Archive of SID

مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
جلد سیزدهم، شماره ششم، بهمن- اسفند ۱۳۸۵
www.magiran.com/jasnr
www.sid.ir

آبشویی خاک به‌منظور اصلاح خاک شور و قلیا در منطقه چاه‌افضل استان یزد

وحید خاکساری[۱]، سیدعلی محمد چراغی[۲]، *سیدعلی‌اکبر موسوی[۱]، علی‌اکبر کامگار حقیقی[۱] و شاهرخ زند پارسا[۱]

[۱]به‌ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد و اعضاء هیات علمی گروه آبیاری دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز،
[۲]استادیار پژوهش مرکز تحقیقات شوری یزد

تاریخ دریافت: ۸۵/۲/۱۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۵/۲/۱۳

چکیده

از آنجایی که وجود املاح محلول اضافی خاک در منطقه ریشه می‌تواند مشکلاتی از قبیل کاهش جذب آب توسط گیاه به دلیل کاهش پتانسیل اسمزی محلول خاک و تخریب ساختمان خاک بدلیل سدیم تبادلی مازاد داشته باشد و نیز مسمومیت برای گیاه ایجاد نماید، موضوع اصلاح خاکهای شور و شور ـ سدیمی حائز اهمیت فراوانی است. در این تحقیق آزمایش اصلاح خاک شور و سدیمی به‌صورت کرت‌های خرد شده در زمان در قالب طرح پایه کامل تصادفی با چهار تکرار در ایستگاه تحقیقاتی مرکز ملی تحقیقات شوری واقع در چاه افضل استان یزد انجام شد. تیمارهای آزمایشی در این طرح شامل ترکیبی از دو سطح عمق آب آبشویی ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متر و دو سطح فاصله زمانی آبشویی ۳ و ٦ روز می‌باشند. نتایج نشان داد که با مصرف ۱۰۰ سانتی‌متر آب ۸۵-۸۰ درصد املاح از عمق ۱۰۰ سانتی‌متری خاک خارج می‌گردد. به‌علاوه چنین نتیجه‌گیری شد که عامل فاصله زمانی می‌بایست در معادلات مربوط به منحنی‌های آبشویی خاک وارد شود، زیرا منحنی آبشویی به‌دست آمده براساس نتایج هر کدام از تیمارها متفاوت از بقیه بود. براساس نتایج این تحقیق، معادلات منحنی‌های شوری‌زدایی و سدیم‌زدایی با استفاده از اطلاعات تمام تیمارها به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: آبشویی، سدیم زدایی، چاه افضل

مقدمه

با توجه به رشد روزافزون جمعیت، نیاز به تولید محصولات غذایی بیشتر بیش از پیش احساس می‌شود و کشاورزی به‌عنوان یکی از محوری‌ترین بخش‌ها در تأمین مایحتاج غذایی بشر مطرح است، به‌طوری که در حال حاضر تقریباً یک سوم تولید غذای جهان را تأمین می‌کند و تا سال ۲۰٤۰ میلادی این رقم باید به ۵۰ درصد برسد. این افزایش تولید تنها از طریق افزایش سطح زیر کشت و یا بالا بردن عملکرد در واحد سطح میسر می‌باشد. سطح اراضی کره زمین ۱۳/۲ میلیارد هکتار است که ۷ میلیارد هکتار اراضی قابل کشت و ۱/۵ میلیارد هکتار تحت کشت می‌باشد (تنجی، ۱۹۹۰). از اراضی تحت کشت حدود ۰/۳٤ میلیارد هکتار (۲۳ درصد) اراضی شور و ۰/۵٦ میلیارد هکتار (۳۷ درصد) خاک‌های سدیمی

*- مسئول مکاتبه: moosavi@shirazu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

می‌باشند (سپاسخواه و همکاران، ۱۳٦۵). در ایـران از کل ۱٦۵ میلیون هـکتار سـطح کشور، مساحتی در حدود ۲۳/۵ میلیون هکتار آن (معادل ۱٤/۲ درصد) به درجات مختلف با مسائل شوری، سدیمی، زهدار و ماندابی بودن روبروست (دوان و فاموری، ۱۹٦٤).

بنابراین، مساله اصلاح خاک‌های شور و شور-سدیمی که املاح محلول آنها در رشد گیاه و سدیم تبادلی آنها در نحوه پایداری خاکدانه و ایجاد سمیت در گیاه مؤثر می‌باشد، مورد توجه خاصی قرار گرفته است (وزیری، ۱۳۷٤).

