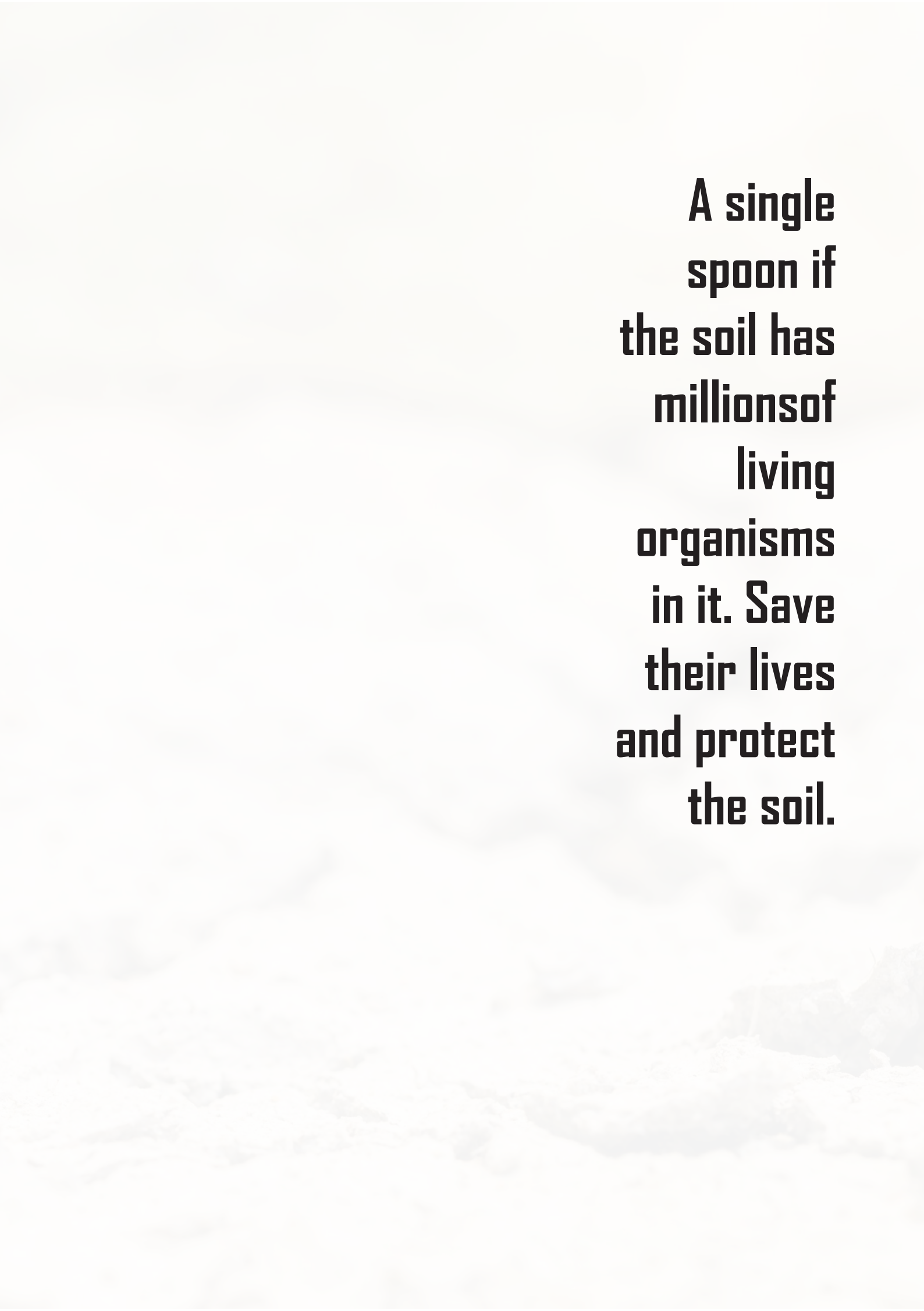


پرفراک

فصلنامه علمی

شماره پنجم، پاییز ۱۴۰۰





**A single
spoon if
the soil has
millionsof
living
organisms
in it. Save
their lives
and protect
the soil.**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



شناسنامه



عنوان: پروخاک

زمینه انتشار: علمی

ترتیب انتشار: فصلنامه

شماره انتشار: شماره پنجم

تاریخ انتشار: پاییز ۱۴۰۰

صاحب امتیاز: انجمن علمی علوم و مهندسی خاک

مدیرمسئول: رویا کریم‌نیا

سر دبیر: مریم رحمتی

ناظر علمی: دکتر آیدا عباسی

کارشناس نشریات: مهندس سعید بوداقلی

هیأت تحریریه: رویا کریم‌نیا، مریم رحمتی، آرزو رضازاده، رضا رسول‌زاده

شماره و تاریخ مجوز: ۳۶۸۴/ف/م | ۱۳۹۹/۰۸/۲۵

طراح جلد و صفحه‌آرایی: رویا کریم‌نیا

فهرست مطالب

خاک‌های شور

۷

تأثیر شوری خاک بر
پایداری کشاورزی

۱۱

مضرات شوری خاک

۱۵

نحوه تشخیص
شوری خاک

۱۹

تأثیر شوری بر
خاک‌های جهان

۲۱

تأثیر شوری بر
خاک‌های ایران

۲۵

استفاده بالقوه از
هالوفیت‌ها برای اصلاح
خاک‌های شور

۳۳

سخن مدیرمسئول

به نام خداوند یگانه هستی

دلبسته‌ی افلاکم و پابسته‌ی خاک، فواره‌ای بین زمین و آسمانم. بی‌تردید تقدس ماده‌ای که از آنیم و بر بستر آن می‌زییم و در زیر آن می‌آرامیم اقدامی است الهی، علمی و منطقی. هدف ما از جمع‌آوری این فصل از نشریه تبیین توجه به خاک، بهره‌برداری از خاک و مدیریت بهینه از آن است، امیدوارم با نشر این موضوع به این اهداف مورد نظرمون برسیم.

پیشاپیش از حسن توجه شما عزیزان نهایت سپاسگزاری رو دارم.

باتشکر رویا کریم‌نیا



خاک‌های شور

■ تهیه‌کننده: مریم رحمتی

دانشجوی کارشناسی علوم و مهندسی خاک دانشگاه محقق اردبیلی

واژه خاک‌های شور معادل واژه خاک‌های سولونچاک در سیستم طبقه‌بندی روسها می‌باشد. که در گذشته به آن‌ها خاک‌های قلیایی سفید گفته می‌شد. گاهی آن‌ها را می‌توان از طریق قشری سفید که در سطح آن وجود دارد، تشخیص داد. اگر چه عدم وجود قشرنمکی نیز لزوماً به معنای شور نبودن این خاک‌ها نیست. میزان SAR کمتر از ۱۳ در این خاک‌ها نشان دهنده میزان نسبتاً کم سدیم تبادلی است. غلظت زیاد نمک در عصاره اشباع خاک‌های شور، باعث می‌شود که مقدار EC به بیش از ۴ دسی زیمنس بر متر برسد.

معمولاً PH کمتر از ۸/۵ می‌باشد. مهمترین کاتیون‌های این خاک‌ها، کلسیم، منیزیم و سدیم هستند، ولی به ندرت سدیم بیش از نصف کاتیون‌های محلولی را تشکیل می‌دهد پتاسیم معمولاً به مقدار قابل ملاحظه‌ای در محلول خاک یا در سطح کلونیدهای رسی وجود ندارد گرچه ندرتاً در بعضی خاک‌های کویری پتاسیم محلول درصد بزرگی از املاح محلول را تشکیل می‌دهد. آنیون‌های اصلی در این خاک‌ها کلرور، سولفات و گاهی نیترات می‌باشند مقدار ناچیزی بی کربنات در این خاک‌ها یافت می‌شود ولی بهر حال کربنات محلول در آن وجود ندارد. علاوه بر املاح محلول مقداری املاح کمتر محلول و غیرمحلول مانند ژپس، کربنات کلسیم یا منیزیم نیز در آن‌ها یافت می‌شود. در نتیجه تبخیر آب و باقی ماندن نمک در سطح تکه‌های سفید و مجزایی در سطح این خاک‌ها تشکیل می‌گردد.

از لحاظ نیمرخ شناسی نیمرخ این خاک‌ها یکنواخت است و تغییراتی در جهت عمق در آن مشاهده نمی‌شود این موضوع نشان دهنده آن است که عوامل هوازدگی و سازنده خاک تأثیر چندانی در این خاک‌ها نداشته‌اند. به علت رشد کافی گیاهان میزان هوموس آن‌ها کم و بنابراین روشن رنگ هستند. به علت زیادی املاح و نبودن سدیم قابل تبادل زیاد ذرات کلونییدی این خاک‌ها منعقد شده است و نفوذپذیری در آن‌ها از خاک‌های مشابه غیرشور بیشتر است و این خاک‌های دارای شرایط فیزیکی نرمال هستند.

خاک‌های سدیمی

در فرهنگ خاک‌شناسی روسها به این خاک‌ها، خاک‌های سولونتنز اطلاق می‌شود. اولین محققان آمریکایی واژه قلیایی سیاه را برای این خاک‌ها بکار می‌بردند. کاربرد صفت سیاه به خاطر حل مواد آلی خاک و متعاقب آن هویدا شدن مواد آلی در سطح خاک بر اثر تبخیر آب است. این فرآیند باعث تیره شدن سطح خاک می‌شود. مشخصه خاک‌های سدیمی پایین بودن میزان شوری در محلول آن‌هاست. مقادیر SAR در این خاک‌ها بزرگتر از ۱۳ است که این امر بیانگر فزونی میزان سدیم تبادلی نسبت به خاک‌های شور است. هیدرولیز سدیم تبادلی باعث ایجاد NaOH در محلول خاک می‌شود.



