مجله ترویجی شورورزی
دوره سوم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱٤۰٤

اصلاح خاک‌های شور و سدیمی باغات پسته منطقه مرتاضیه استان یزد

حسین بیرامی[1*]، علی مومن‌پور[2]، مراد مرتاض[3]، حسین پرویزی[2]، امیر پرنیان[2]، مهدی شیران تفتی[4]، حدیث حاتمی[2]

۱. دانشیار مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

۲. استادیار مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

۳. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده علوم گیاهی، دانشگاه کالیفورنیا- دیویس.

٤. محقق مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

*. نویسنده مسئول: حسین بیرامی، پست الکترونیک: beyrami.h@hotmail.com

تاریخ دریافت: ۱٤۰۳/۱۰/۱٦ تاریخ پذیرش: ۱٤۰٤/۱۲/۲۷

چکیده

درختان پسته در میان محصولات آجیل درختی به دلیل تحمل و رشد در شرایط شوری متمایز هستند، اما محدودیت‌های خود را دارند و اگر اقداماتی برای کاهش تنش ناشی از تجمع نمک انجام نشود، ممکن است در نهایت تولید تحت تأثیر قرار گیرد. مهم‌ترین گام جهت جلوگیری از اثرات سوء شوری خاک، کاهش نمک‌ها تا رسیدن به حد قابل تحمل، از طریق آبشویی و ممانعت از ماندابی شدن می‌باشد. بهسازی خاک‌های شور-سدیمی به کیفیت و مقدار آب کاربردی، نوع بهساز و وضعیت زهکشی خاک بستگی دارد. این پژوهش به‌منظور ارزیابی اثربخشی تعدادی مواد اصلاح‌کننده در یک باغ پسته در منطقه مرتاضیه استان یزد انجام گرفت. تیمارهای آزمایش شامل آب آبیاری فاقد مواد اصلاح‌گر، گچ پودری، اسید سولفوریک، گچ مایع بود. پس از تعیین مقدار مورد نیاز از مواد اصلاح‌کننده، آبشویی با استفاده از آب آبیاری بدون مواد اصلاح کننده (تیمار شاهد) و آب آبیاری حاوی مواد اصلاح‌کننده انجام گردید. نتایج نشان داد که اعمال اصلاح‌کننده‌ها نیز موجب کاهش قابل توجه نسبت جذب سدیم خاک گردید، به‌طوری‌که تیمار گچ پودری، گچ مایع و اسید سولفوریک به ترتیب موجب کاهش ٤۷، ٤۸ و ٦۲ درصدی SAR در شیوه آبشویی غرقاب و کاهش ٤٦، ٤٦ و ٤۸ درصدی SAR در شیوه آبشویی آبپاش (آبفشان) گردید. همچنین استفاده از شیوه آبشویی دو مرحله‌ای موجب کاهش هدایت الکتریکی خاک گردیدف در صورتیکه استفاده از شیوه آبشویی تک مرحله‌ای همراه با مواد اصلاح‌گر می‌توانست موجب افزایش هدایت الکتریکی خاک به دلیل افزایش املاح محلول در خاک گردد. همچنین نتایج بیانگر آن است که آبشویی آبفشان نیز می‌تواند به اندازه آبشویی غرقاب در انتقال املاح به خارج از پروفیل خاک اثربخش باشد. همچنین نتایج نشان داد که با آبشویی و اصلاح صحیح می‌توان افزایش قابل توجهی در میزان عملکرد تولیدی سال بعد و خصوصیاتی مثل طول و قطر جوانه سال جاری داشت.

واژگان کلیدی: آبشویی، اسید سولفوریک، پسته، گچ.

