

# GHID DE BUNE PRACTICI

ÎNTRU ADAPTAREA LA SCHIMBĂRILE CLIMATICE  
ȘI IMPLEMENTAREA MĂSURILOR DE ATENUARE  
A SCHIMBĂRILOR CLIMATICE ÎN SECTORUL AGRICOL



**UCIP IFAD**

Unitatea Consolidată pentru  
Implementarea Programelor IFAD

2021



# **GHID DE BUNE PRACTICI**

ÎNTRU ADAPTAREA LA SCHIMBĂRILE CLIMATICE  
ȘI IMPLEMENTAREA MĂSURILOR DE ATENUARE  
A SCHIMBĂRILOR CLIMATICE ÎN SECTORUL AGRICOL

#### Autori:

Roxana BOJARIU, doctor în Fizica Globului (România)

Maria NEDEALCOV, membru corespondent al AȘM, doctor habilitat în geografie

Boris BOINCEAN, doctor habilitat în științe agricole

Iurie BEJAN, doctor în geografie

Mihail RURAC, doctor în științe agricole

Maria PÎNTEA, doctor habilitat în biologie

Larisa CAISÎN, doctor habilitat în științe agricole

Valerian CEREMPEI, doctor habilitat în științe inginerești

Iurie HURMUZACHI, doctor în științe economice

Grigore BALTAG, doctor în științe economice

Nicolae ZAHARIA, expert în energia renovabilă

#### Coordonator publicație:

Iurie HURMUZACHI, liderul echipei de experți, doctor în științe economice,  
Federația Agricultorilor din Moldova „FARM”

#### Recenzenți:

Alexandru STRATAN, membru corespondent al AȘM, doctor habilitat în economie,  
profesor universitar

Aurel OVERCENCO, doctor în geografie

#### Redactor:

Sergiu Ababi

Tiparul executat la: Tipografia „Print-Caro”

Acest ghid a fost elaborat cu suportul financiar al Fondului Internațional pentru Dezvoltare Agricolă (IFAD), în cadrul contractului „Elaborarea măsurilor de adaptare la schimbările climatice și identificarea opțiunilor de atenuare a acestora în ramurile sectorului agricol în vederea integrării în activitatea UCIP IFAD”, implementat de Federația Agricultorilor din Moldova „FARM”, în cadrul Programului Rural de Reziliență Economico-Climatică Incluzivă (IFAD VI), implementat de Unitatea Consolidată pentru Implementarea Programelor IFAD (UCIP IFAD).

Publicația este distribuită gratuit.

---

Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții

**Ghid de bune practici întru adaptarea la schimbările climatice și implementarea măsurilor de atenuare a schimbărilor climatice în sectorul agricol** / Roxana Bojariu, Maria Nedealcov, Boris Boincean [et al.]; coordonator: Iurie Hurmuzachi; Unitatea Consolidată pentru Implementarea Programelor IFAD (UCIP IFAD). – Chișinău : S. n., 2021 (Tipogr. „Print-Caro”). – 120 p. : fig., tab.

Referințe bibliogr.: p. 116-120. – Apare cu suportul financiar al Fondului Internațional pentru Dezvoltare Agricolă (IFAD). – 400 ex.

ISBN 978-9975-56-856-2.

631.6:551.583(036)

G 49

---

# CUPRINS

---

INTRODUCERE .....	5
1. TENDINȚE ACTUALE ALE MODIFICĂRILOR CLIMATICE ȘI SCENARIILE DE EVOLUȚIE PENTRU TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA .....	7
1.1. Scenarii climatice .....	7
1.2. Tendințele actuale în modificarea temperaturilor și precipitațiilor în contextul schimbărilor climatice .....	8
1.3. Scenariile posibile privind evoluția climei pe teritoriul Republicii Moldova .....	15
2. RISCURILE ASOCIATE SCHIMBĂRILOR CLIMATICE PENTRU SECTORUL AGRICOL.....	17
2.1. Manifestarea hazardurilor meteo-climatice asociate riscurilor din sectorul agricol pe teritoriul Republicii Moldova .....	17
2.2. Evaluarea gradului de pretabilitate a condițiilor climatice în cultivarea anumitor grupuri de culturi agricole .....	20
3. IMPACTUL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE ASUPRA STĂRII RESURSELOR NATURALE .....	28
3.1. Modificarea resurselor de apă disponibile în contextul schimbărilor climatice .....	28
3.2. Impactul schimbărilor climatice asupra solului .....	33
3.3. Recomandări privind optimizarea consumului de apă (pentru irigare și agricultură).....	37
3.4. Exemple de îmbunătățiri funciare în contextul deficitului de apă în agricultură .....	39
4. ESTIMĂRI ALE IMPACTULUI VIITOR AL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE ASUPRA ZONELOR AGROECOLOGICE ȘI A PRODUCTIVĂȚII POTENȚIALE A SECTORULUI AGRICOL .....	42
4.1. Estimarea impacturilor viitoare în condițiile scenariilor climatice .....	42
4.2. Incertitudinile asociate estimării impacturilor .....	46
5. OPȚIUNI INTELIGENTE PRIVIND ADAPTAREA PRACTICILOR AGRICOLE LA SCHIMBĂRILE CLIMATICE ȘI BUNE PRACTICI DE ATENUARE A SCHIMBĂRILOR CLIMATICE PENTRU RAMURILE AGRICOLE.....	47
5.1. Fitotehnie .....	47
5.2. Horticultură .....	68
5.3. Zootehnie.....	81
6. ATENUAREA IMPACTULUI SCHIMBĂRILOR CLIMATICE PRIN VALORIFICAREA SURSELOR DE ENERGIE RENOVABILĂ .....	94

7. MĂSURI DE GESTIONARE DURABILĂ A RESURSELOR NATURALE (DE APĂ, SOL ETC.)	
ÎN SECTORUL AGRICOL ÎN CONTEXTUL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE.....	103
7.1. Măsuri de diminuare a impactului schimbărilor climatice asupra solului.....	103
7.2. Măsuri de diminuare a impactului schimbărilor climatice asupra resurselor de apă.....	106
7.3. Măsuri de diminuare a impactului schimbărilor climatice pentru unele culturi agricole .....	108
7.4. Sinergia măsurilor de adaptare și atenuare în condițiile schimbării climatice din perspectiva dezvoltării durabile .....	110
CONCLUZII.....	113
BIBLIOGRAFIE.....	116

## INTRODUCERE

---

Sectorul de producere a alimentelor este responsabil, la nivel global, de până la 29% din emisiile de gaze cu efect de seră. În același timp, agricultura este sursa cea mai importantă de gaze cu efect de seră (GES), altele decât dioxidul de carbon (56% din emisiile globale de GES) (FAO, 2015). La nivel global, una din opt persoane suferă de foame cronică și mai mult de un miliard de oameni sunt subnutriți. Pe de altă parte, provocarea securității alimentare va deveni mai dificilă în viitor, când agricultura va trebui să producă cel puțin cu 50% mai multe alimente până în 2050, pentru a hrăni circa 9 miliarde de oameni (FAO, 2015). Amplificarea schimbării climatice aduce provocări semnificative în sectorul agricol, la nivel global.

Uniunea Europeană (UE) este unul dintre principalii producători și exportatori de produse agricole din lume datorită climatului favorabil, a competențelor tehnice din sectorul agricol și a calității produselor sale. În ultimii ani, veniturile agricole din UE au cunoscut o îmbunătățire generală, în principal datorită progresului tehnologic ce a dus la o creștere a productivității. Similar, agricultura este unul din cele mai importante sectoare economice ale Republicii Moldova, având și un impact social important.

În UE, sectorul agricol este un contribuitor important la schimbarea climatică prin emisiile de gaze cu efect de seră (GES) și la poluarea locală prin poluanți atmosferici (de exemplu, amoniac, particule). Sectorul agricol poate contribui în mod semnificativ la eliminarea dioxidului de carbon (CO<sub>2</sub>) din atmosferă prin conversia tipurilor de acoperire a solului și gestionarea mai eficientă a acestuia. De asemenea, sectorul agricol are un potențial mare de reducere a nivelurilor de emisii ale GES altele decât CO<sub>2</sub>. Deși emisiile de GES non-CO<sub>2</sub>, provenite din agricultură, au scăzut din 1990 până în prezent în UE, agricultura are în continuare cea mai importantă contribuție la emisiile totale de GES altele decât CO<sub>2</sub> (aproximativ 10% din totalul GES din UE). Emisiile de metan (CH<sub>4</sub>) generate de fermentația enterică reprezintă cea mai mare pondere (38%) din toate emisiile de GES din sectorul agricol (EEA, 2019).

Politicile europene promovează necesitatea unui efort suplimentar semnificativ din partea sectorului agricol pentru a contribui mai mult la sechestrarea carbonului în sectoarele agriculturii și silviculturii, în contextul atingerii nivelului de emisii nete zero în UE, până în 2050 (obiectivul pe termen lung al Pactului verde european (the European Green Deal) ce contribuie și la atingerea țintei Tratatului de la Paris de a limita creșterea temperaturii medii globale la 1,5°C față de nivelul preindustrial). Transformarea globală care ar fi necesară pentru a limita încălzirea la 1,5°C necesită condiții care să permită reflectarea legăturilor dintre atenuare, adaptare și dezvoltare durabilă. Abordarea europeană promovează și ea deplina concordanță între obiectivele și acțiunile de atenuare a efectelor schimbării climatice (prin reducerea emisiilor de GES), adaptare la schimbarea climatică și de conservare a biodiversității, în condiții benefice pentru economie și societate.

Dintre toate sectoarele economice ale UE, agricultura este cea mai dependentă de climă și, prin urmare, foarte vulnerabilă la schimbările climatice (EEA, 2019). Modificările condițiilor meteorologice și climatice influențează deja randamentele culturilor și productivitatea în sectorul creșterii animalelor în Europa. Condițiile meteorologice și climatice afectează, de asemenea, disponibilitatea apei necesare pentru irigații, practicile de udare, creșterea animalelor, prelucrarea produselor agricole și condițiile de transport și depozitare (EEA, 2019). Efectul schimbărilor climatice asupra agriculturii europene ar putea produce o pierdere semnificativă pentru sectorul agricol: până la 16% din veniturile din agricultura UE până în 2050, cu variații regionale mari. Sectorul va trebui să se adapteze în continuare la aceste schimbări pentru a asigura o producție agricolă durabilă (EEA, 2019). În viitor, impacturile climatice asupra agro-ecosistemelor și producției agricole vor afecta veniturile agricole din Europa datorită efectelor asupra prețului, cantității și calității produselor și, în consecință, asupra schimburilor comerciale. În acest context, valoarea economică a terenurilor agricole europene se poate modifica semnificativ datorită combinațiilor acestor efecte în cascadă.

Pentru Republica Moldova, schimbarea climatică reprezintă una dintre marile amenințări la adresa dezvoltării durabile și constituie una dintre cele mai mari probleme de mediu, cu consecințe negative asupra diverselor activități socio-economice. Ritmul accelerat al schimbărilor climatice necesită o capacitate crescută de adaptare rapidă la acestea și impune elaborarea strategiilor sectoriale de atenuare și adaptare la condițiile climatice curente și cele așteptate în viitor. Agricultură are o pondere însemnată în economia națională, și dependența sa puternică de condițiile de vreme și climă face necesară elaborarea unei baze științifico-metodologice complexe, actualizate permanent, care să răspundă în mod operativ și adecvat provocărilor legate de fenomenul schimbării climatice (Nedealcov, 2020).

Societatea trăiește deja schimbarea climatică, o schimbare mult mai rapidă decât cele din istoria geologică a Terrei înainte de Antropogen. În acest context, cercetătorii din domeniul climei și al evaluării impactului și riscului climatic asupra sistemelor naturale și umane au misiunea importantă de a crea și transfera cât mai rapid și eficient cunoașterea științifică, astfel încât societatea să-și poată planifica și asuma o dezvoltare socio-economică durabilă în noile condiții. Un rol important în acțiunile de adaptare la schimbările climatice ale agriculturii și ale mediului rural al Republicii Moldova îl are Unitatea Consolidată pentru Implementarea Proiectelor Fondului Internațional pentru Dezvoltarea Agriculturii UCIP IFAD ce implementează două proiecte în derulare: (i) Programul Rural de Reziliență Economico-Climatică Incluzivă (IFAD VI) și (ii) Proiectul de Reziliență Rurală (IFAD VII). La 26 iunie 2020 a fost semnat Acordul de finanțare dintre Republica Moldova și Fondul Internațional pentru Dezvoltarea Agriculturii în vederea realizării proiectului „Îmbunătățirea capacităților pentru transformarea zonei rurale” (IFAD VIII) pentru o perioadă de 6 ani.

Scopul prezentului ghid constă în identificarea celor mai eficiente și durabile măsuri de adaptare la schimbările climatice și a opțiunilor de atenuare a schimbărilor climatice, în ramurile sectorului agricol din Republica Moldova.

# 1. TENDINȚE ACTUALE ALE MODIFICĂRILOR CLIMATICE ȘI SCENARIILE DE EVOLUȚIE PENTRU TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA

---

## 1.1. SCENARIILE CLIMATICE

Modele matematice deterministe ale sistemului climatic, înglobând caracteristicile fizice deduse din datele observaționale, sunt folosite pentru a proiecta experimente numerice care încearcă să clarifice problemele legate de fluctuațiile climatice naturale și de influențele activităților umane. În general, un model climatic descrie, în termeni matematici, având la bază legile fizicii, comportamentul sistemului analizat, pornind de la o stare inițială și constrâns de condițiile externe și de frontieră. Sistemul climatic al Pământului (geosistemul) este configurat de interacțiunea componentelor sale: atmosfera, hidrosfera (oceanul planetar și rețeaua hidrologică continentală), criosfera (zăpadă, ghețari, permafrost, calote glaciare și gheața marină), biosfera și litosfera. Pentru a modela geosistemul nu este suficient să descriem separat componentele sale, este necesar să luăm în considerare și procesele ce cupleză aceste componente. Datorită sinergiei dintre componentele geosistemului, răspunsul său la perturbațiile externe diferă de suma răspunsurilor individuale furnizate de componentele menționate mai sus (Bojariu și colab., 2015).

Modelele climatice globale (GCMs) furnizează condițiile la limită (de obicei, la o rezoluție spațială de la 50 km până la 150 km) pentru modelele climatice regionale (RCMs), care practic proiectează dinamic evoluțiile globale la scări spațiale foarte fine (mai puțin de 50 km). În afară de proiectarea dinamică la scări fine, există și metodele statistice ce pot fi utilizate pentru a modela evoluțiile unei părți a geosistemului la rezoluții spațiale și mai fine, de la aproximativ 1 km la 10 km.

Dinamica schimbării climatice în următoarele decenii și secole depinde în mare măsură de evoluția activităților umane viitoare. De aceea, modelele climatice sunt rulate în condițiile unor scenarii de dezvoltare socio-economică. Factorii externi impuși modelelor climatice – cum ar fi viitoarele concentrații ale GES – sunt derivați din diferite scenarii pentru viitor. Scenarii ale emisiilor/concentrațiilor GES sunt utilizate pentru a evalua impactul unei game de activități umane asupra componentelor sistemului terestru. Scenariile nu prezic viitorul, dar ele ajută la o mai bună înțelegere a incertitudinilor și a căilor de evoluție, în scopul evaluării fezabilității opțiunilor de adaptare la schimbările climatice și a diminuării emisiilor care le provoacă sub un nivel critic de la care capacitatea adaptivă a speciei noastre nu ar mai putea funcționa. Trebuie să luăm în considerare faptul că modificările climatice determină schimbări atât în sistemele naturale, cât și în cele umane (prin schimbările tehnologice, economice, stilul de viață și politică), acestea din urmă, la rândul lor, influențând schimbările climatice (Bojariu și colab., 2015).

Abordarea recentă în construirea scenariilor climatice răspunde necesității unei mai bune integrări între factorii socio-economici, schimbările din sistemul climatic și vulnerabilitatea sistemelor naturale și umane. Astfel, în loc să pornească de la scenarii socio-economice care conduc la diferite niveluri de emisii ale aerosolilor și gazelor cu efect de seră, noile scenarii încep cu concentrațiile viitoare de aerosoli și gaze cu efect de seră. Aceste noi scenarii descrise de Moss și colab. (2008) sunt așa-numitele „căi reprezentative de evoluție a concentrațiilor» (RCPs). Scenariile RCP pot fi folosite simultan, fie de modelele geosistemului (ESM) pentru a explora schimbările viitoare ale răspunsurilor fizice și biogeochimice la schimbarea compoziției atmosferice și a forțajului radiativ, sau de modelele de evaluare integrată (IAMs) pentru a explora condițiile socio-economice alternative care ar rezulta în astfel de modificări viitoare ale compoziției atmosferei (fig. 1.1).



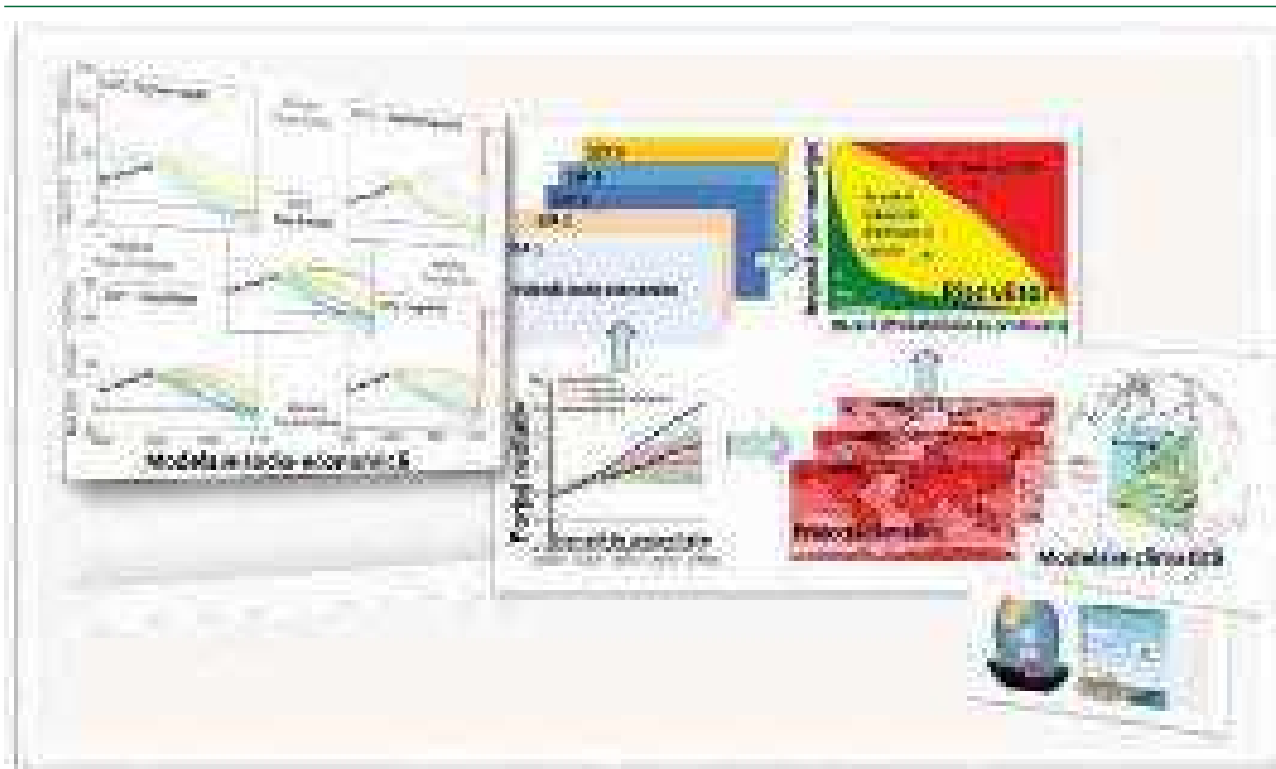


Fig. 1.1. Reprezentarea schematică a procesului de estimare a riscurilor viitoare pe baza scenariilor climatice și a proiecțiilor socio-economice și climatice. Adaptare după Bojariu și colab. (2015)

Scenariile de tip RCP nu sunt legate de niciun scenariu particular socio-economic, dar fiecare dintre ele este în concordanță cu multe tipuri de evoluții socio-economice, deoarece diferite schimbări socio-economice viitoare ar putea conduce la schimbări similare în compoziția atmosferică. Scenariile RCP sunt folosite pentru a construi noi scenarii climatice pentru aplicarea lor în studii ale impactului, adaptării și vulnerabilității (IAV) și IAM. Comunitatea IAV combină aceste rezultate cu cele obținute de comunitatea celor ce modelează geosistemul (ESM), având la bază scenarii de tip RCP, pentru a analiza impactul schimbărilor climatice, opțiunile la adaptare și vulnerabilitatea la schimbările climatice (Bojariu și colab., 2015).

Pentru elaborarea politicilor privind schimbările climatice este necesar să se prezinte informații cu privire la: (1) ce acțiuni de atenuare ar putea fi necesare pentru a produce un rezultat climatic; (2) care va fi potențialul de adaptare; (3) ce impact inevitabil s-ar putea să apară pentru o serie de proiecții ale schimbărilor climatice. Procesul de elaborare a politicilor necesită realizarea unui compromis între costurile relative, beneficiile și riscurile asociate. În contextul evaluării riscurilor climatice, distincția între necesitățile pe termen lung și scurt pentru a răspunde impactului climei nu este de obicei foarte clară. Variabilitatea climatică este importantă pentru intervalele scurte de timp (de obicei, pe scări intra- și interanuale), în timp ce schimbările climatice acționează pe termen lung, dincolo de scara decenală.

