

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
معاونت ترویج

استفاده از آب شور برای آبیاری گندم



عنوان نشریه: استفاده از آب شور برای آبیاری گندم

نویسنده: علیرضا کیانی

ویراستار ترویجی: علیمراد سرافرازی

صفحه آرا: نادیا اکبریه

تهیه شده در: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی - دفتر شبکه ملی تلویزیونی کشاورزی و

مدیریت دانش

ناشر: نشر آموزش کشاورزی

شمارگان: ۱۵۰۰ جلد

نوبت چاپ: اول / ۱۳۹۵

قیمت: رایگان

مسئولیت درستی مطالب با نویسنده است.

شماره ثبت در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی ۴۹۷۴۶ به تاریخ ۹۵/۴/۲۰ می باشد.
--

نشانی: تهران - بزرگراه شهید چمران - خیابان یمن - پلاک ۱ و ۲ - معاونت ترویج -

ص. پ. ۱۱۱۳-۱۹۳۹۵ تلفکس: ۰۲۱-۲۲۴۱۳۹۲۳

مخاطبان نشریه

کارشناسان و مروجان مسئول پهنه

اهداف آموزشی

آشنایی با روش‌های مدیریت استفاده از آب شور برای آبیاری گندم

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۳	چگونه خاک شور می‌شود؟
۴	هدایت الکتریکی (EC) .
۵	نسبت جذب سدیم (SAR)
۵	نسبت سدیم قابل تبادل تنظیم شده (SAR adj)
۶	باقیمانده خشک (TDS)
۶	درصد سدیم قابل تبادل (ESP)
۷	تبعات استفاده از آب شور
۷	الف - اثرات شوری روی خاک
۹	ب- اثرات شوری روی گیاه
۹	اثر اسمزی
۱۰	اثر اختصاصی یون ها
۱۱	اثر عدم تعادل تغذیه ای
۱۱	ج - اثرات شوری در محیط زیست
۱۲	واکنش گندم به شوری
۱۴	تجربیات کاربرد آب شور برای آبیاری گندم در کشور
۱۴	عوامل موثر در استفاده موفقیت آمیز از آب شور
۱۷	راه کارهای عملی استفاده از منابع آب شور
۱۷	حدود شوری آب مورد استفاده برای آبیاری گندم
۱۸	نحوه استفاده طولانی مدت از آب شور
۲۱	راهنمای عملی برای ایجاد شوری های دلخواه برای آبیاری گندم و مزیت اقتصادی آن
۲۲	مثال کاربردی
۲۳	کاربرد آب شور در مناطقی که امکان اختلاط آب وجود ندارد
۲۵	چند روش ساده دیگر برای کاهش خسارت ناشی از کاربرد آب شور
۲۵	کشت گیاهان با مقاومت های مختلف در تناوب هم
۲۶	مدیریت بستر کاشت برای کاهش تجمع موضعی نمک
۲۸	نتیجه گیری
۲۹	یادآوری
۳۱	منابع

مقدمه

به طور کلی آب آبیاری بدون املاح نیست و هیچ گیاهی بدون جذب املاح قادر به رشد و نمو نیست. هر گیاهی بسته به میزان تحمل آن نسبت به کل املاح موجود در آب آبیاری یا خاک واکنش متفاوتی نشان می دهد. شناسایی واکنش گیاهان نسبت به شوری های ایجاد شده در خاک کمک شایانی در مدیریت پایدار استفاده از آب شور در کشاورزی است. هدف از این نوشتار ضمن شناخت مسایل مبتلا به شوری، صرفه جویی در مصرف آب غیر شور و استفاده پایدار از آب شور برای تولید گندم است.

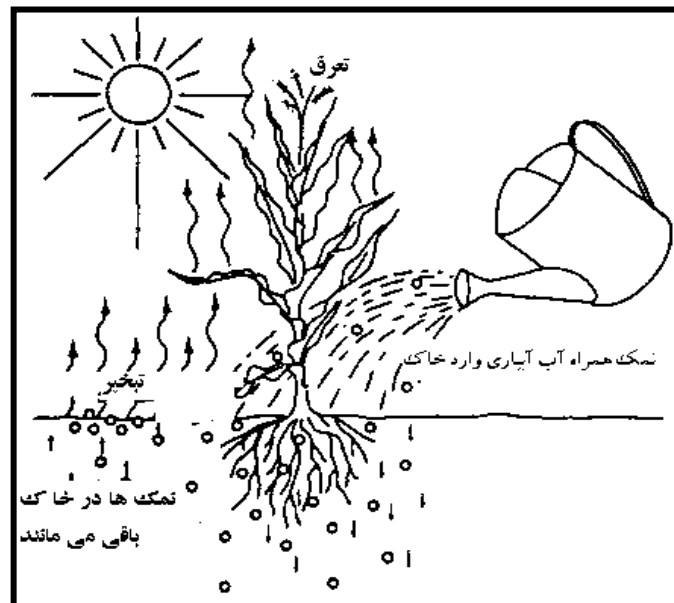
هم اکنون تجارب زیادی در استفاده موفقیت آمیز از آب های شور در کشاورزی وجود دارد. مصرف آب های شور زهکش ها که از نظر معیارهای کیفی جزء آب های غیر قابل مصرف در کشاورزی محسوب می شوند، تأثیر مثبت و تعیین کننده ای در افزایش تولید گندم دارد. بنابراین با کاربرد این نوع آب ها خصوصاً در مناطق مشابه استان گلستان که باران ضمن تأمین بخشی از نیاز گندم (اوایل رشد گندم که به شوری حساس است)، عامل تعدیل اثرات زیان بار شوری آب آبیاری می باشد. در نتیجه با صرفه جویی در مصرف آب شیرین، از فشار بر منابع آب شیرین کاسته شده و با کاربرد آب صرفه جویی شده در اراضی جدید و افزایش سطح زیر کشت، امکان افزایش تولید کل گندم به وجود خواهد آمد. بر اساس نتایج به دست آمده

شوری آب آبیاری یک مشکل لاینحل نیست. به طور طبیعی شوری آب عمدتاً محصولات تابستانی را تحت تأثیر قرار می دهد در حالی که، گیاهان زمستانی بسته به میزان بارندگی و سطح شوری اولیه خاک در فصل پاییز واکنش مناسب تری نسبت به شوری آب آبیاری دارند. شرایط فوق در بسیاری از مناطق ایران حاکم است. مراحل اولیه رشد (حساس به شوری) گیاهانی نظیر گندم، جو و کلزا عموماً مطابق با ریزش های جوی بوده و نیاز آبی با باران مرتفع می شود. آبیاری تکمیلی در مرحله ای از رشد صورت می گیرد که گیاهان فوق به شوری مقاوم تر می شوند. در نتیجه این امکان وجود خواهد داشت که از مرحله خوشه دهی به بعد (مقاوم به شوری) از آب های با شوری بالاتر از آستانه های مورد پذیرش گیاهان فوق استفاده مفید برده، ضمن این که معیارهای کیفی موجود برای آبیاری گندم در شرایط اقلیمی کشور غیر کاربردی و مورد تردید است.

