اصلاح خاک های شور – سدیمی با استفاده از ترکیبات کلسیمی

دکتر نسرین زیلوئی؛ بخش تحقیق و توسعه شرکت فرتاک تجارت افرا

شوری خاک یکی از ویژگی های پویای خاک و به معنای تجمع بیش از حد نمک ها در پروفیل خاک است که علاوه بر تاثیر سوء بر فعالیت های کشاورزی باعث تخریب و سوق دادن اراضی به سمت بیابان زایی می شود.

به طور کلی، اراضی با اقلیم خشک به علت وجود بارندگی های کم و تبخیر بالا و در نتیجه شست و شوی محدود نمک ها، ذاتاً مستعد تجمع نمک ها و شوری خاک هستند. اقلیم بیش از ۹۰ درصد از ایران خشک است. متوسط بارندگی سالیانه ایران در حدود ۲۵۳ میلیمتر است، در حالیکه متوسط بارندگی سالیانه جهان در حدود ۸۶۰ میلیمتر می باشد. از طرف دیگر، متوسط تبخیر سالیانه ایران در حدود ۲۱۰۰ میلیمتر است، در حالیکه متوسط تبخیر سالیانه جهان در حدود ۷۰۰ میلیمتر می باشد. با توجه به بارندگی کم و تبخیر زیاد در سطح وسیعی از کشور، پدیده شوری خاک در ایران بسیار گسترده و جدی بوده و از عمده ترین دلایل محدودیت توسعه کشاورزی در کشور است. در حقیقت، پس از فرسایش و کمبود منابع آب شیرین و باکیفیت، شوری مهمترین عامل محدودکننده کشاورزی در ایران است (خورسندی و هاشمی نژاد، ۱۳۹۷). واشو و همکاران (۲۰۱۰) ایران را بعد از هند و پاکستان، به عنوان سومین کشور در معرض خطر شوری خاک مطرح کردند.

پژوهش و تلاش برای پیشگیری و حل مشکل شوری خاک ها در ایران از حدود ۱۰۰ سال پیش آغاز شده است. در قدیمی ترین منابع، دیوان و فاموری (۱۹۶۴) گزارش کردند که حدود ۱۲/۵ درصد از مساحت کل کشور ایران را خاک های شور تشکیل داده اند. سیاری و محمودی در سال ۲۰۰۲ گزارش کردند ۱۵ الی ۱۷ درصد از مساحت کل کشور (برابر با ۲۵ تا ۲۷ میلیون هکتار) را خاک های شور تشکیل می دهد. مؤمنی در سال ۲۰۱۰ با استخراج و اقتباس از نقشه یک میلیونیوم منابع و استعداد خاک های اراضی ایران که توسط بنایی (۲۰۰۱) رسم شده بود، نقشهٔ اراضی شور ایران را ترسیم کرد که بر طبق آن وسعت اراضی شور ایران معادل ۵۵/۶ میلیون هکتار برآورد گردید.

خاک های مبتلا به شوری در سه کلاس ۱- خاک شور، ۲- خاک شور - سدیمی و ۳- خاک سدیمی طبقه بندی می شوند(جدول ۱).

پارامترهای مهمی که بر اساس آنها خاک های مبتلا به شوری طبقه بندی می شوند عبارتند از هدایت الکتریکی (EC)، نسبت جذب سطحی سدیم (SAR) و درصد سدیم تبادلی (ESP).

شناخت خصوصیات فیزیکی – شیمیایی خاک به ویژه کلاس شوری خاک پیش از اقدام به اصلاح کیفیت آن ضروری است. زیرا اقدام غلط می تواند ساختمان، بافت و توان تولید زمین را به شدت کاهش دهد. به عنوان مثال به شرط وجود زهکش مناسب، آبشویی می تواند برای اصلاح خاک های شور، اقدامی مناسب باشد اما آبیاری سنگین پیش از اصلاح شیمیایی، در خاک های شور-سدیمی، وضعیت خاک را به شدت در هم می ریزد و امکان دارد کلاس شوری خاک به سدیمی تغییر کند بنابراین برای اصلاح خاک های شور-سدیمی، اصلاح شیمیایی خاک پیش از هر اقدام دیگری ضروری است (قانعی و همکاران، ۱۳۸۹).

