

Konstrukció azonosító: RRF-4.2.1-23-2023-00001

„Fenntartható mezőgazdasági vízgazdálkodás a gyakorlatban tématerületű képzések szervezése és lebonyolítása az RRF-4.2.1-23-2023-00001 azonosítószámú projekthez kapcsolódóan az Agrárminisztérium részére”

Az öntözővíz minőségének szerepe a fenntartható mezőgazdaságban

Kiss János
Mérnök
kiss.janos@uni-nke.hu



Tartalom

- Öntözővizek forrásai, egyedi jellemzői
- Öntözővizek fizikai és kémiai tulajdonságai
- Öntözővizek minősítése hazai és nemzetközi módszerekkel

Magyarországi helyzetkép: öntözéses területek, vízhiány, vízhasználati engedélyezés röviden

Az öntözés szerepe Magyarországon

- Magyarország európai viszonylatban is vízben gazdag ország, ugyanakkor az öntözéses mezőgazdaság aránya alacsony.
- A mezőgazdasági területek összesen kb. 5 millió hektárt tesznek ki, ebből → csak 120–130 ezer hektáron történik rendszeres öntözés.
- A potenciál azonban ennek legalább a tízszerese lenne – a vízkészletek és a domborzati adottságok alapján kb. 1,2–1,4 millió hektár lenne öntözhető.



Magyarországi helyzetkép: öntözéses területek, vízhiány, vízhasználati engedélyezés röviden

A vízhiány és a klímaváltozás hatásai

- Az utóbbi 20 évben a **csapadékeloszlás egyre szélsőséesebb**:
- Gyakoribb aszályos időszakok (különösen az Alföldön),
- A vegetációs időszakban csökken a csapadék mennyisége,
- Hőmérséklet-emelkedés → fokozott **evapotranszspiráció**, tehát nagyobb a vízigény.
- Az **aszályindex (Pálfai-féle aszályindex - PAI)** értékei az utóbbi években rendre meghaladják a kritikus szintet (8,0 - +10,0) – különösen a Tisza–Maros köze, a Duna–Tisza köze és a Hajdúság térségében.
- A **2022-es aszály** (amit az OMSZ is kiemelten súlyosnak minősített) kb. **1 millió hektár mezőgazdasági területet** érintett terméskieséssel.



 A PAI kiszámítása (egyszerűsítve):

$$PAI = \sum_{i=4}^9 \frac{(T_i - 10)}{P_i}$$

ahol:

- T_i = az adott hónap (áprilistól szeptemberig) átlaghőmérséklete [°C],
- P_i = az adott hónap csapadékmennyisége [mm].

A képletet többféle súlyozással is alkalmazzák, de a lényeg: **magas hőmérséklet + kevés csapadék → magasabb PAI**, azaz súlyosabb aszály.

Magyarországi helyzetkép: öntözéses területek, vízhiány, vízhasználati engedélyezés röviden

Öntözővíz-források és infrastruktúra

- Magyarországon a mezőgazdasági öntözővíz forrásai jellemzően:
- **Felszíni vizek (kb. 80%)** – főként a Tisza, Duna és mellékfolyóik csatornahálózata.
- **Felszín alatti vizek (kb. 20%)** – sekély kutak, főként kisebb üzemeknél.
- Az **öntözőművek hálózata** jellemzően a 1960–1980-as években épült, sok helyen **felújításra, korszerűsítésre** szorul.
- Az utóbbi években az **öntözésfejlesztési pályázatok** (pl. VP2-4.1.4-16, Öntözésfejlesztési Terv) révén növekedett az öntözött terület, de még mindig **infrastrukturális és adminisztratív korlátok** jellemzik a rendszert.



Magyarországi helyzetkép: öntözéses területek, vízhiány, vízhasználati engedélyezés röviden

Összefoglaló gondolat

Magyarország nem vízhiányos ország, de a víz **időben és térben rosszul elosztott**.

Az öntözés nem luxus, hanem **a klímaváltozásra adott kényszerű válasz**, amely csak akkor fenntartható, ha

- a vízforrás minősége megfelelő,
- a vízhasználat engedélyezése szabályos,
- és a gazdálkodók tudatosan, mérésekre alapozva használják az erőforrást.



