



19th Iranian Soil Science Congress
16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



بررسی مدیریت و اصلاح خاک‌های شور و قلیا در مناطق خشک و بیابانی

محمدکیا کیانیان^{۱*}، شهرزاد تبیانیان^۲، هایده آرا^۳

۱- * استادیار دانشکده کوپرشناسی دانشگاه سمنان؛ پست الکترونیکی نویسنده مسئول: m_kianian@semnan.ac.ir

۲- کارشناس ارشد مدیریت و کنترل بیابان، دانشگاه منابع طبیعی گرگان

۳- استادیار دانشکده کوپرشناسی دانشگاه سمنان

چکیده

افزایش سطح خاک‌های شور و قلیا به‌ویژه در مناطق خشک، چالشی جدی برای پایداری کشاورزی و منابع طبیعی محسوب می‌شود. در این مطالعه، ضمن بررسی منشأ طبیعی و انسانی شوری خاک، به معرفی روش‌های مختلف اصلاحی پرداخته شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهند، که به‌کارگیری هم‌زمان روش‌های فنی (نظیر زهکشی و آبشویی)، شیمیایی (مانند گچ و مواد آلی) و زیستی (از جمله بیوجار و گیاهان مقاوم به شوری)، می‌تواند به بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و افزایش بهره‌وری کمک کند. همچنین فناوری‌های نوظهور نظیر میکروبیولوژی خاک و سیستم‌های نوین تهویه، افق‌های جدیدی در مدیریت خاک‌های شور گشوده‌اند. این تحقیق بر لزوم طراحی راهبردهای جامع، با رویکردی بین‌بخشی و مبتنی بر شرایط اقلیمی تأکید دارد، تا مدیریت پایدار اراضی شور به‌طور مؤثر تحقق یابد.

واژگان کلیدی: اصلاح خاک، شوری و قلیائیت، فناوری‌های نوین، مدیریت پایدار، مواد آلی و شیمیایی.

