată de Qi și alții (1994b), MSAVI2 a pus în evidență mai bine arealele ocupate cu vegetație. MSAVI2 folosește următoarea relație matematică de calcul (10):

$$MSAVI2 = \frac{[2*NIR+1-\sqrt{(2*NIR+1)^2-8*(NIR-R)}]}{2} \quad (10)$$

Pentru detectarea schimbărilor prin fenomenul de defrișare a fost utilizată cea mai comună metodă de extragere a datelor din NDVI, aceea a pragurilor valorice, pornind de la ideea că fenomenul perturbator s-a produs odată cu scăderea valorilor NDVI ce s-au regăsit sub pragul stabilit la clasa „lipsă vegetație”.

Mahmoud și alții (2016) au demonstrat că MSAVI este mai indicat decât NDVI, când acoperirea cu vegetației este foarte scăzută, când acestea au o acoperire cu vegetație mai mică de 40%. Astfel, MSAVI2 este considerat un indice particular (Gaitán și alții, 2013).

În vederea comparării datelor, s-au stabilit clase principale și pentru indicele MSAVI2. Acestea au fost notate sugestiv, astfel:

- i. lipsă vegetație - 0
- ii. vegetație moderată -1
- iii. vegetație sănătoasă - 2

Ulterior, pe baza claselor majore obținute din MSAVI2 s-au remarcat diferențele dintre cei doi indici de vegetație, după care au fost reținute clasele 0 și 2 de acoperire a vegetației pentru stabilirea schimbărilor majore în utilizarea terenurilor.

2.2.3. Metode de analiză sinoptică

2.2.3.1 Analiza câmpului de presiune la nivelul mării și a câmpului de geopotential la nivelul de 500 hPa

Acest tip de analiză a furnizat informații utile care au ajutat în vederea explicării unor variații de temperatură înregistrate.

2.2.3.2. Analiza traiectoriilor maselor de aer

S-au folosit două tipuri de traiectorii ale maselor de aer: cele din troposfera inferioară de tipul celor joase, denumite în continuare ca traiectorii joase (Low Trajectories - LTs), considerate la nivelele de 2 m, 30 de m, respectiv 100 m above ground level (AGL) (Above Ground Level -

altitudinea relativă) și cele din troposfera medie, denumite în continuare ca traiectorii înalte (High Trajectories, - HTs) pentru nivelurile de 1500, 3000 și 5000 m AGL. Traietoriile LTs și HTs au fost rulate pentru un interval de timp de 72 de ore, începând cu ora 09:00 UTC (12:00 - ora de vară în România, aceasta fiind foarte apropiată de momentul înregistrării imaginii satelitare). Pentru întreg setul de imagini satelitare utilizate s-au stabilit traiectoriile maselor de aer la nivel jos și înalt, după care s-a stabilit frecvența relativă în funcție de cele patru direcții principale. Intervalul orar a fost stabilit în funcție de ora în care a fost capturat întreg setul de imagini satelitare folosite în studiu, în vederea comparabilității datelor. Punctul de origine a fost cel al Stației Meteorologice Caracal ($44^{\circ}10' N$, $24^{\circ}34' E$), datorită situației acesteia cât mai aproape de centrul regiunii de studiu.

3. PRINCIPALELE REZULTATE ȘI CONCLUZII

3.1 VARIABILITATEA CLIMATICĂ EVIDENȚIATĂ PE BAZA PRINCIPALILOR PARAMETRI CLIMATICI SIMPLI

În termeni climatici zona analizată are caracter temperat-continental dominant, cu frecvente influențe mediteraneene în partea de sud-vest. Temperaturile maxime din anotimpul de vară (35,0 – 43,0 °C), evapotranspirația potențială ridicată (550-700 mm/pe perioada de vegetație), precipitațiile scăzute pe parcursul întregului an (mai puțin de 549,6 mm/an, și 173,3 mm/căzute în perioada lunilor de vară), la fel ca și frecvențele episoade de secetă, prezente în perioada verii, asociate de cele mai multe ori cu valurile de căldură (Roșca, 2012; Croitoru și alții, 2013; Croitoru și alții 2015; Burada, 2013, Piticar și alții, 2016), alături de stresul plantelor fac din această areal unul dintre cele mai fragile în ceea ce privește domeniul agriculturii.

3.1.1 Analiza variabilității interanuale în seriile de date de temperatura aerului

Semestrul cald în sud-vestul Câmpiei Române se confruntă cu schimbări atât în condițiile climatice cât și în cele de utilizarea terenului. Complexitatea analizei prezentate sub formă tabelară a constat în stabilirea cu ajutorul metodei Sen, a pantei tendințelor pe subperioadele rezultate dinaintea și după detectarea punctului de schimbare.

Anii schimbării pentru cele trei luni sunt 1991, 1986 și 1992 și sunt comuni la ambele stații meteorologice, Bechet și Caracal (Tabelul 3). În luna iunie pentru perioada 1961-2015 s-au înregistrat creșteri de 1,0 °C la Stația Bechet și 1,2 °C pentru Caracal, iar tendințele pentru perioada de după punctul de schimbare (1995-2015) au fost negative la ambele stații meteorologice (Bechet: -0,412 și Caracal -0,235 °C). Perioada de schimbare în luna iulie a fost 1987-2015 și a înregistrat o tendință crescătoare (0,191 °C pentru Bechet și 0,075 °C pentru Caracal). Tendință crescătoare s-a înregistrat și în luna august pentru intervalul de schimbare 1992-2015, având o valoare de 0,368 °C pentru Stația Meteorologică Bechet și 0,625 °C pentru Stația Meteorologică Caracal.

Tabelul 3. Temperaturile medii lunare ale aerului (semestrul cald) înainte și după punctul de schimbare detectate cu ajutorul testului Pettitt (valorile reprezintă media pe unitatea temporală) și panta^a detectată cu Mann-Kendall combinat cu panta Sen

Luna	Anul schimbării		Bechet		Caracal		Craiova	
	Bechet și Caracal	Craiova	Înainte punctului de schimbare (°C)	După punctul de schimbare (°C)	Înainte punctului de schimbare (°C)	După punctul de schimbare (°C)	Înainte punctului de schimbare (°C)	După punctul de schimbare (°C)
Aprilie			12.25	-	11.77	-	11.47	-
Mai			17.74	-	17.37	-	16.88	-
Iunie	1992	1990	20.90	21.90	20.60	21.80	19.88	21.15
			-0.095	-0.412	0.087	-0.235	-0.001	0.000
Iulie	1986	1986	22.40	24.00	22.2	23.90	21.66	23.38
			-0.700**	0.191	-0.500*	0.075	-0.007**	0.003
August	1991	1984	21.70	23.30	21.80	23.60	21.01	22.83
			-0.231	0.368	0.000	0.625	-0.009+	0.005
Septembrie			17.63	-	17.79	-	17.47	-
Semestrul cald	1992/ 1991	1984	18.76	19.57	18.55	19.46	17.87	18.94
			-0.150	0.010	-0.060	0.260	-0.500*	0.180