NaOH به وجود آمده نیز می‌تواند با CO محلول ترکیب شده و Na_2CO_3 تولید کند و در چنین شرایطی PH خاک سدیمی ممکن است حتی به ۱۰ هم برسد در این حالت یون‌های Ca Mg به خاطر وجود CO به صورت کربنات سدیم رسوب می‌دهند. از اینرو محلول این خاک‌های حاوی نمک‌های کربنات، بی‌کربنات، کلرید و سولفات سدیم است. یون عمده در خاک‌های سدیمی Na است که به همراه مقداری K, Ca Mg نیز وجود دارد. درصد بالای سدیم تبادلی را می‌توان با از هم پاشیدگی سیستم رسی تشخیص داد. در این حالت ورود هوا و آب به خاک به طور چشمگیری کاهش می‌یابد. خاک‌های سدیمی در صورت عدم بکارگیری روشهای اصلاحی از نظر کشاورزی ارزش چندانی ندارند. در این خاک‌ها درصد سدیم قابل تبادل آن‌ها از ۱۵ بیشتر است به این مفهوم سدیم تبادلی بیش از ۱۵ درصد CEC را در برگرفته است. میزان املاح محلول در آن‌ها کم و بنابراین هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک از ۴ میلی موس برسانتیمتر کمتر است.



اگر این خاک‌ها زمان کافی برای به وجود آوردن لایه B داشته باشند. رس‌های لایه A در نتیجه انتشار به لایه B منتقل می‌شود و ساختمان منشوری مشخصی در آن به وجود می‌آید. بنابراین لایه A در خاک‌های قلیایی درشت بافت نفوذناپذیر می‌باشد در صورتیکه لایه B نسبتاً سخت با نفوذپذیری کم وریز بافت خواهد بود. در شرایط مزرعه معمولاً این خاک‌ها تکامل نمی‌یابند ولی نفوذپذیری آن‌ها بهر حال کم است.

اگر این خاک‌ها حاوی سولفات کلسیم باشند در نتیجه آبیاری به تدریج سولفات کلسیم حل می‌شود و کلسیم آن سدیم را جابجا می‌کند و پس از مدتی خاک به حالت معمولی در می‌آید. در صورتی که خاک حاوی این ترکیب نباشد با افزایش ژپیس و گوگرد و در نتیجه اکسید اسیون تولید اسید سولفوریک خواهند کرد. هم‌چنین با افزایش اسید سولفوریک، سولفات آهن، سولفات آلومنیوم، سولفات کلسیم تشکیل می‌شود و عمل جانشینی بین سدیم و کلسیم صورت خواهد گرفت. در بعضی خاک‌های قلیا که ذخیره املاح کلسیم و منیزیم آن‌ها ناچیز است با اینکه درصد سدیم تبدلی بیش از ۱۵ می‌باشد. با اینحال PH آن کمتر از ۷ و گاه ۶ است این خاک‌ها را خاک‌های قلیایی تنزل یافته می‌نامند. بیر عقیده دارد که چون این خاک‌ها از لحاظ PH قلیایی نیستند باید آن‌ها را خاک‌های سدیمی تنزل یافته بنامند، علت پایین بودن PH در این خاک‌ها وجود هیدروژن قابل تبادل است که در غیبت املاح دو ظرفیتی جای آن‌ها را در سطح کلئید رس گرفته است.

خاک‌های شور سدیمی

این خاک‌ها که تواماً خصوصیات شیمیایی خاک‌های شور سدیمی را دارا می‌باشند. درصد سدیم تبدلی این خاک‌ها بیشتر از خاک‌های شور بوده ($SAR > 3$) و هم‌چنین میزان غلظت نمک محلول این نوع خاک‌ها زیاد است (دسی زیمنس بر متر $E C > 4$) وجود نمک اضافی در این خاک‌ها باعث حفظ نفوذ پذیری خاک می‌شود هم‌چنین PH این خاک‌ها اغلب کمتر از یا برابر ۸/۴ است. چنانچه نمک اضافی در این خاک‌ها به وسیله آبشویی خارج شود، خواص این خاک‌ها به خاک‌های سدیمی تبدیل خواهد شد. با غلبه سدیم ذرات پوشیده شده و برای ورود آب و هوا در خاک محدودیت ایجاد می‌گردد. به همین خاطر برای اصلاح این خاک‌ها قبل از کشت گیاهان باید از یک طرف نمک اضافی آبشویی شود و از طرف دیگر میزان سدیم تبادل کاهش یابد.



تأثیر شوری خاک بر پایداری کشاورزی

■ تهیه‌کننده: رویا کریم‌نیا

دانشجوی کارشناسی علوم و مهندسی خاک دانشگاه محقق اردبیلی

کاهش شدید بارش‌های جوی، از بین رفتن آب‌های زیرزمینی و گرم شدن بیش از اندازه هوا، تأثیرات نامطلوبی بر روی میزان شوری خاک و استعداد آن برای کشاورزی گذاشته است، درواقع شوری خاک در بسیاری از مناطق خشک و نیمه بیابانی، کشاورزی پایدار را تهدید می‌کند.

تأثیر شوری خاک بر روی گیاهان

یکی از اثرات شوری خاک بر گیاهان کاهش جذب آب است. در خاک‌های شور غلظت بالای نمک، فشار اسمزی را بالا می‌برد. فشار اسمزی رابطه نزدیکی با جذب آب و رشد گیاه دارد و در نتیجه بالا بودن آن باعث کاهش جذب آب و پژمرده شدن گیاه می‌شود.

همچنین از دیگر اثرات منفی شوری خاک بر گیاه، بالا بودن یک یون خاص در خاک است که موجب ایجاد مسمومیت در گیاه می‌شود. هنگامی که یک گیاه، یون‌های نمکی مضر موجود در خاک شور را جذب میکند ممکن است نشانه‌های ظاهری مانند کاهش رشد گیاه، کوچک شدن برگ‌ها، نکروز شدن حاشیه برگ‌ها و یا تغییر شکل میوه در گیاه نمایان شود، که به این امر مسمومیت با یون خاص می‌گویند.

از دیگر اثرات شوری خاک می‌توان به اختلال در جذب مواد مغذی ضروری برای گیاه، اشاره کرد. عدم تعادل در میزان نمک در خاک ممکن است منجر به رقابت بین عناصر شود. میزان زیاد یک یون جذب یون دیگر را محدود می‌کند. به عنوان مثال، میزان بیش از حد کلرید جذب نیترات را کاهش می‌دهد، اضافه شدن فسفر اضافی به زمین باعث کاهش جذب منگنز شده و اضافه شدن پتاسیم جذب کلسیم را محدود می‌کند.

در روش بایوجمی با استفاده از محلول‌های بایوجمی کاهش شوری در اطراف ریشه به وضوح مشاهده شده است. محلول‌های بایوجمی با افزایش تبادل کاتیونی خاک و همچنین با فراهم کردن شرایط شیمیایی مناسب در اطراف ریشه، اثرات مضر شوری را دفع می‌کنند.

تنش شوری و تحمل گیاهان نسبت به آن

تحمل گیاهان نسبت به شوری نه تنها در بین گونه‌های مختلف کاملاً متغیر است بلکه در هر گیاه و تحت تنش شوری و تحمل گیاهان نسبت به آن و همچنین مبارزه با این معضل، از عمده مسائلی است که بشر از هزاران سال پیش تاکنون با آن دست به گریبان بوده است. تنش شوری (Salinity Stress) یکی از جدی‌ترین عوامل کاهش بهره‌وری محصولات کشاورزی است که اثرات نامطلوبی بر جوانه زنی، قدرت بوته و عملکرد محصول دارد. بنابراین اهمیت شناخت، جلوگیری و کنترل این پیش‌آمد، کاملاً مشهود است. در پی تنش شوری همیشه بحث تحمل شوری (Salt Tolerance) مطرح است؛ که در واقع میزان حداکثری نمکی است که گیاه توانایی تحمل آن را داراست در شرایطی که باعث کاهش بهره‌وری نشود. شرایط محیطی نیز تغییر می‌کند. بسیاری از عوامل مربوط به گیاه، خاک، آب و اتمسفر با یکدیگر تلفیق شده و بر مقاومت یک گیاه نسبت به شوری اثر می‌گذارند. بنابراین واکنش یک گیاه را نسبت به غلظت معینی از نمک نمی‌توان به طور مطلق پیش‌بینی نمود. با این وجود می‌توان گیاهان را به طور نسبی با همدیگر مقایسه کرد. تحمل تنش شوری با یکی از معیارهای زیر بررسی می‌شود:

۱. توانایی گیاه در زنده ماندن در خاک شور

۲. رشد و یا عملکرد مطلق گیاه

۳. رشد و یا عملکرد نسبی گیاه در یک خاک شور در مقایسه با رشد همان گیاه در یک خاک غیر شور

تنش شوری در تمامی مراحل رشد بر گیاه موثر است ولی این امکان وجود دارد که حساسیت گیاه در یک مرحله از رشد نسبت به مرحله دیگر متفاوت باشد. در مرحله بذر زنی تحمل گیاه فقط از روی زنده ماندن جوانه‌ها و یا به اصطلاح درصد سبز شدن بذرها سنجیده می‌شود زیرا معیار دیگری برای آن نمی‌توان متصور شد ولی در مراحل بعدی کاهش عملکرد معیار قابل مقایسه‌ای برای تحمل گیاهان نسبت به شوری است. غالباً تصوراتی از این دست وجود دارد که گیاه در مرحله جوانه زنی نسبت به شوری حساس‌تر از گیاه بالغ است. این مطلب گرچه در برخی موارد صدق می‌کند ولی باید به این نکته توجه داشت که اولاً در مورد جوانه‌ها مسئله زنده ماندن گیاه مطرح است و معیار مقایسه فقط درصد سبز شدن بذرهاست. دوماً بذرها غالباً در لایه سطحی خاک قرار دارند که شوری در آن به مراتب بیشتر از لایه‌های عمیق‌تر خاک می‌باشد.