مقدمه

خاک نقش اساسی در اکوسیستم‌ها و تولید مواد غذایی ایفا می‌کند و به‌عنوان بستر تنوع زیستی، چرخه مواد مغذی و بهره‌وری کشاورزی شناخته می‌شود. سلامت خاک به‌طور مستقیم با امنیت غذایی و پایداری محیط‌زیست در ارتباط است. از این‌رو، حفاظت و مدیریت مؤثر منابع خاک اهمیت ویژه‌ای دارد. با وجود این جایگاه حیاتی، خاک‌ها به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان با تهدیدهای جدی مانند شوری و قلیائیت مواجه هستند. این عوامل به‌عنوان چالش‌های اساسی در مدیریت خاک، توان تولیدی آن را به شدت کاهش داده و موجب اختلال در عملکرد اکوسیستم‌ها و کاهش بهره‌وری کشاورزی می‌شوند (Baojin et al., 2023). شوری و قلیائیت، از مهم‌ترین چالش‌های خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌شمار می‌روند، که ظرفیت تولیدی خاک، تنوع زیستی و پایداری منابع طبیعی را با تهدید مواجه می‌سازند. خاک‌های شور معمولاً با هدایت الکتریکی بیش از ۴ دسی‌زیمنس بر متر (dS/m) در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد شناسایی می‌شوند و حاوی مقادیر قابل توجهی نمک‌های محلول خنثی هستند، که به‌طور مستقیم بر رشد گیاهان اثر منفی می‌گذارند. در مقابل، خاک‌های قلیایی - که اغلب به‌عنوان خاک‌های سدیمی نیز شناخته می‌شوند - دارای pH بالاتر از ۸٫۵ هستند و حاوی مقدار زیادی سدیم تبادلی می‌باشند. این ویژگی‌ها می‌توانند موجب تخریب ساختار خاک، کاهش نفوذپذیری و محدودیت در دسترسی گیاه به مواد مغذی شوند. تفاوت اصلی این دو نوع خاک در میزان نمک‌های محلول و سطح pH آن‌ها است، که به‌طور مستقیم بر قابلیت کشاورزی و مدیریت اصلاحی آن‌ها تأثیرگذار است (Li et al., 2025). به‌دلیل ساختار فیزیکی ضعیف، خاک‌های سدیمی نسبت به خاک‌های شور بیشتر در معرض فرسایش بادی و آبی قرار دارند. افزایش خاصیت انبساط‌پذیری ذرات رس در این نوع خاک‌ها، پدیده پراکندگی ذرات را تشدید کرده و در نتیجه منجر به انسداد منافذ درشت خاک می‌شود. با این حال، در خاک‌های شور و شور-سدیمی که دارای غلظت بالایی از نمک‌های محلول هستند، کاتیون‌هایی نظیر کلسیم و منیزیم به‌وفور وجود دارند. این کاتیون‌ها با نزدیک شدن به سطح ذرات خاک که دارای بار منفی هستند، فرآیند هم‌جمعی (Aggregation) را تقویت کرده و از پراکندگی و فروپاشی ساختار خاک جلوگیری می‌کنند (Qing-Pu et al., 2025). لزوم اصلاح و مدیریت خاک‌های شور و قلیایی از اهمیت بالایی برخوردار است، زیرا تجمع بیش از حد نمک‌ها و یون‌های سدیم در این خاک‌ها، موجب تخریب ساختار فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شود. این تخریب باعث کاهش توانایی گیاه در جذب آب و عناصر غذایی شده و در نهایت به کاهش عملکرد محصولات کشاورزی، افت کیفیت منابع آب، تخریب زیست‌محیطی و تهدیدی جدی برای امنیت غذایی منجر می‌گردد (Sayed et al., 2023). با وجود پژوهش‌های متعدد در سطح ملی و بین‌المللی در زمینه منشأ، پیامدها و راهکارهای مدیریت خاک‌های شور، هنوز چالش‌های متعددی از جمله کمبود منابع آب شیرین برای آبشویی، هزینه بالای اصلاح‌گرهای شیمیایی و محدودیت مشارکت بهره‌برداران محلی در اجرای برنامه‌های اصلاحی وجود دارد. از این‌رو، پژوهش حاضر با رویکردی جامع به بررسی شیوه‌های مدیریتی و اصلاحی مختلف - شامل روش‌های فیزیکی، شیمیایی، زیستی و فناوری‌های نوین - پرداخته و تلاش کرده است، با مرور و تحلیل مطالعات معتبر، تصویری یکپارچه و کاربردی از راهکارهای مؤثر در شرایط اقلیمی ایران ارائه دهد. هدف اصلی این پژوهش مرور و تحلیل راهکارهای مدیریت و اصلاح خاک‌های شور و قلیا در مناطق خشک و بیابانی با تأکید بر بهره‌گیری از رویکردهای تلفیقی و پایدار است.

عوامل مؤثر در ایجاد خاک‌های شور و قلیا را می‌توان در سه دسته کلی عوامل طبیعی، انسانی و ترکیبی در نظر گرفت. از نظر طبیعی، فرآیند هوازدگی سنگ‌های مادری یکی از منابع اصلی آزاد شدن املاح معدنی و تجمع نمک‌ها در خاک به‌شمار می‌آید. علاوه بر این، در مناطق خشک و نیمه‌خشک، کمبود بارندگی و افزایش میزان تبخیر موجب می‌شود، نمک‌ها در خاک انباشته شده و امکان شستشوی آنها کاهش یابد. وجود حوضه‌های بسته و نیمه‌بسته که به تجمع املاح کمک می‌کنند و همچنین نفوذ آب شور به اراضی ساحلی، از دیگر عوامل طبیعی تشدیدکننده شوری و قلیایی بودن خاک‌ها هستند (Xiaoli et al., 2022). در کنار این عوامل، فعالیت‌های انسانی و مدیریتی نیز نقش بسزایی در گسترش شوری دارند. آبیاری با آب‌های شور یا آب‌هایی با غلظت بالای املاح، زمینه‌ساز تجمع نمک‌ها در پروفیل خاک می‌شود. استفاده بیش از اندازه و نادرست از کودهای شیمیایی نیز می‌تواند موجب افزایش املاح و تغییر واکنش خاک (pH) گردد، که نهایتاً به قلیایی شدن خاک می‌انجامد. علاوه بر این، زهکشی ضعیف مانع خروج نمک‌های تجمع‌یافته شده و باعث باقی ماندن آنها در خاک می‌شود. کاربرد پساب‌ها و لجن‌های فاضلاب که معمولاً سرشار از املاح هستند، نیز یکی دیگر از عوامل انسانی مؤثر در ایجاد خاک‌های شور و قلیا به‌شمار می‌آید.

