

مدیریت شوری در تاجکستان



نگارنده: طاهره پروانه

شماره نشریه

شناسنامه نشریه فنی

وزارت جهاد کشاورزی

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی

پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری

عنوان نشریه: مدیریت شوری در تاجکستان

نگارنده: طاهره پروانه

شماره نشریه:

نوع نشریه: نشریه فنی

نام و نام خانوادگی ویراستاران:

ناشر: مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری

شمارگان (تیراژ): الکترونیکی

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴

این نشریه با شماره مورخ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی به ثبت رسیده است.

مسئولیت درستی مطالب با نویسنده/ نویسندگان است.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۶	مقدمه
۸	مفاهیم اولیه و تعاریف
۸	شوری
۸	منابع شوری
۹	شوری ناشی از بالا آمدن سطح آب زیرزمینی
۱۰	شوری گذرا
۱۱	چه چیزی باعث آسیب شوری در گیاهان می شود؟
۱۱	اثر اسمزی
۱۲	سمیت یونی
۱۳	شوری چگونه بر تولید انگور اثر می گذارد؟
۱۵	ارزیابی، نظارت و مدیریت شوری
۱۵	علائم دیداری
۱۷	تجزیه بافت گیاه
۱۸	تجزیه و تحلیل خاک
۱۹	پایش و نظارت: شوری بدتر شده است یا بهتر؟
۲۰	پایش آبیاری
۲۰	شوری آب آبیاری
۲۱	سدیمی بودن آب آبیاری

۲۲	بررسی گیاه تاک
۲۲	آزمایش دمبرگ
۲۳	آزمایش آب میوه
۲۳	فول استاپ
۲۵	پایش خاک
۲۷	تفسیر روندها
۳۱	شیوه مدیریت
۳۲	مدیریت آبیاری
۳۳	شستشوی نمک ها
۳۵	برنامه ریزی منابع آبی
۳۶	مدیریت خاک
۳۷	کاربرد اصلاح کننده ها
۳۸	مدیریت بین ردیف ها
۳۹	تغذیه
۴۰	تشدید مشکلات شوری ناشی از کودها
۴۱	نتیجه گیری کلی
۴۳	منابع

چکیده

تنش‌های غیرزنده شامل تأثیرات محدودکننده عواملی مانند خشکی، شوری، دما، باد، سرماهای غیرمنتظره و هر عامل غیرزیستی است که رشد و باروری محصول را مختل می‌کند. در میان این عوامل، تأثیر تنش شوری بر تولیدات کشاورزی بسیار محسوس و در حال گسترش است. براساس گزارش فائو (۲۰۱۸)، سطح خاک‌های متأثر از نمک جهان حدود ۱۱۳۰ میلیون هکتار برآورد شده است. در ایران، براساس نقشه شوری خاک‌های کشاورزی (۱۴۰۲) از کل اراضی کشاورزی ۵۷/۹۶ درصد با هدایت الکتریکی کمتر از ۲ دسی‌زیمنس بر متر در دسته‌بندی خاک‌های شور قرار نمی‌گیرند؛ در حالی که ۱۴ درصد اراضی شوری کم با هدایت الکتریکی ۲-۴ دسی‌زیمنس بر متر، ۱۳/۴ درصد شوری متوسط با هدایت الکتریکی ۴-۸ دسی‌زیمنس بر متر، ۵/۴۴ درصد شوری زیاد با هدایت الکتریکی ۸-۱۶ دسی‌زیمنس بر متر، ۵/۵ درصد شوری نسبتاً زیاد با هدایت الکتریکی ۱۶-۳۲ دسی‌زیمنس بر متر و ۳/۷ درصد شوری خیلی زیاد با هدایت الکتریکی بیشتر از ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر را تجربه می‌کنند.

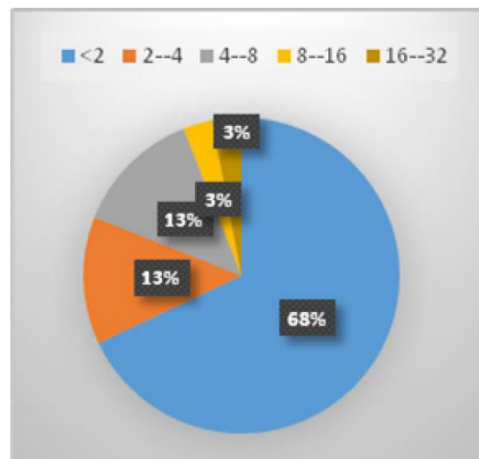
تاک به عنوان یک گیاه حساس به شوری، از هدایت الکتریکی حدود ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر به بعد با کاهش رشد مواجه می‌شود. مدیریت مؤثر شوری در تاکستان‌های ایران مستلزم اجرای برنامه‌های منظم پایش و نظارت است. این برنامه باید شامل اندازه‌گیری دوره‌ای شوری آب و خاک، ارزیابی مستمر وضعیت فیزیولوژیکی درختان و کیفیت محصول باشد. پیاده‌سازی این نظام پایشی، امکان شناسایی به‌موقع مشکلات و اعمال اصلاحات لازم را فراهم می‌آورد و از تبدیل شدن شوری به بحرانی غیرقابل کنترل جلوگیری می‌کند. همچنین با به‌کارگیری راهکارهای مدیریتی مناسب از جمله انتخاب ارقام و پایه‌های متحمل، اصلاح سیستم‌های آبیاری، اجرای عملیات آبخویی و بهبود حاصلخیزی خاک می‌توان اثرات منفی شوری را کاهش داده و به تولید پایدار در تاکستان‌ها دست یافت.

این نشریه به بررسی مشکلات ناشی از تنش شوری، شناسایی عوامل آسیب‌زا و ارائه راهکارهای مؤثر برای دستیابی به پایداری تاکداری تحت شرایط تنش شوری می‌پردازد.

مقدمه

براساس تخمین‌های کلی، حدود نیمی از اراضی کشت‌های آبی کشور در معرض مشکلات شوری با درجات مختلف قرار دارند. متوسط هدایت الکتریکی منابع آب زیرزمینی مورد استفاده در بخش کشاورزی حدود ۲ دسی‌زیمنس بر متر است و از نظر حجمی، حدود ۳۱ درصد از این منابع (معادل ۸/۱۳ میلیارد مترمکعب) و حدود ۲۰ درصد از آب‌های سطحی مصرفی در بخش کشاورزی (معادل ۶/۳ تا ۴/۴ میلیارد مترمکعب) دارای شوری‌های بالاتر از میانگین هستند (رحیمیان و غلامی، ۱۴۰۱) و این موضوع سبب شده است که ۳۲ درصد اراضی باغی کشور درجات مختلفی از شوری خاک ۲ تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر را تجربه کنند (سعادت و همکاران، ۱۴۰۲).

خاک زمانی شور تعریف می‌شود که سطح شوری آب خاک بر رشد گیاه تأثیر منفی بگذارد. این امر می‌تواند تأثیر عمده‌ای بر عملکرد محصول داشته باشد و مسلماً بزرگترین تهدید برای کشاورزی آبی است. با این حال، گیاهان حساسیت‌های متفاوتی به شوری خاک دارند. در خاک شور، تاک‌ها برای جذب آب و مواد مغذی با مشکل مواجه می‌شوند. این اتفاق باعث ایجاد تنش خشکی برای گیاه می‌شود. علاوه بر این، یون‌های مضر مثل سدیم و کلر در غلظت‌های بالا برای تاک سمی هستند و باعث سوختگی برگ‌ها، کاهش فتوسنتز و در نهایت کاهش کمیت و کیفیت محصول می‌شوند. اندازه حبه‌ها کوچک‌تر شده، میزان قندها به دلیل کمبود آب افزایش یافته و تعادل طعم و اسیدیته تغییر می‌کند. این مسائل روی کیفیت نهایی میوه تأثیر می‌گذارند و حتی ارزش اقتصادی محصول کاهش می‌یابد. شوری بالا حتی جذب عناصر مفید مثل پتاسیم و کلسیم را مختل می‌کند و بدین طریق روی سلامت کلی گیاه تأثیر منفی می‌گذارد. از طرفی در بلندمدت شوری سبب از بین رفتن حاصلخیزی خاک شده و ساختار آن تخریب می‌شود (Lanyon, 2011).



تصویر ۱. وضعیت شوری خاک در اراضی با کاربری باغی کشور (سعادت و همکاران، ۱۴۰۲)

با توجه به تغییرات اقلیمی و کاهش منابع آب باکیفیت، مدیریت شوری در تاجکستان‌ها اهمیت بیشتری پیدا کرده است. در جدول یک اطلاعات پنج استان مهم تولیدکننده انگور و میزان اهمیت مساله شوری برای آنها مشخص شده است (آمارنامه باغبانی، ۱۴۰۳، سعادت و همکاران، ۱۴۰۲).

جدول ۱. استان‌های مهم انگورکاری، وضعیت شوری و اهمیت آن برای انگورکاری هر منطقه

استان	سطح زیرکشت (هکتار)	تولید تقریبی (هزار تن)	شرح وضعیت شوری برای انگورکاری
فارس	۵۰,۰۰۰	+۵۰۰	درگیر شوری بالا - تهدید جدی برای کیفیت حبه و جذب آب
آذربایجان غربی	۲۲,۰۰۰	۲۲۰	متوسط - قابل مدیریت
خراسان رضوی	۲۵,۰۰۰~	۳۰۰~	درگیر شوری بالا - افزایش تنش یونی در مناطق خشک
قزوین	۳۷,۰۰۰	۲۰۰~	متوسط - حساسیت متوسط
آذربایجان شرقی	۱۸,۰۰۰	۱۵۰~	متوسط
همدان	۱۵,۰۰۰~	۳۰۵	پایین
خراسان شمالی	۱۴,۰۰۰	۱۴۰	متوسط - افزایش تدریجی شوری در دشت‌ها

انتخاب پایه‌های مقاوم به شوری، روش‌های آبیاری همراه با آبشویی خاک، مدیریت صحیح کوددهی، استفاده از مالچ برای کاهش تبخیر و جلوگیری از حرکت نمک به سطح خاک راه‌حل‌های کاربردی برای مدیریت شوری هستند. با مطالعه این نشریه، تاکدرا می‌آموزند که چگونه علائم شوری را در درختان مو تشخیص دهند. این آگاهی به آنها کمک می‌کند قبل از اینکه خسارت جدی به باغ وارد شود، اقدامات لازم را انجام دهند. اینکه چگونه با انتخاب ارقام مقاوم به شوری، تنظیم برنامه آبیاری، استفاده از سیستم‌های قطره‌ای و بهبود کیفیت خاک می‌توانند اثرات منفی شوری را کاهش دهند. همچنین با روش‌هایی مانند آبشویی خاک، استفاده از مالچ، و انتخاب کودهای مناسب آشنا می‌شوند که همگی در شرایط واقعی باغات ایران قابل اجرا هستند.

۱. مفاهیم اولیه و تعاریف

شوری

شوری معمولاً به عنوان رسانایی الکتریکی (EC) یک محلول آبی اندازه‌گیری می‌شود که با بالا رفتن شوری افزایش می‌یابد. EC معمولاً بر حسب واحد دسی زیمنس بر متر (ds/m) بیان می‌شود. شوری آب را می‌توان مستقیماً از نمونه آب آبیاری و در خاک با استفاده از یکی از دو روش عصاره خمیر اشباع (EC_e) یا عصاره آب خاک (EC1:5) اندازه‌گیری کرد.