^a panta este exprimată în °C/deceniu

3.1.2 Analiza variabilității interanuale în seriile de date ale cantităților lunare de precipitații

Deși există tendințe generale de creștere ale cantităților lunare de precipitații, situația trebuie analizată ținând cont de condițiile locale, deoarece pe fondul tiparelor generale de evoluție intervin particularități impuse de acțiunea factorilor locali. Situația lunii septembrie merită o analiză detaliată, prin prisma tendințelor înregistrate. Astfel, cantitățile de precipitații au înregistrat un salt în medie la toate stațiile meteorologice în luna septembrie a anului 1994 (Tabelul 4). Perioada de după punctul de schimbare (1995-2015) la Stația Meteorologică Caracal a avut o

creștere de 31,5 mm, dar o tendință negativă cu valoare de -18,606 mm/deceniu, datorată în principal valorilor mici înregistrate în perioada 2009-2013 (21,0 mm respectiv 34,8 mm).

Tabelul 4. Cantitățile de precipitații medii lunare (semestrul cald) înainte și după punctul de schimbare detectate cu ajutorul testului Pettitt (valorile reprezintă media pe unitatea temporală) și panta^a detectată cu ajutorul testului Mann-Kendall combinat cu panta Sen

Luna	Anul schimbării		Bechet		Caracal		Craiova	
	Bechet și Caracal	Craiova	Înainte punctului de schimbare (mm)	După punctul de schimbare (mm)	Înainte punctului de schimbare (mm)	După punctul de schimbare (mm)	Înainte punctului de schimbare (mm)	După punctul de schimbare (mm)
Aprilie	1961-2015		46.44	-	46.49	-	51.2	-
Mai			57.92	-	58.83	-	68.06	-
Iunie			63.51	-	69.15	-	73.26	-
Iulie			54.01	-	60.46	-	63.74	-
August			38.89	-	45.68	-	47.42	-
Septembrie	1994	1994	40.24		29.20	60.70	32.67	67.26
			fără punct de schimbare		-7.429*	-18.606	-0.057	-0.102
Semestrul cald	1961-2015		301.09		320.73		350.00	

^a panta este exprimată în mm/deceniu

4. VARIABILITATEA CLIMATICĂ EVIDENȚIATĂ PE BAZA PRINCIPALILOR PARAMETRI CLIMATICI COMPLECȘI

4.1 Variabilitatea climatică din perspectiva bilanțului hidric

4.1.1 Evapotranspirația de referință (ET_0)

Creșterea valorilor de evapotranspirație în lunile în care plantele își înregistrează maximum de cerință de apă, nu poate decât să exprime gradul critic cu care se confruntă dezvoltarea vegetației din arealul studiat. Prin înregistrarea punctelor de schimbare, care au arătat creșteri semnificative în mediile valorilor înregistrate în cele două unități temporale, se constată schimbările produse în valorile parametrilor climatici (Fig. 3, Tabelul 5). Anii în care s-au înregistrat punctele de schimbare au fost 2002, 1992, 1995, 1997, respectiv anul 2005 (Fig. 4).

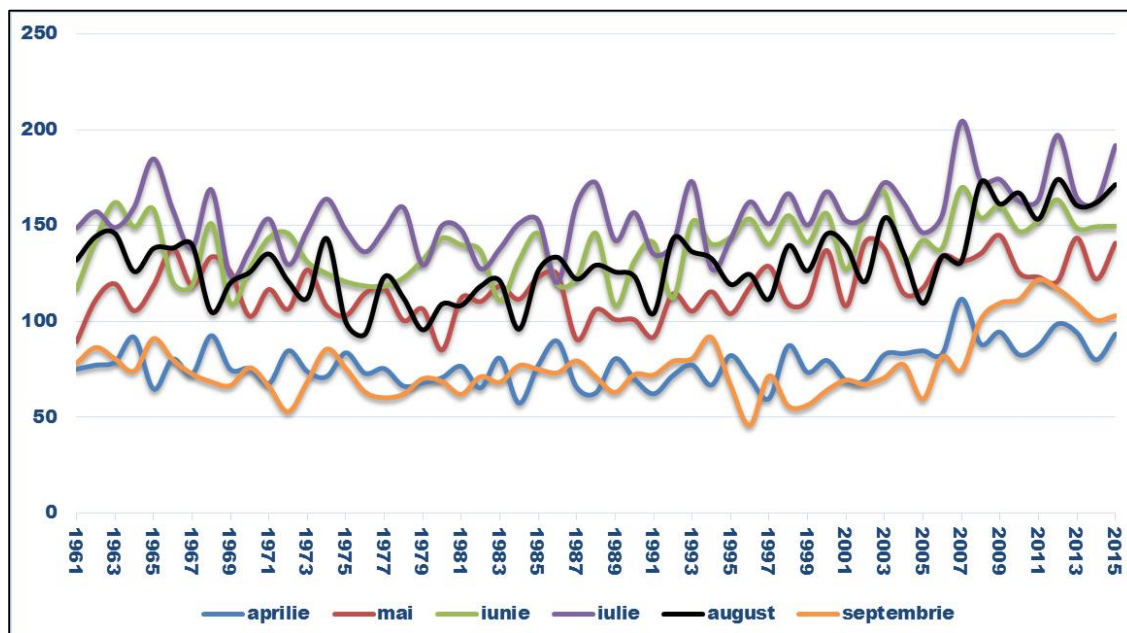
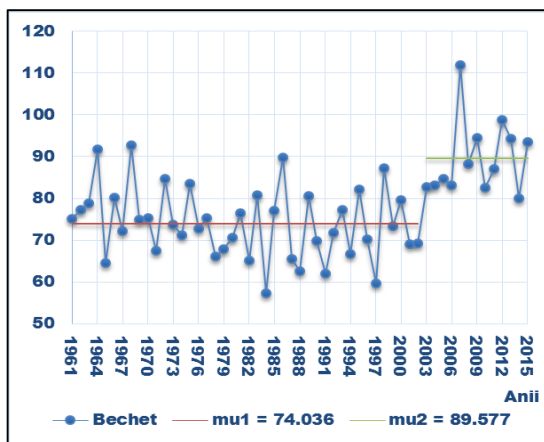
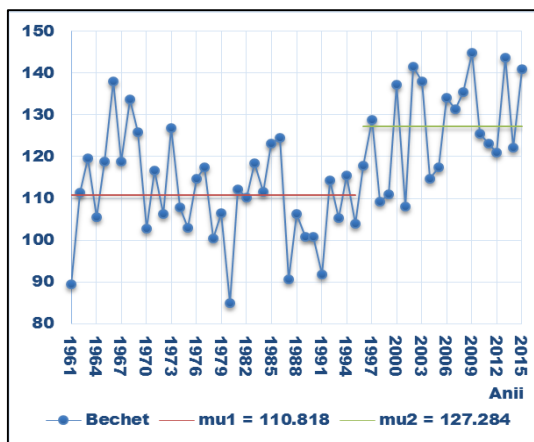