Az öntözővíz lehetséges forrásai

Az öntözővíz lehetséges forrásai

Felszíni vizek

- **Leggyakoribb öntözővíz-forrás**, hazánkban az öntözések kb. **80%-a** innen származik.
- Ide tartoznak:
 - **Folyók** (Tisza, Duna, Körösök, Maros, Zagyva stb.)
 - **Csatornák és mesterséges víztestek** (pl. Keleti-főcsatorna, Kiskörei-tározó, Hortobágy-Berettyó rendszer)
 - **Tavak és tározók** (pl. Tisza-tó, kisebb víztározók a vízvisszatartás céljából)



Az öntözővíz lehetséges forrásai

Előnyök

- Könnyen hozzáférhető vízkészlet, megfelelő vízhozam(?)
- Legtöbbször kisebb beruházási költség, amennyiben elérhető csatornahálózat.



Hátrányok

- Változó vízminőség: a csapadék, hordalék és szennyezések (pl. tápanyagterhelés, algásodás) szezonális változás
- Mikrobiológiai kockázatok: különösen segély, lassú áramlású vagy eutrofizálódó víztestek esetén
- Időszakos vízhiány: aszályos időszakban az elérhető vízhozam korlátozott lehet



Az öntözővíz lehetséges forrásai

Felszín alatti vizek

- **Kútvezek, sekély rétegű talajvizek, illetve mélyfúrású rétegvezek.**
- Az öntözőkutak általában 20–150 m mélyek, vízáadó réteg függvényében.
- Jellemző paraméterek:
 - pH: 7 – 8,5
 - EC 500 – 2000 uS/cm
 - Magasabb Ca és Mg koncentráció
 - Nátrium, klorid, bór tartalom – szikeszedés veszélye, fitotoxicitás



Az öntözővíz lehetséges forrásai

Előnyök

- Általánosan jobb és állandóbb vízminőség (rétegvizek esetén akár ivóvíz minőség)
- Nagyságrendekkel kisebb mikrobiológiai terhelés



Hátrányok

- Magasabb sótartalom – Alföldi területeken magasabb nátrium, klorid és hidrogénkarbonát jelenlét
- Mélyebb rétegvizek elérése vízjogi engedélyhez kötött, túlhasználata komoly probléma lehet
- A víz hőmérséklet nyári időszakban jelentősen alacsonyabb mint a környezeti hőmérséklet, egyes kultúrák esetén átmeneti stresszt okozhat



Az öntözővíz lehetséges forrásai

Speciális, alternatív öntözővíz-források

- Tisztított szennyvíz (reclaimed water)Egyre nagyobb szerepet kap a vízhiányos régiókban.
- Forrásai: települési szennyvíztisztítók másodlagos/tercier tisztított vize.
- Kockázatok: mikrobiológiai és vegyi szennyezők (baktériumok, gyógyszermaradványok, nehézfémek)
- Előnye: tápanyagdús (N, P), tehát trágyázási potenciált is hordoz.
- Használat feltétele: minősítési előírások (EU 2020/741 rendelet – újrafelhasználási standardok).



Az öntözővíz lehetséges forrásai

Speciális, alternatív öntözővíz-források

- Csapadékvíz-visszatartás, tározás
- Helyi gyűjtés (pl. tanyaudvarokon, gazdaságokban) → mikrotározók.
- Segíti a klímaadaptációt, csökkenti a vízlefolyást és a villámárvizek hatását.
- Jellemzően lágy víz, alacsony sótartalommal, de mikrobiológiai vizsgálat ajánlott.



Az öntözővíz lehetséges forrásai

Speciális, alternatív öntözővíz-források

- Vízvízsaforogtatás zárt rendszerben Pl. üvegházi, hidropóniás termesztésben: a lecsorgó öntözővíz visszagyűjtése, szűrése, fertőtlenítése (UV, ózon, klór).
- Fenntartható és költséghatékony megoldás, ha a vízminőség kontrollált.