بیان مسئله

شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک کشور، تشکیل و توسعه روزافزون خاک‌های شور و سدیمی به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک را افزایش داده است. علت گرایش خاک‌ها به سمت شور و سدیمی شدن براثر دودسته از عوامل طبیعی و غیرطبیعی است که هر دو عامل می‌توانند تحت تأثیر مستقیم عوامل مکانی و زمانی دامنه‌ی تغییرات گسترده‌ای را داشته باشند (٤). شوری یکی از عوامل بسیار مخرب زیست‌محیطی است که بر میزان بهره‌وری محصولات کشاورزی اثر محدودکننده دارد. در ایران تقریباً نیمی از کل اراضی قابل‌کشت متأثر از درصدهای مختلف شوری بوده که تأثیر عمده‌ای بر میزان عملکرد در واحد سطح گذاشته است. این مسئله سالانه منجر به کاهش بیش از ۱ میلیارد دلار درآمد اقتصادی شده است (٦). پسته یکی از مهم‌ترین محصولات باغی کشور است که مسائل مربوط به شوری آب‌وخاک شدیداً بر تولید این محصول اثر منفی داشته است. افزایش عملکرد محصول در خاک‌های شور با کاربرد روش‌های مناسب آبشویی و اصلاح خاک امکان‌پذیر می‌باشد (٥). در بسیاری از پژوهش‌ها به کاربرد اعماق متفاوت از آب جهت آبشویی نمک‌ها محلول از خاک اشاره شده است که این میزان آب متناسب با درجه شوری خاک، خصوصیات و عمقی از خاک که نیاز به اصلاح دارد، تعیین می‌گردد. از سوی دیگر در برخی خاک‌ها آبشویی بدون کاربرد مواد اصلاح‌کننده منجر به سدیمی شدن خاک و متعاقباً تخریب ساختار خاک می‌گردد. برای اصلاح این خاک‌ها باید هم‌زمان کلسیم جایگزین سدیم تبادلی شده و سدیم جایگزین شده با آبشویی از ناحیه ریشه و نیم‌رخ خاک خارج شود. در اغلب نقاط جهان گچ و اسیدسولفوریک به‌عنوان دو ماده اصلاح‌کننده رایج برای اصلاح خاک می‌باشند. گچ دارای حلالیت متوسط بوده و به دلیل قیمت کم و قابل‌دسترس بودن، به‌طور گسترده استفاده می‌شود (٢). استفاده از مواد اصلاح‌کننده اسیدی مانند اسیدسولفوریک نیز می‌تواند برای تسریع حلالیت آهک و اصلاح خاک‌های آهکی مؤثر باشد. در این خاک‌ها کربنات کلسیم به‌آرامی حل‌شده و کلسیم را برای فرایند اصلاح این خاک‌ها عرضه می‌کند (٣). بنابراین، ازآنجایی‌که بیشتر منابع آب در دسترس برای آبیاری در منطقه، شور و دارای کیفیت نامناسب هستند (١)، این احتمال وجود دارد که در آینده مشکلات شور و سدیمی شدن باغات پسته منطقه افزایش یابد. همچنین با توجه به بررسی‌های پیشین میزان شوری و نسبت جذب سدیم بالای موجود در خاک‌های منطقه مانع تولید پایدار و از بین رفتن امنیت غذایی و همچنین از بین رفتن منابع پایه خاک در منطقه خواهد شد. این در حالی است که تاکنون مطالعات چندانی در خصوص نحوه اصلاح و آبشویی خاک‌ها در منطقه و بخصوص اثر مواد بهساز متفاوت صورت نگرفته است. ازاین‌رو، در این پژوهش اثر تیمارهای مختلف مواد اصلاح‌کننده جهت اصلاح خاک باغات پسته منطقه مرتاضیه استان یزد مورد بررسی قرار گرفت.