ممکن است کلاس های مختلف خاک های شور از نظر ظاهری با خاک های غیر شور و معمولی تفاوت ظاهری نداشته باشند. همچنین، غالباً خاک های شور و شور - سدیمی، از نظر ظاهری مشابه یکدیگر می باشند. پودری شدن سطح خاک و مشاهده بلورهای نمک در قسمت های برآمده مزرعه و شیب دیواره جوی ها، پیدایش منافذ رشته ای شکل توخالی با دیواره سفید در داخل خاک، ایجاد سله در سطح خاک، رشد و مشاهده گسترده گیاهان شورپسند (مانند خارشتر، سالسولا، شوره گز، سالیکورنیا و ...) خصوصیات ظاهری رایج در خاک های شور و همچنین شور – سدیمی است. در خاکهای سدیمی علاوه بر موارد فوق، علائمی مانند پیدایش یک لایه سیاه رنگ و یا لکه های چربی شکل سیاه رنگ در سطح خاک، کاهش شدید نفوذپذیری آب در خاک، فرسایش خاک به دلیل مختل شدن نفوذپذیری آب در خاک، روان شدن آب در سطح خاک در جهت شیب زمین، ستون های منشوری با سر مدور در ساختمان خاک، انقباض و انبساط شدید خاک در مراحل تر و خشک شدن مشاهده می شود. بنابراین، آزمایشات شیمیایی برای تشخیص دقیق نوع شوری خاک و شیوه صحیح اصلاح کیفیت خاک ضروری است (خورسندی و هاشمی نژاد، ۱۳۹۷).

بخشی از شور و سدیمی بودن خاک ها مربوط به ویژگی های ذاتی خاک بوده و در اثر فرآیندهای خاک ساختی وارد خاک می شوند که تحت عنوان شوری و سدیمی اولیه شناخته می شود. بخشی نیز از فعالیت های مدیریتی انسان ناشی می شود که تحت عنوان شوری و سدیمی ثانویه خوانده می شود (رضاپور و کلاشی پور، ۲۰۱۹). وسعت اراضی متأثر از شوری و سدیمی ثانویه هر ساله در حال افزایش بوده و خسارات اقتصادی قابل توجهی نیز در پی دارد. در این خاک ها وجود املاح مازاد و سدیم تبادلی ضمن آسیب به ساختار فیزیکی خاک، ویژگی های شیمیایی خاک را نیز تحت تأثیر قرار داده و باعث اختلال در رشد و عملکرد گیاهان و کاهش قابلیت اقتصادی تولید در این اراضی می گردد. با این وجود استفاده از اراضی شور - سدیمی امری اجتناب ناپذیر برای عبور از چالش امنیت غذایی در دهه های آتی خواهد بود (کیم و همکاران، ۲۰۱۷).

کلاس شوری غالب خاک های شور ایران شور – سدیمی است (رضاپور و همکاران، ۱۴۰۰). از لحاظ توزیع جغرافیایی، خاک های شور - سدیمی عمدتاً در فلات مرکزی، دشت های ساحلی جنوب و اراضی حاشیه دریاچه ارومیه قرار دارند. خاک های شور – سدیمی حاوی دامنه بالایی از املاح محلول (EC بالای ۴ دسی زیمنس بر متر) و سدیم تبادلی (ESP بیش از ۱۵ درصد) هستند که مجموعه این ویژگی ها شرایط بسیار نامساعدی از لحاظ فیزیکی، شیمیایی، زیستی و تغذیه ای برای خاک ایجاد می کند، به طوری که قابلیت تولید کشاورزی این خاک ها را مختل می کند. گستردگی وسیع جغرافیایی خاک های شور - سدیمی در اقلیم خشک و نیمه خشک ایران از یک سو و افزایش روزافزون نیاز غذایی به موازات رشد جمعیت از سوی دیگر، نیاز به استفاده پایدار از این اراضی برای تامین امنیت غذایی کشور را اجتناب ناپذیر نموده است.