همان‌طور که در بالا به آن اشاره شد، عوامل مختلف مربوط به آب، خاک و محیط با مسئله شوری ترکیب شده و بر مقاومت گیاه نسبت به شوری اثر می‌گذارد. در برخی از موارد تحمل گیاه را افزایش داده و در پاره‌ای از موارد نیز مقاومت گیاه نسبت به شوری می‌کاهند. دما، رطوبت و آلودگی هوا از جمله این عوامل می‌باشند. به عنوان مثال حساسیت اکثر گیاهان نسبت به شوری در شرایط گرم و خشک بیشتر از نواحی سرد و مرطوب است. به نظر می‌رسد گیاهانی که در خاک‌های حاصلخیز رشد و نمو می‌کنند نسبت به تنش شوری مقاوم‌ترند و اگر عملکرد آن‌ها در این شرایط کم است دلیل آن می‌تواند به حاصلخیزی خاک مربوط باشد. اما صرفه نظر از این که خاک شور باشد یا غیر شور، کاربرد کود مناسب باعث افزایش عملکرد می‌شود ولی این افزایش در خاک شور چشمگیرتر است. عامل دیگر حجم آب است. به تدریج که گیاه آب را از خاک استخراج می‌کند، آب باقی مانده در خاک غلیظ‌تر شده و در نتیجه با

کاهش رطوبت خاک، گیاه با افزایش تنش شوری و همچنین تنش آبی مواجه می‌گردد. رشد گیاه در ارتباط نزدیک با شوری آب درون خاک در منطقه‌ای از ریشه است که حداکثر جذب آب در آن ناحیه اتفاق می‌افتد. بنابراین مقدار عملکرد را باید با روند افزایش نمک نسبت به زمان در منطقه توسعه ریشه‌ها که حداکثر آب از آن جذب ریشه می‌شود، مرتبط دانست.

به طور کلی تحمل گیاهان نسبت به تنش شوری را می‌توان به چهار دسته تقسیم کرد که عبارتند از:

۱. حساس (Sensitive , S)

۲. نسبتاً حساس (Moderately Sensitive , MS)

۳. نسبتاً مقاوم (Moderately Tolerant , MT)

۴. مقاوم (Tolerant , T)

اما این طبقه‌بندی‌ها مطلق نبوده و هر کدام دامنه و یا طیف نسبتاً وسیعی را در برمی‌گیرند. از نظر عملی معیاری که شوری بوسیله آن سنجیده شود، هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ECe) خاک منطقه توسعه ریشه هاست. زیرا که غالباً نمونه‌گیری از خاک و تهیه عصاره اشباع از آن وقت گیر است، هدایت الکتریکی آب آبیاری (ECw) تعیین شده و از روی رابطه‌ای تجربی هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک تخمین زده می‌شود. چون ECe مربوط به هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک منطقه توسعه ریشه هاست، معمولاً ECe را حدوداً ۱/۵ برابر ECw در نظر می‌گیرند.

$$ECe = 1.5ECw$$

تحمل درختان میوه نسبت به شوری

تحمل درختان میوه به تنش شوری از آن جهت پیچیده است که علاوه بر شوری کل، نوع نمک‌ها نیز اثرات مخصوص به خود را دارا هستند. از این رو هم غلظت هر یک از یون‌ها باید در نظر گرفته شود و هم مقدار کل شوری. به عنوان مثال برگ تاک‌های انگور و سایر درختان چوبی نسبت به سدیم و کلر که در برگ‌ها تجمع پیدا می‌کنند، بسیار حساس می‌باشند. حتی پایه‌های مختلف نیز یون‌های کلر و سدیم را در مقادیر مختلف جذب می‌کنند. علاوه بر این به دلیل چند ساله بودن درختان میوه و مشکل بودن ارزیابی اثرات تنش شوری این گیاهان کمتر مورد مطالعه قرار گرفته و لذا اطلاعاتی که از آن‌ها ارائه شده، بسیار کلی است. مسئله دیگر این است که درمورد درختان چوبی مشخص نیست که چه اندامی را از نظر شوری باید در نظر گرفت. برخی از محققین معتقدند که اگر فقط رشد رویشی درخت در نظر گرفته شود کفایت می‌کند؛ حال آن که بعضی دیگر مقدار تولید محصول را نیز در نظر دارند. به طور کلی اکثر درختان میوه نسبت به شوری حساسند ولی درختانی وجود دارند که مقاومت آن‌ها نسبت به شوری در حد متوسط (مانند زیتون) و یا زیاد است (مانند خرما). فراموش نشود که به دلیل حساسیت برگ برخی از درختان میوه مانند بادام، آلو و زردآلو به یون کلر و سدیم باید در آبیاری بارانی دقت شود که آب روی برگ‌ها زیاد پاشیده نشود. کلیپ زیر شما را با شرایطی رو به رو می‌سازد که خاک شور است و در چنین شرایطی چه درختان میوه‌ای را می‌توان مدنظر برای کشت قرار داد.



مضرات شوری خاک

■ تهیه‌کننده: آرزو رضازاده

دانشجوی کارشناسی علوم و مهندسی خاک دانشگاه محقق اردبیلی

یکی از مشکلات عمده در تولید محصولات کشاورزی که در سراسر جهان حائز اهمیت است و باید به آن توجه کرد شوری خاک است.

شور بودن خاک اثرات منفی زیادی بر خاک می‌گذارد و موجب تخریب زمین‌های زراعی می‌شود.

شوری تقریباً بر تمام جنبه‌های رشد گیاهان شامل: جوانه زنی، رشد رویشی و تولید مثل، تأثیر می‌گذارد. شوری خاک باعث ایجاد سمیت یونی، استرس اسمزی، کمبود مواد مغذی (روی، آهن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، نیتروژن) می‌شود.

همچنین از دیگر اثرات منفی شوری خاک بر گیاه، بالا بودن یک یون خاص در خاک است که موجب ایجاد مسمومیت در گیاه می‌شود. هنگامی که یک گیاه، یون‌های نمکی مضر موجود در خاک شور را جذب میکند ممکن است نشانه‌های ظاهری مانند کاهش رشد گیاه، کوچک شدن برگ‌ها، نکروز شدن حاشیه برگ‌ها و یا تغییر شکل میوه در گیاه نمایان شود، که به این امر مسمومیت با یون خاص می‌گویند.

از دیگر اثرات شوری خاک می‌توان به اختلال در جذب مواد مغذی ضروری برای گیاه، اشاره کرد. عدم تعادل در میزان نمک در خاک ممکن است منجر به رقابت بین عناصر شود. میزان زیاد یک یون جذب یون دیگر را محدود می‌کند. به عنوان مثال، میزان بیش از حد کلرید جذب نیترات را کاهش می‌دهد، اضافه شدن فسفر اضافی به زمین باعث کاهش جذب منگنز شده و اضافه شدن پتاسیم جذب کلسیم را محدود می‌کند.

* مضرات شوری خاک عبارتند از:

۱- عدم توانایی ریشه ی خاک در جذب آب

۲- خاصیت سمی بودن برخی از یون ها

۳- کاهش جذب مواد مغذی

۴- سلطه گری سدیم در ساختار خاک

۱- عدم توانایی ریشه ی خاک در جذب آب:

هنگامی که میزان شوری خاک بالا می‌رود همزمان بر فشار اسمزی نیز اثر گذاشته می‌شود و سبب افزایش آن می‌گردد. از طرفی دیگر فشار اسمزی نیز رابطه ی عکسی با میزان جذب آب توسط ریشه و رشد گیاه دارد. یعنی زمانی که فشار اسمزی بالا می‌رود از شدت جذب آب نیز کاسته می‌شود و در نتیجه با گیاهی پژمرده روبرو خواهید شد.

۲- خاصیت سمی بودن برخی از یون ها:

زمانی که میزان برخی از یون‌ها مانند سدیم، کلرید، بور و غیره در خاک افزایش پیدا می‌کند در گیاه نوعی مسمومیت به وجود می‌آید. از نشانه‌های گیاهی که یون‌های سمی را جذب بافت خود کرده است می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- تاخیر در رشد گیاه
- رنگ پریدگی گیاه یا کمبود کلروفیل
- رشد غیر طبیعی طولی گیاهی با وجود نازکی بیش از طوقه
- خشک گشتن اطراف برگها
- تغییر پیدا کردن ظاهر میوه
- کوچک شدن اندازه ی برگ گیاه

۳- کاهش جذب مواد مغذی:





زمانی که میزان نمک خاک افزایش پیدا می‌کند به دنبال آن نوعی رقابت بین عناصر شکل می‌گیرد که در آن حالت می‌گوییم "آنتاگونیسم" رخ داده است. یعنی جذب بیش از ظرفیت یک یون توسط ریشه گیاه، از جذب یون‌های مفید دیگر جلوگیری کرده است. برای مثال جذب بیش از اندازه ی فسفر، از جذب متعادل منگنز جلوگیری می‌کند و یا جذب بیش از اندازه‌ی کلرید مانع از جذب متعادل نیترات می‌گردد.

۴- سلطه‌گری سدیم در ساختار خاک:

در زمین‌هایی که خاک‌های آن از شوری زیادی برخوردار هستند. سدیم به جای مواد مغذی دیگر مانند کلسیم و منیزیم در سطح خاک رس جذب می‌گردد. خاک نیز خاصیت نفوذ پذیری خود را از دست می‌دهد و علاقه‌ی زیادی به پراکندگی یا در اصطلاح دیسپرس شدن دارد. در این حالت آب نیز به سختی می‌تواند در درون خاک نفوذ پیدا کند. بنابراین روند آبیاری زمین‌های زراعی با مشکل روبرو می‌گردد.



نحوه تشخیص شوری خاک

■ تهیه کننده: رویا کریم نیا

دانشجوی کارشناسی علوم و مهندسی خاک دانشگاه محقق اردبیلی

برای تشخیص خاک شور زیاد، مشکل زیادی وجود ندارد به طور چشمی می توان محصولات زراعی لک دار و یا غیرمتعارف را دید و همچنین در موارد حادثر پوسته نمکی و سفیدک بر روی سطوح خاک که نشانه غلظت بالای نمک است، دیده می شود. البته تشخیص چشمی فقط در موارد شدید امکان پذیر است و در خاک های با شوری کمتر و متوسط، مشکلات موجود در رشد درخت و کاهش عملکرد آن، نشانه شوری خاک است.



تأثیرشوری بر خاک‌های جهان

■ تهیه‌کننده: مریم رحمتی

دانشجوی کارشناسی علوم و مهندسی خاک دانشگاه محقق اردبیلی

میزان بارندگی جهت آبخوبی املاح کافی نیست.

با توجه به وسعت خشکی‌های موجود در سطح کره زمین که معادل $۱۳۴/۵$ کیلومتر مربع می‌باشد $۱/۳$ از کل این زمینها در مناطق خشک و کویری قرار دارد. برطبق مطالعات آمار کوادیر در سال ۲۰۰۱ وجود بیش از نیم میلیون (حدود ۵۶۰×۱۰۶ هکتار) خاک سدیک و شور سدی می در سراسر جهان مستلزم یک مدیریت بهسازی مقرون به صرفه است.