## 1.2. TENDINȚELE ACTUALE ÎN MODIFICAREA TEMPERATURILOR ȘI PRECIPITAȚIILOR ÎN CONTEXTUL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE

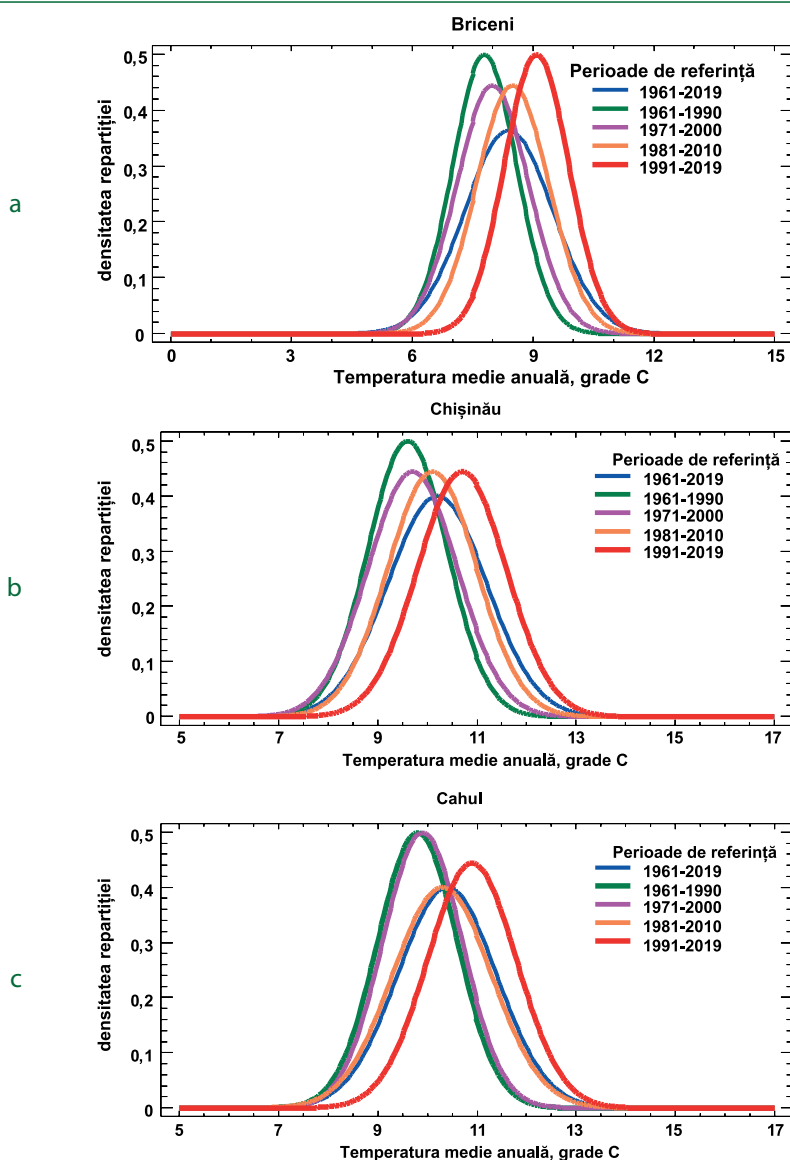
Clima Republicii Moldova, influențată de poziția la latitudinile medii pe glob și cu localizarea sa estică pe continent, se caracterizează printr-un caracter temperat continental, persistând diferențieri mai mari între sudul și nordul țării (tab. 1.1). Normele climatice ale temperaturii medii anuale, obținute prin medierea pe perioade de referință egale – indicator al procesului de încălzire – demonstrează că acestea înregistrează o creștere semnificativă în ultimele decenii față de cele precedente. Astfel,

dacă în anii 1971-2000 media multianuală în partea de nord a țării a fost 8,0°C, în perioada 1991-2019 ea se majorează și devine de 9,1°C. În partea de sud, dacă norma climatică pentru prima perioadă de referință (1971-2000) a fost 9,9°C, atunci în ultimele decenii (1991-2019), aceasta se majorează cu un grad și devine 10,9°C.

**Tabelul 1.1. Temperatura medie anuală în diferite perioade de referință**

Perioade de referință	Briceni		Chișinău		Cahul	
	X	$\sigma$	X	$\sigma$	X	$\sigma$
1961-2019	8,4	1,1	10,2	1,0	10,4	1,0
1961-1990	7,8	0,8	9,6	0,8	9,8	0,8
1971-2000	8,0	0,9	9,7	0,9	9,9	0,8
1981-2010	8,5	0,9	10,1	0,9	10,3	1,0
1991-2019	9,1	0,8	10,7	0,9	10,9	0,9

Regimul termic din partea centrală este caracterizat de o temperatură medie multianuală cu doar 0,2°C mai puțin decât valorile termice atestate în partea de sud a țării și a fost 9,7°C în perioada 1971-2000, devenind 10,7°C în perioada 1991-2019.



**Fig. 1.2. Creșterea temperaturilor medii anuale în Republica Moldova evidențiată prin distribuția valorilor termice în diferite perioade de referință)**

Procesul de încălzire a climei pe teritoriul Republicii Moldova este evidențiat și în figura 1.2. Modificările în regimul mediu sunt asociate cu modificări ale valorilor extreme (tab. 1.2). În ultima perioadă de timp, maximele absolute au ajuns la limita de 42,4°C, iar minimele absolute au trecut și ele sub pragul de manifestare de -32,0°C, înregistrând astfel cele mai mari amplitudini termice (74,4°C). Menționăm că anual, practic, maximele termice au avut valori de peste 39,0°C, ceea ce permite să se concluzioneze faptul, că ne aflăm în pragul unor schimbări climatice esențiale.

**Tabelul 1.2. Evaluarea modificării (°C) extremelor și amplitudinilor lor termice în procesul de evoluție a climei actuale de pe teritoriul Republicii Moldova**

Etapele de evoluție a climei	T min.abs.	T max.abs.	At
1961-1990	-35,4	37,6	73,0
1971-2000	-30,2	40,0	70,2
1981-2010	-31,0	41,5	72,5
1991-2019	-32,0	42,4	74,4

Cei mai calzi 6 ani înregistrați vreodată au fost ultimii, din 2015 până în prezent. Poziționarea anilor 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 cu valori de 12,0°C (și mai mult) printre cei mai calzi ani atestați în seria observațiilor instrumentale (1871-2020), relevă accelerarea încălzirii la nivelul Republicii Moldova. Acest fapt ne indică importanța actualizării continue a cercetărilor privind schimbările climatice.

**Tabelul 1.3. Topul celor mai reci și mai calzi ani înregistrați în perioada 1887-2020**

1887-2010 [65]				1887-2020			
cei mai reci ani		cei mai calzi ani		cei mai reci ani		cei mai calzi ani	
1933	7,2	2007	12,1	1933	7,2	2020	12,7
1929	7,9	2009	11,4	1929	7,9	2007	12,1
1934	8,0	1990	11,3	1934	8,0	2015	12,0
1985	8,0	1994	11,3	1985	8,0	2016	12,0
1912	8,1	2008	11,3	1912	8,1	2017	12,0
1940	8,1	2000	11,2	1940	8,1	2018	12,0
1987	8,1	1999	11,0	1987	8,1	2019	12,0

Procesul de încălzire în Republica Moldova, reflectat în creșterea temperaturii medii anuale, se evidențiază și în figura 3, unde se observă accelerarea sa, în ultimele decenii (1981-2010), comparată cu cele precedente (1961-1990). Amplitudinea mai mare a acestei încălziri se observă în zonele sudice ale Republicii Moldova.

În figura 1.3 sunt prezentate tendințele acestui fenomen la nivel național, comparativ pentru perioadele 1961-1990 și, respectiv, 1981-2010. Dacă în partea de nord tendința de creștere are valori cuprinse în plaja de 1,5...1,6°C, în extremitatea sudică, temperaturile cresc mai accelerat cu 0,7°C, ajungând până la o valoare de 2,3°C. Sunt în creștere și temperaturile medii sezoniere, care iarna înregistrează o majorare cu 0,0164°C/an. Valori pozitive, adică cele mai calde ierni s-au înregistrat în anii 1989, 2007, 2015, 2019, când normele climatice au constituit 2,2...1,0°C, față de -1,8°C media multianuală a perioadei 1887-2019.

Temperaturile medii sezoniere din anotimpul de primăvară înregistrează o scădere cu 0,0395°C/an. Dar, în același timp, valori pozitive, adică cele mai calde primăveri s-au înregistrat în anii 1989, 2007, 2015, 2019, când normele climatice au constituit 25,3...24,0°C, față de 18,3°C media multianuală a perioadei 1887-2019. Temperaturile medii sezoniere din anotimpul de vară înregistrează o majorare cu 0,0144°C/an. Valori pozitive, adică cele mai calde veri s-au înregistrat în anii 2007, 2012, 2015, 2010, 2019, când normele climatice au constituit 24,3...23,1°C, față de 20,8°C media multianuală a perioadei 1887-2019. Temperaturile medii sezoniere din anotimpul de toamnă înregistrează o majorare cu 0,0088°C/an. Valori pozitive, adică cele mai calde toamne s-au înregistrat în anii 1923, 2019, 2012, 2015, când normele climatice au constituit 13,4...12,3°C față de 10,2°C media multianuală a perioadei 1887-

2019. Așadar, cu excepția primăverii în aspect anual, lunar și sezonier se atestă o majorare a fondului termic, iar în cazul primăverilor, acestea, în ultimii ani, însumează valori pozitive destul de semnificative, ceea ce probabil, în viitorii ani apropiați va modifica esențial direcția de schimbare a temperaturii medii sezoniere din cadrul acestui anotimp. Se observă și o declanșare mai timpurie și a anotimpurilor.

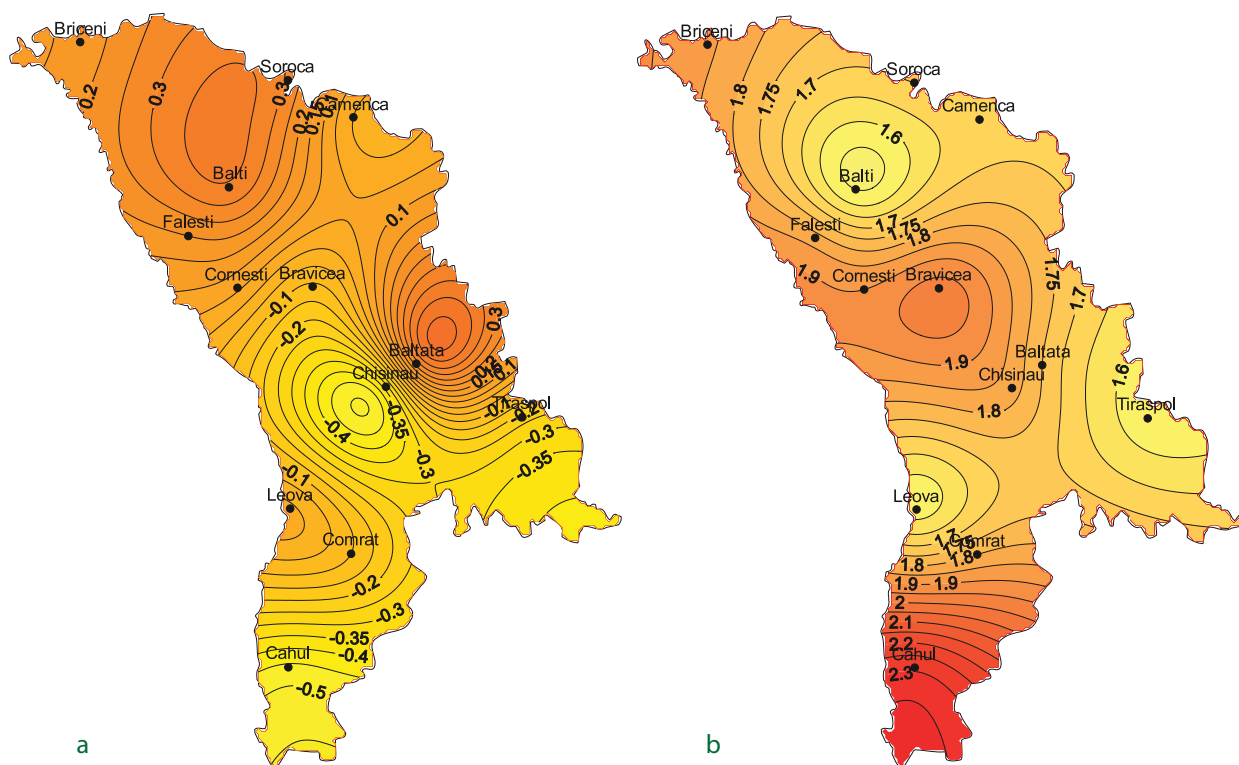


Fig. 1.3. Tendințele de creștere a temperaturii anuale pentru două perioade de referință: (a – 1961-1990; b – 1981-2010) (după Nedeačov, 2020)

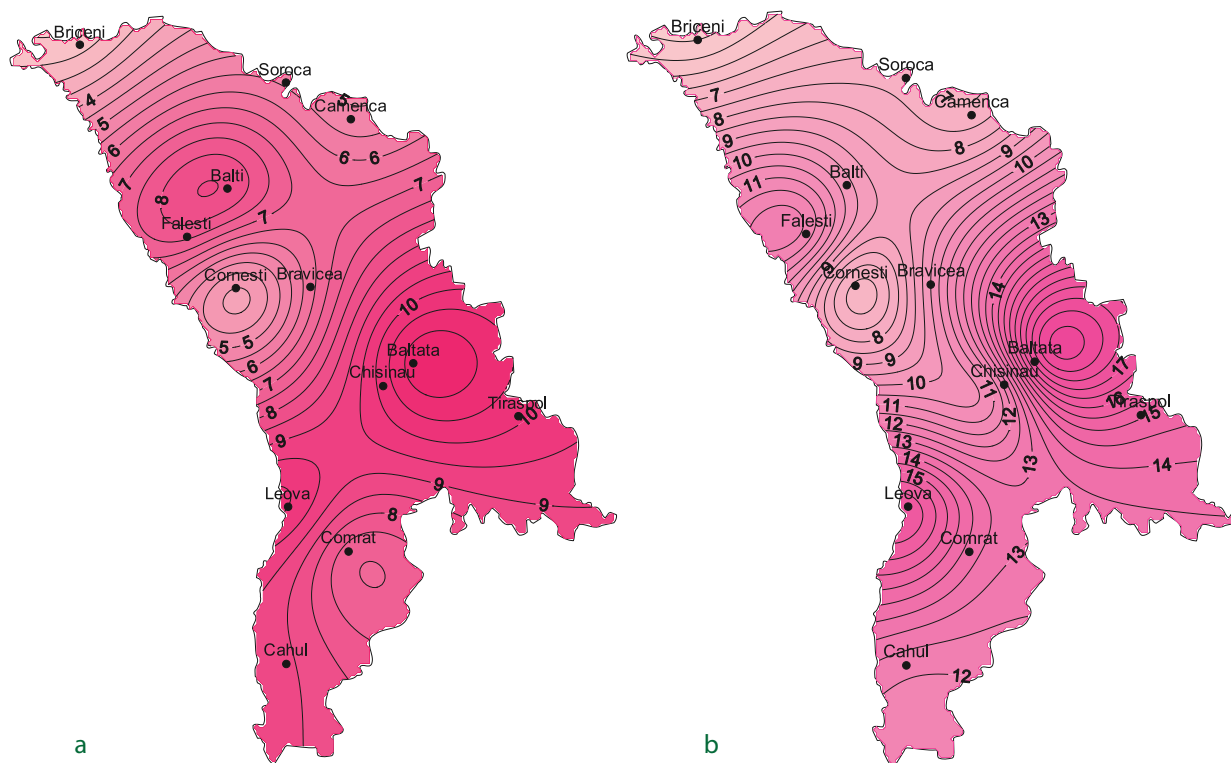


Fig. 1.4. Fenomenul de uscăciune și arșiță pentru două perioade de referință: a – 1961-1990; b – 1981-2010

Tendința de creștere a temperaturii a intensificat și fenomenul de uscăciune și arșiță, cel din urmă, fiind evaluat pentru anotimpul de vară (iunie-august). Se observă că în perioada 1961-1990 fenomenul de „uscăciune și arșiță” se manifestă cu o intensitate redusă (3-7 zile), în cea mai mare parte a țării, ceea ce semnifică faptul că, în general, culturile agricole nu sunt afectate frecvent de stresul termic generat de temperaturile din aer situate peste pragul de 25°C și umiditatea relativă a aerului sub 30%. Local, în sudul țării, fenomenul de „arșiță” prezintă o intensitate mai ridicată (10 zile). În perioada 1981-2010, suprafața afectată de arșiță se extinde, apărând câte un „pol” în centrul, în vestul țării și sud-vestul teritoriului (fig. 1.4), determinate în mare măsură de magnitudinea proceselor sinoptice care generează aceste fenomene. În anumiți ani concreți (de exemplu, 2015), fenomenul de uscăciune și secetă poate întrece de 7-8 ori valorile medii multianuale, având repartiții spațiale relative diferite. În ceea ce privește variabilitatea termică, latitudinea geografică și altitudinea absolută influențează esențial repartiția spațială a acestui indice. Sudul, sud-estul și unele areale din partea centrală a țării se caracterizează prin variabilitate termică moderată și medie. Pe măsura deplasării spre nord și nord-est, gradul de variabilitate termică crește până la înalt și semnificativ.

A fost analizat și numărul zilelor uscate pentru perioada de vegetație activă și pentru perioada lunilor mai-august – perioada critică din punct de vedere a aridității și uscăciunii pentru creșterea și dezvoltarea multor grupuri de culturi agricole. Menționăm, că „zilele uscate” sunt considerate acele zile, care au fondul termic ridicat ( $T_{\text{aerului}} > 25^{\circ}\text{C}$ ) și umiditatea relativă a aerului scăzută ( $Ur < 30\%$ ), fiind considerate drept zile cu impact negativ asupra parcurgerii fazelor de ontogeneză. Analiza temporală a zilelor uscate (fig. 5), demonstrează că acestea în ultimii ani s-au dublat comparativ cu primele decenii, ceea ce încă o dată relevă faptul, că încălzirea climatică persistă. Deoarece durata zilelor uscate în perioada mai-august influențează direct parcurgerea principalelor faze de dezvoltare ale culturilor agricole, a fost necesară elaborarea [56] Indicelui perioadelor uscate (Izu), care reprezintă coraportul dintre suma acestora înregistrate în ani concreți și media lor multianuală pentru perioada sus-menționată.

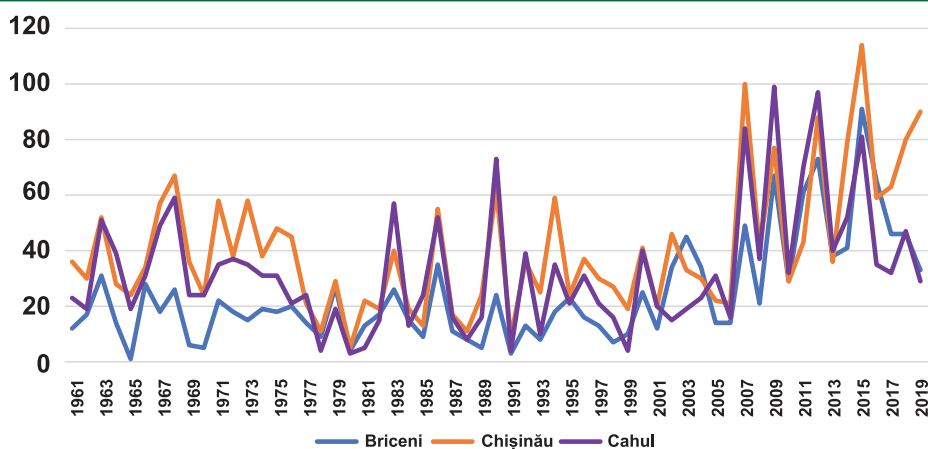


Fig. 1.5. Evoluția numărului de zile uscate pe teritoriul Republicii Moldova

Evoluția Izu pe teritoriul republicii relevă că, deși perioadele uscate excepționale sunt caracteristice mai mult zonei de centru și sud, în cazul părții de nord, în anumiți ani secetoși (2007, 2015), valorile Izu substanțial cresc, fapt confirmat și prin modelarea cartografică a acestui indice în cei mai uscați ani, ceea ce încă o dată demonstrează intensificarea procesului de aridizare. În cazul Indicelui de Ariditate (Ia) propus de UNEP (1992) și UNESCO (1979), care exprimă raportul dintre cantitatea precipitațiilor atmosferice și evaporabilitate – indice, care practic se utilizează în toate țările cu regim de umiditate instabil. În condițiile Republicii Moldova, actualmente, Ia atinge limita care caracterizează clima ca aridă. În perioada de vegetație, în Stepa Bălțului (la nord), în sudul, sud-estul și partea central-estică a țării Ia se află la limita de 0,5, caracterizând clima ca semiaridă și uscat-semiumedă. Valori de peste 0,68 li se atribuie teritoriilor în trepte altitudinale din nordul și partea centrală a țării, dar aceste valori sunt mai scăzute decât cele obținute în cercetările anterioare (Nedealcov și colab., 2018), servind drept dovadă că, actualmente, condițiile climatice devin mai aride în perioada de vegetație.