غلظت بالای نمک و در نتیجه تنش اسمزی وارده بر گیاهان در کنار سمیت یون های مختلف مانند سدیم، کلر و بور از عوامل اصلی محدود کننده رشد گیاهان در این خاک ها هستند. به علاوه، ویژگی های نامطلوب فیزیکی ناشی از افزایش سدیم تبادلی در این خاک ها نظیر کاهش تهویه و نفوذپذیری نسبت به آب و هوا، مشکلات آنها را دو چندان می نماید (دهلاوی و همکاران، ۲۰۱۸). مجموعه این مشکلات سبب شده خاک های شور - سدیمی قابلیت چندانی برای تولید محصول اقتصادی و با کیفیت بالا نداشته باشند.

اما در حقیقت، خاک های شور - سدیمی خاک های معمولی هستند که تحت شرایط خاص قرار گرفته اند و چنانچه این شرایط خاص (شوری و قلیاییت) مرتفع گردد، مجدداً تبدیل به خاک های معمولی خواهند شد که پتانسیل بالایی در تولید گیاهان مختلف زراعی خواهند داشت.

با توجه به وسعت و گستردگی خاک های شور – سدیمی در کشور و اهمیت این خاک ها برای کشاورزی، تاکنون تلاش های زیادی برای اصلاح و بهسازی این خاک ها صورت گرفته است که آبشویی و استفاده از مواد اصلاح کننده مانند گچ، اسید سولفوریک یا مواد آلی متداول ترین آنهاست (سینگ و همکاران، ۲۰۱۶).

خاک های شور - سدیمی علاوه بر نمک های محلول زیاد، حاوی مقادیر بالایی سدیم تبادلی هستند. از این رو، در اصلاح آنها می بایست قبل از انجام عملیات آب شویی، مقادیر معینی املاح به منظور افزایش نفوذپذیری و خنثی نمودن اثر سدیم تبادلی به خاک اضافه کرد. این املاح یا مستقیماً حاوی کلسیم هستند (مانند گچ) یا به طور غیرمستقیم با استفاده از اثر اسید و مواد اسیدزا (مانند گوگرد) روی آهک موجود در خاک باعث آزادسازی کلسیم می شوند (بلور و همکاران، ۱۳۹۰). از انواع مواد شیمیایی که به عنوان مواد اصلاح کننده استفاده می شوند می توان به اسید سولفوریک (قرایبه و همکارن، ۲۰۱۲)، گچ آبدار یا سولفات کلسیم (وانگ و همکاران، ۲۰۰۹)، گوگرد و تیوسولفات آمونیوم، پلی سولفیدها، اسید سولفوریک – اوره و کلرورکلسیم اشاره کرد. کودهای آلی دسته ای دیگر از موادی هستند که عمدتاً برای تقویت حاصلخیزی خاک مورد استفاده قرار می گیرند، این مواد به دلیل دارا بودن مقادیر بالایی از کاتیون های کلسیم و منیزیم می توانند به عنوان یک ماده مکمل در اصلاح خاک های شور - سدیمی نیز مورد استفاده قرار گیرند (سلطانی و همکاران، ۱۳۹۹).

غالب روش های اصلاح خاک های شور-سدیمی بر پایه جایگزینی کلسیم با سدیم در خاک و افزایش توان لخته سازی ذرات و بهبود محیط و ساختار خاک استوار است. عموماً کشاورزان بنا به دسترسی و باور رایج در منطقه اقدام به انتخاب شیوه اصلاح خاک های شور – سدیمی می کنند اما هر یک از این روش ها معایب مربوط به خود را دارد.

استفاده از گچ کشاورزی با فرمول شیمیایی $CaSO_4,2H_2O$ قدیمی ترین و متداول ترین شیوه اصلاح خاک های شور – سدیمی است. گچ ماده طبیعی و معدنی بوده و ذاتاً به محیط زیست آسیبی وارد نمی کند. استفاده از این ماده با رایج شدن مفاهیمی مانند کشاورزی ارگانیک و تولید ارگانیک محصولات کشاورزی و افزایش قیمت محصولات ارگانیک نسبت به سایر محصولات، بیشتر مورد اقبال کشاورزان قرار گرفت. اما استفاده از گچ بدون آگاهی از آنالیز خاک، استفاده از تناژهای نامناسب و بسیار بالا، استفاده در زمان نامناسب، استفاده از گچ با آنالیز نامناسب و نحوه استفاده غلط از گچ، می تواند باعث افت توان تولید زمین و عملکرد محصولات زراعی و درختان میوه شود.