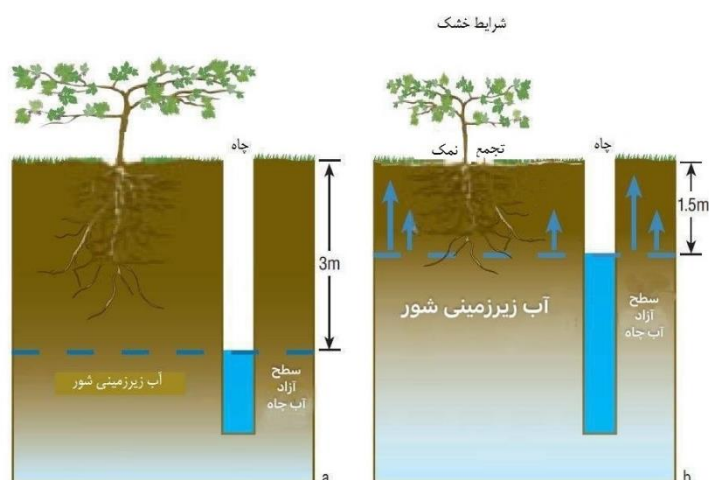
منابع شوری

منابع نمک‌های محلول که می‌توانند در خاک تاجکستان انباشته شوند عبارتند از:

- نمک وارد شده به مزرعه از طریق آب آبیاری
- بالا آمدن آب‌های زیرزمینی شور
- هوازدگی مواد معدنی خاک، مواد آلی و سنگ‌های زیرین در تاجکستان
- دمیده شدن نمک‌های حاصل از آب دریا و اقیانوس‌ها به داخل خشکی (نواحی ساحلی) و انتقال به زمین از طریق باران یا گرد و غبار
- افزودن نمک‌هایی مانند کودهای محلول و گچ به خاک
- مواد پاک‌کننده اضافه شده به سیستم‌های آبیاری قطره‌ای (مثل هیپوکلریت سدیم) (Lanyon, 2011)

شوری ناشی از بالا آمدن سطح آب زیرزمینی

بالا آمدن سطح آب شور به عمق کمتر از دو متر از سطح زمین می تواند باعث تجمع نمک در ناحیه ریشه محصولات شود. تبخیر از سطح خاک، و شرایط خشک تر بالای خاک، به حرکت موینگی اجازه می دهد تا آب شور زیرزمینی را به سطح خاک منتقل کند و نمک ها را در لایه های بالایی پروفیل خاک باقی می گذارد (تصویر ۲).



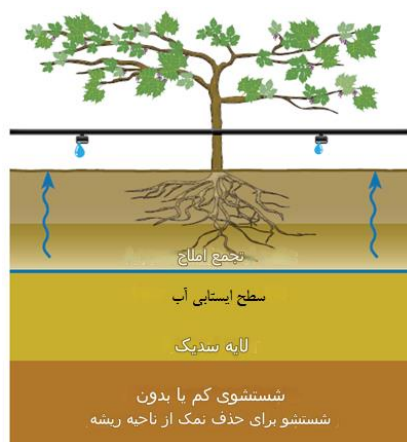
تصویر ۲. توسعه مشکل شوری ناشی از اثر موینگی (a) شوری ناچیز خاک سطحی از اثر موینگی، (b) اثر موینگی فعال در پاسخ به تبخیر (Lanyon, 2011)

میزان شور شدن در نتیجه بالا آمدن سطح آب زیرزمینی تابعی از عمق و شوری آب زیرزمینی، بارندگی، خواص هیدرولیکی خاک و پوشش گیاهی سطح خاک است.

براساس مطالعه رحیمیان و غلامی (۱۴۰۱) حدود ۳۱ درصد از حجم آب زیرزمینی کشاورزی ایران (۸/۱۳ میلیارد مترمکعب) شوری بالاتر از میانگین کشوری (0.2 ds/m) دارد. شوری آب های زیرزمینی در استان هایی مانند بوشهر ($4/5 \text{ ds/m}$) و یزد ($5/4 \text{ ds/m}$) به عنوان یک چالش عمده در کشاورزی شناسایی شده است؛ علاوه بر این، مدیریت ناکارآمد منابع آب و شرایط اقلیمی خشک، شوری آب های زیرزمینی را در مناطقی مانند خراسان جنوبی ($4/4 \text{ ds/m}$) و استان های قم و هرمزگان تشدید کرده و اثرات منفی بر عملکرد محصولات کشاورزی گذاشته است.

شوری گذرا

شوری گذرا به دلیل کندشدن حرکت آب شور از ناحیه ریشه ایجاد می شود. تبخیر، آب را از ناحیه ریشه خارج می کند و همزمان نمک را بجا می گذارد و می تواند براساس عمق خاک، آبیاری و بارندگی نوسان داشته باشد (تصویر ۳).



تصویر ۳. ایجاد شوری گذرا در نتیجه یک لایه زیرسطحی سدیک با هدایت هیدرولیکی ضعیف (Lanyon, 2011).

در شوری گذرا مقدار آب مصرفی و کیفیت آب آبیاری تعیین کننده مقدار نمکی است که به تاجکستان وارد می شود (جدول ۲) (Lanyon, 2011).

جدول ۲. نمک وارد شده به هر هکتار (Kg) برای شوری های مختلف آب و مقادیر متفاوت آبیاری

مقدار آب آبیاری (میلی متر)*					شوری آب
۲۰۰	۱۵۰	۱۰۰	۵۰	۲۰	(دسی زیمنس/متر)
۲۵۶	۱۹۲	۱۲۸	۶۴	۲۵/۶	۰/۲
۶۴۰	۴۸۰	۳۲۰	۱۶۰	۶۴	۰/۵
۱۲۸۰	۹۶۰	۶۴۰	۳۲۰	۱۲۸	۱
۱۹۲۰	۱۴۴۰	۹۶۰	۴۸۰	۱۹۲	۱/۵
۲۵۶۰	۱۹۲۰	۱۲۸۰	۶۴۰	۲۵۶	۲
۳۲۰۰	۲۴۰۰	۱۶۰۰	۸۰۰	۳۲۰	۲/۵

۱۰۰ میلی متر آب مصرفی برای یک هکتار برابر با یک میلیون لیتر است.

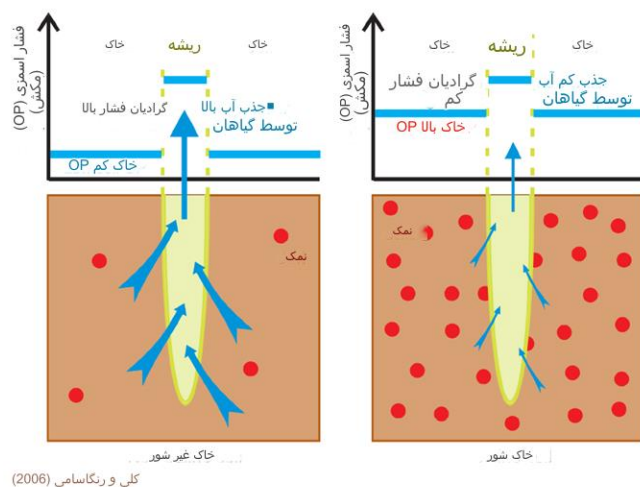
چه چیزی باعث آسیب شوری در گیاهان می شود؟

الف) اثر اسمزی - که بر مصرف انرژی و جذب آب توسط گیاهان تأثیر منفی می گذارد. اثر اسمزی شرایطی را ایجاد می کند که به آن "خشکسالی شیمیایی" گفته می شود، در این حالت اگرچه خاک با آب شور مرطوب است ولی گیاهان به دلیل عدم توانایی استفاده از این آب پژمرده می شوند. با افزایش غلظت نمک در آب خاک، حرکت آب به داخل ریشه ها کند شده و باعث کاهش آب در دسترس گیاهان برای رشد و باردهی می شود (جدول ۳) (Lanyon, 2011).

جدول ۳. آب در دسترس (درصد) و غیرقابل جذب در انواع مختلف خاک

درصد آب غیرقابل جذب به دلیل اثر اسمزی (بیشتر از ۱۰۰۰ کیلو پاسکال)				شوری خاک (دسی زیمنس بر متر)
رسی	رسی لومی	شنی لومی	شنی	
۰	۰	۰	۰	۰/۱۱
۰	۰	۰	۲۵	۰/۲۵
۰	۰	۰	۵۰	۰/۳۹
۰	۰	۲۵	۷۰	۰/۵۰
۰	۱۵	۵۰	۱۰۰	۰/۷۲
۴	۴۰	۸۱	۱۰۰	۱
۱۲	۵۰	۹۴	۱۰۰	۱/۱۱
۲۲	۶۳	۱۰۰	۱۰۰	۱/۲۵
۴۰	۸۵	۱۰۰	۱۰۰	۱/۵۰
۵۰	۹۸	۱۰۰	۱۰۰	۱/۶۴
۵۸	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱/۷۵
۷۶	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۲
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۲/۳۳

نکته: آب قابل دسترس خاک از ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی برای هر نوع خاک محاسبه می شود. فرض بر این است که شوری خاک به دلیل نمک های بسیار محلول مانند کلرید سدیم است. این داده ها زمانی که نمک های موجود مانند گچ کمی محلول باشند، معتبر نیستند.



تصویر ۴. جذب نسبی آب توسط گیاهان در خاک های شور و غیر شور. در خاک شور فشار اسمزی، گرادیان فشار بین خاک و ریشه و جریان آب را به ریشه کاهش می دهد (Lanyon, 2011).

ب) سمیت مستقیم نمک ها - سمیت یونی

سدیم، کلر و بور اجزای اصلی از شوری خاک و آب هستند که می توانند بر رشد تاک تأثیر منفی بگذارند. این یون ها می توانند رشد را از دو طریق کاهش دهند:

• سمیت مستقیم

• اثرات غیرمستقیم بر جذب و تعادل مواد مغذی

تشخیص بسیاری از اثرات سدیم و کلر دشوار است و این دو عنصر معمولاً با هم در خاک و آب یافت می شوند.

سدیم یک عنصر ضروری نیست، زیرا اکثر گیاهان ناتروفوبیک (متنفر از سدیم) هستند و مکانیسم هایی برای حذف سدیم دارند. استفاده از پایه هایی که جذب سدیم را محدود می کنند، می تواند مفید باشد. با این حال، حتی تاک هایی که می توانند سدیم را در ریشه حذف کنند، ممکن است از جذب سدیم در برگ آسیب بینند. همچنین سطوح بالای سدیم در خاک می تواند جذب پتاسیم و کلسیم توسط تاک ها را مختل کند.

کلر یک ریز مغذی ضروری گیاه است و به راحتی از طریق ریشه و برگ تاک جذب می شود. با این حال، غلظت های بالای آن منجر به سمیت کلر می شود و همچنین می تواند تولید را از طریق عدم تعادل با سایر مواد مغذی کاهش دهد. کلر می تواند با نیترات و فسفات ها برای جذب توسط ریشه رقابت کند که منجر به کمبود این عناصر در سطوح بالای کلر خاک می شود.

بور نیز مانند کلر یک آنیون با بار منفی است. در حالی که غلظت های پایین بور برای رشد گیاه ضروری است، اما در غلظت هایی کمی بیشتر از آن، سمی می شود.

محصولات زراعی ممکن است تحت تأثیر اثر اسمزی یا سمیت نمک یا هر دو قرار گیرند. در غلظت های پایین نمک، یون های سمی نقش غالب را دارند ولی در غلظت های بالای نمک، این اثر اسمزی است که نقش اصلی را ایفا می کند (Lanyon, 2011).

شوری چگونه بر تولید تاک تأثیر می گذارد؟

حساسیت به شوری در مجموعه ای مرکب از خاک، آب و گیاه تعریف می شود. تاک ها نسبت به شوری حساس هستند. افزایش شوری ابتدا با کاهش رشد تاک و در صورت تداوم شرایط شور کاهش عملکرد مشخص می شود. افزایش سطح شوری سبب کاهش تعرق و کاهش زیست توده در تاک می شود. رابطه خطی مستقیمی بین میزان تعرق و وزن زیست توده تولید شده وجود دارد.

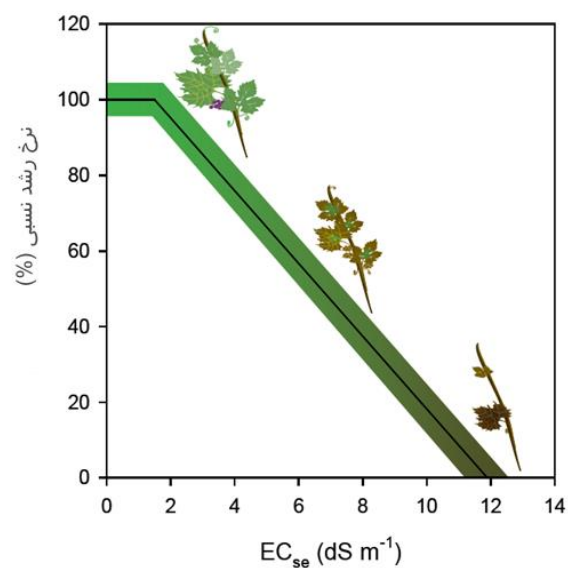
فهرستی از ارقام و مقادیر آستانه در جدول ۴ آورده شده است (Lanyon, 2011). پاسخ کلی رشد تاک های خود ریشه به افزایش شوری آب خاک در تصویر ۵ آورده شده است.

