UCIP IFAD
Unitatea Consolidată pentru Implementarea Programelor IFAD







COLECTAREA APEI DE PLOAIE ÎN AGRICULTURĂ PENTRU ADAPTAREA LA SCHIMBĂRILE CLIMATICE





Chișinău · 2021

UCIP IFAD
Unitatea Consolidată pentru
Implementarea Programelor IFAD

COLECTAREA APEI DE PLOAIE ÎN AGRICULTURĂ PENTRU ADAPTAREA LA SCHIMBĂRILE CLIMATICE

Ghid practic pentru producătorii agricoli

Chișinău – 2021

CZU 628.1.034.3+551.583(036)
B 41

Autori:
Gherman BEJENARU, doctor în ştiinţe geonomice.
Corneliu BUSUIOC, magistru în ecologie.

Coordonator:
Constantin OJOG, Director executiv al Agenţiei Naţionale de Dezvoltare Rurală (ACSA), doctor în ştiinţe agricole.

Responsabil tehnic – lider de echipă:
Anatolie FALA, Director de programe al Agenţiei Naţionale de Dezvoltare Rurală (ACSA), doctor în ştiinţe biologice, magistru în agrobusiness.

Recenzenzenţi:
Iurie BEJAN, doctor în geografie.
Rodica IORDANOV, doctor în drept de mediu.

Redactor:
Sergiu ABABI

Design şi procesare computerizată:
Natalia DOROGAN

Tiparul executat la:
Tipografia „Bons Offices SRL”

Această publicaţie a fost elaborată cu suportul financiar al Fondului Internaţional pentru Dezvoltare Agricolă (IFAD), în cadrul contractului „Elaborarea și editarea publicaţiilor în vederea promovării rezilienţei sectorului agricol la schimbările climatice și organizarea instruirilor în domeniul reabilitării ecologice a terenurilor agricole și în domeniul zootehnic”, implementat de Agenţia Naţională de Dezvoltare Rurală (ACSA), în cadrul Programului Rural de Rezilienţă Economico-Climatică Incluzivă (IFAD VI), implementat de Unitatea Consolidată pentru Implementarea Programelor IFAD (UCIP IFAD).

Publicaţia este distribuită gratuit.

Descrierea CIP a Camerei Naţionale a Cărţii

Bejenaru, Gherman.

Colectarea apei de ploaie în agricultură pentru adaptarea la schimbările climatice: Ghid practic pentru producătorii agricoli/Gherman Bejenaru, Corneliu Busuioc; coordonator: Constantin Ojog; responsabil tehnic: Anatolie Fala; Unitatea Consolidată pentru Implementarea Programelor IFAD. – Chişinău: S. n., 2021 (Tipogr. "Bons Offices"). – 60 p.: fig., tab.

Bibliogr.: p. 58-60 (56 tit.). – 300 ex.

ISBN 978-9975-87-767-1
© UCIP IFAD, 2021

CUPRINS

INTRODUCERE 4

I. SCHIMBĂRILE CLIMATICE ÎN REPUBLICA MOLDOVA ȘI IMPACTUL LOR ASUPRA CALITĂŢII ȘI DISPONIBILITĂŢII RESURSELOR DE APĂ 5

1.1. Temperatura aerului 5
1.2. Precipitaţiile atmosferice 10
1.3. Evaporaţia de pe suprafaţa solului și evapotranspiraţia plantelor 14
1.4. Resursele de apă de suprafaţă și subterane 18

II. PRINCIPII ȘI SISTEME DE COLECTARE A APEI DE PLOAIE PENTRU SCOPURI AGRICOLE 30

2.1. Provocările din regiunile secetoase 30
2.2. Sisteme agrotehnice de colectare a apei de ploaie 31
2.3. Sisteme de colectare a apei de pe acoperișuri 36
2.3.1. Sisteme de colectare a apelor pluviale 37
2.3.2. Forma și materialul optim al acoperișului 40
2.3.3. Montarea sistemului subteran de aprovizionare cu apă de ploaie colectată de pe acoperiș 43
2.3.4. Montarea sistemului terestru de aprovizionare cu apă de ploaie colectată de pe acoperiș 44
2.4. Sisteme de colectare a apei din cursurile de apă efemere (scurgerea de pe versanţi) 45
2.4.1. Determinarea resurselor de apă disponibile 45
2.4.2. Sinteze conceptuale de construire a bazinelor de colectare a apelor pluviale (iazurilor) 46

III. CALITATEA APEI DE PLOAIE COLECTATĂ PRIN DIFERITE MODURI ȘI APLICATĂ ÎN SCOPURI AGRICOLE 48

IV. PREVEDERILE LEGISLATIVE ȘI NORMATIVE PRIVITOR LA CAPTAREA ȘI GESTIONAREA APELOR DE PLOAIE 54

V. CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI PRACTICE DE UTILIZARE A APEI DE PLOAIE ÎN AGRICULTURĂ 57

BIBLIOGRAFIE 58

INTRODUCERE

Schimbările climatice se referă la modificările climei care pot fi identificate (de exemplu, prin utilizarea datelor statistice) prin schimbarea valorii medii și/sau a variabilității proprietăților ei și care persistă pentru o perioadă îndelungată, de obicei, zeci de ani sau mai mult. Schimbările climatice pot fi cauzate de procesele naturale interne sau factorii externi, cum ar fi modulațiile ciclurilor solare, erupțiile vulcanice și modificările antropogene persistente în compoziția atmosferei sau în folosința terenurilor. În Convenția-Cadru asupra Schimbărilor Climatice (UNFCCC), articolul 1, schimbările climatice sunt definite ca „schimbări de climat care sunt atribuite direct sau indirect unei activități omenești ce alterează compoziția atmosferei la nivel global și care se adaugă variabilității naturale a climatului, observat în decursul unor perioade comparabile". UNFCCC face, așadar, o distincție între schimbările climatice atribuite activităților umane în modificarea compoziției atmosferice și variabilitatea climatică atribuită cauzelor naturale [11].

Influența factorului antropic asupra climatului din ultimele decenii, permite să deducem, că termenul de schimbări climatice este o realitate a activității umane.

Limitele de variație a multor parametri climatici s-au schimbat față de secolul trecut și vor continua să se schimbe și, până în prezent, nu se întrevede o posibilă stopare sau încetinire. Consecințele schimbărilor climatice, exprimate prin alternările frecvente ale perioadelor reci cu cele calde și a celor uscate cu cele umede, argumentează necesitatea evidențierii particularităților spațio-temporale de manifestare a climei actuale într-un proces continuu, având la bază diferiți indici de identificare a fenomenelor meteorologice. Luând în considerare faptul, că extremele termice sau pluviometrice sunt însoțite de pierderi materiale substanțiale, evidențierea arealelor vulnerabile și a caracterului devastator ale acestora, prezintă un interes aparte, îndeosebi, la luarea diverselor decizii cu caracter aplicativ [18]. Cele nominalizate se referă în mod deosebit la utilizarea rațională a resurselor de apă.

Singurul mod de dezvoltare a societății, economiei și utilizării raționale a resurselor naturale este **adaptarea la schimbările climatice**. Aceasta trebuie să includă acțiunile întreprinse pentru gestionarea impactului schimbărilor climatice prin reducerea vulnerabilității și expunerea la efectele nefaste sau exploatarea oricăror beneficii potențiale. Implementarea adaptării se confruntă cu mai multe impedimente, inclusiv lipsa informațiilor actualizate și relevante la nivel local, lipsa finanțelor și tehnologiei, a valorilor și atitudinilor sociale și a constrângerilor instituționale [18].

Pentru Republica Moldova, schimbările climatice reprezintă una dintre marile amenințări la adresa dezvoltării durabile și constituie una dintre cele mai mari probleme de mediu, cu consecințe negative asupra diverselor activități cotidiene. Ritmul accelerat al schimbărilor climatice și incapacitatea societății de a se adapta rapid la acestea, orientarea agrară a economiei naționale, care în mare măsură depinde de starea vremii și climă, determină elaborarea unui set de ghiduri practice de utilizare rațională a resurselor naturale, îndeosebi a resurselor de apă.

Resursele de apă ale Republicii Moldova sunt prezentate prin scurgerea apelor de suprafață (cursuri de apă permanente și intermitente), altfel zis prin apa transportată de râuri, și prin resursele de apă subterană. Aceste resurse deseori nu sunt suficiente pentru satisfacerea diferitor cerințe (cel mai des agricole) în cazul îndepărtării de la sursa de alimentare cu apă – de la râu, lac de acumulare sau priza de apă.

Bunele practici internaționale impun elaborarea unui ghid de utilizare a apelor pluviale pentru satisfacerea cerințelor, îndeosebi în agricultură. Metodele și procedeele de colectare a apelor pluviale descrise în continuare pot fi un suport bun în adaptarea sectorului de gospodărire a apelor la schimbările climatice.

Prezenta lucrare își are ca scop familiarizarea cititorului cu aspectele regionale ale schimbărilor climatice și impactul lor asupra resurselor de apă în prezent, cît și pe viitor. Obiectivele lucrării se exprimă prin înțelegerea principiilor de evaluare a resurselor de apă disponibile și ghidarea în folosirea rațională apelor de ploaie. Grupul țintă de cititori îl reprezintă producătorii agricoli, fermierii, locuitorii din spațiul rural și doritorii de a utiliza apa de ploaie pentru diferite folosințe.

I. SCHIMBĂRILE CLIMATICE ÎN REPUBLICA MOLDOVA ȘI IMPACTUL LOR ASUPRA CALITĂŢII ȘI DISPONIBILITĂŢII RESURSELOR DE APĂ

1.1. TEMPERATURA AERULUI

Pentru a înlesni perceperea schimbărilor climatice, îndeosebi a regimului termic al planetei, vom oferi câteva concluzii prezentate în raportul realizat de IPCC (The Intergovernmental Panel on Climate Change) – Încălzirea globală cu 1,5 °C (selectiv) [31].

În acord cu evaluările de calcul, activitatea umană reprezintă o cauză a încălzirii globale aproximativ cu 1°C peste temperaturile preindustriale cu un diapazon de probabilitate de la 0,8 °C până la 1,2 °C. Probabil încălzirea globală va ajunge la 1,5 °C între anii 2030 și 2052, dacă își va păstra tempoul actual.

Temperatura medie globală la suprafața terestră, observată în anii 2006–2015 și care reflectă tendința de lungă durată a încălzirii din perioada preindustrială, a fost cu 0,87 °C peste temperatura din perioada 1850–1900. Încălzirea antropică globală, condiționată de emisiile gazelor cu efect de seră în trecut și în prezent, acum este în creștere cu 0,2 °C pe deceniu.

Încălzirea în rezultatul emisiilor antropice de gaze din perioada preindustrială până în prezent nu se va opri pe parcursul a sutelor și chiar miilor de ani, și va continua să fie o cauză a modificărilor de lungă durată în sistemul climatic ca, de exemplu, creșterea nivelului oceanului cu consecințele respective, dar este foarte puțin probabil că doar aceste emisii vor deveni cauza încălzirii globale cu 1,5 °C.

Se preconizează că extremele termice de pe uscat vor depăși cele globale – în zilele extrem de fierbinți în latitudinile temperate va deveni mai cald cu aproximativ 3 °C la o încălzire globală cu 1,5 °C și aproape cu 4 °C la o încălzire globală cu 2 °C. În nopțile extrem de reci din latitudinile temperate va fi mai cald cu 4,5 °C la o încălzire globală cu 1,5 °C și aproape cu 6 °C la o încălzire globală cu 2 °C. Dinamica temperaturilor observate este prezentată în figura 1.

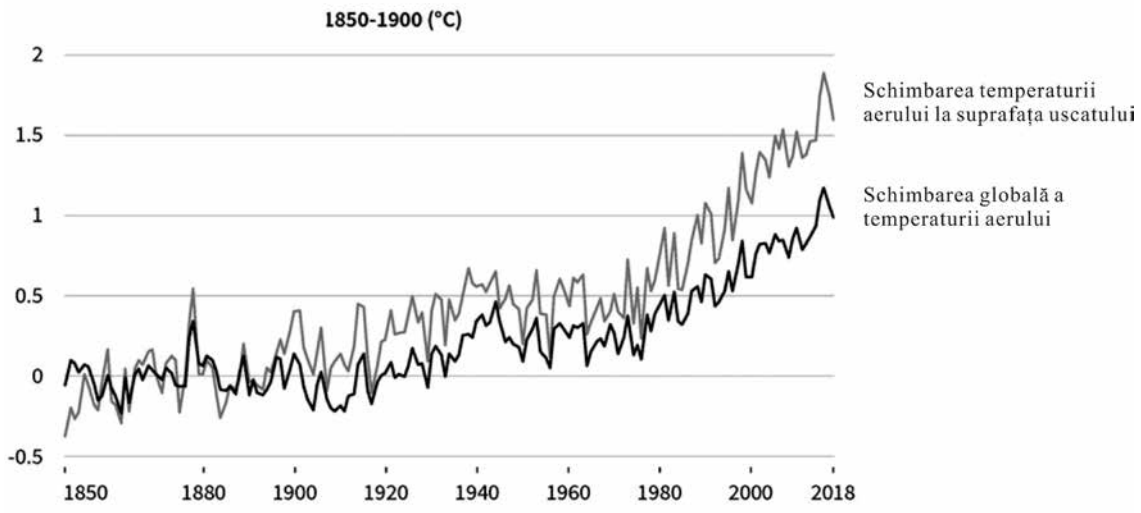


Fig. 1. Evoluţia temperaturilor aerului observate începând cu anul 1850

Cele mai recente studii a modificării regimului termic al Republicii Moldova au fost realizate în lucrarea „Schimbările climatice regionale” (autor – Nedalcov Maria, dr. hab, membru corespondent al AȘM) scoasă de sub tipar în anul curent (2020) [18]. Sintezele schimbărilor climatice prezentate în continuare se bazează în marea majoritate pe datele și informațiile din această lucrare.

Clima Europei a înregistrat o încălzire de aproximativ 1 °C în ultimul secol, mai ridicată, decât media globală. Toți anii secolului al XXI-lea (2001–2013) se numără printre primii cei mai calzi ani, la nivel global, din 1880, conform raportului „National Oceanic and Atmospheric Administration" (NOAA) din 2013. Anul 2013 se situează pe locul al patrulea în topul celor mai calzi ani din ultimii 133, fiind al 37-lea an consecutiv cu o temperatură medie superioară celei a secolului al XX-lea. Anii 2010, 2005 și 1998 ocupă, în ordine, primele trei locuri în topul celor mai calzi ani, din 1880.

Temperatura aerului în Republica Moldova în ultimul secol a crescut peste media globală și cea înregistrată în Europa, conform aceiași perioade de referință. Astfel, în perioada 1901–2000, creșterea temperaturii medii anuale globale a fost de 0,6 °C, în România a fost sub nivelul mediu global de 0,3 °C, iar în Republica Moldova, aceasta a constituit 0,9 °C, adică peste nivelul mediu global cu 0,3°C. În perioada 1901–2006, creșterea globală a fost de 0,74 °C, în România de 0,5 °C, iar în Republica Moldova de 1,06 °C.

Schimbările climatice se caracterizează printr-o tendință pronunțată de încălzire. Clima Republicii Moldova este influențată de poziția fizico-geografică pe glob (în latitudinile temperate a emisferei nordice – paralela de 45° latitudine N), dar și de poziția geografică pe continent (inclusiv și întinderea sa meridională), ceea ce conferă climei un caracter temperat continental, persistând diferențieri mai mari între sudul și nordul țării. Astfel, temperatura medie anuală în sudul țării se ridică la circa 10–11 °C, în timp ce în partea de nord, la altitudini comparabile, valorile acestui parametru sunt mai coborâte cu circa 1,5–2,0 °C. În același timp, pe parcursul evoluției climei în regiune se atestă perioade când nu se respectă principiul zonalității, având situații inverse, când în partea de nord se poate observa trendul pozitiv, iar în cea sudică, dimpotrivă, se poate atesta tendința de scădere a temperaturii anuale [18].

De menționat, că în perioada anilor 1961–1990 sudul, sud-estul și partea centrală a țării, au înregistrat un trend negativ, adică de scădere a temperaturii aerului *(fig. 2, a)*, iar în partea de nord și nord-est, s-a atestat o majorare cu 0,3 °C. În perioada anilor 1981–2010, pretutindeni se înregistrează o creștere a temperaturii, cu amprenta destul de semnificativă a acesteia în partea de sud *(fig. 2, b)*. Deci, dacă în partea de nord trendul constituie 1,5–1,6 °C, atunci în extremitatea sudică temperaturile cresc mai rapid cu 0,7 °C, atingând o valoare de 2,3 °C.

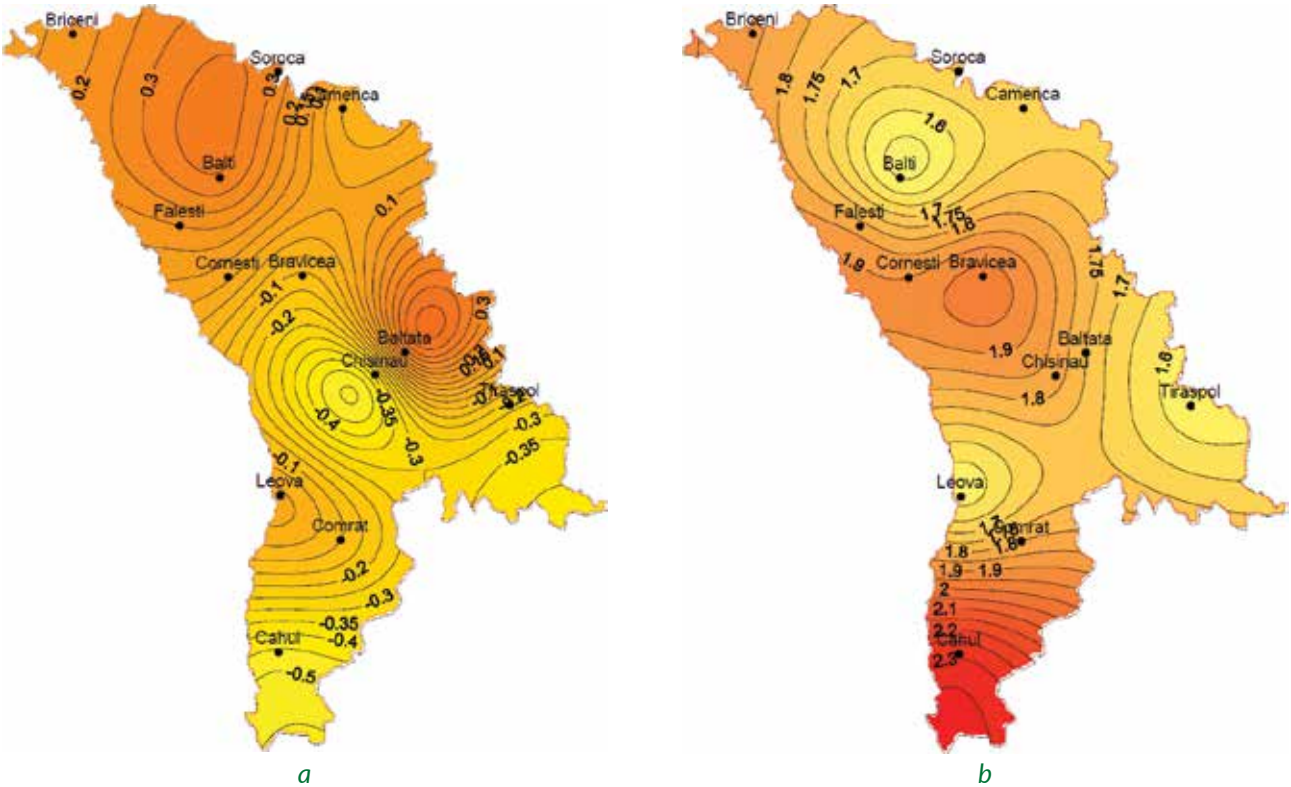
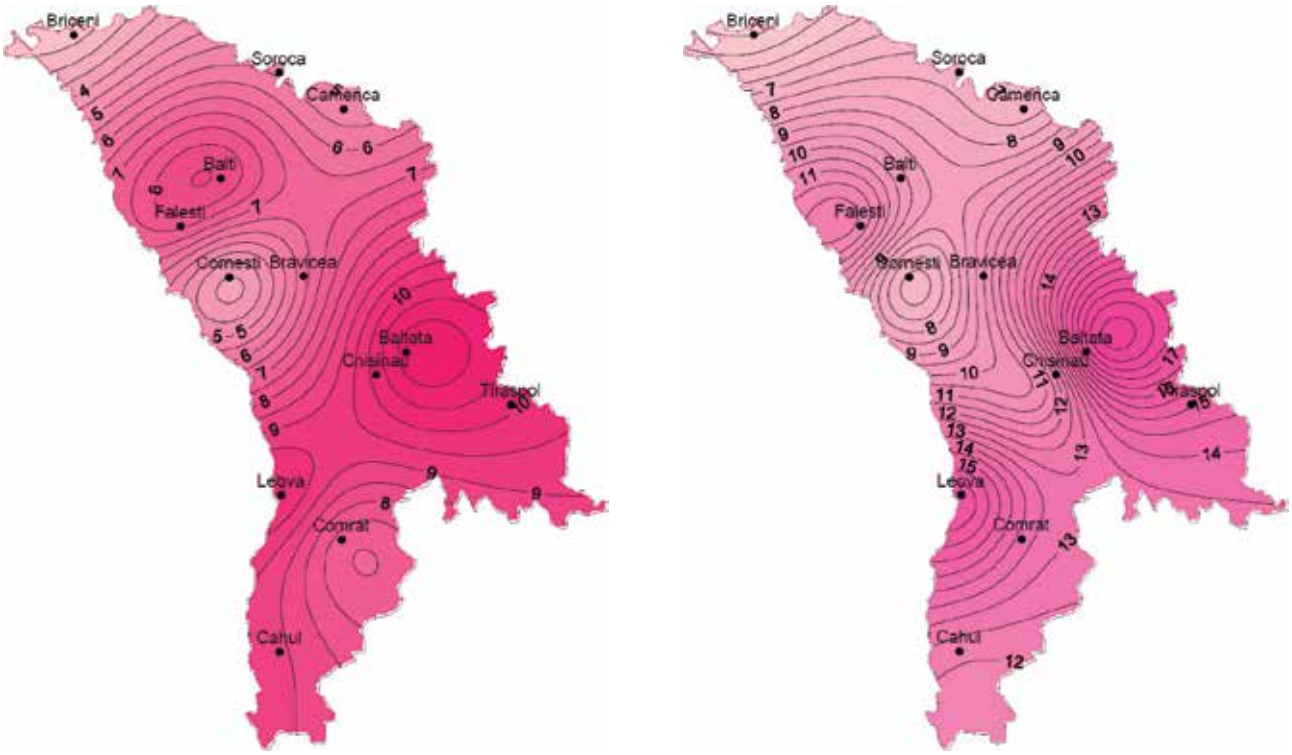


Fig. 2. Variaţia temperaturii medii anuale pentru două perioade de referinţă (a – 1961–1990; b – 1981–2010) [18]

Tendința de creștere a temperaturii a intensificat și fenomenul de uscăciune și arșiță, el fiind evaluat pentru anotimpul de vară (iunie-august). În figura 3 sunt prezentate tendințele acestui fenomen la nivel național, pentru perioadele 1961–1990 și 1981–2010.



a *b*

Fig. 3. Fenomenul de uscăciune și arșiță (numărul de zile) pentru două perioade de referință: a – 1961–1990; b – 1981–2010 [18]

În perioada 1961–1990, uscăciunea și arșița se manifestă cu o intensitate redusă (3–7 zile), în cea mai mare parte a țării, ceea ce semnifică că, culturile agricole în general nu sunt afectate frecvent de stresul termic generat de temperaturile din aer peste pragul de 25 °C și umiditatea relativă a aerului sub 30%. Local, în sudul țării, fenomenul prezinta o intensitate sporită (10 zile). În perioada 1981–2010, suprafața afectată de acest fenomen se extinde, apărând câte un „pol" în centrul, în vestul țării și sud-vestul teritoriului *(fig. 3, a, fig. 3, b)*.

Astfel, în anumiți ani concreți (2015), fenomenul de uscăciune și secetă poate întrece de 7-8 ori valorile medii multianuale *(fig. 4)*, având specificul său spațial diferit.

Anul 2020 se manifestă printr-o secetă deosebită față de cele mai dure secete manifestate până în prezent. Analiza detaliată a acestui fenomen pentru anul 2020 se va efectua după procesarea tuturor datelor măsurate de Serviciul Hidrometeorologic de Stat, dar o succintă analiză a regimului termic al lunilor de vară deja poate fi realizat.

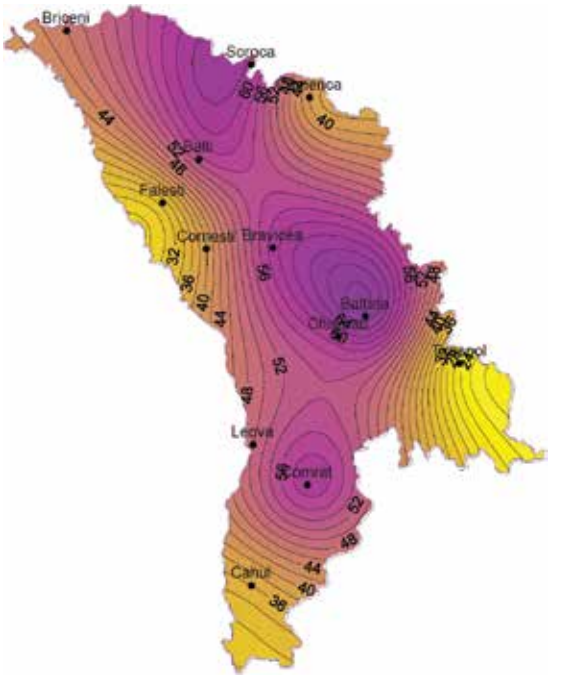
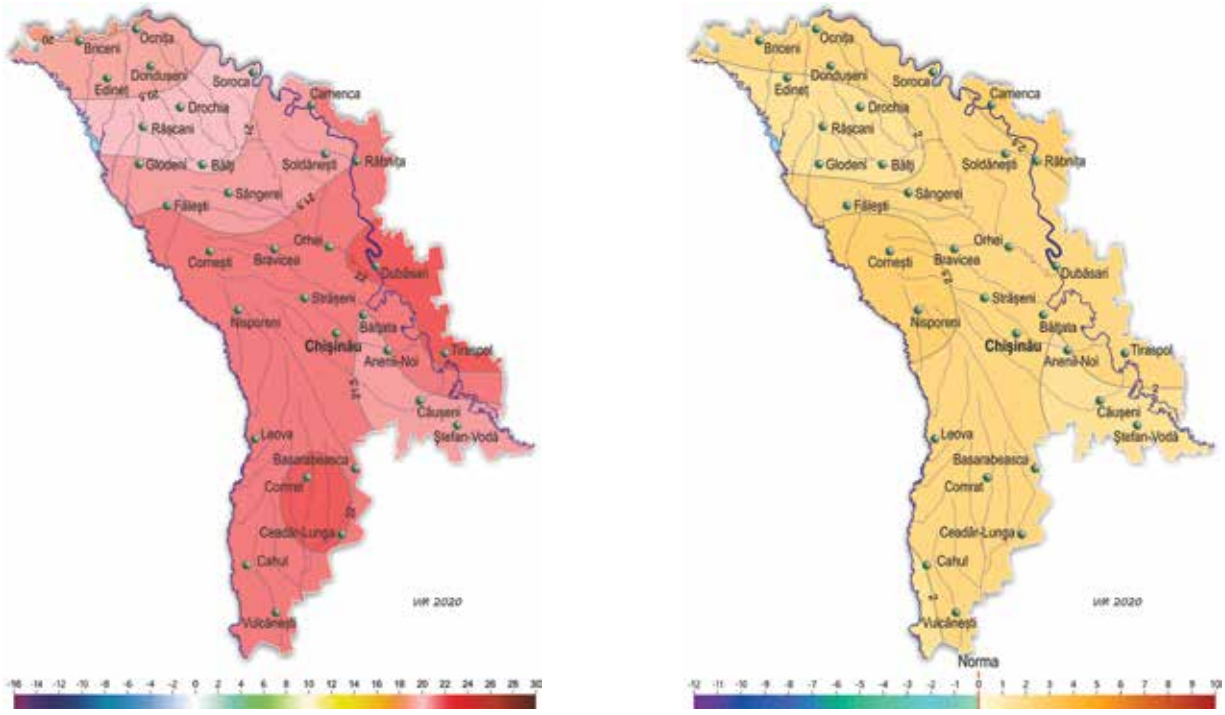


Fig. 4. Manifestarea fenomenului de uscăciune și arșiță în 2015 (numărul de zile) [18]

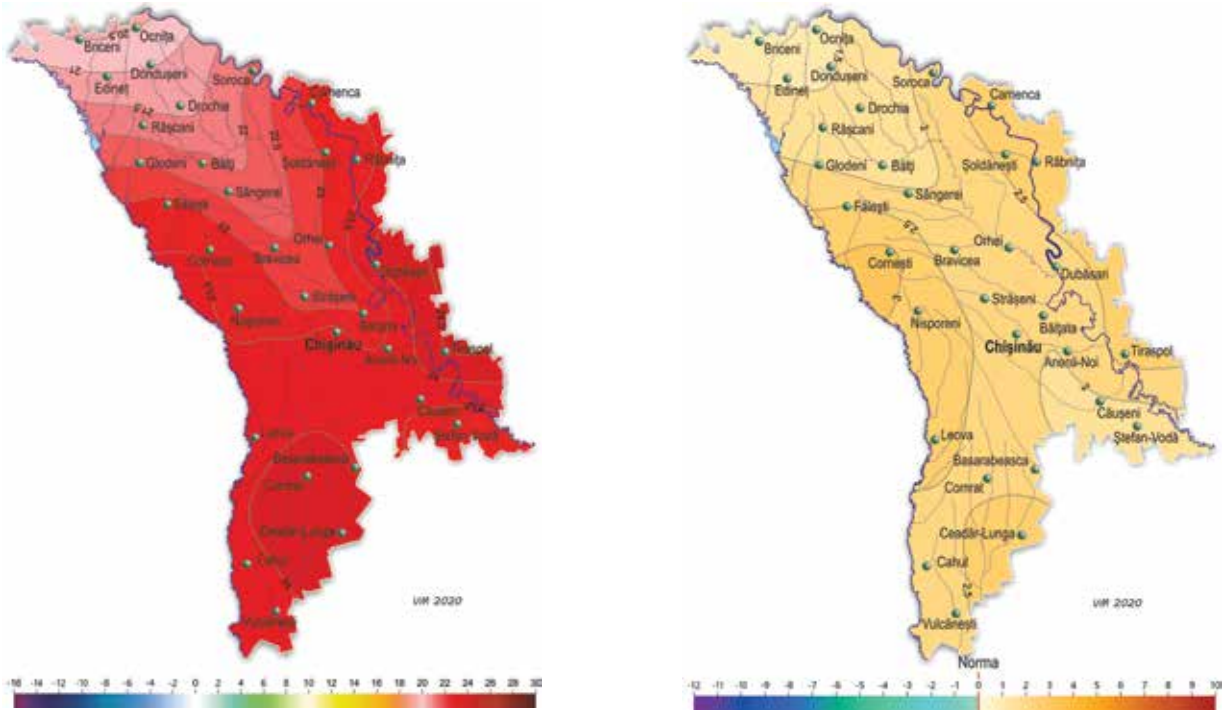
Pe parcursul lunii **iunie 2020** pe teritoriul Republicii Moldova s-a semnalat vreme mai caldă ca de obicei [7].