استفاده بیش از حد از گچ کشاورزی به عدم تعادل در کلسیم خاک منجر می شود. عموماً رایج است که گچ کشاورزی در خارج از فصل رشد گیاهان و یا هنگامی که درختان در حال خواب هستند همراه با آبیاری سنگین به منظور اصلاح خاک های شور – سدیمی مورد استفاده قرار می گیرد. بعد از استفاده از گچ در مزرعه یا باغ، با هر مرتبه آبیاری یا بارندگی، حجم قابل توجهی کلسیم در محیط خاک آزاد می شود. گرچه بیش بود کلسیم در خاک منجر به اثر سوئی در گیاه نمی شود اما بر هم خوردن تعادل کلسیم در خاک سبب تثبیت فسفر خاک در ابتدای فصل رشد و ممانعت از جذب برخی ریز مغذی ها می شود.

ارزان قیمت بودن گچ سبب می شود غالباً کشاورزان به میزان بالاتری از توصیه مصرف مجاز، از گچ استفاده کنند و استفاده بیش از حد از گچ کشاورزی با بر هم زدن تعادل گوگرد در خاک باعث از بین رفتن میکرو ارگانیسم های مفید خاک، تخریب اکوسیستم خاک و کاهش سلامت خاک می شود. استفاده از گچ با آنالیز نامناسب به عنوان مثال گچ های دارای آهک، گچ های دارای شوری بالا، گچ های دارای عناصر مضر برای خاک همچنین گچ های با دانه بندی نامناسب می تواند بر کیفیت خاک و گیاهان خسارت جبران ناپذیری بگذارد. علاوه بر این ها، چنانچه هنگام استفاده از گچ، کشاورزان وسایل و ادوات مناسب در دسترس نداشته باشند نمی‌توانند به طور یکنواخت آن را در تمام زمین پخش کنند. توزیع ناهمگن ممکن است منجر به وجود مناطقی با گچ بیش از حد و دیگر مناطق با پوشش ناکافی شود. همچنین هنگام توزیع گچ در مزرعه یا باغ، تماس طولانی مدت

جدول ۱- طبقه بندی خاک ها از حیث شوری

معیار	خاک غیر شور	خاک شور	خاک شور-سدیمی	خاک سدیمی
EC	< ۴	> ۴	> ۴	< ۴
SAR	< ۱۳	< ۱۳	> ۱۳	> ۱۳
ESP	< ۱۵	< ۱۵	> ۱۵	> ۱۵
pH	< ۸/۵	≤ ۸/۵	≤ ۸/۵	> ۸/۵ (۱۰-۹)
شرایط فیزیکی	طبیعی	طبیعی	متغیر	ضعیف
رنگ خاک	طبیعی	روشن - سفید	سفید - خاکستری	تیره - سیاه

فرتاک تجارت افرا
مهارت، تجربه، نوآوری
FTA فرتاک تجارت افرا FARTAK TEJARAT AFRA

کارگران با ذرات گچ معلق در هوا ممکن است منجر به مشکلات تنفسی مانند حساسیت، آسم و سایر بیماری های تنفسی در کارگران شود بنابراین در هنگام مصرف گچ، رعایت ایمنی و بهداشت برای کارگران مزرعه یا باغ بسیار ضرورت دارد.

چنانچه گچ به طور مستقیم بر روی محصولات قرار گیرد می تواند موجب آسیب ظاهری و افت بازار پسندی محصول شود از این رو استفاده از گچ برای اصلاح خاک، محدود به خارج از فصل زراعی و دوره خواب درختان است. همچنین استفاده نابجا، مداوم، بدون توجه به آنالیز خاک از گچ می تواند بر ساختار خاک و دسترسی به مواد غذایی تاثیر منفی بگذارد و در نتیجه به کاهش توان باروری خاک در طولانی مدت منجر شود.