در مورد ارقام بومی نیز پژوهش های متعددی در ارزیابی تحمل به شوری ارقام و پایه ها انجام شده است. از جمله می توان به گزارشات پیله و همکاران (۱۴۰۲) با گزارش تحمل نسبی ارقام یاقوتی و بیدانه سفید، دولتی بانه (۱۴۰۳) در مورد تحمل نسبی رقم رشه و پایه هیبرید H6 و فرجاد و همکاران (۱۴۰۲) در مورد تحمل نسبی رقم شاهرودی و پایه هیبرید H6 اشاره نمود.

جدول ۴. راهنمای تحمل به شوری در تعدادی از ارقام و پایه‌ها

رقم / پایه	آستانه شوری خاک (ECe) برای % کاهش عملکرد			تحمل شوری
	۵۰٪	۲۵٪	۰٪	
خود ریشه: سلطانا، شیراز، شاردونی، پینو نوآر، ریزلینگ، سمیلون، مرلو، کابرنه فرانک، کابرنه سووینیون، گرناش پایه ها: ۳۳۰۹، C۱۲۰۲، K51-40	۶/۷	۱/۴	۱/۸	حساس
خود ریشه: کلمبارد پایه ها: Richter 110، 5C Teleki، Kober 5BB، Richter SO4، K51-32، 99	۷/۴	۴/۸	۲/۵	نسبتاً حساس
پایه ها: روپستریس سنت جورج، روگری ۱۴۰، شوارتزمن، ۱۰۱-۱۴، رمزی	۸/۲	۵/۶	۳/۳	نسبتاً متحمل
پایه ها: ۱۱۰۳ پاولسن	۱۰/۵	۷/۹	۵/۶	متحمل

توجه: این مقادیر براساس آزمایشات میدانی در یک دوره ۴-۶ ساله است. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که قرار گرفتن طولانی مدت در شرایط شور منجر به تلفات بیشتر و پایداری در سطوح شوری کمتر می‌شود (Walker et al., 2002, Tee et al., 2003, Zhang et al., 2002; Adams et al., 2006).



تصویر ۵. پاسخ نسبی رشد تاک به شوری خاک (Mass and Hoffman 1977)

با افزایش شوری سرعت فتوسنتز، طول شاخه و وزن خشک در رقم سلطانی کاهش می یابد. پژوهش ها نشان می دهند که حتی در تاک های پیوندی نیز با افزایش میزان شوری، سطح برگ و تعداد برگ در تمامی ترکیبات پیوندی در رقم سلطانی کاهش یافته است (Lanyon, 2011).

ارزیابی، نظارت و مدیریت شوری

ارزیابی - تشخیص اینکه آیا یک مشکل واقعاً به شوری مربوط است یا خیر؟

دلایل زیادی برای عملکرد ضعیف تاک ها وجود دارد برای ارزیابی شدت مشکل شوری می توان از روش مشاهده ای و تحلیلی بهره برد.

علائم دیداری

نشانه های موجود در تاک

- کاهش رشد ساقه
- برگ های کوچک تر و تیره تر از حد معمول
- سوختگی حاشیه و نوک برگ ها و به دنبال آن زرد و برنزه شدن آنها

(علائم دیداری سمیت سدیم و کلرید بسیار مشابه است) (تصویر ۶)



Sodium toxicity in Grapevine



Chloride toxicity in grapevine

تصویر ۶. علائم سمیت کلر و سدیم در برگ انگور (Ismail, 2013)

نشانه های موجود در کف تاجکستان

- جوانه زنی کند و رشد آهسته گونه های علف هرز / زراعی بین ردیفی
- افزایش در تنوع علف های هرز بین ردیف ها
- افزایش تعداد علف های هرز مقاوم به نمک

نشانه های موجود در خاک

- پوسته سفید رنگ و نمکی روی سطح خاک
- ساختار شکننده و غیرعادی خاک
- لخته شدن ذرات رس در گودال ها
- وجود قطعه های مرطوب در خاک خشک

علائم محیطی

- مرگ درختان در مناطق اطراف که در زمان بروز شوری شدید رخ می دهد (تصویر ۷).



تصویر ۷. مشاهده مرگ درختان نزدیک تاجکستان (Lanyon, 2011)

شرایط محیطی دیگری نیز از جمله کمبود پتاسیم و استرس گرمایی باعث ایجاد علائم دیداری شبیه به اثر شوری می شوند. کمبود پتاسیم باعث سوختن لبه برگ و لوله شدن برگ های مسن تر می شود. اثرات تنش گرمایی ناشی از افزایش دمای برگ به دلیل بسته شدن روزنه ها و مرگ سلولی نیز شبیه اثرات شوری است (تصویر ۸). از این رو، مهم است که تنها به علائم مشاهده ای تکیه نکنید.



تصویر ۸. نمونه هایی از علائم دیداری که می توانند با علائم شوری اشتباه گرفته شوند: (a) کمبود پتاسیم و (b) پیری برگ در اثر تنش گرمایی (Lanyon, 2011)

توجه: اثر اسمزی شرایط شور در خاک می تواند باعث افزایش حساسیت تاک به تنش گرمایی و در نتیجه پیری برگ شود.

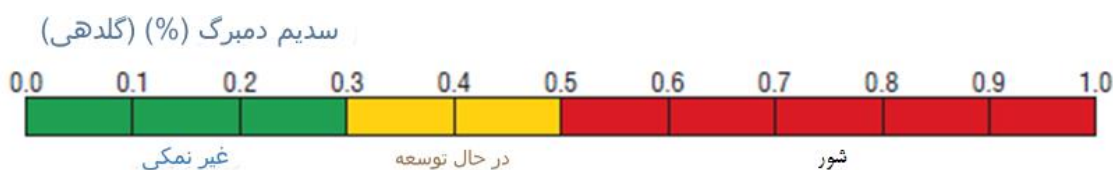
تجزیه بافت تاک – دومین روش ارزیابی

اندازه گیری سطوح نمک در بافت تاک مستقیم ترین روش در ارزیابی وجود شوری است. این امر اغلب از طریق جمع آوری دمبرگ در هنگام گلدهی و تجزیه و تحلیل در یک آزمایشگاه معتبر انجام می شود. مقادیر آنالیز دمبرگ بیش از ۰/۵ درصد سدیم و بیش از ۱/۵-۱ درصد کلرید، در زمان گلدهی برای سلامت تاک سمی بوده و نشانه های مطمئنی از مشکل شوری است (تصویر ۹ و ۱۰).

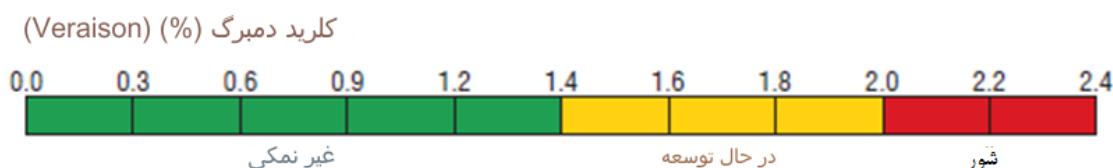
آنالیز دمبرگ در مرحله تغییر رنگ حبه و تجزیه آب میوه در طول برداشت، سبب از دست رفتن فرصت مناسب برای مقابله با مشکل شوری در فصل جاری خواهد شد (تصاویر ۱۱، ۱۲ و ۱۳).



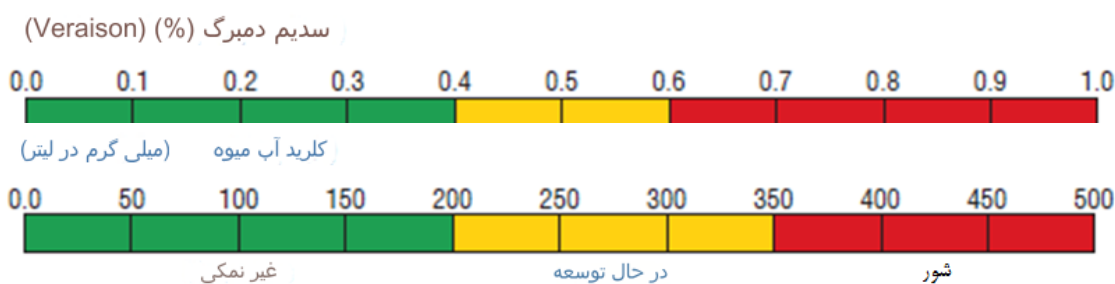
تصویر ۹. تفسیر نتایج مقدار کلر دمبرگ براساس وزن خشک در زمان گلدهی (%).



تصویر ۱۰. تفسیر نتایج مقدار سدیم دمبرگ (%) براساس وزن خشک در زمان گلهی



تصویر ۱۱. تفسیر نتایج مقدار کلر دمبرگ (%) براساس وزن خشک در زمان وراژن (تغییر رنگ)



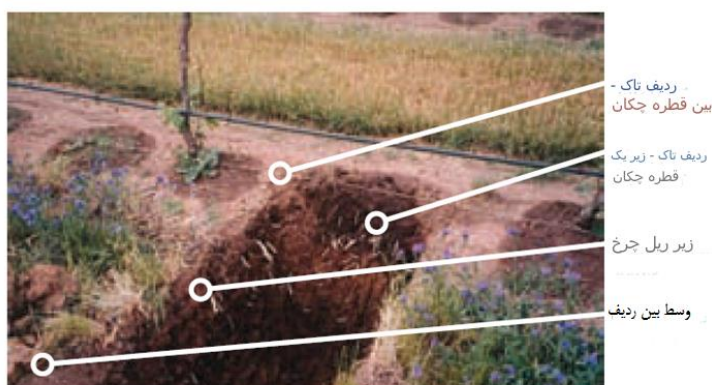
تصویر ۱۲. تفسیر نتایج مقدار سدیم دمبرگ (%) براساس وزن خشک در زمان وراژن (تغییر رنگ)

تصویر ۱۳. تفسیر مقدار کلر آب میوه (mg/L)

نکته: جذب و انتقال کلر و سدیم در اطراف تاک بسیار به رقم و پایه بستگی دارد (Walker et al., 2010). بنابراین تفسیر موضوع در اندامها و زمانهای مختلف ممکن است به ارزیابیهای متفاوتی منجر شود.

تجزیه و تحلیل خاک - سومین روش ارزیابی

مشکل استفاده از تجزیه و تحلیل خاک این است که نمونه‌های خاک گرفته شده لزوماً منطقه ریشه‌ای که تاک در آن رشد می‌کند را نشان نمی‌دهد (تصویر ۱۴). در برخی موارد، به‌ویژه در تاجکستان‌های با آبیاری قطره‌ای، مناطقی در نیمرخ خاک می‌توانند به میزان قابل توجهی سطح شوری بالایی داشته باشند، حساسیت تاک به شوری خاک در ناحیه ریشه در جدول ۵ ارائه شده است. این مقادیر آستانه، اغلب از نمونه‌های خاک گرفته شده در امتداد ردیف تعیین شده‌اند.



تصویر ۱۴. موقعیت های نمونه برداری خاک که الگوی تغییرات در شرایط خاک ناشی از سیستم آبیاری قطره ای را در نظر می گیرد (Lanyon, 2011)

جدول ۵. ارتباط شوری خاک منطقه ریشه (EC) و کاهش عملکرد تاک

شوری	دسی زیمنس/متر E _{Ce}	کاهش عملکرد (%)	تاثیر بر رشد انگور
غیر شور	< ۲	< ۱۰	تاثیر ناچیز
کمی شور	۲-۴	۱۰-۲۵	شروع تاثیر روی تاک های خودریشه
شور	۴-۸	۲۵-۵۰	آسیب شدید تاک های خودریشه، برخی پایه ها آسیب ندیدند
خیلی شور	۸-۱۶	> ۵۰	کاشت تاک با موفقیت همراه نیست
بسیار شور	> ۱۶	۱۰۰	همه تاک ها از بین می روند

شوری خاک معمولاً در مزرعه با استفاده از سوسپانسیون آب خاک (EC1:5) اندازه گیری می شود (cass et al., 1995).

پایش و نظارت

یک برنامه نظارتی در تاجستان به تاکداران اجازه می دهد تا ارزیابی کنند که آیا شیوه های مدیریتی باعث کاهش، ادامه یا افزایش خطر شوری در تاجستان شده است.

پایش آبیاری

کیفیت آب (به عنوان مثال سطح شوری) باید اندازه گیری و ثبت شود، زیرا آب با کیفیت پایین می تواند بر کیفیت میوه تأثیر بگذارد. کیفیت آب آبیاری باید حداقل ۴ بار در طول فصل رشد ارزیابی شود.