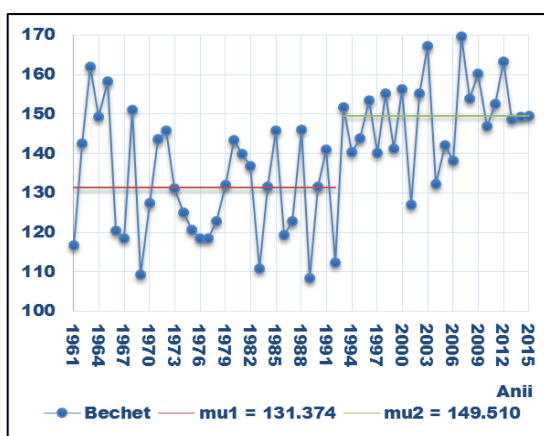
Fig. 3 Valorile ET_0 în semestrul cald la Stația Meteorologică Bechet



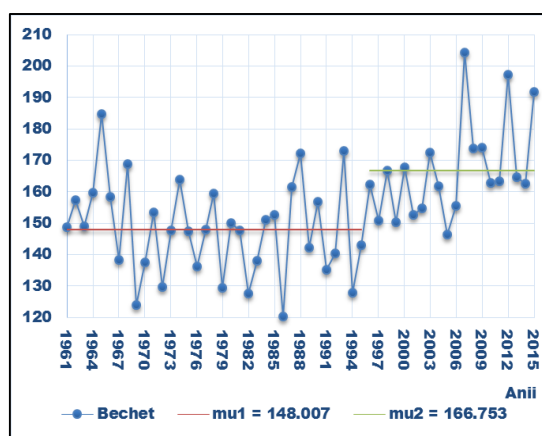
aprilie



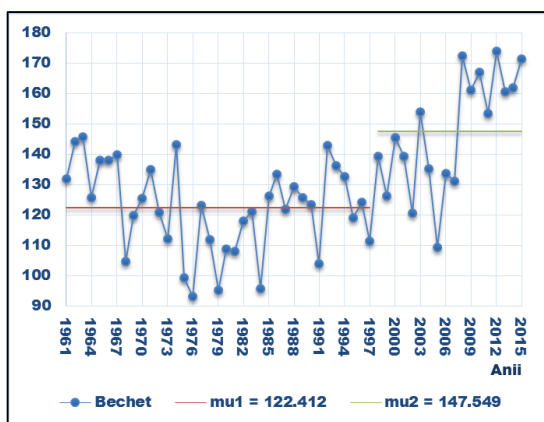
mai



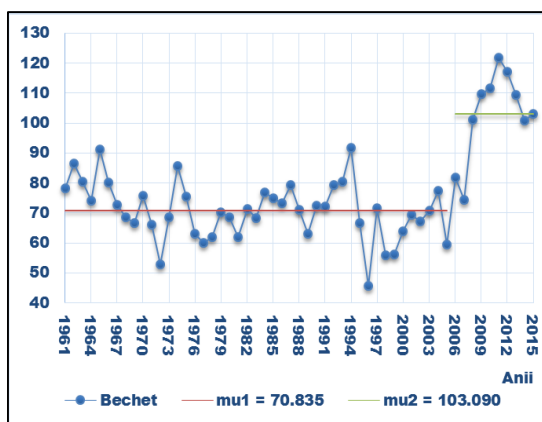
iunie



iulie



august



septembrie

Fig. 4 Punctele de schimbare în dinamica valorilor ET_0 în lunile semestrului cald la Stația Meteorologică Bechet

Tabelul 5. Rezultatele tendințelor conform testului Mann-Kendall combinat cu panta Sen pentru valorile medii lunare de evapotranspirație din semestrul cald (1961-2015) (mm/deceniu)

Luna	Stații Meteorologice		
	Bechet	Caracal	Craiova
aprilie	2.3*	0.6	0.8
mai	3.8**	0.9	1.0
iunie	4.9***	2.2+	1.5
iulie	4.6**	2.5*	1.2
august	6.3**	3.1*	2.3
septembrie	2.4+	0.5	1.0

+ $\alpha=0,1$, * $\alpha=0,05$, ** $\alpha=0,01$, *** $\alpha=0,001$

4.2.1 Indicele Standardizat de Precipitații și Evapotranspirație (SPEI) și caracteristica perioadelor de medie și scurtă durată

La pasul de 12 luni rezultatele SPEI au pus în evidență o caracteristică aproape normală a anilor analizați, cu prima perioadă (1961-1985), unde caracteristica face parte din domeniul excedentar, urmând ca în cea de-a doua perioadă (1986-2015) să remarcăm alternanța domeniilor excedentar cu cel deficitar (Fig. 5).

Asemănător caracteristicilor observate din analiza perioadei de 12 luni sunt și cele de la pasul de 6 luni, care păstrează relativ cele două mari perioade de timp. Începând cu anul 1985 graficul valorilor capătă o altă formă, formă dată de variabilitatea valorilor indicelui SPEI (Fig. 6).

După caracterizarea perioadei de 55 de ani (intervalul 1961-2015) analizată la nivel anual și la nivel de sezon, am considerat necesar să evidențiem pentru intervalul de o lună, respectiv cel de șase luni caracteristicile conform valorilor indicelui SPEI pentru setul de 21 de imagini satelitare folosit în studiu (Tabelul 6). Din această analiză au fost eliminate valorile pentru Stația Meteorologică Craiova, aceasta fiind în afara arealului analizat și implicit neacoperită de produsele satelitare.

