

**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII
INSTITUTUL DE ECOLOGIE ȘI GEOGRAFIE**

Cu titlu de manuscris
C.Z.U.: 551.583.1.634.1

ȚURCANU VIORICA

**VARIABILITATEA ÎN TIMP ȘI SPAȚIU A PARAMETRILOR
CLIMATICI CE CARACTERIZEAZĂ ANOTIMPUL DE VARĂ
PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA**

153.05. METEOROLOGIE, CLIMATOLOGIE, AGROMETEOROLOGIE

Teză de doctor în științe geonomice

Conducător științific:

Nedalcov Maria, doctor habilitat în
științe geografice, profesor universitar,
membru corespondent al AȘM

Autor:



CHIȘINĂU, 2022

© Țurcanu Viorica, 2022

C U P R I N S

ADNOTARE (română, rusă, engleză).....	5
LISTA FIGURILOR	8
LISTA TABELELOR	11
LISTA ABREVIERILOR	13
INTRODUCERE	14
1. CONSIDERAȚII GENERALE PRIVIND STUDIUL CLIMATIC AL ANOTIMPULUI DE VARĂ PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA....	20
1.1. Scurt istoric și gradul de studiu al problemei de cercetare.....	20
1.2. Considerații actuale privind manifestarea anotimpului de vară pe teritoriul Republicii Moldova.....	25
1.3. Concluzii la capitolul 1.....	38
2. MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE.....	39
2.1. Materialul inițial	39
2.2. Metode de cercetare	39
2.2.1. Principiile de estimare spațio-temporală a indicilor climatici la nivel anotimpual	40
2.2.2. Identificarea semnalului climatic ce caracterizează anotimpul de vară și evidențierea amplitudinilor climatice.....	48
2.2.3. Clasificarea verilor în Republica Moldova și registrul indexării acestora.....	51
2.3. Dinamica anomaliilor termice din perioada caldă a anului – indicator al schimbărilor climatice regionale.....	55
2.5. Concluzii la capitolul 2.....	63
3. ANALIZA SPAȚIO-TEMPORALĂ A INDICILOR CE CARACTERIZEAZĂ CONDIȚIILE ANOTIMPUALE	65
3.1. Estimarea spațio-temporală a zilelor uscate pe teritoriul Republicii Moldova.....	65
3.2. Variabilitatea climatică a evaporabilității în lunile de vară	75
3.3. Deficitul de Apă Climatic anotimpual.....	80
3.4. Concluzii la Capitolul 3	85
4. SCHIMBĂRILE CLIMATICE SEZONIERE LA NIVEL LOCAL ȘI POSIBILITĂȚILE DE INCLUDERE A MĂSURILOR DE ADAPTARE ÎN STRATEGIILE DE DEZVOLTARE REGIONALE	86
4.1. Condițiile climatice actuale și cele așteptate la nivel local.....	88

4.2. Evidențierea la nivel local a factorilor meteo-climatici de risc din anotimpul de vară prin prisma unor indici climatici	99
4.3. Concluzii la Capitolul 4.....	107
CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI	108
BIBLIOGRAFIE	111
ANEXE	124
Anexa 1. Actul nr. 1 de implementare a elaborării științifice din 14 februarie 2019.....	124
Actul nr. 2 de implementare a elaborării științifice din 14 februarie 2019.....	125
Anexa 2. Actul nr. 3 de implementare a elaborării științifice din 06 iulie 2020.....	126
Anexa 3. Actul nr. 4 de implementare a elaborării științifice din 06 iulie 2020.....	127
Anexa 4. Actul nr. 5 de implementare a elaborării științifice din 06 iulie 2020.....	128
Anexa 5. Actul nr. 6 de implementare a elaborării științifice din 06 iulie 2020.....	129
Anexa 6. Certificatul de incorporare în Strategia de Dezvoltare a raionului Ialoveni a rezultatelor obținute din 15 iulie 2020.....	130
DECLARAȚIA PRIVIND ASUMAREA RĂSPUNDERII	131
CV-ul AUTORULUI	132

ADNOTARE

Țurcanu Viorica „Variabilitatea în timp și spațiu a parametrilor climatici ce caracterizează anotimpul de vară pe teritoriul Republicii Moldova”, teză de doctor în științe geonomice, Chișinău, 2022.

Structura tezei. Teza este alcătuită din: introducere, patru capitole, concluzii generale și recomandări, bibliografie din 159 titluri, 110 pagini de text de bază, 44 figuri, 18 tabele, 7 anexe. Rezultatele obținute sunt publicate în 9 lucrări științifice, dintre care 4 publicații fără coautor.

Cuvintele-cheie: variabilitate, schimbări climatice, parametri climatici, Sisteme Informaționale Geografice, indici probabilistici, hărți digitale.

Scopul lucrării: constă în stabilirea variabilității spațio-temporale a parametrilor climatici ce caracterizează anotimpul de vară pe teritoriul Republicii Moldova în contextul schimbărilor climatice regionale, cu evidențierea arealelor vulnerabile ale republicii față de riscurile meteo-climatice din sezonul de vară, cunoașterea cărora este extrem de importantă pentru adaptarea adecvată a activităților economice la nivel regional și local.

Obiectivele cercetării: identificarea, colectarea și procesarea datelor statistice ce caracterizează variabilitatea spațio-temporală a parametrilor climatici și a riscurilor meteo-climatice pe teritoriul Republicii Moldova pentru anotimpul de vară, cu elaborarea bazelor informaționale de date pentru perioada de studiu 1961-2019; calculul indicilor climatici, utili în evidențierea particularităților temporale de manifestare a zilelor uscate, a evaporabilității, deficitului de apă climatic în lunile de vară; clasificarea verilor (calde/reci) după gradul de intensitate a factorului termic pe teritoriul republicii și elaborarea registrului acestora; elaborarea hărților digitale la nivel regional și local (topoclimatic), ce reflectă condițiile climatice actuale în anotimpul de vară, cu evidențierea pe teritoriul Republicii Moldova a arealelor vulnerabile față de riscurile meteo-climatice.

Noutatea și originalitatea științifică. Pentru prima dată, în contextul schimbărilor climatice regionale, au fost realizate: caracterizarea meteo-climatică a verilor din Republica Moldova pentru ultimii 30 de ani și elaborarea registrului acestora în baza tipurilor stabilite de veri (calde/reci) după frecvență, durată și intensitatea valorică a factorului termic; estimarea indicilor climatici ce scot în evidență particularitățile temporale de manifestare a zilelor uscate, a evaporației potențiale (E_0) și a Deficitului de Apă Climatic (DEF), în aspect lunar și anotimpual; estimarea rolului factorului fizico-geografic în redistribuirea indicilor climatici la nivel local (în baza modelelor cartografice privind regimul termic și pluviometric din sezonul de vară), cu stabilirea diferențierilor spațiale privind sumele temperaturilor diurne peste 15 °C, a duratei verilor și a numărului de zile uscate.

Rezultatele obținute care contribuie la soluționarea problemei științifice importante constau în stabilirea variabilității spațio-temporale a parametrilor climatici ce caracterizează anotimpul de vară pe teritoriul Republicii Moldova în contextul schimbărilor climatice regionale, cu evidențierea arealelor vulnerabile ale republicii față de riscurile meteo-climatice din sezonul de vară, cunoașterea căreia este extrem de importantă pentru adaptarea adecvată a activităților economice la nivel regional și local.

Semnificația teoretică. A fost stabilită variabilitatea spațio-temporală a condițiilor climatice actuale, precum și a riscurilor meteo-climatice, atribuite la sezonul de vară din perioada de studiu, cu cuantificarea gradului diferit de manifestare a regimului termic și pluviometric, precum și a fenomenelor nefavorabile, condiționate de manifestarea zilelor uscate, a evaporației potențiale, a deficitului de umiditate și a exceselor pluviometrice.

Valoarea aplicativă a lucrării: au fost clasificate verile (calde/reci) pe teritoriul republicii cu diferită intensitate a factorului termic și elaborat registrul acestora; au fost calculați indici climatici care scot în evidență particularitățile temporale de manifestare a zilelor uscate, a evaporației potențiale (E_0), a Deficitului de Apă Climatic (DEF), în aspect lunar și anotimpual; au fost stabilite diferențierile spațiale la nivel local (topoclimatic) privind sumele temperaturilor diurne peste 15 °C, a duratei verilor, a numărului de zile uscate etc. A fost elaborat un set de hărți digitale ce reflectă variabilitatea spațio-temporală a parametrilor climatici, cu evidențierea arealelor vulnerabile ale republicii față de riscurile meteo-climatice din sezonul de vară. De asemenea, au fost elaborate modele și hărți digitale ce reflectă condițiile climatice actuale și cele așteptate (2016-2035) în sezonul de vară la nivel de comună și raion administrativ, cu evidențierea arealelor vulnerabile în manifestarea deficitului sau dimpotrivă, a excesului de umiditate.

Implementarea rezultatelor științifice: o parte din rezultatele științifice obținute au fost implementate la nivel de raion administrativ (Ialoveni) și comună (Sociteni), în vederea adaptării adecvate a comunităților din aceste UAT către schimbările climatice regionale și locale atestate, fiind certificate cu acte de implementare și încorporarea ulterioară a lor în Strategia de dezvoltare a raionului Ialoveni. De asemenea, rezultatele științifice obținute în această lucrare vor fi utilizate în instituțiile

superioare de învățământ la predarea cursurilor din domeniul respectiv pentru studenți, masteranzi și doctoranzi.

АННОТАЦИЯ

Цуркану Виорика „Пространственно-временная изменчивость климатических параметров, характеризующих летний сезон на территории Республики Молдова”, диссертации на соискании учёной степени доктора геонаучных наук, Кишинев, 2022.

Структура диссертации. Диссертация состоит из: введения, четырех глав, общих выводов и рекомендаций, библиографии из 159 наименований, 110 страниц основного текста, 44 рисунков, 18 таблиц, 7 приложений. Полученные результаты опубликованы в 9 научных статьях, из которых 4 публикаций без соавтора.

Ключевые слова: изменчивость, изменение климата, климатические параметры, географические информационные системы, вероятностные индексы, цифровые карты.

Цель работы состоит в выявлении пространственно-временной изменчивости климатических параметров, характеризующих летний сезон на территории Республики Молдова в контексте регионального изменения климата с выделением уязвимых территорий республики к погодно-климатическим рискам летнего сезона, знание которых чрезвычайно важно для правильной адаптации экономической деятельности на региональном и локальном уровне.

Задачи исследования: идентификация, сбор и обработка статистических данных, характеризующих пространственно-временную изменчивость климатических параметров и метеоролого-климатических рисков на территории Республики Молдова за летний сезон, с разработкой информационных баз данных за период исследования (1961-2019); расчет климатических показателей, полезных для выделения временных особенностей проявления засушливых дней, испаряемости, климатического водного дефицита в летние месяцы; классификация летних сезонов (жаркие/холодные) по степени выраженности теплового фактора на территории республики и составление их регистра; разработка цифровых карт регионального и местного (топоклиматического) уровня, отражающих текущие климатические условия в летний сезон, с выделением на территории республики уязвимых мест, к метеоролого-климатическим рискам.

Научная новизна и оригинальность. Впервые в контексте регионального изменения климата были выполнены: метео-климатическая характеристика лета в Республике Молдова за последние 30 лет и разработка их регистра на основе установленных типов лета (жаркое / холодное) по частоте, продолжительности и значению интенсивности термического фактора; оценка климатических индексов, отражающих временные особенности проявления засушливых дней, потенциального испарения (E0) и климатического дефицита воды (DEF) в месячном и сезонном аспектах; оценка роли физико-географического фактора в перераспределении климатических показателей на локальном уровне (на основе картографических моделей теплового и плювиометрического режима летнего сезона) с установлением пространственных различий по сумме дневных температур свыше 15 °C, продолжительность летнего сезона и количества засушливых дней.

Полученные результаты, способствующие решению важной научной проблемы, заключаются в установлении пространственно-временной изменчивости климатических параметров, характеризующих летний сезон на территории Республики Молдова в контексте регионального изменения климата с выделением уязвимых территорий к погодно-климатическим рискам, характерным для летнего сезона, знание которых чрезвычайно важно для правильной адаптации экономической деятельности на региональном и локальном уровне.

Теоретическое значение. Установлена пространственно-временная изменчивость текущих климатических условий и метео-климатических рисков, связанных с летним сезоном исследуемого периода, с количественной оценкой разной степени выраженности теплового и плювиометрического режима, а также неблагоприятных явлений, обусловленных проявлением засушливых дней, потенциального испарения, дефицита влаги и избыточных осадков.

Практическое значение работы: был разработан комплект цифровых карт, отражающих пространственно-временную изменчивость климатических параметров, с выделением уязвимых территорий республики к метео-климатическим рисками летнего сезона. Также были разработаны цифровые модели и цифровые карты, отражающие текущие и ожидаемые климатические условия (2016-2035 гг.) в летний сезон на уровне коммуны и административного района, с выделением уязвимых участков при проявлении дефицита или избыточной влажности, потенциального испарения и т.д.

Внедрение научных результатов: некоторые научные результаты, полученные в результате проведенных исследований, были внедрены на административном (в районе Яловень) и местном (коммуне Сочитень) уровне с целью адекватной адаптации сообществ этих административно-территориальных единицах к региональным и локальным изменениям климата, а также включены в Стратегию развития Яловенского района (2021-2024). Принятые действия подтверждены актами о внедрении.

ANNOTATION

Țurcanu Viorica „, *The variability in time and space of the climatic parameters that characterize the summer season on the territory of the Republic of Moldova*”, PhD thesis in geonomic sciences, Chisinau, 2020.

The structure of the thesis. The thesis consists of: introduction, four chapters, general conclusions and recommendations, 159 bibliographic sources, 110 pages of plain text, 44 figures, 18 tables, 7 annexes. The results obtained are published in 9 scientific papers, of which 4 publications without a co-author.

Key words: variability, climate changes, climate parameters, Geographic Information Systems, probabilistic indices, digital maps.

Purpose of the thesis: establishing of the spatio-temporal variability of the climatic parameters that characterize the summer season on the territory of the Republic of Moldova in the context of regional climate change, highlighting the vulnerable areas to the weather-climate risks in the summer season, knowledge of which is extremely important for the adequate development of economic activities at regional and local level.

Research objectives: identification, collection and processing of statistical data characterizing the spatio-temporal variability of climatic parameters and meteorological-climatic risks on the territory of the Republic of Moldova for the summer season, with the elaboration of informational databases for the study period 1961-2019; calculation of climatic indices, useful in highlighting the temporal characteristics of the manifestation of dry days, evaporability, climatic water deficit in the summer months; classification of summers (hot/cold) according to the degree of intensity of the thermal factor on the territory of the country and elaboration of their register; elaboration of digital maps at regional and local level (topoclimatic), which reflect the current climatic conditions in the summer season, with the emphasis of the vulnerable areas to the meteorological-climatic risks on the territory of the Republic of Moldova.

The scientific novelty and originality: For the first time in the context of regional climate change were made: weather-climate characterization of summers in the Republic of Moldova for the last 30 years and elaboration of their register based on established summer types (hot / cold) by frequency, duration and intensity value of the thermal factor; estimating the climatic indices that highlight the temporal peculiarities of the manifestation of dry days, of the potential evaporation (E0) and of the Climatic Water Deficiency (DEF), in monthly and seasonal aspect; estimating the role of the physical-geographical factor in the redistribution of climatic indices at local level (based on the cartographic models regarding the thermal and pluviometry regime of the summer season), with the establishment of spatial differences regarding the sum of daytime temperatures over 15 °C, summer duration and number of dry days.

The obtained results which contribute to the solvation of the important scientific problem consist in establishing the spatio-temporal variability of the climatic parameters that characterize the summer season on the territory of the Republic of Moldova in the context of regional climate change, highlighting the vulnerable areas of the country, knowledge of which is extremely important for the proper adaptation of economic activities at regional and local level.

The theoretical significance. It was established the spatio-temporal variability of the current climatic conditions, as well as of the meteo-climatic risks, attributed to the summer season of the study period, with the quantification of the different manifestation degree of the thermal and pluviometric regime as well as of the unfavorable phenomena conditioned by the manifestation of dry days, potential evaporation, humidity deficit and pluviometric excesses.

The applicative significance:. It was elaborated a set of digital maps that reflects the spatio-temporal variability of the climatic parameters, with the emphasis on the vulnerable areas of the republic compared to the meteorological-climatic risks from the summer season. Also, were developed digital models and maps that display the current and expected climatic conditions (2016-2035) in the summer season at the commune and administrative district level, highlighting the vulnerable areas in the manifestation of the deficit, or on the contrary, of excess humidity.

The implementation of scientific results: a part of the scientific results obtained in the paper were implemented at the level of administrative district (Ialoveni) and commune (Sociteni) in order to adequately adapt the communities in these administrative-territorial units to regional and local climate change, being certified with 6 implementing acts, as well as the incorporation of these results in the Development Strategy of Ialoveni district, confirmed by the Incorporation Certificate. In addition, the scientific results obtained in this paper will be used in higher education institutions to teach courses in this field for students, masters and doctoral candidates.

LISTA FIGURILOR

	<i>Denumirea figurilor</i>	<i>pagina</i>
Figura 1.1.	Temperatura medie a aerului în luna iulie.....	21
Figura 1.2(a).	Temperatura medie a aerului în anotimpul de vară	22
Figura 1.2(b).	Regimul termic din sezonul de vară.....	22
Figura 1.3 (a, b)	Regimul pluviometric din sezonul de vară	23
Figura 1.4.	Probabilitatea asigurării de 10% a producerii verilor călduroase (a) și răcoroase (b) pe teritoriul Republicii Moldova	25
Figura 1.5.	Ajustarea valorilor empirice cu distribuțiile teoretice de repartiție (temperatura aerului în sezonul de vară, 1887-2019)	31
Figura 1.6.	Durata sezonului de vară la nivel de: țară (a), raion administrativ (b) - rl. Ialoveni) și comună (c) - c. Sociteni)	33
Figura 1.7.	Suma temperaturilor medii diurne peste 15°C la nivel de țară (a) raion administrativ (b) - rl. Ialoveni) și comună (c) - c. Sociteni).....	35
Figura 1.8.	Repartiția spațială a umidității relative a aerului (%) în lunile de vară (a) - iunie, b) - iulie, c) - august)	36
Figura 1.9.	Evoluția umidității relative a aerului în lunile de vară (a) - Briceni, b) - Chișinău, c) - Cahul)	37
Figura 2.1	Aproximarea valorilor empirice cu 45 de distribuții teoretice (Programul Statgraphics Centurion XVI)	43
Figura 2.2.	Interpretarea mezoclimatică a datelor prin intermediul Programului SURFER 8	45
Figura 2.3.	Elaborarea hărților digitale (Programul ArcGIS 10.2)	46
Figura 2.4.	Trihotomia șirului statistic de date ce caracterizează verile în Republica Moldova	50
Figura 2.5.	Variabilitatea temperaturii medii a anotimpului vara	52
Figura 2.6.	Numărul de cazuri ale lunilor de vară (a) - iunie, b) - iulie, c) - august) moderat calde și moderat reci în diferite intervale de timp.....	58
Figura 2.7.	Ponderea lunilor de iunie moderat reci (a) și moderat calde (b) în diferite intervale de timp	59
Figura 2.8.	Ponderea lunilor de iulie moderat reci (a) și moderat calde (b) în diferite intervale de timp	60
Figura 2.9.	Ponderea lunilor de august moderat reci (a) și moderat calde (b) în diferite intervale de timp	61

Figura 3.1.	Numărul zilelor uscate în anotimpul de vară (a) - Briceni, b) - Chișinău, c) - Cahul)	68
Figura 3.2.	Topul anilor cu valori semnificative ale numărului zilelor uscate (secetoase) (a) - Briceni, b) - Chișinău, c) - Cahul)	69
Figura 3.3.	Zilele uscate cu temperaturi diurne de: 25...28°C (a) - Briceni, iulie 2015); 25...30°C (b) - Chișinău, iulie 2015); 25...32°C (c) - Cahul, iulie 2007)	70
Figura 3.4.	Repartiția spațială a numărului zilelor uscate la nivel topoclimatic (VI) (a) - rl. Ialoveni, b) - c. Sociteni)	71
Figura 3.5.	Repartiția spațială a numărului zilelor uscate la nivel topoclimatic (VII) (a) - rl. Ialoveni, b) - c. Sociteni)	72
Figura 3.6.	Repartiția spațială a numărului zilelor uscate la nivel topoclimatic (VIII) (a) - rl. Ialoveni, b) - c. Sociteni)	73
Figura 3.7.	Repartiția spațială a numărului total al zilelor uscate la nivel topoclimatic (a) - rl. Ialoveni, b) - c. Sociteni)	74
Figura 3.8.	Mersul temporal al evaporabilității în lunile de vară (a) - iunie, b) - iulie, c) - august)	76
Figura 3.9.	Mersul temporal al evaporabilității în anotimpul de vară	77
Figura 3.10.	Repartiția spațială a evaporabilității în luna iunie (1961-2019), la nivel de raion administrativ (a) - rl. Ialoveni) și comună (b) - c. Sociteni)	78
Figura 3.11.	Repartiția spațială a evaporabilității în luna iulie (1961-2019), la nivel de raion administrativ (a) - rl. Ialoveni) și comună (b) - c. Sociteni)	79
Figura 3.12.	Repartiția spațială a evaporabilității în luna august (1961-2019), la nivel de raion administrativ (a) - rl. Ialoveni și comună (b) - c. Sociteni)	79
Figura 3.13.	Tendința de modificare a Deficitului de Apă Climatic pe teritoriul Republicii Moldova (a) - Briceni, b) - Chișinău, c) - Cahul)	81
Figura 3.14.	Valorile maxime ale DEF pe teritoriul Republicii Moldova	83
Figura 3.15.	Hărțile digitale ce reflectă valorile DEF în anotimpul de vară la nivel de raion (a) - rl. Ialoveni) și comună (b) - c. Sociteni)	84
Figura 4.1.	Proiecții climatice globale (a) și regionale (b) privind schimbarea climei în anotimpul de vară	89
Figura 4.2.	Model numeric, raionul Ialoveni (a) - harta altitudinilor absolute, b) - gradul de înclinație a pantei)	91

Figura 4.3.	Model numeric, raionul Ialoveni (a) - temperatura medie anuală în perioada 1986-2005, b) - temperatura medie anuală proiectată cu scenariul RCP 4.5 pentru anii 2016-2035)	92
Figura 4.4.	Model numeric, raionul Ialoveni (a) - temperatura medie a verii în perioada 1986-2005, b) - temperatura medie a verii proiectată cu scenariul RCP 4.5 pentru anii 2016-2035)	93
Figura 4.5.	Model numeric, raionul Ialoveni (a) - cantitatea anuală de precipitații în perioada 1986-2005, b) - cantitatea anuală de precipitații proiectată cu scenariul RCP 4.5 pentru anii 2016-2035)	94
Figura 4.6.	Model numeric, raionul Ialoveni (a) - cantitatea de precipitații căzute vara, în perioada 1986-2005, b) - cantitatea de precipitații proiectate în anotimpul de vară cu scenariul RCP 4.5 pentru anii 2016-2035)	95
Figura 4.7.	Model numeric, comuna Sociteni (a) - harta altitudinilor absolute, b) - gradul de înclinație a pantei)	96
Figura 4.8.	Model numeric, comuna Sociteni (a) - temperatura medie a verii în perioada 1986-2005, b) - temperatura medie a verii proiectată cu scenariul RCP 4.5 pentru anii 2016-2035)	97
Figura 4.9.	Model numeric, comuna Sociteni (a) - cantitatea de precipitații vara în perioada 1986-2005, b) - cantitatea de precipitații vara proiectată cu scenariul RCP 4.5 pentru anii 2016-2035)	98
Figura 4.10.	Indicele de Ariditate (Ia) în limitele raionului Ialoveni	100
Figura 4.11.	Necesarul în irigație (vara), raionul Ialoveni	101
Figura 4.12.	Indicele Periculozității Exceselor Pluviometrice (IPP) în limitele raionului Ialoveni	103

LISTA TABELELOR

	<i>Denumirea tabelelor</i>	<i>pagina</i>
Tabelul 1.1.	Modificarea sumelor temperaturilor diurne (°C) pe teritoriul Republicii Moldova	27
Tabelul 1.2.	Indicii climatici termici ce caracterizează anotimpul de vară pe teritoriul Republicii Moldova în perioada anilor 1961-2019	28
Tabelul 1.3.	Probabilitatea de manifestare (P,%) a verilor în Republica Moldova (1961-2019)	28
Tabelul 1.4.	Intensitatea și frecvența verilor, SM Briceni (1961-2019)	29
Tabelul 1.5.	Intensitatea și frecvența verilor, SM Chișinău (1961-2019)	29-30
Tabelul 1.6.	Intensitatea și frecvența verilor, SM Cahul (1961-2019)	30
Tabelul 1.7.	Indicii statistici ce caracterizează aproximarea temperaturii medii sezoniere (vara, 1887-2019) cu legile teoretice de repartiție	31
Tabelul 2.1.	Parametrii statistici ai temperaturilor medii lunare (VI, VII, VIII) din Republica Moldova pentru semestrul cald al anului în perioada 1887-2019	49
Tabelul 2.2.	Anomalii pozitive și negative ce caracterizează asprimea verilor în Moldova	49
Tabelul 2.3.	Amplitudinile pozitive și negative în lunile de vară din perioada 1887-2019 în Republica Moldova	50
Tabelul 2.4.	Numărul de cazuri cu diferite tipuri de veri în Republica Moldova pentru perioada anilor 1887-2019	52
Tabelul 2.5.	Registrul indexării diferitor tipuri de veri	53-54
Tabelul 2.6.	Registrul indexării anomaliilor pozitive și negative egale cu $\pm 0.5\sigma$ pentru fiecare lună aparte din anotimpul de vară	54-55
Tabelul 2.7.	Topul lunilor/anotimpului cu valori termice înalt semnificative	56
Tabelul 2.8.	Numărul cazurilor ce reflectă intervalele de manifestare de-a rândul a diferitor tipuri de veri	62

Tabelul. 3.1.	Valorile medii sezoniere de vară ale evaporabilității în diferite intervale de timp	75
Tabelul 4.1.	Clasificarea UNESCO/UNEP a climatelor în funcție de gradul de ariditate, conform Ia	100
Tabelul 4. 2.	Clasele de periculozitate pluvială, determinate după IPP.	102

LISTA ABVREVIERILOR

APC	Autorități publice centrale
APL	Autorități publice locale
DEF –	Deficitul de Apă Climatic
DS –	Deviația standard reziduală
DW –	Statistica Durbin - Watson
E ₀ –	Evaporația potențială
IGSU -	Inspectoratul General pentru Situații Urgență
IPCC –	Comisia Interguvernamentală pentru Schimbări Climatice
IPP –	Indicele pericolozității exceselor pluviometrice
MAE –	Eroare medie absolută
OMM –	Organizația Meteorologică Mondială
R ² –	Coeficient de determinare
RCP –	Atlas of Global and Regional Climate Projections
RUV –	Radiații ultraviolete
SIG –	Sisteme Informaționale Geografice
SHS –	Serviciul Hidrometeorologic de Stat
UNEP –	United Nation Environment Programme
UNESCO –	Organizația Națiunilor Unite pentru Educație, Știință și Cultură

INTRODUCERE

Actualitatea și importanța temei abordate. Problema cunoașterii și evidențierii variabilității spațio-temporale a condițiilor climatice sezoniere, în contextul schimbărilor climatice regionale, devine tot mai actuală și foarte importantă. În anotimpul de vară, condițiile climatice se caracterizează prin valori extreme și dinamică deosebit de accentuată, iar în unele cazuri au loc riscuri meteo-climatice cu intensitate foarte mare, care pot prezenta pericole semnificative pentru roada culturilor agricole, îndeosebi pentru sectorul agricol al Republicii Moldova, rolul căreia este încă impunător pentru economia țării, dar și cel mai vulnerabil în fața riscurilor meteo-climatice tot mai frecvente și mai intensive. Într-un termen destul de scurt riscurile meteo-climatice pot submina semnificativ rezultatele investițiilor pentru dezvoltarea agriculturii și rămân a fi unul din cele mai serioase obstacole în realizarea dezvoltării durabile și diminuării sărăciei în acest sector economic.

Deși în aprecierea climei sunt utilizați o multitudine de indici climatici, specificul manifestării anotimpului de vară la nivel regional determină elaborarea și implementarea de noi indici, capabili de a evidenția particularitățile specifice în aspect anotimpual, gradul de variabilitate termică sau de pericolozitate a extremelor pluviometrice. Creșterea frecvenței și intensității riscurilor meteo-climatice este consecința schimbărilor climatice regionale, având un impact la fel de major asupra economiei naționale ca și variabilitatea spațio-temporală a parametrilor climatici [10, 11, 12, 26, 27, 30, 36, 44, 45, 61, 63, 140].

Alternările frecvente ale perioadelor uscate însoțite de ploi torențiale, atestate cu precădere în lunile de vară, pot influența direct productivitatea culturilor agricole și, respectiv, veniturile populației rurale din țară. De asemenea, variabilitatea sporită a temperaturii aerului și cantității de precipitații atmosferice pot destabiliza terenurile arabile prin riscul manifestării inundațiilor și a pericolului declanșării alunecărilor de teren [34, 43, 108, 109, 128, 130, 137].

Variabilitatea mare din ultimii ani a parametrilor climatici a influențat destul de mult specificul manifestării în timp și spațiu a condițiilor climatice ce caracterizează sezonul de vară în Republica Moldova. Intensificarea procesului de aridizare climatică, majorarea numărului zilelor uscate, sporirea valorilor evaporabilității în toate lunile de vară și, respectiv, creșterea necesarului natural hidric pentru asigurarea bilanțului de umiditate în ecosistemele naturale și antropizate a determinat efectuarea investigațiilor propuse [146].

Deși sunt cunoscute unele cercetări realizate la nivel regional privind specificul climatic al acestui anotimp [142], manifestarea sezonului de vară în decursul perioadei deceniului trecut (2010-2019) a schimbat esențial structura temporală a verilor în limitele Republicii Moldova. În

aceiași timp, nu sunt suficiente datele privind variabilitatea spațio-temporală a indicilor climatici ce caracterizează această perioadă, inclusă în evaluările internaționale actuale [91, 92, 93, 94].

Așadar, actualitatea și importanța problemei ce ține de cunoașterea variabilității spațio-temporale a sezonului de vară reiese din schimbările globale, regionale și locale ale climei, lipsa informației din ultimele decenii privind necesitatea și posibilitatea diminuării consecințelor factorilor meteo-climatici de risc, care au loc în acest anotimp.

Scopul lucrării constă în stabilirea variabilității spațio-temporale a parametrilor climatici ce caracterizează anotimpul de vară pe teritoriul Republicii Moldova în contextul schimbărilor climatice regionale, cu evidențierea arealelor vulnerabile ale republicii față de riscurile meteo-climatice din sezonul de vară, cunoașterea cărora este extrem de importantă pentru adaptarea adecvată a activităților economice la nivel regional și local.

Obiectivele cercetării:

- identificarea, colectarea și procesarea datelor statistice ce caracterizează variabilitatea spațio-temporală a parametrilor climatici și a riscurilor meteo-climatice pe teritoriul Republicii Moldova pentru anotimpul de vară, cu elaborarea bazelor informaționale de date pentru perioada de studiu 1961-2019;
- calculul indicilor climatici, utili în evidențierea particularităților temporale de manifestare a zilelor uscate, a evaporabilității și a deficitului de apă climatic în lunile de vară;
- clasificarea verilor (calde/reci) după gradul de intensitate a factorului termic pe teritoriul republicii și elaborarea registrului acestora;
- elaborarea hărților digitale la nivel regional și local (topoclimatic), ce reflectă condițiile climatice actuale în anotimpul de vară, cu evidențierea pe teritoriul Republicii Moldova a arealelor vulnerabile față de riscurile meteo-climatice semnificative din perioada de vară.

Ipoteza de cercetare:

1. S-a presupus modificarea parametrilor meteo-climatici ai verilor din ultimii 30 de ani pentru teritoriul Republicii Moldova, în contextul schimbărilor climatice regionale și locale.
2. Condițiile topoclimatice (microclimatice) ale verilor la nivel local sunt influențate atât de schimbările climatice regionale și locale, cât și de gradul de fragmentare a reliefului: altitudinea absolută, expoziția și înclinația pantei.

Sinteza metodologiei de cercetare și justificarea metodelor de cercetare alese.

Studiul de față a fost realizat prin mijloace moderne de lucru, utilizând metode precum: analiza/sinteza cartografică, statistico-matematică, sistemică, comparativă, modelare și tehnici SIG. Datele valorice primare privind manifestarea spațio-temporală a parametrilor climatici și a

riscurilor meteo-climatice din republică pentru anotimpul de vară, folosite în studiu, au fost sistematizate, prelucrate, interpretate grafic și cartografic cu ajutorul programelor statistice – Statgraphics XVI, SURFER 8, Instat Plus și ArcGIS 10.2.2.

Utilizarea acestor metode și programe pentru procesarea datelor factologice au permis stabilirea variabilității parametrilor climatici și a riscurilor meteo-climatice din țară pentru anotimpul de vară, în contextul schimbărilor climatice regionale, cu elaborarea unui set de hărți digitale ce reflectă variabilitatea parametrilor climatici în spațiu și timp, precum și diferențierea spațială a arealelor vulnerabile ale republicii față de riscurile meteo-climatice din sezonul de vară.

Noutatea și originalitatea științifică. Pentru prima dată, în contextul schimbărilor climatice regionale, au fost realizate: caracterizarea meteo-climatică a verilor din Republica Moldova pentru ultimii 30 de ani și elaborarea registrului acestora în baza tipurilor stabilite de veri (calde/reci) după frecvență, durată și intensitatea valorică a factorului termic; estimarea indicilor climatici care scot în evidență particularitățile temporale de manifestare a zilelor uscate, a evaporației potențiale (E_0) și a Deficitului de Apă Climatic (DEF), în aspect lunar și anotimpual; estimarea rolului factorului fizico-geografic în redistribuirea indicilor climatici la nivel local (în baza modelelor cartografice, privind regimul termic și pluviometric din sezonul de vară), cu stabilirea diferențierilor spațiale, privind sumele temperaturilor diurne peste 15 °C, a duratei verilor și a numărului de zile uscate.

Problema științifică importantă soluționată constă în stabilirea variabilității spațio-temporale a parametrilor climatici ce caracterizează anotimpul de vară pe teritoriul Republicii Moldova, în contextul schimbărilor climatice regionale, cu evidențierea arealelor vulnerabile ale republicii față de riscurile meteo-climatice din sezonul de vară, cunoașterea căreia este extrem de importantă pentru adaptarea adecvată a activităților economice la nivel regional și local.

Semnificația teoretică. A fost stabilită variabilitatea spațio-temporală a condițiilor climatice actuale, inclusiv a riscurilor meteo-climatice, atribuite la sezonul de vară din perioada de studiu, prin cuantificarea gradului diferit de manifestare spațio-temporală a regimului termic și pluviometric, precum și a fenomenelor nefavorabile condiționate de manifestare: a zilelor uscate, a evaporației potențiale, a deficitului de umiditate și a exceselor pluviometrice.

Valoarea aplicativă a lucrării: a fost elaborat registrul verilor pentru teritoriul Republicii Moldova, care are semnificație pentru sectorul agricol al țării; au fost calculați indicii climatici care scot în evidență particularitățile spațio-temporale de manifestare a zilelor uscate, a evaporației potențiale (E_0), a Deficitului de Apă Climatic (DEF), în aspect lunar și anotimpual, cu stabilirea diferențierilor spațiale la nivel local (topoclimatic), privind sumele temperaturilor diurne peste intervalul de 15 °C, a duratei verilor și a numărului de zile uscate etc.

A fost elaborat un set de hărți digitale ce reflectă variabilitatea spațio-temporală a parametrilor climatici, inclusiv hărți ce evidențiază arealele vulnerabile de pe teritoriul republicii, față de riscurile meteo-climatice din sezonul de vară. De asemenea, au fost elaborate modele cartografice și hărți digitale ce reflectă condițiile climatice actuale și cele prognozate (2016-2035) pentru sezonul de vară la nivel de raion administrativ și comună, cu evidențierea arealelor vulnerabile în manifestarea deficitului sau, dimpotrivă, a excesului de umiditate, a evaporației potențiale și a necesarului în irigație.

Implementarea rezultatelor științifice obținute: Unele rezultate științifice obținute (indici climatici care scot în evidență particularitățile temporale de manifestare a zilelor uscate, a evaporației potențiale, a *DEF*, în aspect lunar și anotimpual; diferențierile spațiale la nivel topoclimatic privind sumele temperaturilor diurne peste 15 °C, durata verilor, numărul de zile uscate), au fost implementate la nivel de raion administrativ (Ialoveni) și comună (Sociteni). Implementarea rezultatelor științifice menționate au fost documentate printr-un *Certificat de încorporare* a rezultatelor științifice obținute în Strategia de dezvoltare a raionului Ialoveni și șase *Acte de implementare* a rezultatelor menționate, în vederea realizării măsurilor de adaptare adecvată a comunităților respective către schimbările climatice atestate în lucrare. De asemenea, rezultatele științifice obținute în această lucrare vor fi utilizate în instituțiile superioare de învățământ, la predarea cursurilor din domeniul respectiv pentru studenți, masteranzi și doctoranzi.

Aprobarea rezultatelor științifice. Rezultatele științifice ale studiului efectuat au fost prezentate și discutate în cadrul diverselor conferințe științifice naționale și internaționale: Conferința științifică cu participare internațională „Biodiversitatea în contextul schimbărilor climatice”, UnAȘM, Chișinău, 25 noiembrie, 2016; Simpozionul Internațional „Sisteme Informaționale Geografice”, Iași, Universitatea „Al. I. Cuza”, 2017; Simpozionul Internațional „Mediul și dezvoltarea durabilă”, Iași, România, 2017; Simpozionul Internațional „Sisteme Informaționale Geografice”, Iași, România, 2018; Simpozionul Internațional „Mediul și dezvoltarea durabilă”, Iași, România, 15-17 octombrie 2018; Conferința Științifică cu Participare Internațională „Biodiversitatea în contextul schimbărilor climatice”, USDC, Chișinău, 2019; Simpozionul Internațional „Sisteme Informaționale Geografice”, Cluj-Napoca, România, 2019; Simpozionul Internațional „Mediul și dezvoltarea durabilă”, Iași, România, 15-17 octombrie 2019.

Sumarul compartimentelor tezei

Teza constă din: introducere, patru capitole, concluzii generale și recomandări, bibliografie din 159 de titluri, 111 pagini de text de bază, 45 de figuri și 18 tabele, volumul total al tezei fiind de 132 de pagini.

În *Introducere* este descrisă actualitatea temei de cercetare, obiectivele cercetărilor, ipoteza de cercetare, scopul, noutatea științifică a rezultatelor obținute, importanța teoretică și valoarea aplicativă a lucrării.

Capitolul 1 „Considerații generale privind caracterizarea anotimpului de vară pe teritoriul Republicii Moldova” este compus din două subcapitole care includ un scurt istoric al cercetărilor și descrierea climatică generală a verilor pe teritoriul Republicii Moldova. Ca urmare a analizei efectuate, a fost stabilită frecvența și variabilitatea spațio-temporală a temperaturii medii a anotimpului de vară în perioada contemporană (1961-2019), care denotă o creștere a acesteia pe măsura deplasării pe teritoriul Republicii Moldova de la nord la sud. A fost scoasă în evidență influența latitudinii geografice și a altitudinii absolute în manifestarea sumelor temperaturilor medii diurne, ce marchează începutul și sfârșitul verii. Au fost relevate particularitățile spațio-temporale de manifestare a umidității relative a aerului.

Capitolul 2 „Materiale inițiale și metode de cercetare” pune în valoare problema abordării analitice a utilității metodelor contemporane de evaluare a potențialului climatic din sezonul de vară. În baza deviației standard (σ), indice ce reflectă variabilitatea regimului termic, au fost clasificate verile după regimul termic, cuantificându-se diferite tipuri de veri calde și reci. Ca rezultat, a fost posibilă elaborarea registrului verilor după gradul de intensitate a factorului termic. În baza acestui registru a fost stabilit caracterul de manifestare în timp a verilor moderat calde / relativ calde / calde / foarte calde și moderat reci / relativ reci / reci / foarte reci. S-a evidențiat ponderea predominării unui anumit tip de vară pentru diferite intervale de referință.

Capitolul 3 „Analiza spațio-temporală a indicilor ce caracterizează condițiile anotimpuale” scoate în evidență variabilitatea spațio-temporală a numărului de zile uscate, a evaporabilității, a Deficitului de Apă Climatic și, respectiv, a necesarului natural în apă pentru areale concrete în lunile de vară. În contextul schimbărilor climatice regionale și locale din ultimele trei decenii, în premieră, în baza studiului de caz, a fost concretizată influența semnificativă a expoziției și gradului de înclinație a versanților (suplimentar la latitudinea geografică și altitudinea absolută) în redistribuirea indicilor climatici la nivel local în unități administrativ-teritoriale concrete (r-nul Ialoveni, c. Sociteni). Sunt evidențiate tendințele regionale de manifestare a indicilor nominalizați mai sus, care atestă o majorare semnificativă a valorilor în ultimele decenii, de care fapt este necesar să se țină cont în luarea măsurilor adecvate de adaptare către noile condiții climatice anotimpuale.

În capitolul 4 „Schimbările climatice anotimpuale la nivel local și posibilități de încorporare în Strategiile de dezvoltare”, în contextul analizei schimbărilor climatice regionale de pe teritoriul Republicii Moldova, în baza studiului de caz, au fost calculate și

stabilite condițiile climatice și microclimatice actuale din anotimpul de vară, inclusiv cele prognozate pentru perioada 2016-2035, pe exemplul raionului administrativ-teritorial Ialoveni și comunei Sociteni, utilizând SIG. Astfel, rezultatele obținute, privind schimbările climatice și microclimatice la nivel local (pe exemplul raionului Ialoveni), au fost incluse în Strategiile de dezvoltare a raionului Ialoveni, în calitate de repere a măsurilor preconizate pentru diminuarea consecințelor negative a riscurilor meteo-climatice regionale și locale.

Compartimentul **„Concluzii generale și recomandări”** generalizează principalele rezultate științifice obținute și prezintă semnificația aplicativă prin recomandările înaintate.

Compartimentul **„Bibliografie”** conține 159 de surse citate în text.

Compartimentul **„Anexe”** include actele de implementare a rezultatelor științifice.

1. CONSIDERAȚII GENERALE PRIVIND CARACTERIZAREA ANOTIMPULUI DE VARĂ PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA

Variabilitatea climatică și, respectiv, schimbările climatice din ultimele decenii sunt în vizorul comunității științifice, datorită ritmului sporit cu care are loc creșterea temperaturii medii globale, fiind în plină amploare și reprezentând o realitate a zilelor noastre [5, 18, 25, 39, 40, 41, 51, 53, 69, 113, 116, 123, 124]. Consecințele schimbărilor climatice, exprimate prin alternările frecvente ale perioadelor reci-calde și a celor uscat-umede, se atestă și în perioada caldă a anului, în anotimpul de vară, iar extremele termice și pluviometrice, manifestate în ultimii ani, sunt însoțite de pierderi materiale semnificative, ceea ce condiționează studierea componentei climatice pe anotimpuri aparte – informație extrem de utilă în luarea diverselor decizii cu caracter aplicativ [126, 136, 141, 146].

1.1. Scurt istoric și gradul de studiu al problemei de cercetare

Conform unor cercetări științifice [11, 130, 159], începutul anotimpului de vară, din punct de vedere meteorologic, are loc atunci când temperatura medie zilnică a aerului trece stabil prin +15 °C. De obicei, acest anotimp se menține din a doua jumătate a lunii mai până în a doua decadă a lunii septembrie.

Sezonul de vară, în limitele Republicii Moldova, este de durată, fiind un anotimp cu vreme caldă, uneori caniculară și deseori cu un mare deficit pluviometric. Sau se caracterizează, dimpotrivă, printr-o cantitate maximă de precipitații cu valori de peste 45-50% din suma anuală (210 mm în nordul republicii și 150 mm în centrul ei). Maximele zilnice pluviometrice oscilează teritorial între 70 și 220 mm, fiind preponderent determinate de cicloanele meridionale sud-vestice și nord-vestice. Deseori precipitațiile condiționate de aceste cicloane sunt însoțite de furtuni, căderi masive de grindină și poartă predominant caracter torențial.

Cu toate acestea, vara este secetoasă, toridă și aridă, cu intensificarea majoră a evotranspirației. În cea mai caldă lună a anului (iulie), temperaturile medii diurne pot varia între 22 și 28 °C, iar maximele zilnice pot atinge valori de peste 40 °C. Valurile de căldură reprezintă nu altceva decât rezultatul pătrunderii dinspre sud a maselor de aer tropical-continentale. La suprafața solului, pe lângă normele termice (24...27 °C), maximele, în anumite zile, pot constitui valori de 62...66 °C. În aspect multianual, regimul termo-pluviometric, ce caracterizează verile regionale, se evidențiază printr-o mare variabilitate spațio-temporală. De aceea, acestui anotimp îi sunt specifice atât riscul secetelor frecvente și intensive, uneori foarte intensive (circa 40-45% din ani), cât și pericolul declanșării inundațiilor puternice, favorizate de către excesele

pluviometrice diurne. În comparație cu alte anotimpuri, viteza medie sezonieră a vântului este relativ mică și constituie 2,0-3,5 m/s.

Caracterizarea climatică generală a acestui anotimp se conține în lucrările [130, 142], sunt editate către sfârșitul anilor '70 ai secolului trecut și nu reflectă perioada schimbărilor climatice din ultimele decenii. Astfel, pentru perioada estivală, în lucrările sus menționate, găsim harta-schemă a repartiției spațiale a temperaturii medii a aerului în luna iulie (figura 1.1), reprezentată doar prin trei izolinii cu diferențieri spațiale de 2 °C de la nord spre sud. În partea de nord aceasta constituie 20 °C, în partea centrală și de sud temperatura medie a lunii iulie este de 21 °C și 22 °C corespunzător.

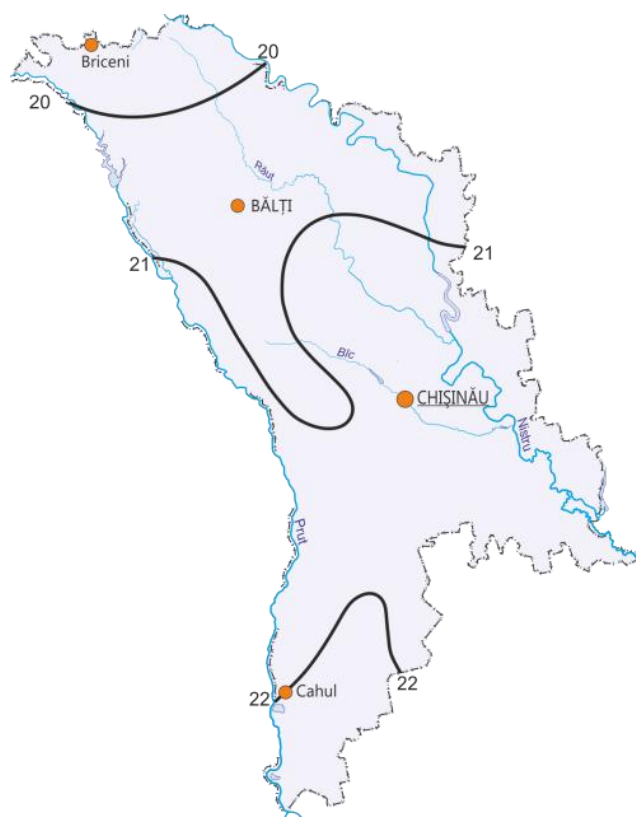
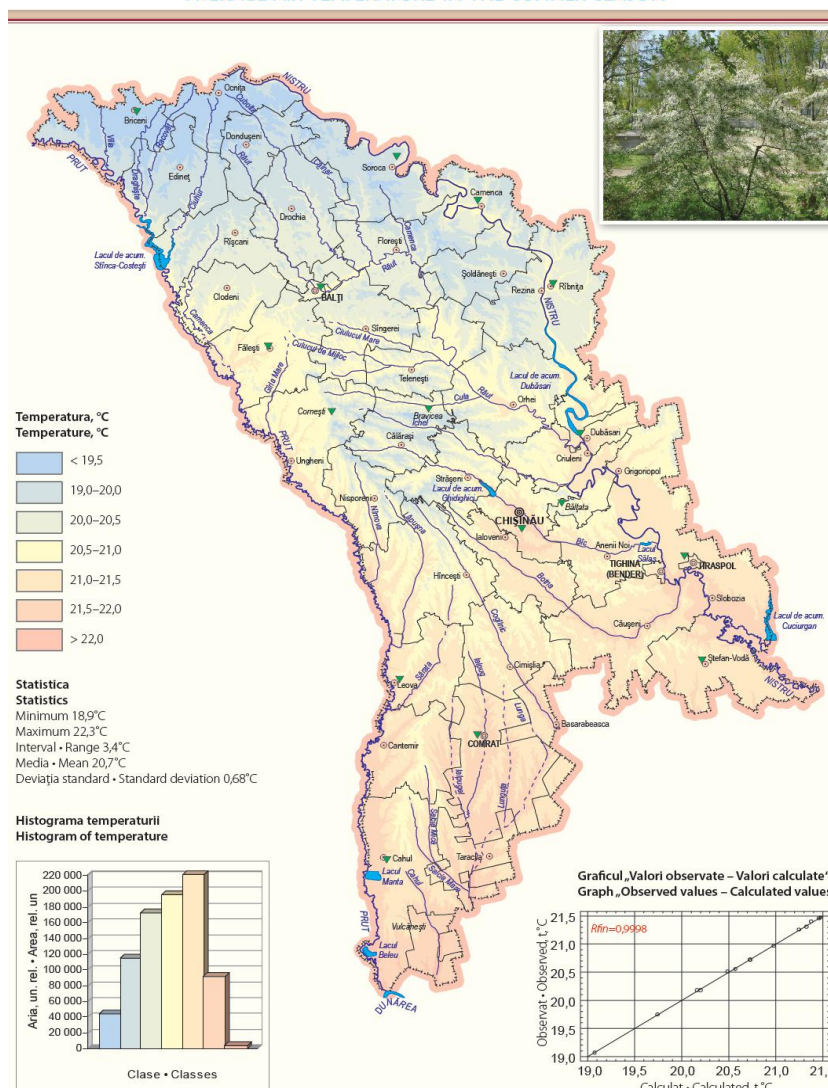


Fig. 1.1. Temperatura medie a aerului în luna iulie [142]

Serviciul Hidrometeorologic de Stat (SHS) oferă informație mai actualizată, dar generalizată pentru caracterizarea sezonului de vară, însă, pentru practica agricolă și alte activități cotidiene sunt necesare date mai detaliate. O informație mai amplă și analitică a parametrilor climatici pentru anotimpul de vară, în profil spațio-temporal, se conține în Atlasul Resursele Climatice ale Republicii Moldova [159] editat în 2013 (figura 1.2 a, b; figura 1.3. a, b), care include date pentru o perioadă de mai mult de un secol (1887-2010). Această sursă, de asemenea, nu conține informația climatică din ultimii 10 ani (2011-2020) pentru anotimpul de vară, care a înregistrat modificări importante în regimul termic și pluviometric, perioadă de timp în care s-a schimbat semnificativ „comportamentul” verilor în contextul schimbărilor climatice.