شوری آب آبیاری

زمانی که آب شور به خاک اضافه می شود، تاک باید برای جذب آب در برابر پتانسیل اسمزی و پتانسیل ماتریک مقابله کند (تصویر ۱۵).

EC آب (dS/m)	0.1	0.2	0.5	0.75	1	2	4
پتانسیل اسمزی (کیلو پاسکال)	-5	-10	-24	-36	-48	-96	-192

تصویر ۱۵. رابطه بین EC و پتانسیل اسمزی آب (Lanyon, 2011)

آستانه شوری برای آب آبیاری در تاکستان در ارتباط با مقادیر EC در جدول ۶ ارائه شده است (Ayers and Westcot 1994; Nicholas 2004). در این جدول "شدید" اشاره به کاهش ۲۵ درصدی عملکرد دارد. آستانه چشایی انسان برای شوری ۱/۸ دسی زیمنس بر متر است. EC آب دریا ۶۳ دسی زیمنس بر متر است. پیشنهاد می شود که اگر شوری آب آبیاری بین ۱ تا ۱/۸ دسی زیمنس بر متر باشد، کارهایی مانند کاشت پایه های مقاوم به نمک، مالچ پاشی، حفظ پوشش زمین، تغییر سیستم آبیاری و افزایش کسر آبشویی انجام شوند.

جدول ۶. راهنمای تفسیر داده های آزمایشگاهی آب آبیاری تاکستان

مشکل آبیاری	بدون تاثیر	درجه محدودیت استفاده (خفیف تا متوسط)	شدید
اثرات اسمزی			
ECw (ds/m)	<۱	۱-۲/۷	>۲/۷
اثرات سمی			
سدیم (ppm)	<۴۶۰	-	-
کلر (ppm)	<۱۴۰	۱۴۰-۵۳۰	>۵۳۰
بور (ppm)	<۱	۱-۳	>۳
نترات / نیتروژن (ppm)	<۵	۵-۳۰	>۳۰

سدیمی بودن آب آبیاری

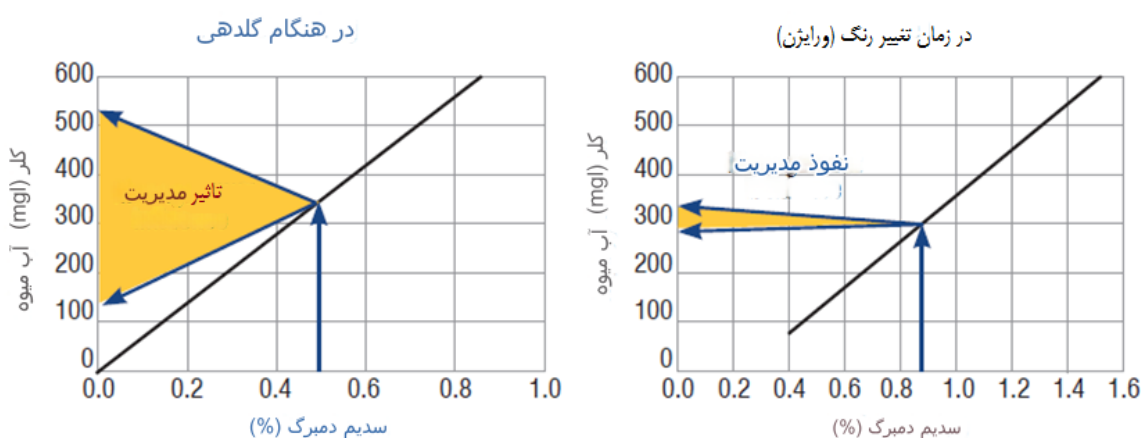
میزان و نوع املاح موجود در آب آبیاری تأثیرات متفاوتی بر روند سدیمی شدن خاک دارند. نسبت جذب سدیم بالا (SAR) می تواند باعث توسعه خاک های سدیمی شود، اما اثرات مخرب سدیمی (پراکندگی) را می توان با شوری بالا کاهش داد. معیارهایی برای ارزیابی آب آبیاری از نظر خطر سدیمی در جدول ۷ ارائه شده است (Lanyon, 2011). مشکلات احتمالی مرتبط با آب با EC پایین به راحتی با استفاده از گچ یا افزودن کود قابل اصلاح است. نمک های به کار رفته در این روش EC محلول خاک را بالا می برد و از پراکندگی ناشی از سدیمی بودن جلوگیری می کند.

جدول ۷. ارزیابی خطر سدیمی شدن خاک در نتیجه آبیاری با کیفیت های مختلف آب

SARw	ECw	خطر سدیمی شدن خاک
ندارد	>0.7	۰-۳
خفیف تا متوسط	$0.7 - 0.2$	
شدید	<0.2	
ندارد	>1.2	۳-۶
خفیف تا متوسط	$1.2 - 0.3$	
شدید	<0.3	
ندارد	$<1/9$	۶-۱۲
خفیف تا متوسط	$1/9 - 0/5$	
شدید	$<0/5$	
ندارد	$>2/9$	۱۲-۲۰
خفیف تا متوسط	$2/9 - 1/3$	
شدید	$<1/3$	

بررسی گیاه تاک

اندازه گیری های مبتنی بر گیاه بیشتر معرف شرایط «میان» هستند، زیرا می توانند شرایط متغیر شور را طی زمان و مکان ادغام کنند. با این حال، اندازه گیری های مبتنی بر گیاه نباید به تنهایی مورد استفاده قرار گیرند، زیرا برخی از شرایط فصلی و پاسخ های تأخیری تاک می توانند یک مشکل اساسی و در حال توسعه را پنهان کنند. اندازه گیری های مبتنی بر تاک باید در هر فصل در یک منطقه تعیین شده در تاکستان انجام شود. مناطق نماینده را می توان بر اساس نقشه های خاک موجود یا پایش عملکرد تعیین کرد.



تصویر ۱۶. رابطه بین سدیم اندازه گیری شده در زمان گلدهی و تغییر رنگ حبه های انگور خودریشه رقم شیراز و سطوح کلر آب میوه (Goodwin et al 2009)

آزمایش دمبرگ

نظارت بر سدیم و کلرید دمبرگ در طول فصل رشد می تواند برای تغییر سطوح کلرید در میوه های برداشت شده و فصل بعد مورد استفاده قرار گیرد. آزمایش دمبرگ در هنگام گلدهی به عنوان شاخصی از مشکلات احتمالی شوری که ممکن است در حال ظهور باشد استفاده می شود. آزمایش دمبرگ در زمان تغییر رنگ حبه به عنوان شاخص نمک های انباشته شده در تاک استفاده می شود (تصویر ۱۶).

آزمایش آب میوه انگور

اندازه گیری سطوح نمک آب انگور در هنگام برداشت، نوسانات و مدیریت شوری فصلی را منعکس می کند.

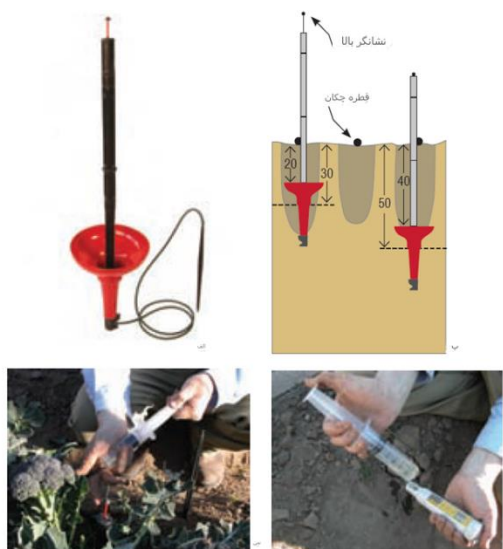
آشنایی با برخی ابزارهای پایش شوری - FullStop™

FullStop WFD یک دستگاه نظارت بر آب خاک است که در خاک مدفون شده و آب را هنگام عبور از نیمرخ خاک جذب می کند (تصویر ۱۷). این یک دستگاه ساده است که به سیم، باتری یا کامپیوتر نیاز ندارد. این دستگاه شامل یک کیف جمع آوری در پایه و لوله فنری است که از سطح خاک بالا می رود. همانطور که آب به خاک نفوذ می کند، آب در پایه کیف "همگرا" می شود و شناور نشانگر را در بالای لوله فنری بلند می کند. مخزن موجود در پایه کیف یک نمونه ۵ میلی لیتری از آب خاک را جمع آوری و نگهداری می کند. این نمونه آب خاک به صورت دستی با استفاده از سرنگ برای تجزیه و تحلیل نمک ها و یا مواد مغذی در پروفایل خاک برداشته می شود.

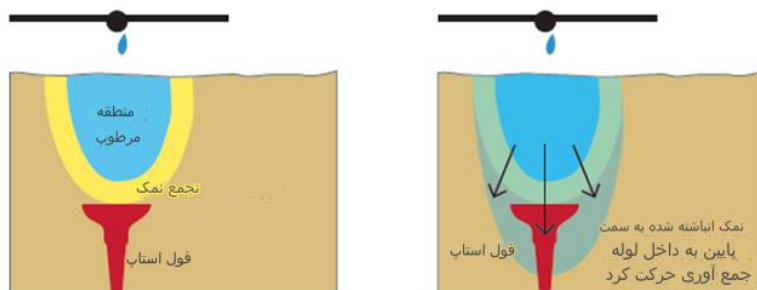
مکان ترجیحی برای نصب FullStop مستقیماً زیر قطره چکان است. FullStop باید در مناطقی که نماینده یک بلوک یا منطقه آبیاری هستند، نصب شود. عمق نصب FullStop بین ۱۵ تا ۸۰ سانتی متر زیر سطح خاک است، اما در شرایط تاجکستان با آبیاری قطره ای، عمق نصب پیشنهادی ۳۰ و ۵۰ سانتی متر مستقیماً در زیر قطره چکان است (تصویر ۱۷). این اعماق پیشنهادی بسته به خروجی قطره چکان، مدت زمان آبیاری و عمق ریشه متفاوت است.

FullStop باید به طور مکرر در طول فصل آبیاری و در طول دوره زمستان نظارت شود. اگر نشانگر در موقعیت بالا باشد، به این معنی است که بیش از ۲۰ میلی لیتر آب توسط FullStop جمع آوری شده است. قبل از اینکه نشانگر بتواند برای آبیاری بعدی بلند شود، باید به صورت دستی تنظیم شود. پس از هر آبیاری، آب جذب شده از کیف خارج شود، با این حال، یک نمونه ۵ میلی لیتری از آب خاک برای آزمایش مواد مغذی یا نمک نگهداری می شود. نمونه آب جمع آوری شده از FullStop با استفاده از یک سرنگ از طریق لوله انعطاف پذیر متصل به پایه کیف گرفته می شود. نمونه باید در اسرع وقت پس از آبیاری گرفته شود زیرا ترکیب آب جذب شده در FullStop می تواند در طول زمان تغییر کند. غلظت نمک و مواد مغذی در فواصل کوتاه کاملاً متغیر است.

آبیاری‌های کوتاه مدت می‌تواند باعث تجمع نمک در یک نقطه خاص از خاک شود. این تجمع می‌تواند در بالای FullStop رخ دهد. هنگامی که یک آبیاری یا بارندگی در نهایت خاک روی FullStop را خیس می‌کند، نمک‌هایی که در بالای FullStop جمع شده‌اند به سمت پایین حرکت می‌کنند و بخشی از نمونه آب در FullStop را تشکیل می‌دهند که می‌تواند منجر به قرائت شوری بسیار بالا شود (تصویر ۱۸).



تصویر ۱۷. ردیف بالا (Fullstop) و قراردادن آن در زیر قطره‌چکان‌ها؛ ردیف پایین) استخراج نمونه و آزمایش نمونه آب (Lanyon, 2011)



تصویر ۱۸. تأثیر آبیاری کوتاه مدت که منجر به تجمع نمک در بالای FullStop شده و سپس خیس شدن بیشتر این نمک‌ها را به لوله جمع‌آوری منتقل و منجر به قرائت شوری بسیار بالا می‌شود (Lanyon, 2011)

پایش خاک

اندازه گیری شوری خاک لزوماً نشانه خوبی از شوری تجربه شده توسط تاک نیست. دلیل اصلی این امر، ماهیت ناهمگون شوری خاک در داخل و اطراف ناحیه ریشه و قطره چکان در رابطه با نمونه های خاک است. هنگام پایش شوری خاک، پیروی از روش های ثابت و زمان بندی نمونه برداری مهم است. مکان ها یا مناطق نمونه برداری باید نوع خاک اصلی تاجکستان را منعکس کرده و نماینده منطقه تاجکستانی باشد که باید پایش شود.