(Yanhong et al., 2025). برخی عوامل ترکیبی، که ناشی از برهم‌کنش شرایط طبیعی و انسانی هستند، نیز در این فرآیند نقش دارند. تبخیر سطحی و تعرق گیاهان سبب افزایش غلظت نمک‌ها در لایه‌های سطحی خاک می‌شود، به‌ویژه زمانی که منابع آبی محدود است. همچنین بالا آمدن سطح آب‌های زیرزمینی همراه با املاح محلول و انتقال نمک توسط بادهای حامل ذرات شور از دریا یا مناطق نمکی به اراضی مجاور، به تشدید شوری خاک‌ها کمک می‌کند (Ying, 2025).

-تکنیک‌های مدیریت شوری خاک

۱- مدیریت فیزیکی

شستشو و آبیاری اضافی: استفاده از آب اضافی برای حل و شستن نمک‌ها از ناحیه ریشه اهمیت زیادی دارد و برای بازسازی خاک‌های شور ضروری است.

سیستم‌های زهکش: ایجاد زهکشی مناسب به حذف آب و نمک اضافی کمک کرده و از تجمع نمک در خاک جلوگیری می‌کند.

۲- اصلاحات شیمیایی

کاربرد گچ: گچ معمولاً برای بهبود ساختار خاک و کاهش سطح سدیم در خاک‌های سدیم‌دار استفاده می‌شود.

افزودن مواد آلی: مواد آلی سلامت خاک را بهبود می‌بخشد و دسترسی گیاه به مواد مغذی را افزایش می‌دهد، که برای رشد محصولات در شرایط شور حیاتی است.

۳- استراتژی‌های مدیریت محصولات زراعی

الف: کشت مقاوم به شوری: استفاده از گونه‌های مقاوم به شوری می‌تواند بهره‌وری را در محیط‌های شور حفظ کند و استفاده بهتر از منابع خاک و آب را ممکن سازد (راد، ۱۳۹۷).

ب: چرخش و تنوع زراعت: اجرای سیستم‌های کشت متنوع، سلامت خاک را بهبود می‌بخشد و شوری خاک را در طول زمان کاهش می‌دهد (فیضی و سعادت، ۱۳۹۴). در حالی که، این شیوه‌ها مؤثر هستند، چالش‌هایی همچنان وجود دارد، از جمله نیاز به نظارت مداوم بر شوری خاک و خطر تخریب خاک در صورت مدیریت نادرست. ترکیب این روش‌ها با اصول کشاورزی پایدار برای موفقیت طولانی‌مدت ضروری است.

-نوآوری‌های نوین در جهت کاهش شوری خاک

اصلاح خاک‌های شور و قلیا می‌تواند به طور قابل توجهی از طریق به‌کارگیری فناوری‌های نوین افزایش یابد. این پیشرفت‌ها بر بهبود کیفیت خاک، مدیریت آب و ترویج شیوه‌های کشاورزی پایدار تمرکز دارند. در ادامه، برخی از فناوری‌های کلیدی و پیامدهای آن‌ها برای اصلاح خاک‌های شور معرفی شده‌اند.

۱- استفاده از مواد اصلاح‌کننده نوین: مانند اسید سولفوریک و کلرید کلسیم که به سرعت شوری خاک را کاهش می‌دهند و باعث جایگزینی سدیم با کلسیم در خاک می‌شوند. همچنین کودهای آلی و زیستی به بهبود ساختار خاک و کاهش شوری کمک می‌کنند (Wang and Zhang, 2024).