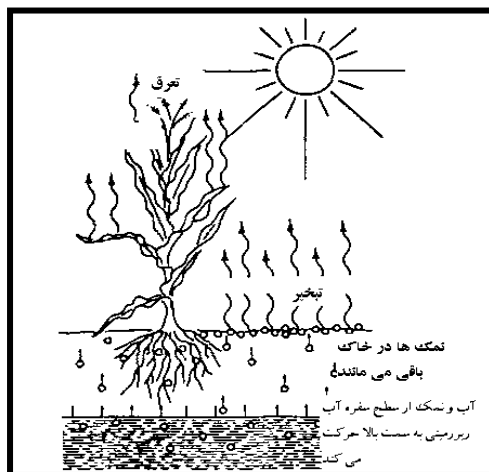
در این نوشتار ابتدا با بیان ساده به شناخت مختصری از آثار شوری روی خاک، گیاه و محیط زیست پرداخته شده و سپس تجربه های استفاده از آب شور در مناطق مختلف دنیا مورد بررسی قرار گرفته و در نهایت روش های اجرایی و مدیریتی استفاده از آب شور برای تولید گندم ارائه می شود. این نوشتار می تواند برای کارشناسان و مروجان بخش کشاورزی و همچنین کشاورزان مفید باشد.

چگونه خاک شور می‌شود؟

به‌طور کلی عواملی چون سنگ مادر، آب دریا و خصوصاً آب آبیاری باعث تجمع املاح در خاک می‌شوند. بعد از هر آبیاری، آب اضافه شده به خاک یا به‌وسیله گیاه مصرف می‌شود یا به‌طور مستقیم از خاک مرطوب تبخیر می‌شود. در نتیجه املاح در سطح و عمق خاک باقی می‌مانند (شکل ۱). همچنین آب زیرزمینی می‌تواند در شور شدن خاک سهم باشد. زمانی که سطح آب در اثر آبیاری و نبود زهکشی مناسب بالا بیاید، املاح موجود در آب زیرزمینی در لایه‌های بالاتر خاک و در منطقه ریشه تجمع می‌کنند (شکل ۲). در ادامه با اصطلاحات مهم در شوری آب آشنا می‌شویم.



شکل ۱- نحوه شور شدن خاک در اثر آبیاری



شکل ۲- نحوه شور شدن خاک در اثر سفره آب زیرزمینی بالا

هدایت الکتریکی (EC)

هدایت الکتریکی عکس مقاومت الکتریکی ویژه است. مقاومت ویژه عبارت است از مقاومت یک رسانا بر حسب اهم که سطح آن یک سانتی متر مربع است. هدایت الکتریکی بر حسب اهم در سانتی متر یا موس در سانتی متر بیان می شود. واحد اصلی EC در سیستم متریک mho.m^{-1} و در سیستم بین المللی S.m^{-1} می باشد. کاربردی ترین واحد هدایت الکتریکی در فعالیتهای کشاورزی میلی موس بر سانتی متر (millimho/cm) و یا معادل آن دسی زیمنس بر متر (dS/m) می باشد.

نسبت جذب سدیم (SAR)

عبارت است از غالب بودن یون سدیم که خاک از آب دریافت می کند نسبت به مجموع یون های دو ظرفیتی کلسیم و منیزیم یکی از شاخص های مفید در تشخیص میزان نفوذ آب به خاک است.

SAR از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$SAR = [Na] / \sqrt{[Ca] + [mg]} / 2 \quad (1)$$

Na = غلظت سدیم بر حسب میلی اکی والان بر لیتر؛ Ca = غلظت کلسیم بر حسب میلی اکی والان بر لیتر؛ و mg = غلظت منیزیم بر حسب میلی اکی والان بر لیتر.

نسبت سدیم قابل تبادل تنظیم شده (SAR adj)

معادله ۱ برای SAR آب های سطحی، زیرزمینی و آب خاک استفاده می شود.

SAR باید بر اساس میزان حلالیت کربنات کلسیم تصحیح شود. میزان واقعی غلظت کلسیم در آب خاک ممکن است بالاتر یا پایین تر از غلظت کلسیم آب آبیاری باشد. تعادل در غلظت کلسیم آب خاک به دلیل رسوب آهک ($CaCO_3$) می باشد. اگر رسوب اتفاق افتد غلظت نهایی کلسیم در آب ممکن است کمتر از مقداری باشد که در آب آبیاری دیده می شود و ممکن است میزان سدیم قابل تبادل افزایش یابد. بنابراین ضروری است تا تغییرات در SAR ایجاد گردد که، SAR تنظیم شده (SAR_{adj}) تعریف شده است. SAR تنظیم شده بستگی به ضریب

آبشویی، فشار جزئی CO_2 در خاک و غلظت کلسیم و بی کربنات و شوری آب آبیاری دارد.

باقیمانده خشک (TDS)

اگر یک نمونه آب آبیاری را از کاغذی گذرانیده سپس آب زلال به دست آمده با حرارت تبخیر گردد آنچه در ته ظرف باقی می ماند نمک هایی است که در آب محلول بوده اند و به نام باقی مانده خشک (TDS) نامیده می شود. باقی مانده خشک بر حسب میلی گرم در لیتر (mg/l) یا قسمت در میلیون (ppm) توصیف می شود. این روش در صورتی که آب فاقد بی کربنات باشد روش ساده و نسبتاً دقیقی برای تخمین مقدار نمک های محلول است. ولی چنانچه آب حاوی بی کربنات باشد، حدود نیمی از بی کربنات ها در اثر حرارت از بین رفته مقدار TDS به دست آمده با مقدار واقعی آن متفاوت خواهد بود.