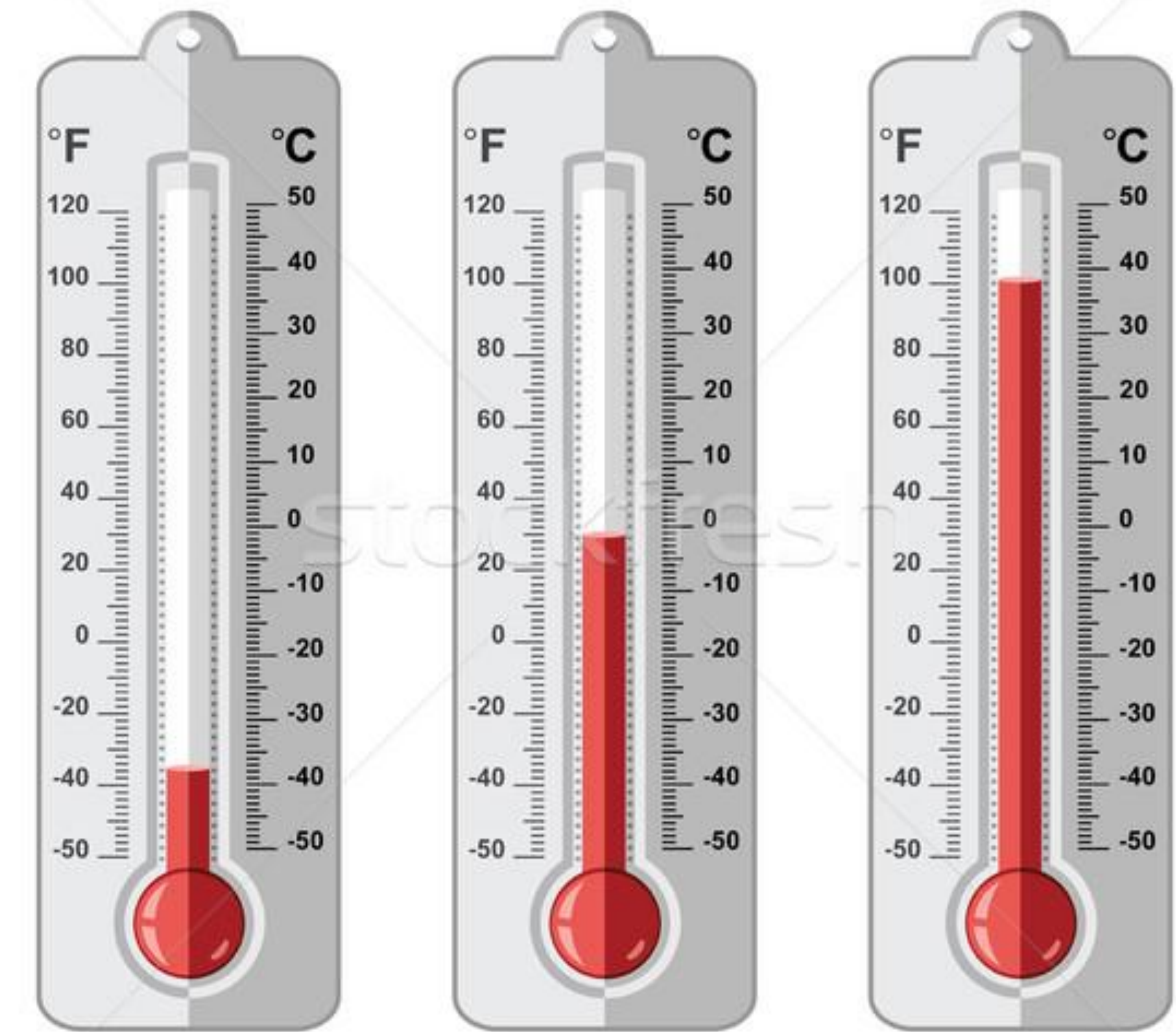


Az öntözővíz legfontosabb fizikai-kémiai jellemzői

Az öntözővíz legfontosabb fizikai-kémiai jellemzői

A víz hőmérséklete meghatározza a növény fiziológiai reakcióit.

- Túl hideg öntözővíz → a gyökérzóna hirtelen lehűlése, ozmotikus stressz, átmeneti vízfelvételi zavar.
- Túl meleg víz → fokozott párolgás, perzselés veszélye (különösen lomböntözésnél).
- A felszín alatti vizek általában 10–14 °C-osak, ami palántanevelésnél problémás lehet.
 - Célszerű kisméretű puffer-tározóban előmelegíteni a kútvizet, mielőtt a növényekre kerül.