În cazul precipitațiilor atmosferice, perioada anilor include seria de timp 1891-2019, în care se atestă o majorare a cantității precipitațiilor anuale cu 0,5993 mm/an. Cantitatea de precipitații în aspect sezonier, iarna, pe teritoriul Republicii Moldova înregistrează o creștere cu 0,1911 mm față de 0,2102 mm/an pe parcursul anilor 1891-2010. În ultimele decenii, se observă o alternare frecventă a anomaliilor pozitive cu cele negative, ceea ce demonstrează caracterul extrem de variabil a manifestării atât a anilor cu excese pluviometrice, cât și cu deficit pluviometric. În 1925 cantitatea precipitațiilor atmosferice a constituit doar 15 mm, iar în 1966 au fost înregistrate cele mai semnificative valori de 257 mm. Anul 2010 ocupă locul doi în topul iernilor excesiv de umede. Menționăm că anul 2012 cu 173,8 mm, la fel, plasează iarna în topul iernilor excesiv de umede. Primăvara pe teritoriul Republicii Moldova înregistrează o scădere cu 0,033 mm/an pe parcursul anilor 1891-2019, deci trendul rămânând neschimbat comparativ cu perioada 1891-2010. În ultimele decenii, se observă cele mai semnificative anomalii pozitive și negative, ceea ce demonstrează caracterul extrem de variabil a manifestării atât a anilor cu excese pluviometrice, cât și cu deficit pluviometric. În 1986 cantitatea anuală a precipitațiilor atmosferice a constituit doar 23 mm, iar în 1984 au fost înregistrate cele mai semnificative valori de 265 mm. Anul 2006 ocupă locul trei în topul primăverilor excesiv de umede. Pe locul cinci se plasează anul 2017 cu cantitatea de 207,7 mm. În aspect sezonier, vara pe teritoriul Republicii Moldova înregistrează o creștere cu 0,177 mm, ceea ce este cu 0,0614 mm mai puțin față de 0,2384 mm/an observată pe parcursul anilor 1891-2010. În ultimele decenii se observă o alternare frecventă a anomaliilor pozitive cu cele negative, fapt ce demonstrează caracterul extrem de variabil a manifestării atât a anilor cu excese pluviometrice, cât și cu deficit pluviometric. În anul 1951 cantitatea sezonieră a precipitațiilor atmosferice a constituit doar 42 mm, iar în 1948 au fost înregistrate cele mai semnificative valori de 531 mm. Anul 2007 ocupă locul patru în topul verilor excesiv de uscate. Toamna cantitatea de precipitații pe teritoriul Republicii Moldova înregistrează o creștere cu 0,1749 mm față de 0,2242 mm/an înregistrată pe parcursul anilor 1891-2010. În ultimele decenii, se observă o alternare frecventă a anomaliilor pozitive cu cele negative, ceea ce demonstrează caracterul extrem de variabil a manifestării atât a toamnelor cu excese pluviometrice, cât și cu deficit pluviometric. În 1963 cantitatea sezonieră a precipitațiilor atmosferice a constituit doar 10 mm, iar în anul 2019 cantitatea sezonieră constituie 35,9 mm, aceasta fiind una dintre cele mai uscate toamne. În toamna anului 1905 au fost înregistrate cele mai semnificative valori (de 343,5 mm). Așadar, introducerea ultimului deceniu în studiul regimului pluviometric anual, lunar și sezonier, semnificativ influențează structura și specificul manifestării la nivel regional al acestuia, fapt confirmat de concluziile obținute mai sus.

Pentru toată perioada contemporană în nordul țării cantitatea anuală a precipitațiilor atmosferice (tab. 1.4) constituie 618,4 mm, în partea centrală 550,8 mm și de sud 537,7 mm, respectând, astfel, principiul zonalității. Diferența dintre nordul și sudul țării constituie 80,7 mm. În partea de sud a țării, în ultimii ani (2015-2019) cantitățile de precipitații scad comparativ cu partea centrală și de nord, unde se înregistrează o creștere nesemnificativă a acestora.

**Tabelul 1.4. Cantitatea anuală de precipitații în diferite perioade de referință**

Perioade de referință	Briceni		Chișinău		Cahul	
	X	Cv	X	Cv	X	Cv
1961-2019	618,4	20,3%	550,8	18,2%	537,7	22,2%
1961-1990	619,7	18,8%	548,2	18,3%	556,3	19,1%
1971-2000	609,9	20,6%	550,6	19,8%	544,5	22,4%
1981-2010	622,5	22,9%	548,1	19,7%	509,9	23,9%
1991-2019	617,0	22,1%	553,5	18,4%	518,5	25,3%
2011-2015	538,4	24,5%	502,9	14,8%	551,9	24,5%
2015-2019	553,3	17,7%	544,0	21,6%	495,4	21,3%

Precipitațiile maxime diurne (24 ore) cad în perioada caldă a anului, o particularitate a distribuției teritoriale a acestora este faptul că, în lunile de vară, cantitățile cele mai mari pe teritoriul republicii se pot înregistra în sud-estul ei – regiune influențată și de circulația atmosferică locală generată de masele

de aer deasupra Mării Negre. Așadar, ploile torențiale (aversele de ploaie) se caracterizează prin cantitatea mare de apă căzută într-un timp foarte scurt, fapt care implică o intensitate mare și, eventual, consecințe grave prin spălarea solului de substanțele nutritive, ca și prin procese accelerate de eroziune, adesea determinând o gamă largă de procese de versant, distrugând pășunile și culturile agricole.

Se cunoaște că unele din consecințele extremelor, în speță a exceselor pluviometrice este declanșarea proceselor geomorfologice de eroziune care pot avea ca factor determinant fie o durată îndelungată de cădere a precipitațiilor, fie o intensitate mare a acestora, fiind însoțite de acumularea unui volum mare de apă, care se scurge pe versanți sub formă de șiroaie, favorizând producerea proceselor de șiroire și torențialitate. Un rol important în estimarea acestor procese geomorfologice nefavorabile îl are cunoașterea agresivității pluviale, care în ultima perioadă de timp, devine tot mai frecvent obiectul de cercetare printre specialiști din diferite domenii. Din indicii de bază ce stau la estimarea agresivității pluviale sunt: Indicele Fournier (IF), Indicele Fournier Modificat (IFM) și Indicele Angot (Fournier, 1960). În aspect regional, conform [285], se concluzionează că potrivit datelor multianuale, teritoriul Republicii Moldova se încadrează în clasa de erozivitate „foarte mică”, înregistrând valori de sub 20. În același timp, această valoare nu reflectă gradul de erozivitate real în anii când intensitatea precipitațiilor este semnificativă. Reamintim, că formula de calcul al Indicelui Fournier (IF) reprezintă coraportul dintre cantitatea dublă de precipitații din cea mai ploioasă lună a anului și cantitatea anuală de precipitații. Așadar, pentru ultimele decenii (1981-2019), în aspect spațial, agresivitatea pluvială calculată cu ajutorul Indicelui Fournier este foarte mică pe tot teritoriul țării. Astfel, limitele variabilității în teritoriu pentru perioada de timp sus-menționată este de 10,2-10,7 în partea de sud și sud-est și de 16,0-18,5 în partea de nord și centrală a țării.

În Republica Moldova, anul 2020 a fost cel mai cald în seria observațiilor instrumentale (1887-2020), cu valori ale temperaturii medii anuale de 12,7°C (tab. 1.4, fig. 1.5). Anul 2020 a fost cel mai cald an din înregistrările instrumentale și pe continentul european, depășind recordul precedent din 2019 cu 0,4°C (intervalul de referință fiind 1981-2010), potrivit informațiilor furnizate de Serviciul Copernicus pentru schimbările climatice (C3S) al UE. Europa este definită în această analiză ca regiunea continentală situată între longitudinile 25 Vest și 40 Est și latitudinile 34 Nord și 72 Nord. C3S este un program derulat de Centrul European pentru Prognoza Meteorologică pentru Medie Durată (ECMWF) în numele Comisiei Europene (CE) cu finanțare din partea UE. Creșterea temperaturii în Europa este cu aproximativ 0,9°C mai mare decât creșterea globală corespunzătoare. Europa s-a încălzit mai repede decât orice alt continent în ultimele decenii (CS3, 2019).

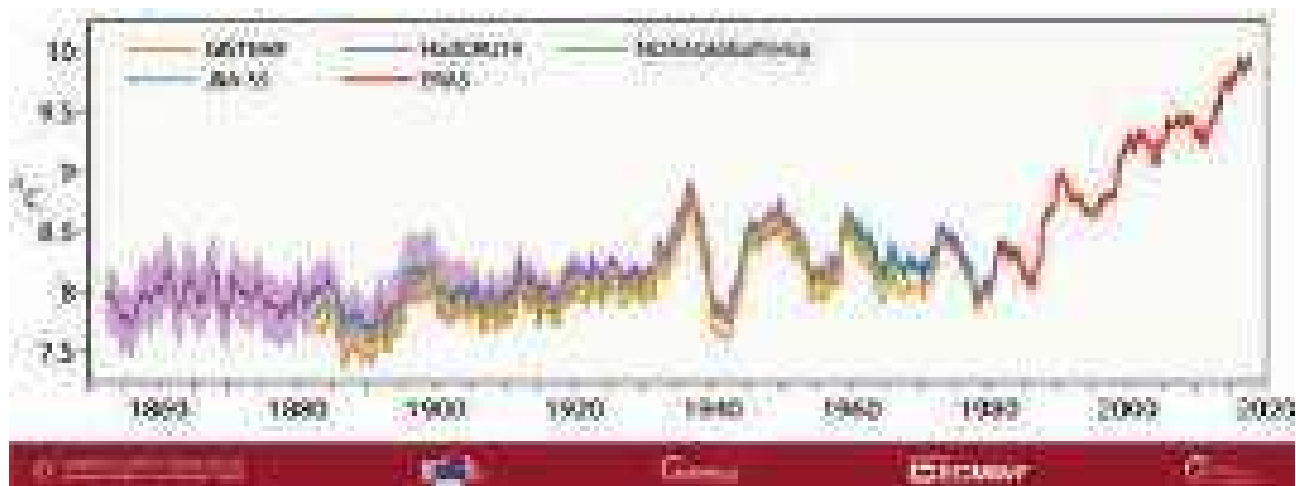


Fig. 1.6. Evoluția mediilor mobile pe 60 de luni ale temperaturii aerului la doi metri pentru zona continentală a Europei (axa din stânga) în conformitate cu diferite seturi de date: ERA5 (Copernicus Climate Change Service – C3S, ECMWF) GISTEMP (NASA); HadCRUT4 (Met Office Hadley Center), NOAA GlobalTemp (NOAA); și JRA-55 (JMA).

După Copernicus Climate Change Service (C3S) / ECMWF. După CS3 (2019)  
(<https://climate.copernicus.eu/ESOTC/2019/surface-temperature>)

În Europa, numărul de zile extrem de calde (cele care depășesc pragul definit de percentila de 90% a perioadei de referință) aproape s-au dublat, începând din 1960. Europa a cunoscut mai multe valuri de căldură extreme, începând din anul 2000 (2003, 2006, 2007, 2010, 2014, 2015, 2018, 2019).

Cantitatea de precipitații pentru întreaga Europă nu prezintă o tendință semnificativă, nici pentru valorile anuale, nici pentru cele sezoniere. Există însă diferențe regionale semnificative ale acestei tendințe (CS3, 2109). Cantitatea anuală de precipitații a crescut în majoritatea regiunilor nordice ale Europei, în special iarna, și a scăzut în majoritatea regiunilor sudice, în special vara. Cantitatea de zăpadă în Europa a avut o tendință de scădere mai rapidă decât media emisferei nordice, dar cu variații interanuale mari. Începând cu anii 1960, s-a observat o tendință crescătoare pentru cantitățile de precipitații extreme în nordul și nord-estul Europei. Seceta a fost și este un fenomen comun climatului european. În perioada 2006–2010, în medie 15% din teritoriul UE și 17% din populația UE a fost afectată de secete meteorologice în fiecare an. Severitatea și frecvența secetelor meteorologice și hidrologice au crescut în anumite părți ale Europei, în special în sud-vestul și centrul Europei. Observațiile privind localizarea, frecvența și intensitatea furtunilor severe și a episoadelor de vânt puternic asociate acestora indică existența unei variabilități considerabile în întreaga Europă, pe durata secolului XX (EEA, 2017).

### 1.3. SCENARIILE POSIBILE PRIVIND EVOLUȚIA CLIMEI PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA

Conform scenariului climatic RCP 4.5 (care este considerat un scenariu moderat), în limitele Republicii Moldova, se proiectează o creștere a temperaturii medii anuale cu aproximativ 1,5...2,0°C. Elaborarea modelului cartografic (*fig. 1.7*) la nivel regional ce relevă repartitia spațială a temperaturii medii anuale în perioada anilor 2016-2035 demonstrează, că în extremitatea de sud și sud-est, temperatura medie anuală ar putea atinge valori peste 12,5°C.

Constatăm faptul, că până la latitudinea Chișinău circa 5 ani consecutivi (2015, 2016, 2017, 2018, 2019) temperatura medie anuală deja a constituit 12,0°C, ceea ce încă o dată confirmă ipoteza că ne aflăm în pragul unor schimbări climatice substanțiale. În partea de nord a țării, temperatura medie anuală în perioada 2016-2035 ar putea atinge valori de 10,5...11,0°C. Remarcăm faptul, că potrivit modelului cartografic elaborat pentru perioada de timp 1986-2005 (*fig. 1.7, a*), în partea de sud și sud-est, temperatura medie anuală a fost de 10,5...11,0°C și numai în partea de nord și la altitudini aceasta a variat în limitele 9,5...10,0°C, fiind aproape de norma climatică (9,6°C) a acesteia. Considerăm, că aceste studii, ce demonstrează un asemenea ritm accelerat de încălzire, diferențiat în spațiu, va putea contribui la selectarea cu atenție a măsurilor privind atenuarea consecințelor schimbărilor climatice și adaptarea la cele deja produse.

Proiecțiile climatice privind regimul pluviometric, elaborate conform aceluiași scenariu climatic (RCP 4.5) demonstrează o scădere cu 10% în partea de sud și centru (cu excepția altitudinilor) și, dimpotrivă, o majorare a lor (cu 10%) în partea de nord a țării. Rolul factorilor fizico-geografici, la fel ca și în cazul regimului termic, își lasă amprenta asupra repartiției lor spațiale. Elaborarea modelului cartografic (*fig. 1.8*) ce relevă repartitia spațială a cantității anuale de precipitații în perioada anilor 2016-2035, indică că în extremitatea de sud și sud-est acestea ar putea constitui 450-500 mm față de 450-550 mm observate în anii 1986-2005 și 750-800 mm în partea de nord și centrală (la altitudini), față de 700 mm și mai puțin – valoare înregistrată în perioada de referință (*fig. 1.8, a*).



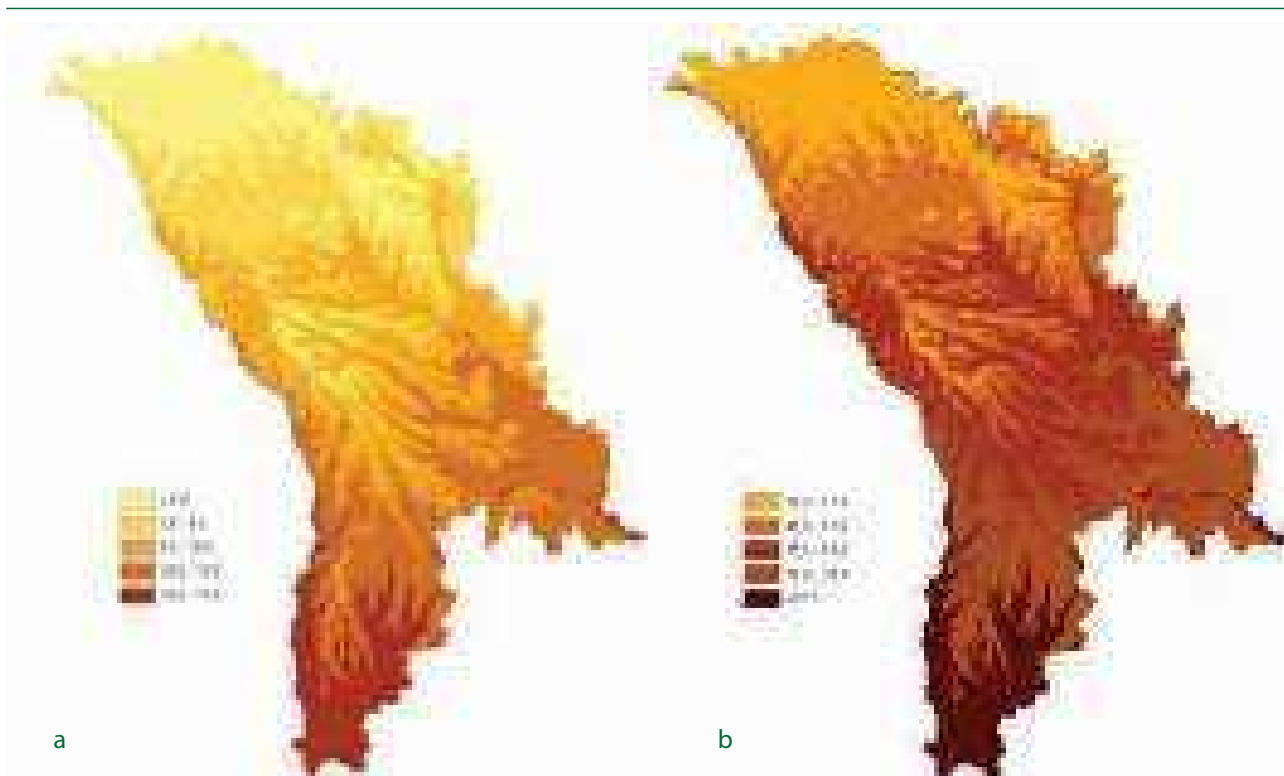


Fig. 1.7. Modelarea cartografică a temperaturii medii anuale (a – 1986-2005; b – prognozată 2016-2035 cu RCP 4.5) pe teritoriul Republicii Moldova

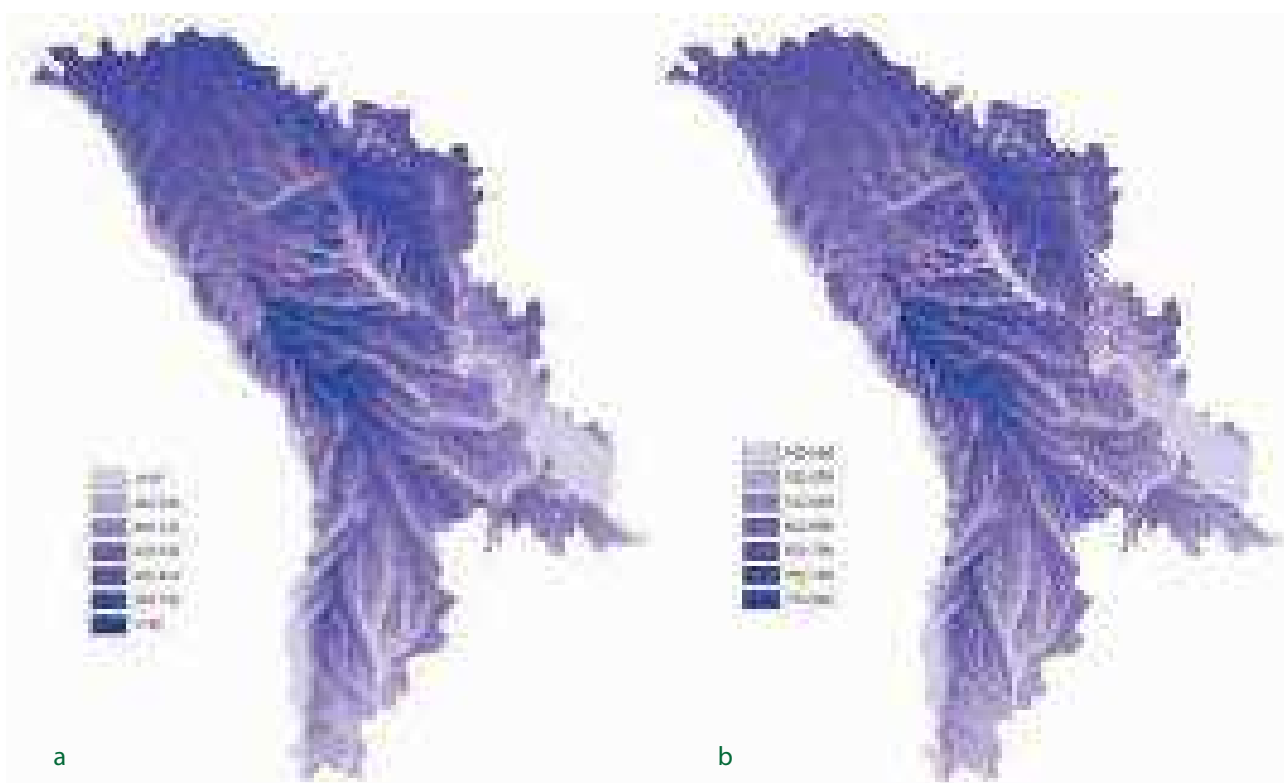


Fig. 1.8. Modelarea cartografică a cantității anuale a precipitațiilor atmosferice (a – 1986-2005; b – prognozată 2016-2035 cu RCP 4.5) pe teritoriul Republicii Moldova

## 2. RISCURILE ASOCIATE SCHIMBĂRILOR CLIMATICE PENTRU SECTORUL AGRICOL

### 2.1. MANIFESTAREA HAZARDURILOR METEO-CLIMATICE ASOCIATE RISCURILOR DIN SECTORUL AGRICOL PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA

Experții Programului de Dezvoltare a ONU (UNDP) au definit riscul datorat hazardurilor naturale (Disaster Risk Index, DRI) care fiind definit de probabilitatea de a avea consecințe negative și pierderi ce rezultă din interacțiunea fenomenelor periculoase de proveniență naturală și/sau antropică și a condițiilor de vulnerabilitate a sistemelor umane. Vulnerabilitatea este definită de condițiile naturale, sociale, economice și ecologice și/sau procesele, ce amplifică expunerea unei comunități umane influenței hazardelor (pericolelor) (Reducing Disaster Risk, global report, 2005).