درصد سدیم قابل تبادل (ESP)

کلوئیدهای خاک به واسطه داشتن بار الکتریکی منفی در سطح خود کاتیون هایی از قبیل کلسیم- منیزیم، سدیم را به خود جذب کرده و نگه می دارند. موقعی که کاتیون های جذب شده در خاک طبق واکنش شیمیایی با ذرات خاک ترکیب شدند می تواند جای خود را به کاتیون های دیگری که وارد محلول خاک می شود

داده و به وسیله آنها جایگزین شوند. هر نوع خاکی دارای ظرفیت نسبتاً معینی برای جذب و تبادل کاتیون‌ها می‌باشد این ظرفیت را ظرفیت تبادل کاتیونی ($CEC = \text{Cation Exchange Capacity}$) می‌نامند. نسبتی از این ظرفیت که توسط سدیم گرفته می‌شود میزان درصد سدیم قابل تبادل می‌نامند.

تبعات استفاده از آب شور

برای این که تولیدات کشاورزی از پایداری برخوردار باشد باید اثرات بالقوه نامطلوب آبیاری با آب شور به خصوص اگر توسعه کشاورزی با استفاده از آب‌های شور مدنظر باشد، کاملاً شناخته شده باشد. به‌طور کلی اثرات شوری را می‌توان به تفکیک عوامل زیر مورد بررسی قرار داد:

الف) اثرات شوری روی خاک

برخلاف خاک‌های شور (شکل ۳)، خاک‌های سدیمی ممکن است از نفوذپذیری فوق‌العاده پایین و قابلیت نامطلوبی برای عملیات شخم برخوردار باشند. به‌طور کلی سرعت نفوذپذیری و هدایت هیدرولیکی خاک با افزایش SAR و کاهش EC آب آبیاری کاهش می‌یابند. پس از تبخیر آب EC، SAR آب خاک و ESP خاک افزایش می‌یابند در چنین شرایطی آبیاری با آب شیرین یا بارندگی

به سرعت EC را کاهش می‌دهد، ولی ESP کاهش نمی‌یابد، در نتیجه علیرغم استفاده از آب شیرین باعث کاهش نفوذپذیری خاک می‌شود.



شکل ۳- اثر شوری روی خاک

جدول ۱، احتمال به وجود آمدن مشکل نفوذ آب به خاک را در شرایط متفاوت شوری و قلیائیت آب آبیاری را نشان می‌دهد. به طور مثال اگر SAR_{iw} برابر ۳-۰ باشد، احتمال به وجود آمدن مشکل نفوذپذیری خاک در صورتی که EC_{iw} بیشتر از ۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر باشد وجود ندارد. یعنی شوری آب آبیاری اثر منفی قلیائیت آب آبیاری را تعدیل می‌کند.

جدول ۱- اثرات ترکیبی SAR_{iw} و EC_{iw} آب آبیاری برای مشکل نفوذپذیری خاک

احتمال مشکل نفوذپذیری خاک وجود ندارد اگر:		SAR_{iw}
$EC_{iw} >$ (دسی‌زیمنس بر متر)	$>EC_{iw}$ (دسی‌زیمنس بر متر)	
۰/۳	۰/۶	۰-۳
۰/۴	۱	۳-۶
۰/۵	۲	۶-۱۲
۱	۳	۱۲-۲۰
۲	۵	۲۰-۴۰

ب) اثرات شوری روی گیاه

به‌طور کلی شوری سه تأثیر عمومی و خاص روی گیاهان دارد که در نتیجه آن مستقیم روی رشد گیاه و عملکرد آن اثر می‌گذارند. آثار آن عبارتند از: اثر اسمزی، اثر اختصاصی یون‌ها، و اثر عدم تعادل تغذیه‌ای (شکل ۴).

اثر اسمزی

افزایش غلظت یون‌ها باعث بالا رفتن فشار اسمزی محلول خاک می‌شود، در چنین شرایطی ریشه‌های گیاه به‌سختی قادرند آب مورد نیاز خود را از محلول خاک جذب نمایند. در شرایطی که پتانسیل اسمزی خاک کاهش می‌یابد بدون این که پتانسیل اسمزی آب داخل ریشه کم شود باعث کاهش جذب آب توسط ریشه‌ها می‌شود که در نهایت منجر به کاهش رشد گیاه می‌شود.



شکل ۴- اثر شوری روی گندم

اثر اختصاصی یونها

اثرات دیگر یونها بر رشد گیاه، اثرات سمی برخی از یونهاست. مثلاً جمع شدن کلرید سدیم در برگ باعث بی‌نظمی در باز و بسته شدن روزنه‌ها می‌شود. مهم‌ترین یون‌هایی که اثرات سمی آنها موجب کاهش رشد و عملکرد می‌شوند سدیم، کلر و بر می‌باشند. وقفه در رشد گیاه معمولاً در یک مقدار شوری آستانه آغاز می‌شود که با عواملی مانند:

مقاومت گیاه و عوامل خارجی محیطی، به خصوص عوامل مؤثر بر نیاز آبی گیاه، توانایی ریشه در تأمین آب و اثر عدم تعادل تغذیه‌ای تغییر می‌کند.

اثر عدم تعادل تغذیه‌ای

شدت و ضعف اثر شوری بر عدم تعادل تغذیه‌ای به نوع گیاه و حتی گونه‌های گیاهی بستگی دارد. دامنه بهینه هر عنصر غذایی در محلول خاک به عوامل مختلفی از جمله غلظت و ترکیب شیمیایی املاح بستگی دارد. زیرا شوری خاک فعالیت یونی عناصر غذایی در محلول خاک را تحت تأثیر خود قرار داده و در نتیجه توازن موجود میان نسبت آنها به هم می‌خورد. به‌طور کلی خاک، تعادل تغذیه‌ای گیاه را از راه‌های زیر به هم می‌زند.

- مختل کردن قابلیت دسترسی عناصر غذایی از خاک؛
- مختل کردن جذب و یا توزیع عناصر غذایی در درون خاک؛
- افزایش نیاز گیاه به یک یا چند عنصر غذایی بر اثر غیر فعال شدن برخی فرایندهای فیزیولوژیک.

ج) اثرات شوری در محیط زیست

کاربرد آب شور حداقل چهار خطر زیست محیطی دارد: افت حاصلخیزی خاک به دلیل شوری و ماندابی شدن، آلودگی منابع آب توسط نمک‌ها و سموم بر اثر زهکشی، تخریب اکوسیستم‌های مربوط، و تهدید سلامت عموم به دلیل آلودگی آب و ماندابی شدن. فعالیت‌های انسان از جمله توزیع مجدد آب (و در نتیجه نمک)

در طی آبیاری که منجر به افزایش مناطق تحت تأثیر نمک می‌شود. بخش عمده‌ای از مشکلات مربوط به تخریب خاک (شوری و ماندابی شدن) در کشاورزی فاریاب در نتیجه جابه‌جایی و تجمع آب و نمک بیش از اندازه در محل و در ارتباط با شرایط هیدرولوژیکی و بازگشت زه‌آب‌های شور به منابع آب شیرین می‌باشد وجود عناصر سنگین و کم مصرف نظیر آرسنیک، مولیبدن، سیلینیوم و... در زه‌آب‌های کشاورزی ممکن است مشکلاتی از نظر آلودگی پدید آورند که می‌تواند تداوم آبیاری را تهدید کند. بنابراین کاهش آبشویی هم به دلیل تخلیه کمتر نمک و هم به دلیل جذب کمتر نمک‌های اضافی ناشی از هوادیدگی و انحلال مواد معدنی امری بسیار مفید در سالم‌سازی محیط است.