Az öntözővíz legfontosabb fizikai-kémiai jellemzői

A víz lebegőanyag tartalma, zavarossága, színe

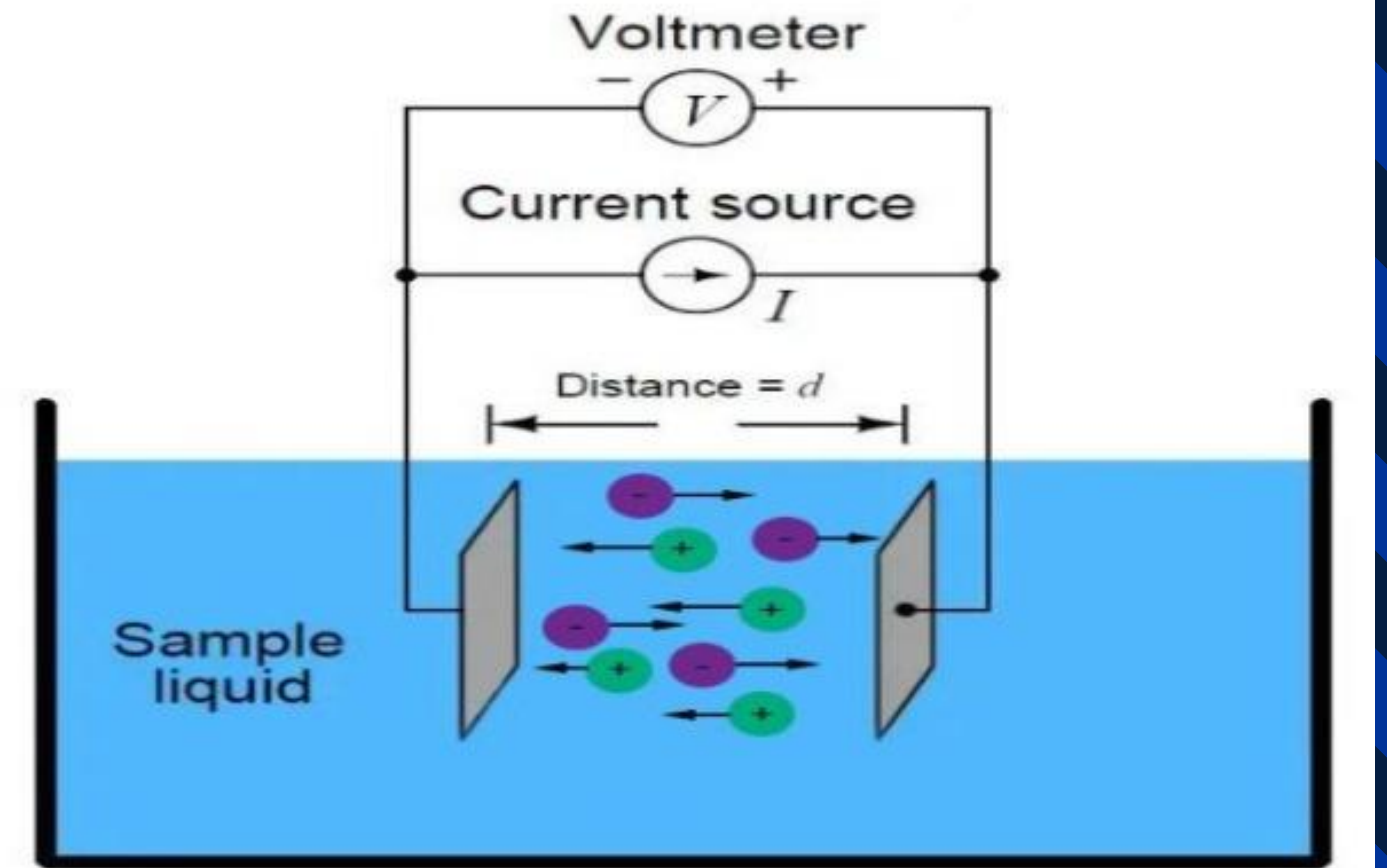
- Mechanikai szennyezők: homok, iszap, szerves törmelék.
- Főként öntözéstechnikai problémát okoznak:
 - Csepegtető rendszerekben eltömődés, egyenetlen vízeloszlás.
Szórófejeknél nyomásveszteség.
 - A lebegőanyagok a talaj felszínén kéregképződést is előidézhetnek, ami rontja a levegőzést és a vízbefogadást.
- Nagy zavarosság esetén ülepítő medence vagy többlépcsős szűrés javasolt.
- A víz színe információt ad a szerves anyag-, algatartalomról.
- Zöldes szín → algásodás → eltömődés és mikrobiológiai kockázat (pl. patogén spórák).
- Barna vagy sárgás víz → huminsavak jelenléte, általában természetes eredetű, de növelheti a víz oxigénigényét.
- Erősen színezett víz → fokozott szűrési és fertőtlenítési igény.