Temperatura medie lunară a aerului a fost mai ridicată față de valorile normei cu 1,5–2,5 °C și a constituit +20..+22 °C, ceea ce se semnalează în medie o dată în 3–7 ani *(fig. 5)*.



a *b*

Fig. 5. Temperatura medie lunară a aerului (a) și abaterea temperaturii medii a aerului (b) în iunie 2020



a *b*

Fig. 6. Temperatura medie lunară a aerului (a) și abaterea temperaturii medii a aerului (b) în iulie 2020

Temperatura maximă a aerului a urcat pe teritoriul țării până la +35 ºC (stația meteorologică Camenca, Râbnița, Dubăsari, Tiraspol, Leova, Comrat, Ceadâr-Lunga), ceea ce în această perioadă se semnalează în medie o dată în 5–8 ani. Numărul de zile cu temperatura maximă a aerului de +30 ºC și mai mult pe teritoriul țării a constituit 8–15 zile, norma fiind 2–6 zile, ceea ce în această lună se semnalează în medie o dată în 5–10 ani. Temperatura maximă a aerului de +35 ºC și mai mult s-a înregistrat izolat pe teritoriul țării în decursul unei zile (norma fiind o zi).

Pe parcursul lunii **iulie 2020** pe teritoriul țării s-a semnalat vreme neomogenă după regimul termic [7].

Temperatura medie lunară a aerului a fost mai ridicată față de valorile normei cu 1,5–3,0 ºC și a constituit +20,5..+24,5 ºC, ceea ce se semnalează în medie o dată în 10 ani *(fig. 6)*.

Temperatura maximă a aerului a urcat pe teritoriul țării până la +37º C (stația meteorologică Camenca, Fălești, Bravicea, Tiraspol, Comrat, Ceadâr-Lunga, Cahul), ceea ce se semnalează pe teritoriu în medie o dată în 5–10 ani.

Numărul de zile cu temperatura maximă a aerului de +30 ºC și mai mult pe teritoriul țării a variat de la 7 zile în nordul țării până la 24 de zile în sud, norma fiind 3–11 zile. Temperatura maximă a aerului de +35 ºC și mai mult a constituit 1–6 zile (norma fiind o zi).

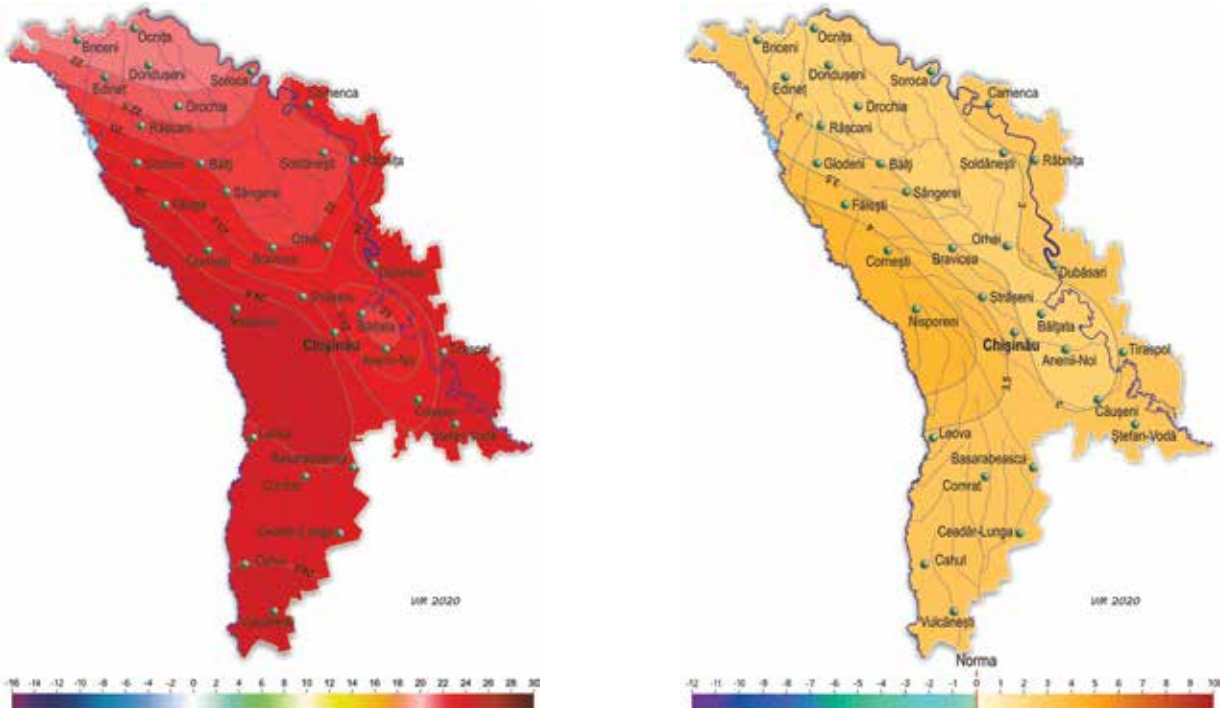
Temperatura minimă a aerului a scăzut până la +8 ºC (stația meteorologică Bălțata).

Pe parcursul lunii **august 2020** pe teritoriul țării s-a semnalat vreme caniculară [7].

Temperatura medie lunară a aerului a fost mai ridicată față de valorile normei cu 2,5–4,0 ºC și a constituit +21,5..+24,5 ºC, ceea ce se semnalează în medie o dată în 10–15 ani *(fig. 7)*.

Temperatura maximă a aerului a urcat până la +38 ºC (stația meteorologică Tiraspol, Ștefan Vodă), ceea ce se semnalează în medie o dată în 7 ani. Temperatura minimă a aerului a scăzut până la +8 ºC (stația meteorologică Bălțata).

Numărul de zile cu temperatura maximă a aerului de +30 ºC și mai mult a constituit în teritoriu 11-23 zile (norma fiind 3–10 zile), iar numărul de zile cu temperatura aerului de +35 ºC și mai mult – 1–4 zile (norma fiind o zi).



a *b*

Fig. 7. Temperatura medie lunară a aerului (a) și abaterea temperaturii medii a aerului (b) în august 2020

Un alt indicator important în estimarea procesului de încălzire a climei este asprimea iernii, exprimată prin durata de manifestare a acesteia, care înregistrează o micșorare cu 10 zile la nord și cu 6 zile la sud în favoarea perioadei 1981–2010.

În aspect regional, perioada contemporană (1961–2019), fiind divizată convențional în patru etape cu câte 30 de ani, care de fapt reprezintă perioadele de referințe propuse de către Organizația Meteorologică Mondială (OMM) și Comisia Interguvernamentală privind Schimbările Climatice (IPCC), relevă 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.

Astfel, cele mai scăzute valori termice ale anului rămân a fi neschimbate, adică acestea au fost înregistrate în anii 1933 și 1929, când temperatura medie anuală a constituit 7,2–7,9 °C. Prin valori, la fel, scăzute în limitele 8,0–8,3 °C s-au caracterizat anii 1888, 1912, 1934, 1940, 1976, 1980, 1985, 1987.

În cazul celor mai calzi ani, anul 2007, rămâne a fi cel mai cald în seria observațiilor instrumentale (1887–2019), după care se poziționează anii 2015, 2016, 2017, 2018 și 2019, care conform valorilor sale, „scot" din topul anilor foarte calzi anii precedenți cu valori termice semnificative. Astfel, anul 2008 reprezintă limita temporală a anilor extremi de calzi, când temperatura medie anuală a constituit 11,3 °C, față de media multianuală de 9,6 °C. **Așadar, în perioada 2015-2019 a deceniului actual, temperatura medie anuală a constituit deja 12,0 °C, ceea ce încă o dată demonstrează faptul, că ne aflăm în pragul unor schimbări climatice substanțiale [18]**.

1.2. PRECIPITAŢIILE ATMOSFERICE

Modificările în ciclul hidrologic global (circuitul apei în natură), care vor avea loc la sfârșitul sec. XXI ca o reacție la încălzirea globală, nu vor fi omogene. Deosebirile în cantitățile de precipitații, care cad în regiunile umede și aride, precum și pe parcursul sezoanelor ploioase și secetoase, vor fi în creștere, chiar dacă pot fi și unele excepții (fig. 8) [37].

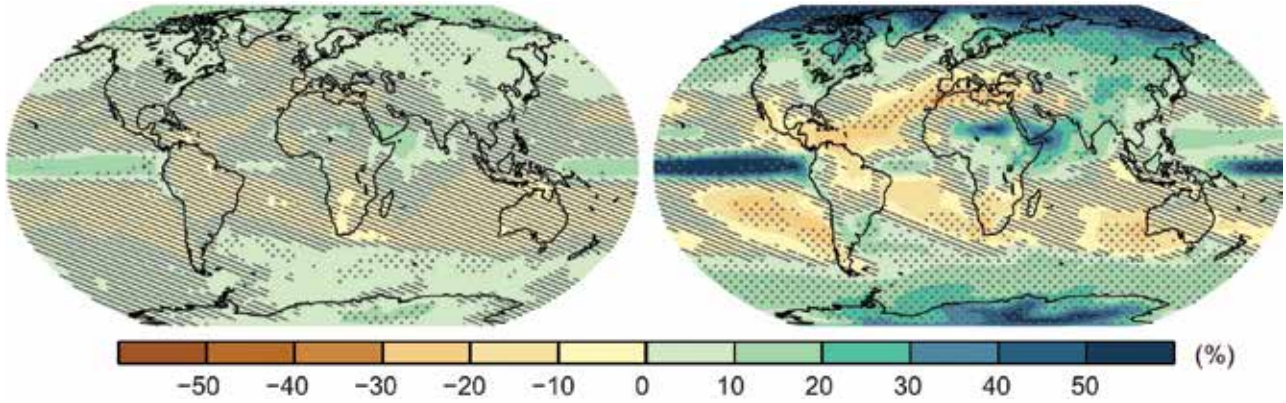


Fig. 8. Modificarea cantităţii anuale de precipitaţii (1986–2005 – 2081–2100).
În partea stângă – 32 modele climatice analizate, în partea dreaptă – 39 modele analizate.
Haşurare – predomină modificările naturale, punctaj – predomină modificările modelate

În conformitate cu scenariul RCP8.5 (cel mai dur scenariu), către finele secolului în regiunile secetoase din latitudinile temperate cantitatea medie de precipitații va scădea probabil, pe când în regiunile umede din aceleași latitudini precipitațiile probabil vor fi în creștere.

Odată cu creșterea temperaturii medii globale a aerului, intensitatea și frecvența precipitațiilor extremale probabil se va mări pe continente, în latitudinile temperate [37].

Pentru analiza dinamicii în spațiu și timp a precipitațiilor atmosferice, au fost analizați anii 1891–2019, în care se atestă o majorare a cantității precipitațiilor anuale cu 0,5993 mm/an. De menționat, că cantitatea de precipitații în aspect anual pe teritoriul Republicii Moldova înregistra o creștere cu 0,719 mm/an pe parcursul anilor 1891–2010, ceea ce este cu 0,1197 mm mai puțin. În ultimele decenii, se observă o alternare frecventă a anomaliilor pluviometrice pozitive cu cele negative atât în anuale, cât și sezoniere, demonstrând caracterul extrem de variabil a manifestării nu numai a anilor cu excese pluviometrice, ci și cu deficit pluviometric. În 1903, cantitatea anuală a precipitațiilor atmosferice a constituit doar 271,8 mm, iar în 1912 au fost înregistrate

cele mai semnificative valori de 915 mm. Cu includerea ultimilor 5 ani, poziția anilor uscați și ploioși a rămas neschimbată, comparativ cu cercetările anterioare obținute în cadrul acestui compartiment. Deci, cele relatate, atestă, că deși anomaliile pluviometrice se manifestă cu o frecvență sporită (prin alternarea lor antipodă), intensitatea absolută ale acestora în timp nu a fost depășită [18].

Distribuirea în spațiu a precipitațiilor medii anuale are o orientare de la nord-vest spre sud-est și variază de la sub 475 mm în sud-estul țării, până la peste 625 în nord-vestul țării *(fig. 9)* [4].

Formele mai înalte de relief atestă o creștere a precipitațiilor pe fundalul repartiției zonale (Podișul Codrilor de ex.).

Cantitatea de precipitații în aspect sezonier, **iarna**, pe teritoriul Republicii Moldova înregistrează o creștere cu 0,1911 mm față de 0,2102 mm/an pe parcursul anilor 1891–2010. În 1925 cantitatea precipitațiilor atmosferice a constituit doar 15 mm, iar în 1966 au fost înregistrate cele mai semnificative valori de 257 mm. Anul 2010 ocupă locul doi în topul iernilor excesiv de umede. Menționăm că anul 2012 cu 173,8 mm, la fel, se plasează în topul iernilor excesiv de umede.

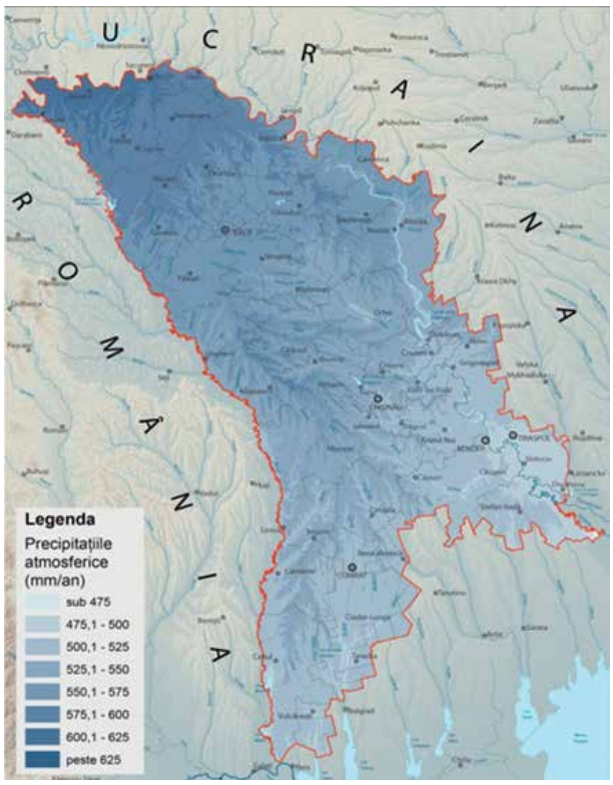


Fig. 9. Harta repartiţiei precipitaţiilor medii multianuale alcătuită prin metoda regresiei [4]

Primăvara pe teritoriul Republicii Moldova înregistrează o scădere cu 0,033 mm a precipitațiilor pe parcursul anilor 1891–2019, deci trendul rămânând neschimbat comparativ cu perioada 1891–2010. În 1986 cantitatea anuală a precipitațiilor atmosferice a constituit doar 23 mm, iar în 1984 au fost înregistrate cele mai semnificative valori de 265 mm. Anul 2006 ocupă locul trei în topul primăverilor excesiv de umede. Pe locul cinci se plasează anul 2017 cu cantitatea de 207,7 mm.

Vara pe teritoriul țării înregistrează o creștere cu 0,177 mm, ceea ce este cu 0,0614 mm mai puțin față de 0,2384 mm/an observată pe parcursul anilor 1891–2010. În anul 1951 cantitatea sezonieră a precipitațiilor atmosferice a constituit doar 42 mm, iar în 1948 au fost înregistrate cele mai semnificative valori de 531 mm. Anul 2007 ocupă locul patru în topul verilor excesiv de uscate.

Toamna cantitatea de precipitații pe teritoriul Republicii Moldova înregistrează o creștere cu 0,1749 mm față de 0,2242 mm/an înregistrată pe parcursul anilor 1891–2010. În 1963 cantitatea sezonieră a precipitațiilor atmosferice a constituit doar 10 mm, iar în anul 2019 cantitatea sezonieră constituie 35,9 mm, plasând acest anotimp printre cele mai uscate toamne. În toamna anului 1905 au fost înregistrate cele mai semnificative valori (de 343,5 mm).

În aspect regional perioada contemporană (1961–2019), a fost divizată convențional în patru etape cu câte 30 de ani, perioadele de referință propuse de către Organizația Meteorologică Mondială (OMM) și Comisia Interguvernamentală privind Schimbările Climatice (IPCC). Pentru toată perioada contemporană în nordul țării cantitatea anuală a precipitațiilor atmosferice *(tab. 1)* constituie 618,4 mm, în partea centrală 550,8 mm și cea de sud 537,7mm, respectând, astfel, principiul zonalității. Diferența dintre nordul și sudul țării constituie 80,7 mm. Perioada de referință 1961–1990 a înregistrat în nordul și centrul Republicii Moldova, valori aproape de norma climatică calculată pentru întreaga perioadă contemporană, ceea ce permite să se concluzioneze, că sistemul climatic regional în această perioadă a fost unul stabil [18].

La sud, cantitatea anuală este mai mare cu 18,6 mm în această perioadă (1961–1990), pentru restul perioadelor de referință, sudul înregistrează cele mai scăzute valori numerice, comparativ cu restul teritoriului. Totodată, pentru fiecare regiune în aspect anual, spre exemplu, cea mai us-

cată perioadă a fost în anii 1971–2000, în timp ce în partea de sud perioada mai uscată coincide cu anii 1981–2010.

Tabelul 1. Cantitatea anuală de precipitaţii în diferite perioade de referinţă [18]

Perioade de referinţă	Briceni	Chișinău	Cahul
1961–2019	618,4	550,8	537,7
1961–1990	619,7	548,2	556,3
1971–2000	609,9	550,6	544,5
1981–2010	622,5	548,1	509,9
1991–2019	617,0	553,5	518,5
2011–2015	538,4	502,9	551,9
2015–2019	553,3	544,0	495,4

Anii 2015–2019 devin mai uscați comparativ cu partea centrală și de nord, unde se atestă o majorare a normelor pentru această perioadă [18].

Precipitațiile maxime diurne cad în perioada caldă a anului ca urmare a intensificării activității Anticiclonului Azoric, precum și a celei ciclonice oceanice și mediteraneene. Acestea generează cantități mari de apă care cad într-un interval de timp foarte scurt, deci au intensitate mare și determină viituri foarte mari care pot avea urmări grave asupra construcțiilor și așezărilor omenești, precum și procese de eroziune accelerată pe versanții dezgoliți de vegetația forestieră. Procesele fundamentale care duc la dezvoltarea situațiilor sinoptice, capabile să producă mari cantități de precipitații atmosferice, sunt convecția și schimbul turbulent din interiorul maselor de aer.

În Republica Moldova deseori precipitațiile din anotimpul de vară sunt de natură frontală și se produc mai mult ziua, având, frecvent, caracter de aversă. O particularitate a distribuției teritoriale a precipitațiilor maxime diurne (24 ore) este aceea că, în lunile de vară, cantitățile cele mai mari pe teritoriul republicii se pot înregistra în sud-estul ei – regiune influențată și de circulația atmosferică locală generată de masele de aer deasupra Mării Negre [18].

De menționat, că variabilitatea în timp a precipitațiilor este foarte înaltă. Deseori media lunară de vară poate fi constituită dintr-o singură ploaie. De exemplu, ploile abundente din 26–27 august 1994, conform datelor radar înregistrate de Serviciul „Antigrindină”, timp de 10 ore au constituit 270 mm de precipitații în Hâncești, Călmățui. Potrivit datelor Serviciului Hidrometeorologic de Stat, precipitații maxime diurne au fost înregistrate și în anul 2005 la 23, 25, 26 și 31 mai, când timp de o oră cantitatea maximă a constituit 40 mm. În noaptea de 18 spre 19 august în raioanele de nord și centrale, potrivit datelor înregistrate la posturile hidrometeorologice Costești, Râșcani, Dumeni pe parcursul nopții au căzut 140–160 mm sau aproape 3 norme lunare. În noaptea de 3 iunie 2007, pe fundalul stabilirii unei secete devastatoare în regiune, în sud-estul republicii spre dimineața din 4 iunie au căzut peste o normă de precipitații lunare la Comrat.

Deci, ploile torențiale (aversele de ploaie) se caracterizează prin cantitatea mare de apă căzută într-un timp foarte scurt, fapt care implică o intensitate mare și, eventual, consecințe grave prin producerea inundațiilor rapide locale, însoțite de o eroziune pluvială foarte înaltă [18].

Cele mai recente studii publicate în domeniul posibilelor modificări ale precipitațiilor în condițiile schimbării climei au fost realizate în lucrarea „Vulnerability Assessment and Climate Change Impacts in the Republic of Moldova” [25], publicată în 2018.

Scenariile RCP8.5 și RCP2.6 proiectează o ușoară creștere a precipitațiilor în jurul valorii de 0,6–2,0% în toată țara până în perioada 2016-2035. În schimb, conform scenariului RCP4.5, o mică scădere de la 1,5% la 2% este preconizată pentru nordul și centrul țării în comparație cu perioada de referință (1986–2005). Schimbările anuale pentru precipitații devin mult mai diferențiate în 2100. Scenariul RCP8.5 arată că în țară se va atesta o scădere anuală generală a precipitațiilor, de la 9,9% în nord până la 13,4% în zonele AEZ „*Application Exclusion Zone*” sudice *(fig. 10)*.

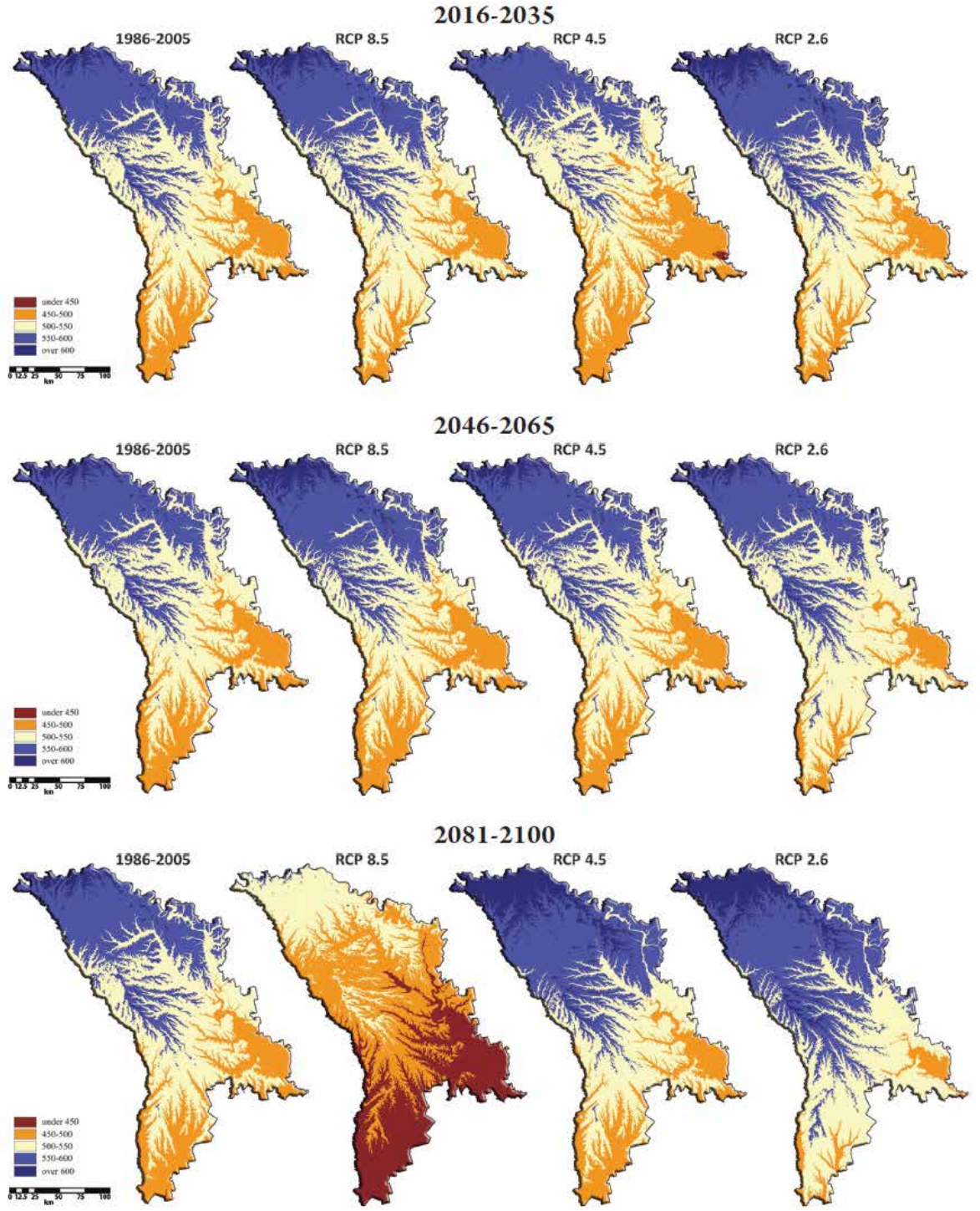


Fig. 10. Proiecţiile modificării precipitaţiilor medii anuale conform scenariilor RCP2.6, RCP4.5 și RCP8.5 pentru diferite intervale de timp [25]

Scenariul RCP8.5 arată că în Republica Moldova se va produce o scădere generală anuală a precipitațiilor, variind de la 9,9% în nord la 13,4% în sudul țării. În mod controversat, este proiectată o creștere moderată a precipitațiilor conform scenariului RCP2.6, de la 3,1% în nordul țării la 5,1% în sud, până în anul 2100, în raport cu perioada de referință 1986–2005 [25].

Scenariile RCP8.5, RCP4.5 și RCP2.6 prevăd că în țară în general vor crește precipitațiile în timpul iernii și primăverii. Iernile se estimează că vor fi mai umede până la sfârșitul secolului XXI. Proiecțiile ansamblului relevă cea mai mare creștere a precipitațiilor către 2100, de la 4,0%

(RCP2,6) la 11,8% (RCP8.5) iarna în nordul țării; iar cea mai mică creștere, de la 3,0% (RCP2,6) la 7,4% (RCP8.5), în părțile centrale ale țării [25].

Cele trei scenarii RCP indică că reducerea precipitațiilor va fi mai considerabilă în timpul verii și toamnei. Scenariul RCP8.5 proiectează cea mai mare reducere a precipitațiilor în perioada de vară, cu 25,1% în centrul țării și cea mai mică, cu 18,1% – în nord. Scenariul RCP2.6 denotă o ușoară scădere a precipitațiilor, cu 0,7% peste în centrul țării, până la o creștere cu 8,0% la sud, către anul 2100 față de perioada de referință 1986–2005 [25].

1.3. EVAPORAŢIA DE PE SUPRAFAŢA SOLULUI ȘI EVAPOTRANSPIRAŢIA PLANTELOR

Evaporarea este procesul prin care apa lichidă se transformă în vapori de apă și îndepărtată de pe suprafața de evaporare. Apa se evaporă dintr-o varietate de suprafețe, cum ar fi lacuri, râuri, trotuare, soluri și vegetație umedă [21].

Combinația a două procese separate, care descriu pierderile de apă, de la suprafața solului prin evaporare și din plante prin transpirație este denumită **evapotranspirație** [21].

Cantitatea de apă pe care o transpiră plantele variază foarte mult în spațiu și în timp. Există o serie de factori care determină ratele de transpirație:

Temperatura. Ratele de transpirație cresc odată cu creșterea temperaturii, în special în timpul sezonului de vegetație, când aerul este mai cald din cauza razelor solare mai puternice și a maselor de aer mai calde. Temperaturile mai ridicate determină deschiderea celulelor vegetale care controlează deschiderile (stoma) unde apa este eliberată în atmosferă, în timp ce temperaturile mai scăzute determină închiderea lor.

Umiditatea relativă. Pe măsură ce umiditatea relativă a aerului din jurul plantei crește, rata de transpirație scade. Este mai ușor să se evaporeze apa din aerul uscat decât din aerul mai saturat.

Vântul. Sporirea mișcării aerului în jurul unei plante va duce la o rată de transpirație mai mare. Vântul va deplasa aerul în jur, rezultând că aerul mai saturat din apropierea frunzei este înlocuit cu aer mai uscat.

Umiditatea din sol. Când lipsește umezeala, plantele pot începe să se ofilească (îmbătrânire prematură, ceea ce poate duce la pierderea frunzelor) și să transpire mai puțină apă.

Tipul plantelor. Plantele transpira apa cu viteze diferite. Unele plante care cresc în regiuni aride, cum ar fi cactușii și suculentele, conservă apa prețioasă transpirând mai puțină apă decât alte plante.

Evaporarea apei de la suprafața solului depinde de o serie de factori, aparținând atât atmosferei, cât și solului. Factorii atmosferici ai evaporației includ deficitul de saturare a aerului în vapori de apă, temperatura, radiația solară, vântul. Sinteza lor determină evaporația la suprafața liberă a apei și este numită evaporabilitate sau evaporarea maximă potențială [6].

Determinarea evaporației și evapotranspirației sunt procedee destul de complicate, care necesită foarte multe date de intrare (parametri), care deseori sunt foarte greu de obținut. Procedura mai simplă, generalizată, constă în determinarea evaporației maxime posibile sau a evaporabilității potențiale, care în sine deja conține ambele valori.

Evaporația potențială sau evapotranspirația potențială $\bar{E}_m$ este definită ca volumul evaporării, care ar avea loc dacă ar fi disponibilă o sursă suficientă de apă. Dacă evapotranspirația reală este considerată rezultatul net al condițiilor atmosferice de umiditate de pe o suprafață și a capacității suprafeței de a furniza umiditate, atunci evaporarea potențială este o combinare a lor. Temperatura suprafeței și a aerului, insolația și vântul afectează toate acestea. Un teren uscat este un loc în care evaporarea potențială anuală depășește precipitațiile anuale. De menționat că evaporația potențială (sau maximă posibilă $\bar{E}_m$) nu este o valoare fizică precisă, dar pentru sinteze și regionalizări hidrologice și meteorologice este pe larg aplicată [4, 21, 12].