استان یزد با وسعت بالغ بر ۷۰۰۰۰ کیلومترمربع دارای اقالیم متنوع بوده که بیشتر در اقلیم فراخشک و بیابانی قرار دارد. کمی نزولات جوی و تبخیر بالای سالیانه که مشخصه عمومی مناطق مرکزی ایران می‌باشد، در این استان نیز پیدایش اراضی شور بخصوص در انتهای حوزه‌های آبریز را بدنبال داشته است. در این رابطه می‌توان از دشت‌های بافق، شمال اردکان، چاه‌افضل و ابرکوه یاد کرد.

چاه‌افضل بخشی از زیرحوزه کویر سیاه‌کوه است. به‌طورکلی منابع آب منطقه چاه افضل از حوزه‌ای به وسعت ۲۸۱۵۰ کیلومترمربع تأمین می‌گردد. در حقیقت این منطقه چاله زهکشی حوزه‌های آبخیز شیرکوه یزد ـ اردکان، نائین ـ عقدا و توت و هریش می‌باشد (رستگاری و همکاران، ۲۰۰۰).

محققین بسیاری در نقاط مختلف آزمایش‌های متنوعی را در ارتباط با تعیین مقدار آب لازم جهت اصلاح خاک‌های شور و سدیمی انجام داده‌اند. ریو و همکاران (۱۹۵۵) آزمایش‌هایی را در جنوب ایالت کالیفرنیا در ایالات‌متحده برروی خاک‌های خیلی شور انجام دادند. مطالعات لفلار و شارما (۱۹۷۷) نشان داد که روابط ارائه شده توسط ریو و همکاران (۱۹۹۵) مقدار آب لازم برای اصلاح خاک‌های سبک بافت را بیش از حد مورد نیاز برآورد می‌کند. گاردنر و بروکز (۱۹۵۷) گزارش کردند که در شرایط ماندگار، برای دفع کردن ۸۰ درصد املاح خاک لازم است تا حجم آبی به میزان ۱/۵ برابر متوسط حجم منافذ خاک از آن عبور کند. داده‌های جوری و همکاران (۱۹۷۹) نشان می‌دهد که برای یک خاک لوم شنی، نزدیک به ۰/۳ سانتی‌متر آب در واحد عمق منطقه ریشه در مقایسه با ۰/٦۸ سانتی‌متر برای خاک لوم رسی مورد نیاز است. این دو مقدار برحسب حجم منافذ (PV) مانند هم می‌باشند یعنی 1.5PV از آب برای حل کردن ۸۰ درصد املاح از منطقه ریشه در هر خاک لازم است.

براساس یک قانون سرانگشتی، یک واحد عمق آب، تقریباً ۸۰ درصد املاح را از یک واحد عمق خاک دفع می‌کند، ولی چنانچه قبلاً اشاره شد، داده‌های مزرعه‌ای دامنه خیلی وسیعی را بسته به عوامل ذکر شده نشان می‌دهد. گوپتا (۱۹۹۲) براساس نتایج مطالعات پیشین مقدار آب مورد نیاز برای اصلاح ۱ سانتی‌متر از خاک تحت شرایط مزرعه‌ای را از ۰/۳ سانتی‌متر تا ۲/۵۸ سانتی‌متر با آبشویی دائمی گزارش کرد.

راندمان آبشویی بواسطه غرقاب کردن منقطع سطح خاک با آب و بموجب آن برقراری شرایط غیراشباع و کاهش سرعت متوسط حرکت آب می‌تواند بهبود یابد. آبشویی منقطع هدر رفت آب را از میان منافذ درشت به حداقل می‌رساند و باعث می‌شود تا املاح از حفره‌هایی که آب در آن تحرک ندارد یا تحرک کمی دارد به منطقه متحرک پخشیده شوند (الجبالی، ۱۹۷۱؛ کوت و همکاران، ۲۰۰۰). نیلسن و بیگار (۱۹٦۲) گزارش کردند که غرقاب منقطع در حالت‌هایی که لایه سطحی از نظر سرعت نفوذ نسبت به لایه‌های پایینی محدود کننده‌تر است نمی‌تواند مفید باشد. جنبه‌های اقتصادی آبشویی خاک‌های شور در هندوستان توسط داتا و همکاران (۲۰۰۱) مطالعه شده است. مندال و همکاران (۲۰۰۱) فرآیند کاهش شوری خاک و حرکت املاح را در برنجزارهای بنگلادش مورد بررسی قرار داده‌اند.