Az öntözővíz legfontosabb fizikai-kémiai jellemzői

Elektromos vezetőképesség (EC) vagy fajlagos vezetőképesség

- A víz összes oldott sótartalmát jelzi.
- Magas EC \rightarrow ozmotikus nyomás nő, a növények több energiát használnak a víz felvételére.
- Eredmény: lassabb növekedés, csökkenő hozam, levélperzselés, talajszikesedés hosszú távon.
- Különösen érzékenyek: zöldségnövények, eper, paprika, uborka.
- A szikesedésre hajlamos talajokon az EC-t $700 \mu\text{S}/\text{cm}$ alatt célszerű tartani.



Az öntözővíz legfontosabb fizikai-kémiai jellemzői

Hatáscsoport	Fő fizikai paraméterek	Következmény
Növényfiziológiai hatás	Hőmérséklet, EC, oxigéntartalom	Vízfelvétel, anyagcsere, stressztűrés
Talajfizikai hatás	Levegőanyag, zavarosság, oxigén	Talaj levegőzése, vízáteresztés, kéregképződés
Technológiai hatás	Zavarosság, üledék, szín	Öntözőrendszer eltömődése, karbantartási igény növekedése
Minőségi hatás	Szag, szín, hőmérséklet-ingadozás	Kórokozók, algák megtelepedése, mikrobiális szaporodás



Az öntözővíz legfontosabb fizikai-kémiai jellemzői

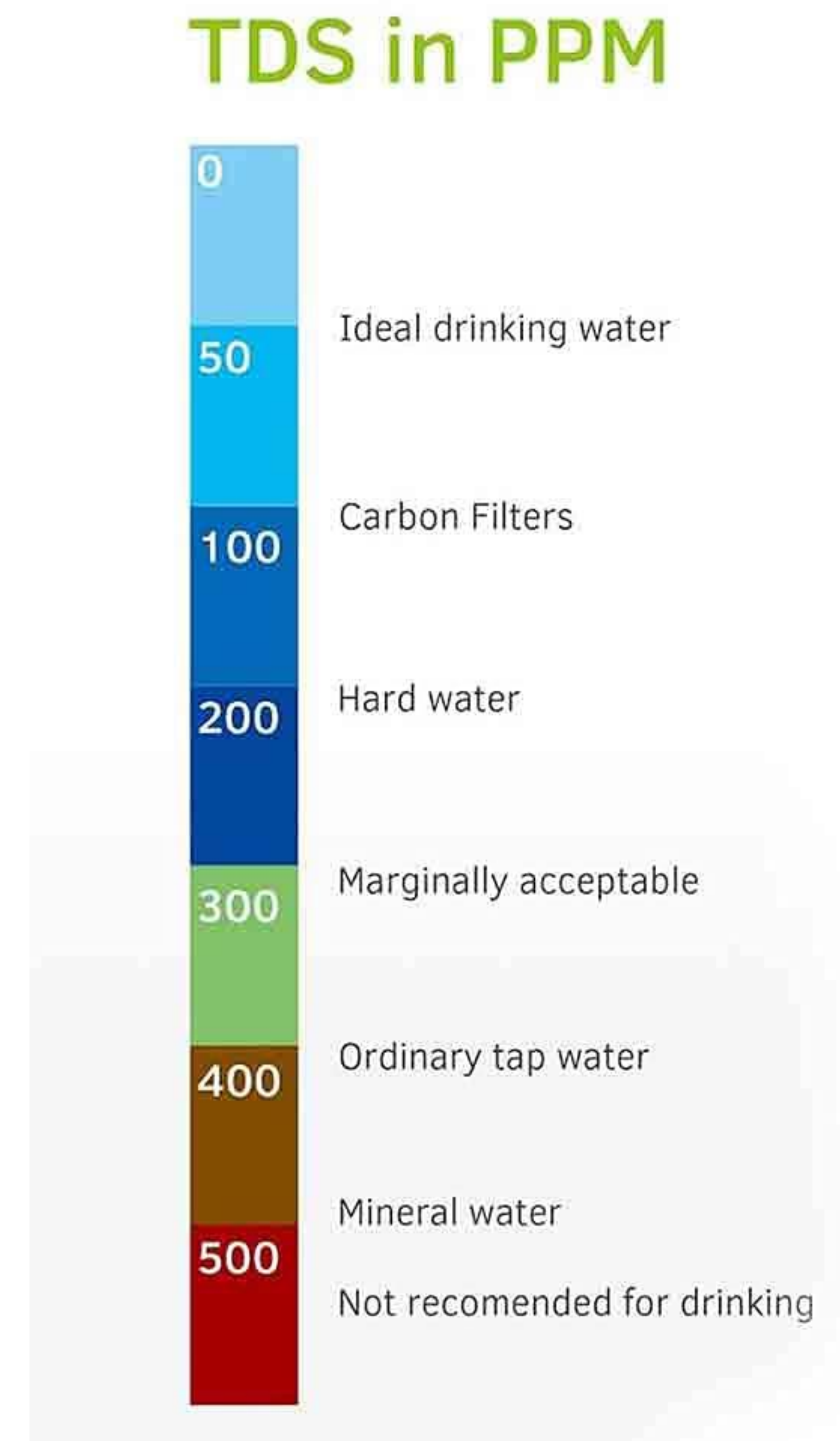
- A pH irányítja az ionok viselkedését: oldhatóság, csapadékképződés, tápanyagfelvétel.
- Savas víz ($\text{pH} < 6$): Fokozza a fémionok (Fe, Mn) oldódását → csővezeték-korrózió, barna lerakódás.
- Növeli egyes nehézfémek biológiai hozzáférhetőségét (toxicitásveszély).
- Lúgos víz ($\text{pH} > 8$): A Ca^{2+} és Mg^{2+} kiválik karbonát formájában, ezzel nő a szűrők eltömődésének kockázata.
- Csökkenti a mikroelemek (Fe, Zn, Mn, Cu) felvehetőségét → növényi hiánytünetek (sárgulás, klorózis)
- Optimális pH: 6,5–8,0 – a legtöbb növény és talajtípus számára megfelelő kompromisszum.