واکنش گندم به شوری

گندم یکی از اساسی‌ترین گیاهان برای تأمین کالری و پروتئین می‌باشد. تولید جهانی آن ۵۸۲/۷ میلیون تن و سطح زیر کشت آن ۲۱۳/۸ میلیون هکتار است. گندم به سه صورت، دیم، آبی و آبیاری تکمیلی کشت می‌شود. مناطقی که گندم به صورت دیم کشت می‌شود عبارتند از: اقلیم‌های معتدل، مناطق نیمه گرمسیری با باران زمستانه، مناطق گرم نزدیک استوا، مناطق بلند با ارتفاع بیشتر از ۱۵۰۰ متر از سطح دریا و در مناطق گرم دور از استوا که در فصل زمستان باران طولانی مدت

دارند. در مناطق نیمه گرمسیری که دارای باران زمستانه هستند، به دلیل مصادف شدن اوایل رشد گندم با باران‌های زمستانه، معمولاً در مرحله رشد اولیه آبیاری صورت نمی‌گیرد به طوری که در این مناطق آبیاری به صورت آبیاری تکمیلی در دوران رشد زایشی صورت می‌پذیرد. دوره رشد گندم بهاره از ۱۰۰ تا ۱۳۰ روز، درحالی که گندم زمستانه به ۱۸۰ تا ۲۵۰ روز برای رشد نیاز دارد. مناسب‌ترین درجه حرارت مورد نیاز برای رشد در حدود ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد است. این گیاه در انواع خاک‌ها قابل کشت است اما بافت‌های متوسط ترجیح داده می‌شود. کشت آن در خاک‌های توربی (*Peaty Soils*) که دارای سدیم، منیزیم و آهن بالا باشد، توصیه نمی‌شود. مناسب‌ترین pH برای رشد گندم در حدود ۶ تا ۸ می‌باشد. گندم به سطح ایستابی بالا نسبتاً مقاوم است، این عمق برای خاک‌های لوم شنی تا لوم سیلتی از ۶۰ تا ۸۰ سانتی‌متر و برای خاک‌های رسی ۸۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر قابل تحمل است. در صورتی که سطح سفره آب زیرزمینی در مدت کوتاهی تا عمق ۲۵ سانتی‌متری برسد گیاه گندم می‌تواند بدون خسارت این نوسان را تحمل کند. با بالا آمدن سطح سفره آب زیرزمینی به ۵۰ سانتی‌متری از سطح خاک در مدت طولانی، عملکرد گندم ۲۰ تا ۴۰ درصد کاهش می‌یابد.

تجربیات کاربرد آب شور برای آبیاری گندم در کشور

در کشور ایران به دلیل نبود اطلاعات کافی در خصوص تابع شوری گیاهان رابطه ماس و هافمن و جداول مرتبط برای برنامه ریزی آب آبیاری به کار می رود. مستندات متعددی در دنیا و در کشور وجود دارد که نشان دهنده استفاده از آب های با شوری بالاتر از پیشنهادهای اشاره شده توسط ماس و هافمن (۱۹۷۷)، ضمن دریافت عملکرد مناسب است. شکل ۵ و جدول ۲ نمونه هایی از کاربرد آب شور برای تولید گندم در بعضی از استان های کشور را نشان می دهند.



شکل ۵ نمونه ای از کاربرد آب شور زهکش برای آبیاری مزارع گندم

(EC=17dS/m)

عوامل مؤثر در استفاده موفقیت آمیز از آب شور

دلایل متعددی وجود دارد که نشان می دهد آب های شور (مشابه آب های شور درج شده در جدول ۲) نتوانستند زمین های زراعی را از حیض انتفاع خارج کنند از

آن جمله می‌توان به مقدار زیاد کلسیم در آب آبیاری، اقلیم خصوصاً درجه حرارت و بارندگی و توزیع آن، واکنش متفاوت گیاهان به شوری، روش آبیاری، نوع خاک، و نوع املاح موجود در آب آبیاری یا خاک اشاره نمود. اقلیم نقش مؤثری در تعیین طبقه‌بندی کیفی آب دارد. ممکن است در منطقه‌ای که دارای رژیم بارندگی مناسبی است نسبت به منطقه‌ای که مقدار بارندگی آن کم است گیاه توانایی تحمل شوری بالاتری را دارد. به عبارت دیگر ممکن است یک نوع آب با درجه مشخص از شوری در یک منطقه با بارندگی مناسب غیر شور و در منطقه دیگر با بارندگی نامناسب شور طبقه‌بندی می‌شود. روش آبیاری و مدیریت آبیاری و زهکشی نیز نقش مؤثری در طبقه‌بندی کیفی آب دارد. مثلاً در روش کرتی یا نواری شستشو املاح به خارج از محیط ریشه بهتر از روش شیاری که موجب تجمع نمک در پشته‌ها می‌باشد عمل می‌کند یا در روش آبیاری بارانی به دلیل جذب املاح از طریق برگ‌ها حساسیت بیشتری نسبت به روش آبیاری سطحی در هنگام کاربرد آب شور از خود نشان می‌دهد.

نوع خاک نیز یک شاخص مهم در طبقه‌بندی کیفی آب‌ها محسوب می‌شود. استفاده از آب شور در خاک‌های سنگین نسبت به خاک سبک به دلیل عدم زهکشی و تهویه مناسب پایداری کشاورزی را به مخاطره می‌اندازد و با مصرف طولانی مدت آب شور در این خاک‌ها که دارای SAR بالا می‌باشند ضررهای جبران‌ناپذیری به گیاه و ساختمان خاک وارد می‌سازد. در نتیجه در خاک‌های سنگین باید معیار طبقه‌بندی کیفی آب محافظه کارانه‌تر از خاک‌های سبک انتخاب شود.