۲- ترسیب میکروبی کلسیم کربنات (MICP)، یک فرآیند طبیعی بیولوژیکی است، که در محیط‌های مختلف به طور گسترده مشاهده می‌شود و به عنوان یک فناوری نوین و کارآمد در مهندسی محیط زیست شناخته می‌شود. رسوب کربنات حاصل از فعالیت میکروبی، روشی مؤثر برای کاهش آلودگی‌های محیطی به شمار می‌رود (مشیری و همکاران، ۱۴۰۰). در این فرآیند، یون‌های کربنات تولیدشده توسط متابولیسم میکروبی با یون‌های کلسیم موجود در محیط واکنش داده و رسوب کلسیم کربنات ایجاد می‌شود. به عبارت دیگر، MICP، یک فرآیند طبیعی است، که همزمان با فعالیت‌های میکروبی و واکنش‌های شیمیایی اتفاق می‌افتد و معمولاً توسط باکتری‌های اوره‌آزدار در حضور اوره و کلرید کلسیم انجام می‌شود (Yuxia and Xingqiang, 2019).

۳- نانومواد: با داشتن نسبت سطح به حجم بسیار بالا، قابلیت واکنش پذیری و انتقال عناصر را در خاک افزایش می‌دهند. این مواد می‌توانند ظرفیت تبادل کاتیونی خاک را افزایش داده و منجر به جایگزینی سریعتر یون‌های سدیم با کلسیم یا سایر کاتیون‌های مفید شوند. همچنین نانومواد موجب بهبود ساختار خاک، افزایش نگهداشت آب و عناصر غذایی، افزایش فعالیت میکروبی و کاهش تحرک آلاینده‌های خاک می‌گردند. بنابراین استفاده از نانوکود یا سایر نانومواد، کارایی و اثربخشی فرایند اصلاح خاک‌های شور و سدیمی را نسبت به روش‌های معمول به طور چشمگیر افزایش می‌دهد (محمدی، ۱۴۰۳).

- پروژه‌های موفق اصلاح شوری در ایران

دلایان و همکاران (۱۴۰۰)، به منظور اصلاح خاک‌های شور و سدیمی، آزمایشی فاکتوریل با استفاده از دو نوع ماده اصلاحی، شامل پرمغ و هومات پتاسیم، در سطوح مختلف و با دوره‌های آبشویی متفاوت اجرا کردند. نتایج نشان داد، که استفاده از پرمغ به میزان ۰٫۷۵ درصد وزنی همراه با آبشویی، بیشترین تأثیر مثبت را بر ویژگی‌های خاک داشت، به گونه‌ای که پارامترهای منفی مانند هدایت الکتریکی (EC)، نسبت جذب سدیم (SAR) و درصد سدیم تبادلی (ESP) کاهش یافته و در مقابل ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) و پایداری خاکدانه‌های مرطوب (WAS) افزایش یافت. این تیمار به عنوان نمونه‌ای موفق در اصلاح خاک‌های شور و سدیمی شناخته شد و می‌تواند در برنامه‌های احیای اراضی شور، به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، مورد استفاده قرار گیرد. شفیعی و همکاران (۱۳۹۷)، در یک پژوهش گلخانه‌ای که با هدف بررسی کارایی مواد اصلاح کننده آلی و معدنی در بهبود خاک شور و قلیا انجام شد، تیمارهای مختلفی شامل گچ، بایوسالید و ترکیب آن‌ها را بر ویژگی‌های خاک و رشد گندم ارزیابی کردند. نتایج نشان داد، که استفاده از گچ به تنهایی و در ترکیب با مواد آلی موجب کاهش مؤثر نسبت جذب سدیم (SAR) و درصد سدیم تبادلی (ESP) شد، در حالی که بیوجار و بایوسالید به بهبود حاصلخیزی خاک و رشد گیاه کمک کردند. ترکیب این مواد اصلاحی توانست تأثیر مثبتی در اصلاح خاک شور و قلیا ایجاد کند، به گونه‌ای که تیمارهای ترکیبی گچ همراه با بیوجار و بایوسالید، به عنوان نمونه‌ای موفق در جهت ارتقای کیفیت خاک و افزایش کارایی کشت در خاک‌های شور معرفی شدند.