pH Scale - Universal Indicator Colours

<div>Increasingly acidic</div> <div>↑</div> <div>Neutral</div> <div>↓</div> <div>Increasingly alkaline</div>	pH	Example
	0	Battery acid
	1	Gastric acid
	2	Lemon juice
	3	Apple juice
	4	Tomato juice
	5	Black Coffee
	6	Milk
	7	Water
	8	Egg
	9	Baking Soda
	10	Milk of Magnesia
	11	Ammonia solution
	12	Soap
	13	Bleach
	14	Drain cleaner

Az öntözővíz legfontosabb fizikai-kémiai jellemzői

- Sókoncentráció – EC és TDS – Total Dissolved Solids
- A teljes sótartalom határozza meg az ozmotikus nyomást a talajoldatban
- Magas sótartalom → a növény nehezebben vesz fel vizet, hiába van elegendő nedvesség.
- Hosszú távon szikesedést okoz: A talaj kationösszetétele megváltozik (Na^+ felhalmozódik).
- A szerkezet szétesik, tömörödés, vízállás, cserepesedés alakul ki.
- Érzékeny kultúrák: bab, borsó, uborka, eper, hagymafélék.
- Tűrőbbek: árpa, búza, cirok, lucerna, cukorrépa.



Az öntözővíz legfontosabb fizikai-kémiai jellemzői

- Nátrium – kalcium és magnézium arány SAR érték
- A Na^+ dominanciája rontja a talajszerkezetet → a kolloidok szétesnek, a pórusok eltömődnek
- Ennek jellemzésére használjuk a Sodium Adsorption Ratio-t

$$\bullet \quad SAR = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}}{2}}}$$

- $SAR < 3$: nincs probléma
- $SAR \ 3\text{--}9$: figyelmeztető szint (sóérzékeny növényeknél már káros)
- $SAR > 9$: súlyos szerkezetromlás, vízáteresztés csökken.
- Gyakorlati megoldás: meszezés (CaCO_3 , gipsz), kalciumbevitel a talajba.



Az öntözővíz legfontosabb fizikai-kémiai jellemzői

Klorid (Cl^-) és szulfát (SO_4^{2-})

- A kloridion már 200–300 mg/L felett fitotoxikus:
- Levélszél-perzselés, klorózis, csökkenő hozam.
- Főleg levélöntözésnél veszélyes (pl. fóliás zöldségtermesztés).
- A szulfát szintén növeli az összes sótartalmat, de kevésbé toxikus – viszont kesernyés ízt ad a víznek és növeli a talaj sóterhelését.