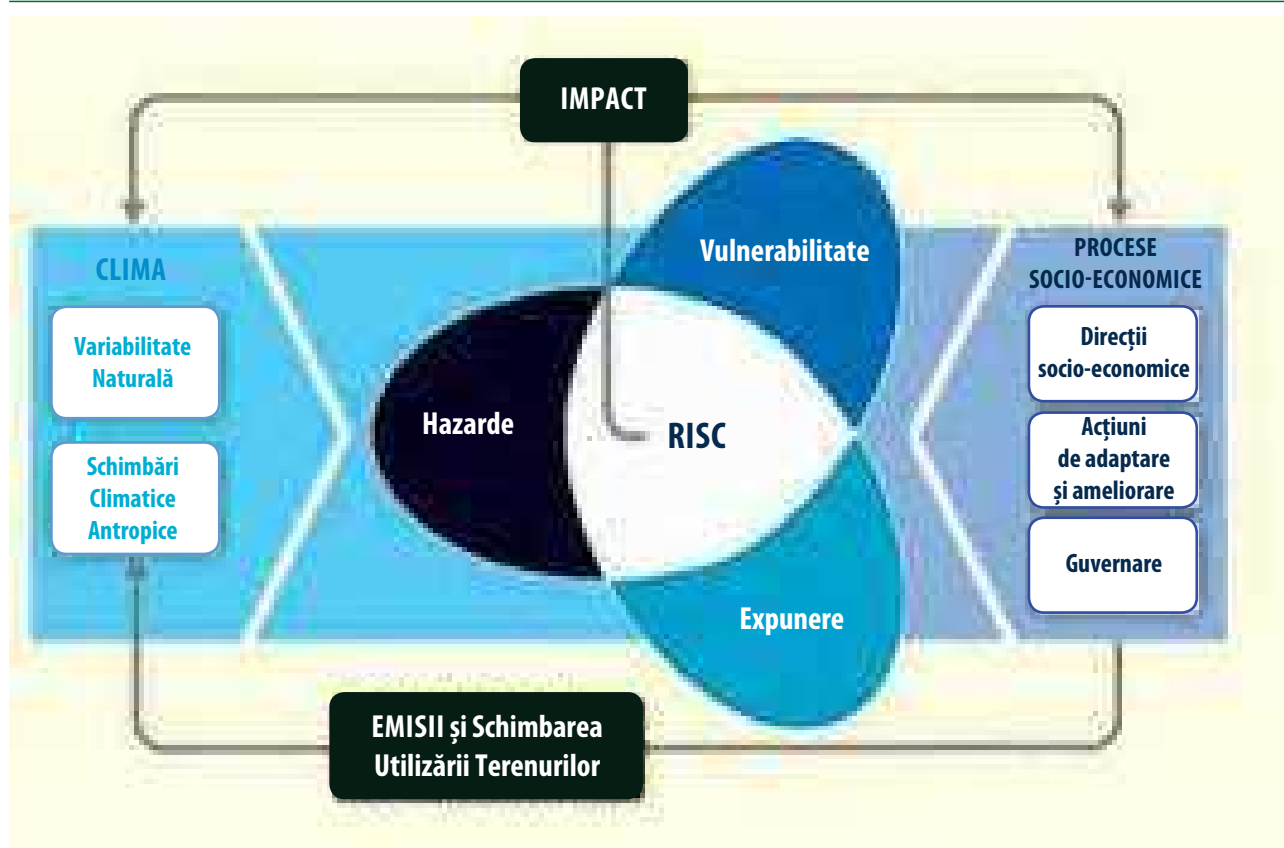


Fig. 2.1. Hazarduri, impacturi și riscuri climatice conform IPCC WGII Summary for Policymakers, 2014.

Experții Grupului Interguvernamental pentru Studiul Schimbării Climatice (IPCC, 2014) au definit riscul climatic ca fiind suprapunerea probabilității de apariție a fenomenelor extreme meteorologice sau climatice cu impactul pe care acestea îl au asupra sistemelor umane. Impactul, la rândul său, are componente de expunere a comunității umane la hazarduri climatice și de vulnerabilitate a lor (fig. 2.1).

La nivel național, conform Serviciului Protecției Civile și Situațiilor Excepționale, identificarea riscurilor din perioada caldă și rece a anului, are loc în baza înregistrării pagubelor materiale și a victimelor omenești. În cadrul acestei organizații există o bază informațională de date elaborată pentru ultimii ani care este prezentă și „online” (Nedealcov și colab., 2018). Reieșind din particularitățile regionale de manifestare a riscurilor meteo-climatice pe teritoriul Republicii Moldova, dar și a defini-

rii acestora ca fenomen de risc, la fel, au fost identificate riscurile meteo-climatice din perioada rece și caldă a anului, care au fost însoțite de mari pagube materiale, victime și sinistrați. Estimarea ponderată a factorilor meteo-climatici de risc după pierderile materiale și a victimelor omenești, conform CRED și a datelor Serviciului Protecției Civile și Situații Excepționale, spre exemplu, demonstrează, că seceta anului 2007 a condus la cele mai semnificative pagube materiale, constituind circa 52% din totalul pierderilor, în timp ce inundațiile din luna august 1994 declanșate pe teritoriul Republicii Moldova, au provocat circa 54% de decese din totalul acestora înregistrate în perioada anilor 1960-2017. Astfel, putem constata, că secetele și inundațiile în condițiile Republicii Moldova sunt factorii de risc cu cel mai mare impact asupra multiplelor activități umane. În perioada caldă a anului, seceta reprezintă cel mai important factor meteo-climatic de risc, care poate conduce la mari pierderi materiale, acestea fiind urmate de ploile torențiale însoțite cu vânt puternic sau grindină.

Din multitudinea riscurilor climatice cu manifestare în perioada rece a anului, în ultima perioadă de timp, se atestă poleiul puternic (fig. 2.2), chiciura (fig. 2.3), ninsorile adundente și întroiierile, depunerile mari de lapoviță și gerurile puternice, ducând la pagube materiale substanțiale.

Estimarea numărului de zile cu chiciură, care se pot manifesta o dată în 10 ani, în iernile mai reci, relevă faptul, că cele mai multe zile se înregistrează în partea de nord, nord-est și la altitudinile din partea centrală și de sud (fig. 2.3). Astfel, văile râurilor mari și mici din sudul și sud-estul țării înregistrează câte 6,5-10,9 zile, iar pe formele altitudinale, acestea ating valori de 19,4-29,0 zile. Valorile multianuale ale zilelor cu chiciură pe teritoriul Republicii Moldova, înregistrează o scădere de la nord spre sud și anume: de la 13,8 zile la nord la 8,2 zile în centru și 7,9 zile la sud. Modelele cartografice scot în evidență redistribuirea în spațiu a acestui fenomen, iar probabilitatea de manifestare o dată în 10 ani indică la valorile posibile pe care le poate însuma acest fenomen nefavorabil.

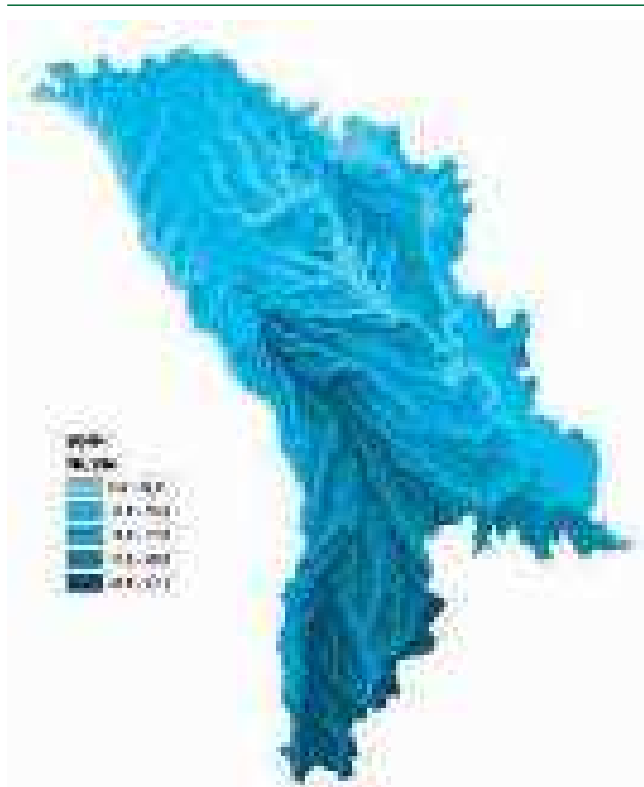


Fig. 2.2. Manifestarea o dată în 10 ani a numărului zilelor cu polei



Fig. 2.3. Manifestarea o dată în 10 ani a numărului zilelor cu chiciură

Pentru agricultura Republicii Moldova, înghețurile târzii de primăvară și timpurii de toamnă, prezintă un mare pericol, deoarece ele pot surprinde culturile agricole în primele faze ale dezvoltării sau spre sfârșitul ei, creând astfel degerături, uneori destul de grave, ținând seama de rezistența aces-

tora la îngheț. Cartografierea înghețurilor periculoase pentru tot teritoriul republicii este ilustrată în figura 2.4 a, b.

Data ultimului îngheț periculos ( $-5^{\circ}\text{C}$ ) de primăvară în sudul Republicii Moldova s-a înregistrat la 25.03.1963, în partea centrală pe 06.04.1965, și la 17.04.1981 în partea de nord. Deci, în nordul republicii ultimele înghețuri intensive pot fi observate cu 3 săptămâni mai târziu decât la sud, ceea ce atestă că are loc afectarea diferențiată în aspect spațial a culturilor agricole. Evaluarea înghețurilor intensive de toamnă permite să constatăm, că nordul republicii mai devreme este afectat de către înghețurile periculoase toamna și anume la 29.09.1977, în partea centrală pe 13.10.1976 și în partea de sud tocmai la 21.10.1979, adică ca și în cazul celor de primăvară, peste 3 săptămâni mai târziu decât în nordul țării.

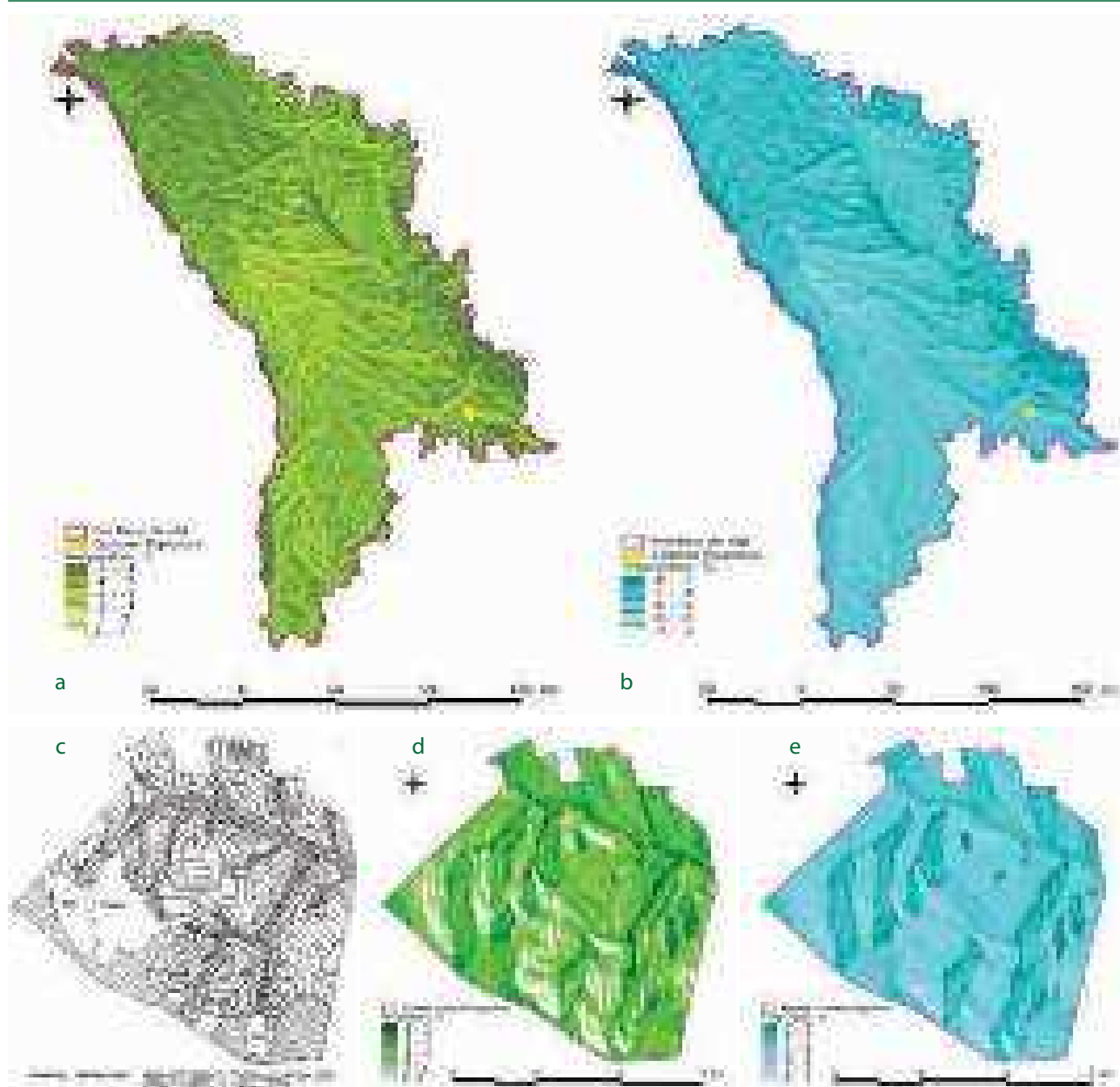


Fig. 2.4. Asigurarea cu 10% a înghețurilor târzii de primăvară și timpurii de toamnă pe teritoriul Republicii Moldova

## 2.2. EVALUAREA GRADULUI DE PRETABILITATE A CONDIȚIILOR CLIMATICE ÎN CULTIVAREA ANUMITOR GRUPURI DE CULTURI AGRICOLE

În baza hărților digitale obținute suprapuse cu regionarea fizico-geografică actuală, a fost evaluat gradul sumativ de pretabilitate a teritoriului Republicii Moldova din punct de vedere a asigurării cu resurse de căldură. Utilizând metoda din Nedealcov și Gămureac (2019) constatăm, că pe Colinele Tigheciului, Câmpia Cahulului, Câmpia Ialpuului, se stabilesc condiții optime, iar în toate subregiunile Regiunii Podișurilor și Câmpiilor de Silvostepă ale Moldovei de Nord se stabilesc condiții nepretabile din punct de vedere al asigurării teritoriului cu resurse de căldură (fig. 2.5). Rezultatele obținute pot fi utilizate în estimarea potențialului natural în întregime și pot asigura consumatorul de

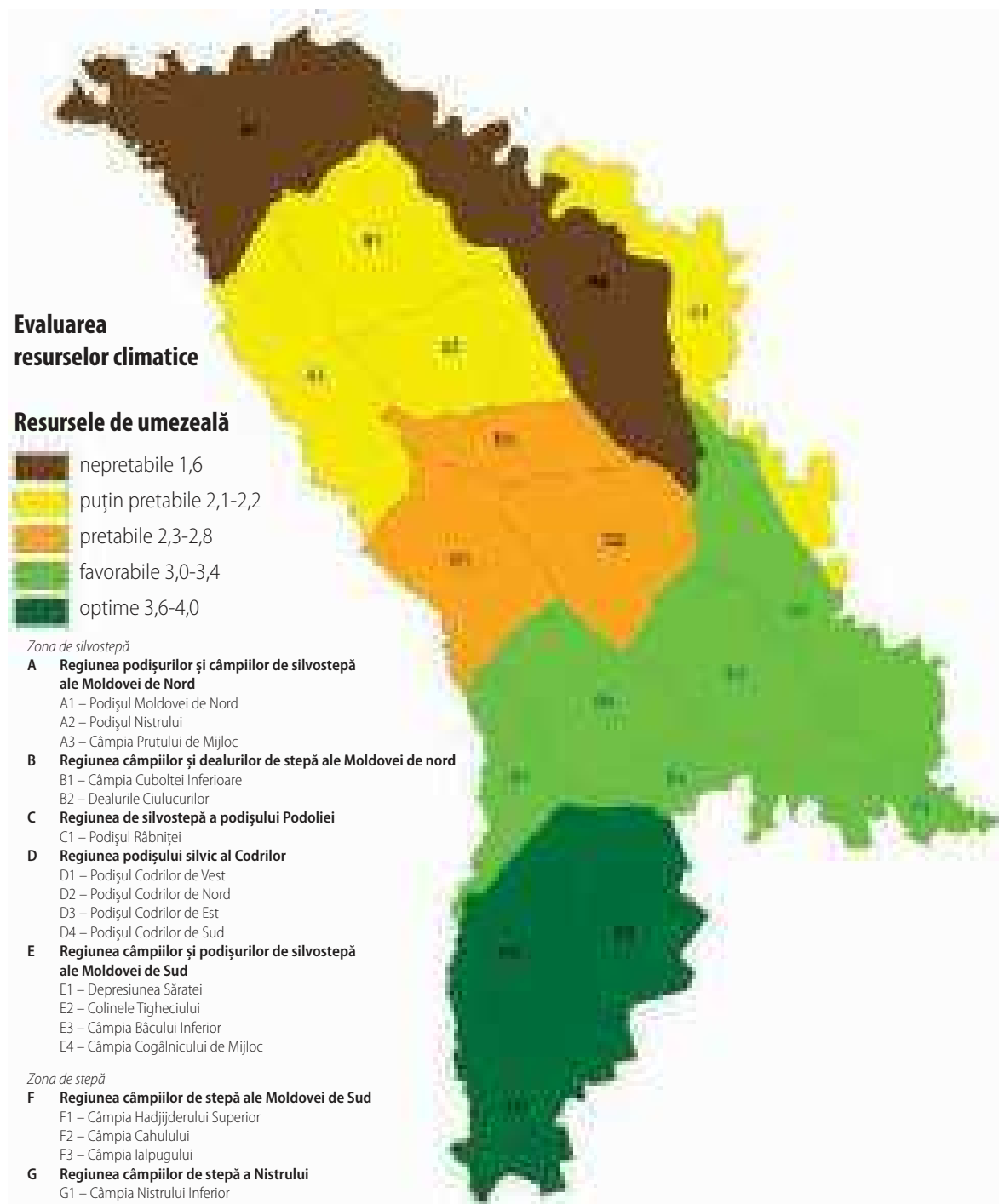


Fig. 2.5. Modelarea cartografică a resurselor de căldură pe regiuni și subregiuni fizico-geografice

informație climatică cu date privind preabilitatea resurselor actuale de căldură în dezvoltarea agriculturii Republicii Moldova. În același timp, evaluările cu caracter predictiv pentru viitoarele decenii demonstrează manifestarea mai devreme a datei de trecere a temperaturilor medii diurne peste anumite gradații. Astfel, data trecerii temperaturilor medii diurne peste 0°C și 10°C va avea loc mai devreme cu 15-16 zile, ceea ce fără îndoială va influența procesul productiv al culturilor agricole. De aceea estimările obținute sunt importante la luarea diferitor decizii cu caracter aplicativ.

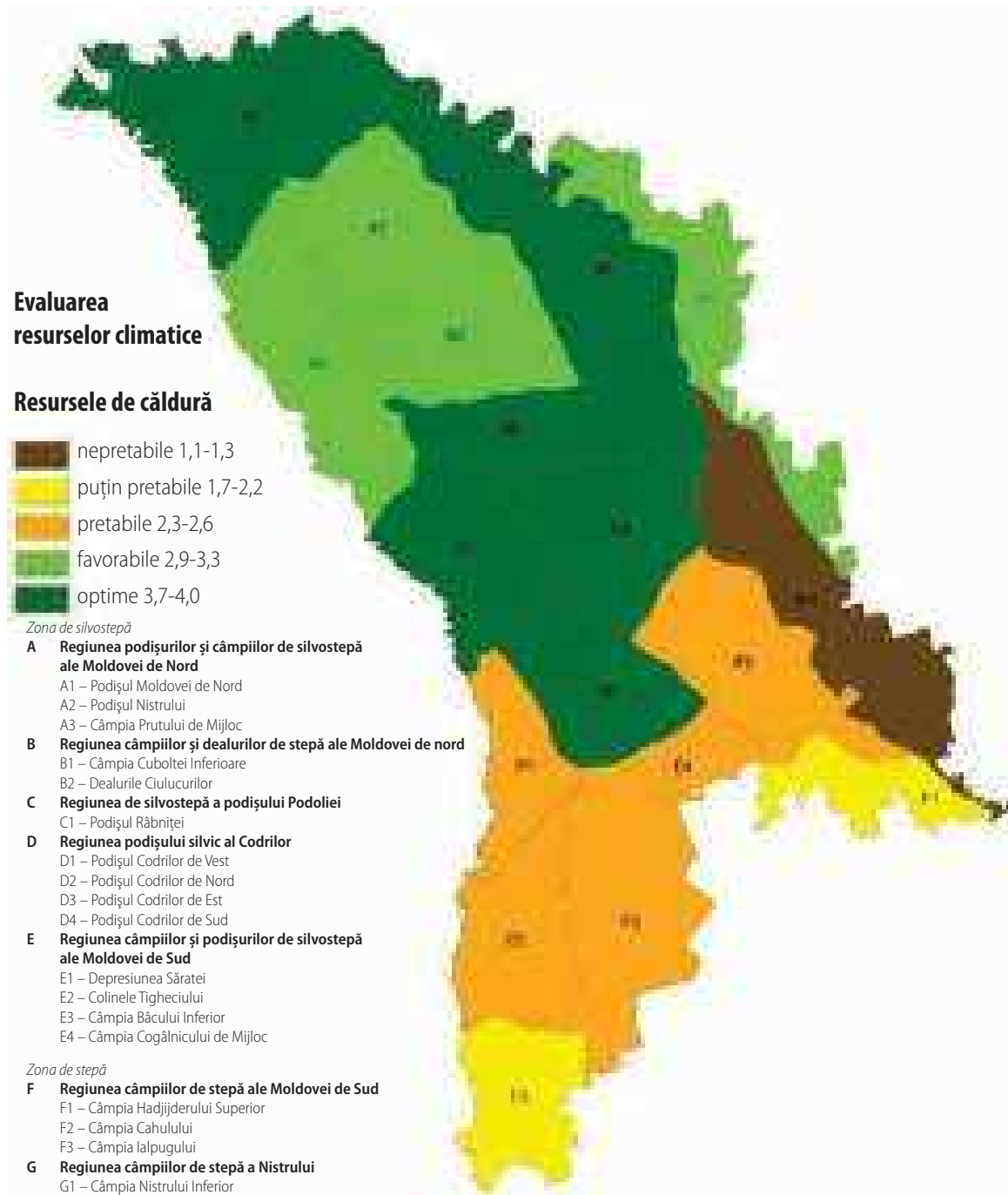


Fig. 2.6. Modelarea cartografică a resurselor de umezeală pe regiuni și subregiuni fizico-geografice

Principala caracteristică a regimului precipitațiilor atmosferice și a repartiției lor spațio-temporale o reprezintă marea variabilitate și discontinuitatea în timp și în spațiu. Regimul precipitațiilor decurge din interacțiunea factorilor genetici generali (la nivel continental) cu factorii locali. Așadar, regimul precipitațiilor atmosferice, se caracterizează prin o mare variabilitate atât spațială, cât și în timp. Toate acestea împreună influențează direct gradul de asigurare cu resurse de umezeală a anu-

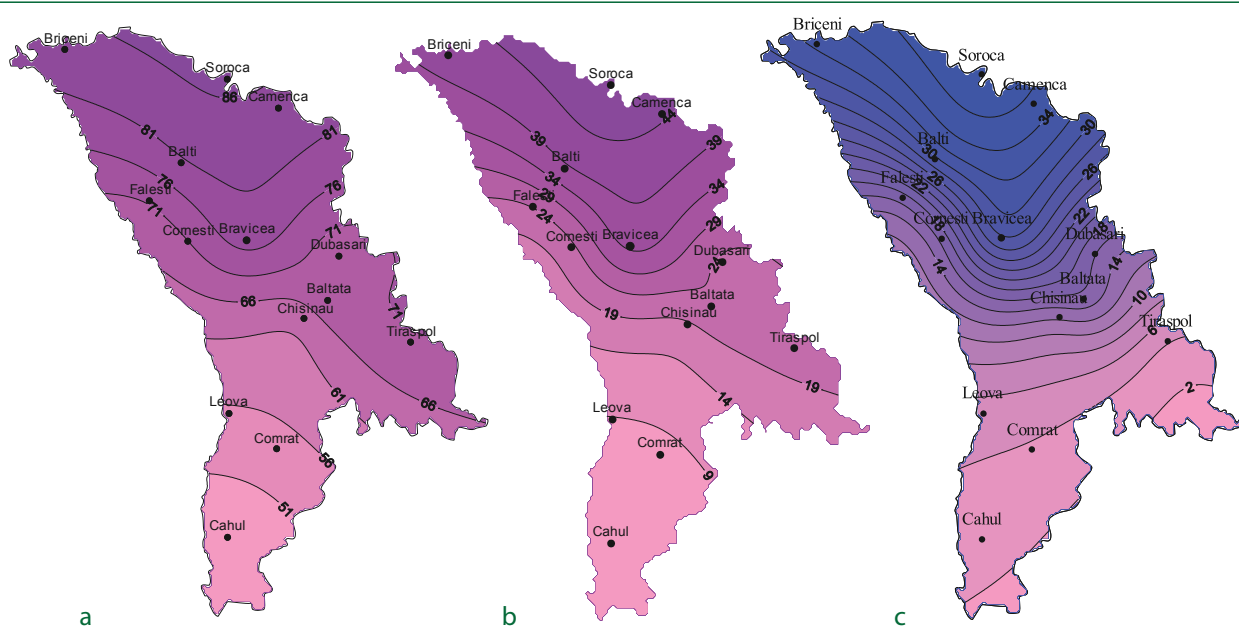
mitor grupuri de culturi agricole. Identificarea criteriilor de evaluare a gradului de pretabilitate a resurselor de umezeală pentru agricultura Republicii Moldova se face cu lărgirea spectrului de indici agroclimatici: suma precipitațiilor anuale, în mm; suma precipitațiilor din perioada caldă, în mm; suma precipitațiilor din perioada rece, în mm; coeficientul hidrotermic Seleaninov (CHT); înălțimea stratului de zăpadă, în cm (tab. 2.1).