Pentru teritoriul Ucrainei și Republicii Moldova, E. Gopcenco și N. Loboda [32, 41] propun trei funcții empirice, care se descriu prin ecuațiile:

$$\bar{E}_m = 13{,}3 \sum_V^{IX} \bar{t}_l - 307, \quad (1)$$

$$\bar{E}_m = 0{,}224 \sum_V^{IX} \bar{t}_{>10} + 226, \quad (2)$$

$$\bar{E}_m = 0{,}209 \sum_V^{IX} \bar{t}_{>0} - 179. \quad (3)$$

Aici $\bar{t}_l$ – valoarea medie multianuală a temperaturii aerului, cumulată pentru perioada caldă a anului (V–IX); $\sum_V^{IX} \bar{t}_{>10}$ – suma multianuală a temperaturii aerului peste 10 °C; $\bar{t}_{>0}$ – suma temperaturilor medii multianuale a aerului peste 0 °C.

De menționat, că ecuațiile (1–3) nu corespund strict sensului fizic al funcției dintre evaporația maximă posibilă $\bar{E}_m$ și temperatura aerului (cu toate că această limită nu este determinată), chiar dacă coeficienții corelării pare sunt în limitele de calcul admisibile.

În contextul dat, o funcție mai argumentată poate fi legătura dintre echivalentul $\bar{E}_m$ și durata strălucirii soarelui (*S*, ore), deoarece când S → 0 este natural ca și $\bar{E}_m \to 0$. De menționat, că în literatura de specialitate pentru determinarea legăturii dintre componentele radiației solare se aplică ecuațiile de regresie, unde în calitate de argument se adoptă durata strălucirii soarelui [49, 50].

În acest context și pentru acest caz, la elaborarea funcției regionale pentru determinarea evaporației maxime posibile $\bar{E}_m$ prezintă interes aplicarea duratei strălucirii soarelui S, valoarea căreia se generalizează în harta din figura 11. În final, în figura 12 se prezentă graficele funcției exprimate în MJ/m² și stratului evaporației maxime:

$$\bar{E}_m = 0{,}439 \cdot S. \qquad (4)$$

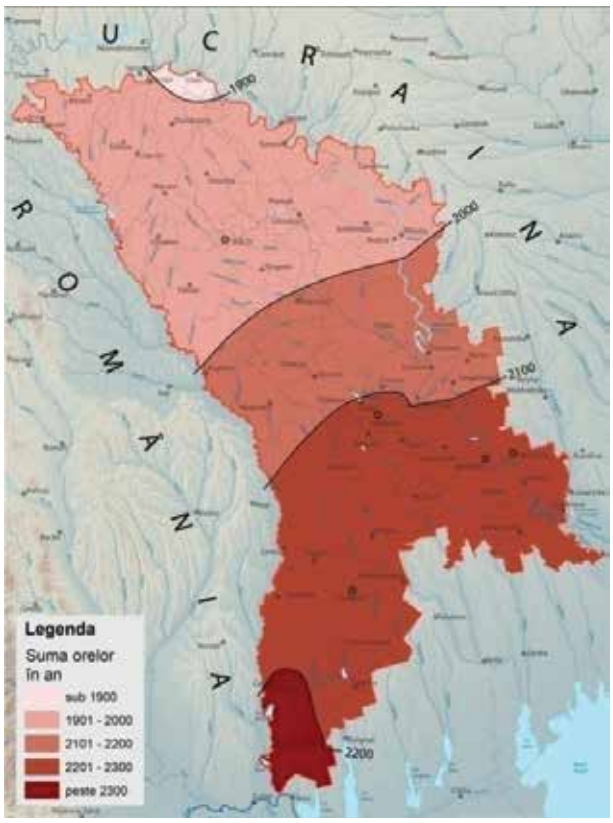


Fig. 11. Durata strălucirii soarelui, ore

Cu ajutorul acestor ecuații s-au calculat valorile componentelor bilanțului radiativ *(tab. 2)*.

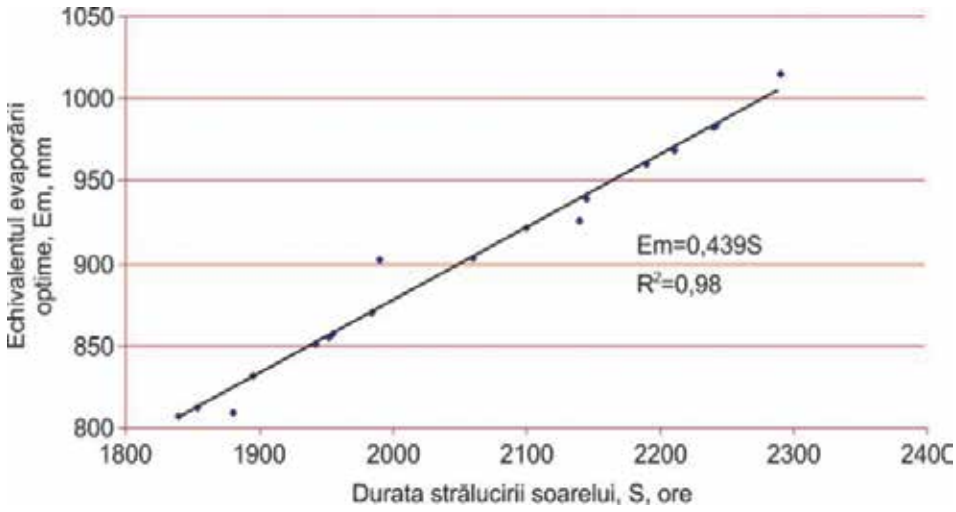


Fig. 12. Funcţia normelor anuale ale evaporaţiei maxime $\bar{E}_m$ cu durata strălucirii soarelui S

Luând în considerare că $\bar{E}_m$ este o caracteristică strict climatică, evaporația maximă posibilă se supune legității zonalității geografice latitudionale, fapt ce reiese din caracterul repartiției izoliniilor caracteristicilor studiate, prezentate pe hărțile din figurile 13 și 14.

Modelarea s-a realizat prin aplicarea procedeelor geoinformaționale, care asigură precizia interpolării datelor dintre punctele de observații și posibilitatea rotunjirii lor în limitele bazinelor de recepție sau altor arii peisagistice.

Tabelul 2. Rezultatele calculului componentelor bilanţului radiativ și a evaporaţiei maxime la staţiile meteorologice din regiunea studiată

Staţia	Durata strălucirii soarelui, S, ore	Radiaţia globală, Q, MJ/m²	$\sum_{V}^{IX} \bar{t}_l$	$\bar{E}_m$, mm
Briceni	1951	4039	85	855
Râbniţa	1984	4107	92	870
Bălţi	1954	4045	92	857
Dubăsari	2060	4204	96	903
Bălţata	2100	4459	93	921
Chișinău	2140	4355	95	926
Tiraspol	2145	4314	96	940
Cahul	2211	4577	96	969
Iași	1990	4141	92	902
Galaţi	2242	4642	96	983
Constanţa	2290	4757	98	1015
Novaia Uşiţa	1880	3926	86	810
Cernăuţi	1840	3810	81	807
Viniţa	1895	3922	81	831
Odesa	2211	4531	94	969
Bolgrad	2190	4600	96	960
Vilcovo	2240	4638	95	982
Umani	1942	4020	85	851
Nijnii Olcedaev	1853	3836	80	812

Compararea rezultatelor cartografierii parametrului $\bar{E}_m$ *(fig. 14)* cu materialele publicate în lucrările [41, 2], *(fig. 15, 16 și 17)* denotă o anumită deosebire în aprecierea evaporației maxime după diferite argumente (în acord cu durata strălucirii soarelui și conform sumei temperaturilor medii lunare).

Deosebit de bine se observă amploarea acestor deosebiri din graficul prezentat în figura 21. Aici, majoritatea stațiilor se poziționează sub linia de valori egale, ceea ce indică o supraapreciere a valorii echivalentului $\bar{E}_m$ calculat prin ecuația (1.1) în comparație cu ecuația (1.4). Chiar dacă această depășire este mică – ea poate influența rezultatele aprecierii componentelor bilanțului hidrotermic al unui teritoriu.

Ținând cont de variabilitatea relativ mică a resurselor hidrotermice și a evaporației maxime posibile de la suprafața uscatului pe teritoriul Republicii Moldova, s-a conturat posibilitatea determinării criteriilor admisibile ale generalizării spațiale a acestor parametri, atât pentru teritoriul Republicii Moldova, cât și pentru anumite regiuni peisagistice aparte. Aceasta este posibil prin aplicarea coraportului corelațional:

$$\varepsilon_f = \frac{\sigma_x}{\rho_x}. \qquad (5)$$

Aici σ_x – abaterea medie pătratică a parametrului studiat din același teritoriu; ρ_x – valoarea medie aritmetică absolută a abaterii parametrului studiat din același teritoriu.

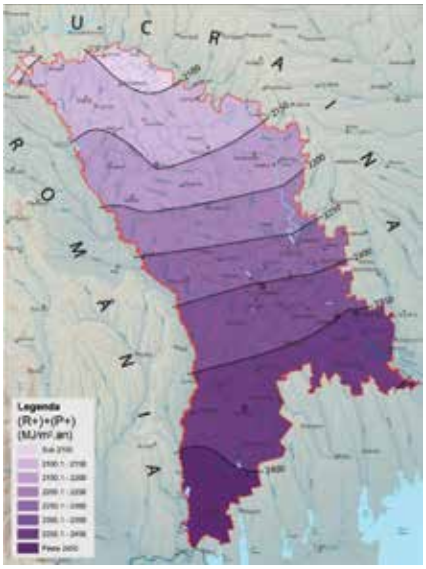


Fig. 13. Radiaţia globală

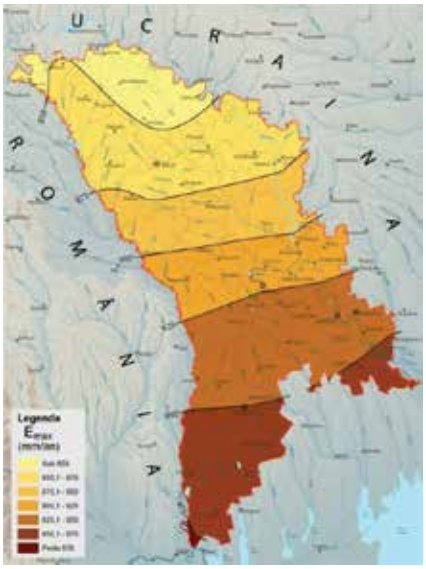


Fig. 14. $\bar{E}_m$

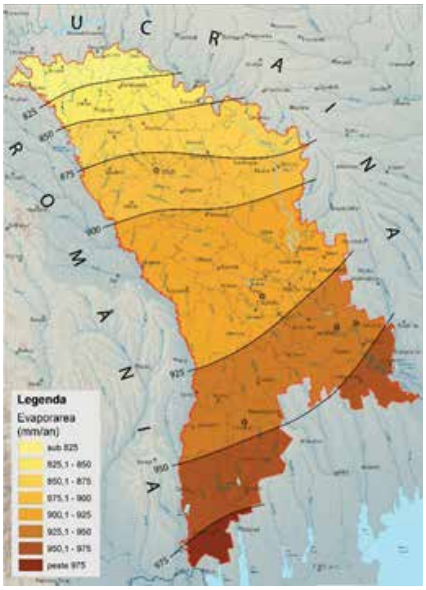


Fig. 15. Evaporaţia maximă posibilă $\bar{E}_m$ calculată prin formula Natalia Loboda

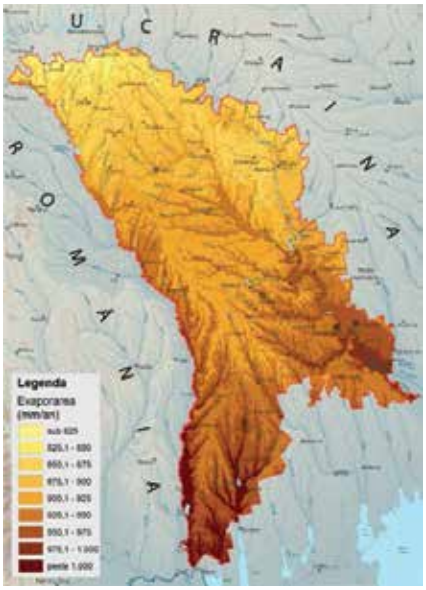


Fig. 16. Evaporaţia maximă posibilă $\bar{E}_m$ obţinută de Gh. Bejenaru, conformă lucrării [28]

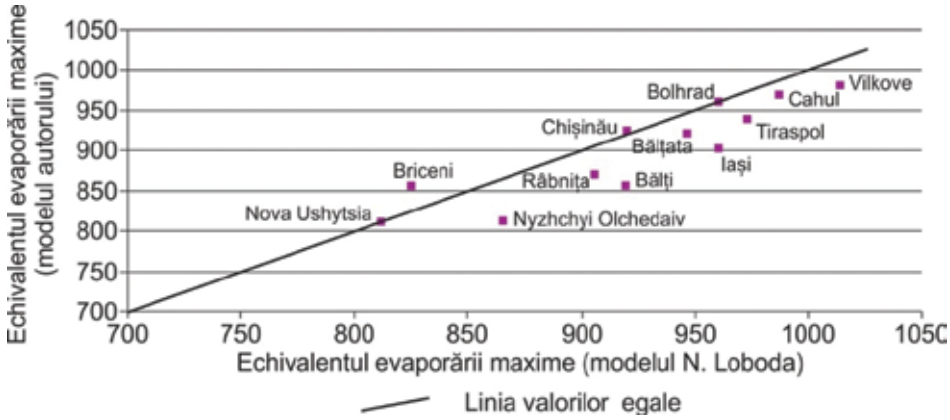


Fig. 17. Compararea valorilor datelor obţinute pentru staţiile de reper prin aplicarea modelelor Loboda și Bejenaru

Echivalentul evaporației maxime de pe suprafața uscatului din teritoriul studiat se supune legității repartiției normale, fapt ce se confirmă prin relația [34] $\varepsilon_x \leq \sqrt{\pi/2} = 1{,}25$. La respectarea acestei inegalități, valoarea medie a parametrului dorit pentru bazinul de recepție dat (sau a regiunii) poate fi adoptată în calitate de valoare de calcul. Rezultatul aprecierii criteriului prin formula (5) pentru parametrii statistici ai echivalentului evaporației maxime de pe suprafața uscatului se prezintă în tabelul 3.

Tabelul 3. Parametrii statistici ai echivalentului evaporaţiei maxime de pe suprafaţa uscatului

Parametrii statistici	$\bar{E}_m$
Numărul bazinelor de recepţie	40
Valorile medii, mm/an	884
$\sigma_{x(f)}$, mm	36
ρ_x, mm	30
$\sigma_x / \rho_x \leq \sqrt{\pi/2} = 1{,}25$	1,20

Din aceste date reiese că repartizarea pe teritoriul Republicii Moldova a parametrilor statistici ai echivalentului evaporației maxime de pe suprafața uscatului este apropiat de legea normală. În caz de necesitate, determinarea valorii aproximative a din teritoriul dat poate fi de 884 mm pe an cu eroarea medie de ±6,0 mm. Datele generalizate ale din regiunile peisagistice ale Republicii Moldova *(tab. 4)*, denotă o variabilitate slabă indicatorului analizat.

Tabelul 4. Datele de sinteză a valorilor din regiunile peisagistice ale Republicii Moldova

Regiunea fizico-geografică	Suprafaţa, km²	$\bar{E}_m$, din fig. 14, mm
Podișurile și câmpiile de silvostepă ale Moldovei de Nord	8918	861
Câmpiile și dealurile de stepă ale Moldovei de Nord	3721	861
Podișul Codrilor	6287	910
Podișul Podoliei	1840	880
Câmpiile și podișurile Moldovei de Sud	5880	943
Câmpia de stepă a Bugeacului	4458	958
Câmpia aluvială de stepă a Nistrului Inferior	2566	929

De menționat că valorile evaporației maxime posibile $\bar{E}_m$ sunt comparabile cu valorile publicate în literatura de specialitate [12, 8].

1.4. RESURSELE DE APĂ DE SUPRAFAŢĂ ȘI SUBTERANE

Legea apelor nr. 272 din 23.12.2011 conține noțiunea de resurse de apă – ape de suprafață, ape subterane și precipitații atmosferice căzute pe teritoriul Republicii Moldova [14]. În hidrologie resursele de apă reprezintă totalitatea apelor de suprafață și subterane, care sunt folosite sau pot fi folosite de către om [3].

Resursele de apă de suprafață

Resurselor de apă de suprafață le revine cca 90% din totalul resurselor de apă pe țară. Resursele de apă pot fi divizate în următoarele categorii [38]:

Naturale – resursele de apă care se formează în condiții naturale și sunt dictate de factorii scurgerii anuale.

Reale – resursele de apă, care real se formează în bazinele râurilor în rezultatul modificării resurselor naturale prin activitatea antropică, accentuând transformarea suprafeței bazinului de recepție, care modifică evaporarea și alți indicatori a condițiilor de formare a scurgerii.

Ecologice (de protecție) – reprezintă resursele destinate pentru menținerea ecologiei râurilor și a terenurilor aferente (în special luncii). Ele nu pot fi utilizate în gospodărirea apelor, doar în gospodărirea acvatică, care nu este legată de captarea apei, de exemplu, în hidroenergetică.

Disponibile – resursele de apă disponibile pentru utilizare în gospodărirea apelor, care constituie diferența dintre resursele reale și cele ecologice. Ele sunt utilizate pentru consumul de apă (irigarea terenurilor, asigurarea comunală și industrială cu apă), precum și la folosirea apei (piscicultura, recrearea etc.).

În continuare vor fi descrise și analizate preponderent resursele **naturale** de apă, de rând cu factorii care dictează formarea și modificarea lor, precum și perspectivele evoluției acestora în condițiile schimbărilor climatice.

De regulă, resursele de apă de suprafață se asociază cu scurgerea râurilor și în evaluarea lor se utilizează unități de volum, strat și coeficienți moduli.

- ***Q*, m³/s – debitul de apă** – se calculează ca valoare medie pentru un interval de timp concret *t* (sau *T*) (zi, lună, sezon, an sau oricare alt interval de timp). Cel mai des se aplică debitele medii diurne, lunare și anuale, la fel debitele extreme (maxime și minime).
- ***q, l/(s×km²)* – debitul specific (uneori modulul scurgerii, M)** – cantitatea de apă care se scurge într-o unitate de timp de pe o unitate de suprafață a bazinului de recepție și se măsoară în l/(s×km²). Se calculează ca o medie pentru aceleași intervale de timp.
- ***Y, mm*** – înălțimea stratului scurs (notată cu h) – cantitatea medie de apă, care se scurge de pe suprafața bazinului de recepție într-un interval de timp, și se exprimă în mm al stratului de apă repartizat uniform pe suprafață. Altfel zis – apa scursă într-un interval de timp repartizată uniform pe o suprafață echivalentă suprafeței bazinului de recepție.
- ***W, km³, m³*** – volumul scurgerii – cantitatea de apă scursă de pe un bazin de recepție într-o unitate de timp de calcul *t* (sau *T*).

Parametrii descriși deseori sunt identificați prin noțiunea **scurgerea apei**. Ei sunt interdependenți și pot fi calculați unul din altul *(tab. 5)*.

Tabelul 5. Coraportul dintre unităţile de exprimare a scurgerii

	Q, m³/s	*q*, *l/(s×km²)*	*Y*, *mm*	*W*, *km³*, *m³*
Q, m³/s	-	$10^{-3}qF$	$10^{3}YFt^{-1}$	Wt^{-1}
q, l/(s×km²)	$10^{3}QF^{-1}$	-	$10^{-6}qt$	$10^{3}WF^{-1}t^{-1}$
Y, mm	$10^{-3}QF^{-1}t$	$10^{-6}qt$	-	$10^{-3}WF^{-1}$
W, km³, m³	Qt	$10^{-3}qFt$	$10^{3}YF$	-

Notă: Timpul *t* se măsoară în secunde.

Scurgerea medie anuală

Cele mai recente studii evaluarea resurselor de apă a Republicii Moldova au fost realizate de O. Melniciuc și Gh. Bejenaru [2,4]. Sintezele și generalizările prezentate sunt un rezumat al acestor publicații.

În acord cu ecuația bilanțului de apă, unde componenta scurgerii se exprimă ca o diferență dintre precipitațiile nete X_0 și evaporația globală , ecuația bilanțului de apă din bazinul de recepție, normată cu evaporația maximă poate fi înscrisă astfel:

$$\beta_Y = \beta_X - (1+ \beta_X^{-n})^{-\frac{1}{n}}, \quad (6)$$

unde $\beta_Y = \overline{Y}_{CL}/\overline{E}_{max}$ și $\beta_x = X_0/\overline{E}_{max}$.

Trecerea de la valorile normate după $\overline{E}_{max}$ prezentate din ecuația (6) la valorile echivalente a caracteristicilor bilanțului hidrotermic se realizează prin coraportul

$$\overline{Y}_{cl} = \overline{X} - \overline{E}_{max}\left[1+\left(\frac{\overline{X}}{\overline{E}_{max}}\right)^{3}\right]^{-\frac{1}{3}}. \quad (7)$$

În final expresia (7) va obține aspectul obișnuit de bilanț

$$\bar{Y}_{cl} = \bar{X} - \bar{E}_{US}. \quad (8)$$

Aici $\bar{X}$, $\bar{E}_{max}$ și $\bar{E}_{US}$ – respectiv, valorile medii multianuale ale precipitațiilor anuale, echivalentul hidrotermic și evaporarea globală, mediate după suprafețele bazinelor de recepție.

În final ecuația (7) conține componentele bilanțului hidrotermic și, deci, descrie doar caracteristicile climatice, fapt ce ne permite denumirea în **„scurgere climatică”**, sau **„resurse climatice de apă”**. Realizarea ecuației (8) necesită utilizarea valorilor prezentate anterior ale evaporării globale și precipitațiilor *(tab. 6)*.

Tabelul 6. Rezultatele determinării resurselor scurgerii climatice în bazinele de recepţie ale Republicii Moldova

Râu – post hidrologic	$\bar{Y}_{cl}$, mm	Râu – post hidrologic	$\bar{Y}_{cl}$, mm	Râu – post hidrologic	$\bar{Y}_{cl}$, mm
Vilia - Bălăsineşti	93	Râbniţa - Andreevca	47	Molochiș - Molochişul Mare	51
Draghiște - Trinca	90	Iagorlâc - Doibani	40	Ciorna - Ciorna	59
Ciuhur - Bârlădeni	87	Răut - Bălţi	61	Cula - Hulboaca	41
Camenca - Cobani	59	Rău - Florești	62	Cogâlnic - Cucuruzeni	46
Căldărușa - Cajba	56	Răut - Căzănești	60	Ichel - Pașcani	39
Delia - Pârliţa	40	Răut - Orhei	53	Bălţata - Bălţata	29
Ialpug - Comrat	24	Răut - Jeloboc	52	Bâc - Călărași	46
Musa - Comrat	22	Răuţel - Răuţel	52	Bâc - Strășeni	42
Lunga- Ceadâr-Lunga	21	Cubolta - Cubolta	69	Bâc - Chișinău	40
Salcia Mare - Musaitu	21	Căinari - Sevirova	68	Pojarna - Sipoteni	49
Taraclia - Taraclia	21	Cartofleanca-Cartofleanca	75	Işnovăţ - Sângera	31
Cogâlnic - Hâncești	38	Camenca - Gvozdova	63	Botna - Căuşeni	26
Camenca - Camenca	68	Pohoarna - Domulgeni	64		
Beloci - Beloci	58	Ciulucul Mic - Telenești	43		



Fig. 18. Reţeaua naţională de monitoring hidrologic (SHS, 2015)

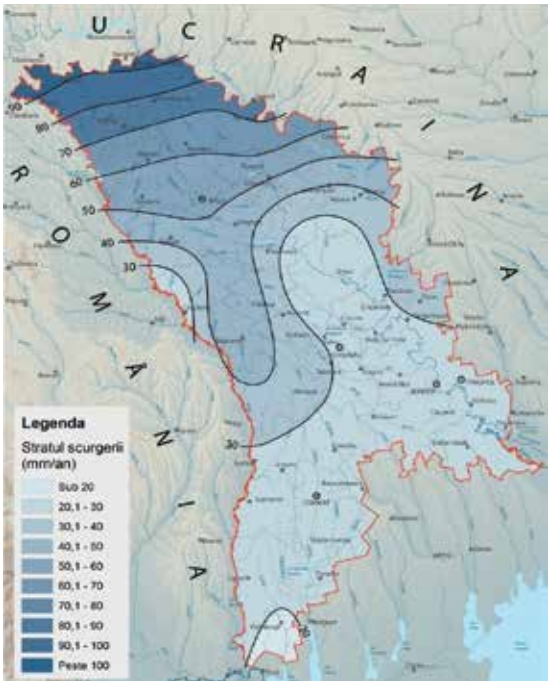


Fig. 19. Repartiţia resurselor climatice de apă, $\bar{Y}_{cl}$, mm/an

Luând în considerare faptul, că scurgerea climatică în esența sa se determină ca o diferență dintre precipitațiile anuale și evaporație, care la rândul său, depind de poziția geografică și specificul orografic al teritoriului studiat, astfel este logic că ele se supun zonalității geografice.

Calculele în baza ecuației generale a bilanțului de apă (8), prezentate în tabelul 6 și generalizarea lor spațială din figura 19, ne denotă că valoarea resurselor de apă climatice, în limitele teritoriului Republicii Moldova, legitim cresc de la sud spre nord-vest în intervalul de la sub 20 la 90-95 mm/an.

Valoarea totală a scurgerii anuale naturale se va determina prin egalitatea:

$$\bar{Y}_n = \bar{Y}_{sp} + \bar{Y}_{sb}. \quad (9)$$

Rezultatele de sinteză ale $\bar{Y}_n$ pentru 40 bazine de recepție sunt prezentate în tabelul 7. Pentru cursurile de apă intermitente, care nu drenează acviferele subterane, componenta subterană din ecuația (9) este egală cu zero. În acest caz norma totală a scurgerii anuale este egală cu norma scurgerii de suprafață.

Tabelul 7. Sinteza rezultatelor de calcul a $\bar{Y}_n$

Râu – post hidrologic	F, km²	Scurgerea anuală naturală totală, $\bar{Y}_n$, mm/an	Scurgerea anuală climatică totală, $\bar{Y}_{cl}$	$k_n = \frac{\bar{Y}_n}{\bar{Y}_{cl}}$
Vilia - Bălăsineşti	261	64,8	93	0,70
Draghişte - Trinca	225	58,5	90	0,65
Ciuhur - Bârlădeni	144	59,0	87	0,68
Camenca - Cobani	284	43,0	59	0,73
Căldărușa - Cajba	79,5	47,2	56	0,84
Delia - Pârliţa	125	46,4	40	1,16
Ialpug - Comrat	360	15,2	24	0,63
Mussa - Comrat	83,5	27,4	22	1,25
Lunga - Ceadâr-Lunga	370	10,2	21	0,49
Salcia Mare - Musaitu	414	22,8	21	1,09
Taraclia - Taraclia	103	44,8	21	0,98
Cogâlnic - Hânceşti	179	42,1	38	1,11
Camenca - Camenca	387	61,6	68	0,91
Beloci - Beloci	225	68,5	58	1,18
Molochiș - Molochișul Mare	184	55,4	51	1,09
Ciorna - Ciorna	307	59,5	59	1,01
Râbniţa - Andreevca	152	46,7	47	0,99
Iagorlâc - Doibani	1220	26,9	40	0,67
Răut - Bălţi	1080	34,3	61	0,56
Răut - Florești	3400	36,8	62	0,59
Răut - Căzănești	4440	41,3	60	0,69
Răut - Orhei	7050	39,8	53	0,75
Răut - Jeloboc	7100	37,5	52	0,72
Răuţel – Răuţel	95,5	50,5	52	0,97
Cubolta – Cubolta	869	53,5	69	0,78
Căinari - Sevirova	814	43,6	68	0,64
Cartofleanca - Cotova	38,8	48,7	75	0,65
Camenca - Gvozdova	172	55,0	63	0,87
Pohoarna - Domulgeni	30,0	54,2	64	0,85
Ciulucul Mic - Telenești	566	33,5	43	0,78
Cogâlnic - Cucuruzeni	221	29,5	41	0,72
Cula - Hulboaca	468	53,5	46	1,16

Râu – post hidrologic	F, km²	Scurgerea anuală naturală totală, $\bar{Y}_n$, mm/an	Scurgerea anuală climatică totală, $\bar{Y}_{cl}$	$k_n = \frac{\bar{Y}_n}{\bar{Y}_{cl}}$
Ichel - Pașcani	562	27,0	39	0,69
Bălţata - Bălţata	62,4	31,3	29	1,08
Bâc - Călărași	296	34,6	46	0,75
Bâc - Străşeni	781	40,1	42	0,95
Bâc - Chișinău	882	34,6	40	0,86
Pojarna - Sipoteni	122	46,8	49	0,96
Işnovăţ - Sângera	343	23,2	31	0,75
Botna - Căușeni	1210	21,3	26	0,82

Se știe că ecuația (9) dezvăluie baza genetică de formare a scurgerii anuale în evaluarea stării naturale. În acest aspect o deosebită atenție merită alt principiu de evaluare a normei scurgerii subterane anuale, dezvăluit în lucrările [32, 41], care se bazează pe determinarea coeficientului de trecere de la scurgerea climatică anuală $\bar{Y}_{cl}$ la scurgerea naturală anuală $\bar{Y}_n$ prin coraportul

$$k_n = \frac{\bar{Y}_n}{\bar{Y}_{cl}}. \quad (10)$$

Calculele scurgerii climatice prin ecuația bilanțului hidrotermic s-a prezentat anterior, în baza ecuației (7), iar indicii săi numerici, generalizați pentru bazinele de recepție studiate din Republica Moldova, sunt integrați în tabelul 7, coloana 4.

Este știut că scurgerea climatică reprezintă diferența dintre norma anuală a precipitațiilor atmosferice și evaporarea sumară de pe uscat (7). În același timp așa formă a ecuației de bilanț este justificată doar pentru bazinele de recepție a râurilor, care interceptează tot volumul de ape subterane filtraționale, adică pentru râurile medii și mari. Prin ecuația (10) s-au calculat valorile coeficientului de trecere, valorile numerice a cărora pentru râurile din Republica Moldova sunt prezentate în tabelul 7, coloana 5.