برای بهترین نتایج نمونه های خاک باید از زیر قطره چکان جمع آوری شود. با این حال، این منطقه ممکن است میانگین شوری ناحیه ریشه را منعکس نکند. برای انعکاس میانگین شوری ناحیه ریشه، نمونه های خاک باید ۱۵-۲۰ سانتی متر دورتر از قطره چکان در امتداد ردیف تاک جمع آوری شوند.

عمق نمونه برداری از خاک معمولاً در اعماق ۲۰ سانتی متر (منطقه اصلی ریشه در خاک سطحی)، ۵۰ سانتی متر (سطح زیرین میانی) و ۸۰ سانتی متر (پایین ناحیه ریشه) است.

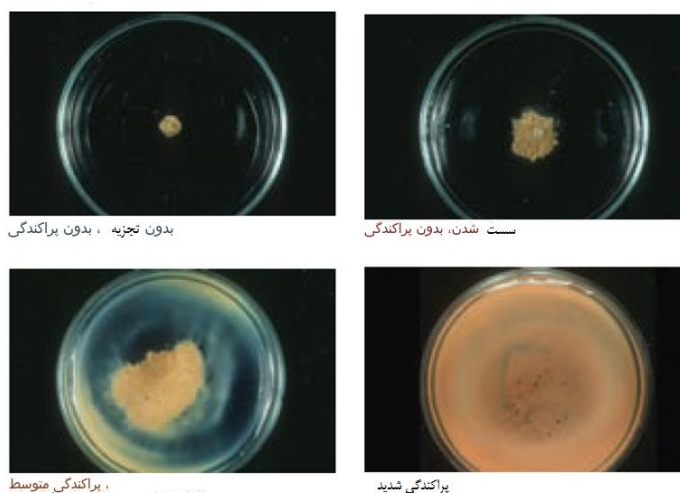


تصویر ۱۹. نمونه برداری از خاک توسط اوگر در ردیف های تاک (Lanyon, 2011)

نمونه ها باید سالی یک بار در اوایل بهار (سطح شوری در کمترین حد) یا اوایل پاییز قبل از شروع بارندگی (سطح شوری در بالاترین حد) جمع آوری شوند. نمونه برداری در اوایل بهار تصویری فوری از وضعیت خاک در شروع فصل به شما می دهد که در صورت نیاز می توان اقدامات لازم را انجام داد (تصویر ۱۹).

نمونه برداری نباید بعد از افزودن مواد غذایی یا گچ به خاک، انجام شود. زیرا سبب بروز اشتباه و افزایش سطح شوری ثبت شده خواهد شد.

تمام نمونه های خاک از یک عمق خاص با هم جمع شده، مخلوط می شوند و ۵۰۰ گرم از نمونه برای تجزیه و تحلیل به آزمایشگاه فرستاده می شوند. نمونه های خاک را می توان هم برای شوری و هم از نظر سدیمی آزمایش کرد. شوری را می توان بر روی هر لایه خاک آزمایش کرد در حالی که سدیمی فقط روی سنگین ترین لایه خاک رس آزمایش می شود. آزمایش پراکندگی نیز (تصویر ۲۰) یک راه ساده برای نظارت بر میزان رطوبت خاک در طول زمان ارائه می دهد.



بدون تجزیه ، بدون پراکندگی

بست شدن، بدون پراکندگی

پراکندگی متوسط

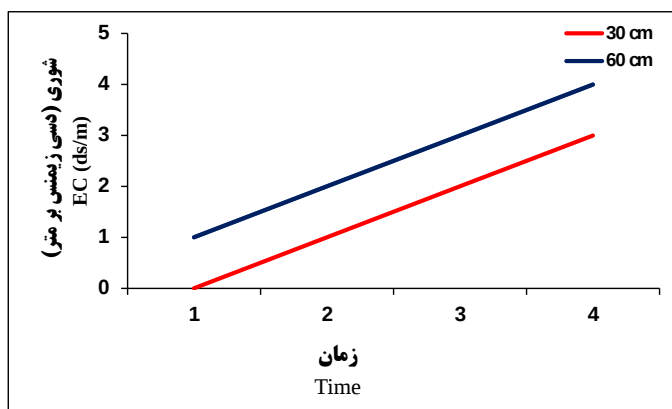
پراکندگی شدید

تصویر ۲۰. ارزیابی خاک پس از قراردادن در یک پتری دیش حاوی آب به مدت ۲ ساعت. پراکندگی بیشتر یعنی

سدیمی بودن بیشتر (cass et al., 1995)

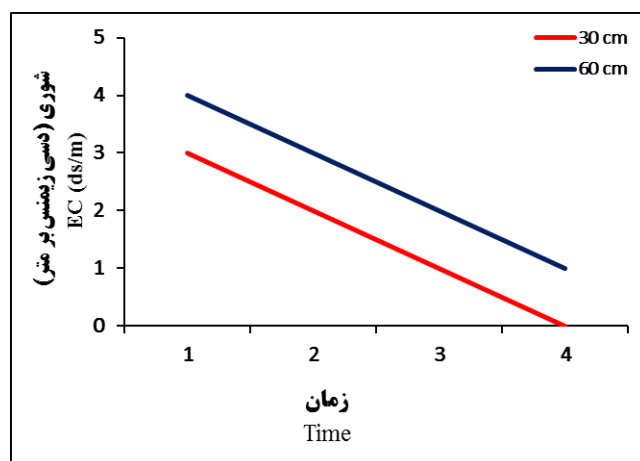
تفسیر روندها در پایش خاک

نمودارهای شماتیک زیر، مجموعه‌ای از روندها را نشان می‌دهند که می‌توانند برای تفسیر تغییرات کوتاه (ماهانه) و طولانی مدت (سالانه) داده‌های شوری پروفایل خاک مورد استفاده قرار گیرند.



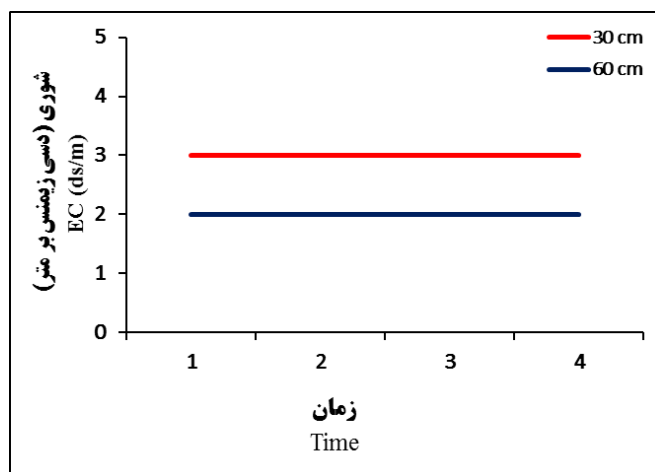
نمودار ۱. افزایش شوری در دو عمق ۳۰ و ۶۰ سانتی متری خاک

افزایش شوری در هر دو عمق خاک نشان دهنده آن است که شرایط شوری رو به وخامت است (نمودار ۱). معمولاً با افزایش شوری آب آبیاری و رسیدن آب شور به لایه‌های عمیق‌تر خاک رخ می‌دهد. همچنین باید شاهد افزایش سطح کلرید در تاک‌ها بود. نیاز به کاهش استفاده از آب آبیاری معمول یا استفاده از آب با کیفیت بهتر دارد.



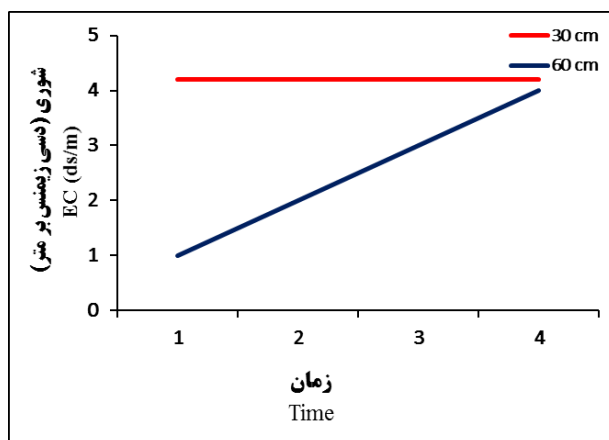
نمودار ۲. کاهش شوری در دو عمق ۳۰ و ۶۰ سانتی متری خاک

کاهش شوری در هر دو عمق خاک، یعنی بهبود شرایط شوری (نمودار ۲)، معمولاً با کاهش شوری آب آبیاری، بارندگی فصلی خوب و رسیدن آب با کیفیت بهتر به لایه‌های عمیق‌تر خاک همراه است. توجه داشته باشید که آبیاری بیش از حد، باعث غرقابی و شستشوی مواد مغذی نشود.



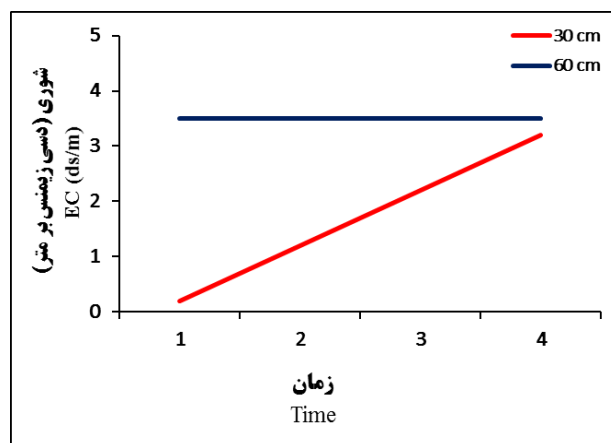
نمودار ۳. سطح شوری ثابت در دو عمق ۳۰ و ۶۰ سانتی‌متری خاک

سطح شوری ثابت در هر دو عمق خاک یعنی شرایط شوری در حالت تعادل (نمودار ۳)، شیوه‌های مدیریت فعلی نه افزایش و نه کاهش سطوح شوری در پروفایل خاک را سبب شده‌اند. سطوح کلرید در تاک‌ها را ارزیابی کنید تا تصمیم بگیرید که آیا تغییراتی در شیوه‌های مدیریتی لازم است یا خیر.



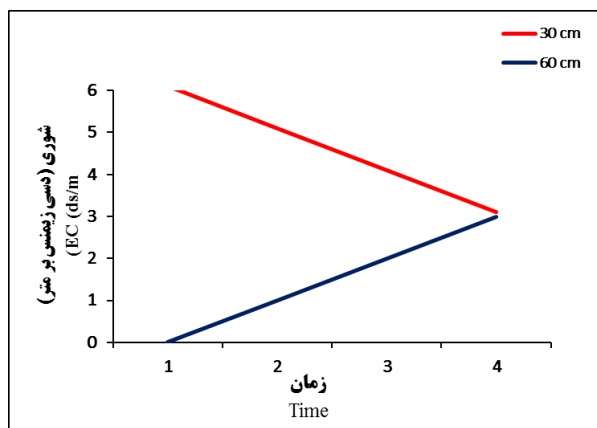
نمودار ۴. افزایش شوری فقط در عمق ۶۰ سانتی‌متری خاک

افزایش شوری فقط در عمق ۶۰ سانتی متری یعنی شرایط شوری تعدیل شده (نمودار ۴)، معمولاً با اعمال کم آبیاری، عدم وجود کسر آبشویی و حجم آبیاری برابر با مصرف آب و تبخیر، همچنین با شستشوی ناکارآمد توسط بارندگی زمستانی همراه است. سطوح کلرید و سدیم تاکنون را بررسی کنید تا تصمیم بگیرید که آیا تغییراتی در شیوه‌های مدیریتی لازم است یا خیر. به احتمال زیاد در برخی مواقع نیاز به شستشو دارد.