معرفی دستاورد

پژوهش حاضر در باغات پسته منطقه مرتاضیه استان یزد (با مختصات جغرافیایی "٩٨ /١٣'١٥ °٣١ شمالی و "٢٢٣/٦٨ '٤٣ °٥٣ شرقی) انجام گرفت. هدایت الکتریکی (EC) آب آبیاری در این باغ حدود ١٦ دسی زیمنس بر متر بود. ابتدا ارزیابی ویژگی‌های خاک از جمله میزان هدایت الکتریکی (EC) و میزان نسبت جذب سدیم (SAR) و سایر املاح با نمونه‌برداری انجام گرفت (شکل ١). از نظر کلاس‌بندی شور و سدیمی بودن، خاک این باغ در لایه اول (صفر تا ٣٠ سانتی‌متری) شوری بسیار زیاد و سدیمی شدید بود و در لایه‌های دوم تا چهارم (٣٠ تا ١٢٠ سانتی‌متری) دارای کلاس شوری متوسط و سدیمی بود. برای یکنواختی توزیع آب در سطح مورد نظر، پیش از اصلاح اقدام به تسطیح اراضی ردیف درختان در مکان‌های مورد نیاز، گردید. همچنین دبی

ورودی به ردیف‌ها در شیوه غرقاب با استفاده از فلوم W.S.C. و در سیستم آبفشان از طریق اندازه حجم خروجی آبفشان‌ها انجام شد.

شکل ۱: نمونه‌برداری از اعماق مختلف باغ پسته

با استفاده از ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در خاک پیش از شروع آزمایشات اصلاح، نیاز گچی با استفاده از معادله زیر تعیین و مقدار مواد اصلاحگر مورد نیاز مشخص گردید.

$$GR = \frac{\rho_b \times a \times d \times (ESP_i - ESP_f) \times CEC \times 8.61}{b}$$

در این رابطه، GR: نیاز گچی (کیلوگرم در هکتار)، ESP_i: درصد سدیم تبادلی اولیه خاک، ESP_f: درصد سدیم تبادلی مورد نظر بعد از اصلاح، CEC: ظرفیت تبادل کاتیونی خاک (میلی‌اکی‌والان در صد گرم خاک) a: سطح (هکتار)، d: عمق خاک مورد نظر برای اصلاح (متر)، ρ_b: جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌مترمکعب)، b: درصد خلوص گچ مورد استفاده می‌باشند. مقدار سایر مواد اصلاحی بر اساس مقدار معادل با گچ که در منابع آورده شده است، استفاده گردید. در این پژوهش بر اساس محاسبات، مقدار نیاز گچی ۲۲٫۵ تن در هکتار گچ خالص محاسبه گردید که با توجه به خلوص گچ پودری (۹۰ درصد) در دسترس، مقدار گچ اعمال شده برابر ۲۵ تن در هکتار بود. همچنین با توجه آزمایشات پیشین، مقدار گچ مایع به نسبت ۱ به ۲۵ از گچ پودری استفاده گردید. مقدار اسید نیز بر اساس مقدار هم‌ارز گچ و با توجه به صرفه اقتصادی براساس آزمایشات پیشین به مقدار ۳ تن در هکتار اعمال گردید.

پس از تعیین مقدار مورد نیاز از مواد اصلاح‌کننده، آبشویی با استفاده از آب آبیاری بدون مواد اصلاح کننده (تیمار شاهد) و آب آبیاری حاوی مواد اصلاح‌کننده با شیوه غرقاب و آبپاش انجام گردید. گچ پودری در هر دو شیوه غرقاب و آبپاش به مقدار معین به‌صورت یکنواخت در سطح مزرعه پخش شده و برای تیمارهای دیگر (اسیدسولفوریک، گچ مایع)، انحلال مواد اصلاحی با آب آبیاری در شیوه غرقاب با استفاده از بشکه دارای شیر در جوی آب حدود ۵ متر مانده به ورودی ردیف انجام گردید. در شیوه آب‌پاش اسید با استفاده از پمپ مخصوص بعد از سیستم اختلاط کود باغ در لوله اصلی انتقالی تزریق گردید (شکل ۲). گچ مایع در روش آبپاش با استفاده از سیستم مشابه کودآبیاری به آب‌پاش‌ها انتقال یافتند.

