



UCIP IFAD

Unitatea Consolidată pentru
Implementarea Programelor IFAD

PRACTICI EFICIENTE DE IRIGARE PENTRU O AGRICULTURĂ ADAPTABILĂ LA CLIMĂ ÎN REPUBLICA MOLDOVA

Chișinău • 2023



PRACTICI EFICIENTE DE IRIGARE PENTRU O AGRICULTURĂ ADAPTABILĂ LA CLIMĂ ÎN REPUBLICA MOLDOVA

Ghid practic pentru producătorii agricoli

Chișinău, 2023

Autori:

Anatolie FALA, director de proiecte al Asociației Naționale de Dezvoltare Rurală (ACSA), doctor în științe biologice, magistrul în agrobusiness

Gheorghe JUGĂU, doctor în științe biologice, expert în pedologie și reziliență climatică

Nicolae SÎRCU, inginer licențiat, expert în irigații

Viorel BOTNARU, licențiat în economie, expert în servicii de extensiune

Coordonator:

Constantin OJOG, director executiv al Agenției Naționale de Dezvoltare Rurală (ACSA), doctor în științe agricole

Recenzenți:

Andrei GUMOVSCI, doctor în științe agricole

Aureliu OVERCENCO, doctor în geografie

Redactor: Vitalie ȚURCANU

Design și procesare computerizată: Natalia DOROGAN

Tiparul executat la: Tipografia „Bons Office SRL”

Această publicație a fost elaborată cu suportul financiar al Fondului Internațional pentru Dezvoltare Agricolă (IFAD), în cadrul activității „Gestionarea adaptată la schimbările climatice a apelor în gospodăriile agricole”, implementat de Asociația Națională de Dezvoltare Rurală (ACSA), în cadrul Proiectului Îmbunătățirea Capacităților pentru Transformarea Zonei Rurale (TRTP / IFAD VIII), implementat de Unitatea Consolidată pentru Implementarea Programelor IFAD (UCIP IFAD)

Publicația este distribuită gratuit

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII

Practici eficiente de irigare pentru o agricultură adaptabilă la climă în Republica Moldova: Ghid practic pentru producătorii agricoli/Anatolie Fala, Gheorghe Jugău, Nicolae Sîrcu, Viorel Botnaru; coordonator: Constantin Ojog; Unitatea Consolidată pentru Implementarea Programelor IFAD (UCIP IFAD). – Chișinău: [S. n.], 2023 (Bons Offices). – 100 p.: fig., tab. color.

Aut. indicați pe verso f. de tit. – Referințe bibliogr.: p. 98-100 (82 tit.). – Apare cu suportul financiar al Fondului Internațional pentru Dezvoltare Agricolă (IFAD). – [400] ex.

CUPRINS

LISTA ABREVIERILOR	5
INTRODUCERE.....	6
I. CONDIȚIILE CLIMATICE ȘI RESURSELE DE SOL PRETABILE IRIGĂRII	7
1.1. Condițiile climatice și zonele agroclimatice ale Republicii Moldova	7
1.1.1. Condițiile climatice – factori de provocare a aridității	7
1.1.2. Zonele agroclimaterice – caracteristici specifice	8
1.2. Condițiile pedologice și pretabilitatea solurilor la irigare	10
1.3. Evoluția factorilor de fertilitate a solurilor sub acțiunea irigării cu apă cu diverse grade de calitate.....	18
II. RESURSELE ACVATICE ȘI CALITATEA APEI LA IRIGARE	21
2.1. Resursele acvatice și managementul bazinelor hidrografice.....	21
2.2. Calitatea apei pentru irigare	22
2.3. Prelevarea probelor de apă pentru analize la pretabilitatea irigării.....	28
III. CADRUL LEGAL ȘI INSTITUȚIONAL EXISTENT PRIVIND FOLOSINȚA APEI PENTRU IRIGARE	29
3.1. Reglementarea gestionării folosinței și protecției apelor.....	29
3.2. Competența de administrare și control la folosirea și protecția apelor	31
3.3. Folosința apelor și autorizarea folosinței apelor. Autorizația de Mediu pentru Folosința Specială a Apei (AMFSA)	31
3.4. Folosința apelor subterane pentru irigarea prin picurare a terenurilor agricole ocupate cu culturi horticole.....	34
3.5. Cadrul instituțional și subvențiile de stat alocate sectorului irigării	36
IV. METODE, TEHNOLOGII ȘI ECHIPAMENTE DE IRIGĂRE.....	39
4.1. Irigarea: definiții privind managementul și fertilitatea solurilor.....	39
4.2. Metode de udare și tehnici de irigare.....	40
4.3. Condițiile generale și speciale de proiectare a instalațiilor pentru irigare.....	44
4.4. Cum propriu-zis proiectăm și selectăm componentele unui sistem de irigare prin picurare.....	45
V. STAȚII ȘI ECHIPAMENTE DE POMPARE A APEI LA IRIGARE	47
5.1. Cum alegem corect parametrii tehnici ai unei stații de pompare a apei	47
5.2. Stații de pompare electrice – clasificarea și modul de funcționare	47
5.3. Motopompele	50
5.4. Stații de pompare a apei acționate la priza de putere a tractoarelor.....	50
VI. SISTEME ȘI ECHIPAMENTE DE IRIGARE PRIN ASPERSIUNE.....	51
6.1. Principiile de funcționare și tipurile de irigare prin aspersiune	51
6.2. Echipamente de aspersiune cu mai multe suporturi cu deplasare circulară și frontală	51
6.3. Instalații mobile de irigare prin aspersiune cu tambur și consolă	52
6.4. Instalații mobile de irigare prin aspersiune cu deplasare manuală	54

VII. SISTEME ȘI ECHIPAMENTE DE IRIGARE PRIN PICURARE	56
7.1. Principiile de funcționare și tipurile de irigare prin picurare	56
7.2. Componentele unui sistem de irigare prin picurare	57
7.2.1. Stații de filtrare a apei	58
7.2.2. Echipamente de fertigare sau nodul de preparare-introducere a îngrășămintelor și produselor de uz fitosanitar.....	59
7.2.3. Conducta principală (magistrală)	60
7.2.4. Regulatorul de presiune și supape de aer	60
7.2.5. Conducte secundare (submagistrale)	61
7.2.6. Conexiuni de fixare și conectare	61
7.2.7. Linii de picurare.....	62
7.3. Deservirea-îngrijirea echipamentelor de irigare și prevenirea înfundării picurătoarelor	65
VIII. SISTEME DE SENZORI ȘI ECHIPAMENTE DE MĂSURARE A UMIDITĂȚII SOLULUI ȘI CALITĂȚII IRIGĂRII	67
8.1. Stabilirea momentului optim la determinarea necesității irigării	67
8.2. Modele investiționale comparative și costuri ale sistemelor de senzori și echipamente de măsurare a umidității solului și calității irigării.....	71
IX. REGIMURI ȘI NORME DE UDARE APLICABILE CULTURILOR HORTILEGUMICOLE	77
9.1. Regimuri și norme de udare aplicabile în plantațiile horticole	77
9.2. Regimuri și norme optime de udare pentru cultura de căpșun	79
9.3. Regimuri și norme optime de udare pentru culturi bacifere	80
9.4. Regimuri și norme optime de udare aplicabile în plantațiile viticole	81
9.5. Regimuri și norme optime de udare în plantațiile legumicole, bostănoase și de cartofi.....	82
X. MANAGEMENTUL SUSTENABIL AL FERTILITĂȚII SOLURILOR ÎN REGIM IRIGABIL	86
10.1. Analiza impactului irigării cu apă mineralizată de suprafață asupra cernoziomurilor tipice slab și moderat humifere.....	86
10.2. Analiza impactului irigării asupra solurilor cenușii	90
10.3. Analiza impactului irigării asupra solurilor cernoziomoide salinizate-solonețizate	94
10.4. Aplicarea irigării în condiții de umiditate insuficientă	96
10.5. Cum se poate face agricultură pe terenurile cu exces de umiditate de suprafață?.....	97
SURSE BIBLIOGRAFICE	98

LISTA ABREVIERILOR

Abrevierea	Descrierea
ACSA	Asociația Națională de Dezvoltare Rurală
AGeoM	Agenția de Stat pentru Geologie a Republicii Moldova
AIPA	Agenția de Intervenții și Plăți pentru Agricultură
AM	Agenția de Mediu
AMFSA	Autorizația de Mediu de Folosire Specială a Apei
ANSA	Agenția Națională pentru Siguranța Alimentelor
ARFC	Agenția Relații Funciare și Cadastru
AȘM	Academia de Științe din Moldova
AUAI	Asociația Utilizatorilor de Apă la Irigare
BNS	Biroul Național de Statistică
CAS	Complexul Absorbantiv al Solului
CC	Capacitatea de Câmp pentru apă
CNSP	Centrul Național de Sănătate Publică
CPM	Corporația Provocările Mileniului
CRSP	Centrele Raionale de Sănătate Publică
CVA	Culturi cu Valoare Adăugată
EC	Conductivitatea Electrică a Solului (engleză / Electrical Conductivity)
FNDAMR	Fondul Național de Dezvoltare a Agriculturii și Mediului Rural
HDPE	High Density PolyEthylene – polietilenă de înaltă densitate
HG	Hotărâre de Guvern
IES	Inspectoratul Ecologic de Stat
IEG	Institutul de Ecologie și Geografie
IFAD	Fondul Internațional pentru Dezvoltare Agricolă
IGSU	Inspectoratul General pentru Situații de Urgență
INGEOCAD	Institutul de Geodezie, Prospectiuni Tehnice și Cadastru
Is	Indicile de Stabilitate sodică
ÎS STI	Întreprindere de Stat „Stațiune Tehnologică pentru Irigare”
MAIA	Ministerul Agriculturii și Industriei Alimentare
MM	Ministerul Mediului
NPK	Azot (N), Fosfor (P), Potasiu (K) – macroelemente
ONG	Organizație Non Guvernamentală
PC	Compensator de Presiune (engleză / Pressure Compensator)
PE	PolyEthylene – polietilenă
PSP	Prestator Privat de Servicii
PVC	PoliClorVinil
SAR	Coeficientul de Adsorbție a Sodiului
SCI	Sistem Central de Irigare
SHS	Serviciul Hidrometeorologic de Stat
SM	Stație Meteorologică
TRTP	Proiectul Îmbunătățirea Capacităților pentru Transformarea Zonei Rurale
UCIP IFAD	Unitatea Consolidată pentru Implementarea Programelor IFAD
UV	Radiația Ultravioletă

Agricultura autohtonă este un sector cu un nivel înalt de sensibilitate și vulnerabilitate față de schimbările climatice, îndeosebi la: temperaturile înalte, precipitațiile reduse, creșterea numărului și frecvenței de evenimente extreme. Factorii limitativi climatici impun un risc sporit de reducere a producției agricole, reducere a disponibilității apei atât potabile, cât și pentru irigare, prejudiciază securitatea alimentară și creșterea economică, îndeosebi pentru localitățile rurale.

Cel mai sporit risc pentru sectorul agricol îl au secetele frecvente și severe cu o regularitate de cel puțin o dată în 2-4 ani, care afectează cca 60-70% din suprafața terenurilor agricole și cca 52% din populația a cărei activitate de bază este producerea agricolă. Fermierii constituie segmentul care este predispus, într-o măsură mai mare, vulnerabilității la secetă, pericolul de sărăcie fiind major, și ca rezultat pierd din recoltele culturilor agricole și se reduce drastic șeptelul de animale.

Sursa limitativă, în condițiile de agricultură aridă, este descreșterea cu cca 15-30% a resurselor de apă, în special în zonele de centru și sud, datorită poluării, utilizării nechibzuite a terenurilor și surselor de apă, sporirii gradului de salinizare a apei. Utilizarea irigației ca măsură de prevenire și diminuare a secetei în zonele de centru și sud este problematică datorită lipsei de surse suficiente și calității joase a apei atât pentru irigare, cât și potabile (mineralizarea peste 500 mg/l, coeficientul de absorbție a sodiului mai mare de 3 și conținutul înalt de sodiu, magneziu, nitrați, nitriți, fluor, etc.) [16]

Prognozele climatice pe viitor și studiile efectuate recent [3, 5, 20, 39, 41, 43, 59, 61, 62, 66, 69, 70, 71] arată că, după toate probabilitățile, Moldova va fi expusă la:

- creșterea cu 3,4 °C a temperaturii medii anuale pentru perioada anilor 2040-2069;
- reducerea nivelului mediu anual de precipitații cu 6,8% pentru aceeași perioadă și o reducere a nivelului mediu de precipitații pentru vară și toamnă cu 19,3% și respectiv 16%,
- creșterea frecvenței și severității secetelor spre catastrofale, cu o probabilitate (mai puțin de 50% din nivelul mediu de precipitații) de la 8-9 ani până la afectare regulată o dată la 2-4 ani;
- un mediu mai riscant și marginal de producere agricolă, creșterea temperaturii și reducerea nivelului de precipitații pe parcursul perioadei critice de vegetație, fapt ce va cauza un deficit de umiditate, deplasând semnificativ țara în categoria zonelor semiaride.

Astfel, variabilitatea climatică și pedologică, specifică afectării de secetă, vor influența toate sectoarele economiei, iar cel mai vulnerabil va fi sectorul agricol. Culturile anuale de cereale, prășitoare și legumicole, în aceste condiții, vor fi speciile cele mai vulnerabile la deficitul de apă din anotimpul de vară, care coincide cu perioada cerințelor maxime față de apă al plantelor, determinând scăderea producției sau chiar deprecierea ei. Plantațiile multianuale de pomi fructiferi și viță de vie la fel vor fi afectate prin căderea prematură a fructelor, scăderea rezistenței plantelor la atacul de boli și dăunători, factori extremi de mediu și recolte mai mici.

În contextul celor menționate, prezentul ghid este adresat producătorilor agricoli, antreprenorilor rurali, consultanților, studenților și tuturor persoanelor interesate în facilitarea și promovarea unor practici eficiente de irigare pentru o agricultură adaptabilă la condițiile de climă actuală în Republica Moldova. Ghidul furnizează informații utile și de natură practică, însoțite de descrieri și imagini cu privire la condițiile climatice, zonele agroclimatice, condițiile pedologice și pretabilitatea solurilor la irigare, resursele acvatice și calitatea apei la irigare, metode, tehnologii și echipamente de irigare, inclusiv cele mai frecvent utilizate în sectorul agricol autohton: irigare prin aspersiune și picurare. Cu aspect aplicativ practic sunt descrise condițiile de proiectare a instalațiilor pentru irigare, stabilirea momentului optim și factorii care determină necesitatea de irigare, principiile de funcționare, componentele sistemelor de irigare prin aspersiune și picurare, regimurile și normele de irigare aplicabile la culturi multianuale horticoale, bacifere, struguri de masă și la culturi legumicole. Suplimentar acestora, fermierilor ce aplică irigare la scară mică le este prezentat cadrul legal și instituțional privind folosirea apei pentru irigare, inclusiv procedura obținerii Autorizației de Mediu pentru Folosința Specială a Apei (AMFSA) și subvențiile de stat alocate sectorului irigației.

Autorii speră că prin această publicație practică producătorii agricoli vor fi mai informați și vor identifica noi oportunități la aplicarea practicilor eficiente de irigare, pentru a proteja sistemele lor de producție împotriva provocărilor climatice și de a folosi rațional resursele de sol și apă disponibile.

I. CONDIȚIILE CLIMATICE ȘI RESURSELE DE SOL PRETABILE IRIGĂRII

(Gheorghe JIGĂU, dr. șt. biologice, și Anatolie FALA, dr. șt. biologice)

1.1. CONDIȚIILE CLIMATICE ȘI ZONELE AGROCLIMATICE ALE REPUBLICII MOLDOVA

1.1.1. Condițiile climatice – factori de provocare a aridității

Clima Republicii Moldova este moderat-continentală și se caracterizează prin iarnă blândă și scurtă, cu puțină zăpadă și vară caldă de lungă durată, cu o cantitate scăzută de precipitații. Gerurile parvin târziu, în decembrie-ianuarie. Perioadă îndelungată fără înghețuri (165-195 de zile) permite cultivarea culturilor termofile și acumularea zahărului în fructe [5, 20, 36, 44, 61, 62].

Radiația solară sumară anuală constituie la nordul Moldovei 105 kkal/cm², în centru 110 kkal/cm², la sud 115 kkal/cm². Bilanțul radiațional anual pentru aceste trei părți se egalează cu 40-50, 50-55, 55-60 kkal/cm².

Dinamica radiației solare globale medii anuale constituie la nordul Moldovei 4400 – 4500 MJ/m², în centru 4450 – 4600 MJ/m², la sud 4600-4750 MJ/m². Dinamica radiației solare directe medii anuale pentru aceste trei zone agroclimaterice se egalizează cu 1800 – 2100 MJ/m² pentru zona de nord, 2100 – 2400 MJ/m² pentru zona de centru și 2300 – 2600 MJ/m² pentru zona de sud. Cca 75% din această cantitate de energie este primită în perioada caldă a anului (aprilie – octombrie). Valorile medii lunare ale radiației solare se modifică în cursul anului de la 93 MJ/m² în luna decembrie până la 687 MJ/m² în iulie. Radiația solară totală a atins cele mai mari valori în anul 1954 – de 4833 MJ/m², cea mai mică în anul 1998 – de 3898 MJ/m². În ultimii 20 de ani, radiația solară totală de cele mai multe ori a depășit norma medie multianuală [20].

Temperatura medie anuală a aerului oscilează între 7,7°C – (SM Briceni) și 10°C – (SM Cahul). Valoarea negativă se observă numai din decembrie până în februarie. Temperatura medie în martie pe tot teritoriul republicii este deja pozitivă. Temperatura medie lunară în iulie atinge 19,5-22°C, cea mai ridicată temperatură din cursul anului. Temperatura în timpul toamnei scade treptat. Suma temperaturii active, mai sus de 10°C la nord alcătuiește 2750°C (părțile împădurite), 3100°C (stepă), în centru 3000-3100°C, la sud 3100-3300°C [20].

Cantitatea precipitațiilor căzute scade de la nord-vest spre sud-est și de la vest spre est și diferența poate constitui 160 mm (Briceni – 557 mm, Comrat – 400 mm). La repartizarea precipitațiilor o deosebită acțiune o au înălțimea și expoziția povârnișurilor și pantelor: pe pantele de vest a Podișului Central Moldovenesc – centrale (r. Ungheni) cad cu 50-100 mm precipitații mai mult decât pe povârnișurile de est (r. Anenii Noi). Cantitatea precipitațiilor căzute oscilează în mărime de 260-280 mm de la an la an, adică cantitatea de precipitații poate fi de două ori mai mică sau mai mare față de normă.

Particularitățile climaterice negative în Moldova sunt perioadele secetoase, care se resimt preponderent vara. Ele se caracterizează prin lipsa precipitațiilor pe o perioadă îndelungată de timp, temperaturi excesive, umiditatea scăzută a aerului, furtuni de praf, vânturi uscate și fierbinți; ultimele se întâlnesc mai des la sud și în centru (în medie 20-46 zile în an).

În perioada caldă (aprilie-octombrie) cad cca 70% din norma anuală de precipitații, cu o diferență de cca 100 mm între nord și sud (Briceni – 380 mm, Comrat – 270 mm). Ploile torențiale, de obicei, sunt însoțite de furtuni și nu este exclusă nici grindina: în medie în timpul verii se întâmplă 1-2 zile ploi cu grindină, îndeosebi în zona de centru.

Începutul sezonului meteorologic de iarnă în Republica Moldova se consideră trecerea stabilă a temperaturii medii zilnice a aerului prin 0°C, ce se semnaleză în medie în intervalul 28 noiembrie (Briceni) și 13 decembrie (Cahul). Durata medie a iernii oscilează de la 80 de zile la sud până la 100 de zile la nord. Temperatura medie a aerului de la 1,5°C frig la sud până la 3,5°C frig la nord. Cea mai rece lună a iernii este ianuarie, cu temperaturi medii de 3-5°C frig. În timpul sezonului de iarnă, pe teritoriul țării cad 95-110 mm de precipitații (17-20% din suma anuală). Precipitațiile sunt preponderent sub formă de ploaie și zăpadă, cu maximă zilnică de 50-60 mm.

Începutul sezonului meteorologic de primăvară convențional se consideră trecerea stabilă a temperaturii medii zilnice a aerului de la 0°C în direcția valorilor pozitive. Această trecere la sudul republicii are loc în medie la sfârșitul lunii februarie, pe restul teritoriului – în prima decadă

a lunii martie. Temperatura medie a aerului oscilează de la 8°C până la 10°C caldura. Primăvara, deseori au loc înghețuri, care se mențin în aer până la 6-21 aprilie, la suprafața solului – până la 22-30 aprilie. Primăvara, frecvent au loc precipitații torențiale, uneori însoțite de descărcări electrice. Pe parcursul primăverii, în medie cad 115-150 mm, sau circa 24% din suma precipitațiilor anuale. Maximumul de precipitații pe sezon a constituit 30-100 mm.

Începutul sezonului meteorologic de vară convențional se consideră trecerea stabilă a temperaturii medii zilnice a aerului peste 15°C, în medie pe teritoriul republicii între 8 mai (Cahul) și 19 mai (Briceni). Temperatura medie multianuală a aerului constituie 18,5-21,0°C. Cea mai caldă luna a verii este iulie, temperatura medie a aerului pe teritoriul republicii în această lună constituie 19-21°C. În unele zile, temperatura maximă poate atinge în teritoriu 37-40°C (2007, 2010, 2012). Temperatura medie la suprafața solului în luna iulie constituie 24-27°C, iar cea maximală în unele zile poate atinge 62-66°C. Suma precipitațiilor în sezonul de vară constituie în medie 170-235 mm, des fiind semnalate secete și arșiță atmosferică.

Începutul sezonului meteorologic de toamnă are loc odată cu trecerea stabilă a temperaturii medii zilnice a aerului peste 15°C în direcția scăderii ei. Toamna vine în perioada de la 12 septembrie, la Briceni, până la 23 septembrie, la Cahul, și durata ei constituie în medie circa 80 zile. Toamna se sfârșește odată cu trecerea stabilă a temperaturii medii zilnice a aerului peste 0°C în direcția scăderii ei, de obicei, în prima decadă a lunii decembrie. Temperatura medie a aerului în teritoriu constituie 8,5- 10,5°C caldura. Primele înghețuri la suprafața solului apar în I jumătate a lunii octombrie.

Clima și relieful Republicii Moldovei exercită o influență considerabilă asupra microclimei pe zone de cultură, asupra culturilor agricole, asupra asigurării cu apă, învelișului de sol, vegetației, determinând interdependența și, într-o măsură mare, specializarea agriculturii.

1.1.2. Zonele agroclimaterice – caracteristici specifice

Teritoriul Republicii Moldova se evidențiază printr-un landsaft divers, condiționat de varietatea factorilor naturali (geologici, orografici, climatici, edafici, hidrografici etc.). Datorită poziției sale și condițiilor fizico-geografice, sunt evidențiate 2 zone naturale – de silvostepă și de stepă, care includ 5 regiuni landsaftice (fig. 1) [3, 4, 12, 36, 68].

Zona de silvostepă – ocupă partea de nord și cea de centru a Republicii Moldova și reprezintă o alternare evidentă a câmpiilor platourilor. În această zonă se disting 3 regiuni landsaftice:

- (i) *regiunea podișurilor și platoului de silvostepă* – din nordul și nord-estul republicii și ocupă 23,8% din teritoriul ei. În structura landsafturilor predomină complexele teritoriale naturale ale cumpenelor de apă văluoroase-colinare-plate;
- (ii) *regiunea podișurilor și câmpiilor cu fâneată din stepa Bălțiului* – situată în partea de nord a republicii, ocupând 20,6% din suprafața cu landsaft reprezentat de complexele teritoriale naturale de tip colmar, precum și de pantele din văile râurilor și râulețelor;
- (iii) *regiunea podișurilor cu păduri a Codrilor* – localizată în partea centrală a țării ocupă peste 15% din teritoriu, cu un landsaft format de complexele teritoriale naturale, preponderent ale versanților afectați de alunecări vechi și hârtoape.

Zona de stepă – situată în sudul și sud-estul republicii, dispune de o diversitate biologică mai redusă. În structura landsafturilor, un rol important le revine complexelor teritoriale naturale ale teraselor Nistrului, precum și celor deluros-văluoroase interfluviale. În aspect orografic, în partea de sud a Moldovei se evidențiază Câmpia Moldovei de Sud cu Înălțimea Tigheciului și Câmpia Nistrului de Jos. Câmpia Moldovei de Sud reprezintă o câmpie deluroasă cu suprafața puternic fragmentată și evident înclinată spre șesul Mării Negre. În această zonă se disting 2 regiuni landsaftice:

- (i) *regiunea câmpiei de stepă a teraselor Nistrului Inferior* – situată în sud-estul Republicii Moldova și ocupa cca 19% din teritoriul ei. În structura landsafturilor, un rol important revine complexelor teritoriale naturale, cu cernoziomuri tipice, slab humifere și carbonatate. Soluri bune și foarte bune la aplicarea irigației;
- (ii) *regiunea câmpiilor fragmentate din stepa Bugeacului* – este situată în extremitatea sud-vestică a Republicii Moldova, și ocupă peste 20% din teritoriu.

În funcție de acțiunea factorilor climaterici, landsafturilor, specializării producerii agricole și delimitării administrative a teritoriului Republicii Moldova, deosebim 3 zone agroclimaterice: de nord, centru și sud (fig. 2).

1. Zona de Nord – include raioanele Briceni, Camenca, Edineț, Dondușeni, Drochia, Fălești, Florești, Glodeni, Ocnița, Râbnița, Râșcani, Sângerei, Soroca și mun. Bălți.

Zona agroclimaterică de nord cuprinde 571 localități, dintre care 20 orașe și 551 sate (comune) și localități din componența acestora. Suprafața totală a regiunii este de 10 014 km² (echivalentul a cca 1 milion hectare), care constituie 32,9% din suprafața totală a Republicii Moldova [7, 36]. Relieful regiunii de nord în mare parte este reprezentată de Câmpia Moldovei de Nord, Platoul Moldovei de Nord, Podișul Ciuluc-Soloneț și Podișul Nistrului. Altitudinile maxime sunt la Lipnic (259 m), Visoca (348 m) și Băxani (349 m) în partea de nord-est [68].



Fig. 1. Zonele naturale ale Moldovei
Sursa: Enciclopedia Republicii Moldova



Fig. 2. Zonele agroclimaterice ale Moldovei
Sursa: www.cim.gov.md

Resursa naturală principală a regiunii de nord o constituie solurile cu o bonitate medie de 72 puncte. Terenurile agricole sunt amplasate pe soluri fertile de tip cernoziom, subtipuri argiloiluvial și levigat, mai puțin cernoziom tipic, ocupând suprafața de cca 792 mii hectare sau 79% din suprafața totală a regiunii.

Rețeaua hidrologică a regiunii cuprinde râul Nistru (cel mai mare debit de apă), învecinat cu Ucraina la Est, și râul Prut, învecinat cu România la vest, celelalte râuri nu au o însemnătate economică.

Pădurile ocupă aproximativ 27% din suprafața totală a fondului silvic al Republicii Moldova.

Zona agroclimaterică de nord se caracterizează prin condiții optime de umezeală, cu cea mai scurtă perioadă de vegetație activă (175 – 182 zile) și cu cea mai scurtă perioadă a duratei fără înghețuri (178 – 188 zile) în comparație cu celelalte zone.

1. Suma temperaturilor active $S t^0 > 10^{\circ}C = 2700 - 2800^{\circ}C$;
2. Valori medii anuale ale precipitațiilor $P = 550 - 600$ mm;
3. Evapotranspirația de pe o suprafață liberă de apă $E = 650 - 700$ mm;
4. Coeficientul hidrotermic $K = 0,7 - 0,8$;
5. Vegetația este reprezentată de formațiuni de stepă și de luncă;
6. Solul – predomină cernoziomurile tipice și levigate (peste 50%), solurile cenușii de pădure (circa 10%), cu un proces de erodare nesemnificativ;

2. Zona de Centru – cuprinde raioanele Anenii Noi, Călărași, Criuleni, Dubăsari, Hâncești, Ialoveni, Nisporeni, Orhei, Rezina, Strășeni, Șoldănești, Telenești, Ungheni și mun. Chișinău.

Zona agroclimaterică de Centru cuprinde 354 localități, dintre care 14 orașe și 340 sate (comune) și localități din componența acestora. Suprafață totală a regiunii este de 10 636 km² (echivalentul a 1 063.600 ha), care constituie 34,9% din suprafața totală a Republicii Moldova [7].

Relieful regiunii de centru este reprezentat de Podișul Moldovei Centrale, o mare parte fiind acoperită de Codrii Moldovei. Este regiunea cea mai ridicată, cu altitudinea maximă de 429,5 m (dealul Bălănești, raionul Nisporeni) și puternic fragmentată de văi și vâlcele [68].

Rețeaua hidrologică a regiunii cuprinde râul Nistru (cel mai mare debit de apă din regiune), care o învecinează cu Regiunea Transnistreană la Est, și râul Prut, care o învecinează cu România la vest, râul Răut și râul Bâc, și alte râuri mici.

Terenurile agricole ocupă 548.818 ha sau 51,6% din suprafața totală a regiunii, terenurile arabile constituind 70% din totalul terenurilor destinate agriculturii. Suprafețele mari de teren agricol au un grad de bonitate a solului între 64 – 70 puncte, învelișul de sol fiind format de soluri de tip cernoziom tipic moderat humifer și tipic slab humifer, cernoziom molic, cernoziom carbonatic.

Zona agroclimaterică de Centru se caracterizează prin insuficiență de umezeală (îndeosebi în perioada de primăvara – vară), cu o perioadă de vegetație activă de 180 – 185 zile) și cu o perioadă similară fără înghețuri.

1. Suma temperaturilor active $S t^0 > 10^{\circ}\text{C} = 2900 - 3200^{\circ}\text{C}$;
2. Valori medii anuale ale precipitațiilor $P = 500 - 550$ mm (dar distribuite neuniform);
3. Evapotranspirația de pe o suprafață liberă de apă $E = 800 - 850$ mm;
4. Coeficientul hidrotermic $K = 0,6 - 0,8$;
5. Vegetația este reprezentată de formațiuni de înveliș ierbos, antropic, modificat, dar destul de bogat în diverse specii tipice pentru comunitățile de stepă;
6. Solul – predomină solurile brune și cenușii de pădure (40%), cernoziomurile podzolice și levigate (peste 30%). Solurile sunt supuse eroziunii de suprafață și alunecărilor de teren;

3. Zona de Sud – cuprinde raioanele Basarabeasca, Grigoriopol, Cahul, Cantemir, Căușeni, Leova, Slobozia, Cimișlia, Ștefan-Vodă, Taraclia, UTA Gagăuzia și mun. Tighina și Tiraspol.

Zona agroclimaterică de sud cuprinde 10 orașe și 278 localități rurale organizate în 177 comune. Suprafața terenurilor agricole ocupă 74% din suprafața totală a terenurilor. Sectorul agricol din zonă este specializat în cultivarea culturilor de câmp, îndeosebi cerealiere, florii-soarelui și plantațiilor multianuale de culturi horticole sămburoase (cca 31,3% din totalul pe țară) și viticole (cca 69,1% din totalul pe țară) [7, 36, 68].

Regiunea este cea mai caldă și aridă din țară, temperaturile zilnice fiind cu 2–3 grade mai ridicate. Cantitatea de precipitații de-a lungul anului este neuniformă, deseori survin secete.

Zona agroclimaterică de Sud se caracterizează prin insuficiență de umezeală repetată an de an, cu o perioadă de vegetație activă de 185 – 195 zile și cu o perioadă a duratei fără înghețuri de 181 -190 zile, în comparație cu celelalte zone.

1. Suma temperaturilor active $S t^0 > 10^{\circ}\text{C} = 3200 - 3400^{\circ}\text{C}$;
2. Valori medii anuale ale precipitațiilor $P = 450 - 550$ mm (în unii ani, până la 300 – 400 mm);
3. Evapotranspirația de pe o suprafață liberă de apă $E = 850 - 900$ mm;
4. Coeficientul hidrotermic $K = 0,5 - 0,6$;
5. Vegetația este reprezentată de formațiuni de stepă și de luncă;
6. Solul – în stepa Dunării și Bugeacului (suprafața — 1 mln. 172 mii ha), cernoziomurile obișnuite și carbonatice (77%) cu acțiunea puternică a eroziunii de suprafață și liniare, iar în zona de stepă a Nistrului Inferior (suprafața — 172 mii ha), cernoziomurile obișnuite, carbonatice și cernoziomurile de tip sudic, cu acțiunea eroziunii slabă.

1.2. CONDIȚIILE PEDOLOGICE ȘI PRETABILITATEA SOLURILOR LA IRIGARE

Potrivit datelor Agenției Relații Funciare și Cadastru (HG nr. 415 din 21.06.2023), în 2023, fondul funciar înregistrat al Republicii Moldova constituia 3 384,915 mii hectare de pământ, din care 2 398,73 mii hectare sau cca 70% au destinație agricolă. Terenurile cu destinație agricolă includ: terenuri arabile – cca 1 723,27 mii ha (cca 71% din terenurile cu destinație agricolă), plantații multianuale pomi-viticole – 223,19 mii ha (12%), pajști și fânețe – 266,71 mii ha (15,2%). Suprafața totală arabilă cultivabilă ocupată de culturi de câmp anuale este de cca 1580,5 mii ha, din care

circa 54,2% sunt destinate culturilor cerealiere (grâul și porumbul ocupă respectiv 21% și 33,2% din terenul arabil), floarea-soarelui (27,9%) și culturile furajere (2,3%) – pe aceste terenuri practic nu se aplică irigarea. Plantațiile legumicole de cartofi și culturi bostănoase ocupau în anul 2023 o suprafață de cca 61,1 mii ha [BNS], suprafețe care în mare parte sunt la irigare atât în ariile SCI / AUA, cât și la irigarea mică din bazine acvatice, lacuri și heleșteie.

Peste 28,1% din suprafața totală de terenuri arabile sunt în proprietatea a peste 445,2 mii de deținători de terenuri și producători agricoli individuali, care au parcele de teren de până la 2 ha. Cota prea mare a terenurilor agricole în componența fondului funciar duce la manifestarea largă a proceselor de degradare a solurilor și deșertificare a terenurilor. În prezent, peste 50% din soluri se află într-o stare nesatisfăcătoare, datorită degradării solului prin eroziune ca rezultat al activității antropogene, iar 10% din soluri sunt în stare critică. Conform unor date, prejudiciul economic anual de pe urma degradării solurilor în Moldova constituie de la 1,5 până la 3 mild. lei [7, 20, 36].

Teritoriul Republicii Moldova se află la intersecția a trei zone biogeografice (*solurile brune* – predominante pe Podișul Moldovei Centrale în zona Codrilor, *solurile cenușii* răspândite în regiunile deluroase, și *chernoziomurile* formate în condiții de stepă), ale căror condiții naturale au impact decisiv asupra evoluției tuturor componentelor mediului înconjurător, inclusiv asupra solurilor. Aceasta se manifestă în gradul înalt de diversitate a învelișului de sol – lista solurilor R. Moldova conține 745 de denumiri incluse în 5 clase de soluri, 13 tipuri și 36 de subtipuri.

În structura învelișului de soluri cca 75% revin cernoziomurilor (cca 1 mln. 742 ha) (tab. 1). Solurilor brune și cenușii le revin cca 11%. Solurilor halomorfe, hidromorfe ș.a. le revin cca 11%. Având în vedere complexitatea factorilor care determină pretabilitatea pentru irigarea resurselor de sol ale Republicii Moldova, în conformitate cu HG nr. 635 din 19.08.2020 [45], acestea au fost încadrate în grupe de pretabilitate pentru irigare (tab. 1).

Tabelul 1. Grupe de soluri din Republicii Moldova în funcție de gradul de pretabilitate la irigare

Nr. grupă	Denumirea solurilor	Suprafața, mii ha	
		totală	pretabilă la irigare
I	Cernoziomuri carbonatice și tipice slab humifere (obișnuite) neerodate și slab erodate	1011	557
II	Cernoziomuri argilo-iluviale levigate, tipice moderat humifere neerodate și slab erodate	731	360
III	Soluri cenușii molice și tipice neerodate și slab erodate	290	126
IV	Soluri aluviale	290	124
V	Soluri halomorfe	120	70
VI	Soluri moderat și puternic erodate	349	-
VII	Soluri afectate de alunecări	133	-
VIII	Soluri vertice și slitizate	100	-

Cele mai indicate pentru irigare sunt *solurile din I grupă, care reprezintă o grupă genetic-evolutiv conexiată (cernoziom carbonatic – cernoziom tipic slab humifer)* [81]. Acestea aparțin preponderent de zona de sud și de sud-est a R. Moldova. Pe suprafețe mai restrânse acestea se întâlnesc pe terasele inferioare ale râurilor în zonele de centru și de nord.

În zona de centru acestea se întâlnesc mai des pe terasele r. Prut, Bîc, Ichel, Botna.

În zona de nord acestea se întâlnesc pe terasele r. Prut până în raionul Edineț, inclusiv pe terasele afluenților acestuia (Lopatnic, Draghiște, Camenca).

Solurile se caracterizează cu alcătuire granulometrică lutoasă (conținut de argilă fizică 1<0,01 mm – 30-45%) și lutoargiloasă (conținut de argilă fizică 1<0,01 mm – 45-60%), conținut moderat de humus (3-4%), cu alcătuire fulvato-humatică (Cah:Cat>1,5), reacție bazică.

Factorii și procesele enumerate reduc semnificativ pretabilitatea solurilor pentru irigare și sporesc vulnerabilitatea acestora la acțiunile proceselor degradative. În acest sens, încadrarea terenurilor în agricultură trebuie să fie precedată de o perioadă de 4-6 ani (în funcție de gradul și forma de degradare) de optimizare a însușirilor și regimurilor solurilor.

În același timp, pretabilitatea terenurilor pentru irigare este limitată de condițiile geomorfologice (pH 7,3-8,2) și puternic bazică, datorită prezenței carbonaților chiar de la suprafață (cernoziomuri carbonatice) sau în orizontul (AmBm) (30-60 cm) (cernoziomurile tipice slab humifere), grosime moderată a stratului humifer (Am+B) cu conținut de humus >1% între 60-80 cm.

Tabelul 2. Criterii landsaftice de apreciere a pretabilității terenurilor pentru irigare

Parametrii	Categorია terenurilor				
	I superioară	II	III	IV	V
Coeficientul de umezire	<0,6	0,6-1,0	1,1-1,2	1,2-1,4	>1,4
Coeficientul N.N. Juanot de umezire	<0,6	0,6-0,9	≈1,0	1,1-1,2	>1,2
Grosimea zonei de aeratie, m	>30	20-30	20-10	10-5	<5
Drenarea naturală a teritoriului (scurgeri de apă freatică), mm/an	>300 (bine drenate)	150-300 (moderat drenate)	50-150 (slab drenate)	25-50 (foarte slab drenate)	<25 (practic nedrenate)
Apartenență landsaftică	Acumulativă	Acumulativ-eluvială	Acumulativ de trans acumulativă	Trans acumulativ de tranziție	De tranziție
Unghi de înclinare	<0,°15 ¹	0,15 ¹ -1°30 ¹	1°30 ¹ -3°0	3°-5°	>5°
Tip de relief	Plat	Ușor înclinat	Slab înclinat	Înclinat	Înclinat văluros-deluros
Gradul de dezmembrare orizontală a reliefului km/km ²	<0,5	0,6-1,0	1,0-1,3	1,3-1,5	>1,5
Adâncimea apelor freactice, m	>10	6-10	3-6	1,5-3,0	<1,5
Grad de mineralizare a apelor freactice, g/cm ³ (reziduul ars)	<1	1,0-1,5	1,5-3,0	3-5	>5
Impactul freatic asupra pedogenezei	Absent	Absent	În anii excesiv umezi	Prezent în anii normali / absent în anii secetoși	Permanent
Dezvoltarea terenurilor supraumezite	Absentă	Absentă	În anii excesiv umezi permanent	Permanent	Permanent înmlăștinire
Mineralizarea și chimismul apelor pentru irigare	0,4-0,7 hidrocarbonato-calcic	0,7-1,0 hidrocarbonato-magnezial-sodic	1,0-1,5 hidrocarbonato-sulfato-sodic	1,5-3 hidrocarbonato-sulfatic	>3 hidrocarbonato-cloruro-sulfatic

Pe terasele r. Prut și Răut (în zona de nord) se întâlnesc cernoziomuri tipice slab humifere cu prezența carbonaților în stratul pedogenetic activ (Am+AmBm+Bm), ceea ce atribuie un grad avansat de stabilitate a complexului adsorbativ (CAS – *complexul adsorbativ al solului*). În condiții de utilizare pentru irigare a apei cu mineralizarea <1 g/l și indici irigaționali favorabili, riscul procesului de decalcifiere a CAS este minimal.

Utilizarea solurilor din această grupă în regim irigabil este limitată de hidrostabilitatea redusă a structurii agregatice (conținutul de agregate hidrostabile în stratul Aph+AmB este mai mic de 40%), acestea fiind reprezentate prin agregate 3-0,25 mm. Conținutul de microagregate (<0,25 mm) alcătuiește 58-60%. Desfacerea agregatelor >3 mm lipsite de hidrostabilitate duce la formarea, preponderentă, de agregate 1-0,25 și <0,25 mm. Acestea colectează porii mari și mijlocii, astfel, în timp, în soluri demarează procesul de compactare irigațională in situ, manifestată în sporirea valorilor densității aparente în stratul Aph+AmBm.

Tabelul 3. Parametrii pedologici de evaluare a pretabiliității solurilor pentru irigare

Parametrii	Categoriile de soluri				
	I Superioară	II Convențional foarte bună	III Bună	IV Moderată	V Slabă
Regimul hidric	Automorf nepercolativ	Automorf periodic percolativ	Automorf periodic nepercolativ	Periodic / sezonier hidromorf stagnant	Automorf pronunțat nepercolativ
Rezervele de humus în stratul 0-20 cm	50-60	60-100	30-40	30-40	20-30
Conținut de humus în orizontul arabil, %	3-4	4-6	2,5-3,5	2,5-3,5	2,5-3,5
Tip de humus, Cah:Cat	1,5-2 fulvato-humic	>2 humic	1,3-1,5 fulvato-humic	1,3-1,5 fulvato-humic	1,3-1,5 fulvato-humic
Grosimea orizontului humoso-acumulativ (Am) (Aphm)	>40	>45	15-20	20-30	20-30
Grosimea stratului humifer activ (Am+AmBm+Bm)	60-80	>80	30-40	30-40	30-40
Alcătuire granulometrică	Lutoasă, lutoargiloasă	Lutoasă, lutoargiloasă, argilolutoasă	Lutoasă, lutoargiloasă	Lutoasă, lutoargiloasă, argilolutoasă	Argilolutoasă, argiloasă, fin argiloasă
Capacitatea de câmp pentru apă, % g/g	25-30	>30-36	20-25	25-30	20-25
Umiditatea de întreru-pere a continuității capilare, % g/g	19-23	>24-28	17-19	19-23	17-19
Coeficient de ofilire, % g/g	10-11	10-13	10-11	10-12	14-16
Diapazon de apă utilă, % g/g	15-19	20-23	10-14	15-18	6-8
Diapazonul optimal de apă utilă, % g/g	6-7	6-8	3-6	6-7	3-6
Conținutul de agregate agonomice valoroase ($\Sigma 10-0,25$ mm), % g/g	>70	>75	55-65	55-65	40-50
Conținutul de agregate hidrostabile >0,25 mm, % g/g	45-55	55-60	20-30	20-30	20-30
Permeabilitatea pentru apă, mm/min	>1,5	>1,5	0,7-1,0	0,7-1,0	<0,5
Densitatea aparentă, g/cm ³	0,9-1,3	0,9-1,3	1,1-1,34	1,0-1,37	>1,40
Porozitatea totală, % V/V	55-60	55-65	45-50	45-50	40-50
pH	7,6-8,2	6,8-8,0	6,5-7,2	7,6-8,0	>8,4
Reziduul ars, % în stratul 0-160 cm	<0,1	<0,1	<0,05	<0,25	>0,3
Imunitatea sodică, mmoli/100 g de sol	30-40	40-50	40-50	25-30	<15
Toxicitatea alcalină HCO ₃ ⁻ - Ca ³⁺ + Na ⁺ + Mg ²⁺ , mmoli/100 g de sol	<0,6	<0,6	<0,3	<0,6	-

Sporirea conținutului fracțiunii de microagregate (<0,25 mm) în acesta duce la sporirea gradului de gonflare la umezire și de contracție la uscare.

Alternarea în timp a acestor procese duce ulterior (la faze mai avansate de degradare a structurii) la supracompactare (valori ale densității aparente >1,35 g/cm³), se creează condiții de aerație, și chiar tasarea solului (valori ale densității satisfăcătoare) aparente >1,40 g/cm³ (se creează condiții de aerație nesatisfăcătoare).

În stratul subarabil se atestă o ușoară sporire a conținutului de argilă eluviată din stratul supraiacent, dar și un conținut mai sporit de forme amorfe de silicați proveniți din alterarea mineralelor. Acțiunea intercalată a argilei fine și silicaților amorfi duce la hardpanizarea (cimentarea) stratului subarabil.

IMPORTANT! Managementul solurilor din I grupă, reprezentată prin cernoziomuri cu subtipurile carbonatice și tipic slab humifer, în regim irigabil necesită măsuri pentru sustenabilizarea proceselor de reducere a gradului de vulnerabilitate la procesele degradative induse de irigare:

- adaptarea lucrărilor solului și a tuturor elementelor agroecosistemelor la condițiile concrete de landsaft;
- practicarea de asolamente și rotații ale culturilor, capabile să asigure rotația rădăcinilor; includerea ierburilor multianuale în rotația culturilor; includerea ogorului sideral în structura asolamentului; cultivarea culturilor succesive;
- încorporarea sistematică a resturilor vegetale în sol în stratul 0-25 cm cu alternarea adâncimii de încorporare în scopul asigurării formării în timp a stratului de detrit humifer; încorporarea resturilor vegetale va fi precedată de tratarea acestora cu 7-10 kg N ș.a. per 1 tonă de resturi vegetale în amestec cu preparate biologice sau bioorganominerale;
- utilizarea pentru irigare a apei pretabile pentru irigare cu mineralizarea <1000 mg/l;
- instituirea monitoringului indicilor de calitate a solurilor o dată la 3-5 ani, în funcție de condițiile de landsaft, structura culturilor cultivate, metodele și regimurile de irigare practicate.

Grupa a II-a include cernoziomurile din zona silvostepii deluroase a Câmpiei de Nord a Moldovei, care formează lanțul genetic-evolutiv: cernoziom tipic moderat humifer → cernoziom levigat → cernoziom argiloiluvial, aici acestea alcătuind cca 41% din suprafața zonei.

Cernoziomurile Grupei a II mai sunt răspândite în cadrul Podișului Tigheci, în podișul și periferia Codrilor Centrali, terasele înalte ale Nistrului și Prutului.

Carbonații sunt reprezentanți, preponderent în cadrul Stepei Bălților și pedotubile (în cadrul silvostepii).

Stepa Bălților (stepă cu bălți) – denumirea provine de la baltă – băltirea apei pe suprafața solului primăvara devreme și în perioadele cu precipitații abundente, cauzată de saturarea cu apă a porilor accesibili, ocupă aproape în întregime bazinul superior al Răutului.

În pofida faptului că clima acestui spațiu are un caracter temperat continental (temperatura medie anuală – 8,0-8,5°C, cantitatea medie multianuală de precipitații atmosferice – 510-545 mm, inclusiv 344-372 mm în perioada aprilie-octombrie; evaporabilitatea – până la 816 mm; coeficientul de umezire 0,65-0,70, pedogeneza a decurs în condiții de umiditate >CC, în condiții de formațiune vegetală mezofită de stepă, în componența căreia mai mult de 25% reveneau leguminoaselor.

Nivelul de umiditate corespunzător capacității de câmp pentru apă în perioada preagricolă a fost dependent de particularitățile hidrologice, în special de regimul și adâncimea apelor freatice manifestat în prezența acestora la adâncimea de 4-6 m. În aceste condiții, franjul de apă capilar sprijinită alocuri se deschidea la suprafața solului sau în segmentul superior al profilului solului. Ca urmare, în cadrul acestora, primăvara devreme sau în perioada cu precipitații atmosferice, pe suprafața acestor areale se formau băltoace.

Prezența permanentă a apei în porii capilari ai solului a asigurat condiții aerohidrice și hidrotermice pentru realizarea intensivă a procesului de humificare pe parcursul perioadei biologic active (aprilie-iunie), cu formarea de humus preponderent humetic (raportul C_{atr}:C_{mt}) este mai mare de doi.