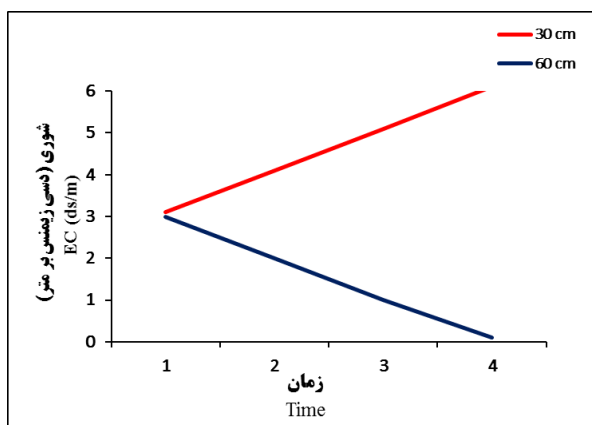
نمودار ۵. افزایش شوری فقط در عمق ۳۰ سانتی متری خاک

افزایش شوری فقط در عمق ۳۰ سانتی متری یعنی شرایط شوری رو به وخامت است (نمودار ۵)، معمولاً با کم آبیاری و آبیاری کوتاه مدت، کمتر از نیاز محصول و یا شستشوی ناکارآمد توسط بارندگی زمستانی همراه است. همچنین باید شاهد افزایش سطح کلرید در تاک‌ها بود. حجم آب مصرفی در طول فصل را افزایش دهید و یا فواصل آبیاری را برای شستشوی نمک‌ها به مدت طولانی‌تری اجرا کنید.



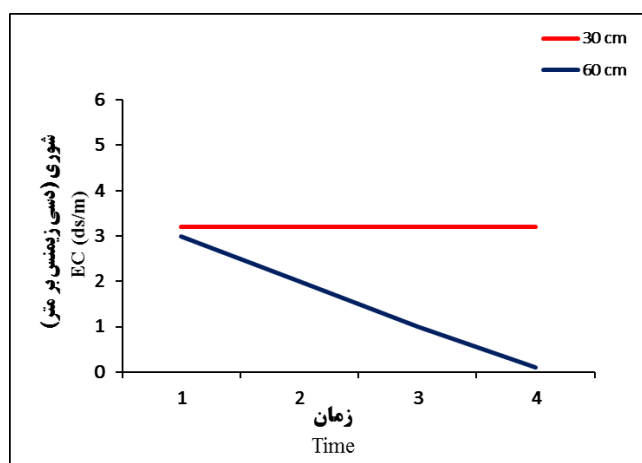
نمودار ۶. کاهش شوری در عمق ۳۰ سانتی متری و افزایش در عمق ۶۰ سانتی متری خاک

کاهش شوری در ۳۰ سانتی متر و افزایش در عمق ۶۰ سانتی متر یعنی بهبود شرایط شوری (نمودار ۶)، معمولاً با اعمال کم آبیاری، عدم وجود کسر آبشویی و حجم آبیاری برابر با مصرف آب و تبخیر همراه است. همچنین با بارندگی همراه است که نمک ها را به سمت پایین پروفایل خاک منتقل می کند. فقط در صورتی که در تجزیه و تحلیل کلرید تاک مشهود باشد به صورت نقطه ای نیاز به شستشو دارد.



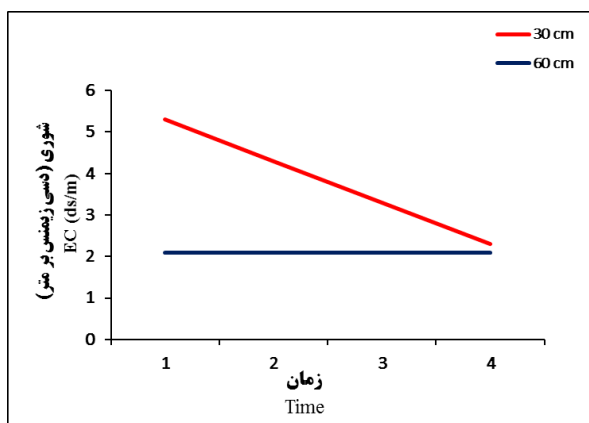
نمودار ۷. افزایش شوری در عمق ۳۰ سانتی متری و کاهش در عمق ۶۰ سانتی متری خاک

افزایش شوری در ۳۰ سانتی متر و کاهش در عمق ۶۰ سانتی متر یعنی شرایط شوری نامشخص (نمودار ۷)، معمولاً یا قرارگیری ضعیف سنسورها همراه است. می تواند با بالا آمدن سطح آب شیرین همراه باشد که باعث بالا آمدن مویرگی نمک ها به سطح خاک می شود. نصب تجهیزات پایش و سطح آب زیرزمینی را بررسی کنید.



نمودار ۸. کاهش شوری در عمق ۶۰ سانتی متری خاک

کاهش شوری در عمق ۶۰ سانتی متری یعنی بهبود شرایط شوری (نمودار ۸)، معمولاً با افزایش مقدار آب مصرفی و یا شستشوی موثرتر در زمستان همراه است. توجه داشته باشید که آبیاری بیش از حد باعث غرقابی و شستشوی مواد مغذی نشود.



نمودار ۹. کاهش شوری در عمق ۳۰ سانتی متری خاک

کاهش شوری در عمق ۳۰ سانتی متری یعنی بهبود شرایط شوری (نمودار ۹)، معمولاً با کاهش شوری آب آبیاری، رسیدن آبیاری به لایه‌های عمیق‌تر خاک و یا شستشوی مؤثرتر در زمستان همراه است. سطح کلرید تاک‌ها را کنترل کنید. اگر سطوح پایین نیابند، شستشوی تا عمق ۶۰ سانتی متری خاک لازم است.

شیوه‌های مدیریت

برای مقابله با تنش شوری در تاکستان، راهکارهای مدیریتی به دو حوزه اصلی روش‌های به‌زراعی و روش‌های به‌نژادی تقسیم می‌شوند. روش‌های به‌زراعی بر مدیریت محیط ریشه (خاک و آب) متمرکز هستند، در حالی که روش‌های به‌نژادی به توسعه ارقام و پایه‌های متحمل می‌پردازند.

روش‌های به‌زراعی شامل:

- مدیریت آبیاری
- شستشوی نمک‌ها
- کاربرد اصلاح‌کننده‌های خاک

- استفاده از مالچ

- تغذیه هدفمند

و روش‌های به‌نژادی شامل انتخاب و کاربرد ارقام و پایه‌های متحمل به تنش شوری است.

مدیریت آبیاری - روش آبیاری

جدول ۸ مدیریت شوری مرتبط با طیف وسیعی از سیستم‌های آبیاری تحت فشار را شرح می‌دهد (Lanyon, 2011).

الگوهای خیس شدن و نرخ جریان آب آبیاری تولید شده توسط این سیستم‌های متفاوت به شدت تحت

تأثیر فاکتورهای خاکی به ویژه ساختار، بافت و محتوای مواد آلی قرار می‌گیرند.

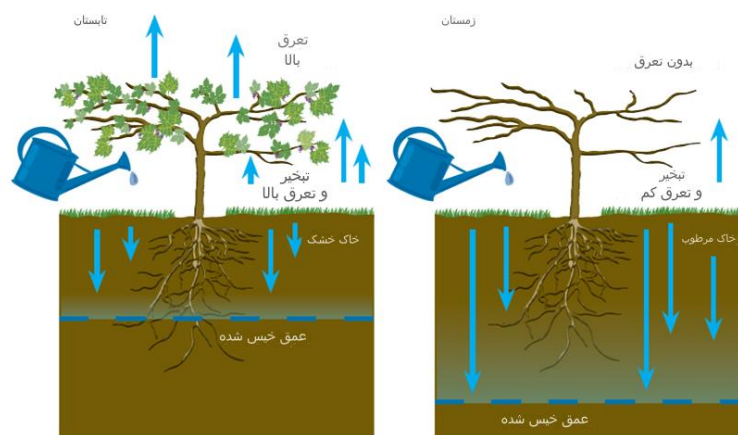
جدول ۸ مدیریت شوری مرتبط با انواع سیستم آبیاری

روش آبیاری	ویژگی‌های مثبت برای شوری	ویژگی‌های منفی برای شوری
۱. استاندارد: قطره‌چکان در سطح زمین با فاصله (۱ متر)	نسبت به قطره‌چکان‌های با فاصله نزدیک سطح کمتری با قطره‌چکان‌های با خروجی کم خیس می‌شود. نازل‌های با خروجی بیشتر می‌توانند الگوهای خیس شدن مداوم و یکنواخت ایجاد کنند.	نمک‌ها در حاشیه قسمت‌های مرطوب زیر نازل‌های با خروجی کم متمرکز می‌شوند. این غلظت نمک در مناطق بین قطره‌چکان‌ها به‌ویژه زمانی که با بارندگی همراه می‌شوند، مشکلاتی را برای رشد ریشه ایجاد می‌کند.
۲. قطره‌چکان در سطح زمین با فواصل نزدیک (۰.۵ متر)	در جایی که کره‌های مرطوب در زیر هر قطره‌چکان همپوشانی دارند، یک جبهه مرطوب مداوم ایجاد می‌شود که امکان شستشوی نسبتاً یکنواخت نمک‌ها از ناحیه ریشه را فراهم می‌کند.	گرانتر از گزینه ۱ احتمالاً تلفات تبخیر سطحی بیشتری نسبت به گزینه ۱ دارد.
۳. قطره‌چکان زیرسطحی	حداقل تلفات تبخیر به این معنی که آب بیشتری از هر واحد آب مصرفی قابل استفاده است. این امر باعث شستشوی بیشتر نمک‌ها از ناحیه ریشه می‌شود.	نگهداری سیستم دشوار است (به عنوان مثال نفوذ ریشه، آسیب توسط جانوران خاک). شناسایی قطره‌چکان‌های مسدود شده. اگر آب آبیاری شور باشد، مقادیر قابل توجهی نمک می‌تواند از خط قطره‌ای به سمت بالا مهاجرت کرده و در غلظت‌های مضر در خاک سطحی متمرکز شود.
۴. میکروجت یا مینی اسپرینکلر	یک جبهه مرطوب نسبتاً یکنواخت ایجاد می‌شود که امکان شستشوی کامل نمک‌ها از ناحیه ریشه را فراهم می‌کند.	تلفات آب از طریق تبخیر در سیستم‌های اسپری بیشتر از سیستم‌های قطره‌ای است. افزایش رطوبت نزدیک زمین می‌تواند رشد تاک‌ها را در هوای خشک تحریک کند، اما خطر شیوع قارچ با آبیاری در شرایط مرطوب بیشتر است.

شستشوی نمک‌ها - دومین شیوه مدیریت در آبیاری

شستشوی نمک‌ها از ناحیه ریشه موثرترین روش برای مدیریت شوری است. استراتژی‌های برنامه‌ریزی آبیاری مانند «کم آبیاری تنظیم‌شده» و «خشک کردن جزئی ناحیه ریشه» شستشوی عمیق را به حداقل می‌رساند و تمایل به تجمع نمک‌ها در ناحیه ریشه دارد. کسر آبشویی به مقدار آبی اشاره دارد که مازاد بر نیاز تبخیر و تعرق تاک برای تخلیه نمک انباشته شده به کار می‌رود.

استفاده از رویدادهای آبشویی معمولاً با مدیریت نمک در ناحیه ریشه همراه است. شستشوی نمک‌ها می‌تواند به عنوان بخشی از هر آبیاری انجام شود، یا می‌توان آن را از طریق یک آبیاری بزرگ بلافاصله پس از برداشت انجام داد. رویدادهای آبشویی در دوره‌های با تعرق کم مؤثر و کارآمدتر از آبشویی در دوره‌های با تعرق بالا است (تصویر ۲۱). بهترین شستشوی نمک‌ها از سطح خاک زمانی اتفاق می‌افتد که نیم‌رخ خاک نزدیک به اشباع باشد و آب مصرفی نمک کمی داشته باشد و آب به آرامی و به طور یکنواخت، چه از طریق بارندگی یا آبیاری اعمال شود. کسرهای آبشویی کم، ناشی از بارندگی کم یا تخصیص کم آبیاری، شوری خالص حفظ شده در ناحیه ریشه را افزایش می‌دهد.



تصویر ۲۱. تفاوت در حرکت آب از طریق نیم‌رخ خاک برای مقدار یکسان آب مصرفی در تابستان و زمستان

(Lanyon, 2011)

جدول ۹ اهمیت بارندگی را در فرآیند شستشوی نمک نشان می‌دهد (Tanji and Kielen, 2002). با افزایش بارندگی، تعداد آبیاری‌های شستشو که باید برای جلوگیری از تجمع نمک در ناحیه ریشه تاک اعمال شوند، کاهش می‌یابد.

جدول ۹. آب آبیاری اضافی مورد نیاز بر حسب درصد برای حفظ میانگین شوری ناحیه ریشه کمتر از ۲ دسی‌زیمنس بر متر (تحميل تاک)، که در آن کل آبیاری برای فصل ۰/۵ و ۲ مگالیتراست.