سطح ارضی کره زمین $۱۳/۲$ میلیارد هکتار است که هفت میلیارد هکتار، اراضی قابل کشت و $۱/۵$ میلیارد هکتار تحت کشت می‌باشد. از اراضی تحت کشت میزان $۰/۳۴$ میلیارد هکتار (۲۳%) اراضی شور و $۰/۵۶$ میلیارد هکتار (۳۷%) خاک‌های سدیمی می‌باشد.

زمین‌های شور و سدیمی حدود ۱۳% از کل زمین‌های قابل کشت جهان را تشکیل می‌دهد. و در بیش از ۱۰۰ کشور جهان وجود دارند. خاک‌های شور و سدیمی نه تنها در مناطق خشک و نیمه خشک به وفور یافت می‌شوند، بلکه در سایر شرایط آب و هوایی، به دلیل حمل نمک‌ها توسط سیلاب‌ها و رسوبات بادی، نیز یافت می‌شود.

زمین‌های شور و سدیمی (میلیون هکتار)	قاره
۷۵۵/۱۵	آمریکای شمالی
۹۶۵/۱	آمریکای مرکزی و مکزیک
۱۶۳/۱۲۹	آمریکای جنوبی
۴۳۸/۸۰	آفریقا
۱۱/۸۵	جنوب آسیای جنوبی
۶۸۶/۲۱۱	آسیای مرکزی و شمالی
۹۸۳/۱۹	آسیای جنوب شرقی
۳۳۰/۳۷۵	استرالیا
۴۳۰/۹۰۱	جمع کل زمین‌های شور و سدیم جهان

با توجه به کمبود منابع مناسب برای کشاورزی و پیشروی هر چه بیشتر شوری در زمین‌های کشاورزی بهسازی این خاک‌ها حائز اهمیت است. روش‌های مختلفی در بهسازی این خاک‌ها وجود دارد. روش استفاده از فرآورده‌های جانبی FGD که در واقع برای افزایش بهره‌وری و جلوگیری از خطرات ناشی از انتشار گاز SO و تبدیل آن به فرآورده‌های جانبی مفید مثل گچ می‌باشد که در اصلاح خاک‌های شور و سدیمی استفاده می‌شود. از آنجائیکه اصلاح این خاک‌ها به روش‌های شیمیایی مستلزم هزینه بسیار گزاف است اغلب کشاورزان در صورت امکان از روش زیست پالایی گیاهی استفاده می‌کنند. کشت انواع گیاهان مقاوم به شوری از جمله گیاه کالارگراس کمک زیادی به کاهش CaCO_3 به ESP و PH خاک کرد که این امر از طریق تنفس ریشه‌ها و آزاد شدن CO جذب نمک‌ها و انتقال آن آزاد کردن H انجام می‌شود که این روش نه تنها از لحاظ اقتصادی بلکه از نظر حفاظت خاک و جلوگیری از فرسایش و مخصوصاً فرسایش بادی حائز اهمیت است.

خاک‌های مبتلا به نمک

مناطق خشک

بطورکلی تعریف دقیقی برای مناطق خشک وجود ندارد. اما تعریف زیر می‌تواند تاحدودی راهگشا باشد. مناطقی که در آن‌ها رطوبت خاک به اندازه‌ای ناچیز است که نمی‌توان بدون آبیاری خاک‌های این مناطق، محصولی برداشت نمود. البته این تعریف بدان معنی نیست که چنین مناطق اصولاً عاری از هرگونه پوشش گیاهی باشند.

مساحت تقریبی مناطق خشک، نیمه خشک، بسیار خشک دنیا:

مناطق	وسعت (کیلومترمربع)
نیمه خشک	۲۱۲۳۸۰۰
خشک	۲۱۷۵۶۰۰
بسیار خشک	۵۶۶۸۰۰۰

بحسابی سرانگشتی که این جدول در اختیار ما قرار می‌دهد در می‌یابیم که حدود ۱/۳ از کل زمین‌های دنیا را باید جزء زمین‌های خشک محسوب کنیم و از این رو بدون آبیاری، نمی‌توان کشاورزی وسیعی را در این مناطق انتظار داشت. مناطق خشک بسته به میزان بارندگی به مناطق نیمه خشک، خشک، و بسیار خشک تقسیم می‌شوند. میزان متوسط بارندگی در مناطق خشک کمتر از ۳۵ میلیمتر می‌باشد. در حالت طبیعی گسترش خاک‌ها تحت شرایط خشک ناشی از خصوصیات است که از پیدایش در مناطق مرطوب متمایز می‌باشد. از این رو، خاک‌های مناطق خشک مسائل و مشکلات ویژه‌ای دارند که مانع از گسترش کشاورزی پایدار و دائمی در این مناطق می‌شوند برای حل این مشکلات که شامل مسائلی از قبیل شوری، سدیمی شدن و سمیت یون‌ها هستند، نیاز به بکارگیری روش‌های اصلاحی و اعمال مدیریت‌های ویژه است.

مفهوم خاک‌های مبتلا به نمک

خاک‌های مبتلا به شوری در مناطق خشک بسیار شایع هستند. خاک‌های که نمک‌های محلول در آن‌ها رشد گیاهان را

به مخاطره می‌اندازد، خاک‌های مبتلا به نمک نامیده می‌شوند. این گروه از خاک‌ها شامل خاک‌های سدیمی و خاک‌های شور می‌شوند. خاک شور به اندازه‌ای حاوی نمک است که رشد غالب گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در خاک‌های سدیمی نیز، همین حالت وجود دارد با این تفاوت که در اینگونه خاک‌ها، سدیم تبادلی زیاد است. خاک‌های شور-سدیمی به اندازه‌ای نمک و سدیم تبادلی دارند که رشد اغلب گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. باید بخاطر داشت که، خاک‌های شور اغلب در مناطق خشک و نیمه خشک بوجود می‌آیند، اما تمام خاک‌های مناطق خشک نیز، شور نیستند. در چنین اقلیمی پتانسیل (مقادیر) تبخیر و تعرق در اغلب ماههای سال بیش از میزان بارندگی است.

فرآیندهای هوادیدگی شیمیایی در مناطق مرطوب از راه‌هایی مانند هیدرولیز کانی‌ها اکسیداسیون و انحلال آن‌ها صورت می‌پذیرد. اما در مناطق خشک این فرآیندها به علت کمبود آب بسیار محدود می‌باشند. پیدایش خاک‌ها تا حدود زیادی معکوس کننده خواص مواد مادریشان هستند. قسمت اعظم خاک‌های مناطق خشک مربوط به خاک‌های رده اربدی سول هستند.

شوری خاک و مشکلات مربوط به آن عموماً در مناطق با آب و هوای خشک و نیمه خشک رخ می‌دهد که میزان بارندگی جهت آبشویی املاح محلول از خاک کافی نیست و یا در مناطقی که سطوح ایستایی بالا است. مشکلات شوری همچنین در مناطقی رخ می‌دهد که با آب برخورد از کیفیت پایین آبیاری می‌شوند.

خاک‌های مبتلا به نمک به خاک‌های قلیایی سفید، قلیایی سیاه، گامبو-نقاط صاف و دیگر اسامی واضح معروف‌اند که این اسامی به ظاهر خاک به علت تجمع نمک مربوط می‌شود. واژه قلیایت اغلب شامل خاک‌های با رنگ روشن و مستعد پوسته پوسته شدن که دال بر محتوای سدیم تبادلی اضافی آن‌ها است. خاک‌های مبتلا به نمک تفاوت قابل ملاحظه‌ای در کاربری مناسب، حاصلخیزی، سهولت بهسازی و مدیریت دارند.

خواص خاک‌های مبتلا به نمک

خواص شیمیایی و فیزیکی خاک‌های شور منعکس کننده میزان نوع نمک موجود در خاک است. از نظر آرمانی میزان و نوع نمک موجود در خاک را باید از راه تجزیه محلول خاک که در شرایط رطوبتی مزرعه بدست آمده است، تعیین نمود. در روش‌های استاندارد آزمایشگاهی به خاک را با آب مقطر اشباع کرده و سپس عصاره آنرا برای تجزیه شیمیایی استخراج می‌کنند. این عصاره اشباع حدوداً همان خصوصیات محلول خاک در شرایط اشباع (مزرعه) را خواهد داشت.

طبقه‌بندی خاک‌های مبتلا به نمک

خصوصیات فیزیکی	Ec(ds/m)	PH	Esp	طبقه‌بندی
نرمال	۴<	۸/۵>	۱۵>	شور
ضعیف	۴>	۸/۵<	۱۵>	سدیمی
نرمال	۴<	۸/۵>	۱۵>	شور سدیمی

شناخت اختلاف بین این خاک بسیار مهم است چراکه این فاکتورها تعیین کننده چگونگی مدیریت و بهسازی آن‌ها هستند.



تأثیر شوری بر خاک‌های ایران

■ تهیه‌کننده: رویا کریم‌نیا

دانشجوی کارشناسی علوم و مهندسی خاک دانشگاه محقق اردبیلی

شور شدن منابع زمین در ایران پیامد هر دو پدیده طبیعی بوده است (شوری و/یا سدیمی اولیه یا فسیلی) و فعالیت‌های انسانی (باعث شوری و/یا سدیمی ثانویه). عوامل زیر در شوری و یا سدیمی اولیه منابع زمین کشور نقش داشته‌اند:

۱. ترکیب زمین‌شناسی ماده اصلی خاک‌ها. ایران از نظر توزیع طبیعی غنی است، موادی مانند هالیت و لایه‌های گچ تشکیل‌دهنده با مارن که در بسیاری از نقاط کشور وجود دارد. شناخته شده‌ترین نهشته‌ها در زاگرس و خلیج فارس و در فلات مرکزی است.

۲. شوری جریان باعث شور شدن منابع آب سطحی، عمدتاً به دلیل شرایط طبیعی است. یکی از علل اصلی تجمع نمک در خاک‌های فلات مرکزی.

۳. شوری ناشی از باد ناشی از وزش بادهای شدید، که بیشتر اوقات سال در فلات مرکزی می‌وزد. با توزیع نمک‌های انباشته شده در سطح خاک در منطقه وسیع‌تری به گسترش شوری خاک کمک می‌کند.