În același timp, reducerea umidității solului pe parcursul perioadei de vegetație, ca urmare a intensificării evapotranspirației (cauzată de dezvoltarea plantelor ierboase cu sistem radicular adânc, dar și de reducerea severă în timp a umidității aerului), contribuind chiar și în anii cu cantitate de precipitații mai mare decât cantitatea medie multianuală, instaurării unui regim deficitar de apă în sol în a doua jumătate a perioadei de vegetație și condensării-maturizării substanțelor humice nou-formate și acumulării cumulative a acestora în profilul solului în componența agregatelor cernoziomice (7-1 mm). Astfel, în cadrul Stepei Bălților s-au format soluri cernoziomoide cu profil humifer >90-100 cm, cu structură cernoziomică bulgăroasă-grăunțoasă pe întreaga grosime a acestuia.

Ulterioara dezmembrare erozională a teritoriului la scara pedologică a timpului, a cauzat „aridizarea” solurilor, manifestată în reducerea nivelului pânzei freatice sub 6 m și dezvoltarea

solurilor în regim deficitar de umiditate și activitate biologică redusă până la zero. Aceasta a contribuit la formarea unor cernoziomuri adânc humifere cu profil humifer progresiv acumulativ și potențial nutritiv sporit.

Substituirea biogeocenozelor cu agrofitecenoza și lucrarea solurilor însoțite de distrugerea stratului detrit au determinat la substituirea regimului hidric nepercolativ preponderent exudativ-evaporativ, cauzat în mare măsură de evaporarea fizică. Aceasta a generat la intensificarea gradului de aridizare a solurilor și scăderea semnificativă a bioproductivității lor. Ca urmare, s-a redus semnificativ intensitatea procesului de formare și acumulare a humusului și a celui de agregare-structurare responsabile de asigurarea unui cadru hidrofizic stabil optimal. Ca urmare, s-a produs instaurarea în soluri a unui regim preponderent deficitar al apei. În aceste condiții, în pofida unui potențial bioproductiv sporit, acesta se realizează doar parțial. În același timp, nu se asigură cadrul pedo-funcțional necesar pentru reproducerea fertilității naturale, aceasta fiind în reducere unidirecționată.

În contextul celor expuse, cernoziomurile tipice slab humifere necesită măsuri pentru optimizarea regimului de umiditate.

Cernoziomurile levigate și cele argilo-iluviale s-au format în condiții de landsaft de silvostepă în cadrul Platoului Moldovei. Aceasta reprezintă o câmpie ușor ondulată, având o înclinare spre sud. Altitudinile variază între 240 și 320 m. Predominante sunt terenurile cu înclinația 0-2° (55%) și 2-6° (30%). Pretabile pentru irigare sunt terenurile cu înclinația <2°. Cele cu înclinația 2-6° sunt convențional pretabile și necesită măsuri de amenajare hidrologică și antierozională în scopul încadrării în regim irigabil.

Rocile parentale sunt reprezentate, predominant, prin argile lutoase (82%). Acestea se caracterizează cu conținut de argilă fină (<0,001 mm) mai mare de 31% și de argilă fizică (<0,01 mm) mai mare de 60%, permeabilitate pentru apă bună și moderată (respectiv 1-0,7 și 0,7-0,5 mm/min), lucru care favorizează irigarea.

Condițiile climatice (t° medie multianuală 7,7-7,8°C, suma temperaturilor active 2735-2745°C, cantitatea de precipitații atmosferice 456-551 mm cu predominarea absolută a celor căzute în perioada aprilie-noiembrie (360-439 mm), indicele aridității (0,76-0,84) au favorizat dezvoltarea landsaftului de silvostepă cu pondere mare a vegetației ierboase mezofite.

În unii ani, cantitatea de precipitații atmosferice depășește cantitatea medie multianuală cu cca 200 mm. În atare ani, profilul solului și roca-mamă sunt adânc percolate din profilul solurilor, carbonații sunt levigați în roca așternută. Aceasta a determinat unele trăsături specifice care limitează pretabilitatea acestor soluri pentru irigare:

- regimul hidric periodic percolativ, care contribuie migrării pe descendentă și înstrăinării din stratul biologic activ a produselor bio- și pedogenezei, inclusiv a fitonutrienților minerali și organo-minerali;
- decalcifierea parțială a complexului adsorbativ al solurilor, manifestat în valorile gradului de saturație cu baza, care variază de la 96-94% până la 92-88% în cernoziomurile argilo-iluviale și de la 94-95% până la 92-90% în cernoziomurile levigate;
- gradul mai sporit de mobilitate a componentilor fin dispersați (<0,001 mm) și antrenarea acestora în procese de eluviere-iluviere.

Cu intensitate maximală a acestor procese se caracterizează cernoziomurile argiloiluviale cu formarea orizontului eluvial (AE) în segmentul superior al profilului și celui argilo-iluvial (Bt) în stratul subiacent.

În cernoziomurile levigate, aceste procese au o intensitate mai redusă și se manifestă în formarea orizontului luvic (Al) în segmentul superior și celui iluvial (Bi) în cel subiacent.

Diferențierea texturală a profilului cernoziomurilor argiloiluviale și cambice duce la formarea de spații poroase anizotropice.

Orizontul superficial (AE/Al) se caracterizează cu porozitate bună/excelentă (53-55/55-65%) și permeabilitate excelentă pentru apă (>1,5 mm/min).

Orizontul iluvial (Bt/Bi) dispune porozitate mai redusă (49-53/53-57%) și permeabilitate pentru apă mai redusă (<0,7/<1 mm/min).

Particularitatea specificată implică riscul stagnării apei în orizontul superficial în condiții de umezire excesivă și urmează a fi luată în calcul la încadrarea terenurilor în circuitul irigabil. În acest sens, regimurile irigării urmează a fi luate în calcul la încadrarea terenurilor în agricultura irigată. Totodată, este necesară adaptarea regimurilor irigării la dinamica condițiilor climatice (în special a cantității de precipitații atmosferice în regim anual și multianual).

Este necesar să se țină cont de faptul că, în condiții de irigare, regimul hidric al acestor soluri are un caracter percolativ permanent. În aceste condiții persistă riscul colmatării porilor în segmentul mijlociu al profilului. Aceasta implică necesitatea monitorizării stării fizice a solurilor în regim irigabil. Levigarea adâncă a carbonaților din stratul pedogenetic activ reduce gradul de stabilitate a complexului adsorbativ al solului și sporește vulnerabilitatea acestuia la decalcifiere.

Ca urmare, în condiții de percolare sistematică a profilului solului, la irigare este posibilă intensificarea procesului de decalcifiere, cu sporirea ponderii magneziului în componența complexului adsorbativ, cu sporirea gradului de hidrofilitate a argilei fine și degradarea structurii agregatice. Aceasta este una din principalele cauze ale compactării accelerate a cernoziomurilor argiloiluviale și celor levigate. În plus, în condiții de mediu decarbonat, se intensifică procesele de alterare atât a mineralelor primare, cât și a celor argiloase/secundare, cu crearea de forme mobile ale siliciului. Aceasta sporește riscul slitizării, în timp, a cernoziomurilor argiloiluviale și levigate.

IMPORTANT! Irigarea cernoziomurilor argiloiluviale și levigate cu apă cu indici irigaționali nefavorabili poate duce la solonețizarea accelerată și intensificarea proceselor de diferențiere texturală a profilului solului. Pornind de la cele menționate pentru această grupă de soluri, apa utilizată la irigație trebuie să îndeplinească următoarele caracteristici:

- să dispună de compoziție ionică favorabilă, în special, referitor la raportul cationilor monovalenți și bivalenți;
- să asigure predominarea cationului de calciu în cadrul raportului $Ca^{2+}:Mg^{2+}$;
- valoarea maximă a conținutului de săruri solubile nu va depăși 700 mg/l;
- este exclusă irigarea cu apă cu chimism sodic, chiar și în cazul când mineralizarea acestuia alcătuiește <700 mg/l.

În același timp, sunt necesare măsuri sistematice de susținere a procesului de formare-acumulare a humusului și de stabilizare a acestuia în structura agregatică a solului în scopul pedofuncțional [sistem bioenergetic] ↔ [sistem agregatic].

Este obligatorie practicarea de asolamente adaptate la condiții concrete de landsaft, cultivarea culturilor succesive, includerea ogorului sideral în componența asolamentului și administrarea o dată la 3 ani a 3 t/ha de carbocalc sau fertilizanți organo-minerali calcici.

Pentru evaluarea necesității stratului agrogen, în măsuri de optimizare a însușirilor și regimurilor acestora se recomandă utilizarea indicilor prezentați în tabelul 4.

Tabelul 4. Indici de evaluare a necesității în ameliorarea-optimizarea stratului agrogen al cernoziomurilor preconizate pentru irigare

Parametrii solului	Starea solului			
	optimală	nefavorabilă, gradul		
		slabă	medie	înaltă
Conținutul agregatelor, fracționare uscată, %				
>10 mm	10-20	21-30	31-40	>40
$\Sigma 10-0,25$ mm	70-80	50-59	40-49	<40
$\Sigma 5-1$ mm din $\Sigma 10-0,25$ mm	>60	50-59	40-49	<40
Densitatea aparentă, g/cm ³	1,05-1,20	1,20-1,26	1,26-1,30	>1,30
Permeabilitatea pentru apă, mm/min	>1,0	0,6-1,0	0,3-0,5	<0,1
Conținutul sărurilor toxice, %:				
- cu prezența bicarbonatului de sodiu	<0,05	0,05-0,10	0,11-0,30	>0,30
- fără prezența bicarbonatului de sodiu	<0,10	0,10-0,30	0,31-0,50	>0,50
Conținutul de sodiu schimbabil, % din suma cationilor	<1	1-3	4-5	>5
Conținutul de magneziu schimbabil, % din suma cationilor	<30	30-40	41-60	>60
Porozitatea totală, %	55-65	53-53	46-52	<45
Porozitatea pentru apă, % din porozitatea totală	75-80	65-74	51-64	<50
Porozitatea de aeratie, % V/V	18-20	15-17	11-14	<10

Grupa a III-a de pretabilitate pentru irigare include solurile cenușii. Acestea au răspândire mai largă în cadrul zonei silvostepii deluroase a Câmpiei de Nord, unde ocupă cca 10% din suprafață, și în zona pădurilor Podișului Codrilor, unde le revin cca 17% din suprafață.

Solurile din această grupă aparțin, preponderent, de spații cu regim hidric periodic percolativ. În același timp, însă, adâncimea de percolare a profilului acestora este limitată de depozitele argiloase de roci așternute, care se constată în stratul 150-200 cm.

Ca urmare, deși carbonații de calciu sunt percolați din profilul solului, prezența acestora se atestă la adâncimea 110-150 cm în funcție de condițiile geomorfologice, gradul de drenare naturală în subtipul de sol cenușiu.

Încadrarea solurilor din această grupă în circuitul irigabil este limitată de alcătuirea textural-diferențiată a profilului solurilor, în cadrul căruia se disting orizontul eluvial (AE) și orizontul argilo-iluvial (Bt) cu permeabilitate pentru apă și conductivitate hidraulică detașat diferite.

Orizontul eluvial se caracterizează cu porozitate >50%, în componența căreia predomină porii conductorii de umiditate (>60 mkm) și cei de transmisie (>250 mkm). Ca urmare, acesta se caracterizează cu permeabilitate bună-moderată pentru apă. În același timp, în componența spațiului poros, volumul porilor de aeratie alcătuiește 15-18%. Prin urmare, la irigare, în acesta se instaurază un regim aerohidric favorabil pentru dezvoltarea sistemului radicular al plantelor și desfășurarea proceselor biologice și biochimice.

Orizontul argiloiluvial Bt se caracterizează cu volum total al porilor <50%, iar în componența lui predomină porii protectori de umiditate (30-60 mkm). Volumul porilor conductorii de umiditate și celor de transmisie se reduce de cca 1,5 ori. Volumul porilor de aeratie alcătuiește 12-15%. Ca urmare, acesta se caracterizează cu valori mici (<0,5 mm/min) ale permeabilității pentru apă și ale conductivității hidraulice și poate cauza formarea pânzei de apă așezată capilar în orizontul supraiacent (AE). În plus, la irigare, în acesta se poate crea regim aerohidric preponderent reducător. În aceste condiții, procesele biochimice se realizează cu formarea de produși organici toxici atât pentru culturi, cât și pentru biota solului.

IMPORTANT! Pentru atenuarea riscului de formare de produși organici toxici la aplicarea irigației, se recomandă practicarea periodică a afânării adânci fără întoarcerea brazdei cu afânătorul, odată la 3 ani la adâncimea de 50-60 cm. Calitatea apei pentru irigații și regimurile irigației trebuie să îndeplinească cerințele specificate pentru grupa a II-a.

Întreținerea solurilor cenușii în regim irigațional necesită măsuri sistematice de susținere și reproducere lărgită a resurselor bioenergetice în sol prin cultivarea de asolamente pedoameliorative/pedoremediative.

Categoriile de soluri cu grad foarte slab și/sau slab de eroziune din grupele I, II și III pot fi incluse în regim irigațional doar în condiții de efectuare în prealabil a lucrărilor de amenajare antierozională a teritoriului și aplicare a complexului de măsuri pentru prevenirea eroziunii irigaționale.

Pe terenurile cu soluri foarte slab și slab erodate se recomandă utilizarea echipamentului de irigare cu intensitate redusă.

Grupa a IV-a include solurile aluviale nesalinizate și cele cu risc slab de sărăturare, neafectate de supraumectare, și cele fără caractere morfologice de slitizare. Irigația solurilor din această grupă necesită măsuri de drenare pentru menținerea nivelului pânzei de apă freatică sub nivelul critic, care pentru solurile din cadrul șesurilor aluviale ale Republicii Moldova alcătuiește 2,1 m.

IMPORTANT! Întreținerea solurilor aluviale, în regim irigațional implică riscul bălțirii apei pe suprafața solurilor (în cazul solurilor cu alcătuire granulometrică fină) sau la interfața straturilor cu alcătuire granulometrică diferită (în cazul solurilor aluviale stratificate). Pentru irigarea solurilor aluviale mai indicată este apa cu mineralizare <1 g/l și indici irigaționali favorabili.

Grupa a V-a include solurile halomorfe cu grad slab și moderat de salinizare-solonețizare sau cu pericol slab și moderat de salinizare-solonețizare. La irigarea acestora poate fi utilizată apa cu mineralizarea <1 g/l. În scopul prevenirii acumulării sodiului, în complexul adsorbțiv al solului este necesar ca raportul dintre indicii de adsorbție a sodiului (SAR_0) și cel al indicelui de adsorbție a sodiului pentru soluția solului (SAR_s) ($SAR_0 : SAR_s$) să alcătuiască 1-2 unități.

IMPORTANT! Încadrarea solurilor din această grupă în circuitul irigațional trebuie să fie precedată de lucrări de amendare calcică și de evacuare a sărurilor ușor solubile din stratul radicular activ al solurilor. Pentru desalinizarea stratului radicular activ, mai indicat este procedeul de afânare adâncă (50-60 cm) cu afânătorul la începutul perioadei reci a anului (decembrie). Pentru terenurile din această grupă este mai indicată practicarea asolamentelor pedoameliorative și efectuarea periodică (o dată la 3 ani) a afânării adânci în prima decadă a lunii decembrie.

Solurile din grupele VI-VIII (moderate și puternic erodate, afectate de alunecări și vertice – slitzate) NU SUNT PRETABILE PENTRU IRIGARE din cauza pericolului sporit de intensificare a eroziunii irigaționale sau de activizare a proceselor de salinizare și solonetizare.

1.3. EVOLUȚIA FACTORILOR DE FERTILITATE A SOLURILOR SUB ACȚIUNEA IRIGĂRII CU APĂ CU DIVERSE GRADE DE CALITATE

Prin prisma teoriei pedogenezei, materializată în relația „factori → regimuri → procese pedogenetice elementare → sol (însușiri) → fertilitate”, irigarea este un factor cu impact direct asupra regimurilor pedogenetice (hidric, de aeratie, termic) și pedofuncționale (aerohidric, hidrotermic, de oxido-reducere, biologic) responsabile de sensul și evoluția proceselor pedogenetice, care determină însușirile solurilor exprimate în fertilitatea naturală, capacitatea bioproductivă și resurse-productivă a acestora.

IMPORTANT! Prin această prismă de idei, irigarea duce, în mod inevitabil, la modificarea sensului și intensității proceselor pedogenetice. Gradul de modificare a acestora este în funcție de calitatea apei pentru irigare, durata irigării, normele și regimurile de irigare practicate și pretabilitatea solurilor pentru irigare. În acest sens, atenționăm că rolul decisiv revine indicilor de calitate a apei.

În susținerea celor menționate, în cele ce urmează prezentăm o scurtă evaluare a impactului irigării asupra cernoziomurilor din prima și a doua grupă de pretabilitate a solurilor pentru irigare.

Impactul irigării cu apă din r. Nistru asupra însușirilor cernoziomurilor carbonatice și tipice slab humifere

Cercetările în scopul aprecierii impactului irigării cu apă din r. Nistru asupra cernoziomurilor carbonatice și tipice slab humifere din cadrul teraselor acestora au fost inițiate în anii 70 ai secolului trecut și, ulterior, generalizate în mai multe publicații [27, 28, 60, 74, 77, 78, 79, 80, 81].

Multiplele rezultate obținute au fost relativ recent sistematizate analitic de către V. Filipciuc [15, 16, 44] și Gh. Jigău [26, 27, 78, 79]. În același timp, cercetările efectuate de Gh. Jigău au arătat că irigarea are un impact multilateral asupra solurilor la toate nivelurile de organizare structural-funcțională a solurilor [78, 79, 80], cu exprimare cantitativă în funcție de calitatea apei și durata irigării. În acest sens, cercetările lui V. Filipciuc și coautorii [15] au scos în evidență că la nivel ionic-molecular irigarea cernoziomului carbonatic cu apă din râul Nistru duce la intensificarea procesului de humificare cu sporirea conținutului de humus în stratul 0-50 cm cu 0,14-0,17. În stratul subiacent, conținutul de humus rămâne relativ nemodificat (tab. 5).

Tabelul 5. Indici de evoluție a unor parametri chimici ai cernoziomului carbonatic în condiții de irigare cu apă din r. Nistru (neirigat/irigat) (com. Egoreni, r. Soroca) [15]

Adâncimea, cm	Conținut		Extras apos			
	Humus	CaCO ₃	Reziduul uscat, %	pH	(Ca + Mg)/Na	Kas (coeficientului sezonier de acumulare a sărurilor)
0-25	2,18/2,32	3,8/2,5	0,046/0,062	8,30/8,00	18/17	1,3
25-50	2,11/2,38	3,8/4,2	0,044/0,055	8,25/8,18	18/22	1,3
50-84	1,88/1,86	6,1/6,4	0,043/0,052	8,15/8,20	18/21	1,2
84-106	1,20/1,33	8,7/8,3	0,040/0,053	8,05/8,15	16/20	1,3
106-130	0,87/0,81	10,9/9,9	0,051/0,052	8,10/8,10	9/20	1,0
130-160	0,62/0,47	11,8/11,4	0,053/0,049	8,15/8,00	5/20	0,9

În același timp, în stratul 0-50 cm al solului irigat se constată reducerea cu cca 1,3% a conținutului de carbonați în orizontul arabil (0-25 cm) și sporirea ușoară a acestuia în stratul subiacent (25-84 cm).

În stratul 0-106 cm supus irigării se atestă o ușoară sporire a valorilor rezidului uscat cu 0,011-0,016%, dar fără manifestări în valorile pH (se atestă doar o ușoară perturbare a acestora pe profilul solului irigat), lucru care ne face să considerăm că conținutul de soluri în soluția solului a sporit din conținutul bicarbonatului de calciu ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$). În favoarea acestei concluzii vine sporirea valorilor raportului $(\text{Ca}+\text{Mg})/\text{Na}$ în solurile irigate.

Modificările atestate în soluția solului se răsfrâng nesemnificativ asupra componentei cationilor reținuți. Din tabelul 5 constatăm că conținutul cationului de Ca^{2+} și cel al Mg^{2+} în stratul 0-50 cm sub acțiunea irigării, practic, nu suferă modificări. În stratul subiacent însă se atestă sporirea conținutului relativ al Mg^{2+} cu 3-4% din suma cationilor, lucru, probabil, cauzat de mobilizarea bicarbonatului de magneziu ($\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$) din soluția solului cu curențele descendente de apă dată fiind mobilitatea mai sporită a acestuia. Conținutul cationului de sodiu în solul irigat nu indică la modificări sesizabile.

Evaluarea componentei complexului adsorbativ al solurilor la sfârșitul sezonului de irigare indică sporirea ușoară a sumei cationilor reținuți în stratul 0-76 cm, atât în comparație cu solul neirigat, cât și în comparație cu valorile de la începutul sezonului de irigare din conținutul cationului de sodiu cu cca 2-4% din suma cationilor reținuți.

Tabelul 6. Impactul irigării cu apă din r. Nistru asupra componentei cationilor reținuți ai cernoziomului carbonatic (com. Egoreni, r. Soroca) [15]

Adâncimea, cm	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	Suma	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	Is/ml/100 g de sol
	ml/100 g de sol				% din sumă			
Sol neirigat								
0-25	21,17	2,11	0,55	23,83	89	9	2	39,6
25-50	21,01	2,11	0,19	23,36	90	9	1	39,2
50-84	19,16	2,21	0,36	21,73	88	10	2	38,8
84-106	17,92	2,58	0,36	20,86	86	10	2	37,2
106-130	15,76	3,97	0,19	19,92	79	20	1	35,6
130-160	12,85	4,85	0,36	18,06	71	27	2	34,6
Sol irigat (la începutul perioadei de irigare)								
0-28	20,96	2,21	0,55	23,72	88	9	3	39,4
28-48	20,80	2,34	0,35	23,50	88	10	2	39,6
48-76	17,92	2,83	0,59	20,97	86	13	1	38,2
76-107	16,84	3,09	0,36	20,29	83	15	2	37,8
107-138	14,16	4,48	0,29	18,33	75	24	1	35,4
138-180	11,99	5,36	0,18	17,27	69	30	1	34,2
Sol irigat (la sfârșitul perioadei de irigare)								
0-28	21,43	2,06	0,99	24,48	88	8	4	39,2
28-48	21,84	2,18	1,35	25,37	86	9	5	39,8
48-76	19,83	2,68	1,52	24,03	82	11	7	38,0
76-107	16,92	2,99	1,16	20,47	80	15	5	37,0
107-138	13,90	4,48	0,90	19,28	72	23	5	34,6
138-180	11,22	5,36	0,53	17,11	66	31	3	33,0

Evaluarea componentei complexului adsorbativ al solurilor la sfârșitul sezonului de irigare indică sporirea ușoară a sumei cationilor reținuți în stratul 0-76 cm atât în comparație cu solul neirigat, cât și în comparație cu valorile la începutul sezonului de irigare din conținutul cationului de sodiu cu cca 2-4% din suma cationilor reținuți.

Aparent, aceasta indică asupra solonetișării slabe a cernoziomului carbonatic sub acțiunea irigării. În același timp însă, *indicele de stabilitate sodică (Is)*, care este indicatorul de bază al proceselor care se realizează la nivel ionic-molecular nu suferă modificări. Aceasta ne permite să concludem că modificările atestate pe parcursul sezonului de irigare sunt cauzate de dinamica sezonieră a reacțiilor de schimb în cadrul sistemului dinamic [soluția solului] → [complexul

adsorbativ al solului], ca urmare a sporirii concentrației cationului Na⁺ în soluția solului cauzată de evaporarea fizică și evapo-transpirație a apei din sol.

Ulterioara diluare a soluției solului pe parcursul perioadei reci a anului duce la restabilirea componentei complexului adsorbativ. În același timp, fenomenul specificat urmează a fi luat în calcul cu alternarea în timp a acestuia, care va cauza, în mod inevitabil, demararea unidirecționată a procesului de solonețizare. Aceasta implică necesitatea instituirii unui sistem de monitorizare a componentei cationilor reținuți o dată la 2-3 ani, în funcție de alcătuirea granulometrică a solului, normele și regimurile irigației.

Măsurile de management sustenabil al procesului de solificare și a factorilor de fertilitate urmează a fi diferențiate în funcție de categoria de folosință a terenurilor.

IMPORTANT! În cazul plantațiilor multianuale, preferință se acordă întreținerii acestora în regim înierbat. Consolidarea stratului superficial duce, practic, la copertarea solului cu formarea de regimuri aerohidric și hidrotermic nefavorabile pentru culturi și funcționalitatea solurilor. Pornind de la aceasta, este necesar ca spațiile înierbate să fie udate periodic, cu întreținerea umidității în intervalul 0,55-0,60 CC. O dată la 3-4 ani, în funcție de zona agroclimatică, relief, starea solurilor, este indicată tratarea stratului superficial cu grapa cu discuri și încorporarea masei vegetale în stratul 0-16-18 cm, cu ulterioara reînsămânțare a spațiilor dintre rânduri. Aceasta va avea ca rezultat constituirea stratului de mulci organo-mineral (organo-terros) (analogic stratului de detrit humifer în segmentul superior al profilului cernoziomurilor native). Constituirea acestuia va contribui la reducerea vulnerabilității de consolidare, instaurarea în soluri a unor condiții favorabile pentru schimbul de substanțe cu atmosfera și reducerea riscului „obosirii solurilor”, cervarea apei în sol, reducerea la minimum (zero) a evaporării fizice și consumul apei, preponderent, la evapotranspirație.

IMPORTANT! Un alt procedeu agrotehnic de perspectivă este întreținerea spațiilor dintre rânduri în regim de ogor ocupat (ogor sideral). Aceasta presupune însămânțarea spațiilor dintre rânduri cu culturi de toamnă (rașiță, seacă), cu ulterioara încorporare a acestora în sol în faza de înflorire/intrarea în pai (în funcție de cultura practică). Avantajele acestui procedeu presupun evitarea neproductivă a apei de pe suprafața solului la evaporare și reducerea necesarului în irigare (pierderile de apă la producerea de biomasă a culturilor siderale se realizează în materie organică și sunt restituite în sol cu biomasa). În perioada de toamnă-iarnă-primăvară, protejează solurile de vânturi, contribuie la reținerea zăpezii etc. Ulterioara încorporare a acestora în sol cu alternarea adâncimii de încorporare în intervalul 10-25 cm contribuie la formarea stratului de mulci organo-terros cu implicarea efectelor descrise mai sus.

Practicarea ogorului sideral în plantațiile pe versanți va reduce riscul eroziunii cu apa și vântul, iar în terenurile fără înclinare – eroziunea cu vântul. Pentru evitarea fenomenului de copertare organo-minerală a stratului subiacent și asigurarea unui schimb liber de gaze în sistemul „sol – atmosferă” se recomandă afânarea adâncă (30-35 cm) cu cizelul (paraplow-ul) fără întoarcerea brazdei [26, 60].

Întru evitarea creării unui surplus de materie organică la suprafața solului cu dezvoltarea de organisme patogene și dăunători, se recomandă pauze de 1-2 ani, pe parcursul cărora se vor dezvolta mai intensiv procesele de mineralizare a materiei organice proaspete, cu mobilizarea de elemente de nutriție minerală. Este binevenită cultivarea periodică a unor culturi cu sistem radicular adânc, care va contribui la afânarea segmentului mediu al profilului.

IMPORTANT! Pe versanți, reducerea permeabilității pentru apă duce la demararea procesului de eroziune superficială. Pentru evitarea proceselor specifice este necesar ca suprafața solului să fie acoperită cu vegetație sau resturi vegetale. În condiții de irigare, procesul de lesivaj este inevitabil, care presupune migrarea argilei (<0,001 mm) din stratul arabil în cel subarabil. Prin urmare, pentru atenuarea consecințelor acestuia este necesar să fie practicat un sistem rotațional de lucrare a solurilor, cu includerea arăturii (27-30 cm) cu întoarcerea brazdei o dată la 3 ani. În același timp, pentru asigurarea „drenării biologice” a segmentului mediu și celui inferior al profilului solului, este necesară includerea culturilor cu sistem radicular adânc (1,0-1,5 m) în structura acestora.

II. RESURSELE ACVATICE ȘI CALITATEA APEI LA IRIGARE

(Gheorghe JIGĂU, dr. șt. biologice, și Anatolie FALA, dr. șt. biologice)

2.1. RESURSELE ACVATICE PRETABILE IRIGĂRII ȘI MANAGEMENTUL BAZINELOR HIDROGRAFICE

Prin amplasarea geografică, teritoriul Republicii Moldova reprezintă un spațiu de tranziție de la sistemul orografic Carpatin către depresiunea Mării Negre cu activitate tectonică sporită, grad mare de dezmembrare erozională și de drenare naturală, făcând parte din spațiile cu resurse limitate de apă.

Principalele surse mai sigure și de o calitate mai bună de apă disponibilă pentru irigare sunt râurile transfrontaliere Prut și Nistru. Debitul mediu anual al r. Nistru alcătuiește cca 10 km³ (9 997 mln. m³), iar a r. Prut cca 2,4 km³ (2 400 mln. m³). Debitul râurilor Nistru și Prut constituie 98% din resursele acvatice ale Republicii Moldovei [2, 3, 5, 16, 36, 71].

Bazinul hidrografic al Republicii Moldova este reprezentat prin 3 621 râuri și râulețe cu lungimea totală de cca 16 000 km, inclusiv 7 având lungimea de peste 100 km (Nistru, Prutul, Răut, Bâc, Botna, Icheli și Cubolta), alte 247 – peste 10 km, 57 de lacuri naturale cu suprafața oglinzii apei de 62,2 km² și circa 3 000 bazine artificiale de apă. Dintre râurile interne doar r. Răut dispune de un debit anual de 189 mln. m³, urmat de r. Bâc – 34,1 mln. m³, r. Ichel – 16,1 mln. m³, r. Botna – 14,8 mln. m³ și r. Cogâlnic cu volumul scurgerii anuale de 6,72 mln. m³.

Apele râurilor mici, pe lângă faptul că înregistrează debite foarte mici, în marea lor majoritate se caracterizează cu un conținut de săruri ce depășește limita superioară admisibilă (1 g/l). Excepție fac doar afluenții nordici ai r. Prut – Lopatnic, Vilia, Draghiște, Camenca ș.a.

Râurile Prut și Nistru traversează teritoriul mai multor state, încât din cele cca 12,4 km³ de apă doar 4 km³ alcătuiesc resursele disponibile de apă de suprafață ale Republicii Moldova.

Cele mai mari lacuri naturale sunt situate pe cursul râului Prut (Beleu, Dracele, Rotunda, Fontan), fl. Nistru (Bâc, Ros, Nistru Vechi). Cele mai mari lacuri de acumulare artificiale sunt Costești – Stânca pe râul Prut (678 mln.m³) și Dubăsari pe Nistru (235 mln.m³) (fig. 3).

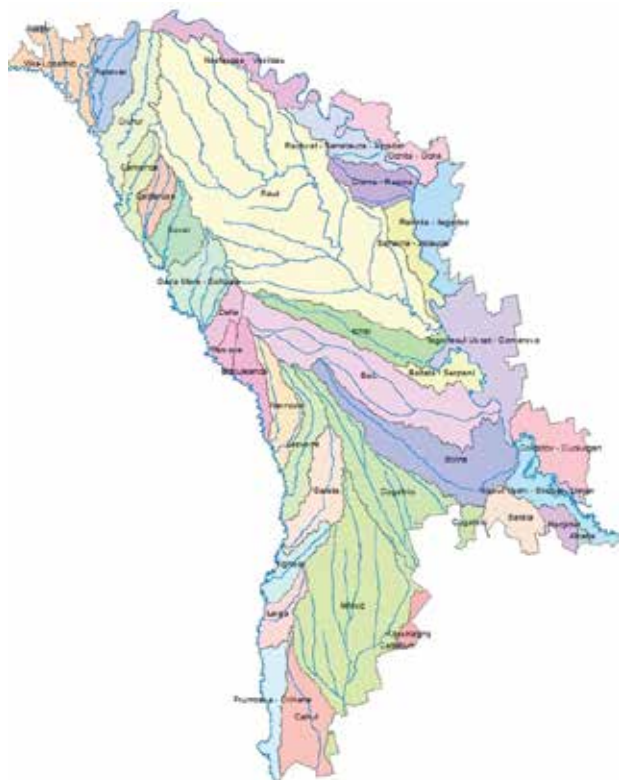


Fig. 3. Harta bazinelor hidrografice

Sursa: Agenția de Stat Apele Moldovei

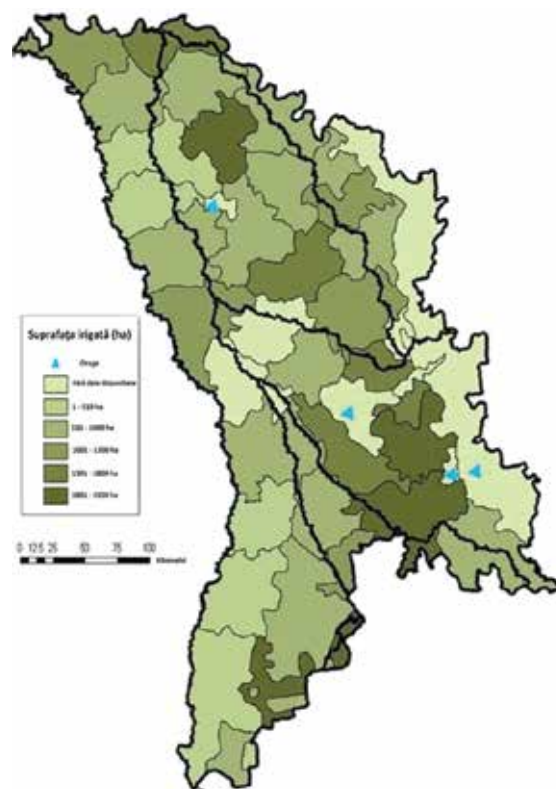


Fig. 4. Harta ariilor irigate

Sursa: Agenția de Stat Apele Moldovei

Compoziția chimică a apelor râurilor și acumularilor de apă enumerate mai sus este foarte diversă, atât după gradul de mineralizare, cât și după compoziția anionilor și cationilor principali (cloruri, sulfati, hidrocarbonați de calciu, magneziu și sodiu). Calitatea apei pentru irigare este o problemă-cheie, de care depinde fertilitatea solului, productivitatea și sănătatea plantelor agricole.

Aparent, reieșind din consumul mediu anual de cca 115 mln. m³, acesta este mai mult decât suficient, dar în distribuția acestuia se constată două discrepanțe – una temporală și alta spațială.

Cu referire la prima, autorul citat menționează că doar 70% din întreg volumul scurgerii râurilor Prut și Nistru se înregistrează în perioada lunilor martie-iulie. Astfel, deja în luna august, când necesarul pentru irigare la mai multe culturi este încă mare, resursele disponibile de apă se reduc esențial. În același timp, în perioada 2011 – 2023, debitul râurilor Nistru și Prut s-a redus cu cca 25%. În acest sens, pe parcursul ultimilor 4 ani (2020 – 2023) ambele râuri, pe parcursul întregii perioade de vegetație, au fost în regim de secetă hidrologică.

Principala cauză a situației hidrologice nou-creată sunt condițiile de climă mai severă în ultimii 10 – 12 ani, induse de instabilitatea climatică în regiune, manifestată în secetele cu efecte cumulative, care au afectat spațiul carpatin, inclusiv în perioada de iarnă.

O a doua mare problemă care limitează posibilitatea utilizării resurselor disponibile de apă ale Nistrului și Prutului este caracterul spațial inegal în distribuția acestora. Cele mai mari cantități ale acestora sunt concentrate în extremitățile de est și de vest ale Republicii Moldova, marea majoritate a terenurilor agricole fiind concentrate în spațiul intern, cu resurse de apă extrem de insuficiente. În același timp, deplasarea apei din r. Nistru și Prut nu este rentabilă.

Rezervele de apă acumulate în cele cca 3057 de lacuri naturale și bazine de acumulare sunt extrem de mici pentru a asigura necesarul de apă pentru irigare. În același timp, cca 90% din acestea se caracterizează cu apă nepretabilă pentru irigare.

În pofida faptului că recent a fost elaborat întreg cadrul legal pentru utilizarea apelor subterane pentru irigare (HG nr. 635 din 19.08.2020), conform calculelor, din cele cca 7 000 de fântâni arteziene care sunt în republică, doar cca 18% dispun de apă convențional pretabilă pentru irigare.

În contextul celor expuse, extinderea suprafețelor irigate trebuie efectuată, prioritar, de-a lungul r. Nistru și Prut, acolo unde cadrul natural favorizează investiții minime. În restul teritoriului, suprafețele irigate trebuie extinse pe arii mici (în special, pentru horticultură), având ca sursă apa pluvială captată în bazine de acumulare.

Anumite probleme în utilizarea resurselor de apă disponibile pentru irigații sunt induse de actualul trend al condițiilor climatice:

- diminuarea volumului de apă disponibilă (în special, pentru sursele de suprafață);
- degradarea calității resurselor de apă (în special a celor de suprafață ca urmare a colmatării râurilor, lacurilor naturale și bazinelor de acumulare.

2.2. CALITATEA APEI PENTRU IRIGARE

Necesitatea de apă a plantelor agricole, în condițiile Republicii Moldova, este satisfăcută din contul precipitațiilor în anii umezi cu 74-100%, în anii medii – cu 42-85%, iar în anii secetoși – doar cu numai 11-58%. Gradul de aprovizionare cu apă a semănăturilor influențează substanțial obținerea producțiilor înalte și stabile ale culturilor agricole [2, 3, 5, 6, 11, 12, 13, 21, 36].

Sursele de apă disponibile pentru irigare se caracterizează cu o diversitate mare a gradului de mineralizare și chimismului sărurilor. Apa fluviilor Prut și Nistru se caracterizează cu un grad de mineralizare sub 0,5 g/l și se înscrie în categoria celor cu calitate excelentă cu chimism hidrocarbonato-calcic ($\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$). În același timp însă, în unele perioade ale anului în componența sărurilor este prezentă soda (Na_2CO_3), care cauzează valori $\text{pH} > 8,2$ [15, 16, 18, 19].

În apa râului Nistru prezența sodiei se atestă în fazele timpurii ale perioadei de vegetație/la începutul sezonului de irigare (tab. 7). Pe parcursul perioadei de vegetație are loc modificarea chimismului sărurilor cu reducerea gradului de alcalinitate ($\text{pH} < 8,0$).

Râul Prut, în cadrul cursului superior și celui mediu, se caracterizează cu conținut de săruri $< 0,5$ g/l și chimism hidrocarbonato-calcic.

În segmentul inferior (în aval de com. Nemțeni, r. Hâncești), în componența sărurilor, pe parcursul perioadei de vegetație este prezentă permanent soda în cantități care depășesc pragul critic (0,03 ml/l). Ca urmare, irigarea cu apă din râul Prut în segmentul inferior al bazinului acestuia implică riscul solonetișării solurilor.

Tabelul 7. Compoziția chimică și indici de calitate a apelor de suprafață și subterane

Indicatori	Fluviul Nistru (loc. Egoreni, r. Soroca)		Lac de acumulare (Sângerei)		Fântână arteziană (loc. Cozești, r. Sângerei)	
	1	2	1	2	1	2
Mineralizarea, mg/l	304	285	2750	3374	816	793
pH, unități	8,45	7,90	8,70	8,85	9,45	8,90
CO ₃ ²⁻ , ml/l	0,84	-	2,40	5,64	4,80	2,92
HCO ₃ ⁻ , ml/l	3,96	3,08	17,70	22,42	9,62	9,56
Cl ⁻ , ml/l	1,28	1,17	3,73	4,32	1,73	1,83
SO ₄ ²⁻ , ml/l	0,19	0,97	23,60	27,56	2,87	1,84
Ca ²⁺ , ml/l	3,74	3,53	4,60	4,40	1,08	0,80
Mg, ml/l	0,56	0,82	12,60	13,80	2,44	0,60
Na, ml/l	1,13	0,82	27,83	36,10	10,70	11,83
SAR	0,8	0,6	9,6	12,0	6,1	14,1
P _{Mg} ⁺ %	13	20	73	76	69	43
CSR, ml/l	0,50	-	2,90	9,86	10,90	11,08

NOTĂ: 1. la începutul sezonului de irigație și 2. la sfârșitul sezonului de irigație

Apa din lacuri și bazinele de acumulare în toate cazurile se caracterizează cu indici irigaționali nefavorabili (tab. 7), atât conținutul de săruri, cât și chimismul acestora fiind supuse unor modificări sesizabile pe parcursul perioadei de vegetație, proporțiile acestora variind în funcție de particularitățile climatice ale anului [78]. La folosirea apei mineralizate, starea ameliorativă a solurilor se agravează prin:

- creșterea gradului de salinizare până la 0,4% (moderat spre puternic salinizat);
- majorarea gradului de solonețizare (Na=14%) până la foarte puternic;
- manifestarea procesului de argilizare (majorarea conținutului de argilă fină cu 8-9%);
- mărirea factorului de dispersie de la 6 la 31%;
- diminuarea hidrostabilității structurale de 4,2 ori;
- compactizarea excesivă a orizonturilor superioare;
- scăderea spațiului lacunar.

Aplicarea apelor alcaline și mineralizate influențează profund asupra întregului complex de însușiri fizice, chimice și mecanice ale solului, iar illitizarea, argilizarea și peptizarea argilei fine au caracter ireversibil. Apele cu un conținut înalt de săruri, pe fondul unor concentrații mari de sodiu, cationi de calciu și magneziu, duc la salinizare și solonetizare, mai pronunțat în zonele de Centru și Sud ale țării și în albiile cursurilor de apă mici, care în perioada de vară, pe fond de temperaturi înalte și insolații, își reduc debitul de apă în jumătate, iar unele chiar seacă. Sursele de apă mici nu sunt surse pretabile și sigure pentru irigare.

Sistematizarea multiplelor cercetări a arătat că gradul de mineralizare a apelor din lacuri și bazinele de acumulare și chimismul sărurilor se modifică de la nord la sud.

În zona de nord, apele de suprafață se caracterizează cu conținut de săruri <1,5 g/l, iar chimismul sărurilor este preponderent hidrocarbonato-magnezial-sodic (HCO₃⁻ – Mg²⁺ – Na⁺) cu prezența permanentă atât a carbonatului de sodiu (Na₂CO₃), cât și a bicarbonatului de sodiu (NaHCO₃). În componența cationilor bivalenți predomină Mg²⁺ (Mg²⁺ : Ca²⁺ >1,27) și favorizează reținerea mai intensivă a cationului de magneziu (Mg²⁺) în complexul adsorbativ al solurilor. Ca urmare, irigarea cu ape din lacuri și bazine de acumulare în zona de nord duce la solonetizarea solurilor prin acțiunea intercalată a cationului de sodiu (Na⁺) și celui de magneziu (Mg²⁺) într-o perioadă relativ scurtă de timp (5-7 ani) și salinizarea lentă a acestora până la moderat salinizate (conținut de săruri, inclusiv sodă 0,3-0,4%) (fig. 5 și 6).

În zona centrală, în lacurile și bazinele de acumulare predomină apele cu grad de mineralizare 1,5-2,5 (3,0) g/l și chimism sodo-sulfatic/sulfato-sodic (HCO₃⁻ – SO₄²⁻ – Mg²⁺ – Na⁺ / SO₄²⁻ – HCO₃⁻ – Mg²⁺ – Na⁺). Irigarea cu acestea duce la solonetizarea accelerată (5-7) și salinizarea solurilor (conținutul de săruri 0,35-0,5% în funcție de condițiile concrete de landsaft).

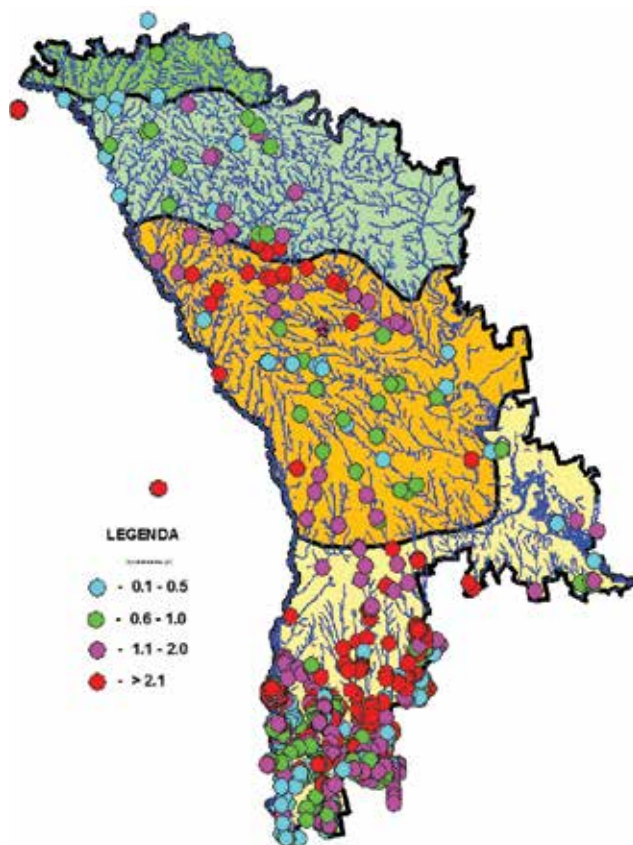


Fig. 5. Harta bazinelor hidrografice
Sursa: Agenția de Stat Apele Moldovei

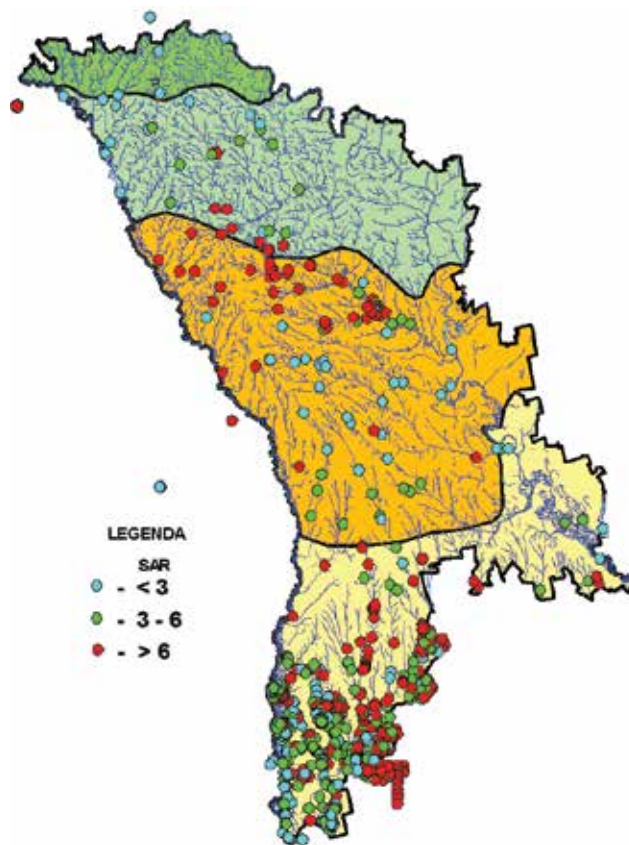


Fig. 6. Harta ariilor irigate
Sursa: Agenția de Stat Apele Moldovei

În zona de sud, în lacuri și bazinele de acumulare predomină apele cu conținut de săruri >3 g/l și chimism preponderent hidrocarbonato-sulfato-cloruric (au răspândire mică), sulfato-cloruric (au cea mai largă răspândire) și cloruro-sulfatic. Irigarea cu acestea duce la salinizarea puternică a solurilor (conținut de săruri 0,4-0,6%) și adsorbție intensivă a magneziului în complexul adsorbțiv.

Subzonele din albiile râurilor Soloneț, Ciulucul Mare, Ciulucul Mic, Cula și Răut în ariile raioanelor Sângerei, Telenești, parțial Călărași și Orhei, înregistrează un raport de adsorbție a sodiului apelor de suprafață de 6-8 unități. Situație similară cu un raport de adsorbție a sodiului a apelor de suprafață mai mare de 6 unități se înregistrează în ariile cursurilor de apă mici din sudul Moldovei, al râurilor Cogâlnic și Lunga, Ialpușel, Ialpuș și lacul de acumulare Taraclia (fig. 6). Apa din aceste surse nu este pretabilă irigării, iar pe fondul solurilor din zona de silvostepă de tip cernoziom levigat, tipic slab humifer și moderat humifer duc la salinizarea și degradarea solurilor.