**Tabelul 2.1. Criteriile de evaluare a gradului de pretabilitate a resurselor de umezeală pentru agricultura Republicii Moldova**

Sistemul de pontaje	Suma precipitațiilor anuale, mm	Suma precipitațiilor din perioada caldă, mm	Suma precipitațiilor din perioada rece, mm	CHT	Înălțimea stratului de zăpadă, cm
1	450-500	350-400	85-95	≥ 0,7	9-11
2	500-550	400-450	95-105	0,7-0,9	11-15
3	550-650	450-600	105-115	0,9-1,1	15-19
4	> 650	> 600	115-155	1,1-1,8	19-23

### Vița-de-vie și pomii fructiferi

Pentru agricultura Republicii Moldova sunt destul de periculoase înghețurile târzii de primăvară și timpurii de toamnă, posibile o dată în 10 ani, care afectează culturile agricole, la începutul perioadei active de vegetație și în perioada de coacere a lor. Menționăm, spre exemplu, că mugurii în floare a viței-de-vie sunt vătămați de înghețurile cu intensitatea de  $-1^{\circ}\text{C}$ , iar florile – chiar la  $0^{\circ}\text{C}$ . Mugurii de rod și florile mărului, părului, vișinului, prunului sunt compromise de către înghețurile cu intensitatea de  $-2...-4$  și  $-1^{\circ}\text{C}$  corespunzător. Toamna în timpul coacerii fructelor o dată în 10 ani intensitatea temperaturilor minime observate în timpul înghețurilor în partea de nord la fel este semnificativă ( $-7^{\circ}\text{C}$ ) comparativ cu sudul Moldovei ( $-5,4^{\circ}\text{C}$ ). Analiza perioadei de vegetație fără îngheț demonstrează, că în aspect spațial durata ei de manifestare la fel este diferită. Aceste diferențe spațiale dintre nord și sud constituie 24 zile în favoarea ultimei regiuni. Temperaturile mai jos de  $-17^{\circ}\text{C}$ ,  $-23^{\circ}\text{C}$  și  $-25^{\circ}\text{C}$  servesc drept criterii în evidențierea intensității gerurilor, dar sunt și temperaturile critice de vătămare a culturii viței-de-vie și a culturilor pomicole. Urmând exemplul studiului culturilor multianuale (Constantinov și colab., 2002; Constantinov și colab. 2005), au fost evaluate temperaturile critice de vătămare pentru unele soiuri de viță-de-vie ce urmează a fi testate pentru cultivarea acestora pe viitor.



**Fig. 2.7. Riscul vătămării soiurilor de viță-de-vie (a) sensibile la ger, relativ rezistente la ger (b) și rezistente (c) la ger pe teritoriul Republicii Moldova**

Așadar, soiurile de viță-de-vie sensibile la ger cum ar fi Prima, Ora, Isa, Danlas, Lival, propuse pentru înregistrarea temporară în republică, în scopul cercetării acestora în condițiile de producere, au temperatura critică de vătămare mai mică de  $-17^{\circ}\text{C}$ . Analiza probabilității de manifestare a acestora în spațiu denotă, că aceste culturi sensibile la ger pe teritoriul republicii pot fi compromise o dată în doi ani în partea de sud a republicii și aproape în fiecare an în partea de nord și parțial centrală (fig. 2.7, a). Pentru soiurile de viță-de-vie relativ rezistente la ger (Ester, Favorit), temperatura critică este mai mică de  $-22^{\circ}\text{C}$ . Modelarea spațială a probabilității de manifestare a acestui fond termic permite să constatăm, că în sudul republicii o dată în 10 ani apare probabilitatea vătămării acestor culturi. Pe măsura deplasării spre nord riscul devine mai frecvent și în partea centrală acest prag termic se manifestă o dată în 5 ani, iar în partea nordică – o dată în 2-3 ani (fig. 2.7, b). Unele soiuri de viță-de-vie rezistente la ger, cum ar fi soiul Talisman propus pentru înregistrarea temporară în condițiile de producere ale republicii, au temperatura critică de vătămare de  $-25^{\circ}\text{C}$ .

Manifestarea cu caracter de predictiv ale T mai mici de  $-25^{\circ}\text{C}$  denotă că cel mai optim areal de cultivare este sudul și sud-estul republicii, unde acest fond termic scăzut se poate manifesta o dată în 50 ani. Așadar, riscul vătămării acestui soi este foarte scăzut în aceste regiuni, iar arealul favorabil de cultivare a soiului propus este până mai jos de latitudinea municipiului Chișinău (fig. 2.7, c), adică, până la hotarul de manifestare a probabilității de 10% a acestui fond termic.

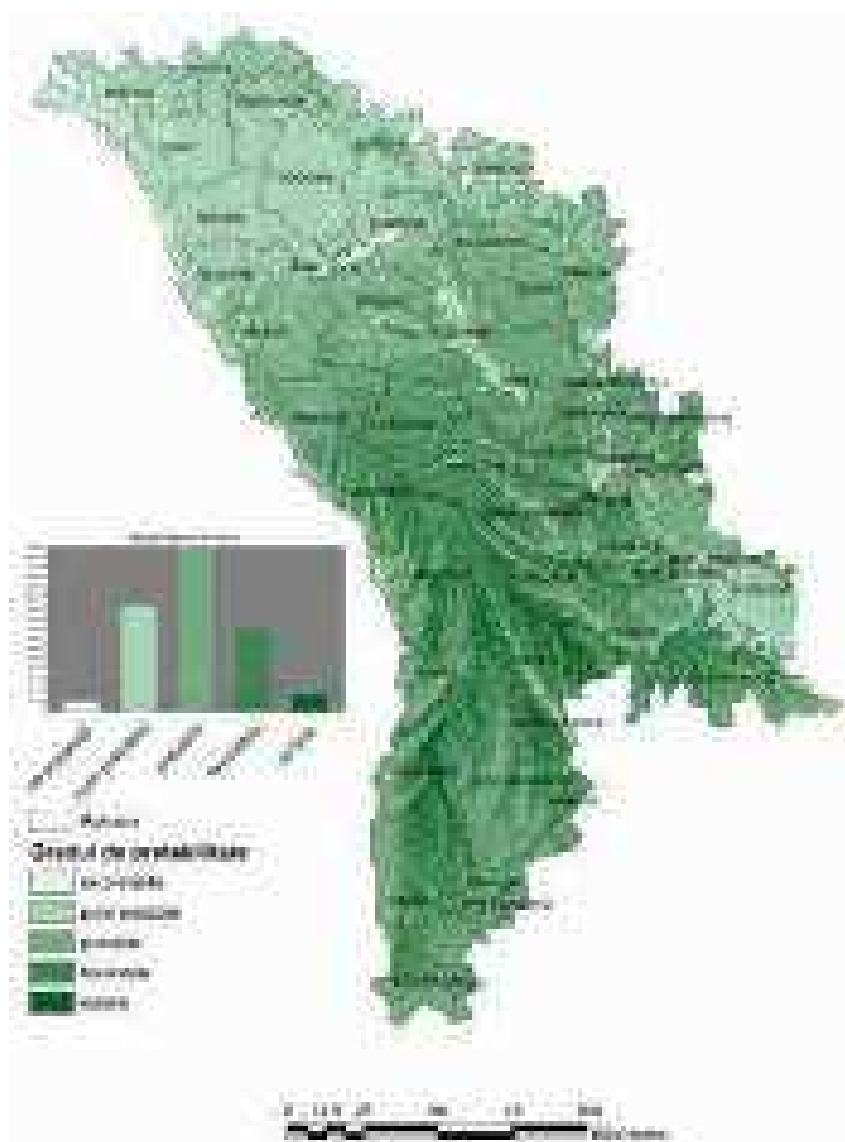


Fig. 2.8. Regionarea agroclimatică după gradul de pretabilitate a climatei pentru dezvoltarea pomiculturii



Rezultatele obținute cu privire la modelarea cartografică a temperaturilor extreme din perioada rece a anului și din perioadele de tranziție ce condiționează apariția înghețurilor periculoase sau a căderilor masive de zăpadă, sunt extrem de importante la omologarea adecvată a unor soiuri de viță-de-vie sau grupuri de culturi pomicole, cu scopul prevenirii sau atenuării influenței factorilor meteorologici nefavorabili în timpul iernării acestora, a intrării și ieșirii corecte din iernare, iar delimitarea arealelor optime favorabile și de stres ar putea contribui esențial la sporirea productivității soiurilor ce urmează a fi omologate în noile condiții climatice.

Deoarece condițiile de iernare servesc ca factor limitativ în cultivarea unor grupuri de specii pomicole, importantă este evaluarea complexă a acestora în condițiile schimbărilor climatice. Reieșind din cele menționate în cercetările anterioare (Constantinov și colab., 2002; Constantinov și colab., 2005) pe exemplul evaluării condițiilor de iernare a caisului și piersicului în Republica Moldova, a fost demonstrată legătura corelativă dintre factorii meteorologici și elementele productive ale acestor culturi. Ritmul rapid de schimbare a climei din ultimele decenii, necesită o evaluare detaliată și periodică privind influența factorilor meteorologici asupra tuturor speciilor de culturi pomicole.

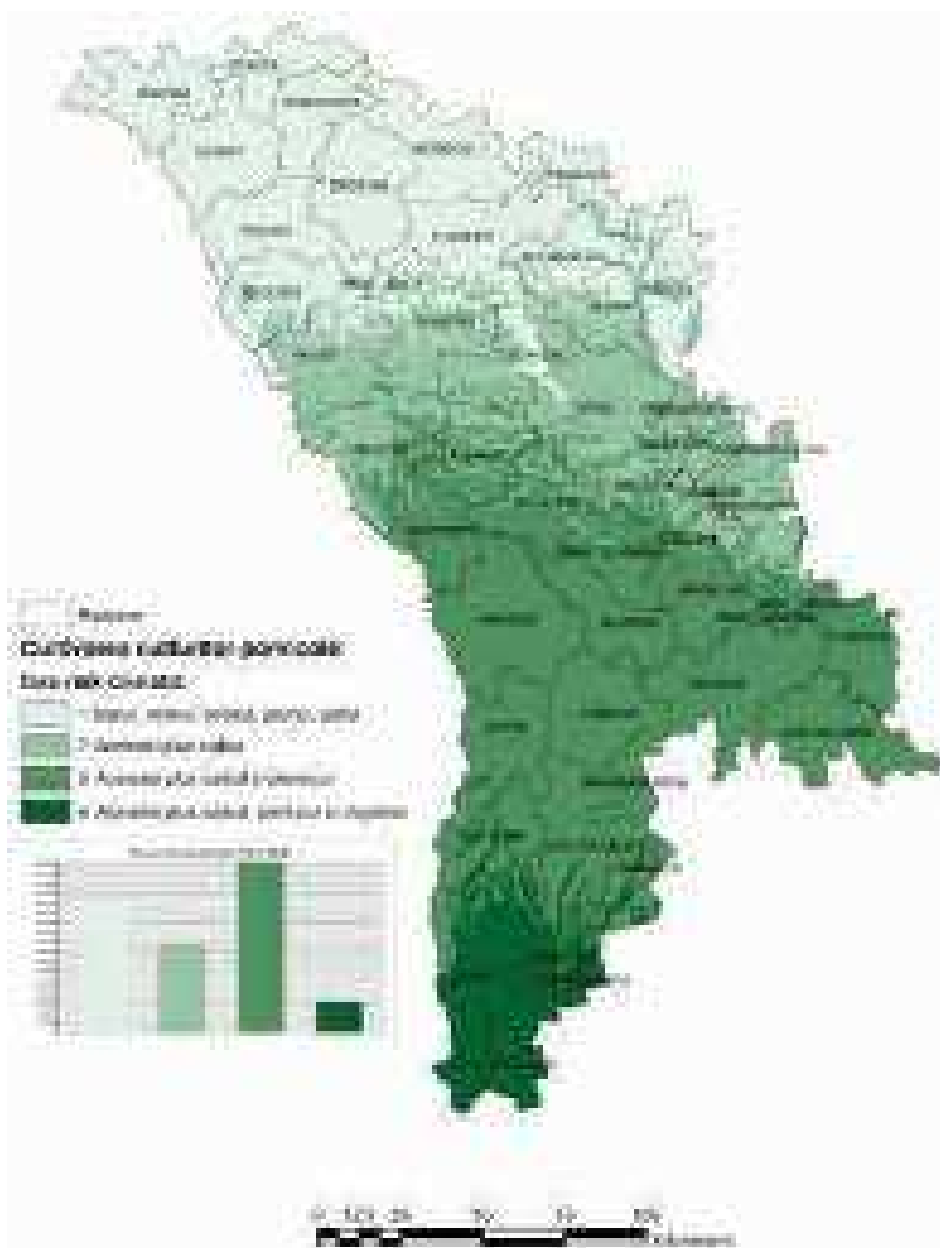


Fig. 2.9. Regionarea teritoriului fără risc climatic în cultivarea speciilor pomicole

Reieșind din faptul, că pentru unele specii pomicele teritoriul Republicii Moldova se află la hotarul de nord al cultivării lor teritoriale, a fost efectuată regionarea teritoriului fără risc climatic în cultivarea acestora (fig. 2.8). Regionarea teritoriului fără risc climatic în cultivarea speciilor pomicele (fig. 2.9) divizează teritoriul țării în 4 clase: prima clasă denotă, că pe întreg teritoriul republicii fără risc climatic se poate cultiva mărul, vișinul, cireșul, prunul, părul. Cea de-a doua clasă cuprinde teritoriul favorabil în creșterea culturilor sus-menționate la care se adaugă și caisul. Clasa a treia este teritoriul favorabil pentru toate culturile indicate mai sus la care se mai adaugă și piersicul. Clasa a patra sunt teritoriile favorabile în cultivarea tuturor speciilor pomicele sus-menționate la care se mai adaugă și migdalul. Aceasta este extremitatea de sud a republicii unde se stabilesc cele mai optime resurse de căldură. Suprapunerea hărții digitale ce indică regionarea teritoriului fără risc climatic în cultivarea speciilor pomicele cu cea a raioanelor administrative va permite îmbunătățirea considerabilă a amenajării teritoriale a acestei ramuri agricole.

### Grâul de toamnă

Un rol important în dezvoltarea favorabilă a grâului de toamnă o au condițiile de iernare, deci cunoașterea particularităților de manifestare ale minimumului absolut termic este utilă. Prin rezistența la iernare se subînțelege rezistența pe care o manifestă plantele de grâu de toamnă la acțiunea nefavorabilă a unui complex de factori externi prezenți în cursul iernii. Factorul care produce cele mai mari vătămări grâului în timpul iernării este temperatura scăzută (gerul). Este cunoscut faptul, că în condițiile țării noastre grâul de toamnă care a trecut prima fază de călire poate rezista la temperaturi cuprinse între  $-12^{\circ}\text{C}$  și  $-15^{\circ}\text{C}$ , iar cel care a parcurs ambele faze, rezistă la temperaturi mult mai scăzute, cuprinse între  $-20^{\circ}\text{C}$  și  $-25^{\circ}\text{C}$  (Constantinov și colab. 2005; Nedelcov și Gămureac, 2019). Analiza evoluției temperaturilor minime extreme indică, că în 10 din 53 ani, la Briceni, limita de vătămare a grâului de toamnă cu temperaturi sub  $-25^{\circ}\text{C}$  a fost atinsă. Astfel, în partea de nord (Briceni) temperatura minimă absolută atinge valori de  $-21,1^{\circ}\text{C}$ , în partea centrală extremele minime constituie doar  $-17,3^{\circ}\text{C}$  (Chișinău), iar în sudul republicii (Cahul) minimumul absolut nu întrece valoarea de  $-16,8^{\circ}\text{C}$ . Tot în partea de nord, se observă și cea mai mare variabilitate climatică ( $\sigma$  este de 4,2) a acestui indice termic, ceea ce explică și posibilitatea vătămării culturii de către temperaturile extreme în perioada de iernare.

Cele mai scăzute valori înregistrate în cea mai rece iarnă din seria observațiilor instrumentale (1963) au constituit de la nord spre sud  $-33,8...-28,4...-24,9^{\circ}\text{C}$  corespunzător. În iernile calde, minimumul absolut este de  $-8,8...-9,2...-12,8^{\circ}\text{C}$ . Analiza frecvenței și a intensității de manifestare a extremelor termice minime indică, că acestea în nordul republicii în 42 de cazuri se manifestă cu o intensitate cuprinsă în limitele  $-17,8...-28,1^{\circ}\text{C}$ . Deci, în partea nordică, există pericolul vătămării grâului de toamnă, în cazul intrării incorecte a acestuia în perioada de repaus. Pe măsura deplasării spre sud, estimarea frecvenței și a intensității de manifestare a minimumului absolut demonstrează că acesta în cele mai multe cazuri (40 de cazuri) se manifestă cu o intensitate de  $-11,7...-20,3^{\circ}\text{C}$ . Fără îndoială, că o asemenea repartiție în timp a intensității și frecvenței temperaturii minime absolute pe teritoriul Republicii Moldova creează condiții diverse de iernare în general, și de cultivare a grâului de toamnă, în particular.

Probabilitatea de 10% minimumul absolut al anului în nordul republicii caracterizează valorile de  $-27,1^{\circ}\text{C}$ , în partea centrală  $-22,2^{\circ}\text{C}$ , iar în partea de sud  $-21,1^{\circ}\text{C}$ , de unde putem conchide că în cazul părții de nord, o dată în 10 ani, valorile absolute trec peste ambele limite de vătămare a grâului de toamnă, în dependență de gradul de pregătire a acestuia către iernare. În partea centrală și de sud, o dată în 10 ani, apare pericolul vătămării în cazul manifestării doar a iernilor reci. Ținând cont că grâul de toamnă se cultivă pretutindeni în republică, aceste rezultate obținute sunt extrem de importante.

Modelarea cartografică indică, că o dată în 10 ani, în iernile reci, mai la nord de latitudinea Cornești (fig. 2.10, a) teritoriul Republicii Moldova devine vulnerabil pentru iernarea grâului de toamnă. Extremitatea de sud-vest în astfel de ierni înregistrează valori de  $-21,5^{\circ}\text{C}$ , fiind mai favorabilă. În

iernile calde (fig. 2.10, b), doar extremitatea de nord înregistrează valori de  $-16,0^{\circ}\text{C}$ , în restul teritoriului acesta variază în limitele  $-14...-13,3^{\circ}\text{C}$ , ceea ce denotă, că în asemenea ierni se stabilesc condiții prielnice de iernare.