در ایران نیز در بیشتر استان‌هایی که مسئله شوری خاک وجود دارد آزمایش شستشوی خاک اجرا گردیده است (مهاجرمیلانیو جواهری، ۱۳۷۷). مرادی و مهاجر

www.SID.ir

Archive of SID

میلانی (۱۳۷٤) در استان بوشهر، پذیرا (۱۳۷۹) در خوزستان، نیکمرام و رضایی (۱۳۷٤) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی میاندوآب، یزدانی (۱۳۷۲) در منطقه رودشت اصفهان، مهاجر میلانی و توسلی (۱۳۷۰) در سری خاک مسعود آباد در منطقه جنوب سمنان، سپاسخواه و همکاران (۱۳٦٥) در اراضی دهکده سلامی واقع در شرق دشت شیراز، سپاسخواه و سرخوش (۱۳٦۸) در دشت شبانکاره و دشت رود حله در استان بوشهر و چند تن دیگر از محققان در سطح کشور اقدام به انجام آزمایش‌های اصلاح خاک‌های شور نموده‌اند. مهاجر میلانی و جواهری (۱۳۷۷) با جمع‌آوری اکثر مطالعات و نتایج آزمایش‌های آبشویی انجام شده در سطح کشور، اقدام به تهیه منحنی شستشوی خاک کشور نموده‌اند. برای این کار از تمام داده‌های به‌دست آمده از ۲۷ محل آزمایشی در ۱۳ استان کشور استفاده شده است.

با توجه به اینکه در استان یزد تاکنون اقدام به تهیه منحنی‌های آبشویی نشده است، این تحقیق با هدف بررسی روند اصلاح خاک شور و سدیمی با آبشویی و رسم منحنی‌های شوری زدایی و سدیم زدایی برای خاک منطقه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در ایستگاه مرکز ملی تحقیقات شوری در منطقه چاه افضل یزد انجام گرفت. این ایستگاه تحقیقاتی در فاصله ۷۰ کیلومتری شمال غربی یزد، در مجاورت روستای چاه افضل واقع است.

مراحل مختلف اصلاح خاک شور که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته به این صورت انجام گرفت که با تعیین محل انجام آزمایش در ایستگاه تحقیقات شوری در چاه افضل، نقشه‌برداری دقیق برای تعیین ابعاد و فاصله بین کرت‌ها انجام شد. به منظور تعیین عوامل هیدرولیکی و خصوصیات فیزیکی نیمرخ خاک، یک پروفیل در مزرعه آزمایشی مورد نظر حفر و نمونه‌های خاک دست خورده و دست نخورده از تمامی عمق‌ها و به تعداد کافی از هر عمق برداشته شد. سپس بررسی‌های خاکشناسی و تعیین تعداد لایه‌های خاک در عمق مورد نظر انجام شد. به منظور جلوگیری از حرکت جانبی آب از کرتی به کرت دیگر، دیواره عایق پلاستیکی تا عمق یک متر در اطراف تمام کرت‌ها، کار گذاشته شد و به منظور تعیین دقیق مقدار آب بکار گرفته شده در سطح کرت‌ها، لوله کشی از محل ایستگاه پمپاژ تا محل کرت‌ها انجام و در مسیر این لوله کشی کنتورهای حجمی آب کار گذاشته شد.

به منظور بررسی نحوه تغییرات شوری نیمرخ خاک و تعیین منحنی آبشویی، آزمایش‌های آبشویی در زمستان ۱۳۸۰ به‌صورت کرت‌های کامل تصادفی خرد شده در زمان و در چهار تکرار به مرحله اجرا در آمد. تیمارها بدین ترتیب انتخاب شدند: (D1L1) آبشویی کرت‌ها در ده نوبت به فواصل زمانی سه روز و در هر نوبت ۱۵۰ میلی‌متر آب، (D2L1) آبشویی کرت‌ها در ده نوبت به فواصل زمانی سه روز و در هر نوبت ۲۰۰ میلی‌متر آب، (D1L2) آبشویی کرت‌ها در ده نوبت به فواصل زمانی شش روز و در هر نوبت ۱۵۰ میلی‌متر آب، (D2L2) آبشویی کرت‌ها در ده نوبت به فواصل زمانی شش روز و در هر نوبت ۲۰۰ میلی‌متر آب.