راهکار رایج دیگر برای رفع مشکل خاک های شور – سدیمی، استفاده از مواد اسیدی یا اسیدزا مانند اسیدسولفوریک و گوگرد است. با اکسیداسیون گوگرد، غلظت H+ در محیط خاک بالا می رود و به دنبال حلالیت آهک خاک، غلظت کلسیم محلول در خاک افزایش می یابد. این امر سبب جانشین شدن کلسیم بجای سدیم در سایت های تبادلی خاک شده و سدیم از طریق آبشویی به اعماق پائین تر خاک حرکت می کند و بدین ترتیب اثرات مخرب سدیم در لایه سطحی خاک یا عمق نفوذ ریشه، کاهش می یابد. استفاده از اسید سولفوریک به دلیل هزینه حمل و نقل بالا و خطرات جانبی فراوان در هنگام مصرف، نسبت به گوگرد محدود تر است. همچنین آگاهی از آنالیز خاک در استفاده از اسید سولفوریک ضروری است چرا که استفاده از اسید سولفوریک در خاک های با درصد آهک کمتر از ۵ و ماده آلی کمتر از ۰/۵ درصد توصیه نمی شود. در استفاده از گوگرد، این نکته مورد توجه است که میزان اکسیداسیون گوگرد در خاک با درصد مواد آلی و فعالیت های میکروبی خاک ارتباط زیادی دارد اما با توجه به اینکه اقلیم غالب مناطق ایران خشک و نیمه خشک است به طور طبیعی ماده آلی خاک ها در ایران بسیار پایین است و فقر شدید مواد آلی یکی از مشکلات عمده خاک ها در کشور است (ذبیحی و نوری حسینی، ۱۳۹۶).

علاوه بر آنچه درباره اصلاح خاک های شور بیان شد، قابل ذکر است که برخی محققان استفاده از کودهای نیتروژنه را به عنوان روشی برای اصلاح و کاهش اثرات مضر شوری بر روی گیاهان بیان کرده اند (رحمان و همکاران، ۲۰۰۷). اثر کاربرد نیتروژن بر کاهش اثرات مخرب شوری بسته به گونه گیاهی، سطح شوری و یا شرایط محیطی، متفاوت است. سیتوکینین ها که یک گروه از تنظیم کننده های رشد گیاهی می باشند، مقاومت گیاهان را به تنش های مختلف مانند شوری، دمای زیاد و خشکی افزایش داده و رشد گیاهان را در شرایط تنش تنظیم می کنند. تحقیقات نشان داده که ریشه ها محل اصلی تولید سیتوکینین ها هستند و میان رشد ریشه و تولید سیتوکینین ارتباط نزدیکی وجود دارد. از مهمترین سیتوکینین ها می توان به کینتین، زآتین و بنزیل آدنین اشاره کرد. پژوهش ها نشان داده که تنش های شوری و خشکی ایجاد شده در محیط ریشه، توازن تنظیم کننده ها را بر هم زده و باعث کاهش ساخت و انتقال سیتوکینین ها از ریشه به اندام های هوایی گیاه می شوند. در میان عناصر غذایی، نیتروژن مهمترین اثر را بر تولید و انتقال سیتوکینین ها به اندامهای هوایی دارد. مارشنر (۱۹۹۵) گزارش کرد هنگامی که نیتروژن پی در پی در اختیار گیاه باشد، انتقال سیتوکینین با سن گیاه افزایش و با قطع مصرف نیتروژن، صدور سیتوکینین کاهش می یابد. کاربرد مجدد نیتروژن، انتقال سیتوکینین از سوی ریشه ها را به سرعت افزایش می دهد. بنا بر این یافته ها، برخی محققین استفاده از منابع کودی حاوی نیتروژن را در افزایش مقاومت گیاهان به شوری موثر می دانند (خلیل پور و مظفری، ۱۳۹۵).

آشنایی با ترکیبات کلسیمی موثر در اصلاح خاک های شور - سدیمی تولیدی فرتاک تجارت فردا