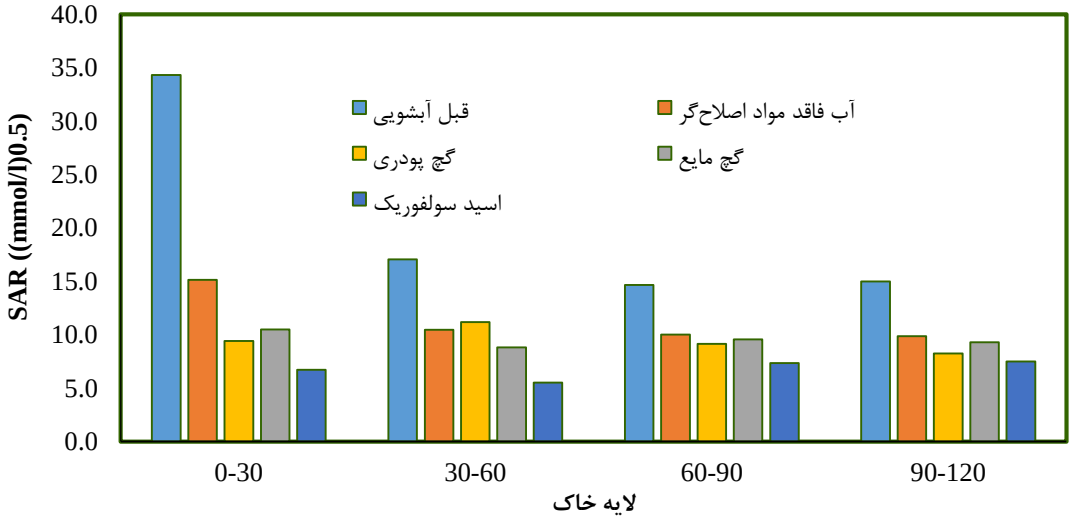
شکل ۲: پخش گچ پودری در سطح خاک در ردیف درختان (۱)، اعمال اصلاحگر اسید سولفوریک در آبشویی غرقابی (۲) و اعمال اصلاحگر اسید سولفوریک در آبشویی آبفشان (۳)

در این پژوهش عملیات آبشویی و اصلاح خاک در فصول پاییز و زمستان انجام یافت، زیرا بهترین زمان برای آبشویی درختان پسته در فصل پاییز و زمستان می‌باشد که درختان در حالت خواب هستند و همچنین به علت عدم نیاز درختان به آبیاری، حجم آب مناسب جهت آبشویی در اختیار است. برای تعیین مقدار عمق آب مورد نیاز جهت آبشویی نیز گنجایش رطوبتی خاک تا عمق مورد نظر مورد محاسبه قرار گرفت. تجربیات نشان داده که درصورت فراهم بودن حجم آب کافی، آبشویی در چند مرحله مؤثرتر از یک مرحله خواهد بود، بنابراین در این پژوهش عملیات آبشویی و اصلاح خاک در دو مرحله صورت گرفت. بدین صورت که آبشویی اول همراه با مواد اصلاح‌گر و آبشویی دوم تنها با اعمال آب آبشویی بدون استفاده از مواد اصلاح‌گر صورت گرفت. دلیل مهم دیگر استفاده از دوبار آبشویی بر اساس تجربیات قبلی بود، زیرا استفاده از مواد اصلاح‌گر در شرایطی که یک‌بار آبشویی صورت می‌گرفت، درعین‌حال که اعمال مواد اصلاح‌گر موجب کاهش نسبت جذب سدیم خاک می‌شد، تا حدی موجب افزایش مقدار هدایت الکتریکی خاک می‌گردد، زیرا این مواد اصلاح‌گر خود موجب