Apele subterane se caracterizează cu conținut de săruri preponderent <1 g/l, dar cu predominarea absolută a cationului de sodiu în componența cationilor (raportul $Ca^{2+} + Mg^{2+} / Na^{+} > 4$), urmat de magneziu ($Mg^{2+} : Ca^{2+} > 1,27$). Ca urmare, irigarea cu ape subterane duce, în mod inevitabil, la solonețizarea intensivă a 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 parametrii minimi admiși microbiologici, virusologici și helmintologici, stabiliți pentru apele de suprafață, dar care sunt aplicabili și apelor pentru irigare. Astfel, parametrii specifici de bază în scopul utilizării apelor pentru irigarea culturilor agricole din Republica Moldova trebuie să corespundă următoarelor valori optime ale parametrilor prezentați în tabelele 8 și 9, în corespundere cu HG nr. 890 din 12.11.2013 și HG nr. 635 din 19.08.2020.

Tabelul 8. Indici de evaluare a calității apei pentru irigație [45, 51]

Indici	Unitatea de măsură	Valoarea admisibilă
Gradul de mineralizare	mg/dm ³ g/l	<1000 <1
Reacția (valoarea pH)	unități	6,5-8,3
Raportul de adsorbție a sodiului (SAR)	unități	1-3
Indicele magnezial (P _{Mg})	%	<50
Conținutul de clor	ml/dm ³	<3,0
Indicele de formare a sodei (Ifs)	ml/dm ³	1,0-1,25

Tabelul 9. Parametrii de bază optimali privind calitatea apei pentru irigare

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 puțin de 50% din suma cationilor
Cl, mg/l	80–150, până la 200
N-NO ₃ ⁻ , mg/l	Până la 5,6

Pentru o evaluare mai detaliată se recomandă calcularea unui șir de indici, după cum urmează:

- Indicele „Procentul de sodiu schimbabil”, SSP (ml/l)
 $SSP = [Na^+ K^+] * 100 / [Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+ + K^+]$
 SSP <20 – apa este excelentă
 20-40 – bună
 40-60 – admisibilă
 60-80 – satisfăcătoare
 >80 – nesatisfăcătoare (după Wilcox, 1955) [75].
- Carbonatul de sodiu rezidual, RSC (ml/l)
 $RSC = [HCO_3^-] - [Ca^{2+} + Mg^{2+}]$
 RSC <2,25 – apa este excelentă
 2,25-2,50 – calitate medie
 >2,50 – nesatisfăcătoare pentru irigare (după Eaton F.M., 1950) [9].
- Coeficientul schimbului de ioni, K (în mmol/l) – exprimă dependența dintre adsorbția sodiului în CAS și a concentrației lui în apă, coeficientul schimbului de ioni, folosit pentru estimarea capacității apei de alcanizare a solului la irigare
 $K = [Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] / Na^+ * 0,23C,$
 unde C – mineralizarea apei (g/l)
 K>1 – acceptabilă pentru irigare
 K<1 – neacceptabilă (după Антипов-Каратаев, Кадер, 1961) [76].
- Indicele de permeabilitate, PI (ml/l)
 $PI = [Na^+] + [HCO_3^-]^{0,5} * 100 / [Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+]$
 PI >75% – apa este admisibilă pentru irigare (după Chandu S.N., 1995) [6].

Având în vedere că cca.50% din soluri au un grad de infiltrare slab și pot fi ușor depreciate, apa la irigare nu trebuie să aibă un conținut prea mare de săruri (maximum 1 g/l, la concentrația nu mai mare a ionilor de: sodiu (Na) < 50%; magneziu (Mg) < 50%; raportul dintre cationii de Na și Ca mai mic de 1; (HCO₃⁻ + CO₃⁺²) – (Ca⁺² + Mg⁺²) <1,25), să fie bine aerisită, nu prea rece și să nu

conțină reziduuri de substanțe poluante, semințe de buruieni – să corespundă cerințelor de calitate microbiologice.

În scopul irigației se va utiliza apa ce corespunde condițiilor de conținut al sărurilor solubile. Apa cu conținut ridicat de săruri de natriu (sodiu) este deosebit de periculoasă pentru udări. Udările frecvente cu apă în care este majorat conținutul de sodiu cauzează o salinizare puternică a solurilor.

Astfel, 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 suprafață, clasificarea apelor, inclusiv pentru irigare, se face în baza rezultatelor monitorizării calității apei, delimitându-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 și biologice de calitate. Concentrațiile poluanților sintetici nu influențează funcționarea ecosistemelor acvatice și nu aduc prejudicii sănătății umane. Apele din această clasă sunt destinate pentru toate tipurile de folosință;
- 2) *clasa a II-a* (bună) sau C_2 – apele de suprafață care au fost afectate ușor de activitatea antropică, dar care pot, totuși, asigura toate folosințele în mod adecvat. Funcționarea ecosistemelor acvatice nu este afectată. Metodele de tratare simplă sunt suficiente pentru pregătirea apei potabile;
- 3) *clasa a III-a* (poluată moderat) sau C_3 – apele de suprafață ale căror valori fizico-chimice și 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 și 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 și biologice de la fondul natural al calității apei, din cauza activităților umane. Componentele biologice, îndeosebi piscicole, sunt deteriorate și 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 10 și 11.

Tabelul 10. Indicii de calitate ai apei pentru irigare după gradul de influență asupra sistemului de irigare prin picurare

Indicele	Potrivirea apei		
	Potrivită	Convențional potrivită	Nepotrivită
Mineralizare totală, mg/dm ³	500	500–2000	> 2000
pH	6–7	7–8	> 8
Conținutul 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
Conținutul de hidrogen sulfurat, mg/dm ³	< 0,2	0,2–2,0	> 2,0
Numărul de populații 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

Tabelul 11. Conținutul admisibil al substanțelor minerale în suspensie și de origine organică în apa pentru irigare

Dimensiunile orificiilor, mm	Particule în suspensie		Hidrobionți	
	concentrația, mg/m ³	dimensiunea particulelor, mm	concentrația, 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 O₂, nutrienții, salinitate, metale și alți indicatori chimici, cu valorile maxim admise (tab. 12).

Tabelul 12. Indicatorii de analiză a apei pentru irigarea culturilor agricole

Regimul O ₂ (mg O ₂ /L)	Nutrienți (mg/L)	Salinitate (mg/L)	Metale (μg/L)	Alți 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	Produce 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	

C₃ – clasa de salinitate „Moderată” utilizabilă pe soluri permeabile și la plante moderat tolerante la salinitate; C₄ – clasa de salinitate „Ridicată” utilizabilă pe soluri permeabile și la plante tolerante la salinitate; C₁₋₂ – clasele de alcalinitate „Redusă” – utilizabilă pe majoritatea solurilor.

Concluzii cu privire la evaluarea pretabilității apei la irigare:

1. Utilizatorii de apă pentru irigare vor efectua evaluarea calității apei în fiecare an (testarea fizico -chimică și microbiologică, la început de sezon agricol și mijlocul acestuia).
2. Probele prelevate vor fi analizate în cadrul laboratoarelor autorizate și atestate, verificându-se parametrii calității apei la irigare în conformitate cu indicatorii stabiliți în tab. 8, 9, 10, 11 și 12.
3. Numai în cazul când rezultatele încercărilor sursei de apă vor corespunde tuturor cerințelor admise, apa pentru de irigare se va utiliza în circuit.
4. Calitatea apei se va monitoriza permanent, iar rezultatele încercărilor (microbiologice și chimice) pentru fiecare an vor fi înregistrate și documentate.
5. **Adresele de contact ale laboratoarelor acreditate în domeniul analizelor apelor la irigare pot fi identificate prin consultarea acreditării Laboratorului la capacitate de evaluare a calității apelor la consultarea paginii web a Centrului Național de Acreditare din Republica Moldova (MOLDAC), la sursa: https://acreditare.md/register_category/laboratoare-de-incercari/.**

2.3. PRELEVAREA PROBELOR DE APĂ PENTRU ANALIZE LA PRETABILITATEA IRIGĂRII

Prelevarea probelor de apă pentru analize la pretabilitatea la irigare are ca scop stabilirea conformității și parametrilor fizico-chimici pentru aplicare la irigare, în conformitate cu indicatorii prezentați în subcapitolul precedent.

Proba sau probele se recoltează în cantitate de 250-500 ml fiecare, respectându-se reprezentativitatea probei. Păstrarea probei implică necesitatea neschimbării concentrației speciiminelor care urmează a fi analizate, neschimbate în timpul transportului și al depozitării.

Înainte de a începe prelevarea probelor de apă pentru analize la pretabilitatea la irigare, se decide ce tip de analize sunt necesare; tipul recipientului în care se colectează proba și metoda de stocare a probei; proba nu trebuie alterată, iar laboratorul trebuie avertizat că urmează să analizeze în cel mai scurt timp proba; păstrarea probei se reduce la minim (*ore, în funcție de tipul analizei*).

Prelevarea probelor de apă se realizează în funcție de tipul analizei ce urmează a fi efectuată: i) analize fizico-chimice; ii) analize biologice, sau iii) analize bacteriologice.

Pentru determinarea **indicatorilor fizico-chimici** se recoltează volume de apă cuprinse între 100 ml și 3 litri. Recipientii de sticlă incoloră sunt mai potriviți și mai rezistenți la atac chimic, dar mai fragili. Recipientii de polietilenă sunt mai rezistenți și evită schimbul de ioni între apă și recipient, dar nu permit utilizarea în cazul gazelor dizolvate (sunt permeabili) și al fosfaților, care se adsorb pe polietilenă.

Pentru determinarea **indicatorilor biologici** se recoltează de la 1 l până la zeci de litri de apă; tehnicile de recoltare implică dragi pentru zoobentos (biotop de pe fundul apei) și fileul planctonic confecționat din saci de sită de mătase pentru fitoplancton (biotop din masa apei).

Pentru determinarea **indicatorilor bacteriologici** se recoltează volume de apă de 100-300 ml, în vase de sticlă perfect sterilizate.

Prelevarea probelor din apele de suprafață

Apele de suprafață sunt cele mai des supuse poluării cu diferite concentrații de componente chimice de la levigarea solului din ariile adiacente, dar concentrația acestora scade treptat pe măsura îndepărtării de la surse odată cu diluția apei. Această variație depinde de mobilitatea elementelor chimice, de climă, de relief. Colectarea probelor se face cu o densitate cuprinsă între 1-10 probe/km² în funcție de rețeaua hidrografică, de frecvența izvoarelor și de sursele de poluare de pe traseul sursei de apă. Probele se recoltează din izvoare, lacuri și ape curgătoare, fântâni și puțuri.

Pentru recoltare se folosesc sticle de plastic, cel mai simplu recipient, iar cantitatea de apă colectată trebuie să asigure prin evaporare un reziduu solid de cel puțin 1 g. Astfel zis, având în vedere mineralizarea apelor din Republica Moldova între 0,5 și peste 1,0 g/l, proba minimă de apă ar trebui să fie de cca 2 litri.

Sticlele de plastic sunt în prealabil spălate cu soluții de HCl 5%, apoi cu apă distilată și în final cu apă din care se va recolta proba. Proba de apă trebuie să fie cât mai curată, fără mîl și resturi vegetale. Bidoanele se etichetează cu număr, localizare, data. În eticheta de teren se notează temperatura apei și diverse particularități fizice (suspensii, culoare etc.).

Când luați apă dintr-un râu sau izvor, este, de asemenea, necesar să preveniți formarea de bule de aer, astfel încât oxigenul din aer să nu se dizolve în apă în timpul eșantionării și transportului probei – care poate reacționa cu impurități și distorsiona imaginea reală a probei.

Nu deschideți din nou sticla, decât în laboratorul de analiză!

Probele din apele curgătoare se prelevează în sens invers curgerii, introducând vasul de colectare în așa fel încât gura lui să fie complet sub apă și mâna să fie cât mai îndepărtată. Nivelul de colectare trebuie să fie cuprins între 0,4 și 0,6 metri din adâncimea râului.

Prelevarea probelor din apele stătătoare implică imersarea recipientului pentru probă în sursa de apă (fântâni, puțuri, bazine acvatiche). Se folosesc sticle din plastic, iar prin întoarcerea mâinii scufundați sticla deschisă rapid în jos sub suprafața apei până la cel puțin adâncimea încheieturii mâinii. Adâncimea reală nu este prescriptivă, dar este de dorit să evitați îndepărtarea de suprafață și să evitați atingerea fundului bazinului, perturbând sedimentele sau părțile laterale ale canalului sau bazinului, care poate găzdui un număr mare de bacterii. Înclinați sticla în sus în fluxul de curent, permițând aerului să iasă și să se umple sticla.

III. CADRUL LEGAL ȘI INSTITUȚIONAL EXISTENT PRIVIND FOLOSINȚA APEI PENTRU IRIGARE

(Anatolie FALA, dr. șt. biologice, și Viorel BOTNARU, expert în servicii de extensiune)

3.1. REGLEMENTAREA GESTIONĂRII FOLOSINȚEI ȘI PROTECȚIEI APELOR

Legea apelor nr. 272 din 23.12.2011 este legea fundamentală a Republicii Moldova, care reglementează gestionarea, protecția și folosința eficientă a apelor de suprafață și a apelor subterane, inclusiv măsurile de prevenire și de combatere a inundațiilor, a eroziunii și măsurile de contracarare a secetei și a deșertificării, precum stabilește drepturile de folosință a apei și mecanismele de protecție a stării apelor, în scopul prevenirii oricărei degradări ulterioare a apelor, protecției și restabilirii mediului acvatic [29].

În conformitate cu legea menționată, orice persoană fizică sau juridică are dreptul la folosința apei prin respectarea cerințelor stipulate în această lege și în regulamentele care stabilesc bazele normative, cerințele față de calitatea apei, limitele de apă și tipurile de folosință, precum și instituțiile responsabile de controlul gestionării și folosirii apelor de suprafață și a apelor subterane.

Articolul 5 al legii specifică expres că gestionarea resurselor de apă ale Republicii Moldova se efectuează în baza bazinului hidrografic Nistru și a bazinului hidrografic Dunărea–Prut și Marea Neagră, situate pe teritoriul Republicii Moldova, numite districte ale bazinelor hidrografice, districtul bazinului hidrografic fiind principala unitate de gestionare a bazinelor hidrografice și a apelor subterane asociate lor.

Cele mai importante prevederi ale legii care conține noțiuni și moduri de folosință generală și specială a apei sunt următoarele.

Articolul 2. Noțiuni principale, resurse de apă – ape de suprafață, ape subterane și precipitații atmosferice căzute pe teritoriul Republicii Moldova;

Articolul 22. Folosința generală a apei.

(1) Se consideră folosință generală și nu necesită autorizație de mediu pentru folosință specială utilizarea apei în următoarele scopuri:

- a) consumul uman și alte necesități casnice;
- b) adăparea animalelor fără utilizarea de structuri permanente;
- c) irigarea terenurilor de pe lângă casă;
- d) scăldatul și agrementul;
- e) captarea și folosința apei pentru lupta împotriva incendiilor sau în orice altă situație de urgență.

(2) Irigarea efectuată de către o persoană alimentată legal cu apă printr-un sistem centralizat de irigare gestionat de o asociație a utilizatorilor de apă pentru irigare sau de o altă persoană care deține autorizație de mediu pentru folosința specială a apei nu necesită o astfel de autorizație.

(3) Folosința apei pentru scăldat și agrement poate fi limitată sau interzisă:

a) de organul central al administrației publice în domeniul mediului sau de alte organe ale administrației publice abilitate în cazul unui pericol iminent pentru viața și sănătatea oamenilor sau într-o zonă de protecție stabilită în conformitate cu legislația;

b) de titularul unei autorizații de mediu pentru folosința specială a apei în conformitate cu condițiile autorizației.

(4) La sesizarea autorității administrației publice abilitate, organul central al administrației publice în domeniul mediului poate limita sau interzice temporar folosința generală a apei în cazul în care există un pericol iminent pentru viața și sănătatea oamenilor sau un pericol pentru starea apelor și echilibrul ecologic.

(5) Precipitațiile atmosferice care cad pe terenurile private pot fi folosite de către proprietar în conformitate cu dispozițiile 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, așa cum este cazul apelor care țâșnesc pe acest din urmă teren, datorită unor lucrări subterane întreprinse de proprietarul terenului superior, cazul apelor provenite din secarea terenurilor mlăștinoase, 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 șanț.

(2) În cazul prevăzut la alin.(1), proprietarul terenului superior este obligat să aleagă calea și mijloacele de scurgere care ar aduce prejudicii minime terenului inferior.

Articolul 592. Captarea apei.

(1) Proprietarul care vrea să folosească pentru irigarea terenului său apele naturale și 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.

(2) Dispozițiile art. 591 alin. (2) se aplică în mod corespunzător.

(6) Titularul autorizației de mediu pentru folosința specială a apei este obligat să asigure accesul la folosința generală a apei indicată la alin. (1).

(7) Dreptul la folosința generală a apei nu implică dreptul de trecere printr-un teren privat decât în condițiile prevăzute de Codul civil.

Baza normativă a funcționării și aplicării prevederilor Legii apelor nr. 272 din 23.12.2011 este asigurată de un șir de acte – reglementări aprobate prin Hotărâri de Guvern (HG), care indică cerințele, prevederile, obligațiile instituțiilor de stat cu funcții de control și administrare, precum și a persoanelor fizice sau juridice care folosesc apele de suprafață și subterane, inclusiv la irigare:

1. Legea privind protecția mediului înconjurător nr. 1515 din 16.06.1993, Monitorul Parlamentului nr. 10 din 01.10.1993, art. nr: 283, care stabilește cadrul de protecție a tuturor resurselor de apă și ecosistemelor acvatice și competențelor diferitor autorități publice în domeniul protecției mediului.
2. HG nr. 763 din 23.09.2013 cu privire la Regulamentul Cadastrului de stat al apelor. Cadastrul constituie un sistem informațional de stat, care conține evidența datelor referitoare la rețeaua hidrografică, la resursele de apă, la prelevările și la restituțiile de apă, la patrimoniul hidrotehnic, inclusiv la identificarea, delimitarea, clasificarea și la starea corpurilor de apă, la zonele și fâșiile de protecție și ariile protejate situate în aceste zone.
3. Hotărârea Guvernului cu privire la hotărele districtelor bazinelor și sub-bazinelor hidrografice și hărțile speciale în care sânt determinate. HG nr. 775 din 04.10.2013. Monitorul Oficial nr. 222-227 din 11.10.2013, art. nr. 880.
4. Regulamentul cu privire la folosința apelor subterane pentru irigarea prin picurare a terenurilor agricole ocupate cu culturi horticoale. HG nr. 635 din 19.08.2020. Monitorul Oficial nr. 221-225, art. 762 din 28.08.2020.
5. Regulamentul-tip privind modul de constituire și funcționare a Comitetului districtului bazinului hidrografic. HG nr. 867 din 01.11.2013. Monitorul Oficial nr. 252-257 din 08.11.2013, art. nr.973.
6. Regulamentul privind procedura de elaborare și de revizuire a Planului de gestionare a districtului bazinului hidrografic. HG nr. 866 din 01.11.2013. Monitorul Oficial nr.252-257 din 08.11.2013, art. nr.972
7. Regulamentul cu privire la cerințele de calitate a mediului pentru apele de suprafață. HG nr. 890 din 12.11.2013. Monitorul Oficial Nr. 262-267 din 22.11.2013, art. nr: 1006. Prezentul stabilește cerințele de calitate a mediului pentru apele de suprafață și modul de clasificare a apelor de suprafață în clasele de calitate. Clasele de calitate a apei caracterizează utilitatea ei pentru o anumită folosință. În conformitate cu Anexa nr. 2 a regulamentului, clasele 1 – 3 de calitate pot fi utilizate la irigare.
8. Regulamentul cu privire la monitorizarea și evidența sistematică a stării apelor de suprafață și a apelor subterane. HG nr. 932 din 20.11.2013. Monitorul Oficial nr.276-280 din 29.11.2013, art. Nr.1038.
9. Regulamentul cu privire la cerințele de calitate a apelor subterane. HG nr. 931 din 20.11.2013. Monitorul Oficial nr. 276-280 din 29.11.2013, art. Nr.1037.
10. Regulamentul cu privire la planificarea gestionării secetei. HG nr. 779 din 04.10.2013. Monitorul Oficial nr. 222 — 227 din 11.10.2013.
11. Regulamentul cu privire la condițiile de deversare a apelor uzate în corpurile de apă. HG nr. 802 din 09.10.2013. Monitorul Oficial nr. 234-247 din 01.11.2013.
12. Regulamentul privind evidența și raportarea apei folosite. HG nr. 835 din 29.10.2013. Monitorul Oficial nr. 234 — 247 din 01.11.2013.
13. Metodologia privind identificarea, delimitarea și clasificarea corpurilor de apă. HG nr. 881 din 07.11.2013. Monitorul Oficial nr. 258- 261 din 15.11.2013.
14. Regulamentul cu privire la gestionarea riscurilor de inundații. HG nr. 887 din 11.11.2013. Monitorul Oficial nr. 258-261 din 15.11.2013.

15. Regulamentul privind zonele de protecție sanitară a prizelor de apă. HG nr. 949 din 25.11.2013. Monitorul Oficial nr. 284-289 din 06.12.2013, art. 1060.
16. HG nr. 1009 din 10.12.2014 cu privire la aprobarea Strategiei Republicii Moldova de adaptare la schimbarea climei până în anul 2020 și a Planului de acțiuni pentru implementarea acesteia. Monitorul Oficial nr. 372-384 din 19.12.2014, art. 1089.
17. HG nr. 808 din 07.10.2014 cu privire la aprobarea Planului național de acțiuni pentru implementarea Acordului de Asociere Republica Moldova – Uniunea Europeană în perioada 2014-2016. Monitorul Oficial Nr. 297-309 din 10.10.2014, art. 851.
18. HG nr. 301 din 24.04.2014 cu privire la aprobarea Strategiei de mediu pentru anii 2014-2023 și a Planului de acțiuni pentru implementarea acesteia. Monitorul Oficial nr. 104-109 din 06.05.2014, art. 328.
19. HG nr. 836 din 29.10.2013 pentru aprobarea Regulamentului privind prevenirea poluării apelor din activități agricole. Monitorul Oficial nr. 243-247 din 01.11.2013, art. 942.
20. HG nr. 728 din 08.09.2014 privind aprobarea Listei corpurilor de apă de suprafață, a zonelor și a fâșiilor de protecție, precum și a Listei construcțiilor hidrotehnice gestionate de autoritatea administrativă de gestionare a apei.

3.2. COMPETENȚA DE ADMINISTRARE ȘI CONTROL LA FOLOSIREA ȘI PROTECȚIA APELOR

Capitolul II, art. 7, al Legii apelor nr. 272 din 23.12.2011, stabilește competența privind reglementarea și gestionarea de către stat a folosinței și protecției apelor. În el se precizează că: *”Guvernul coordonează activitatea tuturor autorităților publice cu atribuții în domeniul apelor și aprobă cadrul normativ pentru punerea în aplicare a prezentei legi”* [29].

În conformitate cu articolul 8, Ministerul Mediului este organul central al administrației publice în domeniul mediului, care este responsabil de implementarea politicii de stat în domeniul gestionării resurselor de apă, iar prin articolul 9 se specifică că autoritatea administrativă de gestionare a apelor este Agenția de Stat „Apele Moldovei”. Ea întreprinde măsuri de implementare a legislației în domeniul protecției și gestionării apelor și gestionează construcțiile hidrotehnice care se află în domeniul public.

Legea stabilește, prin articolul 14, implementarea Cadastrului de stat al apelor, care conține date referitor la rețeaua hidrografică, inclusiv la identificarea, delimitarea, clasificarea și la starea corpurilor de apă, la construcțiile și instalațiile hidrotehnice, la zonele și fâșiile de protecție, la ariile protejate situate în aceste zone, precum și date despre prelevările și restituțiile de apă. Baza normativă a implementării acestui articol este stipulată în Regulamentul Cadastrului de stat al apelor și abrogarea HG nr. 763 din 23.09.2013.

Capitolul X stabilește competența privind efectuarea controlului folosinței și al protecției apelor al Inspectoratului pentru Protecția Mediului. În el se precizează: *”Controlul folosinței și al protecției apelor este asigurat de (2) inspectorii de mediu care au dreptul de acces la ape în orice loc, unitate sau instalație, pentru a face constatări și verificări privind respectarea reglementărilor și aplicarea măsurilor de folosință și de protecție a apelor”*.

3.3. FOLOSINȚA APELOR ȘI AUTORIZAREA FOLOSINȚEI APELOR. AUTORIZAȚIA DE MEDIU PENTRU FOLOSINȚA SPECIALĂ A APEI (AMFSA)

Folosința apelor și autorizarea folosinței apelor este reglementată de Capitolul IV al Legii apelor nr. 272 din 23.12.2011, iar prin articolul 23 se specifică folosința specială a apei, care expres prevede prin pct. 2 c, că **„captarea și folosința apei din diferite surse pentru irigare” se consideră folosință specială și poate fi efectuată numai în bază de autorizație de mediu pentru folosința specială a apei** [29].

Autorizației de Mediu pentru Folosința Specială a Apei (AMFSA) – este documentul care atestă dreptul de folosință a apelor pentru următoarele activități:

- a) captarea apei din sursele de apă de suprafață și din cele subterane pentru alimentarea cu apă destinată consumului uman;
- b) captarea și folosința apei din sursele de apă de suprafață și din cele subterane în scopuri tehnice și industriale, inclusiv la prelucrarea produselor alimentare și în agroindustrie;

- c) captarea și folosința apei din diferite surse pentru irigare;
- d) folosința apei în acvacultură și piscicultură;
- e) deversarea apelor uzate;
- f) utilizarea apei pentru generarea de energie hidroelectrică;
- g) exploatarea de pontoane, debarcadere și de alte structuri hidraulice pe terenul fondului de apă;
- h) dezvoltarea și exploatarea comercială a plajelor și a zonelor de agrement.

Articolul 25 al legii, specifică modul de înaintare a cererii de eliberare a autorizației de mediu pentru folosința specială a apei și lista actelor necesare solicitantului pentru obținerea autorizației de mediu pentru folosința specială a apei.

Procedura obținerii Autorizației de Mediu pentru Folosința Specială a Apei (AMFSA)

Autoritatea care eliberează AMFSA este Agenția de Mediu (AM), cu oficiile și ghișeele unice pentru zonele de: *Centru*: MD-2005, mun. Chișinău, str. Albișoara 38, ghișeul unic: 022 820770, Email: am@am.gov.md; *Sud*: MD-3907, mun. Cahul, str. Vasile Alecsandri 102, Tel: 0299 46126, Email: am_sud@am.gov.md și *Nord*: MD-3123, mun. Bălți, str. Boris Glavan 5, Tel: 0231 59803, Email: am_nord@am.gov.md.

Documentele necesare pentru autorizarea activităților de captare și folosință a apei din diferite surse pentru irigare se depun la ghișeul unic conform zonei și includ:

1. Documentul care atestă dreptul de proprietate sau de folosință asupra terenului pe care este situat corpul de apă, asupra construcțiilor hidrotehnice, precum și a altor construcții destinate folosinței apelor;
2. Planul și/sau schema terenului, cu indicarea construcțiilor hidrotehnice, după caz, a mijloacelor de măsurare a cantității de apă care urmează a fi folosită și deversată, precum și a altor construcții destinate folosinței apelor (*o pot face la solicitarea deponentului specialistii sau inspectorii teritoriali ai Agenției „Apele Moldovei” sau Agenției de Mediu*);
3. Calculele cantității de apă care urmează a fi folosită (*o pot face la solicitarea deponentului specialistii sau inspectorii teritoriali ai Agenției „Apele Moldovei” sau Agenției de Mediu*);
4. Planul de acțiuni/investiții privind protecția resurselor de apă în perioada de folosință a apei (*o pot face la solicitarea deponentului specialistii teritoriali ai Agenției „Apele Moldovei” sau Agenției pentru Geologie și Resurse Minerale*);
5. Rezultatele analizelor fizico-chimice ale apei, efectuate de laboratoarele acreditate în domeniu (*deponentul obține analiza fizico-chimică al apei de la laboratoarele acreditate*);
6. Dovada publicării în presa locală a anunțului cu privire la solicitarea eliberării autorizației de mediu pentru folosința specială a apei.

Precondiții și alte cerințe la obținerea AMFSA privind că solicitantul autorizației de mediu pentru folosința specială a apei este obligat să publice în presa locală un anunț cu privire la solicitarea eliberării AMFSA, precum și să îl afișeze la primăria din localitate. Orice persoană fizică sau persoană juridică ce are obiecții la cererea de eliberare a AMFSA poate notifica în scris Agenția de Mediu, în termen de 30 de zile de la publicarea anunțului.

Taxa pentru examinarea cererii / setului de documente și eliberarea AMFSA este:

- pentru solicitările de eliberare a autorizației pentru un termen de până la 3 ani inclusiv – 1000 lei;
- pentru solicitările de eliberare a autorizației pentru un termen lung (4-25 ani) – 3000 lei.

Procesul de depunere a cererii / setului de documente solicitate de eliberare a autorizației de mediu pentru folosința specială a apei se depune prin prezența fizică la Ghișeul Unic teritorial, **însoțită** de actele prevăzute mai sus sau on-line în format electronic, accesând serviciul respectiv pe pagina-web a Portalului Serviciilor Publice (PSP) <https://servicii.gov.md/ro/organization/AM> – în cazul depunerii cererii prin platforma PSP este necesară autorizarea solicitantului prin MPass – serviciul național de autentificare) sau portalul guvernamental unic al serviciilor publice (www.servicii.gov.md – la fel prin MPass).

Procesul de examinare și aprobare:

1. Solicitantul (sau reprezentantul său legal) intră în sistem (Portalul electronic al serviciilor publice) personal sau cu ajutorul recepționarului de la ghișeu.
2. Solicitantul (sau reprezentantul său legal) îndeplinește cererea și încarcă documentele necesare, personal sau cu ajutorul recepționarului de la ghișeu.

3. În cazul când solicitantul (sau reprezentantul său legal):
 - a) depune cererea și documentele necesare cu ajutorul receptionarului de la ghișeu, receptionarul:
 - va primi și va înregistra corespunzător cererea de solicitare a acordului și va primi documentele prezentate de solicitant, și
 - va elibera imediat și necondiționat solicitantului certificatul constatator conform modelului indicat în anexa nr. 3 la Legea nr. 160 din 22.07.2011, și
 - va expedia cazul (copiile electronice ale cererii și ale documentelor prezentate) Agenției de Mediu pentru examinare.

Cererea poate fi returnată solicitantului doar în cazul când aceasta nu conține informația necesară pentru identificarea solicitantului;

- b) depune cererea și încarcă documentele personal direct în sistem, sistemul:
 - va genera automat documentul, în format electronic, de confirmare a primirii cererii și documentelor („certificatul constatator”) și
 - în mod automat va direcționa cererea și setul de documente Agenției de Mediu.
4. Agenția de Mediu (specialistul) deschide cazul, examinează cererea și documentele însoțitoare, verifică respectarea condițiilor. În cazul constatării lipsei documentelor/informației necesare prevăzute expres de legislație, specialistul va sista termenul de examinare a cererii și va informa imediat despre acest fapt solicitantul, cu specificarea și descrierea temeiului suspendării, termenului și acțiunilor de remediere pentru a iniția examinarea cererii.
5. În procesul de examinare a dosarului, specialistul organizează examinările acestuia de către autoritățile implicate în proces, notificând Inspectoratul pentru Protecția Mediului, Agenția pentru Geologie și Resurse Minerale, Agenția „Apele Moldovei”, Agenția Națională pentru Sănătate Publică, Agenția pentru Supraveghere Tehnică și Agenția Națională pentru Siguranța Alimentelor despre necesitatea prezentării avizului corespunzător. Prin intermediul unor interfețe WEB, funcționarii autorităților publice implicate în procesul de autorizare a folosinței speciale a apei vor atașa la dosar deciziile controalelor efectuate sau avizele perfectate de autoritățile publice respective. În cazul în care autoritatea publică nu se implică în termen legal (nu introduce avizul în termenul prevăzut), sistemul va notifica specialistul în vederea întreprinderii măsurilor respective.
6. Dacă eliberarea actului permisiv este acceptată, solicitantul (sau reprezentantul său legal) primește o notificare electronică și achită taxa stabilită prin serviciul M-Pay sau la bancă, prezentând dovada achitării.
7. Specialistul perfectează decizia de eliberare a autorizației sau scrie o scrisoare de respingere, cu o justificare corespunzătoare, în temeiul prevederilor legii, pe care o va expedia pentru aprobarea finală ducerii Agenției de Mediu. Dacă decizia corespunde condițiilor de eliberare a autorizației, conducătorul respectiv va aproba decizia.
8. Când autorizația este semnată, solicitantul (sau reprezentantul său legal) primește o notificare electronică, descarcă actul permisiv și confirmă recepționarea documentului.
9. În cazul când actul permisiv se eliberează pe hârtie (la solicitare sau conform cerințelor actelor normative), receptionarul tipărește actul permisiv, îl livrează solicitantului (sau reprezentantului său legal) și confirmă recepționarea.
10. Titularul autorizației de mediu pentru folosința specială a apei poate solicita prelungirea autorizației în conformitate cu procedura de eliberare a unei astfel de autorizații. Cererea de prelungire a autorizației de mediu pentru folosința specială a apei trebuie depusă cu cel puțin 3 luni înainte de expirare.
11. Titularul autorizației de mediu pentru folosința specială a apei poate solicita modificarea autorizației, în caz de modificare substanțială survenită în exploatare, care poate avea efecte semnificative asupra apelor.

Durata de prestare a serviciului. Termenul maxim de examinare a cererii de eliberare a autorizației de mediu pentru folosința specială a apei este de două luni. În cazul solicitării autorizației de mediu pentru folosința specială a apei pe un termen lung (25 de ani), termenul de examinare a cererii poate fi prelungit cu două luni.

Perioada de valabilitate. Termenul de valabilitate (obișnuit) este de 12 ani. Pentru folosință de lungă durată, termenul de valabilitate este de 25 de ani. La solicitare, autorizația poate fi eliberată și pentru un termen mai scurt de 12 ani.

3.4. FOLOSINȚA APELOR SUBTERANE PENTRU IRIGAREA PRIN PICURARE A TERENURILOR AGRICOLE OCUPATE CU CULTURI HORTICOLE

Regulamentul cu privire la folosința apelor subterane pentru irigarea prin picurare a terenurilor agricole ocupate cu culturi horticele (HG nr. 635 din 19.08.2020. Monitorul Oficial nr. 221-225, art. 762 din 28.08.2020), este actul normativ care stabilește procedura de acordare a dreptului de folosință a apelor subterane în scopul irigării prin picurare a terenurilor agricole ocupate cu culturi horticele, reglementările tehnice ale pretabilității solurilor și ale calității apelor subterane utilizate pentru irigare.

În conformitate cu regulamentul menționat, utilizatorii de apă în scopul irigării sunt obligați să obțină Autorizația de Mediu de Folosință Specială a Apei (AMFSA). Măsura este necesară pentru a evita consecințele utilizării neraționale a apelor subterane, în scopul irigării ilicite de către deținătorii de terenuri Agricole, iar procedurile de obținerea a AMFSA sunt în conformitate cu Legea nr.272/2011 apelor și prezentul regulament.

Articolul 3 al regulament, stabilește în ce cazuri se permite folosirea apelor subterane pentru irigarea prin picurare a terenurilor agricole ocupate cu culturi horticele, cu condiția dacă se întrunesc următoarele condiții cumulative:

- 1) în zona în care este amplasat terenul agricol nu există surse necesare de apă de suprafață pentru irigare, dar există suficiente rezerve de ape subterane, care nu duc la diminuarea securității și siguranței naționale și nu afectează alimentarea durabilă cu apă potabilă a populației, fapt confirmat prin raportul de constatare eliberat de Agenția „Apele Moldovei” și raportul de constatare eliberat de Agenția pentru Geologie și Resurse Minerale în condițiile pct. 4-8 a prezentului Regulament;
- 2) condițiile tehnice de calitate a apei subterane nu depășesc indicii stabiliți în tabelele 2 și 3 din anexa la prezentul Regulament, fapt constatat prin raportul de cercetare a pretabilității solului, eliberat de către instituțiile științifice din domeniul solului, care dispun de laborator acreditat în domeniu în condițiile pct. 9 (*indicii calității sunt prezentați în tab. 8, 9, 10, 11 și 12*);
- 3) solul este pretabil pentru irigare în condițiile parametrilor stabiliți în tabelele 1, 4-7 din anexa la prezentul Regulament, fapt constatat prin raportul de cercetare a pretabilității solului, eliberat de către instituțiile științifice din domeniul solului, care dispun de laborator acreditat în domeniu în condițiile pct. 9.

IMPORTANT! Inițial inițierii procedurii de obținerea a AMFSA, potențialii solicitanți vor consulta pagina web a Centrului Național de Acreditare din Republica Moldova (MOLDAC), la domeniul Registrul Laboratoarelor de Încercări (LÎ) atestate și acreditate pentru a stabili Prestatorul de Servicii (Laborator), care conform protocolului va efectua analiza și raportul de cercetare a pretabilității solului și apei la irigare, la sursa: https://acreditare.md/register_category/laboratoare-de-incercari/.

Capitolul II, pct. 4 – 7, a HG nr. 635 din 19.08.2020, stabilesc expres procedura de acordare a dreptului de folosință a apelor subterane pentru irigarea terenurilor agricole ocupate cu culturi horticele și raportarea folosinței apelor subterane.

Pct. 4. Pentru stabilirea existenței condiției menționate la pct. 3 subpct. 1), persoana fizică sau juridică depune o cerere la Agenția „Apele Moldovei”, cu următorul conținut:

- 1) numele și prenumele sau denumirea solicitantului;
- 2) domiciliul sau sediul solicitantului și adresa de poștă electronică, dacă se solicită răspuns pe această cale;
- 3) amplasarea terenului agricol ocupat/ce va fi ocupat cu culturi horticele, cu indicarea numărului cadastral.

Anexat, se va prezenta copia autenticată a documentelor ce confirmă dreptul de folosință asupra terenului menționat la subpct. 3).

Pct. 5. Agenția „Apele Moldovei”, în termen de 10 zile lucrătoare de la data recepționării cererii menționate la pct. 4, eliberează un raport de constatare, care confirmă absența apelor de suprafață pentru irigare în zona în care terenul agricol este amplasat. În cazul în care raportul de

constatare al Agenției „Apele Moldovei” confirmă prezența apelor de suprafață în zona amplasării terenului agricol respectiv, utilizarea apelor subterane pentru irigare este interzisă.

Pct. 6. Pentru stabilirea existenței condiției menționate la pct. 3 subpct. 2), persoana fizică sau juridică depune o cerere la Agenția pentru Geologie și Resurse Minerale, în vederea eliberării unui raport de constatare cu privire la resursele și rezervele de apă subterană ce pot fi utilizate pentru irigarea prin picurare a terenurilor agricole ocupate/ce vor fi ocupate cu culturi horticole, cu următorul conținut:

- 1) numele și prenumele sau denumirea solicitantului;
- 2) domiciliul sau sediul solicitantului și adresa de poștă electronică, dacă se solicită răspuns pe această cale;
- 3) amplasarea terenului agricol ocupat/ce va fi ocupat cu culturi horticole, cu indicarea numărului cadastral;
- 4) amplasarea terenului preconizat pentru amplasarea construcției/construcțiilor hidrotehnice de captare a apei subterane și volumul de apă necesar pentru irigare;

Anexat, se va prezenta raportul de constatare ce confirmă absența apelor de suprafață pentru irigare în zona în care terenul agricol este amplasat, eliberat de Agenția „Apele Moldovei”, și copia autenticată a documentelor ce confirmă dreptul de folosință asupra terenului menționat la pct. 4 subpct. 3) și pct. 6 subpct. 4).

Pct. 7. Agenția pentru Geologie și Resurse Minerale, în termen de 10 zile lucrătoare de la data recepționării cererii menționate la pct. 6, eliberează un raport de constatare, care conține informații referitoare la resursele sau rezervele aprobate de apă subterană, debitul apelor subterane pe regiune, caracteristica corpurilor de apă răspândite în regiune, informații referitoare la rezultatele monitorizării apelor subterane la cele mai apropiate puncte de monitoring, în cazul existenței lor, cu prezentarea datelor existente despre parametrii de calitate a apelor subterane, conform anexei nr. 2 la Regulamentul privind monitorizarea și evidența sistematică a stării apelor de suprafață și a apelor subterane, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 932/2013.

Pct. 8. În cazul în care Agenția pentru Geologie și Resurse Minerale nu dispune de informații cu privire la resursele de ape, cantitatea și calitatea apelor subterane, solicitantul poate să obțină dreptul de folosință asupra sectorului de subsol în scopul cercetării geologice a apelor subterane în condițiile Codului subsolului nr. 3/2009.

Pct. 9. Rapoartele de constatare menționate la pct. 5 și 7 constituie temei de efectuare de către persoana fizică sau juridică a raportului de cercetare a pretabilității solului prin intermediul instituțiilor științifice din domeniul solului, care dispun de laborator acreditat în domeniu.

Pct. 10. Proiectarea, construirea și/sau exploatarea prizelor de apă subterană pentru irigarea terenurilor agricole ocupate cu culturi horticole se efectuează în baza contractului pentru dreptul de folosire a sectorului de subsol în condițiile Codului subsolului nr. 3/2009 și a autorizației de mediu pentru folosința specială a apei, eliberată în condițiile art. 25 din Legea apelor nr. 272/2011. Construirea și/sau exploatarea prizelor de apă subterană pentru irigarea terenurilor agricole ocupate cu culturi horticole se efectuează în conformitate cu proiectele tehnice aprobate, coordonate cu Agenția pentru Geologie și Resurse Minerale, cu organul de stat pentru gestionarea fondului apelor, având acordul de mediu, în cazul în care activitatea a fost supusă evaluării impactului asupra mediului, sau avizul expertizei ecologice de stat, în cazul în care documentația de proiect a fost supusă expertizei respective.

Totodată, **pct. 13**, din Regulament stabilește că: *„raportarea de către beneficiar a volumului de ape subterane extrase și folosite pentru irigarea prin picurare a terenurilor agricole ocupate cu culturi horticole se efectuează anual prin intermediul Agenției pentru Geologie și Resurse Minerale, conform actelor normative aplicabile domeniului”, iar pct. 14 – 16, din Capitolul III, indică potențialele restricții la folosirea apei subterane pentru irigarea terenurilor agricole, care pot surveni în consecința declarării situației excepționale în cazul stării de secetă și care impun restricții temporare de utilizare a resurselor de apă subterană.*

3.5. CADRUL INSTITUȚIONAL ȘI SUBVENȚIILE DE STAT ALOCATE SECTORULUI IRIGĂRII

În sectorul irigațiilor sunt implicați trei actori principali: Ministerul Agriculturii și Industriei Alimentare (inclusiv prin instituțiile subordonate de implementare a politicilor), Ministerul Mediului și fermierii care utilizează apă la irigare de sine stătător sau prin intermediul Asociațiilor de Utilizatori de Apă pentru Irigare (AUI). Liniile generale de interacțiune dintre aceste subiecte ale sectorului irigațiilor din Republica Moldova sunt reglementate prin Legea apelor nr. 272 din 23.02.2011 (cu 16 acte normative de reglementare și gestionare a folosinței și protecției apelor), Legea privind protecția mediului înconjurător nr. 1515 din 16.06.1993, Legea cu privire la asociațiile utilizatorilor de apă pentru irigații nr. 171 din 09.07.2010, Legea nr. 276/2016 din 16.12.2016 cu privire la principiile de subvenționare în dezvoltarea agriculturii și mediului rural, HG nr. 464 din 05.07.23 cu privire la aprobarea Regulamentului privind măsurile de subvenționare complementară și condițiile specifice de eligibilitate pentru subvenționarea complementară din Fondul Național de Dezvoltare a Agriculturii și Mediului Rural (FNDAMR) și HG nr. 491 din 12.07.2023 cu privire la subvenționarea investițiilor din FNDAMR.

Legea apelor specifică expres că: Ministerul Mediului este autoritatea responsabilă de implementarea politicii de stat în domeniul gestionării resurselor de apă, iar autoritatea administrativă de gestionare a apelor este Agenția „Apele Moldovei”, care implementează politicile de stat în domeniul gospodăririi apelor și hidroameliorației, alimentării cu apă și canalizării. Conform legii, folosința generală a apei la irigare poate fi efectuată „*printr-un sistem centralizat de irigare gestionat de o asociație de utilizatori de apă la irigare (AUI) sau de o altă persoană care deține autorizație de mediu pentru folosința specială a apei (AMFSA)*”.

Astfel, fermierii care doresc să utilizeze apă la irigare pot obține legal accesul printr-un sistem centralizat de irigare (SCI) gestionat de o AUI, prestatori de servicii sau întreprinderi de stat „Stațiuni Tehnologice pentru Irigare” (ÎS STI), sau de sine stătător, dar în toate cazurile prin perfectarea și deținerea AMFSA.

Conform prevederilor Legii apelor nr. 272 din 23.02.2011, Ministerul Mediului are următoarele responsabilități specifice ce țin de sectorul irigațiilor: (i) efectuează monitorizarea stării și a folosinței resurselor de apă, prin ținerea Cadastrului de stat al apelor; (ii) stabilește instituția subordonată în ale cărei atribuții intră eliberarea AMFSA și ținerea Registrului AMFSA. Ministerul Mediului urmărește să atingă obiectivele și să-și îndeplinească responsabilitățile specifice ce țin de sectorul irigațiilor, prin intermediul următoarelor structuri:

1. Agenția „Apele Moldovei” – exercită, direct sau prin intermediul ÎS STI, în care are calitatea de fondator, evidența statistică de stat a utilizării apelor, evidența fondului apelor și a celui hidroameliorativ, fiind responsabilă pentru elaborarea și editarea Cadastrului de stat al apelor, și coordonează limitele de utilizare a apei pentru eliberarea AMFSA.
2. Inspectoratul pentru Protecția Mediului, inclusiv cu agențiile teritoriale – exercită principalele atribuții, cu tangență la sectorul irigațiilor, prin monitorizarea factorilor de mediu, și organizează controlul ecologic de stat, supravegherea folosirii resurselor acvatice, respectarea normelor speciale de consum, regimului special de gestionare a zonelor de protecție și a zonelor de protecție sanitară a resurselor de apă și eliberează la solicitare AMFSA, în cazul captării și folosinței apei din diferite surse pentru irigare.

Alte instituții implicate în procesul de reglementare, control și utilizare a apei la irigare o mai au: Agenția pentru Geologie și Resurse Minerale (AGeOM) și Serviciul Piscicol – subordonate Ministerului Mediului, Centrul Național de Sănătate Publică (CNSP) și centrele teritoriale – subordonate Ministerului Sănătății, Inspectoratul General pentru Situații de Urgență (IGSU) cu serviciile teritoriale – subordonate Ministerului Afacerilor Interne și Agenția Națională pentru Siguranța Alimentelor (ANSA), aflată în subordinea directă a Guvernului. AUI și fermierii, în calitate de entități juridice și fizice, care solicită perfectarea și obținerea AMFSA, nu necesită de a contacta direct toate entitățile menționate mai sus, dar, în conformitate cu Hotărârea de Guvern nr. 894 din 12.11.2013, se pot adresa cu actele necesare la ghișeului unic în domeniul AMFSA. Anexa nr. 1 al HG nr. 894 din 12.11.2013 stabilește regulamentul cu privire la organizarea și funcționarea ghișeului unic, modul de depunere și examinare a cererilor și lista de acte necesare pentru eliberarea AMFSA la captarea și folosința apei din diferite surse pentru irigare.

Legea apelor nr. 272 din 23.02.2011, prin articolele 21 și 22, specifică folosința generală și specială a apei, inclusiv captarea și folosința apei din diferite surse pentru irigare, iar articolul 23 specifică prioritățile la folosința apei. Apa în primul rând este utilizată pentru satisfacerea necesității populației în apă potabilă și pentru necesități casnice, iar în cazul în care planul de gestionare a districtului bazinului hidrografic nu specifică o altă ordine de priorități la folosința și la furnizarea apei, inclusiv a celei subterane, folosința specială a apei va fi conformată prin priorități de irigare. Articolul 45 însă specifică interzicerea folosinței apelor subterane cu proprietăți potabile în alte scopuri decât cel al alimentării cu apă potabilă și cu apă menajeră. Totodată, prin pct. 2 și 3 se stabilește că „(2) În zonele în care nu există surse necesare de apă de suprafață, dar există rezerve suficiente de ape subterane, inclusiv cu proprietăți potabile, se permite folosirea acestora în alte scopuri decât cel al alimentării cu apă potabilă și menajeră în baza unor reglementări aprobate de Guvern și (3) Folosința apei subterane se efectuează numai în baza autorizației de mediu pentru folosința specială a apei” [45].