۴. نفوذ آب دریا که بیشتر در مناطق ساحلی رخ می‌دهد که آب دریا وارد کانال‌های داخلی می‌شود یا مناطق پست ساحلی را توسط امواج جزر و مدی غرق می‌کند. نفوذ آب دریا به آب‌های زیرزمینی کم عمق در نواحی ساحلی منجر به شور شدن خاک در دشت ساحلی خزر و خوزستان و دشت‌های ساحلی جنوبی در جنوب غربی ایران شده است.

۵. بارندگی کم و تبخیر و تعرق با پتانسیل بالا در نتیجه دماهای شدید. برخی موارد مانند طرح آبیاری زابل در استان سیستان میانگین بارندگی سالانه ۵۵ میلی‌متر در مقابل تبخیر احتمالی حدود ۴۸۰۰ میلی‌متر است که ۸۷ برابر بیشتر از بارندگی است.



شوری ناشی از انسان بیشتر در شرایط توپوگرافی منحصر به فرد حوضه‌های نیمه بسته یا بسته بین کوهستانی رخ داده است که در آن کشاورزی آبی برای قرن‌ها انجام شده است. عوامل مؤثر در شوری ثانویه منابع زمین در ایران عبارتند از:

۱. آبیاری با آب‌های شور و/یا سدیم بدون اعمال مدیریت کافی در مناطق با کمبود شدید آب
۲. فقدان تاسیسات زهکشی که کلید دفع مناسب و استفاده مجدد از آب زهکشی شور تولید شده توسط کشاورزی آبی است.
۳. پمپاژ ناپایدار آب‌های زیرزمینی از طریق بهره برداری بیش از حد از سفره‌های آب شور.
۴. شیوه‌های ناکافی مدیریت آبیاری با آب شیرین مانند آبیاری بیش از حد به ویژه در مناطقی که زهکشی ندارند یا محدود هستند که منجر به افزایش سطح آب و مشکلات غرقابی می‌شود.
۵. چرای بیش از حد مراتع و سایر پوشش‌های گیاهی که منجر به قرار گرفتن خاک در معرض خطرات بیشتر شوری می‌شود.

وسعت خاک‌های متأثر از نمک در ایران:

تخمین‌ها در دهه ۱۹۶۰ رقمی معادل ۱۵/۵ میلیون هکتار از خاک‌های آلوده به نمک را نشان می‌دهد، ارزشی که تقریباً ۱۰ درصد از مساحت ایران است. در دهه ۱۹۸۰ برآوردها نشان داد که ۲/۵ میلیون هکتار دیگر تحت تأثیر سطوح مختلف شوری قرار گرفته است. در دهه ۱۹۹۰ منطقه تحت تأثیر شوری بین ۱۶ تا ۲۳ میلیون هکتار بود. این ارقام شامل اراضی زراعی و بایر شامل ۷ میلیون هکتار شوره زار در دشت کویر و دشت لوت بود. برآورد دیگری نشان داد که ۲۵ میلیون هکتار در زیر خاک‌های شور و/یا سدیم قرار دارد. بر اساس داده‌های استخراج شده از نقشه خاک ایران (در فرمت دیجیتالی)، خاک‌های کمی و نسبتاً متأثر از نمک حدود ۲۵/۵ میلیون هکتار را پوشش می‌دهد، در حالی که خاک‌هایی با سطح شوری بالا ۸/۵ میلیون هکتار را اشغال می‌کنند. این برآوردها نشان می‌دهد که وسعت منطقه آسیب دیده

نمک در ایران بسیار بیشتر از برآورد اولیه در دهه ۱۹۶۰ است. خاک‌های آسیب‌دیده کمی و نسبتاً نمکی بیشتر روی پیمونت‌های دامنه کوه‌های البرز در شمال کشور تشکیل می‌شوند. خاک‌های دارای شوری شدید تا شدید در فلات مرکزی، دشت‌های ساحلی خوزستان و جنوب و دشت ساحلی خزر یافت می‌شوند. خاک‌های متأثر از نمک حدود ۱۷ درصد از مساحت استان خوزستان و ۱۶/۵ درصد از مساحت استان مرکزی را پوشش می‌دهد. گیلان، استان‌های کردستان و باختران کمترین درصد سطح زیر خاک‌های آلوده به نمک را دارند. تفاوت‌های زیادی از نظر گزارش زمانی وسعت منطقه آسیب دیده نمک تحت کشاورزی آبی وجود دارد. این به دلیل تغییرات در سطح زیر کشت آبی و همچنین سطح زیر خاک‌های تحت تأثیر نمک در دستورات آبیاری است. با این حال، در هر مقطع زمانی، سطح زیر خاک‌های تحت آبیاری نمکی حداقل ۳۰ درصد از کل سطح زیر آبیاری گزارش شده است. در سال‌های اخیر گزارش‌های مربوط به وسعت خاک‌های آسیب‌دیده نمک حاکی از آن است که این خاک‌ها حداقل ۵۰ درصد از زمین‌های آبی ایران را به خود اختصاص داده‌اند، که ۴۱ میلیون هکتار برآورد شده است.

سطح خاک‌های شور و سدیمی در ایران:

مساحت کل کشور حدود ۱۶۵ میلیون هکتار است که حدود ۵۵/۶ میلیون هکتار (۳۴ درصد مساحت کل کشور) از اراضی کشور مبتلا به شوری و سدیمی بوده و اکثر آن‌ها در فلات مرکزی و دشت‌های ساحلی جنوب و دشت خوزستان قرار دارند. عرصه‌های غیر شور ۸۸ میلیون هکتار (۵۳ درصد مساحت کل کشور) از اراضی کشور را غالباً در رشته کوه‌های البرز و دشت‌های میان کوهی رشته کوه‌های زاگرس شامل می‌شود.

مساحت و سطوح شوری اراضی کشور (مومنی، ۱۳۹۸)

نوع اراضی	میلیون هکتار	%
اراضی دارای خاک‌های با شوری کم تا نسبتاً زیاد	۴۳	۲۶
اراضی دارای خاک‌های با شوری نسبتاً زیاد تا زیاد	۴/۸	۳
اراضی دارای خاک‌های با شوری خیلی زیاد تا بسیار زیاد	۷/۸	۵
کویرهای مرکزی (پوسته‌ها و کفه‌های نمکی، شوره‌زارهای خشک و مرطوب، بقایای دریاچه‌های خشک قدیمی، تپه‌های شنی، اراضی فرسوده، پلایاها و گنبدهای نمکی)	۲۰	۱۲
هامون‌ها	۱/۲	۱
سایر اراضی	۸۸	۵۳
جمع	۱۶۴/۸	۱۰۰

در حدود ۱۰ درصد از مساحت کل کشور یعنی ۱۰ تا ۱۸ میلیون هکتار کشت و کار صورت می‌گیرد. از این میزان حدود ۸ میلیون کشت آبی و بقیه دیم است.

حدود ۶/۸ میلیون هکتار از اراضی زراعی کشور مبتلا به شوری است. اگر میانگین اراضی زراعی را ۱۴ میلیون هکتار در نظر بگیریم یعنی حدود ۵۰ درصد اراضی کشور شور است.

فائو (۱۹۸۸) اراضی دارای خاک‌های سدیمی را فقط ۲/۶ درصد کل اراضی شور در ایران ذکر می‌کند. درخوزستان، خاک‌های شور و سدیمی ۱۷٪ از کل خاک‌های شور استان را شامل شده و در فلات مرکزی سهم خاک‌های شور و سدیمی ۱۶/۵٪ است. بنابراین به نظر می‌رسد در مواجهه با چالش شوری در ایران، تاکید بر شور بودن اراضی باشد تا سدیمی بودن آنها.

خاک‌های شور و سدیمی در ایران با اقلیم خشک و نیمه خشک بخش قابل توجهی از خاک‌های زراعی کشور را تشکیل می‌دهند که متأسفانه کاربری اراضی، باروری و حاصلخیزی خاک مناطق خشک و نیمه خشک را تهدید می‌کند.

میزان بارندگی در ۷۴٪ از اراضی کشور کمتر از ۲۵۰ میلی متر است. یعنی بخش اعظمی از کشور در منطقه خشک و نیمه خشک قرار دارد که میزان تبخیر در آن بالاست. در برخی مناطق میزان تبخیر پتانسیل به ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ میلی متر می‌رسد.

مشخصات خاک‌های متأثر از نمک در ایران:

این خاک‌ها شامل: خاک‌های شور آبرفتی، خاک‌های سولونچک (خاک‌های شور)، خاک‌های سولونتنز (خاک‌های سدیمی)، خاک‌های شور باتلاق، خاک‌های کویری و ترکیبات مختلف آنها می‌باشد.





هر ساله جهان روز جهانی خاک را در ۵ دسامبر برای افزایش آگاهی در مورد چالش‌های فزاینده در مدیریت خاک و از بین رفتن تنوع زیستی خاک و تشویق دولت‌ها، جوامع و افراد در سراسر جهان به تعهد به بهبود سلامت خاک، گرمی می‌دارد.

عبدالقادر بنسداد، کارشناس برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد (UNEP) توضیح می‌دهد: "ما به خدمات اکوسیستم ارائه شده توسط خاک وابسته هستیم و خواهیم بود."

در حالی که آلودگی خاک به طور سنتی مانند موضوعاتی مثل درختکاری مورد توجه قرار نگرفته است، سرعت جهانی در سال ۲۰۱۸ افزایش یافت، زمانی که سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو) یک مطالعه پیشگامانه منتشر کرد: آلودگی خاک: یک واقعیت پنهان.

این گزارش نشان می‌دهد که منابع اصلی آلودگی خاک، مواد شیمیایی هستند که به عنوان محصولات جانبی فعالیت‌های صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرند یا تولید می‌شوند. زباله‌های خانگی، دامی و شهری (از جمله فاضلاب)؛ مواد شیمیایی کشاورزی؛ و فرآورده‌های نفتی.

این مواد شیمیایی به طور تصادفی به محیط زیست منتقل می‌شوند، به عنوان مثال از نشت نفت یا شستشو از محل دفن زباله، یا عمداً از طریق استفاده از کودها و آفت‌کش‌ها، آبیاری با فاضلاب تصفیه نشده یا استفاده از لجن فاضلاب در زمین.