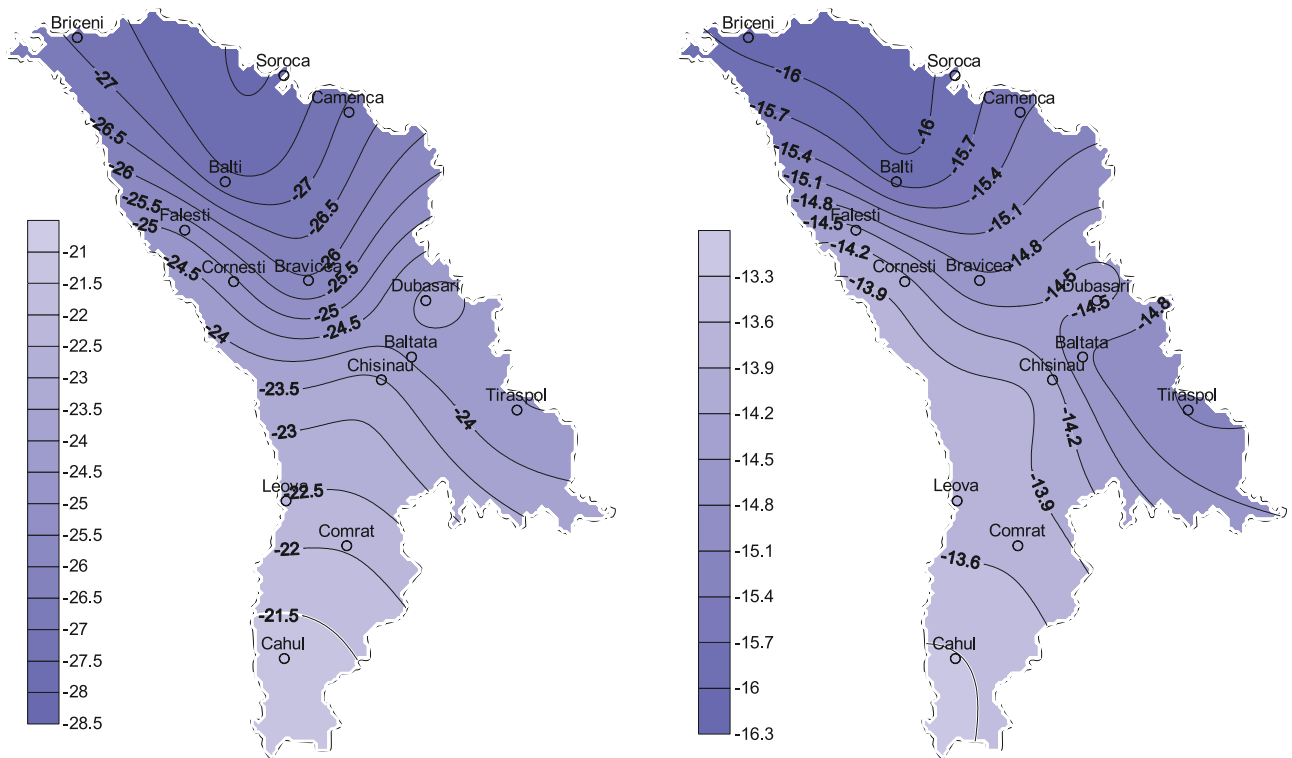


Fig. 2.10. Asigurarea cu 10% a minimului absolut în iernile reci (a) și în iernile calde (b) pe teritoriul Republicii Moldova

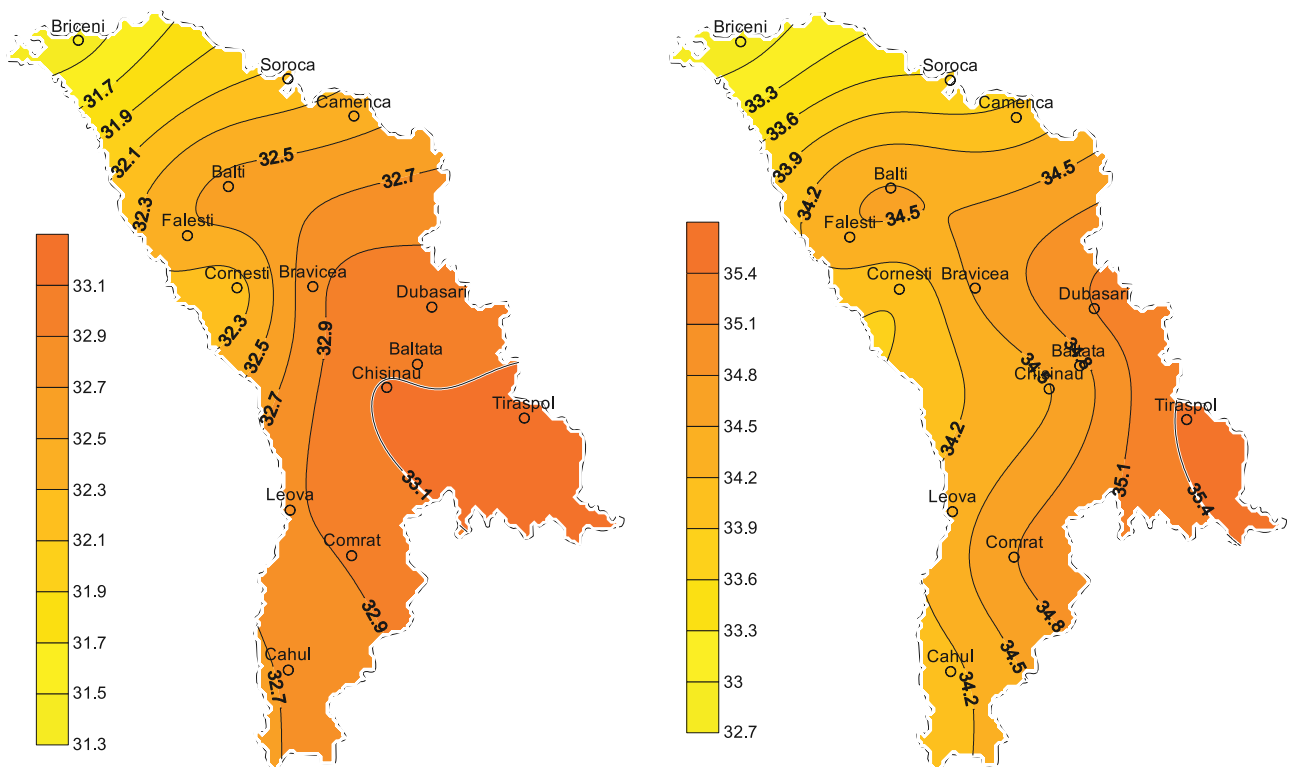


Fig. 2.11. Asigurarea cu 10% a temperaturilor maxime absolute în timpul încălzirii (a – mai) și a înfloririi-umplerii boabelor (b – iunie) pe teritoriul Republicii Moldova

Odată cu încălzirea climei actuale, are loc și manifestarea extremelor termice semnificativ de înalte, care trecând de o anumită limită, devin temperaturi critice în parcurgerea fazelor sus-menționate de o sensibilitate sporită către fondul termic ridicat. Așadar, analiza evoluției temperaturilor maxime în timpul înspecării pe teritoriul Republicii Moldova denotă, că limita de vătămare cu temperaturi de peste 30°C a fost atinsă în 8 cazuri din 53 ani la Briceni. În partea centrală și de sud această limită a fost întrecută de 11 ori. În ultimele decenii, se observă o manifestare mai frecventă a trecerii temperaturilor înalte peste limita critică în faza înspecării grâului de toamnă, în condițiile Republicii Moldova, ceea ce fără îndoială contribuie la intensificarea impactului temperaturilor maxime și deci, a modificării condițiilor agroclimatice.

În timpul înfloririi – umplerea bobului, faze ce se petrec cu precădere în luna iunie, temperaturile maxime critice pe teritoriul Republicii Moldova se observă pretutindeni, constituind peste 26-28 cazuri în perioada supusă studiului. Deci, jumătate din anii cercetați înregistrează valori termice critice pe parcursul manifestării acestor faze de dezvoltare, iar cea mai mare frecvență se atestă în ultimele două decenii. Fără îndoială, că rezultatele obținute sunt destul de utile la luarea diverselor decizii cu caracter aplicativ, în special, privind măsurile efective de adaptare a grâului de toamnă către schimbările climei actuale. La înspecare, o dată în 10 ani, în nordul republicii, maximele ating valoarea de 31,5°C, în partea centrală și de sud acestea constituie 32,7°C, iar în partea de sud-est extremele termice pozitive sunt de 33,1°C. Deci, repartiția extremelor în spațiu indică, că acestea nu numai că sunt critice, dar pun în pericol dezvoltarea de mai departe a grâului de toamnă (fig. 2.11, a). Aceeași legitate se păstrează și în cazul manifestării extremelor termice în timpul înfloririi și a umplerii bobului (fig. 2.11, b) din luna iunie. Așadar, în timpul înfloririi o dată în 10 ani, în nordul republicii maximele ating valoarea de 33,0°C, în partea centrală și de sud acestea constituie 34,2°C, iar în partea de sud-est se înregistrează valori de 35,4°C, ceea ce poate condiționa pericol pentru dezvoltarea de mai departe a grâului de toamnă. Cele relatate mai sus, relevă că schimbarea climei actuale aduce cu sine creșterea vulnerabilității teritoriului la hazardurile climatice. Astfel, în condițiile Republicii Moldova extremitatea de sud-est a republicii o dată în 10 ani devine teritoriul cel mai vulnerabil în parcurgerea fazelor sensibile de dezvoltare a grâului de toamnă, adică în timpul înspecării și înfloririi (Nedealcov și Gămureac, 2019).

Surplusul resurselor termice atestat în ultimii ani, comparat cu cerințele anumitor grupuri de culturi agricole, indică faptul, că odată cu deplasarea spre nord a resurselor de căldură, aceste teritorii devin areale de risc în cultivare pentru grâul de toamnă, floarea-soarelui, porumb. În același timp, pentru unele culturi multianuale are loc deplasarea spre nord a optimului termic de cultivare a acestora. Deci, se creează condiții prielnice pentru soiurile târzii de viță-de-vie, piersic, cireș, cais, vișin. Nu este exclus faptul, că la apariția arealelor care se caracterizează prin suma temperaturilor active de 3700°C din sudul și sud-vestul republicii, să apară premise în cultivarea altor culturi termofile, care până în prezent pe teritoriul republicii nu se practică.

În noile condiții climatice regionalizarea teritoriului fără risc climatic la cultivarea speciilor pomicele are loc în 4 clase: prima clasă reprezintă tot teritoriul republicii fără risc climatic pentru cultivarea mărului, vișinului, cireșului, prunului, părului. Cea de-a doua clasă cuprinde teritoriul favorabil în creșterea culturilor sus-menționate la care se adaugă și caisul. Clasa a treia este teritoriul favorabil pentru toate culturile indicate mai sus la care se mai adaugă și piersicul. Clasa a patra sunt teritoriile favorabile în cultivarea tuturor speciilor pomicele sus-menționate la care se mai adaugă și migdalul.

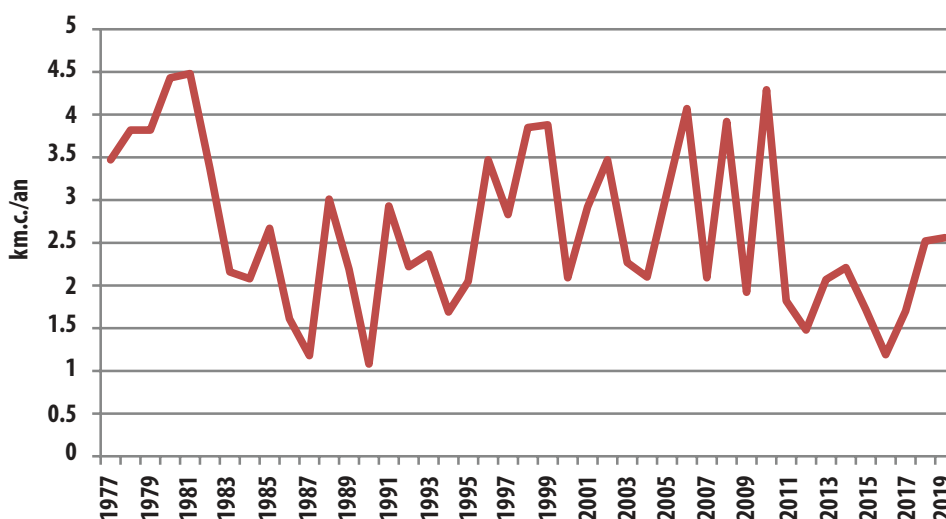
### 3. IMPACTUL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE ASUPRA STĂRII RESURSELOR NATURALE

#### 3.1. MODIFICAREA RESURSELOR DE APĂ DISPONIBILE ÎN CONTEXTUL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE

Republica Moldova este o țară cu resurse de ape relativ modeste. Acestea sunt reprezentate de apele de suprafață și apele subterane. Apele de suprafață sunt reprezentate de râuri, lacuri și bălți. Apele subterane, prin natura și poziția sa pe verticală sunt de adâncime (sub presiune) și freatice (libere). Analiza resurselor de apă a fost efectuată în baza rapoartelor multianuale oferite de către Serviciul Hidrometeorologic de Stat (volumul scurgerii), Agenția pentru Geologie și Resurse Minerale (apele subterane), Agenția de Mediu (calitatea apelor de suprafață) și Agenția „Apele Moldovei” (utilizarea apelor).

**Resursele apelor de suprafață din spațiul Districtului Bazinului Hidrografic Prut, Dunăre și Marea Neagră (DBH PDMN)** sunt reprezentate de râuri, lacuri și bălți care se încadrează în trei bazine hidrografice distincte: bazinul hidrografic al r. Prut, bazinul râurilor mici și medii cu vărsarea în limanurile dunărene (Cahul, Ialpuș, Catlabug și Chârghij-Chitai) și bazinul râurilor cu vărsarea în limanurile Mării Negre (Cogâlnic, Sărata, Hagider, Căplani, Alcalia).

Volumul mediu anual al scurgerii râului Prut în perioada anilor 1977-2019 a constituit 2,65 km<sup>3</sup> (fig. 3.1). În ultimii ani (perioada 2011-2019) această valoare a coborât mult sub nivelul mediu, ajungând chiar la valori de 1,48 km<sup>3</sup> (în 2012) și de 1,19 km<sup>3</sup> (în 2016). În genere, în perioada 2011-2017, valoarea medie a scurgerii a fost cu 1/3 decât valoarea medie. Principalele cauze ale acestei diminuări sunt atât schimbările climatice regionale, cât și regularizarea scurgerii în cursul superior al râului. Trebuie de menționat, că râurile Prut și Nistru, își formează până la 80% din volumul scurgerii pe teritoriul Ucrainei.



Elaborat în baza datelor Serviciului Hidrometeorologic de Stat

Fig. 3.1. Dinamica volumului scurgerii r. Prut

Volumul de apă potențial pentru utilizare constituie 1/3 din volumul scurgerii. Ținând cont că r. Prut este un râu transfrontalier, dar și de faptul că circa 1/3 din volumul scurgerii reprezintă debitul ecologic, Republica Moldova dispune de posibilitatea de a utiliza, în mediu, în jur de 0,88 km<sup>3</sup> de apă din această sursă.

Valorile debitelor medii anuale în secțiunea Ungheni (fig. 3.2) ne permite să identificăm, în perioada 1945-2019, alternarea perioadelor cu ape mici (1945-1968; 1983-1995 și 2011-2019), cu valoarea

medie mai mică față de perioada de referință și două perioade cu ape mari (1969-1982 și 1996-2010). Reieșind din aceste date, începând cu anul 2011, reprezintă începutul unei noi perioade de ape mici, care se va prelungi, probabil, până în anii 2022-2023 sau chiar până în 2032-2033.

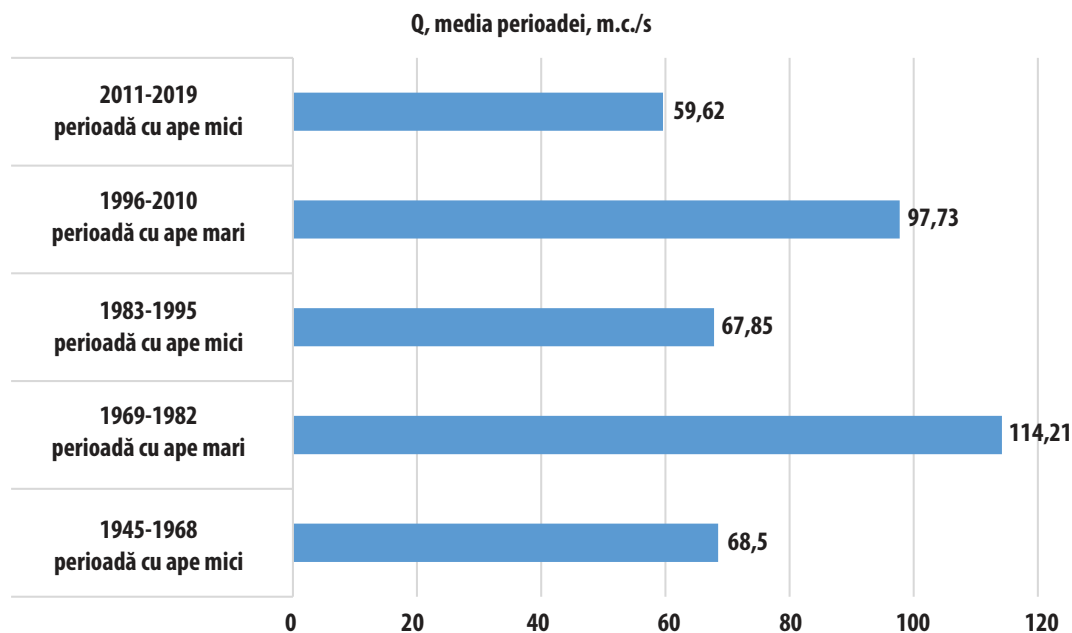


Fig. 3.2. Periodizarea scurgerii apei râului Prut, p.h. Ungheni (1945-2019)

Scurgerea râurilor și resursele de apă de suprafață ale DBH DPMN se formează din două surse principale de alimentare: din alimentarea superficială și cea subterană; ponderea dintre aceste două categorii de alimentare determină, în mare parte, și regimul anual de scurgere al râurilor. Ponderea nesemnificativă a alimentării subterane în râurile din sudul DBH DPMN, paralel cu alți factori, determină și scurgerile modeste sau secarea definitivă a acestora în perioada de vară. **Problema dată se poate acutiza pe viitor, atât din cauza schimbărilor climatice, cât și a creșterii presiunii pe apele subterane.**

Volumul scurgerii râurilor variază foarte mult pe parcursul anului, fiind în funcție de aportul de precipitații, contribuția alimentării nivale (din topirea zăpezii) și celei subterane în alimentarea râului. În cazul r. Prut (fig. 3.3), observăm că în perioada lunilor aprilie-iulie se înregistrează cel mai mare volum de scurgere. **În procesul de captare a resurselor de apă, în special în scopuri agricole, trebuie de ținut cont de fluctuațiile sezoniere ale debitului.**

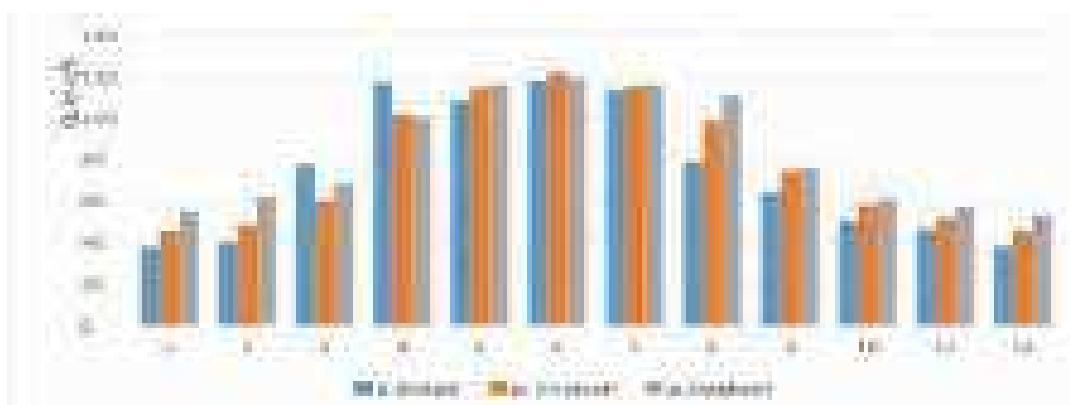


Fig. 3.3. Regimul scurgerii lichide anuale pe r. Prut

Râurile mici, lacurile de acumulare (cu excepția l. Costești-Stânca) și majoritatea iazurilor au o importanță redusă pentru asigurarea cu apă a agriculturii (inclusiv pentru irigare). Conform rapoar-

telor Serviciului Hidrometeorologic de Stat și al Agenției de Mediu, **calitatea apelor de suprafață (conform parametrilor hidrochimici) în perioada 2016-2018 a fost poluată (clasa a IV-a) și foarte poluată (clasa a V-a). În plus, apa multor lacuri din sudul districtului se caracterizează printr-un grad de mineralizare, care poate depăși 2,0-5,0 g/l, fapt ce nu permite utilizarea apei în irigare, activitate atât de necesară în aceste regiuni cu umiditate insuficientă.**

Astfel, resursele proprii anuale ale apelor râurilor DBH DPMN alcătuiesc în total 1 736 720 mii m<sup>3</sup>, inclusiv 1 660 milioane m<sup>3</sup> reprezintă resursele r. Prut și 76,72 milioane m<sup>3</sup> sunt resursele râurilor cu vărsarea în limanurile dunărene și în cele ale Mării Negre.

**Apele subterane ale DBH DPMN.** În urma prospecțiunilor hidrogeologice rezervele totale de apă subterană, la 01.01.2014, au fost apreciate a fi de 3478,9 m<sup>3</sup>/zi.

Majoritatea rezervelor de ape subterane sunt concentrate în regiunea centrală a republicii. Bazinul râului Prut dispune de resurse de ape subterane relativ reduse, care însă depășesc cerințele actuale.

Resursele de exploatare totale ale apelor subterane din DBH DPMN alcătuiesc 694,08 milioane m<sup>3</sup>/zi, din care 275,70 milioane m<sup>3</sup>/zi sunt aprobate de Comisia de Stat pentru Rezerve. Resursele apelor subterane se repartizează neuniform în spațiul bazinelor hidrografice, cu valori mai mari în bazinele râurilor Prut, Ialpug și Cogâlnic (fig. 3.4). O repartitie neuniformă se observă și pe acvifere (fig. 3.5), cele mai mari rezerve fiind cantonată în orizontul Badenian-Sarmațian.