TEMPERATURA MEDIE A AERULUI ÎN ANOTIMPUL DE VARĂ
AVERAGE AIR TEMPERATURE IN THE SUMMER SEASON



a)

Fig. 1.2 (a). Temperatura medie a aerului în anotimpul de vară [52]

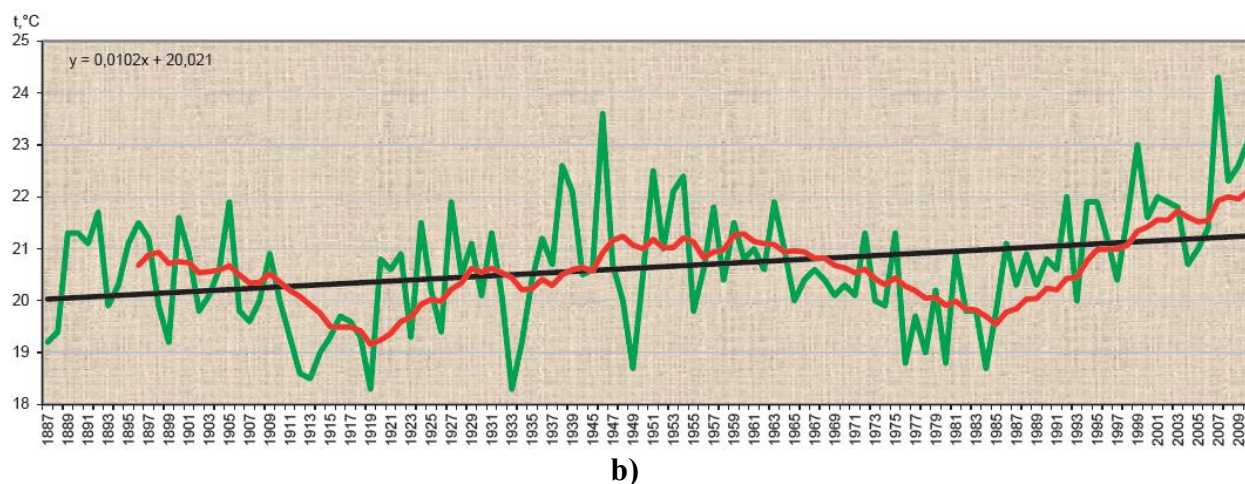
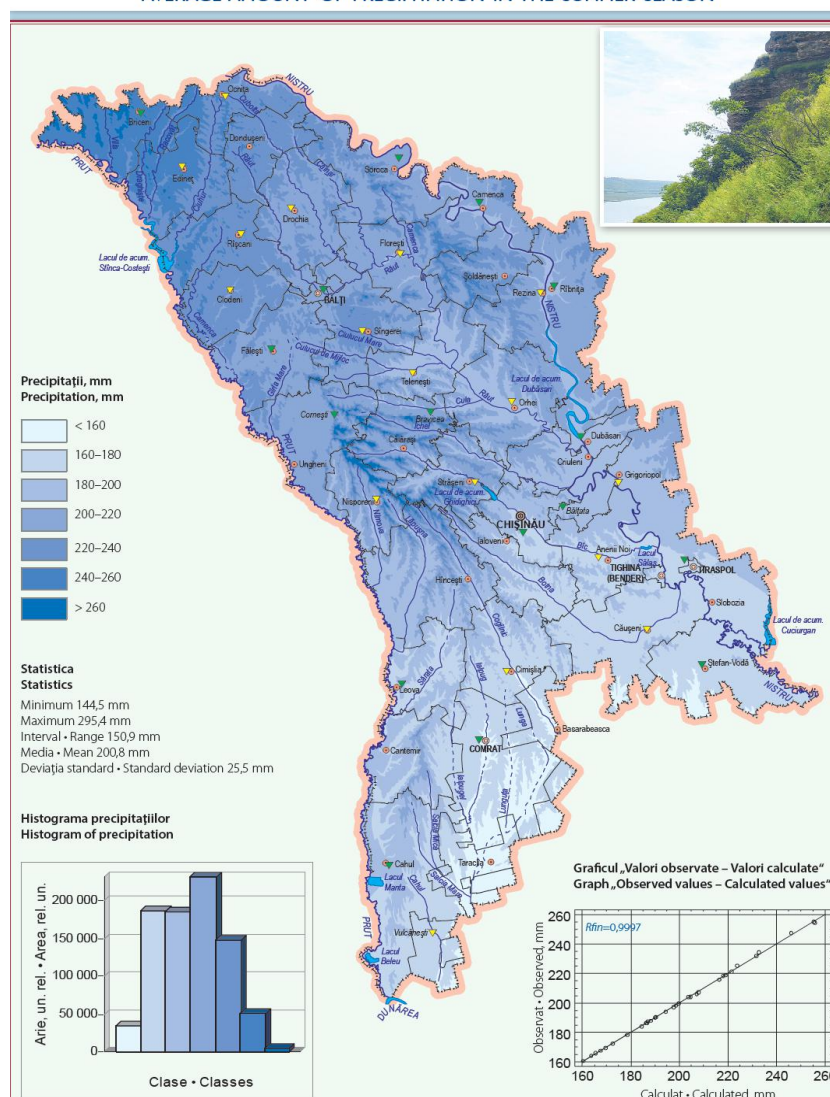


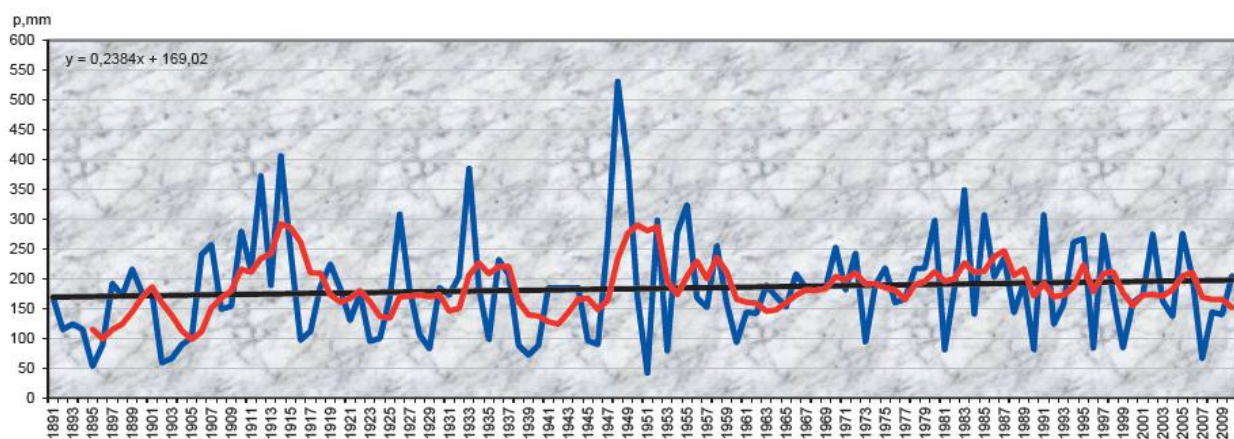
Fig. 1.2 (b). Regimul termic din sezonul de vară [52]

CANTITATEA MEDIE DE PRECIPITAȚII ÎN ANOTIMPUL DE VARĂ
AVERAGE AMOUNT OF PRECIPITATION IN THE SUMMER SEASON



a)

Fig. 1.3 (a). Regimul pluviometric în anotimpul de vară [52]



b)

Fig. 1.3 (b). Regimul pluviometric din sezonul de vară [52]

Caracterizarea climatică și agroclimatică a anotimpurilor pe teritoriul Republicii Moldova, inclusiv în profil spațio-temporal, o găsim în lucrările științifice ale cercetătorilor din republică: dr. V. Proca, acad. T. Constantinov, m. c. M. Nedelcov, dr. hab. V. Sofroni, dr. I. Boian, dr. A. Puțuntică, dr. R. Domenco, dr. A. Gămureac etc. Această problemă este abordată pentru teritoriul României de către cercetătorii: dr. R. Bojariu, prof. univ. L. Apostol, dr. E. Erhan, dr. C. Patriche, prof. univ. S. Ciulache, prof. univ. I. Haidu etc.

În lucrările științifice ale cercetătorilor nominalizați, sezonul de vară este precăutat, direct sau indirect, prin prisma studiului anumitor parametri climatici, care uneori au fost evaluați aparte pe luni sau pentru tot sezonul [1, 2, 3, 15, 10,11, 16, 17, 25, 28, 29, 32, 33, 67].

Caracterizarea climatică anotimpuală, pe exemplul iernilor, o găsim și în lucrările cercetătorilor din Rusia: B. Sazonov, O. Drozdov, A. Efanova etc. [131, 132, 133, 134]. Pentru prima dată, în condițiile Republicii Moldova, clasificarea iernilor după gradul de asprime, conform deviației standard (sigmei), aparține m. c. M. Nedelcov [56].

Tipizarea verilor, în Republica Moldova, are la bază același criteriu de clasificare după factorul termic, adică deviația standard (sigma), deoarece, pentru regimul termic, acest indice statistic indică gradul de variabilitate termică.

Manifestarea verilor răcoroase are loc cu o probabilitate de 10% ani și confirmă cele expuse de m.c. M. Nedelcov [56]. În cazul verilor călduroase, ce au o probabilitate de manifestare de 10%, temperatura medie sezonieră poate constitui 20,7 °C în nordul țării, iar în sud-estul țării aceasta poate însuma valori de 22,7 °C, fiind din nou cu 2 °C mai ridicată. În partea centrală a republicii, temperatura medie sezonieră poate înregistra valori de la 21,7 °C în altitudine și până la 22,2 °C pe formele joase de relief (figura 1.4. a.)

În cazul verilor răcoroase, care au loc cu o probabilitate de 10% ani, în partea de nord a țării, temperatura medie sezonieră poate să constituie 17,9 °C în nordul țării și 19,9 °C în sudul țării, respectându-se în spațiu (dintre nordul și sudul republicii) diferența de 2 °C. În partea centrală a țării, la altitudini mai mari, temperatura medie sezonieră a aerului este de 18,9 °C, iar în locurile joase de relief aceasta poate să atingă valori de 19,4 °C (figura 1.4. b.).

Este cert faptul că o asemenea distribuție în timp și spațiu a temperaturii medii sezoniere, ce se poate manifesta odată în 10 ani în cazul verilor călduroase și răcoroase, asigură în mod diferit teritoriul Republicii Moldova cu resurse termice pe parcursul acestui anotimp.

Din aceste considerente, este extrem de importantă cunoașterea intensității și frecvenței de manifestare a parametrilor climatici ce caracterizează sezonul de vară la nivel de țară, dar și la nivel local.

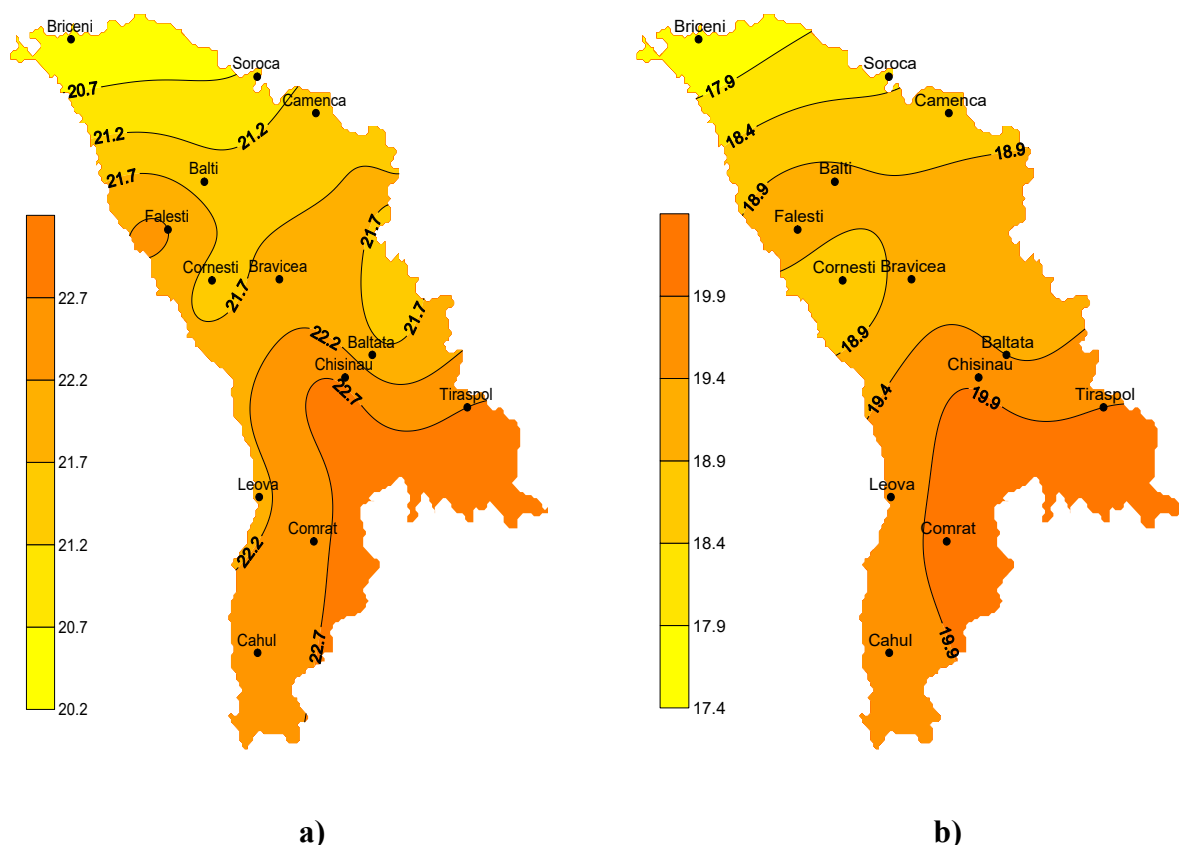


Fig. 1.4. Probabilitatea asigurării de 10% a producerii verilor călduroase (a) și răcoroase (b) pe teritoriul Republicii Moldova (originală)

În analizele temporale s-a ținut cont de metodologia autohtonă de estimare elaborată pe parcursul a mai multor ani, cu interpretare la nivel local, topoclimatic, realizată în cadrul Laboratorului Climatologie și Riscuri de Mediu din cadrul Institutului de Ecologie și Geografie, inițial prin organizarea observațiilor microclimatice (topoclimatice) în diferite forme de relief, apoi prin dezvoltarea și utilizarea SIG – ca instrument de cercetare științifică. Astfel, utilizarea tehnologiilor SIG asigură evidența și analiza unui volum impunător de date, care este imposibil de a fi prelucrate în mod tradițional.

1.2. Considerații actuale privind manifestarea anotimpului de vară pe teritoriul Republicii Moldova

Ritmul accelerat, cu care se manifestă fenomenul schimbărilor climatice, este reflectat și în **Raportul de Evaluare Climatică** pentru anii 2015-2019 [315], în care se menționează că, față de perioada anterioară 2011-2015, cea curentă, de cinci ani 2015-2019, a înregistrat o creștere continuă a emisiilor de dioxid de carbon și o creștere accelerată și majoră a concentrației atmosferice a gazelor cu efect de seră (GES), cu rate de creștere de aproape 20%. Valurile de căldură în timpul verii au fost cele mai frecvente fenomene nefavorabile care au afectat toate

continentele și au rezultat noi înregistrări de incendii neprevăzute în Europa, America de Nord și alte regiuni.

Anii 2015-2019 au fost cei mai calzi ani în seria observațiilor instrumentale. Temperatura medie globală pe uscat, pentru 2015-2019, care este estimată în prezent la $1,1 \pm 0,1$ °C peste nivelul preindustrial (1850-1900), este, prin urmare, cea mai caldă din orice perioadă echivalentă înregistrată și este cu 0,2 °C mai caldă decât media pentru 2011-2015. În ultimii ani (2015-2019), comparativ cu perioada de cinci ani 2011-2015, au căzut mai puține precipitații atmosferice în Europa, regiune în care se atestă și un fond termic ridicat [153, 154].

De aceea, este extrem de util ca, în baza unui volum imens de date climatice actualizate, să se scoată în evidență trăsăturile specifice care caracterizează verile pe teritoriul Republicii Moldova.

Schimbările climatice și circulația generală a atmosferei din regiune pot influența substanțial durata de manifestare a verilor comparativ cu media ei multianuală. În limitele țării, cel mai timpuriu, vara s-a manifestat în decada a treia a lunii aprilie, pe o mare parte a teritoriului, în anul 1968, iar cel mai târziu, verile, în Republica Moldova, s-au semnalat în prima decadă a lunii iunie (1955, 1991).

Conform datelor oferite de către SHS, [159] temperatura medie multianuală a aerului, ce caracterizează sezonul de vară, variază în limitele $+18,5..+21,0$ °C. Anii cu verile cele mai calde sunt cele din ultima perioadă de timp și anume: 2007, 2012, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, când temperatura medie sezonieră a depășit cu mult (cca 3...4 °C) norma climatică din ultimii ani. Cele mai reci veri au fost în anii 1976 și 1984, când valorile termice nu a întrecut pragul de $+16,0..+19,0$ °C. Cu toate că cea mai caldă lună este iulie, maximele termice absolute au fost înregistrate în luna august a anului 2012, fiind de +42,4 °C (SM Fălești, 7 august 2012). Minimele absolute în aer, de doar +1,6 °C, au fost înregistrate la SM Briceni (1955) și de -0,4 °C la suprafața solului, tot la SM Briceni (1990) [159].

Conform datelor SHS, [159] numărul maximal al zilelor caniculare este de 39 zile la Briceni (2012) și 62 zile la Bravicea (a. 2012) [159]. În ultima perioadă de timp a crescut esențial numărul de zile cu valori ale temperaturii aerului de +39 °C și mai mult. Astfel, în perioada anilor 2000-2019, doar în 4 ani n-a fost atins acest prag termic.

Variabilitate climatică mare se atestă și în cadrul regimului precipitațiilor atmosferice, care, în aspect multianual, variază de la 170-235 mm – ca normă climatică sezonieră - până la valori de 37 mm (Cahul, a. 1924) sau 531 mm (Chișinău, a. 1948). După cum s-a menționat și anterior, vara, în paralel cu secetele puternice și foarte puternice care se înregistrează pe teritoriul Republicii Moldova în medie o dată în 5 ani, sunt frecvente și aversele [159], care

deseori sunt însoțite de descărcări electrice (în medie câte 17-25 zile) și căderi de grindină (în medie câte 3-9 zile).

Calculul indicilor statistici privind sumele temperaturilor medii diurne peste 15 °C, demonstrează variabilitatea acestora în diferite etape de evoluție a climei. Remarcăm faptul că, dacă în cercetările anterioare (perioada 1960-2009), diferențierile spațiale dintre etapele indicate în tabelul 1.1. erau neesențiale (27,5 °C), în prezent constatăm că sumele temperaturilor medii diurne peste 15 °C substanțial s-au majorat (135,6 °C), cu precădere în ultimii ani (1991-2019), față de perioada anilor 1960-2009, inclusă în cercetările anterioare.

Tabelul 1.1. Modificarea sumelor temperaturilor diurne (°C) pe teritoriul Republicii Moldova

Perioade de referință	T>15 °C
I. 1960-2009	2677,7
II. 1989-1999	2705,2
diferența	27,5
I. 1961-2019	2749,3
II. 1991-2019	2884,8
diferența	135,6

Ținând cont de faptul că aceste valori (suma temperaturilor diurne) s-au majorat de la 2749,3 °C la 2884,8 °C, putem constata că noul fond termic atestat în cadrul sezonului de vară creează noi condiții în selectarea soiurilor de culturi agricole, reieșind din consecințele schimbărilor climatice actuale (tabelul 1.1.).

Cu siguranță că acumularea diferită a sumelor temperaturilor diurne influențează în mod diferit și asupra manifestării diferitelor perioade de ontogeneză a culturilor agricole.

Se observă o declanșare mai timpurie a anotimpului cald și o întârziere a plecării acestuia, conform datelor de trecere a temperaturilor diurne peste 15 °C, care marchează începutul sau sfârșitul verilor pe teritoriul Republicii Moldova. În găsirea unor soluții adecvate de adaptare către schimbările climatice, este necesară, după părerea noastră cunoașterea variabilității spațio-temporale a parametrilor climatici ce caracterizează verile în republică, accentul fiind pus pe ultimele decenii – perioadă de timp în care variabilitatea climatică a luat nuanțe cu mult mai accentuate comparativ cu perioadele anterioare [5, 51, 57, 58].

Cu toate că consecințele ecologice și social-economice ale încălzirii globale a climei nu este la fel pretutindeni, în Republica Moldova, orice fluctuații palpabile aduc cu sine anumite consecințe. În contextul orientării sale agrare, țara noastră devine foarte vulnerabilă către asemenea fluctuații. Secetele foarte puternice din anii 2007, 2012, 2015, 2019, 2020, inundațiile catastrofale din 2008 și 2010 – reprezintă cele mai actuale și demonstrative argumente.

Prejudiciile materiale aduse economiei naționale de pe urma manifestării acestor fenomene meteo-climatice extreme au fost cele mai semnificative înregistrate în ultimii 70 de ani.

Deci, data trecerii temperaturilor diurne peste/sub un anumit nivel (marcând începutul și sfârșitul anotimpurilor), suma temperaturilor active ce caracterizează intervalele de timp susmenționate au format baza informațională de date necesară în evidențierea particularităților specifice la nivel de țară privind caracterul verilor în contextul schimbărilor climatice regionale.

În aspect regional, limitele variabilității fondului termic ce caracterizează anotimpul de vară în perioada contemporană (tabelul 1.2.) constituie 16,3 °C...21,7 °C față de media multianuală de 18,9 °C în nordul țării. În partea centrală și de sud a țării, valorile termice, practic, sunt aceleași și variază în limitele 18,6 °C...24,6 °C față de media multianuală de 21,1 °C...21,2 °C corespunzător.

Tabelul 1.2. Indicii climatici termici ce caracterizează anotimpul de vară pe teritoriul Republicii Moldova în perioada anilor 1961-2019

Indicii climatici	Briceni	Chișinău	Cahul
X (°C)	18,9	21,1	21,2
σ	1,2	1,2	1,2
Min. (°C)	16,3	18,7	18,6
Max. (°C)	21,7	24,3	24,6

Sigma (σ), indicele variabilității, conform valorilor sale, relevă faptul că norma climatică a verilor au aceeași tendință de modificare pe tot teritoriul Republicii Moldova (tabelul 1.2.). Minimele valorilor termice ce caracterizează acest anotimp constituie 16,3...18,6 °C, iar maximele variază în limitele de 21,7...24,6 °C [45].

Probabilitatea de manifestare ($P, \%$) a verilor în Republica Moldova (1961-2019) indică, că o dată în 10 ani, în cazul manifestării verilor reci, media sezonieră poate constitui 17,5...19,8 °C, iar o dată în 20 de ani, verile reci pot însuma valori de 16,7...19,2 °C în teritoriu (tabelul 1.3).

Tabelul 1.3. Probabilitatea de manifestare ($P, \%$) a verilor în Republica Moldova (1961-2019)

P, %	Briceni, (°C)	P, %	Chișinău, (°C)	P, %	Cahul, (°C)
1,0	16,3	1,0	18,7	1,0	18,6
5,0	16,7	5,0	18,8	5,0	19,2
10,0	17,5	10,0	19,8	10,0	19,7
25,0	17,9	25,0	20,1	25,0	20,2
50,0	18,8	50,0	20,9	50,0	21,1
75,0	19,8	75,0	21,9	75,0	22,0
90,0	20,3	90,0	22,6	90,0	22,5
95,0	21,2	95,0	23,5	95,0	23,2
99,0	21,7	99,0	24,3	99,0	24,6

În cazul verilor calde, o dată în 10 ani, temperatura medie sezonieră poate constitui 20,3...22,6 °C, iar o dată în 20 de ani, temperatura sezonieră a verilor calde poate avea valori de 21,2...23,5 °C în teritoriu (tabelul 1.3).

Calculul intensității și frecvenței de manifestare a verilor în partea de nord a țării (st. Briceni) denotă că, din 59 de veri manifestate în 34 de cazuri, temperatura medie sezonieră a variat în limitele de 17,3-19,3 °C (tabelul 1.4). Într-un singur caz doar, temperatura medie a verii a atins limita de 22 °C.

Tabelul 1.4. Intensitatea și frecvența verilor, SM Briceni (anii 1961-2019)

Clasa	Limita inferioară, (°C)	Limita superioară, (°C)	Frecvența, (număr-cazuri)
1	16,0	16,3333	1
2	16,3333	16,6667	1
3	16,6667	17,0	2
4	17,0	17,3333	1
5	17,3333	17,6667	5
6	17,6667	18,0	5
7	18,0	18,3333	6
8	18,3333	18,6667	4
9	18,6667	19,0	5
10	19,0	19,3333	9
11	19,3333	19,6667	1
12	19,6667	20,0	4
13	20,0	20,3333	6
14	20,3333	20,6667	0
15	20,6667	21,0	6
16	21,0	21,3333	1
17	21,3333	21,6667	1
18	21,6667	22,0	1

În partea centrală a țării (st. Chișinău), temperatura medie sezonieră din cadrul acestui anotimp se majorează și, corespunzător, crește și diapazonul fondului termic. Conform datelor calculate și prezentate în tabelul 1.5., în 43 de cazuri din 59 de ani, temperatura medie a sezonului de vară este de 19,7...22,0 °C. În 11 cazuri, temperatura anotimpuală a întrecut limita de 22,0 °C (tabelul 1.5.).

Tabelul 1.5. Intensitatea și frecvența verilor, SM Chișinău (anii 1961-2019)

Clasa	Limita inferioară, (°C)	Limita superioară, (°C)	Frecvența, (număr-cazuri)
1	18,0	18,4444	0
2	18,4444	18,8889	3
3	18,8889	19,3333	1
4	19,3333	19,7778	1
5	19,7778	20,2222	10
6	20,2222	20,6667	9
7	20,6667	21,1111	8
8	21,1111	21,5556	4

9	21,5556	22,0	12
10	22,0	22,4444	1
11	22,4444	22,8889	3
12	22,8889	23,3333	4
13	23,3333	23,7778	1
14	23,7778	24,2222	1
15	24,2222	24,6667	1
16	24,6667	25,1111	0
17	25,1111	25,5556	0
18	25,5556	26,0	0

Pe măsura deplasării spre sud, verile devin cu mult mai calde și, în perioada anilor 1960-2019, acestea se manifestă în 50 de cazuri cu o intensitate de 19,8...23,3 °C (tabelul 1.6). În 14 cazuri, temperatura anotimpuală a întrecut limita de 22,0 °C.

Considerăm că cunoașterea intensității și frecvenței de manifestare a verilor pe teritoriul Republicii Moldova, a probabilității de manifestare a acestora cu diferit grad de asigurare, a delimitării arealelor cu anumit fond termic ridicat sau, dimpotrivă, scăzut, încă o dată demonstrează faptul că variabilitatea termică persistă și aceasta necesită o identificare sau o clasificare a acestora în dependență de intensitatea lor de manifestare.

Tabelul 1.6. Intensitatea și frecvența verilor, SM Cahul (anii 1961-2019)

Clasa	Limita inferioară, (°C)	Limita superioară, (°C)	Frecvența, (număr-azuri)
1	18,0	18,4444	0
2	18,4444	18,8889	2
3	18,8889	19,3333	2
4	19,3333	19,7778	3
5	19,7778	20,2222	8
6	20,2222	20,6667	7
7	20,6667	21,1111	8
8	21,1111	21,5556	6
9	21,5556	22,0	9
10	22,0	22,4444	4
11	22,4444	22,8889	3
12	22,8889	23,3333	5
13	23,3333	23,7778	0
14	23,7778	24,2222	0
15	24,2222	24,6667	2
16	24,6667	25,1111	0
17	25,1111	25,5556	0
18	25,5556	26,0	0

Așadar, cu toate că se cunosc lucrări științifice consacrate acestui anotimp, schimbările climatice atestate în ultimele decenii influențează substanțial particularitățile regionale de manifestare [58].

Caracterul diferit de „acumulare” a temperaturilor medii sezoniere, pentru prima dată, poate fi explicat prin ajustarea și compararea frecvenței de manifestare a eșantioanelor

experimentale cu diverse curbe teoretice de repartiție. Posibilitățile oferite de programul Statgraphics Centurion XVI pune la dispoziție circa 45 de distribuții teoretice, care stau la baza ajustării eşantioanelor experimentale. S-a constatat că temperatura medie sezonieră, ce caracterizează vara pe o perioadă mai mult de un secol (1887-2019), este în concordanță cu tipul de distribuție Invers Gaussian (figura 1.5.; tabelul 1.7.). Compararea distribuțiilor teoretice alternative demonstrează gradul de precizie cu care valorile empirice sunt ajustate.

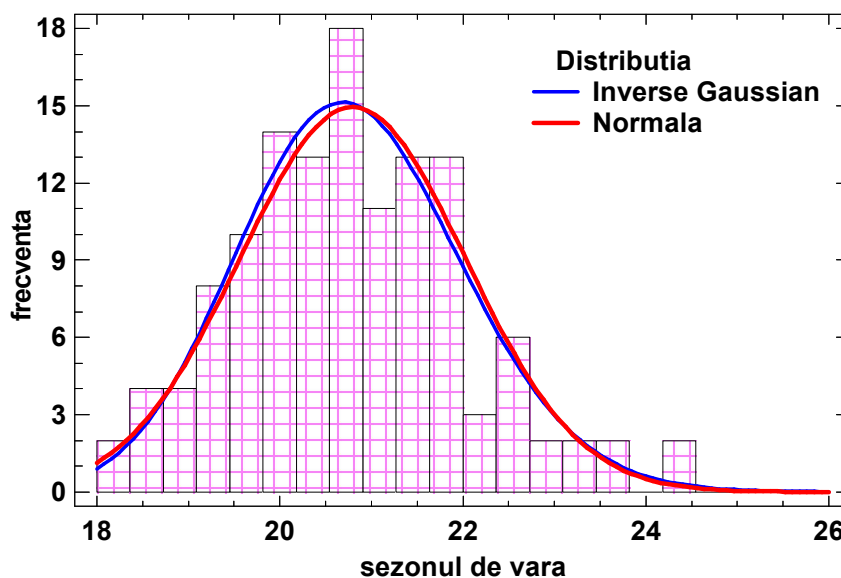


Fig. 1.5. Ajustarea valorilor empirice cu distribuțiile teoretice de repartiție (temperatura aerului (°C) în sezonul de vară, perioada 1887-2019) (original)

Tabelul 1.7. Indicii statistici ce caracterizează aproximarea temperaturii medii sezoniere (vara, 1887-2019) cu legile teoretice de repartiție

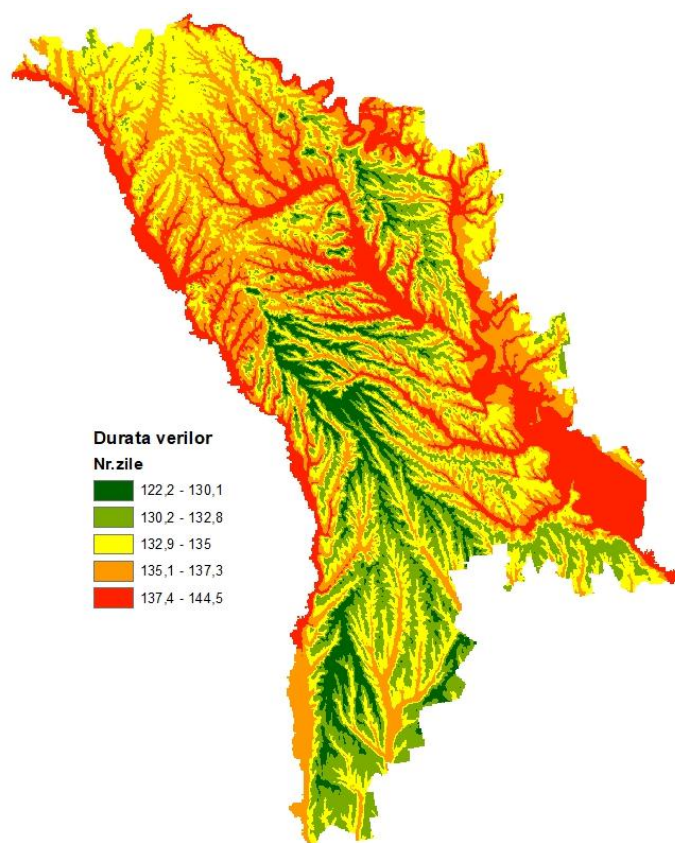
Tipul de distribuție	Numărul de parametri statistici, (X, σ)	Logaritmul natural al funcției probabilității	Nivelul semnificației distribuției
Inverse Gaussian	2	-205,277	0,0407022
Birnbaum-Saunders	2	-205,278	0,0407083
Lognormal	2	-205,282	0,0404811
Gamma	2	-205,549	0,0443757
Normal	2	-206,296	0,0513667
Loglogistic	2	-206,703	0,0480645
Logistic	2	-207,307	0,0493684
Largest Extreme Value	2	-208,241	0,0646771
Laplace	2	-211,994	0,0709806
Weibull	2	-218,324	0,0941523
Smallest Extreme Value	2	-222,642	0,104942
Uniform	2	-227,553	0,250394
Exponential	1	-512,415	0,585206
Pareto	1	-653,11	0,616499

În elaborarea hărților digitale, s-a utilizat aceeași metodologie cunoscută în aspect regional [19, 31, 46, 50, 52]. Inițial au fost obținute ecuațiile de regresie, bazate pe analiza regresională dintre variabila dependentă (spre exemplu, temperatura medie sezonieră) și variabilele independente, poziția stațiilor meteorologice (latitudinea și longitudinea geografică) și elementele reliefului în aceste poziții (altitudinea absolută și relativă, unghiul de înclinație și expoziția versanților).

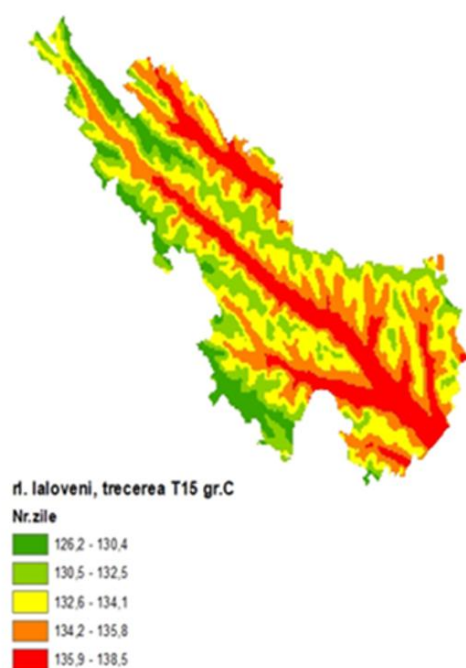
Informația despre variabila dependentă se conține în baza de date, creată prin prelucrarea înregistrărilor de la stațiile meteorologice din Republica Moldova, iar cea despre variabilele independente – din pașapoartele acestor stații. Despre calitatea modelelor cartografice obținute vorbesc o serie de indici statistici. De obicei, valorile coeficientului de determinare R^2 indică că variabilele independente incluse în model explică până la 90% din variabilitatea parametrilor climatici și numai în cazuri rare acestea pot scădea până la 70%. DS – reprezintă deviația standard reziduală, această valoare poate fi utilizată în evaluările cu caracter de pronostic. MAE este eroarea medie absolută, care denotă semnificația medie a seriei reziduale. DW reprezintă statistica Durbin-Watson privind corelarea; în cazul când DW este mai mic de 1,4, se poate vorbi despre o corelare consecutivă a variabilelor.

Concomitent cu valorile coeficientului de determinare, a nivelului semnificației modelului în întregime, se urmărește și nivelul semnificației fiecărei variabile independente incluse în model. Dacă nivelul semnificației acestor valori întrece nivelul de credibilitate, atunci variabila dată se exclude din model. Procedura dată este posibilă datorită analizei regresiei multiple, cu excluderea și includerea treptată a variabilelor.

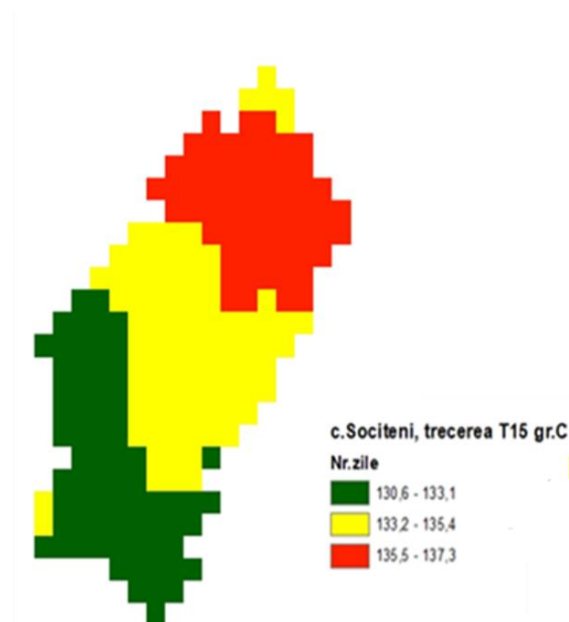
Menționăm că obținerea hărților digitale, în urma modelărilor cartografice, demonstrează varietatea spațială a condițiilor climatice ce caracterizează sezonul de vară, în dependență de factorii fizico-geografici. Durata sezonului de vară, în limitele Republicii Moldova, variază în dependență de formele de relief, până la 22 de zile. Pe formele dominate de relief, durata sezonului respectiv este de circa 122 de zile, în timp ce în văile râurilor mari și mijlocii, durata verilor poate atinge valori maxime de 144 de zile (figura 1.6.a).



a)



b)



c)

Fig. 1.6. Durata sezonului de vară la nivel de: țară (a), raion administrativ (b) - rl. Ialoveni) și comună (c) – c. Sociteni) în dependență de factorii fizico-geografici ai teritoriului (original)

Astfel, în văile râurilor mari și mijlocii, chiar și în jumătatea de nord a republicii, durata anotimpului de vară este relativ mai mare față de sudul țării, fapt care se datorează numărului mai mare de râuri mari și mijlocii, comparativ cu partea de sud a țării și, respectiv, a reliefului mai omogen.

Acceași situație se observă și în limitele raionului Ialoveni, unde durata verilor variază cu circa 12 zile (figura 1.6.b), iar la nivelul comunei Sociteni (figura 1.6.c) se atestă o diferență de până la 7 zile. Aceste variații ale duratei anotimpului de vară sunt determinate de fragmentarea puternică a reliefului. Astfel, numărul mai mare de zile ale anotimpului de vară se observă în văile adânci.

Ca rezultat, s-a stabilit că durata sezonului de vară, în formele joase de relief, îndeosebi în văile râurilor mari și mijlocii, este mai mare decât pe formele dominante de relief.

Aceste rezultate prezintă un interes deosebit în elaborarea diverselor măsuri cu caracter aplicativ la nivel local, fapt ce a adăugat posibilitate de a fi implementate și certificate cu acte de implementare (Anexele A1 și A2).

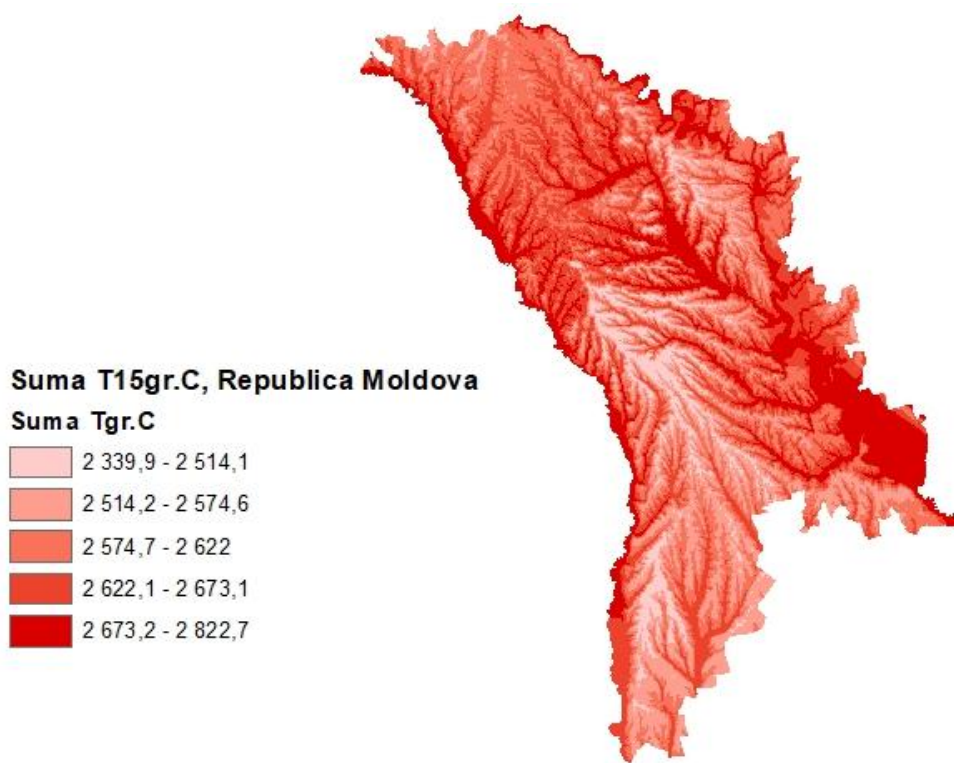
Este extrem de semnificativ rolul latitudinii geografice, altitudinii absolute și al gradului de fragmentare a reliefului în redistribuirea resurselor de căldură din acest sezon. Astfel, suma temperaturilor medii diurne peste intervalul de 15 °C, pe teritoriul Republicii Moldova (în calitate de indicator al resurselor de căldură sezoniere), variază între 2822,7 și 2339,0 °C, cu diferențieri spațiale de 483,7 °C (figura 1.7. a).

La nivel de raion administrativ (raionul Ialoveni), în văile râurilor mijlocii și mici, acest indicator însumează valori ce variază între 2642 și 2702 °C, în timp ce la altitudini mari, acestea constituie 2429 și 2521 °C (figura 1.7.b). Deci, suma temperaturilor medii diurne, ce caracterizează anotimpul de vară, înregistrează diferențieri spațiale în teritoriul raionului de 293 °C, ceea ce influențează diferit activitatea sectorului agricol, silvicol, etc.

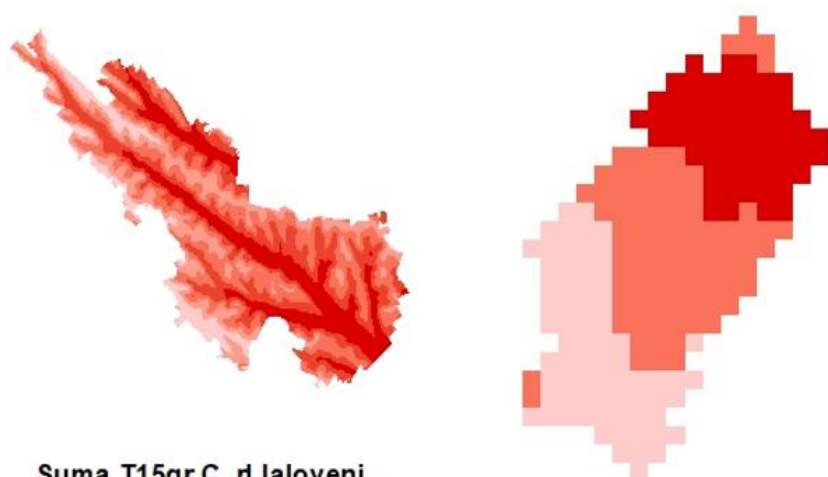
Pe teritoriul comunei Sociteni, suma temperaturilor medii diurne peste intervalul de 15 °C variază în limitele 2674 și 2526 °C (figura 1.7. c), având o diferențiere spațială de 148 °C.

Reieșind din importanța cunoașterii particularităților locale de manifestare a climei actuale în anotimpul de vară, hărțile topoclimatice elaborate sunt extrem de utile în efectuarea diverselor măsuri de adaptare către noile condiții climatice din acest sezon.

Aceste rezultate prezintă un interes deosebit în elaborarea diverselor măsuri cu caracter aplicativ la nivel local, fapt ce a adăugat posibilitate de a fi implementate și certificate cu acte de implementare (Actele de implementare nr.3 și nr.4 din 06 iulie 2020).



a)



b)



c)

Fig. 1.7. Suma temperaturilor medii diurne peste intervalul de 15 °C la nivel de țară (a) raion administrativ (b) - rl. Ialoveni) și comună (c) - c. Sociteni) în dependență de factorii fizico-geografici ai teritoriului (original)

O importanță practică semnificativă pentru sectorul agricol o are și umiditatea relativă a aerului, datorită faptului că verile în Republica Moldova se caracterizează, în cele mai dese cazuri, prin temperaturi ridicate și deficit mare pluviometric (figura 1.8 a, b, c, figura 1.9).