Lipsa necesarului de apă la irigare, îndeosebi în zonele unde sunt atestate plantații de culturi cu valoare adăugată înaltă (culturi horticole, viticole și legumicole), multiple solicitări ale agricultorilor în acest sens a determinat intervenția Ministerul Agriculturii și Industriei Alimentare (MAIA) la modificarea art. 45, alin. (2) din Legea apelor nr. 272 din 23.02.2011, inclusiv utilizarea apelor subterane, cu condiția obținerii AMFSA în baza Regulamentului cu privire la folosința apelor subterane pentru irigare prin picurare a terenurilor agricole ocupate cu culturi horticole (HG nr. 635 din 19.08.2020). Apa aplicată irigării captată din orice sursă, inclusiv subterană, primordial necesită de a fi testată pentru aprecierea calității de irigare [45].

Dezvoltarea eficientă a sectorului agricol depinde în mare măsură de accesul la surse sigure de apă pentru irigare. În acest context, Guvernul, prin suportul Programului compact oferit Republicii Moldova de către Guvernul SUA prin intermediul Corporației Provocările Mileniului (CPM), în perioada 2010-2015, în cadrul proiectului „Tranziția la Agricultură Performantă”, a perfectat baza legislativă necesară creării AUAI și transferului în mod gratuit a managementului sistemelor centrale de irigare (SCI) de la stat în gestiunea AUAI.

Prin Legea nr. 171 din 09.07.2010 cu privire la AUAI și prin Hotărârea Guvernului nr. 198 din 13.03.2013 „Pentru aprobarea Regulamentului privind modul de transmitere a sistemelor de irigare în folosință gratuită (comodat) către AUAI”, a fost creat cadrul legal comprehensiv pentru constituirea și funcționarea AUAI, s-au stabilit bazele legale pentru a transmite în folosință gratuită AUAI infrastructura de irigații care constituie obiectul domeniului privat al statului și s-a creat un mecanism eficient de gestionare a infrastructurii de irigații aflate în proprietatea statului, precum și a celei aflate în proprietate comună pe cote-părți, prin constituirea AUAI [29, 33, 57].

Ministerul Agriculturii și Industriei, prin punerea în aplicare a Strategiei Naționale de Dezvoltare Agricolă și Rurală a Republicii Moldova pentru anii 2023 – 2030, a identificat prin I-ul Obiectiv general: fortificarea potențialului sectorului agricol primar și promovarea practicilor agricole inteligente, durabile și reziliente la schimbările climatice, iar ca prioritate strategică și direcție specifică de intervenție: „(6) *Adoptarea practicilor moderne de valorificare și gestionare eficientă a resurselor de apă și extinderea suprafețelor irigate într-o asigurare rezilienței climatice*”. În conformitate cu strategia menționată, se specifică atingerea următorului indicator de rezultat până în anul 2030: „*Edificarea și reabilitarea sistemelor centralizate de irigare existente pe o suprafață de 30 mii ha și dezvoltarea sistemelor de irigare la scară mică pe o suprafață de cel puțin 5 mii ha*” [70].

În acest context, MAIA prin intermediul Agenției de Intervenție și Plăți pentru Agricultură (AIPA), în baza HG nr. 464 din 05.07.2023 cu privire la aprobarea Regulamentului privind măsurile de subvenționare complementară și condițiile specifice de eligibilitate pentru subvenționarea complementară din FNDAMR, HG nr. 491 din 12.07.2023 cu privire la subvenționarea investițiilor din FNDAMR, HG nr. 464 din 05.07.2023 cu privire la aprobarea Regulamentului privind măsurile de subvenționare în avans și condițiile specifice de eligibilitate pentru subvenționarea în avans din FNDAMR, a introdus în fondul de subvenționare a sectorului agricol 5 măsuri specifice, care au la bază:

plăți postinvestiționale / conform Secțiunii a 3-a (HG nr. 491 din 12.07.23) / investiții în sisteme și echipamente pentru irigare:

- 1) 50% din valoarea proiectului investițional eligibil, dar nu mai mult de 3,0 mil. lei per fermier;
- 2) 75% din valoarea proiectului investițional eligibil, dar nu mai mult de 7,0 mil. lei – pentru proiectele investiționale implementate de către AUAI.

plăți postinvestiționale / conform Secțiunii a 4-a (HG nr. 491 din 12.07.23) / investiții în bazine de acumulare a apei pentru irigare: 50% din valoarea proiectului investițional eligibil per fermier și 75% din valoarea proiectului investițional eligibil – pentru AUAI, iar mărimea subvenției acordate în cadrul prezentei măsuri pentru un solicitant nu depășește valoarea de 2,5 mil. lei anual.

plăți postinvestiționale / conform Secțiunii a 12-a (HG nr. 491 din 12.07.23) / dezvoltarea sau modernizarea infrastructurii aferente exploatației, prin acordarea subvenției de 50% din valoarea proiectului investițional eligibil, în baza costurilor suportate integral, și nu depășește valoarea de 5,0 mil. lei per beneficiar, la:

- 1) construcția sau reabilitarea bazinelor de acumulare a apei pentru irigare, precum și a construcțiilor hidrotehnice aferente acestora;
- 2) construcția sau modernizarea sistemului de irigații și/sau desecare;

plăți complementare / conform Secțiunii a 4-a (HG nr. 464 din 05.07.23), stimularea utilizării sistemelor de irigare prin acoperirea parțială a cheltuielilor suportate la pomparea/repomparea apei pentru irigare, la utilizarea energiei electrice la pomparea apei din sistemele de irigare centralizate sau la utilizarea resurselor energetice (energie electrică sau combustibil) la pomparea apei prin sistemele de irigare:

- 1) 50% din costuri – pentru fermieri, dar nu mai mult de 750000,0 de lei per solicitant;
- 2) 65% din costuri – pentru AUAI, dar nu mai mult de 3 milioane de lei per solicitant.

plăți în avans / conform Secțiunii a 2-a (HG nr. 465 din 05.07.23), dezvoltarea infrastructurii exploatației agricole, prin construcția sau reabilitarea lacurilor de acumulare a apei pentru irigare, precum și a construcțiilor hidrotehnice aferente acestora și construcția sau modernizarea instalațiilor pentru irigare, drenaj, desecare, cu acordarea unui sprijin de 60% din valoarea proiectului eligibil, dar nu mai mult de 3,0 mil. lei per beneficiar.

Prevederile Regulamentelor privind condițiile, ordinea și procedura de acordare a mijloacelor Fondului Național de Dezvoltare a Agriculturii și Mediului Rural pot fi consultate prin accesarea paginilor web al MAIA (www.maia.gov.md / subvenționarea în agricultură și mediul rural) și AIPA (<https://aipa.gov.md/ro/content/regulamentele-de-subventionare>).

IV. METODE, TEHNOLOGII ȘI ECHIPAMENTE DE IRIGĂRE

(Gheorghe JIGĂU, dr. șt. biologice, Anatolie FALA, dr. șt. biologice, și Nicolae SÎRCU, inginer în irigare)

4.1. IRIGAREA: DEFINIȚII PRIVIND MANAGEMENTUL ȘI FERTILITATEA SOLURILOR

Conform DexOnline, *irigarea este un ansamblu de lucrări și operații prin care se aduce și se administrează, artificial, apă pe un teren agricol în scopul asigurării recoltelor și stabilității acestora în condiții de deficit sistematic sau periodic de apă provenită din precipitații atmosferice*. Aceeași sursă definește clar irigarea ca procedeu efectuat pentru a se asigura aprovizionarea cu apă a culturilor în vederea măririi producției agricole și a asigurării independenței acesteia față de regimul pluviometric.

Aprovizionarea plantelor cu apă este mijlocită de sol, care înmagazinează apa în porii săi, de unde aceasta este valorificată de către plante în cantitățile în care aceasta este furnizată de către sol.

Aplicarea irigației permite de a asigura o agricultură mai puțin dependentă de riscurile schimbărilor climatice și poate face posibilă producția de culturi în locuri în care precipitațiile și umiditatea solului sunt insuficiente sau poate face posibilă intensificarea producției prin cultivarea de culturi succesive ce permit de a obține două și mai multe recolte pe an. Disponibilitatea apei prin irigare reduce, de asemenea, riscul compromiterii recoltelor și calității producției.

Oportunitățile irigației

1. Irigarea ameliorează regimul hidric al solului și ajută la menținerea umidității în sol.
2. Irigarea chibzuită ajută la păstrarea structurii solului în cele mai bune condiții și determină accesibilitatea elementelor nutritive din sol.
3. Textura și calitatea solului se vor îmbunătăți.
4. Oferă condiții optime plantelor să crească și să asimileze din sol substanțele minerale.
5. Irigarea elimină deficiența de apă în fazele critice de creștere-dezvoltare a plantelor să genereze recolte stabile.
6. Elimină riscurile de afectare de secetele frecvente.
7. Intensificarea randamentul de producție – sporește nivelul de trai al fermierului.
8. Irigarea ajută la îmbunătățirea randamentului micilor agricultori.
9. Irigarea sporește activitatea microflorei și creează un microclimat favorabil pentru plante.
10. Schimbă regimul de gaze în spațiul de dezvoltare a plantelor.
11. Apa din irigare se infiltrează prin sol și ridică pânza apelor freatice – efectul de asigurare a înmagazinării apei în sol.
12. Irigarea ajută la creșterea fluxului de numerar la afacerile bazate doar pe agricultură.
13. Ajută proprietarii de pământ prin creșterea moneta a terenurilor fertile.
14. Irigațiile acționează ca un scut împotriva foametei și lipsei de alimente.
15. Malurile canalelor de irigare pot fi utilizate pentru a susține solul în zonele predispușe la alunecări de teren.

Riscurile irigației cu apă necalitativă

1. Dezvoltă procesele erozionale acvatic.
2. Apa necalitativă din punct de vedere fizico-chimic provoacă salinizarea, solonetașizarea și înmlăștinirea solurilor.
3. Accelerează procesele de levigare a nutrienților și pesticidelor.
4. Provoacă schimbări negative ale însușirilor fizice și chimice ale solului.
5. Inhibă procesele microbiologice din sol.
6. Reduce nivelul productiv al plantelor.
7. Supra irigarea sau irigarea deasă duce la stagnării apei la suprafața și în adâncimea solului;
8. Sistemele de irigare prin picurare pe soluri cu textură grea pot produce compactarea de suprafață și colmatarea solului în profunzime.
9. Solul salinizat și solonetașizat este foarte dificil de a fi reîntors în circuitul agricol.



Fig. 7. Salinizarea solului la irigarea cu apă necalitativă



Fig. 8. Suprairigarea pe soluri cu textură grea produce compactarea de suprafață

Ținând cont de faptul că în contextul instabilității climei, indusă de schimbarea climei la nivel global, interesul pentru irigare este în creștere, atât la nivel decizional, cât și la cel aplicativ, este necesar ca la nivel național de dezvoltare, promovare și implementare a politicilor de management al resurselor de apă și sol să se bazeze pe o abordare sistemică în cadrul conceptului științific fundamentat de sistem de irigații bazat pe conceptul de „ameliorarea solurilor”, care presupune ameliorarea tuturor factorilor de fertilitate și reproducerea lărgită a unidirecționată prin timp.

Multiplele cercetări în acest domeniu au arătat că irigarea are un impact doar de scurtă durată asupra productivității plantelor prin îmbunătățirea regimului de asigurare a acestora cu apă, dar de lungă durată asupra tuturor factorilor de fertilitate. Este cunoscut că la nivel global irigarea solului este considerată procedeu de atenuare a consecințelor schimbărilor climatice.

Prin această prismă de idei, irigarea solurilor urmează a fi examinată ca parte componentă a unui sistem agrotehnic complex de management al resurselor de sol capabil să atenueze până la minimum impactul negativ al irigației asupra sensului și intensității proceselor de evoluție a solurilor și fertilității acestora. În cadrul unui atare sistem agricol, rolul primordial urmează să fie acordat managementului fertilității solurilor, or reducerea acesteia, determinată de degradarea factorilor de fertilitate, diminuează la minimum impactul irigației asupra productivității agrofitecenozelor.

4.2. METODE DE UDARE ȘI TEHNICI DE IRIGARE

Optimizarea aprovizionării cu apă a plantelor pe parcursul întregii perioade de vegetație este posibilă doar prin alegerea corectă a metodelor, tehnicilor și echipamentelor de irigare.

Metoda de udare reprezintă modul de administrare a apei, care necesită distribuirea uniformă a unui volum de apă de irigație într-o perioadă de timp în sol, în zona radiculară și în fazele respective de creștere și dezvoltare a plantelor cultivate. Există 5 metode principale de administrare a apei: de suprafață (prin brazde), aspersiune, picurare, subterană și aerosol (sau udare prin dispersare fină), care se divizează în 11 metode de udare: irigarea tradițională prin brazde; irigarea discretă prin brazde; irigarea dinamică prin brazde; irigarea prin aspersiune; irigarea prin aspersiune prin impulsuri; irigarea prin aspersiune sub coroana pomilor; irigarea prin picurare; irigarea subterană; irigarea prin aerosoli; irigarea prin focare de microinundare; irigarea prin utilizarea apelor freatice cu ajutorul efectului de osmoză electrică.

Clasificarea metodelor de udare sau tehnicilor de irigare existente:

- prin curgere liberă la suprafață;
- prin aspersiune;
- prin picurare;
- subterană sau submersibilă;
- prin dispersare fină.

La *udarea prin curgere liberă la suprafață*, apa din canale permanente sau din conducte se livrează în rețeaua provizorie deschisă, iar din aceasta – în rețeaua de aducție (brazde, fâșii sau tar-

lale). Se recomandă pe terenuri plane sau cu pantă foarte mică, pe solurile cu textură medie-grea, coeficient de infiltrație redus. Se utilizează la udarea plantațiilor pomicele și viticole. Brazdele se deschid mecanizat la 1-1,2 m față de rândul de pomi sau viță de vie, iar între ele la 80 cm. Lungimea brazdelor este de 50-60 m, pe solurile ușoare, și 120-200 m, pe solurile cu textură grea, iar panta longitudinală este cuprinsă între 1 și 3-5%. În brazde, apa ajunge din canalele principale sau din conducte îngropate cu ajutorul unor racorduri de cauciuc. După infiltrare, brazdele se astupă de obicei mecanizat.

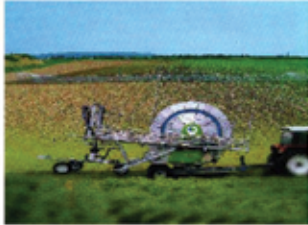


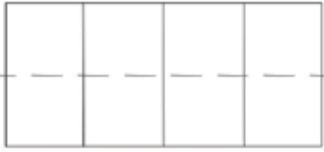
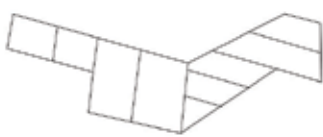

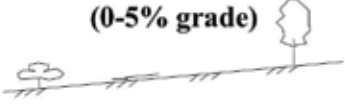








Rampa pliabilă cu tambur 	Instalație cu deplasare manuală 	Irigare prin picurare 
Câmpuri mari și vaste 	Orice configurare de câmp 	Loturi mici (2-5 ha) De orice configurare 
Panta slab înclinată (0-5% grade) 	Terenuri vâluuroase 	Slab vâluuroase 
Irigare cu ploaie fină pentru culturi sensibile și soluri fragile	Potrivit pentru aspersiunea la culturii mai puțin sensibile pe soluri nisipo-lutoase	Culturi vegetale, de livezi grădini și vii
Necesarul de muncă – puțină 	Necesarul de muncă - înalt 	Necesarul de muncă - mediu 
Folosirea eficientă a apei Costul mic de energie	Folosirea eficientă a apei, din sursa locală de apă Costul energiei mijlociu	Costul redus de energie, folosirea eficientă a apei
Necesitatea permanentă de a folosi tractorul 	Necesitatea folosiri numai câteva ori pe sezon 	Tractorul nu este necesar 

Fig. 9. Comparația tehnologiilor moderne de irigare la scară mică

La *udarea prin aspersiune*, apa în câmp se livrează, prin conducte sub presiune, prin intermediul echipamentelor și instalațiilor de aspersiune, ulterior dispersând-o în formă de ploaie artificială pe terenul irigabil, udând solul și plantele.

La *udarea subterană*, apa la locul de umectare se livrează prin canale sau conducte, din aceasta prin țevi perforate, jgheaburi sau galerii – cârțiță, instalate la adâncime mică de la suprafața solului, umezind stratul activ al solului sub acțiunea forțelor capilare și capacității absorbante a solului.

La *udarea prin picurare*, apa se administrează plantelor prin țevi de polietilenă instalate în rânduri sau între rânduri de plante și amenajate cu dispozitive speciale (picurători), apa fiind livrată în zona radiculară a plantelor.

La *udarea prin dispersare fină*, se produce umectarea plantelor pe suprafața solului, stratului de aer deasupra solului și suprafața solului cu picături fine de apă în scopul reglării microclimei.

Toate metodele de irigare expuse mai sus au ariile lor optime de aplicare, în funcție de condiții de relief, clima, condiții pedologice-ameliorative. După tehnologii de cultivare se alege cea mai potrivită metodă de udare.

La momentul de față, cele mai performante în Moldova, pentru terenuri cu toate tipurile de cernoziomuri și soluri aluviale de luncă, se consider metodele de irigare prin aspersiune și picurare. Ele au o utilizare rațională a apei de irigație, precum și un consum moderat de energie.

Tehnologiile noi de irigare la scara mică includ în sine echipamente și utilaj care asigură cheltuieli reduse de energie și apă la irigare, protejează solul, nu duc la procese de eroziune, au o durată lungă de exploatare și sunt sigure în lucru. În tabelul – figura 9 sunt prezentate parametri și avantajele tehnologiilor de irigare moderne de scară mică.

În comparație cu tehnologiile tradiționale anterioare de irigare prin aspersiune, calitatea înaltă de ploaie a tehnologiilor actuale de aspersiune de scară mică, intensitatea de ploaie cu parametri ecologici favorabili, nu provoacă procesele de eroziune a solurilor irigate și nu distrug structura solurilor irigate. Este foarte important ca tehnologiile de irigare moderne să fie mai mult flexibile în legătură cu resursele de apă disponibile, complexitatea landsafturilor, nivelul apelor freatice, înălțimea plantelor agricole și configurația loturilor-terenurilor irigabile. Limitele de aplicare a tehnologiilor moderne de irigare sunt prezentate în tabelul 13.

Tabelul 13. Indicatori de performanță la aplicarea tehnologiilor moderne de irigare prin aspersiune și picurare de suprafață [4, 10]

Indicatori	Echipamente de irigare prin aspersiune			Sisteme de irigare prin picurare
	Center pivot	Mașini mobile cu tambur și consolă	Instalație cu deplasare manuală	
Suprafață de irigare, ha pe zi	20-24	2-3	3.5-5.0	conform proiectului
Norma de udare, m ³ /ha	200-350	200-250	200-250	15-45
Diametrul picăturilor de ploaie, mm	0.2-0.4	0.1-0.3	0.2-0.4	picurare
Viteza maximală a vântului, m/s	6	6	7	NA
Gradul de complexitate a reliefului	plan	slab înclinat	văluos	văluos
Adâncimea recomandată a apelor freatice, m	până la 2.0	1-2	până la 2.0	până la 1.0
Dimensiuni minimale ale terenurilor de irigare (lățimea), m	60	34	30	lungimi 100-120
Înălțimea admisibilă a plantei de la suprafață pământului, m	4,0	1,5-2.5	5	NA
Numărul plantelor distruse de irigare, %	până la 2-3	până la 1	până la 1-2	NA

Necesitatea în apă a plantelor agricole, în condițiile Republicii Moldova, este satisfăcută din contul precipitațiilor în anii umezi cu 74-100%, în anii medii – cu 42-85%, iar în anii secetoși – doar cu numai 11-58%. Gradul de aprovizionare cu apă a semănăturilor influențează substanțial obținerea producțiilor înalte și stabile ale culturilor agricole [10, 11].

Optimizarea aprovizionării cu apă a plantelor pe parcursul întregii perioade de vegetație este posibilă doar prin alegerea corectă a metodelor, tehnicilor și echipamentelor de irigare.

Metoda de udare reprezintă modul de administrare a apei, care necesită distribuția uniformă a unui volum de apă de irigație într-o perioadă de timp în sol, în zona radiculară și în fazele respective de creștere și dezvoltare a plantelor cultivate.

Norma de irigație – reprezintă întreaga cantitate de apă necesară plantelor de pe suprafața unei parcele de sol (m², ar, hectar) în tot sezonul de vegetație. Norma de irigare reprezintă cantitatea totală de apă administrată în perioada de vegetație, adică *suma normelor de udare*. Normele de irigație pentru culturile agricole depind de specia plantei și tehnologia cultivării aplicată, condițiile climaterice ale anului de cultură, textura solului etc. Modul de administrare a apei la iriga-

re va consta în administrarea apei în fazele optime și critice de creștere și dezvoltare a plantelor de cultură [10, 11, 18, 19, 21].

Cantitatea de apă ce se administrează la fiecare irigare reprezintă *norma de irigare*. O normă de irigat se administrează în decurs de 2-4 zile. *Norma de udare* reprezintă cantitatea de apă exprimată în m³/ha, care se dă solului la o singură udare, pentru a completa umiditatea solului conform cerințelor plantei cultivate.

Vom lua în considerare, la fel, că cerințele diferitor specii față de umiditatea solului și a aerului va fi raportată și la capacitatea de absorbție a apei de către sistemul radicular al plantei. Activitatea bună a sistemul radicular al plantei va fi asigurată de la bun început, din primele faze de vegetație, prin aplicarea udărilor de aprovizionare înainte de semănat și plantat și menținerea prin irigări de vegetație a umidității optime a stratului de sol în zona radiculară.

Norma de udare se calculează pe baza datelor determinărilor umidității solului în stratul de calcul și după indicii proprietăților agrofizice ale solului (densitate, masa volumetrică, capacitatea de apă maximă a câmpului). Normele de udare se stabilesc, de obicei, în metri cubi la hectar, iar la udarea prin ploaie artificială – adesea sub formă de strat de precipitații în mm. Normele udărilor de aprovizionare sunt mai mari decât ale celor de vegetație și, în funcție de gradul de uscarea a solului, adesea depășesc 1000-2000 m³/ha, în timp ce udările de vegetație, de exemplu, pentru grâul de toamnă pe terasele Nistrului constituie 500 –700 m³/ha, pentru culturile legumicole – 350-500 m³/ha, iar pentru livezi – 500-600 m³/ha.

Calcularea normei de udare se face după formula:

$$NU=AU \times MV \times (CC - US) \times 100,$$

Unde *NU* este norma de udare, m³/ha; *AU* – adâncimea de umezire a solului, m;

MV – masa volumetrică, t/m³; *CC* – capacitatea de câmp pentru apă, % din masa solului uscat; *US* – umiditatea solului înainte de udare, % din masa solului uscat.

Tabelul 14. Calitățile fizice ale solurilor udate și normele de udare (aproximative)

Nr.	Subtipul de sol	Stratul, cm	Masa volum, g/cm ³	CC, % masa sol. uscat	Norma de udare (m ³ /ha cu umiditatea, % de la CC (capacitatea maximală de câmp))				
					65	70	75	80	85
1.	Cernoziom obișnuit luto-argilos	0-30	1,18	28,0	350	300	250	200	150
		0-50	1,21	27,0	570	490	410	330	250
		0-70	1,23	26,3	1140	980	810	650	490
2.	Cernoziom obișnuit lutos mediu	0-30	1,22	25,7	329	282	235	188	141
		0-50	1,23	25,1	540	450	390	310	230
		0-70	1,24	24,6	750	640	530	430	320
3.	Cernoziom obișnuit lutos – nisipos	0-30	1,24	30,7	400	340	290	230	170
		0-50	1,26	30,0	660	570	470	380	280
		0-70	1,28	29,3	920	790	660	530	390
4.	Cernoziom levigat argilos-lutos	0-30	1,24	30,7	400	340	290	230	170
		0-50	1,26	30,0	660	570	470	380	280
		0-70	1,28	29,3	920	790	660	530	390
5.	Cernoziom levigat lutos-argilos	0-30	1,26	27,3	360	310	260	210	160
		0-50	1,29	27,0	610	520	435	350	260
		0-70	1,33	26,0	850	730	610	480	360
6.	Cernoziom carbonatic lutos-argilos	0-30	1,19	27,9	350	300	250	200	150
		0-50	1,23	27,0	580	500	420	330	250
		0-70	1,27	26,0	820	700	590	470	350
7.	Solul aluvial de luncă argilos-lutos	0-30	1,21	34,9	440	380	320	250	190
		0-50	1,25	34,0	740	640	530	420	320
		0-70	1,28	33,0	1040	890	740	590	440

Adâncimea de umezire a solului se stabilește pentru fiecare cultură pe baza datelor experiențelor de câmp. Mărimea ei nu este constantă și depinde de particularitățile plantei, perioada ei de creștere și dezvoltare, de puterea și adâncimea la care pătrunde în sol masa principală a rădăcinilor și adâncimea la care se află apele freatice. Pentru ceapă, ea constituie de la 0,3 până la 0,5 m, pentru tomate de la 0,3 până la 0,7 m; pentru grâul de toamnă – de la 0,5 până la 0,7 m și pentru lucernă – de la 0,7 până la 0,9 m, iar pe pante – de la 0,5 până la 0,7 m.

Valoarea medie a masei volumetrice pentru stratul activ al solului depinde de structură, gradul de tasare, textură și variază de la 1,21 până la 1,36 g/cm³ (tab. 14). Capacitatea de apă maximă de câmp în stratul de calcul, sau volumul de umezeală reținută de sol după scurgerea ei din macropori, depinde de compoziția mecanică (granulometrică) a solului, mărimea părții argiloase și coloidale, de alcătuirea particulelor structurale.

Mărimile capacității de câmp (CC) în stratul arabil pentru cernoziomul obișnuit pe terasele superioare ale Nistrului variază în limitele 24 – 20% din masa solului uscat, iar pentru solurile de fâneată inundabile, stratificate nesalinizate sau slab salinizate de pe cursul râului Nistru ating 32 – 34% din masa solului uscat. După udare, umiditatea stratului de calcul trebuie să fie până la 100% din mărimea CC (de exemplu, pentru cernoziom – până la 25% din masa solului uscat).

Udatul se efectuează atunci când rezervele din stratul de calcul se vor reduce până la valoarea optimă pentru cultura dată (de exemplu, până la 80% din CC sau până la 20% din masa solului uscat). Aceste niveluri ale scăderii admisibile a umidității din stratul de calcul se stabilesc pentru culturi pe baza datelor experiențelor de câmp, efectuate timp de mulți ani, și se indică în tehnologia de cultivare. Mărimile lor în cursul vegetației, de asemenea, nu sunt constante. Astfel, mărimea normei de udare în perioada de vegetație este variabilă (depinde de particularitățile plantelor agricole, proprietățile agrofizice ale solului și de rezervele de apă din sol).

Normele aproximative de udare trebuie să corespundă indicațiilor privind tehnologia cultivării plantelor. Termele și normele de udare se stabilesc pe baza controlului sistematic (monitoringului) asupra schimbării umidității solului, ținându-se cont de precipitațiile naturale.

4.3. CONDIȚIILE GENERALE ȘI SPECIALE DE PROIECTARE A INSTALAȚIILOR PENTRU IRIGARE

Condițiile de aplicare a metodelor de irigare în funcție de condițiile naturale și climaterice, care sunt prezentate în tabelul de mai jos, formează aspectele de proiectare a instalațiilor de irigare. Ele se bazează pe documentele normative ca normele de construcție și de proiectare specifice sistemelor de irigare.

De regulă, agenți economici ce oferă sisteme de irigare prin aspersiune și picurare oferă și pachetul de servicii pentru proiectarea și instalarea acestora.

În cazul când v-ați decis ce metodă și echipament de irigare veți folosi, în funcție de posibilitățile financiare și necesarul de investiții, precum și termenii de recuperare, considerăm că este oportun de a prezenta unele cerințe generale și speciale pentru proiectare și utilizarea instalațiilor de irigare.

1. Înainte de a purcede la alegerea tipului de irigare, se va efectua trecerea în erată a tuturor surselor de aprovizionare cu apă din proximitatea câmpului ce va fi irigat. Pentru fiecare sursă de apă este necesar de determinat:
 - distanța până la câmp și suprafața generală preconizată pentru irigare (în funcție de aceasta se va alege pompa de pompare a apei);
 - se va efectua analiza apei pentru a determina pretabilitatea ei pentru irigare.
2. Următorul pas va consta în analiza: compoziției chimice (NPK și microelemente), concentrației soluției solului, reacției pH, texturii, structurii și permeabilității solului, capacitatea maximă pentru apă a solului.
3. Se vor determina expoziția, amplasarea și suprafețele optime pentru înființarea unui câmp pretabil la irigarea culturilor. Câmpul va fi împărțit în parcele, tarlale, blocuri. Conform lungimii și lățimii eficiente de irigare ale sistemelor de irigare, se vor determina lungimile și lățimile parcelor pentru amplasarea culturilor irigate.
4. Vor fi determinate pentru câmpul irigat condițiile climaterice caracteristice din această regiune: suma depunerilor atmosferice și distribuția lor pe parcursul anului, variația temperaturilor diurne (zilele sau perioadele cu cele mai înalte temperaturi și cu arșiță și secetă atmosferică), suma temperaturilor active pe perioada de vegetație etc.

Tabelul 15. Condițiile de aplicare a diferitor metode de irigare în funcție de condițiile naturale climaterice și de tipuri de sol [4, 10, 11]

Condiții naturale și climaterice	Metode de udare				
	Irigație prin brazde	Aspersiune	Subterană (sub stratul de sol)	Picurare	Aerosol
Soluri salinizate	+	-	-	-	+
Soluri nisipoase (ușoare)	x	+	x	x	+
Soluri argiloase (grele)	+	x	x	+	+
Relieful complicat	+	+	x	+	+
Înclinația mare	x	+	+	+	+
Apele freatice saline și situate nu adânc	x	+	x	-	+
Resursele acvatice insuficiente	x	+	x	+	+
Apele de irigare necondiționate mineralizate	x	-	x	-	-
Vântul puternic	+	x	+	+	+

Notă : + – aplicabilă; - nu este aplicabilă; x – parțial aplicabilă

5. Stabilirea asolamentului pe culturi, în baza cererii de piață, a contractelor privind livrarea producției agricole, studiile de piață.
6. Determinarea tipului – metodei irigației pentru culturi, terenuri, seră.
7. Selectarea echipamentelor de irigare conform tipului de irigare.
8. Pentru culturile alese la irigare se vor calcula necesitățile de apă pentru irigare în funcție de recolta scontată, tipul producției, schemele de plantare și semănat, fazele critice cu necesități maxime de umiditate, perioadele optime de irigare.
9. Determinarea consumului Q (m^3/h) și înălțimii de pompare – H , m. În funcție de aceasta, selectarea stațiilor de pompare, reieșind din sursa energetică sau contractarea volumului necesar la presiunea stabilită cu furnizorul de apă (de la hidrant).
10. Calcularea costului apei, determinarea costului producției, compararea costului producției cu oferta pieței.
11. Dacă marja obținută la producție (diferența de preț oferit și cost) este atrăgătoare, lansăm proiectul sistemului de irigare, dacă nu modificăm condițiile din punctele anterioare și repetăm cercetarea.

Aceste cerințe și lucrări pot fi făcute de sine stătător de către producătorul agricol sau pot fi obținute de la personalul companiilor de distribuție a sistemelor de irigare. Personalul bine instruit al respectivelor companii efectuează la comandă elaborarea proiectelor, exercitarea lucrărilor de montare și instalare a sistemelor și instalațiilor de irigare, oferă instruirea personalului ce va deservi aceste echipamente.

4.4. CUM PROPRIU-ZIS PROIECTĂM ȘI SELECTĂM COMPONENTELE UNUI SISTEM DE IRIGARE PRIN PICURARE

Pornim de la o situație reală că o gospodărie țărănească are în gestiune 1,5 ha de legume, din care 0,5 ha sunt suprafețe ocupate cu cultura de tomate și 1,0 ha – de castraveți. Fermierul a decis singur să-și proiecteze și să-și selecteze componentele unui sistem de irigare prin picurare. Cum procedează acest fermier?

1. Evaluează expoziția – amplasamentul și dimensiunile câmpului (ex., terenuri plane / sudic / sud-est/ est / vest/ vest-nord / sud-vestic / nord, cu gradul de indicare și distanțele de reper de la sat, traseu, pădure etc.). Terenul în acest caz este cu o expoziție sud – estică dar are o amplasare plană dreaptă, parametrii câmpului fiind 150 m x 100 m;
2. Evaluează calitatea tehnică și fizico-chimică a apei la irigare prin analiză fizico-chimică la un laborator de referință. Calitatea este satisfăcătoare atât după gradul de mineralizare,

coeficientul sau raportul de adsorbție al sodiului, iar cationii Na, Ca, Mg – respectiv conținutul sodiului, calciului și magneziului adsorbați sunt la limita acceptabilă.

3. Sursa de energie care este disponibilă (electrică, generator, motopompă). Sursă energetică în proximitate nu este, din aceste considerente fermierul va opta pentru o motopompă. Capacitatea motopompei se selecta în baza distanței și înălțimii de pompare, schema de plantare și numărul de plante la hectar și infrastructura sistemului de irigare (magistrale, submagistrale și linii de picurare).
4. Distanța de la Sursa de energie și stația de pompare / și sorbul (m) / hidrantul de unde va fi pompată apa. Sursa de apă este hidrant (fântână) cu debitul 15 m³/h.
5. Schema de plantare (ex., la culturi legumicole (90+50)x20-24 cm / sau ex. plantații multi-
nuale 4 x 2,5m și portaltui ex. M26). În cazul dat, schema de plantare la tomate este de 70 cm x 30 cm, iar la castraveți în benzi de 140 cm x 30 cm.
6. Consumul de ape specific culturii. Pentru a proiecta corect sistemul, trebuie de știut volumul maxim de apă pe care o consumă cultura dată. Din datele schemelor de plantare de mai sus știm ca, în perioada cea mai caldă, un ha de tomate necesită aproximativ 60-80 m³/zi de udare (o udare o dată la 2-3 zile, iar pentru o plantă sunt necesare 3-5 litri de apă, sau 60-80 m³/zi de udare pentru cca 45-47 mii pl./ha), iar pentru castraveți – 80-120 m³/zi (o udare o dată la 2 zile, iar pentru o plantă sunt necesare 3,5-5 litri de apă, sau 80-120 m³/zi de udare pentru cca 24 mii pl./ha). Regimurile și normele de irigare specifice culturilor cu valoare adăugată sunt prezentate în Capitolul IX a prezentului ghid.
7. Selectarea distanței dintre picurători în funcție de schema de plantare, a debitului picurătorii, și consumul de apă specific culturii. Pentru irigarea acestor culturi folosim linie cu picurători cu distanța între picurători de 30 cm și 1,1 l/ora (la fiecare picurătoare). Lungimea maximă a rândului nu va depăși 130 m.
8. Calculăm debitul necesar de apă la o irigare pentru suprafața concretă ocupată de fiecare cultură.
 - ❑ La irigarea a 0,5 ha de tomate (schema de plantare 0,7 m X 0,3 m) folosim 7 140 m de linie de picurare = 26,180 m³/oră; (**7 140 m : 0,3 m x 1,1 l/oră = 26,180 m³/oră**);
 - ❑ La irigarea 1,0 ha de castraveți (schema de plantare 1,4 m X 0,3 m) folosim 7 140 m de linie de picurare = 26,180 m³/oră: (**7 140m : 0,3m x 1,1 l/oră = 13,095 m³/oră**);
 - ❑ **Volumul total de apă** ce trebuie de **irigat** este de aproximativ de **52,4 m³/oră**;
9. Dacă sursa de apă este mică și nu ne permite să irigăm toată suprafața odată, terenul se împarte în sectoare(blocuri) identice; în cazul nostru – 4 sectoare (52,4 m³/oră: 4 sectoare = 13,1 m³/oră pe sector);
 - ❑ Volumul max. 0,5 ha tomate – 40 m³/oră: pentru 2 sectoare = 20 m³/sector, astfel la 20 m³/sector: vom avea 13,1 m³/oră = 1,52 ore /zi;
 - ❑ Volumul max. 1,0 ha castraveți – 120 m³/oră: pentru 2 sectoare = 60 m³/sector, astfel la 60 m³/sector : 13,1 m³/oră = 4, 58 ore /zi.
10. Deci, pentru a iriga această suprafață sunt necesare de 3,04 ore pentru tomate și 9,16 ore pentru a iriga castraveții. Total – 12,2 ore /zi, iar motopompa în acest caz va avea o capacitate de minimum 15 m³/oră, sau între 15-20 m³/oră (presiune de lucru ce este calculată din sistem (+10%).
11. Stația de filtrare se recomandă de folosit tot cu un debit de 15-20 m³/h și să corespundă nivelului de impuritate a apei (filtre cu pietriș +filtre cu disc etc.).
12. Diametrul magistralei centrale se determină din materialul din este confecționată magistrala, ca exemplu – layflat, distanța de la sursa de apă până la sector. Acest parametru se face din calcule hidraulice, în acest caz, dia.= 3” (77 mm).
13. Diametrul submagistralei tot așa se calculează, însă se ține cont de numărul de rânduri ce sunt conectate la ea și unde este conectarea cu magistrala (în cap sau la mijloc). În cazul dat, în sectorul cu tomate avem conectate 72 de rânduri și conectarea este la mijloc, dia = 2”(52 mm).

V. STAȚII ȘI ECHIPAMENTE DE POMPARE A APEI LA IRIGARE

(Anatolie FALA, dr. șt. biologice, și Nicolae SÎRCU, inginer în irigare)

5.1. CUM ALEGEM CORECT PARAMETRII TEHNICI AI UNEI STAȚII DE POMPARE A APEI

Există o multitudine de tipuri de stații de pompare și mulțimi de alte echipamente utilizate în stațiile de pompare pentru irigații, dar alegerea corectă se face în funcție de aplicație și scopul proiectului. În cazul necunoașterii, informați-vă în prealabil sau luați legătura cu experți ai furnizorilor de echipamente pentru pompare, pentru a găsi cele mai bune soluții. Asigurați-vă că includeți cerințele proiectului dvs. pentru a lua deciziile potrivite în alegerea echipamentelor de pompare. Parametrii de bază după care se selectează o stație de pompare (pompa) sunt:

1. Sursa de energie disponibilă (electrică, motopompe, sau la priza de putere a tractorului);
2. Condițiile de aspirație – pompare a apei (de suprafață, subterane, ape curgătoare etc.);
3. Volumul de apă pompat (m^3/h) – sau productivitatea pompei;
4. Presiunea de lucru (atm);
5. Eficiența consumului energetic (kw/h) sau consumului de combustibil (l/h);
6. Frecvența și fiabilitatea de funcționare;
7. Costul pe unitatea de putere (lei/kWt).

Productivitatea pompei alese trebuie să corespundă necesității consumului de apă pe sectorul dat irigabil (nici mai mult, nici mai puțin). La utilizarea irigării prin picurare la un hectar se utilizează aproximativ 40-70 m^3/h în funcție de cultura cultivată, tipul solului și condițiile climaterice. În acest caz, se recomandă de a alege o pompă cu o rezervă de productivitate de +10%. La selectarea unei pompe pentru sistemul de irigare prin picurare, trebuie să ținem cont de toate pierderile ce pot fi în sistem: (i) presiunea de lucru a picurătorilor (0,7 – 1,5 atm); (ii) pierderi la punctul de control (atm); (iii) pierderi liniare în magistrale și submagistrale (atm); (iv) pierderi la filtrare (1,5 – 2,5 atm); (v) înălțime de relief sau înălțimea de pompare (m); (vi) adâncime de absorbție a apei (m) și (vii) volumul de apă necesar (l/s sau m^3/h) la irigare.

5.2. STAȚII DE POMPARE ELECTRICE – CLASIFICAREA ȘI MODUL DE FUNCȚIONARE

O stație de pompare a apei la irigare include în sine pompa propriu-zisă și echipamentele auxiliare, care furnizează apă de la o sursă de apă (*de exemplu: un bazin acvatic, un lac sau un canal*) către conducta principală a sistemului de irigare.

Pentru că majoritatea sistemelor de irigare sunt presurizate, nevoia de pompe este foarte importantă. Alegerea pompei de irigare (sau a stației de pompare) depinde de tipul de sistem de irigare și regimurile de udare aplicate, sursa și debitul de apă, alimentarea cu energie (circuit, conexiuni) și presiunile minime și maxime de funcționare. Alegerea corectă a capacității stației de pompare este crucială; în caz contrar, pompa subdimensionată va asigura o irigare insuficientă și neuniformă, iar pompa supradimensionată costă mai mult, cresc costurile de funcționare și, de asemenea, pot deteriora sistemul de irigare în timp.

În cazul sistemelor de irigare pentru agricultură după direcția curgerii apei la ieșirea din pompă și modul de pompare, sunt populare următoarele câteva soluții de stații de pompare (*sau pompe*):

1. Pompe centrifuge;
2. Pompe submersibile;
3. Pompe cu turbină cu puțuri adânci;
4. Pompe elicoidale sau axiale.

Pompele centrifuge – acest tip de pompă este utilizat, în principal, acolo unde există apă de suprafață sau surse de apă subterană de mică adâncime. În conductele de irigare, pompele centrifuge sunt, de asemenea, utilizate ca pompe de amplificare. Ele trebuie să fie amorțate sau umplute cu apă înainte de începerea pomparei (să facă legătură între apa din pompă, conducta de aspirație și sursa de apă). Conducta de aspirație împreună cu pompa trebuie să fie lipsită de aer și umplută cu apă și, prin urmare, racordurile și îmbinările etanșe la aer sunt cruciale pentru a fi utilizate pe conducta de aspirație. Acest tip de pompă este proiectat atât pentru funcționare verticală, cât și orizontală.



Fig. 10. Pompă centrifugă



Fig. 11. Rotorul – organul de lucru al pompelor centrifuge

Pompe submersibile – această pompă dintr-un sistem de irigare agricol acționează ca o pompă cu turbină care este cuplată strâns cu un motor electric. Acest lucru elimină nevoia de fixare a rulmenților și arborilor de transmisie lungi. Pompele submersibile sunt deasupra motorului, unde apa trece prin pompă printr-un ecran poziționat între motor și pompă. Dat fiind că pompele submersibile au diametre mici, ele oferă o eficiență scăzută.

Pompe cu turbină pentru puțuri adânci – acest tip de pompă este utilizat pe suprafețe unde apa se află sub limitele obișnuite ale unei pompe centrifuge sau în puțuri adânci. Spre deosebire de pompele centrifuge, pompele cu turbină pentru puțuri adânci nu trebuie amorțate, deoarece preiau întotdeauna apă din și sub apă. Deși acest tip de pompă este mai eficient decât pompele centrifuge, ele sunt mai disponibile, mult mai scumpe și sunt mai dificil de reparat și inspectat.



Fig. 12. Pompe submersibile
Sursa: <https://www.mitchellewis.com>



Fig. 13. Pompe cu turbină pentru puțuri adânci.
Sursa: <https://www.xylem.com>

Pompe elicoidale sau axiale – sunt aplicabile când există o cerință pentru o ridicare de nivel scăzut și un debit mare de apă. Există două tipuri disponibile pentru pompele cu elice, cu: flux axial și flux mixt. Pompele cu elice au, de obicei, orientare verticală, dar pentru sistemele de irigare pentru agricultură, acestea sunt în general montate orizontal pe remorci.

Pentru a menține funcționarea optimă a stațiilor de pompare pentru irigații, există o gamă largă de echipamente auxiliare, care în funcție de completări, includ:

- 1) cuplaje (conexiuni și fittinguri);
- 2) sisteme de control (controlere) și senzori;
- 3) supape de siguranță – care reglează presiunea apei;
- 4) apometre, care asigură contorizarea utilizării apei la irigare.



Fig. 14. Pompe elicoidale sau axiale

Sursa: <https://www.sulzer.com>



Fig. 15. Apometru mecanic (stânga) și digital (dreapta)

Cuplajele – sunt elemente-cheie folosite în pompe pentru conectarea arborelui rotativ la arborele de antrenare al motorului. Această conexiune ajută motorul să transmită eficient puterea pompei. Cu utilizarea cuplajelor pentru stația de pompare de irigare, cuplul este transferat la pompă cu pierderi minime. Alinierea cuplajelor se face în mod obișnuit prin utilizarea alinierii cu laser pe standul de montare la uzine, dar în practică, de asemenea, pot fi aliniate utilizând un ecartament de margine dreaptă. Nealinierea corectă și precisă de orice fel la utilizarea cuplajelor poate cauza defectarea prematură prin vibrație a componentelor rotative ale pompei.

Sistemele de control (controlere) și senzorii pompelor – contribuie la îmbunătățirea și automatizarea proceselor de luare a deciziilor în aplicarea sistemelor de irigare. Funcțiile sistemelor de control pot include controlul pornirii/opririi, temporizatoarele, alarmele, raportarea erorilor și setarea și gestionarea parametrilor operaționali, cum ar fi viteza pompei sau presiunea de ieșire. În scopul utilizării eficiente a sistemelor de irigare și ținerii evidenței consumului apei la irigare și stării umidității solului, se utilizează senzori pentru fiecare funcție și parametri de control. În sistemele de irigare pentru agricultură, factorul principal care trebuie luat în considerare pentru selectarea senzorului potrivit este alegerea unuia care poate oferi o valoare optimizată a datelor colectate pentru un anumit scop și, cel mai important, precizia parametrilor controlați. Există diferite tipuri de senzori pentru stația de pompare pentru irigații, iar operatorii sunt obligați să le aleagă în funcție de nevoile specifice ale proiectului de irigare, tipul și textura solului.

Supapele de siguranță (de presiune, de control al debitului și de închidere) – reglează presiunea apei și împiedică curgerea inversă a apelor. Supapa de presiune limitează presiunea maximă într-un sistem prin devierea gazelor în exces atunci când presiunea devine prea mare. Presiunea la care o supapă de siguranță se deschide pentru a permite fluidului să curgă este cunoscută sub numele de presiune de fisurare. Supapele de control al debitului sunt utilizate în scop de a regla debitul de aer comprimat. Prin controlul debitului, viteza cilindrului pneumatic poate fi, de asemenea, reglată direct. În plus, o supapă de reglare bună contribuie la reducerea uzurii pompei și sistemului de irigare datorită unei sarcini cinetice mai mici.

Apometrele – asigură utilizarea de înaltă eficiență a apei în sistemele de irigare și contribuie la contorizarea și aplicarea eficientă a irigațiilor. Contoarele de apă sunt proiectate pentru a da citiri față de debitul de apă pompat, astfel încât să monitorizeze cantitatea de apă utilizată zilnic în scopul irigației. Asigurați-vă că alegeți cele mai bune apometre (contoare de apă) pentru stația de pompare de irigare pentru a obține cele mai precise citiri și pentru a minimiza utilizarea apei.

5.3. MOTOPOMPELE

Motopompele sau pompele acționate de motor își obțin puterea și capacitatea de pompare a apei de la propriul motor încorporat, care poate fi atât pe benzină, cât și pe motorină. Motopompele sunt cel mai des utilizate în calitate de stații de pompare la irigarea mică în Republica Moldova și au o varietate diferită după: putere, debite, presiune de lucru și manipulare.

Motopompele sunt utilizate, tradițional, atunci când nu există o sursă de alimentare energetică disponibilă, astfel încât nu poate fi utilizată o pompă electrică standard. Funcționarea motopompelor constă în faptul că apa intră în pompă prin conducta de aspirație și este pusă în rotație de rotorul (*cel mai des – pompe centrifugale*) conectat la motor, înainte de a fi transportată în conducta de livrare la o anumită viteză și presiune.



Fig. 16. Motopompă



Fig. 17. Stații de pompare a apei acționate la priza de putere a tractoarelor, Sursa: <https://baumalight.com/>



Dimensiunea și capacitatea motopompelor variază de puterea motorului. În funcție de model, unele sunt disponibile cu un cadru de protecție tubular din oțel ușor de transportat, cu suporturi anti-vibrații montate sau mobile cu cadru cu roți.

Pompele acționate de motor au, de obicei, cele mai mari debite de apă pentru pompele încorporate, fiind excelente pentru pomparea unor volume mari de ape sau drenarea apelor de pe suprafețele inundate. În cazul utilizării stațiilor de pompare electrice, este recomandabil să aveți ca rezervă o motopompă, care vă poate fi destul de utilă în cazul unei pene de curent. Alegerea parametrilor funcționali ai unei motopompe este similară modelului descris mai sus.