با توجه به اهمیت اصلاح شیمیایی خاک های شور – سدیمی و معایب بیان شده درباره اصلاح گرهای رایج شوری خاک، شرکت فرتاک تجارت افرا مفتخر به تولید دو محصول تخصصی جنتاترول سولفور کلسیم (SCa) و اگرومین بهبود دهنده خاک (Out Salt) برای اصلاح خاک های شور و شور-سدیمی است. با استفاده از این ترکیبات در خاک، کلسیم موجود در ترکیب با مولکول های سدیم جایگزین می شود و سدیم اضافی خاک با آبشویی از دسترس گیاه خارج می شود. جنتاترول سولفور کلسیم (SCa) ترکیبی از دو عنصر گوگرد (۱۳٪ : وزن به حجم) و کلسیم محلول (۶٪ : وزن به حجم) می باشد که ضمن تامین کلسیم و گوگرد برای گیاه باعث کاهش درجه شوری و قلیائیت خاک می شود؛ همچنین این محصول محدودیت های استفاده از اسید سولفوریک و گوگرد را ندارد. میزان مصرف توصیه شده جنتاترول سولفور کلسیم (SCa) برای اصلاح خاک، ۲۰ الی ۳۰ لیتر در هکتار در هر مرتبه مصرف، می باشد و امکان تکرار آن در طول سال وجود دارد.

اگرومین بهبود دهنده خاک (Out Salt) با ترکیب ویژه ای جهت بهبود خاک های شور و همچنین شور – سدیمی کاربرد دارد. این محصول علاوه بر کلسیم محلول (۹/۴٪ : وزن به حجم) حاوی ۳۳/۵ درصد (وزن به حجم) ماده آلی و ۴ درصد (وزن به حجم) نیتروژن است. از این رو، این ترکیب علاوه بر بهبود درجه شوری و قلیائیت خاک، در افزایش مقاومت گیاهان به شوری نیز موثر است. میزان مصرف توصیه شده اگرومین بهبود دهنده خاک (Out Salt)، ۲۰ الی ۳۰ لیتر در هکتار در هر مرتبه مصرف و مجموعاً ۱۰۰ الی ۱۵۰ لیتر در هکتار در سال است.

اصلاح کننده های خاک که پیش از این بیان شده بودند بایستی در خارج از فصل زراعی و هنگام خواب درختان میوه مورد استفاده قرار گیرند اما استفاده از جنتاترول سولفور کلسیم (SCa) و اگرومین بهبود دهنده خاک (Out Salt) محدود به زمان خاصی نیست و در صورت ضرورت می توان در طول فصل رشد یا خارج از آن، از این ترکیبات استفاده نمود.

عدم محدودیت در تکرار دفعات استفاده، مزیت دیگر جنتاترول سولفور کلسیم (SCa) و اگرومین بهبود دهنده خاک (Out Salt) می باشد. ممکن است پس از مصرف اصلاح کننده های خاک و انجام آنالیز خاک، کاهش درجه شوری -سدیمی و قلیائیت خاک به میزان مورد نظر نباشد، در این صورت نمی توان تا پایان فصل رشد گیاهان اقدامی مانند استفاده از گچ یا اسید جهت اصلاح خاک انجام داد اما برای دستیابی به درجه خاصی از شوری و قلیائیت خاک، امکان استفاده از جنتاترول سولفور کلسیم (SCa) و اگرومین بهبود دهنده خاک (Out Salt) به دفعات (۲ الی ۵ مرتبه) در یک سال وجود دارد.

علاوه بر این، با توجه به کارایی بالای جنتاترول سولفور کلسیم (SCa) و اگرومین بهبود دهنده خاک (Out Salt)، به حجم کمتری از این ترکیبات برای اصلاح خاک نیاز است. از این رو، هزینه حمل و نیروی کار برای توزیع ترکیبات، کاهش می یابد و همچنین توزیع این ترکیبات در خاک سریع تر و آسانتر اجرایی خواهد شد.

منابع

بلور، الهام؛ عسگری، حمیدرضا و کیانی، فرشاد. ۱۳۹۰. بررسی تاثیر سیستم های مختلف خاکورزی بر وزن مخصوص ظاهری خاک (مطالعه موردی: اراضی کشاورزی شهرستان کلاله- استان گلستان). دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران. تبریز.

خلیل پور، مژده و مظفری، وحید. ۱۳۹۵. تأثیر بنزیل آدنین و نیتروژن بر خصوصیات رشدی دانهال های پسته رقم بادامی ریز زرند در شرایط تنش شوری. ۲۷ (۳). ۱۰۱ – ۸۹.