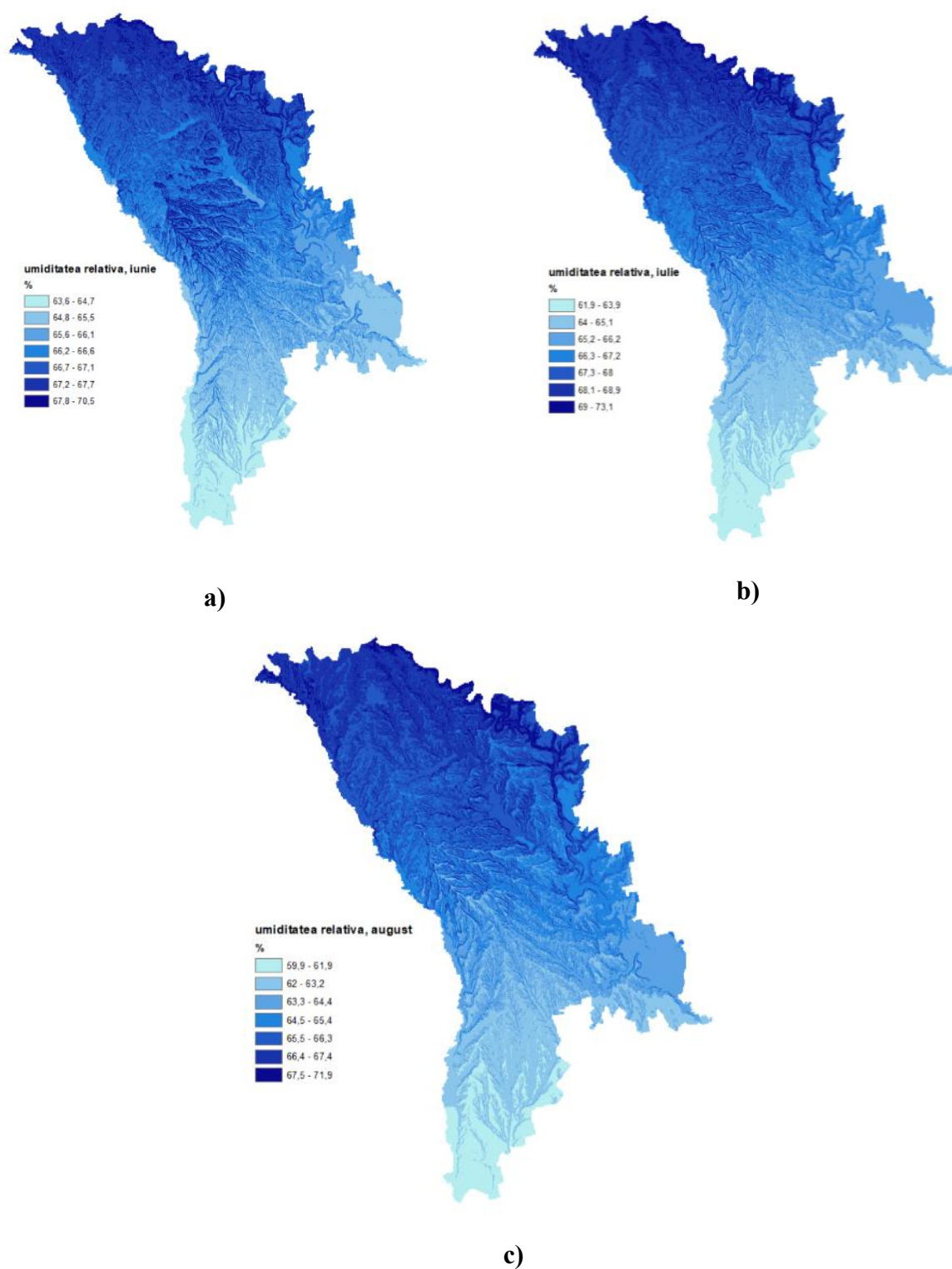
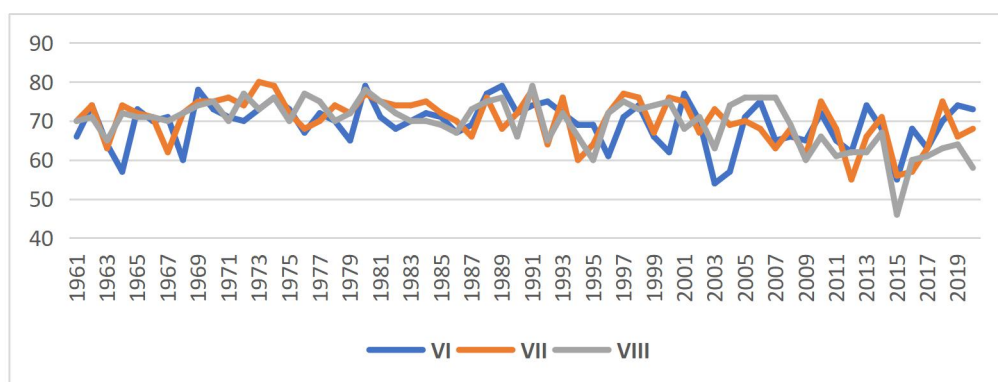
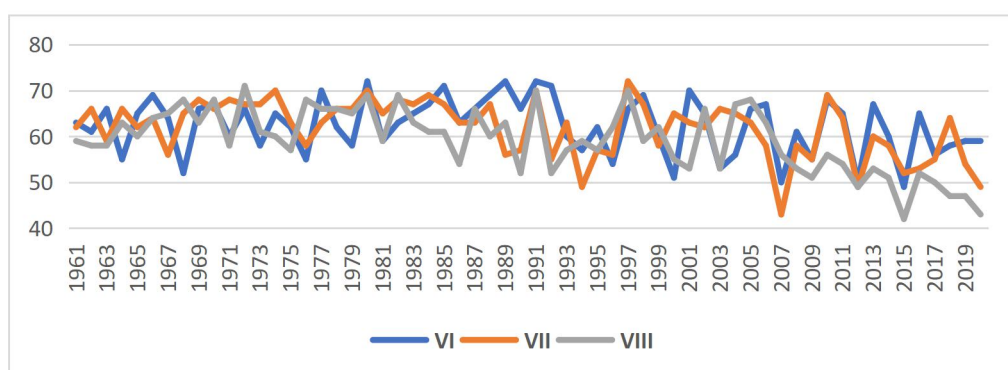


Fig. 1.8. Repartiția spațială a umidității relative a aerului (%) în lunile de vară (a) - iunie, b) - iulie, c) - august) (original)

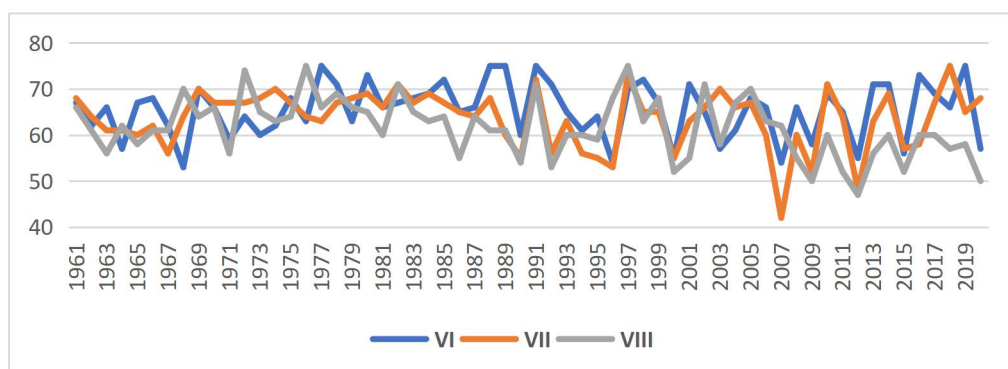
În lipsa unui sistem modern de irigație, estimarea gradului de aridizare necesită cunoașterea deficitului de saturație, atât în timp, cât și în spațiu. De asemenea, este important de a cunoaște și valorile evapotranspirației. Hărțile digitale privind repartitia spațială a umidității relative a aerului, elaborate de noi, indică că, în toate lunile de vară (figura 1.8 a, b, c), arealele vulnerabile sunt amplasate în sudul și sud-estul țării, unde se cere o atenție deosebită în vederea asigurării echilibrului hidric în regiune.



a)



b)



c)

**Fig. 1.9. Evoluția umidității relative a aerului în lunile de vară
(a) - Briceni, b) - Chișinău, c) - Cahul) (original)**

Valorile umidității relative a aerului (figura 1.9.) fiind în continuă descreștere, în special începând cu primul deceniu al secolului XXI și micșorarea mai pronunțată a acestora în ultimii ani (în partea centrală și de sud), denotă o intensificare a procesului de aridizare pe teritoriul Republicii Moldova.

Considerăm că pentru teritoriul Republicii Moldova, situat în zona cu umiditate insuficientă, cunoașterea legităților de repartiție spațio-temporală a umidității relative a aerului va permite explicarea multor consecințe pe care le are clima asupra diverselor ramuri ale economiei naționale, în special asupra sectorului agricol și forestier.

1.3. Concluzii la capitolul 1

1. Variabilitatea spațio-temporală a temperaturii medii a aerului în anotimpului de vară din perioada contemporană (1961-2019) denotă o creștere a acestora, pe măsura deplasării pe teritoriul Republicii Moldova de la nord la sud, fapt confirmat de cercetările științifice efectuate de noi. Pe parcursul perioadei de studiu, a crescut numărul de cazuri în care temperatura medie sezonieră a depășit cu mult media multianuală, verile devenind tot mai calde în ultimii ani, îndeosebi pentru partea centrală și de sud a țării. Ca rezultat, în partea de nord a țării, temperatura medie a anotimpului de vară a atins pragul de 22,0 °C doar o singură dată, iar în partea centrală și de sud acest fond termic sezonier a fost înregistrat în 11 și, respectiv, 14 cazuri.

2. Utilizarea metodei Distribuția Inverse Gaussian a confirmat ajustarea cea mai bună pentru prelucrarea statistică a datelor utilizate în lucrare pentru caracterizarea regimului termic din anotimpul de vară, confirmată de distribuția normală, care ocupă locul 5 în totalul de 45 de distribuții teoretice.

3. Pentru prima dată, la nivel de țară, raion administrativ și comună, a fost scoasă în evidență influența latitudinii geografice și a altitudinii absolute în manifestarea sumelor temperaturilor medii diurne peste 15 °C, ce marchează începutul și sfârșitul verii, acumulând valori de 483,7°C la nivel de țară, 293 °C la nivel de raion administrativ (rl. Ialoveni) și 148 °C la nivel de comună (Sociteni).

4. Durata verilor pe teritoriul țării variază față de valorile medii multianuale, la nivel de câmpie și altitudini mai mari, fiind determinată de gradul de fragmentare a reliefului (abaterile cele mai mari fiind observate în formele joase de relief, văile râurilor mijlocii și mici). Pe teritoriul țării, aceste abateri constituie valori de până la 22 de zile, în teritoriul raionului Ialoveni – de până la 2 zile, iar la nivel de comună se atestă o diferență de până la 7 zile. Aceste rezultate prezintă un interes deosebit în elaborarea diverselor măsuri cu caracter aplicativ la nivel local, fiind implementate și certificate cu acte de implementare.

5. Studiul efectuat a permis evidențierea particularităților spațio-temporale de manifestare a umidității relative a aerului, care argumentează intensificarea uscăciunii în partea centrală și de sud a țării, cu precădere în ultimii ani (2000-2019). Cele mai vulnerabile teritorii sunt amplasate în partea de sud și sud-est, indiferent de formele de relief.

2. MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE

Necesitatea studierii structurii temporale a regimului climatic din perioada de vară este condiționată de faptul că schimbările sistemului climatic se manifestă atât la intervalul decadal, cât și la interval de decenii [71, 79, 86, 89, 117, 118]. Pentru evidențierea particularităților acestei variabilități, au fost supuse studiului valorile climatice ce reflectă diferite intervale de timp (lună, anotimp, ani), în scopul determinării abaterilor anormale de același semn, observate pe o perioadă îndelungată de timp, care au fost interpretate ca semnal al schimbării climei la nivel regional.

Cercetările au fost efectuate în perioada 2014-2020, având ca obiectiv stabilirea variabilității spațio-temporale a parametrilor climatici ce caracterizează anotimpul de vară pe teritoriul Republicii Moldova.

2.1. Materialul inițial

La elaborarea lucrării a fost utilizat suportul informațional privind șirul de date meteo-climatice multianuale din arhiva Serviciului Hidrometeorologic de Stat privind regimul temperaturii și a precipitațiilor atmosferice din perioada de vară, de la stațiile meteorologice de pe teritoriul Republicii Moldova (SM Briceni, SM Soroca, SM Bălți, SM Fălești, SM Cornești, SM Bravicea, SM Bălțata, SM Chișinău, SM Leova, SM Comrat, SM Ceadâr-Lunga, SM Cahul), cu excepția celor aflate în stânga Nistrului, pentru o perioadă de 60 de ani (1960-2020).

Datele transcrise din sursele arhivate au fost introduse în fișiere de format Excel pentru prelucrarea lor cu ajutorul programelor de statistică.

Baza informațională de date a fost creată inițial în cadrul programului Microsoft Excel, parte componentă a Microsoft Office. În continuare, datele în formă tabelară, au fost structurate pe ani, anotimpuri, luni pentru fiecare stație meteorologică aparte. În prelucrarea statistică a acestei informații și în prezentarea ei spațială s-au mai utilizat și alte programe, cum ar fi Statgraphics, Instat Plus și ArcGis.

2.2. Metode de cercetare

În lucrare a fost utilizate atât metode tradiționale, cât și cele contemporane de estimare spațio-temporală a parametrilor supuși studiului, metode utilizate pe larg în literatura de specialitate, la nivel național și internațional. Astfel, din metodele clasice a fost utilizată metoda analizei și sintezei, metoda comparativă și deductivă. Una dintre metodele statistice, utilizate pentru evaluarea probabilistică a procesor și fenomenelor aleatorii, o reprezintă analiza de frecvență, având ca obiectiv principal stabilirea relației existente dintre diferite evenimente

extreme și probabilitatea lor de depășire sau de nedepășire. O contribuție substanțială, în prelucrarea și interpretarea datelor privind clasificarea verilor, a avut-o utilizarea metodei de clasificare a iernilor [50, 51, 156], metoda trihotomică și metoda selectării consecutive.

2.2.1. Principiile de estimare spațio-temporală a indicilor climatici la nivel anotimpual

La nivel regional, urmând metodologia de clasificare a iernilor [50, 51, 156], a metodei trihotomice și a selectării consecutive, a fost estimat pronosticul statistic de manifestare a verilor cu diferit grad de variabilitate. Astfel, șirului inițial de date i s-a atribuit valori binare: 0 – lipsa unui anumit tip de vară; 1 – an cu un anumit tip de vară.

Selectarea intervalelor de manifestare a fiecărui tip de vară a fost efectuată în felul următor: atunci când verile de același tip se manifestau de-a rândul, intervalul era zero (1, 1); în cazul a două veri de aceeași intensitate, erau întrerupte de o vară de tip antipod sau normală, intervalul era 1 (1, 0, 1); în cazul când între trei veri de aceeași intensitate se manifestau două veri antipode sau normale, intervalul era 2 (1, 0, 0, 1) etc. Destul de des au fost observate verile manifestate ani de-a rândul, ceea ce permite de a le grupa conform aceluiași grad de severitate. Așa consecutivitate ale valorilor empirice este caracteristică procesului de tip Markov [132].

Conform unor autori, [47, 51, 156] indicator al „variabilității” verilor a servit deviația standard cu următoare expresie valorică : $\pm 0,5\sigma$, $\pm\sigma$, $\pm 1,5\sigma$, $\pm 2\sigma$. Drept calificativ inițial în tipizarea verilor este primită devierea standard de $\pm 0,5\sigma$. Valorile temperaturii medii sezoniere $\pm 0,49\sigma$ au calificat verile ca normale; verile moderate reci (calde) se includ în limitele de temperatură $X \pm 0,5\sigma$; cele relativ reci (calde) corespund valorilor termice aflate în limita $X \pm \sigma$. Valoarea termică sezonieră a verilor reci (calde) este inclusă în limita $X \pm 1,5\sigma$ și pentru cele mai rare veri, adică pentru cele foarte reci (foarte calde), temperatura sezonieră se include în limitele de temperatură $X \pm 2,0\sigma$.

Deci, dacă până nu demult, [20, 21, 22, 50, 51] în climatologia clasică, pentru evidențierea particularităților de distribuție a elementelor climatice în aspect spațial și temporal, se foloseau mediile multianuale ce permiteau într-o formă concisă să se prezinte diversitatea potențialului climatic al teritoriilor dat, la etapa actuală, tot mai des se folosesc: deviația standard de la normă, probabilitatea manifestării indicelui climatic, gradul de asigurare etc.

Caracteristica de bază a unei distribuții este dispersia (σ^2). Rădăcina pătrată a acesteia este deviația standard. În climatologie, acest parametru statistic este extrem de necesar pentru a fi luat în considerare, deoarece permite cuantificarea stărilor anormale ale sistemului climatic, în cazul nostru al verilor, obținând astfel informație privind gradul de ariditate sau severitate, deci, de identificare a verilor calde și răcoroase. Dacă dispersia propriu-zisă reprezintă distribuirea

anumitor valori empirice pe de o parte și de alta de media aritmetică, atunci deviația standard se exprimă prin rădăcina pătrată a variației unei distribuții, adică a dispersiei (σ^2):

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (1.1)$$

De obicei, deviația standard are aceeași unitate de măsură ca și variabila pe care o caracterizează.

Raportul procentual dintre deviația standard și media multianuală reprezintă coeficientul de variație calculat conform:

$$cv = \frac{\sigma}{\bar{x}} 100 \quad (1.2)$$

Medierea observațiilor meteorologice poate fi comparată imaginar cu o alură (clopote), în care mijlocul acesteia și reprezintă, de fapt, media multianuală. Însă această linie centrală imaginară este monitorizată de așa-numitele limite de control, care sunt plasate la periferiile amplasării valorilor empirice pe ordonată. Matematic se exprimă astfel:

$$\bar{x} \pm k\hat{\sigma} \quad (1.3)$$

unde k este sigma multiplă specificată în fila graficului de control [20, 21].

Utilizarea unei asemenea proceduri în climatologie este utilă, deoarece variabilitatea climatică necesită identificarea fluctuațiilor de durată în anumite grupări, care, în cazul nostru, ar scoate în evidență particularitățile temporale de manifestare a regimului termic și pluviometric în anotimpul de vară, cuantificat în limitele celor trei sigma prin „delimitarea pe zone” a datelor multianuale. O asemenea procedură facilitează cu mult calculele statistice și permite estimarea concomitentă a diferitor nivele de variabilități pe scara timpului.

La baza realizării cercetărilor au stat cele mai progresive metode de studiu cunoscute în climatologia contemporană din țară și de peste hotare, inclusiv și a tehnologiilor noi de prelucrare a informației cum ar fi programele Statgraphics Centurion XVI, Surfer, ArcGIS.

Destul de detaliat, variabilitatea valorilor regimului termic este reflectată prin probabilitatea sumară, care contribuie la dezvăluirea esențială a mediilor. Asigurarea indicilor termici de 5% și 95% au fost considerate drept indicator al verilor extreme – foarte reci și foarte calde.

Probabilitatea sumară a fost calculată după formula:

$$P = [(m_i - 0.3/n + 0.4)] 100\%, \quad (1.4)$$

unde P - asigurarea în procente, m_i - numărul de rând în șirul statistic aranjat; n - perioada de observații [33].

Potrivit Comisiei Interguvernamentale pentru Schimbări Climatice (IPCC), fenomenele extreme de vreme sunt definite ca evenimente rare față de distribuțiile lor statistice de referință, într-un loc precizat. În mod obișnuit, atributul „rar”, asociat fenomenelor de vreme, este cuantificat, folosind precentilele distribuțiilor statistice de 10%, 5%, 1%, sau cele de 90%, 95% și 99%, potrivit investigațiilor din ultimii ani [51, 145, 157].

Posibilitățile oferite de tehnicile de calcul asigură evidențierea omogenității și veridicității datelor. Una din sarcinile de bază a prelucrării datelor empirice, sub formă de distribuții de frecvență, constă în compararea distribuției empirice cu cea teoretică, fixată ca model de referință. Concordanța celor două tipuri de curbe (empirică și teoretică) este foarte importantă, deoarece ea oferă posibilități largi de analiză statistică complexă și aprofundată, în urma cărora se pot trage multe concluzii de ordin științific.

În climatologie, valorile empirice ce caracterizează sistemul climatic inițial sunt testate la omogenitate prin mai multe proceduri și criterii matematice. În estimarea climatologiei verilor regionale, testarea datelor ce caracterizează acest anotimp a fost efectuată conform criteriului Colmogorov și χ^2 (așa numitul criteriul Pirson). Criteriul lui Pirson, folosit în testare, este exprimat:

$$\chi_e^2 = \sum_i^k [(P_{e,i} - P_{T,i})^2 / P_{T,i}], \quad (1.5)$$

unde χ_e^2 - repartiția empirică, $P_{e,i}$ - periodicitatea empirică în gradația i , $P_{T,i}$ - probabilitatea teoretică de includere a valorii incidentale în gradația i , k - numărul gradațiilor.

Se urmărea ca, în cazul când repartiția empirică (χ_e^2) este mai mică decât cea teoretică ipoteza înaintată să se considere a fi veridică. În cazul când $\chi_e^2 > \chi_{\alpha}^2$ ipoteza, precum că datele se supun legii normale de distribuție, se respinge. Menționăm că posibilitatea oferită în prezent de tehnicile de calcul, și anume cele 45 de distribuții teoretice incluse în cadrul programului Statgraphics Centurion XVI [51], care concomitent testează datele meteo, se consideră util de a controla corespunderea repartiției datelor empirice cu cele teoretice și cu ajutorul altor criterii. Cel mai des utilizat, în estimarea climatologiei anotimpurilor, este criteriul Colmogorov (λ), care aproximează repartiția reală a datelor empirice cu cea teoretică pe calea calculării indicelui $D = \max (P_e - P_T)$. Funcțiile integrale teoretice și cele empirice de repartiție, fiind sincronice, se calculează conform indicelui D [50, 51, 145], iar limita credibilă a valorilor criteriului dat (P_λ) trebuie să fie $P_\lambda \geq 0,05$, atunci concordanța dintre repartițiile studiate se confirmă și șirul statistic ce reflectă, spre exemplu, valorile termice din perioada caldă a anului, este veridic și se supune legii normale de distribuție.

Ajustarea datelor empirice cu cele 45 de distribuții teoretice are loc în mod operativ, adecvat și calitativ, utilizând posibilitățile oferite de Statgraphics Centurion XVI (figura 2.1.).

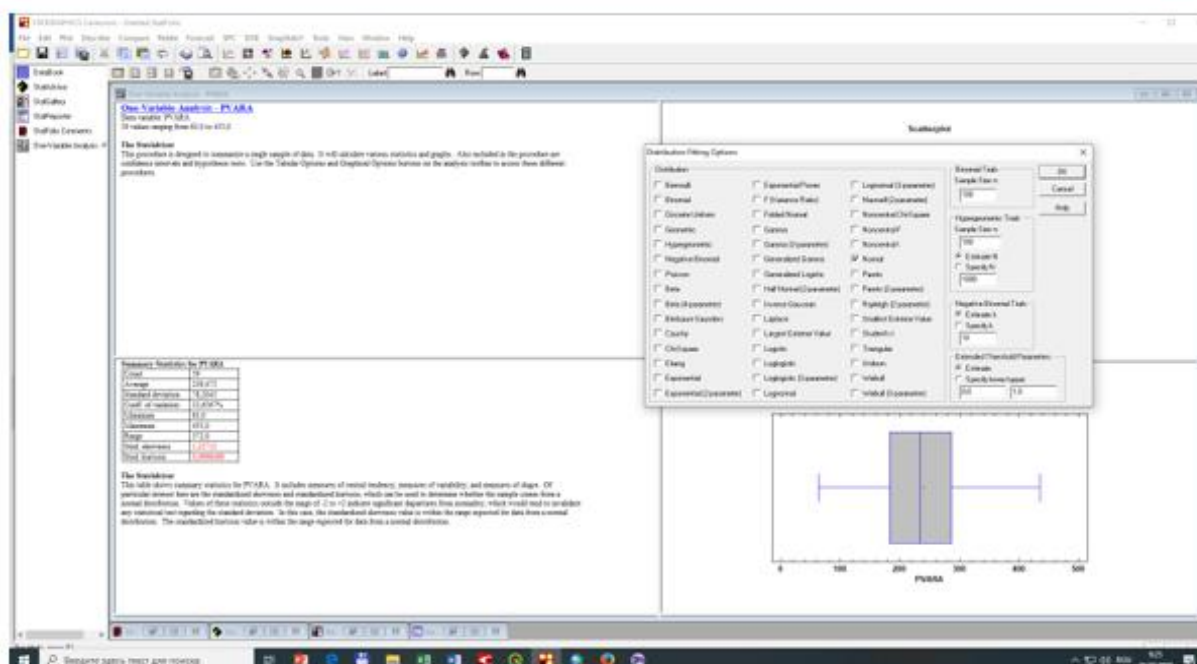


Fig. 2.1. Aproximarea valorilor empirice cu 45 de distribuții teoretice (Programul Statgraphics Centurion XVI)

Deci, datele ce caracterizează regimul climatic din perioada caldă a anului, conform ambelor criterii utilizate, se supun legii normale de distribuție și se exprimă în felul următor:

$$P(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}, \quad (1.6)$$

unde $P(x)$ - probabilitatea apariției valorii incidente, $\bar{x}$ - media, σ - devierea medie pătratică, e și π - valori constante [51].

Republica Moldova dispune de o rețea meteorologică care include în prezent 18 stațiuni meteorologice, care efectuează observări pe parcursul a mai multor zeci de ani. Însă ele nu reflectă pe deplin resursele climatice ale teritoriului, întrucât specificul suprafeței subiacente influențează mult asupra redistribuirii indicilor climatici. De aceea, pe parcursul a mai multor ani,

în laboratorul de Climatologie se caută (identifică) căi de evaluare a rolului factorilor locali în formarea câmpurilor topoclimatice.

În cazul dat, s-a recurs la posibilitatea statisticii matematice, pentru a evidenția legăturile de legătură dintre factorii geografici (latitudinea și longitudinea geografică, altitudinea absolută și relativă, gradul de orientare și expoziția versanților, gradul dezmembrării formelor vechi erozionale de relief) și schimbarea valorilor meteorologice sub influența lor. Pentru aceasta s-a recurs la selectarea optimală a predictorilor semnificativi în formarea câmpurilor climatice, folosindu-se câteva proceduri alternative [51, 47, 145]:

- procedura de pas cu includerea treptată a variabilelor;
- procedura de pas cu excluderea treptată a variabilelor;
- selecția conform criteriului Melous, ce are următoarea expresie:

$$C = (SSEp - S^2) - (N - 2p), \quad (1.7)$$

unde S^2 - eroarea medie pătratică a modelului și include în sine mulțimea variabilelor, $SSEp$ - suma erorilor la pătrat ale modelului cu parametrii p , iar N este volumul selecției.

- selecția după versiunea coeficientului de determinare R^2 , corectat la nivelul mulțimii parametrilor în model, ce se determină după formula:

$$R^2 = 1 - [(n-1) * (1 - R^2)] / (N - P) \quad (1.8)$$

Este evident că influența diferitor factori fizico-geografici, în distribuirea câmpurilor climatice, nu este echivalentă. De aceea, s-a selectat setul de factori „responsabili” pentru „predicția” câmpurilor de temperatură. Pe măsura selectării factorilor fizico-geografici, se urmărea valoarea R^2 (coeficientului de determinare) și a nivelului semnificației fiecărui factor în parte, ce se introducea în model. Astfel, au fost obținute ecuațiile de regresie a indicilor climatici analizați, ce mai apoi au permis modelarea și interpretarea spațială a lor.

Este cazul să se menționeze că, la elaborarea hărților topoclimatice, pe lângă latitudinea geografică și altitudinea absolută, este semnificativă și influența înclinației și a orientării versanților. În aceste condiții, în ecuațiile de regresie, dar și la elaborarea substraturilor informaționale, orientarea și gradul de înclinație a versanților, au fost incluși, practic, pentru toți indicii climatici, care sunt redistribuiți în spațiu. Astfel, am obținut modelele cartografice topoclimatice, care redau redistribuirea în spațiu a elementelor climatice, în dependență de factorii fizico-geografici locali.

Posibilitățile oferite de Sistemele Informaționale Geografice permite accesul concomitent de prelucrare statistică a informației climatice cu interpolarea spațială, în funcție de factorii fizico-geografici zonali (figura 2.2.) și locali (figura 2.3.).

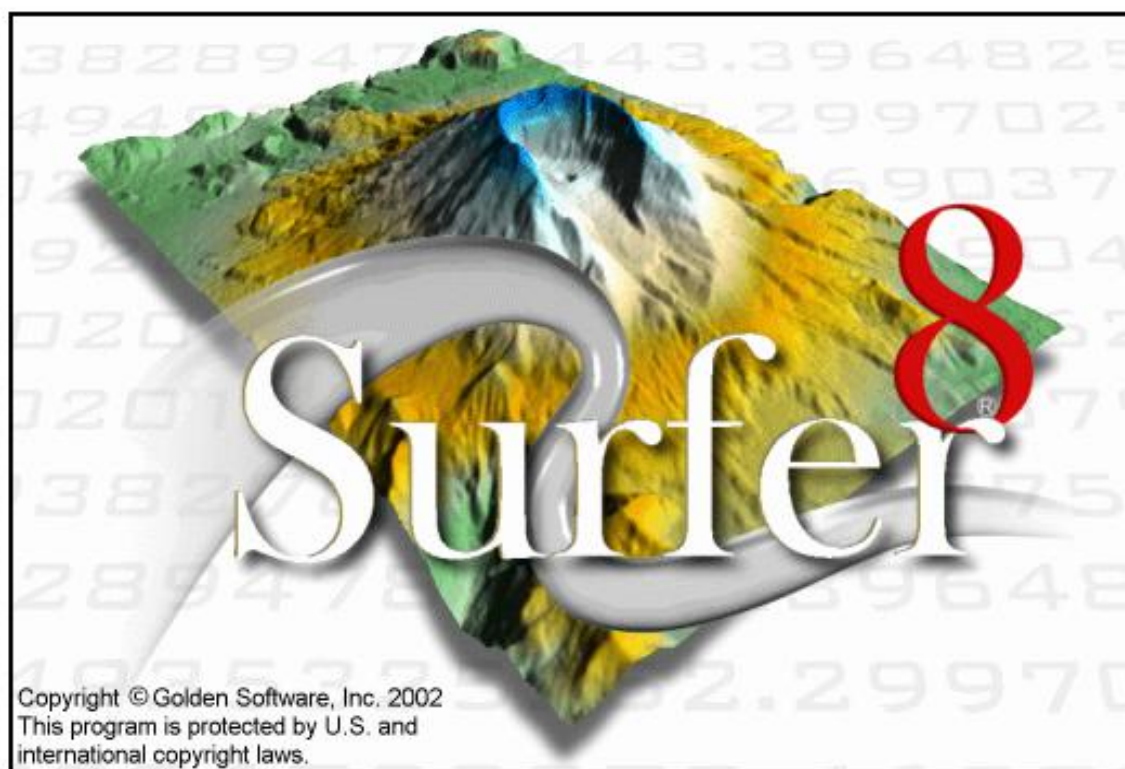


Fig. 2.2. Interpretarea mezoclimatică a datelor prin intermediul Programului SURFER 8

Informația obținută în paralel cu harta administrativă digitală sau a regiunii fizico-geografice [7, 51, 66, 72, 145] redă preabilitatea climei pe teritorii concrete și în diferite intervale de timp, inclusiv la nivel anotimpual.

Rolul climatologiei statistice, în estimările privind schimbările climatice, este tot mai mare, deoarece ea oferă în permanență prelucrarea unui volum imens de date climatice și asigură estimarea operativă și veridică privind clima unui teritoriu. Un rol aparte îl are statistica descriptivă, care se ocupă cu descrierea informației statistice, adică a eșantioanelor prin intermediul anumitor indici statistici. Astfel, statistica descriptivă, în primii săi pași, oferă utilizatorului calculul următorilor parametri principali:

- parametrii valorilor centrale (medie aritmetică, modul, mediană), concentrate în zona frecvențelor maxime – de la care se plasează celelalte valori din șir;
- parametrii dispersiei, care exprimă dispersarea valorilor;
- indicii de asimetrie, care exprimă deplasarea spre stânga sau spre dreapta a maximelor de frecvență față de zona centrală;
- indicii de exces, care exprimă gradul de concentrare a valorilor din șir în apropierea valorilor medii, grafic, luând forma ascuțită sau mai aplatizată.

În evaluările temporale și în divizarea pe etape a seriilor temporale, au fost utilizate valorile celor mai lungi șiruri statistice de date înregistrate în seria observațiilor instrumentale la stațiunea Chișinău (perioada anilor 1887-2019).



Fig. 2.3. Elaborarea hărților digitale (Programul ArcGIS 10.2)

În prezent, este acumulat un volum enorm de date ce formează arhiva observațiilor meteorologice a parametrilor principali, ce caracterizează sezonul de vară, începând cu anul 1961 până în anul 2019, pentru 17 stații meteorologice din Republica Moldova. În calitate de material inițial au servit: datele temperaturilor medii diurne, lunare, decadaale; sumele temperaturilor medii lunare; maximele diurne; deficitul de saturație; numărul zilelor uscate etc., în baza cărora a fost creată arhiva datelor sezoniere. Interpretarea spațială a acestora a fost efectuată cu utilizarea programului ArcGis 10.2.2 (figura 2.3.).

În aspect regional, perioada contemporană (anii 1961-2019) a fost divizată convențional în patru etape cu câte 30 de ani fiecare, care, de fapt, reprezintă perioadele de referințe propuse de către Organizația Meteorologică Mondială (OMM) și Comisia Interguvernamentală privind Schimbările Climatice (IPCC), relevând faptul că ultima etapă (chiar și dacă este constituită din

29 de ani: 1991-2019), este cea mai caldă etapă din perioada contemporană a observațiilor instrumentale, respectând principiul zonalității. Perioada de referință 1961-1990 a înregistrat cele mai atenuate valori termice pe teritoriul Republicii Moldova, perioadă de timp în care se consideră că sistemul climatic a fost unul stabil.

Așadar, actualmente, teoria fiabilității, cunoscând o dezvoltare accelerată impusă de evoluția rapidă a tehnicii de calcul, determină îmbunătățirea sistematică a nivelului tehnic și sporirea continuă a complexității de utilizare concomitentă a diverselor baze de date informaționale, care, după testarea către omogenitate și veridicitate, au o răspândire largă în prelucrarea statistică de mai departe.

Dat fiind faptul că conceptul evoluției climei acceptate în limitele unui anumit „culoar” (Tolerable Windows Approach, *TWA*) reprezintă pentru temperatura medie globală $T=2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ și $T=0,015\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{an}$, această afirmație este extrem de importantă la argumentarea măsurilor efective în preîntâmpinarea schimbărilor nefaste ale climei [48, 68, 156].

În ultimii ani, au fost elaborate anumite recomandări în utilizarea mai efektivă a analizei spectrale la identificarea ciclurilor [81, 82, 83, 90, 97, 99, 100, 103, 106, 111, 127, 129,]. Unele procedee de excludere din fluctuațiile multianuale a componentelor de tipul Marcov au fost înaintate de O. Drozdov [132], care apoi s-au supus testărilor conform ciclicității. Procedura de transformare sau codificare a șirurilor climatice (în speță – generalizarea procesului climatic anotimpual) a fost utilizată și la realizarea acestor cercetări [59, 135, 138, 139, 155].

O estimare spațio-temporală a climei regionale, cu obținerea unor rezultate concrete la adresa evidențierii stării actuale a climei anotimpuale, este de neconceput fără utilizarea unor indici climatici specifici. În pofida multitudinii indicilor climatici aplicați, specificul manifestării climei actuale la nivel regional determină necesitatea completării continuă a acestei palete de indici, capabili să scoată în evidență unele particularități specifice ale climei regionale, gradul de variabilitate sau de periculozitate a extremelor climatice.

Astfel, pentru lunile de vară este binevenită cunoașterea evaporabilității sau a evaporației potențiale (E_0) de care, în mare măsură, depinde cunoașterea bilanțului hidric. După cum demonstrează cercetările anterioare, acest indice, fiind calculat după mai multe formule, s-a constatat că metoda propusă de N. Ivanov cel mai bine aproximează datele obținute cu valorile factologice [53, 56].

Deci, calculul evaporației potențiale după N. Ivanov a fost efectuat conform formulei:

$$E_0=0,0018 (25\pm)2(100-a), \quad 1.9$$

unde: t – este temperatura medie a aerului, iar a – media lunară a umidității relative a aerului.

Ținând cont de aspectul precarității precipitațiilor și a temperaturilor ridicate din sezonul cald, un alt parametru climatic important îl reprezintă Deficitul de Apă Climatic (*DEF*).

Cunoașterea particularităților regionale de manifestare a evaporației potențiale în noile condiții climatice este extrem de importantă în vederea stabilirii impactului fenomenului de aridizare a climei asupra calității apelor de suprafață. Mai mult decât atât, acest parametru poate caracteriza bilanțul hidric al unui teritoriu.

Astfel, diferența dintre valorile anuale (sau lunare) a precipitațiilor atmosferice și a evaporației potențiale (E_0) reprezintă Deficitul de Apă Climatic (DEF) anual sau lunar, cu semnul negativ [51, 145]. Acesta are următoarea expresie:

$$DEF = P - E_0 \quad 1.10$$

Prin contribuția lui E_0 în locul temperaturii (comparativ cu alți indici complecși), dar și a precipitațiilor atmosferice ce are aceeași unitate de măsură (mm), acest indice este destul de util în estimarea gradului de ariditate.

Menționăm că lunile de interes practic din perioada activă de vegetație pentru consumul de apă a culturilor agricole sunt lunile mai, iunie și iulie, de aceea, este oportun să se cunoască care este indicele DEF și pe luni aparte.

2.2.2. Identificarea semnalului climatic ce caracterizează anotimpul de vară și evidențierea amplitudinilor climatice

Este cunoscut faptul că între parametrii meteorologici ai lunilor vecine există o strânsă corelație directă, ceea ce permite utilizarea metodei analogiilor în procesul de pronosticare. Anomaliile climatice în zona temperată pot alcătui o perioadă egală cu 3 luni și mai mult, argumentate în studiile științifice a mai multor autori [51, 95, 143, 144, 145], intervalul indicat fiind optim în evidențierea verilor cu diferit grad de intensitate a anomaliilor studiate.

Criteriul dat a fost utilizat și în evaluarea variabilității temperaturilor lunilor de vară precum și pentru întregul sezon (tab. 2.1). Calculele temperaturii medii sezoniere (normei climatice) au fost efectuate pentru șirul de date din întreaga perioadă de observație (1887-2019), înregistrate la SM Chișinău, fiind stabilită valoarea de 20,8 °C. Devierea standard σ de la valoarea multianuală constituie 1,2 °C.

Reieșind din faptul că temperaturile medii sunt mai puțin receptive față de factorii fizico-geografici locali (SM Chișinău) și, respectiv, ținând cont de gradul înalt de corelare dintre aceștia, a dat posibilitate pentru prelungirea șirurilor asemănătoare de date pentru alte stații, cu utilizarea în studiu a caracterului verilor, precum și pentru alte regiuni fizico-geografice din Republica Moldova [50, 51].

Tabelul 2.1. Parametrii statistici ai temperaturilor medii lunare (VI, VII, VIII) din Republica Moldova pentru semestrul cald al anului în perioada 1887-2019

Parametrii statistici	Iunie	Iulie	August	Anotimpul de vară
$\bar{X}$ (°C)	19,6	21,7	21,1	20,8
σ	1,5	1,5	1,6	1,2
Cv (%)	7,6	6,9	7,9	5,9
Min. (°C)	16,4	18,6	17,2	18,3
Max. (°C)	23,5	26,0	25,1	24,3

Lipsa lanțurilor muntoase orientate latitudinal, precum și vecinătatea Oceanului Atlantic, asigură o alternare regulată a maselor de aer cu diferite însușiri fizice – mase ce determină, în mare măsură, caracterul instabil al vremii, îndeosebi în perioada caldă a anului. Drept confirmare servesc limitele în care variază temperaturile medii sezoniere (18,3 °C ÷ 24,3 °C) în regiunea luată în studiu.

Pentru evidențierea nivelului anomaliilor termice și a intensității lor în anotimpul de vară, s-a utilizat valoarea devierii standard de la normă (σ), fiind cea mai „comodă” caracteristică ce indică caracterul variabilității regimului termic [51, 156].

Pentru teritoriul Republicii Moldova s-a încercat tipizarea verilor în scopul evaluării condițiilor de creștere și dezvoltare a culturilor agricole [59, 60]. Devierile temperaturilor de la norma climatică în unii ani depășesc valorile de $2,0 \sigma$. Reieșind din aceasta, pentru evaluarea cantitativă a verilor din regiune, s-a folosit pasul de $0,5 \sigma$ (tabelul 2.2.). În cazul verilor calde, temperatura sezonieră poate constitui valori de până la 24,3 °C, iar în cazul verilor reci – poate atinge valori de până la 18,3 °C.

Tabelul 2.2. Anomalii pozitive și negative ce caracterizează asprimea verilor în Republica Moldova

Caracteristicile	Veri calde $y > \bar{x} + \sigma$	Amplitudinea anomală, °C	Veri reci $y < \bar{x} - \sigma$	Amplitudinea anomală, °C
0.5σ	$y > 20,8 + 0,6$	21,4	$y < 20,8 - 0,6$	20,2
σ	$y > 20,8 + 1,2$	22,0	$y < 20,8 - 1,2$	19,6
1.5σ	$y > 20,8 + 1,8$	22,6	$y < 20,8 - 1,8$	19,0
2.0σ	$y > 20,8 + 2,4$	23,2	$y < 20,8 - 2,4$	18,4

Conform datelor indicate în tabelul 2.2., valorilor $0,5 \sigma$, σ , $1,5 \sigma$, 2σ corespund temperaturile sezoniere în cazul când avem diferite tipuri de devieri pozitive sau negative. Astfel, amplitudinile anormale pozitive 21,4 °C, 22,0 °C, 22,6 °C, 23,2 °C constituie valorile medii ale anotimpului ce se stabilesc în timpul verilor calde, iar amplitudinile anormale negative – $0,5\sigma$, $-\sigma$,

$-1,5\sigma$, -2σ corespund temperaturilor medii sezoniere în timpul verilor reci, corespunzător: 20,2 °C; 19,6 °C; 19,0 °C; 18,4 °C.

Aceste nivele se fac observate în cazul când anomaliile de temperatură depășesc valorile egale cu $\pm\sigma$ și $\pm2\sigma$ (tabelul 2.3).

Tabelul 2.3. Amplitudinile pozitive și negative în lunile de vară din perioada 1887-2019 în Republica Moldova

Amplitudinile Anomale	Iunie (T, °C)	Iulie (T, °C)	August (T, °C)
$y > x + \sigma$	21,1	23,2	22,7
$y < x - \sigma$	18,1	20,2	19,0
$y > x + 2\sigma$	22,6	24,7	24,3
$y < x - 2\sigma$	16,6	18,7	17,9

Conform datelor din tabelul 2.3, în luna iunie temperatura poate varia în limitele de 16,6...21,1 °C, pentru luna iulie acestea ar putea avea un diapazon variabil în limitele de 18,7...24,7 °C, iar în luna august valorile termice sezoniere pot constitui valori în limitele de 17,9...24,3 °C. Devierile evidențiate ale temperaturilor lunare vorbesc că anotimpul de vară diferă considerabil de la an la an. În legătură cu aceasta, întregul șir statistic al temperaturilor sezoniere a fost supus „filtrării”, folosind metoda trihotomiei.

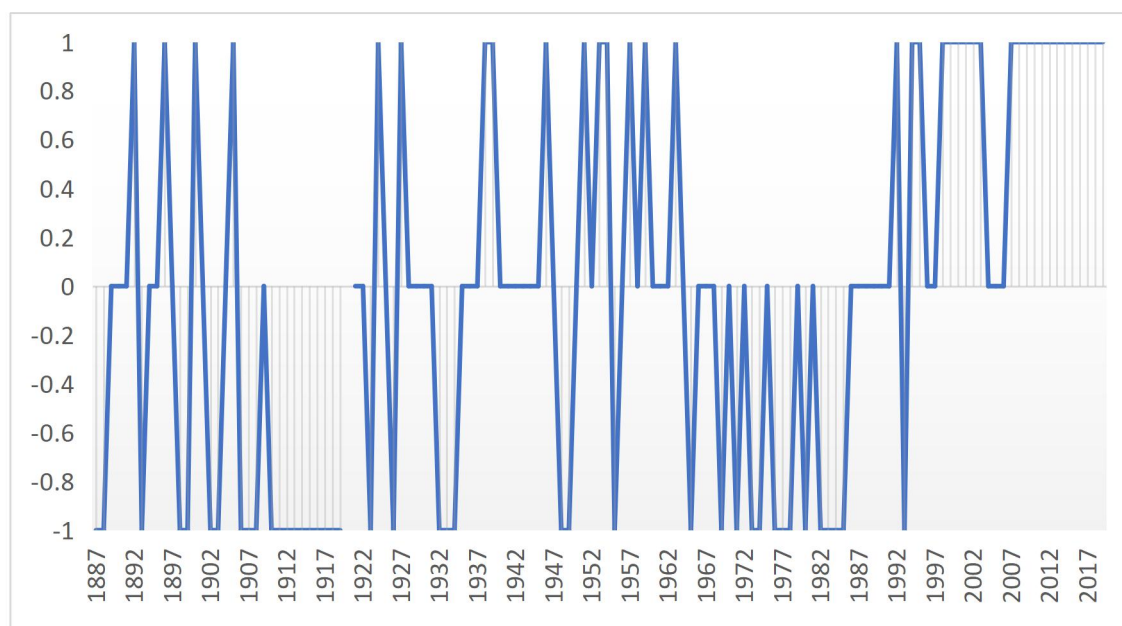


Fig. 2.4. Trihotomia șirului statistic de date ce caracterizează verile în Republica Moldova (original)

Utilizarea metodei date prevede, la prima etapă, simplificarea și codificarea șirului statistic de date: verile cu valorile medii sezoniere sunt exprimate prin zero (0), verile ce au devierea negativă de la norma climatică li se atribuie valoarea -1 și verile ce au devierea pozitivă sunt codificate prin 1 (figura 2.4.).

Prelucrarea șirului statistic de date demonstrează că în ultimele decenii au loc schimbări esențiale în coraportul „veri reci / veri calde”. Astfel, începând cu mijlocul anilor '90 ai secolului trecut, practic, nu s-au înregistrat veri reci, acestea au fost doar calde, fiind întrerupte de verile normale. Începând cu anul 2007, pe teritoriul Republicii Moldova verile s-au manifestat doar calde, ceea ce, încă o dată, demonstrează faptul că clima regională poartă o tendință de încălzire.

2.2.3. Clasificarea verilor în Republica Moldova și registrul indexării acestora

Variația temperaturii medii sezoniere a verii (figura 2.4.), pentru o perioadă de mai mult de un secol, demonstrează că pe parcursul evoluției acesteia, în perioadele anilor 1887-1907; 1923-1963; 1987-2019 se observă salturi pozitive în variația temporală, iar în perioadele 1908-1919; 1955-1983 se observă salturi negative ale temperaturii medii sezoniere a verii în aspect temporal.

Marea variabilitate climatică, inclusiv și a parametrilor climatici ce caracterizează verile în Republica Moldova [59], determină cuantificarea acestora prin intermediul utilizării indicilor statistici. Indicele, fiind exprimat printr-o valoare numerică, poate fi privit ca indicator al „variabilității” verilor, exprimând, totodată, gradul de abatere de la norma climatică în anumiți ani luați aparte.

În calitate de astfel de indice a fost utilizată expresia valorică a devierii $\pm 0,5\sigma$, $\pm\sigma$, $\pm 1,5\sigma$, $\pm 2\sigma$, care a stat la baza clasificării verilor în Republica Moldova după gradul de variabilitate a lor (figura 2.5.).

Drept criteriu al diferitor tipuri de veri au fost luate valorile devierii standarde σ . Verile cu anomalii termice sunt considerate, conform datelor din literatura de specialitate, acelea în care sigma constituie 0,5 și mai mult [59, 156]. Veri normale sunt considerate acelea când temperatura medie sezonieră variază între $X \pm 0,49\sigma$. Verile moderate reci (calde) se includ în limitele de temperatură $X \pm 0,5\sigma$. Verilor relativ reci (calde) corespund valorile termice în limita $X \pm \sigma$. Valoarea termică sezonieră a verilor reci (calde) este inclusă în limita $X \pm 1,5\sigma$. Pentru cele mai rare veri, adică pentru verile foarte reci (foarte calde), temperatura sezonieră se include în limitele de temperatură $X \pm 2,0\sigma$ [59, 156]

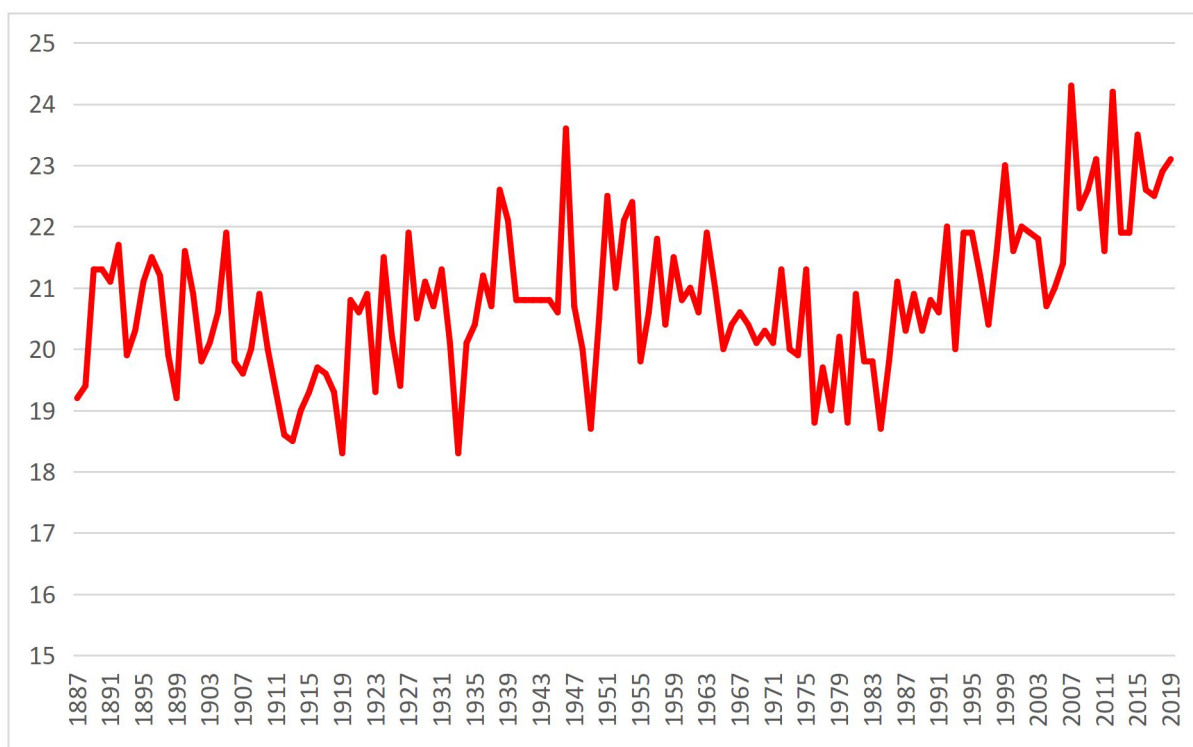


Fig. 2.5. Variabilitatea temperaturii medii a anotimpului vară (original)

Analiza numărului de cazuri cu diferit tip de vară, identificată conform valorilor sigma (tabelul 2.4.), indică că în perioada anilor 1887-2019, pe teritoriul Republicii Moldova, s-au înregistrat 43 de veri reci și 38 de veri calde, adică ultimele au constituit cu 5 veri calde mai puțin.

Tabelul 2.4. Numărul de cazuri cu diferite tipuri de veri în Republica Moldova pentru perioada anilor 1887-2019

Tipul verilor	Criteriul tipizării	Nr.cazuri
Foarte calde	2σ	4
Calde	$1,5\sigma$	11
Relativ calde	σ	19
Moderat calde	$0,5\sigma$	38
Norma	$-0,49\sigma \leq T \leq 0,49\sigma$	52
Moderat reci	$-0,5\sigma$	43
Relativ reci	$-\sigma$	19
Reci	$-1,5\sigma$	10
Foarte reci	-2σ	2

Verile relativ calde și relativ reci au câte 19 cazuri manifestate. Aproximativ egal se manifestă verile calde (11 cazuri) și reci (10 cazuri), iar cele foarte calde se dublează ca număr (4 cazuri), comparativ cu cele foarte reci (2 cazuri).

Pentru prima dată, în această lucrare a fost elaborat registrul anilor cu diferite tipuri de veri (tabelul 2.5.), pentru care constatăm că verile foarte calde din anii 1946, 2007, 2012, 2015 au înregistrat valori ale temperaturii medii sezoniere de 24,3...23,5 °C, în cazul verilor foarte reci din anii 1919 și 1939 – acestea au constituit cele mai scăzute valori: de 16,4 °C și, respectiv, 16,8 °C față de media multianuală de 20,8 °C.