5.4. STAȚII DE POMPARE A APEI ACȚIONATE LA PRIZA DE PUTERE A TRACTOARELOR

Utilizarea stațiilor de pompare a apei acționate de priza de putere a tractorului este condiționată la utilizare de următoarele particularități ale înființării unei sisteme de irigare:

- inaccesibilitatea în majoritatea cazurilor a surselor de aprovizionare cu energie electrică sau alt tip de energie mecanică sau fosilă decât cea a tractorului;
- asigurarea continuă și la parametrii ceruți a debitului de apă către instalațiile de irigare;
- condițiile și distanța de amplasare a câmpului față de sursele de aprovizionare cu apă;
- neuniformitățile reliefului și înălțimea de ridicare (pompare) a apei;
- consumul specific de energie la transportarea unei cantități de apă la irigare.

Stațiile de pompare acționate de priza de putere a tractorului sunt cel mai des puse în funcțiune printr-un cardan cu capătul de cuplare cu șlițuri, dar sunt și modele prin acțiune cu curea. Pompele cel mai des sunt cu rotor centrifugă și cu carcasă de fontă specială sau fier zincat rezistent la coroziune. Antrenarea pompei de un tractor se face la turații de 450 – 560 tur/min, ceea ce presupune o putere la ax de 22-45 KW. Pompele au reductoare-amplificatoare de turații răcite în ulei. Atât la aspirație, cât și pe refulare, pompa are piesele necesare asigurării unei bune funcționari. Pompele acționate de priza de putere a tractorului acoperă un domeniu larg de debite și presiuni ale apei, astfel asigură: debite între 25 – 150 m³/ora, presiuni de lucru de 6,5 – 14 bar și înălțimi de pompare între 40 – 120 m.

Rama pentru instalarea pompei oferă o racordare la sistemul de ridicare al tractorului și conferă posibilitatea de cuplare, decuplare rapidă de la sistemul de ridicare, inclusiv transportarea cu ușurință la diverse surse de ape.

VI. SISTEME ȘI ECHIPAMENTE DE IRIGARE PRIN ASPERSIUNE

(Anatolie FALA, dr. șt. biologice, și Nicolae SÎRCU, inginer în irigare)

6.1. PRINCIPIILE DE FUNCȚIONARE ȘI TIPURILE DE IRIGARE PRIN ASPERSIUNE

Irigarea prin aspersiune se execută prin conducte cu presiune și pulverizarea apei cu ajutorul echipamentului sub formă de ploaie artificială. Sistemul de irigare prin aspersiune, de regulă, conține următoarele componente: sursa de alimentare cu apă; stația de pompare; conductele de aducție și distribuție; echipamente, utilaje și instalații de aspersiune, ce transformă curentul de apă în picături de ploaie artificială și le distribuie pe suprafață câmpului.

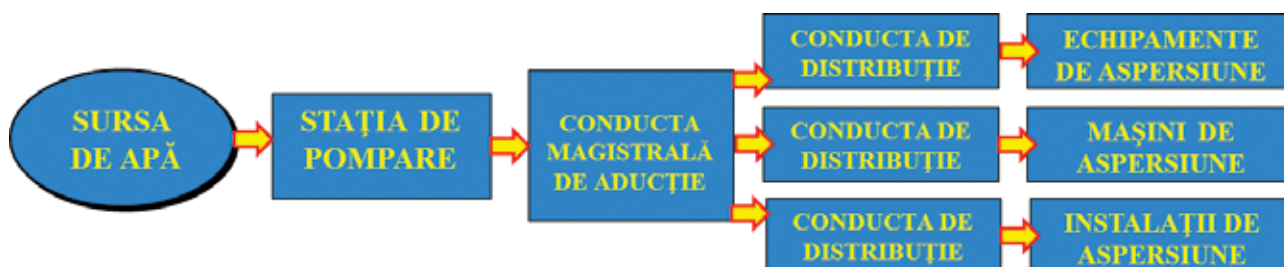


Fig. 18. Schema constructivă generală a unui sistem de irigare prin aspersiune

Avantajele irigării prin aspersiune:

- mecanizarea și automatizarea udărilor;
- mobilitatea și operativitatea la necesitatea udărilor frecvente;
- posibilitatea irigării terenurilor cu relief complicat;
- diminuarea temperaturii stratului de aer deasupra solului în timpul udării;
- coeficientul înalt de folosire a terenurilor;
- posibilitatea efectuării udărilor antiger și de izolare termică;
- introducerea îngrășămintelor împreună cu apa de irigare.

Dezavantajele irigării prin aspersiune:

- consum mare de energie pentru formarea ploii artificiale;
- dezagregarea structurii solului;
- influența negativă a vântului asupra calității ploii și uniformității de repartizare a acesteia;
- necesitatea deplasării tehnicii de aspersiune în procesul udării.
- valoarea înaltă a tehnicii de irigare;
- cheltuielile înalte de exploatare a tehnicii de aspersiune.

6.2. ECHIPAMENTE DE ASPERSIUNE CU MAI MULTE SUPTURI CU DEPLASARE CIRCULARĂ ȘI FRONTALĂ

Echipamentul de aspersiune cu mai multe suporturi cu deplasare circulară și presiune mică este menit pentru irigarea culturilor legumicole, de câmp și tehnice pe suprafețe mari. Acest echipament se produce în diferite modificații cu productivitatea între 50-450 m³/h.

Refularea apei în centura de transportare a apei se produce prin tub ascendent și cot, fabricate din oțel zincat cu diametrul de 219 mm.

Deplasarea circulară a echipamentului de aspersiune se asigură de motoare electrice instalate pe suporturile (cărucioarele) intermediare. Alimentarea cu electricitate se efectuează prin suportul central, ulterior prin cablul instalat de-a lungul centurii de transportare a apei a echipamentului.

Înălțimea standard a deschiderii echipamentului și a celorlalte componente ale sistemului atinge cca 3,30 m, iar în modifiții cu înălțime suplimentară poate atinge 4,10 m.



Fig. 19. Pivotal central



Fig. 20. Suporturile intermediare



Fig. 21. Sprinkler de irigare

Pivotalul (suportul central) reprezintă o construcție piramidală amenajată cu profele unghiulare zincare și fixare ancorată de platforma din beton de formă pătrată, ceea ce asigură o stabilitate sporită la momentul de torsiune a echipamentului.

Un al tip de **echipament de aspersiune cu mai multe suporturi sunt cele cu deplasare frontală**, unde prelevarea apei are loc din hidranți ai rețelei de irigație din conducte îngropate sau din canale cu apă. Suportul principal a acestui tip de echipament este instalat pe 4 roți cu deplasare executată prin acțiune hidraulică, ceea ce permite o racordare la hidranți – atât la ambele capete, cât și la centrul echipamentului. Astfel acest tip de echipament poate fi utilizat pe sectoare cu relief complicat. Productivitatea este de până la 300 m³/h, iar calitatea perfectă a ploii se asigură chiar și la presiunea joasă a apei.

6.3. INSTALAȚII MOBILE DE IRIGARE PRIN ASPERSIUNE CU TAMBUR ȘI CONSOLĂ

Mașinile mobile de irigare cu tambur la momentul actual este o metodă de udare pe larg folosită pe terenuri cu suprafețe mici – medii și cu denivelări de teren. Mobilitatea înaltă, posibilitatea de funcționare folosind apa nepurificată, folosirea diferitor combinații ale duzelor pulverizatoare și instalațiilor în consolă de irigare – toate acestea determină respectivele instalații de udare drept universale destinate aplicării la culturi legumicole, de câmp și tehnice.

Instalațiile de irigare prin aspersiune cu ploaie suprafină sunt cele mai performante echipamente de irigație mică prin aspersiune. Principiul de bază al acestei metode constă în pomparea directă a apei de irigare de la sursa de apă (prin filtre) și distribuirea ei la plante prin intermediul unei rampe dotate cu aspersoare (duse) de tip deflector numită consolă de irigare, care formează o ploaie suprafină. Particulele de apă dispersate au mărimea de 0,1-0,3 mm, în funcție de diametrul duzelor.

Ploaia suprafină acționează benefic asupra plantelor, prin completarea rezervei de apă din stratul radicular, la fel răcorește plantele și contribuie la intensificarea procesului de fotosinteză chiar și pe timp de arșiță. Picăturile mici dispersate sunt captate de plante, sunt la fel înmagazinate în sol și prin aceasta se exclude influența defavorabilă a vânturilor cu vitezele de până la 6-8 m/sec. Prin utilizarea acestor echipamente se asigură o economie de aproximativ 20% de apă de irigare, se evită eroziunea solului, scurgerile de suprafață și se asigură protecția plantelor la acțiunea picăturilor de ploaie artificială în fazele inițiale de dezvoltare a plantelor. Aceste caracteristici distinctive permite de a utiliza instalațiile cu ploaie suprafină nu numai seara, noaptea sau dimineața, dar și pe parcursul zilei.

Presiunea de conectare a mașinilor cu tambur este de 2,5-7,0 bar, iar debitul de irigare între 35-45 m³/h, ceea ce asigură o productivitate de 3 ha/zi. Totodată, **productivitatea pe zi a mașinilor de irigat** prin aspersiune cu ploaie suprafină, conform tabelelor de performanță, se calculează după următoarea formulă:

$$P = (24 \text{ ore} - t_m * n_m) * v * I$$

unde:

- P** – productivitatea mașini pe zi (hectare) la norma de udare și presiunea de conectare dată;
- t_m** – timpul (ore) necesare pentru mutarea mașini pe o alta poziție (0,5 ore);
- n_m** – numărul de mutări pe zi la stângă, dreapta tamburului și mutarea mașinii la următorul hidrant;

v – viteza de retracție (m/oră) a rampei de udare conform tabelului de performanță la presiunea dată la hidrant;

l – lățimea eficiența de udare este de 34 metri. În cazul modificării lățimii de udare până la 40 metri, se micșorează viteza de retracție, iar productivitatea rămâne aceeași.

Încheierea diferitor combinații ale duzelor pulverizatoare și instalațiilor în consolă de irigare le fac mașini universale de irigare care permit regimuri de udare aplicabile la culturi legumicole, de câmp și tehnice. Componentele de bază ale acestor instalații sunt îndeplinite integral din oțel zincat galvanizat, rezistent la coroziune, și constau din următoarele echipamente, precum urmează:

Tamburul – pe care se înfășoară furtunul, susținut de un sașiu cu două roți, al căror ecartament se reglează în funcție de condițiile de teren și drumurile pe care se deplasează. Transmisia este acționată printr-o turbină hidraulică cu consumul de presiune de 0,1-0,5 bar, cutie cu 3-4 viteze pentru depănarea furtunului. Tamburul se poate roti în jurul axei sale pe sașiu la 360 grade în vederea fixării pe teren în poziția de irigare dorită. Fixarea în teren se face cu cei doi suporti amplasați pe lateralele tamburului ce-i asigură o stabilitate mare a mașini la cele mai mari viteze de retracție a furtunului și la deplasarea pe teren frământat. Tamburul este dotat cu un sistem automatizat de ridicare a căruciorului pe tambur pentru poziția de transport, filtru mecanic și cu furtun special pentru conectarea mașinii de irigare la hidrant sau racordarea la sistemele de irigare existente deja în stocul echipamentelor de udare autohton și pentru mica irigare.



Fig. 22. Mașină mobilă de irigare prin aspersiune cu tambur



Fig. 23. Consolă de irigare prin aspersiune

Turbina hidraulică este axială de tipul „full flow”, fiind una din cele mai performante turbine. Se caracterizează prin aceea că folosește o cantitate de energie hidraulică mult mai redusă față de alte turbine, cu o presiune de lucru de doar 0,5 atm, ce permite să obținem o viteză mare de retracție a furtunului cu păstrarea aceleiași norme de udare. Turbina asigură, totodată, un diapazon larg și o înaltă precizie a normelor de udare, măbind astfel productivitatea. Datorită construcției speciale a turbinei, mașinile cu tambur cu console cu ploaie suprafină necesită presiuni cu mult mai mici de lucru decât celelalte tipuri de mașini (2,5-6,0 bar); totodată, mașina este testată să reziste presiuni de 12-18 bar.

Furtunul – este o conductă de polietilenă Ø 63 – 110 mm, cu lungimea de 250 până la 350 m, dotată cu cărucior cu deplasare automată și rampă pentru ploaie suprafină cu lățimea de la 34 m până la 40 m. De regulă, furtunul este fabricat din polietilenă cu proprietăți speciale, care asigură un termen de exploatare în condiții naturale extreme timp de cel puțin 20 ani. Mecanismul de rulare a furtunului funcționează pe bază de lanț și șurub elicoidal, asigură întinderea furtunului și sincronizează rulare și derularea acestuia.

Sistemul de irigare automat – include computer de bord cu modul solar și acumulator. Computerul este pretabil de a fi conectat la sistemul mobil GSM, care controlează prin afișarea pe ecranul luminos a următorilor parametri:

- viteza de retracție a furtunului corespunzătoare normei de udare;
- timpul rămas până la terminarea udării;
- lungimea furtunului desfășurat;
- asigură o înaltă precizie de distribuire a normelor de udare și automatizarea complexă a procesului de post -și preirigare.

De asemenea, computerul include o vastă informație privind controlul parametrilor de funcționare a mașini, posibilele dificultăți și recomandări de înlăturare a lor.

Echipamentul oferă posibilități de rotire a furtunului prin intermediul unui cardan de la tractor, în situația în care sursa de apă este întreruptă și apare necesitatea de a deplasa mașina pe un alt amplasament până la derularea automată a furtunului pe întreaga lungime. Tot în acest fel, utilizând un tractor cu cardan, se poate efectua golirea sistemului de apă, în vederea depozitării și stocării echipamentului pentru perioada de iarnă.

Consola de irigare prin aspersiune este menită pentru o funcționare în comun cu instalațiile mobile cu tambur în calitate de organ principal de funcționare ce asigură formarea ploii artificiale și distribuirea acesteia pe suprafață câmpului. Cu invenția consolei de aspersiune a fost înlăturată cea mai principală deficiență a instalațiilor cu tambur – calitatea nesatisfăcătoare a ploii pentru irigarea culturilor agricole.

Seturile actuale de duze pot asigura o ploaie suprafină cu diametrul picăturii de 0,1-0,3 mm. Duzele de aspersiune formează o ploaie mărunță ce nu vătămează plantele și nu compactează solul. Presiunea de regim nu depășește 3,2 atm., ceea ce contribuie la economisirea energiei și apei. Lățimea fâșiei de udare, în funcție de modificările consolei, este între 20-50 m.

În poziție de transportare, consola se plasează lesne pe cadru, care reprezintă un cărucior din oțel zincat cu 2 roți și ecartament reglabil. Un singur operator desfășoară și strânge consola numai în câteva minute. Unele modele sunt dotate cu mecanism de orientare, care permite a modifica poziția consolei în raport cu direcția de deplasare.

Duzele pentru ploaie suprafină au ca scop pulverizarea apei de irigare cu picături suprafine asemănătoare ploii naturale, care rezistă la rafale de vânt de până la 6 m/sec. Setul de duze pentru distribuirea apei la plante se montează pe rampa de udare și pot fi la număr între 10-20, din care 2/3 asigură o irigare la 360 grade și 1/3 irigare la 180 grade. Duzele sunt de construcție specială, pot avea un diametru de la 4,0 mm până la 7,5 mm, asigurând picături foarte fine de la 0,1-0,3 mm. Dusele asigură domenii largi de utilizare a instalației, fiind schimbate ușor în funcție de presiunea de racord, regimul de irigare ales (intensitatea ploii), viteza de retracție a furtunului, debitul de apă într-o unitate de timp și norma de udare.

6.4. INSTALAȚII MOBILE DE IRIGARE PRIN ASPERSIUNE CU DEPLASARE MANUALĂ

Instalații mobile de irigare prin aspersiune cu deplasare manuală – sunt sisteme ieftine, dar intensive în forță de muncă utilizate în exploatațiile agricole mici și constau dintr-un set de țevi mobile (aripi mobile de udare) dotate cu aspersoare, care prin conectare la o conductă staționară asigură irigarea la scară mică. Aspersoarele creează ploaie fină cu intensitate moderată (0,12 mm/min., care corespunde cerințelor de protecție a solului și pentru pantele cu înclinație de până la 0,05.

Aripile mobile de udare se compun din aspersoare, conducte din oțel zincat sau plastic, cu lungimi de 6-8-10 metri, piese de unire, conducte pentru transportarea apei, conducte de lucru, hidranți portativi, conexiuni, teuri, agregatul mobil de pompare.

Construcția țevilor permite cuplarea lor sub un unghi de 30°, astfel asigurându-se o mobilitate sporită pe teren. În funcție de numărul aspersoarelor, diametrul conductei de lucru variază de la 50 mm până la 108 mm și aceasta este dotată cu o gamă variată de accesorii, asigurând posibilitățile de schimbare a unghiului de cuplaj până la 90°.

Presiunea de lucru este de 3,4-4,5 atm., iar raza de udare a aspersorului ajunge până la 25 m. Pentru unele culturi, la necesitate se pot folosi aspersoare de tip deflector, care creează ploaie suprafină.

Gama variată de instalații de irigare cu deplasare manuală permite alegerea celor mai optime soluții în funcție de sol, plantă, relief, dimensiunile câmpului irigabil etc. Ele se pot alege în așa mod, ca să deservească pe parcursul sezonului de irigare o suprafață de la 0,8 ha până la 60 ha.

De exemplu, o instalație de irigare cu țevi din plastic și interconexiuni cu aspersoare peste fiecare 18 metri, cu un număr mediu de 17-18 aspersoare, are o lungime totală de 312 m. Suprafața de irigare pe o poziție constituie cca 1,125 ha, iar pe întregul sezon de cca 25 ha. Consumul de apă 18,7 l/s în funcție de norma de udare, o aripă poate iriga într-o zi până la 6 ha, cu o uniformitate de distribuție a normei de udare pe o suprafață de cca 90%.



Fig. 24. Instalație mobilă de irigare prin aspersiune cu deplasare manuală

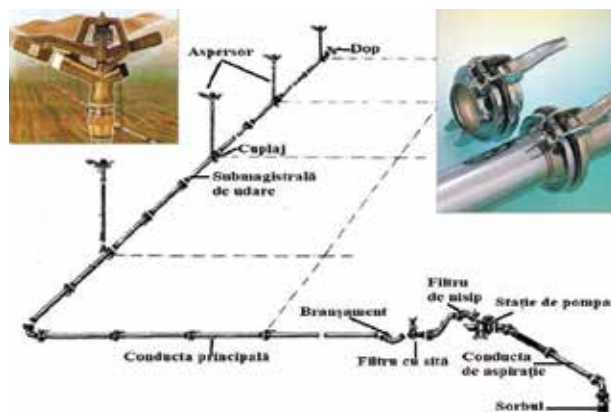


Fig. 25. Schema constructivă a instalației mobile de irigare prin aspersiune cu deplasare manuală

Intensitatea ploii poate fi dirijată prin schimbarea duzelor la aspersoare în așa fel, încât să corespundă particularităților de sol, relief și plante. Cuplarea instalației la rețeaua staționară de irigație se efectuează cu ajutorul piesei de ramificare de unire, iar la conductele demontabile – cu o brățară specială, ce intră în setul instalației. La terminarea cuplajului unei aripi de irigație și a conductei de distribuire, captarea apei în instalație se efectuează prin intermediul hidrantului.

Timpul de funcționare sau de udare a aripii la instalația prin aspersiune cu deplasare manuală este determinat de norma de udare.

Tabelul 16. Timpul de funcționare și normele de udare la instalația prin aspersiune cu deplasare manuală

Norma de udare, m ³ /ha	Timpul de funcționare (ore), numărul și schema de amplasare a aspersoarelor	
	18x18 m	18x24 m
200	1,74	2,35
300	2,61	3,49
400	3,49	4,65
500	4,35	5,81

Ordinea de efectuare a lucrărilor de deservire a instalației de ploaie artificială este următoarea:

1. Se întrerupe alimentarea instalațiilor, se decuplează de la hidrant aripa, ce a terminat lucrul. În locul cuplajului se instalează amortizorul și la hidrant se cuplează aripa a doua.
2. Se include în lucru aripa a doua de udat.
3. Țevile aripii se deplasează către hidrantul al doilea, cuplându-se simultan între ele.
4. După terminarea lucrului aripii, de la primul hidrant se deschide lent vana hidrantului al doilea și se închide vana hidrantului întâi.

Instalația este deservită de 2 muncitori. Un muncitor cu experiență deservește instalația și singur. La udarea sectoarelor pe pante, aripile de udat se plasează de-a lungul orizontalei; aceasta asigură preîntâmpinarea eroziunii solului. Lucrul muncitorilor în timpul udărilor constă în permutarea, cuplarea și decuplarea aripilor de udat. Înainte de începerea lucrului se instalează aripile de udat în corespundere cu schema adoptată. La deplasarea țevelor trebuie de mers pe intervale printre culturi pentru a nu strivi plantele. Pentru a deplasa o aripă la distanța de 200 m sunt necesare 21 de minute pentru 2 muncitori. Instalația de ploaie artificială se pune la dispoziție în stare demontată.

VII. SISTEME ȘI ECHIPAMENTE DE IRIGARE PRIN PICURARE

(Anatolie FALA, dr. șt. biologice, și Nicolae SÎRCU, inginer în irigare)

7.1. PRINCIPIILE DE FUNCȚIONARE ȘI TIPURILE DE IRIGARE PRIN PICURARE

Irigarea prin picurare reprezintă o metodă de irigare în care apa, prin intermediul unui sistem de țevi din polietilenă amenajate cu picurare, se administrează în zona sistemului radicular al plantelor. Particularitatea majoră a irigații prin picurare constă în livrarea uniformă a apei direct fiecărei plante pe parcursul întregii perioade de vegetație, în corespundere cu necesarul de apă al plantei. Instalațiile și sistemele de irigații prin picurare se utilizează în mod deosebit la culturile horticole: legume în câmp deschis, solarii, sere, vii și livezi, culturile de porumb zaharat și cartofi, cu posibilitatea unui grad mare de mecanizare. Distribuirea apei numai în apropierea sistemului radicular al plantelor necesită, pentru aceleași bilanțuri de utilizare a apei de către plante, un consum de apă redus, respectiv cu doar circa 30% din consumul de apă realizat prin aspersiune și doar 10-18% din consumul de apă realizat la irigarea pe brazde, fapt ce comportă reducerea esențială a cheltuielilor efectuate pentru aprovizionarea cu apă.

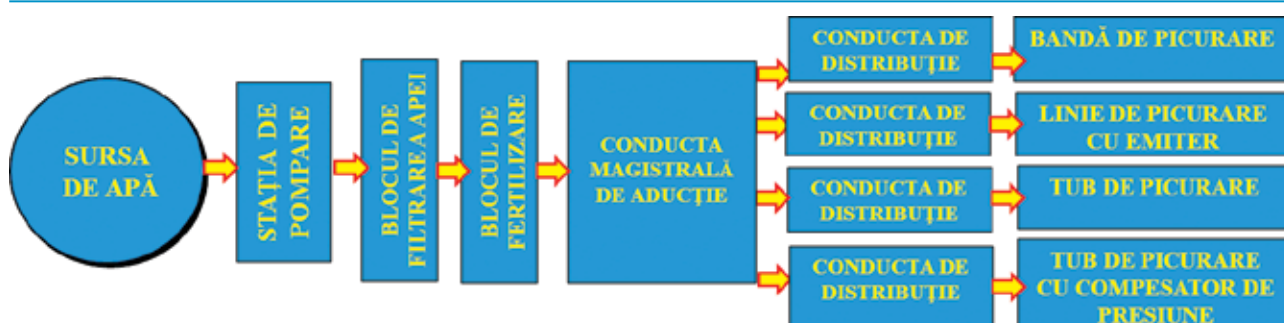


Fig. 26. Schema constructivă generală a unui sistem de irigare prin picurare

Tehnologia irigației prin picurare se caracterizează prin irigații cu cantități reduse și controlate de apă corelate cu capacitatea de absorbție a solului și evapotranspirația plantei. În acest sens, deosebim **sisteme de irigare prin picurare de suprafață și submersibile (subterane)**. Sistemul de irigare subteran necesită ca tubul de picurare să conțină repelenți speciali care protejează furtunul cu picurători de blocările cauzate de rădăcini.

Sistemul de irigare prin picurare include: sursa de apă, pompa, stația de filtrare (filtrele cu prundiș și nisip), stația de fertilizare, blocul de distribuție și control, regulatorul de presiune, rețeaua magistrală și sub-magistrală, furtunile cu picurători (emițători), fittingurile de conexiune. **Componenta de bază a unui sistem de irigare prin picurare este linia de picurare, care poate fi: de tip bandă, tub de picurare sau picurători liniare (de emitere).**

Sistemul de irigare cu randament înalt și costuri mici, cu caracteristici înalte și irigare uniformă, este util când se folosește pe lungimile lateralelor mari ale câmpului. Ușor de instalat utilizând simple mașini automate de bobinat, asigură o durată de funcționare de la unu până la cinci sezoane, în funcție de grosimea furtunului.

Irigarea prin picurare permite controlul umidității în sol, al apei administrate, al dozelor de îngrășăminte care se aplică, al bolilor și dăunătorilor. Irigarea prin picurare presupune instalarea unor sisteme de irigare prin picurare formate din bandă de irigare propriu-zisă sau tubul de picurare și accesoriile necesare montării acestor sisteme: furtun de apă, conectori, robinete, mufe de legătură, dopuri etc. Irigarea prin picurare este soluția cea mai eficientă pentru irigarea culturilor de legume în solarii și în câmp, flori, viță de vie și pomi fructiferi.

Avantaje aplicării sistemului de irigare prin picurare:

1. Dozare exactă de apă necesară în diferite etape de dezvoltare și în funcție de tipul de cultură;
2. Fiecare plantă primește cantitatea optimă de apă în funcție de necesarul de moment;
3. Consumul de apă pentru irigație este mai redus datorită uniformității și randamentului ridicat (90-96%) și reducerii pierderilor prin evaporația din sol și aer;

4. Alimentând cu apă numai zona rândurilor de plante, spațiul dintre rânduri rămâne uscat, ceea ce permite executarea lucrărilor agricole și reduce înmulțirea buruienilor;
5. Udarea directă a solului, fără umezirea plantelor, împiedică apariția și înmulțirea bolilor și dăunătorilor, se micșorează sau se evită unele tratamente chimice;
6. Permite administrarea îngrășămintelor și a diferitor tratamente în timpul irigației – prin fertirigare (tehnologia de aplicare a îngrășămintelor odată cu apa de irigare);
7. Menține structura și textura solului astfel încât sistemul radicular al plantelor să se poată dezvolta mult mai bine comparativ cu alte modalități de irigare;
8. Prin irigarea prin picurare nu se răcește solul în aceeași măsură ca alte tehnologii de irigare, ceea ce elimină un stres important al plantei, în special primăvara;
9. Datorită faptului că frunzele și tulpina plantei sunt uscate în timpul fertirigației, nu există riscul arderii plantelor chiar și în cazul irigației în zilele cu temperaturi de peste 40°C;
10. Numărul de zile de lucru necesare exploatarea instalației de irigare prin picurare este mult mai redus comparativ cu celelalte modalități de irigare, astfel se reduc cheltuielile;
11. Instalația de fertirigare prin picurare nu necesită forță de muncă calificată pentru exploatare;
12. Permite dozarea exactă a cantităților de îngrășămintele administrate la optimalul plantelor;
13. Ca un cumul al unora dintre avantajele enumerate mai sus, sistemul de fertirigare prin picurare poate asigura o creștere a productivității cu până la 100%;
14. Este singura metodă de udare care permite automatizarea totală, datorită reglării precise a debitului și a presiunii apei, precum și declanșării udării pe baza informațiilor înregistrate de senzorii umidității solului, temperaturii și umidității relative a aerului.

7.2. COMPONENTELE UNUI SISTEM DE IRIGARE PRIN PICURARE

Irigarea prin picurare reprezintă o metodă de irigare în care apa, prin intermediul unui sistem de țevi din polietilenă amenajate cu picurare, se administrează în zona sistemului radicular al plantelor. Particularitatea majoră a irigației prin picurare constă în livrarea uniformă a apei direct fiecărei plante pe parcursul întregii perioade de vegetație în corespundere cu necesarul de apă al plantei.

Sistemul de irigare prin picurare în structura sa include: i) sursa de apă; ii) stația de pompare; iii) blocul de introducere a îngrășămintelor; iv) blocul de filtrare a apei; v) magistrala sau conducta de aducție; vi) conductele de distribuție – sau sub magistralele, și vii) Linia de picurare. Elementul de bază al sistemului de irigație prin picurare se consideră tubul de picurare sau banda (panglica) cu picurătoare (emitori).

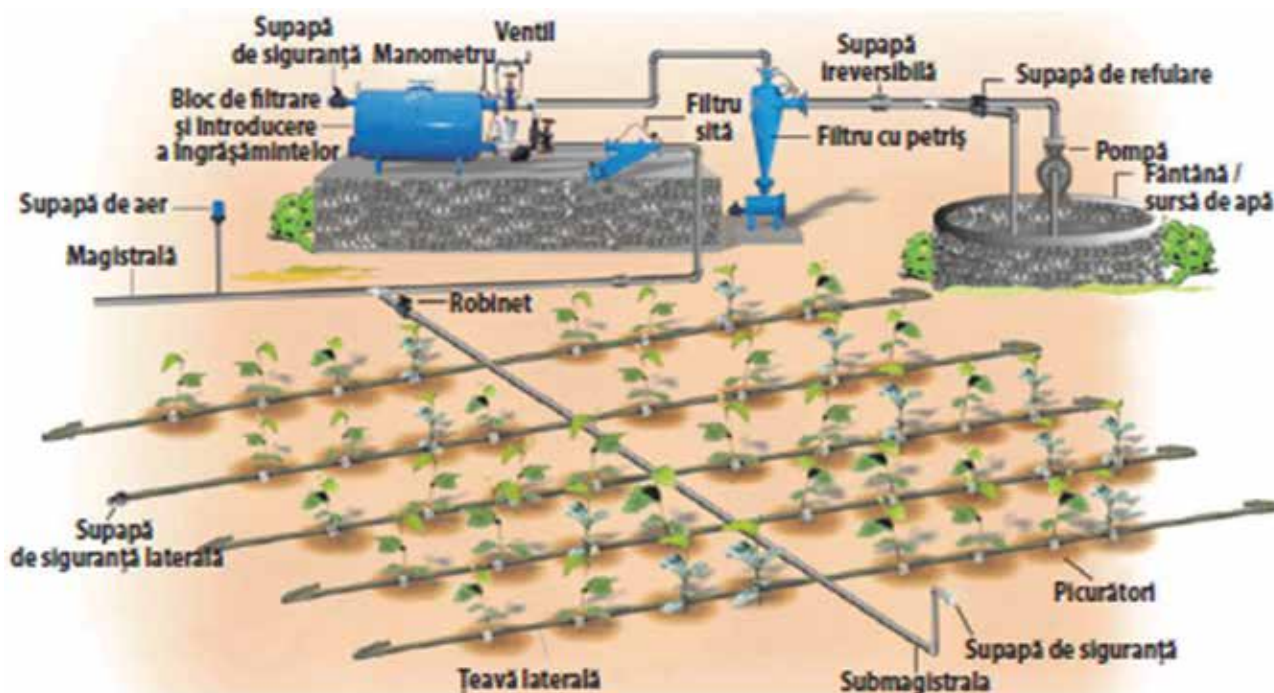


Fig. 27. Proiecția unui sistem de irigație prin picurare și părțile componente

7.2.1. Stații de filtrare a apei

Stația de filtrare este un element – cheie de care depinde eficiența și durabilitatea funcționării sistemului. Funcția sa principală este de a curăța apa de tot felul de impurități. Selectarea filtrelor depinde de calitatea apei, gradul de impuritate și cantitatea impurităților. Pentru irigare prin picurare, se folosesc tipuri de filtre pentru: (i) curățare brută (filtre cu nisip și pietriș sau filtre hidrociclonice) și (ii) curățare fină (filtre cu plasă și disc). Oricare dintre aceste filtre pot fi atât cu spălare manuală cât și automată, fie cu curățare manuală sau ca stații automate de filtrare.

Filtrul din pietriș servește pentru purificarea apei de impurități mecanice și biologice grosiere. Acesta reprezintă un rezervor metallic ce este umplut la 2/3 din volum cu material filtrant. De regulă, materialul provine din granit spart, cu componentă fracționară specială între 0,8 și 2,0 mm. Filtrul este dotat cu un sistem automat sau manual de spălare a acestuia la impurificare, ceea ce asigură o exploatare îndelungată a filtrului fără a substitui materialul filtrant. Rezervorul este calculat pentru presiune între 8 până la 12 atm. și poate fi produs din metal negru sau oțel inoxidant. În primul caz, rezervorul este protejat anticoroziv cu vopsele polimere pulverulente sau cu acoperire electrolytică.

La folosirea apei subterane din fântâni sau din apeduct centralizat (robinet), se recomandă de folosit filtre cu plasă sau disc, sau, după necesitate, se folosesc filtre hidrociclonice pentru separarea nisipului. Totodată, aceste filtre se folosesc ca filtre de control după filtrele cu nisip. Filtrele cu discuri și cu sită sunt menite pentru purificarea finală a apei ce se livrează în sistemul de irigație prin picurare. Gradul de filtrare al filtrelor cu discuri și de sită trebuie să corespundă condițiilor producătorilor de tuburi de picurare.



Fig. 28. Filtru cu pietriș



Fig. 29. Stație automate de filtrare



Fig. 30. Filtrele cu disc (stânga) și cu plasă (dreapta)



Fig. 31. Rotofiltru

Calitatea curățării apei nu depinde de tipul filtrelor (plasă sau disc), ci de cantitatea de orificii pe o suprafață de 1 inci (mesh). Pentru majoritatea liniilor cu picurători, acești parametri nu trebuie să depășească 125 mesh (125 microni sau 0,13 mm).

Filtrele cu discuri, în comparație cu filtrele cu plasă sunt mai fiabile și au o durată de viață mai lungă a elementului de filtrare (cartuș). Volumul de apă filtrată este de la 5 m³/h – 100 m³/h.

7.2.2. Echipamente de fertigare sau nodul de preparare-introducere a îngrășămintelor și produselor de uz fitosanitar

Nodul de preparare și introducere a îngrășămintelor și a preparatelor chimice este o parte integrantă a oricărui sistem de irigare prin picurare. Cele mai utilizate sunt următoarele dispozitive:

- Injector "Venturi";
- Vas închis de fertilizare;
- Dozatoron;
- Sistem automatizat de fertilizare.

Injectorul de tip "Venturi" este un tub cu o gâtuitură conică pe ambele părți, care funcționează pe principiul de presiune diferențială. Este confecționat din materiale plastice rezistente la medii agresive. Injectorul este instalat în sistem pe capul de fertilizare, care permite să separe procesul de fertilizare și cel de irigare. Debitul de apă ce trece prin injector creează un vacuum care atrage soluția chimică în canalul unde este amestecat cu apa de irigare și injectate în sistem. Injectorul "Venturi" dă o uniformitate relativ bună a amestecului cu fertilizant și apă pe toată durata de aplicare a soluției.



Fig. 32. Injector de tip „Venturi”



Fig. 33. Vas de fertilizare



Fig. 34. Dozatron



Fig. 35. Sistem automatizat de fertilizare

Vasul de fertilizare prezintă un vas închis ermetic, care are robinete la intrare și ieșire. El servește pentru o introducere mai simplificată a îngrășămintelor minerale sau a altor chimicale în sistemul de irigare. O diferență mică de presiune între intrare și ieșire, ce este creată de un robinet de pe capul de fertilizare, creează un flux în vas, în care apa este amestecată cu soluția și se transmite în sistem. Vasul de fertilizare este aparatul cel mai sigur și cel mai puțin capricios în funcționare.

Dozatronul este un dozator hidraulic ce distribuie proporțional îngrășămintele și chimicalele de protecție în sistemul de irigare și garantează o precizie mare de dozare. Dispozitivul este montat direct în sistemul de irigare sau la capul de fertilizare. Turbina de lucru este acționată de presiunea apei în sistem (fără curent electric), prin care dozatoronul suge o cantitate clar definită din rezervorul cu fertilizator, în cameră se amestecă cu apă, ce formează un amestec omogen ce se transmite în sistem. Dozatronul este suficient de a fi reglat o singură dată.

Sistemul automatizat de fertilizare este o unitate modernă de fertilizare, ce poate fi programată pentru un sector și mai multe în parte. Dozarea îngrășămintelor este reglementată de șabloane de fertilizare, care pot fi stabilite în conformitate cu cerințele agronomice și nutriționale ale culturilor. Sistemul permite injectarea de până la 6 tipuri de îngrășămintele în set, plus un

acid pentru corectarea pH-ului. Sistemul funcționează foarte simplu : se programează formula necesară pentru fiecare zonă (cultură) în parte și se reglează pH-ul. Totodată, poate fi programată și schimbarea dozei (formulei) în funcție de faza de creștere a culturii pe tot procesul vegetal. Paralel, se poate programa procesul de irigare a sistemului pentru fiecare zonă (sector) în parte. Sistemul automatizat de fertilizare are posibilitate de:

- ❑ dozare cu 2-6 tipuri de îngrășăminte;
- ❑ reglarea PH-ului și a electroconductibilității apei;
- ❑ injectarea proporțională a normelor;
- ❑ 8 formule independente pentru diferite sectoare;
- ❑ 20 de programe independente de irigare;
- ❑ 216 supape (canale) ;
- ❑ reglare a 10 curățări de filtre automate;
- ❑ controlul a 5 supape pentru 5 pompe de fertilizare;
- ❑ senzor de ploaie și 5 senzori de urgență;
- ❑ GSM, SMS și radio comunicare;
- ❑ posibilitatea conectării la calculator sau laptop;
- ❑ 4 limbi de deservire.

7.2.3. Conducta principală (magistrală)

Conducta principală (magistrală) este folosită pentru a transporta apa de la stația de pompare spre conductele secundare (submagistrale). Magistrala trebuie să aibă un diametru și rezistență suficientă pentru a putea permite trecerea unui volum necesar de apă și să reziste presiunii disponibile. Conducta poate fi realizată din orice material care este rezistent la coroziune. În calitate de magistrale, cel mai des sunt utilizate țevi din: PVC (PoliClorVinil); HDPE (High Density PolyEthylene – polietilenă de înaltă densitate); PE (PolyEthylene – polietilenă). Diametrul conductei principale este calculat din volumul de apă transportat, distanța la care trebuie ridicată și coeficientul de frecare al materialului din care este confecționată conducta. Drept exemplu, dacă folosim conducta din polietilenă (PE), volumul de apă maxim față de diametru este: Ø 32 mm – 4,8 m³/h; Ø 40 mm – 7,7 m³/h; Ø 50 mm – 12,0 m³/h; Ø 63 mm – 18,7 m³/h; Ø 75 mm – 26,7 m³/h; Ø 90 mm – 38,6 m³/h și Ø 110 mm – 59,0 m³/h.



Fig. 36. Țevi PVC



Fig. 37. Țevi HDPE



Fig. 38. Țevi PE

7.2.4. Regulatorul de presiune și supape de aer

Regulatorul de presiune – servește pentru a reduce sau a menține presiunea apei, care este prevăzută în sistem, cu scopul de a preveni presiuni excesive sau impactul hidraulic. Regulatorii de presiune pot fi – hidraulice sau de tip ”arc”. Cu diferite tipuri de reglatoare de presiune (supape hidraulice), pot fi efectuate următoarele operațiuni:

- ❑ reglarea presiunii în sistem (cât mai înaltă, atât și mai joasă);
- ❑ menținerea presiunii predeterminate;
- ❑ automatizarea procesului care are loc în sistem (de exemplu, un program predeterminat, care va activa și dezactiva pompele ce livrează în sistemul de irigare a îngrășămintelor sau pompa centrală.

Supapa de aer – este prevăzută pentru evacuarea și admisia aerului în sistemul de irigare. În cazul când sistemul nu funcționează, liniile de picurare și conductele sunt umplute cu aer. Când este pornită pompa de apă, apa începe să umple sistemul, drept rezultat apare o presiune de exces, care poate cauza o lovitură hidraulică (lovitură de berbec). Când se deconectează procesul

de alimentare cu apă, acțiunea este inversată și apare o presiune de refulare (vacuum), ceea ce face ca sistemul să sugă aer prin emiterile linilor de picurare, care prezintă un risc de astupare a emiterilor cu impurități și deformarea conductelor. Aceste probleme apar pentru toate sistemele de dimensiuni mari, dar îndeosebi pentru câmpuri cu pante. Pentru a evita aceste probleme, se folosește supapa de presiune. Supapele de aer sunt montate în cele mai înalte locuri ale sistemului de irigare.

7.2.5. Conducte secundare (submagistrale)

Conductele secundare (submagistrale) sunt utilizate pentru livrarea apei de la conducta principală la linia (banda) de picurare. Aceasta trebuie să fie de un diametru suficient pentru a trece și distribui volumul necesar de apă. Diametrul conductei secundare este calculat în funcție de volumul de apă consumat, lungimea conductei, numărului de rânduri cu linie de picurare și locul de conectare (cap sau lateral).

Pentru suprafețe mici și pentru culturile multianuale, ca și pentru magistralele, care pot fi îngropate subteran, se recomandă de a folosi furtun din PE, iar pentru suprafețe mai mari cu culturi anuale sau alte tipuri de culturi ce nu necesită îngropatul conductelor se recomandă de folosit furtun din PVC armat sau Lay Flat. Acesta nu este deformat sub influența temperaturii, nu este distrus de razele ultraviolete, are durată de exploatare îndelungată (peste 6 ani), presiunea de lucru fiind de 4-6 atm., permite trecerea vehiculelor cu roți peste ele. Diametrele Lay Flat-urilor este diferit, se măsoară în inches sau mm (1" = 25,4 mm) : 1"/1/2 (40 mm); 2" (52 mm); 3" (77 mm); 4" (104 mm); 6" (150 mm) și altele.



Fig. 39. Regulator de presiune



Fig. 40. Supape de aer

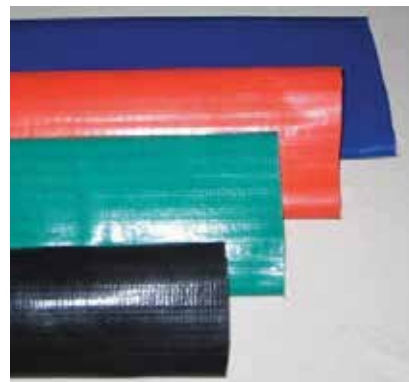


Fig. 41. Submagistrale tip Lay Flat

7.2.6. Conexiuni de fixare și conectare

La instalarea unui sistem de irigare prin picurare, este necesar de a utiliza diferite tipuri de conectări (unghiuri, coturi, teuri, racorduri, robinete, prize și alte accesorii). Nu se permite de a utiliza furnitură confecționată din metal negru, ce poate duce la ruginierea lor, de aceea se recomandă de a folosi furnitură din polietilenă PE, PVC sau alte metale care nu ruginesc. La selectarea acestor elemente ale sistemului ar trebui să se acorde o atenție deosebită la specificațiile produsului (presiunea maximă de lucru 4 – 16 atm., manopera, ușurința de instalare). Conexiunile de fixare și conectare pentru irigare prin picurare sunt într-o varietate largă de materiale, de culori, dimensiuni, lungimi specifice tipului de linie de picurare utilizat.



Fig. 42. Conexiuni – unghiuri, coturi, teuri



Fig. 43. Conectoare și robinete pentru linii de picurare

7.2.7. Linii de picurare

Linia (banda, tubul) de picurare este un element – cheie al sistemului de irigare prin picurare, care asigură distribuția apei de la submagistrală direct la fiecare plantă.

Banda de picurare (sau furtun pliabil) este realizată din material de polietilenă elastică de calitate specială, fiind un tub/conductă cu pereți subțiri, care se întinde plat la aplicare și, odată presurizat, devine rotund și se prăbușește la depresurizare. Diametrul variază de la 12 la 25 mm.

Tubul de picurare este o conductă structurată care este rigidă, cel mai des este fabricat din PE, în care sunt impregnate duzele sau emițătoarele instalate din fabrică (pot fi instalate și manual), distanțate uniform, care eliberează apă direct la baza plantei. Tubul de picurare are un avantaj față de banda de picurare în ceea ce privește flexibilitatea și este cel mai recomandat pentru plantații multianuale, pentru a face inele în jurul pomilor, pentru a uda întregul sistem radicular al unui pom în mod uniform. Banda de picurare nu este la fel de flexibilă ca tubul de picurare.

Linia (banda, tubul) de picurare se clasifică și se selectează după următoarele criterii:

- grosimea peretelui;
- distanța dintre picurători;
- volumul de apă ce se irigă pe 1m liniar timp de 1 oră, sau la o duză;
- diametrul tubului sau bandei de picurare;
- presiunea de lucru, în bari.

Deosebim următoarele tipuri de linii de picurare:

- ❑ *Linie de picurare de tip „Bandă”;*
- ❑ *Linie de picurare cu emiteri plate;*
- ❑ *Tub de picurare cu emiteri cilindrice;*
- ❑ *Tub de picurare cu compensator de presiune (PC) ;*
- ❑ *Tub cu picurători multianuale cu compensator de presiune pentru instalarea subterană cu tehnologia „Rootguard”;*
- ❑ *Tub cu picurători liniare (emitere).*

Linia de picurare de tip „Bandă” reprezintă un „canal cu labirint care încetinește fluxul de apă și îl normalizează”. Canalul de emiterie este construit pe toată lungimea de bandă, iar în locurile necesare, cu laserul, se taie orificiul pe unde este evacuată apa. Banda de irigare prin picurare este fabricată din compoziție polimeră de calitate superioară cu adaos de stabilizator de lumină, care majorează stabilitatea tubului la radiația ultravioletă, ceea ce contribuie la exploatarea acestuia pe suprafață solului până la 6 ani. Banda elastică oferă o uniformitate bună a irigării și cel mai des se utilizează la culturile legumicole și căpșuni. Lățimea fâșiei de umectare constituie 5-100 cm, aceasta fiind invariabilă pe toată lungimea tubului și uniformă în ambele laturi ale acestuia. Banda se instalează în lungul unui rând sau între două rânduri de plante, ceea ce depinde de schema de plantare. Diferiți producători elaborează diferite configurații de aceste canale, însă esența este aceeași.

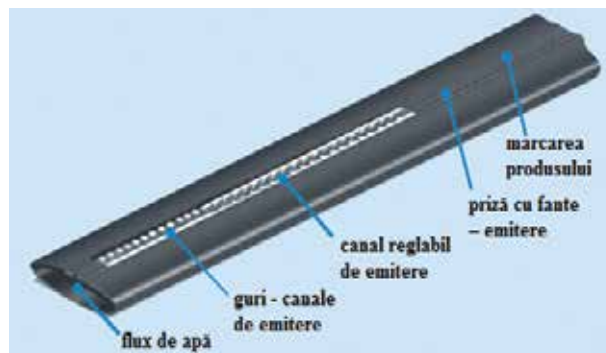


Fig. 44. Linie de picurare de tip „Bandă”

Clasificarea liniilor – bandă de picurare după grosimea peretelui, care poate fi de:

- ❑ 5 mil (0,125 mm) – cu durată de exploatare pentru un sezon;
- ❑ 6 mil (0,15 mm) – cu durată de exploatare pentru un sezon (recomandată pentru începători);
- ❑ 8 mil (0,2 mm) – cu durată de exploatare mai mare, aproximativ 3 sezoane;
- ❑ 10 mil (0,25 mm) – cu durată de exploatare 4-5 sezoane, se recomandă unde se folosește irigarea numai primii 2-3 ani de viață;

- ❑ 15 mil (0,3 mm) – cu durata de exploatare 5-6 sezoane;
- ❑ 18 mil (0,45 mm) – cu durata de exploatare 3-4 ani.

Caracteristicile tehnice ale liniei de picurare de tip „bandă” sunt: *distanța dintre picurători* – între 5-100 cm – depinde de la care cultură va fi utilizată banda de picurare; *volumul de apă / debitul de apă pe 1 oră* – divers, în funcție de cultură și tehnologia implicată, de la 0,6 l/m în oră -12,0 l/m în oră; *diametrul bandei de picurare* este de 16 mm și 22 mm, ce pot fi utilizate, în funcție de lungimea de rând: de 16 mm la lungimea maximă de 250 m și de 22 mm la lungimea maximă de 450 m; *presiunea de lucru* de la 0,4 bar – 0,8 bar. Unele tipuri de bandă au proprietatea de a se autocurăți, ridicând presiunea până la 1,0 bar, canalele se dilată și impuritățile se elimină afară.

Linie de picurare cu emiteri plate – include emiteri plate, care sunt încorporate la un anumit pas una de alta. Avantajul evident, la un astfel de tip de linie de picurare este rezistența mărită la înfundare. Acest lucru se datorează faptului că în emiter se formează un flux turbulent de apă, ce permite emiterului să nu se înfundeze. Respectiv, cerințele față de nivelul de filtrare sunt mai exigente față de toate tipurile de linii cu emiterie. Însă apare problema costului acestei linii, care depinde de cantitatea emiterilor la metru liniar. Cu cât sunt mai dese emiterile cu atât costul este mai mare.