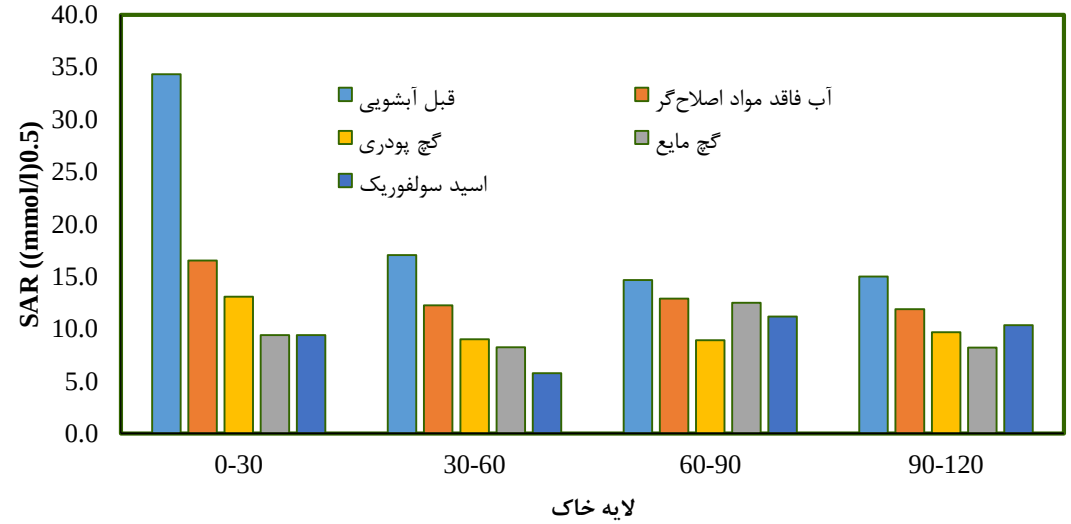
افزایش املاح خاک می‌گردند. بنابراین انجام دو بار آبشویی در ممانعت از این رخداد می‌تواند بسیار مفید باشد. همچنین در انتهای فصل رشد نیز سرعت نفوذ آب به خاک در تیمارهای مختلف با استفاده از روش حلقه‌های مضاعف اندازه‌گیری شد.

تغییرات برخی ویژگی‌های خاک پس از اصلاح

منحنی تغییرات نسبت جذب سدیم در تیمارهای مختلف قبل و پس از اصلاح در دو شیوه آبشویی غرقابی و آبفشان در شکل‌های ۳ و ٤ آورده شده است. نتایج نشان‌دهنده این بود که، استفاده از مواد اصلاحگر نسبت به تیمار شاهد (فاقد مواد اصلاح‌گر)، موجب کاهش مقدار قابل‌توجه نسبت جذب سدیم (SAR) خاک گردید. به‌طوری‌که در آزمایش صورت گرفته مقدار نسبت جذب سدیم از مقادیر میانگین $(mmol/l)^{0.5}$ ۳۵ در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری به مقدار ۱۵، ۱۰، ۱۰ و $(mmol/l)^{0.5}$ ۷ به ترتیب در تیمارهای شاهد، گچ پودری، گچ مایع و اسید سولفوریک در شیوه غرقاب و به نسبت جذب سدیم برابر ۱٦/۵، ۱۳، ۱۱/۵ و $(mmol/l)^{0.5}$ ۱۲/۵ به ترتیب در تیمارهای شاهد، گچ پودری، گچ مایع و اسید سولفوریک در شیوه آبفشان (آبپاش) رسید.



شکل ۳: تغییرات نسبت جذب سدیم خاک در عمق‌های مختلف در تیمارهای متفاوت قبل و بعد از آبشویی در شیوه غرقابی



شکل ٤: تغییرات نسبت جذب سدیم خاک در عمق‌های مختلف در تیمارهای متفاوت قبل و بعد از آبشویی در شیوه آبفشان