Din rezultatele calculării coeficientului , valorile sale variază de la 0,49 (Lunga-Ceadâr-Lunga) până la 1,25 (Mussa-Comrat). De regulă, se consideră [41] că coeficientul de trecere depinde de complexul de factori azonali, antropici și factorii condițiilor de infiltrare a alimentării subterane. Drept caracteristică integrală a acestui proces servește suprafața bazinului de recepție. Pentru râurile din Republica Moldova, unde scurgerea anuală de suprafață este mai mare decât cea climatică, autorii recomandă ecuațiile empirice:

La F < 1000 km²:

$$k_n = 2{,}4 - 0{,}7[lg(F + 1) - 1], \quad (11)$$

La F ≥ 1000 km²:

$$kn = 1{,}0. \quad (12)$$

La râurile din sudul Republicii Moldova, cu un raport invers al scurgerii naturale și climatice, se propune modelul de calcul, unde în calitate de argument se va folosi altitudinea medie a bazinului de recepție H_{med}:

La H_{med} < 280 m:

$$k_n = 1 - 0{,}003(280 - H_{med}), \quad (13)$$

La H_{med} ≥ 280 m:

$$k_n = 1{,}0. \quad (14)$$

Verificarea formulelor propuse prin materialele prezentate în monografia [41] a oferit rezultate satisfăcătoare. Întru completarea cercetărilor descrise se propune un procedeu mai simplificat de determinare a coeficientului de trecere k_n, prin construirea directă a funcției normei scurgerii anuale naturale cu norma scurgerii climatice, prezentat în figura 20. Aici sunt prezentate trei grafice ale funcției alcătuite în baza datelor grupurilor de râuri cu anumite valori ale coeficientului de trecere. De menționat că, funcțiile obținute se descriu prin ecuații lineare, cu originea în coordonatele zero. Aceasta confirmă esența fizică a proceselor și o înaltă veridicitate a legăturilor celor două componente ale scurgerii anuale (R^2 = 0,88–0,91), deoarece coeficienții de

proporționalitate a ecuațiilor descrise anterior, numeric sunt egali cu coeficienții de trecere k_n, mediați pe grupele de râuri, prezentate în tabelul 8.

La calculele operaționale determinarea normei scurgerii anuale naturale pentru un bazin de recepție nestudiat prin ecuațiile funcțiilor prezentate în tabelul 8, se recomandă următoarea consecutivitate:

1. Se determină poziția geografică și centroidul bazinului de recepție de calcul (nestudiat) și apropierea lui de bazinul de recepție din lista râurilor grupate în tabelul 20;
2. Se alege ecuația pentru grupa de râuri adoptată, la care aparține bazinul de recepție de calcul;
3. Din modelul cartografic al normei scurgerii climatice *(fig. 19)* se determină valoarea normei scurgerii climatice pentru centroidul bazinului de recepție de calcul;
4. În acord cu tipul funcției de legătură adoptat se calculează norma scurgerii anuale naturale pentru bazinul de recepție de calcul.

Aplicarea tehnologiilor SIG pentru sistemul de calcule propus accelerează și înlesnește efectuarea lucrărilor.

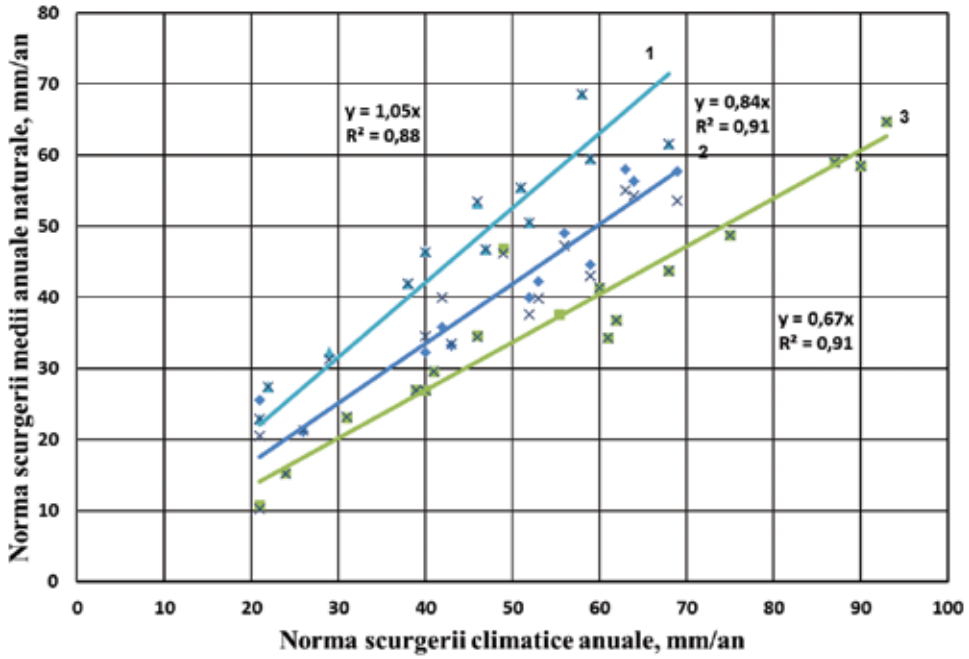


Fig. 20. Funcţia dintre norma scurgerii naturale și scurgerii climatice

Tabelul 8. Ecuaţiile funcţiilor normei scurgerii naturale și scurgerii climatice pe teritoriul Republicii Moldova generalizate pe grupuri de bazine de recepţie

Dreapta 1 $\bar{Y}_n = 1{,}05\bar{Y}_{cl}$	Dreapta 2 $\bar{Y}_n = 0{,}84\bar{Y}_{cl}$	Dreapta 3 $\bar{Y}_n = 0{,}67\bar{Y}_{cl}$
Delia - Pârliţa	Camenca - Cobani	Vilia - Balasinești
Mussa - Comrat	Căldărușa - Cajba	Draghiște - Trinca
Salcia Mare - Musait	Taraclia - Taraclia	Ciuhur - Bârlădeni
Cogâlnic - Hâncești	Iagorlâc - Doibani	Ialpug - Comrat
Camenca - Camenca	Răut - Bălţi	Lunga - Ceadâr-Lunga
Beloce - Beloce	Răut - Florești	Răut - Căzănești
Molochiş - Molochişul Mare	Răut - Orhei	Căinar - Sevirova
Ciorna - Ciorna	Raut- Jeloboc	Cartofleanca - Cotova
Râbniţa - Andreevca	Cubolta - Cubolta	Ichel - Pașcani
Răuţel - Răuţel	Camenca - Gvozdova	Bâc - Călărași

Dreapta 1 $\bar{Y}_n = 1{,}05\bar{Y}_{cl}$	Dreapta 2 $\bar{Y}_n = 0{,}84\bar{Y}_{cl}$	Dreapta 3 $\bar{Y}_n = 0{,}67\bar{Y}_{cl}$
Cula - Hulboaca	Pohoarna - Domulgeni	Pojarna - Sipoteni
Bălţata - Bălţata	Ciulucul Mic - Telenești	Işnovăţ - Sângera
	Cogâlnic - Cucuruzeni	
	Bâc - Străşeni	
	Bâc - Chișinău	
	Botna - Căușeni	

Bilanțul de gospodărire a apelor

La Agenția „Apele Moldovei”, în colaborare cu colegii din instituțiile similare din Ucraina, în cadrul proiectului „Schimbările climatice și securitatea în Europa de Est, Asia Centrală și Caucazul de Sud”, componenta Schimbările climatice și securitatea în bazinul râului Nistru [42], s-a calculat bilanțul de gospodărire a apelor din bazinul r. Nistru [27, 30] *(fig. 21)*.

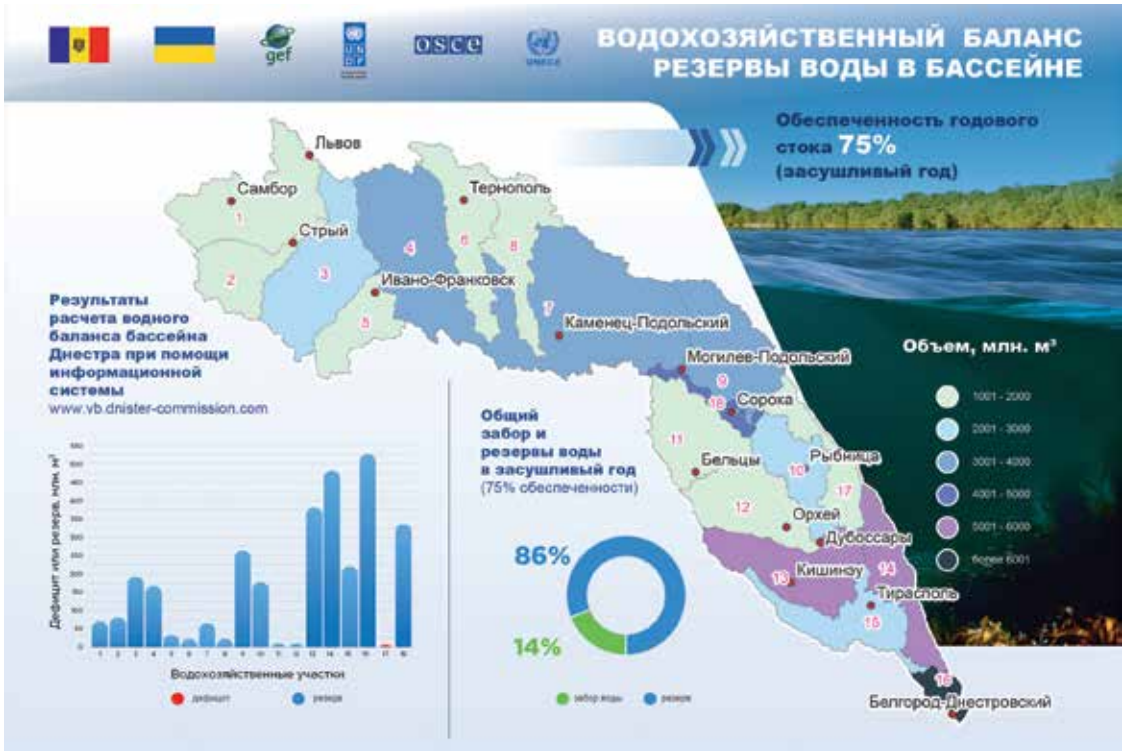


Fig. 21. Bilanţul de gospodărire a apei. Rezervele de apă din bazinul r. Nistru

Metodologia de calcul a bilanțului de gospodărire a apelor pentru bazinul r. Nistru, în continuare, la Agenția „Apele Moldovei”, a fost dezvoltată și extinsă pentru tot teritoriul Republicii Moldova. Pentru aplicarea metodicii date s-au elaborat două variante de delimitare a sectoarelor de gospodărire a apei: o raionare detaliată *(fig. 22)* și una generalizată.

În baza datelor măsurătorilor hidrometrice de la peste 80 posturi din Republica Moldova și Ucraina, s-a calculat scurgerea cu probabilitatea depășirii de 50% (an aproximativ cu scurgere medie), 75% (an secetos) și 95% (an foarte secetos) pentru fiecare lună.

În continuare s-a modelat distribuirea spațială a stratului scurgerii (mm) cu probabilitatea anuală a depășirii 50%, 75% și 95%. Din modelele numerice s-au extras valorile medii a scurgerii pentru fiecare sector, pentru fiecare lună și pentru fiecare probabilitate indicată. În continuare stratul scurgerii prezentat în mm se recalculează în volum al scurgerii – milioane m^3.

Produsul final realizat reprezintă calculul volumului resurselor de apă în punctul aval (de închidere) a sectorului de gestionare a resurselor de apă *(tab. 9)*.

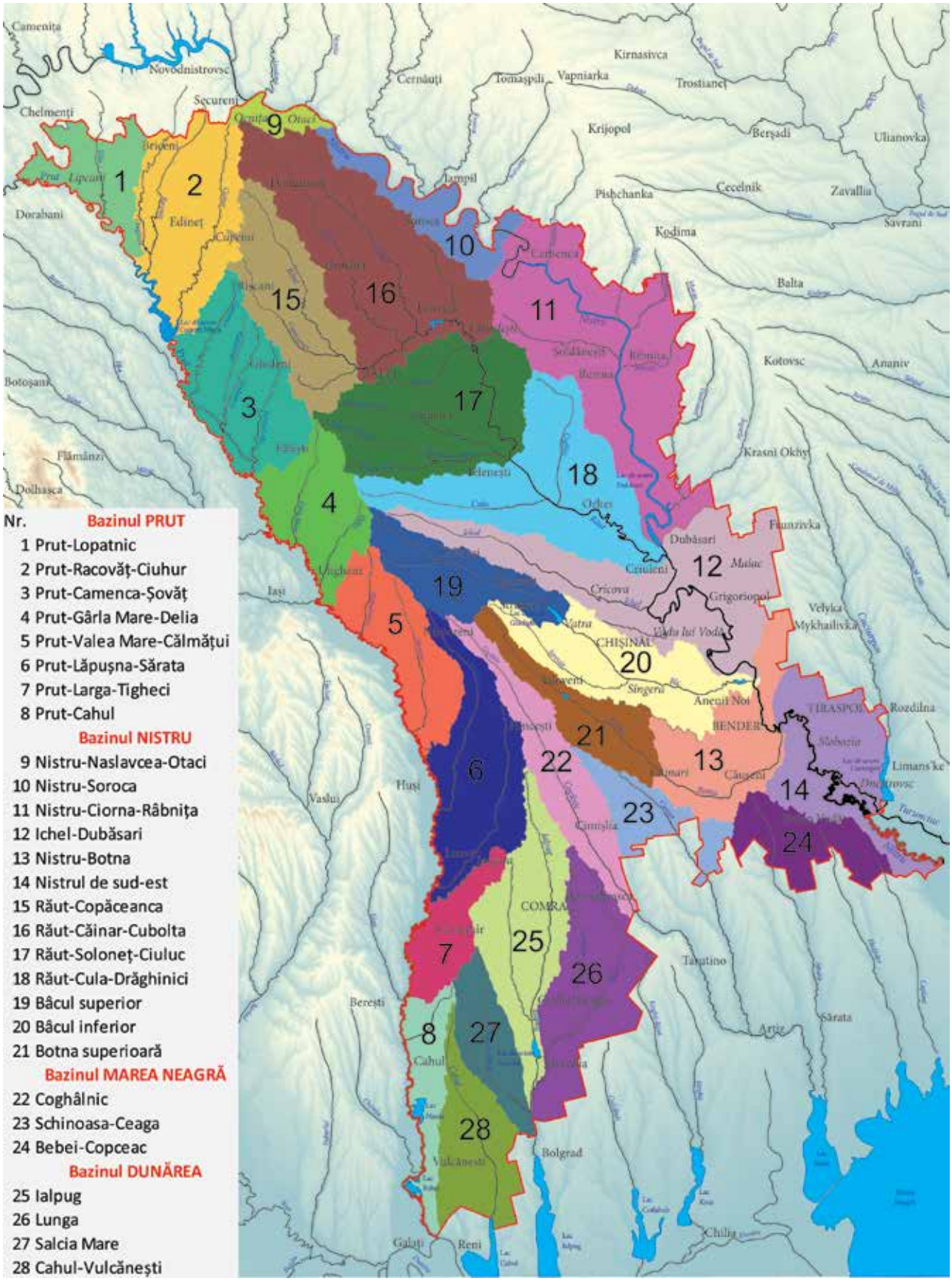


Fig. 22. Sectoare de gestionare a resurselor de apă din Republica Moldova (detaliate)

Tabelul 9. Resursele de apă ale Republicii Moldova de diferită asigurare (sunt analizate datele până în 2015), km^3

nr. sector	Denumire sector	F, km^2	P=50%	P=75%	P=95%
	Bazinul r. PRUT				
1	Prut-Lopatnic	10240	2.643	1.753	0.967
2	Prut-Racovăţ-Ciuhur	12214	2.185	1.474	0.852
3	Prut-Camenca-Sovat	14844	2.237	1.506	0.972
4	Prut-Gârla Mare-Delia	21544	2.289	1.537	1.092
5	Prut-Valea Mare-Călmăţui	23055	2.321	1.554	1.096
6	Prut-Lăpușna-Sărata	24900	2.359	1.576	1.101
7	Prut-Larga-Tigheci	25907	2.373	1.584	1.101
8	Prut-Cahul	28410	2.391	1.593	1.103
	Total bazin		**2.391**	**1.593**	**1.103**
	Bazinul fl. NISTRU				
9	Nistru-Naslavcea-Otaci	43408	7.309	5.470	3.705
10	Nistru-Soroca	48623	8.647	6.347	3.705
11	Nistru-Ciorna-Râbniţa	53849	8.055	5.962	3.961
12	Ichel-Dubăsari	66246	8.106	5.862	3.926
13	Nistru-Botna	68267	8.156	5.761	3.890
14	Nistrul de sud-est		8.417	6.332	4.568
15	Răut-Copăceanca	1290	0.044	0.024	0.010
16	Răut-Căinar-Cubolta	3777	0.146	0.097	0.053
17	Răut-Solonet-Ciuluc	5698	0.194	0.125	0.066
18	Răut-Cula-Drăghinici	7777	0.236	0.145	0.080
19	Bâcul superior	877	0.024	0.010	0.003
20	Bâcul inferior	2165	0.052	0.028	0.011
21	Botna superioară	759	0.016	0.009	0.002
	Total bazin		**8.417**	**6.332**	**4.568**
	Bazinele râurilor mici ale MĂRII NEGRE				
22	Cogâlnic	1020	0.020	0.012	0.0009
23	Schinoasa-Ceaga	561	0.005	0.003	0.0002
24	Bebei-Copceac	690	0.027	0.004	0.0042
	Total bazin		**0.027**	**0.019**	**0.0053**
	Bazinul fl. DUNĂREA				
25	Ialpug	1370	0.022	0,017	0.0014
26	Lunga	1362	0.013	0,011	0.0010
27	Salcia Mare	1994	0.035	0,023	0.0020
28	Cahul-Vulcănești	926	0.022	0,011	0.0043
	Total bazin		**0.070**	**0.062**	**0.0053**
	Total ţară		**10.9**	**7.93**	**5.67**

Scenariile modificării scurgerii

În baza prelucrării informației analizate în capitolele anterioare s-au construit 3 seturi de hărți [25], care reprezintă valoarea scurgerii climatice medii anuale pentru trei diferite scenarii și trei intervale de timp – până la 2035, 2085 și 2100 *(fig. 23)*.

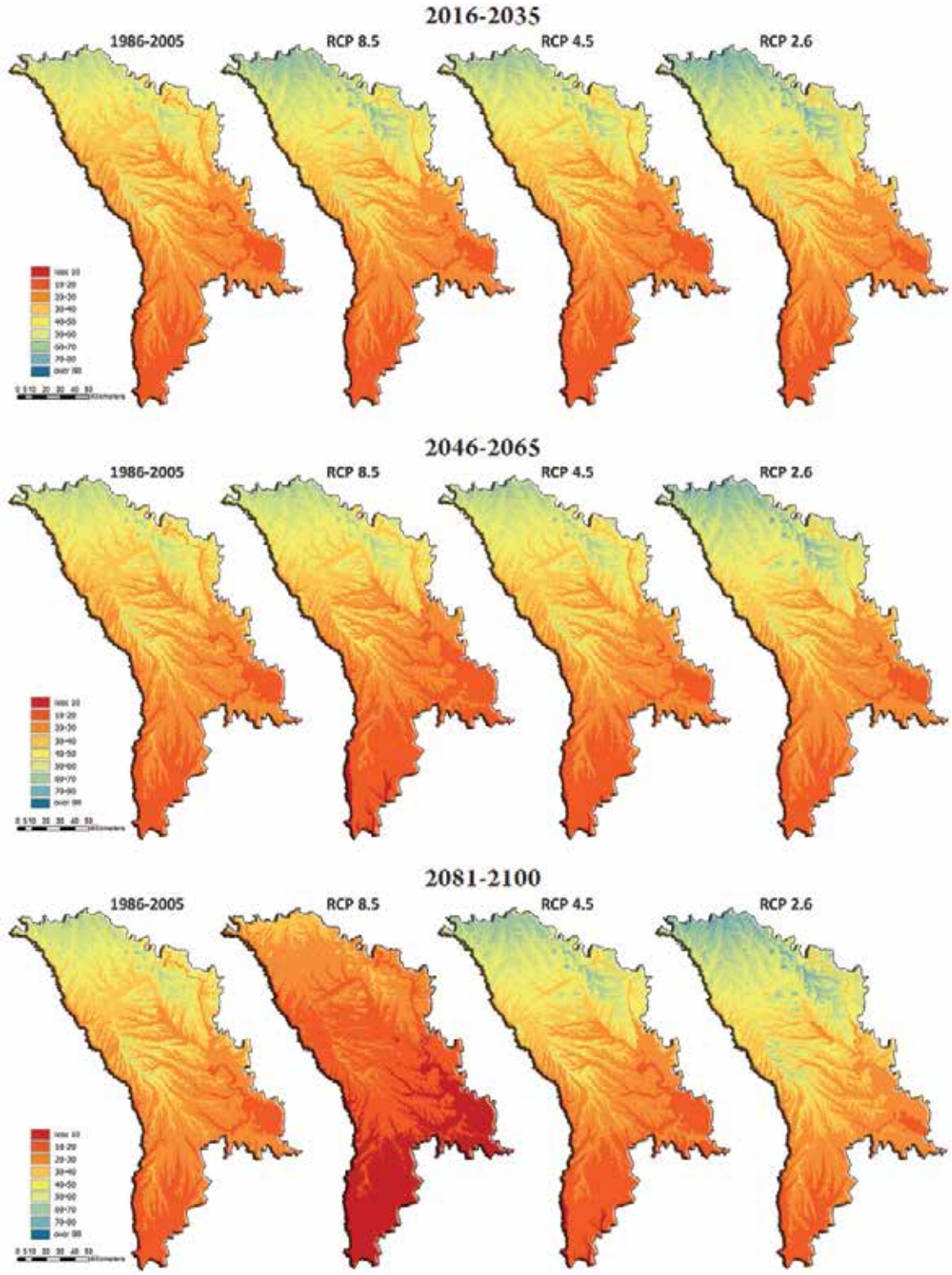


Fig. 23. Stratul scurgerii climatice medii anuale, conform scenariilor RCP2.6; RCP4.5 și RCP8.5

Aplicând procedeele descrise anterior putem determina scurgerea naturală din intervalele de timp propuse în baza scurgerii climatice calculate.

Apele subterane

În concepția modernă, rezervele de exploatare (sau exploatabile, RE) reprezintă cantitatea maximă de apă care poate fi extrasă dintr-un strat acvifer, fără a schimba echilibrul hidrogeodinamic [17]. În Republica Moldova rezervele exploatabile au fost calculate numai pentru acviferele interstratale (fără apele freatice) care conțin cantități mari de apă. Ultimele calcule oficiale ale rezervelor de exploatare a apelor subterane au fost realizate în anul 1981 în baza datelor de până la 1978 (au trecut 40 de ani!) [56]. Datele acestor estimări sunt folosite până în prezent.

Apele subterane ale Republicii Moldova sunt parte componentă a unui bazin artezian regional care se extinde și după hotarele țării. În prezent, noțiunea structurală Bazinul artezian al Pre-Mării Negre în limitele depresiunii Neogene este unitatea folosită în cercetările și explorările hidrogeologice. În cadrul părții de sud-vest a Bazinului artezian al Pre-Mării Negre (teritoriul geografic al Republicii Moldova) sunt dezvoltate două sisteme hidrogeologice în care s-au cantonat apele freatice și apele subterane interstratale (adânci). Aceste sisteme subterane acvatice sunt complet diferite după geneză, proprietățile hidrogeodinamice, hidrogeochimice și hidrogeoecologice [17].

Apele freatice sunt cantonate în primele acvifere cu nivel liber de la suprafața terestră și sunt accesibile prin intermediul fântânilor și izvoarelor. Grosimea stratelor acvifere este extrem de variabilă și se află în intervalul mediu 0,0–20,0 m. Debitul excavațiilor artificiale (fântâni, sonde) și al curgerilor naturale (izvoare, zone umede) nu este stabil în timp și constituie 0,01–1,0 l/s (în rare cazuri poate fi mai mare). Calitatea apei este pestriță după valoarea mineralizării (0,6–3,0 g/l și mai mult) și după tipul hidrogeochimic – de la hidrocarbonatică sulfuroasă cu sodiu până la clorică sulfuroasă cu calciu și magneziu. În majoritatea cazurilor (95% din 100%), calitatea apei nu corespunde normativelor sanitaro-igienice locale și internaționale de apă potabilă. Particularitățile acviferului freatic permit utilizarea apei pentru activitatea gospodăriilor individuale. De menționat că în cca 90% din ariile rurale ale Republicii Moldova acviferul freatic este unica sursă necentralizată de apă potabilă și tehnică [17].

Apele subterane interstratale (sau adânci) sunt răspândite pe tot teritoriul țării și depozitate în acvifere și complexe acvifere. Stratele (complexele) acvifere sunt cantonate în roci granulare sau fisurate, de diferite vârste geologice. Acviferele interstratale posedă proprietăți hidrogeodinamice și hidrogeochimice atât în plan orizontal, cât și vertical. Cea mai importantă este zonalitatea verticală, potrivit căreia, sub aspect hidrogeodinamic, acviferele se repartizează în trei zone (de sus în jos): zona schimbului activ al apei (cu recirculație), zona schimbului lent și zona schimbului pasiv. Acviferele care conțin apă potabilă sunt situate numai în zona cu recirculație activă a apei. Grosimea acestei zone crește de la nord (cca 10,0 m) spre sud (cca 550,0 m) [43]. Zonele cu recirculație (schimb) lentă și pasivă nu conțin ape potabile, se află la adâncimi mari și numai în unele teritorii ale țării. Aceste zone prezintă un interes industrial deosebit (ape geotermale, minerale, industriale cu mineralizarea de la 3,0-10,0 până la 60,0-130,0 g/l) și nu sunt analizate în cadrul lucrării date.

În plan orizontal, acviferele interstratale conțin zonele de alimentare cu apă, de tranzit și de descărcare. Preponderent, alimentarea acviferelor are loc în partea de nord a țării și în Podolia ucraineana, însă există și arii locale pe tot teritoriul. În spațiu regional, direcția principală a fluxului apelor subterane este orientată de la nord spre sud și sud-est [35]. Fluxul apelor subterane dinspre Carpați și teritoriul Ucrainei practic lipsește sau este neînsemnat [35].

Rezervele apelor subterane interstratale au fost calculate numai pentru acviferele zonei cu recirculație activă a apei. Aceste rezerve sunt dinamice în timp sau regenerabile (în geologie este o proprietate naturală unică a zăcămintelor minerale, caracteristică numai pentru apa subterană). Informația despre calculele finale ale RE sunt totalizate în tabelul 10. În scopul respectării cerințelor standardului „Apă potabilă” (ГОСТ Вода питьевая, СССР, 1982) rezervele apelor subterane au fost grupate în categoriile *Corespund, Corespund convențional* și *Nu corespund* normelor sanitaro-igienice.

Categoriile au fost evidențiate prin suprapunerea hărților rezervelor de apă și raionării hidrogeochimice. Potrivit acestora, resursele de apă s-au repartizat în felul următor: *Corespund* – 733 700 m^3/zi; *Corespund convențional* – 1 306 000 m^3/zi și *Nu corespund* – 503 100 m^3/zi. Estimările în cauză sunt în vigoare până în prezent.

Tabelul 10. Rezervele exploatabile ale apelor subterane în perimetrul Republicii Moldova [17]

Zona	Rezervele de apă subterană, mii m^3/zi
Nord (până la latitudinea or. Orhei)	270,6
Centru (până la latitudinea or. Hâncești)	252,7
Sud	279,5
Lunca râului Nistru	1658,4
Lunca râului Prut	81,6
Total	**2542,8**

Tot teritoriul R. Moldova se caracterizează printr-o productivitate moderată a acviferelor sau 2,0–5,0 l/s. Această productivitate constituie 7,2–18,0 m^3/ora sau 172,8–432,0 m^3/zi. Valoarea medie a productivității acviferelor (Q_m) este de 216,0 m^3/zi (Q_m = 216,0 m^3/zi). Conform metodologiei de calcul [2, 17, 3] RE constituie 3 729 888 m^3/zi (circa 3 730 000 m^3/zi) sau 1,36 km^3/an. Această valoare reprezintă RE prognostice ale apelor subterane înmagazinate în zona hidrogeodinamică cu recirculație activă a apei în cadrul Republicii Moldova.

Datele din tabelul 11 prezintă volumul RE potențiale (RP) și exploatabile (RE) de apă subterană. Valoarea coeficientului (a) poate fi determinată prin metode hidrodinamice (cu parametrii problematici și cu caracter probabilistic) sau prin metoda analogică. Metoda analogică este mai sigură în cazul R. Moldova. Situații analogice pot fi considerate estimările RE din anul 1962 – Corobco și al. [53], Zelenin și al. din 1973 [36] și Saraevskii și al. din 1982 [55]. Procedura calculului coeficientului (a) este expusă în formula *a = RE/RP (tab. 11)*. Valoarea medie *a* = 0,42. Valoarea coeficientului parțial *(a)* poate fi majorată, dacă vor fi corecții la condițiile regionale hidrogeochimice (calitatea apei).

Tabelul 11. Determinarea rezervelor exploatabile ale apelor subterane potabile din teritoriul Republicii Moldova, în granițele sale geografi ce, anul 2018 [17]

Metoda și anul	Rezerve potenţiale de apă subterană (RP), m^3/zi	Rezerve exploatabile (RE), m^3/zi
Stasev și al. (1962)	1 199 105,00	760 320,00
Zelenin și al. (1973)	1 500 003,00	540 004,00
Saraevskii și al. (1982)	2 542 800,00	733 700,00
Moraru și al. (2001)	4 331 874,54	1 819 387,00*
Moraru (2013)	3 729 888,00	1 566 553,00*

Notă: * – calculele s-au efectuat cu coeficientul parțial *a* = 0,42.

Apa subterană în țara noastră se exploatează centralizat începând cu anii 1950. Cea mai intensă perioadă de folosire a apei a fost intervalul anilor 1960-1992 (maxim cca 900 milioane m^3/an). În prezent, volumul de apă folosit în economie și în activitatea socială a țării constituie cca 120 de milioane m^3/an sau 0,12 km^3/an. Din intervalul de rezerve de exploatare volumul de apă extras constituie intervalul parțial 3,1–5,6 sau 31% (minim) și 56 % (maxim) rezerve în stoc nefolosite.

În prezent, acviferele regenerează rezervele de apă subterană. Republica Moldova posedă rezerve de apă subterană interstatală în cantități suficiente pentru a fi folosite și în alte ramuri ale economiei naționale și ale necesităților sociale. Această situație poate fi și mai optimistă, dacă vor fi luate în considerare și rezervele acviferelor freatice [17].