Tabelul 2.5. Registrul indexării diferitor tipuri de veri

Registrul verilor calde de diferită intensitate				Registrul verilor reci de diferită intensitate			
+0,5σ	+σ	+1,5σ	+2,0σ	-0,5σ	-σ	-1,5σ	-2,0σ
1892	1938	1938	1946	1887	1887	1912	1919
1896	1939	1946	2007	1888	1888	1913	1933
1900	1946	1999	2012	1893	1899	1914	
1905	1951	2007	2015	1898	1911	1919	
1924	1953	2009		1899	1912	1933	
1927	1954	2010		1902	1913	1949	
1938	1992	2012		1903	1914	1976	
1939	1999	2015		1906	1915	1978	
1946	2001	2016		1907	1917	1980	
1951	2007	2018		1908	1918	1984	
1953	2008	2019		1910	1919		
1954	2009			1911	1923		
1957	2010			1912	1926		
1959	2012			1913	1933		
1963	2015			1914	1949		
1992	2016			1915	1976		
1994	2017			1916	1978		
1995	2018			1917	1980		
1998	2019			1918	1984		
1999				1919			
2000				1923			
2001				1925			
2002				1926			
2003				1932			
2006				1933			
2007				1934			
2008				1948			
2009				1949			
2010				1955			
2011				1965			
2012				1969			
2013				1971			
2014				1973			
2015				1974			
2016				1976			
2017				1977			

2018				1978			
2019				1979			
				1980			
				1982			
				1983			
				1984			
				1985			

Pentru verile moderat reci, anul 1985 constituie încheierea topului verilor reci înregistrate pe teritoriul republicii, în cazul iernilor moderat calde, cu o consecutivitate neîntreruptă în timp, se atestă o încălzire stabilă a acestora în ultimele două decenii. Aceasta a contribuit la necesitatea studierii mai detaliate a modificărilor posibile din regimul termic regional, drept urmare a încălzirii globale a climei.

Despre specificul distribuirii anomaliilor pe luni luate aparte vorbesc datele din tabelul 2.6. Astfel, registrul indexării anomaliilor pozitive și negative egale cu $\pm 0,5\sigma$, pentru fiecare lună aparte din anotimpul de vară, indică că în luna iunie, numărul total de luni moderat calde și moderat reci este același și constituie câte 45 de cazuri în seria observațiilor instrumentale pentru perioada anilor 1887-2019. În cazul lunii iulie, în circa 40 de cazuri, acestea s-au caracterizat ca moderat calde, iar în 52 de cazuri s-au înregistrat lunile moderat reci (cu 12 luni mai mult). În luna august această disproporție este și mai mare, de 15 luni, în cazul lunilor moderat reci.

Tabelul 2.6. Registrul indexării anomaliilor pozitive și negative egale cu $\pm 0,5\sigma$ pentru fiecare lună aparte din anotimpul de vară

0,5 σ		Anii	-0,5 σ		Anii
Luna	Nr. cazurilor		Luna	Nr. cazurilor	
1	2	3	4	5	6
VI	45	1892, 1901, 1924, 1927, 1931, 1935, 1938, 1939, 1946, 1947, 1951, 1953, 1954, 1957, 1961, 1964, 1968, 1972, 1975, 1979, 1981, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2003, 2007, 2008, 2009, 2010, 2012, 2013, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019.	VI	45	1887, 1888, 1890, 1893, 1894, 1895, 1898, 1899, 1903, 1907, 1909, 1911, 1912, 1913, 1914, 1915, 1916, 1917, 1918, 1919, 1921, 1923, 1925, 1928, 1932, 1933, 1936, 1949, 1952, 1955, 1958, 1966, 1970, 1974, 1976, 1977, 1978, 1980, 1984, 1985, 1988, 1989, 1992, 2001, 2005.
VII	40	1889, 1890, 1891, 1894, 1895, 1897, 1900, 1905, 1920, 1922, 1928, 1931, 1936, 1938, 1939, 1946, 1951, 1953, 1957, 1959,	VII	52	1887, 1888, 1892, 1898, 1899, 1901, 1902, 1903, 1906, 1907, 1908, 1910, 1911, 1912, 1913,

		1963, 1970, 1972, 1987, 1988, 1994, 1995, 1999, 2001, 2002, 2005, 2007, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017			1914, 1916, 1917, 1918, 1919, 1921, 1923, 1929, 1933, 1934, 1935, 1948, 1949, 1955, 1956, 1961, 1962, 1964, 1965, 1968, 1969, 1971, 1974, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1989, 1993, 1997.
VIII	35	1890, 1892, 1895, 1896, 1900, 1905, 1909, 1927, 1929, 1938, 1939, 1946, 1951, 1952, 1954, 1962, 1963, 1994, 1999, 2000, 2001, 2003, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019.	VIII	50	1887, 1888, 1899, 1901, 1906, 1907, 1908, 1910, 1911, 1912, 1913, 1914, 1915, 1916, 1918, 1919, 1923, 1926, 1928, 1929, 1931, 1933, 1934, 1935, 1936, 1937, 1948, 1949, 1950, 1955, 1956, 1960, 1961, 1962, 1964, 1965, 1968, 1970, 1974, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1987, 1997.

Cu toate acestea, datele incluse în registrul elaborat demonstrează o reducere a manifestării verilor cu temperaturi medii lunare sub norma climatică în ultimele decenii (2000-2019) și, dimpotrivă, are loc o creștere a numărului de cazuri în manifestarea lunilor de vară peste norma climatică înregistrată, adică a prevalării verilor moderat calde asupra celor moderat reci. Această concluzie a determinat estimarea în aspect evolutiv a tendințelor de formare a regimului termic din perioada caldă a anului, condiționată de schimbările globale ale climei.

2.3. Dinamica anomaliilor termice din perioada caldă a anului – indicator al schimbărilor climatice regionale

Republica Moldova, fiind situată în zona climei temperate din emisfera nordică, se interferează cu multiplele influențe climatice cu caracter oceanic, scandinavo-baltic, continental-excesiv, pontic și submediteranean, oferind o mare varietate climatică, inclusiv și în perioada caldă a anului. Acestea, la rândul lor, determină cunoașterea tendințelor de manifestare a probabilității și frecvenței, cu scopul estimării temporale a regimului termic din anotimpul de vară.

În acest context, este cazul să se menționeze că, cu toate că probabilitatea este o caracteristică a evenimentelor individuale, ea devine evidentă atunci când este supus observării un număr mare de evenimente aleatorii de același fel, care se manifestă independent unul față de altul. Independența reciprocă și dezordinea evenimentelor individuale dintr-un ansamblu fac ca o

anumită proporție de evenimente din acest ansamblu să se afle în aceeași situație sau în situații asemănătoare, care conduc la același rezultat (se realizează în același mod).

Acest fenomen poartă denumirea de frecvență și se exprimă prin raportul dintre numărul cazurilor care se realizează și numărul total de cazuri posibile. Frecvența se realizează la nivelul ansamblului, ca medie statistică a componentelor individuale și are valoare de necesitate pentru ansamblu; ea este cu atât mai stabilă, cu cât numărul de componente ale ansamblului este mai mare.

Deseori, probabilitatea este definită prin frecvență. Probabilitatea și frecvența sunt egale ca valoare numerică (cantitativ), dar se deosebesc între ele sub aspect calitativ și ca nivel al existenței la care se referă și pe care îl descriu: probabilitatea caracterizează nivelul individual și evaluează întâmplarea, iar frecvența caracterizează nivelul ansamblului și pune în valoare necesitatea [47, 49].

Tendențele de manifestare a unui sau altui fenomen sau proces climatic se pot evidenția prin calculul trendului care poate fi parabolic, exponențial, liniar etc. Ținând cont de faptul că în multe realizări regionale se utilizează trendul liniar, acesta a servit suport de bază în estimările temporale ale verilor.

Analiza trendului liniar privind temperatura medie a lunii iunie pe teritoriul Republicii Moldova, explică majorarea acesteia cu 0,0151 °C/an în perioada anilor 1887-2019. Cea mai caldă lună din seria observațiilor instrumentale este luna iunie a anului 2007, 2012, 2019, care a constituit 23,5 °C...23,2 °C, plasând anul 2007, cu temperatura medie de 23,2 °C în luna iunie pe locul trei în topul celor mai calde luni. Printre lunile fierbinți se atestă și luna iunie a anului 2018, cu temperatura medie lunară de 21,9 °C, norma climatică fiind de 19,6 °C (tabelul 2.7.).

Tabelul 2.7. Topul lunilor/ anotimpului cu valori termice semnificative înalte

iunie		iulie		august		vara	
Anii	T °C	Anii	T °C	Anii	T °C	Anii	T °C
2019	23,5	2012	26	1992	25,1	2007	24,3
2012	23,3	2007	25,8	2010	24,9	2012	24,2
2007	23,2	1936	25,2	1946	24,8	1946	23,6
1946	22,7	1959	24,5	2015	24,7	2015	23,5
1964	22,7	1999	24,5	2018	24,6	2010	23,1
1924	22,5	2001	24,5	2007	23,9	2019	23,1
1999	22,4	2015	24,4	1951	23,8	1999	23
1954	22,3	1938	24,2	2008	23,8	2018	22,9
1892	22	1994	24,2	2019	23,8	1938	22,6
2018	21,9	2002	24,2	2017	23,7	2009	22,6

În luna iulie, temperatura medie înregistrează o majorare cu 0,0108 °C/an pentru perioada anilor 1887-2019 față de 0,0074 °C/an, observată pe parcursul anilor 1887-2010; astfel, „ponderea încălzirii” fiind de 0,0034 °C, cu includerea ultimilor ani. Dacă până în anul 2012 se considera că cea mai caldă lună din seria observațiilor instrumentale este luna iulie a anului 2007, când temperatura medie a constituit 25,8 °C, apoi, o dată cu includerea în calcul al ultimilor ani, luna iulie din anul 2012 devine cea mai caldă lună iulie, înregistrând valoarea medie de 26,0 °C (față de 21,7 °C norma climatică).

Temperatura medie a lunii august, pe teritoriul Republicii Moldova, înregistrează o creștere cu 0,0115 °C/an pe parcursul anilor 1887-2019. Cea mai caldă lună august din seria observațiilor instrumentale a fost înregistrată în anul 1992, când temperatura medie a constituit 25,1 °C, iar luna august din anii 2010, 2007, 2017, 2019 ocupă poziții însemnate în topul celor mai calde luni din seria observațiilor instrumentale.

Și în cazul temperaturilor medii sezoniere (anotimpul de vară) se înregistrează o majorare a valorilor sezoniere cu 0,0144 °C/an. Cele mai calde veri s-au înregistrat în anii 2007, 2012, 2015, 2010, 2019, când valorile medii ale anotimpului de vară s-au regăsit în limitele de 24,3...23,1 °C, față de 20,8 °C, ce reprezintă media multianuală a perioadei 1887-2019 (tabelul 2.7.).

Estimarea numărului de cazuri ale lunilor moderat calde și moderat reci din anotimpul de vară pe perioade egale de timp, divizate convențional în câte 30 de ani ca perioade de referință: 1961-1990; 1971-2000; 1981-2010; 1991-2019, scot în evidență scăderea numărului lunilor moderat reci și creșterea numărului cu luni moderat calde în favoarea ultimei perioade 1991-2019, ceea ce relevă faptul că în toate lunile de vară se atestă o încălzire semnificativă în ultimele decenii (figura 2.6 a, b, c).

Ponderea lunilor iunie moderat reci este cea mai mare în perioada de referință a anilor 1961-1990, constituind 35% din totalul acestora înregistrate în perioada contemporană (1961-2019); ponderea acestor luni înregistrate în perioada (1971-2000) constituie 32%, apoi urmează perioada anilor 1981-2010 cu 23%. În ultimele decenii (1991-2019) această pondere constituie doar 10% (figura 2.7 a).

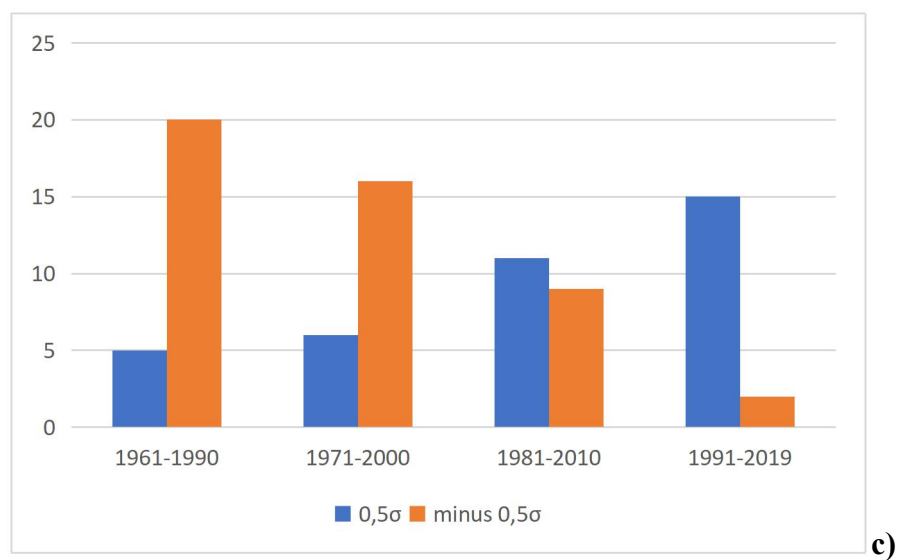
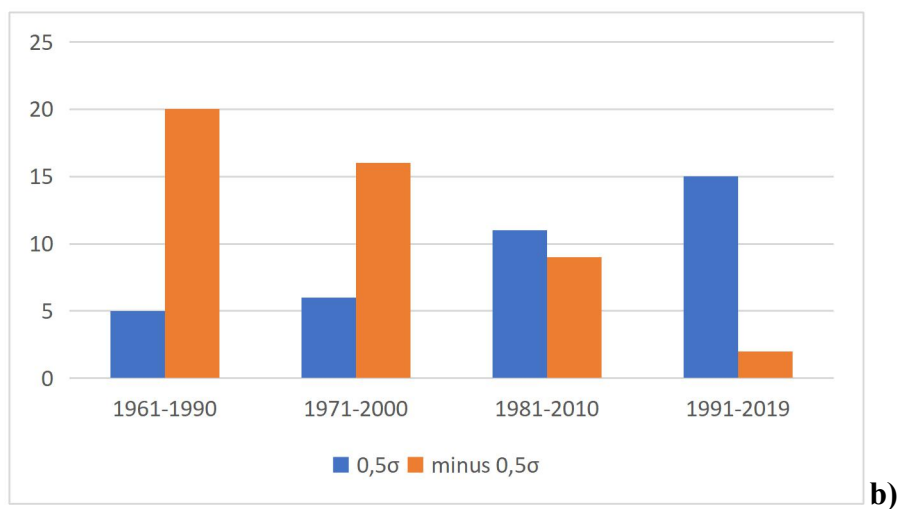
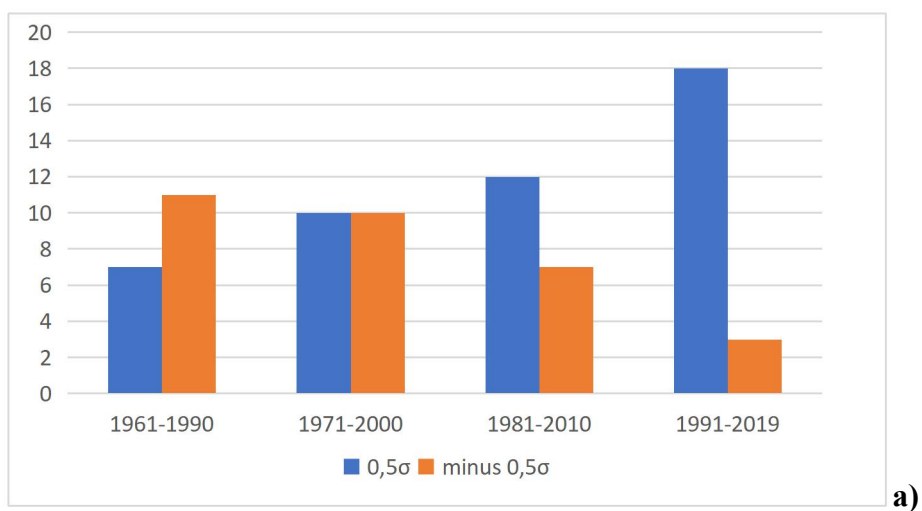


Fig. 2.6. Numărul de cazuri ale lunilor de vară (a) - iunie, b) - iulie, c) - august) moderat calde și moderat reci în diferite intervale de timp

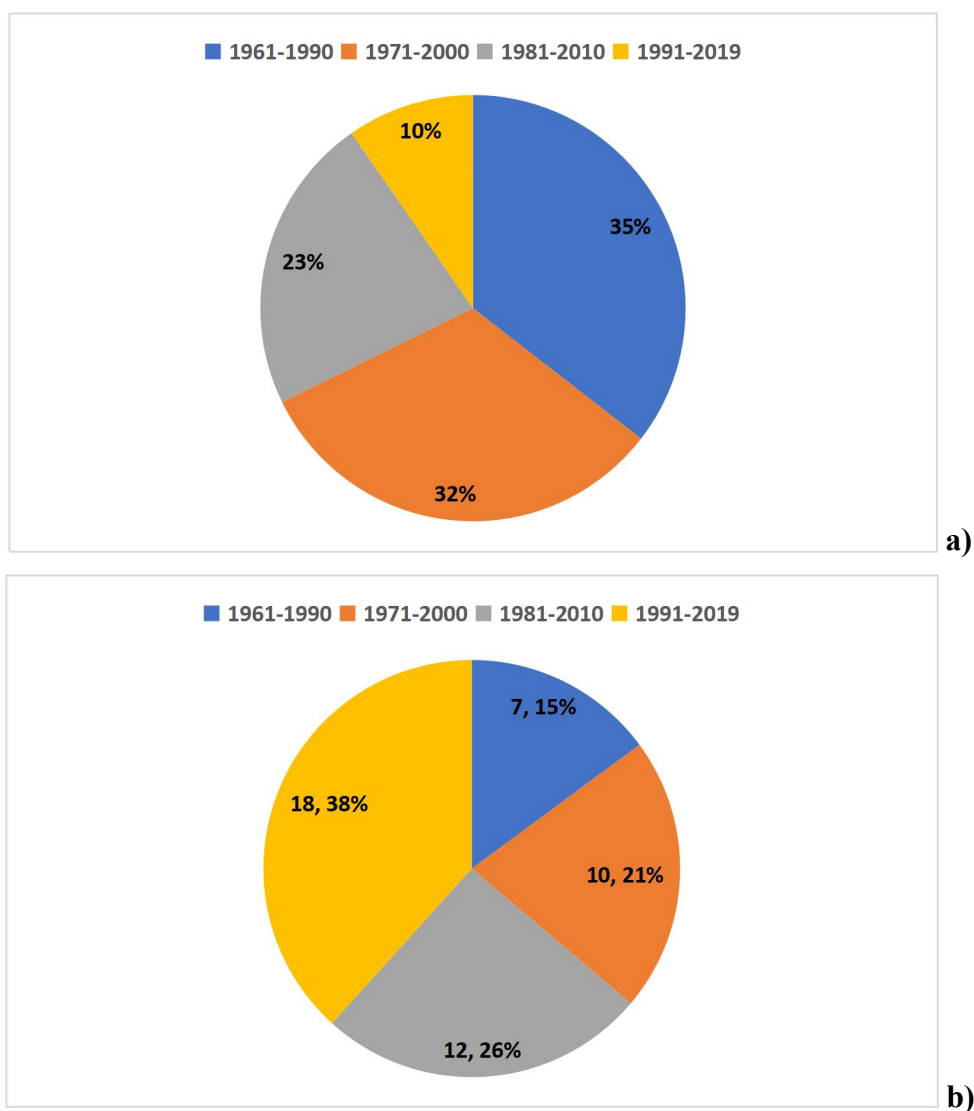


Fig. 2.7. Ponderea lunilor de iunie moderat reci (a) și moderat calde (b) în diferite intervale de timp

Lunile de iunie moderat calde au o pondere majoră de aproximativ 18,4% în perioada anilor 1991-2019 și cea mai mică rată de manifestare a acestui tip de 7,1% o au în perioada anilor 1961-1990. Cele relatate concluzionează faptul că, în ultima perioadă de referință, crește semnificativ ponderea lunilor moderat calde (figura 2.7. b), ceea ce, de fapt, nu contrazice concluziile obținute în cercetările anterioare [51].

În cazul lunii iulie, ponderea lunilor moderat reci este și mai mare în perioada de referință 1961-1990, constituind 45% din totalul acestora înregistrate în perioada contemporană (1961-2019), apoi urmează perioada anilor 1971-2000 cu 34%. În ultimele decenii (1991-2019) acestea constituie doar 4% (figura 2.8. a). Lunile iulie moderat calde au o pondere majoră de tocmai 41% în perioada anilor 1991-2019 și cea mai mică pondere de manifestare a acestui tip – de 13% o au în perioada anilor 1961-1990. Cele relatate concluzionează faptul că, în ultima perioadă de referință, este foarte semnificativă ponderea lunilor moderat calde (figura 2.8. b).

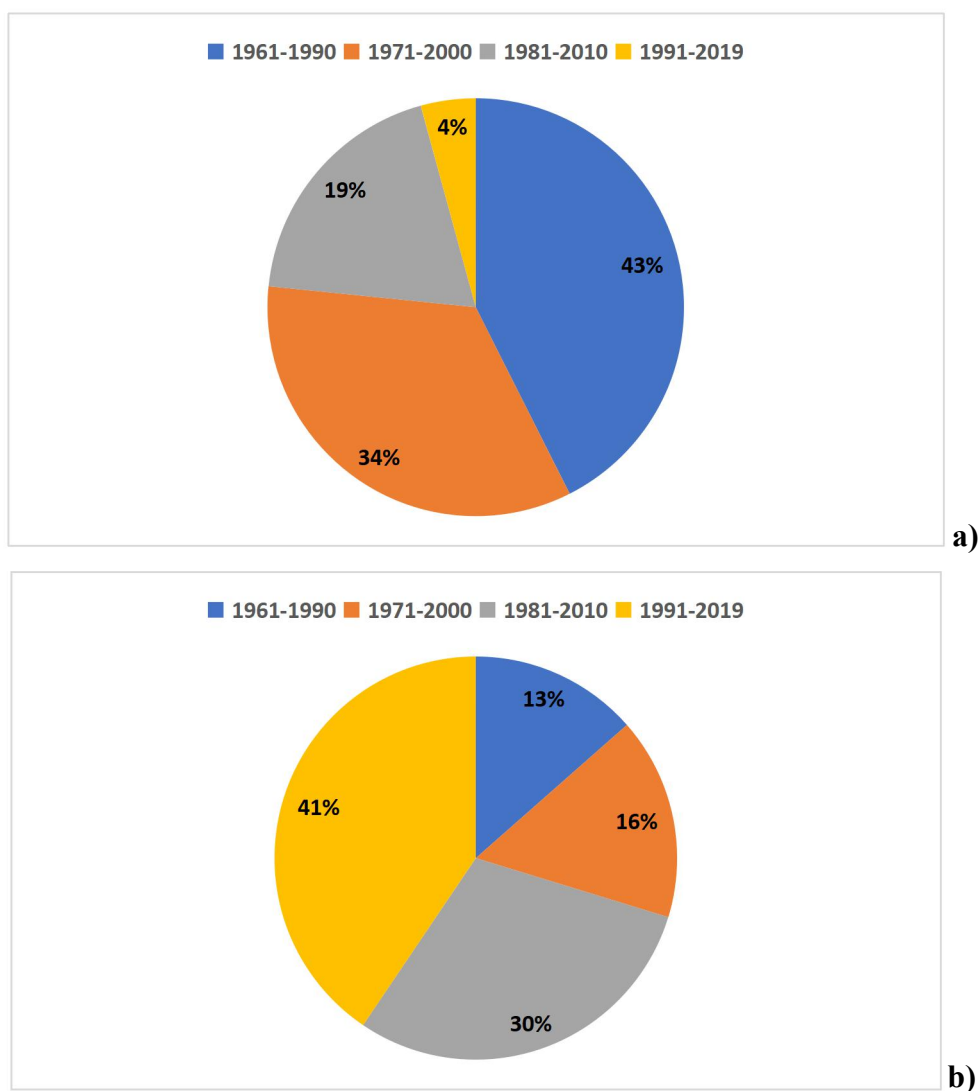


Fig. 2.8. Ponderea lunilor de iulie moderat reci (a) și moderat calde (b), în diferite intervale de timp

Pentru luna august, ponderea lunilor moderat reci este cea mai mare în perioada de referință 1961-1990 și constituie circa 47% din totalul cazurilor înregistrate în perioada contemporană (1961-2019), apoi urmează perioada anilor 1971-2000 cu 33%. În ultimele decenii (1991-2019) acestea constituie doar 3% (figura 2.9. a). Lunile de august moderat calde au o pondere destul de semnificativă, de tocmai 55% în perioada anilor 1991-2019. Cea mai mică pondere de manifestare a acestui tip, de numai 6%, o au în perioada anilor 1961-1990 (figura 2.9. b).

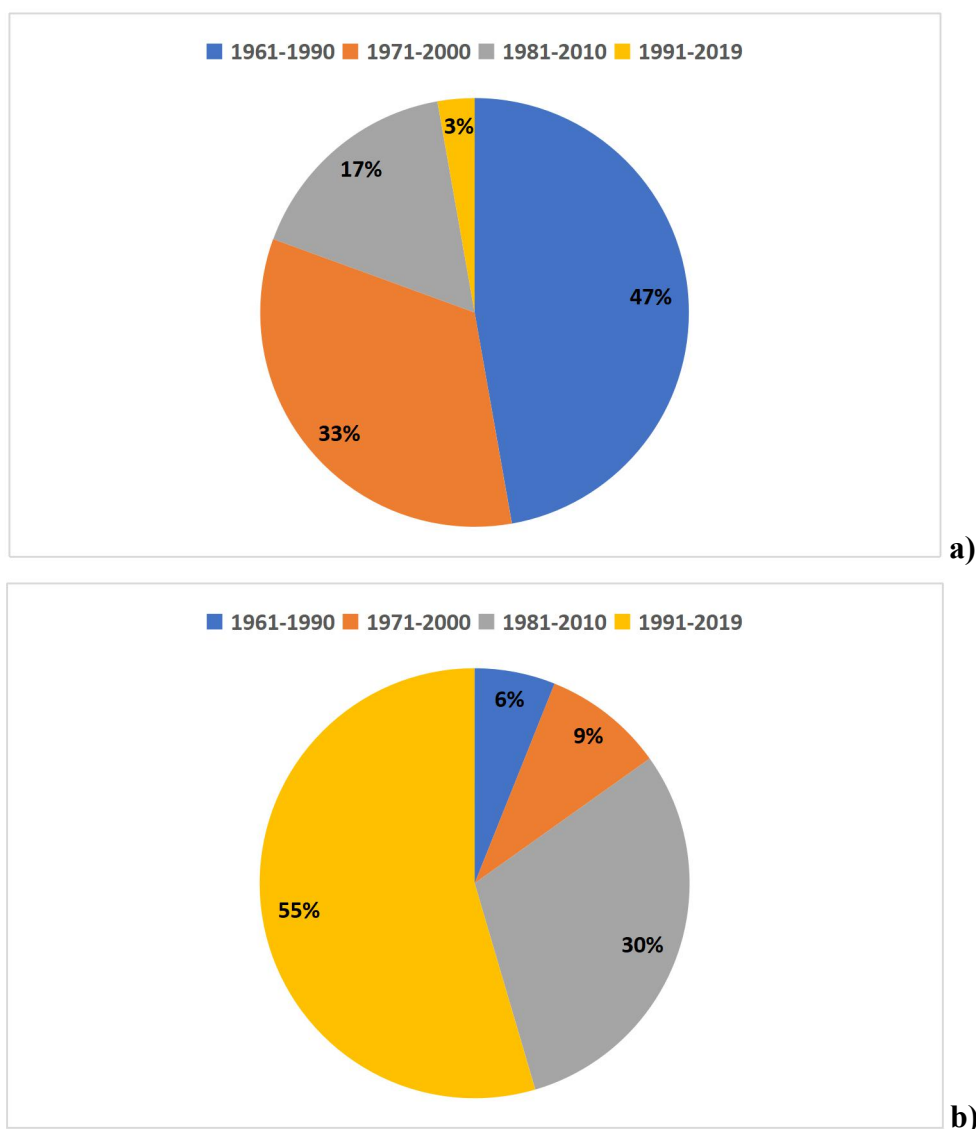


Fig. 2.9. Ponderea lunilor de august moderat reci (a) și moderat calde (b) în diferite intervale de timp

În rezultatul studiului efectuat, a fost stabilit că în sezonul de vară se atestă o majorare a lunilor moderat calde în ultimele decenii (1991-2019), iar lunile iulie și august se caracterizează cu cea mai mare pondere – de 41% și 55% corespunzător.

Astfel, se poate concluziona că lunile de vară, în ultima perioadă de referință (anii 1991-2019), înregistrează o încălzire pronunțată, cu precădere în lunile iulie și august, ceea ce este foarte important să se țină cont la luarea măsurilor de adaptare către noile condiții climatice.

O. Drozdov [132, 133], analizând structura temporală a secetelor, a concluzionat că o periodicitate strictă în manifestarea secetelor nu există. La fel putem spune și despre verile anormale, în pofida faptului că în prezent se observă o tendință statistică înaltă a frecvenței lor.

De aceea, în ultimii ani sunt elaborate metode statistice de pronosticare, ce au componente periodice însemnate [38]. Încă la sfârșitul secolului trecut, J. Hann în Germania și A.

I. Voieicov în Rusia [51] , au atras atenția la tendința fenomenelor meteorologice extreme de a se repeta peste un anumit interval de timp.

Ținând cont de registrul verilor calde și reci, în conformitate cu care primim o informație amplă privind intensitatea fenomenului natural, au fost evidențiate intervalele de manifestare a lor. A fost pusă sarcina de a selecta așa criterii statistice, care ar putea evidenția aceste intervale de timp, pornind de la afirmația că manifestarea verilor tipizate poartă un caracter aleatoriu.

Folosind metoda selectării consecutive cu ajutorul programului standard Statgraphics Centurion XVI, șirului inițial de date i s-a atribuit valori binare: **0** – tipul de vară este aproape de norma climatică, **1** – an cu un anumit tip de vară. Selectarea intervalelor de manifestare a fiecărui tip de vară a fost efectuată în următoarea consecutivitate: atunci când verile de același tip se manifestau de-a rândul anilor, intervalul era **0** (1, 1); în cazul când între 2 veri de aceeași intensitate se manifesta o vară de tip antipod sau normală, intervalul era **1** (1, 0, 1); în cazul când între 3 veri de aceeași intensitate se manifestau 2 veri antipode sau normale, intervalul era **2** (1, 0, 0, 1) etc. Destul de des au fost observate verile manifestate la rând, ceea ce permite de a grupa verile cu aceeași intensitate de manifestare (tabelul 2.8.). Astfel de consecutivitate este caracteristică procesului de tip Markov [50, 51, 156].

Tabelul 2.8. Numărul cazurilor ce reflectă intervalele de manifestare de-a rândul a diferitor tipuri de veri

Veri moderat calde		Veri moderat reci		Veri relativ calde		Veri relativ reci	
Intervalul	Nr.ca-zuri	Intervalul	Nr.ca-zuri	Intervalul	Nr.ca-zuri	Intervalul	Nr.ca-zuri
0	11	0	19	0	4	0	6
1	9	1	3	1	1	1	3
2	4	2	2	2	1	2	1
3	3	3	2	3	-	3	3
4	2	4	1	4	-	4	-
5	-	5	1	5	-	5	-
6	1	6	-	6	2	6	1
7	1	7	-	7	-	7	1
8	-	8	-	8	-	8	-
9	-	9	1	9	-	9	-
10	1	10	-	10	-	10	1
11	-	11	-	11	-	11	-
12	-	12	-	12	-	12	-
13	-	13	1	13	-	13	-
14	-	21	1	37	1	14	-
15	-					15	1
16	-					26	1
17	1						
28	1						

Așadar, șirul temporal existent poate fi analizat ca un proces neîntrerupt, unde se delimitează o anumită consecutivitate discretă a fenomenului natural studiat. Conform datelor conținute în tabelul 2.8., manifestarea de-a rândul a anumitor tipuri de veri se supune legii repartiției rare (Puasson) și, de aceea, aceste date obținute au fost supuse analizei conform acestei repartiții.

În cele mai dese cazuri (11), verile moderat calde se vor repeta de-a rândul sau vor fi întrerupte (9 cazuri) de o vară de alt tip. În cazul verilor moderat reci, acestea se vor manifesta de-a rândul în 19 cazuri.

Pe măsura creșterii intensității regimului termic caracteristic verilor relativ calde de-a rândul, acestea se vor manifesta în 4 cazuri, iar cele relativ reci – în 6 cazuri. În ambele cazuri, aceste două tipuri de veri au probabilitatea înaltă de a se manifesta, fiind întrerupte de câte una, două sau trei veri normale sau de tip antipod.

Rezultatele obținute sunt importante la efectuarea pronosticului verosimil de manifestare a diferitor tipuri de veri. În plan regional, manifestarea acestora poate diferi să se manifeste în dependență de factorii genetici ai climei.

2.4. Concluzii la capitolul 2

1. Clasificarea verilor după regimul termic și cuantificarea diferitor tipuri de veri calde și reci a fost efectuată în baza deviației standard (σ), indice ce reflectă variabilitatea regimului termic, fiind elaborat registrul verilor de diferit tip, iar în baza acestuia s-a estimat caracterul de manifestare în timp a verilor moderat/relativ calde și moderat/relativ reci.

2. Estimarea temporală a temperaturilor din lunile de vară, pentru diferite perioade de referință, a scos în evidență o sporire mai frecventă a ponderii lunilor moderat calde în perioada de referință 1991-2019, constituind 41% și, corespunzător, 55% din totalul acestora înregistrate în perioada contemporană (1961-2019). Totodată, lunile moderat reci pentru toate lunile de vară au înregistrat cea mai semnificativă pondere de manifestare în perioada de referință 1961-1990. Astfel, lunile de vară, în ultima perioadă de referință (1991-2019), înregistrează o încălzire pronunțată, cu precădere în lunile iulie și august, ceea ce este foarte important să se țină cont la luarea măsurilor de adaptare a diferitor sectoare economice către noile condiții climatice.

3. Analiza datelor incluse în registrul elaborat, privind verile de diferit tip după factorul termic, demonstrează o reducere a manifestării verilor cu temperaturi medii lunare sub norma climatică în ultimele decenii (2000-2019) și, dimpotrivă, are loc o creștere a numărului de cazuri în manifestarea lunilor de vară peste norma climatică înregistrată, adică a prevalării verilor moderat calde asupra celor moderat reci.

4. Pronosticarea verilor de un anumit tip și ordinea frecvenței lor pe teritoriul Republicii Moldova a fost efectuată în baza utilizării metodei trihotomice și a selectării succesive, stabilindu-se că frecvența maximă va fi de câte două-trei veri de același tip în mod consecutiv. Rezultatele obținute sunt extrem de importante la luarea măsurilor adecvate de adaptare către noile condiții climatice sezoniere.

3. ANALIZA SPAȚIO-TEMPORALĂ A INDICILOR CE CARACTERIZEAZĂ CONDIȚIILE ANOTIMPUALE

Masele de aer cu diferite însușiri fizice apar datorită încălzirii neuniforme a aerului, formând arii anticiclonale și ciclonale extinse. În timpul verii, teritoriul Republicii Moldova este influențat de anticiclonul Azorelor cu nucleul în Oceanul Atlantic și cu o influență semnificativă până deasupra Europei Centrale. Anticiclonul Azorelor, având o acțiune pulsatorie, deși este influent între 20 și 40 grade latitudine nordică, vara se poate extinde mult spre nord, uneori legându-se și cu activitatea ciclonului islandez. Cel din urmă ia naștere în partea de nord a Oceanului Atlantic, având nucleul deasupra Islandei. În funcție de anticiclonul Azorelor, această formațiune barică se extinde sau restrânge. Deci, cele două formațiuni barice acționează asupra teritoriului european, care, împreună cu vânturile vestice, determină circulația vestică. Aceste mase de aer antrenează aerul umed, cu producerea maximului pluviometric de primăvară-vară [157].

Cu caracter de semipermanență se manifestă ciclonii Mediteraneeni, care se dezvoltă în bazinul central-vestic al Mediteranei și, de obicei, acționează în cazul când formațiunile anticiclonale Azorelor și Nord-African sunt în retragere. Aceștia, ajungând deasupra Mării Negre, se reîncarcă cu umiditate și devin retrogradați. Reorientându-se pe o direcție nord-vest, sud-est și sud, vara și la începutul toamnei, provoacă mari căderi de precipitații cu caracter torențial (cum este cazul anilor 1991, 1994, 2005) [157].

Anticiclonul Nord-African se formează deasupra Tropicului Racului și se îndreaptă spre nord atunci când ciclonii mediteraneeni sunt în restrângere. Vara, masele de aer calde și uscate de deasupra Africii de Nord, ajung până deasupra teritoriului Republicii Moldova, cu influențe majore în sud și sud-est, determinând stabilitate atmosferică, cer senin, insolație puternică, temperaturi foarte ridicate și lipsa totală a precipitațiilor [157].

Ciclonul arab este o masă de aer cu presiune scăzută, care se formează deasupra Peninsulei Arabe, se îndreaptă predominant pe direcția nord-vestică și ajunge uneori pe teritoriul Republicii Moldova, acționând sub forma unor mase de aer cald și uscat, uneori chiar fierbinte, cu producerea unor furtuni de praf în troposferă. Se manifestă doar local vara și doar în sud-estul și sudul republicii, provocând vânturi fierbinți, care provoacă evapotranspirație și secetă [1, 2, 3, 8, 9, 14, 151].

3.1. Estimarea spațio-temporală a zilelor uscate pe teritoriul Republicii Moldova

Vara, în baza acțiunii principalelor formațiuni barice, în Republica Moldova, o influență semnificativă o are circulația vestică ce se manifestă atunci când în partea de sud a Europei se

instalează un câmp de presiune ridicată, iar în nord se instalează câmpuri de presiune scăzută. În acest context baric, circulația vestică antrenează mase de aer atlantice, de regulă umede. Această circulație se caracterizează prin pasaje noroase și instabilitate atmosferică, determinând vreme umedă și răcoroasă în sezonul cald.

Circulația polară se realizează în situația în care anticicloul Azorelor se extinde spre nord, pe fondul unei restrângeri a cicloului Islandez, care se deplasează și el spre nord. Această circulație se realizează atunci când deasupra Peninsulei Scandinave acționează anticicloul Scandinav. În aceste condiții se formează o circulație dinspre nord și nord-vest spre sud și sud-est. Acest tip de circulație antrenează mase de aer umede și răcoroase, care determină cer acoperit, temperaturi modeste și producerea de precipitații mai slabe cantitativ. Dacă aceste mase de aer cu contrast termic intră în contact, vara apar precipitații sub formă de averse. Dacă anticicloul Azorelor se unește cu cel Scandinav, teritoriul Republicii Moldova este invadat de aer foarte rece, îndeosebi vara.

Circulația tropicală se manifestă atunci când formațiunile barice de joasă presiune din sudul Europei antrenează spre centrul Europei mase de aer cald dinspre Africa de Nord. De regulă, aceasta presupune timp frumos, stabilitate atmosferică, temperaturi ridicate și lipsa precipitațiilor. Această situație a câmpului baric presupune și apariția circulației sud-estice, când aerul cald pătrunde peste Marea Mediterană, determinând vara ploi sub formă de averse și descărcări electrice. Al doilea caz particular al circulației sud-estice este dinspre Asia Mică și determină vreme foarte caldă și uscată, cu timp frumos și lipsă de precipitații (sub acțiunea cicloului arab).

Circulația de blocaj se instalează atunci când deasupra Europei vestice și centrale acționează un câmp de presiune ridicată, ceea ce împiedică pătrunderea unor perturbații ciclonice dinspre Oceanul Atlantic și Marea Mediterană. Presupune stabilitate atmosferică, cer senin, și lipsa precipitațiilor în anotimpul de vară [151].

Astfel, dinamica atmosferei exprimată prin circulația generală a maselor de aer se impune, în special, prin apariția unor stări climatice specifice teritoriului Republicii Moldova, peste care își mai lasă amprenta ritmul accelerat al schimbărilor climatice, cu tendința de încălzire și aridizare a climei în anotimpul de vară.

Spre deosebire de valorile maxime caracteristice temperaturilor zilnice, valurile de căldură sunt perioade continue cu temperaturi care depășesc un prag maximal un șir de zile la rând. Așa a fost în vara anilor 2003, 2007, 2012, 2015, demonstrând că valurile de căldură pot afecta puternic și Europa, cu consecințe severe asupra populației și economiei [15].

Ca evenimente climatice extreme, valurilor de căldură li s-a acordat puțină atenție până la evenimentul din 2003, când situația s-a schimbat radical. În diferite scenarii ale schimbărilor

climatice se prognozează o creștere generală a temperaturii aerului pentru Europa, cu variații spațiale diferențiate. Această creștere a variabilității temperaturii medii zilnice ar putea fi, de asemenea, prevestitorul unor valuri puternice de căldură. O analiză a simulărilor din două scenarii diferite de emisii și modele privind schimbările climatice, unul fiind modelul HIRHAM, a indicat o diferențiere sezonieră a creșterii temperaturii între nordul și sudul Europei.

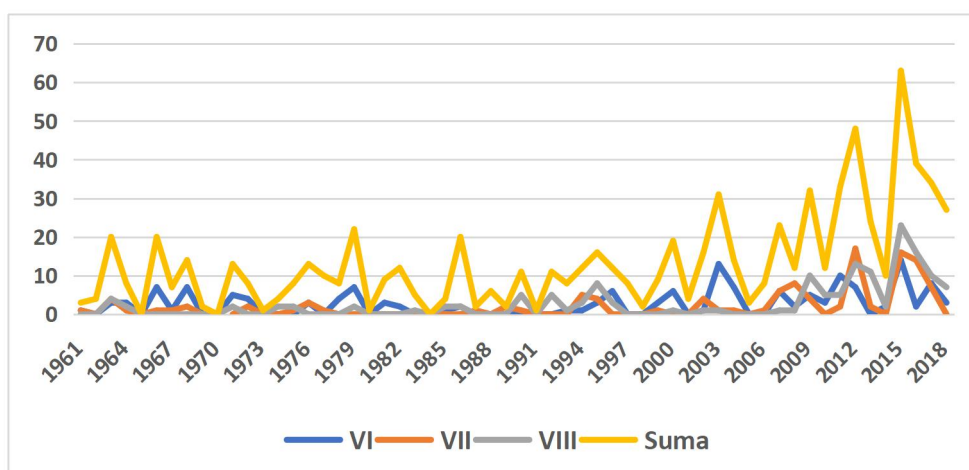
Într-un studiu diferit de cele anterioare (în cadrul scenariului de emisii A2 al IPCC), s-a prognozat o creștere a duratei valurilor de căldură (definite ca zile cu temperaturi zilnice maxime care depășesc 30 °C) de până la 50 de zile în multe părți ale bazinului mediteranean. Modificările privind apariția evenimentelor extreme sunt determinate de condiții care se dovedesc a fi rare în perioada de control sau constituie o condiție cu un efect potențial dăunător mediului, infrastructurii, ființelor umane [78, 107, 110, 112]. Indicatorii pentru evenimentele de temperatură extremă calculate sunt:

- temperatura maximă a zilei ≥ 35 °C în timpul unei luni;
- temperatura minimă a zilei ≤ 25 °C în timpul unei luni;
- intervalul mediu de temperatură diurnă;
- 95-a percentilă a temperaturii maxime zilnice pe lună;
- 99-a percentilă a temperaturii minime zilnice pe lună;
- număr de zile cu temperatura medie care depășește 25 °C.

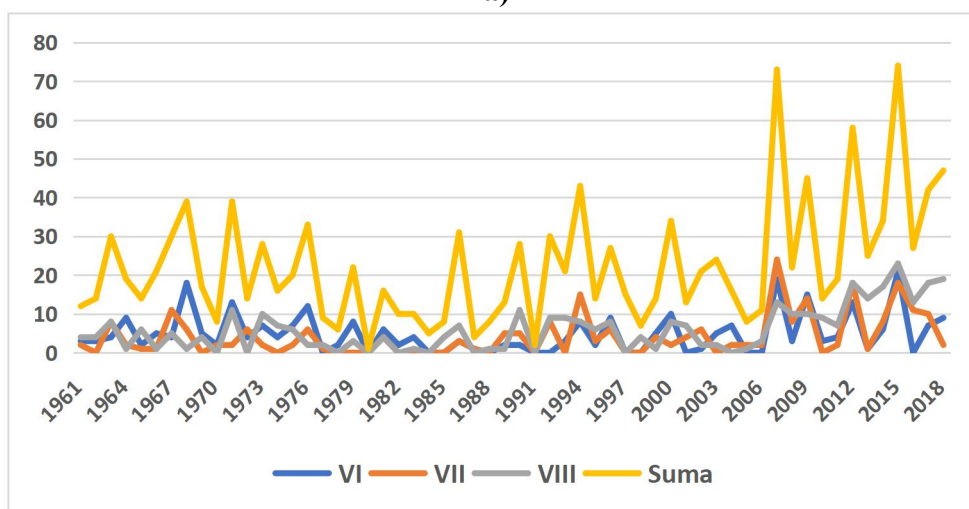
Așadar, valurile de căldură combină temperaturile extreme cu durata exprimată de numărul consecutiv de zile ale evenimentului. Lista indicatorilor ar putea fi extinsă [114, 115, 125, 130]. În funcție de mediul ecologic, pentru care ar fi estimat un pericol din partea valurilor de căldură, ar fi aplicabili diferiți parametri definitori pentru a deriva indicatorii [65]. Acest studiu utilizează un set larg de indicatori pentru a caracteriza mai bine schimbările de temperatură și schimbările de abatere a temperaturilor de la normele pe termen lung.

În aspect regional, indicator al uscăciunii sunt considerate așa numitele *zilele uscate*, prin definiție fiind caracterizate zilele în care temperatura medie diurnă este mai mare ≥ 25 °C, iar umiditatea relativă constituie valori $\leq 30\%$. Aceste valori redau nivelul fondului termic al zilei, dar și gradul de umiditate a aerului, ceea ce este extrem de important să fie cunoscute în contextul ritmului accelerat de modificare a verilor.