برای رسم منحنی‌های شوری و سدیم‌زدایی لازم است تا پارامترهای موجود در معادلات مربوطه تعیین گردد. این معادلات برای شوری‌زدایی و سدیم‌زدایی به‌ترتیب به‌صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$\sqrt{\frac{(EC_f - EC_{eq})}{(EC_i - EC_{eq})}} = \frac{a}{\left(\frac{D_w}{D_s}\right)} + b \qquad (۱)$$

$$\sqrt{\frac{(SAR_f - SAR_{eq})}{(SAR_i - SAR_{eq})}} = \frac{c}{\left(\frac{D_w}{D_s}\right)} + d \qquad (۲)$$

EC_f و SAR_f: به‌ترتیب شوری و نسبت جذب سدیم عصاره اشباع خاک پس از اتمام آبشویی،

EC_i و SAR_i: به‌ترتیب شوری و نسبت جذب سدیم عصاره اشباع خاک قبل از شروع آبشویی،

www.SID.ir

Archive of SID

EC_{eq} و SAR_{eq}: به‌ترتیب شوری و نسبت جذب سدیم عصاره اشباع خاک در حالت تعادل با آب آبشویی، D_w: عمق خالص آب آبیاری،
D_s: عمق مورد نظر خاک و a، b، c و d ضرایب ثابت می‌باشند.

مقدار آب زهکشی شده زیر یک عمق معین (D_w) با کم کردن مقدار آب تبخیر شده از سطح خاک و مقدار آب مورد نیاز برای جبران کمبود رطوبت خاک از کل آب بکار رفته در سطح خاک به‌دست می‌آید. به منظور محاسبه تبخیر از سطح خاک لخت از روش ارائه شده در نشریه FAO شماره ٥٦ استفاده شد (آلن و همکاران، ١٩٩٨). مقدار آب لازم جهت جبران کمبود رطوبت خاک، از اختلاف بین رطوبت ظرفیت زراعی و رطوبت نیمرخ خاک در زمان شروع آزمایش محاسبه شد. به منظور قرائت رطوبت در ابتدای شروع آزمایش و نیز تعیین مقادیر شوری و قلیائیت خاک از نمونه‌برداری در عمق‌های ١٥-٠، ٤٠- ١٥، ٧٠-٤٠ و ١٠٠-٧٠ سانتی‌متر استفاده گردید.

به منظور بررسی نحوه تغییرات شوری نیمرخ خاک، بعد از اولین آبشویی و پس از آن بعد از هر دو بار آبشویی نمونه‌برداری خاک در تمامی تیمارها در ٤ عمق ١٥-٠، ٤٠-١٥، ٧٠-٤٠ و ١٠٠-٧٠ سانتی‌متر و در دو نقطه کرت انجام می‌گرفت. سپس محل نمونه‌برداری‌ها با خاک سطح کرت و یا خاک‌های اطراف محل آزمایش پر شده و توسط یک میله استوانه‌ای فشرده می‌شد تا در صورت امکان از وقوع جریان‌های ترجیحی جلوگیری شود. برای تهیه نمونه‌ها محل نمونه‌برداری طوری انتخاب می‌شد که خطای ناشی از تأثیر خاک پر شده در محل نمونه‌برداری قبلی به حداقل برسد.

برای تعیین شوری تعادلی خاک، از عمق ٥-٠ سانتی‌متر کرتی که در آن سطح کرت برای جلوگیری از تبخیر پوشانده شده بود (و این کرت جزو تیمارهای ٢٠٠ میلی‌متر عمق آب آبشویی و فاصله ٣ روز برای آبشویی‌ها بود) نمونه خاک در چند نقطه برداشته شد و EC عصاره اشباع این نمونه‌ها به‌عنوان EC_{eq} یا شوری تعادلی خاک با آب آبشویی تعیین شد. به منظور رسم منحنی شوری‌زدایی، همه نقاط به یک دستگاه مختصات منتقل شدند.