II. PRINCIPII ȘI SISTEME DE COLECTARE A APEI DE PLOAIE PENTRU SCOPURI AGRICOLE

2.1. PROVOCĂRILE DIN REGIUNILE SECETOASE ÎN COLECTAREA APEI DE PLOAIE

În Republica Moldova, de regulă, cantitatea de precipitații este insuficientă pentru satisfacerea cerințelor de bază a creșterii culturilor agricole. Deoarece precipitațiile sunt distribuite neuniform în perioada de vegetație și deseori cad pe neașteptate și cu o intensitate foarte mare, ele nu pot asigura o agricultură durabilă. De exemplu, precipitațiile din sudul Republicii Moldova în perioada de vară cad predominant în formă de ploi cu descărcări electrice. Această apă, predominant se pierde prin evaporare și scurgere, de aceea în perioada de vegetație sunt frecvente perioade secetoase. Scurgerea se poate forma chiar și pe terenurile relativ orizontale, unde condițiile pedologice împiedică pătrunderea umezelii în sol. Aici cea mai mare parte a precipitațiilor se adună în bălțoace, din ele se formează pâraie, care formează terenuri umede (înmlăștinite) cu multe săruri la suprafață din care apa își pierde din calitate și se evaporă. Doar o mică parte din ea ajunge la orizonturile freatice de ape subterane. Antrenată în mișcare, această apă poate provoca eroziune considerabilă și formarea ravenelor.

Pierderile acestor cantități mici de precipitații provoacă un stres hidric al plantelor agricole, diminuând recolta cu mult, sau chiar totalmente compromițând-o. Problema se agravează și de alte fenomene naturale nefavorabile, precum temperaturi extrem de înalte.

Pierderile apei pluviale, fără niciun folos în agricultură sau gospodărirea comunală, de rând cu managementul funciar incorect – pot avea rolul unor factori decisivi în deșertificarea terenurilor, scăderea nivelului de trai și creșterea sărăciei în regiunile secetoase.

Pentru dezvoltarea unei agriculturi durabile în lipsa sistemelor de irigare de orice tip este necesar de păstrat apa pluvială și de utilizat corect terenurile. Colectarea apei reprezintă cheia utilizării raționale a apei de ploaie în scopuri agricole. Colectarea apei sporește cantitatea de apă disponibilă pentru o unitate de teren agricol, diminuează impactul secetelor și rațional folosește scurgerea de suprafață.

Deoarece deficitul de apă în regiunile secetoase reprezintă un fenomen repetabil, societatea simte o necesitate în informare cum să acumuleze eficient apa și cum să se utilizeze fiecare litru de apă disponibilă. Colectarea apei reprezintă un procedeu efecient și econom de atingere a acestui scop, iar informația despre sistemele și metodele existente este foarte solicitată [44].

Principiile și avantajele colectării apei de ploaie

Colectarea apei de ploaie se bazează pe principiul lipsirii unui sector de teren de cantitatea de precipitații care îi revine (mică și neproductivă) și alocarea acestei cantități de umiditate altui sector de teren. Aceasta sporește volumul de apă accesibil pentru al doilea sector până la nivelul necesar plantelor și astfel oferă posibilitatea funcționării unei agriculturi durabile.

De exemplu, un teritoriu cu o suprafață de 4 ha într-o perioadă de vegetație primește 150 mm de ploaie. Dacă 150 mm de pe 2 ha le vom redirecționa pe cealaltă jumătate – ultima va primi 300 mm de umiditate. Acest volum de apă deja este suficient pentru cultivarea multor plante agricole. Iar dacă se va colecta apa de pe 3 ha și direcționa pe 1 ha – ultimul va primi 450 mm de pe terenurile vecine și 150 mm de ploaie proprie, deci în total 600 mm. La o distribuire corectă a apei, terenul poate avea suficiente rezerve de umiditate pentru cultivarea unui spectru larg de culturi agricole. Desigur, în realitate doar o parte din apă poate fi colectată ușor și ieftin. Așa o acumulare a apei de ploaie se numește **colectare de apă**, care poate fi formulată astfel – „procesul de acumulare a precipitațiilor prin scurgerea de suprafață și păstrarea lor pentru o utilizare eficientă”.

Colectarea apei pluviale poate avea loc pe cale naturală sau prin intervenția omului. Colectarea naturală se observă după ploile torențiale puternice, care form ează scurgerea, ce se acumulează în depresiunile mici naturale și poate fi folosită în continuare.

Colectarea prin implicarea umană presupune organizarea scurgerii apei cu acumularea ei ulterioară sau redirecționarea ei (sau ambele) pentru folosirea ei în sectorul destinat. De rând cu folosirea ei în agricultură, colectarea apei poate fi aplicată în asigurarea cu apă potabilă a oamenilor și animalelor, în scopuri menajere ș.a. [20].

La ce poate servi colectarea apei de ploaie

Colectarea apei de ploaie poate avea avantaje deosebite în următoarele circumstanțe:

- În Republica Moldova, în regiunile secetoase, unde cantitatea mică de precipitații și repartizarea lor neuniformă în timp nu sunt favorabile pentru cultivarea plantelor agricole. În cazul când alți factori, ca solul, temperaturile etc. sunt favorabile – colectarea apei de ploaie poate favoriza dezvoltarea agriculturii chiar și în lipsa altor surse de apă.
- Pe terenurile neirigate, unde culturile agricole pot fi crescute, dar cu recolte foarte mici și cu riscuri mari. Aici sistemele de colectare a apei pot asigura suficiente cantități de apă, care împreună cu precipitațiile atmosferice pot spori și stabiliza producția agricolă.
- În regiunile unde nu sunt rezerve de apă suficiente pentru cerințe menajere și de creștere a animalelor. Aici aceste cerințe pot fi satisfăcute prin colectarea apelor de ploaie.
- În regiunile secetoase, supuse deșertificării, unde potențialul pentru producerea culturilor agricole se diminuează din cauza lipsei managementului eficient. Asigurarea acestor terenuri cu apă prin colectarea ei poate îmbunătăți cuvertura vegetală și opri degradarea mediului [1].

Avantajele enumerate, la rândul său, vor favoriza multe alte beneficii nemateriale și socioeconomice indirecte [1].

Componentele sistemelor de colectare a apei

Principalele componente ale sistemelor de colectare a apei sunt:

Bazinul de recepție – parte a suprafeței terestre de pe care apa de ploaie (sau o parte din ea) se scurge într-un punct dat. Suprafața bazinului de recepție poate fi de la câțiva m^2 până la câțiva km^2. Pot fi utilizate terenuri dintr-o gospodărie, întreprindere, terenuri neproductive, urbane și rurale, chiar și acoperișuri, suprafețe asfaltate sau betonate etc.

Rezervor – locul unde se va păstra scurgerea apei din momentul colectării ei până la folosire. Rezervorul poate fi terestru și subteran.

Sectorul destinat – locul unde se va folosi apa colectată. În agricultură acestea sunt plantele sau animalele, în utilizarea comunală – omul sau întreprinderea [1, 44].

2.2. SISTEME AGROTEHNICE DE COLECTARE A APEI DE PLOAIE

Ținând cont de faptul că colectarea apei este o tradiție foarte veche, care se aplica pe parcursul a mii de ani în majoritatea ariilor aride de pe Glob, s-au elaborat multe diferite metode și procedee de colectare a ei. Majoritatea lor sunt destinate irigării, o parte – pentru alimentarea cu apă a oamenilor și animalelor. Aceleași metode în diferite regiuni ale Terrei poartă nume diferit și invers – metodele cu aceeași denumire în practică sunt absolut diferite. Metodele de colectare a apei se clasifică în special în funcție de forma de utilizare a apei sau de păstrare a ei, dar cel mai frecvent – în funcție de suprafața de recepție *(fig. 25)*.

Sistemele microbazinelor de recepție

În sistemele microbazinelor de recepție scurgerea de suprafață se colectează de pe arii mici, cu scurgere de pe versanți scurți. Apa, de regulă, se scurge spre terenul prelucrat unde se acumulează în sistemul radicular al plantelor și se folosește nemijlocit de către plante, sau se păstrează pentru o folosire ulterioară în acumulări mici de apă (iazuri, helești etc.). Dimensiunea bazinului de recepție formează de la câțiva metri pătrați până la aproximativ 1000 m^2. Suprafețele de recepție terestre pot fi naturale, cu vegetație naturală, sau prelucrate în mod corespunzător pentru asigurarea scurgerii. Suprafețele artificiale de recepție le formează acoperișurile clădirilor, spațiile pavate, asfaltate și alte construcții impermeabile. Toate aceste măsuri pot fi atribuite la categoria măsurilor agromeliorative.

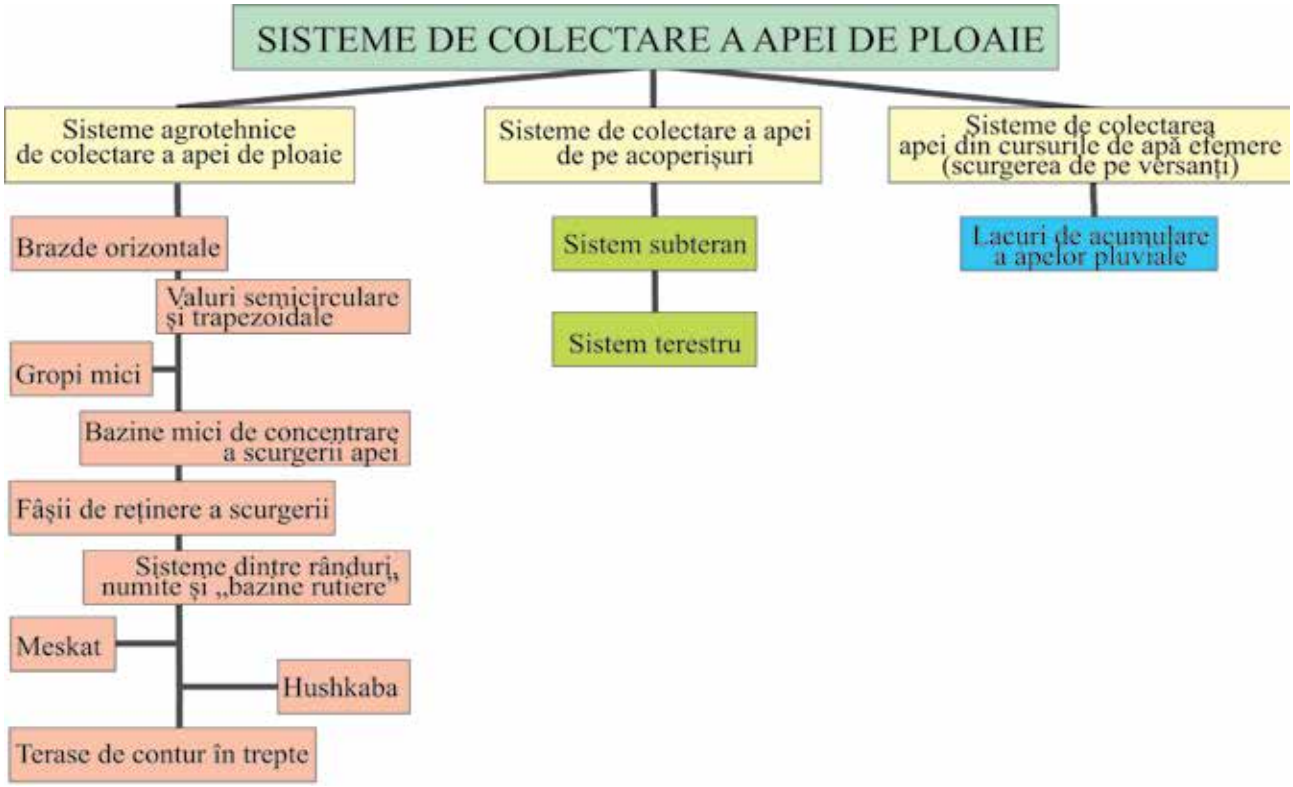


Fig. 25. Clasificarea sistemelor de colectare a apei [1, 44], (adaptat)

Sistemele microbazinelor de recepție folosite în gospodăriile de fermieri pot fi construite cu cheltuieli mici, deci pot fi ușor reproduse și sunt ușor adaptabile. Ele au o eficiență mai înaltă a scurgerii în comparație cu sistemele macrobazinelor de recepție și nu au nevoie de prezența sistemelor de aprovizionare cu apă. Ele permit controlul eroziunii solului și permit orientarea aluviunilor pe terenurile prelucrate. Pentru orice versant și cultură agricolă poate fi aleasă metoda potrivită a microbazinului de recepție. Însă aceste sisteme, de regulă, necesită mentenanță permanentă, cu un consum al forței de muncă relativ înalt.

Aplicând această tehnologie, spre deosebire de macrobazinele de recepție, fermierul poate controla atât bazinul de recepție, cât și sectoarele țintă.

Toate componentele sistemului se construiesc în limitele gospodăriei fermierului, aceasta reprezentând un avantaj din punct de vedere al deservirii și gospodăririi, însă din cauza reducerii terenurilor productive fermierii sunt gata să ofere o parte din terenuri pentru colectarea apei doar în regiunile secetoase, unde creșterea plantelor agricole este deosebit de riscantă.

Brazde orizontale. Aceste brazde se construiesc paralel conturului izoliniilor reliefului (orizontalelor), de obicei, la o distanță de la 5 până la 10 m una de alta. Înălțimea brazdelor este de 10–15 cm. Primii 1–2 metri amonte de brazdă sunt destinate pentru creșterea plantelor, restul suprafeței – pentru colectarea apei *(fig. 26)*. Înălțimea fiecărei brazde variază în funcție de panta versantului și adâncimea preconizată de acumulare a scurgerii. La necesitate brazdele pot fi fortificate prin pietre. Crearea brazdelor reprezintă una dintre metodele simple, care poate fi utilizată de fermieri. Brazdele pot fi create manual, folosind forța animală sau tractoare dotate cu instrumente necesare. Brazdele pot fi construite pe versanți cu pante de la 1% la 50%.

Brazdele de contur se utilizează în zonele cu precipitații anuale de 350–700 mm.

Cheia succesului acestor sisteme se ascunde în amplasarea brazdelor exact de-a lungul orizontalelor. Astfel, apa va curge de-a lungul brazdei, se va acumula în partea inferioară, se va sparge în continuare și va distruge tot sistemul.

Brazdele orizontale reprezintă una dintre cele mai importante metode de asigurare a creșterii plantelor ierboase, furajere și a soiurilor de pomi rezistenți la secete. În tropicele semiaride ele se aplică la cultivarea a astfel de culturi ca sorgul, meiul, diferite boboase [44].




Fig. 26. Brazde orizontale în nordul Siriei [44] – exemplu aplicabil și pe solurile argiloase și argilo–lutoase din Republica Moldova

Valuri semicirculare și trapezoidale. Aceste valuri din pământ au formă de semicerc, semilună sau trapez și sunt orientate spre deal, exemplu aplicabil și în zonele colinare din Republica Moldova (Podișul Central al Moldovei și Codrii – r. Călărași, Orhei, Hîncești și Prutul de mijloc și de jos – r. Leova, Cantemir și Cahul). Ele se construiesc la o distanță, care formează o suprafață suficientă pentru colectarea volumului necesar de apă, ce se acumulează în partea de sus a valului și unde se cultivă plantele. De regulă, valurile se amenajează în carouri/romburi. Diametrul sau distanța dintre două capete ale fiecărui val variază de la 1 până la 8 m, iar înălțimea constituie 30–50 cm. Excavarea solului pentru crearea valului formează o adâncitură. Apa scursă se acumulează aici și se păstrează la sistemul radicular al plantelor *(fig. 27)*.

Dacă solul se excavează mai aproape de vârful dealului, atunci se va mări panta și crește coeficientul scurgerii. Astfel, metoda propusă se poate aplica și pe suprafețe orizontale și pe versanți cu pante până la 15%.

Valurile semicirculare se folosesc la reabilitarea pășunilor și producerea furajelor, dar pot fi utile și la creșterea pomilor, arbuștilor, culturilor de câmp (de exemplu, sorgul) și chiar culturilor bostănoase.

Terasa semicirculară este o formă a valurilor semicirculare care se creează pe versanți abrupți. În partea exterioară ea se întărește cu pietre. Cu cât este mai mare panta – cu atât mai mult material pietros se va folosi. Amenajarea și menținerea unui astfel de sistem este destul de anevoioasă și costisitoare [44].




Fig. 27. Valuri semicirculare după ploaie [1]

Gropi mici – reprezintă una din cele mai vechi metode și se aplica în țările Africii de Vest și Est, dar în prezent este preluat de multe țări mediteraneene. Această metodă se potrivește ideal pentru restabilirea terenurilor agricole degradate. Gropile au un diametru de 0,3-2,0 m. Cel mai

cunoscut în lume este sistemul *zay*, care pe larg se aplică în Burkina-Faso. Ea constă din gropi de 5–15 cm adâncime. O parte din sol se amestecă cu băligar și resturi de plante care se aruncă în *zay*. Restul solului de folosește pentru formarea brazdei mici în aval de groapă *(fig. 28)*.





Fig. 28. Sistemul *zay* acumulează suficientă umiditate în groapa unde crește planta [44] – exemplu aplicabil pe solurile argiloase și argilo – lutoase din Republica Moldova

Gropile se aplică în combinare cu brazdele, pentru a păstra scurgerea de suprafață, pe care ele însăși îl frânează. Acest sistem permite restabilirea multor terenuri degradate în circuitul agricol.

Sistemul de gropi se folosește pentru creșterea culturilor anuale, îndeosebi a gramineelor (porumbul și sorgul).

Dacă gropile se sapă pe teren orizontal neted, dar nu pe pantă, ele pot fi privite mai mult ca o metodă de păstrare a umidității, dar nu de colectare a apei. Crearea sistemelor *zay* este destul de anevoioasă și poate necesita investiții mari în primul an și chiar următorii, deoarece după fiecare arătură gropile trebuie restabilite din nou. Pentru crearea gropilor mici în scopul reabilitării terenurilor pot fi adaptate pluguri speciale [44].

Bazinele mici de concentrare a scurgerii apei, uneori denumite *negarim* [14], sunt constituite din construcții mici în formă de romb sau dreptunghi, înconjurate pe perimetru de grinduri mici din pământ. Acest exemplu este aplicabil și în zonele colinare din Republica Moldova (Podișul Central al Moldovei și Codrii – r. Călărași, Orhei, Hîncești și Prutul de mijloc și de jos – r. Leova, Cantemir și Cahul. Ele sunt orientate astfel, încât versantul cel mai lung este situat paralel diagonalei mari a rombului, astfel încât apa scursă să se adune în colțul de jos. Dimensiunile obișnuite sunt de 5–10 m lățime și 10–25 m lungime *(fig. 29)*. Bazinele mici pot fi construite pe orice pante, inclusiv pe relief de câmpie cu pantele de 1–2%, însă în cazul pantelor peste 5% se pot manifesta fenomenele de eroziune a solului și grindurile vor trebui înălțate.



Fig. 29. *Negarim* cuplat cu gropi de plantare pentru producţia optimă de pomi [14]



Fig. 30. Fâșii de reţinere a scurgerii [24].

Bazinele mici de concentrare a scurgerii apei sunt destinate în mod special creșterii pomilor, dar pot fi utilizate și pentru alte culturi agricole. În cazul cultivării pomilor solul trebuie să fie suficient de adânc pentru reținerea cantității suficiente de umiditate pe parcursul întregii perioade uscate.

Dacă suprafața de recepție este într-o stare bună, aceasta permite folosirea apei de ploaie la 30–80% pentru creșterea culturilor agricole. Un efect deosebit al sistemului *negarim* este protecția solului. După amenajarea sistemului *negarim* el poate funcționa ani în șir cu o deservire minimă. Măsurile de combatere a buruienilor pot să nu aducă rezultate în limitele spațiului mic al fiecărui bazin, de aceea este util doar lucrul manual sau aplicarea chimicalelor. Dacă *negarim*-ul se construiește pe soluri grele sau sol acoperit cu crustă, atunci coeficientul scurgerii poate fi înalt. Însă deoarece sistemul este destinat pentru culturi agricole valoroase, este rațional de luat măsuri pentru organizarea scurgerii suplimentare [1, 44].

Fâșii de reținere a scurgerii. Tehnologia fâșiilor de reținere a scurgerii este potrivită pentru versanții domoli. Fâșiile sunt folosite la cultivarea culturilor de câmp în regiunile aride (de exemplu, a orzului), unde agricultura este riscantă, iar recolta – joasă. Câmpul este divizat în fâșii amenajate de-a lungul conturului. Fâșia superioară se folosește ca arie de recepție, iar cea inferioară – menține culturile. Fâșia inferioară nu trebuie să fie lată (1–3 m), iar lățimea ariei de recepție se determină în funcție de volumul necesar al scurgerii *(fig. 30)*. Creșterea plantelor prin aplicarea fâșiilor de reținere a scurgerii poate fi complet mecanizată și necesită efort manual minim. Anual pe fiecare din aceste fâșii pot fi crescute aceleași culturi agricole.

Pentru sporirea scurgerii poate fi necesară curățarea și tasarea fâșiilor.

Pe terenurile prelucrate se introduc îngrășăminte și pesticide. La un management eficient cultivarea continuă a fâșiei favorizează fertilitatea solului și structura sa, sporind astfel productivitatea. Această metodă îndeosebi se recomandă pentru cultivarea orzului și a altor culturi agricole de câmp pe arii marii cu o vegetație de stepă, unde ea poate substanțial diminua riscurile și spori productivitatea. Aria de recepție poate fi utilizată în calitate de pajiște după recoltarea roadei.



Fig. 31. Sisteme între rânduri, numite și „bazine rutiere", Australia [44]

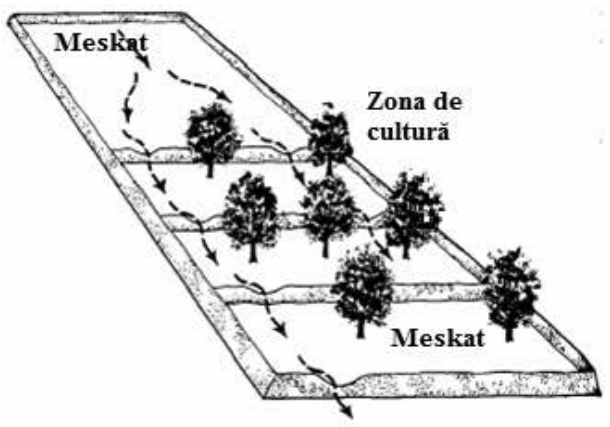


Fig. 32. Sistemul *Meskat* utilizat pe larg în Tunisia [1]

Totodată, una din problemele cu care se poate ciocni fermierul este faptul că apa nu poate fi repartizată uniform pe toată fâșia. Îndeosebi aceasta se referă la pantele domoale, unde fâșia este prea lată, ca și în cazul sistemelor *hushkaba* din Pakistan, sau când de-a lungul marginii superioare a fâșiei în procesul prelucrării se formează un val mic [24, 44].

Sistemele între rânduri, numite și „bazine rutiere", pot fi cea mai bună tehnică aplicată pe terenuri plane. Gropile sau brazdele cu secțiuni transversale triunghiulare sunt construite de-a lungul pantei principale a terenului *(fig. 31)*. Înălțimea valurilor variază de la 40 la 100 cm, sunt construite la distanțe de 2–10 m una de alta, scurgerea pe pantă se colectează între creste și fie se direcționează către un rezervor la capătul unui canal de alimentare, fie către culturile cultivate între creste. Zona de colectare a apei de ploaie trebuie curățată și tasată în mod regulat pentru a menține o scurgere considerabilă (coeficient al scurgerii înalt) [44].

Meskat. Termenul provine din Tunisia *(fig. 32)*, unde se aplică pentru identificarea sistemului tradițional de colectare a apei, folosită, în mod special, pentru creșterea măslinilor și curmalelor. Acest sistem este constituit din bazinul de recepție (*meskat*), amplasat pe versant și suprafața de cultivare a plantelor agricole (*manqa*). Uneori bazinul de recepție este înconjurat de un val de pământ și chiar poate fi dotat cu un deversor, pentru ca torentul de apă dintre sectoare să nu provoace eroziunea solului [1, 44].

Hushkaba reprezintă o tehnologie similară, care se folosește la creșterea culturilor de câmp în Belucistan (Pakistan). Sectoare mari, cu o arie de 1000–5000 m^2, se împart în două părți – superioară și inferioară. Partea superioară servește în calitate de bazin de recepție, furnizând apa de ploaie colectată sectorului inferior, unde se cultivă plantele agricole. Neajunsul acestui sistem constă în lipsa uniformității în distribuirea apei pe suprafața terenului prelucrat. Dacă se micșorează lățimea terenului prelucrat – sistemul va deveni similar celui descris anterior – fâșii de reținere a scurgerii. Sistemul *hushkaba* se folosește în special pentru sporirea recoltei de grâu și orz în regiuni foarte aride (sub 250 mm precipitații).



Fig. 33. Terase de contur în trepte pe versanți abrupți [44]

Terase de contur în trepte. Aceste terase se construiesc pe versanți foarte abrupți și combină protecția solului cu protecția resurselor de apă cu colectarea apei. Terasele destinate creșterii plantelor agricole sunt netede și se mențin (sprijină) prin pereți de piatră pentru frânarea torentelor de apă și diminuarea eroziunii [44]. Aceste terase sunt asigurate prin alimentare suplimentară cu apă de pe pantele abrupte pietruite dintre ele *(fig. 33)*.

Terasele, de obicei, sunt dotate cu sisteme de drenaj, pentru evacuarea surplusului de apă. Ele deseori sunt folosite pentru creșterea pomilor și arbuștilor, mai rar – pentru creșterea culturilor de câmp.

2.3. SISTEME DE COLECTARE A APEI DE PE ACOPERIȘURI

Mulți proprietari ai terenurilor încearcă folosirea resurselor naturale pentru satisfacerea diferitor cerințe oferite în mod direct de însăși natura. Astfel, dacă privim în jur, se observă sporirea numărului de stații eoliene, panouri solare, care transformă energia gratuită a vântului și soarelui în energie electrică și termică și care au un aport considerabil în bugetul întreprinderii, familiei etc. La fel de util poate fi folosită și apa de ploaie, pe care natura o oferă „gratuit” chiar pe propriul teren.

De menționat că, cât de suficiente nu ar fi resursele apelor de suprafață, apa din râu sau lac nu poate fi adusă spre plantă ori casă fără o infrastructură minimă. Această infrastructură presupune un preț oarecare al apei, care deseori este inacceptabil pentru utilizator. Un exemplu elocvent poate fi agricultura fără irigare din lunca Nistrului la o distanță de câteva sute de metri de la râu în lipsa infrastructurii respective, sau invers – fermierii și țăranii renunță la apă din cauza prețului de transport a ei din râu până la plantă.

Sistemele de colectare a apei de ploaie reprezintă unul din procedeele radicale de diminuare a cheltuielilor de apă în perioada de vară, când udarea terenurilor agricole este o activitate strict necesară, iar pentru apa folosită trebuie de plătit. De menționat că apa de ploaie este curată și moale, fapt favorabil pentru plante.

Apa de ploaie gratuită poate fi folosită nu numai pentru udarea plantelor – ea mai poate fi folosită și în sistemul de încălzire a locuinței, precum și pentru alte necesități tehnice în gospodărie. Amenajând un sistem autonom de colectare a apei, instalând un rezervor de acumulare dotat cu pompă – apa de ploaie colectată poate fi folosită în continuare. Iar sistemele de filtrare și tratare

contemporane pot facilita utilizarea acestor rezerve de apă pluvială chiar și în alimentație, transformându-le în apă potabilă.

În Republica Moldova problema aprovizionării cu apă în scopuri agricole este și a fost de importanță primordială, datorită frecvenței înalte (și în creștere, după cum s-a menționat anterior) a secetelor. Tendințele climatice, descrise anterior, impun o utilizare rațională a resurselor de apă. Apa de ploaie, după colectarea ei – reprezintă o valoroasă sursă de apă. Problema colectării resurselor pluviale de apă pentru folosirea ei în „mica agricultură" a fost analizată anterior. În perimetrul localităților noi dispunem deja de o verigă, un instrument, amenajat de colectare a apei pluviale – spațiile impermeabile sau semipermeabile – acoperișurile clădirilor și terenuri acoperite cu cuvertură artificială – asfalt, beton, pavaj. Aceste suprafețe pot și trebuie folosite în calitate de instrument de colectare a apei de ploaie.

Folosirea apei de ploaie în gospodăriile particulare în prezența sistemelor de alimentare centralizate cu apă poate fi un suport financiar considerabil prin reducerea consumului de apă și facturi spre plată mai mici. Gospodăriile cu propriile fântâni, care vor utiliza apele de ploaie, vor micșora presiunea asupra rezervelor de apă subterane, în special asupra apelor freatice, care la fel sunt foarte vulnerabile schimbărilor climatice. Pentru Republica Moldova așa raționalizare a gospodăriilor private în domeniul folosirii resurselor de apă poate favoriza traversarea cu succes a lunilor secetoase, fără cheltuieli suplimentare pentru apă.

Experiența în colectarea resurselor pluviale de apă din Comunitatea Europeană este ghidată de directivele 91/271/EEC și 2000/60/EC [9, 10], care s-au soldat cu un șir de acte normative specializate. Cadrul legal european a favorizat răspândirea pe larg a sistemelor urbane și rurale de colectare a apei de ploaie cu o folosire ulterioară a ei. În elaborarea actelor normative din Republica Moldova pentru gestionarea apelor pluviale legislația Comunității Europene poate servi ca un reper de documente de calitate.

2.3.1. Sisteme de colectare a apelor pluviale

Sistemele de colectare a apelor de ploaie pot varia în funcție de dificultatea sa de la cele mai simple, până la sisteme automatizate sofisticate. Sistemele simple de colectare a apelor de ploaie mai mult sunt legate de instalațiile de sanitație, deoarece toate ieșirile de pe acoperișuri sunt unite prin țevi (prin care apa curge gravitațional) cu rezervoarele de apă *(fig. 34)*.

Sistemele contemporane simple, nu se deosebesc de cele din antichitate *și pot fi preluate integral sau cu specific de adaptare local de către fermierii din Republica Moldova.* Un sistem mic de colectare, dar comod în utilizare poate fi construit după schema prezentată de sine stătător, iar sisteme mai complexe pot fi procurate la pachet de la companii specializate. Sensul principal al unui sistem de colectare a apelor pluviale de pe acoperișuri constă în faptul că apa de ploaie se scurge de pe acoperiș, trece prin sistemul de burlane și parțial sau complet se direcționează spre rezervoarele de acumulare. Din aceste rezervoare apa se folosește pentru diferite folosințe – udare, spălatul veselei și hainelor, curățenie, baie. În funcție de „domeniul" de folosire a apei de ploaie, ea poate fi utilizată „așa cum a fost colectată", de exemplu pentru udarea plantelor etc., sau după o filtrare prealabilă sau chiar tratare. Numărul și destinația acestor trepte de curățare a apei depinde deja de specificul folosirii ei în continuare.