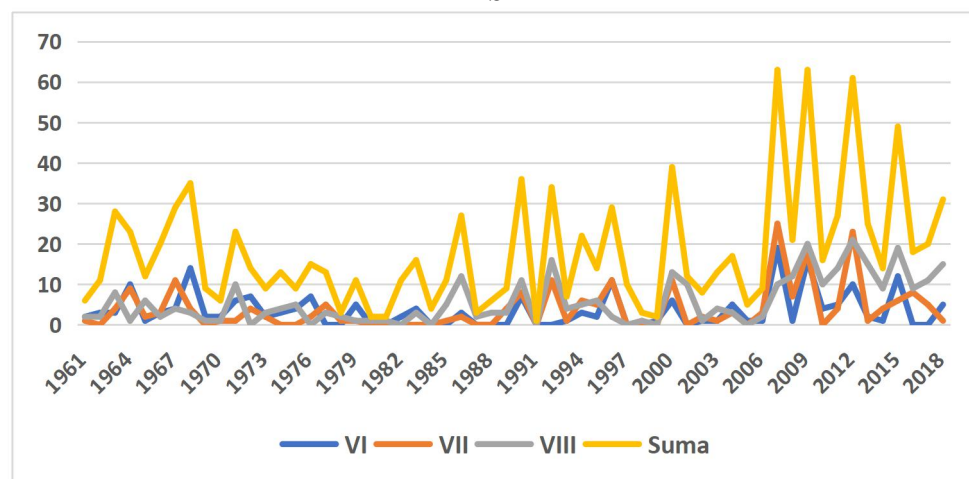
Evoluția temporală a numărului zilelor uscate demonstrează creșterea lor semnificativă după anii 2000 în toată țara, atât în aspect lunar, cât și sezonier. Analiza temporală a numărului zilelor uscate demonstrează că valorile cu care se caracterizează aceste zile în ultimii ani, în aspect multianual, nu au mai fost înregistrate în ultimii 60-70 de ani, concluzie de care trebuie să se țină cont la implementarea diferitelor măsuri de adaptare către noile condiții climatice, stabilite în perioada de vară (figura 3.1. a, b, c).



a)



b)

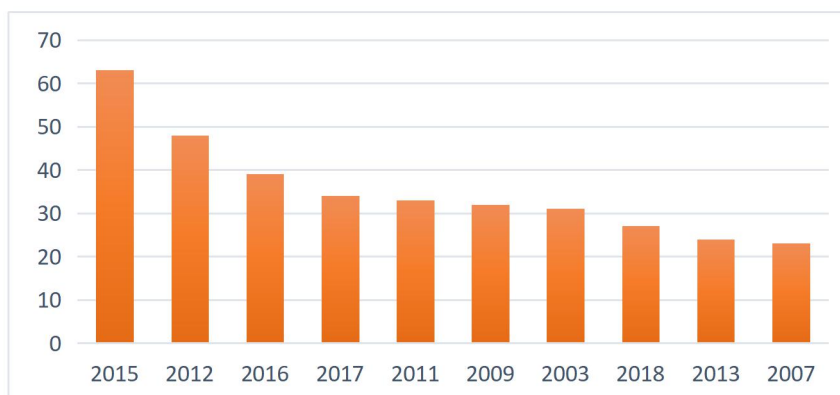


c)

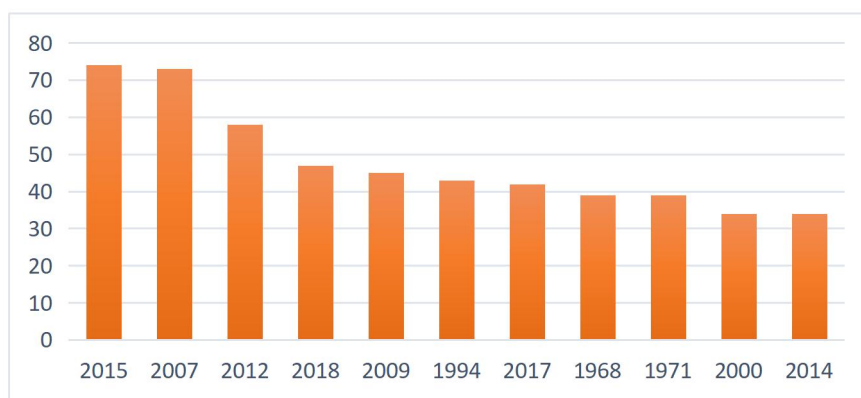
Fig. 3.1. Numărul zilelor uscate în anotimpul de vară (a) - Briceni, b) - Chișinău, c) - Cahul)

Topul anilor cu valori semnificative ale numărului zilelor uscate (secetoase) (figura 3.1. a, b, c; figura 3.2. a, b, c) reflectă o variabilitate temporală diferențiată în aspect teritorial. Dacă în partea de nord și centrală a republicii, cele mai multe zile uscate au fost atestate în anul 2015, iar

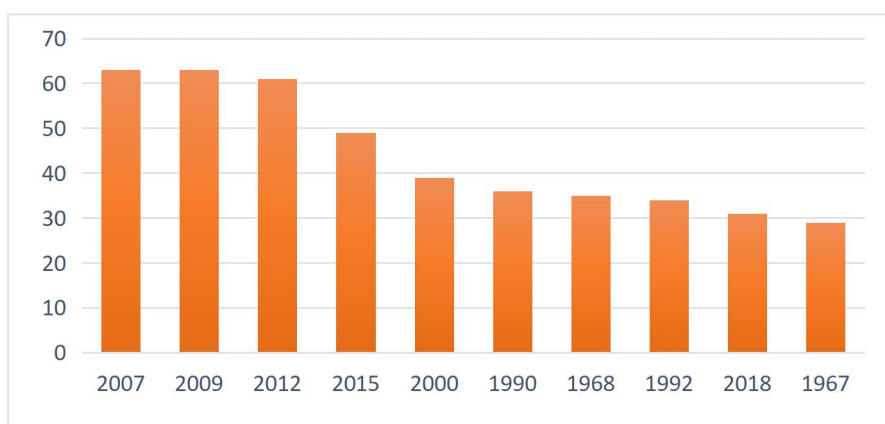
pe poziția a doua este plasat anul 2007, atunci în partea de sud a țării, anul 2007 a însumat cele mai multe zile uscate, fiind apoi urmat de anul 2009. În același timp, ultimii ani persistă în topul celor 10 ani care caracterizează verile deosebit de călduroase în limitele Republicii Moldova.



a



b)

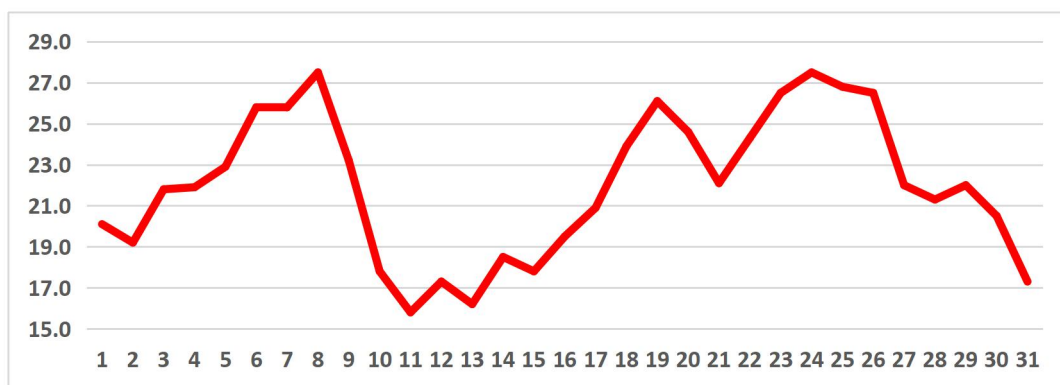


c)

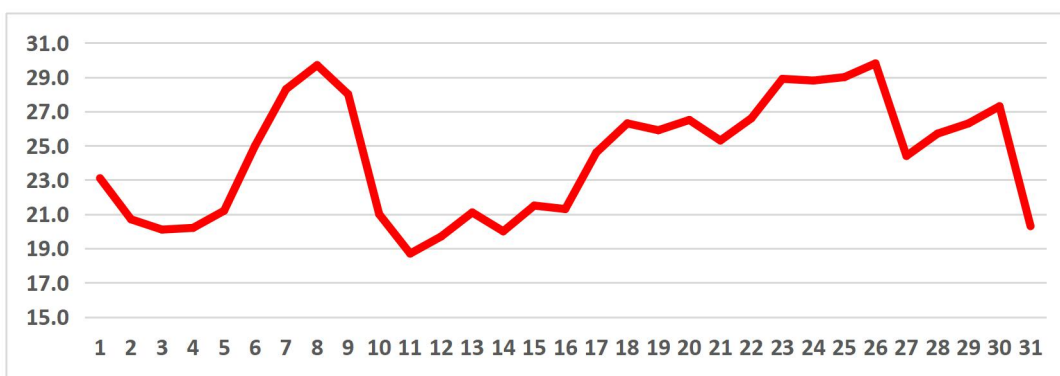
**Fig. 3.2. Topul anilor cu valori semnificative a numărului zilelor uscate (secetoase)
(a) - Briceni, b) - Chișinău, c) - Cahul)**

Menționăm că în acești ani cu condiții meteo-climatice extreme privind temperatura aerului în perioada de vară (anii 2007, 2015), când valorile medii diurne ale temperaturii aerului

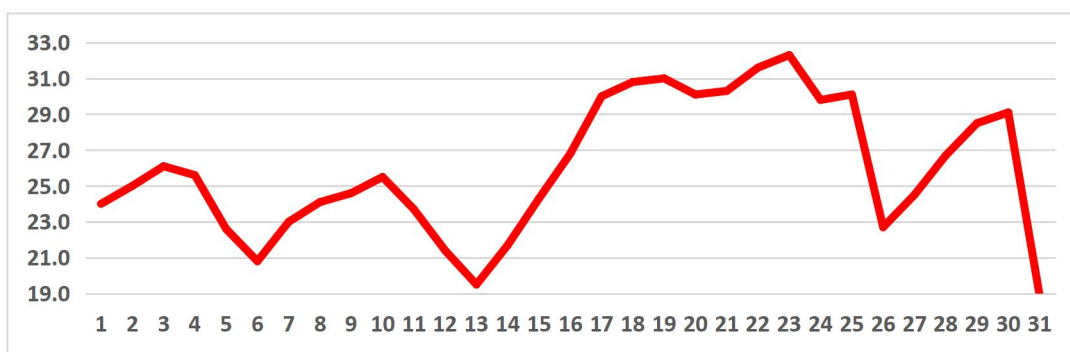
în cea mai caldă lună a anului (iulie) au depășit pragul de 25...28 °C în nordul Republicii Moldova; 25...30 °C în partea centrală și 25...32 °C în sudul republicii (figura 3.3 a, b, c).



a) - Briceni, iulie 2015



b) - Chișinău, iulie 2015



c) - Cahul, iulie 2007

Fig. 3.3. Zilele uscate cu temperaturi diurne de: 25...28 °C (a) – Briceni, iulie 2015); 25...30 °C (b) – Chișinău, iulie 2015); 25...32 °C (c) – Cahul, iulie 2007).

Elaborarea modelelor cartografice au la bază metodologia descrisă în Capitolul 2, care, inițial, prevede elaborarea modelelor regresionale, apoi cele cartografice. Pe lângă factorii mezo-climatici (latitudinea și longitudinea geografică), factorii fizico-geografici locali precum

altitudinea absolută, gradul de înclinație și orientarea versanților, reprezintă factori ce determină redistribuirea valorilor elementelor climatice în anumite areale fizico-geografice.

În cazul zilelor uscate, deși cea mai semnificativă pondere o are altitudinea absolută, menționăm că gradul de înclinație și orientare a versanților îmbunătățesc esențial calitatea modelului, ceea ce este confirmat și prin nivelul coeficientului de determinare (R^2) cu valori de peste 0,90.

În cazul lunii iunie (figura 3.4. a, b), numărul zilelor uscate, în hotarele raionului Ialoveni, variază în limitele valorilor de 2,1...5,1 zile, iar în perimetrul comunei Sociteni, acestea se manifestă cu o diferență de 1,6 zile (3,1...4,7 zile corespunzător).

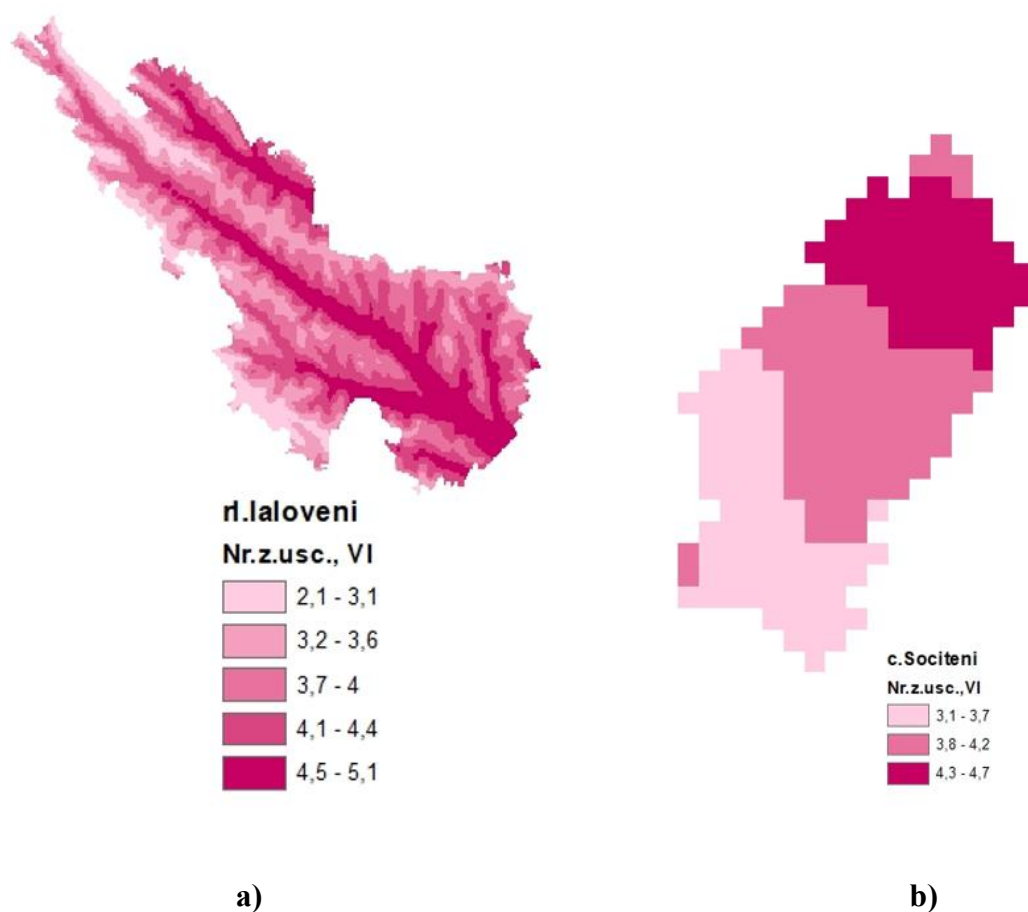
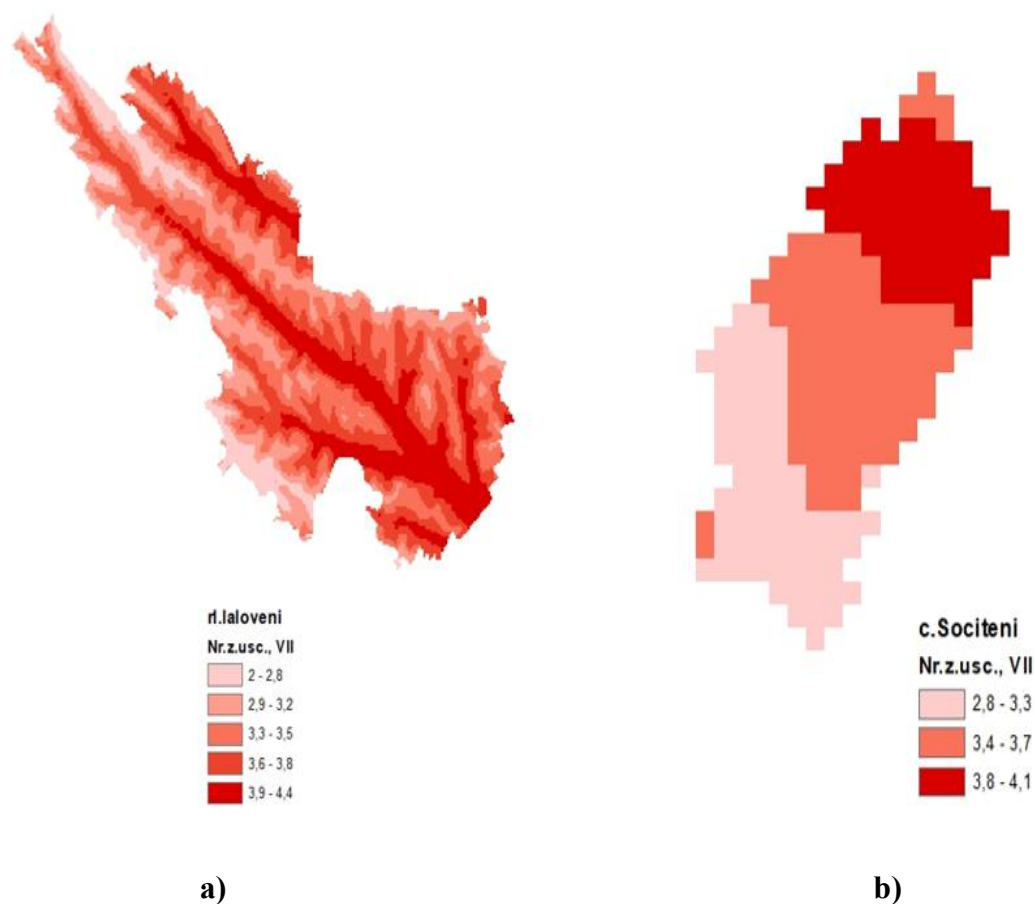


Fig. 3.4. Repartiția spațială a numărului zilelor uscate la nivel topoclimatic (VI)
(a) - rl. Ialoveni, b) - c. Sociteni)

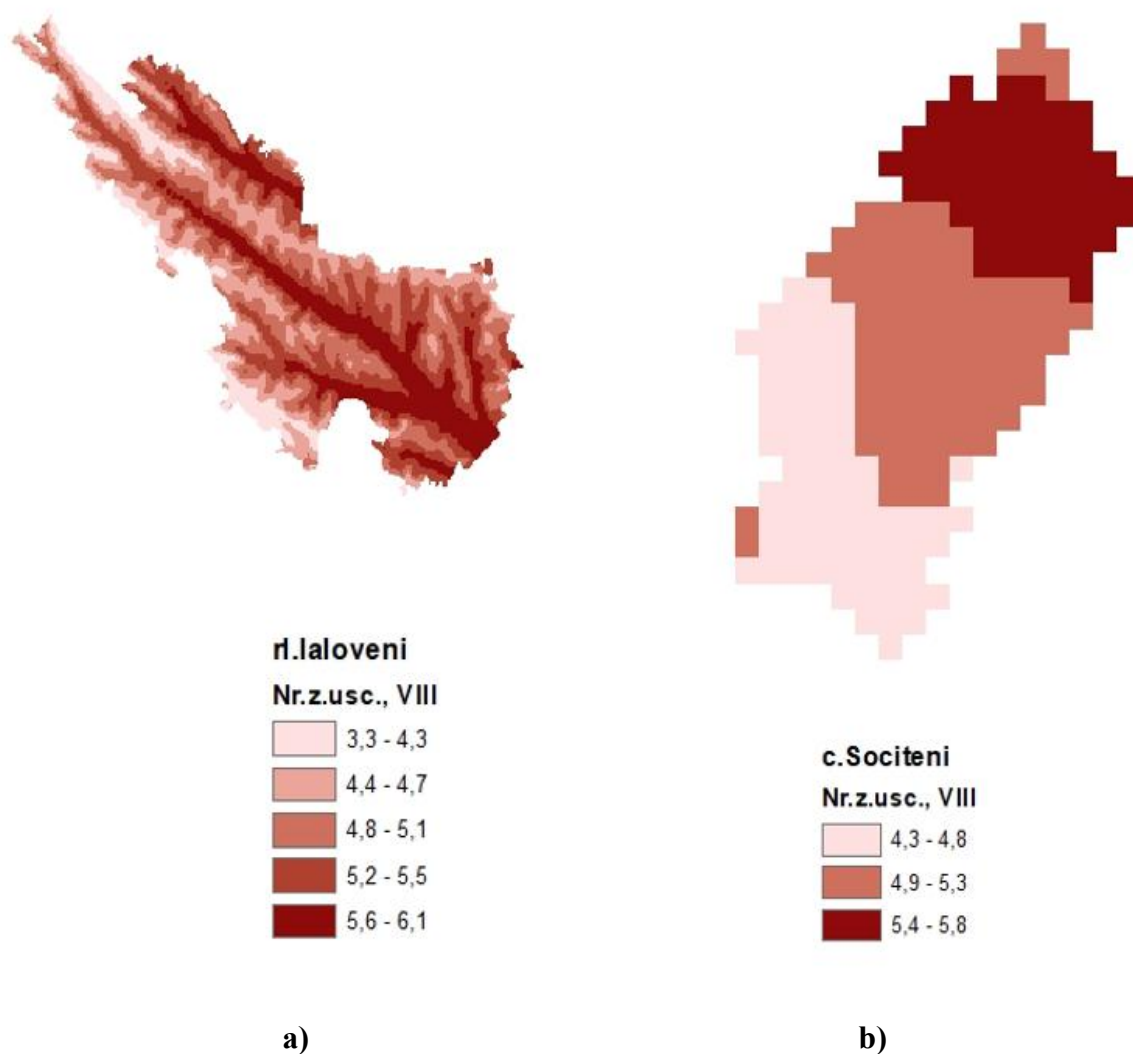
Acceași legitate se păstrează și în cazul lunii iulie (figura 3.5. a, b) și august (figura 3.6. a, b).



**Fig. 3.5. Repartiția spațială a numărului zilelor uscate la nivel topoclimatic (VII)
(a) - rl. Ialoveni, b) - c. Sociteni)**

În luna iulie, numărul zilelor uscate variază în limitele raionului Ialoveni de la 2 zile la 4,4 zile, în comuna Sociteni acestea constituie 2,8...4,1 zile (figura 3.5.). Diferențierile spațiale sunt de 2,2 zile în limitele raionului Ialoveni și 1,3 zile pe teritoriul comunei Sociteni. Menționăm că văile râurilor mijlocii și mici, ce traversează aceste teritorii, înregistrează cele mai multe zile uscate, cu altitudinea numărul lor scade, fiind influențat în mare măsură de fondul termic mai scăzut și aerația mai bună pe cumpenele de apă. Aceeași legitate se păstrează și în cazul lunii august, când acestea cresc numeric și în limitele raionului Ialoveni constituie 3,3...6,1 zile, iar în comuna Sociteni 4,3...5,8 zile, deci cu diferențieri de 2,8 zile și 1,5 zile respectiv (figura 3.6.).

Potrivit rezultatelor obținute anterior [51] pentru unii ani concreți, aceste valori pot să difere substanțial de valorile multianuale, de aceea considerăm că este extrem de important să se cunoască la nivel local arealele vulnerabile către manifestarea perioadelor cu zile uscate majore, în scopul determinării normelor de irigare a culturilor agricole, de efectuare a măsurilor diferențiate pentru atenuarea intensității perioadelor uscate și de uscăciune în lunile de vară.



**Fig. 3.6. Repartiția spațială a numărului zilelor uscate la nivel topoclimatic (VIII)
(a) - rl. Ialoveni, b) - c. Sociteni)**

Luând în considerare semnificația rezultatelor obținute, acestea au fost implementate la nivel de comună și de raion administrativ, fiind certificate cu acte de implementare (Actele nr.3-6 din 06.07. 2020, incluse în anexe).

Numărul total al zilelor uscate (figura 3.7.) înregistrează o majorare esențială în aspect multianual (1961-2019) la nivel de raion administrativ, cu diferențe spațiale de 11,6 zile. Formele depresionare de relief au însumat cele mai mari valori (23,8 zile) față de formele convexe de relief, unde numărul acestor zile este aproape înjumătățit (12,2 zile). Pentru teritoriul comunei Sociteni, această diferență dintre formele depresionare și convexe de relief constituie 6,1 zile.

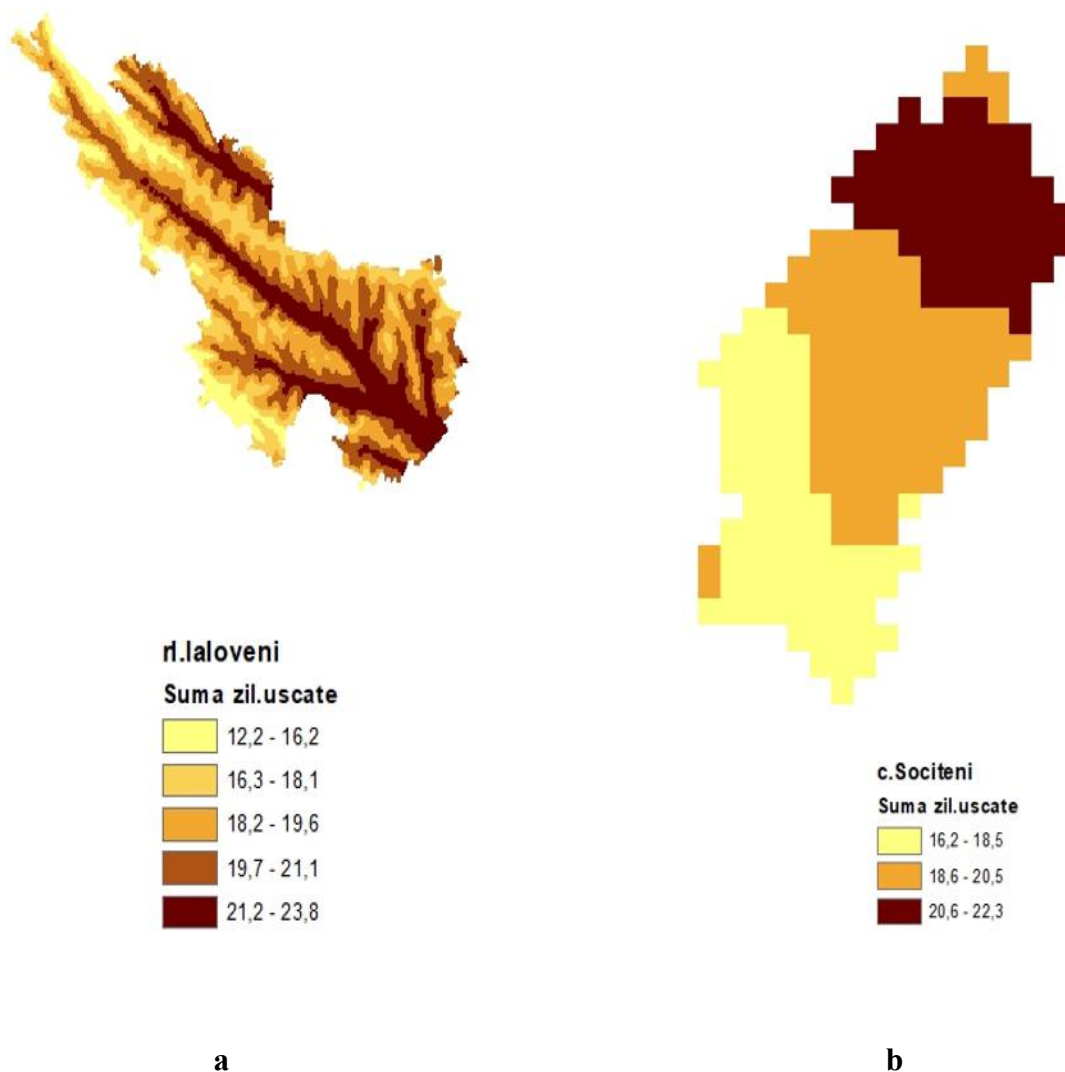


Fig. 3.7. Repartiția spațială a numărului total al zilelor uscate la nivel topoclimatic (a) - rl. Ialoveni, b) - c. Sociteni)

Astfel, în baza datelor obținute, ca indicator ce servește la definirea zilelor uscate servește valoarea temperaturii medii diurne ce depășește $\geq 25^{\circ}\text{C}$ și umiditatea relativă mai mică de $\leq 30\%$. În baza acestor date a fost stabilit topul anilor cu valori semnificative ale zilelor secetoase în zonele de Nord, Centru și Sud. Totodată, a fost efectuată analiza comparativă a numărului de zile uscate în teritoriu.

3.2. Variabilitatea climatică a evaporabilității în lunile de vară

Cunoașterea variabilității climatice a evaporabilității (evaporației potențiale) în lunile de vară pe teritoriul Republicii Moldova, care este situat într-o zonă cu umiditate insuficientă, prezintă un interes deosebit, deoarece aceasta influențează în mod direct calitatea apelor de suprafață, sectorul agricol, silvic etc.

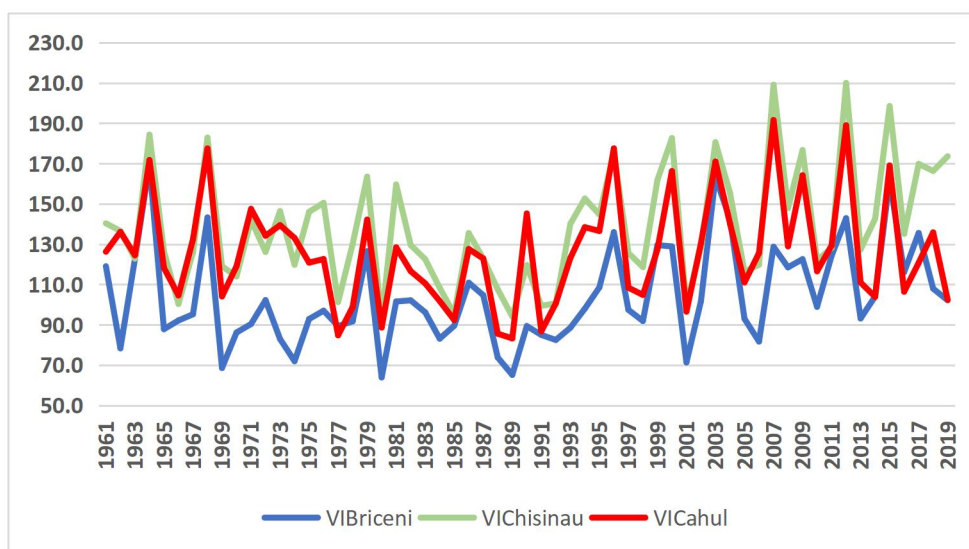
În cercetările propuse, estimarea tendinței de schimbare a evaporabilității în anotimpul de vară relevă faptul că pretutindeni se observă o tendință de majorare a valorilor de la nord spre sud. Cu toate acestea, în centrul țării se atestă o majorare cu mult mai pronunțată, ceea ce determină abaterile cele mai semnificative de la normele climatice, cu precădere în ultimele decenii (tabelul 3.1.). Această concluzie nu se contrazice cu rezultatele obținute în cadrul cercetărilor anterioare [51, 53, 156] pentru alte intervale de timp.

Tabelul. 3.1. Valorile medii sezoniere de vară ale evaporabilității în diferite

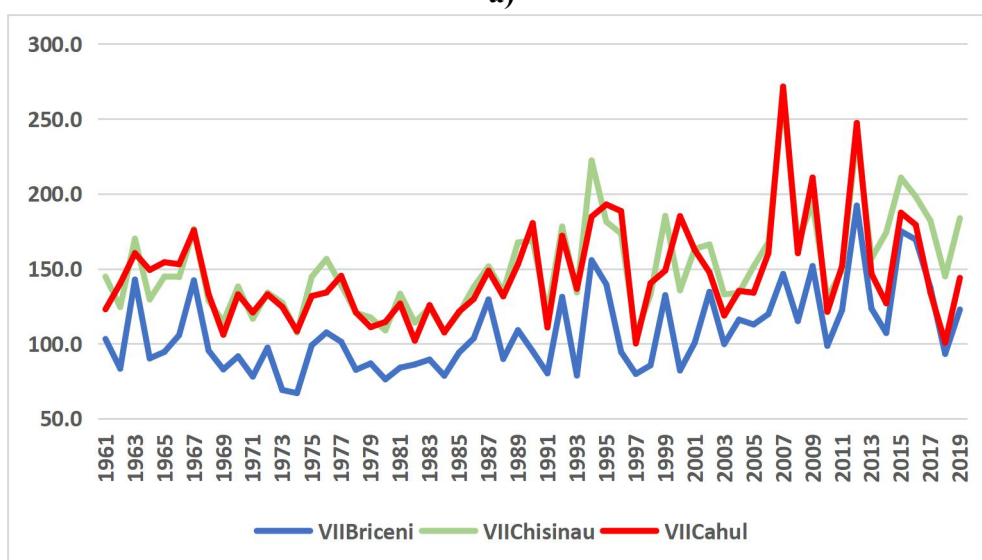
intervale de timp				
Zona	1961-1990	1971-2000	1981-2010	1991-2019
nord	95,1	95,6	104,5	117,8
centru	134,7	138,7	148,7	165,1
sud	130,8	132,2	142,5	151,7

Analiza mersului temporal al evaporabilității în sezonul de vară indică faptul că, în ultimii 19 ani, practic în toate regiunile republicii (nordică, centrală și de sud), valorile acestui parametru s-au majorat semnificativ în toate lunile de vară (figura 3.8. a, b, c).

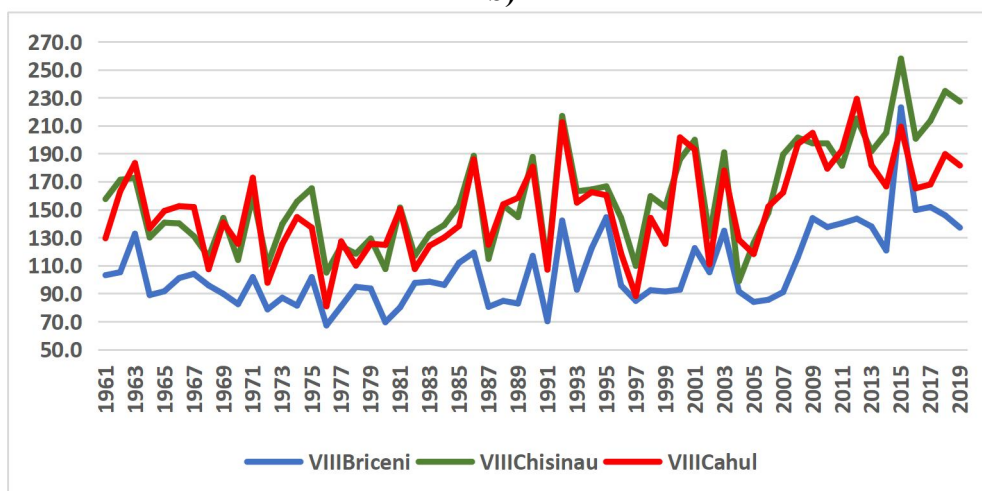
Totodată, din analiza acestor grafice putem constata că în luna iunie (VI), cele mai semnificative abateri pozitive ale evaporabilității față de norma climatică se observă în partea centrală a republicii (SM Chișinău). În luna iulie (VII), cele mai semnificative abateri pozitive ale evaporabilității față de norma climatică se observă în partea de sud a republicii (SM Cahul). Pentru luna august, observăm o repartiție mai strânsă a abaterilor pozitive ale evaporabilității față de norma climatică în regiunile centrală și de sud a țării, cu o abatere mai semnificativă în ultimul deceniu pentru partea centrală a republicii (SM Chișinău). Astfel, în ultimii ani observăm, practic, egalarea abaterilor pozitive ale evaporabilității față de norma climatică pentru partea centrală și de sud a republicii.



a)



b)



c)

Fig. 3.8. Mersul temporal al evaporabilității în lunile de vară (a) - iunie; b) - iulie; c) - august)

Deci, putem constata o sporire accelerată a evaporabilității în sezonul de vară în toate regiunile țării, cu precădere în ultimii ani, valori care nu au fost înregistrate până în prezent (figura 3.9.). De asemenea, putem spune prompt că cel mai înalt ritm de sporire a evaporabilității, în ultimii ani, se observă în partea centrală și de sud a republicii, fapt reflectat de valorile cele mai mari ale evaporabilității în anotimpul de vară. Considerăm că aceste rezultate sunt extrem de importante în luarea deciziilor cu caracter aplicativ, privind măsurile de adaptare către noile condiții climatice, îndeosebi a sectorului agricol.

În același timp, observăm că există diferențieri spațiale (nord-centru-sud) în mersul multianual al evaporabilității atât în aspect lunar, cât și sezonier (figura 3.8 a, b, c; figura 3.9). În anotimpul de vară, cele mai scăzute valori le înregistrează nordul republicii (st. Briceni), iar partea centrală (st. Chișinău) și de sud (st. Cahul) se caracterizează, practic, prin aceleași valori numerice, cu diferențieri neesențiale.

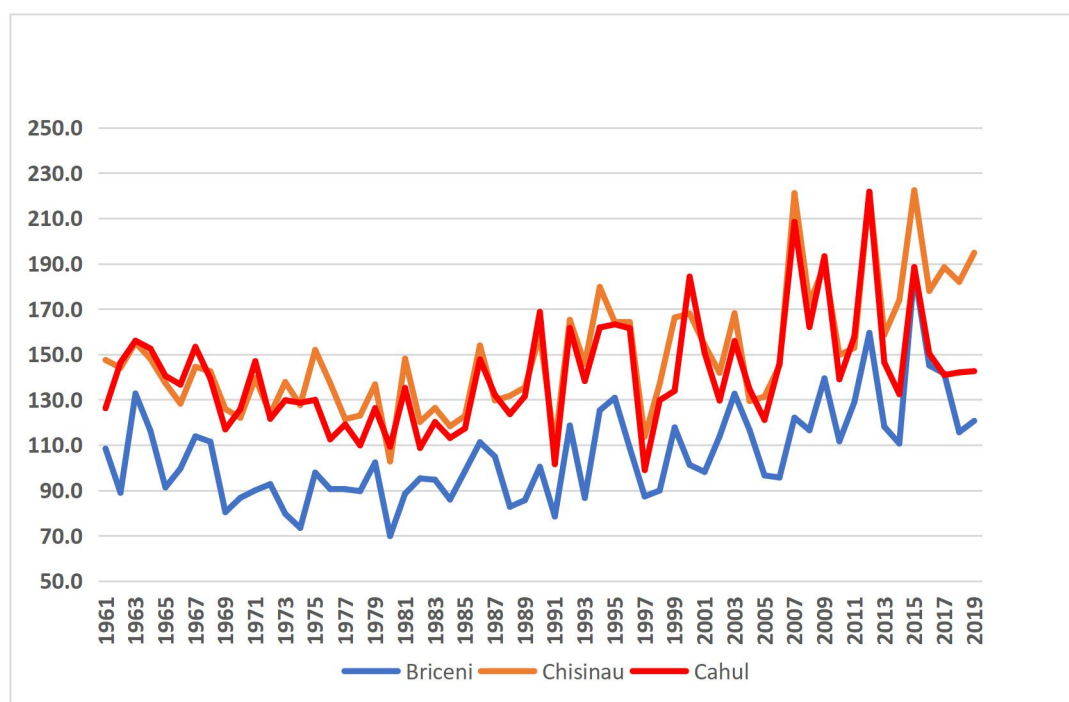


Fig. 3.9. Mersul temporal al evaporabilității în anotimpul de vară

Rezultatele stabilite și relatate mai sus au condiționat necesitatea elaborării hărților digitale la nivel topoclimatic (de raion și comună), în scopul efectuării estimărilor concrete în teritoriu. În rezultat, s-a stabilit gradul înalt de influență a latitudinii geografice și a altitudinii absolute asupra redistribuirii valorilor evaporabilității în teritoriu.

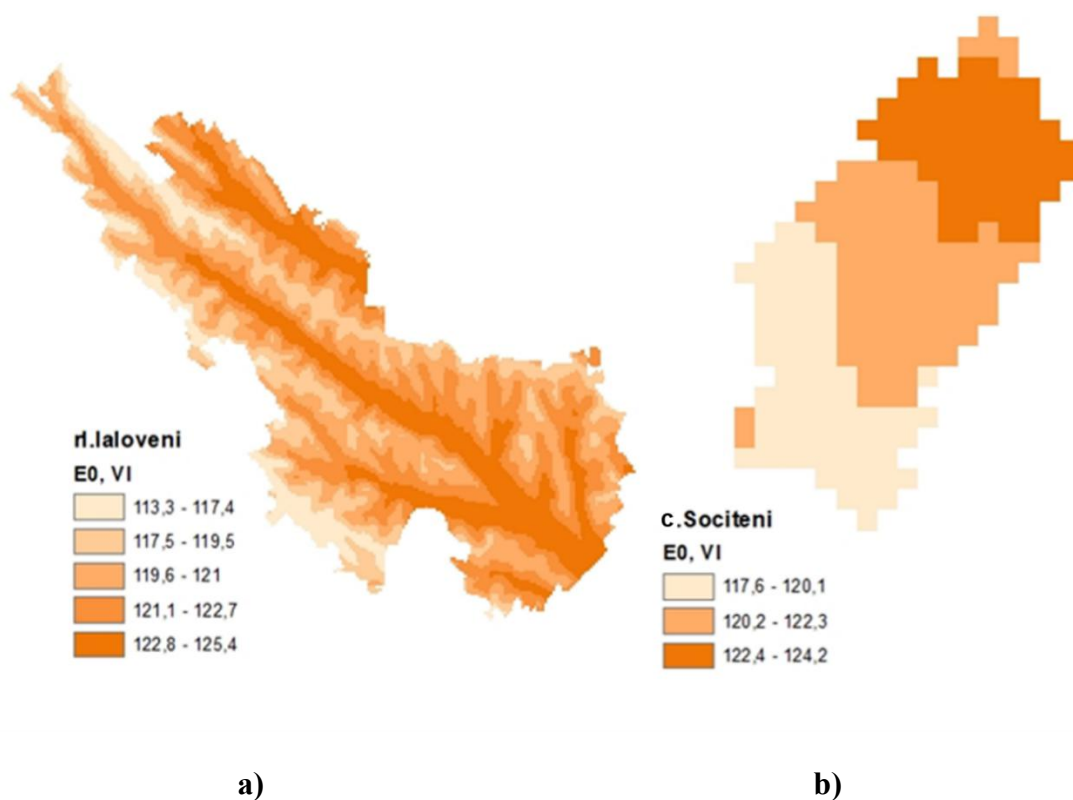


Fig. 3.10. Repartiția spațială a evaporabilității în luna iunie (1961-2019), la nivel de raion administrativ (a) - rl. Ialoveni) și comună (b) - c. Sociteni)

Cele mai înalte valori ale evaporației potențiale (E_0) sunt caracteristice formelor depresionare de relief, unde se atestă și cele mai multe zile uscate, iar pe suprafețele cu altitudine mai mare, dimpotrivă, se caracterizează prin valori mai atenuate. În cadrul lunii iunie (figura 3.10.), diferențierile spațiale în rl. Ialoveni variază în limitele valorilor de 113,3 mm...125,4 mm, iar în comuna Sociteni, respectiv 117,6 mm...124,2 mm.

În cea mai caldă lună a anotimpului de vară (iulie), valorile E_0 variază de la 125,1 mm la 129,1 mm în cadrul raionului și, corespunzător, 126,7 mm...129 mm în limitele comunei (figura 3.11.).

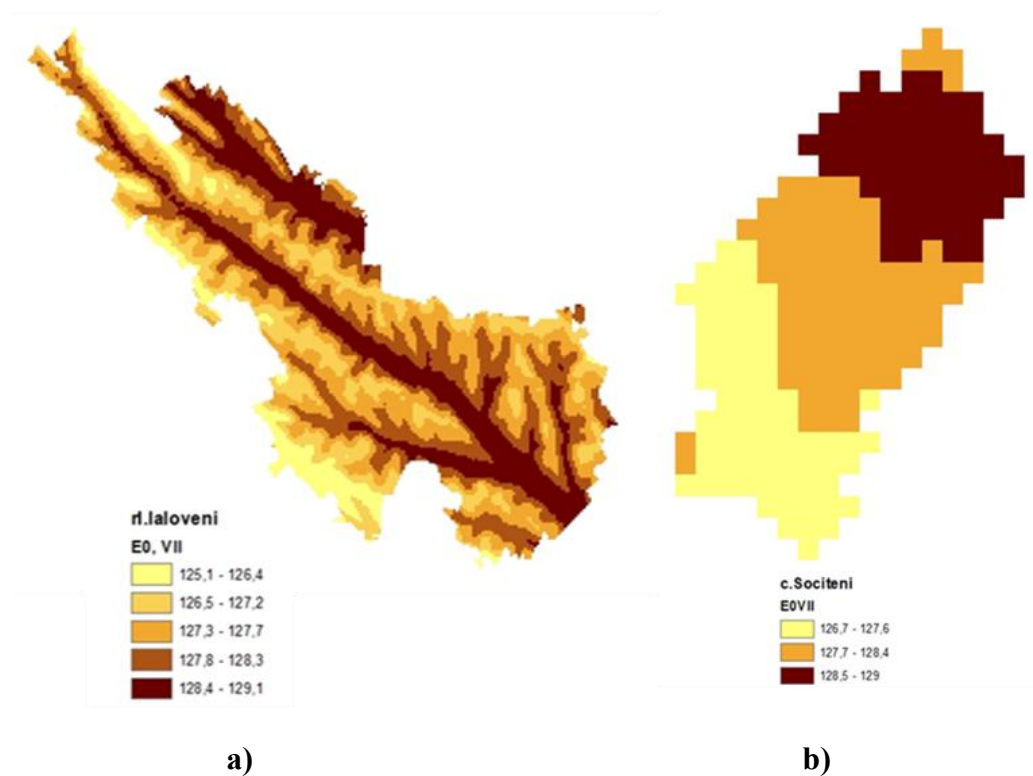


Fig. 3.11. Repartiția spațială a evaporabilității în luna iulie (1961-2019), la nivel de raion administrativ (a) - rl. Ialoveni) și comună (b) - c. Sociteni)

În luna august, valorile evaporației potențiale în limitele rlui Ialoveni constituie 129,5 mm...139,2 mm, iar în perimetrul comunei Sociteni – 133,1 mm....138,5 mm (figura 3.12.).

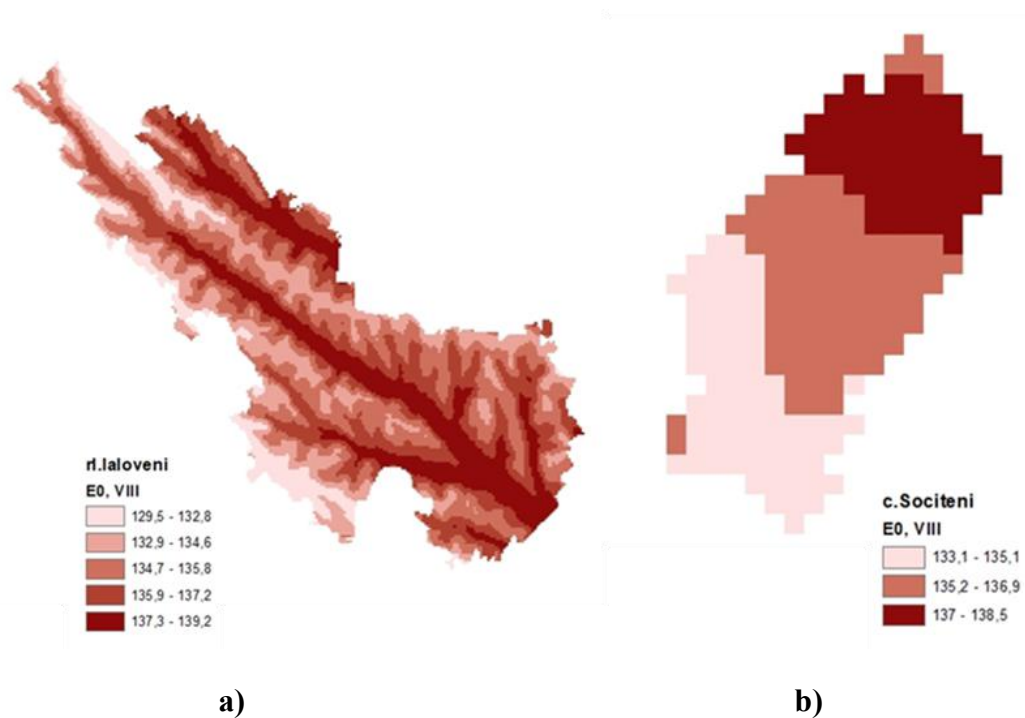


Fig. 3.12. Repartiția spațială a evaporabilității în luna august (1961-2019), la nivel de raion administrativ (a) - rl. Ialoveni) și comună (b) - c. Sociteni)

Așadar, putem concluziona că în lunile de vară, altitudinea absolută participă activ în redistribuirea evaporației potențiale. Considerăm că relieful reprezintă cel mai important factor local, influența acestuia asupra climei realizându-se prin intermediul altitudinii, apoi prin expoziție și prin înclinația versanților. Astfel, cu cât relieful este mai înalt, cu atât influențele climatice vor fi mai semnificative. Pe suprafețele în pantă, cu denivelări mari, crește valoarea radiației solare, dacă terenul este expus razelor solare și, dimpotrivă, scade, dacă terenul este aflat în umbra razelor solare [151].

3.3. Deficitul de Apă Climatic anotimpual

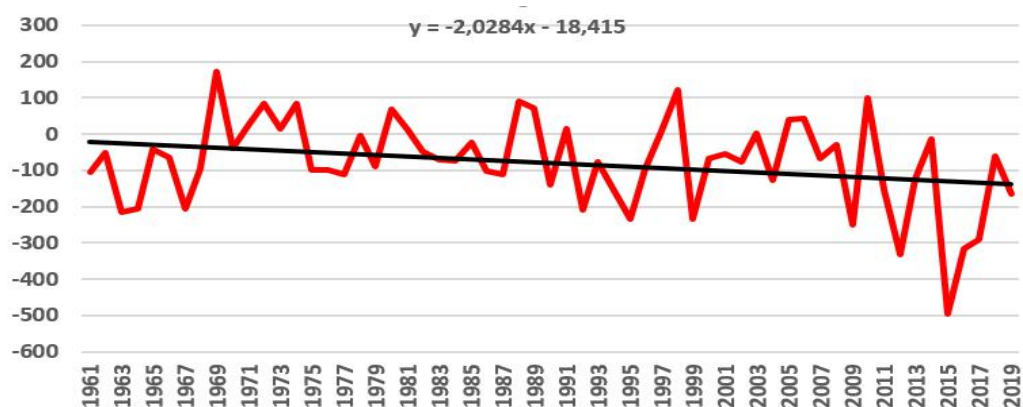
Printre cele mai mari probleme ale omenirii legate de disponibilitatea resurselor de apă putem menționa seceta, ariditatea, deficitul de apă și deșertificarea. În cazul secetei, care reprezintă nu altceva decât o stare naturală, fortuită și temporală, determinată prin lipsa totală sau reducerea drastică a precipitațiilor într-o anumită perioadă de timp, disponibilitatea apei se poate reduce la minimum. Clima aridă reprezintă o stare naturală și climatică cu deficit permanent de precipitații. Deficitul de Apă Climatic (*DEF*), care reprezintă dezechilibrul în timp al bilanțului de apă, cauzat de predominarea evaporației potențiale asupra cantităților de precipitații atmosferice, condiționează apariția stării de urgență în arealele de influență. Lipsa apei determină o stare permanentă de dezechilibru între resursele de apă și cererea de apă dintr-o regiune [145, 150], fiind cea mai gravă problemă în asigurarea cu apă potabilă a unui teritoriu.

Considerăm că problemele menționate ar trebui să existe în vizorul specialiștilor din domeniile respective, mai cu seamă în perioada schimbărilor climatice accelerate. În condițiile Republicii Moldova, excesele pluviometrice de rând cu deficitul pluviometric reprezintă, de fapt, caracteristicile de bază anotimpuale în contextul schimbărilor climatice, care, în ultimele decenii, după cum demonstrează practica, au devenit mai intensive și mai frecvente. Din acest punct de vedere, utilizarea chibzuită a resurselor de apă în timpul perioadelor de secetă la nivel regional este o problemă-cheie a strategiei de adaptare, de prevenire și de atenuare a impactului aridizării climei [56, 62, 145].

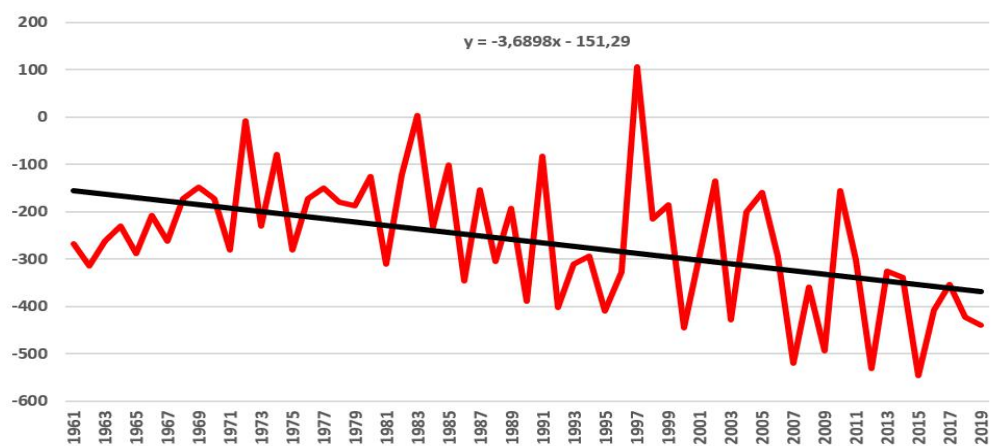
În limitele Republicii Moldova, fenomenul aridizării climei, cu precădere în partea de sud și sud-est, în anumiți ani concreți, influențează substanțial volumul și calitatea apei. S-a constatat că în cazul valorilor semnificative ale *DEF*, în apele stătătoare poluarea s-a dublat datorită evaporației semnificativ majorate (figura 3.13.).