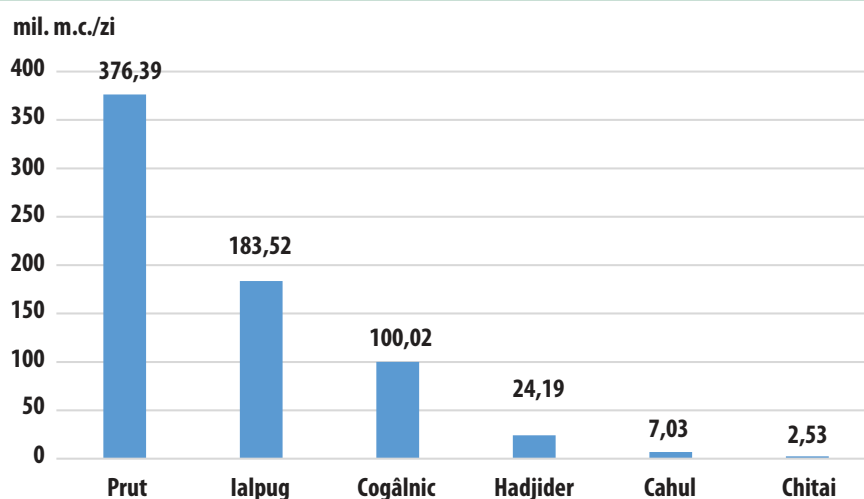


Fig. 3.4. Repartiția resurselor totale de ape subterane pe bazine hidrografice din spațiul DBH DPMN

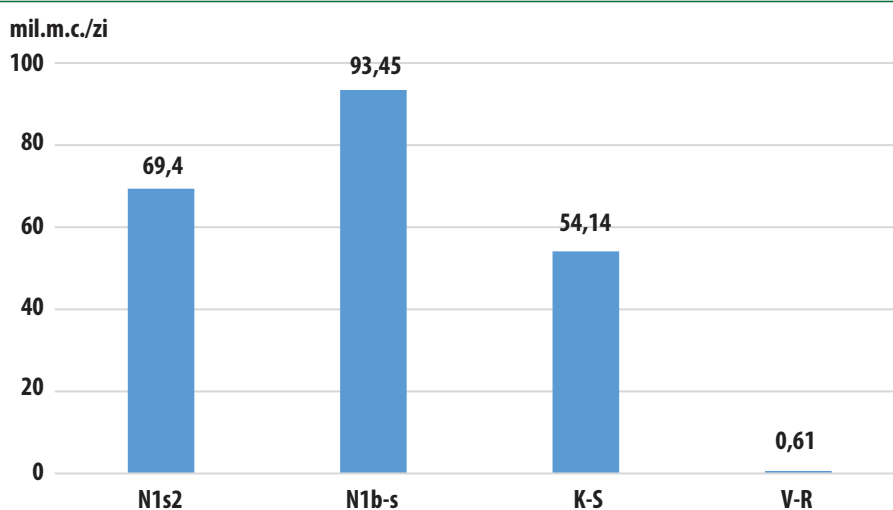


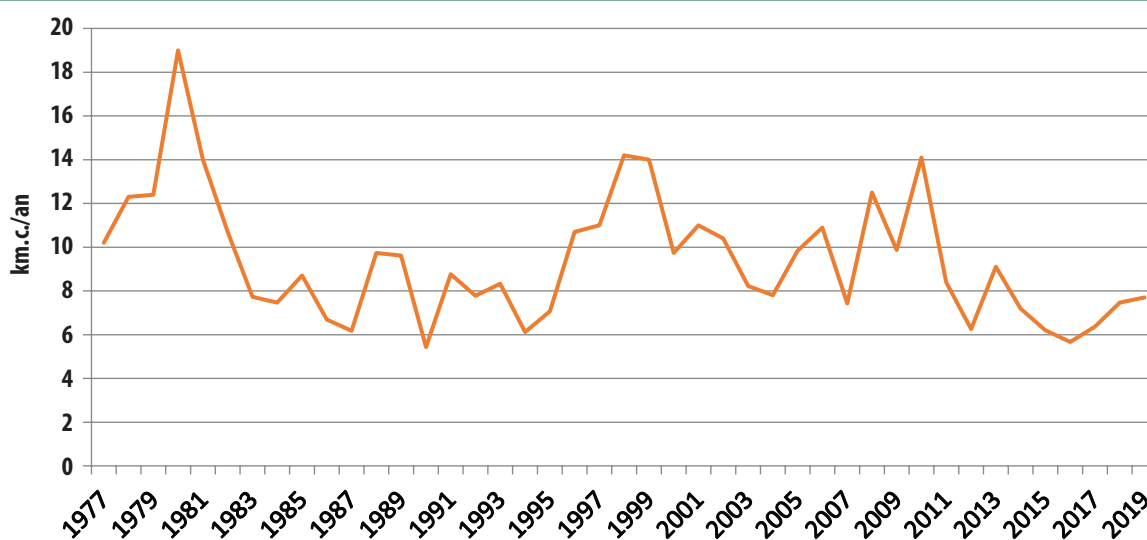
Fig. 3.5. Repartiția valorilor resurselor totale de ape pe complexe acvifere în bazinul hidrografic Prut (milioane m<sup>3</sup>/zi)

Resursele aprobate de Comisia de Stat pentru Rezerve (CSR) a fost apreciată a fi de 275,70 milioane m<sup>3</sup>/zi, resursele apelor destinate pentru aprovizionarea cu apă tehnico-potabilă (AATP) – de

222,02 milioane m<sup>3</sup>/zi, resursele destinate aprovizionării cu apă tehnică a întreprinderilor (AATÎ) – 51,25 milioane m<sup>3</sup>/zi și resursele pentru aprovizionarea cu ape minerale în scopuri sanitaro-balneare (AAMSB) – de 2,43 milioane m<sup>3</sup>/zi. **Resursele de apă subterană menționate sunt suficiente pentru asigurarea populației și activităților economice cu volumul necesar de ape subterane.**

**Resursele de apă de suprafață ale Districtului Bazinului Hidrografic Nistru (DBHN)** sunt reprezentate prin 1591 râuri și pâraie, 51 de lacuri de acumulare cu un volum de peste 1 milioane m<sup>3</sup> și circa 1700 iazuri și alte bazine artificiale de apă.

Apele fluviului Nistru reprezintă principala sursă de apă ce poate asigura pe deplin necesitățile, atât a populației, cât și a economiei Republicii Moldova. Debitul mediu multianual de apă este de 292-316 m<sup>3</sup>/s. Fluviul Nistru are un volum de apă mediu multianual de circa 9,4 km<sup>3</sup> (fig. 3.6). Cele mai mari volume de apă, peste 12 km<sup>3</sup>, s-au înregistrat în anii 1955, 1969, 1970, 1976, 1978, 1979, 1980, 1981, 1998, 1999, 2008, 2010. Cele mai mici volume de apă, sub 6 km<sup>3</sup>, s-au înregistrat în anii 1954, 1961, 1987, 1990, 1994, 1995 și 2016. În anii cu deficit de umiditate volumele de apă pot înregistra circa 6 km<sup>3</sup>, pe când în anii cu precipitații abundente, scurgerea anuală a fl. Nistru poate ajunge la 12 km<sup>3</sup> sau mai mult.



Elaborat în baza datelor Serviciului Hidrometeorologic de Stat

Fig. 3.6. Dinamica volumului scurgerii fl. Nistru

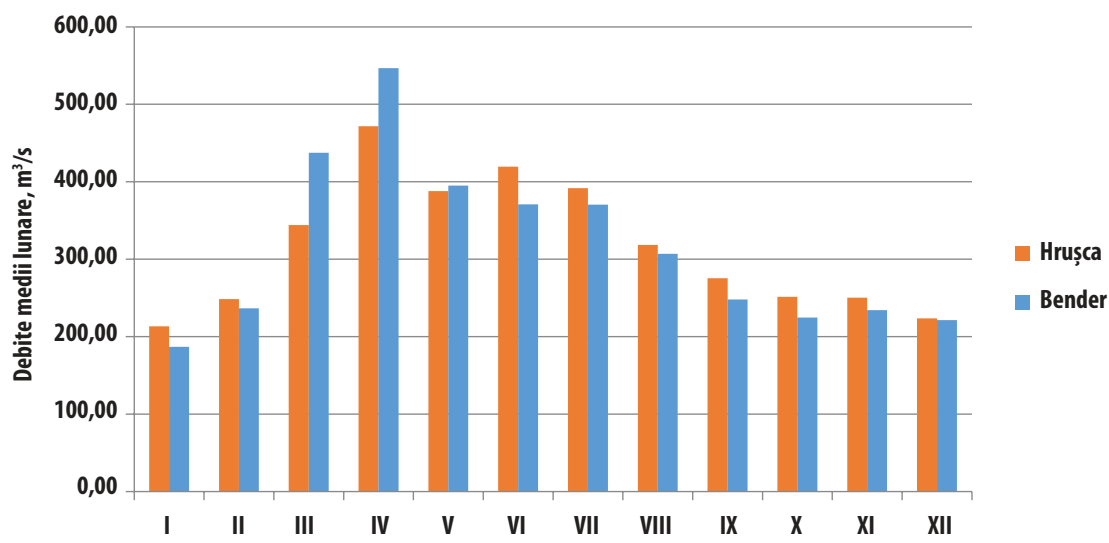


Fig. 3.7. Debitul mediu lunar al fl. Nistru (posturile hidrologice Hrușca și Bender)



Resursele de apă pe parcursul anului se repartizează neuniform. Lunile cele mai bogate în resurse de apă sunt aprilie, mai, iunie și iulie. Debitele medii maxime se înregistrează în aprilie, când pot depăși 450-500 m<sup>3</sup>/s; debitele minime sunt caracteristice lunilor de iarnă, minimele diminuându-se sub 200 m<sup>3</sup>/s și fiind de 2,5 mai mici în raport cu mediile maxime din perioada de vară (fig. 3.7).

Și în caracteristicile scurgerii temporale a fl. Nistru, ca și în cele ale râului Prut, se înregistrează alternarea perioadelor cu diferite valori ale scurgerii medii anuale (fig. 3.8).

Ultima perioadă cu ape mici, anii 2011-2019, cum se înregistrează și în cazul scurgerii r. Prut, se va prelungi până în anii 2022-2023.

În conformitate cu Acordul Interstatal, resursele de apă ale fluviului Nistru, fluviu transfrontalier, sunt împărțite în mod egal între Ucraina și Republica Moldova, în același mod cum resursele de apă ale r. Prut sunt împărțite egal între Republica Moldova și România.

Resursele de apă ale râurilor mici din cadrul DBHN se repartizează diferit de la Nord la Sud, fiind influențate atât de precipitațiile atmosferice, cât și de sursele apelor subterane care sunt mai bogate în regiunea nordică a districtului și mai sărace în regiunea de sud. Majoritatea acestor râuri, cu excepția r. Răut, nu prezintă mare importanță în asigurarea cu resurse de apă, fie din cauza debitului redus, fie din cauza gradului înalt de poluare.

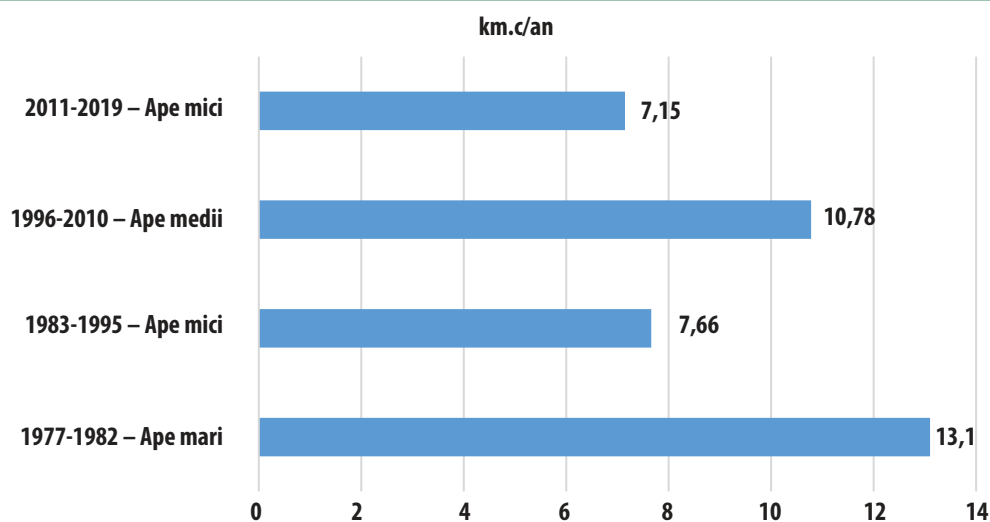


Fig. 3.8. Perioade cu diferite categorii de scurgere anuală a fl. Nistru (1977-2019)

Pentru activități economice este necesar de a cunoaște volumul de apă care poate fi utilizat și volum de apă care trebuie obligatoriu păstrat pentru a asigura o dezvoltare sustenabilă a ecosistemelor riverane, precum și viteze de apă ce nu ar duce la colmatarea albiilor râurilor. Repartizarea resurselor actuale de apă ale DBHN conform clasificării propuse este prezentată în figura 3.9.

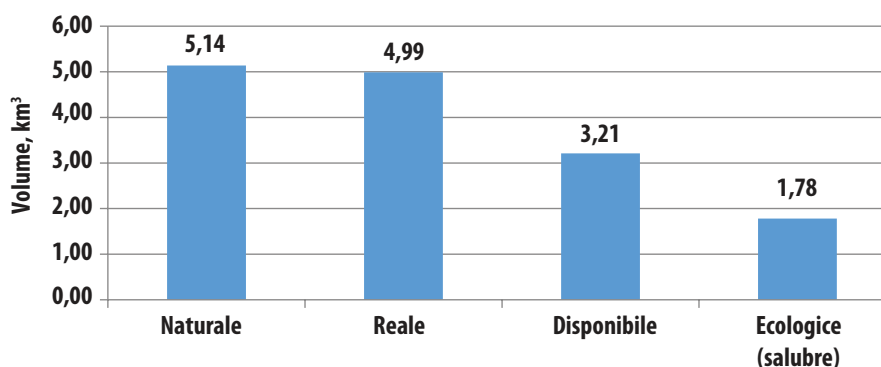


Fig. 3.9. Repartiția resurselor proprii de apă ale fl. Nistru

Se observă că volumul disponibil de apă din anii umezi (ani cu ape mari) este de 3 ori mai mare comparativ cu volumul disponibil în anii secetoși (ani cu ape mici). În perioada secetoasă volumul

disponibil de apă atinge valori de 1,14-1,48 km<sup>3</sup>, fenomen ce prezintă un risc de insuficiență severă a resurselor de apă.

Resursele anuale disponibile de apă de suprafață ale DBHN alcătuiesc în mediu 4,60 km<sup>3</sup>, inclusiv 3,21 km<sup>3</sup> reprezintă resursele medii multianuale ale fl. Nistru, 0,96 – resursele afluenților de dreapta ai Nistrului și 0,43 km<sup>3</sup> – resursele lacurilor de acumulare și ale iazurilor. În anii secetoși resursele fl. Nistru se reduc considerabil. În aceste condiții, cu scăderi apreciable ale debitelor în perioada caldă a anului și în condițiile de exploatare ineficientă a complexului hidroenergetic de la Novodnestrovsk, pot apărea perioade critice în alimentarea cu apă a populației și activităților economice.

**Apele subterane ale DBHN.** Rezervele totale de resurse de exploatare din DBHN alcătuiesc 2 748,718 mii m<sup>3</sup>/zi și 1 003 282,07 mii m<sup>3</sup>/an, ce reprezintă aproximativ 80% din resursele exploatabile a apelor subterane din Republica Moldova.

Resursele apelor subterane se repartizează neuniform în spațiul bazinelor hidrografice, cât și pe acvifere (fig. 3.10), cele mai mari rezerve fiind, de asemenea, cantonate în orizontul Badenian-Sarmațian.

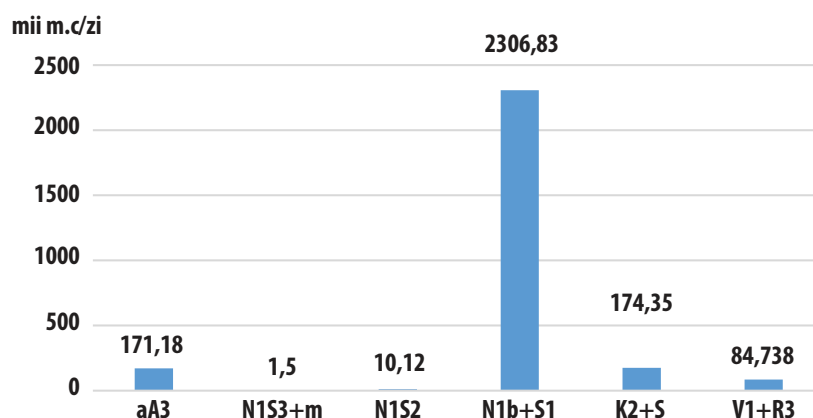


Fig. 3.10. Repartiția resurselor de ape subterane pe complexe acvifere din spațiul DBHN

Cele mai multe resurse de apă sunt concentrate în complexul Badenian-Sarmațian ( $N_1b+S_1+S_2$ ), rezervele căruia alcătuiesc 2306,830 mii m<sup>3</sup>/zi, (67% din resursele totale de exploatare din aria DBHN). Dacă comparăm rezervele și cerințele în ape subterane observăm că rezervele confirmate și cele prognozate ale apelor subterane în DBHN depășesc cerințele în ape subterane.

### 3.2. IMPACTUL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE ASUPRA SOLULUI

Solul poate servi ca sursă de emanare a gazelor cu efect de seră (GES), dar concomitent poate reduce considerabil încălzirea globală. Situația depinde de managementul corect al materiei organice a solului prin aplicarea diferitor procedee tehnologice (lucrarea, fertilizarea, irigarea solului, rotația culturilor etc). Impactul schimbărilor climatice asupra solului depinde de:

- acoperirea solului cu mulci mort sau viu;
- disturbanța minimă prin evitarea lucrărilor mecanice ale solului;
- diversitatea mai mare de specii de plante, atât culturi de bază, cât și culturi succesive în cadrul asolamentului;
- asigurarea unui circuit cât mai închis de nutrienți și de energie la nivel de landșaft și fiecare gospodărie în parte prin integrarea fitotehniei și zootehniei.

Respectarea principiilor enumerate mai sus contribuie la menținerea calității (sănătății) solului și astfel, contribuie la reducerea încălzirii globale. Odată cu degradarea agrofizică, agrochimică și biologică a solului are loc intensificarea emisiilor de gaze cu efect de seră, care contribuie la intensificarea încălzirii globale.

Doar un sol sănătos poate acorda servicii ecosistemice și sociale, adică poate contribui la:

- purificarea apei;

- reducerea încălzirii globale prin reducerea emanării de CO<sub>2</sub> în atmosferă;
- detoxicarea substanțelor toxice;
- producerea produselor alimentare benefice pentru sănătatea omului.

Monitorizarea bilanțului de materie organică a solului favorizează posibilitățile intervenției omului în ameliorarea calității solului. Cu regret, la moment bilanțul materiei organice a solului este profund negativ. Calculele bilanțului materiei organice a solului (după carbon) la structura suprafețelor de însămânțare existente în 2015 în Republica Moldova, au constatat un deficit necompensat de carbon în mărime de 586 kg carbon la 1 ha. Pentru azot deficitul necompensat a alcătuit 47,4 kg N/ha. Situația creată nu este surprinzătoare ținând cont de structura suprafețelor de însămânțare supra-saturată cu culturi prășitoare, inclusiv cu culturi tehnice și dozele foarte mici echivalente practic cu lipsa aplicării îngrășămintelor organice. Dacă în 1990 se introduceau în medie la un hectar a structurii suprafețelor de însămânțare 5,6 tone gunoi de grajd, apoi în 2015 se foloseau doar 0,07 t/ha.

Situația este agravată de așa practici agricole folosite pe larg ca: aplicarea îngrășămintelor minerale, arătura cu plug cu cormană, folosirea nediferențiată a procedeelelor agrotehnice pe pantă; înlăturarea și arderea resturilor vegetale, tăierea fâșiilor de păduri, irigarea etc.

Menționăm repetat impactul negativ al structurii suprafețelor de însămânțare cu dominarea culturilor anuale preponderent prășitoare, care dispun de un sistem radicular net inferior ierburilor perene. Ultimele au fost excluse din asolament odată cu ruina ramurii zootehnice.

Mineralizarea materiei organice a solului crește considerabil la aplicarea arăturii cu plug cu cormană. Restituirea insuficientă a materiei organice a solului, de rând cu intensificarea mineralizării materiei organice a solului contribuie la degradarea ulterioară a calității solului și corespunzător la emanarea dioxidului de carbon din sol.

În agricultură s-a stabilit un dezechilibru nu doar pe terenurile arabile, cu dominarea mineralizării asupra proceselor de sinteză (humificare) a materiei organice a solului, dar și la nivel de landșaft, exprimată prin reducerea bruscă a suprafețelor ocupate de păduri și pajiști în favoarea terenurilor arabile. Toate aceste schimbări au contribuit în ansamblu la dominarea proceselor de emanare a gazelor cu efect de seră prin mineralizarea materiei organice a solului.

Materia organică a solului reprezintă indicele integral al fertilității solului. Creșterea anuală a deficitului necompensat de materie organică a solului a dus la înrăutățirea proprietăților agrofizice, agrochimice și biologice ale solului. O problemă foarte acută pentru agricultura Republicii Moldova a devenit compactarea excesivă a solului, care contribuie atât la agravarea consecințelor negative a secetelor, cât și a eroziunii solului. Un sol compactat nu permite penetrarea, acumularea și folosirea apei din precipitațiile atmosferice și din sol, astfel favorizând secetele și eroziunea solului.

Seceta și eroziunea solului sunt două părți ale aceleiași monede. Provoacă îndoiele argumentul că impactul secetei poate fi redus prin aplicarea irigației pe un sol compactat, cu atât mai mult că în condițiile alternării lipsei și excesului de precipitații atmosferice, în perioada de vegetație a culturilor, aceste soluri pot fi afectate de pierderi erozionale enorme. Soluția este în refacerea structurii solului, care va favoriza regimul hidric al solului, dar concomitent va ameliora calitatea solului în întregime.

Astfel, tendințele stabilite de reducere a nivelului de producție la toate culturile, nu doar în Republica Moldova, dar și la nivel global, sunt cauzate atât de secetele frecvente din ultimele decenii, cât și de scăderea fertilității solului.