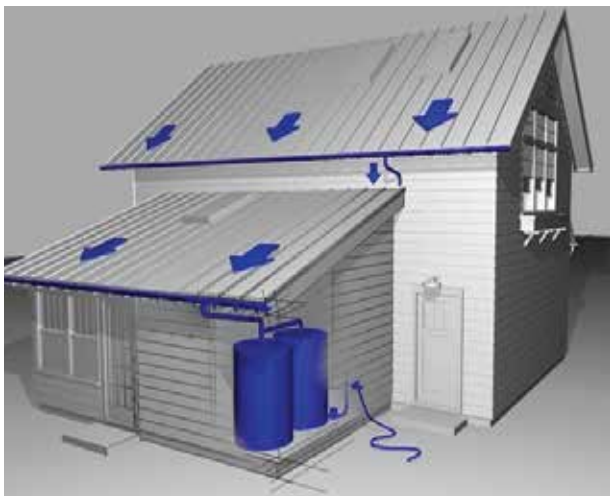


Fig. 34. Sistem simplu de colectare a apei de ploaie de pe acoperiș în rezervoare amplasate în construcţie auxiliară [26]

Menționăm din nou că, o sursă suplimentară de apă poate fi utilă în cazul defecțiunilor în sistemul centralizat de alimentare cu apă (sau alimentării cu apă de calitate proastă) ori debitului foarte mic din fântâna gospodăriei etc. Ba chiar

uneori poate deveni sursă principală de apă în gospodărie. Din aceste considerente se recomandă dotarea sistemului cu câteva rezervoare de acumulare – pentru diferite folosințe.

Principalele tipuri de sisteme de colectare a apei de ploaie. Aceste sisteme pot fi amenajate atât la suprafața terestră (sau deasupra ei), cât și în subteran. Fiecare modalitate își are avantajele și dezavantajele sale.

Sistemul terestru se amenajează lângă pereții clădirii (casei) sau în nemijlocită apropiere. Deseori sunt amenajate chiar în construcții auxiliare. Avantajul acestui sistem constă în ușurința construirii lui și nemijlocit în componentele simple ale sistemului. În unele cazuri pentru folosirea apei din rezervoarele de acumulare nici nu este necesar de a utiliza pompa. Este mult mai ușor de întreținut astfel de sisteme, de curățat depunerile acumulate pe fundul rezervorului și de sedimentele de pe pereții vasului *(fig. 35)*. Dar, în lipsa pompei, apa poate fi folosită doar cu căldări, stropitori manuale sau irigare prin picurare.



Fig. 35. Varianta terestră a sistemului, care este deosebit de util pentru utilizare doar în perioada caldă a anului [26]

De menționat că această variantă este utilă doar în perioada caldă a anului. Dacă sistemul se amenajează în regiunile cu ierni geroase, atunci rezervoarele trebuie să fie pregătite din materiale rezistente la temperaturi negative, sau va fi necesară demontarea lor pentru conservarea sezonieră în spații ce nu vor fi afectate de condițiile mediului. În orice caz, va fi nevoie de scurs apa din ele pentru perioada de iarnă.

Sistemul subteran de colectare a apei de ploaie va fi mai costisitor în construire și exploatare. Pentru rezervoare va fi nevoie de excavat un spațiu subteran, apoi după instalarea hidranților și acoperirea cu pământ va fi necesară și recultivarea terenului sectorului.

Este evident că la astfel de construcții este inevitabilă utilizarea pompelor *(fig. 36)*.



Fig. 36. Amenajarea rezervoarelor subterane cu volume mari, o familie se poate asigura gratuit cu apă pe tot parcursul anului [26]



Fig. 37. Rezervoare terestre instalate de-a lungul pereților casei și care ocupă spațiu minim din curte [26]

Un mare avantaj al sistemelor de tip subteran este posibilitatea de a le utiliza pe tot parcursul anului, chiar și în perioada temperaturilor negative, dacă s-a efectuat căptușirea hidranților și comunicațiilor aferente. În cazul izolației termice calitative construcția subterană poate fi exploatată permanent pe tot parcursul anului.

Un avantaj deosebit de mare al acestui tip de sistem constă în faptul că rezervorul nu ocupă un spațiu din grădină, curte, ceea ce este deosebit de actual în cazul dimensiunilor mici ale gospodăriei.

Alt avantaj important este protecția hidranților de acțiunea factorilor naturali externi – razele solare, vântul, apa ș.a. Apa în rezervoare se păstrează permanent la o temperatură relativ joasă (ca în beci), fapt ce diminuează probabilitatea apariției și reproducerii microorganismelor sau altor vietăți.

Amenajarea acestui tip de sistem este posibilă doar în cazul orizontului freatic suficient de adânc. De asemenea, trebuie de ținut cont și de faptul că cuvertura de pământ deasupra rezervorului trebuie să fie nu mai mică de 0,5 m.

Pentru diferite sisteme de colectare a apei (terestră și subterană) se utilizează rezervoare diferite, care se confecționează din diverse materiale. Pentru rezervoarele subterane aspectul exterior nu contează, însă pentru cele terestre – contează. Ultimele pot fi confecționate în forme decorative.

Rezervoarele terestre pot prezenta construcții de-a lungul pereților *(fig. 37)*, în formă de butoaie clasice de volum diferit (pot varia de la 100 la 2000 l), sau alte vase originale, care completează designul exterior al curții. Cele mai simple variante sunt butoaie obișnuite, din metal, plastic sau chiar din lemn, adaptate de proprietar pentru scopurile date.

Rezervoarele compacte de-a lungul pereților ușor se încălzesc în perioada de vară și datorită acestui fapt apa din casă și apa pentru udat va fi caldă. De menționat că locul optim de amenajare a lor sunt pereții umbriți ai casei – pentru evitarea supraîncălzirii și influenței razelor solare directe, care creează condiții favorabile pentru dezvoltarea algelor și a altor vietăți.

De menționat că, dimensiunile acestor rezervoare sunt mai compacte și ocupă spații mai mici din curte.

Dacă se planifică instalarea hidranților la suprafața terestră, este preferabilă alegerea rezervoarelor confecționate din polipropilenă sau polietilenă de presiune joasă, polimeri, care au o densitate înaltă și nu permit trecerea razelor solare. Vasele metalice, chiar dacă au acoperire de protecție, cu timpul vor fi afectate de coroziune. Respectiv și apa folosită în casă sau pentru udarea plantelor va avea culoare și miros de rugină, fapt ce reprezintă în sine un neajuns, dar și va deteriora dispozitivele de sanitație.

Dacă vom analiza cel mai simplu dispozitiv de colectare terestră a apei, el reprezintă un rezervor deschis în partea superioară sau acoperit cu un capac cu o pâlnie de colectare a apei *(fig. 38)*. În partea superioară se amenajează un dispozitiv de evacuare a surplusului de apă, de care se fixează o țeavă sau furtun. Când apa ajunge la acest dispozitiv, ea nu se va revărsa din vas în curte, dar se va evacua în sistemul de canalizare din jurul casei (dacă există) sau în altă direcție. Așa tip de rezervoare se amenajează lângă burlanul unit cu jgheabul de sub streșina casei.



Fig. 38. Cele mai simple rezervoare de colectare a apelor de ploaie [26]

Suplimentar, în partea inferioară a rezervorului se instalează un robinet, prin care, după caz, se va lua manual apă pentru diferite folosințe. În caz dacă udarea nu se va realiza manual, atunci se va utiliza o pompă scufundată în vas sau instalată deasupra rezervorului.

De menționat că, hidranții tereștri pot fi camuflați prin aplicarea diverselor aplicații artistice, simulând peretele sau soclul casei. Altă procedură este inversă – când ele viceversa sunt scoase

în evidență prin diverse forme originale – coloane, amfore ș.a. Doar robinetul indică că acest vas decorativ este destinat colectării apelor de ploaie *(fig. 39)*.



Fig. 39. Forme stilizate de camuflare a rezervoarelor terestre de colectare a apei de ploaie [26]

Producătorii propun o vastă gamă de produse, dar elementele distinctive permanent sunt vizibile – burlanul de alimentare cu apă, dispozitivele de evacuare a surplusului de apă sau robinetele încorporate.

Forma rezervoarelor subterane nu are o importanță determinativă din punct de vedere estetic. Aici are importanță volumul hidranților – cu cât el este mai mare, cu atât rezervele de apă create pot fi mai mari. Dar și aici trebuie evaluat prețul de cost al amenajării – cu cât este mai mare rezervorul, cu atât mai mare și mai adâncă va fi groapa săpată. Deci trebuie planificat din start consumul de apă dorit.

Rezervoarele subterane sunt calculate la rezistența influențelor mediului subteran în care se vor afla – presiunea, vecinătatea cu insectele din subsol, sau chiar animale mici, cu sistemele radiculare ale plantelor ș.a.

În cazul dat nu se merită experimentarea, dar procurarea vaselor gata, destinate anume amplasării subterane. Oferte, în cazul dat, sunt multe. Aceste rezervoare (din polimeri sau din fibră de sticlă) au pereți rezistenți, chiar cu arcuri suplimentare de rezistență, amplasare rațională a capacelor, tuburilor de conexiune etc. În rare cazuri de prezență a apelor freatice la suprafață este necesară ancorarea rezervoarelor prin diferite moduri – betonare etc.

2.3.2. Forma și materialul optim al acoperișului.

Un deosebit interes reprezintă acoperișul – suprafața de colectare a apei. Cu mari rezerve în terminologie – bazinul de recepție. Se consideră că pentru colectarea apei de ploaie sunt comode doar acoperișurile construite sub un unghi oarecare. Just. De pe aceste acoperișuri, sub acțiunea forței de greutate apa ușor se acumulează în jgheaburile de-a lungul streșinilor, apoi prin burlane ajunge în rezervoarele de colectare a apei. Aici se acumulează mai puțin gunoi, praf, frunze și crengi mici, care murdăresc apa și prezintă un obstacol în evacuarea ei. Este suficient de amenajat jgheaburile cu filtre din plasă, care vor reține fracțiile mari de gunoi. De menționat că majoritatea caselor au anume așa tipuri de acoperiș.

Atenționăm că și de pe acoperișurile plate se poate colecta apa de ploaie prin asigurarea unei pante mici (3°), suficiente pentru scurgerea apei spre colector. Desigur, asigurarea pantei spre colectorul de apă, precum și sistemele de evacuare a ei prin burlane și țevi se realizează nemijlocit la proiectarea clădirii. În cazul acoperișurilor plate se asigură și câteva colectoare de rezervă în caz dacă se va astupa cu praf colectorul principal. Toate colectoarele și jgheaburile trebuie dotate cu plase de protecție pentru reținerea gunoiului mâșcat – frunze, crenguțe ș.a., pentru a evita astuparea țevilor.

Apa prin jgheaburi sau colector ajunge în partea verticală a burlanului. Această țeavă (burlanul) poate fi introdusă direct în rezervorul de acumulare a apei de ploaie. Dar din punct de vede-

re ingineresc va fi utilă îndreptarea ei spre sistemul de canalizare (dacă există), sau spre sistemul de evacuare a apelor pluviale din curte. În locul necesar se amenajează o ramificare orientată spre rezervor printr-o supapă-colector specială *(fig. 40)*.



Fig. 40. Colectorul de apă din burlan direcţionează apa în rezervorul de acumulare și menţine nivelul fără vărsarea apei. Supapa-colector are o construcţie simplă, iar instalarea ei nu prezintă dificultăţi [26]

Colectorul se instalează într-o secțiune a țevii verticale în locul necesar. Respectiv corpul dispozitivului (**1** – *fig. 40*) are diametrul corespunzător, care ținând cont de garnitura țevii (**2** – *fig. 40*) se va instala ermetic în țeavă. Colectorul reprezintă un pahar cu fund (**3** și **4** – *fig. 40*) în care se instalează un cilindru de diametru mai mic. În partea inferioară a paharului există o conductă ramificată care iese prin peretele lateral (**5** – *fig. 40*). Această conductă de ramificare este dotată cu un accesoriu (**6** – *fig. 40)* care se unește cu un furtun ce va conecta burlanul cu rezervorul de acumulare a apei de ploaie.

În cazul unei ploi slabe sau moderate, se colectează puțină apă, care, de regulă, se scurge pe pereții interiori ai burlanului (țevii). Astfel – apa ajungând în pahar, apoi din el prin conducta de ramificare și furtunul conectat – în rezervor. În cazul unei ploi puternice – procesul este același, dar apa, parțial, se va scurge și în jos – spre sistemul de evacuare (canalizare), ocolind paharul colectorului, nemijlocit prin canalul cilindric central *(fig. 41,* A*)*.

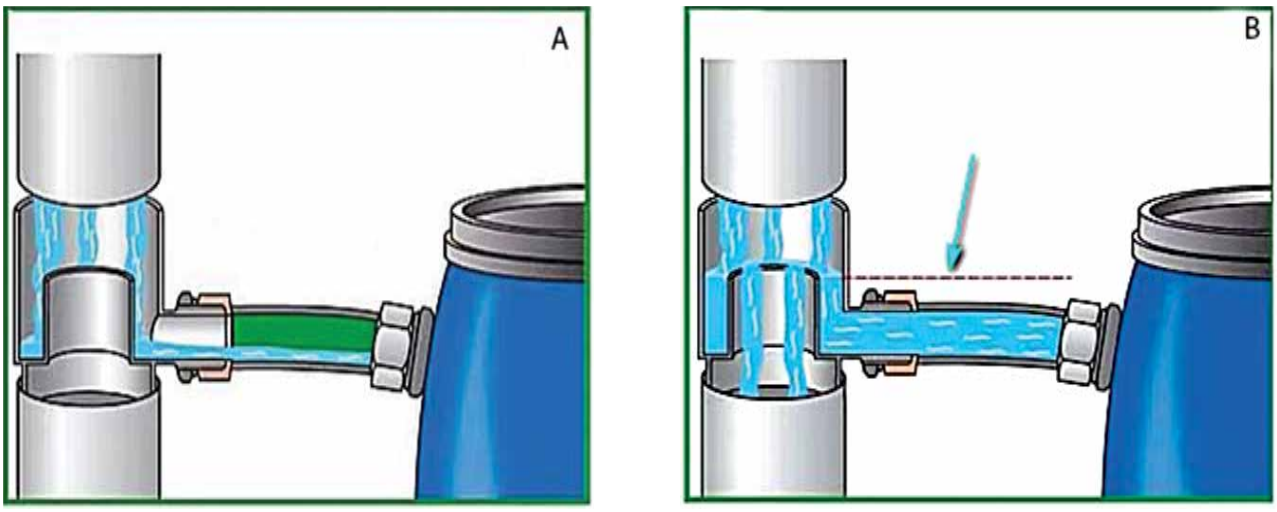


Fig. 41. Principiul de funcţionare a colectorului vertical de apă dintr-o secţiune a burlanului [26]

De menționat că, înălțimea amplasării colectorului de apă de ploaie se alege astfel, încât orificiul paharului să coincidă cu nivelul maxim al apei din rezervor *(fig. 41,* B*)*.

Nu contează intensitatea ploii și cum rezervorul de apă se va umple până la nivelul maxim și se va manifesta legea fizică a vaselor comune. Adică se va umple paharul din colector și toată apa pur și simplu se va scurge în sistemul de canalizare. Simplu și sigur.

Varianta descrisă nu este singura posibilă. Colectorul de apă poate fi combinat cu un filtru adițional, care va evacua gunoiul protejând rezervorul și conducta de ramificare. Dacă jgheaburile și burlanele nu sunt dotate cu plase – ea poate fi instalată aici *(fig. 42)*.

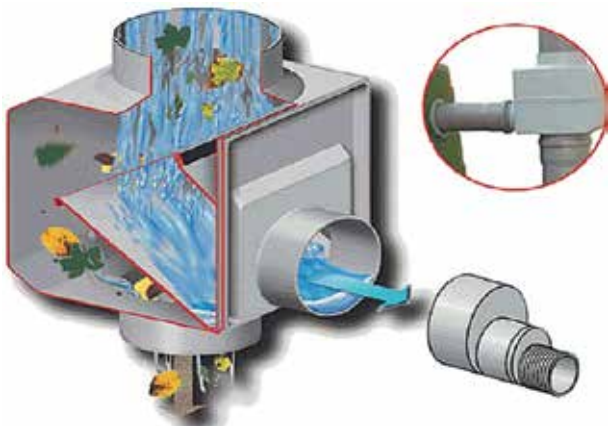


Fig. 42. Colector dotat cu filtru din plasă [26]



Fig. 43. Sistem de jgheaburi și burlane protejate de plasă, astfel frunzele sunt reținute, se usucă pe ea, apoi sunt suflate de vânt [26]

Ultima verigă în sistemul de colectare a apei de ploaie este acoperișul. În multe cazuri el poate fi și elementul determinativ al sistemului, deoarece nu toate materialele din care este constituit acoperișul sunt utile în colectarea apei fără efecte dăunătoare, chiar și în scopuri pur tehnice. Nu toate componentele materialelor din care este format acoperișul sunt benefice pentru sănătatea omului și a mediului. Nu este o mare taină că azbestul reprezintă o provocare pentru sănătatea omului. Deci nu putem utiliza materialele care conțin această substanță – de exemplu – ardezia, încă pe larg răspândită în calitate de material de acoperire în Republica Moldova. De menționat că, în multe țări din lume s-a renunțat folosirea în construcții a acestor materiale, chiar la nivel legislativ.

Dacă acoperișul este format din ardezie sau tablă din oțel zincat și nu are acoperire de protecție din polimeri, atunci este mai rațional de renunțat la ideea colectării apei de ploaie de pe acoperiș. Sigur, din acest punct de vedere sunt preferabile plăcile ceramice și metalice, țigla metalică acoperite cu strat de protecție din polimeri, oalele și cuverturile naturale – șindrila, de exemplu.

Alt pericol poate fi camuflat în materialele din care sunt confecționate burlanele și țevile de colectare, evacuare a apei de ploaie. Ele pot conține zinc, plumb și cupru. Materialele optime din care pot fi confecționate aceste accesorii sunt metalul acoperit cu o cuvertură de protecție din polimeri. De asemenea, nu prezintă pericol materialele contemporane confecționate din plastic *(fig. 43)*.

Înainte de a începe lucrările de proiectare și construcție a sistemului este necesar de efectuat calculele resurselor de apă disponibile. De menționat că, suprafața utilă pentru colectarea apei constituie aproximativ cca 80% din suprafața totală a acoperișului. Iar coeficientul scurgerii variază (în funcție de materialul acoperișului și particularitățile construcției) de la 0,8 la 0,94 (se mai numește coeficient de eficiență a colectării apei). Pentru calculul volumului aproximativ al apei colectate se aplică formula [40]:

$$W = F \times H \times k, \text{ m}^3, \quad (15)$$

sau

$$W = F \times H \times k/1000, \text{ l}, \quad (16)$$

unde F – suprafața utilă a acoperișului, m^2; H – cantitatea medie anuală de precipitații, mm; k = 0,8 – coeficient de eficiență de colectare a apei.

De exemplu, în condițiile Republicii Moldova (partea centrală) cu o cantitate medie anuală de precipitații 550 mm/an, avem o casă cu acoperiș din materiale care satisfac cerințelor și cu o suprafață de 100 m^2, deci suprafața utilă va fi 80 m^2:

$$W = F \times H \times k = 80 \cdot 550 \cdot 0{,}8 = 35$$

Conform calculelor putem colecta 35 m^3 sau 35 t de apă de ploaie.

De menționat că, în majoritatea cazurilor, pentru irigare se colectează cantitatea de ploaie căzută în perioada caldă a anului. Deci în formulă se va utiliza nu 550 mm, dar acel volum de apă care cade în lunile dorite. Aceste date pot fi solicitate de la Serviciul Hidrometeorologic de Stat sau colectate din sursele bibliografice de specialitate (de exemplu, harta din figura 9). De asemenea, cantitatea medie lunară de ploaie poate fi utilă în planificarea folosirii ei în timp.

2.3.3. Montarea sistemului subteran de aprovizionare cu apă de ploaie colectată de pe acoperiș

Rezervoarele subterane se amenajează în cazul când se preconizează alimentarea permanentă a casei cu apă. După o prelucrare corespunzătoare ea poate fi folosită practic în toate domeniile, cu excepția celor potabile – aici trebuie să fim mai precauți, adică de aplicat filtre speciale de curățare a apei sau chiar sisteme de curățare a ei.

Pentru livrarea la stația de tratare a apei de calitate maximă, specialiștii recomandă instalarea a două rezervoare. Primul va primi apa nemijlocit din sistemul de colectare, aici apa se va curăți parțial la intrare apoi se va sedimenta". Adică particulele mici în suspensie se for depune pe fund. În al doilea rezervor se va scurge apa deja curățată, care apoi se transmite la stația de tratare. În orice caz, este necesar de planificat sistemul de tratare, în funcție de presupusa folosire a apei, adică de determinat care este nivelul de tratare dorit. Pentru aceasta trebuie de utilizat filtre de apă grosiere și fine. Tema dată este foarte importantă, dar nu se încadrează în contextul prezentei lucrări.

Elementele principale a construcției de aprovizionare cu apă sunt indicate în figura 44.

Deci, apa de pe acoperiș se scurge prin jgheaburi protejate cu plase ce colectează fracțiile mari de gunoi. Torentul de apă colectat de jgheaburi trece prin burlan, unde iarăși poate fi amplasat un filtru de tipul celui descris anterior în figura 42.

În continuare apa va ajunge în rezervor, dar iarăși trece printr-un filtru, care separă deja gunoiul mai mărunt.

Sistemele de colectare, curățare și aprovizionare cu apă de ploaie pot fi diferite și pot fi asamblate din aparate, detalii și ansambluri procurate în complet, separat sau confecționate de sine stătător. Mari deosebiri în schema conceptuală a construcției nu sunt – totul se supune principiului asamblării unui sistem de aprovizionare cu apă din sursă externă cu folosirea pompei submersibile sau externe.

1 – Indicator, care semnalează nivelul minim de apă din rezervor;
2 – Filtru-flotor de epurare fină. Reprezintă un furtun cu filtru din plasă. Se află permanent la suprafața apei, fapt ce nu permite absorbirea sedimentelor de pe fundul rezervorului, care inevitabil se vor acumula cu timpul.
3 – Controlorul nivelului de apă, legat cu dispozitivul de dirijare a pompei.
4 – Pompă externă, care asigură extragerea apei din rezervor și transmiterea ei la punctul de consum sub presiunea necesară. De menționat că pompa poate fi și submersibilă, după caz.
5 – Rezervor de apă din polipropilenă.
6 – Sifon, necesar funcționării corecte a sistemului la umplerea și golirea rezervorului.
7 – Filtru fin de curățare, instalat în fața pompei.

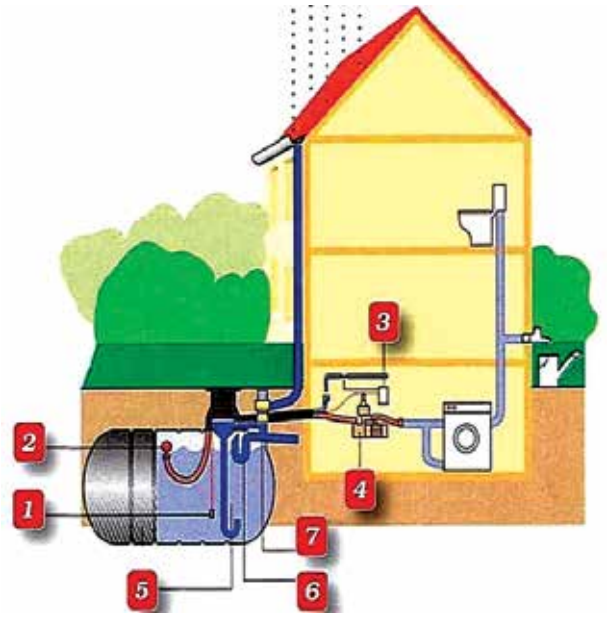


Fig. 44. Schema conceptuală de colectare și aprovizionare a casei cu apă de ploaie [26]

2.3.4. Montarea sistemului terestru de aprovizionare cu apă de ploaie colectată de pe acoperiș

În cazul dat are sens de divizat multitudinea construcțiilor în două variante de bază:

Varianta simplă, unde, după cum s-a menționat anterior, cu utilizarea unui butoi amplasat sub burlan *(fig. 35)*. Acest sistem este util pentru colectarea apei doar pentru udarea plantelor. Dar, de menționat că, apa de ploaie, lăsată pe un timp oarecare – este o apă perfectă pentru irigarea plantelor, de aceea acesta nu merită a fi exclus, măcar pentru faptul că este cel mai accesibil ca preț și comod în exploatare.

Dacă butoiul se va ridica peste sol și se va amenaja cu un robinet, atunci apa, gravitațional, va curge prin furtunul conectat. Deseori aceasta este suficient pentru umplerea stropitorii manuale sau irigarea prin picurare. Suplimentar, în partea superioară a vasului poate fi amenajat un dispozitiv cu alt furtun, care nu va permite umplerea vasului și va evacua apa sau în grădină, sau în sistemul de drenare, sau în altă parte dorită.

Pentru instalarea dispozitivelor de irigare sau folosirea stropitorii, va fi nevoie de creat o presiune cu ajutorul pompei. Presiunea formată de pompă trebuie să fie suficientă pentru depășirea decalajului de nivel dintre sectorul irigat și poziția pompei (deosebit de actual în cazul gospodăriilor situate pe pante). Pe de altă parte trebuie de ținut cont și de rezistența hidraulică a furtunurilor, cu lungimea și diametrul lor. În punctul de stropire trebuie să avem o astfel de presiune, încât se se asigure funcționarea corectă a dispozitivelor de udare (de regulă, nu mai puțin de o atmosferă).

Varianta complexă. Aici se presupune folosirea apei de ploaie colectată pentru asigurarea diferitor necesități în gospodărie. Dar, conceptual, acest sistem puțin se deosebește de amenajarea unui rezervor subteran *(fig. 45)*.

1. Acoperiș din materiale ecologice.
2. Plasă instalată peste jgheaburile sistemului de evacuare a apei. Ea va exclude acumularea gunoiului spălat de pe acoperiș.
3. Jgheab, care la fel trebuie să fie confecționat din materiale neutre pentru a proteja apa transportată;
4. Pâlnii de colectare a apei.
5. Supapă instalată pentru separarea apei de la începutul ploii, care spală praful acumulat pe acoperiș, și care sporește astfel calitatea apei acumulate în rezervor.
6. Orificiul de intrare în rezervor, unde se acumulează apa colectată. Trebuie, la fel, să fie protejat prin filtru-plasă.
7. Rezervorul. Trebuie să fie confecționat din material neutru (ecologic), rezistent la influența factorilor externi. Cel mai des se utilizează polipropilena sau metalul acoperit cu polimeri calitativi. Volumul (respectiv dimensiunea) se alege în funcție de cerințele utilizatorului;
8. Sistemul de revărsare unit cu sistemul de drenaj. Ramificarea pentru revărsare se amplasează pe partea superioară a peretelui rezervorului, la care se fixează o țeavă cu pâlnie, sau poate fi fixat un furtun.
9. Deversor. Este necesar pentru orientarea torentului de apă spre orificiul rezervorului.
10. Pompă externă, care creează presiune în sistem și asigură cu apa punctele de consum a ei;
11. Filtru pentru curățare fină a apei din casă. Dar este mai corect de a-l amplasa înainte de pompă, pentru a prelungi perioada de funcționare a acesteia;
12. Dispozitiv de măsurare a nivelului de apă în rezervor.

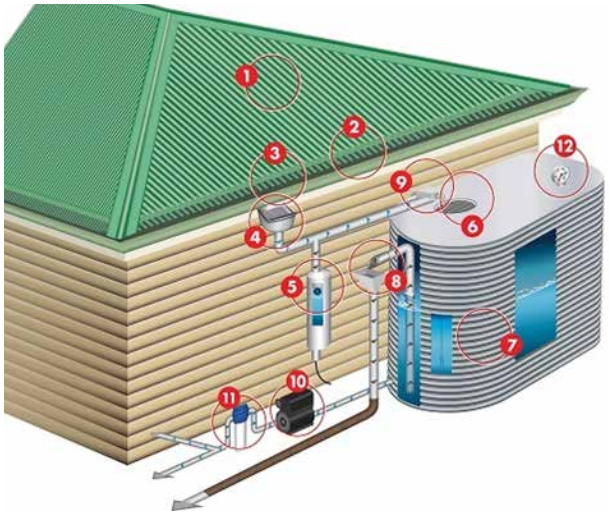


Fig. 45. Sistem de colectare a apei de ploaie într-un rezervor terestru, dar cu folosirea rezervelor de apă acumulate atât pentru irigare, cât și pentru alte necesităţi

Menționăm că, sistemele conceptuale descrise pot fi confecționate de sine stătător, procurate și instalate de companii specializate și pot fi asamblate din materiale procurate separat.

2.4. SISTEME DE COLECTARE A APEI DIN CURSURILE DE APĂ EFEMERE (SCURGEREA DE PE VERSANŢI).

Construirea lacurilor mici de acumulare a apelor pluviale, care interceptează scurgerea de pe versanți nemijlocit, sau scurgerea concentrată în cursurile de apă efemere, reprezintă unul dintre modurile de utilizare rațională a resurselor de apă pluvială. Dar, de menționat că, de regulă, suprafețele de recepție în cazul dat sunt mici, pierderile scurgerii sunt mari și, deci, volumele de apă colectate vor fi destul de mici. Altfel zis – va fi posibilă irigarea doar a suprafețelor mici. Rezervele colectate de apă pot asigura irigarea unor loturi cu arii mici, de cca 1–2 ha.

2.4.1. Determinarea resurselor de apă disponibile

Înainte de a începe o investiție în proiectarea și ridicarea unei construcții hidrotehnice de interceptare a apelor pluviale concentrate într-un curs de apă efemer sau a scurgerii de pe versanți, este necesar de realizat calcule hidrologice, care vor oferi răspuns la subiectul – câtă apă de ploaie se va scurge până în punctul dat. Pentru aceasta se propune un exemplu concret de calcule, realizat pentru un lac de acumulare a apelor pluviale din împrejurimile satului Beștemac, raionul Leova *(fig. 46)*. În lipsa datelor observațiilor asupra scurgerii se vor aplica modelele regionale propuse în lucrările [2, 4, 13].



Fig. 46. Bazinul de recepţie al unui loc selectat pentru construirea lacului de colectare a apelor pluviale. Suprafaţa– 2,58 km^2

Valoarea medie multianuală a scurgerii climatice (mm) în secțiunea de calcul a râului se determină prin parametrii scurgerii climatice.

Valorile parametrilor statistici ai scurgerii climatice se determină prin modele regionale cartografice [2, 4, 13], figura 19.

Din modelul numeric al stratului normei scurgerii climatice [2, 4] s-a determinat norma scurgerii climatice $\bar{Y}_c$ egală cu 42,0 mm/an.