به منظور مقایسه آماری تیمارها نیز از نرم‌افزار MSTATC استفاده شد و میانگین مقادیر EC عصاره اشباع خاک در تیمارهای مختلف، به ازاء عبور مقدار معینی آب از نیمرخ و در هر عمق معینی از خاک مورد مقایسه قرار گرفت. بدین منظور میانگین عمقی مقادیر اندازه‌گیری‌شده EC عصاره اشباع نمونه‌های خاک در تیمارهای مختلف محاسبه شد، یعنی میانگین مقادیر در عمق‌های ١٥-٠، ٤٠-٠، ٧٠-٠ و ١٠٠-٠ سانتی‌متر در تجزیه واریانس طرح آماری مورد استفاده قرار گرفت تا نتایج به‌صورت بهتری قابل تفسیر باشد.

نتایج و بحث

برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی لایه‌های مختلف خاک قبل از انجام آزمایش‌های آبشویی در منطقه چاه افضل در جدول‌های ١ و ٢ نشان داده شده است. میانگین شوری در نیمرخ خاک برابر با ٦٢/٣٧ دسی‌زیمنس بر متر بوده و بنابراین جزو خاک‌های شور (EC_e>4 ds/m) محسوب می‌شود. میانگین SAR در نیمرخ برابر با ٩٦/٨ می‌باشد و باعث شده تا خاک جزو خاک‌های سدیمی (SAR>13) طبقه‌بندی شود. بنابراین خاک مورد آزمایش خاکی شور و سدیمی می‌باشد. درجه تناسب آب برای آبیاری براساس نفوذپذیری و خطرات سله‌بندی ارزیابی می‌گردد. موارد یاد شده را می‌توان با استفاده از EC_{iw} و تخمین‌هایی از ESP (یا SAR) که در خاک سطحی پدیدار می‌شود و همچنین محدوده مجاز ESP (SAR_{sw}، SAR_{iw}، یا SAR تعدیل‌شده)، EC_{iw} و pH برای شرایط مورد استفاده ارزیابی نمود (هاشمی نیا و همکاران، ١٣٧٦). میانگین نتایج تجزیه شیمیایی آب مورد استفاده در آبشویی در این آزمایش در ابتدا و انتهای آزمایش‌ها، در جدول ٣ ارائه شده است. براساس جدول

www.SID.ir

Archive of SID

راهنمای تفسیر کیفیت آب برای آبیاری از نظر تأثیر آن بر نفوذپذیری (علیزاده، ۱۳۷۷) آب مورد استفاده با میزان EC بیش از ۵ دسی زیمنس بر متر و SAR بیش از ۱۲ دارای کیفیت خوب برای آبشویی می‌باشد. با استفاده از اطلاعات به‌دست آمده در آزمون آبشویی انجام شده، منحنی‌های شوری و سدیم‌زدایی رسم گردید و بدین منظور از تمام مقادیر $\sqrt{\frac{(EC_f - EC_{eq})}{(EC_i - EC_{eq})}}$ و $\frac{D_w}{D_s}$ به‌دست آمده در کل چهار تیمار استفاده شده است.

منحنی شوری‌زدایی رسم شده در شکل ۱ نشان داده شده است. پس از به‌دست آمدن نقاط، با استفاده از نرم‌افزار Curve Expert، یک منحنی به این نقاط برازش داده شد و معادله زیر برای این منحنی به‌دست آمد:

$$\sqrt{\frac{(\mathrm{EC_f} - EC_{eq})}{(EC_i - EC_{eq})}} = \frac{0.104}{\left(D_w / D_s\right)} + 0.151 \qquad (۳)$$

نتیجه بررسی منحنی شوری زدایی، بیانگر خروج سریع املاح در ابتدای آبشویی است و این نشان می‌دهد که خاک منطقه قابلیت اصلاح بالایی دارد. با افزایش آب کاربردی مقدار املاح شسته شده به ازاء بکارگیری آب آبشویی کاهش می‌یابد که این می‌تواند به دلیل قابلیت زیاد انحلال نمک‌های موجود در محلول خاک باشد، بدین معنی که اولین آبشویی خاک راندمان بالایی در جابجایی املاح نیمرخ خاک به‌طرف پایین عمق مورد نظر دارد. املاح باقیمانده که در سطوح ذرات و خلل و فرج ریزتر خاک نگهداری می‌شوند و یا از درجه انحلال کمتری برخوردارند روند آبشویی کندتری خواهند داشت.

جدول ۱- برخی خصوصیات شیمیایی لایه‌های مختلف خاک قبل از آبشویی (ایستگاه چاه افضل).