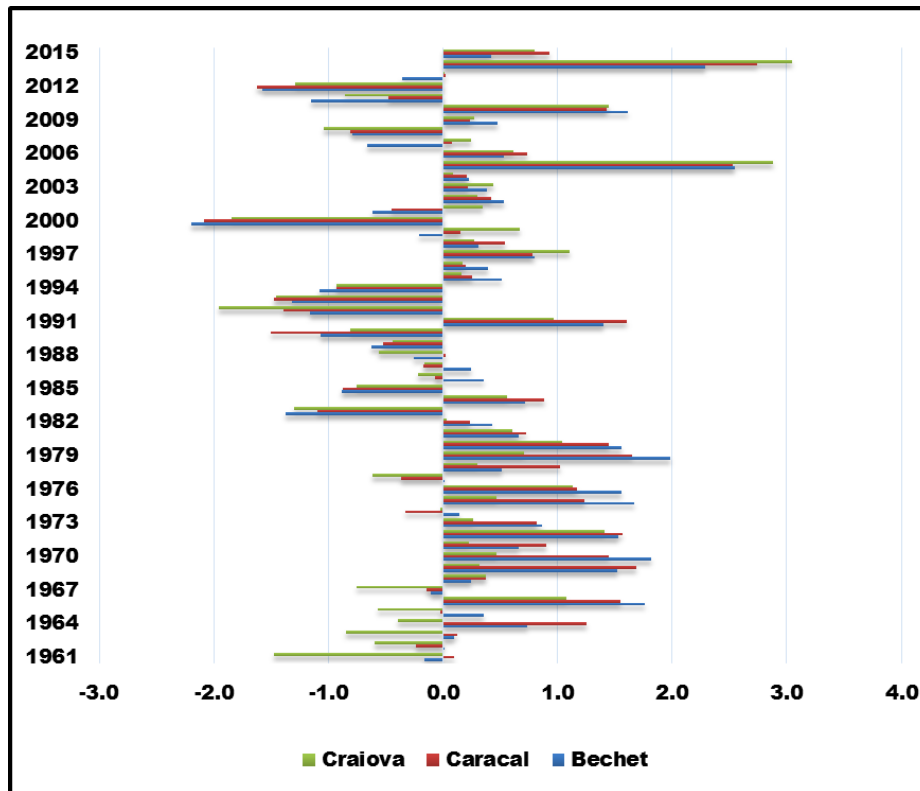


Fig. 5 Valorile indicelui SPEI pentru pasul de 12 luni (perioada ianuarie-decembrie)

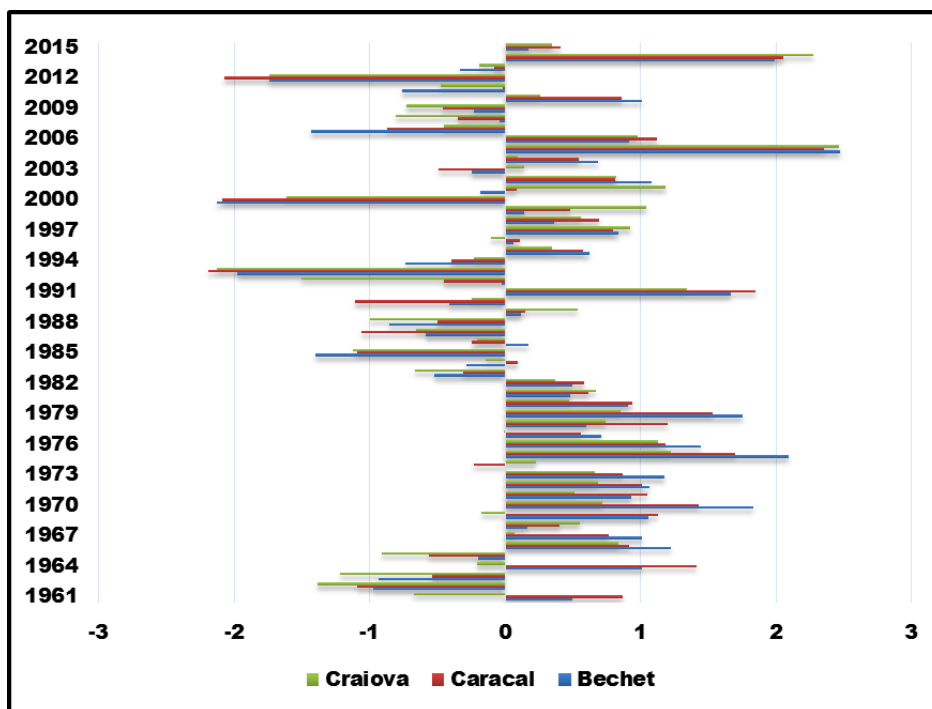


Fig. 6 Valorile indicelui SPEI pentru pasul de 6 luni - semestrul cald (perioada aprilie-septembrie)

Tabelul 6. Caracteristicile în funcție de valorile SPEI pentru pasul de timp de 1 lună

Data achiziției imagini satelitare	Bechet		Caracal	
	Pasul de 1 luna*	Caracteristica	Pasul de 1 luna*	Caracteristica
2/04/2003	1,11	moderat umed	1,10	moderat umed
11/04/2015	-1,31	moderat secetos	-0,43	aproape normal
29/05/1986	-1,02	moderat secetos	-1,75	sever secetos
14.06.1986	1,10	moderat umed	0,88	aproape normal
28.06.1991	0,44	aproape normal	0,07	aproape normal
28.06.2000	-1,56	sever secetos	-1,75	sever secetos
24.06.2007	-1,40	moderat secetos	-0,61	aproape normal
19.06.2011	0,10	aproape normal	0,69	aproape normal
11/07/1990	-0,85	aproape normal	-0,77	aproape normal
23/07/2006	1,56	sever umed	0,94	aproape normal
26/07/2007	-2,23	extrem de secetos	-2,33	extrem de secetos
15/07/2009	1,03	moderat umed	0,95	aproape normal
26/07/2013	-0,61	aproape normal	-0,12	aproape normal
16/07/2015	-1,70	sever secetos	-1,34	moderat secetos
4/08/1987	0,27	aproape normal	-0,41	aproape normal
12/08/1990	-0,24	aproape normal	-0,86	aproape normal
22/08/2011	-0,86	aproape normal	-0,65	aproape normal
14/08/2015	0,11	aproape normal	0,18	aproape normal
18/09/1986	-1,20	moderat umed	-1,03	moderat secetos
17/09/2003	1,29	moderat umed	1,14	moderat umed
2/09/2015	0,98	aproape normal	1,74	sever umed

*valoarea acumulată pentru luna corespunzătoare datei achiziției imaginii satelitare

În ansamblu, pentru întregul șir de imagini satelitare procentul înregistrat de caracteristica aproape normal la pasul de 6 luni a fost unul de 81,8 % la Stația Meteorologică Bechet și 72,7 % la Stația Meteorologică Caracal. Cu toate că arealul analizat este relativ omogen, diferențele au fost sesizate în valorile indicelui SPEI la cele două stații meteorologice (Tabelul 7).