Valoarea coeficientului de variație C_v a scurgerii climatice se determină prin formule regionale [2, 4]:

$$C_{Vc} = \frac{C_{Vmax}}{(\bar{Y}_c/10)^{0.60}}, \qquad (17)$$

Aici C_{Vmax} – valoarea maximă a coeficientului de variație a scurgerii anuale care pentru Republica Moldova se adoptă a fi constant și egal cu 1,5.

$$C_{Vc} = \frac{1,5}{(42/10)^{0.60}} = 0,84, \qquad (18)$$

Raportul C_s/C_v pentru scurgerea climatică se recomandă de a fi 1,7 [2, 4].

Trecerea de la scurgerea climatică la cea naturală se recomandă de realizat prin coeficientul de trecere, care depinde de suprafața bazinului de recepție sau prin aplicarea metodei râului-analog. În calitate de râu-analog s-a utilizat râul Ialpug la postul hidrometric Comrat. În acord cu [2, 4] acest raport de trecere spre scurgerea naturală de la cea climatică este $K = Y_{nat}/Y_{cl} = 0,63$.

În final norma scurgerii anuale în secțiunea de calcul se va determina prin relația:

$$Y_{nat} = K \times Ycl = 0,63 \times 42,0 = 16,6 \text{ mm/an.}$$

Pentru determinarea scurgerii anuale de diferită asigurare (50, 75, și 95% – ani cu scurgere medie, secetoși și foarte secetoși) se aplică ordonatele repartizării gama triparametrice [46] la parametrii statistici stabiliți – norma scurgerii – 32,2 mm/an, coeficientul de variație C_V – 0,84 și raportul $C_S = 2C_V$ (recomandat pentru Republica Moldova) *(tab. 12)*.

Stratul scurgerii se determină din expresia [13]:

$$Y(p) = K \times Y_{med}, \quad (17)$$

unde $Y(p)$ – scurgerea de asigurarea dată; K – coeficient modul determinat din curbele analitice a gama repartizării triparametrice; Y_{med} – stratul scurgerii medii multianuale.

Deci, stratul scurgerii cu probabilitatea depășirii (asigurarea) de 50% va fi:

$Y_{(50\%)}$ = 0,774 × 16,6 = 12,8 mm. Se va înscrie 12,8 mm.

Tabelul 12. Rezultatele determinării scurgerii cu diferită probabilitate de depășire P%, determinate în secțiunea de calcul în lipsa datelor monitoringului hidrologic din curba analitică de distribuire gama triparametrică a probabilităţilor [46].

	Asigurarea P, %		
	50	75	95
K modul	0,774	0,384	0,101
Y, mm	12,8	6,4	1,7
W, m³	16 278	8 076	2 124

Volumul scurgerii se determină din expresia [1]:

$$W(p) = Y(p) \times F \cdot 1000, \quad (18)$$

unde – volumul scurgerii de asigurare dată; F – suprafața bazinului de recepție; 1000 – coeficientul de transformare din mm în m³.

Deci, volumul scurgerii cu probabilitatea depășirii (asigurarea) de 50% va fi:

$$W_{(50\%)} = 12,8 \times 2,58 \times 1000 = 16\,278 \text{ m}^3.$$

Trecerea de la scurgerea anuală de diferită asigurare la scurgerea lunară s-a realizat în baza recomandărilor [13 - tabelul C.6] – Distribuția lunară a scurgerii râurilor în % din suma anuală în ani cu diversă asigurare, %.

Rezultatele de calcul a scurgerii anuale în secțiunea dată (împrejurimile s. Beștemac), pentru diferite asigurări este indicată în tabelul 13.

Tabelul 13. Volumul scurgerii apei în secţiunea dată (împrejurimile s. Beștemac), cu diferită probabilitate anuală de depășire, m³

P, %	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	An
50	846	1823	4200	1758	1921	1677	716	472	440	781	960	684	**16278**
75	388	791	2213	1252	783	840	315	170	242	250	404	428	**8076**
95	96	189	712	387	155	155	70	38	55	57	87	123	**2124**

2.4.2. Sinteze conceptuale de construire a bazinelor de colectare a apelor pluviale (iazurilor)

Iazurile construite în vâlcele, ravene și alte forme negative liniare de relief se alimentează cu apă preponderent din precipitații atmosferice, care se scurg și se concentrează aici de pe terenurile aferente. În ultimul deceniu această practică se aplică tot mai des și în Republica Moldova [19].

La proiectarea lacului trebuie de ținut cont de disponibilitatea ariei de recepție suficiente, adică de o suprafață suficient de mare pentru a umple lacul cu apă (posibil de câteva ori pe an). Locul amplasării iazului trebuie să fie de volum maxim la dimensiuni minime (suprafața oglinzii apei). Aceste locuri vor dicta prețuri minime la construirea barajului și vor inunda la fel arii mici.

Fundul și malurile iazului trebuie să fie constituite din roci impermeabile sau semipermeabile (luturi, argile nisipoase). În cazul rocilor permeabile apa colectată se va pierde prin infiltrare. Malurile nu trebuie să fie nici abrupte și nici domoale. Cele abrupte sunt ușor erodate și lacul se va înnămoli repede, cele domoale vor dicta adâncimi mici ale iazului, care vor favoriza creșterea vegetației, înverzirea apei și pierderea calității bune a acesteia.

În amonte de iaz este dorită lipsa ravenelor active, deoarece produsele erodate vor umple repede lacul cu aluviuni. Prezența izvoarelor este un avantaj mare, deoarece putem avea o sursă de alimentare suplimentară cu apă proaspătă.

Barajul iazului trebuie amenajat în cel mai îngust loc al vâlcelei sau ravenei – așa el va fi mai scurt și va costa mai ieftin. Locul ales trebuie să fie astfel încât apa ridicată să inunde o suprafață cât mai mică. Sub baraj nu trebuie să fie izvoare, sau alte ieșiri a apelor freatice la suprafață. Barajele iazu-

rilor sunt constituite predominant din pământ. Rambleul din care este realizat barajul se numește corpul barajului, partea superioară a rambleului, pe unde poate merge un drum se numește creasta barajului, partea inferioară, lipită de fundul ravenei sau vâlcelei – baza barajului. Toate barajele au taluzul umed – superior, orientat spre acumularea de apă și taluzul uscat – orientat spre aval.

Pentru o mai bună fixare a terasamentului barajului cu fundul ravenei sau vâlcelei și evitarea filtrației, de-a lungul axei barajului se sapă un șanț, care se umple cu lut sau argilă bine tasată. Taluzul umed se căptușește cu material impermeabil – lut sau argilă, care se numește ecran și care, la fel, micșorează filtrarea apei prin baraj. Tehnologiile contemporane recomandă, de obicei, căptușirea lacului cu membrane hidroizolante.

Argila nisipoasă cu un conținut de argilă de 30–40%, reprezintă un material bun pentru construirea barajului. Nu se admite folosirea luturilor grase și a nisipurilor: lutul în procesul înghețării-topirii formează fisuri și barajul poate fi spart la primele ape mari. De asemenea, nu se admite folosirea solului în calitate de material de construcție, deoarece el conține rădăcini ale plantelor, ușor se erodează și, cel mai important, contravine cadrului legal.



Fig. 47. Bazin de acumulare a apei de ploaie



Fig. 48. Bazin de acumulare a apei de ploaie căptuşit cu geomembrană

Înainte de a lansa lucrările de construcție este necesar de determinat dimensiunile aproximative ale iazului, volumul dorit de apă, parametrii principali ai barajului – înălțimea, suprafața bazei și dimensiunile taluzului. De menționat că, iazul nu poate fi golit de apă până la fund. În el permanent trebuie păstrat un volum „mort” de apă, care va proteja fundul de înghețare iarna și de uscare vara. În cazul secării lacului, fundul se acoperă cu o rețea de fisuri, crăpături și la următoarea umplere nu va mai reține apa. De asemenea, la volume mici de apă ea repede își pierde calitatea sa. Este necesar de prevăzut pierderile de apă la evaporare și infiltrare.

Cunoscând valorile stratului volumului mort, infiltrării și evaporării – putem determina volumul total al lacului de acumulare a apelor pluviale și dimensiunile barajului.

Creasta barajului trebuie să fie peste nivelul maxim al apei din lac cel puțin cu 1 m. Lățimea crestei barajului depinde de înălțimea lui și de faptul dacă va fi carosabil. În cazul barajului necarosabil și înălțime mică (sub 4 m), lățimea crestei va fi sub 3 m.

Panta taluzurilor barajului depinde de materialul de construcție. În cazul argilelor nisipoase taluzul poate fi mai abrupt. Taluzul umed este mai domol decât cel uscat. În cazul barajelor sub 5 m înălțime construite din argile nisipoase omogene taluzul umed se planifică dublu sau triplu (1:2 sau 1:3), iar taluzul uscat – 1:1,5 sau 1:2. Panta se notează prin cifre, reieșind din 1 pentru înălțimea barajului și lățimea taluzului măsurată în unități din înălțime. De exemplu, 1:2 înseamnă că lățimea taluzului este de două ori mai mare decât înălțimea lui.

O deosebită atenție merită măsurile de prevenire a filtrării apei prin corpul barajului. Filtrarea poate fi diminuată prin amenajarea cu ecrane din luturi sau geomembrane.

Este important de știut că fiecare lac de acumulare trebuie să fie dotat cu deversor al apelor mari. Lipsa deversorului, în cazul umplerii lacului, va duce la revărsarea apei peste creasta barajului și distrugerea, spargerea lui, soldată cu consecințe grave.

Fiecare baraj reprezintă o construcție hidrotehnică individuală, care se execută conform proiectului elaborat de specialist în construcții hidrotehnice, cu respectarea tuturor documentelor normative.

III. CALITATEA APEI DE PLOAIE COLECTATĂ PRIN DIFERITE MODURI ȘI APLICATĂ ÎN SCOPURI AGRICOLE

Apa, în general, este un solvent natural universal. Apa de ploaie, de regulă, are proprietăți puțin acide [54]. Această proprietate este condiționată de dizolvarea în ea a dioxidului de carbon (CO_2). Picăturile de ploaie și fulgii de zăpadă – reprezintă apă naturală curată și de cea mai înaltă calitate. Spre regret, activitatea umană are ca consecință pătrunderea în atmosferă a unei mari cantități de gaze nocive, fapt ce duce la poluarea ploilor.

Compoziția precipitațiilor atmosferice este condiționată de compoziția apei atmosferice, cantitatea de substanțe dizolvate uscate din aer, cantitatea și caracterul precipitațiilor. Un rol mare îl are anotimpul, temperatura aerului, vremea anterioară ploii, direcția vântului.

Conținutul în apa de ploaie a cationilor și anionilor neorganici depinde de poluarea aerului de către sursele de transport (predominant auto) și emisiile de la întreprinderile industriale. În majoritatea cazurilor concentrarea poluanților are un caracter regional, dar s-au făcut și sinteze globale. În tabelul 14 este prezintată informația despre compoziția chimică a apei de ploaie în baza datelor colectate în Australia, Coreea de Sud, China, Thailanda, Mexic, RSA, Grecia și Turcia etc. [47].

Tabelul 14. Compoziţia chimică a apei de ploaie

Substanţa	Conţinut	Substanţa	Conţinut	Substanţa	Conţinut
Fe (fier)	0,08 mg/l	Sb (stibiu)	0,1 mkg/l	Cu (cupru)	0,05 mg/l
Pb (plumb)	0,04 mg/l	Sr (stronţiu)	0,03 mg/l	Zn (zinc)	0,6 mg/l
Cr (crom)	0,01 mg/l	V (vanadiu)	0,002 mg/l	Ca (calciu)	15,0 mg/l
Al (aluminiu)	0,3 mg/l	Mn (mangan)	0,01 mg/l	Na (natriu)	11,2 mg/l
Ba (bariu)	0,01 mg/l	Cd (cadmiu)	0,9 mkg/l	K (potasiu)	8,5 mg/l
Co (cobalt)	0,7 mg/l	B (bor)	0,05 mg/l	Mg (magneziu)	1,1 mg/l
NH^+_4, (amoniu)	0,06 mg/l	Fosfaţi	1,2 mg/l	Fluoruri	0,27 mg/l
Cloruri	70 mg/l	Sulfaţi	15,6 mg/l	Nitraţi	14,1 mg/l

Notă: Prezenta informație este unica sursă la nivel mondial, care descrie calitatea apei de ploaie până a ajunge pe substrat, acești parametri sunt aplicabili și condițiilor Republicii Moldova.

Nivelul de poluare a apei de ploaie depinde de intensitatea precipitațiilor și intervalele dintre ploi. Mulți cercetători menționează conținutul sporit al metalelor grele din apa de ploaie după secete. Substanțele poluante organice sunt transportate la distanțe mari.

Ploaie acidă se numește acea ploaie, aciditatea căreia depășește nivelul natural normal. Intensitatea manifestării ploilor acide este în funcție directă cu activitatea umană. Procesul de formare a ploilor acide începe cu emisia în atmosferă a poluanților pe bază de azot și sulf (prin arderea combustibililor fosili – cărbuni, benzină sau petrol etc.) care, ajungând în atmosferă, se combină cu vaporii de apă și formează acizi: acid sulfuric (H_2SO_4), acid carbonic (H_2CO_3) și acid azotic (HNO_3).

Ploaia acidă reacționează chimic cu orice obiect cu care intră în contact. Acizii sunt substanțe chimice corozive. Aciditatea unei substanțe provine din abundența de atomi de hidrogen liberi în momentul în care substanța este dizolvată în apă. Dacă pH-ul scade sub 5,3 este considerată ploaie acidă. Ploaia acidă afectează toate formele de viață, calitatea solului și a materialelor.

Impactul negativ al ploilor acide constă în sporirea acidității corpurilor de apă, care condiționează moartea organismelor vii din ele, precum și favorizarea pătrunderii în sol a metalelor grele – cadmiu, plumb și mercur. Din cauza ploilor acide pier copacii, solurile își pierd fertilitatea, se distrug unele construcții din metal.

În compoziția ploilor acide, de regulă, sunt incluse soluții slabe de acid sulfuric și azotic, care se formează în rezultatul reacției umidității din atmosferă cu oxizii de sulf și azot. Formulele ploilor acide (principalele reacții care formează acizii) sunt următoarele [39]:

- $H_2O + SO_2 = H_2SO_3$ – acidul sulfuros;
- $H_2SO_3 + O_3$ (ozonul eliminat în timpul descărcărilor electrice) = H_2SO_4 – acidul sulfuric.

Chiar și fără participarea ozonului, acidul sulfuros cu timpul se oxidează până la acidul sulfuric. De menționat că, o parte din dioxidul de sulf în procesul de oxidare fotochimică se transformă în anhidridă sulfuroasă (SO_3), reacția cu apa a căreia formează acidul sulfuric [39].

- $2NO_2 + H_2O = HNO_3$ (acid azotic) + HNO_2 (acid azotat).

Există și alte tipuri de ploi acide. Cauza formării unora este clorul, care pătrunde în atmosferă la descompunerea fotochimică a freonilor. Combinându-se cu metanul, el va forma clorura de hidrogen, care în contact cu umiditatea din atmosferă se transformă în aerosol acid clorhidric. Sunt dăunătoare și ploile care conțin soluții de acid fluorhidric, format în rezultatul poluării atmosferei cu fluorură de hidrogen.

Impactul negativ al ploilor acide constă în provocarea unor consecințe negative, care distrug biosfera și influențează dăunător asupra sănătății omului. Plantele suferă cel mai mult din cauza ploilor acide. De menționat că acidul nu dăunează direct plantele. Precipitațiile acide provoacă boli de frunze, acidifică solul, spală din el substanțele nutritive și îl saturează cu compuși otrăvitori.

Impactul ploilor acide asupra omului are nu numai caracter direct. Desigur, microparticulele de sulfați și nitrați, care se conțin în aer, sporesc riscul bolilor pulmonare și cardiovasculare, dar distrugerea lanurilor și pășunilor, pieirea soiurilor valoroase de pești – la fel reprezintă un impact negativ al ploilor acide.

Cauza formării ploilor acide este pătrunderea în atmosferă a emisiilor nocive de origine antropică și naturală.

Sursele naturale ale ploilor acide sunt erupțiile vulcanice, putrezirea resturilor vegetale ș.a. Dar ponderea naturii în acest proces este relativ mic – cantitatea compușilor de sulf, care nimerește în atmosferă datorită erupțiilor vulcanilor, ca regulă nu depășește milioane de tone, pe când metalurgia, energetica și transportul, anual poluează atmosfera cu milioane de tone de oxizi de sulf.

Poluarea atmosferei cu dioxid de sulf și oxizi de azot are loc în procesul arderii combustibilului fosil (cărbune, de exemplu) și exploatării transportului auto. Ba chiar mai mult, la defectarea ermetizării frigiderelor și climatizoarelor sau folosirea baloanelor cu aerosol ce conțin repelenți nocivi, clorura de hidrogen pătrunde în atmosferă, la extragerea petrolului – metanul, care realizând reacții cu apa din atmosferă formează ploi acide.

Doar 200 ani în urmă apa de ploaie și de zăpadă se considera practic neutră, pe când în prezent ea pretutindeni reprezintă o soluție slab acidă. De exemplu, în Scoția, în 1974 a căzut o ploaie, picăturile căreia aveau un pH = 2,4 [33].

Prelevarea probelor de calitate a apei. Scopul prelevării probelor de apă pentru analiză este în stabilirea conformității ei cu destinația. Tipurile de analiza pot varia de la simpla testare în teren pe baza unui singur parametru (ex. pH-ul) până la analiza instrumentala a componenților multipli. Apa apare în toate formele, lichida în râuri, lacuri, apa subterana şi apa de roci, solida în gheata şi zăpada şi gazoasa în atmosfera. Nici o apa nu este pura, ea conține o cantitate mai mare sau mai mica de substanțe dizolvate.

Probele se recoltează în volum de 250-500 ml fiecare, respectând reprezentativitatea probei. Păstrarea probei implica necesitatea neschimbării concentrației speciilor care urmează a fi analizate, neschimbate în timpul transportului şi al depozitarii.

Înainte de a începe probarea, se decide ce tip de analize sunt necesare, tehnicile analitice care vor fi utilizate vor afecta mărimea probei, tipul recipientului în care se colectează proba şi metoda de stocare a probei. Proba nu trebuie alterata, iar laboratorul trebuie avertizat că urmează sa analizeze în cel mai scurt timp proba respectiva. Păstrarea probei trebuie redusă la minim (ore sau zile, în funcție de tipul analizei).

Decizia privind programul de probare se ia ținând seama de modul în care se poate modifica în timp şi spațiu compoziția apei: sezonier, săptămânal (emiterea de poluanți de la o sursa) sau zilnic (concentrarea unor componenți datorita proceselor biologice care necesita lumina solara).

Prelevarea probelor de apa se realizează în funcție de tipul analizei ce urmează a fi efectuata: (i) analize fizico-chimice; (ii) analize biologice şi (iii) analize bacteriologice.

Fiecare tip de probare se individualizează după modul de recoltare, cantitatea de apa necesară, recipienții utilizați şi modul de conservare.

Pentru determinarea indicatorilor fizico-chimici se recoltează volume de apa cuprinse între 100 ml şi 3 l. Recipienții de sticla incolora sunt mai potriviți şi mai rezistenți la atac chimic, dar mai fragili. Recipienții de polietilenă sunt mai rezistenți şi evită schimbul de ioni între apă şi recipient, dar nu permit utilizarea în cazul gazelor dizolvate (sunt permeabili) şi al fosfaților, care se adsorb pe polietilena;

Pentru determinarea indicatorilor biologici se recoltează de la 1 l până la zeci de litri de apa; tehnicile de recoltare implica dragi pentru zoobentos (biotop de pe fundul apei) şi fileul planctonic confecționat din saci denşi de mătase pentru fitoplancton (biotop din masa apei);

Pentru determinarea indicatorilor bacteriologici se recoltează volume de apa de 100-300 ml, în vase de sticla perfect sterilizate.

Prelevarea probelor din apele de suprafață. Apele de suprafață sunt cele mai favorabile pentru dispersarea poluanților în jurul unei surse de poluare. Desigur, concentrația elementelor scade treptat pe măsura îndepărtării de surse odată cu diluția. Aceasta variație depinde de mobilitatea elementelor chimice, de clima, de relief. Colectarea probelor se face cu o densitate cuprinsa între 1-10 probe/km în funcție de rețeaua hidrografica, de frecventa izvoarelor şi de sursele de poluare de pe traiectul caii respective.

Probele se recoltează din izvoare, ape curgătoare, lacuri, ape de mina înainte şi după epurare, fântâni şi puțuri. Pentru recoltare se folosesc vase din plastic, cel mai simplu recipient, iar cantitatea de apa colectata trebuie sa asigure prin evaporare un reziduu solid de cel puțin 1 g.Vasele sunt în prealabil spălate cu soluții de HCl 5%, apoi cu apa distilata şi în final cu apa din care se va recolta proba.

Proba de apa trebuie sa fie cât mai curată, fără mâl şi resturi vegetale. Vasele se etichetează cu număr, localizare, data colectării probei. În carnetul de teren se notează temperatura apei, pH-ul şi diverse particularități fizice; locurile de probare sunt apoi marcate pe harți.

Probele din apele curgătoare se prelevează contrar cursului de apă, introducând vasul de colectare în așa fel încât gura lui sa fie complet sub apa şi mâna sa fie cât mai îndepărtata. Punctul de colectare trebuie sa fie cuprins între 0.4 şi 0.6 din adâncimea râului. Daca se monitorizează sursele de preparare a apei potabile, atunci frecvența prelevării este reglementată legal şi este cu atât mai mare cu cât debitul râului este mai mare sau cu cât este mai joasă calitatea apei. În studii profesionale sau de cercetare este necesara caracterizarea mai exactă a punctului şi a adâncimii de colectare, fiind necesare dispozitive cu absorbție (vid) sau cu pompă peristaltică ce permit prelevări şi de la adâncimi de 10 m.

Prelevarea probelor din apele stătătoare sau din apele curgătoare line implică imersarea recipientului pentru probă sau a unei găleți. Se folosesc sticle simple sau duble, apa pătrunzând în sticla mare prin sticla mică după îndepărtarea furtunului de la capătul tubului lung.

Prelevarea probelor de apa subterana. Probarea apelor freatice este esențială deoarece apa freatică reprezintă o sursă în alimentarea cu apă potabila. Poluarea pânzei freatice este foarte gravă, reînnoirea ei fiind foarte lenta. Planificarea probării apelor freatice ia în considerare foarte multe variabile legate de amplasamentul hidrogeologic, de tipul de roca, porozitatea rocii respective şi eventualele surse de poluare.

Toate acestea sunt necesare pentru a alege o metoda optima de probare datorita potențialei reactivități chimice şi interacțiunii biologice a contaminanților individuali cu mediul de suprafață.

Poluarea este complicată şi complexă, existând posibilitatea contaminării apei în timpul probării. Cele mai utile sunt pompele şi vasele portabile, ușor de reparat, care permit colectarea constituenților chimici volatili, fără a modifica parametrii fizici şi chimici ai probelor colectate.

Prelevarea probelor de apa subterană se realizează în punctele de măsurare stabilite, din găuri săpate sau puțuri, cu găleata sau, de preferat, cu ajutorul pompelor. Între probe provenite din aceeaşi pânza, colectate cu sonde, pot apărea diferențe datorate aerării diferite şi ca urmare a oxidării, precipitării şi adsorbției. De aceea se recomanda purjarea pe sonda de colectare, până când valorile caracteristice (temperatura, conductivitate, pH) rămân constante.

Calitatea apei de ploaie utilizată pentru irigare. Rezervele de apă de ploaie acumulate, de obicei, sunt relativ mici și pot fi utilizate doar prin aplicarea tehnicilor cu consum redus de apă, de exemplu irigare prin picurare. Avantajele sistemelor de irigare prin picurare sunt următoarele [51]:

- la irigarea prin picurare, consumul de apă, în comparație cu alte modalități, cu mult se micșorează și nu provoacă înmlăștinirea terenului sau ridicarea nivelului apelor freatice;
- este asigurată stabilitatea ecologică a sectorului de irigare;
- se micșorează consumul de chimicale utilizate pe unitate de suprafață irigată;
- se micșorează evaporația de pe suprafața solului;
- este exclusă eroziunea solului.
- irigarea locală protejează solul de salinizare repetată în cazul nivelului înalt al apelor freatice mineralizate, protejând astfel fertilitatea lui.

Neajunsurile sistemelor de irigare prin picurare:
- costul mare al sistemului, care se recuperează în câteva sezoane;
- necesitatea folosirii filtrelor de protecție a țevilor și picurătoarelor de înfundare cu săruri;
- calitatea apei influențează funcționarea sistemului de irigare și durata exploatării;
- apa de proastă calitate (cu un conținut sporit de săruri) poate afecta solul și creșterea plantelor, provoacă înfundarea picurătoarelor și defectarea întregului sistem de irigare.

Adecvarea apei pentru irigare se evaluează prin *gradul de influență a ei asupra solului, plantelor și a elementelor sistemului de irigare*. Evaluarea adecvării apei de irigare conform gradului de influență asupra solului și plantelor se realizează după următoarele criterii [51]:
- mineralizarea totală, mg/dm^3;
- suma sărurilor toxice în echivalenți de clor, mg-echv/dm^3;
- raportul sumei cationilor de natriu și potasiu (mg-echv/dm^3) către suma tuturor cationilor (mg-echv/dm^3), %;
- raportul concentrației cationilor de magneziu (mg-echv/dm^3) către concentrația cationilor de calciu (mg-echv/dm^3), %;
- conținutul anionilor de clor (Cl), mg-echv/dm^3;
- conținutul carbonaților (CO_3), mg-echv/dm^3;
- conținutul hidrocarbonaților (HCO_3), mg-echv/dm^3;
- alcalinitatea din carbonații normali (CO_3) și alcalinitatea toxică (HCO_3), mg-echv/dm^3;
- valoarea pH-ului;
- potențialul termodinamic;
- temperatura apei, °C.

Depășirea concentrațiilor substanțelor enumerate vor deteriora calitatea solului. De menționat că, nu există acte normative în Republica Moldova, care reglementează calitate apei pentru irigare. Deci, este nevoie de a fi foarte prudent în monitorizarea calității apei pentru irigare, chiar dacă știm că apa de ploaie este practic lipsită de impurități.

Calitatea apei de irigare în raport cu pericolul salinizării repetate a solului și creșterea alcalinității se determină în baza evaluării complexe a indicatorilor conținutului de ioni toxici (în echivalenți de clor), ținând cont de compoziția granulometrică a solului, alcalinității toxice și alcalinității din carbonații normali, pH-ului.

Calitatea apei de irigare în raport cu salinizarea solului se determină conform următorilor indicatori:
- Conținutul alcalinității totale și toxice, clorului, potasiului (mg-echv/dm^3) către suma tuturor cationilor (mg-echv/dm^3), valoarea raportului în apa de irigare a magneziului către potasiu și clasa apei după pericolul salinizării.
- Evaluarea calității apei de irigare conform pericolului impactului toxic asupra plantelor se determină conform conținutului ionilor de clor, carbonaților, hidrocarbonaților și alcalinității toxice în mg-echv/dm^3.
- Calitatea apei de irigare conform indicilor termodinamici se determină din activitatea ionilor de hidrogen, natriu, calciu și coraportul potențialului de natriu-calciu (indicele stabilității I_s). Indicele dat caracterizează calitățile corozive ale apei sau posibilitatea sedimentării carbonaților de calciu slab solubili în rezultatul afectării echilibrului carbonatic-bicarbonatic. Valoarea lui se recomandă în limitele $-0,5 < I_s < 0,5$. În cazul $I_s < -0,5$ este posibilă coroziunea componentelor metalice a sistemului de irigare prin picurare, la $I_s > 0,5$ este posibilă sedimentarea carbonatului de calciu, ce va condiționa înfundarea conductelor și picurătoarelor.

În conformitate cu prevederile HG nr. 890 din 12.11.2013 și HG nr. 1143 din 21.11.2018, pentru aprobarea Regulamentului cu privire la cerințele de calitate a mediului pentru apele de suprafa-

ță, clasificarea apelor, inclusiv pentru irigare, se face în baza rezultatelor monitorizării calității apei, delimitîndu-se cinci clase de calitate:

1) *clasa I* (foarte bună) sau C_1 – apele de suprafață în care nu există alterări (sau există alterări minore) ale valorilor fizico-chimice şi biologice de calitate. Concentrațiile poluanților sintetici nu influențează funcționarea ecosistemelor acvatice şi nu aduc prejudicii sănătății umane. Apele din această clasă sînt destinate pentru toate tipurile de folosință;
2) *clasa a II-a* (bună) sau C_2 – apele de suprafață care au fost afectate uşor de activitatea antropică, dar care pot totuşi asigura toate folosințele în mod adecvat. Funcționarea ecosistemelor acvatice nu este afectată. Metodele de tratare simplă sînt suficiente pentru pregătirea apei potabile;
3) *clasa a III-a* (poluată moderat) sau C_3 – apele de suprafață ale căror valori fizico-chimice şi biologice de calitate deviază moderat de la fondul natural al calității apei, din cauza activităților umane. Se înregistrează semne moderate de dereglare a funcționării ecosistemului, iar condițiile necesare pentru familia salmonidelor nu mai pot fi asigurate. Tratarea simplă nu este suficientă pentru folosința apei în scopuri potabile, fiind aplicate metode de tratare normale;
4) *clasa a IV-a* (poluată) sau C_4 – apele de suprafață care prezintă dovezi de devieri majore ale valorilor fizico-chimice şi biologice de calitate de la fondul natural al calității apei, din cauza activităților umane. Condițiile pentru familia ciprinidelor nu mai pot fi asigurate. Apele nu corespund cerințelor pentru apa potabilă fără aplicarea metodelor de tratare avansată;
5) *clasa a V-a* (foarte poluată) sau C_5 – apele de suprafață care prezintă dovezi de devieri majore ale valorilor fizico-chimice şi biologice de la fondul natural al calității apei, din cauza activităților umane. Componentele biologice, îndeosebi piscicole, sînt deteriorate şi apa nu poate fi utilizată în scopuri potabile.

Evaluarea calității apei pentru irigare, după influența ei asupra sistemelor de irigare se evaluează prin indicatorii prezentați în tabelele 15 și 16.

Tabelul 15. Indicii de calitate a apei pentru irigare după gradul de influenţă asupra sistemului de irigare prin picurare [45, 51]

Indicele	Potrivirea apei		
	Potrivită	Convenţional potrivită	Nepotrivită
Mineralizare totală, mg/dm^3	500	500–2000	> 2000
pH	6–7	7–8	> 8
Conţinutul de mangan, mg/dm^3	< 0,1	0,1-1,5	> 1,5
Fier, mg/dm^3	< 0,2	0,2–1,5	> 1,5
Conţinutul de hidrogen sulfurat, mg/dm^3	< 0,2	0,2–2,0	> 2,0
Numărul de populaţii de bacterii	< $10*10^6$	$10*10^6$–$50*10^6$	> $50*10^6$
Limitele indicelui de stabilitate a apei, I_s	-0,5 < I_s < 0,5	-0,5 < I_s > 0,5	-0,5 < I_s > 0,5

Dacă calitatea apei nu satisface cerințelor, atunci ea poate fi folosită în irigare doar după tratare.