Fig. 45. Linie de picurare cu emiteri plate (dreapta – emiterile)

Caracteristicile tehnice ale liniei cu picurători cu emiter sunt: *grosimea peretelui* poate varia: 6 mil – 47 mil; *distanța între picurători*: 10 cm – 100 cm; *debitul de apă pentru fiecare emiter* în parte: 1,0-3,8 l/h; *diametrul*: 16-22 mm; *presiunea de lucru*: 1,0-2,0 bar.

Tubul de picurare cu emiterie cilindrice – include duze cilindrice încorporate în furtun, care au o durată de viață de până la 10 ani, iar picurătorile au cel puțin 2 orificii pentru scurgerea apei, pentru evitarea înfundării. Principiul de lucru este același ca la emiterul plat, numai că în acest caz emițătorul are mai multe labirinte în formă cilindrică. Caracteristicile tehnice ale tubului cu picurători cu emiterie cilindrice sunt: *grosimea peretelui* poate fi: 35 mil (0,9 mm) până la 44 mil (1,1 mm); *distanța între picurători* de la: 20 cm – 100 mm; *debitul de apă pentru fiecare emiter* de la: 1,6 l/h – 3,9 l/h; *diametrul furtunului*: 16 mm, 20 mm; *presiunea de lucru* de la: 1,0 bar – 3,8 bar.



Fig. 46. Linie de picurare cu emiterie cilindrice (dreapta – emiterile)

Tubul de picurare cu compensator de presiune (PC). Principala diferență între tuburile cu picurători simple și cele cu compensatori de presiune sunt indicii stabili de scurgere a apei pe întreaga lungime a tubului. Motivul este o echilibrare automată a presiunii în construcția picurătorii. Membrana de silicon, încorporată în fiecare picurătoare, reglementează gaura de trecere,

în conformitate cu presiunea din interiorul tubului și, prin urmare, menține o presiune stabilă la ieșire. Acest tip de picurătoare are o durată de viață de până la 15 ani. Însă mai are o prioritate (avantaj), în comparație cu alte tipuri de picurători, că poate fi folosit în vii, livezi și alte culturi multianuale, unde lungimile de rând sunt mult mai mari și există o diferență mare de nivel, având o uniformitate constantă de irigare.

Caracteristicile tehnice a de picurare cu compensator de presiune (PC) sunt: *grosimea peretelui* de: 35 mil, 40 mil, 44 mil, 47 mil; *diametrul tubului*: 16 mm, 20 mm; *debitul de apă la fiecare emiter* de la: 1,0 l/h – 3,8 l/h; *distanța între picurători* de la: 20 cm – 150 cm; *presiunea de lucru*: 1,0 bar – 4,5 bar.



Fig. 47. Linie de picurare cu compensator de presiune (PC) (dreapta – compensatorul de presiune)

Tubul cu picurători multianuale cu compensator de presiune pentru instalarea subterană cu tehnologia "Rootguard". Acest tip de tub cu picurători are aceleași caracteristici tehnice ca și tubul cu picurători cu compensator de presiune, însă în construcția sa mai are o clapetă, care, la micșorarea presiunii în tub (încheierea procesului de lucru), se închide, ceea ce nu permite pătrunderea impurităților și rădăcinilor în interiorul picurătorii.

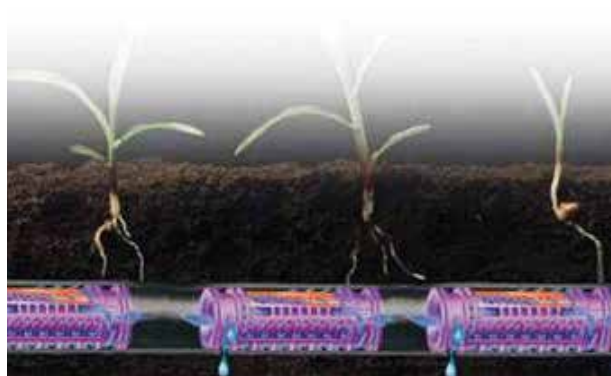


Fig. 48. Linie de picurare subterană de tip "Rootguard" pentru plantații multianuale

Irigarea cu așa tip de picurători are o serie de avantaje față de alte tipuri de irigare, cum ar fi: (i) economie semnificativă de apă; (ii) apa și substanțele nutritive sunt livrate direct la zona de rădăcină ce asigură o creștere sănătoasă a plantelor; (iii) păstrarea suprafeței uscate a solului, ceea ce împiedică germinarea semințelor de buruieni, reduce numărul de prelucrări și cantitatea erbicidelor aplicate; (iv) mai puțină apă se evaporă, solul nu se îmbibă cu apă și nu crapă în urma vânturilor; (v) nu sunt deteriorate de oameni, animale, păsări și insecte; (vi) sistemul nu încurcă la lucrările agricole și de transportare și (vii) reduce riscul de îmbolnăvire a culturilor de boli de la suprafața solului, tulpinile și frunzele rămân uscate. Dezavantajul este că are costul cel mai mare al tubului cu picurători.

Tubul cu picurători liniare (emitere) de tipul Drip-One reprezintă o conductă din polietilenă cu peretele de grosimea 1,1-1,2 mm, diametrul 16 sau 20 mm, pe partea exterioară a căreia sunt montate picurătoare Drip-One de diverse tipuri și modificări. Picurătoarea liniară de tipul Drip-One este un dispozitiv mic din plastic, ce furnizează cantități mici de apă nemijlocit la rădăcina plantelor. Poate fi selectată orice distanță între picurătoare în funcție de necesitățile unor sau altor culturi.

Avantajul tubului cu picurători liniare de tipul Drip-One este: (i) posibilitatea de a le introduce oriunde (la orice distanță unul față de altul), unde este necesar pentru plantă și (ii) posibilitatea de curățire manuală. Însă principalul dezavantaj este că aceste picurători trebuie introduse manual, fiecare în parte. În sistemul de irigare prin picurare se folosesc sute, chiar și mii de picurători, de aceea picurătoarele liniare se utilizează la sectoare mici, în special pentru irigarea în ghivece, substraturi, pentru amenajări de terenuri în aer liber, dar și în vii și livezi.

Picurătoarele reglabile A-Drip și Pro-Drip:

- **A-Drip** (capul roșu), debitul 0 – 70 l/h;
- **Pro-Drip** (capul verde), debitul 0 – 100 l/h.

Se aplică la udarea pomilor, arbuștilor și florilor în condiții de câmp și de seră. Capacul demontabil permite a realiza lesne controlul și curățarea în caz de înfundare. Condiții minime la filtrarea apei 80 Mesh (200 mk). Presiunea de regim între 0,5-3,0 atm. Pot fi instalate pe conductă de polietilenă cu diametrul de 16, 20, 25 și 32 mm.



Fig. 49. Tubul cu picurători liniare de tipul Drip-One



Fig. 50. Picurătoare reglabile: A-Drip (sus); Pro-Drip (jos)



Fig. 51. Picurătoare autocompensată: Drip-C

Picurătoarele autocompensate Drip-C

Se aplică pentru udarea viței de vie, livezilor și culturilor bacifere. Pot fi folosite pentru udarea florilor în sere și sub cerul liber. Se produc cu 3 nivele de debit de apă: – 2 l/h (capacul oranj (portocaliu)), 4 l/h (capacul cenușiu) și 8 l/h (capacul albastru). Presiunea de regim între 1,0 și 3,0 atm. Variațiile debitului în limitele presiunii indicate sunt sub 2%. Nivelul minim de filtrare pentru picurătoare 2 l/h – 150 Mesh (100 mk), 4 și 8 l/h – 120 Mesh (125 mk).

7.3. DESERVIREA-ÎNGRIJIREA ECHIPAMENTELOR DE IRIGARE ȘI PREVENIREA ÎNFUNDĂRII PICURĂTOARELOR

În apa utilizată pentru irigare din bazine de suprafață și, de asemenea, din sisteme de alimentare cu apă (ape subterane, de mină și din alte surse) se conține o cantitate mare de impurități neorganice și particule biologice.

Particulele de nisip, nămol, argilă, de regulă, se purifică în filtre, însă substanțele chimice conținute Fe_2O_3 , Al_2O_3 , MgO , K_2O , P , ce intră în reacție și se decontează în conducte și picurătoare, înfundă orificiile.

Algele și bacteriile. Cea mai dăunătoare proprietate a dezvoltării acestora în sistemele de udare se consideră formarea în apă a produselor activității vitale a substanțelor gelatinoase și vâscoase. Aceste substanțe influențează creșterea mucozității bacteriene și împreună cu impuritățile mecanice formează aglomerate, care duc la înfundarea sistemelor. În funcție de agenții chimici, în apă se dezvoltă mucozitatea de pucioasă, fier și altele. Sistemele de irigație prin picurare pot fi înfundate cu zooplancton vegetal de dimensiuni 0,2-3,0 mm, mai ales când apa este insuficient purificată în preajma introducerii acesteia în sistemul de irigație prin picurare.

Liniile de aducție se vor spăla fie la sfârșitul sezonului de irigare, fie la începutul acestuia. Apa rămasă în aceste aducțiuni este un mediu favorabil pentru dezvoltare a microorganismelor și sedimentarea particulelor solide. Spălarea conductelor previne pătrunderea impurităților în țevile de distribuție și de picurare.

Conductele de aducție se spală, deconectând de la acestea toate liniile secundare și deschizând toate capacele de obturare pe timp de 30 min., după ce se deconectează câte un capac până la închiderea tuturor capacele de obturare.

Liniile secundare și de picurare se spală nu toate în comun, dar deschizând capacele de obturare pe 5-10 linii de picurare. Durata spălării unei linii de picurare atinge 20 min., până la apariția unei apei pure. Alte linii secundare se spală timp de până la 10 min. În timpul udării, capacele obturatoare pe liniile de picurare se deschid concomitent pe 30 sec. în paralel pe 5-8 linii.

În timpul exploatării sistemului, pentru evacuarea aerului din conducte, sistemul de picurare trebuie să funcționeze nu mai puțin de 20 min. Această operațiune trebuie realizată și în preajma fertirigării, pentru alimentare uniformă, cu soluție nutritivă a stratului radicular al plantelor.

Trebuie verificată presiunea în filtre, linii de distribuție și, de asemenea selectiv în picurătoare în diferite părți ale liniei, folosind vase gradate sau obișnuite cu măsurarea ulterioară a cantității de apă.

În anumite condiții, sărurile chimice dizolvate în apă în formă de cationi și anioni pot să se sedimenteze pe pereții interiori ai conductelor. În apă dură cu pH peste 7,5, calciul și magneziul în formă de diverse săruri se depun nu numai pe suprafața interioară a conductelor, filtrelor, liniilor de picurare, dar și în orificiile picurătoarelor, înfundându-le.

Sericompușii fierului (Fe_2O_3), manganului, hidroxizii metalelor formează o peliculă nesolubilă în apă pe pereții conductelor. Unele categorii de îngrășăminte pot să intre în reacție cu substanțele dizolvate în apă și să formeze sedimente noi.

Vara, în apa caldă se elimină bioxid de carbon, în urma căruia se formează carbonatul de calciu – $CaCO_3$. La scăderea temperaturii în rețea, carbonații se decontează pe pereții conductelor. În perioada de primăvară-vară este posibil în apă un conținut ridicat de alumosilicați, iar în anotimpul verii – un conținut majorat de fosfor și calciu.

Clorurarea se bazează pe injectarea componentilor de clor activ în apa pentru irigare.

Clorul activ, adică liber, recromează dezvoltarea algelor în apă, condiționează putrefacția substanței organice, previne aglomerarea și amendarea cu var a particulelor în suspensie, oxidează fierul, manganul și substanțele de acest fel, cu formarea compușilor nesolubili, ce pot fi eliminați din sistem.

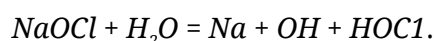
Majoritatea plantelor nu sunt sensibile la clor, dacă acesta se aplică în concentrații reduse:

- livrarea continuă a clorului în sistemul de irigație cu concentrație de 1-10 mg/l;
- livrarea intermitentă a clorului cu o normă mai majorată (de regulă 10 mg/l) o dată sau de câteva ori pe parcursul ciclului de udare, cu o durată totală de până la 20. min pe zi;
- supraclorurarea – livrarea clorului cu concentrație de 50 mg/l timp de 5 min pe zi.

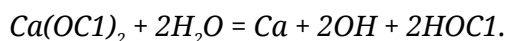
În funcție de calitate apei utilizate spălările cu clor ale sistemului de irigație prin picurare, de obicei, se aplică la sfârșitul sezonului de vegetație, iar în măsura necesității – suplimentar pe parcursul sezonului de vegetație 1-2 ori.

Pentru clorurare se folosesc diferite surse de clor: gaz de clor din butelii, hipoclorit de sodiu, hipoclorit de calciu.

Hipocloritul de sodiu $NaOCl$ se produce în formă de lichid cu concentrația clorului până la 15%, de regulă, 5-10%. Dizolvându-se în apă, acesta formează:



Hipocloritul de calciu $Ca(OCl)_2$ se produce, de regulă, în formă de praf, ce conține în componența sa 65-70% de clor. Dizolvându-se în apă, acesta formează:



În urma formării acidului hipocloric – $HOCl$ la $pH < 6$, acesta se menține bine în soluție. La $pH=7,5$ și temperatura a soluției $20^\circ C$ și mai mare, acidul hipocloric se descompune cu prevalarea ionilor OCl^- . Eficacitatea $HOCl$ e de 40-80 ori mai mare ca OCl^- de aceea este necesară acidificarea apei la clorurare în așa mod, ca soluția să dispună de reacție de regim cu $pH=5,9-6,0$.

În procesul de clorurare se va ține cont de următoarele:

- sensibilitatea culturilor la clorurare în perioada de vegetație (manifestarea clorozelor);
- în timpul vegetației, adică până la recoltare, cantitatea de clor nu trebuie să depășească 30 mg/l de soluție;
- la supraclorurarea clorului, stabilitatea sedimentelor chimice se dereglează și acestea se pot plasa spre emitori, înfundându-i. În așa cazuri, deschizând succesiv capacele obturatoare pe linii, se spală aceste sedimente. Durata acestui ciclu – până la 30 sec. pentru fiecare linie.

VIII. SISTEME DE SENZORI ȘI ECHIPAMENTE DE MĂSURARE A UMIDITĂȚII SOLULUI ȘI CALITĂȚII IRIGĂRII

(Anatolie FALA, dr. șt. biologice, și Viorel BOTNARU, expert în servicii de extensiune)

8.1. STABILIREA MOMENTULUI OPTIM LA DETERMINAREA NECESITĂȚII IRIGĂRII

Problema asigurării plantelor cu apă și regimului hidric al cultivării culturilor agricole este deosebit de importantă pentru condițiile Republicii Moldova deoarece seceta și insolațiile puternice afectează semănăturile și reduc brusc nivelul de producție, dar totodată surplusul de apă, în cazul suprairigării; în unele perioade de creștere și dezvoltare provacă la afectarea sistemului radicular de boli sau chiar compromiterea acestora. Cei mai importanți indici la stabilirea momentului optim pentru aplicarea irigării sunt: umiditatea solului, umiditatea aerului și nivelul proceselor fiziologice sau faza de dezvoltare-creștere a plantelor.

Aprovizionarea cu apă este unul dintre factorii de mediu care influențează cel mai mult producția plantelor de cultură mare. Culturile agricole, în perioada de vegetație, consumă apă prin transpirație, realizând un consum productiv de apă și prin evaporare la suprafața solului, efectuând un consum neproductiv de apă. Consumul total de apă se poate defini, astfel, ca suma dintre consumul productiv și consumul neproductiv, la care se adaugă cantitatea de apă ce se pierde prin infiltrație în straturile profunde ale solului, precum și apa consumată de buruieni.

Pe baza cunoașterii consumului de apă se stabilește necesarul de apă în perioada de vegetație, iar acoperirea necesarului de apă în perioada de vegetație se realizează prin aplicarea irigării.

Modelul de măsurare a umidității solului bazat pe aplicarea tensiometrelor cu chitirea și preluarea manuală a datelor constă dintr-un dispozitiv pentru măsurarea tensiunii apei din sol sau gradului de umiditate a solului. Tensiometrele ajută a determina momentul și cantitatea optimă de irigare a plantelor. Construcția tensiometrului este simplă, fiabilă și constă dintr-o țevă cilindrică de aproximativ un inch (2,54 cm) în diametru, cu o cupă ceramică poroasă atașată la un capăt și un vacuometru atașat la celălalt.

Tensiometrul de orice tip constructiv este compus din următoarele componente:

- 1) sondă din material ceramic poros, care constituie elementul sensibil al aparatului;
- 2) un tub hidraulic rigid din material plastic sau metal, care face legătura între sonda poroasă și dispozitivul de măsurare a aparatului (manometru);
- 3) dispozitivul de măsurare a aparatului, care, de obicei, este un manometru pe al cărui cadran se află un ac indicator ce se rotește pe o scară gradată de la 1 la 100 diviziuni. Unele tensiometre sunt lipsite de manometru, în care tubul hidraulic este gradat în unități de presiune.

Tensiometrele măsoară indirect tensiunea umidității solului. Dat fiind că tensiometrele sunt instalate pentru întregul sezon sau mai mult, ele oferă citiri în aceeași locație pe o perioadă lungă de timp. Citirile tensiometrului sunt ușor de interpretat și indică condițiile de apă din sol experimentate de rădăcinile plantelor. Salinitatea solului nu afectează citirile.

Deși tensiometrele sunt folosite cel mai frecvent pentru monitorizarea umidității solului, ele pot fi încorporate și în sistemele automate de irigare. Manometrele cu solenoizi pot fi folosite pentru a controla un sistem de irigare, iar tensiometrele echipate cu traductoare pot fi folosite cu sisteme de irigare computerizate.

Instalarea tensiometrelor de sol

Succesul instalării tensiometrului constă în faptul că acesta trebuie să aibă un contact bun cu solul din jur. Citiți și urmați instrucțiunile producătorului pentru pregătirea locului și instalarea tensiometrului. Când achiziționați tensiometre pentru prima dată, cumpărați și o pompa manuală de vid, care este necesară pentru a testa și întreține tensiometrul.

Pentru a măsura tensiunea apei din sol, capătul tensiometrului cu sondă din material ceramic poros este introdus printr-un orificiu pilot din sol, care a fost realizat cu o sondă de sol (*paharul – sondă din material ceramic poros trebuie să fie înmuiat în apă timp de câteva ore înainte de instalare*).

Înainte de instalarea pe teren, testați fiecare tensiometru pentru a verifica dacă funcționează corect. Umpleți unitatea cu apă curată și lăsați-o să stea în poziție verticală timp de cel puțin 30 de minute, astfel încât paharul – sondă din material ceramic poros să devină saturat.

IMPORTANT! Apa deionizată este preferată pentru utilizare în tensiometre pentru a preveni creșterea algelor și bacteriilor în tub și paharul – sondă. Dacă paharul – sondă din ceramică la atingere este lipicios, cel mai probabil a avut loc contaminarea cu bacteriile și algele din sol și apă. În acest caz spălați paharul –sondă și tubul de ceramică într-o soluție de clor, folosind aproximativ 50-60 ml de înălbitor de uz casnic (soluție de hipoclorit de sodiu de 5,25%) la 4 litri de apă distilată.

Lăsați paharul de ceramică să se înmoaie în această soluție peste noapte pentru a vă asigura că toate bacteriile și algele sunt neutralizate și clătiți paharul – sondă cu apă distilată. Apoi umpleți tubul tensiometrului cu apă deionizată. O sticlă de plastic cu un tub mic de evacuare este utilă pentru umplerea tensiometrului.

Când vârful este complet umed, reumpleți tubul și utilizați pompa de vid pentru a îndepărta bulele de aer din manometru. Umpleți din nou și acoperiți instrumentul pentru instalare.

După introducerea tensiometrului în orificiul pilot din sol, gabaritul exterior al tensiometrului trebuie să fie la 5-7,5 cm deasupra suprafeței solului. Vârful trebuie să fie în contact cu solul pe toate părțile. Tasați solul din jurul instrumentului pentru a asigura un contact bun și pentru a preveni curgerea apei de suprafață în jurul tubului.

După instalare, tensiometrul este umplut cu apă și lăsat să se echilibreze cu apa din sol timp de aproximativ 24 de ore, pentru ca tensiometrul să ajungă la echilibru cu umiditatea solului și să ofere citiri precise (*tensiunea apei din sondă va fi egală cu tensiunea apei din sol*). Atunci când acul indicator sau nivelul lichidului din tubul hidraulic se menține la aceeași gradatie, se citește forța cu care este reținută apa în sol. Pentru a observa mai bine nivelul apei în tensiometru se recomandă de adăugat câteva picături de colorant alimentar în ea. Tensiometrele ar trebuie să fie instalate în zona cu cea mai mare densitate a rădăcinilor, la aproximativ un sfert până la o treime din adâncimea maximă a sistemului radicular. Un tensiometru la această adâncime poate fi folosit pentru a programa irigațiile.

Numărul de tensiometre necesare pentru o suprafață irigabilă depinde de tipul de sistem de irigare și de uniformitatea și managementul solului. Pentru suprafețe de până la 16 hectare, ar trebui stabilite cel puțin 4 tensiometre. Tensiometrele ar trebui să fie amplasate, în zone reprezentative pentru starea generală de umiditate, cu tensiometre separate pentru zonele cu probleme sau pentru zonele cu condiții diferite de sol. Zonele cu culturi diferite ar trebui monitorizate separat, deoarece utilizarea apei și creșterea rădăcinilor diferă de la cultură la cultură.

Tensiometrele rămân în sol în același loc pe întreg sezonul de udare și numai pentru iarnă se scot din pământ pentru a se feri de îngheț. După scoaterea lor din pământ, partea poroasă a aparatului și tubul cilindric se spală cu apă și se șterg.

Cum se citesc și se interpretează indicațiile tensiometrelor de sol

Într-un sol nesaturat, tensiunea apei din sol, numită frecvent „aspirație”, scade sub presiunea atmosferică. Pe măsură ce solul umed se usucă, aspirația sol – apă crește, determinând apa să curgă din tensiometru prin sonda poroasă. Porii mici ai sondii poroase saturate împiedică intrarea aerului în tensiometru. Acest flux de apă creează un vid în interiorul tensiometrului și mărește citirea de pe manometru.

Scara unui tensiometru este gradată de la 0 la 100 centibari (cb) sau kilopascali (kPa). Indicațiile cuprinse între 10–25 reprezintă condițiile ideale în ceea ce privește raportul dintre apă și sol. O



Fig. 52. Tensiometru cu citirea și preluarea manuală a datelor.

Sursa: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/TR015>

citire de zero indică un sol saturat în care rădăcinile plantelor vor suferi de o aerare slabă (supra umezire). O citire de la 10 până la 25 de centibari reflectă un sol la capacitatea de câmp. Cele mai multe culturi de câmp cu sistemul radicular la o adâncime de circa 50 cm încep să sufere din lipsa de apă la indicații între 40–50, iar în cazul celor cu sistemul radicular mai dezvoltat – de 75–100. Irigarea este necesară la indicații cu valori mai mari de 60–70. Citirea mai mică este pentru solurile nisipoase la capacitate de câmp, iar citirea mai mare este pentru solurile cu textură mai fină. Citirile de la 70 la 80 indică un sol uscat.

Dacă citirea tensiometrului la adâncimea inferioară a rădăcinii rămâne neschimbată după o irigare sau continuă să crească în timpul sezonului de vegetație, aplicațiile de irigare pot fi insuficiente și necesită reinstalarea tensiometrelor.

Convertirea indicațiilor tensiometrului în procente de umiditate, U%, se face cu ajutorul expresiei (după Overcenco A și autorii, 2021):

$$U\% = C_o + \frac{\text{Ind. tensionometrului}}{100} \times (C_c - C_o)$$

unde: C_o – coeficientul de ofilire, care pentru solurile nisipoase este de 2%, lutoase – 12% și pentru cele argiloase – 24%;

C_c – capacitatea de câmp pentru apă, exprimată în procente din greutatea raportată la sol uscat, în stratul activ considerat;

Ind. tensionometrului – numărul de diviziuni indicate pe scara tensiometrului.

Exemplu de calcul: $C_o = 12\%$; $C_c = 26\%$; Ind. tensiometrului = 60. Deci,

$$U\% = 12 + \frac{60}{100} \times (26 - 12)$$

Având valoarea procentului de umiditate în sol, U%, putem determina volumul de apă în sol V_a (m^3 apă/ha), prin utilizarea relației:

$$V_a = h \times U\% \times D_a$$

Cu condiția că: $h = 100$ cm; $U\% = 20,4\%$; D_a (densitatea aparentă a solului) = $1,25$ t/ m^3 , vom avea relația:

$$V_a = 100 \times 20,4\% \times 2250 \text{ m}^3 \text{ apa/ha}$$

O altă metodă de determinare a necesarului irigației se bazează pe trei modele de sistem de măsurare a umidității solului bazate pe aplicarea tehnologiilor electronice a stațiilor agrometeorologice, prin Logherul Watermark la intervale de măsurare setate de timp și cu aplicarea dispozitivului de buzunar de citire, au ca completare de bază – **senzori traductori ai umidității și temperaturii solului de tip Watermark™, de tip BCA027 sau de tip Scanntronik Universal** (inclusiv apreciază EC – conductivitatea electrică a solului).

Senzorii traductori ai umidității și temperaturii solului de tip Watermark sunt formați din doi electrozi concentrici înfășurați în blocuri din ghips, cu matrice de referință, care este plasată într-o membrană sintetică și care asigură măsurarea indirectă a forței cu care rădăcinile absorb apa din sol. Curentul este aplicat peste cei doi electrozi, care, sub creșterea conținutului de apă din sol, duc la scăderea rezistenței dintre electrozi. Senzorul emite o tensiune care este proporțională cu rezistența în mediul poros și, astfel, valoarea rezistenței poate fi convertită în rezistență electrică.

Traductorii umidității și temperaturii solului de tip Watermark™ se conectează prin adaptor Watermark WM-S-6-VA fie la stația fără fir de măsurare a umidității și temperaturii a stației agrometeorologice, fie la receptor-memorator de birou Logher Watermark™, fie la dispozitiv de buzunar de citire a senzorilor Watermark™ (ohmetru).



Fig. 53. Traductorii umidității solului de tip Watermark™ cu dispozitiv de buzunar de citire a senzorilor Watermark (ohmetru)

Sursa: <https://www.fertinnowa.com/>

După Overcenco A. și autorii (2021) [41], o valoare aproape de zero indică un sol umed. Astfel, când solul este umed, apa este absorbită de blocul de ghips și rezistența este scăzută, deoarece apa este un bun conductor de curent. După ce se usucă solul, apa este absorbită invers – din blocuri de ghips și rezistența electrică crește.

Traductorii umidității și temperaturii solului de tip Watermark, pentru plantații horticole, necesită a fi instalați la cel puțin două nivele pentru fiecare tip de sol. Primul trebuie instalat la 30 cm în zona de umectare și al doilea la 90 cm, de asemenea, în zona de umectare a emițătorului sau aspersoarelor. Traductoarele sunt mai puțin eficiente în soluri foarte grele, nisipoase, și vor supraestima umiditatea solului în soluri salin. Nivelul de secare admisibilă este de 50% din apa disponibilă, sau mai puțin. Prin valorile prezentate în tabelul 17 ajută putem determina valorile de secare 50% pentru fiecare fel de textură a solului.

Tabelul 17. Valorile indicate de traductorii Watermark™ la care se efectuează irigarea [41, 65]

Tipul solului după textură	Valoarea indicată (centibari)
Sol nisipo-lutos	40 -50
Sol luto-nisipos	50 – 70
Sol lutos	60 – 90
Sol luto-argilos	70 -90
Sol argilos	90 – 120

Se continuă irigarea până când traductorul instalat la adâncimea de 90 cm începe să reacționeze la irigare, prin diferența de potențial. Acest lucru va demonstra că apa a pătruns la această adâncime. În tabelul 18 este prezentată cantitatea disponibilă de apă în sol determinată după capacitățile de reținere a apei din sol prin traductorii Watermark™, care de asemenea poate fi folosiți pentru a determina cât de multă apă trebuie utilizată la fiecare irigare. Dacă zona amplasării rădăcinilor unui pom de cireș pe portaltoi pitic este de 90 cm, se va determina textura solului, în fiecare zonă de înrădăcinare: 0–30 cm, 30–60 cm și 60–90 cm. Se vor utiliza datele din tabelul 18 pentru a determina capacitatea de reținere a apei în fiecare strat de sol în zona rădăcinilor.

Tabelul 18. Capacitatea solului de reținere a apei în funcție de textură [41, 65]

Textura solului	Cantitatea de apă disponibilă (mm, apă/cm sol)
Nisip macrogranular	0,4
Nisip fin	0,6
Nisip lutos	0,8
Argilo-nisipos (glei nisipos)	1,2
Argilă gleioasă-lutoasă și ușoară	1,3
Argilă	1,5
Lutos gleios-nisipos / argilos gleios	1,5
Argilos gleios	1,5
Glei	1,5

De exemplu, în cazul în care primii 30 de cm de sol sunt lut cu apă disponibilă de 1,5 mm de apă per cm de sol, apoi în primii 30 de cm poate stoca 45 mm de apă. În cazul în care solul de la 30–60 cm este un lut cleios cu 1,8 mm de apă disponibilă pe cm de sol, atunci acest strat de sol poate stoca 54 mm de apă. Prin adăugarea capacității de reținere a apei din fiecare strat, 0–30 cm, 30–60 cm și 60–90 cm, este posibil să se determine capacitatea de reținere a apei din zona totală de înrădăcinare. Cunoscând capacitatea de reținere a apei din sol, se poate ajuta la prevenirea utilizării apei în exces la irigarea apei și a levigării în sol a fertilizanților.

8.2. MODELE INVESTIȚIONALE COMPARATIVE ȘI COSTURI ALE SISTEMELOR DE SENZORI ȘI ECHIPAMENTE DE MĂSURARE A UMIDITĂȚII SOLULUI ȘI CALITĂȚII IRIGĂRII

Senzorii de umiditate a solului măsoară conținutul volumetric de apă din sol. Dat fapt că măsurarea gravimetrică directă a umidității libere a solului necesită eliminarea, uscarea și cântărirea unui eșantion, senzorii de umiditate ai solului măsoară conținutul volumetric de apă prin utilizarea indirectă a altor proprietăți ale solului, cum ar fi rezistența electrică, constanta dielectrică sau interacțiunea cu neutronii.

Principalele instrumentele de control al umidității solului, care pot fi folosite de fermieri, sunt:

- senzorii de umiditate a solului, care estimează conținutul volumetric de apă, și
- tensiometrele care măsoară potențialul de apă în sol.

TIPURI DE SENZORI DE SOL



Fig. 54. Sensor traductor Watermark – măsoară conținutul volumetric de apă în sol și temperatura



Fig. 55. Sensor traductor BCA027 de sol p/u umiditatea și temperatura solului



Fig. 56. Sensor traductor Scantronik Universal de măsurare a umidității, temperaturii și EC solului



Fig. 57. Tensiometru TX cu reacție rapidă la schimbarea potențialelor de apă ale solului

Sistemul de senzori și echipamente de măsurare a umidității solului pentru culturi horticoale și legumicole se bazează pe **infrastructura primară (sistem de irigare)** și **infrastructura secundară proprie a sistemului de senzori** de citire a datelor umidității, conductibilității și temperaturii solului, cu conectarea la dispozitive de înregistrare-transmitere a datelor prin fir sau conexiune fără fir.

Infrastructura primară se bazează pe un sistem de irigare, ale cărui componente și caracteristici se proiectează și se instalează în funcție de suprafață și configurația terenului, cultură, distanța de la sursa de apă etc. **Cel mai des ales este sistemul de irigare prin picurare.**

Sistemul de irigare prin picurare include: sursa de apă, pompa, stația de filtrare (filtrele cu pietriș și nisip), stația de fertilizare, blocul de distribuție și control, regulatorul de presiune, rețeaua magistrală și submagistrală, furtunurile cu picurători (emițători), fittingurile de conexiune.

La instalarea sistemului de măsurare a umidității solului, numărul de senzori depinde de cultura crescută și în câte blocuri (zone) este împărțit terenul cultivat, de asemenea depinde și de structura solului (omogenitatea și tipicitatea lui), pentru că structura acestuia la o suprafață de 5 ha poate varia considerabil. Numărul de senzori pentru o suprafață de 5 ha de plantație legumicolă ar fi de 2 unități *(în cazul uniformității structurii solului). Pentru plantații horticoale cu o suprafață de 5 ha despărțită în tarlale (parcele de 1,25 ha), ar fi necesari 4 senzori.

Complexul informațional de măsurare cu sistem de senzori și echipamente de măsurare a umidității solului pentru culturi horticoale și legumicole poate fi configurat în 4 modele:

1. Model de sistem de măsurare a umidității solului bazat pe aplicare tehnologiilor electronice prin stații agrometeorologice ale companiilor iMETOS – IROMETER, PINOVA – IROMETER sau DAVIS – IROMETER și senzori traductori ai umidității și temperaturii solului Watermark cu componentele:

- a) Stația meteorologică fără fir cifrică iMetos IMT 200, 300, Pinova Meteo, Vanatge Pro 2tm GroWeather, care include:

- blocul integrat al captatorilor numerici ai: vitezei vântului, direcției vântului, intensității radiației solare, intensității radiației UV (ultraviolete), stratului de precipitații naturale, temperaturii aerului, umidității relative a aerului;
 - un receptor-emitor universal de campanie pentru colectarea, acumularea și emisiunea radiofonică ulterioară a informației obținute prin comunicații cu fir și fără fir de la dispozitivele de măsurare (captatori);
 - o baterie solară pentru alimentarea receptorului-emitor de campanie.
- b) Stația fără fir de măsurare a umidității și temperaturii, ce include:
- 2 senzori traductori ai umidității solului Watermark WM-S-15-30-60;
 - 2 senzori traductori ai temperaturii solului Watermark WM-S-VA;
 - memoratorul fără fir al datelor cu bateria solară și cu radioemitor pentru comunicație cu receptorul-emitor universal de campanie.
- c) Receptor-memorator de birou pentru recepția radiosemnalelor de la receptorul-emitor de campanie, decodificarea și reprezentarea datelor meteorologice pe displeiul propriu sau pentru emiterea ulterioară a acestuia pe portul USB al computerului personal.
- d) Program de operare pentru computerul personal ce permite în timp real a scoate informația obținută pe displei în formă grafică sau tabelară.

Tabelul 19. Caracteristicile tehnice de bază la implementarea unui sistem de măsurare a umidității solului bazat pe aplicarea tehnologiilor electronice ale stațiilor agrometeorologice și ale senzorilor traductori ai umidității și ai temperaturii solului tip Watermark

Componenta / echipamentul	Caracteristici tehnice de bază
Stația meteorologică fără fir cifrică iMetos IMT 200, 300, Pinova Meteo, Vanatge Pro 2 tm GroWeather	<ul style="list-style-type: none"> - Bloc integrat al captatorilor numerici ai: vitezei vântului, direcției vântului, intensității radiației solare, intensității radiației UV, de precipitații naturale, temperaturii aerului, umidității relative a aerului - Receptor-emitor universal de campanie pentru colectarea, acumularea și emisiunea radiofonică a informațiilor - Baterie solară și acumulator pentru alimentare; - Conexiune internet, GSM, GPRS - Sensor temperatură minim 150-30 - Sensor umiditate relativă minim 30% – 90% - Rezoluția pluviometru: 0.2mm - Cantitate maximă de precipitații măsurată: 12 mm/min. - Sensor umiditate frunză - Sensor radiație solară: minim 0 ñ 2000 W/m² - Sensor viteză vânt: minim 0 – 40 m/s - Direcția vântului Azimut: minim 320° - Interval barometru: minim 0 – 1000 mbar
Stația fără fir de măsurare a umidității și temperaturii	<ul style="list-style-type: none"> - Compatibilitate cu consolele wireless iMetos IMT 200, 300, Pinova Meteo, Vanatge Pro 2tm GroWeather - Stație solară de alimentare + o baterie de rezervă - Temperatura de operare -40° la + 65 °C - Puterea curentului electric 0,14 mA (medie), 30 mA (vârf) - Baterie cu litiu de 3 volți - Durata de viață a bateriei 8 luni fără lumina soarelui - Panou solar 0,5 Wt - Material de carcasă – plastic din PVC rezistent la radiații UV - Stația wireless (75 – 300 m) de preluare a datelor de umiditate / temperatură a solului până la 4 senzori de sol și 2 senzori la frunze - 4 senzori de sol marca Watermark WM-S-15-30-60 și 2 senzori la frunze marca Watermark WM-S-VA - Senzori de umiditate a solului din material rezistent la coroziune cu terminație cu două fire - Sonde de temperatură din oțel inoxidabil cu terminație cu două fire

Componenta / echipamentul	Caracteristici tehnice de bază
Receptor-memorator de birou pentru recepția radiosemnalelor de la receptorul-emisător de campanie	<ul style="list-style-type: none"> - Compatibilitate cu consolele wireless iMetos IMT 200, 300, Pinova Meteo, Vanatge Pro 2tm GroWeather - Decodificarea și reprezentarea datelor meteorologice pe displeiul propriu - Emiterea datelor meteorologice pe portul USB al computerului personal; - Temperatura de operare -0° la + 60 °C - Puterea de curent a consolei: Wireless: 0,9 mA medie, 30 mA vârf - Cablat: 10 mA (medie), 15 mA (vârf) (+80 mA pentru iluminat afișare) la 4 până la 6 VCC - Adaptor de alimentare: 5 VCC, 300 mA, reglementat - Baterie de rezervă: 3 celule C - Durată de viață a bateriei: Wireless: până la 9 luni - Conectori: modular compatibili cu consolele wireless. - Material pentru carcasă: plastic ABS rezistent la radiații UV
Program de operare pentru computerul personal	<ul style="list-style-type: none"> - Asigurarea de program pentru computerul personal ce permite în timp real a scoate informația obținută pe displei în formă grafică sau tabelară - Compatibilitate cu consolele wireless iMetos IMT 200, 300, Pinova Meteo, Vanatge Pro 2tm GroWeather
Senzori traductori ai umidității solului Watermark WM-S-15-30-60 Watermark WM-S-15 Watermark WM-S-3	<ul style="list-style-type: none"> - Senzor de umiditate format din doi electrozi concentrici înfășurați într-un material special, cu matrice de referință, care este plasat într-o membrană sintetică - Lungime cablu: minim 1,5 m - Aplicabili în plantații horticole și legumicole - Rezistent la îngheț și tamponat față de cantitatea sărurilor de sol - Fabricat din materiale rezistente la coroziune - Posibilitatea de a extinde cablul până la 100 m - Aplicabil tuturor tipurilor de sol - Măsurare care poate fi citită manual sau prin înregistrarea datelor
Senzor traductor al temperaturii solului Watermark WM-S-VA	<ul style="list-style-type: none"> - Senzor pentru măsurarea temperaturii solului în plantații horticole și legumicole - Lungime cablu: minim 1,5 m - Rezistent la îngheț și tamponat față de cantitatea sărurilor de sol - Fabricat din materiale rezistente la coroziune - Posibilitatea de a extinde cablul până la 100 m - Aplicabil tuturor tipurilor de sol - Măsurare care poate fi citită manual sau prin înregistrarea datelor
Adapter Watermark WM-S-6-VA	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitate de convertire a semnalului senzorilor într-un semnal liniar de tensiune (0-3 V) - Capacitate de integrare a senzorilor în sisteme de automatizare și înregistrare a datelor ale diferitor producători - Sloturile senzorului: 6 WM-S + 1 WM-BT - Dimensiuni: 14x8,3x4,2 cm - Unitate de măsurare: centibars (cb) sau kilopascali (kPa) - Interval de măsurare: 0-239 kPa - Tensiune de rețea: 12 VDC (10 mA) - Semnal: 0-3 V liniar
Sisteme de irigare pentru 5 ha de plantație horticolă sau legumicolă	<ul style="list-style-type: none"> - Conform proiectului de execuție în funcție de suprafață și configurația terenului, cultură, distanța de la sursa de apă etc. - Caracteristici model prezentate în modele investiționale comparative.
<p><i>COSTUL TOTAL AL INVESTIȚIEI (stație agrometeorologică ar fi între 2800 – 4200 USD + tripod de susținere de cca 150 USD, stația fără fir de măsurare a umidității și temperaturii este de cca 420 – 700 USD, receptor-memorator de birou de cca 300 USD, program pentru computerul personal de cca 300 USD. TOTAL cost al sistemului de control al umidității solului cu stație meteorologică fără fir ar fi de cca 4000 – 5470 USD. La acest sistem se adaugă conexiunile la un Controler cu radioemisător acceptabil de stația meteo destinat programării irigațiilor de cca 450 USD, supape cu solenoizi conectați prin fir la controler (numărul de supape 1 per fiecare bloc), preț fiecare supapă de cca 20-25 USD, sub total 550 USD.</i></p>	

2. Model de sistem de măsurare a umidității solului bazat pe aplicarea citirii automate prin fir a senzorilor traductori ai umidității și a temperaturii solului tip Watermark prin Logherul Watermark la intervale de măsurare setate de timp, cu următoarele componente:

- a) 4 senzori ai umidității și conductibilității solului: pentru plantații horticole senzori traductori Watermark WM-S-15-30-60, pentru plantații legumicole 2 senzori traductori Watermark WM-S-15 și 2 senzori traductori Watermark WM-S-30
- b) 1 senzor al temperaturii solului Watermark WM-S-VA
- c) Adapter Watermark WM-S-6-VA care convertește semnalul senzorilor într-un semnal liniar de tensiune (0-3 V) și permite senzorilor să fie integrați ușor în sisteme de automatizare și înregistrare a datelor diferitor producători
- d) Receptor-memorator de birou Logher Watermark care citește automat senzorii la intervale setate de utilizator și înregistrează datele de măsurare

Tabelul 20. Caracteristicile tehnice de bază la implementarea unui sistem de măsurarea a umidității solului bazat pe aplicarea citirii automate prin fir a senzorilor traductori ai umidității și a temperaturii solului tip Watermark prin Logherul Watermark la intervale de măsurare setate de timp

Componenta / echipamentul	Caracteristici tehnice de bază
Senzori traductori ai umidității solului Watermark WM-S-15-30-60 Watermark WM-S-15 Watermark WM-S-3	<ul style="list-style-type: none"> - Senzor de umiditate format din doi electrozi concentrici înfășurați într-un material special, cu matrice de referință, care este plasat într-o membrană sintetică - Lungime cablu: minim 1,5 m - Aplicabili în plantații horticole și legumicole - Rezistent la îngheț și tamponat față de cantitatea sărurilor de sol - Fabricat din materiale rezistente la coroziune - Posibilitatea de a extinde cablul până la 100 m - Aplicabil tuturor tipurilor de sol - Măsurare care poate fi citită manual sau prin înregistrarea datelor.
Senzor traductor al temperaturii solului Watermark WM-S-VA	<ul style="list-style-type: none"> - Senzor pentru măsurarea temperaturii solului în plantații horticole și legumicole - Lungime cablu: minim 1,5 m - Rezistent la îngheț și tamponat față de cantitatea sărurilor de sol - Fabricat din materiale rezistente la coroziune - Posibilitatea de a extinde cablul până la 100 m - Aplicabil tuturor tipurilor de sol - Măsurare care poate fi citită manual sau prin înregistrarea datelor
Adapter Watermark WM-S-6-VA	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitate de convertire a semnalului senzorilor într-un semnal liniar de tensiune (0-3 V) - Capacitate de integrare a senzorilor în sisteme de automatizare și înregistrare a datelor diferitor producători - Sloturile senzorului: 6 WM-S + 1 WM-BT - Dimensiuni: 14x8,3x4,2 cm - Unitate de măsurare: centibars (cb) sau kilopascali (kPa) - Interval de măsurare: 0-239 kPa - Tensiune de rețea: 12 VDC (10 mA) - Semnal: 0-3 V liniar
Receptor-memorator de birou Logher Watermark	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitate de citire automată a senzorilor la intervale setate de utilizator: înregistrează datele de măsurare - Senzori externi: 8 canale - Ecran: LCD – citire senzori prezenți - Interval de logare: setat de utilizator în intervalul 1x pe minut și 1x pe zi - Putere baterie: 9V - Durată de viață baterie: de la 6 luni la 1 an - Memorie internă: 170 zile, interval de logare 1 oră - Comunicare: port USB, cablu inclus - Software: WaterGraph pentru operarea și afișarea grafică a înregistrărilor - Software în germană / engleză / poloneză / maghiară - Posibilitatea de exportare a datelor în Excel
COSTUL TOTAL AL INVESTIȚIEI (sistemul cu citirii automate prin fir a senzorilor), ar fi pentru plantații: horticole de cca 1600-1700 USD și legumicole de cca 1490-1540 USD	

3. Model de sistem de măsurare a umidității solului bazat pe aplicarea dispozitivului de buzunar de citire a senzorilor traductori de tip Watermark, cu următoarele componente:

- a) 4 senzori ai umidității și conductibilității solului: pentru plantații horticole Senzor Watermark WM-S-15-30-60, pentru plantații legumicole 2 senzori Watermark WM-S-15 și 2 senzori Watermark WM-S-30
- b) 1 senzor al temperaturii solului Watermark WM-S-VA
- c) Dispozitiv de buzunar de citire a senzorilor Watermark (ohmetru)

Tabelul 21. Caracteristicile tehnice de bază la implementarea unui sistem de măsurare a umidității solului bazat pe aplicarea dispozitivului de buzunar de citire a senzorilor

Componenta / echipamentul	Caracteristici tehnice de bază
Senzori traductori a umidității solului Watermark WM-S-15-30-60 Watermark WM-S-15 Watermark WM-S-3	<ul style="list-style-type: none"> - Senzor de umiditate format din doi electrozi concentrici înfășurați într-un material special, cu matrice de referință, care este plasat într-o membrană sintetică - Lungime cablu: minim 1,5 m - Aplicabili în plantații horticole și legumicole - Rezistent la îngheț și tamponat față de cantitatea sărurilor de sol - Fabricat din materiale rezistente la coroziune - Posibilitatea de a extinde cablul până la 100 m - Aplicabil tuturor tipurilor de sol - Măsurare care poate fi citită manual sau prin înregistrarea datelor
Senzor traductor al temperaturii solului Watermark WM-S-VA	<ul style="list-style-type: none"> - Senzor pentru măsurarea temperaturii solului în plantații horticole și legumicole - Lungime cablu: minim 1,5 m - Rezistent la îngheț și tamponat față de cantitatea sărurilor de sol - Posibilitatea de a extinde cablul până la 100 m - Aplicabil tuturor tipurilor de sol - Măsurare care poate fi citită manual sau prin înregistrarea datelor
Dispozitiv de buzunar de citire a senzorilor Watermark (ohmetru)	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicabili în plantații horticole și legumicole - Compatibilitate cu senzori ai umidității și temperaturii solului - Conexiune senzor: cablu cu clipuri care permite citirea unui număr nelimitat de senzori - Compensarea temperaturii: automată, în funcție de temperatura setată de utilizator - Monitor: LCD, centibar - Baterie: 9 V - Panoul de operare a tastaturii rezistent la stropi de apă - Compensarea temperaturii ajustabilă manual pentru diferite temperaturi ale solului.
<p>COSTUL TOTAL AL INVESTIȚIEI (sistemul cu dispozitiv de buzunar de citire a senzorilor) ar fi pentru plantații: horticole de cca 780-850 USD și legumicole de cca 700-750 USD.</p>	

4. Model de măsurare a umidității solului bazat pe aplicarea tensiometrelor cu chitirea și preluarea manuală a datelor, cu următoarele componente:

- a) 2 sau 4 Tensiometre TX10-60 cu reacție rapidă la schimbarea potențialelor de apă ale solului pentru plantații horticole, pentru plantații legumicole 2 sau 4 tensiometre TX10-30
- b) Un termometru automat de sol

Tabelul 22. Caracteristicile tehnice de bază la implementarea unui sistem de măsurare a umidității solului bazat pe aplicarea tensiometrelor cu chitirea și preluarea manuală a datelor

Componenta / echipamentul	Caracteristici tehnice de bază
Tensiometru TX10-30 Tensiometru TX10-60	<ul style="list-style-type: none"> - Tensiometru pentru măsurarea umidității solului în plantații horticole și legumicole - Tub sigilat - Vârf ceramic poros: 5 cm - Interval: 0-1000 hPa potențial de apă pentru sol - Manometru: clasa 1,6 (± 1,6% max.) - Capacitate de montare la 30 și 60 cm
Termometru automat de sol	<ul style="list-style-type: none"> - Contor cu ecran LCD - Temperatură: -9C ~ + 9°C (rezoluție 1C) - Lungimea sondei de măsurare: 30 cm - Temperatura de funcționare: + 5 ° C + 40 ° C - Baterie alimentată: 9 V
<p><i>COSTUL TOTAL AL INVESTIȚIEI (sistem de măsurarea a umidității solului bazat pe aplicarea tensiometrelor cu chitirea și preluarea manuală a datelor), ar fi pentru plantații: horticole de cca 550-600 USD și legumicole de cca 300-360 USD.</i></p>	

IX. REGIMURI ȘI NORME DE UDARE APLICABILE CULTURILOR HORTILEGUMICOLE

(Anatolie FALA, dr. șt. biologice, și Nicolae SÎRCU, inginer în irigare)

9.1. REGIMURI ȘI NORME DE UDARE APLICABILE ÎN PLANTAȚIILE HORTICOLE

Pomii fructiferi au nevoie de o cantitate de apă mai mare decât alte culturi agricole, însă, datorită rădăcinilor adâncite în sol, ei sunt rezistenți la perioadele secetoase. Regimul rațional de irigare la pomii fructiferi se determină în funcție de condițiile hidrotermice ale anului, specie, soi, portaltoi și recolta scontată.