عمق خاک (سانتی‌متر)	EC (dS/m)	pH	Na^+	Mg^{++}	Ca^{++}	مجموع کاتیون‌ها	Cl^-	HCO_3^-	SO_4^{--}	مجموع آنیون‌ها	SAR
			میلی اکی والان در لیتر				میلی اکی والان در لیتر				
۰–۱۵	۱۳۱/۹	۸/۲۰	۱۵۲۵	۳٤/۳٤	۵۹/۷۵	۱٦۱۹	۱۲٤۱	۱/٤۲	۳۷۵/٦	۱٦۱۷/٦	۲۲۲/۳
۱۵–٤۰	۷۱/٤	۸/۰٤	٦۸۵/۷	۳۸/۳۹	۵۱/۳۹	۷۷۵/۵	٦۰٦/٤	۱/۷۸	۱٦۷/۱	۷۷۵/۳	۱۰۲/۳
٤۰–۷۰	۲۸/۱۱	۷/۸٦	۲۲۵/۸	۲۹/۲۹	٤۱/۱٦	۲۹٦/۳	۲۰۷/۵	۱/۸۳	۸۷/۰	۲۹٦/٤	۳۸/۰۵
۷۰–۱۰۰	۱۸/۰۹	۷/۸٦	۱۳۷/۷	۲۷/۳۱	۳٤/٦۱	۱۹۹/٦	۱۱۸/۹	۱/۷۵	۷۸/۳	۱۹۹	۲٤/۷۵

جدول ۲- برخی خصوصیات فیزیکی لایه‌های مختلف خاک قبل از آبشویی (ایستگاه چاه افضل).

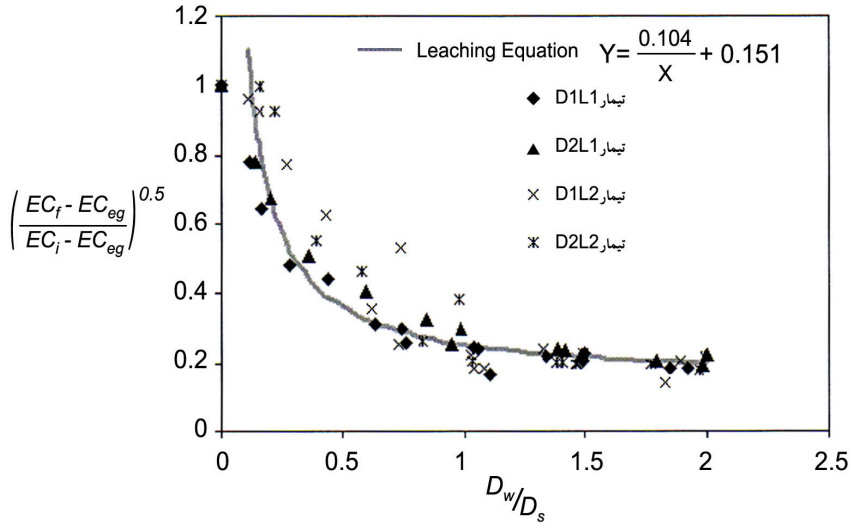
عمق خاک (سانتی‌متر)	بافت خاک	شن	سیلت	رس	چگالی ظاهری (gr/cm3)	درصد حجمی رطوبت در ظرفیت زراعی
		درصد				
۰–۱۵	لوم شنی	٦۲	۳۰/٤	۷/٦	۱/۳۱	۲۳/٦
۱۵–٤۰	لوم	٤۸	۳۲/۵	۱۹/۵	۱/۲٦	۲۸/۸
٤۰–۷۰	لوم	٤۲	٤٤/٤	۱۳/٦	۱/۰۷	۲۷/۹
۷۰–۱۰۰	لوم سیلتی	۲۸	۵۸/٤	۱۳/٦	۱/۱۷	۲۸/۹

جدول۳- نتایج تجزیه شیمیایی آب مورد استفاده برای آبشویی خاک ایستگاه چاه‌افضل (زمستان ۱۳۸۰).

EC (dS/m)	pH	Na^+	Mg^{++}	Ca^{++}	مجموع کاتیون‌ها	Cl^-	HCO_3^-	SO_4^{--}	مجموع آنیون‌ها	SAR
		میلی اکی والان در لیتر				میلی اکی والان در لیتر				
۸/۲٦	۷/۵۳	٦۷/۷۵	۱۲/۷	۱۳/۹	۹٤/۳۵	۵۵/٤	۵/۹	۳٤/۰۵	۹۵/۳۵	۱۸/۵۷

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- منحنی شوری زدایی خاک ایستگاه چاه افضل، تمام تیمارها.