تغییرات هدایت الکتریکی (EC) خاک قبل و پس از اصلاح و آبشویی در شکل‌های ۵ و ٦ به ترتیب برای شیوه آبشویی غرقاب و آبپاش آورده شده است. با توجه به اینکه در این پژوهش با توجه به تجربیات قبلی شیوه آبشویی به صورتی در نظر گرفته‌شده بود که در دو مرحله آبشویی اعمال گردد (مرحله اول همراه با مواد اصلاح‌گر و مرحله دوم بدون مواد اصلاح‌گر)، بنابراین میزان هدایت الکتریکی در خاک پس از آبشویی در غالب تیمارها در تمامی لایه‌ها نیز کاهش‌یافته است. درصورتی‌که تنها یک‌بار آبشویی انجام می‌یافت به دلیل اینکه موارد اصلاح‌گر خود موجب افزایش املاح خاک می‌گردند، انتظار بر این بود که برعکس نسبت جذب سدیم مقدار هدایت الکتریکی خاک تا حدی افزایش یابد، بنابراین انجام دو مرحله آبشویی از افزایش هدایت الکتریکی خاک نیز ممانعت نمود و تنها در تیمار گچ پودری افزایش EC در لایه‌های زیرین نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد، که به دلیل حلالیت پایین گچ پودری می‌باشد.

شکل ۵: تغییرات هدایت الکتریکی (EC) در عمق‌های مختلف در تیمارهای متفاوت قبل و بعد از آبشویی در شیوه غرقابی

شکل ٦: تغییرات هدایت الکتریکی (EC) در عمق‌های مختلف در تیمارهای متفاوت قبل و بعد از آبشویی در شیوه آبپاش

این افزایش در تیمار آبپاش نسبت به تیمار غرقاب در لایه‌های سطحی‌تر اتفاق افتاد که دلیل آن می‌تواند انتقال کمتر ذرات گچ به لایه‌های پایین‌تر در روش آبپاش به دلیل شدت جریان کمتر آب اعمال شده باشد. در مجموع نتایج نشان‌دهنده این بود که، مقدار هدایت الکتریکی از مقادیر میانگین ٤٠/١٤ دسی زیمنس بر متر در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری به مقدار ۲۲/٦، ۹/۸، ۹/۸ و ۸/۷ دسی زیمنس بر متر به ترتیب در تیمارهای شاهد، گچ پودری، گچ مایع و اسیدسولفوریک در شیوه غرقاب و به نسبت جذب سدیم برابر ١٦/٢، ۲۲/۳، ۱۰/۷ و ۱۰/۳ دسی زیمنس بر متر به ترتیب در تیمارهای شاهد، گچ پودری، گچ مایع و اسیدسولفوریک در شیوه آبفشان (آبپاش) رسید. همچنین با توجه به اینکه مقدار آب آبشویی همراه با اصلاح خاک نیز به‌درستی از طریق گنجایش رطوبتی خاک بعلاوه مقدار مورد نیاز برای آبشویی تعیین شده بود (مجموع ٤۰۰۰ مترمکعب در هکتار در دو بار آبشویی)، تجمع این املاح در لایه‌های بعدی (۳۰ تا ٦۰، ٦۰ تا ۹۰ و ۹۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متری) نیز مشاهده نشد، به عبارتی املاح انتقال یافته از پروفیل خاک خارج شده بودند.

نتایج اثر اصلاح‌کننده‌های مختلف بر سرعت نفوذ آب در خاک، هشت ماه بعد از اعمال تیمارها نشان داد که طبق کلاس‌بندی نفوذ آب در خاک، قابلیت نفوذ خاک غالباً در دامنه متوسط سریع است. کمترین مقدار سرعت نفوذ پایه مربوط به تیمار آبشویی با آب آبیاری بدون مواد اصلاحگر بود (حدود ۰/۱ سانتی‌متر بر دقیقه). براساس نتایج سرعت نفوذ نهایی در خاک تیمار شده با اصلاحگر اسید سولفوریک (حدود ۰/۳۵ سانتی‌متر بر دقیقه)، گچ مایع (حدود ۰/۲۳ سانتی‌متر بر دقیقه) و گچ پودری (۰/۱۷ سانتی‌متر بر دقیقه) حدود بیشتر از تیمار شاهد فاقد مواد اصلاح‌گر بود. در سایر تیمارها با توجه به اثر اصلاح‌گری آن‌ها میزان سرعت نفوذ نهایی یا پایه بیشتر از تیمار فاقد مواد اصلاح‌گر بود. هرچه سرعت نفوذ نهایی یا پایه بیشتر باشد نشان‌دهنده هدایت هیدرولیکی بالاتر لایه خاک یا به عبارتی افزایش قابلیت انتقال آب و درنتیجه زهکشی مناسب خاک خواهد بود.