La sămânțoase (măr și păr), udările se fac atunci când rezerva de apă în stratul activ de sol se află la nivelul minim de umiditate de 70-80%, iar la sămburoase (prun, cais și piersic) 60-70% din capacitatea de câmp (tab. 23). Pomii fructiferi necesită irigare la următoarele fenofaze de creștere și dezvoltare: după legarea fructelor; creșterea intensă a lăstarilor; diferențierea mugurilor de rod și cu 2-3 săptămâni înainte de recoltare (la sămânțoase) și faza de întărire a endocarpului, înainte de coacerea fructelor (la sămburoase). La piersic se va interzice irigarea în timpul înfloritului și legării fructelor. La fel, nu se recomandă irigarea în termene mai târziu de 20 de zile până la coacerea fructelor.

În ciclul anual de irigare a plantațiilor de măr, prun, cais și piersic, se vor include și 2 udări de aprovizionare cu normele de 1000-1200 m³/ha. Aceste udări sunt obligatorii în toamnele și primăverile secetoase.

Mărul și părul au cerințe mari față de umiditatea solului, la cca 70-75% din capacitatea de câmp, și față de umiditatea relativă a aerului. Insuficiența apei în sol reduce creșterea lăstarilor, afectează dezvoltarea frunzelor, mărima și calitatea merelor, scurtează durata de viață a rădăcinilor active sau frânează creșterea acestora toamna. La plantațiile de măr se utilizează picurătoarele cu debit de apă de 6-8 l/oră. În acest caz, diametrul conturului de umectare a solului la adâncimea de 0,4 m (stratul cu densitatea superioară a rădăcinilor active) atinge 1,6 – 2,0 m. Volumul de apă distribuit la un pom, în funcție de condițiile hidrotermice și distanțele de plantare, constituie 30-50 litri. Intervalele dintre udări, în funcție de intensitatea consumului apei de către pomi, pot fi între 1 și 6 zile. În fiecare caz, termenele concrete ale udării se stabilesc când umiditatea solului este mai mare de 75-80% din capacitatea de câmp. Determinarea se va efectua zilnic cu ajutorul tensiometrelor.

Tabelul 23. Regimurile de irigare prin aplicarea irigației prin aspersiune la culturile horticole pe parcursul vegetației în Republica Moldova [10, 11]

Specia	Faza de creștere și dezvoltare	Stratul activ de sol (cm)	Umiditatea solului înainte de udare, %	Norma de udare, m ³ /ha	Numărul de udări	Norma de irigare, m ³ /ha
Mărul și părul	1. După legarea fructelor 2. Creșterea intensă a lăstarilor 3. Diferențierea mugurilor de rod 4. La 2-3 săptămâni înainte de recoltare	70	70-80	500-600	5-6	4 000-4800
Prunul, caisul și piersicul	1. Faza de întărirea a endocarpului 2. Înainte de coacerea fructelor	70	60-70	400-500	3-4	2 800-3400

Gutuiul are o amplasare superficială a sistemului radicular, fiind o cultură iubitoare de umiditate. Majoritatea masei sistemului radicular este amplasată la adâncimea de 0,4-0,5m, iar diametrul de răspândire a lor este relativ mic. De aceea pe terenurile cu pante, pe partea de sus a pantelor, cu apele subterane adânci, gutuiul va fructifica neregulat, fructele vor fi mici, cu cantități

mari de celule pietroase, dacă nu va fi asigurat umiditatea solului la cca 75-80% din capacitatea de câmp. Deseori, în lipsa umidității, este observată cloroza la frunze. Cu apele freatiche la suprafață (1-1,5 m), gutuiul crește și fructifică bine. Rădăcinile gutuiului suportă mult timp aflarea în apă curgătoare, iar pomii rodesc regulat și obținem recolte de calitate. La excesul de apă stătătoare și insuficiență în oxigen, sistemul radicular la gutui suferă.



Fig. 58. Plantație intensivă de măr cu aplicarea irigației prin picurare



Fig. 59. Sistem de irigare prin microaspersiune în plantație de măr

Irigarea la **cultura de prun** este necesară în ariile cu deficit de precipitații și în cazul livezilor intensive. Pe solurile cu umiditate sporită, prunul altoit pe corcoduș rodește abundent, totodată nu suferă de excesul de umezeală din sol și este relativ rezistent la secetă. Este indicată aplicarea irigației în perioadele de formare a fructelor și de început de coacere, deoarece în aceste fenofaze lipsa de apă poate duce la căderea prematură a fructelor și deprecierea calității și productivității acestora. Norma de udare se stabilește în funcție de capacitatea de câmp pentru apă sau nivelul minim de umiditate de 60%, astfel ca stratul de sol de 30-60 cm (stratul activ radicular) să fie suficient de umectat. La aplicarea irigației prin aspersiune se recomandă norme de udare de 400 m³/ha o dată la 6-7 zile, iar în cazul aplicării irigației prin picurare – de 30-40 l/pom cu intervalul de 2-3 zile.

Piersicul și nectarinele sunt specii rezistente la secetă. Dar, din punct de vedere comercial, pentru obținerea producției de calitate, piersicul necesită cel puțin 500-600 mm precipitații anuale, reușit repartizate în perioada de vegetație. Altfel, este necesară irigarea. În anii secetoși, fructele devin mici, cu pubescentă aspră, deasă, pulpa puțin succulentă, cu nuanțe astringentă sau amăruie, raportul între sâmbure și pulpă fiind nefavorabil. Gradul de rezistență a piersicului depinde mult și de portaltioiul folosit. Cel mai rezistent portaltioi este **migdalul**, urmat de hibrid piersic-migdal, după care urmează piersicul franc. Seceta influențează mult și asupra formării mugurilor flori-feri și micșorează recolta anului următor. Comportarea soiurilor în funcție de epoca de coacere a fructelor față de secetă este diferită. Cel mai mult suferă de secetă prelungită soiurile tardive. Pentru piersic și nectarine, optimală este umiditatea de 80-85% din capacitatea de câmp a solului. Suma medie a precipitațiilor atmosferice anuale la 300-400 mm din zonă implică aplicarea irigației plantațiilor de piersic pentru obținerea producțiilor cantitative și de înaltă calitate.

Caisul suportă bine seceta atmosferică dar este relativ sensibil la seceta solului. În condiții edafice locale, sistemul radicular, în fond, ar fi repartizat destul de superficial (la 20-50 cm), iar în lipsa sistemelor de irigare va persista fenomenul insuficienței asigurării cu apă. Perioadele de consum maxim ale pomilor de cais sunt în fazele dezvoltării intensive și maturarea deplină a fructelor, începutului dezvoltării mugurilor de rod pentru următorul an. În același timp, chiar cele mai mici ploii sau negura din timpul înfloririi caisului duc la dezvoltarea intensivă a moniliozei, care provoacă distrugerea florilor și a primilor lăstari juvenili. Apa stagnantă din sol prezintă cel mai mare pericol culturii caisului: pânza de apă freatică necesită să se afle sub 2 m adâncime.

Pomii de cireș și vișin au nevoie de o cantitate de apă mai mică decât alte culturilor horticoale. La cireș însă, plantele altoite pe portaltioiurile Clare, Gisela 3, 5, 6 și Weigi 2, datorită rădăcinilor nu prea adâncite în sol, nu sunt rezistente la perioadele secetoase; doar altoiurile de cireș și vișin pe Mahaleb sunt mai rezistente la insuficiența de apă în sol. Regimul rațional de irigare

include udări care se fac atunci când rezerva de apă în stratul activ de sol se află la nivelul minim de umiditate de 60-70% din capacitatea de câmp. Fenofazele în care pomii necesită irigare: faza de întărire a endocarpului și înainte de coacerea fructelor. La fel, nu se recomandă la irigarea în termene mai târzii de 20 zile până la coacerea fructelor. Normele pentru solurile cu textură mijlocie și grea după compoziția mecanică (cernoziom levigat) se recomandă aplicarea sistemelor de irigație prin picurare, cu asigurarea unui volum optimal al unei udări pentru un pom de 30-50 l (la debitul unei picurători de 6-8 l/oră), iar durata dintre două irigări va fi de 3-8 zile. Dacă solul între rânduri în plantațiile pomicole este înierbat, normele udării se măresc cu 25-40%. În ciclul anual de irigare a plantației se vor include și 2 udări de aprovizionare, aceste udări fiind obligatorii în toamnele și primăverile secetoase, cu aplicarea la irigarea prin picurare a normelor de 55-60 m³, cu 2 repetări.

9.2. REGIMURI ȘI NORME OPTIME DE UDARE PENTRU CULTURA DE CĂPȘUN

Căpșunul este una dintre rarele specii care poate fi plantată la diferite faze de creștere, cu condiția folosirii răsadului care are un sistem radicular intact și asigurarea cu apă la irigare la discreție. În conformitate cu tehnologia de cultură, plantațiile multianuale de căpșun pot fi înființate: toamna, primăvara devreme, vara sau iarna (în câmpul protejat). Indiferent de perioada de plantare a căpșunului, sursa de apă pentru irigație este obligatorie.

Concomitent cu pregătirea solului pentru plantarea stolonilor de căpșun, se va amenaja și sistemul de irigație pentru cultură. La cultivarea căpșunului, în Republica Moldova se utilizează 2 metode de udare: prin aspersiune și prin picurare. Alegerea uneia sau alteia dintre metode se face în funcție de amplasarea culturii, tehnologia și schema de plantare, nivelul investițiilor propuse pentru înființarea culturii, disponibilitatea și calitatea apei la irigare.

Căpșunul are nevoie cel mai mult de umezeală în timpul următoarelor fenofaze: înaintea înfloriri, formarea și creșterea fructului și începutul coacerii fructelor. În plantații de căpșun, umiditatea în stratul de sol 0-30 cm pe parcursul perioadei de vegetație trebuie să fie nu mai mică de 80% din capacitatea de câmp pentru apă. Umiditatea solului se determină periodic cu tensiometrul și, la pragul indicat al umidității solului, se fac udări prin aspersiune sau picurare.



Fig. 60. Irigarea căpșunului prin aspersiune



Fig. 61. Irigarea căpșunului prin picurare

Udarea prin aspersiune – se realizează prin pulverizarea apei sub presiune în atmosfera, cu ajutorul aspersoarelor sau microaspersoarelor și căderea acestora pe pământ și plante sub formă de picături. Metoda de irigare este recomandată pentru înrădăcinare după plantare a culturii de căpșun, deoarece umiditatea atmosferică creată prin aspersiune reduce procesul de pierdere a apei prin transpirație a plantelor. În cazul aplicării sistemului de irigare prin aspersiune, plantarea se face în benzi a câte două rânduri, distanțate între ele la 25-30 cm, distanța dintre benzi 75-80 cm, iar între plante pe rând 15-20 cm. Pe parcursul perioadei de vegetație se fac 6-12 udări cu norma de 250-300 m³/ha. Intervalul dintre udări 12-15 zile primăvara și 5-7 zile vara, astfel ca umiditatea solului să fie nu mai mică decât 75-80% din capacitatea de câmp pentru apă.

Udarea prin picurare – aplicată la cultura căpșunului asigură că apa distribuită nu umezește decât o parte din sol, rămânând intervalul dintre rânduri și o parte, din cel de pe rând, neume-

zite. Astfel, apa este distribuită uniform la nivelul plantelor, cu un debit redus și presiune joasă, cu ajutorul liniilor de picurare, indiferent dacă se aplică sau nu mulcirea. Udarea prin picurare se aplică la plantarea căpșunului în rânduri simple cu distanța dintre rânduri de 75 – 80 cm, iar pe rând între plante de 15-20 cm, în acest caz se reduce cantitatea de produse pentru fertilizare și protecție fitosanitară de până de 2-3 ori (în comparație cu tehnologia aplicabilă la irigarea prin aspersiune). La irigare prin picurare, se aplică norme între 25-40 m³/ha cu o periodicitate de peste 2-4 zile, astfel ca solul din jurul plantei să fie nici prea uscat și nici prea umed. În cazul irigații prin picurare, se stabilește un program de irigare care asigură în mod constant un nivel al umidității în sol de 65-80 % din capacitatea totală a apei din sol.

9.3. REGIMURI ȘI NORME OPTIME DE UDARE PENTRU CULTURI BACIFERE

Irigarea plantațiilor de zmeură și mur. Lipsa de apă în perioada de creștere și dezvoltare a zmeurii și murului împiedică dezvoltarea drajonilor, diminuează procentul de fructe legate și împiedică coacerea fructelor. Condiții favorabile pentru creșterea și fructificarea plantelor de zmeur și mur se creează când umiditatea solului în stratul 0-40 cm se menține permanent la nivelul de 80 % din capacitatea de apă în câmp. În plantațiile de zmeur și mur, irigarea se aplică: după plantare, pe parcursul perioadei de vegetație și de aprovizionare.

Irigarea după plantare se efectuează concomitent cu plantarea drajonilor, cantitatea de apă fiind de 2-3 l/plantă sau în funcție de numărul de plante la hectar la aplicarea irigații prin picurare cu norme de 25-40 m³/ha, iar în cazul sistemelor de irigare prin aspersiune – de 200-250 m³/ha.



Fig. 62. Irigarea zmeurului prin aspersiune în cultura protejată în tunele permanente



Fig. 63. Irigarea prin picurare amplasată în benzi la cultura de coacăz

Pe parcursul vegetației, cele mai importante faze de dezvoltare a plantelor de zmeur și mur la formarea recoltelor și diferențierea mugurilor de rod pentru anul următor, în care aplicarea irigațiilor este crucială, sunt: (i) înainte de înflorire, (ii) după înflorire, (iii) la începutul coacerii fructelor și (iv) după cules. Pe vegetație, la irigații prin aspersiune, se aplică 5-7 irigații, cu norme de udare de 300-400 m³/ha, iar în cazul aplicării irigare prin picurare normele de udare pot fi de 30-40 m³/ha, cu un interval de 4-6 zile. Pe parcursul vegetației se face monitoringul aprovizionării plantațiilor cu necesarul de macro- și microelemente, la apariția deficiențelor specifice (în bază de analiză de sol, evidență a sistemului foliar, calității fructelor), se aplică fertiirigații cu spectrul de macroelemente specifice culturii, care sunt solubile în apă și pot fi administrate odată cu irigarea. Fertilizările foliare la fel vor fi utilizate pentru asigurarea evitării deficiențelor nutriționale ale plantelor.

Udarea de aprovizionare se efectuează, în caz de necesitate, după căderea frunzelor (octombrie-noiembrie), pentru formarea condițiilor favorabile de iernare a plantelor și pentru o mai bună diferențiere a mugurilor floralii, cu norme de udare de 300-400 m³/ha, la aplicarea irigații prin aspersiune și cu norme de 40-50 m³/ha, cu un interval de 2 zile, în cazul aplicării irigații prin picurare.

Irigarea plantațiilor de coacăz. Cultivarea coacăzului necesită un climat umed și răcoros în plantații, aplicarea irigații fiind obligatorie. Metoda de udare sau tipul de irigare se aplică în funcție de sistemul – tehnologia de întreținere a solului, care poate fi întreținut ca: ogor negru, mulcit sau înierbat. Mulcirea, cu peliculă neagră, paie, resturi de cherestea, se practică din anul 2 după

plantare. Utilizarea mulciului din anul plantării nu se va face deoarece provoacă dezvoltarea superficială a sistemului radicular. Fazele critice a coacșului, în care se necesită aplicarea irigării, sunt: cu 2 săptămâni înainte de înflorire, cu 15-20 zile înainte de recoltare și de aprovizionare în lunile august – septembrie

În plantațiile de coacș întreținute după sistemul tip ogor negru sau înierbat, preferabilă este aplicarea irigării prin aspersiune, iar pe parcursul vegetației se vor aplica 4-6 irigări cu norme de 400-500 m³/ha, ca solul să fie umectat la adâncimea de 30-40 cm, în care se găsește masa principală a rădăcinilor. În lunile august – septembrie pentru diferențierea mugurilor florali, se recomandă irigări de aprovizionare prin aspersiune de 300-400 m³/ha.

În plantațiile de coacș întreținute după sistemul mulcit, chiar în primul an după plantare, se instalează sisteme de irigare prin picurare, indiferent că se aplică mulciul natural din anul 2 de plantare (în anul întâi, solul poate fi întreținut și ca ogor negru). La aplicarea irigării prin picurare, pe parcursul vegetației se vor aplica irigări cu periodicitate de peste 4-5 zile, iar în funcție de umiditatea solului și necesitățile plantelor se vor aplica norme de irigare de 35-50 m³/ha. Similar aplicării irigării prin aspersiune, la mijlocul lunii august sau la început de septembrie, pentru diferențierea mugurilor florali, în cazul utilizării sistemului de irigare prin picurare, se recomandă irigări de aprovizionare cu norme de 50-60 m³/ha, cu interval de 2 zile.

9.4. REGIMURI ȘI NORME OPTIME DE UDARE APLICABILE ÎN PLANTAȚIILE VITICOLE

Cerințele viței de vie față de umiditate variază în funcție de specie, soi, perioada din ciclul anual și de faza de vegetație. Pentru vița de vie sunt favorabile ploile moderate, care asigură umezirea treptată și adâncă a solului; din aceste considerente pretabile din metodele de irigare vor fi cea prin aspersiune pe terenuri plane și cu o mică înclinare, iar pe terenuri cu înclinare medie și înaltă – cea prin picurare. Regimul favorabil de creștere și dezvoltare la vița de vie este asigurat la umiditatea solului de 70-80% din capacitatea de câmp și umiditatea aerului la 50-80%.

Consumul mediu de apă al viței de vie în condiții de irigare este de 4 000-10 000 m³/ha, fiind determinat foarte mult de condițiile climatice (regimul hidric și al temperaturii), sol, anul și fazele de vegetație, productivitatea plantației. Irigările (o irigație de aprovizionare și 3 irigații pe parcursul vegetației) se vor face ținând cont de repartizarea necesității față de apă în raport cu faza de dezvoltare-creștere a vițelor (în cazul irigației prin aspersiune):

1. irigația de aprovizionare de primăvară, înainte de dez mugurit – 800-1000 m³/ha;
2. creșterea intensă a lăstarilor și frunzelor – 500-800 m³/ha;
3. legarea florilor și formarea bobitelor – 400-700 m³/ha;
4. începutul maturării și până la maturarea deplină a bobitelor – 500-700 m³/ha.

Pe terenuri cu înclinare medie și înaltă, se recomandă irigarea prin picurare. Cel mai favorabil regim de creștere și dezvoltare la vița de vie este asigurat când umiditatea solului constituie 70-80% din capacitatea de câmp, iar umiditatea aerului este cuprinsă între valorile medii de 50-80% higroscopicitate. La utilizarea irigației prin picurare, normele de irigare vor fi de cca 2 000 m³/ha sezon, asigurându-se un debit de 5-12 l/oră la un butuc. Perioada și normă de udare se va determina în baza analizei umidității solului, depunerile atmosferice și temperatura aerului, concentrației sucului din plantă (analiza foliară) și faza de dezvoltare.



Fig. 64. Irigarea prin aspersiune la vița de vie cu aplicare dubă anti secetă și anti îngheț

9.5. REGIMURI ȘI NORME OPTIME DE UDARE APLICABILE ÎN PLANTAȚIILE LEGUMICOLE, BOSTĂNOASE ȘI DE CARTOFI

Legumele sunt culturile anuale cele mai profitabile, care necesită a fi crescute în condiții de irigare. Culturile legumicole – tomatele, ardeiul, vinetele, morcovul, sfecla roșie, varza, castraveții, ceapa, cartofii – sunt crescute în cultura plantațiilor de câmp începând cu primăvara devreme până toamna târzie. Aproape 50% din totalul de apă necesară (circa 5 000 – 8 000 m³/ha) trebuie să fie aprovizionată prin sistemul de irigare (2 500 – 4 000 m³/ha) (tab. 24). Normele de udare variază de la minimum 900 – 1 200 m³/ha la usturoi până la 4 000 – 4 300 m³/ha la ardei.



Fig. 65. Irigarea prin picurare a tomatelor



Fig. 66. Irigarea prin aspersiune a verzei

Regimul de irigare a tomatelor. Tomatele cresc și rodesc în condiții de umiditate maximă a solului (70-80% din capacitatea maximă pentru apă a solului) și de umiditate redusă a aerului de 45-55%. Tomatele semănate în câmp sunt mai puțin pretențioase față de umezeală, spre deosebire de cele plantate prin răsad. Perioadele critice de carență a apei pentru plantele de tomate corespund cu următoarele faze de creștere și dezvoltare: prinderea răsadului în sol, până și în perioada de fructificare. Se vor aplica pe vegetație 7-8 udări cu normele de 300-400 m³/ha. La irigarea prin picurare, normele de irigare sunt mai mici – între 22-55 m³/ha, concomitent se pot administra și îngrășămintele.

Tabelul 24. Regimurile de irigare prin aplicarea irigației prin aspersiune la culturile legumicole pe parcursul vegetației în Republica Moldova [10, 11]

Specia	Faza de creștere și dezvoltare	Stratul activ de sol (cm)	Umiditatea solului înainte de udare, %	Norma de udare, m ³ /ha	Numărul de udări	Norma de irigare, m ³ /ha
Tomate cu perioada de coacere medie	toată perioada de vegetație	50	70	400	7 – 8	2800 -3200
Ardei	până la fructificare	30	70	300	5 – 6	1500 -1800
	în perioada de fructificare	50	80	400	6 – 7	2400 -2800
Vinete	până la fructificare	30	70	300	4 – 5	1200 -1500
Castraveți	toată perioada de vegetație	50	80	300	6 – 8	1800 -2400
Varză tardivă	până la formarea coceanului	50	80	300	3 – 4	900 -1200
	în perioada formării coceanului	50	70	400	4 – 5	1600 -2000
Ceapă pentru bulbi	până la formarea bulbului	30	80	300	2 – 3	600 -900
	în perioada formării bulbului	50	80	400	3 – 4	1200 -1600
Usturoi	toată perioada de vegetație	40	80	300	3 – 4	900 -1200
Morcov semănat vara	toată perioada de vegetație	50	80	400	5 – 6	2000 -2400
Sfeclă roșie	toată perioada de vegetație	50	70	400	4 – 5	1600-2000
Cartofi	până la formarea tuberculilor	50	80	400	2 – 3	800-1200
	în perioada formării tuberculilor	50	75	400	2 – 3	800-1200

Regimul de irigare a ardeiului dulce. Ardeiul este destul de pretențios față de regimul hidric al solului și cel aerian. Umiditatea optimă a solului trebuie să constituie 70-75% din capacitatea maximă pentru apa din sol – pentru faza de până la fructificare, și 80-85% – în perioada fructificării plantelor la umiditatea aerului de 75-80%. Normele de irigare prin aspersiune 300-400 m³/ha, pe vegetație efectuându-se 11-13 udări, la irigarea prin picurare – normele de irigare vor varia între 20-50 m³/ha.

Regimul de irigare a vinetelor. Vinetele au pretenții sporite față de apă. La începutul vegetației se va asigura umiditatea solului de 70%, iar în timpul fructificării – de 80% din capacitatea maximă pentru apă a solului. Se vor aplica pe vegetație 4-5 udări, prin aplicarea irigației prin aspersiune, cu normele de 300 m³/ha.

Regimul de irigare a castraveților. Castravețele este o plantă iubitoare de căldură și umezeală. Umiditatea optimă a solului pentru creșterea și fructificarea plantelor este de 80-85% din capacitatea maximă pentru apă a câmpului, la umiditatea relativă a aerului de 90%. La utilizarea instalațiilor de irigare prin aspersiune, în perioada de vegetație se execută 6-10 irigări cu norme de 250-400 m³/ha. Până la înflorire, se aplică irigări cu norma de 250-300 m³/ha, în cazul când umiditatea solului în stratul de 0-30 cm scade mai jos de 70% din capacitatea maximă pentru apă a câmpului. În fazele de înflorire și fructificare, umiditatea solului în stratul de 0-50 cm nu trebuie să scadă mai jos de 80%, iar normele de irigare vor fi de 350-400 m³/ha.

La irigația prin picurare, normele de irigare vor fi cuprinse între 25-55 m³/ha. Irigarea castraveților se efectuează în a doua jumătate a zilei, dar nu mai târziu de ora 18. Când nopțile sunt reci, irigarea se îndeplinește în orele de dimineață. Destul de important la irigarea castraveților este ca solul să se îmbibe bine cu umezeală la adâncimea de nu mai puțin de 10 cm, în stratul de sol în care sunt amplasate rădăcinile absorbante adventive.

Tabelul 25. Normele recomandate de apă la irigarea prin picurare la principalele culturi legumicole pe parcursul vegetației în Republica Moldova

Cultura	Norma de irigare, m ³ /ha	Zile de vegetație	Cultura	Norma de irigare, m ³ /ha	Zile de vegetație
Tomate	20-30	1-21	Ardei	20-30	1-10
	30-40	22-45		35-45	11-30
	45-50	46-70		40-45	31-50
	45-55	71-110		45-50	51-75
	25-35	110-120		25-35	76-100
Ceapă	20-25	1-10	Vinete	20-30	1-21
	25-30	11-30		35-45	22-45
	35-45	31-50		40-45	46-70
	50-65 (70)	51-75		45-55	71-110
	45-35 (20)	76-100		25-35	111-120
Castraveți	25-35	1-30	Pepene verde	15-20	1-30
	45-55	31-60		35-45	31-60
	30-40	61-90		25-35	61-90
	25-35	91-110		20-25	91-110
Cartoful	25-35	1-10	Varză albă	20-25	1-21
	35-45	11-30		25-35	22-45
	45-50	31-50		35-45	46-70
	45-55	51-75		45-50	71-110
	25-35	75-90		45-55	111-120
Morcov	20-25	1-20	Sfeclă roșie	25-35	121-150
	35-45	21-41		15-25	1-35
	25-35	41-55		35-45	36-65
	20-25	55-70		15-30	66-95

Regimul de irigare a plantațiilor de pepene verde și galben. Datorită sistemului radicular bine dezvoltat pepenii verzi și galbeni sunt mai rezistenți la secetă în comparație cu alte culturi agricole. În același timp ele răspund favorabil la irigație, deoarece cea mai mare parte a rădăcinilor se află la o adâncime de 20-30 cm de la suprafață, strat de sol, în care în anii secetoși rezerva de umiditate este insuficientă pentru formarea fructelor de o calitate corespunzătoare.

Pentru obținerea productivității înalte la pepene verde și galben în anii secetoși la aplicarea irigației prin aspersiune se aplică 2-4 irigații cu norme de 300-350 m³/ha. Irigațiile se desfășoară în primele perioade de vegetație: după apariția simultană a plantelor, în faza 3-5 frunze adevărate, la începutul înfloririi, uneori în perioada legării fructelor. Mai târziu, în perioada formării și coacerii fructelor, irigațiile trebuie stopate, deoarece surplusul de umezeală va contribui la înrăutățirea calității recoltei.

Rezultate și mai bune se pot obține la folosirea sistemelor de irigare prin picurare, concomitent cu efectuarea hrănilor extraradiculare cu soluții de macro și microelemente. În tabelul 25 sunt prezentate normele recomandate de apă la irigarea prin picurare la cultura pepenului verde (prezentele norme de udare pot fi mărite sau micșorate în dependență de vigoarea de creștere a plantei și necesitățile ei în substanțe nutritive, condițiile de cultivare propriu zise, recolta scontată, etc.).

Regimul de irigare a verzei. La cultivarea verzei se va asigura umiditatea solului de 75-80% din capacitatea maximă a câmpului. Pentru obținerea recoltei de varză timpurie de 20-25 t/ha se efectuează irigații cu un volum total de 2400-3200 m³/ha; pentru obținerea recoltei de varză de vară de 30-35 t/ha se folosesc 4400-5100 m³/ha, iar pentru cea de toamnă la recolta de 60-70 t/ha se administrează 5400-7200 m³/ha de apă. La utilizarea sistemelor de irigare prin picurare normele de irigare sunt între 20-55 m³/ha.

Regimul de irigare la ceapă. Ceapa, având un sistem radicular superficial, cere să fie irigată abundant. La aplicarea irigației prin aspersiune, norma de irigare este cuprinsă între 3 500 și 4 500 m³/ha, repartizată în 10-12 udări. La începutul perioadei de vegetație se udă la intervale mici (6-7 zile), cu norme de 300 metri cubi de apă la hectar, iar în perioada formării bulbului, intervalele între udări se măresc la 8-10 zile, cu norme de 400 metri cubi de apă la hectar. Cu circa două săptămâni înainte de recoltarea cepei, udările se sistează.

La utilizarea sistemelor de irigare prin picurare, în plantațiile de ceapă semănate după schema de plantare în fâșii late de 8-10 cm conform schemei 60+40+40 cm; sau în benzi 52+8+32+8+32+8 cm sau câte 10 rânduri echidistanțate la 10-12 cm și cu intervale între benzi 45-50 cm, instalarea liniilor de picurare se execută odată cu răsărirea în masă a plantelor (între 800 mii – 1 milion plante la 1 ha), când sunt vizibile rândurile. Normele zilnice de udare pe perioade de vegetație variază între 20-55 m³/ha, în funcție de faza de dezvoltare – creștere a plantelor (tab. 25). Total pe sezon consumul de apă de irigare prin picurare este între 1250 -1400 m³/ha.

Regimul de irigare a morcovului. Morcovul este deosebit de pretențios față de condițiile de umezeală în următoarele faze de creștere și dezvoltare: încolțirea semințelor, începutul creșterii și formării sistemului radicular, formarea rădăcinilor. Regimul optimal de umezeală recomandat pentru morcov este de 75-80% din capacitatea maximă pentru apă a solului. Se recomandă înainte de semănat o irigație de aprovizionare cu norma de 500-600 m³/ha; după semănat se aplică o irigare cu norma de 200-250 m³/ha, iar pe parcursul vegetației 5-6 udări cu norma de irigare de 350-400 m³/ha. La aplicarea sistemelor de irigare prin picurare se vor efectua irigații în 4 perioade de creștere și dezvoltare a plantelor, cu norme de 20-45 m³/ha.

Regimul de irigare a sfeclii roșii. Cele mai mari cerințe față de umezeală sfecla roșie le înaintează la începutul perioadei de vegetație, astfel este necesar ca solul să fie umezit în profilul de 20-30 cm adâncime. Plantele de sfeclă roșie în lipsa de umiditate suficientă în sol formează inflorescențe în loc de dezvoltarea rădăcinilor, la fel se modifică mărimea și apare o culoare întunecată.



Fig. 67. Irigarea prin picurare la cultura de ceapă

tă (violet-marou) a rizocarpilor. Plantele mature de sfeclă sunt relativ mai rezistente la micșorarea conținutului de umezeală în sol și aer.

La formarea unei recolte de peste 50 t/ha se folosesc 2,5-4,0 mii tone de apă, din care cca 50% necesită de a fi administrată prin irigare. Pentru tot sezonul, pe vreme normală fără secete, la aplicarea irigației prin aspersiune este suficient să udați de 4-5 ori în faza de creștere intensă a rădăcinii (iunie-iulie) cu norme de 350-400 m³/ha. Umiditatea din sol trebuie menținută în limitele de 65-75% din capacitatea de câmp. La aplicarea irigației prin picurare, în medie, în timpul sezonului de vegetație, sfecla de masă utilizează zilnic între 15-35 m³/ha de apă: de la germinare până la formarea rădăcinii necesarul mediu zilnic de umiditate este de 15-25 m³/ha; consum maxim de 35-45 m³/ha – în perioada de formare și creștere a rădăcinilor, iar în perioada anterioară maturizării tehnice 15-30 m³/ha.

Regimul de irigare a culturii de cartof. Cea mai mare parte a sistemului radicular al cartofului este amplasată până la adâncimea de 60 cm; 50% din acestea se află chiar în stratul arabil. Din această cauză, plantele de cartof nu pot folosi umiditatea din profunzime, iar udarea de aprovizionare cu norme mari este insuficientă. Ca aspect principal, regimul de irigare la cartof trebuie să asigure o aprovizionare constantă cu apă pe parcursul întregii durate de vegetație. Cele mai favorabile condiții pentru dezvoltarea plantelor se creează menținând umiditatea solului la nivelul de 75 – 80% din valoarea „capacității de câmp” pentru apă, în perioada de la răsărire până la botanizare, iar în perioada de la botanizare, până la începutul maturizării, 70-75%. În acest scop, în funcție de condițiile meteorologice ale anului (precipitații) se vor aplica 3-6 udări. Udările se întrerup când se formează cea mai mare parte din tuberculi și încetează creșterea lor. Norma de udare prin aspersiune este de 350 – 400 m³/ha. La plantarea de vară este obligatorie udarea înainte de arat cu 700-800 m³/ha, sau înainte de plantare, cu o normă de 700 m³/ha. Pe parcursul perioadei de vegetație se efectuează 3-5 udări, astfel încât umiditatea solului să se mențină peste 70% din valoarea „capacității de câmp” pentru apă, la cartoful de vară. Normele de udare la aplicarea irigației prin picurare vizează 6 etape – fenofaze de creștere și dezvoltare a plantelor în care se aplică norme de udare între 25-55 m³/ha, cu un interval de timp de 2-3 zile dintre udările aplicate.



Fig. 68. Irigarea prin aspersiune cu mașină cu tambur și consolă la cultura de cartofi



Fig. 69. Irigarea prin aspersiune cu deplăcare manuală la cultura de dovlecel

Dovlecelul și patisonii sunt culturi relativ rezistente la secetă datorită sistemului radicular bine dezvoltat, cu o mare putere de absorbție. Dar totuși în condițiile insuficienței de umiditate plantele se opresc din creștere și formează mai multe flori masculine. Numărul și normele de irigație depind în mare măsură de condițiile climatice din vegetație, de adâncimea stratului arabil, compoziția mecanică și chimică a solului. Irigarea se efectuează în perioadele critice pentru plante: când acestea au 2-4 frunzulițe formate definitiv; la începutul înfloririi; uneori în perioada de legare în masă a fructelor. Norma optimă de irigare constituie 300-400 m³/ha. După legarea fructelor numărul irigațiilor se reduce, pentru a stimula acumularea substanțelor uscate și prelungi durata de păstrare a fructelor.

X. MANAGEMENTUL SUSTENABIL AL FERTILITĂȚII SOLURILOR ÎN REGIM IRIGABIL

(Gheorghe JIGĂU, dr. șt. biologice)

10.1. ANALIZA IMPACTULUI IRIGĂRII CU APĂ MINERALIZATĂ DE SUPRAFAȚĂ ASUPRA CERNOZIOMURILOR TIPICE SLAB ȘI MODERAT HUMIFERE

Chimismul și calitatea apei lacurilor, bazinelor de acumulare, heleșteielor ș.a. sunt determinate de un șir de factori naturali locali: litologia teritoriului, condițiile geomorfologice și hidrologice (adâncimea apelor freatice și dinamica acestora, regimul și caracterul precipitațiilor atmosferice, caracteristicile bazinului hidrografic și celui de recepție ș.a.). Urmare a acestora, sunt parametrii hidrochimici ai apelor de suprafață, care variază în intervale largi de valori, în special gradul de mineralizare și chimismul sărurilor.

Conform generalizărilor, cca 35% din bazinele de apă se caracterizează cu mineralizarea <1 g/l, acestea fiind localizate preponderent în zona de nord a Republicii Moldova.

Cea mai largă răspândire o au bazinele de acumulare (cca 58% din numărul total) cu conținut de săruri cuprins în intervalul 1-3 g/l. Acestea au răspândire mai largă în zona centrală și cea sudică.

În cadrul Podișului Ciuluc-Soloneț, bazinele hidrografice ale Ciulucului Mic și Ciulucului Mijlociu, Ialpușului ș.a., se caracterizează cu conținut de săruri >3,1 g/l, acestora revenindu-le cca 7% din numărul total al bazinelor de acumulare.

Bazinele de acumulare cu mineralizarea <1 g/l se caracterizează cu chimism hidrocarbonato-magnezial-natric și mai rar cu chimism sulfato-hidrocarbonato-magnezial-natric.

În zona centrală predomină bazinele de acumulare hidrocarbonato-sulfato-magnezial-natric, iar în cea sudică – sulfato-cloruro-magnezial-natrică.

O trăsătură specifică cu semnificație irigațională a apelor din bazinele de acumulare este conținutul sporit de magneziu. Conform calculelor, doar 12% din totalul bazinelor de acumulare din republică se caracterizează cu valori ale „coeficientului magnezial” care se încadrează în intervalul de valori admisibile [15, 16].

În același timp, acestea se caracterizează cu prezența în componența sărurilor a carbonatului (Na_2CO_3) și bicarbonatului de sodiu (NaHCO_3) (îndeosebi în bazinele cu conținut de săruri <1 g/l și celor din zona periferică a Podișului Codrilor), sulfatului de sodiu (Na_2SO_4) (acesta este prezent, practic, în toate bazinele de acumulare). În zona de sud, în apele superficiale este prezentă clorura de magneziu (MgCl_2) și clorura de sodiu (NaCl).

Cercetările desfășurate pe terenurile irigate cu apă mineralizată în cadrul unor poligoane experimentale amenajate în raionul Sângerei au scos în evidență impactul asupra proceselor de evoluție a cernoziomurilor tipice slab/moderat humifere [15]. Sursa de apă – bazin de acumulare; durata irigației 9 ani. Calitatea apei – nesatisfăcătoare (tabelul 26).

Tabelul 26. Indici de calitate ai apei utilizate pentru irigare [15]

Indici	Unitatea de măsură	Valori admisibile	Perioada	
			începutul irigației	sfârșitul irigației
Mineralizarea	mg/l	<1000	2750	3374
pH	unități	6,5-8,3	8,70	8,85
CO_3^{2-}	ml/l	-	2,40	5,64
HCO_3^-	ml/l	-	17,70	22,42
Cl^-	ml/l	<3,0	3,73	4,72
SO_4^{2-}	ml/l	-	23,60	27,56
Ca^{2+}	ml/l	-	4,60	4,40
Mg^{2+}	ml/l	-	12,60	13,80
Na^+	ml/l	-	27,83	36,10
SAR	unități	<3	9,6	12,0
Pmg	%	50	73	76

Conform cercetărilor specificate, solurile din cadrul poligonului experimental sunt reprezentate prin cernoziomuri tipice slab/moderat humifere cu reacție neutră (pH=7,02-7,20) în stratul 0-75 cm și bazică în orizonturile subiacente (pH=8,05-8,30). Conținutul total de săruri în soluția solului sporește cu adâncimea de la 0,025-0,027% (stratul 0-45 cm) până la 0,045% în orizonturile subiacente. În componența soluției solului predomină hidrocarbonat-ionul (HCO_3^-), al cărui conținut variază în intervalul 0,15-0,59 ml/100 g de sol și cationul Ca^{2+} (0,28-0,54 ml/100 g de sol). Pe întreaga grosime a profilului, raportul $\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}/\text{Na}^+$ prezintă valori corespunzătoare solurilor din spațiul Ciuluc-Soloneț, care constituie 6-9:1 (tabelul 26).

Tabelul 27. Modificarea însușirilor chimice și indicilor salini ai cernoziomului tipic slab humifer la irigare cu apă mineralizată (r. Sângerei) [15]

Adâncimea, cm	Conținut, %		Extract apos			Kas (coeficientului sezonier de acumulare a sărurilor)
	Humus	CaCO_3	Reziduul uscat, %	pH	$\frac{\text{Ca} + \text{Mg}}{\text{Na}}$	
Sol neirigat						
0-25	3,92	-	0,025	7,02	7	-
25-45	3,67	-	0,027	7,20	9	-
45-69	2,19	0,9	0,038	8,05	9	-
69-91	1,20	9,2	0,043	8,10	7	-
91-120	1,10	8,6	0,045	8,20	6	-
120-170	0,80	11,3	0,039	8,30	6	-
Sol irigat						
0-22	3,85	-	0,140	8,32	0,6	4,5
22-43	3,71	-	0,108	8,30	0,9	2,4
43-63	2,87	0,6	0,077	8,30	0,9	1,5
63-89	1,88	7,3	0,080	8,25	1	1,5
89-126	1,24	3,8	0,074	8,22	1	1,5
126-170	0,77	11,1	0,078	8,32	2	1,2

IMPORTANT! Irigarea cu apă mineralizată a cernoziomurilor tipice slab și moderat humifere, duce la modificarea conținutului, regimului și chimismului sărurilor pe întreaga grosime a profilului cu exprimare cantitativă mai mare în stratul 0-45 cm. Pe parcursul unei perioade scurte de irigare, conținutul de săruri în soluția solului sporește de 4-6 ori în stratul 0-45 cm și de cca 2 ori în straturile subiacente. Acumularea acestora duce la sporirea valorilor pH cu 1,10-1,30 unități, pH (8,22-8,30), cauzată de acumularea preponderentă a sărurilor Na^+ cu HCO_3^- și SO_4^{2-} . În aceste condiții, raportul $\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}/\text{Na}^+$ în segmentul mediu și mijlociu al profilului alcătuiește 0,6-0,9:1, iar în cele subiacente 2:1.

Conținutul sărurilor și chimismul acestora se modifică pe parcursul perioadei de vegetație/irigare. În acest sens, coeficientul sezonier de acumulare a sărurilor sporește, alcătuind cca 4,5 la sfârșitul sezonului de irigare în stratul arabil și 2,4-1,2 în straturile subiacente.

Sporirea conținutului de săruri în soluția solului duce la modificarea chimismului acestora de la neutru inofensiv ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, CaSO_4) la bazic-alkalin (NaHCO_3 , $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$).

Evoluția componenței cationilor reținuți este determinată de realizarea cantitativ interacționată a procesului de decalcifiere și celui de solonețizare. Solonețizarea secundară este însoțită de sporirea relativă a ponderii magneziului în [CAS] (tabelul 28).

Modificări semnificative suferă factorii fizici de fertilitate, manifestați la toate nivelele de organizare structurală.

La nivelul „particulă elementară”, irigarea cu apă mineralizată duce la sporirea cu cca 1% a conținutului de argilă neagregatică și sporirea valorilor factorului de dispersie (Fd) cu 2-3%. În același timp, se conturează clar o tendință de eluviere a argilei fine (<0,001 mm) din segmentul superior și mijlociu al profilului în cel inferior.

La nivel agregativ, impactul irigării cu apă mineralizată se manifestă în reducerea de cca 2 ori a conținutului de agregate agronomic valoroase (10-0,25 mm) în stratul arabil 0-22 cm și de cca

2-5 ori în orizonturile subiacente (tabelul 29). În același timp, se reduce și conținutul de agregate hidrostabile >0,25 mm. Aceasta ne permite să concludem că, în condiții de irigare cu apă mineralizată, starea structural-agregatică a solurilor este determinată de procesele de dezagregare manifestate în bolovănirea structurii și răzmuirea agregatelor nou-formate de origine agrogenă.

Tabelul 28. Impactul irigației cu apă mineralizată asupra componentei cationilor reținuți (Sângerei) [15]

Adâncimea, cm	Cationi reținuți mmoli/100 g de sol			Suma	% din sumă			Is ml/100 g de sol
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	
Sol neirigat								
0-25	28,93	3,88	0,37	33,18	87	12	1	40,4
25-45	27,40	3,69	0,29	31,38	87	12	1	40,2
45-69	26,13	4,24	0,37	30,74	85	14	1	39,8
69-91	23,40	4,42	0,29	28,11	83	16	1	39,4
91-120	21,32	4,52	0,36	26,20	81	17	2	39,0
120-170	20,12	4,58	0,36	25,06	81	17	2	38,0
Sol irigat. Începutul sezonului de irigare								
0-22	27,40	4,37	1,73	33,50	82	13	5	39,0
22-43	26,75	4,65	1,21	32,61	82	14	4	38,8
43-63	25,55	4,08	1,36	30,66	82	13	5	37,6
63-89	21,32	4,58	1,00	26,90	79	17	4	37,0
89-126	20,80	4,68	0,90	26,38	79	17	4	36,4
126-170	18,72	6,60	0,73	26,05	72	25	3	36,2
Sol irigat. Sfârșitul sezonului de irigare								
0-22	25,18	4,50	4,36	34,04	74	13	13	38,2
22-43	23,40	4,16	3,16	30,72	76	14	10	38,6
43-63	22,36	3,92	2,94	29,25	76	13	11	37,2
63-89	20,02	3,64	2,16	25,82	78	14	8	36,8
89-126	19,24	4,16	0,97	24,37	79	17	4	37,0
126-170	17,42	5,82	0,70	23,94	73	24	3	36,6

Bolovănirea structurii presupune formarea de megabolovani cu diametrul >40-50 cm și densitate aparentă >1,47 g/cm³ în segmentul superior (0-20-25 cm) al stratului agrogen.

Porozitatea totală în interiorul acestora alcătuiește 40-25%, în funcție de alcătuirea granulometrică și conținutul de humus. Cu cât conținutul acestuia este mai mic, cu atât capacitatea de bolovănire este mai mare și cu atât valorile densității aparente sunt mai mari. Aceasta presupune așezarea mai rigidă a particulelor elementare în componența micro-, mezo- și macroagregatelor. Ca urmare, densitatea aparentă a stratului 0-22 cm, chiar și în condiții de umezire corespunzătoare umidității de întrerupere a continuității capilare, sporește față de solul neirigat cu 0,14 g/cm³, iar în straturile subiacente – cu 0,03-0,05 g/cm³.

IMPORTANT! Irigarea necibzuită a cernoziomurilor tipice slab și moderat humifere conduce la dezvoltarea unei porozități totale nesatisfăcătoare pe întreaga grosime a profilului solului. Reducerea volumului total al porilor, ca urmare a compactării-consolidării masei solului, se realizează din contul porilor interagregatici de aerăție (fig. 70). Aceasta provacă la reducerea volumului porilor de aerăție și gradului de aerăție. Insuficiența aerului în sol se răsfrânge negativ asupra asigurării cu aer a rădăcinilor plantelor, asupra reducerii activității microbiotei aerobe, responsabilă de mineralizarea substanțelor organice, inclusiv a celor cu impact toxic asupra rădăcinilor plantelor, cu implicarea efectelor de obosire a solurilor ș.a. Totodată, insuficiența aerului în sol favorizează dezvoltarea organismelor anaerobe patogene, care au ca rezultat reducerea bioproductivității agroecosistemelor.

În condiții anaerobe, în soluri demarează procesele de gleizare, care duc la intensificarea efectelor degradative induse de irigarea cu apă de calitate nesatisfăcătoare [79, 80].



Fig. 70. Consecințele irigării asupra porozității totale și agregării cernoziomurilor tipice slab și moderat humifere (b-c). a). mostră cu condiții bune a porozității și a agregării agronomice valoroase a solului; b). mostră cu condiții moderate a porozității și a agregării bolovănoase a solului; c). mostră de sol colmatat și cu condiții de porozitate și agregare foarte redusă.