برای رسم منحنی سدیم زدایی خاک از مقادیر SAR که همزمان با اندازه‌گیری هدایت الکتریکی عصاره اشباع و تعیین مقادیر یون‌های سدیم، کلسیم و منیزیم محلول عصاره اشباع نمونه‌های خاک محاسبه می‌شد، استفاده شده است. شکل ۲ منحنی سدیم‌زدایی رسم شده را نشان می‌دهد. با برازش معادله‌ای به نقاط اندازه‌گیری شده معادله منحنی سدیم زدایی به‌دست آمد:

$$\sqrt{\frac{(SAR_f - SAR_{eq})}{(SAR_i - SAR_{eq})}} = \frac{0.127}{D_w/D_s} + 0.200 \qquad (٤)$$

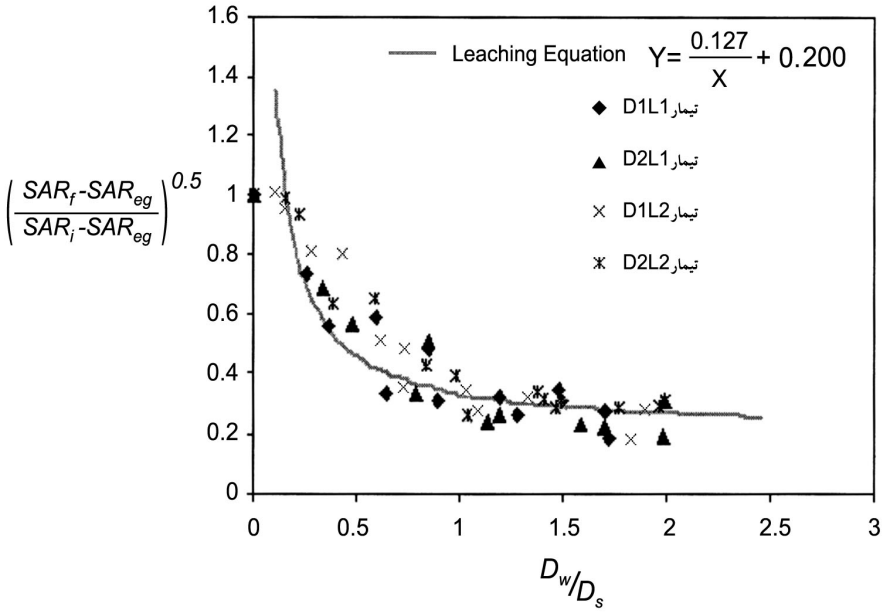
مقایسه منحنی شوری و سدیم‌زدایی نشان می‌دهد که عمق یکسان آب آبشویی می‌تواند مقدار شوری خاک را بیش از مقدار درصد سدیم تبادلی کاهش دهد، زیرا روند سدیم‌زدایی و کاهش درصد سدیم تبادلی به جایگزینی یون‌های سدیم برروی ذرات رس با کاتیون‌های دو ظرفیتی مانند کلسیم یا منیزیم بستگی دارد. بنابراین حتی در صورت وجود مواد اصلاح‌کننده‌ای مانند گچ در خاک، ابتدا می‌بایست این گچ (با قابلیت حل بسیار محدود) در محلول خاک حل شده و سپس یون‌های کلسیم آزادشده می‌توانند با یون‌های سدیم، جایگزین شده و با خروج این یون‌ها از منطقه مورد نظر در عمق خاک، عمل سدیم‌زدایی تکمیل شود. این فرآیند مسلماً در حالت غیراشباع حرکت آب در خاک بوقوع پیوسته و روند کندتری نسبت به شوری زدایی خواهد داشت. پس از اتمام آبشویی، شوری عصاره اشباع خاک در هر ٤ تیمار تا عمق ۱۰۰ سانتی‌متری خاک به مقدار تقریباً ثابتی در نیمرخ خاک (که تقریباً برابر با شوری آب آبیاری است) رسیده است ولی روند تغییرات شوری نیمرخ خاک در عمق‌های مختلف در تمام تیمارها یکسان نمی‌باشد. شکل ۳ روند تغییرات شوری نیمرخ خاک را در تیمار D1L1 و به‌صورت میانگین تکرارها در تیمار نشان می‌دهد.