شریفیان بهرمان و همکاران (۱۴۰۰)، در پژوهشی دیگر، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک را در داخل و خارج زیستگاه طبیعی گونه کام تیغ (*Lycium depressum*) در مراتع شهرستان آق قلا بررسی و مقایسه کردند، تا دلایل احتمالی عدم موفقیت پروژه‌های احیای این گونه شناسایی شود. نتایج نشان داد، برخی ویژگی‌های خاک از جمله درصد شن و رس، وزن مخصوص ظاهری، تخلخل، میانگین وزن قطر خاکدانه و هدایت الکتریکی در داخل زیستگاه به طور معنی داری با خارج زیستگاه تفاوت دارند، در حالی که میزان ماده آلی، نیتروژن و رطوبت اشباع تنها در پای گیاه تفاوت معنی داری با دیگر نواحی داشتند. این یافته‌ها نشان می‌دهد، که گونه کام تیغ برای رشد و استقرار خود به شرایط خاص فیزیکی خاک نیاز دارد و مکان یابی دقیق بر اساس این ویژگی‌ها می‌تواند موفقیت کشت و احیای آن را افزایش دهد. یوسفی و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی نشان دادند، که استفاده از نانوکود دامی به همراه مواد اصلاح کننده شیمیایی و بیولوژیکی می‌تواند تأثیر قابل توجهی در بهبود خاک‌های شور-سدیمی داشته باشد. نتایج این مطالعه نشان داد، که ترکیب نانوکود با گچ بیشترین کاهش را در سدیم قابل تبادل ایجاد کرده و کود دامی همراه با نانوکود ۰٫۳ درصد، بیشترین کاهش هدایت الکتریکی خاک را به همراه داشته است. همچنین، اسیدپتته خاک در تیمارهای گچ و ترکیب گچ با کود دامی به طور قابل توجهی کاهش یافته است. این یافته‌ها اهمیت کاربرد نانوکودها و ترکیب آن‌ها با اصلاح کننده‌های دیگر را در افزایش کارایی عملیات اصلاح خاک‌های شور-سدیمی نشان می‌دهد. سلطانی و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی نشان دادند، که استفاده از نانوکود دامی به همراه مواد اصلاح کننده شیمیایی و بیولوژیکی می‌تواند تأثیر قابل توجهی در بهبود خاک‌های شور-سدیمی داشته باشد. نتایج این مطالعه نشان داد، که ترکیب نانوکود با گچ بیشترین کاهش را در سدیم قابل تبادل ایجاد کرده و کود دامی همراه با نانوکود ۰٫۳ درصد بیشترین کاهش هدایت الکتریکی خاک را به همراه داشته است. همچنین، اسیدپتته خاک در تیمارهای گچ و ترکیب گچ با کود دامی به طور قابل توجهی کاهش یافته است. این یافته‌ها اهمیت کاربرد نانوکودها و ترکیب آن‌ها با اصلاح کننده‌های دیگر را در افزایش کارایی عملیات اصلاح خاک‌های شور-سدیمی نشان می‌دهد.

چالش‌ها و محدودیت‌ها

یکی از چالش‌های اساسی در اصلاح خاک‌های شور و قلیا، محدودیت‌های اقتصادی است، که مانع از تأمین و به‌کارگیری گسترده مواد اصلاح‌کننده مؤثر مانند گچ، بایوسالید و غیره می‌شود. همچنین، کمبود منابع آب شیرین، فرآیند آبخوبی را که برای حذف نمک‌های اضافی ضروری است، با مشکل مواجه می‌سازد و کارایی اقدامات اصلاحی را کاهش می‌دهد. از سوی دیگر، نبود سیاست‌گذاری منسجم، ضعف در آموزش بهره‌برداران محلی، و مشکلات اجتماعی نظیر نبود مشارکت مؤثر جوامع محلی، اجرای موفق و پایدار طرح‌های اصلاح خاک را با محدودیت جدی روبه‌رو کرده است.

نتیجه‌گیری

با توجه به گسترش روزافزون خاک‌های شور و قلیا در مناطق خشک و نیمه‌خشک و تأثیرات منفی آن بر تولیدات کشاورزی، منابع آب و محیط زیست، لزوم اصلاح و مدیریت پایدار این خاک‌ها بیش از پیش احساس می‌شود. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد، که تلفیق روش‌های فیزیکی مانند شست‌وشوی خاک و زهکشی با اصلاحات شیمیایی نظیر کاربرد گچ و مواد آلی، به‌ویژه در شرایط کم‌آبی، می‌تواند به کاهش شوری و بهبود ساختار خاک منجر شود. همچنین استفاده از گونه‌های مقاوم به شوری و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین مانند سیستم‌های تصفیه و اصلاح مبتنی بر میکروارگانیزم‌ها، چشم‌انداز مثبتی برای بازسازی اراضی شور فراهم می‌سازد. با این حال، موفقیت این راهکارها مستلزم پشتیبانی نهادی، دسترسی به منابع مالی، مشارکت فعال بهره‌برداران محلی و هماهنگی میان بخش‌های تحقیقاتی، اجرایی و ترویجی است. بدون در نظر گرفتن این عوامل، تلاش‌ها در مسیر اصلاح خاک‌های شور به نتیجه مطلوب نخواهد رسید.