جدول ۲- نمونه‌هایی از کاربرد آب شور برای تولید گندم در چند استان کشور

استان	نوع شوری	میزان شوری (دسی‌زیمنس بر متر) (کیلوگرم بر هکتار)	عملکرد
گلستان	آب آبیاری	۱۷/۵	۳۳۲۶
	آب آبیاری	۱۳/۶	۳۲۱۵
	عصاره اشباع خاک	۱۳	۲۵۱۷
	عصاره اشباع خاک	۱۲/۵	۳۸۷۹
	عصاره اشباع خاک	۱۰	۳۸۸۶
فارس	آب آبیاری	۱۱/۵	۳۵۰۰
	آب آبیاری	۱۰/۴	۶۵۰۰
	آب آبیاری	۱۰/۲	۵۶۰۰
اصفهان	آب آبیاری	۸/۲	۲۸۱۰
	آب آبیاری	۱۲	۲۶۳۰
	آب آبیاری	۱۲	۳۴۹۰

نوع یون نیز یکی از شاخص‌های مهم کیفی آب قلمداد می‌شود. کاتیون‌های غالب در آب آبیاری به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک شامل، کلسیم، سدیم، و پتاسیم می‌تواند به مصرف گیاه برسد ولی یون سدیم، توانایی صدمه‌زدن به خاک و گیاه را دارد از آنیون‌ها نیز سولفات و نیترات به مصرف گیاه می‌رسند ولی کلر ممکن است برای گیاه ایجاد سمیت کند. بنابراین به استناد بررسی‌های انجام شده در این بخش به شیوه‌های مختلف استفاده از آب شور برای تولید پایدار گندم پرداخته می‌شود.

راه کارهای عملی استفاده از منابع آب شور

با وجود آثار و تبعات منفی کاربرد آب شور روی خاک و گیاه که در مباحث قبلی تشریح شده است. این سوال مطرح می شود که آیا می توان از آب های شور که حجم عظیمی از آب های موجود جهان را تشکیل می دهند و بر اساس معیارهای بین المللی به عنوان آب های نامناسب برای آبیاری تشخیص داده شده اند در تولید کشاورزی استفاده مفید برد؟ اگر جواب مثبت است بهترین شیوه استفاده از این آب ها به طوری که تبعات منفی آن را به حداقل برساند چیست؟

در پاسخ به این سوال لازم است موارد ذیل مدنظر قرار گرفته و به آن عمل شود.

حدود شوری آب مورد استفاده برای آبیاری گندم

از آنجا که گندم در مراحل رشد نسبت به شوری واکنش های متفاوتی نشان می دهد، به این صورت که در ابتدای رشد نسبت به شوری حساس تر و با افزایش دوره رشد نسبت به شوری مقاوم تر می شود در نتیجه، برای حصول به تولید پایدار بهتر است در اوایل رشد از آب غیرشور استفاده شود و به تدریج با دوره رشد گندم می توان شوری آب را نیز افزایش داد. در کشور ایران عمده مناطقی که در آنها گندم به صورت تکمیلی آبیاری می شود باران (آب غیرشور) بخشی از آب مورد نیاز گندم را تأمین می کند، به این صورت که مراحل اولیه رشد مطابق است با بارندگی های پاییزه و زمستانه و معمولاً آبیاری انجام نمی گیرد و در اواخر اسفند،

فروردین و اردیبهشت آبیاری انجام می گیرد. در این شرایط گیاه به شوری مقاوم تر است، بنابراین کاربرد آب شور برای حصول به تولید مناسب وجود دارد. به استناد تجربه های به دست آمد، جدول ۳ راهنمایی مناسب برای کاربرد آب شور در اقلیم های مختلف و مراحل رشد گندم ارائه می دهد.

جدول ۳- حد شوری آب (دسی زیمنس بر متر) برای آبیاری گندم در مراحل مختلف

رشد و اقلیم های مختلف

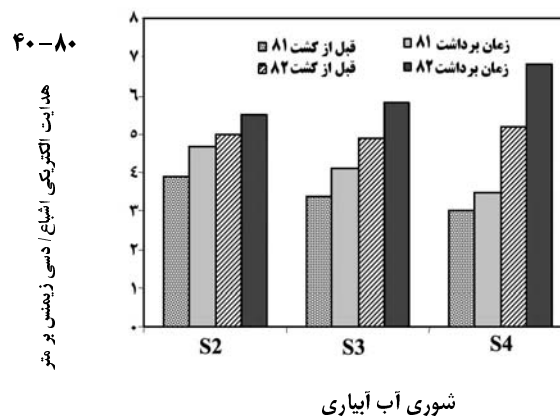
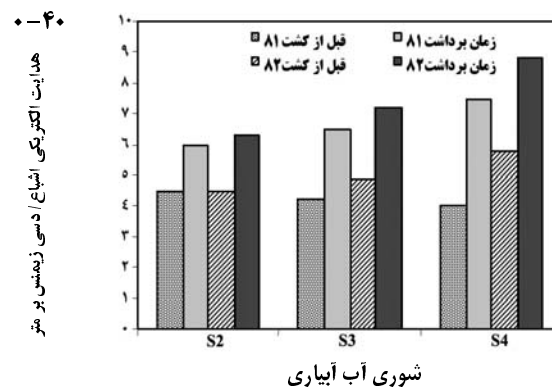
بافت خاک	مرحله رشد	میزان بارندگی سالانه (میلی متر)		
		۱۰۰-۳۰۰	۳۰۰-۵۰۰	>۵۰۰
سبک	جوانه زنی	۳	۳	۳
	خوشه دهی	۸	۱۰	۱۲
	گلدهی	۱۱	۱۳	۱۵
متوسط	جوانه زنی	۳	۳	۳
	خوشه دهی	۷	۹	۱۱
	گلدهی	۱۰	۱۲	۱۴
سنگین	جوانه زنی	۳	۳	۳
	خوشه دهی	۶	۸	۱۰
	گلدهی	۸	۱۰	۱۱

نحوه ی استفاده طولانی مدت از آب شور

مطالعات نشان داده است که استفاده از آب با شوری های ارائه شده در جدول ۳ در عملکرد گندم اثرات قابل توجه ای ندارد (چند نمونه کاربرد آب شور در جدول ۲ ارائه شده است) به عبارت دیگر امکان استفاده از این نوع آب ها در برنامه ریزی