Constatăm cu îngrijorare că modelul dominant de intensificare a agriculturii cunoscut sub denumirea „revoluție verde”, bazat pe folosirea preponderentă a surselor energetice neregenerabile și derivatelor lor, a neglijat totalmente rolul primordial al fertilității solului în formarea nivelului de producție și acordarea unui șir întreg de alte servicii ecosistemice și sociale, inclusiv atenuarea și adaptarea la schimbările climatice.

Folosirea îngrășămintelor minerale este cunoscută ca o practică obișnuită și obligatorie în tehnologiile de cultivare a culturilor. Deseori folosirea îngrășămintelor minerale este asociată cu majorarea nivelului de producție, fără a ține cont de consecințele negative a aplicării lor asupra mediului ambiant.

Rezultatele obținute în experiențele de câmp de lungă durată cu aplicarea diferitor sisteme de fertilizare a solului de cernoziom din stepa Bălți, pe parcursul ultimilor 50 ani, în cadrul Institutului de Cercetări pentru Culturile de Câmp „Secția” (ICCC „Secția”), pot servi ca mărturie științifică a influenței îngrășămintelor minerale și organice atât asupra producției diferitor culturi din asolament, precum și asupra fertilității solului (*tab. 3.1*).

*Tabelul 3.1. Eficiența folosirii azotului din îngrășămintele minerale în experiențele de câmp de lungă durată cu diferite sisteme de fertilizare la cultura grâului de toamnă în asolament, media pentru 1970-2020, ICCC „Secția”*

Sistem de fertilizare în asolament	Spor de producție, t/ha	N extras cu sporul de producție, kg/ha	N introdus cu îngrășămintele minerale, kg/ha	Coeficientul de folosire a azotului, %	Compensarea extrasului total de N din îngrășămintele minerale, %	Pondere fertilității solului în formarea producției, %
Martor (nefertilizat)	-	-	-	-	0	100.0
NPK <sub>1</sub>	0.72	18.58	60.0	31.0	14.8	85.2
NPK <sub>2</sub>	0.91	23.48	90.0	26.1	18.2	82.0
NPK <sub>3</sub>	1.16	29.93	13.0	24.9	21.9	78.1
15 t/ha gunoi de grajd + NPK <sub>1</sub>	1.15	29.67	60.0	49.5	21.7	78.3
15 t/ha gunoi de grajd + NPK <sub>2</sub>	1.16	29.93	90.0	33.3	21.9	78.1
15 t/ha gunoi de grajd + NPK <sub>3</sub>	1.24	31.99	120.0	26.7	23.1	77.0
15 t/ha gunoi de grajd	1.09	28.12	0	-	-	79.2

Datele din tabelul 3.1 la cultura grâului de toamnă indică la sporul de producție obținut de la aplicarea dozelor în creștere de îngrășămintele minerale, în particular de azot, folosite separat și pe fondul a 15 tone gunoi de grajd la un hectar suprafață de asolament, coeficientul de folosire a azotului din îngrășămintele minerale a constituit 31,0-24,9%. Aplicarea îngrășămintelor minerale pe fondul îngrășămintelor organice a contribuit la majorarea coeficientului de folosire a azotului constituind pe fondul NPK<sub>1</sub>; NPK<sub>2</sub> și NPK<sub>3</sub> – 49,5; 33,3 și 26,7%, corespunzător.

Astfel, la aplicarea separată a îngrășămintelor minerale, se folosește de plante doar 1/3 din cantitatea de azot folosită. Alte 2/3 sunt pierdute prin emanare în atmosferă în formă de oxizi de azot, care sunt cu mult mai toxici asupra încălzirii globale comparativ cu dioxidul de carbon. Nu este exclusă pierderea azotului din îngrășămintele minerale prin levigare cu poluarea apelor subterane cu nitrați, consumați ulterior de populație cu apa potabilă.

Încât este de justificată această practică obișnuită de aplicare a îngrășămintelor minerale rămâne de a fi conștientizat de producătorii și consumatorii produselor agricole. Este evident că aplicarea îngrășămintelor minerale de azot nu este benefică, dar dăunătoare pentru mediul ambiant, sănătatea omului și nejustificată din punct de vedere economic.

Cantitatea de azot introdusă și folosită de plante din îngrășămintele minerale acoperă doar 14,8-21,9% din cantitatea totală de azot extrasă cu producția obținută la cultura grâului de toamnă. Situația rămâne aceeași la aplicarea dozelor similare de îngrășămintele minerale pe fondul a 15 tone gunoi de grajd la 1 ha suprafață de asolament. Corespunzător, ponderea fertilității solului în formarea nivelului de producție a grâului de toamnă constituie 78,1-85,2%, indiferent de sistemele de fertilizare aplicate în asolament (*tab. 3.1*). De menționat faptul că aplicarea separată a sistemului de fertilizare a solului cu îngrășămintele organice a asigurat aceeași pondere a fertilității solului în formarea nivelului de producție (79,2%). Este evident că conceptul dominant de nutriție a plantelor necesită înlocuit cu conceptul de nutriție a solului, care are un rol dominant în nutriția plantelor.

Dacă analizăm efectul diferitor sisteme de fertilizare la alte culturi în asolament, apoi găsim o situație similară. Ba chiar efectul fertilizării cu îngrășămintele minerale scade considerabil la așa culturi ca floarea-soarelui și porumb la boabe cu creșterea concomitentă a ponderii fertilității solului în formarea nivelului de producție.

Prezintă interes ce se întâmplă cu azotul nefolosit din îngrășămintele minerale. Poate el este fixat în formă de materie organică? Din aceste considerente am comparat rezervele inițiale de materie organică (după carbon) și azot total la inițierea experimentului de lungă durată (în 1970) și în anul 2009. Am constatat că cele mai mari pierderi de azot pe întreg profilul solului (0-100 cm) au fost determinate la aplicarea sistemului mineral de fertilizare în asolament (kg N/ha):

- $NPK_1$  – 3660
- $NPK_2$  – 4350
- $NPK_3$  – 4240

Cantitatea suplimentară de azot folosită cu îngrășămintele minerale de azot comparativ cu cantitatea de azot real extrasă cu sporul de producție a constituit (kg N/ha):

- $NPK_1$  – 299,0
- $NPK_2$  – 736,5
- $NPK_3$  – 1331,8

Cantitatea totală de azot pierdută din sol și de la aplicarea îngrășămintelor minerale a constituit (kg N/ha):

- $NPK_1$  – 3959,0
- $NPK_2$  – 5086,5
- $NPK_3$  – 5571,8

Pierderile totale de azot se reduc considerabil la aplicarea îngrășămintelor organice împreună cu cele minerale (kg N/ha):

- $15t/ha + NPK_1 - (2339,4 - 700,0) = 1639,4$
- $15t/ha + NPK_2 - (2884,7 + 80,0) = 2964,7$
- $15t/ha + NPK_3 - (3535,9 - 1350,0) = 2185,0$

Pierderile totale de azot la aplicarea separată a gunoiului de grajd au constituit -270,0 kg N/ha.

Astfel, putem afirma despre impactul negativ al îngrășămintelor minerale asupra intensificării proceselor de descompunere a materiei organice a solului și corespunzător intensificarea efectului de încălzire globală sub influența aplicării lor exprimată nu doar prin emanarea dioxidului de carbon la descompunerea materiei organice a solului, dar și cantitatea enormă de oxizi de azot emanați în atmosferă.

Trebuie să ținem cont la fel de faptul, că la sinteza îngrășămintelor minerale, în special ale celor de azot, se arde o cantitate enormă de surse energetice neregenerabile (petrol, gaz), care la fel contribuie la încălzirea globală.

O altă practică pe larg discutată la toate nivelele în condițiile manifestării tot mai frecvente a secetelor este irigarea. Datele obținute în experiențele de câmp de lungă durată a ICCC „Selecția” mărturisesc la fel despre intensificarea proceselor de descompunere a materiei organice a solului sub influența irigației (tab. 3.2).

**Tab. 3.2. Schimbările în rezerva de materie organică a solului (după carbon) sub influența irigației și fertilizării în experiență de lungă durată a ICCC „Selecția”**

Stratul de sol, 0-100	Rezerva inițială 1968, t/ha	Fără irigare						Cu irigare					
		control (fără fertilizare)			NPK + gunoi de grajd			control (fără fertilizare)			NPK + gunoi de grajd		
		2019	± t/ha	% față de inițial	2019	± t/ha	% față de inițial	2019	± t/ha	% față de inițial	2019	± t/ha	% față de inițial
Total, 0-100 cm	224.2	200.9	-23.3	10.4	256.9	+32.7	14.6	176.7	-47.5	21.2	190.7	-33.5	14.9
Pierderi sau adaos anual, kg/ha			-456.9			+641.2			-931.4			-656.9	
Pierderi sau adaos din stratul 0-40 cm, kg/ha			-306.3			+14.1			-421.6			-223.1	
% din stratul 0-40 cm față de 0-100 cm			67.0			2.2			45.3			34.2	

Necătând la prezența a 50% din suprafața asolamentului cu lucernă și aplicarea anuală a câte 13,3 t gunoi de grajd la 1 ha asolament, pierderile anuale de materie organică (după carbon) din stratul 0-100 cm au constituit 656,6 kg/ha, iar pe fond nefertilizat – 931,4 kg/ha.

O situație îngrijorătoare prezintă faptul, că doar 1/3 din pierderile totale de materie organică sunt din stratul 0-40 cm, iar altele 2/3 din stratul de sol 40-100 cm. Pierderile sporite de materie organică la irigare din straturile mai profunde ale solului prezintă un pericol pentru adaptarea la schimbările climatice din cauza reducerii capacității de acumulare a apei în straturile mai adânci ale solului.

De rând cu influența măsurilor agrotehnice menționate mai sus (asolamentele, lucrarea, fertilizarea și irigarea solului) asupra proceselor de mineralizare și humificare a materiei organice a solului, care în final determină emanarea sau reducerea gazelor cu efect de seră din sol, persistă pericolul real de intensificare a descompunerii materiei organice a solului sub influența temperaturilor ridicate și precipitațiilor abundente.

Există concomitent și pericolul acidifierii și salinizării solurilor, afectării de incendiile de vegetație, inclusiv de păduri, inundații etc.

Prin ameliorarea calității (sănătății) solului agricultorul dispune de pârghii reale de atenuare și adaptare la schimbările climatice. În mare măsură ele se reflectă prin prisma respectării unor principii fundamentale de management rațional și rezilient al solurilor:

- disturbanța minimă a solului;
- acoperirea permanentă a solului cu mulci viu sau mort;
- diversitatea maximă de culturi de bază și succesive în asolament, inclusiv cu prezența culturilor leguminoase perene pentru întreaga perioadă a anului;
- integrarea ramurii fitotehnicii și zootehnicii în cadrul fiecărei exploatare agricole.

### **3.3. RECOMANDĂRI PRIVIND OPTIMIZAREA CONSUMULUI DE APĂ (PENTRU IRIGARE ȘI AGRICULTURĂ)**

Conform datelor Agenției „Apele Moldovei”, în perioada 2003-2019, volumul total de ape captate a fost, în medie, de 850 milioane m<sup>3</sup>/an. Volumul de ape captate și utilizate este condiționat de proximitatea față de albia râurilor Nistru și Prut, de capacitățile de exploatare a surselor de apă disponibile, în special de suprafață, de numărul și dimensiunile centrelor urbane și industriale, gospodăriilor agricole și suprafețelor irigate monitorizate, localităților rurale cu apeducte funcționale.

Din Districtul Hidrografic Nistru au fost captate, în medie, circa 716 milioane m<sup>3</sup> (96%) din apele utilizate sunt captate din fluviul Nistru, inclusiv 217 milioane m<sup>3</sup> (26%) – din albia Nistrului. Din râul Prut, au fost captate, în medie, circa 23 milioane m<sup>3</sup> (2,7% per total și 14% în partea dreaptă a Nistrului), iar din râul Răut – 15,3 milioane m<sup>3</sup> (1,8% per total și circa 10% în partea dreaptă a Nistrului).

Volumul total de ape captate, înregistrează o evoluție oscilantă, marcată în special de evoluția economică și particularitățile meteo-climatice. Se observă o evoluție negativă (cu circa 20%), cauzate de reducerea gradului de asigurare cu apă și capacităților de captare și transportare a apei de către Stațiile Zonale (tehnologice) de Irigare și întreprinderile agricole, de falimentarea și modernizarea multor întreprinderi industriale, de declinul populației.

Agricultura predomină detașat în consumul resurselor de apă (cu excepția municipiului Chișinău și UTA SN). Prin urmare, cantitatea apei utilizate în agricultură condiționează direct volumul total al apei utilizate și distribuția lor spațială.

Volumul de apă utilizată în agricultură, în special pentru irigare, este condiționat de resursele de apă de suprafață disponibile, de densitatea rețelei hidrografice, de lungimea și debitul cursurilor de apă, de numărul, suprafața și starea lacurilor de acumulare, de nivelul de evidență a apelor folosite în agricultură, precum și de posibilitățile tehnico-economice de utilizare a apei de către agricultori. Volumul maxim de ape captate și utilizate se atestă în raioanele și municipiile, care captează masiv apa din albiile râurilor Nistru și Prut.

Consumul maxim de apă se înregistrează la întreprinderile agricole mari cu profil complex, fabricile avicole și complexele de porcine. De asemenea, nu trebuie neglijat consumul de apă pentru creșterea animalelor în gospodăriile casnice, care, de regulă, nu sunt înzestrate cu sisteme de canalizare și produc, per ansamblu, un impact major asupra mediului și organismului uman.

Pentru irigare au fost folosite, în medie, circa 13 milioane m<sup>3</sup> sau 11% din volumul total al apelor utilizate. Volumul relativ redus de ape folosite în irigație este condiționat atât de condițiile naturale (debitul redus și insuficiența de precipitații, riscul sporit de salinizare a solurilor), cât și de posibilitățile tehnico-economice de utilizare a apei pentru irigare. Astfel, consumul maxim al apei pentru irigare se atestă în raioanele situate în proximitatea râurilor Nistru și Prut, care dispun de capacități mari de captare, transportare și utilizare a apei în aceste scopuri.

Volumul de apă utilizată în agricultură s-a redus, în medie, cu circa 30% în perioada 2003-2019, iar volumul de ape utilizate pentru irigare s-a redus de 2,8 ori. Cauzele principale sunt depopularea spațiului rural și înrăutățirii situației în agricultura națională, aridizării climei, deteriorării și uzurii avansate a instalațiilor hidrotehnice, majorării consumului necontabilizat al apei în aceste scopuri.

Ca urmare a utilizării predominante în scopuri agricole, folosirii masive a tehnologiilor și apeductelor uzate, volumul pierderilor și consumului neevidențiat al apei este, în medie, de circa ¾ din volumul total al apelor captate, ceea ce este net superior față de ponderea medie în partea dreaptă a Nistrului (52%). Totodată, reducerea semnificativă a apelor de suprafață utilizate în agricultură a condiționat reducerea similară a volumului pierderilor de apă.

Circa 80% reprezintă pierderile tehnologice. Acestea se datorează atât uzurii mai avansate a infrastructurii de aprovizionare cu apă, cât și specificului tehnologic al alimentării cu apă în agricultură, care predomină în structura ramurală a acestui bazin.

38,4% din apa utilizată în Republica Moldova revine sectorului agricol. Agricultură afectează atât cantitatea, cât și calitatea apei disponibile pentru alte utilizări. Poluarea cauzată de pesticidele și îngrășămintele utilizate exclusiv în agricultură rămâne încă una din cauzele principale ale slabei calități a apei.

Schimbările climatice introduc un element suplimentar de incertitudine în ceea ce privește disponibilitatea resurselor de apă. Odată cu schimbarea regimurilor de precipitații, regiunea de sud a Moldovei va dispune în viitor de resurse de apă dulce mai mici. Confrunțați cu cererea crescândă și cu schimbările climatice, mulți utilizatori vor întâmpina greutăți în ceea ce privește acoperirea necesităților de apă. În situația unui deficit de apă, sectorul industrial și gospodăriile pot dezvolta metode de reducere a cantităților de apă utilizate, dar ecosistemele dependente de apă sunt expuse riscului de a suferi distrugereri ireversibile. Aceasta ar afecta nu numai formele de viață din jurul unui anumit corp de apă, ci și populația în ansamblu.

Prin aplicarea practicilor agricole corecte și a soluțiilor de sprijinire a politicilor, putem obține un consum eficientizat al apei în agricultură, ceea ce ar însemna resurse de apă mai mari disponibile pentru alte utilizări și în special pentru natură.

**Irigarea** culturilor reprezintă un domeniu în care noile practici și politici pot facilita în mod semnificativ consumul eficientizat al apei. Acesta trebuie realizat atât prin eficiența transportului apei (proporția apei captate care este distribuită pe terenul agricol), cât și prin eficiența aplicării irigațiilor pe terenul agricol (cantitatea de apă utilizată de o cultură în raport cu apa distribuită acelei culturi).

Politicile joacă un rol crucial în determinarea sectorului agricol de a adopta mai multe practici eficiente de irigație. De exemplu, politicile de tarifare a apei ar putea solicita ca agricultorii să utilizeze apa în mod eficient, astfel că aceștia ar fi nevoiți să plătească prețul real al apei care reflectă costurile de mediu și ale resurselor. O structură de tarifare a apei care favorizează utilizatorii eficienți și eliminarea subvențiilor agricole adverse vor conduce probabil la reduceri semnificative ale cantității apei irigate utilizate în agricultură.

Pe lângă tehnicile de irigație modificate se pot realiza economii de apă și costuri mai reduse prin programe de instruire și schimb de cunoștințe care să educe agricultorii cu privire la practicile mai eficiente de utilizare a apei. De exemplu, utilizarea unui serviciu de consiliere privind irigațiile, care îi informează pe agricultori prin telefon cu privire la momentul și modul în care trebuie să distribuie apă culturilor pe baza unor estimări zilnice ale condițiilor care afectează culturile.

Modificarea practicilor agricole poate îmbunătăți, de asemenea, calitatea apei disponibile pentru alți utilizatori de apă într-un mod eficient din punct de vedere al costurilor. Utilizarea îngrășămintelor și pesticidelor organice și anorganice, de exemplu, poate aborda multe dintre problemele privind poluarea apei cauzată de agricultură. În plus, există un potențial important de îmbunătățire a calității apei cu impact foarte limitat sau inexistent asupra profitabilității sau productivității prin, de exemplu, reducerea utilizării pesticidelor, modificarea rotației culturilor și stabilirea unor porțiuni de îndiguire de-a lungul cursurilor de apă.

Prin **utilizarea apelor uzate în agricultură**, se pot pune la dispoziție mai multe resurse de apă dulce pentru alte necesități, inclusiv pentru natură și gospodării individuale. Dacă calitatea apei reciclate este administrată în mod corespunzător, apa uzată tratată poate reprezenta o alternativă eficientă pentru acoperirea cererii de apă a sectorului agricol.

Folosirea mai rațională a resurselor de apă în agricultură este numai unul din pașii pe care trebuie să-i parcurgem pentru a reduce impactul pe care îl exercităm asupra mediului. Fără acest pas, nu putem să dezvoltăm o economie eficientă din punctul de vedere al utilizării resurselor sau să construim un viitor durabil.

### 3.4. EXEMPLE DE ÎMBUNĂȚĂRI FUNCiare ÎN CONTEXTUL DEFICITULUI DE APĂ ÎN AGRICULTURĂ

Cele mai recomandate măsuri de îmbunătățiri funciare sunt **irigațiile** și construcția de noi **acumulări de apă**.

Cele mai pe larg răspândite sisteme de **irigare** în Republica Moldova sunt cele prin canale, prin stropire și prin picurare. Aceste sisteme sunt utilizate pentru culturile de câmp, legume, livezi și vii.

În perioada sovietică, existau circa 100 de sisteme centralizate de irigare, care erau folosite pentru irigarea a 310 000 hectare de terenuri. Râurile Nistru și Prut erau utilizate ca resurse de apă pentru aceste sisteme de irigare. Totodată, unele sisteme erau ineficiente, din cauza consumului foarte mare de energie și erau proiectate pentru a satisface nevoile doar ale gospodăriilor colective mari. Conform evaluărilor recente, unele sisteme de irigare (circa 50 000-55 000 ha) nu mai pot fi restabilite din cauza costurilor înalte pentru pomparea apei și a localizării lor îndepărtate. Suprafața totală a terenurilor în Republica Moldova, pe care într-un mod eficient pot fi restabilite sistemele de irigație, constituie circa 145 000 hectare. În același timp, circa 400 de lacuri și iazuri naturale pot fi folosite în scopuri de irigare, însă, doar la o scară limitată, din cauza calității proaste a apei. Aceste surse pot asigura apa pentru a iriga circa 36 000 ha. În anul 2019 suprafața terenurilor irigate a fost de 22 500 ha.

Potențialul de extindere a terenurilor irigate este destul de redus. În primul rând extinderea trebuie efectuată în apropiere de surse sigure de apă, cum ar fi râurile Prut și Nistru. De asemenea, este foarte importantă eficientizarea rețelelor de irigare existente, promovând forma de irigare prin picurare.

Principala soluție locală de majorare a rezervelor de apă și extindere a terenurilor irigate este **colectarea apelor pluviale (din precipitații)**. Cele mai uzuale sisteme de colectare a apei de ploaie sunt descrise amănunțit în ghidul practic pentru producătorii agricoli „Colectarea apei de ploaie în agricultură pentru adaptarea la schimbările climatice”.

Restabilirea fertilității solului poate fi atinsă prin crearea unei carcase de fâșii de păduri și acumulări de apă în conformitate cu particularitățile peisagistice ale terenului, la nivel de comună și gospodărie agricolă. Principalele surse de apă pentru irigare la moment sunt râurile Prut și Nistru. Pe măsură ce ne îndepărtăm de aceste surse, posibilitatea de a le utiliza se diminuează mult. Astfel, principala soluție este construcția unor iazuri mici, destinate acumulării apelor din precipitații. De asemenea, în scopul majorării resurselor de apă disponibile pentru agricultură este necesar de efectuat lucrări de curățare și decolmatare a lacurilor.

**Iazurile pluviale** (fig. 3.11-3.12) sunt destinate colectării scurgerii de suprafață de pe arii mici, de regulă, de pe versanți înclinați. Dimensiunea iazurilor variază de la câțiva metri pătrați până la 1 ha, iar adâncimea acestora poate fi între 1-5 m. De obicei, iazurile sunt dotate cu câteva straturi imper-