پیشنهادها

برای بهبود و توسعه اقدامات اصلاحی در خاک‌های شور و قلیا، پیشنهاد می‌شود، سیاست‌های حمایتی مناسبی از سوی نهادهای دولتی تدوین و اجرا شود و آموزش‌های هدفمند به بهره‌برداران محلی ارائه گردد. تا آگاهی و مشارکت آن‌ها در فرآیند اصلاح خاک افزایش یابد. همچنین لازم است، تحقیقات کاربردی در این حوزه تقویت و فناوری‌های مورد استفاده با شرایط اقلیمی و منابع موجود بومی‌سازی شوند، تا اثربخشی آن‌ها افزایش یابد. در نهایت، توسعه الگوهای کشاورزی پایدار با استفاده از گونه‌های مقاوم به شوری، بهره‌وری آب و استفاده از اصلاح‌گرهای ارزان‌قیمت و در دسترس، راهکاری اساسی برای مدیریت موفق و پایدار اراضی شور در آینده خواهد بود.

فهرست منابع

- دلایان، م.ر.، ذبیحی، ف.، سربازرشید، س. (۱۴۰۰). بررسی آزمایشگاهی تأثیر اصلاح‌گرهای آلی بر فرآیند آبخوبی خاک‌های شور و سدیمی. نشریه حفاظت منابع آب و خاک، ۱۱ (۲)، ۱۳-۳۱.
- راد، م.ه. (۱۳۹۷). معرفی دو گونه اکالیپتوس جهت جنگلکاری و ایجاد منظر در شرایط خشک و شور. چاپ اول، نشر آموزش سازمان تحقیقات، ترویج و آموزش کشاورزی، تهران. ۲۴ ص.
- سلطانی، ا.، عسگری، ح.، یوسفی، ح. (۱۴۰۱). بررسی کارایی نانوکود حیوانی و مواد اصلاح‌کننده بیولوژیکی و شیمیایی در اصلاح خاک‌های شور. مهندسی اکوسیستم بیابان، ۹ (۲۸)، ۶۱-۷۲.
- شریفیان بهرمان، ا.، سپهری، ع.، بارانی، ح. (۱۴۰۰). بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک زیستگاه گونه کام‌تیغ (*Lycium depressum Stocks*) در مراتع شور و قلیایی شمال استان گلستان، ایران. حفاظت زیست‌بوم گیاهان، ۹ (۱۹)، ۴۷-۶۲.
- شفیعی، ف.، حکیم‌زاده، م.ع.، سودایی‌زاده، ح. (۱۳۹۷). تأثیر نسبت‌های مختلف مواد آلی و معدنی در اصلاح خاک‌های شور و قلیا. اولین همایش بین‌المللی و سومین همایش ملی مدیریت پایدار منابع خاک و محیط زیست، ۱۳ شهریور ماه، کرمان.
- فیضی، م.، سعادت، س. (۱۳۹۴). اثر مدیریت آبیاری با آب شور بر شوری خاک در یک دوره تناوب زراعت، مدیریت آب و آبیاری، ۵ (۱) ۱-۲۵.