Bikarbonát (HCO_3^-) és karbonát (CO_3^{2-})

- Magas bikarbonátszint \rightarrow vízkeménység, karbonátos lerakódások az öntözőrendszerben.
- Talajban lúgosodást okoz: a Ca^{2+} kiválása miatt a Na^+ relatív aránya nő \rightarrow szikesedés.
- Lúgos öntözővíznél pH-beállítás (savazás, savanyítás) javasolt (pl. kénsav, foszforsav adagolással)

Az öntözővíz legfontosabb fizikai-kémiai jellemzői

Tápanyagionok: nitrát, ammónium, foszfát

- Kis koncentrációban hasznosak, hiszen tápanyagot jelentenek (N, P).
- Ugyanakkor túlzott mennyiségük eutrofizációt okoz a tározókban, és talajsavasodást idézhet elő.
- A nitrát különösen mozgékony, kimosódási veszteség nagy → figyelni kell a koncentrációra, különösen nitrátérzékeny területeken.

Mikroelemek és nehézfémek

- A vas (Fe) és mangán (Mn) a levegővel érintkezve kicsapódik → vöröses-barna üledék → fűvóka-eltömődés.
- Nehézfémek (Cd, Pb, Zn, Cu, Cr): elsősorban ipari vagy kommunális szennyezésből származhatnak.
- Hosszú távon talaj- és élelmiszerszennyezést okozhatnak, ezért szigorú határértékek vonatkoznak rájuk (MSZ 21470/50 szerint).

Az öntözővíz legfontosabb fizikai-kémiai jellemzői

Hatáscsoport	Kiemelt paraméterek	Következmény / Jelenség
Ozmózis és növényi vízfelvétel	EC, TDS, Na ⁺ , Cl ⁻	Növekedéscsökkenés, hozamvesztés
Talajszerkezet	Na ⁺ , SAR, HCO ₃ ⁻	Szikesedés, vízáteresztés-csökkenés
Tápanyag-hasznosulás	pH, Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻	Mikroelem-hiány, tápanyag-kiválás
Technológiai hatás	Fe, Mn, HCO ₃ ⁻	Lerakódások, csődugulás, karbantartási igény
Fitotoxicitás	Cl ⁻ , B, nehézfémek	Levélpérszelés, növényi stressz



Az öntözővíz minősítésének lehetőségei

Az öntözővizek minősítésének módszerei

Az öntözővíz nem csupán „víz”, hanem **kémiai oldat**, amely közvetlenül hat:

- A talaj fizikai-kémiai tulajdonságaira
 - A növény tápanyagfelvételére és vízfelvételére
 - Az öntözőberendezések működésére
-
- A minősítés célja → annak megállapítása, hogy az adott víz milyen mértékben alkalmas öntözésre egy konkrét **növény–talaj–technológia** kombinációban.
 - A vizsgálat és minősítés alapja:
 - Laboratóriumi elemzés (ionösszetétel, EC, pH, SAR stb.)
 - Szabványosított minősítési kategóriák alkalmazása (pl. MSZ 21470/50)
 - Nemzetközi ajánlások (pl. FAO – Ayers & Westcot, 1985).



Az öntözővizek minősítésének módszerei – Hazai minősítési rendszer

- A magyar szabvány (MSZ 21470/50:1983) a FAO-rendszerhez hasonló logikát követ, de kiegészíti hazai talaj- és növénykultúra-specifikus korlátokkal.
- A minősítéshez a víz laborvizsgálatából az alábbi fő paramétereket kell megadni:
- Kötelező vizsgálati paraméterek:
 - pH
 - EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
 - Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} , K^{+} , HCO_3^{-} , Cl^{-} , SO_4^{2-}
 - SAR
 - Nitrát, foszfát, bór, vas, mangán
 - Esetenként mikrobiológiai paraméterek (ha felszíni víz az öntözővíz)
- A vízjogi engedélyezés során a laboratóriumi vizsgálati jegyzőkönyvet a kérelmezőnek csatolnia kell, és a minősítés eredménye alapján dönt a hatóság (általában a Katasztrófavédelem vízügyi hatósági osztálya) az engedélyezésről.
- Tisza-menti felszíni víz:
 - $\text{EC} \approx 600 \mu\text{S}/\text{cm}$, $\text{SAR} \approx 1,5 \rightarrow$ I. kategória (jó)
 - Korlátlanul használható öntözésre, minden növényre.
- Alföldi sekély kútvíz:
 - $\text{EC} \approx 1\,900 \mu\text{S}/\text{cm}$, $\text{SAR} \approx 5,0 \rightarrow$ II–III. kategória (közepes–gyenge)
 - Csak sótűrő növények (lucerna, árpa, cirok), jó vízlevezetésű talajon.
- Szikes területi víz (Békés megye):
 - $\text{EC} \approx 3\,100 \mu\text{S}/\text{cm}$, $\text{SAR} \approx 10,8 \rightarrow$ IV. kategória (rossz)
 - Öntözésre nem alkalmas, javítás (meszezés, vízkezelés) nélkül tilos használni.