Tabelul 7. Caracteristicile în funcție de valorile indicelui SPEI pentru pasul de timp de 6 luni

Data achiziției imaginii satelitare	<i>Bechet</i>		<i>Caracal</i>	
	Pasul de 6 luni*	Caracteristica	Pasul de 6 luni*	Caracteristica
2/04/2003	0,64	aproape normal	0,64	aproape normal
11/04/2015	0,68	aproape normal	1,33	moderat umed
29/05/1986	0,32	aproape normal	-0,10	aproape normal
14.06.1986	0,98	aproape normal	0,49	aproape normal
28.06.1991	1,07	moderat umed	0,89	aproape normal
28.06.2000	-1,77	sever secetos	-1,90	sever secetos
24.06.2007	-1,71	sever secetos	-1,33	moderat secetos
19.06.2011	-0,36	aproape normal	0,29	aproape normal
11/07/1990	-0,63	aproape normal	-1,09	moderat secetos
23/07/2006	0,78	aproape normal	0,89	aproape normal
26/07/2007	-2,01	extrem de secetos	-1,76	sever secetos
15/07/2009	0,25	aproape normal	0,09	aproape normal
26/07/2013	0,44	aproape normal	0,50	aproape normal
16/07/2015	0,22	aproape normal	-0,04	aproape normal
4/08/1987	0,15	aproape normal	-0,30	aproape normal
12/08/1990	-0,65	aproape normal	-1,27	moderat secetos
22/08/2011	-0,17	aproape normal	0,36	aproape normal
14/08/2015	0,23	aproape normal	-0,08	aproape normal
18/09/1986	0,17	aproape normal	-0,25	aproape normal
17/09/2003	-0,24	aproape normal	-0,49	aproape normal
2/09/2015	0,17	aproape normal	0,41	aproape normal

*valoarea acumulată pentru luna corespunzătoare datei achiziției imaginii satelitare

5. ANALIZA UNOR PARAMETRI CLIMATICI OBTINUȚI DIN MĂSURATORI INDIRECTE

5.1 Temperatura de la suprafața solului (LST) în lunile semestrului cald în corelație cu gradul de acoperire al vegetației (NDVI) și clasele de sol

Scopul principal al acestui demers a fost acela de a relaționa temperaturile ridicate ale aerului și ale suprafețelor, cu gradul de acoperire cu vegetație și cu tipurile de sol dintr-o zonă afectată de fenomenul de secetă atmosferică și pedologică. Cele mai importante rezultate au fost: găsirea unei corelații puternice atât între temperatura de suprafață derivată din imaginile satelitare și temperatura maximă măsurată direct la suprafața solului la stația meteorologică localizată în interiorul arealului, cât și între arealele cu temperatură egală sau mai mare de 40 °C și cele ocupate cu lipsă vegetație; găsirea unor cauze determinate de textura solului în înregistrarea temperaturilor mari ale suprafețelor de contact, astfel că suprafețele cu soluri nisipoase au fost cele mai afectate de temperatura ridicată a suprafețelor și de lipsa vegetației, urmate de solurile de tip cernoziom și cele de tip brun; evenimentele de secetă severă au fost frecvente în regiune.

5.1.1 Analiza spațio-temporală a temperaturii suprafețelor de contact (LST) și impactul factorilor climatici și non-climatici asupra sa

În data de 28 iunie 2000, temperatura înregistrată în pixelul stației a avut o valoare de 42,4 °C, în timp ce temperatura maximă la nivelul solului înregistrată la Stația Meteorologică Caracal a fost de 61,0 °C, iar valoarea medie a zilei a fost de 33,3 °C (Tabelul 8). Suprafețele acoperite cu vegetație deasă s-au evidențiat numai în arealele acoperite cu pădure, deoarece suprafețele ocupate de culturile agricole au fost afectate în proporție de 71,45 % (Fig. 7 c, d). Această situație s-a petrecut pe fondul unui climat secetos început din luna mai și continuat până în lunile de toamnă ale anului. Traectoriile retrograde modelate pentru 28 iunie 2000, au indicat că, înaintea captării imaginii satelitare cu trei zile, o masă de aer originară din Atlanticul de Nord a fost indentificată la nivelurile de până la 3000 m, în timp ce la 5000 m AGL traectoriile indicau ca și regiunea sursă a masei de aer Anticlonul Azorelor (Fig. 8 b). Traectoria masei de aer de la 5000 de m AGL s-a conturat pe flancul drept al dorsalei calde dezvoltată către nord-vest deasupra Insulelor Britanice

(Fig. 9 c), iar în sudul României masa de aer a ajuns mai caldă ca urmare a unei coborâri în altitudine. Din intersecția claselor de soluri cu temperaturile ridicate și cele cu lipsa vegetației am obținut rezultate care au demonstrat că în această situație au fost afectate în proporție relativ apropiată, atât solurile cu textură nisipoasă (54,2 %), cât și cele brune (65,9 %) și cernoziomurile (49,6 %). Pe fondul climatului relativ secetos, suprafețele acvatice au fost de asemenea afectate, prin scăderi ale debitelor, prin uscarea vegetației higrofile în lunca Dunării și în luncile celor două râuri, temperaturile ridicate acoperind 18,4 % din suprafață (Fig. 7 e, f).

Tabelul 8. Valorile LST înregistrate în pixelul stațiilor meteorologice Bechet și Caracal versus cele înregistrate direct, și suprafețele ocupate cu clasa lipsă vegetație (NDVI) și LST $\geq 40,0$ °C (%) în perioada iunie 1986 – august 2015