- محمدی، م. (۱۴۰۳). ترسیب میکروبی کلسیم کربنات و آلودگی‌های زیست‌محیطی. پنجمین کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران، ۶ آذرماه، اصفهان.
- یوسفی، ح.، عسگری، ح.ر.، سلطانی، آ. (۱۳۹۹). بررسی کارایی نانو کود حیوانی و مواد اصلاح‌کننده بیولوژیکی و شیمیایی در اصلاح خاک‌های شور. مجله علمی-پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابان، ۹ (۲۸)، ۶۱-۷۲.
- مشیری، ف.، صفاری، ح.، کشاورز، پ.، زاهدی‌فرد، ن. (۱۴۰۰). ماده آلی خاک و جایگاه آن در کشاورزی ایران: بررسی وضع موجود، تحلیل مسائل و محدودیت‌ها، ارائه راهکارها. چاپ اول، انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران. ۷۴ ص.
- Baojin, L., Shengchang, T., Zhong, Z., Ying, Y., & Zhen, Z. (2023). Review and Prospect on Sustainable Utilization of Salinized Land. *Journal of Ningxia University (Natural Science Edition)*, 44(01), 79-88.
- Li, Y., Huang, Y., Ding, H., Huang, Y., Xu, D., Zhan, S., Ma, M. (2025). Effects of the plant growth-promoting rhizobacterium *Zobellella* sp. DQSA1 on alleviating salt-alkali stress in job's tears seedings and its growth-promoting mechanism. *BMC Plant Biology*, 25(1), 368-368.
- Qing-Pu, L., Jian-Hai, B., Tuo, Y., Ming-Yuan, L., Zhen-Long, W., Jie, Z., Zhi-Yan, L. (2024). Effects of plant growth-promoting rhizobacteria on growth, physiological, and biochemical responses to salt-stressed *Elymus nutans*. *Grassland and Turf*, 44(05), 115-123.
- Sayed, H. A. M. E. (2023). Effect of Bio and Organic Fertilizations and Per-sowing Seeds Magnetic field Combined with Mineral Nitrogen Fertilizer on Some Soil Properties and Faba Bean Productivity and Quality under Saline Soil Conditions. *International Journal of Plant & Soil Science*, 35(7), 17-33.
- Wang, L., & Zhang, L. (2024). A review on the improvement of saline-alkali soil by organic fertilizer. *Academic Journal*, 10 (3), 1-2.
- Xiaoli, Z., Guoli, W., Fangdi, C., Hongyuan, Z., Huancheng, P., Jianli, Z., . . . Yuyi, L. (2022). Effects of Microbial Agents on Physicochemical Properties and Microbial Flora of Rhizosphere Saline-alkali Soil. *Ecology and Environmental Sciences*, 31(10), 1984-1992.
- Yanhong, C., Hongping, L., Suqi, X., Yuchun, Q., Shuangyu, L., Jiayi, L., Dongmei, L. (2025). Screening of plant growth-promoting rhizobacterium with salt tolerance from rhizosphere. *Acta Microbiologica Sinica*, 65(01), 150-168.
- Ying, L. (2025). Research on Ecological Restoration Technology of Saline alkali Land in Binzhou Area. *Forestry Science and Technology Information*, 57(01), 104-106.
- Yuxia, Z., Xingqiang, L. (2019). Discussion on Improving Techniques for Saline-alkali Land. *Agriculture of Jilin* (13), 80.

Management and Reclamation of Saline and Alkaline Soils in Arid and Desert Areas

Mohammadkia Kianian*¹, Shahrzad Tebyanian², Haydeh Ara³

1*- Assistant Professor, Desert Studies Faculty, Semnan University, Email: m_kianian@semnan.ac.ir

2- M.Sc. graduate in desert management and control, Gorgan University of Natural Resources

3- Assistant Professor, Desert Studies Faculty, Semnan University

Abstract

The increase in saline and alkaline soils, particularly in arid regions, poses a significant challenge to agricultural sustainability and natural resources. In this study, both natural and anthropogenic sources of soil salinity were examined, and various reclamation methods were introduced. The reviews indicate that the simultaneous application of technical approaches (e.g., drainage and leaching), chemical amendments (such as gypsum and organic materials), and biological strategies (including biochar and salt-tolerant plants) can improve the physical and chemical properties of soils and enhance productivity. Moreover, emerging technologies such as soil microbiology and advanced ventilation systems open new horizons in the management of saline soils. This research emphasizes the necessity of designing comprehensive, interdisciplinary strategies that are tailored to local climatic conditions to achieve effective sustainable management of saline lands.

Keywords: Soil reclamation, Salinity and alkalinity, Emerging technologies, Sustainable management, Organic and chemical amendments.