Az öntözővizek minősítésének módszerei – Hazai minősítési rendszer

A víz ezek alapján kerül négy minőségi kategóriába:

Kategória	EC (μS/cm)	SAR	Felhasználhatóság	Megjegyzés
I. (jó)	< 700	< 3	Öntözésre korlátozás nélkül alkalmas	Kiváló vízminőség
II. (közepes)	700–2000	3–9	Korlátozottan alkalmas – jó vízlevezetésű talajon	Mérsékelt sóhatás
III. (gyenge)	2000–3000	9–12	Csak javított (meszezett, gipszezett) talajon	Szikesedésveszély
IV. (rossz)	> 3000	> 12	Öntözésre nem javasolt	Nagy só- és nátriumterhelés

Az öntözővizek minősítésének módszerei – Nemzetközi minősítési rendszer FAO

- A FAO (Food and Agriculture Organization) 1985-ben adta ki az egyik legfontosabb irányelvet → “Water Quality for Agriculture” (Ayers & Westcot).
- Ez a dokumentum azóta is a világszerte alkalmazott szabványos szemlélet az öntözővíz minősítésére.
- A célja nem pusztán a vízminőség leírása, hanem annak meghatározása, mekkora kockázatot jelent az adott víz hosszú távon a talajra és a növényekre nézve.
- A FAO három fő szempont mentén értékeli az öntözővizet:
 - Sóhatás (Salinity hazard) – EC érték alapján (C1 – C4)
 - Nátriumhatás (Sodicity hazard) – SAR alapján (S1 – S4)
 - Specifikus ionhatás (Specific ion toxicity) – Klorid, nátrium, bór, nitrát mennyiség
- Mindhárom szempont külön-külön, de egymással összefüggésben határozza meg, hogy a víz milyen kategóriába sorolható.



Az öntözővizek minősítésének módszerei – Hazai minősítési rendszer

FAO-kategória kombináció	Jellemzés	Ajánlás
C1–S1	Kiváló minőségű víz	Minden kultúrára, korlátozás nélkül
C2–S1	Jó minőség	Kisebb kockázat, főként érzékeny növényeknél figyelni kell
C2–S2 / C3–S1	Mérsékelt kockázat	Jó vízlevezetésű talaj, sótüdő növény
C3–S2 vagy rosszabb	Magas kockázat	Csak javított talajon, rendszeres talajvizsgálattal
C4–S3 / C4–S4	Nagyon magas kockázat	Öntözésre nem javasolt

Összefoglalva

- **Az öntözés több mint egyszerű vízpótlás**
 - A víz minősége, mennyisége és kezelése együtt határozza meg a hozamot és a talaj egészségét.
 - A rossz vízminőség szikesedéshez, tápanyag-veszteséghez, szerkezetromláshoz vezethet.
- **A kulcsparaméterek alapvetően befolyásolják az öntözővíz minőségét – minősítését**
 - pH: befolyásolja a tápanyagok oldhatóságát
 - EC: a sóterhelés mértéke
 - SAR: a nátrium okozta szerkezetkárosodás kockázata
 - NO_3^- , Fe, Mn: kémiai és mikrobiológiai problémák forrásai lehetnek.
- **Megfelelő vízkezeléssel és technológiával a siker kézzelfogható**
 - Szűrés, pH-korrekció, gipsz, UV vagy klóros fertőtlenítés
 - Precíziós, szenzorvezérelt rendszerek = **vízta**karékosság és **stabil hozam**.

A vízmennyiség önmagában kevés...

Az öntözés valódi sikerét a vízminőséggel együtt érjük el

Köszönöm a figyelmet!