Tabelul 16. Conţinutul admisibil al substanţelor minerale în suspensie și de origine organică în apa pentru irigare [45, 51]

Dimensiunile orificiilor, mm	Particule în suspensie		Hidrobionţi	
	concentraţia, mg/m^3	dimensiunea particulelor, mm	concentraţia, mg/m^3	dimensiunea particulelor, mm
1	30–50	50	5	50
1-2	50–100	70	10	100
> 2	100–300	100	15	150

Temperatura apei pentru irigare în perioada de vegetație trebuie să fie în limitele 10–30 °C.

Normativul național «Regulamentului cu privire la cerințele de calitate a mediului pentru apele de suprafață» (HG nr. 890 din 12.11.2013) stabilește prin Anexa 1 - indicatorii de analiză a apei pentru irigarea culturilor agricole la regimul de O_2, nutrienții, salinitate, metale și alți indicatori chimici, cu valorile maxim admise *(tab. 17)*.

Tabelul 17. Indicatorii de analiză a apei pentru irigarea culturilor agricole [22]

Regimul O_2 (mg O_2/L)	Nutrienţi (mg/L)	Salinitate (mg/L)	Metale (µg/L)	Alţi indicatori chimici (µg/L)
Oxigen dizolvat = între 4-7 mg/l	Azot total (inclusiv organic) = între 4-20 mg/l	Mineralizare totală = 500/C_1; 700/C_2; 1000/C_3; 2000/C_4; > 2000/C_5	Fe^{2+}, Fe^{3+} = între 0,01-1 mg/l	Fenoli = între 0,001-0,1 mg/l
CBO_5 = între 5-7 mg/l	NH_4^+ = între 0,4-3,1 mg/l	Cl^- = între 150-300 mg/l	Mn^{2+}, Mn^{7+} = între 0,01-1 mg/l	Produse petroliere = între 0,05- > 1 mg/l
CCO Mn = între 7-20 mg/l	NO_2^- = între 0,06-0,3 mg/l	SO_4^{2-} = între 150-350 mg/l	Cd total = între 1-5 mg/l	
CCO Cr = între 15-90 mg/l	NO_3^- = între 3-11,3 mg/l	Mg^{2+} = între 50-100 mg/l	Zn^{2+} = 100 = între 30-400 mg/l	
	Fosfor total = între 0,2-1,0 mg/l	Na^+ / K^+ = între 55-100 mg/l	Cu_2^+ = între 15-100 mg/l	
	PO_4^{3-} = între 0,1-0,5 mg/l		Pb total = între < 50- >50 mg/l	
C_3 – clasa de salinitate „Moderată” utilizabilă pe soluri permeabile și la plante moderat tolerante la salinitate; C_4 – clasa de salinitate „Ridicată” utilizabilă pe soluri permeabile și la plante tolerante la salinitate; C_{1-2} – clasele de alcalinitate „Redusă” – utilizabilă pe majoritatea solurilor.				

În conformitate cu normativul național «Regulamentului cu privire la cerințele de calitate a mediului pentru apele de suprafață” (HG nr. 890 din 12.11.2013), agricultorul trebuie să dețină informația pentru ameliorarea problemelor de calitate a apei în caz de necesitate și să respecte parametri minimi admiși microbiologici, virusologici și helmintologici stabiliți pentru apele de suprafață, dar care sunt aplicabile și apelor pentru irigare [15].

Astfel parametrii specifici de bază în scopul utilizării apelor pentru irigarea culturilor agricole din Republica Moldova trebuie să corespundă următoarelor valori optime ale parametrilor *(tab. 18)*.

Tabelul 18. Parametrii de bază privind calitatea apei pentru irigare [15]

Parametrii și unitatea de măsură	Valori optime
pH-ul, un.	6,8–8,3
Temperatura, °C	10–28
Conductibilitatea electrică, mSm/cm la 25 °C	Până la 1100
Mineralizarea, mg/l	Până la 1000
Na^+, mg/l	40–69
Ca^{2+}, mg/l	Nu mai puţin de 50% din suma cationilor
Cl^-, mg/l	80–150 până la 200
N-NO_3^-, mg/l	Până la 5,6

IV. PREVEDERILE LEGISLATIVE ȘI NORMATIVE PRIVITOR LA CAPTAREA ȘI GESTIONAREA APELOR DE PLOAIE

Cadrul legal al Republicii Moldova dispune de prevederi destul de modeste în captarea și gestionarea apelor de ploaie. Sinteza acestor acte normative sunt prezentate în formă tabelară *(tab. 20)* după un șir de consultări cu președintele asociației obștești Eco-Contact, doctor în dreptul mediului, Iordanca-Rodica Iordanov.

Tabelul 20. Cadrul legal privind apele pluviale

Nr.	Actul Normativ	Norma legală
1.	Legea nr. 303 din 13.12.2013 privind serviciul public de alimentare cu apă şi de canalizare	**Articolul 24**. Conectarea neautorizată a obiectelor consumatorului la reţelele publice de alimentare cu apă și/sau de canalizare, alin. (8) - La depistarea unei deversări neautorizate de ape pluviale în sistemul public de canalizare, operatorul va factura proprietarului/locatarului suprafeţelor de scurgere a apelor pluviale volumul deversărilor, calculat conform actelor normative, cu aplicarea tarifului pentru serviciul de canalizare.
2.	Legea apelor nr. 272 din 23.12.2011	**Articolul 2**. Noţiuni principale, resurse de apă – ape de suprafaţă, ape subterane şi precipitaţii atmosferice căzute pe teritoriul Republicii Moldova; **Articolul 22**. Folosinţa generală a apei. (1) Se consideră folosinţă generală şi nu necesită autorizaţie de mediu pentru folosinţă specială utilizarea apei în următoarele scopuri: a) consumul uman şi alte necesităţi casnice; b) adăparea animalelor fără utilizarea de structuri permanente; c) irigarea terenurilor de pe lîngă casă; d) scăldatul și agrementul; e) captarea şi folosinţa apei pentru lupta împotriva incendiilor sau în orice altă situaţie de urgenţă. (2) Irigarea efectuată de către o persoană alimentată legal cu apă printr-un sistem centralizat de irigare gestionat de o asociaţie a utilizatorilor de apă pentru irigare sau de o altă persoană care deţine autorizaţie de mediu pentru folosinţa specială a apei nu necesită o astfel de autorizaţie. (3) Folosinţa apei pentru scăldat şi agrement poate fi limitată sau interzisă: a) de organul central al administraţiei publice în domeniul mediului sau de alte organe ale administraţiei publice abilitate în cazul unui pericol iminent pentru viaţa şi sănătatea oamenilor sau într-o zonă de protecţie stabilită în conformitate cu legislaţia; b) de titularul unei autorizaţii de mediu pentru folosinţa specială a apei în conformitate cu condiţiile autorizaţiei. (4) La sesizarea autorităţii administraţiei publice abilitate, organul central al administraţiei publice în domeniul mediului poate limita sau interzice temporar folosinţa generală a apei în cazul în care există un pericol iminent pentru viaţa şi sănătatea oamenilor sau un pericol pentru starea apelor şi echilibrul ecologic. (5) Precipitaţiile atmosferice care cad pe terenurile private pot fi folosite de către proprietar în conformitate cu dispoziţiile Codului civil. *Articolul 591. Regulile speciale de folosire a apei: (1) Proprietarul terenului inferior nu poate împiedica curgerea provocată de proprietarul terenului superior sau de alte persoane, aşa cum este cazul apelor care* ţîşnesc *pe acest din urmă teren, datorită unor lucrări subterane întreprinse de proprietarul terenului superior, cazul apelor provenite din secarea terenurilor mlăştinoase, al apelor folosite într-un scop casnic, agricol sau industrial, însă numai dacă această curgere precedă vărsarea într-un curs de apă sau într-un şanţ şi (2) În cazul prevăzut la alin.(1), proprietarul terenului superior este obligat să aleagă calea şi mijloacele de scurgere care ar aduce prejudicii minime terenului inferior, rămînînd*

Nr.	Actul Normativ	Norma legală
		Articolul 592. Captarea apei: (1) Proprietarul care vrea să folosească pentru irigarea terenului său apele naturale şi artificiale de care poate dispune în mod efectiv are dreptul ca, pe cheltuiala sa exclusivă, să facă pe terenul riveran opus lucrări utile de captare a apei şi (2) Dispoziţiile art. 591 alin. (2) se aplică în mod corespunzător. (6) Titularul autorizaţiei de mediu pentru folosinţa specială a apei este obligat să asigure accesul la folosinţa generală a apei indicată la alin. (1). (7) Dreptul la folosinţa generală a apei nu implică dreptul de trecere printr-un teren privat decît în condiţiile prevăzute de Codul civil.
3.	Legea serviciilor publice de gospodărie comunală nr. 1402 din 24.10.2002	**Articolul 2** – În sensul prezentei legi, noţiunile de mai jos au următorul înţeles: canalizarea şi epurarea apelor uzate şi pluviale – totalitatea activităţilor şi lucrărilor efectuate în scopul colectării, transportării, epurării şi evacuării apelor uzate şi pluviale într-un receptor natural; **Articolul 3. – (1)** Serviciile publice de gospodărie comunală asigură furnizarea/prestarea următoarelor servicii: a) alimentarea cu apă; b) alimentarea cu energie termică; c) canalizarea şi epurarea apelor uzate şi pluviale; **Articolul 23.** – (1) Operatorii înfiinţaţi de autorităţile administraţiei publice locale, în funcţie de raza teritorială în care acţionează, pot fi de interes local şi, respectiv, raional. (2) Operatorii de interes local se află în subordinea consiliilor locale şi se organizează pentru furnizarea/prestarea unui sau mai multor tipuri de servicii, în funcţie de mărimea localităţilor, de gradul de echipare tehnico-edilitară a acestora şi de alţi factori specifici locali. (3) Operatorii care furnizează/prestează servicii la nivel de regiune, raion, municipiu se înfiinţează în condiţiile legii, de regulă, de către autorităţile administraţiei publice locale sau, după caz, de către cele centrale de specialitate pentru următoarele activităţi: a) construirea, exploatarea, întreţinerea şi modernizarea drumurilor şi podurilor de interes regional, raional, municipal; b) alimentarea cu apă, evacuarea şi epurarea apelor uzate şi pluviale;
4.	Regulamentul privind condiţiile de deversare a apelor uzate în corpurile de apă, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 802 din 9 octombrie 2013	**Anexa nr.1** la Regulamentul privind condiţiile de deversare a apelor uzate în corpurile de apă Valorile limită de emisie pentru abatoare și prelucrarea cărnii și a peștelui - pct. 3.9 aplicarea sistemelor de canalizare separate pentru evacuarea separată a apelor provenite din procesele menajere sau a altor ape poluate și a apei nepoluate din precipitaţiile atmosferice; **Anexa nr.7** la Regulamentul privind condiţiile de deversare a apelor uzate în corpurile de apă (Valorile limită de emisie pentru producerea furajelor din legume) pct. 3.4.4) reducerea consumului de apă dulce, cu ajutorul: lit. b) aportului de apă din precipitaţii, de la siturile de producţie; a buclelor de transportare și/sau curăţare a materiilor prime și a produselor;
5.	Regulamentul privind cerinţele de colectare, epurare şi deversare a apelor uzate în sistemul de canalizare şi/sau în emisare pentru localităţile urbane şi rurale*/** aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 950 din 25.11.2013	**Punctul 29**. În scopul prevenirii poluării resurselor de apă se prevăd următoarele: folosirea apelor uzate şi/sau a nămolurilor care conţin nutrienţi la fertilizarea ori la irigarea terenurilor agricole sau silvice, cu acceptul deţinătorilor terenurilor respective şi cu avizul autorităţilor competente în domeniul îmbunătăţirilor funciare. În funcţie de natura culturii se va cere şi avizul centrului teritorial de sănătate publică; în aceste cazuri este obligatorie asigurarea impermeabilizării tuturor depozitelor; eventualele exfiltraţii, precum şi apele din precipitaţii ce se scurg de la aceste depozite trebuie colectate şi epurate astfel încât acestea să corespundă prevederilor prezentului Regulament.

Nr.	Actul Normativ	Norma legală
		Anexa nr.8 la Regulamentul privind cerinţele de colectare, epurare şi deversare a apelor uzate în sistemul de canalizare şi/sau în emisare pentru localităţile urbane şi rurale, **punctul 15**. Toate aglomerările urbane necesită a fi echipate cu sisteme de colectare a apelor urbane uzate, care trebuie proiectate, construite şi întreţinute în conformitate cu cele mai avansate tehnologii, în special în ceea ce privește: 1) volumul şi caracteristicile apelor urbane uzate; 2) prevenirea scurgerilor; 3) limitarea poluării în emisare, care rezultă din supraîncărcarea cu apă ca urmare a precipitaţiilor excesive.
6.	HOTĂRÎRE Nr. 890 din 12-11-2013 pentru aprobarea Regulamentului cu privire la cerinţele de calitate a mediului pentru apele de suprafaţă	Regulamentul stabileşte cerinţele de calitate a mediului pentru apele de suprafaţă şi modul de clasificare a apelor de suprafaţă în clasele de calitate. Clasele de calitate a apei caracterizează utilitatea ei pentru o anumită folosinţă. În conformitate cu Anexa nr. 2 a regulamentului, clasele 1 – 3 de calitate pot fi utilizate la irigare.

Nr.	Documente de politici	Acţiunea
1.	Strategia de alimentare cu apă şi sanitaţie (2014 – 2030), aprobată prin HG nr. 199 din 20.03.2014	**Introducere**: sanitaţie – o serie de servicii publice și acţiuni de siguranţă din punct de vedere sanitaro-epidemiologic, igienic şi de mediu: (a) colectarea, transportarea şi epurarea apelor menajere, fecaloide (care conţin excreţii umane) și a apelor meteorice;
2.	Strategia de mediu pentru anii 2014–2023 şi a Planului de acţiuni pentru implementarea acesteia, aprobată prin Hotărârea Guvernului nr. 301 din 24.04.2014	**Obiectivul specific 6**: Asigurarea utilizării raţionale, protecţiei şi conservării resurselor naturale. A. Gestionarea resurselor de apă, infrastructura de alimentare cu apă şi sanitaţie. **28. Descrierea situaţiei: 4)** Poluarea apelor de suprafaţă este cauzată, în cele mai multe cazuri, de sectorul gospodăriei comunale (ape reziduale epurate insuficient, deversări ale apelor neepurate din sistemul comunal, managementul neadecvat al deșeurilor menajere solide), de sectorul agrar (dejecţii animaliere acumulate, depozite de pesticide etc.) şi de sectorul energetic, cum ar fi depozitele de produse petroliere, staţiile de alimentare cu petrol, alte surse de poluare continuă. Apele meteorice rezultate în urma precipitaţiilor vin în contact cu terenul şi, în procesul scurgerii, antrenează atât scurgerile de ape uzate, cât şi deșeurile, îngrășămintele chimice, pesticidele, astfel că în momentul deversării în receptor acestea conţin un număr mare de poluanţi. Un pericol iminent de poluare a apelor subterane îl prezintă sondele arteziene abandonate, care, de obicei, au coloana de tubaj deteriorată ori gura sondei deschisă, ceea ce facilitează amestecul apelor pluviale cu cele de adâncime şi înrăutăţirea calităţii straturilor acvifere.

V. CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI PRACTICE DE UTILIZARE A APEI DE PLOAIE ÎN AGRICULTURĂ

Capitolul I:

- Evaluarea resurselor de apă ale Republicii Moldova (de suprafață și subterană) necesită perfecționarea rețelei de monitoring, dotată cu echipament și utilaje contemporane pentru realizarea complexelor de măsurători.
- Schimbările climatice au un impact specific asupra resurselor de apă, adaptarea la care reprezintă o necesitate vitală a diferitor sectoare din economia țării, în primul rând a sectorului agricol;
- Impactul schimbărilor climatice asupra resurselor de apă, în prezent, pe teritoriul Republicii Moldova, se manifestă în reducerea cantității lor și diminuarea calității apei.
- Resursele contemporane ale apelor de suprafață cu o asigurare de 50%, 75% și 95%, constituie 10,9, 7,93 și 5,67 km^3 de apă respectiv (Gh. Bejenaru). Scurgerea ecologică reprezintă 30% din scurgerea medie. Restul apei este disponibilă pentru diferite folosințe.
- Resursele contemporane exploatabile ale apelor subterane constituie 1 566 553,00 m^3/zi sau 0,57 km^3/an, iar cele potențiale – 3 729 888,00 m^3/zi sau 1,4 km^3/an (C. Moraru).
- Colectarea și folosirea pe larg a resurselor apelor de ploaie ar micșora presiunea antropică asupra resurselor de apă a țării.

Capitolul II:

- Sistemele agrotehnice de colectare a apei de ploaie merită o utilizare mai largă pe teritoriul țării, îndeosebi pe terenurile fără irigare. Aplicarea lor va diminua riscul recoltei în condițiile de secetă. Pot fi aplicate inclusiv și pe terenuri agricole mari.
- Sisteme de colectare a apei de pe acoperișuri reprezintă o soluție ieftină și eficientă în folosirea apei de ploaie. Apa colectată este de bună calitate și poate fi folosită în diferite scopuri, inclusiv și pentru irigarea terenurilor mici.
- Sistemele de colectare a apei din cursurile de apă efemere reprezintă o practică tot mai răspândită pe teritoriul țării în ultimii ani. Rezervele de apă de ploaie interceptată și acumulată în așa mod, poate asigura cu apă terenuri mici de 1–2 ha. Tehnicile de irigare aplicate – poate fi doar picurarea. Respectiv și culturile agricole udate sunt specifice – livezi, pomușoare, legume în sere.
- Apa de ploaie imediat după căderea pe suprafața scoarței terestre nu formează imediat scurgere, doar după saturarea substratului începe scurgerea. În procesul scurgerii de pe versant apa (fiind un solvent universal) dizolvă multe substanțe și se transformă din apă relativ pură în soluție, deseori cu proprietăți inacceptabile pentru irigare. Din aceste considerente este necesar de efectuat cercetări în scopul elaborării unei hărți a calității scurgerii de pe versanți. Această hartă va avea un nivel foarte înalt de regionalizare și va fi utilă în identificarea locurilor de construire a lacurilor de colectare a apelor de ploaie.

Capitolul III:

- Este obligatoriu de avut document normativ național privitor la parametrii de calitate a apei folosite în irigare, evaluarea obligatorie a lor, inclusiv și în diferite anotimpuri, iar în baza parametrilor chimici, de calculat coeficienții de irigare pentru a preveni degradarea solului, a calității și cantității produselor agricole.

Capitolul IV:

- Este necesar de ajustat cadrul legal al Republicii Moldova în domeniul colectării și gestionării apelor de ploaie în agricultură și alte domenii.
- Este necesar de ajustat cadrul legal al Republicii Moldova în definirea parametrilor calității apei pentru irigare.

De menționat că, cele expuse reprezintă doar părerea autorilor, sau autorilor citați, și nu sunt recomandări cu caracter obligatoriu spre respectare.

BIBLIOGRAFIE

1. Attila Yazar, Akhtar Ali, Water Harvesting in Dry Environments. © Springer International Publishing AG 2017. M. Farooq, K. Siddique (eds.), Innovations in Dryland Agriculture. DOI 10.1007/978-3-319-47928-6_3
2. Bejenaru Gh. Evaluarea potenţialului hidrologic al Republicii Moldova în condiţiile modificărilor de mediu. Autoreferat la teza de doctor în ştiinţe geonomice. Chișinău, 2017, 27 p. http://www.cnaa.md/thesis/52181/
3. Bejenaru Gh., Hidrologie Generală, manual pentru Instituţiile Superioare de Învăţământ. Chișinău, UST, 2011 Vol. 1 – 162 p.
4. Bejenaru Gh., Melniciuc O., Resursele de apă ale Republicii Moldova (teoria formării și sinteze regionale), Chișinău, „Protipar Service", 2020, 338 p.
5. Cabot P.E., Olson C.C., Waskom R.M. and Rein K.G. Rainwater Collection in Colorado - Colorado State University, U.S. Department of Agriculture and Colorado counties cooperating. https://extension.colostate.edu/docs/pubs/natres/06707.pdf
6. Canarache A. Fizica solurilor agricole, Editura Ceres, București, 1990. 268 p.
7. Caracterizarea condiţiilor meteorologice și agrometeorologice lunare. http://old.meteo.md/mold/nsluna.htm
8. Cerbari V. (coordonator). Monitoringul calităţii solurilor Republicii Moldova. Ch.: Pontos, 2012. 476 p.
9. Council Directive 91/271/EEC of 21 May 1991 concerning urban waste-water treatment, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A31991L0271
10. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32000L0060
11. Gavrilaș Tamara, Duţă Ala. Glosar de termeni privind adaptarea la schimbările climatice. https://www.md.undp.org/content/moldova/ro/home/library/climate_environment_energy/glosar-de-termeni-privind-adaptarea-la-schimbrile-climatice.html
12. Ghidul privind conservarea şi utilizarea raţională a umidităţii din sol, Kuharuk Ecaterina, Corman Iulia, Popov Leonid [et.al,]; Parteneriatul Global al Apei pentru Europa Centrală şi de Est (GWP CEE), Inst. de Pedologie, Agrochimie şi Protecţia Solului „Nicolae Dimo" Univ. Agrară de Stat din Moldova [et.al,] - Chisinau; S.n.2015 (Tipogr. „Print-Caro"). – 48 p.
13. Instrucţiuni normative CP D.01.05-2012, Construcţii hidrotehnice și pentru îmbunătăţiri funciare, Determinarea caracteristicilor hidrologice pentru condiţiile Republicii Moldova. Documentul este acceptat de Comitetul Tehnic CT-C D.01 "Construcţii hidrotehnice, rutiere și speciale" si aprobat prin ordinul Ministerului dezvoltării regionale si construcţiilor al Republicii Moldova nr. 26 din 26 februarie 2013, cu aplicare din 01.07.2013. Publicat: 24.01.2014 în Monitorul Oficial Nr. 17-23 art. Nr: 8
14. Joshua Black, Maimbo Malesu, Alex Oduor, Kipruto Cherogony and Meshack Nyabenge. 2012. Rainwater Harvesting Inventory of Kenya An Overview of Techniques, Sustainability Factors, and Stakeholders. World Agroforestry Centre (ICRAF). PO Box 30677 – 00100 Nairobi, Kenya.
15. Hotărîrea Guvernului nr. 890 din 12.11.2013 modificată prin HG nr. 1143 din 21.11.2018 pentru aprobarea Regulamentului cu privire la cerinţele de calitate a mediului pentru apele de suprafaţă, Monitorulk Oficial nr. 13/21 din 18.01.2019 art.7, 12 p.
16. Legea apelor nr. 272 din 23.12.2011, cu modificările prin Legea nr. 249 din 15-11-2018.
17. Moraru C. Rezervele exploatabile ale apelor subterane din Republica Moldova. Academos, 2/2018, p. 34-41.
18. Nedealcov Maria. Schimbările climatice regionale. Inst. de Ecologie și Geografie - Ch.: S.n., 2020. „Impressum" – 367 p.
19. O soluţie salvatoare – iazuri de captare a apei de ploaie. https://ecopresa.md/o-solutie-salvatoare-iazuri-de-captare-a-apei-de-ploaie/
20. Planuri de Siguranţă a Apei și a Sistemelor de Sanitaţie pentru comunităţi rurale. Informaţii de bază necesare elaborării unui Plan de Siguranţă a Apei și a Sistemelor de Sanitaţie. Compendiu – Vol.B. © 2016 WECF e.V., Germany. https://www.wecf.org/wp-content/uploads/2017/02/WSSP-compendium-Part-B-Romanian.pdf
21. Richard G. Allen, Luis S. Pereira, Dirk Raes, Martin Smith. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements. FAO - Food and Agriculture, Organization of the United Nations, Rome, 1998. http://www.fao.org/3/x0490e/x0490e00.htm

22. Sandu Maria, Tărîţă Anatol, Lozan Raisa, Ţurcan Sergiu. Calitatea apei pentru irigare. Buletinul AŞM. Ştiinţele vieţii. Nr. 1 (334) 2018. p. 173-181.
23. STAS 9450/88. România. Apă pentru irigarea culturilor agricole. Clasificare, calitate.
24. Theib Oweis. Improving water productivity. International Center for Agriculture in the Dry Areas (ICARDA). https://icardanews.wordpress.com/2012/06/12/improving-water-productivity/
25. Vulnerability Assessment and Climate Change Impacts in the Republic of Moldova. Researches, Studies, Solutions. Chisinau, 2018, "Bons Offices" – 352 p.
26. Афанасьев Е. Система сбора дождевой воды: способы сбора и монтаж. Опубликовано 07.07.2019. https://stroyday.ru/stroitelstvo-doma/vodoprovod-i-kanalizaciya/sistema-sbora-dozhdevoj-vody.html
27. Беженару Г. А., Гребень В.В., Оценка стока для расчета водохозяйственного баланса в бассейне Днестра, Періодичний науковий збірник № 3 (54), Гідрологія, гідрохимія и гідроэкллогія. Київ, 2019, с. 24-26.
28. Беженару Г. Анализ циклических колебаний и пространственно-временной синхронности годовых сумм атмосферных осадков и генетических компонентов годового стока на территории Республики Молдова. În: Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei, Ştiinţele vieţii. Chişinău, Tipografia AŞM, Nr. 1(331) 2017: p. 162-169.
29. Безднина С. Я. Качество воды для орошения, принципы и методы оценки. М., 1997, 186 с.
30. Водохозяйственный баланс реки Днестр. https://dniester-commission.com/bassejn-reki-dnestr/vodoxozyajstvennyj-balans/
31. Глобальное потепление на 1,5 °C. Специальный доклад МГЭИК о последствиях глобального потепления на 1,5 °C выше доиндустриальных уровней и о соответствующих траекториях глобальных выбросов парниковых газов в контексте укрепления глобального реагирования на угрозу изменения климата, а также устойчивого развития и усилий по искоренению нищеты. – Резюме для политиков. https://www.ipcc.ch/
32. Гопченко Е.Д., Лобода Н.С. (2005) Водные ресурсы северо-западного Причерноморья (в естественных и нарушенных антропогенной деятельностью условиях). Монография. - Киев.: КНТ. - 192 с.
33. Горшков С.П. Концептуальные основы геоэкологии: Учебное пособие. – Смоленск: Изд-во Смоленского гуманитарного университета, 1988
34. ГОСТ 17.1.2.03-90. Россия. Охрана природы. Гидросфера. Критерии и показатели качества воды для орошения. (Ultima modificare: 21.12.2017).
35. Зеленин И. В. Естественные ресурсы подземных вод Молдавии. Кишинев: Штиинца, 1972. 210 с.
36. Зеленин И. В. и др. Изучить водные ресурсы Молдавии, разработать научные основы комплексного их использования и охраны от истощения и загрязнения. Раздел: Разработать основы рационального использования и охраны подземных вод Молдавской ССР. Отчет Института геологии и сейсмологии АНМ, Кишинев, 1973. 260 с.
37. Изменение климата, 2013 г. Физическая научная основа. Вклад Рабочей группы I в Пятый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата. Резюме для политиков. www.climatechange2013.org
38. Казак В.Я., Современные речные водные ресурсы Республики Молдова и их возможные изменения предстоящим потеплением климата. Mediul Ambiant, N 1(43) februarie, 2009, стр. 40-43.
39. Кислотные дожди и их влияние на экологию планеты. Ozone Program. Вывод озоноразрушающих веществ и фторсодержащих газов в Российской Федерации. http://www.ozoneprogram.ru/biblioteka/slovar/kislotnye_dozhdi/#
40. Кондратьева И. Простое и дешевое решение – создание собственной системы сбора дождевой воды с крыши. https://www.forumhouse.ru/journal/articles/2477-sbor-dozhdevoi-vody
41. Лобода Н.С. (2005). Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния. Одесса, изд. «Экология» - 207 с.
42. Методика расчета водохозяйственного баланса и ее апробация на примере бассейна реки Днестр. https://dniester-commission.com/wp-content/uploads/2019/09/Methodology_final.pdf
43. Морару К. Е. Гидрогеохимия зоны активного водообмена юго-запада причерноморского артезианского бассейна (геоэкологические аспекты). М.: Автореф. дисс. д.г.-м.н., 2013, 52 с.
44. Овейс, Т., Д. Принц и А. Хачум. 2001. Сбор воды: Традиционные знания для будущего засушливых регионов. ИКАРДА, Алеппо, Сирия. 40 с.

45. Подовалова С.В., Иванютин Н.М. Нормативы качества воды при применении систем капельного орошения. https://niishk.ru/rekomendacii-proizvodstvu/normativy-kachestva-vody-pri-primenenii-sistem-kapelnogo-orosheniya/
46. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик, Ленинград, Гидрометеоиздат, 1984 г. 448 с.
47. Родники и атмосферные осадки как источник питьевой воды. «Санэпидконтроль. Охрана труда» №2 2014. https://www.profiz.ru/sec/2_2014/rodniki_i_osadki/
48. Сбор дождевой воды. https://www.hisour.com/ru/rainwater-harvesting-40142/
49. Справочник по климату СССР, вып. 10, ч. 1. Л.: Гидрометеоиздат. 1966, 124 с.
50. Справочник по климату СССР, вып. 11, ч. 1. Л.: Гидрометеоиздат. 1966, 44 с.
51. Технологии капельного орошения. Требования к качеству оросительной воды. http://vsego-nechego.ucoz.ru/publ/trebovanija_k_kachestvu_orositelnoj_vody/1-1-0-3
52. Унгуреану Ф. В., Скрипчинская Л. В., Кокырца П. Н. и др. Использование минеральных вод для орошения сельскохозяйственных культур в Республике Молдова. Кишинев, 1991, 52 с.
53. Фролов Н. М. Подземные воды западной части Причерноморского артезианского бассейна. М.: АН СССР, 1961, 65 с.
54. Химия и Общество: Пер. с англ. – М.: Мир, 1995, 560 с.
55. Шараевский Л. П. и др. Региональная оценка эксплуатационных ресурсов подземных вод междуречья Прут-Днестр (Причерноморский артезианский бассейн) по состоянию на 1.01.77 г. Отчет, фонды АЖеоМ. Кишинев, 1981. 280 с.
56. Шараевский Л.П. Закономерности формирования эксплуатационных запасов подземных вод междуречья Днестр-Прут. /Автореф. дис. канд. геол.-мин. наук/ – М., 1984. 222 с.