این گزارش نشان داد که آلودگی خاک از دو جهت بر امنیت غذایی تأثیر منفی می‌گذارد؛ این می‌تواند عملکرد محصول را به دلیل سطوح سمی آلاینده‌ها کاهش دهد و محصولات تولید شده در خاک‌های آلوده برای مصرف حیوانات و انسان‌ها ناامن هستند. همچنین از دولت‌ها خواسته است تا در رفع خسارت کمک کنند و شیوه‌های بهتر مدیریت خاک را برای محدود کردن آلودگی کشاورزی تشویق کنند.

در پی مطالعه ۲۰۱۸، UNEP، مشارکت جهانی خاک، پنل فنی بین دولتی خاک، سازمان بهداشت جهانی و دبیرخانه کنوانسیون‌های بازل، روتردام و استکهلم در حال کار بر روی گزارش دیگری در مورد میزان و روندهای آینده آلودگی خاک هستند، از جمله خطرات و تأثیرات آن بر سلامت، محیط زیست و امنیت غذایی. این برنامه که در فوریه ۲۰۲۱ منتشر شد، بر اساس یک گزارش دیگر UNEP - به سوی سیاره‌ای عاری از آلودگی است.

آلودگی خاک می‌تواند با تغییر تعادل اکوسیستم‌ها و از بین رفتن شکارچیان یا گونه‌های رقیب که زیست توده آن‌ها را تنظیم می‌کند، منجر به ظهور آفات و بیماری‌های جدید شود. بنسادا می‌گوید، این امر همچنین به گسترش باکتری‌ها و ژن‌های مقاوم میکروب‌ها کمک می‌کند و توانایی انسان را در مقابله با عوامل بیماری‌زا محدود می‌کند.

آلودگی همچنین می‌تواند باعث کاهش کیفیت خاک در طول زمان شود و این امر باعث سخت شدن رشد محصولات می‌شود. در حال حاضر، تخریب زمین و خاک حداقل ۳/۲ میلیارد نفر - ۴۰ درصد از جمعیت جهان را تحت تأثیر قرار داده است.

منشور جهانی تجدید نظر شده فائو به دولت‌ها توصیه می‌کند که مقررات مربوط به آلودگی خاک را اعمال کرده و تجمع آلاینده‌ها را فراتر از سطح تعیین شده محدود کنند تا سلامت و رفاه انسان، محیط سالم و غذای ایمن تضمین شود.

خاک آلوده همچنین عامل اصلی تخریب زمین است. موضوعی که در قلب دهه سازمان ملل متحد در مورد بازسازی اکوسیستم ۲۰۲۱-۲۰۳۰ قرار دارد. این طرح با رهبری UNEP، FAO و همکاران خود یک فراخوان جهانی برای اقدام برای افزایش بازسازی اکوسیستم‌های زمینی، ساحلی و دریایی طی ۱۰ سال آینده است. این شامل ترویج شیوه‌های پایدار برای بهبود مدیریت خاک است.

بنسادا می‌گوید: "خاک از طریق عملکردهای اکوسیستم خود نقش مهمی در دهه سازمان ملل دارد، زیرا بر تنظیم آب، بازیافت مواد مغذی، تولید غذا، تغییرات آب و هوایی و تنوع زیستی اکوسیستم‌های زمینی تأثیر می‌گذارد." گذشته از تخریب خاک به شیوه‌هایی که خاک را بازسازی می‌کند برای اطمینان از امنیت غذایی و رفاه نسل‌های آینده بسیار مهم است."

ارزیابی جهانی نشان داد که آلودگی خاک به دلیل تأثیر طولانی مدت آن‌ها بر محیط زیست، پیامدهای جدی بر سیستم‌های غذایی و بهداشتی انسان دارد.

گزارش‌ها نشان می‌دهد:

استفاده از آفت کش‌ها بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ با استفاده از ۱۰۹ میلیون تن کودهای نیتروژن سنتزی در سراسر جهان در سال ۲۰۱۸، ۷۵ درصد افزایش یافته است.

استفاده از پلاستیک در کشاورزی در دهه‌های اخیر با افزایش ۷۰۸۰۰۰ تن پلاستیک غیر بسته‌بندی در کشاورزی در اتحادیه اروپا در سال ۲۰۱۹ به میزان قابل توجهی افزایش یافته است.

تولید جهانی سالانه مواد شیمیایی صنعتی از آغاز قرن بیست و یکم تقریباً ۲/۳ میلیارد تن بوده و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰ ۸۵ درصد افزایش یابد.



تولید زباله نیز رو به افزایش است. در حال حاضر جهان سالانه ۲ میلیارد تن زباله تولید می‌کند و پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۲۰۵۰ به دلیل افزایش جمعیت و شهرنشینی به ۳/۴ میلیارد تن برسد.

ارزیابی FAO-UNEP پیش‌بینی کرد آلودگی خاک و محیط زیست همچنان رو به زوال خواهد بود مگر اینکه تغییری در الگوهای تولید و مصرف ایجاد شود و تعهد سیاسی قوی‌تری برای حمایت از مدیریت پایدار و احترام کامل به طبیعت وجود نداشته باشد. بیماری همه گیر COVID-19 همچنین با تشدید انتشار مواد زائد فشار بر محیط زیست را افزایش داده است

این گزارش خاطرنشان می‌کند که تحقیقات بیشتری برای تعیین میزان آلودگی خاک مورد نیاز است در حالی که بر تکثیر آلاینده‌های آلی و موارد دیگر مانند داروسازی، ضد میکروب‌ها (که منجر به باکتری‌های مقاوم‌تر می‌شوند)، مواد شیمیایی صنعتی و باقی مانده‌های پلاستیک تاکید می‌شود.

ارزیابی جهانی نشان داد که اصلاح خاک‌های آلوده پیچیده و پرهزینه است و بر ضرورت پیشگیری برای جلوگیری از بدتر شدن وضعیت تاکید کرد. این سازمان خواستار ایجاد سیستم اطلاعات و نظارت بر آلودگی خاک جهانی، چارچوب‌های قانونی قوی‌تر برای پیشگیری و اصلاح خاک‌های آلوده و ابتکاراتی برای تقویت همکاری فنی و توسعه ظرفیت شد.



استفاده بالقوه از هالوفیت‌ها برای اصلاح خاک‌های شور

■ تهیه‌کننده: رضا رسول‌زاده

دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک بیوسیستم دانشگاه محقق اردبیلی

شوری بعنوان یکی از مشکلات رو به افزایش، باعث تلفات عملکرد فوق العاده‌ای در بسیاری از مناطق جهان به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک است. برای به حداقل رساندن بهره‌وری محصول، این مناطق باید تحت بهره‌برداری قرار گیرند که در آن گزینه‌هایی برای از بین بردن شوری یا استفاده از محصولاتی که قابلیت تحمل نمک دارند، وجود دارد. استفاده از محصولاتی که قابلیت تحمل نمک دارند، نمک موجود در خاک را حذف نمی‌کند و از این رو هالوفیت‌هایی که ظرفیت تجمع و مستثنی کردن نمک را دارند می‌توانند راه مؤثری باشند. روش‌های حذف نمک شامل شیوه‌های زراعی یا فیتورمدیاکشن است. در روش اول هزینه و نیروی کار فشرده است و نیاز به برخی از استراتژی‌های توسعه‌ای برای دلالت دارد؛ در مقابل، فیتورمدیاسیون توسط هالوفیت مناسب‌تر است چرا که می‌توان آن را به راحتی بدون آن مشکلات اجرا کرد. چندین گونه هالوفیت از جمله علف‌ها، درختچه‌ها، و درختان می‌توانند نمک را از انواع مختلف خاک‌های مشکل‌ساز مبتلا به نمک، توسط سازگاری مورفولوژیک، آناتومیک، فیزیولوژیکی خود در سطح اندامک و سطح سلولی خود حذف کنند. بهره‌برداری از هالوفیت‌ها برای کاهش شوری می‌تواند منابع خوبی برای برآورده کردن نیازهای اساسی مردم در مناطق آسیب دیده از نمک نیز باشد. این بررسی بر ویژگی‌های تطبیقی ویژه گیاهان هالوفیتیک تحت شرایط شوری و راه‌های ممکن برای استفاده از این گیاهان برای اصلاح شوری متمرکز است.

مقدمه

مساحت کل خاک‌های مبتلا به نمک در جهان ۸۳۱ میلیون هکتار است که به ترتیب ۳۹۷ و ۴۳۴ میلیون هکتار خاک شور و سدیمی را شامل می‌شود. زمین کشاورزی به دلیل فشار جمعیت، وضعیت نامطلوب زیست محیطی، افزایش مداوم بلایای طبیعی، و تغییرات آب و هوایی جهانی به طور مداوم در حال کاهش است. بیش از ۴۵ میلیون هکتار از زمین‌های آبیاری شده تحت تاثیر نمک است که ۲۰٪ از کل زمین و ۱/۵ میلیون هکتار از زمین در هر سال با افزایش سطح شوری روبرو هستند؛ اگر به این ترتیب ادامه یابد، ۵۰٪ زمین‌های قابل کشت تا اواسط قرن بیست و یکم از دست خواهند رفت.

دلایل مختلفی برای شوری وجود دارد از جمله طبیعی (هوازدی مواد والد، رسوب نمک دریای حمل شده در باد و باران، طغیان زمین‌های ساحلی توسط آب جزر و مدی و غیره) و فعالیت‌های انسانی (بالا رفتن سطح آب به دلیل آبیاری بیش از حد توسط آب زیرزمینی، آبیاری با آب حاوی نمک، زهکشی ضعیف و غیره). افزایش سطح شوری بر جوانه زنی، رشد و تکرارپذیری گیاه، فرایندهای فیزیولوژیکی از جمله فتوسنتز، تنفس، تعرق، خواص غشایی، تعادل مواد مغذی، فعالیت آنزیمی، و فعالیت‌های متابولیک، هموستازی سلولی، و تنظیم هورمون تأثیر می‌گذارد و منجر به تولید گونه‌های اکسیژن واکنشی (ROS) می‌شود؛ و در استرس شدید، منجر به مرگ گیاه می‌شود. شوری یک فرایند مداوم است و اصلاح آن نیازمند هزینه و نیروی کار فشرده است. این یک مشکل پیچیده جهانی است که به سادگی نمی‌توان آن را حل کرد؛ بلکه یک رویکرد چند رشته‌ای مورد نیاز است. راه‌های مختلفی برای اصلاح و بهره‌برداری مناسب از خاک‌های شور از جمله شیوه‌های زراعی، استفاده از انواع محصول تحمل‌کننده نمک، و فیتورمدیاکشن وجود دارد. در میان آن‌ها، فیتورمدیاسیون می‌تواند مقرون به صرفه و از نظر زیست محیطی فناوری مناسب اصلاح سایت‌های تحت تاثیر نمک باشد.