Data captării imagini satelitare	Intervalul de timp al captării imagini *	LST (°C) Bechet	LST (°C) Caracal	Intervalul de timp pentru măsurători	Temperatura la nivelul solului la Bechet (°C)		Temperatura la nivelul solului la Caracal (°C)		Suprafețele ocupate cu clasa lipsă vegetație (%)	Suprafețele cu LST $\geq 40,0$ °C (%)
					T med.	T max.	T med.	T max.		
14.06.1986	08:29:46	27.8	25.9	00:06-18:00	25.9	44.6	26.0	38.6	15.6	9.9
28.06.1991	08:32:24	28.6	31.1	00:06-18:00	31.6	56.0	33.1	56.0	40.6	30.3
28.06.2000	09:00:59	36.8	42.4	00:06-18:00	30.3	58.5	33.3	61.0	71.5	59.6
24.06.2007	09:03:12	36.1	33.6	00:06-18:00	32.3	52.5	28.9	42.2	33,0	17.2
19.06.2011	08:58:37	31.9	27.8	00:06-18:00	28.9	63.0	28.3	42.0	11.2	8.6
11.07.1990	08:29:50	37.1	47.9	00:06-18:00	29.4	29.4	30.5	30.5	41.7	32.0
23.07.2006	09:02:28	28.9	33.5	00:06-18:00	33.2	59.8	31.0	61.6	6.3	1.6
26.07.2007	09:02:53	40.8	46.9	00:06-18:00	34.2	64.2	31.1	59.0	59.9	34.9
15.07.2009	08:58:09	32.2	38.6	00:06-18:00	27.7	41.0	28.1	33.0	36.8	10.6
26.07.2013	09:11:18	34.1	37.8	00:06-18:00	33.2	57.0	30.7	40.0	19.4	13.4
16.07.2015	09:08:52	39.6	45.3	00:06-18:00	24.9	51.0	25.8	33.0	40.2	25.2
4.08.1987	08:35:02	30.4	36.1	00:06-18:00	32.6	32.6	32.5	32.5	58.6	49.8
12.08.1990	08:29:18	30.2	33.9	00:06-18:00	25.1	25.1	25.6	29.2	39.2	29.2
22.08.2011	08:58:06	38.3	32.1	00:06-18:00	30.7	56.0	29.3	44.0	21.0	14.2
14.08.2015	09:09:22	29.8	33.2	00:06-18:00	26.4	54.0	27.5	35.0	19.0	15.2

* Timpul este precizat în UTC

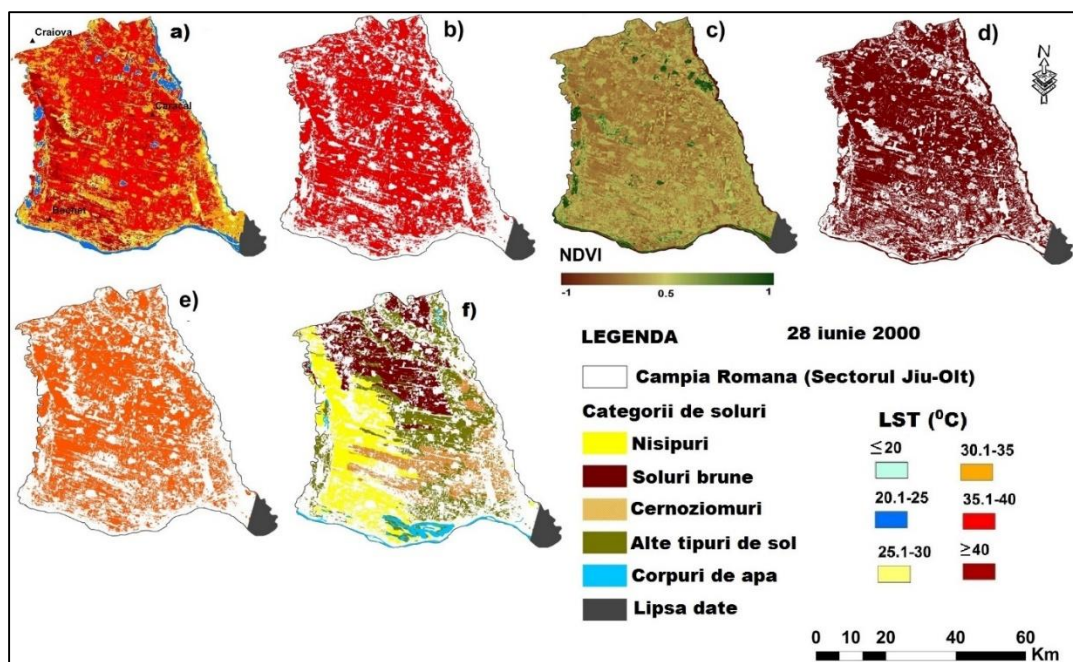


Fig. 7 LST, NDVI și clasele de sol în data de 28 iunie 2000 (a. LST; b. poligoane cu LST $\geq 40,0$ °C (%); c. NDVI; d. poligoane cu lipsa vegetației; e. intersecția dintre lipsa vegetației și LST $\geq 40,0$ °C; f. intersecția dintre poligoanele reprezentate în e. și clasele de sol)

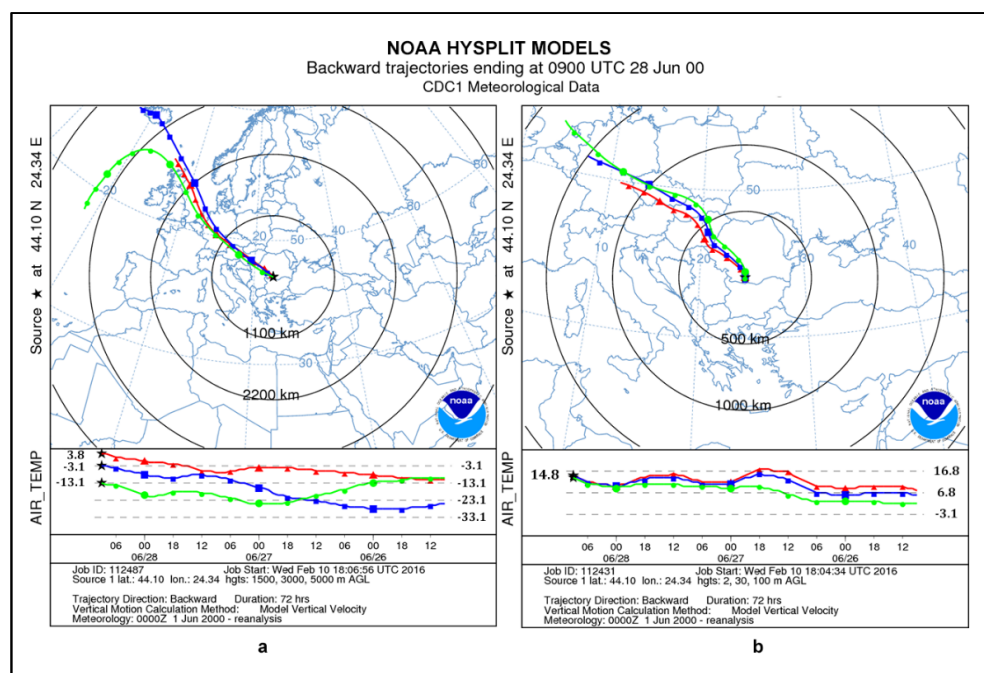


Fig. 8 Traiectoriile retroactive ale maselor de aer identificate în troposfera medie (a) și în cea joasă (b) pentru 28 iunie 2000