۲ مگا لیتر				۰/۵ مگا لیتر				کیفیت آب (ds/m)
بارندگی سالانه موثر (میلی لیتر)								
۶۰۰	۴۰۰	۲۰۰	۰	۶۰۰	۴۰۰	۲۰۰	۰	
۳٪	۳٪	۵٪	۱۱٪	۱٪	۱٪	۲٪	۱۱٪	۱
۵٪	۷٪	۱۱٪	۲۵٪	۲٪	۲٪	۴٪	۲۵٪	۲
۸٪	۱۱٪	۱۸٪	۴۳٪	۲٪	۳٪	۶٪	۴۳٪	۳
۱۱٪	۱۵٪	۲۵٪	۶۷٪	۳٪	۵٪	۹٪	۶۷٪	۴

فرض بر این است که مقدار آبیاری برابر نیاز آبی تاکستان است (Tanji and Kielen 2002).

تحقیقات اخیر نشان داده است که فرآیند آبتشویی همیشه کاملاً کارآمد نیست. تصور می‌شود که این به دلیل وجود مسیرهای ترجیحی حرکت آب در خاک باشد که منجر به تجمع نمک در سایر قسمت‌های ناحیه ریشه می‌شود. در برخی شرایط که ترک‌های انقباضی در پاسخ به تلفات تبخیر در خاک رسی شور ایجاد می‌شوند، کریستال‌های نمک روی سطوح ترک دیده می‌شوند. اگر بتوان آب رواناب را قبل از بسته شدن این شکاف‌ها به سمت پایین هدایت کرد، می‌توان مقادیر قابل توجهی نمک را به سرعت و عمیق شست.

برنامه ریزی منابع آب

انتخاب روش آبیاری و تعیین فاصله‌های آبیاری نقش تعیین کننده‌ای در کنترل تجمع نمک در ناحیه ریشه دارد. روش آبیاری قطره‌ای با قابلیت کاربرد آب با حجم کم و دفعات بیشتر، با حفظ رطوبت پیوسته در ناحیه ریشه، از ایجاد تنش آبی و تجمع نمک جلوگیری می‌کند. هنگام کشت تاک با آبیاری قطره‌ای، باید به دفعات آبیاری توجه داشت تا جذب نمک توسط تاک کاهش یابد. نباید اجازه داد خاک بیش از حد خشک شود، زیرا با خشک شدن خاک، نمک‌ها در محلول خاک متمرکز می‌شوند و گیاه نمک را جذب می‌کند. آبیاری‌های قطره‌ای مکرر، آب خاک را نزدیک به ظرفیت مزرعه نگه می‌دارد و نمک‌ها را به لبه منطقه مرطوب و دور از قسمت اصلی سیستم ریشه منتقل می‌کند. در مقابل، روش‌های آبیاری سطحی (نظیر کرتی یا نواری) به دلیل رطوبت‌دهی نامنظم و اتلاف آب، موجب انتقال نمک به سمت ناحیه ریشه شده و تشدید شوری را در پی دارند. تعیین فاصله آبیاری نیز باید بر اساس بافت خاک، شرایط اقلیمی و شوری آب تنظیم گردد؛ به طوری که در خاک‌های سبک و شرایط شوری بالا، فواصل کوتاه‌تر (۲-۳ روز) با حجم آب کمتر جهت شستشوی مستمر نمک توصیه می‌شود، در حالی که در خاک‌های سنگین‌تر می‌توان این فواصل را به ۴-۵ روز افزایش داد. در نهایت، پایش مداوم رطوبت خاک با استفاده از ابزارهای دقیق مانند سنسورهای رطوبت سنج برای بهینه‌سازی زمان‌بندی و حجم آبیاری در مدیریت پایدار شوری در تاجکستان ضروری است.

در مواردی که طیفی از منابع آبی در دسترس است که دارای سطح شوری متفاوتی هستند، مطلوب است که این منابع آبی براساس مرحله فنولوژیکی برنامه‌ریزی شوند. تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که تجمع کلرید در حبه‌های انگور بیشتر به شرایط محیطی منتهی به مرحله تغییر رنگ حبه مرتبط است تا بعد از آن. این نشان می‌دهد که بهترین کار، استفاده از آب با کیفیت بهتر (مثلاً رواناب ذخیره شده در سد) در اوایل فصل در طول دوره رشد و تقسیم سلولی سریع باشد و سپس از آب با کیفیت پایین‌تر استفاده شود.

مدیریت خاک

مالچ پاشی سطح خاک

در شرایط آبیاری با آب‌های با شوری متوسط، استفاده از مالچ به عنوان یک راهکار مدیریتی مؤثر برای کنترل شوری خاک توصیه می‌شود. براساس پژوهشی که در سال ۲۰۱۴ در یک تاجکستان تحت آبیاری قطره‌ای با آب دارای شوری ۴/۲ دسی‌زیمنس بر متر انجام شد، کلیه مالچ‌های مورد بررسی (پلاستیکی، سنگریزه و کاه) در مقایسه با خاک لخت، به طور معنی‌داری شوری خاک (ECe) را کاهش دادند. در این میان، مالچ پلاستیکی به عنوان مؤثرترین نوع مالچ شناسایی شد، چرا که با ایجاد سد فیزیکی، از تبخیر رطوبت خاک و در نتیجه از صعود و تجمع نمک در ناحیه ریشه گیاه به طور چشمگیری جلوگیری کرد. این تیمار نه تنها منجر به بهبود شرایط خاک شد، بلکه بیشترین تأثیر را در افزایش عملکرد محصول انگور داشت (Aragüés et al., 2014).

بنابراین کاربرد مالچ پلاستیکی می‌تواند به عنوان یک استراتژی عملی برای کاهش مخاطرات ناشی از شوری آب و خاک و تضمین پایداری تولید در سیستم‌های باغی مشابه پیشنهاد گردد.

- مالچ/کمپوست می‌تواند به عنوان یک فیلتر عمل کند زیرا جریان یکنواخت‌تری از آب آبیاری و نمک‌های محلول به سمت پایین روانه می‌کند (تصویر ۲۲).
- جانوران تشکیل دهنده خاک تمایل دارند در مرز خاک-کمپوست فعال شوند. این باعث بهبود ساختار خاک، نرخ نفوذ و هوادهی ناحیه ریشه می‌شود.
- نفوذ سریع آب به زیر خاک خنک زیر مالچ/کمپوست، خطر تلفات ناشی از تبخیر را کاهش می‌دهد و شسته شدن نمک‌های ناخواسته در خاک سطحی را بیشتر می‌کند.

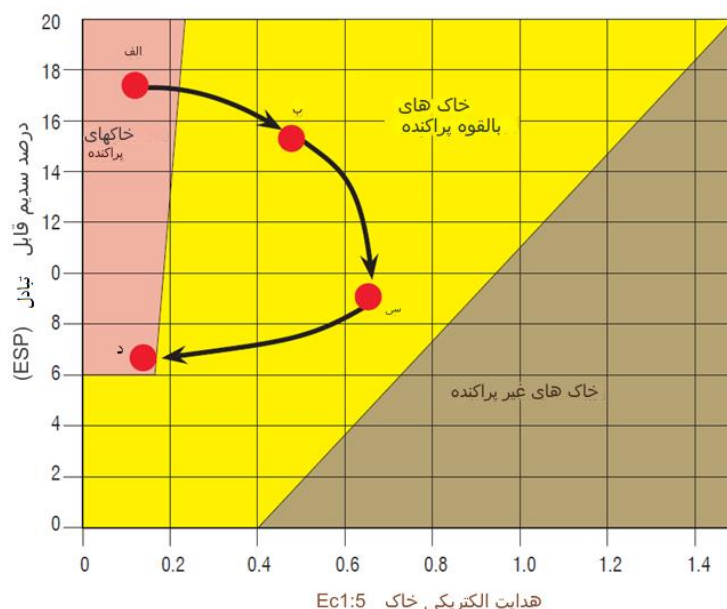


تصویر ۲۲. کمپوست و مالچ کاه در امتداد ردیف‌های تاک (Lanyon, 2011)

کاربرد اصلاح کننده‌های شوری خاک

مدیریت مؤثر خاک‌های متأثر از شوری و سدیم بالا، مستلزم به‌کارگیری اصلاح‌کننده‌های شیمیایی و آلی متناسب با شرایط خاک است. در خاک‌های سدیمی (با SAR بالا)، اصلاح‌کننده‌های کلسیمی نظیر گچ به‌عنوان گزینه‌ای پایه، از طریق مکانیسم تبادل یونی، سدیم جذب‌شده بر روی ذرات خاک را با کلسیم جایگزین نموده و منجر به بهبود ساختمان خاک و نفوذپذیری آن می‌گردند. در خاک‌های قلیایی شور که دارای آهک فعال هستند، کاربرد اسید سولفوریک یا گوگرد عنصری با کاهش pH، انحلال کربنات کلسیم را تسهیل و منبع کلسیم مورد نیاز برای جایگزینی سدیم را فراهم می‌سازد. در کنار این روش‌های شیمیایی، استفاده توأمان از مواد آلی نظیر کمپوست با بهبود پایداری ساختمان خاک‌دانه‌ها و افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، کارایی شستشوی نمک‌ها را به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد. بنابراین، انتخاب و تلفیقی هوشمندانه این اصلاح‌کننده‌ها براساس نتایج تجزیه خاک، کلید موفقیت در احیاء اینگونه اراضی و دستیابی به پایداری تولید است.

گچ به خودی خود یک نمک و در حد کمی محلول است. گچ کاتیون‌های کلسیم را فراهم می‌کند که جایگزین کاتیون‌های سدیم و منیزیم مرتبط با پراکندگی ذرات رس می‌شود (تصویر ۲۳). گچ همچنین یک محلول خاکی با شوری ملایم فراهم می‌کند که پراکندگی را کمتر می‌کند. در جاهایی که خاک نسبتاً شور است، از استفاده از گچ ریز شده خودداری کنید که ممکن است تنش شوری را روی گیاهان به میزان قابل توجهی افزایش دهد در عوض، اگر لایه سدیم در این شرایط نیاز به تصفیه دارد، از گچ درشت استفاده کنید.



تصویر ۲۳. پیش‌بینی تغییرات در پراکندگی و ویژگی‌های شوری با گذشت زمان پس از کاربرد اولیه ۵ تن در هکتار گچ در خاک (Rengasamy et al., 1984). الف- شرایط اولیه خاک ب- افزایش EC خاک با حل شدن گچ در محلول آب خاک پ- حلالیت گچ به حداکثر می‌رسد و یون‌های سدیم را با یون‌های کلسیم جابجا می‌کند و یون‌های سدیم را در محلول می‌گذارد د- باران‌های زمستانی سدیم را شسته و یون‌های موجود در نیمرخ خاک و در نتیجه شوری را کاهش می‌دهند.

سه روش اصلی برای اعمال گچ در خاک پاکستان وجود دارد:

۱. پخش‌کننده‌ای که توسط تراکتور کشیده می‌شود یک راه موثر برای افزودن گچ به مناطقی است که نیاز به تصفیه دارند. ادغام مکانیکی ضروری نیست - گچ حل می‌شود و دفعه بعد که باران می‌آید و یا با آب آبیاری حرکت می‌کند.

۲. گچ را می‌توان در شرایطی که زمین برای پخش‌کننده‌های زمینی بیش از حد باتلاق است و استفاده فوری مورد نیاز است، از طریق هواپیما به یک مزرعه اعمال نمود.

۳. گچ را می‌توان در آب آبیاری حل کرد و سپس از طریق سیستم آبیاری اعمال کرد.

مدیریت بین ردیف‌ها

مدیریت آب حاصل از بارندگی برای برنامه‌های مدیریت شوری پاکستان حیاتی است. هرچه بتوان آب باران بیشتری را در پاکستان به دام انداخت، آب آبیاری کمتری مورد نیاز است. بنابراین هر گونه کاهش در مصرف

آب آبیاری باعث کاهش کل نمک وارد شده از طریق آن آب می شود. آب باران معمولاً دارای بار نمکی بسیار کمتری نسبت به آب آبیاری است، بنابراین تا آنجا که ممکن است باید جذب و ذخیره شود. یکی از روش ها، مدیریت خوب خاک بین ردیفی است. تبدیل یک خاک فشرده به خاک شکننده می تواند ظرفیت نگهداری آب آن را دو برابر کند.