در سال‌های اخیر، گیاهانی که توانایی حذف نمک از خاک‌های آلوده را دارند، توسط بسیاری از محققان مورد مطالعه و شناسایی قرار گرفته‌اند. گرین وی و مون هالوفیت‌ها را اینگونه تعریف کردند: "نوعی فلور بومی خاک‌های شور که حاوی محلول‌هایی با Psi حداقل ۳/۳ بار است که معادل ۷۰ میلی مولار نمک‌های تک ظرفیتی است." گیاهانی که نمی‌توانند در این زیستگاه‌ها زنده بمانند به عنوان غیرهالوفیت طبقه‌بندی می‌شوند. بدون شک، این تعریف کاملاً کامل نیست زیرا زنجیره‌ای از گونه‌های کمترین تا مقاوم‌ترین گونه‌ها به نمک وجود دارد. برخی از غیرهالوفیت‌ها نیز می‌توانند در این نوع زیستگاه زنده بمانند و چرخه زندگی خود را کامل کنند، برای مثال چغندر قند. برخی از هالوفیت‌های اصلی در شکل ۱ فهرست شده‌اند.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)



(i)



(j)



(k)



(l)



(m)



(n)



(o)



(p)



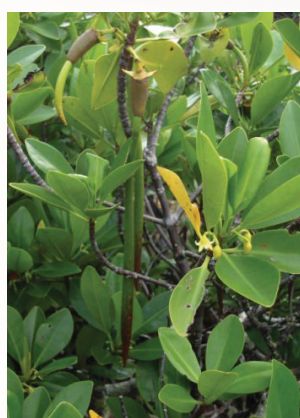
(q)



(r)



(s)



(t)



(u)



(v)

شکل ۱- لیست هالوفیت‌های ذکر شده در این مقاله

(a) *Mesembryanthemum crystallinum*, (b) *Suaeda australis*, (c) *Chenopodium album*, (d) *Salsola vermiculata*, (e) *Sarcocornia quinqueflora*, (f) *Portulaca oleracea*, (g) *Atriplex* spp., (h) *Allenrolfea occidentalis*, (i) *Tetragonia tetragonoides*, (j) *Salicornia europaea*, (k) *Sesuvium portulacastrum*, (l) *Crambe maritima*, (m) *Glycyrrhiza glabra*, (n) *Distichlis spicata*, (o) *Sporobolus virginicus*, (p) *Bruguiera gymnorhiza*, (q) *Aegiceras corniculatum*, (r) *Sonneratia apetala*, (s) *Avicennia marina*, (t) *Rhizophora mucronata*, (u) *Plantago media*, and (v) *Suaeda maritima*.

بر اساس جنبه اکولوژیکی، هالوفیت‌ها را می‌توان به عنوان اجباری، اختیاری و هالوفیت‌های بی تفاوت نسبت به زیستگاه طبقه‌بندی کرد. الگوی رشد آن‌ها در شرایط شور متفاوت است. هالوفیت‌های اجباری فقط در مقادیر بیش از ۲۰۰ میلی‌مولار یا (۲۰ دسی‌زیمنس متر) NaCl رشد می‌کنند. این گونه‌ها از خانواده *Chenopodiaceae* در این دسته قرار می‌گیرند. هالوفیت‌های اختیاری به عنوان گیاهانی شناخته می‌شوند که می‌توانند در محیط‌هایی زنده بمانند و تولید مثل کنند که غلظت نمک تقریباً ۱٪ از فلور جهان را تشکیل می‌دهد. هالوفیت‌های بی‌تفاوت گیاهانی هستند که می‌توانند چرخه زندگی خود را در شرایط بسیار شور (NaCl) تکمیل کنند. هالوفیت‌ها را یوهالوفیت نیز می‌نامند زیرا با افزایش سطح نمک بهره‌وری آن‌ها افزایش می‌یابد و در واقع در شرایط شوری بهتر از شرایط آب شیرین رشد می‌کنند. این هالوفیت‌ها دارای ویژگی‌های مورفولوژیکی و تشریحی و همچنین فرآیندهای فیزیولوژیکی هستند که برای مقابله با محیط‌های شور مناسب هستند. هالوفیت‌ها می‌توانند به طور موثری خاک شور را بهبود بخشند زیرا در محیط شور به خوبی تنظیم می‌شوند زیرا مکانیسم‌های سازگاری متنوعی از جمله تقسیم یونی، تنظیم اسمزی، ساکولنس، انتقال و جذب یون، سیستم‌های آنتی اکسیدانی، حفظ وضعیت ردوکس، و گنجاندن یا دفع نمک دارند.

گونه‌های متنوعی از هالوفیت‌ها مناسب برای رشد در مناطق مختلف شور در سرتاسر جهان هستند، یعنی خاک شور ساحلی، خاک‌های جنگل‌های حرا، زمین‌های مرطوب، زمین‌های باتلاقی، زمین‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک و مزارع کشاورزی. بنابراین، این گیاهان را می‌توان در زمین و آبی که غلظت نمک بالایی دارد، پرورش داد، می‌توانند جایگزین محصولات معمولی باشد و می‌توانند منبع خوبی برای غذا، سوخت، علوفه، فیبر، اسانس و دارو باشد. در عین حال، هالوفیت‌ها را می‌توان به‌عنوان گونه‌های مهم و عمده گیاهی با قابلیت بالقوه نمک‌زدایی و احیای خاک‌های شور و گیاه پالایی نیز مورد بهره‌برداری قرار داد. با توسعه این استراتژی‌های ارزشمند، می‌توان زمین‌های بلااستفاده و حاشیه‌ای را زیر کشت قرار داد و زمین‌های کشاورزی موجود بهره‌ورتر خواهند شد که دریچه جدیدی را برای حفظ بهره‌وری محصول باز خواهد کرد.

هالوفیت‌ها

هالوفیت‌ها توسط بسیاری از دانشمندان بر اساس معیارهای مختلف به روش‌های مختلفی تعریف می‌شوند. آن‌ها در شرایط شوری بالا رشد و نمو کافی را نشان می‌دهند. بسیاری از گونه‌های گیاهی متعلق به هالوفیت‌ها می‌توانند خود را در خاک‌های شور مستقر کنند، اما بهینه آن‌ها در شرایط بدون نمک یا حداقل کم نمک است. با این حال، آن‌ها می‌توانند نمک را تحمل کنند. بیشتر گونه‌های Poaceae، Cyperaceae، Brassicaceae و همچنین تعداد زیادی از دو لپه‌ای‌ها مانند Aster tripolium، Glaux maritima، Plantago maritima و غیره متعلق به این گروه هستند. گیاهانی که نسبت به زیستگاه خود بی‌تفاوت هستند هنوز هم می‌توانند با خاک‌های شور در طبیعت کنار بیایند. با این حال، آن‌ها معمولاً در خاک‌های بدون نمک رشد می‌کنند. آن‌ها می‌توانند با گونه‌هایی که به نمک حساس هستند و از طرف دیگر قادر به زندگی در خاک‌های شور هستند رقابت کنند. Potentilla و Chenopodium glaucum، Myosurus minimus و heellerina می‌توانند در هر زیستگاهی رشد کنند. در بسیاری از گونه‌ها، مانند Festuca rubra، Agrostis stolonifera و Juncus bufonius، جمعیت‌هایی که در خاک‌های شور و در خاک‌های بدون نمک زندگی می‌کنند، از نظر ژنتیکی متفاوت هستند. با این حال، همه این سه نوع هالوفیت در مقایسه با گلیکوفیت‌ها رشد بهتری دارند.

با این حال، هالوفیت‌ها آن دسته از گیاهانی هستند که حداکثر رشد نسبی را در شرایط شوری در بستر نشان می‌دهند. اگرچه رشد در هالوفیت‌ها بر خلاف غیر هالوفیت‌ها با افزایش مقدار شوری افزایش می‌یابد، اما هنوز جای سوال است که آیا هالوفیت‌ها به نمک نیاز دارند یا خیر. از آنجایی که هالوفیت‌های اجباری فقط در خاک‌های شور با موفقیت رشد می‌کنند، این سوال مطرح می‌شود که آیا می‌توانند در خاک‌های غیر شور زندگی کنند یا خیر.

مکانیسم سازگاری هالوفیت‌ها در شرایط شوری

شوری برای همه گیاهان دشمن نیست. توزیع، بهره‌برداری و فیزیولوژی تحمل نمک هالوفیت‌ها به شدت مورد مطالعه قرار گرفته است. نمک‌های جذب شده توسط هالوفیت‌ها مستقیماً رشد گیاه را با تأثیر بر تورگور، فتوسنتز یا فعالیت آنزیم دیگری کنترل نمی‌کنند. تجمع نمک در برگ‌های پیر باعث تسریع مرگ آن‌ها می‌شود. از دست دادن برگ‌ها بر عرضه مواد جذب شده یا هورمون‌ها به اندام‌های در حال رشد تأثیر می‌گذارد و از این رو بر رشد تأثیر می‌گذارد. علیرغم منشأ پلی‌فلیتیک، به نظر می‌رسد هالوفیت‌ها همان روش اصلی تنظیم اسمزی را تکامل داده‌اند:

تجمع نمک‌های معدنی، عمدتاً NaCl، در واکوئل و تجمع املاح آلی در سیتوپلاسم. تفاوت بین سیستم‌های انتقال یون هالوفیت و گلیکوفیت در حال آشکار شدن است. مسیرهایی که Na⁺ و Cl⁻ وارد سلول‌های هالوفیت می‌شوند به خوبی شناخته نشده‌اند، اما ممکن است علاوه بر ناقل‌های Na⁺ و Cl⁻، کانال‌های یونی و پینوسیتوز را نیز دربر گیرند. جذب Na⁺ در واکوئل‌ها به آنتی‌پورترهای H⁺ / Na⁺ در تونوپلاست و H⁺ + ATPase و شاید PPIase‌ها برای تأمین نیروی محرکه پروتون نیاز دارد. ضدپورترهای تونوپلاست در هالوفیت‌ها سازنده هستند، در حالی که آن‌ها باید توسط NaCl در گلیکوفیت‌های مقاوم به نمک فعال شوند و ممکن است در گلیکوفیت‌های حساس به نمک وجود نداشته باشند. واکوئل‌های هالوفیت ممکن است ترکیب لیپیدی اصلاح شده‌ای برای جلوگیری از نشت Na⁺ به سیتوپلاسم داشته باشند. همچنین لازم به ذکر است که هالوفیت‌ها اغلب واکوئل‌های بزرگی دارند. به عنوان مثال، *Suaeda maritime*، یک هالوفیت بالقوه، ۷۷ درصد از سلول‌های مزوفیل واکوئل‌ها را اشغال می‌کند که باعث می‌شود غلظت بیشتری از نمک را تا ۵۰۰ میلی‌مولار جمع کند. علاوه بر این، غلظت Na⁺ + شیره سلولی حتی از ۸۰۰ میلی‌مولار در هالوفیت دیگر، *S. maritime* نیز فراتر رفت. اگرچه همه هالوفیت‌ها تجمع بهتر نمک را نشان می‌دهند، سطح تجمع نمک کل در شاخساره، بسته به استراتژی‌های تطبیقی مختلف، بیشتر مربوط به گونه‌های خاص است. بر اساس مطالعات متعدد، مکانیسم‌های تطبیقی متعددی در رابطه با تحمل نمک شناسایی شده که شامل تقسیم‌بندی یون، تولید اسمولیت، پاسخ‌های جوانه‌زنی، سازگاری اسمزی، شادابی، انتقال و جذب انتخابی یون‌ها، پاسخ‌های آنزیمی، دفع نمک و کنترل ژنتیکی می‌شود. تجمع املاح سازگار اغلب به عنوان یک استراتژی اساسی برای حفاظت و بقای هالوفیت‌ها تحت تنش شوری در نظر گرفته می‌شود. این ترکیبات محلول، از جمله کربوهیدرات‌های محلول، GB، پلیول‌ها و Pro با تنظیم اسمزی سلولی، سم‌زدایی از ROS، محافظت از یکپارچگی غشاء و تثبیت آنزیم‌ها و پروتئین‌ها از گیاهان در برابر استرس محافظت می‌کنند. علاوه بر این، برگ بافت هالوفیت‌ها برای تجمع مقادیر زیادی یون نمک سازگار هستند. چنین مکانیزم تطبیقی برای ایجاد یک گرادیان پتانسیل آب در امتداد ساقه برای حفظ شار آب در گیاهان بسیار مهم است.

استفاده بالقوه از هالوفیت‌ها در شرایط شور

با توجه به تغییرات سریع آب و هوا، سطح شوری خاک در جهان روز به روز در حال افزایش است و در حال حاضر نیاز زیادی به توسعه محصولات بسیار مقاوم به نمک برای مقابله با وضعیت نامطلوب وجود دارد. هالوفیت‌ها می‌توانند عملکرد رضایت بخشی را در شرایط نمک بالا ارائه دهند. برخی از هالوفیت‌ها عملکرد رضایت بخشی تحت درجات مختلف شوری تولید می‌کنند. در حال حاضر چندین نمونه برای استفاده از هالوفیت‌ها برای اهداف صنعتی، زیست محیطی یا کشاورزی شناخته شده است. هالوفیت‌ها به عنوان محصولات گیاهی، علوفه‌ای و دانه‌های روغنی در آزمایشات مزرعه‌ای زراعی آزمایش شده‌اند. پربارترین گونه‌ها ۱۰ تا ۲۰ تن در هکتار زیست‌توده در آبیاری آب دریا، معادل محصولات معمولی تولید می‌کنند. به عنوان مثال، *Salicornia bigelovii*، هالوفیت دانه روغنی، ۲ تن در هکتار دانه حاوی ۲۸ درصد روغن و ۳۱ درصد پروتئین تولید می‌کند که مشابه عملکرد و کیفیت دانه سویا است. بسیاری از گونه‌های گیاهی به‌طور سنتی به‌عنوان سبزی و سبزی مورد استفاده قرار می‌گیرند و از این رو، کشف مجدد پتانسیل‌های چندین گونه گیاهی امیدبخش برای پرورش به‌عنوان سبزیجات برگ‌دار برای چند دهه ادامه دارد. برخی از هالوفیت‌ها علوفه خوبی هستند و از این رو می‌توان از آن‌ها برای تغذیه حیوانات در مناطق مستعد شوری استفاده کرد. با این حال، باید

در نظر گرفت که برخی از هالوفیت‌ها ممکن است به دلیل محتوای نمک تا حدی بالا و ترکیبات غیر تغذیه‌ای باعث ایجاد مانع تغذیه‌ای شوند.

از آنجایی که احیای خاک‌های متاثر از نمک کاملاً امکان‌پذیر نیست و همیشه مقرون به صرفه نیست، محققان در جستجوی کشاورزی بیوسالین هستند و بنابراین واضح است که درک بهتری از نحوه مدیریت گیاهان سازگار با نمک (هالوفیت‌ها) به طور طبیعی کشف کنند. مطالعه هالوفیت‌ها از سه منظر می‌تواند مفید باشد [۳۱]. اول، مکانیسم‌هایی که توسط آن هالوفیت‌ها زنده می‌مانند و بهره‌وری را در آب شور حفظ می‌کنند، می‌توانند برای توسعه انواع متحمل در محصولات معمولی مفید باشند. دوم، هالوفیت‌های رشد یافته در یک محیط زراعی می‌توانند برای ارزیابی امکان سنجی کلی کشاورزی با شوری بالا استفاده شوند. سوم، هالوفیت‌ها ممکن است به منبع مستقیم محصولات جدید تبدیل شوند. به عنوان مثال، هالوفیت‌ها می‌توانند زیست‌توده کمی در مقایسه با بسیاری از گلیکوفیت‌ها داشته باشند.

جدای از تجمع نمک در زیستگاه شور، بسیاری از هالوفیت‌ها قادر به اصلاح فلزات سمی هستند و می‌توانند رشد کنند و محصول بدهند. هالوفیت‌ها اغلب در زیستگاه‌های متاثر از فلز در مقایسه با گیاهان گلیکوفیت به خوبی سازگار می‌شوند که آن‌ها را به عنوان یک راه‌حل سازگار با محیط زیست و پایدار برای پاکسازی محیط‌های ساحلی آلوده تبدیل می‌کند.

نتیجه‌گیری

واضح است که مشکل شوری در سراسر جهان به سرعت در حال افزایش است. بیش از نیم میلیارد هکتار زمین به درستی برای تولید محصولات کشاورزی استفاده نمی‌شود. بنابراین، نیاز به جستجوی ابزاری برای بهبود خاک‌های شور وجود دارد تا چنین خاک‌هایی بتوانند از سیستم‌های کاربری زمین بسیار پربار و معنادار برای مقابله با چالش‌های فعلی امنیت غذایی جهانی پشتیبانی کنند. علاوه بر این، سازگاری محصول با شرایط شور نیز باید بهبود یابد. علیرغم اهمیت شوری در شکل دادن به ترکیب جوامع گیاهی ساحلی، دانش ما در مورد چگونگی واکنش فیزیولوژیکی گونه‌های مختلف به شوری‌های متغیر محدود است. به طور خاص، درک ما از مکانیسم‌های فیزیولوژیکی/بیوشیمیایی زیربنایی هالوفیت‌ها در شوری‌های متغیر بسیار کمیاب است. از این رو، مطالعات فیزیولوژیکی و مولکولی برای آشکار کردن مکانیسم‌های اساسی این فرآیندها مهم است. علاوه بر این، کشف القای آبشارهای سیگنال دهی که منجر به تغییرات عمیق در بیان ژن خاص می‌شود نیز یک سازگاری مهم با تنش نمک در نظر گرفته می‌شود. دانش مولکولی پاسخ و مکانیسم‌های تحمل، راه را برای گیاهان مهندسی شده‌ای که می‌توانند تنش شوری را تحمل کنند، هموار می‌کند و می‌تواند مبنایی برای تولید محصولات زراعی باشد که می‌تواند منجر به عملکرد اقتصادی در شرایط تنش شوری شود. در سال‌های اخیر گیاه پالایی شور توسط محققان مورد مطالعه قرار گرفته و مشاهده شد که استفاده از برخی هالوفیت‌ها می‌تواند نمک را از خاک حذف کند. Phytore-mediation می‌تواند به یک فناوری مقرون به صرفه و سازگار با محیط‌زیست برای اصلاح مکان‌های تحت تأثیر نمک تبدیل شود، اگر به درستی توسعه داده شود. محدودیت‌های خاصی وجود دارد که باید برای استفاده عمومی از این سیستم اصلاح گیاهی غلبه کرد. گیاه پالایی می‌تواند زمان بر باشد زیرا برای کاهش سطح آلاینده‌ها در خاک به چندین فصل رشد نیاز دارد. همچنین محدود به اعماق خاکی است که در ناحیه ریشه‌زایی قرار دارند. یافتن گیاهانی که توانایی حذف حداکثر نمک را با تولید زیست‌توده بالاتر با اهمیت

اقتصادی دارند، به طور عمده برای گیاه پالایی انتخاب می‌شوند و گونه‌های گیاهی انتخاب شده باید غلظت نمک بالایی را تحمل کنند. چالش پیش رو برای استفاده از هالوفیت‌ها برای اصلاح شوری خاک، توسعه گیاهی با ظرفیت انباشت نمک متنوع به روشی مقرون به صرفه است. شناسایی ژن‌های جدید با ویژگی‌های عملکرد زیست توده بالا و توسعه متعاقب آن گیاهان تراریخته با ویژگی‌های اصلاحی برتر برای چنین نوع تحقیقاتی حیاتی است.



A young green seedling with three leaves is growing out of a crack in dry, cracked earth. The background is a soft, out-of-focus landscape with more cracked soil and distant hills under a pale sky.

“ Soil matters. Remember on this occasion if World Soil Day that there is no life on earth without soil. So, protect and save it **”**