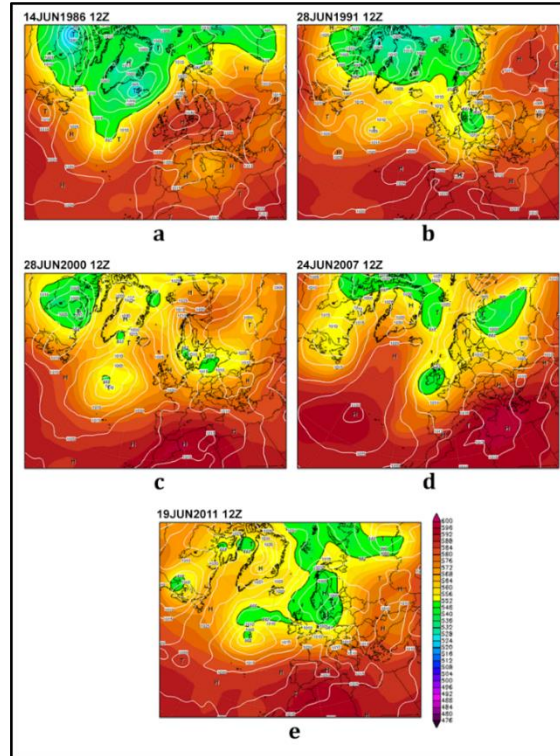


Fig. 9 Hărțile TA 500 hPa (în paleta de culori din dreapta hărților), izobarele la sol (liniile albe) la ora 12:00 UTC (Sursa: <http://www.wetterzentrale.de/>, Roșca și alții, 2016)

La nivelul celor trei luni de vară, în care temperatura a fost mai mare sau egală cu 40,0 °C, coeficientul de corelație între cele două variabile a fost ridicat pentru cele trei funcții de corelație (fiind cuprins între 0,927-0,856) (Tabelul 9). S-a constatat astfel că suprafețele ocupate cu vegetație lipsă cresc pe măsura creșterii suprafețelor cu temperaturi ridicate detectate cu ajutorul LST (Roșca și alții, 2016).

Tabelul 9. Corelația dintre arealele ocupate cu clasa lipsă vegetație (%) și arealele cu LST $\geq 40,0$ °C (%) – în lunile iunie, iulie și august și perioada iunie-august

Tipul de corelație (r)	Areele ocupate cu clasa lipsă vegetație (%) și arealele cu LST $\geq 40,0$ °C (%)			Areele ocupate cu clasa lipsă vegetație (%) și arealele cu LST $\geq 40,0$ °C (%) – perioada iunie-august
	iunie	iulie	august	
Linear (Pearson)	0.981	0.883	0.989	0.927
Logaritmă	0.984	0.842	0.969	0.848
Quadratic	0.997	0.852	0.987	0.856

5.2 Indicele Normalizat de Diferențiere al Umidității (NDMI) în lunile semestrului cald

5.2.1 Analiza spațio-temporală a umidității suprafețelor de contact derivate din NDMI și gradul de afectare pentru principalele clase de acoperire cu vegetație și LST

La nivelul lunii iulie gradul de acoperire conform celor trei clase alese a pus în evidență situații diferite, care arată influența multitudinii de factori care intervin în această analiză. Pe de o parte gradul de acoperire cu vegetație, care în această luna înregistrează cote maxime, iar pe de altă parte condițiile climatice oferite prin intermediul valorilor parametrilor climatici analizați și originile și transformările maselor de aer din situațiile analizate. Nu în ultimul rând efectele provocate de schimbarea modului de utilizarea al terenurilor, care contribuie la menținerea, creșterea sau diminuarea gradului de umiditate din sol.

Situația zilei de 11 iulie 1990 a redat 46,9 % din suprafață ca fiind ocupată de lipsa umidității, în timp ce această lipsă a umidității înregistrată la suprafețele de contact s-a suprapus peste arealele cu lipsa vegetației peste 38,7 % (Fig. 10 a, b). Culturile agricole au fost afectate de suprafețele cu lipsă umiditate pe o suprafață de 7,8 %, iar vegetația sănătoasă în proporție foarte mică, 0,2 % (Fig. 10 c, d, Tabelul 10).

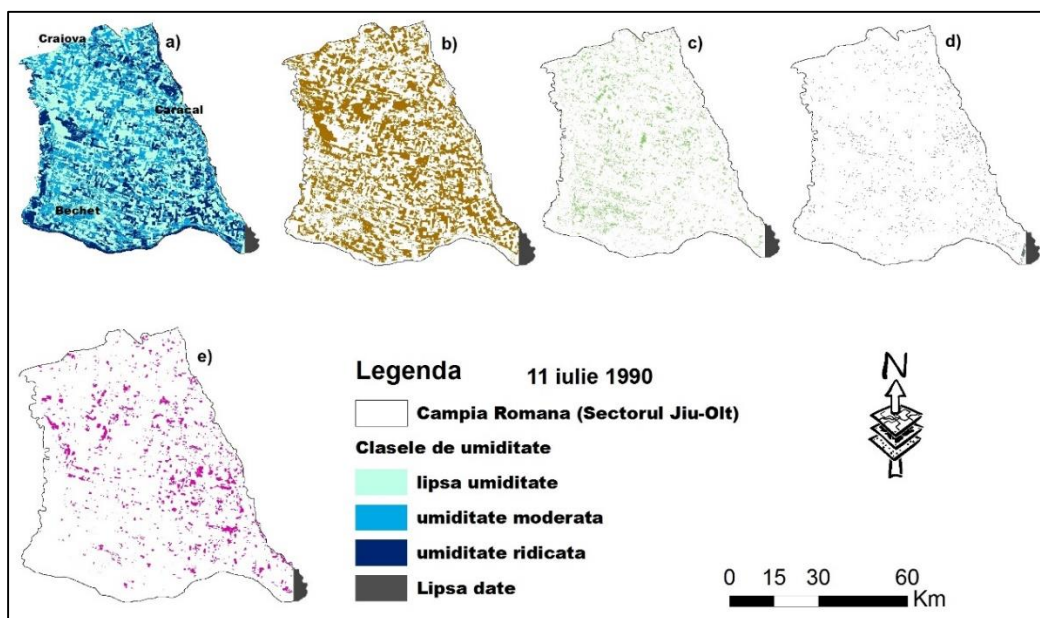


Fig. 10 NDMI, NDVI, LST 11 iulie 1990 (a. NDMI; b. intersecția lipsă umiditate cu lipsa vegetației; c. intersecția lipsă umiditate cu clasa vegetației moderate; d. intersecția lipsă umiditate cu clasa vegetației sănătoase; e. intersecția dintre lipsa umidității și $LST \geq 40,0 \text{ } ^\circ\text{C}$)