Deci, cercetările anterioare privind *DEF* [53, 56, 145] demonstrează că cele mai esențiale valori anuale se atestă în ultimii ani, ceea ce confirmă estimarea acestui indice la nivel local în aspect lunar și anotimpual, cu scopul reglementării normelor de irigare. Astfel, cunoașterea intensității și frecvenței de manifestare a deficitului de apă climatic va contribui la stabilirea

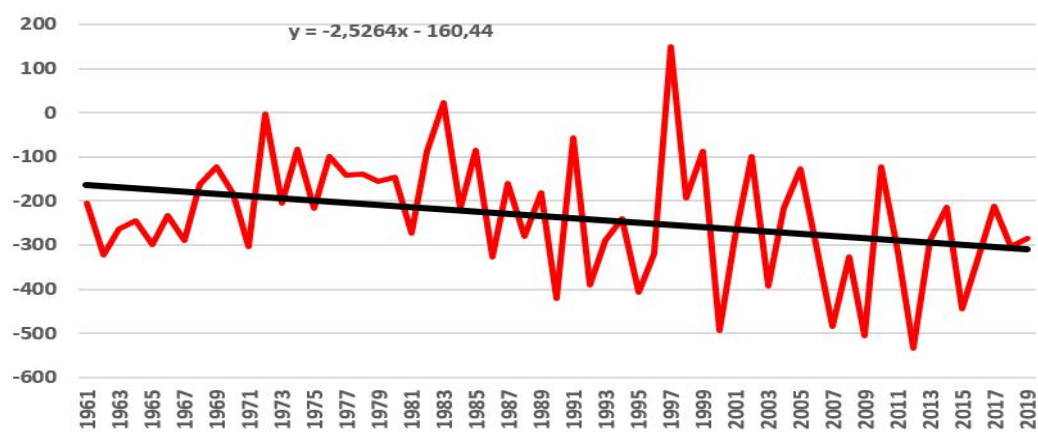
nomelor concrete de irigare și, deci, de utilizare corectă a resurselor de apă potabilă care sunt limitate.



a)



b)



c)

Fig. 3. 13. Tendința de modificare a Deficitului de Apă Climatic pe teritoriul Republicii Moldova: (a) - Briceni; b) - Chișinău; c) - Cahul)

Menționăm că pe teritoriul raionului Ialoveni și a satului (comunei) Sociteni, resursele de apă potabilă sunt la fel de limitate ca și pentru o bună parte a teritoriului Republicii Moldova.

Tendința de încălzire a climei, cu precădere în centrul și sudul republicii, în anumiți ani concreți, determină esențial gradul scăzut al precipitațiilor atmosferice (P , mm) și valoarea înaltă a evaporabilității (E_0), precum și valoarea semnificativ sporită a DEF .

În ultimii ani, pe o bună parte din teritoriul țării, s-a înregistrat o scădere considerabilă a valorilor DEF .

Ritmul accelerat cu care se observă scăderea numerică a acestui parametru climatic este diferit în aspect regional. În zona de Nord și Sud înregistrează o scădere a valorilor cu -2,02 și -2,53 mm/an corespunzător. În partea centrală se înregistrează o tendință sporită de scădere a valorilor DEF și anume cu -3,69 mm/an. Deci, cel mai înalt grad de aridizare, exprimat în anotimpul de vară, aparține părții centrale, unde se atestă și un grad sporit de evaporabilitate (figura 3.13.).

De asemenea, au fost analizate valorile maxime ale DEF pe teritoriul Republicii Moldova, în perioada luată în studiu, în scopul evidențierii anilor cu cele mai mari valori.

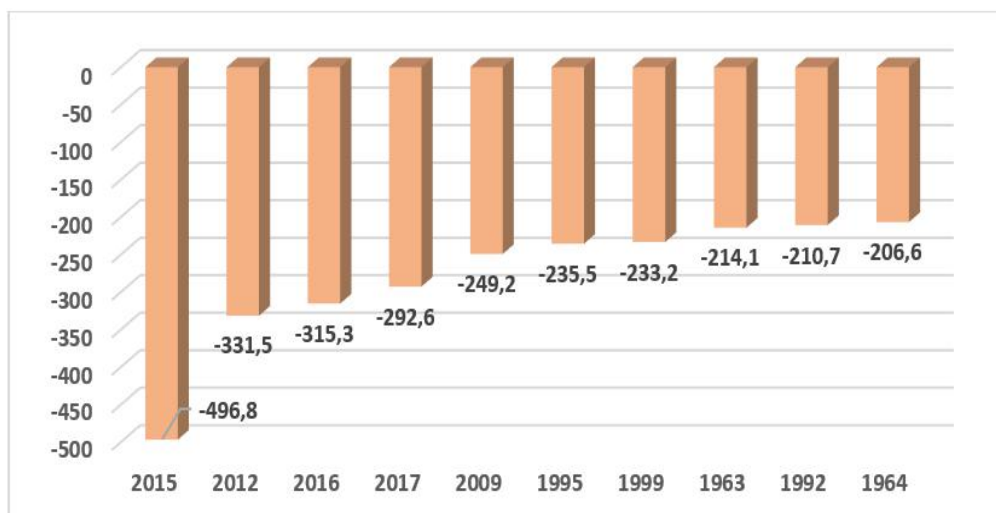
S-a stabilit, că în nordul țării valorile maxime ale DEF , ce variază în limitele -496,8 mm ... -249,2 mm sunt înregistrate în anii 2015, 2012, 2016, 2017, 2009. Cel mai mult s-a evidențiat anul 2015 (figura 3.14. a).

Topul celor 10 ani cu valori maxime ale DEF , incluse în limitele -547,2 mm ... -408 mm în partea centrală a țării, include anii 2015, 2012, 2007, 2009, 2000, 2019, 2003, 2018, 1995, 2016. În zona de Centru, la fel ca și în cazul zonei de Nord, cele mai mari valori ale DEF au fost semnalate pentru anul 2015 (figura 3.14. b).

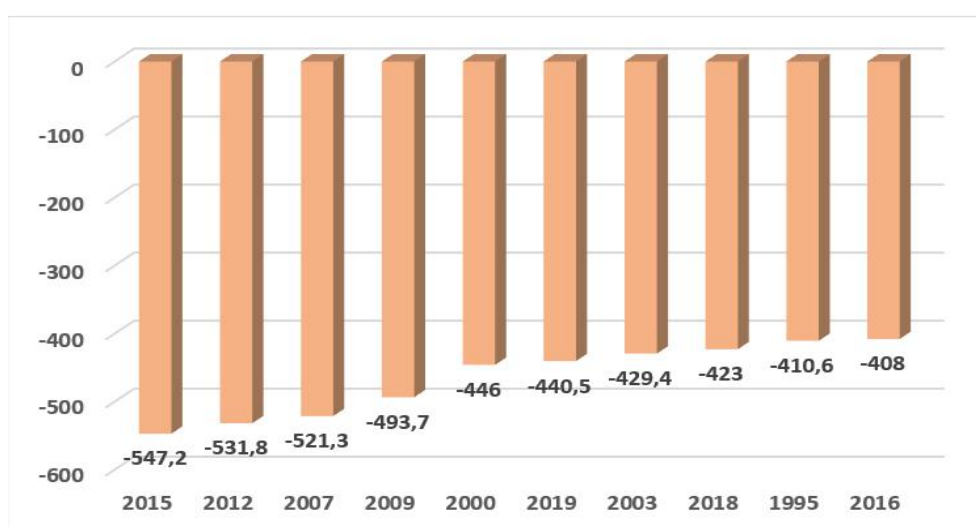
Pentru sudul țării, valorile maxime au constituit -533,4 mm ... -328,2 mm în anii 2012, 2009, 2007, 2015, 1990, 1955, 2003, 1992, 2008. Analiza comparativă pe ani a relevat valori maxime ale DEF în anul 2012 (figura 3.14. c).

Astfel, regiunile țării diferă după valorile maxime ale DEF pe perioada luată în studiu.

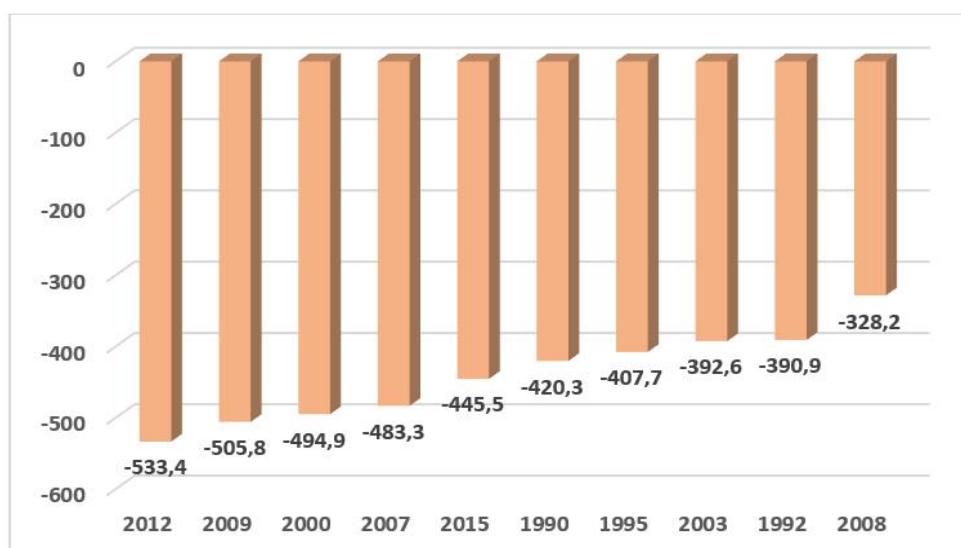
Utilizând metodele de interpretare spațială elaborate la nivel național [54, 55], în actuala lucrare s-au elaborat o serie de modele cartografice privind DEF la nivel de raion administrativ și comună. Menționăm că la baza elaborării hărților digitale au stat ecuațiile de regresie calculate pentru perioada contemporană de studiu (1961-2019).



a)



b)



c)

Fig. 3.14. Valorile maxime ale Deficitului de Apă Climatic pe teritoriul Republicii Moldova:
(a) - Briceni; b) - Chișinău; c) - Cahul

Astfel, hărțile elaborate demonstrează că, în limitele rlui Ialoveni, diferențele spațiale dintre formele cu altitudine mare și formele joase de relief constituie 260,3 mm în anotimpul de vară, acest parametru variind în limitele de -446,5 ... -186,2 mm. În cazul satului (comunei) Sociteni, necesarul în apă pentru a asigura un bilanț hidric natural este de 235,2 mm cu valori nominale ale *DEF* pentru diferite forme orografice, în limitele de -401,9 mm ... -266,7 mm (figura 3.15 a, b).

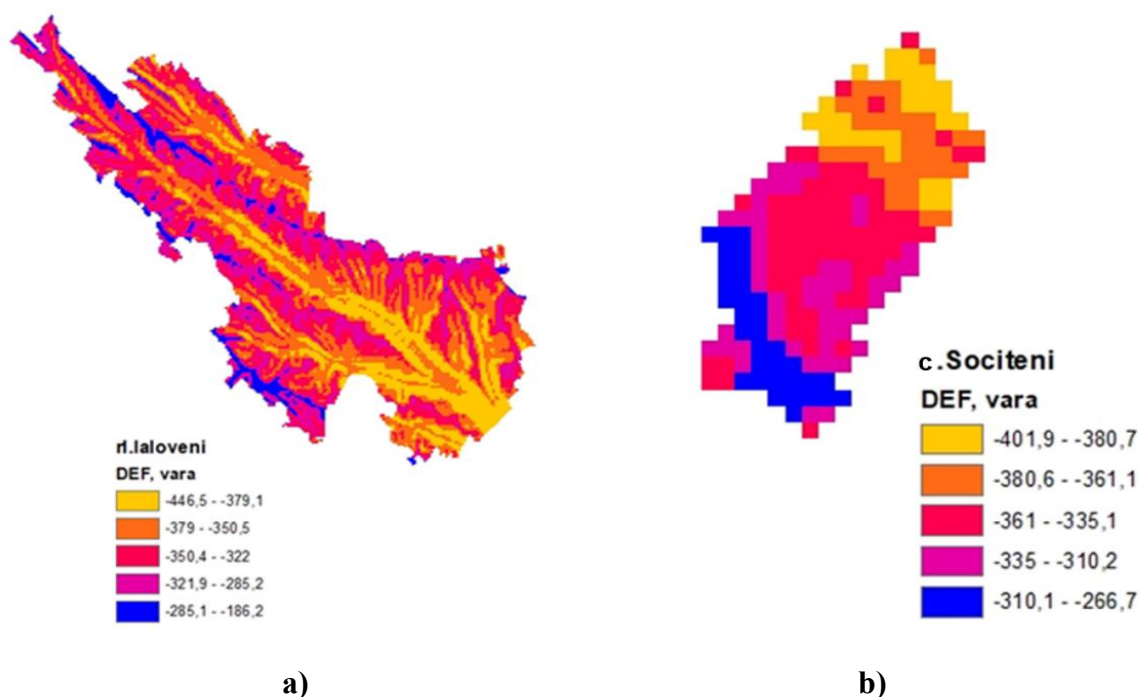


Fig. 3.15. Hărțile digitale ce reflectă valorile DEF în anotimpul de vară la nivel de raion (a) - rl. Ialoveni) și comună (b) - c. Sociteni)

În cazul *DEF*, este semnificativă ponderea de influență a unor factori importanți ca: latitudinea geografică, altitudinea absolută, unghiul de înclinație și orientarea versanților. S-a ținut cont ca nivelul semnificației fiecăruia dintre factorii fizico-geografici sus menționați să fie înalt, la fel și semnificația modelului în întregime ($P=0,00000$). Drept indicator al corelației înalte dintre variabilele climatice (dependente) și factorii fizico-geografici (variabile independente) au servit valorile coeficientului de determinare ($R^2=99,9$).

Considerăm că strategiile de dezvoltare rurală ar trebui să includă măsuri privind păstrarea unei stări bune a râurilor, a lacurilor și a zonelor umede, cu restabilirea echilibrului ecologic în zonele sensibile. Astfel, măsurile de conservare ar putea regla și regenera calitatea apelor. Economisirea apei, eficiența și gestionarea cererii în apă, prin instalarea și punerea în aplicare a sistemelor de impozitare a consumului apei pe baza criteriilor de recuperare a costurilor, ar contribui la conștientizarea și responsabilizarea populației. O măsură efectivă de păstrare a apei ar fi stocarea apelor pluviale și utilizarea acestora în perioadele de secetă. Evaluarea și selectarea celor mai bune tehnologii trebuie să se facă prin asumarea durabilității mediului natural, economic și social [145, 150].

Prospecțiunile climatice cunoscute până în prezent oferă dovezi numeroase ale vulnerabilității resurselor de apă și a potențialului acestora de a fi puternic afectate de schimbările climatice cu consecințe majore.

Este demonstrat faptul că se așteaptă ca schimbările climatice să intensifice și mai departe stresul existent asupra resurselor de apă și să amplifice diferențierea regională a resurselor de apă ale Europei. Datorită stresului hidric și riscului de secetă în Europa de Sud și de Sud-Est, dar și a evenimentelor pluviale extreme, adică a riscului inundațiilor, se va cere o nouă viziune asupra managementului resurselor de apă.

Teritoriul Republicii Moldova este situat într-o zonă cu umiditate insuficientă și reprezintă un teritoriu vulnerabil privind asigurarea țării cu resurse de apă potabilă. Cu atât mai mult că arterele principale fluviale (Nistru și Prut) ale țării sunt situate în zonele de frontieră, care și mai mult amplifică problema asigurării teritoriului cu apă potabilă.

Adaptarea la schimbările climatice, prin prisma unui management mai eficient al apei, necesită o nouă strategie pentru acest domeniu și investiții considerabile. Cu părere de rău, constatăm că acele alocații financiare, menite să asigure un management echilibrat al apei potabile la nivel național, sunt destul de modeste, iar în cele mai dese cazuri, impactul posibilelor schimbări climatice sezoniere nu se iau în considerație. Se cere ca toate sectoarele în care sunt mari consumatori de apă trebuie să contribuie la implementarea măsurilor de adaptare către schimbările climatice sezoniere.

3.4. Concluzii la capitolul 3

1. Majorarea considerabilă în ultimele decenii a numărului de zile uscate pentru sezonul de vară, cât și în aspect lunar, a fost stabilită în rezultatul estimării variabilității spațio-temporale a numărului de zile menționate, fapt ce confirmă și cercetările anterioare privind tendința de aridizare a teritoriului țării.

2. A fost scoasă în evidență tendința de majorare a evaporației potențiale în aspect lunar și sezonier, cu precădere în ultimele decenii, determinată de creșterea frecvenței temperaturilor înalte. Pentru prima dată a fost stabilită repartiția spațio-temporală a evaporației potențiale în perimetrul raionului Ialoveni și a comunei Sociteni și evidențierea arealelor cu diferit grad de vulnerabilitate față de indicii menționați.

3. Estimarea spațio-temporală a valorilor Deficitului de Apă Climatic (*DEF*), în aspect lunar și sezonier, afirmă tendința de majorare esențială a valurilor acestuia, determinată în mare parte de sporirea evaporabilității și scăderea cantității precipitațiilor atmosferice.

4. Au fost elaborate modele cartografice ce scot în evidență deficitul pluviometric la nivel topoclimatic (pe exemplul rîului Ialoveni și a satului Sociteni). În baza acestora s-a obținut o serie de hărți digitale, care sunt utilizate în activitatea economică a raionului Ialoveni și a comunei Sociteni.

4. SCHIMBĂRILE CLIMATICE SEZONIERE LA NIVEL LOCAL ȘI POSIBILITĂȚILE DE INCLUDERE A MĂSURILOR DE ADAPTARE ÎN STRATEGIILE DE DEZVOLTARE REGIONALE

Necesitatea reducerii drastice a emisiilor de gaze cu efect de seră și a adaptării la efectele schimbărilor climatice, având în vedere că aceste efecte sunt deja vizibile și inevitabile datorită inerției sistemului climatic, reprezintă probleme majore ale umanității, dând naștere la deșertificarea, reducerea stratului de ozon și alte probleme ecologice globale [157].

Creșterea concentrației dioxidului de carbon a contribuit la încălzirea globală cu 0,13 °C în ultimii 50 de ani ai secolului XX. În plan regional, adică pe continentul european, pe parcursul ultimului secol, se atestă o încălzire de aproximativ 1 °C, aceasta fiind cu mult mai mare decât media globală. Toți anii secolului al XXI-lea (2001-2019) se numără printre primii cei mai calzi, iar anul 2019 a fost cel mai cald în seria observațiilor instrumentale [152].

Conform unei perioade de referință de mai mult de un secol, analizând o perioadă omogenă de date (1901-2006), conchidem că încălzirea globală a crescut în medie cu 0,74 °C, în România cu 0,5 °C, iar în Republica Moldova cu 1,06 °C.

Nu întotdeauna impactul factorului antropic coincide cu schimbările climatice din ultimele decenii, atestate în diferite regiuni ale Terrei. Deși pe teritoriul țării nu se emană cel mai mare volum de gaze cu efect de seră, ritmul de încălzire este cu mult mai accelerat decât în plan global și aceasta ne permite să concluzionăm că fenomenul global al schimbării climatice este o realitate a zilelor noastre [153, 154]. Limitele de variație a multor parametri climatici s-au schimbat față de secolul trecut și vor continua să se schimbe și, până când, nu se întrevide o posibilă stopare sau încetinire [149]. Consecințele schimbărilor climatice, exprimate prin alternările frecvente ale perioadelor reci-calde și a celor uscat-umede, argumentează necesitatea evidențierii particularităților spațio-temporale de manifestare a verilor într-un proces continuu, având la bază diferiți indici de identificare a fenomenelor meteorologice.

Astfel, luând în considerare faptul că extremele termice sau pluviometrice anotimpuale sunt însoțite de pierderi materiale semnificative, evidențierea arealelor vulnerabile și a caracterului devastator ale acestora prezintă un interes aparte, îndeosebi la luarea diverselor decizii cu caracter aplicativ.

Conform unor studii [50], temperatura medie a lunii iunie, pe teritoriul Republicii Moldova, a înregistrat o creștere anuală cu 0,0151 °C pe parcursul anilor 1887-2020. În primul deceniu al secolului XXI, devierile termice pozitive au prevalat asupra anomaliilor negative, ceea ce denotă că la etapa actuală, regimul termic din luna iunie, îndeosebi pentru ultimii ani, este în

creștere. Cea mai caldă lună din seria observațiilor instrumentale a fost luna iunie a anului 2020, care a constituit 23,7 °C, plasând anul 2012 cu temperatura medie a lunii iunie de 23,3 °C pe locul doi în topul celor mai calde luni iunie. Printre lunile fierbinți se atestă și luna iunie din anii 2019 și 2018, cu temperatura medie lunară de peste 22,0 °C, norma climatică fiind de 19,6 °C.

Pentru luna iulie, în perioada anilor 1887-2020, s-a înregistrat o creștere cu 0,0108 °C/an față de 0,0074 °C/an, observată pe parcursul anilor 1887-2010. Astfel, cu includerea ultimilor ani, „ponderea încălzirii” este de 0,0034 °C. În primul deceniu al secolului XXI, devierile termice pozitive din luna iulie prevalează asupra anomaliilor negative, ceea ce denotă că la etapa actuală regimul termic din luna iulie este în creștere. Dacă pentru perioada anilor 1887-2010 se considera că cea mai caldă lună iulie din seria observațiilor instrumentale a fost cea din anul 2007 (când temperatura medie a aerului a constituit 25,8 °C), apoi, cu includerea ultimilor ani, luna iulie 2012 reprezintă cea mai caldă lună, atingând valoarea medie de 26,0 °C (față de norma climatică – 21,7 °C). Cea mai rece lună iulie a fost în anul 1912, cu valoarea medie de 18,6 °C.

În cazul lunii august, s-a înregistrat o creștere cu 0,0115 °C /an pe parcursul perioadei anilor 1887-2020. În primul deceniu al secolului XXI, devierile termice pozitive se înregistrează, practic, în fiecare an, ceea ce denotă că la etapa actuală regimul termic din luna august este în creștere semnificativă. Cea mai caldă lună august, din seria observațiilor instrumentale, pentru perioada menționată, a fost luna august din anul 1992, când temperatura medie a constituit 25,1 °C, iar luna august din anii 2010, 2007, 2017, 2019, 2020 ocupă poziții însemnate în topul celor mai calde luni august din seria observațiilor instrumentale menționate. Deci, observăm că toate lunile de vară, în ultimii ani, sunt tot mai calde. Aceasta demonstrează încă o dată faptul că acest anotimp suferă modificări climatice esențiale.

Cantitatea de precipitații în luna iunie, pe teritoriul Republicii Moldova, în ultimii ani, înregistrează o majorare cu 0,0489 mm/an, comparativ cu perioada anilor 1891-2010, când tendința era în scădere cu 0,0021 mm/an. În luna iunie, în ultimele decenii, anomaliile negative, practic, se observă în fiecare an, ceea ce denotă prezența stabilă a deficitului pluviometric în această lună. În luna iunie 1973, cantitatea de precipitații a constituit doar 6 mm, iar în iunie 1952 a fost înregistrată cea mai mare cantitate de precipitații – 230 mm.

În ultimii ani, de asemenea, au fost înregistrate cantități însemnate de precipitații în luna iunie din anii 2016 și 2018, cu valori de 158,6 mm și respectiv 151,1 mm, fiind în topul anilor cu cele mai însemnate sume înregistrate pentru o perioadă de mai mult de un secol. În luna iulie, cantitatea de precipitații, pe teritoriul Republicii Moldova, înregistrează o creștere medie anuală cu 0,0448 mm, ceea ce este cu 0,0154 mm mai puțin față de 0,0602 mm/an, tendință înregistrată pe parcursul anilor 1891-2010. Tot în luna iulie, pe parcursul ultimelor decenii, se observă o alternare frecventă a anomaliilor negative cu cele pozitive de la an la an, care demonstrează

variabilitatea semnificativă a regimului pluviometric din această lună. În luna iulie 1939, cantitatea de precipitații a constituit doar 2 mm. Anii 2007 și 2016 ocupă locul doi și trei – cu 4 mm și 6,8 mm corespunzător. În 1948 au fost înregistrate cele mai mari cantități de precipitații; valoarea lor în luna iulie a constituit 319 mm.

Cantitatea de precipitații în luna august, în ultimul deceniu, pe teritoriul Republicii Moldova, înregistrează o creștere anuală de 0,0795 mm, ceea ce este în medie cu 0,06158 mm, mai mult comparativ cu tendința de 0,01792 mm/an observată pe parcursul anilor 1891-2010. Totodată, în această perioadă se observă o alternare frecventă și intensivă a anomaliilor pozitive cu cele negative de la an la an, care demonstrează variabilitatea pronunțată a regimului pluviometric.

În luna august 1994, cantitatea de precipitații a fost maximă în seria observațiilor instrumentale, constituind 201 mm, iar în 2018 au fost înregistrate cele mai mici cantități de precipitații și anume de - 0,6 mm, pe locul doi se află anul 1905 cu valoarea de - 4 mm, care, anterior, era considerat cel mai uscat an în seria observațiilor instrumentale [50].

Variabilitatea climatică mare a regimului pluviometric necesită cunoașterea modificării structurii acesteia pentru viitorii ani apropiați, cu scopul reglementării normelor de irigare, a conservării și păstrării apelor meteorice pentru perioadele uscate îndelungate etc.

4.1. Condițiile climatice actuale și cele așteptate la nivel local

Potrivit studiilor [153, 154, 158], încălzirea globală va duce la creșterea riscului ca „vara să fie mult prea caldă ca oamenii să mai poată munci”. Studiile menționate avertizează că până în 2100, circa 1,2 miliarde de oameni, de patru ori mai mulți ca acum, vor suferi din cauza stresului termic. Deci, clima sezonieră, după cum demonstrează cercetările existente, este influențată de schimbările climatice înregistrate și la nivel regional. Într-o lume în care atmosfera noastră devine din ce în ce mai caldă din cauza schimbărilor climatice, ar trebui să ne așteptăm ca anumite procese și fenomene meteo-climatice din perioada de vară să fie mult mai frecvente și mai intensive. Ca urmare a schimbărilor climatice, probabil că valurile de căldură din perioada de vară vor deveni tot mai frecvente și vor avea o durată mai îndelungată.

Conform diverselor proiecții climatice (figura 4.1. a, b), incluse în *Atlas of Global and Regional Climate Projections* (RCP) a ultimului Raport de evaluare IPCC (AR5) privind schimbările climatice, în viitorii ani (2016-2035), în limitele Republicii Moldova, temperatura medie anuală va constitui 11,1...11,6 °C față de media de referință de 10,1 °C (1986-2005).

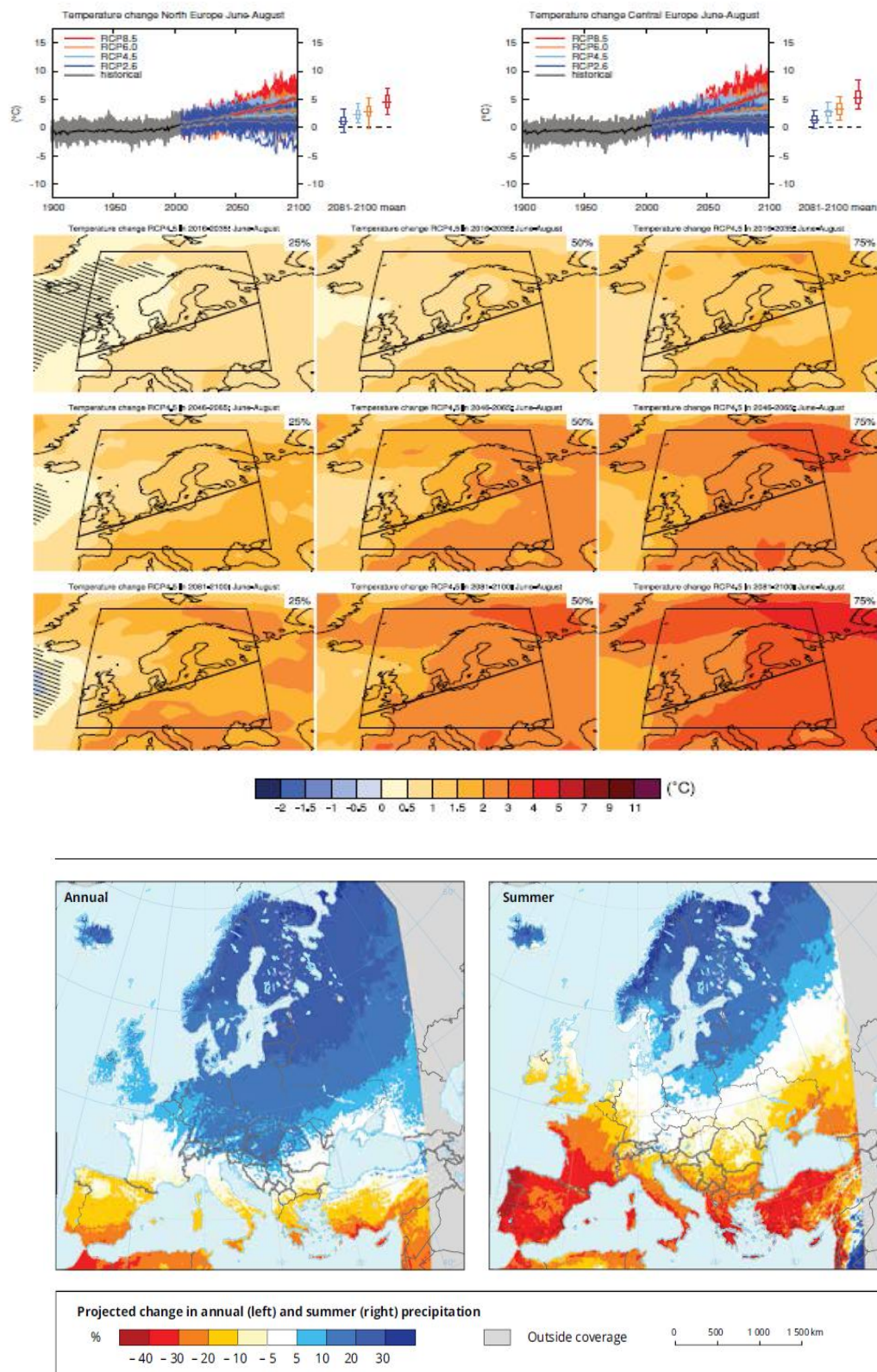


Fig. 4.1. Proiecții climatice globale (a) și regionale (b) privind schimbarea climei în anotimpul de vară [94] [159]

În același timp, constatăm că în cel mai cald deceniu (2001-2010) din seria observațiilor instrumentale, când temperatura medie anuală pe țară a constituit 10,4 °C, în cadrul unor areale din sudul și sud-estul republicii, această valoare termică a depășit cu 0,2 °C temperatura proiectată pentru viitoarele decenii (2016-2035) cu cele mai drastice scenarii climatice (RCP8.5; RCP4.5). Cele relatate vin să confirme faptul că ne aflăm în pragul unor schimbări climatice semnificative, în care realizarea măsurilor de adaptare ar putea contribui esențial la asigurarea dezvoltării durabile la nivel local [51].

Interpolările climatice au fost posibile grație dezvoltării Sistemelor Informaționale Geografice la subsistemul Clima din cadrul laboratorului Climatologie și Riscuri de Mediu al Institutului de Ecologie și Geografie. Astfel, straturile informaționale create, privind factorii fizico-geografici în Programul ArcGIS și a modelelor regresionale calculate în cadrul Programului Statgraphics Centurion XVI, au permis elaborarea hărților digitale ce reflectă starea actuală a climei și a celei așteptate la nivel local (de raion și comună).

La elaborarea hărților digitale s-a ținut cont de calitatea modelului obținut în general, precum și de nivelul semnificației fiecărui factor fizico-geografic important, care contribuie la redistribuirea în spațiu a parametrilor climatici supuși studiului. În limitele raionului Ialoveni, altitudinile absolute variază în limitele de 31m...316m, cu orientarea majoritară a formelor de relief pe direcția nord-vest, nord-est și sud-est, iar gradul de înclinație a versanților este de până la 10 (figura 4.2.).

În perimetrul rluui Ialoveni, temperatura medie anuală a aerului variază în limitele de 9,19...10,3 °C (fig.4.3 a), media pe țară constituind 9,8 °C. Ținând cont de faptul că pe teritoriul Republicii Moldova se atestă o tendință stabilă de majorare a valorilor termice cu 0,01 °C/an, aceste valori, în limitele ariei, la fel vor crește.

Simulările climatice conform proiecției RCP 4.5 pentru viitorii ani apropiați relevă că, în viitoarele decenii (2016-2035), temperatura medie anuală va crește, atingând valori de 11,2 °C...12,3 °C (figura 4.3. b), fiind mult mai înalte comparativ cu perioada de referință (1986-2005).

Astfel, datorită orografiei complexe, care înregistrează diferențieri mari altitudinale – de la 31m la 316 m, variabilitatea termică spațială este de 1,1 °C, conform scenariilor climatice elaborate pentru aria raionului Ialoveni (figura 4.2.).

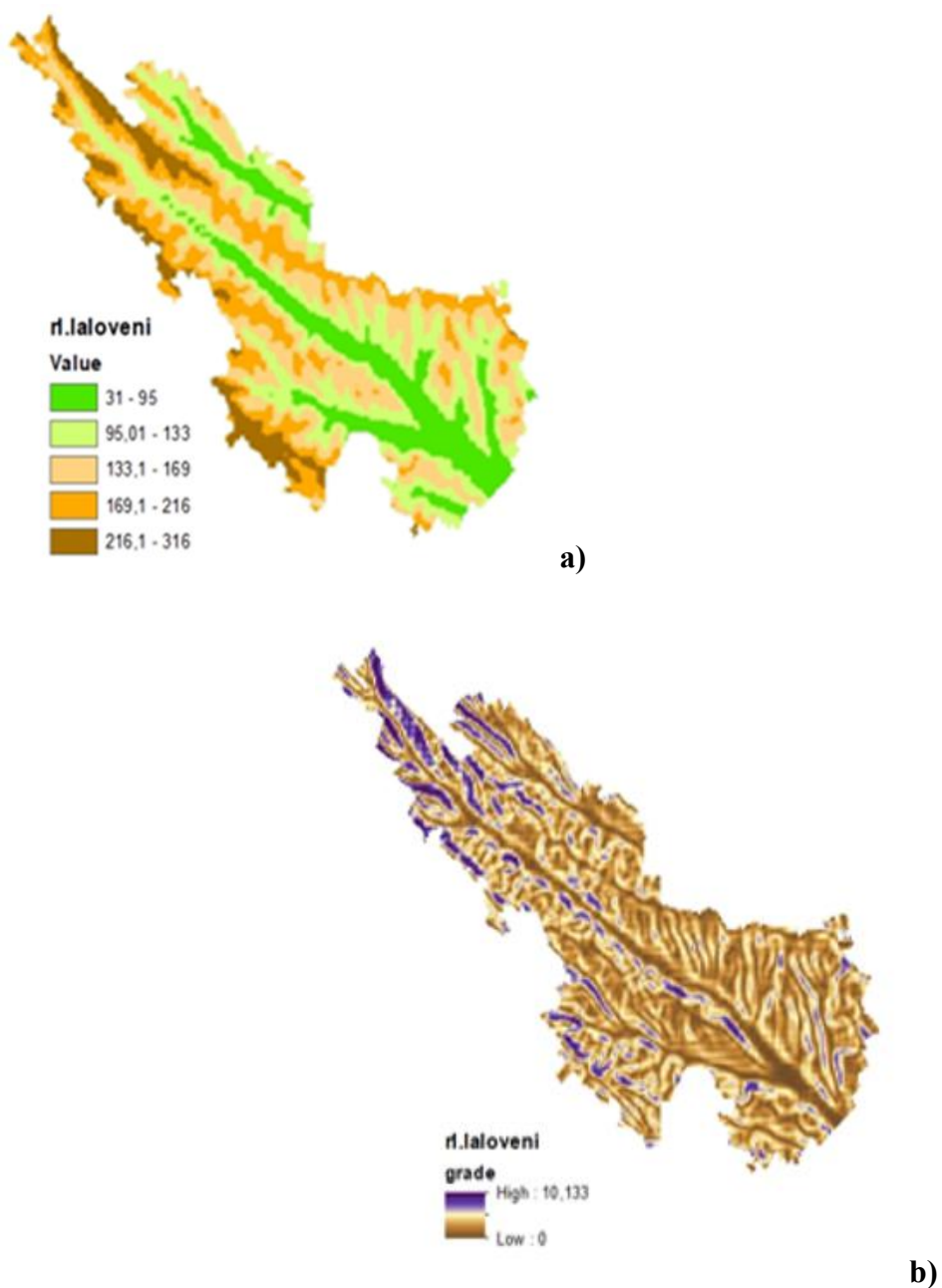


Fig. 4.2. Model numeric, raionul Ialoveni (a)- harta altitudinilor absolute, b) - gradul de înclinație a pantei)

Menționăm că atât în perioada actuală (figura 4.3. a), cât și în viitorul apropiat (2016-2035) (figura 4.3. b), văile râurilor mijlocii și mici vor înregistra cele mai semnificative valori termice ce vor caracteriza temperatura medie anuală, iar cele mai echilibrate condiții termice se vor stabili pe formele înalte de relief.

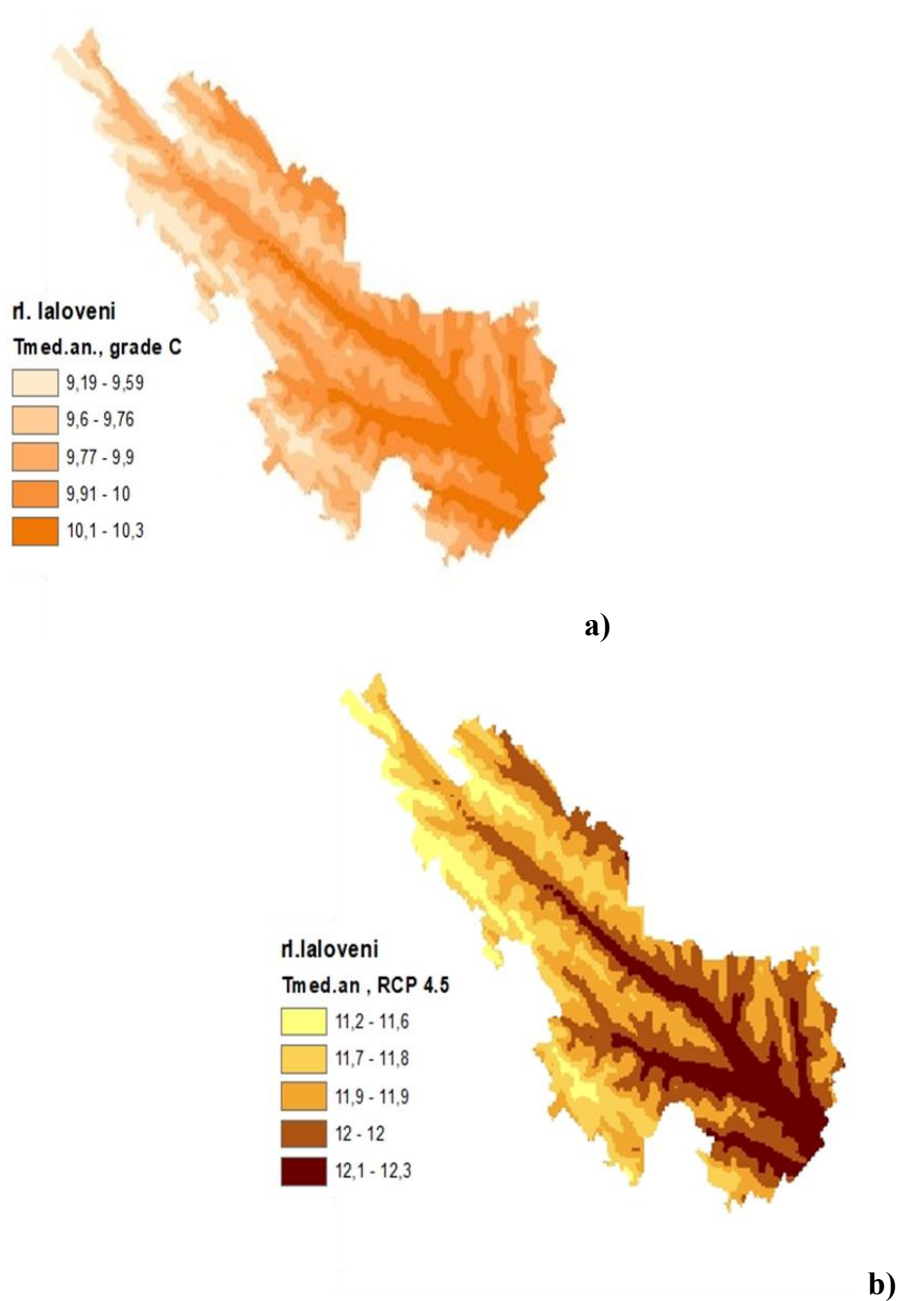


Fig. 4.3. Model numeric, raionul Ialoveni (a) - temperatura medie anuală în perioada 1986-2005, b) - temperatura medie anuală proiectată cu scenariul RCP 4.5 pentru anii 2016-2035)

În cazul temperaturii medii sezoniere a verii, în limitele raionului Ialoveni, aceasta, în perioada actuală, variază de la 21,5 °C, în formele depresionare de relief, până la 19,9 °C, diferențierile spațiale fiind de 1,6 °C (figura 4.4. a). Temperatura medie a verii, proiectată cu scenariul climatic RCP 4.5, pentru anii 2016-2035, indică că valorile termice, pe parcursul acestei perioade, vor crește cu un grad și vor constitui valori de până la 22,5 °C în formele depresionare de relief și de până la 20,9 °C pe formele înalte (figura 4.4.b).

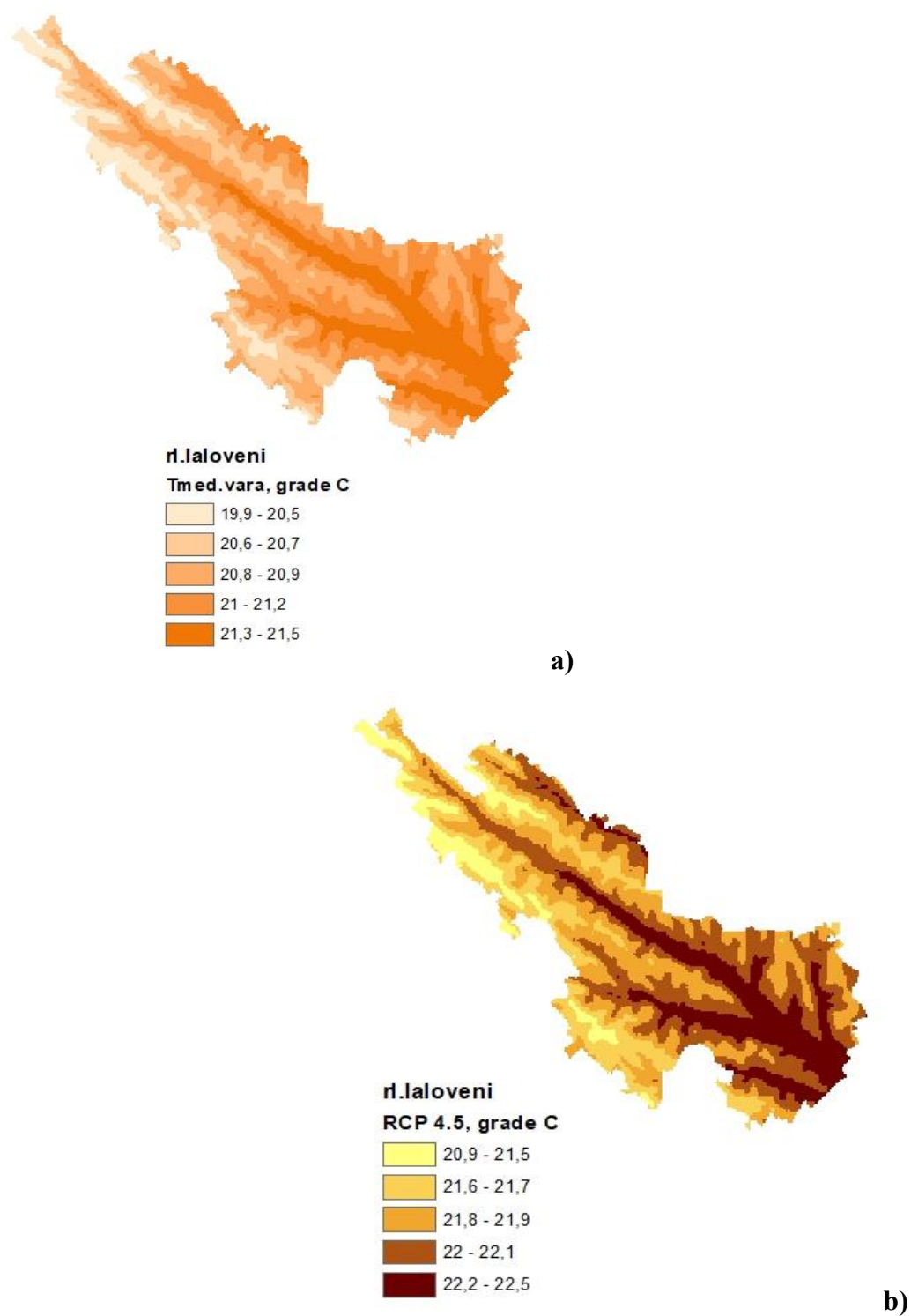
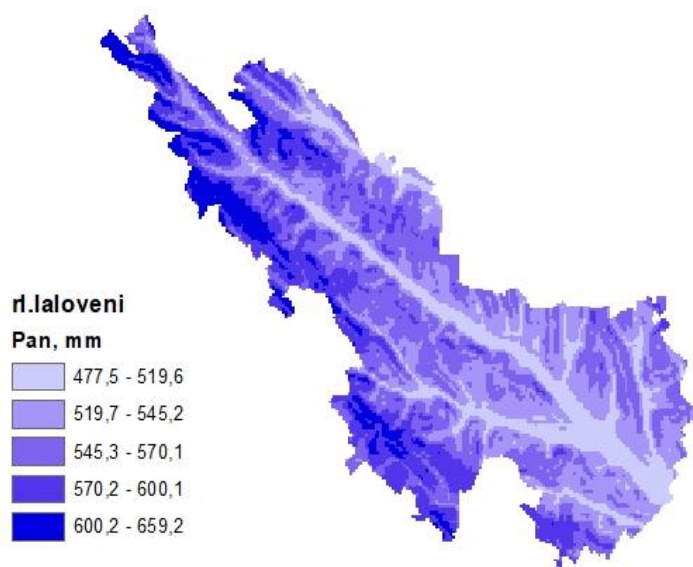


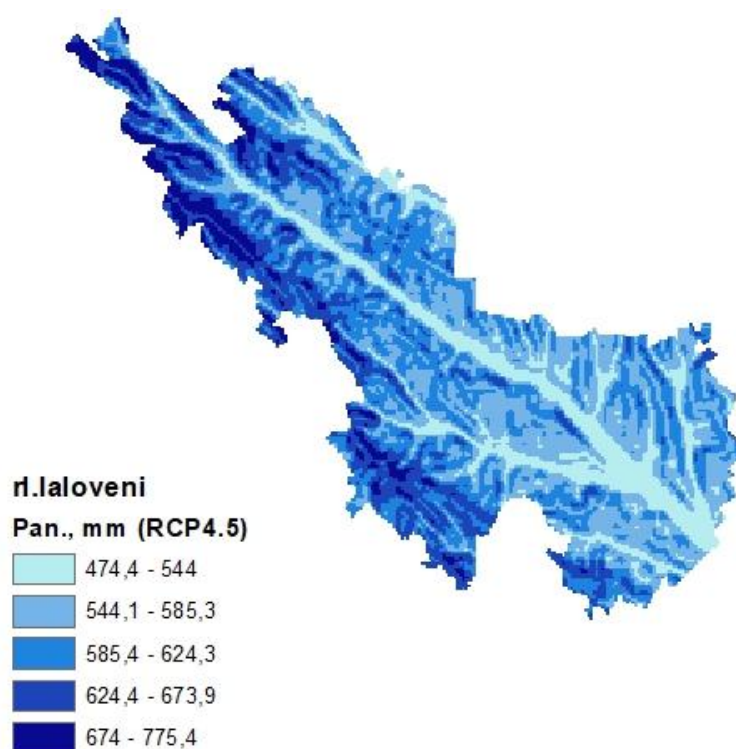
Fig. 4.4. Model numeric, raionul Ialoveni
(a) - temperatura medie a verii în perioada 1986-2005, b) - temperatura medie a verii proiectată cu scenariul RCP 4.5 pentru anii 2016-2035)

Cantitatea anuală a precipitațiilor atmosferice (figura 4.5. a, b), unul din indicatorii de bază ce caracterizează resursele de umiditate, indică că, pe o bună parte din teritoriu, acestea vor varia de la valori de 600,2...659,2 mm la valori de 477,5...519,6 mm față de cantitatea medie de

precipitații pe țară (540 mm). Deci, în cazul precipitațiilor atmosferice, la etapa actuală, formele înalte de relief (figura 4.5. a) înregistrează și cele mai mari cantități pluviometrice, cu diferențieri în teritoriu, ce constituie 181,7 mm.



a)



b)

Fig. 4.5. Model numeric, raionul Ialoveni (a) - cantitatea anuală de precipitații în perioada 1986-2005, b) - cantitatea anuală de precipitații proiectată cu scenariul RCP 4.5 pentru anii 2016-2035)

Proiecțiile climatice (conform RCP 4.5) proiectează o majorare a cantității anuale de precipitații la altitudinile maxime cu 10% și o scădere cu 10% în formele joase de relief pentru viitoarele decenii (2016-2035), în comparație cu perioada de referință 1986-2005 (figura 4.5. b).