خورسندی، فرهاد و هاشمی نژاد، یوسف. ۱۳۹۷. کشاورزی در شرایط شور؛ راهنمای تصویری ویژه زارعین، باغداران و بهره برداران کشاورزی. ۳۲۲ صفحه.

رضاپور، سالار؛ برین، محسن؛ اسدزاده، فرخ و نوری، امین. ۱۴۰۰. ارزیابی تأثیر اصلاح کننده های آلی و شیمیایی بر بعضی شاخص های شیمیایی خاک های شور – سدیمی. تحقیقات کاربردی خاک. ۹ (۳). ۴۲–۳۱.

ذبیحی، حمید رضا و نوری حسینی، سید مجتبی. ۱۳۹۶. ضرورت مصرف گوگرد در خاکهای آهکی و شور - سدیمی استان خراسان رضوی به منظور افزایش عملکرد گیاهان. نشریه علمی ترویجی مدیریت اراضی. ۵ (۱). ۵۰ – ۴۳.

سلطانی، آزاده؛ عسگری، حمیدرضا و یوسفی، حسین. ۱۳۹۹. بررسی کارایی نانو کود حیوانی و مواد اصلاح کنندهٔ بیولوژیکی و شیمیایی در اصلاح خاک های شور. مجله علمی پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابان. ۲۸ (۳): ۷۲ – ۶۱.

قانعی، غلامرضا؛ پاشایی اول، عباس؛ خرمالی، فرهاد و مساعدی، ابوالفضل. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر چند ماده اصلاح کننده بر روی خصوصیات شیمیایی خاک شور – سدیمی. پژوهش های آبخیزداری. ۸۶ (۱). ۳۱ – ۲۴.

مومنی، عزیز. ۱۳۹۸. پراکنش جغرافیایی و سطوح شوری منابع خاک ایران. نشریه پژوهش های خاک. ۲۴ (۳). ۲۱۵ – ۲۰۳.

Dahlawi S., Naeem A., Rengel Z., and Naidu R. 2018. Biochar application for the remediation of salt-affected soils: Challenges and opportunities. Science of the Total Environment. 625:320-35.

Dewan, M.L. and Famouri, J. 1964. The Soils of Iran. FAO.

Gharaibeh, M.A. Eltaif, N.I. and Shra'a, S.H. 2012. Desalination and Desodification Curves of Highly Saline-Sodic Soil Amended with Phosphoric Acid and by Product Gypsum. International Journal of Environmental Science and Development. 3 (1). 39-42.

Kim YJ., Choo BK., and Cho JY. 2017. Effect of gypsum and rice straw compost application on improvements of soil quality during desalination of reclaimed coastal tideland soils: Ten years of long-term experiments. Catena, 156:131-8.

Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd ed., Academic Press Ltd., San Diego, CA.

Rahman, M.J., A.T. Mondol, A.I. Rahman, M.N. Bgume and M.K. Alam. 2007. Effect of irrigation and nitrogen on tomato yield in the grey terrace soil of Bangladesh. J. Soil Nat. 1(3): 1-4.

Rezapour S. and Kalashypour E. 2019. Effects of irrigation and cultivation on the chemical indices of saline–sodic soils in a calcareous environment. International Journal of Environmental Science and Technology. 16(3):1501-1514.

Sayyari, M. and Mahmoodi, S.H. 2002. An investigation of reason of soil salinity and alkalinity on some part of Khorasan Province (Dizbad-e Pain Region). 17th WCSS, 14-21 August 2002, Paper No. 1981, Thailand, 12p.

Singh K., Pandey V.C., Singh B., Patra D.D. and Singh R.P. 2016. Effect of fly ash on crop yield and

physico-chemical, microbial and enzyme activities of sodic soils. Environmental Engineering and Management Journal. 15(11): 2433-2440.

Vashev, B., Gaiser, T., Ghawana. T., De Vries, A. and Stahr, K. 2010. Biosafor Project Deliv- erable 9: Cropping Potentials for Saline Areas.

Wong, V.L.N., Dalal, R.C. and Greene, R.S.B. 2009. Carbone dynamics of sodic and saline soils following gypsum and organic material. Soil Use and Management. 26. 2-11.

FARTAK TEJARAT AFRA
Skill, Experience, Innovation
FTA فرتاک تجارت افرا FARTAK TEJARAT AFRA