Tabelul 10. Intersecția suprafețelor cu lipsă umiditate, vegetație lipsă, moderată și sănătoasă și LST \geq 40,0 °C, în luna iulie (%)

Intersecția suprafețelor ocupate	1990 Suprafața (%)	2006 Suprafața (%)	2007 Suprafața (%)	2009 Suprafața (%)	2013 Suprafața (%)	2015 Suprafața (%)
lipsă umiditate cu lipsă vegetație	38.7	0.9	53.6	23.8	8.3	24.6
lipsă umiditate cu vegetație moderată	7.8	47.7	6.5	19.9	10.0	11.2
lipsă umiditate cu vegetație sănătoasă NDVI	0.2	1.1	0.1	0.2	0.2	0.1
lipsă umiditate cu LST \geq 40,0 °C	6.1	2.8	30.0	2.4	7.2	7.8

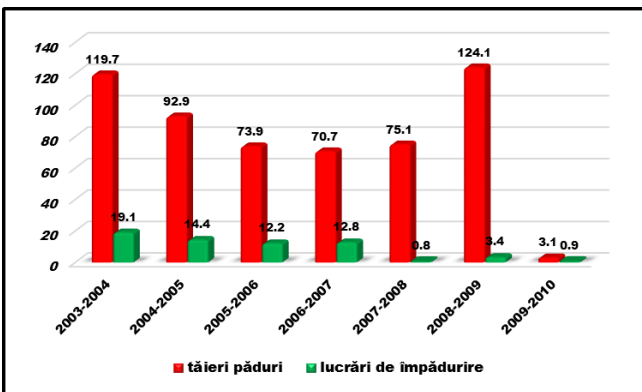
6. PRINCIPALII FACTORI DE RESTRICTIVITATE ÎN DEZVOLTAREA AGRICULTURII ȘI MODIFICĂRI RECENTE SURVENITE ÎN MODUL DE UTILIZARE AL TERENURILOR

În termeni de factori antropici, în decursul celor 30 de ani, în sudul României, s-au înregistrat schimbări majore în modul de utilizare al terenului, multe dintre aceste schimbări au fost datorate schimbării regimului politic, în timp ce multe dintre ele au fost asociate cu variabilitatea climatică. Astfel, în anii de după dispariția sistemului comunist (Decembrie 1989), legislația s-a schimbat și a impus un transfer de proprietate de la stat la individ sau la companii private. Peisajele agricole sunt predominante, dar specificitatea este dată de prezența numeroaselor dune de nisip de diferite tipuri: fixe, mobile, sau semi-mobile. Geneza lor este atribuită râurilor Dunărea și Jiu, în Cuaternarul timpuriu și mai mult de 51 % din suprafața considerată este acoperită de soluri nisipoase (Irimus 2003).

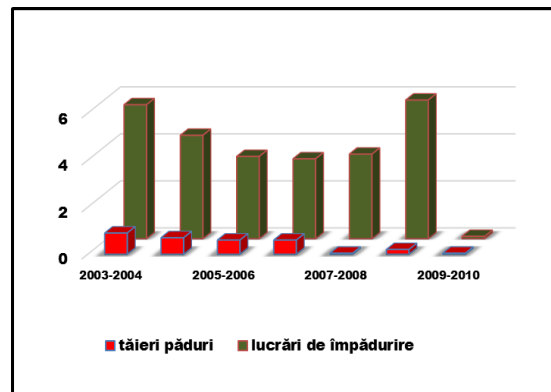
Sub aceste împrejurări, divizarea suprafețelor de teren a fost realizată în parcele mai mici de 10 ha (o împărțire a terenurilor în parcele mai mari de teren ar fi impus un proces amplu, consumator de timp).

În condiții naturale (sol și precipitații) ar fi aproape imposibil să se dezvolte o agricultură sustenabilă și competitivă fără un sistem de irigații. Datorită faptului că zona analizată este predispusă fenomenului de ariditate, la jumătatea deceniului '70 anumite formațiuni vegetale au fost plantate, cu scopul de a proteja împotriva înnisipării datorate de deflația eoliană și de a îmbunătății la modul general agricultura.

La sfârșitul anilor 1990, costurile ridicate pentru mentenanță alături de imposibilitatea proprietarilor de a plăti surplusul de apă necesar plantelor oferit de sistemul de irigații a dus la degradarea și distrugerea treptată a acestuia. Mai mult decât atât, în mai puțin de un deceniu (2003-2010) suprafețele forestiere au fost diminuate, 22,6 % (559,47 ha), în timp ce 3,02 % din regiune (64,26) au fost împădurite (Fig. 11) (Roșca și Petrea, 2014).



a) suprafețele în ha



b) suprafețele în %

Fig. 11 Situația lucrărilor de împădurire și a tăierilor de pădure (a-ha) și (b-%) (după Roșca și Petrea, 2014)

6.1 Schimbările survenite în utilizarea terenului pe baza claselor majore de vegetație rezultate din Indicele Modificat de Diferențiere al Vegetației și de Ajustare a Solului 2 (MSAVI2)

Pentru cele două momente (anii 1987 și 2015) au fost remarcate schimbări în modul de acoperire al arealului cu vegetație. Din analiza rezultatelor folosirii metodei claselor majore de acoperire cu vegetație schimbările s-au produs pe 53,0 % din suprafața analizată.

Astfel, pe 47,0 % din areal nu s-au înregistrat schimbări (Fig. 12).

Schimbările majore au fost considerate acelea, în care suprafețele acoperite cu lipsă vegetație s-au regăsit în anul 2015 acoperite de vegetație sănătoasă și invers. Aceste schimbări au fost cuantificate pe unitățile de relief care compun arealul Câmpiei Române, sectorul dintre Jiu și Olt (Fig. 12, Tabelul 11). Schimbări majore în perioada 1987-2015 s-au remarcat pe o pondere de 53 % din regiunea analizată, iar la nivelul subunităților de relief arealele cele mai afectate au fost întâlnite în: Câmpia Caracalului, Câmpul Leu-Rotunda și în Câmpul de dune Dăbuleni.

Suprafețele împădurite cu perdele de protecție de salcâm și cele ale corpurilor compacte de pădure, în condițiile climatice și edificii specifice acestor unități de relief au fost compromise în mare parte. Schimbările au constat și în înlocuiri, astfel că suprafețele ocupate în anul 1987 de

Schimbările s-au datorat factorilor climatici, la care în mod cert au contribuit cei de natură non-climatică, materializați prin fenomenul de abandon, prin defrișare, a schimbărilor legislative, situația incertă asupra proprietăților funciare, starea de sărăcie și inconștiența oamenilor.