آبیاری گندم به سادگی وجود دارد. اما به طور طبیعی آبیاری با آب شور در طولانی مدت مشکلاتی برای خاک به وجود خواهد آورد. نکته قابل توجه و بسیار مهم برای حفظ پایداری تولید این است که استفاده از آب شور بر اساس این جدول برای سه سال مداوم یا حداکثر چهار سال مداوم پیشنهاد می شود پس از این مدت قبل از کشت گندم تا عمق ۶۰ سانتی متری خاک با آب غیر شور آبشویی انجام پذیرد. در نتیجه در برنامه ریزی طولانی مدت احداث سیستم زهکشی به منظور خروج املاح از نیمرخ خاک ضروری است. به طور کلی بررسی دو ساله توسط کیانی و همکاران (۱۳۸۵) در شرایط استان گلستان نشان داد که توزیع شوری در نیمرخ خاک در زمان برداشت گندم به دلیل کاهش نزولات، تبخیر زیاد و افزایش سطح آب زیرزمینی در مناطقی که مشکل زهکشی دارند نسبت به ابتدای سال خصوصاً در لایه سطحی خاک افزایش داشت (شکل ۷). به طوری که در تیمار شور در سال اول، متوسط شوری تا عمق ۴۰ سانتی متری از ۴ dS/m در زمان کاشت به ۷/۵ dS/m در زمان برداشت و در سال دوم از ۵/۸ dS/m در زمان کاشت به ۸/۸ dS/m در زمان برداشت رسید. اما باران های مهر، آبان و آذر (متوسط ۱۴۰ میلی متر) با شستشوی املاح شرایط را برای جوانه زنی و رشد اولیه گندم مساعد می کند. سه ماهه زمستان در منطقه به دلیل ریزش های مناسب (حدود ۱۱۰ میلی متر)، افزایش رطوبت هوا، کاهش تبخیر و کاهش درجه حرارت هوا صعود شوری از لایه های پایین تر به سطح

خاک را محدود می‌سازد. بنابراین ملاحظه می‌شود که شرایط اقلیمی در منطقه کاربرد آب‌های شور (بالاتر از آستانه مورد پذیرش گندم) را میسر می‌نماید.



شکل ۷- توزیع شوری نیمرخ خاک (۰-۴۰ و ۴۰-۸۰ سانتی‌متری) در اثر آبیاری با آب شور طی دو فصل زراعی گندم (S2, S3 و S4 به ترتیب شوری آب آبیاری برابر با ۸/۵، ۱۱/۵ و ۱۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر)

راهنمای عملی برای ایجاد شوری‌های دلخواه برای آبیاری گندم و

مزیت اقتصادی آن

در نقاط مختلف کشور منابع آب زهکش یا بعضی از رودخانه‌ها شور بوده و به‌تنهایی غیرقابل استفاده و در مجاورت آنها منابع آب شیرین (آب رودخانه‌ها، چاه‌ها یا سدها) وجود دارد. با توجه به جدول ۲ می‌توان آب‌های با کیفیت مختلف را با هم برای رسیدن به کیفیت مورد نظر مخلوط کرده و در این شرایط می‌توان از آب صرفه‌جویی شده برای زمین‌های دیگر استفاده نمود و تولید کل را افزایش داد. به‌عنوان مثال در شمال استان گلستان زهکش‌های منطقه دارای شوری‌های بالا ۴۰-۱۰ دسی‌زیمنس بر متر و آب چاه‌ها و رودخانه‌ها دارای کیفیت مناسب هستند. در نتیجه از رابطه ساده زیر می‌توان به‌صورت میانگین وزنی شوری‌های دلخواه را به‌دست آورد:

$$EC_i = EC_f \times P_f + EC_d \times P_d \quad (2)$$

که در آن،

EC_i ، EC_f و EC_d به‌ترتیب شوری آب آبیاری مخلوط شده، شوری آب چاه یا کانال و شوری آب زهکش همه بر حسب دسی‌زیمنس بر متر و P_f کسری از آب غیر شور P_d کسری از آب زهکش و برابر با $(1-P_f)$.

مثال کاربردی

در مزرعه‌ای به دلیل کمبود آب غیر شور، کشاورز قصد دارد از آب شور زهکش منطقه با شوری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر برای برنامه‌ریزی آبیاری گندم به منظور ذخیره آب غیر شور و افزایش سطح اراضی فاریاب و تولید کل استفاده نماید. شوری آب کانال حدود ۱ دسی‌زیمنس بر متر است. عملکرد او در سال‌های قبل با آب کانال حدود ۴۰۰۰ کیلوگرم بر هکتار بود او بر اساس یافته‌های محققان است که آب آبیاری تا شوری ۷ دسی‌زیمنس بر متر بر عملکرد بدون تأثیر و شوری ۸/۵، ۱۰/۵ و ۱۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد نسبت به پتانسیل کاهش عملکرد دارد. با توجه به رابطه جدول ۴ زیر را تنظیم نموده و به سادگی درصد‌های مختلف اختلاط ناشی از دو منبع آب، آب ذخیره شده کانل، مساحت قابل افزایش و همچنین عملکرد هر یک را به تفکیک محاسبه نموده است.

بنابراین ملاحظه می‌شود گزینه‌های مختلف برای انتخاب کشاورز وجود دارد تا بتواند با استفاده از آب شور تولید کل و درآمد حاصل از آن را افزایش دهد.

جدول ۴- مزیت‌های نسبت‌های مختلف اختلاط آب کانال (غیر شور) و

آب زهکش (۲۰ دسی‌زیمنس بر متر)

درصد استفاده از آب		شوری آب مخلوط	درصد ذخیره	درصد افزایش	ضریب افزایش	عملکرد (کیلوگرم)	
کانل	زهکش	(دسی‌زیمنس بر متر)	شده آب کانال	زمین تحت آبیاری	عملکرد	یک هکتار	مساحت جدید
۱۰۰	۰	۱	۰	۰	۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰
۸۰	۲۰	۴/۸	۲۰	۵	۱/۰۵	۴۰۰۰	۴۲۰۰
۷۰	۳۰	۶/۷	۳۰	۱۳	۱/۱۳	۴۰۰۰	۴۵۲۰
۶۰	۴۰	۸/۶	۴۰	۶۷	۱/۶۷	۳۸۰۰	۶۳۴۶
۵۰	۵۰	۱۰/۵	۵۰	۱۰۰	۲	۳۶۰۰	۷۲۰۰
۴۰	۶۰	۱۲/۴	۶۰	۱۵۰	۲/۵	۳۴۰۰	۸۵۰۰

کاربرد آب شور در مناطقی که امکان اختلاط آب وجود ندارد

در مناطقی که منابع آب شور برای آبیاری گندم در حدود ۸ تا ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر باشد، امکان کاربرد آب شور به صورت مستقیم وجود دارد. یکی از روش‌های مؤثر برای کاربرد پایدار آب شور استفاده از آب شور و غیر شور به صورت متناوب است و در دنیا نیز تجربه شده است. روش کار به این صورت است در اوایل رشد که گندم به شوری حساس هست از آب غیر شور و سپس یک در میان آب شور و غیر شور به کار می‌رود. خاصیت خوب این روش شستشوی متناوب خاک در اثر