توصیه ترویجی

براساس نتایج تعیین مقدار دقیق نیاز گچی و معادل آن برای مواد اصلاح‌گر دیگر بسیار مهم می‌باشد، تا اثربخشی این مواد در اصلاح خاک‌های شور و سدیمی بیشتر باشد و همچنین از نظر اقتصادی نیز تلفات منابع نداشته باشیم. همچنین برای انتقال نمک‌ها به خارج از عمق ریشه تعیین حجم یا عمق آب آبشویی بایستی تعیین گردد، تا از تجمع نمک‌ها در لایه‌های پایین‌تر عمق توسعه ریشه ممانعت گردد. نکته مهم اینکه استفاده از مواد اصلاح‌گر می‌تواند باعث افزایش هدایت الکتریکی خاک گردد، مگر اینکه با شیوه‌هایی مانند دوبار آبشویی املاح اضافه شده به لایه‌های خارج از ناحیه توسعه ریشه انتقال یابند. همچنین در تعیین نوع ماده اصلاح‌کننده نیز علاوه بر کارایی و اثربخشی آن، برخی مسائل از جمله در دسترس بودن، خطرات زیست‌محیطی و سلامتی، کاربرد و فراهمی تجهیزات و شیوه اعمال مواد اصلاح‌گر نیز بسیار اهمیت دارد. با توجه به نتایج این پژوهش گچ مایع (سوسپانسیون گچ با اندازه ذرات میکرو) به علت مقدار کم مورد نیاز و همچنین نداشتن خطرات زیست محیطی جهت اصلاح خاک‌های شور و سدیمی در شرایط مشابه توصیه می‌گردد.

منابع مورد استفاده

۱. بیرامی، ح.، پرویزی، ح.، هاشمی‌نژاد، ی.، مرتاض، م.، شیران تفتی، م.، مومن پور، ع. و زکی‌زاده، ع.ا. (١٤٠٣). اثر مواد

بهساز متفاوت خاک بر آبشویی نمک‌ها در باغات پسته (مطالعه موردی: مرتاضیه – استان یزد). گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، مرکز ملی تحقیقات شوری، یزد، ایران، ٦٨ صفحه.

2. Gharaibeh, M. A., N. I. Eltaif and O. F. Shunnar. (2009). Leaching and reclamation of calcareous saline-sodic soil by moderately saline and moderate SAR water using gypsum and calcium chloride. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 172(5): 713-719.
3. Oster, J. D. and I. Shainberg. (1979). Exchangeable cation hydrolysis and soil weathering as affected by exchangeable sodium. Soil Science Society of America Journal 43: 70-75.
4. Pazira E., and Homaee M. (2010). Salt leaching efficiency of subsurface drainage systems at presence of diffusing saline water table boundary: a case study in Khuzestan plains, Iran. Proceedings of the 8th World Congress of the International Commission of Agricultural Engineering (CIGR), Quebec City, Canada, pp. 1-15.
5. Prapagar, K., S. P. Indraratne and P. Premanandharajah. (2012). Effect of soil amendments on reclamation of saline-sodic soil. Tropical Agricultural Research 23 (2): 168-176.
6. Qadir, M., A. S. Qureshi and S. A. M. Cheraghi. (2008). Extent and characterization of salt-affected soils in Iran and strategies for their amelioration and management. Land degradation development, 19: 214–227.