برهم زدن خاک

در جایی که خاک دارای توانایی ذاتی برای انقباض و متورم شدن است (ظرفیت تبادل کاتیونی بیشتر از حدود ۱۵ سانتی مول/کیلوگرم)، شل شدن لایه های فشرده شده را می توان از طریق چرخه های خیس و خشک کردن در فضای بین ردیفی ایجاد کرد. استفاده از گونه های بین ردیفی مانند کاسنی می تواند منافذ عمیق و بزرگی ایجاد کند که توانایی خاک برای انتقال آب را بهبود می بخشد. افزایش انتقال آب باعث بهبود اثربخشی شستشو در دوره های بارندگی یا شدت بارندگی می شود (تصویر ۲۴).



تصویر ۲۴. برهم زدن مناطق متراکم مسیر چرخ های ماشین آلات در تاجستان (Lanyon, 2011)

تغذیه

کاربرد مواد مغذی برای غلبه بر مشکلات شوری

مدیریت تغذیه ای در تاجستان های تحت تنش شوری، نیازمند راهبردهایی فراتر از اصلاح خاک است. در این شرایط کاربرد هدفمند مواد مغذی خاص می تواند با تعدیل اثرات فیزیولوژیک تنش، به حفظ سلامت و عملکرد تاک کمک شایانی نماید. پتاسیم به عنوان یک ماده مغذی کلیدی، با رقابت برای محل جذب در ریشه، ورود یون سدیم را به گیاه محدود کرده و نقش حیاتی در حفظ فشار تورگر و تنظیم روزنه ای دارد. همچنین، کاربرد کلسیم

به ویژه از منابعی مانند نترات کلسیم، با استحکام بخشیدن به دیواره سلولی و حفظ یکپارچگی غشا، مقاومت درونی تاک را در برابر سمیت یونی افزایش می‌دهد. از سوی دیگر، عناصر ریزمغذی مانند روی و منگنز که قابلیت جذب آن‌ها در خاک‌های قلیایی-شور کاهش می‌یابد، اغلب باید از طریق محلول‌پاشی جبران گردند، چرا که آن‌ها به عنوان کوفاکتور در سیستم‌های آنزیمی آنتی‌اکسیدانی عمل کرده و گیاه را در مقابله با استرس اکسیداتیو ناشی از شوری یاری می‌رسانند. بنابراین، یک برنامه تغذیه‌ای یکپارچه که بر تأمین این مواد مغذی در مراحل حساس رشد انگور متمرکز باشد، می‌تواند به عنوان یک ابزار مدیریتی مؤثر برای کاهش خسارات ناشی از شوری و تضمین پایداری تولید در تاکستان‌ها به کار گرفته شود.

تشدید مشکلات شوری

کودها، کودهای دامی و اصلاح کننده‌های خاک در غلظت‌های بالا شامل بسیاری از نمک‌های محلول هستند. اگر کود خیلی نزدیک به گیاه قرار گیرد، ممکن است باعث ایجاد یا تشدید مشکل شوری یا سمیت شود. هر چه شاخص نمک کود کمتر باشد، خطر نمک سوزی و آسیب به نهال‌ها یا گیاهان جوان کمتر می‌شود. شاخص‌های نمک برای کودهای مختلف در جدول ۱۰ نشان داده شده است. اگر قرار است کود در محیطی با شوری بالا استفاده شود، بهتر است به جای استفاده یکباره از کود، کم کم و در چند مرحله استفاده شود.

جدول ۱۰. تاثیر انواع کود بر شوری

ماده	فرمول شیمیایی	شاخص نمک
آمونیاک بی‌آب	NH_3	۴۷/۱
نترات آمونیوم	NH_4NO_3	۱۰۴/۷
سولفات آمونیوم	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	۶۹
مونو آمونیوم فسفات	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	۲۹/۹
تیوسولفات آمونیوم	$(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3$	۹۰/۴
نترات کلسیم	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	۵۲/۵
سولفات کلسیم (گچ)	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	۸/۱
دی آمونیوم فسفات	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	۳۴/۲

۱۷/۴	K_2HPO_4	دی پتاسیم فسفات
۱۵/۴	$Ca(H_2PO_4)_2$	مونو کلسیم فسفات
۱۰۰	$NaNO_3$	نترات سدیم
۱۰۹/۴	KCl	کلرید پتاسیم ۵۰%
۱۱۶/۳	KCl	کلرید پتاسیم ۶۰%
۱۱۴/۳	KCl	کلرید پتاسیم ۶۳%
۸/۴	KH_2PO_4	مونوپتاسیم فسفات
۷۳/۶	KNO_3	نترات پتاسیم
۴۶/۱	K_2SO_4	سولفات پتاسیم
۱۳۶	$K_2S_2O_3$	تیوسولفات پتاسیم
۴۳/۲	$2MgSO_4 \cdot K_2SO_4$	سولفات پتاسیم-منیزیم
۷/۸	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot 2CaSO_4$	سوپرفسفات معمولی (۱۶%)
۱۰/۱	$Ca(H_2PO_4)_2$	سوپرفسفات تریپل (۴۸%)
۷۵/۴	$CO(NH_2)_2$	اوره
۴/۷	$CaCO_3$	کربنات کلسیم (سنگ آهک)
۰/۸	$CaCO_3 \cdot MgCO_3$	دولومیت

شاخص نمک بالاتر = اثر شوری بیشتر در خاک

نترات سدیم (شاخص ۱۰۰) به عنوان مبنا در نظر گرفته شده است (Rader, 1943., Kambrova and Kirilov, 2008).

نتیجه گیری

مدیریت شوری در تاجستان‌های ایران نه یک انتخاب، بلکه یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر برای حفظ بقای تاجستان‌ها و تداوم تولید باکیفیت است. چالش شوری که امروزه بسیاری از مناطق کشاورزی کشور با آن دست‌وپنجه نرم می‌کنند، تهدیدی جدی برای اقتصاد باغداری و معیشت هزاران خانواده به شمار می‌رود. اما همان‌طور که تجربیات عملی نشان داده‌اند، این مشکل راهکارهای مؤثری دارد که با دانش و مدیریت صحیح قابل اجرا هستند. کلید موفقیت در مقابله با شوری، رویکرد پیشگیرانه و جامع‌نگر است. ترکیب دانش بومی با

فناوری‌های نوین، انتخاب ارقام و پایه‌های مقاوم به عنوان روش‌های بهنجاری و مدیریت هوشمندانه آبیاری و تغذیه، و پایش مستمر شرایط خاک به عنوان روش‌های به زراعی مقابله با تنش شوری می‌توانند تاجکستان‌ها را حتی در شرایط نامساعد نیز پایدار نگه دارند. آنچه اهمیت دارد این است که باغداران به موقع اقدام کنند و منتظر ظهور علائم شدید خسارت نمانند. آینده تاجکستان‌های ایران در گرو عزم ملی برای مدیریت پایدار منابع آب و خاک است. با سرمایه‌گذاری در پژوهش‌های کاربردی، آموزش باغداران و توسعه روش‌های نوین کشاورزی، می‌توان بر چالش شوری غلبه کرد و آینده‌ای روشن برای صنعت انگورکاری کشور ترسیم نمود.

منابع مورد استفاده

- آمارنامه محصولات باغبانی. (۱۴۰۲). معاونت آمار، فناوری اطلاعات و ارتباطات. جلد سوم، گزارش محصولات باغی، قارچ و گلخانه‌ای. وزارت جهاد کشاورزی. ۴۰۰ صفحه.
- پیله، ف.، عبادی، ع.، زمانی، ذ.، بابالار، م. (۱۴۰۲). واکنش‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی برخی از ارقام و پایه‌های انگور تحت تیمار سدیم نیتروپروساید در شرایط تنش شوری. علوم باغبانی ایران. ۵۴(۴). ۶۸۳-۶۶۳.
- دولتی بانه، ح. (۱۴۰۳). واکنش ارقام انگور به تنش شوری. مجله ترویجی انگور. شماره ۱(۶). ۳۲-۲۷.
- رحیمیان، م. ح.، غلامی، ح. (۱۴۰۱). تحلیلی بر وضعیت شوری منابع آب در حال استفاده بخش کشاورزی. مجله آب و توسعه پایدار. ۹(۳)، ۱۱۶-۱۰۷.
- سعادت، س.، رضایی، ح.، اسماعیل‌نژاد، ل.، میرخانی، ر.، و باقری، ی. ر. (۱۴۰۲). نقشه شوری خاک‌های کشاورزی ایران (نشریه فنی شماره ۶۳۰). مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور.
- فرجاد، م.، نانکلی، ا.، عبدالحی، ح.، خسروشاهلی، م.، رضایی، ع.، رسولی، و. (۱۴۰۲). ارزیابی مقدماتی تحمل به تنش شوری در برخی از ارقام بومی و پایه‌های هیبرید انگور در شرایط درون شیشه‌ای. نهال و بذر، ۳۹(۲)، ۲۰۱-۱۷۵.
- Adams, T., Biswas, T., & Skewes, M. (2006). Monitoring soil salinity for irrigated horticulture. PIRSA. Report no. 31/02/06.
- Aragüés, R., Medina, E. T., & Clavería, I. (2014). Effectiveness of inorganic and organic mulching for soil salinity and sodicity control in a grapevine orchard drip-irrigated with moderately saline waters. Spanish Journal of Agricultural Research, 12(2):501-508.
- Ayers, R. S., & Westcot, D. W. (1994). Water quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29 Rev. 1.
- Cass, A., Walker, R. R., & Fitzpatrick, R. W. (1995). Vineyard soil degradation by salt accumulation and the effect on the performance of the vine. Proceedings of the Ninth Australian Wine Industry Technical Conference. pp. 153-160.
- Goodwin, I., McClymont, L., Lanyon, D., Zerihun, A., Hornbuckle, J., Gibberd, M., Mowat, D., Smith, D., Barnes, M., & Correll, R. (2009). Managing soil water to target quality and reduce environmental impact (GWDC Final Report: Project No. DPI04/04). Department of Primary Industries / Grape and Wine Research and Development Corporation.
- Ismail, A. A. A. M. (2013). Grapes for the desert: salt stress signaling in Vitis. Doctoral dissertation, Karlsruhe, Karlsruher Institut für Technologie, pp.124.

- Kamburova, K., & Kirilov, P. I. (2008) Calculating the salt index of PK and NPK liquid fertilizers from potassium phosphates, Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy, 43(2): 227-230.
- Lanyon, D. (2011). Salinity management interpretation guide. Arris Agricultural & Environmental.
- Mass, E. V., & Hoffman, G. J. (1977). Crop salt tolerance – current assessment. Journal of the Irrigation and Drainage Division, 103: 115-134.
- Nicholas, P. (Eds.). (2004). Grape production series no. 2: Soil, irrigation and nutrition. SARDI.
- Rader, L. F. J., White, L.M. & Whittaker, C.W. (1943) The salt index - a measure of the effect of fertilizers on the concentration of the soil solution. Soil Science, 55:201–208.
- Rengasamy, P., & Olsson, K. A. (1991). Sodicty and soil structure. Australian Journal of Soil Research, 29: 935-952.
- Tanji, K. K., & Kielen, N. C. (2002). Agricultural drainage water management in arid and semi-arid areas. FAO Irrigation and Drainage Paper 61.
- Tee, E., Burrows, D., Boland, A. M., & Putland, S. (2003). Best irrigation management practices for viticulture in the Murray Darling Basin. Cooperative Research Centre for Viticulture.
- Walker, R. R., Blackmore, D. H., & Clingeleffer, P. R. (2010). Impact of rootstock on yield and ion concentrations in petiole, juice and wine of Shiraz and chardonnay in different viticultural environments with different irrigation water salinity. Australian Journal of Grape and Wine Research, 16:243-257.
- Walker, R. R., Blackmore, D. H., Clingeleffer, P. R., & Correll, R. L. (2002). Rootstock effects on salt tolerance of irrigated field-grown grapevines (*Vitis vinifera* L. cv. *Sultana*). Yield and vigour inter-relationships. Australian Journal of Grape and Wine Research, 8:3-14.
- Zhang, X., Walker, R. R., Stevens, R. M., & Prior, L. D. (2002). Yield salinity relationships of grapevine (*Vitis vinifera* L.) on own roots and a range of rootstocks. Australian Journal of Grape and Wine Research, 8:150-156.

پژوهشکده میوه‌های
معتدله و سردسیری

کرج: جاده محمد شهر

شهرک نهال و بذر

تلفن: ۰۲۶-۳۶۷۰۲۵۴۱

دورنگار: ۰۲۶-۳۶۷۰۰۹۰۸

Web: <http://tfri.hsri.ac.ir>