آبیاری با آب غیرشور بوده که در جهت حفظ پایداری کشاورزی زمانی که آب شور به کار رود کمک قابل توجهی می‌کند. با تفکیک آب‌های شور و شیرین معمولاً می‌توان محصول بیشتری از کل منبع آب به‌دست آورد. در مورد جدا نگه‌داشتن آب‌های شور زهکشی از منابع آب با کیفیت خوب به‌خصوص هنگامی که آب‌های اخیر باید برای آبیاری محصولات حساس به شوری به کار روند باید توجه جدی مبذول نمود. اختلاط این آب‌ها برای گیاهان حساس قابل استفاده نخواهد بود ولی از آب‌های شور زهکشی با جایگزین شدن به جای آب با کیفیت خوب برای آبیاری محصول واقع در تناوب در مرحله رشد پس از جوانه‌زدن می‌توان استفاده مؤثرتری به عمل آورد. استفاده مجدد از آب زهکشی برای گیاهان مقاوم به شوری، حجم نهایی آب زهکشی قابل دفع و همچنین آلودگی محیطی همراه با تخلیه جریان‌های برگشتی آبیاری را کاهش می‌دهد. در عمده مناطق کشور، این نوع مدیریت به‌صورت طبیعی برای گندم به‌وسیله باران در مراحل اولیه رشد انجام می‌گیرد.

مزایای راهبرد تناوبی به شرح زیر می‌باشد:

- شوری خاک در طول زمان آبیاری به‌خصوص در خاک سطحی و در دوره جوانه‌زدن گیاه پایین نگه داشته می‌شود.
- گیاهان حساس به شوری نیز می‌توانند در این مجموعه تولید شوند.

- نیازی به سطح ایستابی کم عمق نیست.
 - سیستم‌های آبیاری و زهکشی متداول قابل استفاده هستند.
- زه آب ثانوی که به تدریج غلیظ می‌شود نباید نظیر وقتی که آب زهکشی از طریق کم آبیاری یا راهبردهای زهکشی کنترل شده از آب زیرزمینی استخراج می‌شود، در سطح ایستابی کم عمق زیر مزرعه باقی بماند.

چند روش ساده دیگر برای کاهش خسارت ناشی از کاربرد آب شور

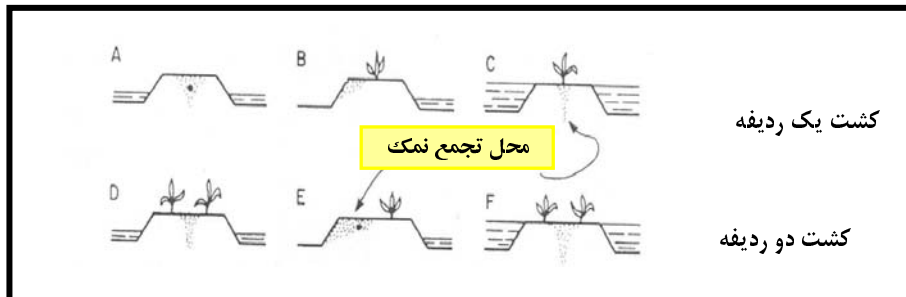
کشت گیاهان با مقاومت‌های مختلف در تناوب هم

در این روش گیاهان بر اساس مقاومت آنها به شوری در تناوب همدیگر کاشته می‌شوند. گیاهان حساس به شوری (ذرت، سویا) با آب لب شور (۴ دسی‌زیمنس بر متر) و گندم که نسبتاً به شوری مقاوم است، در مرحله گیاهچه‌ای از آب غیر شور و در مراحل بعدی رشد با استفاده از آب‌های شور (۱۰ تا ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر در اواخر اسفند و اوایل فروردین و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر در اواخر فروردین و اوایل اردیبهشت) آبیاری شوند. در این روش ضمن استفاده از آب‌های شور در برنامه آبیاری و افزایش تولید، اثرات تجمعی شوری در نیمرخ خاک نیز تعدیل می‌شود. در جایی که شوری به وسیله آبخویی قابل کنترل نیست، باید گیاهانی انتخاب شوند که قادر باشند تحت شرایط شوری تولید رضایت‌بخشی داشته باشند. در انتخاب این گیاهان در خاک‌های شور، باید به میزان تحمل این گیاهان به نمک در ابتدای رشد

توجه خاصی شود. زیرا غالباً کاهش محصولات در اثر شوری خاک در نتیجه عدم مقاومت رضایت بخش گیاه است.

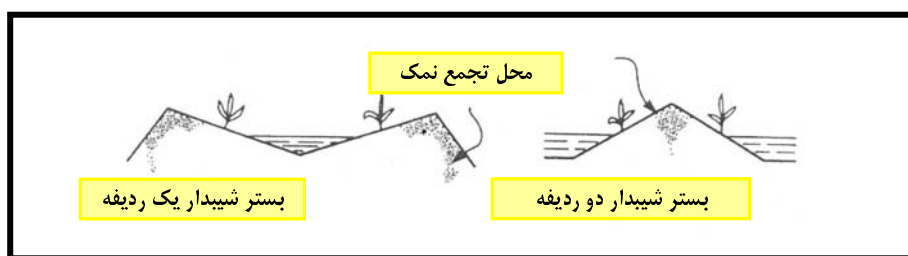
مدیریت بستر کاشت برای کاهش تجمع موضعی نمک

برای گیاهان ردیفی آبیاری نشتی بهتر از روش های دیگر آبیاری سطحی است. در این روش به دلیل توزیع جریان آب در دو جهت عمودی و افقی، و عدم تماس مستقیم آب با پشته ها، نمک به سمت راس پشته ها حرکت می کند و بسته به شکل شیار مقادیر متفاوت نمک در روی پشته ها تجمع حاصل می کنند. برای تعدیل این شرایط لازم است در پشته های یک ردیفه و دو ردیفه بذر در کناره های پشته کاشته شوند تا از محل تجمع نمک دورتر گردند (شکل های A-۸ و D-۸). آبیاری یک در میان شیارها و کاشت بذر در مجاورت شیار آبیاری شده نیز در تعدیل اثر خسارت بار ناشی از شوری خواهد کاست (شکل های B-۸ و E-۸). افزایش مقدار عمق آب آبیاری در داخل شیار کمک قابل توجهی در سبز شدن بذر خواهد کرد (شکل های C-۸ و F-۸). تغییر روش آبیاری شیار به کرتی و نواری به ازای هر چهار سال یک بار خصوصاً در خاک های با نفوذپذیری مناسب کمک قابل توجهی در جهت کنترل شوری خاک خواهد بود.