Tabelul 29. *Influența apei mineralizate asupra însușirilor fizice ale cernoziomului tipic slab humifer (Sângerei) [15]*

Adâncimea, cm	<0,001 mm		Fd	D	DA	PT % V/V	Agregate structurale, %		CO	CC	DAU
	granulometrică	microagregativă					agronomic valoroase	hidrostructurale			
Sol neirigat											
0-25	38,98	3,54	9	2,59	1,24	52	66,7	57,6	15,6	27,6	11,7
25-45	39,83	3,93	10	2,60	1,30	50	60,6	66,3	16,0	26,3	10,3
45-69	40,65	4,84	12	2,63	1,42	46	62,2	60,4	16,5	25,2	8,7
69-91	39,03	5,32	14	2,66	1,40	47	52,1	63,3	16,2	24,1	7,9
91-120	39,86	6,42	16	2,68	1,39	48	-	-	16,4	20,8	4,4
120-170	41,89	7,11	19	2,69	1,39	48	-	-	16,1	17,8	1,7
Sol irigat											
0-22	38,25	4,94	13	2,59	1,38	48	31,6	48,8	16,1	27,9	11,8
22-43	39,10	4,53	12	2,59	1,35	48	55,2	60,3	16,8	26,3	9,5
43-63	37,77	4,37	12	2,61	1,43	45	61,0	60,1	16,8	25,6	8,8
63-89	38,09	6,43	17	2,70	1,40	48	57,0	59,3	16,5	23,5	7,0
89-126	37,51	6,12	16	2,70	1,44	47	-	-	15,9	20,8	4,9
126-170	40,44	7,56	19	2,72	1,41	48	-	-	15,6	18,5	2,9

În acest context, cercetările noastre au arătat că alternanța proceselor anaerobe (în perioada de irigare) și celor aerobe duce la mobilizarea ionului de sodiu din rețeaua cristalină a mineralelor și sporirea gradului de alcalinitate a soluției solului. Totodată, în aceste condiții sporește conținutul de Al_2O_3 și FeO , iar acumularea lor în cantități care depășesc limita maxim admisibilă are un impact toxic atât asupra plantelor, cât și asupra microbiotei solului [78].

Gleizarea solului cauzează formarea de minerale argiloase gonflatoare cu grad sporit de hidrofilitate și peptizare, care cauzează dezagregarea micro-, mezo- și macroagregatelor structurale.

Impactul negativ al irigării cu apă de calitate inferioară asupra biotei solului este unul din principalii factori care reduc eficiența fertilizării organice și minerale cu implicarea fenomenului de „epuizare irigațională” a potențialului nutritiv al solurilor.

În contextul celor menționate, managementul fertilității solurilor în condiții de irigare cu ape de suprafață mineralizate presupune optimizarea cantitativ și calitativ sincronizată a resurselor bioenergetice și a factorilor fizici de fertilitate în cadrul unor tehnologii bioremediative adaptate la condițiile concrete de landsaft.

10.2. ANALIZA IMPACTULUI IRIGĂRII ASUPRA SOLURILOR CENUȘII

Suprafața solurilor cenușii pretabilă pentru irigare alcătuiește cca 126 000 ha (10% din suprafața totală a fondului irigațional).

Datorită particularităților genetice, solurile cenușii fac parte din categoria solurilor cu grad mare de vulnerabilitate la diverse forme de impact antropogen.

În acest sens, este unanim recunoscut că încadrarea lor în circuitul agricol a consemnat modificarea radicală a regimurilor pedogenetice, sensului și intensității proceselor tipogenetice, volumului și componenței circuitului biologic al substanțelor.

Substituirea formațiunii vegetale de păduri foioase cu covor vegetal ierbos bogat reprezentat prin specii de ierburi mezofite cu agrofitecenoze a condus la modificarea radicală a regimurilor pedogenetice și pedofuncționale.

Regimul hidric periodic percolativ distructiv-evapotranspirativ, caracteristic landsafturilor de pădure, a fost substituit cu regim hidric nepercolativ exudativ-desuctiv cu grad mare de instabilitate și dinamică în timp. Aceasta a atras după sine o dinamică pronunțată a regimului de aeratie și instaurarea în soluri a unui regim aerohidric, preponderent oxidativ, pe întreaga grosime a stratului pedogenetic activ. În același timp, regimul hidrotermic atenuant în timp a fost substituit cu un regim hidrotermic contrastant.

În urma substituirii biocenozelor naturale cu agrofitecenoze, au suferit modificări radicale cantitatea, componența și dinamica depozitării resturilor vegetale în sol.

Modificările specificate s-au răsfrânt asupra dinamicii și sensului proceselor tipogenetice. În acest sens, circuitul biologic de pădure al substanțelor a fost înlocuit cu circuit de stepă, iar tipul de humificare acid de pădure a fost înlocuit cu tipul calci de stepă [28].

În aceste condiții, modificări semnificative a suferit procesul de formare și acumulare a humusului. Conform calculelor, pe parcursul unei perioade scurte, după includerea solurilor cenușii în circuitul agricol, acestea au pierdut mai mult de 30% din conținutul total al humusului în sol [74]. Aceasta a cauzat la degradarea accelerată a structurii solului în stratul arabil și sporirea acestuia la impactul degradativ atât al factorilor naturali, cât și al celor antropici.

Prin prisma de idei a celor menționate mai sus, atenționăm că solurile cenușii fac parte din categoria celor cu stabilitate redusă la impactul factorilor antropogeni, în special la irigare, care presupune modificarea radicală a regimurilor solurilor, chiar dacă acestea presupun revenirea, parțială, la unele elemente (în special ale regimului aerohidric) la condițiile landsaftului nativ de pădure.

Principalii factori care determină stabilitatea solurilor în condiții de irigare este conținutul de humus, alcătuirea acestuia și componența cationilor reținuți.

Datele din tabelul 30 arată că solurile cenușii molice arabile conțin în stratul arabil cca 2,5% de carbon total (*C – în continuare carbon*), adică cu 25-30% mai puțin decât în solurile cenușii molice native. În componența acestora, mai mult de 50% (51-53%) revin carbonului rezidului nehidrolizat (humusului inert), care în măsură extrem de mică influențează funcționarea ecosistemului solului.

Substanțelor humice „active” le revin 46-48%, lucru care denotă că procesul de humificare decurge în condiții de deficit pronunțat de resurse bioenergetice. Ca urmare, sistemul humic al solurilor este într-o stare de cvasiechilibru de condițiile pedofuncționale induse de agrogeneză și dispun de o capacitate mică de adaptare la modificările condițiilor de mediu.

În acest sens, atragem atenția că încadrarea solurilor în circuitul agricol nu a afectat conținutul total de carbon, acesta rămânând, practic, neschimbat.

În același timp însă, se atestă o sporire cu cca 3-4% a conținutului relativ de substanțe humice inerte (reziduu nehidrolizat).

Conținutul de acizi fulvici, practic, rămâne nemodificat. În schimb, conținutul de acizi huminici se reduce cu 3-4%. Aceasta ne permite să concludem că sporirea relativă a conținutului de reziduu nehidrolizat este din contul reducerii carbonului acizilor huminici, care, în condiții de insuficiență de resurse bioenergetice, au fost supuși mineralizării pentru asigurarea nutriției agrofitecenzelor.

Tabelul 30. Modificarea indicilor stării de humus a solului cenușiu molic în condiții de irigare [15]

Adâncimea, cm	C total, %	Conținut de carbon, %			$\frac{Cah}{Cat}$	C fracțiunii de acizi huminici, %		C reziduu nehidrolizat, %	Grad de humificare
		Ct	Cah	Cat		R ₂ O ₃ , %	Ca, %		
Sol neirigat									
0-5	2,49	$\frac{1,17}{47,0}$	$\frac{0,74}{29,7}$	$\frac{0,43}{17,3}$	1,7	14,9	85,1	$\frac{1,32}{53,0}$	30
5-10	2,51	$\frac{1,16}{46,2}$	$\frac{0,72}{28,7}$	$\frac{0,44}{17,5}$	1,6	13,19	86,1	$\frac{1,35}{53,8}$	29
10-20	2,50	$\frac{1,18}{47,2}$	$\frac{0,75}{30,0}$	$\frac{0,43}{17,2}$	1,7	17,3	82,7	$\frac{1,32}{52,8}$	30
20-30	2,45	$\frac{1,19}{48,6}$	$\frac{0,75}{30,6}$	$\frac{0,44}{18,0}$	1,7	16,0	84,0	$\frac{1,26}{51,4}$	31
Sol irigat									
0-5	2,51	$\frac{1,09}{43,6}$	$\frac{0,64}{25,5}$	$\frac{0,40}{17,9}$	1,4	26,6	73,4	$\frac{1,42}{56,6}$	25
5-10	2,50	$\frac{1,10}{44,0}$	$\frac{0,67}{26,8}$	$\frac{0,43}{17,2}$	1,6	23,9	76,1	$\frac{1,40}{56,0}$	27
10-20	2,48	$\frac{1,08}{43,5}$	$\frac{0,65}{26,2}$	$\frac{0,43}{17,3}$	1,5	27,7	72,3	$\frac{1,40}{56,5}$	26
20-30	2,41	$\frac{1,11}{46,1}$	$\frac{0,60}{27,4}$	$\frac{0,45}{18,7}$	1,5	22,7	77,3	$\frac{1,30}{53,9}$	25

Notă: C – carbon; Ct -carbon total; Cah – carbon activ huminic; Cat – carbon atmosferic.

IMPORTANT! Irigarea solurilor cenușii chiar și cu apă cu indici irigaționali favorabili, duce la intensificarea proceselor de mineralizare a humusului și degradarea unidirecționată a solurilor. Pentru evitarea/atenuarea acestui proces, sunt necesare măsuri de restabilire a resurselor bioenergetice în sol. În condiții de plantații multianuale, aceasta presupune:

- întreținerea solurilor în stare de ogor sideral în spațiile dintre rânduri;
- înierbarea spațiilor dintre rânduri cu încorporarea periodică a vegetației în sol și reînsămânțarea spațiilor dintre rânduri.



Fig. 71. Întreținerea solurilor în stare de ogor sideral în spațiile dintre rânduri



Fig. 72. Înierbarea spațiilor dintre rânduri cu încorporarea periodică a vegetației în sol

În condiții de agrofitecenoze de câmp, aceasta presupune încorporarea sistematică a resturilor vegetale în soluri, practicarea culturilor succesive și a ogorului sideral. Practicarea ultimelor două va contribui la reducerea până la 3-5 N (azot) s.a. necesar de a fi încorporat în sol per fiecare 1 t de resturi vegetale.

Modificări semnificative, induse de irigare, suferă indicii de schimb cationic, acestea fiind determinate de calitatea apei utilizate la irigare.

Apa utilizată pentru irigare (sursa de apă – lac de acumulare amenajat în segmentul superior al cursului râului Draghiște) se caracterizează cu conținut redus de săruri, care variază între 446-477 mg/l. Conținutul de clor variază în intervalul 1,76-2,36 ml/l și prezintă valori sub limita maximal admisibilă. Parametrii specificați denotă că apa pentru irigare nu implică riscul salinizării secundare. În același timp, coeficientul de adsorbție a sodiului (SAR) prezintă valori (1,2-1,5) sub pragul critic (3) și nu implică riscul solonțizării secundare.

În componența cationilor predomină ionul Mg^{2+} – „indicele magnezial” alcătuiește 66%.

Anume această particularitate a apei pentru irigare determină specificul evoluției solurilor cenușii molice în condiții de irigare cu apă cu indici irigaționali, preponderent, favorabili [15]. În acest context, irigarea cu aceasta implică defecări cantitative și calitative în componența soluției solului, manifestate în conținutul și chimismul sărurilor [15].

Cercetările autorului citat au arătat că, sub acțiunea apei de irigare, valorile rezidului uscat înregistrează o sporire de cca 2 ori – de la 0,022-0,025% în solul neirigat până la 0,040-0,059% în cel irigat (tabelul 31).

Cu referire la chimismul solurilor, cercetările menționate au arătat că acesta s-a modificat de la inofensiv (cu pondere de cca 65-75% a compușilor inofensivi $Ca(HCO_3)_2$ și $CaSO_4$) până la preponderent toxic cu pondere de cca 73-76% a sărurilor toxice – Na_2SO_4 , $Mg(HCO_3)_2$, $MgCl_2$.

Modificările specificate s-au răsfrânt asupra reacției soluției – aceasta, pe parcursul unei perioade scurte de irigare (5-7 ani), s-a modificat de la slab acidă (sol neirigat) la neutră (pH=7,05) și bazică (pH=7,85). În același timp, stratul arabil (0-30 cm) s-a diferențiat în 3 substraturi cu valori diferite de pH. Cu valori maxime se caracterizează segmentul superior al stratului arabil (pH=7,70-7,85).

Procesele specificate au dus la modificarea schimbului de cationi în sistem [soluția solului ↔ complexul adsorbțiv al solului].

Conform cercetărilor, conținutul mediu al cationului de calciu (Ca^{2+}) în solul neirigat alcătuiește 19,74 ml/100 g de sol, cel al magneziului (Mg^{2+}) – 3,82 ml/100 g, iar cel al sodiului (Na^+) – 0,52 ml/100 g de sol. Aciditatea hidrolitică variază în intervalul 3,39-4,02 ml/100 g de sol și se apreciază ca scăzută-moderată (tabelul 31).

Tabelul 31. Dinamica componenței soluției solului cenușiu molic în condiții de irigare [15]

Adâncimea, cm	Reziduuș uscat, %	pH	Conținutul ionilor, ml/100 g de sol						$\frac{Ca}{Mg}$	$\frac{Ca + Mg}{Na}$
			HCO_3^-	Cl ⁻	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+		
Sol neirigat										
0-5	0,022	6,90	0,09	0,05	0,19	0,22	0,07	0,04	3,1	7,2
5-10	0,022	6,65	0,09	0,03	0,20	0,22	0,06	0,04	3,7	7,0
10-20	0,025	6,75	0,10	0,06	0,20	0,27	0,05	0,04	5,4	8,0
20-30	0,022	6,28	0,08	0,06	0,19	0,22	0,07	0,04	3,1	7,2
Sol irigat 5 ani										
0-5	0,052	7,70	0,27	0,05	0,38	0,22	0,25	0,23	0,9	2,0
5-10	0,043	7,30	0,18	0,08	0,37	0,20	0,16	0,27	1,2	1,3
10-20	0,043	7,02	0,12	0,06	0,39	0,19	0,11	0,27	1,7	1,1
20-30	0,042	7,00	0,12	0,06	0,39	0,17	0,11	0,29	1,5	1,0
Sol irigat 6 ani										
0-5	0,054	7,85	0,38	0,08	0,31	0,20	0,22	0,35	0,9	1,2
5-10	0,050	7,45	0,30	0,06	0,30	0,16	0,20	0,30	0,8	1,2
10-20	0,042	7,35	0,24	0,05	0,30	0,16	0,16	0,27	1,0	1,2
20-30	0,042	7,35	0,24	0,05	0,31	0,14	0,14	0,27	1,6	1,0
Sol irigat 7 ani										
0-5	0,040	7,80	0,24	0,07	0,51	0,24	0,28	0,30	0,8	1,5
5-10	0,059	7,28	0,20	0,10	0,70	0,26	0,22	0,32	1,2	1,5
10-20	0,050	7,25	0,26	0,10	0,49	0,20	0,18	0,27	1,1	1,4
20-30	0,047	7,15	0,12	0,08	0,47	0,19	0,13	0,35	1,4	0,9

Prin valorile gradului de saturație cu baze (Gsb), ale cărui capacități variază în intervalul 86-88%, solul neirigat se încadrează în clasa solurilor mezobazice.

Irigarea cu „apă magnezială” implică procesul de decalcifiere a [CAS], care se manifestă în reducerea cu cca 2 ml/100 g de sol a conținutului mediu al cationului Ca^{2+} adsorbit.

Pe parcursul a 7 ani de irigație, conținutul mediu al cationului Mg^{2+} în complexul adsorbativ a sporit de la 3,86 până la 9,06 ml/100 g de sol.

Conform lui В.Е. Приходько, sporirea conținutului de magneziu (Mg^{2+}) în componența complexului adsorbativ al solului duce la sporirea gradului de hidrofilitate a silicei (SiO_2) și sescvioxizilor (R_2O_3), a căror acumulare provoacă dezvoltarea procesului de slitizare a stratului arabil.

În pofida faptului că SAR prezintă valori sub pragul critic ($\text{SAR}=1,2-1,5$), sporirea conținutului de Mg^{2+} în [CAS] favorizează reținerea intensivă a cationului de sodiu, încât pe parcursul unei perioade de irigare de doar 7 ani conținutul de sodiu să sporească până la 4-7% din suma cationilor reținuți. Prin valorile medii ale conținutului de Na^+ adsorbit, solul cenușiu molic irigat se înscrie în categoria celor moderat solonetzate. Aceasta confirmă cercetările noastre anterioare, care au arătat că magneziul, pe măsura sporirii valorilor pH, favorizează reținerea intensivă a sodiului în complexul adsorbativ manifestată în solonetzarea secundară sodică a solului.

„Alcalinizarea” complexului adsorbativ al solului determină reducerea accelerată a acidității hidrolitice de la 3,39-4,02 ml/100 g de sol până la 1,28-1,66 ml/100 g de sol și sporirea gradului de saturație cu baze de la 86-88% în solul neirigat până la 94-96% în cel irigat. Prin valorile Gsb, solul irigat se înscrie în clasa celor eubazice (față de mezobazic – solul neirigat).

În baza celor expuse, concludem că irigarea solurilor cenușii, chiar și cu apă cu indici irigaționali preponderent favorabili, duce la modificarea radicală a sensului și intensității proceselor tipogenetice și, respectiv, a funcțiilor și serviciilor eco/agroecosistemice.

Tabelul 32. Dinamica componenței cationilor reținuți ai solului cenușiu molic în condiții de irigare [15]

Adâncimea, cm	Componența cationilor reținuți							Ahl	Gsb	Is ml
	ml/100 g de sol			Suma	% din sumă					
	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+		Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+			
Sol neirigat										
0-5	20,09	3,26	0,45	23,80	84	14	2	3,44	87	28
5-10	19,14	4,31	0,54	23,99	80	18	2	3,39	88	28
10-20	19,62	3,98	0,55	24,15	81	16	3	3,88	86	28
20-30	20,12	3,73	0,54	24,39	82	15	3	4,02	86	27
Sol irigat 5 ani										
0-5	17,88	10,18	1,09	29,19	61	35	4	1,52	95	26
5-10	17,05	10,52	1,28	28,85	59	36	3	1,65	95	26
10-20	19,28	7,59	1,28	28,15	68	27	5	1,89	94	27
20-30	20,21	6,26	1,28	27,78	72	23	5	2,11	93	27
Sol irigat 6 ani										
0-5	17,76	10,44	1,28	29,48	60	35	5	1,36	96	25
5-10	17,99	10,53	1,28	29,80	60	35	5	1,44	95	25
10-20	17,92	10,66	1,55	30,13	59	35	6	1,62	95	25
20-30	17,79	8,99	1,46	30,24	65	30	5	1,97	94	26
Sol irigat 7 ani										
0-5	17,85	9,87	1,72	29,44	61	34	5	1,29	96	24
5-10	17,69	8,53	1,55	27,77	63	31	6	1,28	96	24
10-20	17,69	8,98	1,90	28,57	62	31	7	1,46	95	24
20-30	17,95	8,87	1,05	27,51	64	32	4	1,66	94	24

Notă: Ahl – aciditatea hidrolitică și Gsb – gradul de saturare cu baze

Prin valorile parametrilor chimici și fizico-chimici (pH, capacitate de schimb cationic, alcătuirea [CAS] și grad de saturare în baze), solul cenușiu molic irigat este în fază de progrese și corespunde cernoziomurilor levigate.

În același timp, prin parametrii chimici funcționali și bioenergetici (conținutul și alcătuirea humusului), acestea sunt în fază de regradare în sensul evoluției în soluri cenușii tipice.

Aceasta induce un dezechilibru eco/agroecosistemic-funcțional, manifestat în reducerea funcțiilor bioproductivă, producțională și reproductivă.

Aprofundarea acestuia poate determina degradarea accelerată a solurilor, cu sporirea semnificativă a cheltuielilor de producere.

Pentru restabilirea echilibrului pedofuncțional sunt necesare măsuri de sporire, laolaltă cu potențialul bioenergetic (descriș mai sus) a potențialului calcic prin administrarea de 3-5 t/ha de carbocalc o dată la 3-4 ani sau a 3 t/ha de preparate bioorganominerale îmbogățite cu calciu și alte microelemente o dată la 2-3 ani.

10.3. ANALIZA IMPACTULUI IRIGĂRII ASUPRA SOLURILOR CERNOZIOMOIDE SALINIZATE-SOLONEȚIZATE

Complexe de soluri cernoziomoide salinizate-solonețizate reprezintă combinații ale cernoziomurilor cu soluri cernoziomice formate în condiții specifice de landsaft în cadrul cărora se realizează intercalat procese tipogenetice cernoziomice (formarea-acumularea humusului, acumularea biogenă a elementelor chimice biofile, agregarea-structurarea masei solului) și procese tipogenetice holomorfe (salinizarea, alcalinizarea, solonețizarea, dezagregarea-destructurarea ș.a.).

Formarea și dezvoltarea acestora este determinată de condiții litologice specifice (prezența la adâncime mică sau chiar la suprafață a rocilor argiloase salifere de vârstă neogenă), drenajul natural intern nesatisfăcător determinat de alcătuirea granulometrică foarte fină manifestată în permeabilitatea extrem de mică pentru apă a solului și a rocilor subiacente, condițiile de relief care determină dezgolirea de suprafață a argilelor neogene ș.a.

O răspândire mai largă complexe de soluri cernoziomoide salinizate-solonețizate o au în cadrul Podișului Ciuluc-Soloneț din Câmpia de Stepă de Nord (raioanele administrative Sângerei, Telenești, Florești, Drochia, Glodeni, Fălești) și sunt formate pe depozite neogene samatice.

În cadrul Câmpiei de Sud sunt răspândite complexe de soluri cernoziomoide slab salinizate, puțin natrice, formate pe depozite neogene meotice slab humifere. În majoritatea cazurilor, acestea formează areale de la 1-2 până la 10-15 ha și mai mult impregnate în masivele agricole și reprezintă obiecte dificile, care implică mai multe probleme la includerea terenurilor în circuitul irigabil.

Conform multiplelor cercetări, complexe de soluri cernoziomoide salinizate-solonețizate se disting prin potențial bioproductiv sporit, provenit din specificul genezei acestora, determinat de alternarea, în timp, la scară pedologică a acestuia a proceselor cernoziomice și celor holomorfe.

În opinia noastră, în evoluția acestora se conturează clar două etape genetice distincte:

- a) cu predominarea proceselor cernoziomice (4700-2200 ani) în urmă în condiții de stepă mezofită (stepă umedă);
- b) de metamorfizare holomorfa determinată de fenomenul de xerofitizare-aridizare a stepelor, care s-a instaurat în spațiul pridanubian acum cca două mii de ani [60].

Cercetările au mai scos în evidență că ciclicitatea condițiilor climatice cauzează alternarea în timp a perioadelor de autoameliorare a acestora (în fazele cu climă mai umedă) cu intensitate mai mare a proceselor cernoziomice și celor de restabilire a însușirilor și regimurilor holomorfe în fazele climatice mai aride [27].

Fenomenele menționate se manifestă în procesele de supraumezire (mociarizare) a cernoziomurilor [26]. Cercetările desfășurate în condiții bioclimatice identice cu cele din cadrul Podișului Ciuluc-Soloneț, în cadrul cărora sunt concentrate complexe de soluri salinizate-solonețizate, au arătat irigarea ultimelor cu apă cu indici irigaționali favorabili pe fond de măsuri agroameliorative (arătură ameliorativă; arătură de defundare; încorporare de materie organică proaspătă în sol, fertilizare minerală); structură a culturilor și rotație a acestora adaptate la condițiile de landsaft în soluri; se instaurează procese de constituire a unui strat agrotehnic cu regimuri pedogenetice și însușiri care favorizează sporirea fertilității potențiale și efective a acestora [77].

Conform autorilor citați, irigarea contribuie la ameliorarea regimului hidrotermic, hidric, termic, de aerare, aerohidric).

În funcție de condițiile concrete de landsaft, irigarea duce la sporirea conținutului de apă în soluri cu 50-100%, iar umiditatea stratului de aer de la suprafața solului sporește cu 23-31%. Temperatura stratului periodic umezit, ca urmare a sporirii consumurilor energetice la evaporarea apei, este cu 8-11% mai mică decât în spațiile neirigate.

Condițiile hidrotermice și aerohidrice artificial create și întreținute contribuie la sporirea activității biologice a biotei solului pe parcursul întregii perioade de vegetație. Totodată, sporește sesizabil masa biotei solului și activitatea fermentativă în stratul agrogen-ameliorativ, care se manifestă în cvasiechilibrarea raportului dintre procesul de mineralizare și cel de humificare în cadrul procesului integral de descompunere-transformare-mineralizare-humificare a materiei organice proaspete.

În aceste condiții, în stratul agrogen-ameliorativ se instaurează un regim relativ, stabil al humusului (cu mici devieri în sens pozitiv sau negativ în funcție de condițiile bioclimatice ale anului), ameliorarea volumului și componenței circuitului biologic al elementelor chimice biofile manifestată în sporirea activității de acumulare biogenă a acestora [77].

Conform autorilor citați, în funcție de condițiile concrete de landsaft (inclusiv în funcție de gradul de erodare), conținutul de humus în stratul 0-30 cm variază în intervalul 2,6-3,8%, asigurarea cu azot mineral în intervalul scăzută-moderată, iar asigurarea cu forme accesibile ale fosforului și potasiului în intervalul relativ optimală-înaltă.

IMPORTANT! Irigarea cu apă cu conținut de săruri <1 g/l, dar cu indici irigaționali nefavorabili, precum și cu conținut de săruri 1-3 g/l (slab mineralizate) și >3 g/l (mineralizate) nepretabile pentru irigare, indiferent de chimismul sărurilor, duce la dezvoltarea intensivă în soluri a unui șir de procese cu impact nefavorabil asupra regimurilor și însușirilor solurilor (alcalinizarea), degradarea agrofizică (dezagregarea-destructurarea, compactarea-tasarea, degradarea spațiului poros, crustificarea-copertarea suprafeței solului), dehumificarea, agroepuizarea ș.a., care afectează grav masa și componența biotei solului și a cenzelor microbiene, în special, manifestată în perturbarea raportului optimal dintre diverse grupe de microorganisme.



Fig. 73. Salinizarea primară a solului datorită conținutului ridicat de săruri în sol



Fig. 74. Salinizarea secundară a solului produsă de apă la irigare prin picurare

Irigarea prin aspersiune pe parcursul unei perioade scurte de timp duce la ameliorarea regimului de umiditate și contribuie la sporirea numărului de fungi microscopici și al microorganismelor oligotrofe. În timp însă, în soluri se reduce semnificativ masa principalelor grupe eco-funcționale de microorganisme: eutrofice, oligotrofice, actinomicetelor. În același timp, se reduce activitatea fermentativă a stratului agrogen-ameliorativ. Nerespectarea tehnologiilor de irigare este factorul cu efect negativ maximal al degradării biologice.

În același timp, în soluri se restabilește o serie de procese care afectează funcționarea acestora la toate nivelele de organizare structural-funcțională [28, 79, 80].

Din numărul acestora la nivel ionic-molecular se intensifică procesele care duc la intensificarea alcalinității solului, cauzată de modificarea raportului $Ca^{2+}:Mg^{2+}$ și sporirea alcalinității toxice ($HCO_3^- - Ca^{2+}$) în soluția solului [78].

În acest sens s-a constatat că, în fazele primare, alcalinizarea este determinată de sporirea conținutului, relativ, al sărurilor bazice cu magneziul ($Mg(HCO_3)_2$) în soluția solului și precipitarea în sediment a carbonatului de calciu ($CaCO_3$), care este mai greu solubil decât $MgCO_3$.

Aceasta cauzează la modificarea raportului $Mg^{2+}:Ca^{2+}$ în favoarea magneziului și adsorbția mai intensivă a Mg^{2+} în complexul adsorbțiv, care decurge mai intensiv în condițiile când $Mg^{2+}:Ca^{2+} \geq 1,27$ și reacția slab alcalină ($pH=8,2-8,7$) este determinată de bicarbonatul de magneziu ($Mg(HCO_3)_2$).

Pe măsura sporirii valorilor pH în componența soluției solului, se modifică raportul $Na^+(Ca^{2+}+Mg^{2+})$ în favoarea sodiului, încât la valori $pH > 8,7$ în soluri se intensifică procesele de adsorbție a sodiului în [CAS].

În acest context, în intervalul de valori $pH=8,7-9,0$, magneziul favorizează procesul de solonețizare sodică, iar la valori $pH > 9,0$ solonețizarea este determinată de acțiunea intercalată, interdependentă și interdeterminată a sodiului și magneziului asupra complexului coloidal.

Cu referință la aceasta menționăm că Mg^+ se caracterizează cu un grad mai mare de hidrofilitate și, respectiv, de peptizare a coloizilor. În acest sens, considerăm că sodiul în intervalul de valori $pH=8,7-9,0$ contribuie la intensificarea efectelor induse de cationul de magneziu (Mg^{2+}).

În contextul celor menționate, cercetările noastre au arătat că alcalinizarea și intensificarea gradului de solonețizare demarează, deja, când alcalinitatea toxică ($HCO_3^- - Ca^{2+}$) depășește $0,7 \text{ ml}/100 \text{ g}$ de sol, iar conținutul de săruri în soluția solului alcătuiește $> 0,1\%$, cu ulterioara intensificare unidirecționată în condițiile când conținutul de săruri în soluția solului depășește $0,15\%$ [26]. Aceasta ne permite să considerăm că, la valori $pH > 9,0$, evoluția complexelor de soluri cernoziomoid de salinizate-solonețizate decurge în cadrul unui „model sodic” de evoluție, lucru care duce la implicarea procesului de „lesivaj sodic”, determinat de desalinizarea stratului ameliorat și alcalinizarea reziduală a soluției solului, cu adsorbția intensivă a cationului Na^+ în complexul adsorbțiv al solului, peptizarea și mobilizarea coloizilor organo-minerali și substanțelor humice, migrarea acestora și iluvierea în stratul subiacent. Procesul specificat este favorizat de alcătuirea, preponderent, smechit-montmorillonitică a fracțiunii fin dispersate și procesele de montmorillonizare a acesteia.

Procesele specificate duc la degradarea agrofizică intensivă, manifestată în supraumezirea terenurilor irigate și extinderea în spațiu a proceselor de metamorfizare hidro-halomorfă a cernoziomurilor. Ca urmare, productivitatea masivelor agricole se reduce cu până la $40-60\%$. Aceasta implică necesitatea instituirii unui sistem de monitorizare a stării de excitate a terenurilor agricole irigate și efectuarea periodică (o dată la $5-6$ ani) a unui complex de măsuri agro-, fito- și bioremediative adaptate la condițiile concrete de landsaft [26, 28].

10.4. APLICAREA IRIGĂRII ÎN CONDIȚII DE UMIDITATE INSUFICIENȚĂ

Măsurile pentru buna folosire a resurselor de apă în condiții de umiditate insuficientă prevăd, în primul rând, că fermierul trebuie să cunoască care sunt condițiile obișnuite de ploaie din zona în care folosește terenul, iar dacă știe că ploile sunt, de regulă, insuficiente, trebuie să folosească un sistem de agricultură corespunzător acestor condiții, adică să nu gândească să introducă culturi sau metode de cultură care ar putea aduce venituri mai mari în alte regiuni, dar nu se pot dezvolta acolo unde nu plouă suficient sau sunt resurse insuficiente de apă la irigare.

În acest context, fermierii necesită în mod obligator să întreprindă o serie de măsuri cu caracter general și specific, ce ar permite de a preveni, diminua și a minimaliza impactul negativ al insuficienței de umiditate asupra plantațiilor agricole, prin asigurarea:

1. Sistemului îmbunătățit de creștere a plantelor și metodelor de cultivare, prin introducerea de asolament și rotație a culturilor, cultivarea unui spectru mai mare de culturi, fapt ce ar permite de a reduce riscurile de producție și afectările de secetă, introducerea obligatorie în asolamente a plantelor leguminoase care fixează azotul din aer în sol;
2. Managementului integrat de protecție a plantelor de boli și dăunătorilor, prin utilizarea factorilor naturali pentru reglarea densității populațiilor de organisme dăunătoare;
3. Recoltării și valorificării în termene optime a producției după recoltare;
4. Managementului durabil al surselor de apă potabile și utilizate la irigare, prin aplicarea udărilor în baza bilanțului apei în sol, precipitațiilor și indicilor hidrofizici ai solului;
5. Mulcirii solului, cu resturi vegetale, polie de polietilenă și materiale nețesute;
6. Împăduririi și aranjamentelor agro-silvice și fitoameliorative, prin crearea sistemelor de fâșii de protecție în agrocenoze, coridoarelor verzi în zonele de protecție a râurilor și baziinelor acvatice și plantarea în cadrul fâșiiilor forestiere și pădurilor a speciilor de arbori și arbuști rezistenți la secetă.

10.5. CUM SE POATE FACE AGRICULTURĂ PE TERENURILE CU EXCES DE UMIDITATE DE SUPRAFAȚĂ?

Excesul temporar de umiditate de suprafață poate fi îndepărtat prin *lucrări agropedoameliorative*, prin care apa se scurge în perioadele umede și de exces.

O primă măsură este executarea unei *nivelări de exploatare*, menită să elimine micile denivelări existente pe teren, care pot împiedica scurgerea apei spre cursurile de apă naturale, permanente sau temporare, sau spre canalele de desecare. Nivelarea de exploatare este limitată la situații în care grosimea stratului de sol ce trebuie mișcat nu depășește 15-20 cm, în celelalte cazuri fiind necesară executarea unei nivelări capitale care are caracterul unei investiții de îmbunătățiri funciare. Nivelarea de exploatare se execută prin 4 treceri succesive, două de-a curmezișul parcelei și următoarele două pe latul și pe lungul acesteia. Lucrarea se execută înainte de pregătirea terenului pentru semănat, fie toamna, fie primăvara, după cultura ce urmează a fi folosită în acel an. Solul trebuie să fie bine uscat la suprafață. Nivelarea de exploatare se repetă anual sau la 2 ani o dată.



Fig. 75. Fondarea unui sistem de șanțuri nesistematice de scurgere a apelor de suprafață



Fig. 76. Întreținerea unui sistem de șanțuri nesistematice de scurgere a apelor de suprafață

Pe terenurile cu forme de relief adâncite, microdepresiuni, fără scurgere naturală, mai adânci, se execută *șanțuri și rigole nesistematice de scurgere*. Șanțurile de scurgere se amplasează pe direcția necesară pentru ca apa să se poată scurge spre văile de râuri sau canalele de desecare învecinate, iar lățimea lor nu trebuie să depășească 200 cm. Adâncimea rigolelor de scurgere nu trebuie să depășească 20 – 30 cm, ele putând astfel să fie traversate cu utilajele agricole și necesitând de aceea a fi refăcute anual. Adâncimea șanțurilor de scurgere poate fi ceva mai mare, până la 40 – 50 cm, în acest caz având caracter de mai lungă durată, anual fiind necesară doar corectarea lor.

În condiții de exces de umiditate mai puternic, se adaugă *amenajarea de șanțuri și rigole sistematice de scurgere*, care sunt paralele, amplasate la distanțe de 15 – 20 m, astfel orientate încât să asigure scurgerea apei spre cursurile de apă sau canalele de desecare respective. Adâncimea rigolelor de scurgere nu va depăși 15 – 20 cm, iar lungimea lor poate fi de 300 – 500 m.

1. Andrieș S., Rusu A., Donos A., Constantinov I. Managementul nutrienților, deșeurilor organice și protecția solului. Ediție PCPA – ACSA, Chișinău, 2005. 108 p.
2. Anuar: „Caracteristica hidrologică 2022”. Centrul hidrologic al SHS Serviciul, 2022. 92 p.
3. Al III-lea Raport Național privind implementarea convenției Națiunilor Unite pentru combaterea deșertificării în Republica Moldova. Boian Ilie și alții. Editura „Mediul Ambiant”, Chișinău, 2006, 39 p.
4. ACSA, Managementul riscurilor dezastrelor în Republica Moldova, Chișinău, 2007, 104 p.
5. Banca Mondială: Rezumat de țară – Schimbările climatice și agricultura, Noiembrie 2010, sursa www.worldbank.org/eca/climateandagriculture
6. Chandu S.N., Sibbarao N.V. and Prakash S.R. Suitability of groundwater for domestic and irrigational purposes in some parts of Jhansi District, U.P. *Bhujal News* 10 (1). 1995, p. 12–17
7. Codul funciar nr. 828 din 25.12.1991, Monitorul Oficial nr. 107 din 04.09.2001.
8. Codul de bune practici agricole. Proiectul PCPA. Chișinău, 2007, 99 p.
9. Eaton F.M. Significance of carbonates in irrigation waters. *Soil Science* (69). 1950, p. 123-134.
10. Fala Anatolie. Îndrumar pentru irigarea la scară mică. Proiectul Creșterii Producției Alimentare 2KR. Chișinău, 2005. 18 p.
11. Fala Anatolie. Regimuri și norme de irigare a culturilor cu valoare adăugată (legume, horticole și viței de vie): <http://www.irigare.md/imagini/Metode%20si%20tehnici%20de%20irigare.pdf>.
12. Fala Anatolie și alții, Managementul riscurilor dezastrelor și fenomenelor climatice adverse, Chișinău, 2014, 196 p.
13. Fala Anatolie și alții, Managementul durabil al terenurilor, Chișinău, 2015. 196 p.
14. FAO irrigation and drainage paper. Book 29 rev.1. Water quality/agriculture. Rome 1989, rev.1994.
15. Filipciuc, Vladimir și Rozloga Iurii. Pretabilitatea solurilor la irigare în Republica Moldova. IPAPS „Nicolae Dimo”. Știința în Nordul Republicii Moldova: realizări, probleme, perspective.
16. Filipciuc Vladimir. Pretabilitatea solurilor și apelor la irigație. In: Seceta și metode de minimalizare a consecințelor nefaste. Chișinău, 2007.
17. Filipov F., Teodorescu-Soare E. Pedologie agricolă. Universitatea de Științe Agricole și de Medicină Veterinară. Iași: Ion Ionescu de la Brad, 2001. 132 p.
18. Gavrilița A., Dăscălecu L., Irigarea tehnică și tehnologii moderne. Chișinău, 2005.
19. Gherciuc Ilie. Sisteme de irigare pentru legume și fructe (recomandări). CNFA-PDBA. Chișinău, 2008, 32 p.
20. Ghid climatic al Republicii Moldova (Ediția 1 / date pe termen lung). Serviciul Hidrometeorologic de Stat. Chișinău, 2023, 220 p.
21. Gumovschi A. Irigarea culturilor agricole. /Școala de câmp a fermierului, 2020. 40 p.
22. Hotărârea Guvernului cu privire la hotărele districtelor bazinelor și subbazinelor hidrografice și hărțile speciale în care sunt determinate. HG nr. 775 din 04.10.2013. Monitorul Oficial nr. 222-227 din 11.10.2013, art. nr. 880.
23. HG. Nr.1009 din 10.12.2014 cu privire la aprobarea Strategiei Republicii Moldova de adaptare la schimbarea climei până în anul 2020 și a Planului de acțiuni pentru implementarea acesteia.
24. HG. 808 din 07.10.2014 cu privire la aprobarea Planului național de acțiuni pentru implementarea Acordului de Asociere RM – UE în perioada 2014-2016.
25. HG. 301 din 24.04.2014 cu privire la aprobarea Strategiei de mediu pentru anii 2014-2023 și a Planului de acțiuni pentru implementarea acesteia.
26. Jugău Gheorghe și Leșanu Mihail. Reabilitarea ecologică a terenurilor agricole (ghid practic). UCIP IFAD, Chișinău: 2020, 200 p.
27. Jigău Gh., Tofan E. 2014, The agrogen evolution of chernozems under Prut and Dniester space (Republic of Moldova), *Scientific Papers, Series A., Agronomy*, Vol. Lvii, 2014, p. 31-35.
28. Jigău Gheorghe. Fizica și geneza solurilor. Chișinău, CEP USM, 2009, 164 p.
29. Legea apelor nr. 272 din 23.12.2011, Monitorul Oficial nr. 81, art nr: 264 din 26.04.2012.
30. Legea Republicii Moldova “Codul silvic”, Hotărârea Guvernului RM nr. 887 din 21.06.96.
31. Legea cu privire la resursele naturale. Chișinău, 6.II.1997, nr. 1102-XIII.

32. Legea cu privire la apa potabilă. Legea Republica Moldova nr. 272 , XIV din 10 februarie 1999 (Monitorul Oficial, 22 aprilie 1999, nr. 39-41)p. I, art. 167.
33. Legea nr. 171 din 09.07.2010 cu privire la Asociațiile Utilizatorilor de Apă pentru Irigații, publicată la 07.09.2010 în Monitorul Oficial nr. 160-162
34. Legislația ecologică a Republicii Moldova, Chișinău, 2001, 335 pag.
35. Levidow Les, Daniele Zaccaria, Rodrigo Maia, Eduardo Vivas, Mladen Todorovic, Alessandra Scardigno. Improving water-efficient irrigation: Prospects and difficulties of innovative practices. *Agricultural Water Management* 146 (2014) 84–94, www.elsevier.com/locate/agwat
36. Managementul Riscurilor Dezastrelor în Republica Moldova. ACSA și FAO 2007. 89 p.
37. Manual of Good Practices in Small Scale Irrigation in the Sahel. Ministry of Rural Development and National Director of Rural Engineering of Mali. January 2014. 192 p.
38. Metodologia privind identificarea, delimitarea și clasificarea corpurilor de apă. HG nr. 881 din 07.11.2013. Monitorul Oficial nr. 258- 261 din 15.11.2013.
39. Michalidis, A, Koutsouris A. and Nastis, 2011. Adoption of sustainable irrigation practices in water scarce areas. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 17 (No 5) 2011, 579-591
40. Strategia Națională de Dezvoltare „Moldova Europeană 2030”. Legea nr. 315 din 17.11.2022.
41. Overcenco Aureliu, Arhip Oxana și Traistă Radu. Irigarea culturilor agricole (ghid practic – ediție actualizată). Proiectul APM. Chișinău, 2021. 64 p.
42. Programul național de acțiuni pentru combaterea deșertificării. Chișinău, 2001, 41 p.
43. Programului național de adaptare la schimbările climatice pînă în anul 2030 și Planului de acțiuni pentru implementarea acestuia. [www. https://www.mediu.gov.md/ro/content/4192](http://www.mediu.gov.md/ro/content/4192)
44. Recomandări și îndrumări privind combaterea secetei. Ministerul Agriculturii și Alimentației al RM, Secția Agrară a AȘ RM, Chișinău, 1995, 140 p.
45. Regulamentul cu privire la folosința apelor subterane pentru irigarea prin picurare a terenurilor agricole ocupate cu culturi horticole. HG nr. 635 din 19.08.2020. Monitorul Oficial nr. 221-225 din 28.08.2020, art. nr.762.
46. Regulamentul Cadastrului de stat al apelor și abrogarea unei hotărâri de guvern. HG nr. 763 din 23.09.2013. Monitorul Oficial nr.213-215 din 27.09.2013, art. nr. 866.
47. Regulamentul-tip privind modul de constituire și de funcționare a Comitetului districtului bazinului hidrografic. HG nr. 867 din 01.11.2013. Monitorul Oficial nr. 252-257 din 08.11.2013, art. nr. 973.
48. Regulamentul privind procedura de elaborare și de revizuire a Planului de gestionare a districtului bazinului hidrografic. HG nr. 866 din 01.11.2013. Monitorul Oficial nr. 252-257 din 08.11.2013, art. nr.972.
49. Regulamentului cu privire la cerințele de calitate a mediului pentru apele de suprafață. HG nr. 890 din 12.11.2013. Monitorul Oficial nr. 262-267 din 22.11.2013, art. nr: 1006.
50. Regulamentul cu privire la monitorizarea și evidența sistematică a stării apelor de suprafață și a apelor subterane. HG nr. 932 din 20.11.2013. Monitorul Oficial nr.276-280 din 29.11.2013, art. nr.1038.
51. Regulamentul cu privire la cerințele de calitate a apelor subterane. HG nr. 931 din 20.11.2013. Monitorul Oficial Nr. 276-280 din 29.11.2013, art. nr: 1037.
52. Regulamentul cu privire la planificarea gestionării secetei. HG nr. 779 din 04.10.2013. Monitorul Oficial nr. 222 — 227 din 11.10.2013.
53. Regulamentul cu privire la condițiile de deversare a apelor uzate în corpurile de apă. HG nr. 802 din 09.10.2013. Monitorul Oficial nr. 234-247 din 01.11.2013.
54. Regulamentul privind evidența și raportarea apei folosite. HG nr. 835 din 29.10.2013. Monitorul Oficial nr. 234 — 247 din 01.11.2013.
55. Regulamentul cu privire la gestionarea riscurilor de inundații. HG nr. 887 din 11.11.2013. Monitorul Oficial nr. 258-261 din 15.11.2013
56. Regulamentul privind zonele de protecție sanitară a prizelor de apă. HG nr. 949 din 25.11.2013. Monitorul Oficial nr. 284-289 din 06.12.2013, art. 1060.
57. Regulamentul privind cerințele de colectare, epurare și deversare a apelor uzate în sistemul de canalizare și/sau în corpuri de apă pentru localitățile urbane și rurale. HG nr. 950 din 25.11.2013. Monitorul Oficial nr. 284-289 din 06.12.2013, art. nr: 1061.
58. Regulamentul privind modul de transmitere a sistemelor de irigare în folosință gratuită (comodat) către asociațiile utilizatorilor de apă pentru irigații, HG nr. 198 din 13.03.2013.

59. Resursele naturale și mediul Republicii Moldova pentru 2014. Biroul Național de Statistică din Republica Moldova. Chișinău 2014, 108 p.
60. Rusu C., Jigău Gh., Donisă I. Capitolul IV: Solurile Podișului Moldovenesc / Studii și cercetări în geștiințe. Editura Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, 2021. 300 p.
61. Schimbările climatice și agricultura în Republica Moldova: Rezumat pe țară. Banca Mondială. Noiembrie 2010. 48 p.
62. Schimbările climatice în Republica Moldova: Impactul socioeconomic și opțiunile de politici pentru adaptare. Raportul național de dezvoltare umană în Moldova 2009 – 2010. PNUD 2009. 248 p.
63. Seceta și metode de minimalizare a consecințelor nefaste. Academia de Științe a Moldovei, Chișinău 2007, 29 p.
64. Small-scale irrigation situation analysis and capacity needs assessment in Ethiopia. Ministry of Agriculture and Natural Resources Management Directorate. Addis Ababa, Ethiopia, October 2011. 32 p.
65. Shock C., Wang F., Flock R., Feibert E. and Pereira A. Irrigation Monitoring Using Soil Water Tension. Malheur Experiment Station, Oregon State University: Sustainable agriculture techniques. March 2013, 9 p.
66. Strategia națională și Planul de acțiune în domeniul conservării diversității biologice. Chișinău: Știința, 2002, 105 p.
67. Strategia națională de atenuare a riscurilor naturale și de schimbare a climei (SNARC), BCI 2008
68. Strategia națională de adaptare la schimbările climatice pentru Republica Moldova. Ministerul Mediului, 2011, 80 p.
69. Strategia națională de mediu a Republicii Moldova 2013-2023, Ministerul Mediului, 2013, 85 p.
70. Strategia națională dezvoltare agricolă și rurală a Republicii Moldova pentru anii 2023 – 2030. HG nr. 409 din 04.06.2014, publicată la 10.06.2014 în Monitorul Oficial nr. 152.
71. Strategia națională de dezvoltare a sectorului de irigare 2021-2030. Hotărârea Parlamentului Nr. HP122/2020 din 09.07.2020. 233 p.
72. Ungureanu V., Cerbari V., Practici agricole prietenoase mediului. PCPA/ACSA, Chișinău, 2006.
73. Ungureanu V., Prisăcari A., Ghidul bunelor practici agricole. ACSA 2004. 44 p.
74. Ursu Andrei. Solurile Moldovei. Editura Academica 2011, 324 p.
75. Wilcox L.V. Classification and Use of Irrigation Water. US Department of Agriculture, Circular 969, Washington DC. 1955.
76. Антипов-Каратаев И.Н., Кадер Г.М. К мелиоративной оценке поливной воды, имеющей щелочную реакцию. „Почвоведение”, В 3, 1961, с. 60-65.
77. Балюк С.А. и др., 2009. Руководство по управлению засоленными почвами. План реализации Евразийского почвенного партнерства., ФАО 2017, 153 с.
78. Жигэу Г., Геохимия почв содового засоления Молдавии. Дисс. на соиск. уч. степени канд. биол. наук. Москва, 1983, 349 с.
79. Жигэу Г. (2014), Почвенно-генетические и экологические условия орошения черноземов Молдовы. Lider-Agro, nr. 8 (46) / 2014, с. 18-21.
80. Жигэу Г. Принципы и опыт управления режимом влажности черноземов. Lider-Agro, nr. 5 (31) / 2013, с. 14-16
81. Круппеников И.А. Почвы Молдавии. Кишинев: Штиинца, 1985, 176 с.
82. Режим орошения, способы и техника полива овощных и бахчевых культур в различных зонах РФ (руководство). РАСХН. Россельхозакадемия, 2010. Москва, 2010. 84 p.