În teritoriu, aceste diferențierile semnificative proiectate ar constitui valori de 301,0 mm, adică formele înalte de relief vor acumula circa 659,2 mm, în timp ce văile râurilor vor înregistra valori de 477,5 mm, devenind vulnerabile către asigurarea teritoriului cu resurse de umiditate.

În perioada de vară, actualmente, cantitatea precipitațiilor atmosferice constituie valori de 176,2 mm...221,9 mm, diferențierile spațiale constituind 55,7 mm, iar în cazul simulărilor climatice, se așteaptă o majorare a cantităților pluviometrice în limitele valorilor de 194,4 mm...250,9 mm (figura 4.6. a, b).

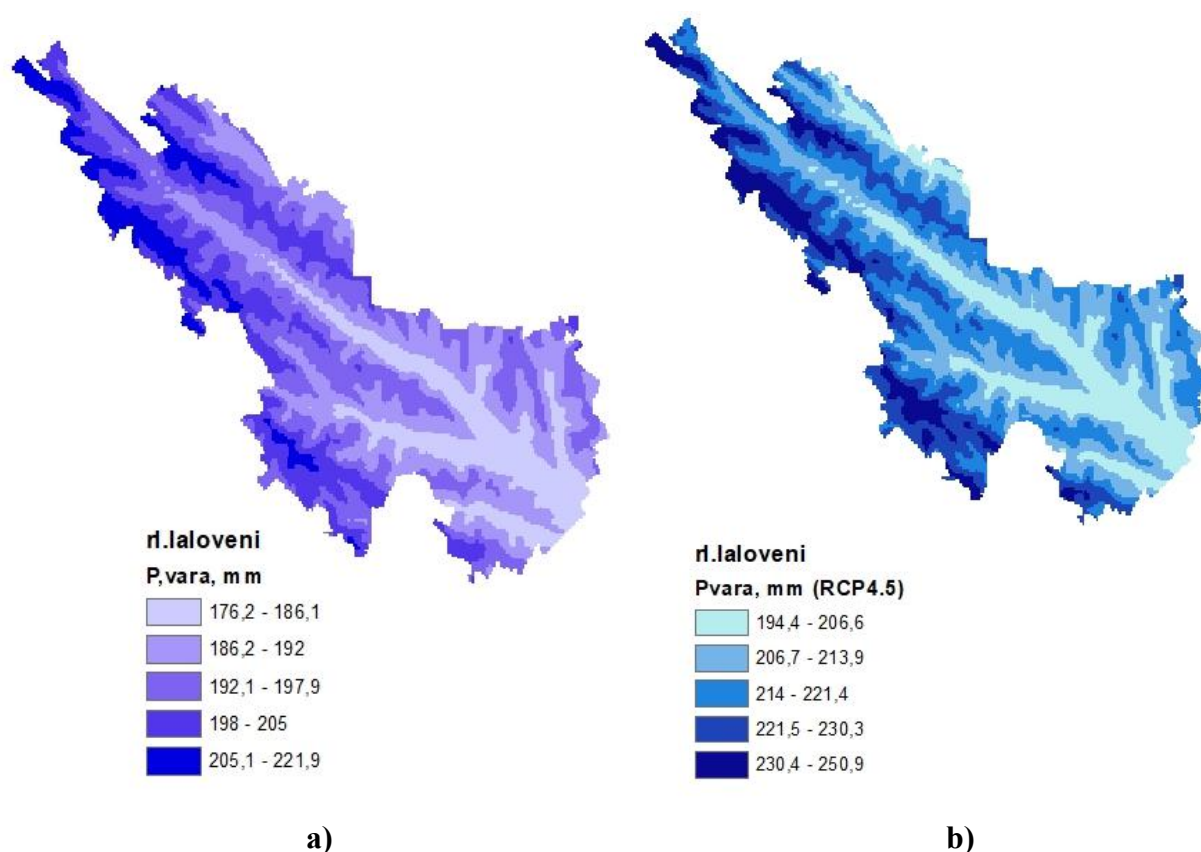


Fig.4.6. Model numeric, raionul Ialoveni (a) - cantitatea de precipitații căzute vara în perioada 1986-2005, b) - cantitatea de precipitații proiectate în anotimpul de vară cu scenariul RCP 4.5 pentru anii 2016-2035)

La nivel de comună (figura 4.7.), reieșind din neomogenitățile orografice, se păstrează diferențierile spațiale în regimul climatic al verilor (mai puțin semnificative comparativ cu arealul întregului raion). Altitudinea absolută a localității variază în limitele valorilor de 93-202 m, orientarea versanților predominantă este de nord-est, nord-vest și sud-est, iar gradul de înclinație atinge valori de circa 6,2°.

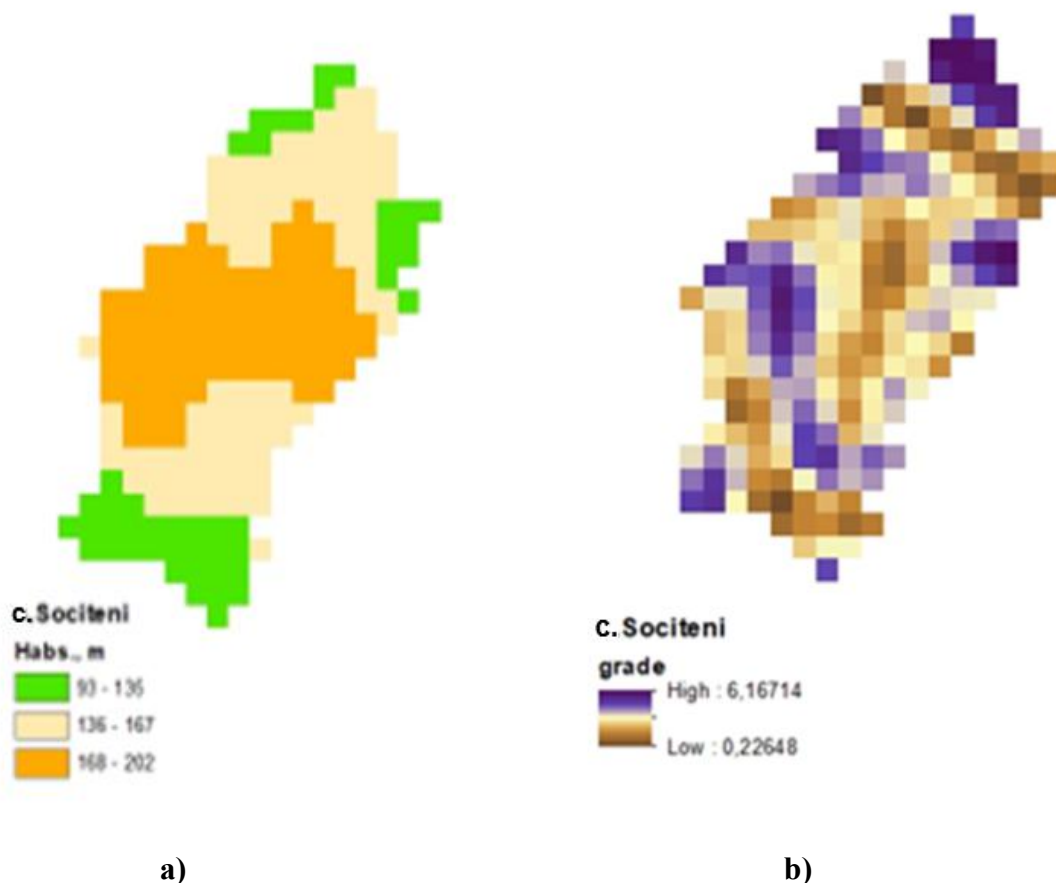


Fig. 4.7. Model numeric, c. Sociteni (a) - harta altitudinilor absolute, b) - gradul de înclinație a pantei)

În limitele acestui areal rural, actualmente, temperatura medie a verii variază pe formele depresionare de relief în limitele valorilor termice de 21,1 °C...20,6 °C (figura 4.8. a).

Temperatura medie a verii proiectată cu scenariul RCP 4.5, pentru anii 2016-2035, în comuna Sociteni, va constitui 22,1 °C, iar pe formele depresionare de relief – 21,6 °C (figura 4.8. b). Deci, se va majora cu un grad, ceea ce trebuie să se țină cont la elaborarea Strategiilor de Dezvoltare a localităților în viitorii ani.

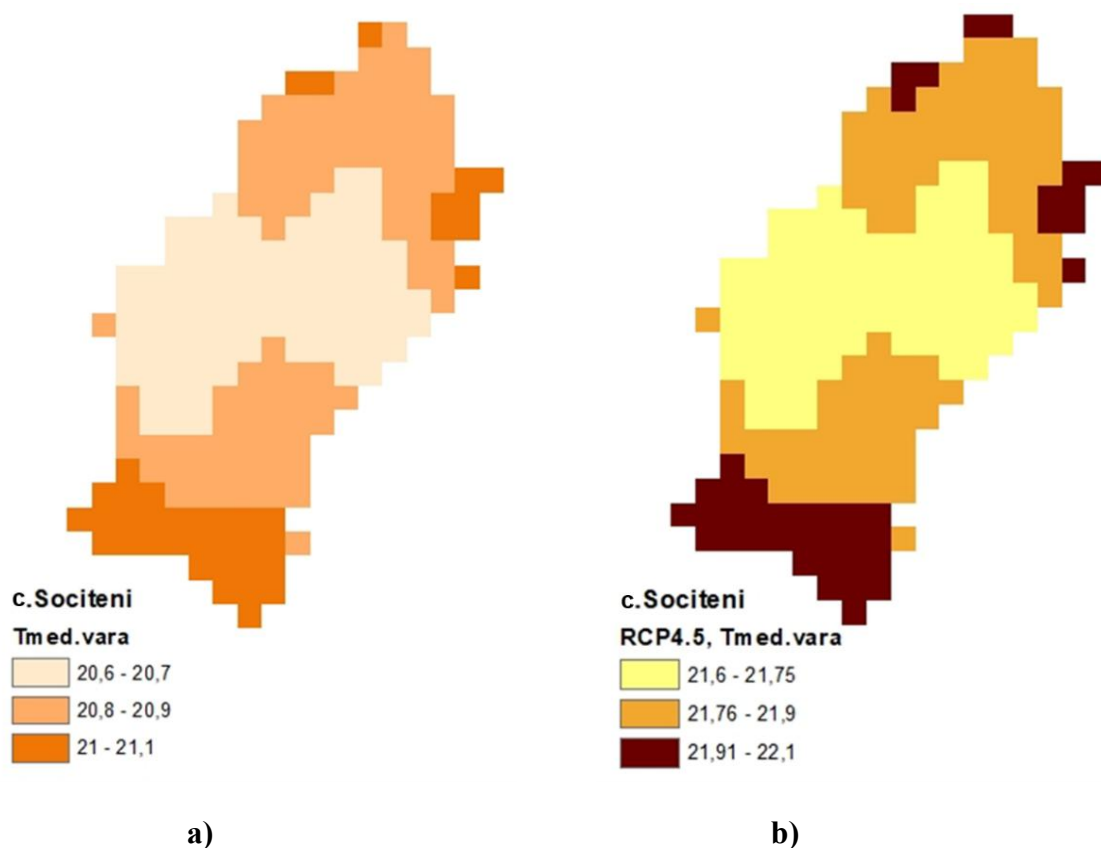


Fig. 4.8. Model numeric, comuna Sociteni (a) - temperatura medie a verii în perioada 1986-2005, b) - temperatura medie a verii proiectată cu scenariul RCP 4.5 pentru anii 2016-2035)

Cantitatea medie de precipitații căzute vara, în perioada 1986-2005, în limitele comunei Sociteni, a constituit circa 202,4 mm la altitudine și 188,5 mm pe formele depresionare de relief (figura 4.9.a). Cantitatea de precipitații proiectată pentru vară cu scenariul RCP 4.5, pentru perioada anilor 2016-2035, în diferite forme de relief, va constitui valori în limitele de 206,3 mm...225,7 mm, variabilitatea spațială fiind de 10%, comparativ cu perioada actuală (figura 4.9.b), în dependență de formele de relief.

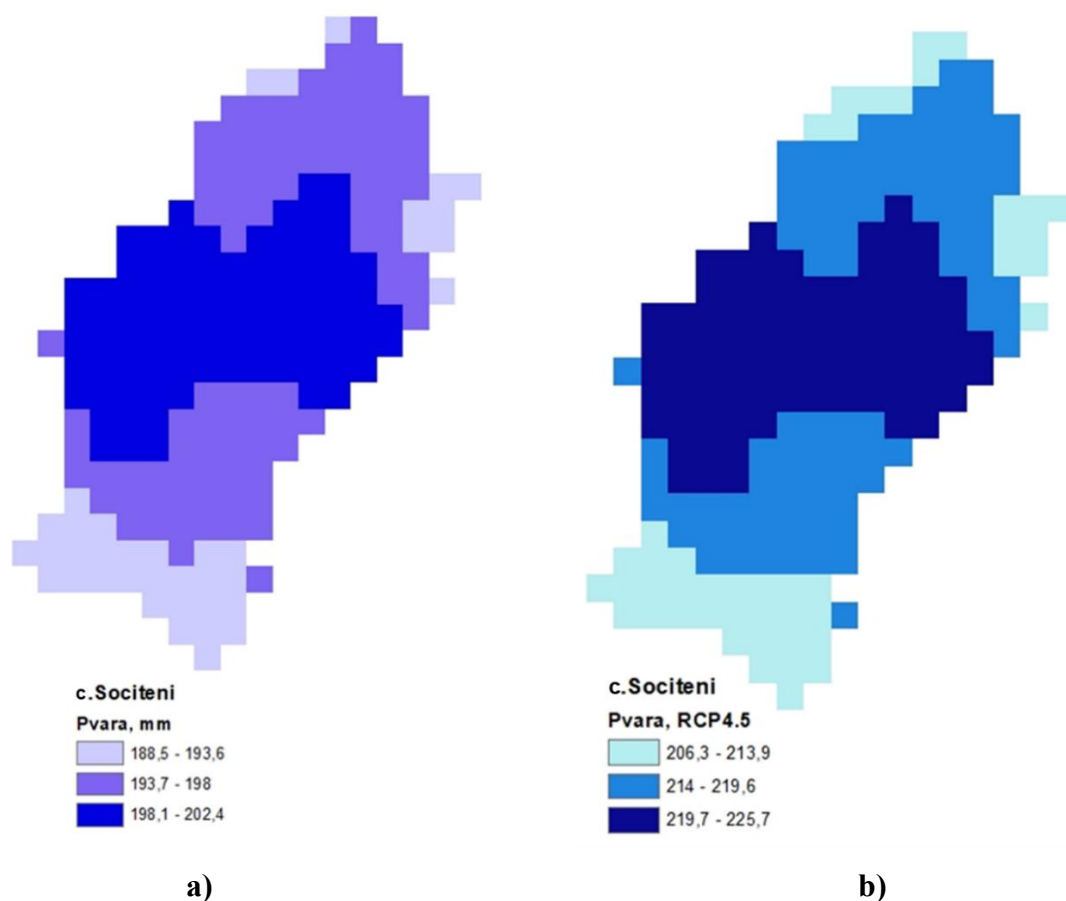


Fig. 4.9. Model numeric, comuna Sociteni (a) - cantitatea de precipitații vara în perioada 1986-2005, b) - cantitatea de precipitații vara proiectată cu scenariul RCP 4.5 pentru anii 2016-2035)

Aceste rezultate științifice sunt extrem de importante și necesare în realizarea măsurilor adecvate de adaptare către noile condiții climatice. De aceea, considerăm oportun includerea acestora în Strategia de dezvoltare a raionului Ialoveni, în scopul diminuării impactului consecințelor negative de manifestare a factorilor meteo-climatici de risc asociați schimbărilor climatice (certificat de includere din 15.07.2020).

4.2. Evidențierea la nivel local a factorilor meteo-climatici de risc din anotimpul de vară prin prisma unor indici climatici

În perioada caldă a anului, secetele, perioadele uscate și de uscăciune sunt cele mai prejudicioase riscuri meteo-climatice. Secetele sunt fenomene atmosferice de risc complexe, datorate reducerii sau chiar absenței precipitațiilor, caracterizate prin deficit de umezeală în aer și sol și prin creșteri masive a evapotranspirației potențiale. Seceta atmosferică, caracterizată prin lipsa totală sau parțială a precipitațiilor pe timp mai îndelungat, conduce la apariția secetei pedologice, datorită deficitului de umezeală din ce în ce mai adânc în sol. Absența precipitațiilor se datorează staționării timp îndelungat a formațiunilor barice anticiclonale.

Intensitatea fenomenelor de secetă depinde de intensitatea și durata factorilor ce le cauzează. Secetele pot avea durată de la câteva zile până la câteva luni, un an sau mai mulți ani consecutivi. De asemenea, secetele se diferențiază de la un loc la altul și în unele regiuni pot fi mai puțin extinse în teritoriu și mai puțin severe, iar în alte regiuni secetele sunt îndelungate, fiind astfel un fenomen extrem pentru acestea.

Impactul asupra populației și mediului este grav în ambele situații. În arealele cu apariție episodică a secetelor, datorită caracterului imprevizibil, daunele pot fi impunătoare. Secetele influențează, în primul rând, productivitatea culturilor agricole, calitatea apelor de suprafață, au impact sever asupra pădurilor și pășunilor etc., fiind unele dintre cele mai agresive fenomene de risc, cu urmări serioase asupra condițiilor de trai ale populației rurale și asupra mediului. Durata și intensitatea secetei, precum și unele fenomene care premerg seceta sau care o însoțesc îi pot determina caracterul de dezastru [13, 35, 37, 64, 73, 74, 75, 76, 84, 85, 88, 96, 101].

Indicele de Ariditate (*Ia*) propus de UNEP (1992) și UNESCO (1979) este utilizat pe larg și exprimă raportul dintre cantitatea precipitațiilor atmosferice căzute și evaporabilitate; practic, se utilizează în toate țările cu regim de umiditate instabil [51, 65, 145]. În funcție de variația regională a valorilor sale (tabelul 4.1.), au fost stabilite patru categorii de ariditate a teritoriilor la nivel global (UNEP, 1992).

În limitele rluilor Ialoveni, o bună parte din teritoriu are climă semi-aridă și uscat semi-umedă, areale unde frecvența și intensitatea secetelor este majoră (*Ia* constituie 0,45...0,55), excepție fac formele cu altitudine maximă și partea superioară a versanților, adică locurile deschise, unde *Ia* variază în limitele 0,73...0,86, iar clima este caracterizată în aspect anual ca umedă (figura 4.10.).

Tabelul 4.1. Clasificarea UNESCO/UNEP a climatelor în funcție de gradul de ariditate, conform Ia

Caracterizarea climatelor	Indicele de ariditate
Hiper-arid	< 0,05
Arid	0,05 -0,20
Semi-arid	0,20 -0,50
Uscat semi-umed	0,50 -0,65
Umed	0,65 -0,75
Hiper-umed	>0,75

Luând în considerație că rezultatele realizate au fost evaluate în baza de date actualizate (1961-2019), iar calitatea modelelor elaborate este înaltă (exprimată prin valorile înalt semnificative ale coeficientului de determinare R^2 și a nivelului semnificației fiecărui factor fizico-geografic, P inclus în model), considerăm binevenită utilizarea acestora la luarea diverselor decizii cu caracter aplicativ.

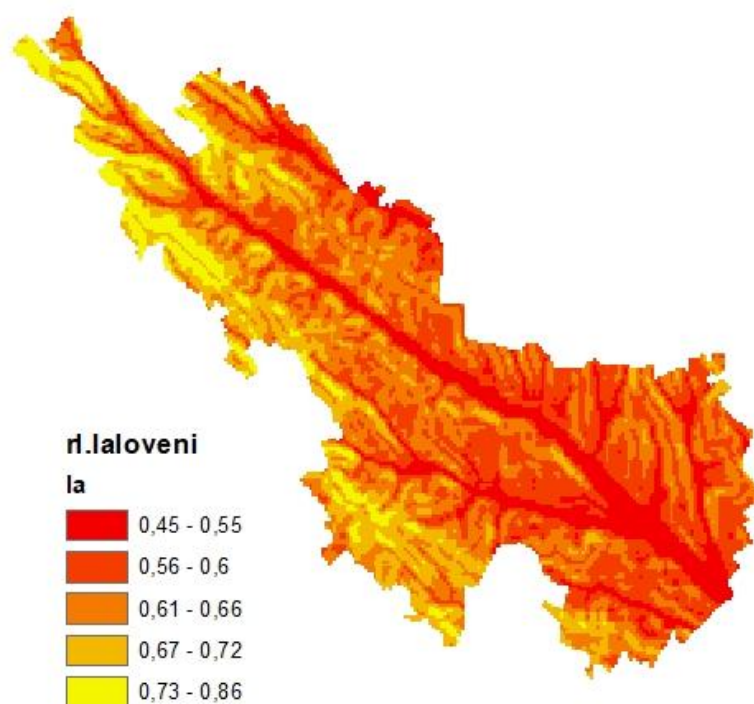


Fig. 4.10. Indicele de Ariditate (Ia) în limitele raionului Ialoveni

Ariditatea este o anomalie temporară spre deosebire de secetă și este determinată de precipitațiile scăzute și, corespunzător, de evapotranspirația înaltă, care în prezent reprezintă o caracteristică specifică a climei regionale. Deoarece, la etapa actuală, consecințele schimbărilor climatice indică o creștere semnificativă a temperaturii medii anuale și o variabilitate majorată a

cantității precipitațiilor atmosferice pe multe areale, considerăm că realizarea hărților privind necesarul în apă la nivel topoclimatic ar putea contribui la redresarea situației ecologice legată de impactul aridizării asupra sectorului agricol [145].

Analiza repartiției spațiale a necesarului de apă pentru irigație în perioada de vară, în aspect teritorial, relatează diferențierea spațială a acestuia, reieșind din particularitățile fizico-geografice ale amplasamentului raionului și a ponderii factorilor fizico-geografici de influență. Astfel, în cadrul acestui raion, pe cumpenele de apă sunt necesare doar 43,5...148,8 mm de apă. Necesarul de apă semnificativ crește în văile râurilor mijlocii și mici până la 383,3 mm (figura 4.11.).

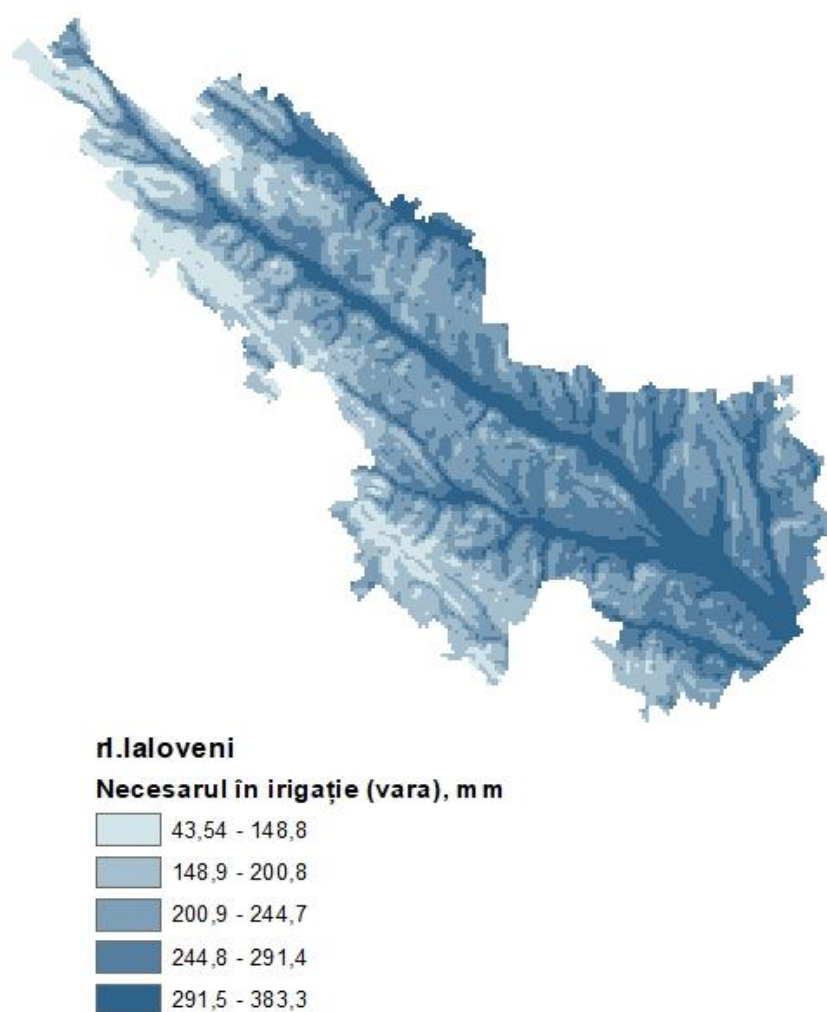


Fig. 4.11. Necesarul în irigație (vara), raionul Ialoveni

Deci, în cazul asigurării cu necesarul în apă, este semnificativă ponderea de influență a latitudinii geografice, a altitudinii absolute, a unghiului de înclinație și orientarea versanților. S-a

ținut cont ca nivelul semnificației fiecăruia dintre factorii fizico-geografici sus menționați să fie înalt, la fel și semnificația modelului în întregime.

Drept indicator al corelației înalte dintre variabilele climatice (dependente) și factorii fizico-geografici (variabile independente) au servit valorile înalte ale coeficientului de determinare (R^2).

Precipitațiile excedentare, de obicei, măresc scurgerea superficială și exercită o acțiune de eroziune asupra pantei cu atât mai mare, cu cât capacitatea de infiltrare a apei scade, condiționând starea de fragilitate a solurilor [4, 6, 42, 68, 80, 87, 98, 102, 122, 145, 147, 148, 149]. Se cunoaște că, în aspect regional, pe măsura deplasării spre sud, se atestă o frecvență mai sporită atât a agresivității pluviale moderate, cât și a periculozității exceselor pluviometrice de scară foarte severă și extrem de severă, fiind condiționată de influența ciclonilor mediteraneeni retrogradați [150, 151].

În perioada de vară, alternările frecvente a secetelor cu aversele de ploaie argumentează utilizarea Indicelui periculozității exceselor pluviometrice (*IPP*), elaborat la nivel regional și care se calculează conform formulei:

$$\text{unde, } IPP = \frac{P_i}{P_{\max}} * 100$$

P_i - cantitatea precipitațiilor atmosferice (VI) în ani concreți

$P_{\max}$ - cantitatea maximă a precipitațiilor atmosferice observată (VI) în perioada de studiu (1961-2019).

Coraportul dintre cantitatea precipitațiilor atmosferice din luna iunie, cea mai ploioasă lună a anului, înregistrată în ani concreți și valorile maxime observate în perioadele analizate, scot în evidență nivelul diferit de periculozitate pluvială (tabelul 4.2.) asupra terenurilor [51, 119, 145, 149].

Tabelul 4.2. Clasele de periculozitate pluvială, determinate după IPP

Clasa de periculozitate	<i>IPP</i>
Foarte mică	0-20
Mică	20-40
Moderată	40-60
Severă	60-80
Foarte severă	80-90
Extrem de severă	100

Printre principalii factori fizico-geografici (latitudinea și longitudinea geografică, altitudinea absolută și relativă, orientarea și gradul de înclinare a versanților) ce contribuie la

redistribuirea valorilor *Indicelui periculozității exceselor pluviometrice*, rolul latitudinii geografice și a orientării versanților este cel mai mare, fapt confirmat prin analiza regresională.

Modelarea cartografică, având la bază analiza regresională, a permis interpolarea acestui indice în teritoriu, cu limitele variabilității de la 25,1 la 43,6 (figura 4.12.). Astfel, în perioada anilor 1961-2019, precipitațiile excedentare s-au caracterizat printr-un grad mic și moderat de periculozitate în limitele raionului Ialoveni. În unii ani concreți, după cum demonstrează consecințele schimbărilor climatice din ultimii ani, gradul de periculozitate a precipitațiilor excedentare poate fi sever și chiar foarte sever.

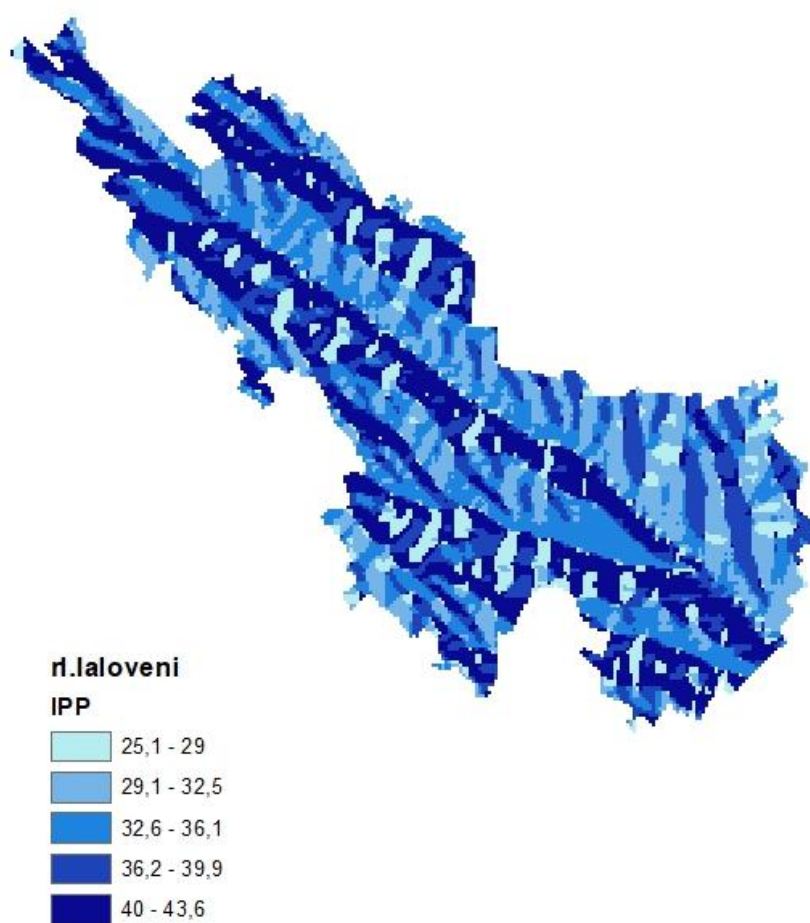


Fig. 4.12. Indicele Periculozității Exceselor Pluviometrice (IPP) în limitele raionului Ialoveni

Considerăm că, în condițiile unui ritm accelerat al schimbărilor climatice, cunoașterea arealelor vulnerabile, evidențiate prin intermediul hărților digitale ce demonstrează riscul apariției fenomenelor meteorologice nefavorabile, cum ar fi manifestarea secetelor, a exceselor pluviometrice etc., la nivel topoclimatic, este extrem de utilă.

Asigurarea administrației locale cu informație detaliată și actualizată, pentru includerea acestora în planurile strategice de dezvoltare durabilă sau luarea ei în considerație la adoptarea

unor acte normative de amplasare a construcțiilor în zonele inundabile sau de construire a obiectivelor în zonele cu risc moderat de inundare, este o prioritate esențială la etapa actuală, când la nivel local, practic, lipsește această informație.

Evaluarea necesarului de apă în perioada de vară, în contextul schimbărilor climatice, este una din cele mai importante măsuri care trebuie să fie permanent sub control din partea administrației locale, însă, de fapt, aceasta este încă o lacună care trebuie să fie lichidată în scopul asigurării echilibrului ecologic pe teritorii vulnerabile concrete [145, 148].

Deci, pentru o mai bună înțelegere și o adaptare adecvată către noile condiții climatice, este necesară cunoașterea cât mai exactă și detaliată a posibilelor efecte ale schimbărilor climatice asupra mediului și asupra diverselor activități economice [157].

Deoarece, în Republica Moldova, lipsesc strategii intersectoriale de adaptare către schimbările climatice și măsuri eficiente de atenuare a riscurilor climatice la nivel local, considerăm oportun efectuarea cercetărilor microclimatice cu scoaterea în evidență a gradului de vulnerabilitate la producerea anumitor procese și fenomene meteo-climatice extreme. Pentru aceasta este necesară efectuarea unui studiu continuu privind identificarea particularităților regionale de manifestare a climei, bazată pe actualizarea perioadei de referință (1961-2020), cu caracterizarea climei pe anotimpuri, la cea mai bună rezoluție spațială posibilă, detaliată pe principalii parametri climatici (anual, sezonier, lunar).

Acest studiu trebuie să includă și indici pentru procesele și fenomenele meteo-climatice extreme, cu estimarea scenariilor schimbărilor climatice la nivel topoclimatic, precum și dezvoltarea studiilor de estimare a impactului schimbărilor climatice asupra diferitelor sisteme socio-economice și evaluarea incertitudinilor asociate acestora.

Agricultura, resursele de apă, silvicultura, biodiversitatea, infrastructura reprezentată prin clădiri și construcții, turismul, energia, industria, transportul, sănătatea și activitățile recreative, necesită cunoașterea perioadelor de revenire odată în N ani (10, 20, 50 ani, etc.), precum și a arealelor vulnerabile către riscurile meteo-climatice, cu scopul minimizării posibilelor consecințe ale schimbărilor climatice. Considerăm că ajustarea strategiilor naționale către Directivele Uniunii Europene, privind gestionarea Riscurilor Naturale, ar facilita rezolvarea acestor lacune.

Cu atât mai mult că atenuarea efectelor schimbărilor climatice în agricultură reprezintă un obiectiv prioritar în cadrul acțiunilor strategice de dezvoltare și ale statelor membre UE. Deoarece schimbările și variabilitatea climatică se manifestă din ce în ce mai accentuat [157], acestea influențează toate sectoarele economiei, dar cea mai vulnerabilă rămâne a fi agricultura, impactul asupra căreia este mai pregnant la etapa actuală.

În condițiile Republicii Moldova, scenariile climatice prezintă o evidentă descreștere a

precipitațiilor, îndeosebi în anotimpul de vară, deci un deficit pluviometric care va afecta toate domeniile de activitate, în principal sectorul agricol.

Cele mai vulnerabile culturi agricole la deficitul de apă din anotimpul de vară vor fi, îndeosebi, culturile cerealiere și prășitoare, deoarece coincide cu perioada cerințelor maxime de apă, determinând scăderi importante de producție. În acest sens, se impune o nouă revizuire a soiurilor de culturi agricole, respectiv varietăți cu o plasticitate ridicată față de temperaturile ridicate și stresul hidric generat de lipsa apei. Se impune adaptarea tehnologiilor de cultivare prin conservarea apei din sol și alegerea unui sistem de lucrări minime, reprezentând o nouă tendință de tehnologizare a agriculturii intensive și super-intensive [15, 152, 157, 158].

Luând în considerare că circa 89% din totalul pierderilor materiale în limitele Republicii Moldova i-a revenit sectorului agricol (în urma manifestării secetelor din vara anilor 2007 și 2012 și a inundațiilor din 1994), măsurile de adaptare către noile condiții climatice ar trebui să fie cât mai obiective și concrete.

Sucesiunea culturilor în timp și spațiu reprezintă modalități eficiente pentru fiecare utilizator agricol în protejarea potențialului productiv al solului și, implicit, asigurarea unor producții constante. Oportunitățile în stabilirea unui sistem de management durabil, în structura culturilor și alegerea asolamentului includ adaptabilitatea genotipurilor la potențialul zonelor ecologice.

Deși spațiile urbane sunt limitate pe teritoriul republicii, mediul urban, caracterizat prin temperaturi mai ridicate decât cele din spațiu rural, va avea temperaturi și mai ridicate. Impactul principal al schimbărilor climatice asupra zonelor urbane va fi legat de efectele fenomenelor meteorologice extreme, precum valurile de căldură (vara anului 2007 cu circa 210 000 de sinistrați), căderi abundente de zăpadă (aprilie, 2017) etc. De aceea, planificarea urbană și proiectarea unei infrastructuri adecvate joacă un rol important în minimalizarea impactului schimbărilor climatice și reducerea riscului asupra mediului antropic.

În cazul exceselor pluviometrice, are loc creșterea riscului de producere a alunecărilor de teren și scăderea gradului de confort al populației [145, 152, 157, 158].

De aceea, considerăm că practicile de management al spațiului urban trebuie abordate pe termen lung, ținând cont și de impactul potențial al schimbărilor climatice. De asemenea, este necesară promovarea unor sisteme de prevenire și intervenție rapidă eficientă în cazul apariției fenomenelor meteo-climatice extreme din perioada de vară, cum ar fi: redimensionarea sistemului de canalizare pentru a putea prelua surplusul de apă provenit din ploile intense căzute în intravilan; dezvoltarea unor pavaje adecvate, care să asigure infiltrarea apei pluviale la nivelul trotuarelor; minimizarea riscului provocat de perioadele de căldură excesivă prin

sporirea suprafețelor spațiilor verzi și asigurarea apei pentru spațiile verzi etc. [145, 157] .

Pe parcursul verii, impactul schimbărilor climatice, deși indirect, se va resimți și asupra transportului rutier prin deteriorarea infrastructurii și lipsa de confort termic. Adaptarea infrastructurii existente de transport la efectele schimbărilor climatice, asigurând în același timp funcționarea sa neîntreruptă și sigură, va presupune investiții considerabile suplimentare la care organele de conducere trebuie să fie pregătite prin elaborarea unei noi infrastructuri, iar mijloacele de transport trebuie concepute încă din faza de proiectare, pentru a fi reziliente la efectele schimbărilor climatice cu precădere în anotimpul de vară. Ca măsuri de adaptare, menționăm revizuirea reglementărilor privind identificarea de rute alternative de transport, asigurarea protecției rețelei căilor de comunicație, pentru a rezista condițiilor meteorologice extreme etc. [152, 158].

Verile foarte calde, care au afectat Republica Moldova în ultimii ani, au adus în atenția factorilor de decizie problema impactului stresului termic asupra populației. Zonele cele mai afectate de valurile de căldură sunt mai cu seamă cele urbane, în care zonele verzi s-au diminuat, iar construcțiile urbane din beton, precum și asfaltul străzilor duc la absorbția intensă a radiației solare pe care o acumulează și o eliberează noaptea.

În același timp, și transportul urban contribuie la aceste efecte, în condițiile în care numărul de autoturisme a crescut semnificativ. Verile mai fierbinți influențează dezvoltarea agenților patogeni, bacteriilor și creșterea numărului de boli infecțioase (chiar apariția de epidemii). Verile mai lungi conduc la creșterea expunerii la RUV, cu efecte directe asupra sănătății pielii (cancer de piele).

De aceea, considerăm că colaborarea între autoritățile competente, în vederea promovării unor programe de intervenție operativă în cazul manifestării unor evenimente meteorologice extreme din perioada de vară, este extrem de necesară. Practica din ultima perioadă de timp demonstrează că lipsa cunoștințelor privind climatologia verilor manifestate pe teritoriul republicii în ultimii ani, când se atestă o tendință de majorare a regimului termic în toate lunile de vară, o sporire a evapotranspirației și, deci, și a deficitului de apă climatic – surprinde populația nepregătită către valurile de căldură semnificative.

Drept exemplu poate servi vara anilor 2007, 2012, 2015, 2020, când perioadele neîntrerupte ale zilelor uscate s-au menținut practic toată vara, iar o bună parte din populație (peste 200 000) a devenit sinistrată.

Analiza spațio-temporală la nivel local, privind particularitățile specifice anotimpuale, ar putea pregăti populația către manifestarea anumitor riscuri climatice cu o anumită perioadă de revenire în timp, pe anumite teritorii concrete. De aceea, considerăm oportun includerea rezultatelor științifice acumulate în aspect sezonier în Strategiile de dezvoltare pentru viitorii ani

aproiați.

Concluzii la capitolul 4

1. Pentru prima dată, la nivel local (de raion administrativ și comună), au fost evidențiate particularitățile specifice ale climei actuale și cea pronosticată în viitorii ani apropiați, conform unor scenarii climatice înaintate de către Comisia Interguvernamentală cu privire la Schimbările Climatice. Astfel, în baza studiului de caz, în limitele raionului Ialoveni și a comunei Sociteni, s-a stabilit că temperatura aerului, în viitorii ani apropiați (2016-2035), se va majora cu valori de până la 2 °C, în dependență de formele de relief. Tot în această perioadă de timp menționată, precipitațiile atmosferice la altitudini maxime se vor majora cu 10% și tot cu 10% se vor diminua în formele joase de relief, față de norma climatică.

2. Studiul regimului termic și pluviometric al sezonului de vară, la nivel de raion și comună, a permis elaborarea unui set de hărți digitale, privind clima sezonului respectiv, precum și elaborarea unor hărți în baza simulărilor climatice cu proiecția RCP 4.5, care scot în evidență diferențierile spațiale în dependență de altitudinea absolută, orientarea și gradul de înclinație a pantelor. Astfel, la nivel topoclimatic, diferențierile spațiale vor varia în perimetrul raionului administrativ Ialoveni în limitele valorilor de 20,9...22,5 °C, iar pentru perimetrul comunei Sociteni – în limitele de 21,6...22,1 °C.

3. Pentru raionul administrativ Ialoveni au fost evidențiate areale vulnerabile privind manifestarea proceselor și fenomenelor meteo-climatice de risc (deficit de umiditate/excese de umiditate), a căror frecvență și intensitate a crescut în rezultatul schimbărilor climatice evidente din anotimpul de vară. Astfel, pentru raionul Ialoveni, *Indicele de ariditate* constituie valori de la 0,45 până la 0,86, ceea ce caracterizează condiții climatice foarte variate: de la condiții climatice semi-aride până la condiții climatice hiper-umede, ceea ce confirmă impactul diferențiat al factorilor fizico-geografici în formarea climei locale (topoclimatului).

4. Pentru prima dată au fost elaborate hărți digitale privind asigurarea necesarului de apă pentru irigație, cu stabilirea normelor concrete de apă pentru diferite forme de relief: de 291,5 ... 383,8 mm, pentru suprafețele așezate pe formele joase de relief, și de 43,5...148,8 mm, pentru suprafețele situate la altitudini (respectiv mari și mijlocii).

CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI

Concluzii generale

Rezultatele științifice obținute în cadrul tezei de doctorat *Variabilitatea în timp și spațiu a parametrilor climatici ce caracterizează anotimpul de vară pe teritoriul Republicii Moldova*, în concordanță cu scopul și obiectivele de cercetare propuse, au permis formularea următoarelor concluzii generale:

1. Variabilitatea spațio-temporală a temperaturii medii a aerului în anotimpul de vară, din perioada contemporană (1961-2019), denotă o creștere a acesteia pe măsura deplasării pe teritoriul Republicii Moldova de la nord la sud, fapt confirmat de cercetările științifice efectuate de noi. Pe parcursul perioadei de studiu, a crescut numărul de cazuri în care temperatura medie sezonieră a depășit cu mult media multianuală, verile devenind tot mai calde în ultimii ani, îndeosebi pentru partea centrală și de sud a țării. Ca rezultat, în partea de nord a țării, temperatura medie a anotimpului de vară a atins pragul de 22,0 °C doar o singură dată, iar în partea centrală și de sud, acest fond termic sezonier a fost înregistrat în 11 și, respectiv, 14 cazuri (*Capitolul I, p. 24-30*).

2. Pentru prima dată, în baza studiului de caz, a fost scoasă în evidență influența latitudinii geografice și a altitudinii absolute în acumularea sumelor temperaturilor medii diurne peste 15 °C, ce marchează începutul și sfârșitul verii, însumând valori de 483,7 °C la nivel de țară, 293 °C la nivel de raion administrativ - rl. Ialoveni și 148 °C la nivel de comună - Sociteni (*Capitolul I, p. 34-35*).

3. Durata verilor, pe teritoriul țării, variază față de valorile medii multianuale la nivel de câmpie și altitudini mai mari, fiind determinată de gradul de fragmentare a reliefului (abaterile cele mai mari fiind observate în formele joase de relief, văile râurilor mijlocii și mici). Pe teritoriul țării, aceste abateri constituie valori de până la 22 de zile, în teritoriul raionului Ialoveni - de până la 2 zile, iar la nivel de comună se atestă o diferență de până la 7 zile. Aceste rezultate prezintă un interes deosebit în elaborarea diverselor măsuri cu caracter aplicativ la nivel local, fiind implementate și certificate cu acte de implementare (*Capitolul I, p. 36*).

4. Studiul efectuat a permis evidențierea particularităților spațio-temporale de manifestare a umidității relative a aerului, care argumentează intensificarea uscăciunii (aridității) în partea centrală și de sud a țării, cu precădere în perioada ultimilor ani (2000-2019). Cele mai vulnerabile teritorii sunt amplasate în partea de Sud și Sud-Est, indiferent de formele de relief (*Capitolul III, p. 65-71*).

5. În baza deviației standard (σ), indice ce reflectă variabilitatea regimului termic, au fost clasificate verile după regimul termic și cuantificate diferite tipuri de veri calde și reci, fiind elaborat registrul verilor de diferit tip, iar în baza acestuia s-a estimat caracterul de manifestare în

timp a verilor moderat/relativ calde și moderat/relativ reci. De asemenea, în rezultatul estimării temporale a lunilor de vară, pentru diferite perioade de referință, s-a stabilit o sporire mai frecventă a ponderii lunilor moderat calde în perioada de referință 1991-2019, înregistrând o încălzire pronunțată, cu precădere în lunile iulie și august. Totodată, lunile moderat reci, pentru toate lunile de vară, au înregistrat cea mai semnificativă pondere de manifestare în perioada de referință 1961-1990 (*Capitolul II, p. 50-55*).

6. A fost scoasă în evidență tendința de majorare a evaporației potențiale în aspect lunar și sezonier, cu precădere în ultimele decenii, determinată de creșterea frecvenței temperaturilor înalte. Pentru prima dată a fost stabilită repartitia spațio-temporală a evaporației potențiale în perimetrul raionului Ialoveni și a comunei Sociteni și evidențierea arealelor cu diferit grad de vulnerabilitate față de indicele menționat (*Capitolul III, p. 75-80*).

7. Pentru prima dată, la nivel local (de raion administrativ și comună), au fost evidențiate particularitățile specifice ale climei actuale și cea pronosticată în viitorii ani, conform unor scenarii climatice înaintate de către Comisia Interguvernamentală cu privire la Schimbările Climatice. Astfel, în baza studiului de caz, în limitele raionului Ialoveni și a comunei Sociteni, s-a stabilit că temperatura aerului, în viitorii ani (2016-2035), se va majora cu valori de până la 2 °C, în dependență de formele de relief. Tot în această perioadă de timp menționată, precipitațiile atmosferice la altitudini maxime se vor majora cu 10% și tot cu 10% se vor diminua în formele joase de relief, față de norma climatică. (*Capitolul IV, p. 93-99*).

8. Studiul regimului termic și pluviometric al sezonului de vară, la nivel de raion și comună, a permis elaborarea unui set de hărți digitale, privind clima sezonului respectiv, precum și elaborarea unor hărți în baza simulărilor climatice cu proiecția RCP 4.5, care scot în evidență diferențierile spațiale în dependență de altitudinea absolută, orientarea și gradul de înclinație a pantelor. Astfel, la nivel topoclimatic, diferențierile spațiale vor varia în perimetrul raionului administrativ Ialoveni în limitele valorilor de 20,9...22,5 °C, iar pentru perimetrul comunei Sociteni – în limitele de 21,6...22,1 °C (*Capitolul IV, p. 93-99*).

9. Pentru raionul administrativ Ialoveni au fost evidențiate areale vulnerabile privind manifestarea proceselor și fenomenelor meteo-climatice de risc (deficit de umiditate/excese de umiditate), a căror frecvență și intensitate a crescut în rezultatul schimbărilor climatice evidente din anotimpul de vară. Astfel, pentru raionul Ialoveni, *Indicele de ariditate* constituie valori de la 0,45 până la 0,86, ceea ce caracterizează condiții climatice foarte variate: de la condiții climatice semi-aride până la condiții climatice hiper-umede, ceea ce confirmă impactul diferențiat al factorilor fizico-geografici în formarea climei locale (topoclimatului). (*Capitolul IV, p.99-101*).

Recomandări practice

1. Rezultatele studiului efectuat, privind variabilitatea spațio-temporală a parametrilor climatici ce caracterizează anotimpul de vară în contextul schimbărilor climatice regionale, cu evidențierea arealelor vulnerabile ale republicii față de riscurile meteo-climatice din sezonul de vară, pot servi pentru luarea măsurilor adecvate de adaptare a activităților economice la nivel regional și local, precum și la elaborarea avertizărilor specializate în scopul asigurării securității populației și diminuării prejudiciilor materiale.

2. Hărțile digitale elaborate, privind asigurarea necesarului de apă pentru irigație, cu stabilirea normelor concrete de apă pentru suprafețele cu diferită altitudine, pot fi utilizate la aplicarea măsurilor de diminuare a impactului secetelor în profil orografic pentru dezvoltarea durabilă a sectorului agricol al țării.

3. Rezultatele studiului efectuat pot servi în calitate de suport informațional pentru: luarea măsurilor operative de prevenire, reducere și combatere a consecințelor riscurilor menționate de către IGSU, utilizarea în procesul de predare studenților și masteranzilor la programele universitare de profil.

Aportul personal: Sistematizarea, analiza datelor colectate prin aplicarea metodelor de cercetare, interpretarea, generalizarea lor și concluziile conform temei abordate aparțin integral autorului.