شکل ۸- محل مناسب کشت برای پشته‌های یک ردیفه و دو ردیفه

بسترهای شیب‌دار خاک مناسب‌ترین مکان برای آبیاری با آب شور می‌باشد، زیرا گیاه را می‌توان در پایین دست شیب و بالاتر از سطح آب زیر منطقه تمرکز نمک کشت نمود (شکل ۹). نمک به‌جای تمرکز در محدوده گیاه از آن دور می‌شود. کشت در داخل جوی و حوضچه‌ای از نقطه‌نظر کنترل شوری مناسب می‌باشند اما می‌تواند در بیرون آمدن بسیاری از گیاهان ردیفی جوان به‌خاطر سخت‌شدن خاک و عدم امکان جریان یافتن هوا نامناسب باشد.



شکل ۹- محل مناسب کاشت و الگوی تجمع نمک در بسترهای تک و دو ردیفه

نتیجه‌گیری

- گندم گیاهی است که در اوایل رشد نسبت به شوری حساس و در مراحل بعدی مقاوم‌تر می‌شود. با توجه به شرایط اقلیمی کشور که عمده نزولات در فصول پاییز و زمستان به وقوع می‌پیوندد به‌طوری که اوایل رشد گندم (حساس به شوری) منطبق با این نزولات است، می‌توان نتیجه گرفت که به‌صورت طبیعی امکان استفاده از آب‌های شور در برنامه‌ریزی آبیاری آن وجود دارد.
- در نقاط مختلف کشور منابع آب زهکش یا بعضی از رودخانه‌ها شور بوده و به‌تنهایی غیر قابل استفاده و در مجاورت آنها منابع آب شیرین (آب رودخانه‌ها، چاه‌ها یا سدها) وجود دارد. با توجه به جدول ۲ می‌توان آب‌های با کیفیت مختلف را با هم برای رسیدن به کیفیت موردنظر مخلوط کرده و در این شرایط می‌توان از آب صرفه‌جویی شده برای زمین‌های دیگر استفاده نمود و تولید کل را افزایش داد.
- به‌طور طبیعی کاربرد آب‌های شور در کوتاه‌مدت روی تولید گندم اثرات مثبت اقتصادی دارد ولی کاربرد درازمدت آنها امکان تجمع تدریجی املاح در نیم‌رخ خاک وجود خواهد داشت، در نتیجه برای حفظ پایداری تولید گندم در این زمینه لازم است:
- پس از چهار سال کاربرد آب شور ضروری است در ابتدای فصل کشت بعدی گندم تا عمق ۶۰ سانتی‌متری نیم‌رخ خاک با آب غیرشور آبخویی انجام گیرد.
- احداث سیستم زهکشی به‌منظور خروج املاح شسته شده از نیم‌رخ خاک توسط آبیاری و باران.

یادآوری

❖ در شرایط کمبود آب، آب‌های شور را می‌توان به‌عنوان یک منبع آب آبیاری قلمداد نموده و در برنامه‌ریزی آبیاری و جایگزینی آن با بخشی از آب غیر شور مورد استفاده قرار داد.

❖ معیارهای موجود انتخاب آب شور در کشور غیر کاربردی است. بنابراین نیاز است تا شاخص‌های جدیدی برای انواع گیاهان تعریف شوند.

❖ خسارت ناشی از کاربرد آب شور در شرایطی که:

- مرحله جوانه‌زنی را سپری کرده باشد.
- خاک سبک‌تر باشد.
- میزان بارندگی از ۳۰۰ میلی‌متر بیشتر باشد، کمتر خواهد بود.
- ❖ با اختلاط آب‌های شور و غیر شور و ایجاد کیفیت مورد نظر می‌توان از آب صرفه‌جویی شده برای زمین‌های دیگر استفاده نمود و تولید کل را افزایش داد.
- ❖ برای حفظ پایداری تولید در اثر کاربرد طولانی مدت آب شور لازم است:
- پس از چند سال کاربرد آب شور در ابتدای فصل کشت بعدی، خصوصاً لایه سطحی خاک با آب غیر شور آبشویی انجام گیرد.

- سیستم زهکشی به منظور خروج املاح شسته شده از نیمرخ خاک توسط آبیاری و باران احداث گردد.

❖ اثر شوری روی گیاه در روش آبیاری بارانی مخرب تر از روش های دیگر آبیاری است. بنابراین روش های خاصی همانند آبیاری شبانه، شستشوی برگ ها با آب غیر شور پس از اتمام آبیاری باید در نظر گرفته شود.

منابع مورد استفاده

- ۱- افیونی، د.، مهلوجی، م. و رشمه کریم، ک. ۱۳۸۰. استفاده از آب دارای شوری‌های مختلف برای آبیاری چند رقم گندم و بررسی عکس‌العمل ارقام. اولین کنفرانس ملی بررسی راه کارهای مقابله با بحران آب، جلد دوم، دانشگاه زابل.
- ۲- چراغی، ع. م. و کریمی، م. ۱۳۸۵. تجارب استفاده از آب شور در تولید محصولات کشاورزی در کشور. کارگاه فنی و آموزشی. آلودگی منابع آب و خاک (چالش‌ها و راهبردها). دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان.
- ۳- فیضی، م. و حقیقت، ا. ۱۳۸۰. نگرشی بر روش‌های بهره‌برداری از آب‌های نامتعارف در کشاورزی، اولین کنفرانس ملی بررسی راه کارهای مقابله با بحران آب، جلد دوم، دانشگاه زابل، صفحات ۴۹۱-۴۶۹.
- ۴- کیانی، ع. ۱۳۸۵. ارزیابی مدیریت‌های بهره‌برداری از منابع آب و خاک شور اراضی تحت کشت گندم مناطق مختلف کشور. گزارش سالیانه، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان.
- ۵- کیانی، ع. و کوچک‌زاده، م. ۱۳۸۰. راه کارهای اجرایی و مدیریتی استفاده از آب شور در آبیاری- اولین کنفرانس ملی راه کارهای مقابله با بحران آب در کشور. دانشگاه زابل.
- ۶- مرجئی، ع.، قنبری، ا. و افیونی، د. ۱۳۸۴. تأثیر سه تیمار شوری آب آبیاری بر عملکرد شش رقم گندم انتخاب شده متحمل به شوری. نهمین کنگره علوم خاک ایران، کرج.