Sugestii privind cercetările de perspectivă

Rezultatele obținute privind modificarea parametrilor meteo-climatici a verilor din ultimii 30 de ani pentru teritoriul Republicii Moldova, în contextul schimbărilor climatice regionale, pot servi ca suport pentru APL și APC.

Extinderea cercetărilor privind influența factorilor fizico-geografici în redistribuirea indicilor climatici la nivel local, pot servi drept bază pentru alte unități administrativ-teritoriale, cu elaborarea unui set de hărți pe această problematică în suportul APL.

Rezultatele obținute vor contribui la soluționarea problemei științifice privind influența schimbărilor climatice asupra creșterii frecvenței și intensității verilor calde și foarte calde, ceea ce va permite reactualizarea cercetărilor microclimatice pe teritoriul Republicii Moldova, în condițiile climatice actuale.

BIBLIOGRAFIE

1. APOSTOL, L., BRÂNDUȘ, C. Cercetări topoclimatice asupra orașului Solca. În: *Analele Universității „Ștefan cel Mare” secțiunea Geografie - Geologie*, anul IV, Suceava, 1995.
2. APOSTOL, L. *Clima Subcarpaților Moldovei*. Suceava: Editura Universității Suceava, 2004. 439 p. ISBN 973- 9408-81-8.
3. APOSTOL, L. Trăsături specifice ale circulației generale a atmosferei în Subcarpații Moldovei, *Analele Univ. “Ștefan cel Mare”, s. Geografie*, t. VI, Suceava , 1997. ISSN 1583-1469.
4. APĂVĂLOAIE, M., PÎRVULESCU, I., APOSTOL L. Caracteristici ale cantităților de precipitații atmosferice în 24 de ore din Subcarpații Moldovei și Culoarul Siretului”, În: *Lucrările Seminarului Geografic „Dimitrie Cantemir”*, Nr. 13-14/1993-1994, Iași, 1997. ISSN 1222-989-X.
5. APOSTOL, L., NEDEALCOV, M., BOJARIU, R. Considerații asupra uscăciunii, secetelor și aridității între Carpații Orientali și Nistru. În: *Materialele conferinței științifice naționale cu participare internațională "Mediul și dezvoltarea durabilă"*. Ediția a IV-a, 80 de ani ai Facultății de Geografie. Chișinău, 2018, Tipografia UST, pp. 85-88. ISBN 978-9975-76-253-3.
6. APOSTOL, L., AMĂRIUCĂI, M. The exceptional torrential rains in the summer of 2004, in the counties of Neamț and Bacău, as a special situation in the period 1991-2004. In: *Romanian Journal of Climatology*. Vol.1, Edit. Univ. București, 2005, p. 57-71. ISSN 1841-513X.
7. BOBOC, N. Probleme de regionare fizico-geografică a teritoriului Republicii Moldova. În: *Buletinul Academiei de științe a Moldovei Științele Vieții*. 2009, nr. 1(307), pp.161-170. ISSN 1857-064X.
8. BOGDAN, O., NICULESCU, E. *Riscurile climatice din România*. Academia Română, Institutul de Geografie, 1999, Compania Sega International, p. 280. ISBN 773-0008-00-0.
9. BOGDAN, O. *Riscuri climatice. Implicații pentru mediu și societate*. În: *Rev. Geogr.*, X/2003, Serie nouă, 2004, p. 73-81.
10. BOIAN, I., BUGAEV T. Caracterizarea condițiilor meteorologice și agrometeorologice din vara anului 2007. În: *Mediul Ambient*. Chișinău, 2007, nr. 6(36), pp. 41-42. ISSN 1810-9551.

11. BOIAN, I., BUGAEV, T. Condițiile meteorologice și agrometeorologice din vara anului 2008. În: *Mediul Ambient*. Chișinău, 2008, nr. 5(41), pp. 26-28. ISSN 1810-9551.
12. BOIAN, I., CAZAC, V. Riscurile inundațiilor în Republica Moldova. În: *Mediul Ambient*. Chișinău, 2008, nr. 4(40), pp. 43-48. ISSN 1810-9551.
13. BOIAN, I., SCORPAN, V. Comitetul interguvernamental pentru schimbări climatice despre sistemul climatic și fenomenul schimbărilor climatice. În: *Mediul Ambient*. Chișinău, 2007, nr. 2(32), pp. 47-48. ISSN 1810-9551.
14. BORDEI, E.I. *Rolul lanțului Alpino-Carpatic în evoluția ciclonilor mediteraneeni*. București, Ediția a II-a, Editura PRINTECH, 2009. 137 p. ISBN 978-6065-21-215-2.
15. BOJARIU, Roxana et al. *Schimbările climatice – de la bazele fizice la riscuri și adaptare*. București: Administrația Națională de Meteorologie, Edit. Pintech, 2015. 214 p. ISBN 978-606-23-0363-1.
16. BUDUI, V., PATRICHE, C. V. Modelarea spațială a precipitațiilor atmosferice folosind metode statistice în cadrul SIG. Aplicație la teritoriul Podișului Central Moldovenesc dintre râurile Vaslui și Siret. În: *Romanian Journal of Climatology*. Vol. 1, Edit. Univ. București, 2005, p. 241-250. ISSN 1841-513X.
17. CIULACHE, S. Specificul climatic și topoclimatic al municipiului Constanța, "*Comunicări de geografie*", vol. XI, Editura Universității din București, 2007, p.135-141. ISSN 1453-5483.
18. CONSTANTINOV, T., NEDEALCOV, M., DARADUR, M., RAILEANU, V. Unele aspecte în modificarea regimului termic pe teritoriul Republicii Moldova. În: *Buletinul Academiei de științe a Moldovei Științele Vieții*. 2006, nr. 2 (299), pp. 161-165. ISSN 1857-064X.
19. CONSTANTINOV, T., NEDEALCOV, M., DARADUR, M., RĂILEANU, V., CRIVOVA, O. Utilizarea SIG în restabilirea componentei climatice a landșafturilor Republicii Moldova. În: *Romanian Journal of Climatology*. Vol. 1, Edit. Univ. București, 2005, p. 95-100. ISSN 1841-513X.
20. CONSTANTINOV, T., NEDEALCOV, M., RAPCEA, M. *Evaluarea condițiilor de iernare și amplasarea culturilor sâmburoase termofile în Republica Moldova (sfaturi pentru fermieri)*. CZU 551.584+634.2, Tipografia AȘM. Chișinău, 2002, 45 p. ISBN 9975-62-123-6.
21. CONSTANTINOV, T., NEDEALCOV, M., RAPCEA, M. *Modificările regimului termic și condițiile de iernare a culturilor pomicole termofile*. CZU 551.581+634.2, Tipografia AȘM. Chișinău, 2005, 124 p. ISBN 9975-62-123-6.

22. CONSTANTINOV, T., NEDEALCOV, M. Evaluarea structurii temporale a iernilor în Republica Moldova. În: *Lucrările simpozionului "Sisteme Informaționale Geografice"*. Nr.7. Iași: Universitatea "Al. I. Cuza", 2001. p. 163-169. ISSN 1223-5534.
23. CONSTANTINOV, T., NEDEALCOV, M. Evaluarea fenomenelor meteorologice nefavorabile din perioada rece, prin intermediul SIG. În: *Lucrările simpozionului "Sisteme Informaționale Geografice"*. Nr. 7. Iași: Universitatea "Al. I. Cuza", 2001. p. 45-49. ISSN 1223-5534.
24. CONSTANTINOV, T., NEDEALCOV, M. SIG în evaluarea regimului înghețurilor – parte componentă a potențialului agroclimatic. În: *Lucrările simpozionului "Sisteme Informaționale Geografice"*. Nr. 8. Iași: Universitatea "Al. I. Cuza", 2002. p. 109-111. ISSN 1223-5534.
25. COȘCODAN, M., NEDEALCOV, M., DARADUR, M. Schimbările de climă posibile și regimul temperaturilor extreme din perioada rece a anului pe teritoriul Republicii Moldova. În: *Analele Științifice ale Universității de Stat din Moldova, Seria "Științe chim.-biol."*. Chișinău: CEP USM, 2005, p. 446-449. ISSN 1811-2617.
26. DARADUR M., MLEAVAIA, G. *Pronosticul statistic de lungă durată al secetelor pe teritoriul Republicii Moldova*. Materialele simpozionului al II-lea. Seceta și căile fiziologo-biochimice de atenuare a consecințelor ei asupra plantelor de cultură. Chișinău, 23 iunie 1999. 71-72 p.
27. DARADUR M., *Variabilitatea și riscurile climatice ale condițiilor extreme de umezeală*. Chișinău, 2001.
28. DOMENCO, R. Unele aspecte privind modelarea spațială a precipitațiilor maxime diurne. *Materialele Conferinței Științifice cu participare Internațională „Tendențe contemporane ale dezvoltării științei: viziuni ale tinerilor cercetători”*. Chișinău: Ed. 5 Vol. 3. 2016, pp. 234-237. ISBN 978-9975-933-83-4.
29. DOMENCO, R., NEDEALCOV, M. Dinamica precipitațiilor excedentare pe teritoriul Republicii Moldova în contextul schimbărilor climatice. Ch.: Artpoligraf, 2018. 297 p. ISBN 978-9975-3278-2-4.
30. DOMENCO, R. Riscurile pluviale din sezonul cald pe teritoriul Republicii Moldova. În: *Materialele Conferinței Științifice cu participare internațională „Biodiversitatea în contextul schimbărilor climatice”*. Chișinău, 2016. pp. 126-129. ISBN: 978-9975-108-02-7.
31. DONISĂ, V. *Procesarea numerică a imaginilor în vederea extragerii informațiilor necesare Sistemelor Informaționale Geografice*. Rez. Tezei Doc., Univ. Tehnică „Gheorghe Asachi” Iași, 1999.

32. ERHAN, E. *Clima și microclimatele din zona orașului Iași și împrejurimi*. Teza de doctorat. Ed. Junimea, Iași, 1979, 245 p.
33. HAIDU, I. *Analiza seriilor de timp. Aplicații în hidrologie*. București: Editura *H*G*A*, București. 1997.
34. IONAC, N., CIULACHE, S. Considerații privitoare la influența precipitațiilor atmosferice asupra construcțiilor. În: *Revista Forum Geografic – Studii și cercetări de geografie și protecția mediului*. Craiova, Anul 3, Nr. 3. Editura Universitaria, 2004, pp. 75-80. ISSN 1583-1523.
35. MARINICĂ, I. Efectele circulației nord – estice pentru Oltenia în sezonul cald. În: *Revista Forum Geografic – Studii și cercetări de geografie și protecția mediului*. Craiova, Anul 2, Nr. 2, Editura Universitaria, 2003, pp. 41-47. ISSN 1583-1523.
36. MARINICĂ, I. *Iarnă caldă (2000 – 2001) în Oltenia*. Revista Forum Geografic – Studii și cercetări de geografie și protecția mediului. Craiova, Anul 1, Nr. 1, Editura Universitaria, 2002, pp. 165-171. ISSN 1583-1523.
37. MAZILU, M., MITROI, S. Mediul – Economie – Dezvoltare industrială durabilă. În: *Mediul Ambient*. 2007, nr. 3(33), pp. 45-47. ISSN 1810-9551.
38. MIHAILESCU, C. *Clima și hazardurile Moldovei – evoluția, starea, predicția*. Ed. Licorn, 2004. 192 p. ISBN 9975-9790-1-7.
39. MIHĂILĂ, D. Tendințele evoluției temperaturii aerului în Podișul Sucevei. În: *Analele Universității „Ștefan cel Mare” Suceava, secțiunea Geografie*. Anul XIV, Suceava, 2005. pp. 57-68. ISSN 1583-1469.
40. MIHĂILĂ, D. *Câmpia Moldovei. Studiu climatic*. Edit. Univ. Suceava, 2006. 376 p. ISBN 973-666-219-5
41. MIHĂILĂ, D. Câteva aspecte legate de variabilitatea evoluției în timp a elementelor și fenomenelor climatice din Câmpia Moldovei”. În: *Analele Universității „Ștefan cel Mare” Suceava, secțiunea Geografie*. Anul XIII, Suceava, 2004. pp. 89-98. ISSN 1583-1469.
42. MIHĂILĂ, D., TĂNASĂ, I., BOSTAN, D. Precipitațiile din seara de 30 iunie 2006 de la Arbore; cauze și consecințe. În: *Lucrările Seminarului Geografic “Dimitrie Cantemir”*. nr. 27/2006, Universitatea “Al. I. Cuza” Iași, 2008. ISSN 1222-989-X.
43. MIHĂILĂ, D. Trăsăturile definitorii ale climei Câmpia Moldovei”. În: *Analele Universității „Ștefan cel Mare” Suceava, secțiunea Geografie*. Anul X, Suceava, 2001. ISSN 1583-1469. Disponibil: <http://atlas.usv.ro/georeview/#>

44. MÎNDRU, G., NEDEALCOV, M., BOIAN, I. *Estimarea expunerii Republicii Moldova către anumite riscuri naturale în contextul dezvoltării durabile*. Chișinău: Tipografia "Biotehdesign", 2019. 299 p. ISBN 978-9975-108-76-8.
45. NEDEALCOV, M. Clasificarea iernilor cu diferit grad de asprime pe teritoriul Republicii Moldova. În: *Analele Universității „Al. I. Cuza”*, Lucrările Simpozionului Sisteme Informaționale Geografice. Iași, Nr.7, 2001, p. 153-163. ISSN: 1223-5334.
46. NEDEALCOV, M. Aspecte metodologice în evaluarea posibilelor schimbări a regimului termic de pe teritoriul Republicii Moldova. În: *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei Științele Vieții*. 2010, nr. 1 (310), pp. 143-149. ISSN 1857-064X.
47. NEDEALCOV, M. Fundamente teoretice privind standardizarea indicilor agroclimatici. În: *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei Științele Vieții*. 2009, nr. 3 (309), pp. 157-161. ISSN 1857-064X.
48. NEDEALCOV, M. Identificarea iernilor calde ca prevestitoare în apariția secetelor în Moldova. În: Abstract - Secetele în Moldova. –“Editura Știința”.- Chișinău, 1998, p. 23-24.
49. NEDEALCOV, M. Metodologia utilizării diferitor tipuri de distribuții teoretice în estimarea parametrilor agroclimatici. În: *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei Științele Vieții*. 2009, nr. 2 (308), pp. 132-136. ISSN 1857-064X.
50. NEDEALCOV, M. *Schimbările climatice regionale*. Tipogr. Impressum, 2020. p. 366. ISBN 978-9975-3426-1-2.
51. NEDEALCOV, M. *Resursele agroclimatice în contextul schimbărilor de climă*. Tipografia”Alina Scorohodova”, 2012. p. 306. ISBN 978-9975-4284-8-4.
52. NEDEALCOV, M., RAILEAN, V., CHIRICĂ, L., COJOCARI, R., SÎRBU, R., COICEANU, A., RUSU, V. *Atlasul „Resursele climatice ale Republicii Moldova”*. Editura „Știința”, 2013. 76 p. ISBN 978-9975-67-894-0.
53. NEDEALCOV, M. GĂMUREAC, A. *Impactul schimbărilor climatice asupra productivității grâului de toamnă*. Tipogr. "Biotehdesign", S. n., 2019, 202 p. ISBN 978-9975-108-97-3.
54. NEDEALCOV, M., RĂILEANU, V., APOSTOL, L. Atlasul digital Temperatura aerului și cantitățile de precipitații atmosferice din bazinul râului Prut. În: *Akados Revistă de știință, inovare, cultură și artă*. Nr. 2 (45), 2017. p. 58-64. ISSN 1857-0461.
55. NEDEALCOV, M., RĂILEANU, V., APOSTOL, L., ADAMENKO, T. Podișul Moldovei, estimat sub aspectul climatic în baza SIG. În: *Akados Revistă de știință, inovare, cultură și artă*. Nr. 3, 2018. p. 38-42. ISSN 1857-0461.

56. NEDEALCOV, M., IVANOV V., DUCA, GH. *Clima și apele de suprafață*. Tipografia "Biotehdesign" 2018, 200 p. ISBN 978-9975-3278-0-0.
57. NEDEALCOV, M. et al. *Factorii meteo-climatici de risc asociați schimbărilor climatice pe teritoriul Republicii Moldova*. Tipografia "Alina Scorohodova", 2018, 144 p. ISBN 978-9975-9611-6-5.
58. NEDEALCOV, M. Manifestarea anotimpurilor în contextul schimbărilor climatice. În: *Culegere de articole științifice dedicată membrului corespondent AȘM Ion Dediu la 85 de ani de la naștere și 62 ani de activitate științifică*. Impactul antropic asupra calității mediului. Ministerul Educației, Culturii și Cercetării, Institutul de Ecologie și Geografie, 2019. Tipogr. „Impressum”. Chișinău, p. 13-25. ISBN 978-9975-3308-0-0.
59. NEDEALCOV, M., ȚURCANU, V., NISTIRIUC, A., RUSU, V. Structura temporală a verilor pe teritoriul Republicii Moldova. În: *Biodiversitatea în contextul schimbărilor climatice*. Materialele Conferinței științifice cu participare internațională 25 noiembrie 2016, Chișinău. pp. 225-229. ISBN 978-9975-108-02-7.
60. NEDEALCOV, M., ȚURCANU, V. Variabilitatea spațială a umidității relative a aerului în perioada caldă a anului. În: *Biodiversitatea în contextul schimbărilor climatice*. Materialele Conferinței științifice cu participare internațională, 23 noiembrie 2019, Chișinău. pp. 173-176. ISBN 978-9975-108-85-0.
61. NEDEALCOV, M., MÎNDRU, G., ȚURCANU, V. Frecvența ploilor torențiale și impactul lor pe teritoriul Republicii Moldova. În: *Culegere de articole științifice dedicată dlui Andrei Ursu academician AȘM la 90 ani de la naștere și 70 ani de activitate științifică*. Starea actuală a componentelor de mediu. Ministerul Educației, Culturii și Cercetării, Institutul de Ecologie și Geografie. Chișinău: Tipogr. „Impressum”, 2019. pp. 151-159. ISBN 978-9975-3155-9-3.
62. PALTINEANU, C., et al. *Ariditatea, Seceta, Evapotranspirația și cerințele de apă ale culturilor agricole în România*. Editura Ovidius University Press Constanța. 2007, p. 278- 340.
63. PUȚUNTICĂ, A. *Fenomenele meteorologice de risc de pe teritoriul Republicii Moldova*. Teză de doctor în geografie. Chișinău. 2008.
64. SADOFF, C., MULLER, M. *Gospodărirea Apelor, Securitatea Apelor, Adaptarea la schimbările climatice*. Parteneriatul Global al Apei. 2009.
65. STANCIU, A. Indici ecometrici.
https://www.academia.edu/9909429/05_INDICI_ECOMETRICI.
66. RĂDOANE, M. et. al. *Analiza cantitativă în geografia fizică. Metode și Aplicații*. Iași: Edit. Univ. „Al. I. Cuza”, 1996. p. 249. ISBN 973-9149-69-3.

67. SOFRONI, V. et. al. Caracterizarea secetelor în Moldova și măsurile de atenuare a consecințelor lor. În: *Secetele, prognozarea și atenuarea consecințelor*. Chișinău, 2000.
68. STANCIU, P., NEDELCU, G., NICULA, GH. Hazardurile hidrologice din România. În: *Mediul Ambient*. Chișinău, 2005, nr. 5(23), pp.11-17. ISSN 1810-9551.
69. STOENESCU, ȘT. *Clima Bucegilor*. CSA, Mem. stud. IV, 1, Editura Tehnică, București, 1951, p.12-26.
70. SFÎCĂ, L. *Clima Culoarului Siretului și a regiunilor limitrofe*. Iași: Editura Universității “Al. I. Cuza”, 2015. 298 p. ISBN 9786067141320.
71. ȘORODOC, C. *Formarea și evoluția ciclonilor mediteraneeni și influența lor asupra timpului în R. P. Română*. În: Culegere de lucrări ale Institutului Meteorologic pe anul 1960. București, 1962.
72. POPOVICI, N., BIALI, G. *Sisteme geoinformaționale. Principii generale și aplicații*. Iași: Edit., Gh. Asachi”, 2000. ISBN973-8050-43-X.
73. RAPCEA M., NEDEALCOV M. *Fundamentarea dezvoltării durabile a viticulturii în dependență de climă*. Ch.: Tipografia A Ș M. 2014. 212 p. ISBN 978-9975-62-378-0.
74. TOPOR, N. *Ani ploioși și secetoși*. CSA, IM, București, 1963, 301. p. Cod: UNU70665.
75. TOPOR, N., STOICA, C. *Tipuri de circulație și centri barici de acțiune atmosferică de-asupra Europei*. București: C.S.A., Edit. I.M., 1965. 28-42 p.
76. **TURCANU, V.** Evoluția umidității relative a aerului vara pe teritoriul Republicii Moldova. Biodiversitatea în contextul schimbărilor climatice. În: *Materialele Conferinței științifice cu participare internațională „Biodiversitatea în contextul schimbărilor climatice”*, 23 noiembrie 2019, Ediția a III-a, Chișinău. pp. 194-197. ISBN 978-9975-108-85-0.
77. **TURCANU, V.** Clasificarea verilor pe teritoriul Republicii Moldova. În: *The 13th Edition of the International Symposium Present Environment and Sustainable Development. Book of Abstracts*. Iași, 2018. p. 92.
78. ALLEY, W. M. 1984. The Palmer Drought Severity Index: Limitations and assumptions. In: *Journal of Climate and Applied Meteorology*. Vol. 23. pp.1100–1109. ISSN 0733-3021.
79. BERGER, A. Spectrum of climatic variations and possible comses. In: *Climate variations and variability: facts and theory*. Italy: Reidel. Publ. Comp. 1981. pp. 411-432. ISBN 978-94-009-8514-8.
80. BUSUIOC, A., CHEN, D., HELLSTROM, C. Temporal and spatial variability of precipitation in Sweden and its link with large-scale circulation. In: *Tellus*. 2001, 53 A no. 3, p. 348-367. ISSN 1600-0870.

81. BUSUIOC, A., TOMOZEIU, R., CACCIAMANI, C. Statistical downscaling model based on canonical correlation analysis for winter extreme precipitation events in Emilia-Romagna region. In: *International Journal Climatology*. 2008, Vol. 28, p. 449-464. ISSN 1097-0088.
82. BUSUIOC, A., STORCH, V. H. Conditional stochastic model for generating daily precipitation time series. In: *Climate Research*. 2003, Vol. 24, p.181-195. ISSN 0936-577X.
83. BUSUIOC, A., GIORGI, F., BI, X., IONITA, M. Comparison of regional climate model and statistical downscaling simulations of different winter precipitation change scenarios over Romania. In: *Theoretical and Applied Climatology*. 2006, Vol. 86, p.101-124. ISSN 0177-798X.
84. BUSUIOC, A. Large-scale mechanisms influencing the winter Romanian climate variability. In: *Detecting and Modelling Regional Climate Change*. 2001. Springer-Verlag, Preview, p. 333-343. ISBN: 978-3-662-04313-4.
85. BUSUIOC, A., CHEN, D., HELLSTRÖM, C. Performance of statistical downscaling models in GCM validation and regional climate change estimates: Application for Swedish precipitation. In: *International Journal Climatology*. 2001, Vol. 21, p. 557-578. ISSN 1097-0088.
86. BUSUIOC, A., STORCH, H., V., SCHNUR, R. Verification of GCM generated regional seasonal precipitation for current climate and of statistical downscaling estimates under changing climate conditions. In: *International Journal Climatology*. 1999, Vol 12, p. 258-272. ISSN 1097-0088.
87. BUSUIOC, A., STORCH, V. H. Changes in the winter precipitation in Romania and its relation to the large scale circulation. In: *Tellus*. 1996, 48 (4), p. 538-552. ISSN 1600-0870.
88. GUHA-SAPIR, D., D'AOUST, O., VOS, F., HOYOIS, P. *The frequency and impact of natural disasters, forthcoming*. In: *The Economic Impact of Natural Disasters*. Belgium, 2012. Published Oxford University Press. 326 p. ISBN 9780199841936.
89. CIULACHE, S., IONAC, N. Long-Term rainfall variations in Romania. In: *Analele Universității din București, secțiunea Geografie*. XLII, 1993, pp. 61-68. ISSN 1013-4115.
90. CLARKE, R. *Water: The International Crisis*. Cambridge: The MIT Press, MA, 1993. 193 p. ISBN 978-1-85383-105-8.
91. The supplementary report to the IPCC Scientific Assessment. WMO and UNEP. In: *Climate Change 1992*, Cambridge University Press, Cambridge, 1993, pp. 571.

92. The Science of Climate Change. Contribution of WGI to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: *Climate Change 1995*, Edited by J. T. Houghton et al., Cambridge University Press, Cambridge, 1996, pp. 218.
93. The Scientific Basis, fourth Assessment Report. In: *Climate Change 2007*, Cambridge University Press, Cambridge U. K., pp. 940.
94. The Scientific Basis, Fifth Assessment Report. In: *Climate Change 2013*, Cambridge University Press, Cambridge U. K., pp. 940.
95. CONSTANTINOV, T. et al. Using GIS to estimate the influence of black sea area on the climate of Moldavian Republic. În: *Analele științifice ale universității "Al.I. Cuza" (serie nouă). Geografie (supliment)*. Lucrările simpozionului "Sisteme Informaționale Geografice". Iași: Universitatea "Al. I. Cuza", 2007, vol. LIII, nr.13, pp. 23-28. ISSN 1223-5334.
96. Drought monitoring bulletin Overview from January to October 2020. In: *Drought management centre from south-eastern europe (DMCSEE)*, Slovenia, 2020, pp. 1-17.
97. DUAN, J., SELKER, J., GORDON, E. G. Evaluation of probability density functions in precipitation models for the pacific northwest. In: *Journal of the American water resources association*. 1998, nr. 3, pp. 617-627. ISSN 1752-1688.
98. Centre of Research of the Epidemiology of Disasters (CRED). *Emergency Events Database (EM-DAT)*. Institute of Louvian, Belgium, [citat 05 decembrie 2020]. Disponibil: <https://www.emdat.be/database>.
99. Far out forecasting [online] In: *New Scientist*, 1996. Nr. 2051. p. 37-40 [citat 22 noiembrie 2020]. Disponibil: <https://www.newscientist.com/article/mg15220513-500-far-out-forecasting/>.
100. FERRAR, D., E., GLAUBER, R. R. Multicollinearity in regression analysis. In: *Rev. Economics and Statistics*. 1967, vol. 49, no. 1, pp. 71-89. ISSN 00346535.
101. FLORET, CH., POTANIER, R. Aridité climatique, aridité édaphique. In: *Bulletin de la Société Botanique de France. Actualités Botaniques*. 1984, vol. 131, nr. 2-4. pp. 265-275. ISSN 0181-1789.
102. FOURNIER, F. *Climat et Érosion*. Paris: Presses Universitaires de France, 1960, 242 p.
103. GRUZA, G., RANCOVA, E., RAZUVAEV, V., BULUGINA, O. Indicators of climate change for the Russian Federation. In: *Climatic Change*. 1999, vol. 42, no. 1, pp. 219-242. ISSN 0165-0009.
104. HASSELMAN, K. *Stochastic climate models. Part 1. Theory*. Tellus, 1976, vol. 28, ISSN 2153-3490.

105. HUSSELMANN, E., BURNETT, T., P. Technique of liner prediction for system with periodic statistics. In: *Journal of the Atmospheric Sciences*. 1981. vol. 38, pp. 2275-2283. ISSN 0022-4928.
106. JENKINSON A.F. Statistics of extremes. Geneva: WMO, Techn. Note, 1969, nr. 98. 227 p.
107. KARL, T., R., EASTERLING, D., R. Climate extremes: selected review and future research directions. In: *Climatic Change*. 1999, vol. 42, no. 1, pp. 309-325. ISSN 0165-0009.
108. KARL, T., NICHOLLS, N., GREGORY, J. *The coming climate*. S.A. 1997, 276, nr. 5. pp. 54-59.
109. KEVIN, T., LEWIS, A. *An introduction to Global Enviromental Issues*. Routledge, London, 1997. 512 p. ISBN 978-0415140997.
110. LAMB, H., H. *Climatic: present, past and future*. Routledge, 1977. vol. 2. 870 p. ISBN 978-0415140997.
111. LARSEN, G., A., PENSE, R., B. Stochastic simulation of daily climatic data for agronomic models. In: *Agronomy Journal*. 1982, vol. 74. Issue 3. pp. 510-514. ISSN 1435-0645.
112. MADDEN, R., M. Estimates of the natural variability of time-averages sea-level pressure. In: *Monthly Weather Review*. 1976, vol. 104. Issue 7, pp. 941-952. ISSN 0027-0644.
113. MARKHAM, G., M. Seasonality of precipitation in the United States. In: *Ann. Assoc. Am. Geogr.* 1970, vol. 60, Issue 3, pp. 593-597. ISSN 1467-8306.
114. MCKEE, T., B., DOESKEN, N., J., KLEIST, J. *Drought monitoring with multiple time scales*. In: *Proceedings of the Conference on Applied Climatology*. 1995, Dallas, nr. 9 TX, pp. 233-236.
115. *Meteorological Glossary*. New York, 1942, pp. 22. [citat 18 septembrie 2020]. Disponibil: <https://www.ametsoc.org/index.cfm/ams/publications/journals/>.
116. MITCHEL, J. Recent secular changes of global temperature. In: *Annals N. Y. Acad. of Sci.* 1961, vol. 95, Issue 1, pp. 235-250. ISSN 1749-6632.
117. NAMIAS, J. Climatic anomaly over the United States during the 1960. In: *Science Journals*. 1970, vol. 170, Issue 3959, pp. 741-743.
118. NAMIAS, J. Short period climatic variations: Collected works 1934 through 1982. *Ed. Univ. California*. San Diego. 1983. V. 1, 2, 3.- 1298 p.
119. NEDEALCOV, M. New climate indices in estimation of regional climate's variability. In: *Present Environment and Sustainable Development*, vol. 13, no.1, 2019. p. 211-222.

- ISSN: 1843-5971, e-ISSN: 2284-7820. DOI: 10.2478/pesd-2019-0004. Clarivate Analytics - Emerging Sources Citation Index (ISI indexed).
120. NEDEALCOV, M. et. al. Aspects concerning the impact of climate aridization on forest ecosystems (case study). In: *Present Environment and Sustainable Development*, vol. 11, no. 2. 2017, DOI 10.1515/pesd-2017-002.5.
 121. NEDEALCOV, M., DONICA, A. Climate limitations of the beech (*Fagus sylvatica*) within the Republic of Moldova territory. In: *International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES)*. Vol. 9 (3), p. 461-468. 2019. ISSN: 1843-5971.
 122. NEDEALCOV, M., MÎNDRU, G., **ȚURCANU, VIORICA**. The weather-climatic hazards of the hot period in the year in the territory of the Republic of Moldova. *Abstracts .Geographia Napocenis Cluj- Napoca*. România, 2019. p. 65.
 123. OORT, A., H. Climate variability- some observational evidence. In: *Physical Basis for Climate Prediction World Climate Programme*. W. M. O.Geneva, 1982, 364 p.
 124. PALIN, R., Bast, D., A. *Principes de construction des modeles agrometeorologiques*. In: Ann. Gemboux.1987, vol. 93, no. 1, pp. 39-54. ISSN 0303-9099.
 125. PALMER, W., C. Meteorological Drought. In: *Research Paper*, no. 45, U.S. Department of Commerce Weather Bureau, Washington D.C. 1965, pp. 59.
 126. Review of the Yokohama Strategy and Plan of Action for a Safer World, 2004: UN/A/CONF.206/L.1, 20 December 2004.
 127. TABONY R.C. Extreme value analysis in meteorology. In: *Meteor. Mag.- 1983.- v. 112*. pp. 72-98.
 128. THOMPSON L.M. Evaluation of weather factors in the production of wheat. In: *Soil Water Conserv.* 1962. vol. 17, nr. 4, pp. 149- 156.
 129. WALLACE J. Observed climatic variability: time dependence. In: *Decadal Clim. Variab. Dyn. and Pred. Pr.. NATO Adv. Res. Study Inst., Les Houches.-febr. 13-24.- 1995.- Berlin*. pp. 261.
 130. Агроклиматические ресурсы Молдавской ССР. - Л., Гидрометеиздат, 1982.- С. 198.
 131. САЗОНОВ Б.И. Суровые зимы и засухи. - Л.: Гидрометеиздат, 1991 -240с.
 132. ДРОЗДОВ О. А. Факторы и индикаторы, определяющие взаимодействия естественных и антропогенных колебаний климата. //География, т. 1, МГУ, М.1993.- С. 28-31.
 133. ЕФАНОВА А.В. О связи суровости зим с солнечной активностью // Тр.ГГО. - 1981.- Вып. 443.- С 28-34.

134. ЕФАНОВА А.В. Холодные зимы на континентах северного полушария. Л. Гидрометеиздат. 1976.- 114 с.
135. ЖУКОВ В.А., ПОЛЕВОЙ А.Н., ВИТЧЕНКО А.Н., ДАНИЛОВ С.А. Математические методы оценки агроклиматических ресурсов. - Л., Гидрометеиздат. - 1989.- С. 207.
136. ЖУКОВСКИЙ Е.Е. Метеорологическая информация и экономические решения. - Л., Гидрометеиздат. - 1981.
137. ИЗРАЭЛЬ Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. - Л.: Гидрометеиздат. - 1979.- 375 с.
138. КЕНДЕЛ М.Д., СТЬЮАРТ А. Многомерный статистический анализ и временные ряды. - М.: Наука. - 1976. –776 с.
139. КОБЫШЕВА Н.В., НАРОВЛЯНСКИЙ Г.Я. Климатическая обработка метеорологической информации. – Л.: Гидрометеиздат, 1978.- 295 с.
140. КОНСТАНТИНОВА Т.С., НЕДЯЛКОВА М.И., СЫРОДОЕВ Г.Н., СЫРОДОЕВ И.Г. Природные риски и устойчивое развитие сельского хозяйства Молдовы// Материалы Международной научно-практической конференции Бассейн реки Днестр -экологические проблемы и управление трансграничными природными ресурсами. Издательство Приднестровского Университета.- Тирасполь.- 2010.- С.102-108.
141. КОНСТАНТИНОВ А.Р. Испарение в природе. - Л., Гидрометеиздат. - 1967.
142. ЛАСЕ Г.Ф. Климат Молдавской ССР. – Л., Гидрометеиздат.- 1982.
143. ПРИВАЛЬСКИЙ В.Е. Климатическая изменчивость. Стохастические модели, предсказуемость, спектры. - М., Наука, 1985. – С.181.
144. http://www.cnaa.md/files/theses/2017/51389/rodion_domenico_thesis.pdf
145. http://www.cnaa.md/files/theses/2018/53873/violeta_ivanov_thesis.pdf
146. <http://ieg.asm.md/sites/default/files/RAPORT-ANUAL-proiectul-20.80009.7007.08-2020-2023.pdf>
147. <http://documents.worldbank.org/curated/fr/553621468294622554/pdf/842610ROMANIAN00ARD0Final0RO0Mar03.pdf>
148. <http://www.legex.ro/Ordin-Nr.1170-din-29.09.2008-90077.aspx>
149. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/UST_90_an_i_volumul_I.pdf
150. [http://www.inmh.ro/WaterCoRe/html/documents/GOOD_PRACTICES_GUIDE RO.pdf](http://www.inmh.ro/WaterCoRe/html/documents/GOOD_PRACTICES_GUIDE_RO.pdf)
151. http://www.geomorphologyonline.com/students_materials/GFR/Curs_GFR_Cap_5_Clima.pdf

152. <http://www.ieg.asm.md/ro/node/250>
153. www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/atlas-of-global-and-regional-climate-projections/
154. www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_High_Res.pdf
155. www.mediamanager.sei.org/documents/Publications/sei-climatecost-european-and-global-climate-change-projections.pdf
156. http://www.cnaa.md/files/theses/2011/18587/maria_nedealcov_.pdf
157. <http://www.meteoromania.ro/anm/images/clima/SSCGhidASC.pdf>
158. <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-and-vulnerability-2016>
159. <http://old.meteo.md/newsait/leto.htm>

ANEXE

Anexa nr. 1

Actul Nr.1

de implementare a lucrării științifice în producție

mun. Chisinau, Republica Moldova

14 februarie, 2019

Primăria raionului Ialoveni

(Locul implementării : denumirea întreprinderii, organizației, instituției)

în persoana Primarului Armașu Sergiu pe de o parte

și Institutul de Ecologie și Geografie al Ministerului Educației, Culturii și Cercetării a Republicii Moldova în persoana Directorului Institutului de Ecologie și Geografie,

dr. hab., prof. univ., m. cor. AȘM, Nedeačov Maria

pe de altă parte, au întocmit actul prezent și menționează, că a fost elaborată harta ce reflectă
"NUMĂRUL ZILELOR CU TEMPERATURI DIURNE PESTE 15°C (1961-2019), RL. IALOVENI"

(Denumirea lucrării)

executanți: dr.hab., prof. univ., m. cor. AȘM Nedeačov Maria, Directorul Institutului de Ecologie și Geografie, cerc.st. Turcan Viorica în laboratorul de Climatologie și Riscuri de Mediu,

Institutul de Ecologie și Geografie al MEEC a transmis harta "NUMĂRUL ZILELOR CU TEMPERATURI DIURNE PESTE 15°C (1961-2019), RL.IALOVENI" și obținerea efectului social.

În corespundere cu cele dezvăluite, ambele părți au ajuns la concluzia că implementarea "NUMĂRUL ZILELOR CU TEMPERATURI DIURNE PESTE 15°C (1961-2019), RL.IALOVENI", în cadrul "Primăriei raionului Ialoveni " a luat sfârșit.

Primarul raionului Ialoveni

Directorul Institutului de Ecologie și Geografie

dr. hab., prof. univ., m. cor. AȘM

Armașu Sergiu

Nedeačov Maria



Actul Nr.2

de implementare a lucrării științifice în producție

mun. Chisinau, Republica Moldova

14 februarie, 2019

Primăria satului Sociteni, rl.Ialoveni

(Locul implementării : denumirea întreprinderii, organizației, instituției)

în persoana Primarului Goloman Victor pe de o parte

și Institutul de Ecologie și Geografie al Ministerului Educației, Culturii și Cercetării a Republicii Moldova în persoana Directorului Institutului de Ecologie și Geografie,

dr. hab., prof. univ., m. cor. AȘM, Nedalcov Maria

pe de altă parte, au întocmit actul prezent și menționează, că a fost elaborată harta ce reflectă
"NUMĂRUL ZILELOR CU TEMPERATURI DIURNE PESTE 15°C (1961-2019), S.SOCITENI "

(Denumirea lucrării)

executanți: dr.hab., prof. univ., m. cor. AȘM Nedalcov Maria, Directorul Institutului de Ecologie și Geografie, cerc.șt. Turcanu Viorica în laboratorul de Climatologie și Riscuri de Mediu,

Institutul de Ecologie și Geografie al MEEC a transmis harta "NUMĂRUL ZILELOR CU TEMPERATURI DIURNE PESTE 15°C (1961-2019), S.SOCITENI" și obținerea efectului social.

În corespundere cu cele dezvoltate, ambele părți au ajuns la concluzia că implementarea "NUMĂRUL ZILELOR CU TEMPERATURI DIURNE PESTE 15°C (1961-2019), S.SOCITENI", în cadrul "Primăriei satului Sociteni, rl Ialoveni " a luat sfârșit.

Primarul satului Sociteni, rl Ialoveni

Directorul Institutului de Ecologie și Geografie

dr. hab., prof. univ., m. cor. AȘM

Goloman Victor

Nedalcov Maria



Actul Nr.3

de implementare a lucrării științifice în producție

mun. Chisinau, Republica Moldova

06.07.2020

Primăria raionului Ialoveni

(Locul implementării : denumirea întreprinderii, organizației, instituției)

în persoana Primarului Armașu Sergiu pe de o parte

și Institutul de Ecologie și Geografie al Ministerului Educației, Culturii și Cercetării a Republicii Moldova în persoana Directorului Institutului de Ecologie și Geografie,

dr. hab., prof. univ., m. cor. AȘM, Nedeașcov Maria

pe de altă parte, au întocmit actul prezent și menționează, că a fost elaborată harta ce reflectă “SUMA TEMPERATURILOR DIURNE PESTE 15°C (1961-2019), RL. IALOVENI”

(Denumirea lucrării)

executanți: dr.hab., prof. univ., m. cor. AȘM Nedeașcov Maria, Directorul Institutului de Ecologie și Geografie, cerc.st. Turcan Viorica în laboratorul de Climatologie și Riscuri de Mediu,

Institutul de Ecologie și Geografie al MEEC a transmis harta “SUMA TEMPERATURILOR DIURNE PESTE 15°C (1961-2019), RL.IALOVENI” și obținerea efectului social.

În corespundere cu cele dezvoltate, ambele părți au ajuns la concluzia că implementarea “SUMA TEMPERATURILOR DIURNE PESTE 15°C (1961-2019), RL.IALOVENI”, în cadrul “Primăriei raionului Ialoveni ” a luat sfârșit.

Primarul raionului Ialoveni

Directorul Institutului de Ecologie și Geografie

dr. hab., prof. univ., m. cor. AȘM

Armașu Sergiu

Nedeașcov Maria



Actul Nr.4

de implementare a lucrării științifice în producție

mun. Chisinau, Republica Moldova

06.07.2020

Primăria satului Sociteni, rl.laloveni

(Locul implementării : denumirea întreprinderii, organizației, instituției)

în persoana Primarului Goloman Victor pe de o parte

și Institutul de Ecologie și Geografie al Ministerului Educației, Culturii și Cercetării a Republicii Moldova în persoana Directorului Institutului de Ecologie și Geografie,

dr. hab., prof. univ., m. cor. AȘM, Nedalcov Maria

pe de altă parte, au întocmit actul prezent și menționează, că a fost elaborată harta ce reflectă “SUMA TEMPERATURILOR DIURNE PESTE 15°C (1961-2019), S.SOCITENI”

(Denumirea lucrării)

executanți: dr.hab., prof. univ., m. cor. AȘM Nedalcov Maria, Directorul Institutului de Ecologie și Geografie, cerc.șt. Turcanu Viorica în laboratorul de Climatologie și Riscuri de Mediu,

Institutul de Ecologie și Geografie al MEEC a transmis harta “SUMA TEMPERATURILOR DIURNE PESTE 15°C (1961-2019), S.SOCITENI” și obținerea efectului social.

În corespundere cu cele dezvăluite, ambele părți au ajuns la concluzia că implementarea “ SUMA TEMPERATURILOR DIURNE PESTE 15°C (1961-2019), S.SOCITENI”, în cadrul “Primăriei satului Sociteni, rl laloveni ” a luat sfârșit.

Primarul satului Sociteni, rl laloveni

Directorul Institutului de Ecologie și Geografie

dr. hab., prof. univ., m. cor. AȘM

Goloman Victor

Nedalcov Maria



Handwritten signature in blue ink.



Actul Nr.5

de implementare a lucrării științifice în producție

mun. Chisinau, Republica Moldova

06.07.2020

Primăria raionului Ialoveni

(Locul implementării : denumirea întreprinderii, organizației, instituției)

în persoana Primarului Armașu Sergiu pe de o parte

și Institutul de Ecologie și Geografie al Ministerului Educației, Culturii și Cercetării a Republicii Moldova în persoana Directorului Institutului de Ecologie și Geografie,

dr. hab., prof. univ., m. cor. AȘM, Nedalcov Maria

pe de altă parte, au întocmit actul prezent și menționează, că a fost elaborată harta ce reflectă
“NUMĂRUL ZILELOR USCATE ÎN ANOTIMPUL DE VARĂ (1961-2019), RL. IALOVENI”

(Denumirea lucrării)

executanți: cerc.st. Turcan Viorica în laboratorul de Climatologie și Riscuri de Mediu.

Institutul de Ecologie și Geografie al MEEC a transmis harta “ NUMĂRUL ZILELOR USCATE ÎN ANOTIMPUL DE VARĂ (1961-2019), RL.IALOVENI ” și obținerea efectului social.

În corespundere cu cele dezvăluite, ambele părți au ajuns la concluzia că implementarea
“ NUMĂRUL ZILELOR USCATE ÎN ANOTIMPUL DE VARĂ (1961-2019), RL.IALOVENI ”, în cadrul
”Primăriei raionului Ialoveni ” a luat sfârșit.

Primarul raionului Ialoveni

Directorul Institutului de Ecologie și Geografie

dr. hab., prof. univ., m. cor. AȘM

Armașu Sergiu

Nedalcov Maria



Actul Nr.6

de implementare a lucrării științifice în producție

mun. Chisinau, Republica Moldova

06.07.2020

Primăria satului Sociteni, rl.Ialoveni

(Locul implementării : denumirea întreprinderii, organizației, instituției)

în persoana Primarului Goloman Victor pe de o parte

și Institutul de Ecologie și Geografie al Ministerului Educației, Culturii și Cercetării a Republicii Moldova în persoana Directorului Institutului de Ecologie și Geografie,

dr. hab., prof. univ., m. cor. AȘM, Nedalcov Maria

pe de altă parte, au întocmit actul prezent și menționează, că a fost elaborată harta ce reflectă “
NUMĂRUL ZILELOR USCATE ÎN ANOTIMPUL DE VARĂ (1961-2019), S.SOCITENI ”

(Denumirea lucrării)

executanți: cerc.st. Turcanu Viorica în laboratorul de Climatologie și Riscuri de Mediu,

Institutul de Ecologie și Geografie al MEEC a transmis harta “ **NUMĂRUL ZILELOR USCATE ÎN ANOTIMPUL DE VARĂ (1961-2019), S.SOCITENI** ” și obținerea efectului social.

În corespundere cu cele dezvăluite, ambele părți au ajuns la concluzia că implementarea
“ NUMĂRUL ZILELOR USCATE ÎN ANOTIMPUL DE VARĂ (1961-2019), S.SOCITENI ”, în cadrul “Primăriei satului Sociteni, rl Ialoveni ” a luat sfârșit.

Primarul satului Sociteni, rl Ialoveni

Directorul Institutului de Ecologie și Geografie

dr. hab., prof. univ., m. cor. AȘM

Goloman Victor

Nedalcov Maria





REPUBLICA MOLDOVA
CONSILIUL RAIONAL IALOVENI
PREȘEDINTELE RAIONULUI

din 15 iulie 2020

CERTIFICAT

Consiliul raional Ialoveni, confirmă primirea materialelor (sub formă de text și un set de hărți digitale elaborate), ce caracterizează *Cadrul climatic și cel așteptat pe teritoriul raionului Ialoveni* (executori: m.c., dr.har., prof.univ. Nedeaľcov Maria; cerc.șt. Țurcanu Viorica), care urmează a fi încorporat în Strategia de dezvoltare a raionului Ialoveni.

Președinte



Mihail SILISTRARU

DECLARAȚIE PRIVIND ASUMAREA RĂSPUNDERII

Subsemnata, Țurcanu Viorica, declar pe răspundere personală că materialele prezentate în teza de doctorat, sunt rezultatul propriilor cercetări și realizări. Conștientizez că, în caz contrar, urmează să suport consecințele în conformitate cu legislația în vigoare.

Țurcanu Viorica

18. 08. 2020

CURRICULUM VITAE



Date generale:

Prenume: Viorica

Nume: Țurcanu

Data nașterii: 7 martie 1986

Adresa: s. Sociteni, r-nul Ialoveni, tel. fix 0-268 35-3-25, mob. 069361377

E-mail: tviorelia@gmail.com

Starea civilă: căsătorită

Studii:

2014 – doctorantura, Universitatea Academiei de Științe a Moldovei

2009 – 2011 master în Științe ale Mediului, Facultatea Științe ale Naturii, Universitatea Academiei de Științe a Moldovei

2005 – 2009 – Facultatea Geografie, Specializarea Geografie și Istorie, Universitatea de Stat Tiraspol

2002 – 2005 – Colegiul Pedagogic „Alexei Mateevici”, or. Chișinău, specialitatea Pedagogia învățământului primar.

Stagieri:

februarie 2008, septembrie 2009 – Liceul Teoretic „Univers Lions”, orașul Chișinău, funcția: profesor de geografie și istorie.

Activități extracurriculare:

Participarea la conferința științifică anuală a studenților, aprilie 2009;

Participarea la Conferința Științifică Internațională „Muzeul mileniului trei: știință, cultură și educație prin patrimoniu”, octombrie 2009;

Participarea la Conferința Științifică Internațională „Protejarea și valorificarea patrimoniului cultural și natural al Complexului Muzeal Țâpova – Saharna în contextul transformărilor sociale”, septembrie 2010;

Participarea la Conferința Științifică Internațională „Apa-istorie, resurse și perspective”, noiembrie 2010;

Participarea la Conferința Internațională a Tinerilor Cercetători, ediția a VIII-a, noiembrie 2010;

Participarea la Concursul Burse de Merit 2010, am obținut bursa de gradul III.

Participarea la Conferința Științifică ”Patrimoniul cultural și natural: schimbarea paradigmei sub impactul modernității”, octombrie 2012.

Elaborarea și obținerea unui proiect individual în calitate de voluntar, pe care l-am și realizat în localitatea natală. Proiectul Parcul ”Cartierul Tinereții” – proiect realizat.

Participarea la Festivalul Tinerilor Ecologiști 7 decembrie 2012.

Experiența profesională:

decembrie 2009 – cercetător științific stagiar, Muzeul Național de Etnografie și Istorie Naturală, secția Științe ale Naturii;

decembrie 2011 – octombrie 2012 – profesor de geografie Liceul Teoretic ”Ion Suruceanu”;

august 2013 – contabil S.R.L. „Tehnologic Service Center”;

februarie 2015-prezent cercetător științific, Laboratorul Climatologie și Riscuri de Mediu, IEG, MECC

Limbi posedate:

Româna – limba maternă

Rusa – nivel mediu

Engleza – nivel mediu cu dicționarul

Spaniola – nivel începător

Abilități PC: avansat