از آنجایی که در تمام تیمارها پس از آبشویی ششم، تقریباً مقدار شوری عصاره اشباع در نیمرخ خاک به مقدار ثابتی رسیده است، از رسم منحنی‌های بعد از آبشویی ششم صرف‌نظر شده است.

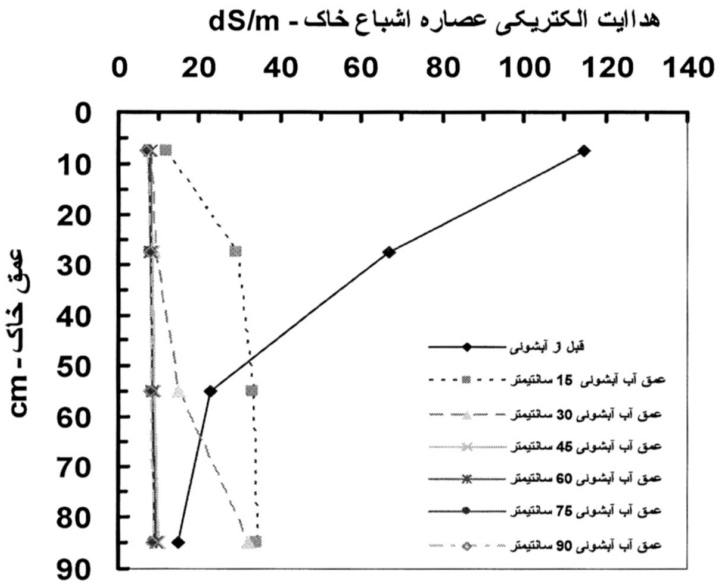
از طرف دیگر، بر طبق طرح آزمایشی پیاده شده، آنالیز واریانس با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام شد و اثر تیمارهای آبشویی در کاهش شوری خاک با مقایسه میانگین مقادیر هدایت الکتریکی عصاره اشباع در تکرار تیمارهای مورد نظر، مورد بررسی قرار گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- منحنی سدیم زدایی خاک ایستگاه چاه افضل - تمام تیمارها



شکل ۳- مقادیر اندازه‌گیری شده یا محاسبه شده شوری در اعماق مختلف خاک در تیمار D1L1

میزان کاهش املاح خاک در اثر مقادیر مختلف عمق آب آبشویی در جدول ٤ ارائه شده است. ملاحظه می‌شود که بکارگیری ۲۰ سانتی‌متر آب آبشویی تفاوت معنی‌داری با ۱۵ سانتی‌متر در عمق ٤۰-۰ سانتی‌متری خاک نداشته است. مصرف بیش از این مقدار آب تأثیر معنی‌داری در کاهش شوری این عمق از خاک ندارد. همچنین مصرف بیش از ٤۵ سانتی‌متر آب تأثیر معنی‌داری در کاهش شوری عمق ۷۰- ۰ و ۱۰۰ -۰ سانتی‌متری خاک ندارد.

اگرچه در تمام تیمارها پس از آبشویی (اعمال ششمین آب آبشویی) مقدار شوری نیمرخ خاک به عدد نسبتا ثابتی (که نزدیک به مقدار شوری تعادلی خاک با آب آبشویی است) رسیده است ولی چگونگی این کاهش در تیمارهای مختلف یکسان نمی‌باشد. بدیهی است که در تیمارهای شش روز فاصله آبشویی (عمق آب آبشویی ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متر) بخصوص در عمق ۱۰۰-۰ سانتی‌متری خاک آبشویی املاح روند کندتری داشته است (شکل ۱). در

www.SID.ir

Archive of SID

مورد مقایسه بین تیمارهای عمق آب آبشویی (۱۵ و ۲۰ سانتی‌متر) چون مقادیر شوری خاک اندازه‌گیری شده ، به ازای عبور مقادیر متفاوتی آب آبشویی از نیمرخ خاک بوده است، نمی‌توان مقایسه مستدلی انجام داد.

مسلماً آبشویی منقطع راندمان بیشتری در دفع املاح خاک در مقایسه با آبشویی دائمی دارد (کوت و همکاران، ۲۰۰۰). با افزایش فاصله زمانی بین آبشویی‌ها تا حد معینی (که این حد در برخی مطالعات برابر زمانی است که رطوبت خاک به مقدار ظرفیت زراعی برسد) این راندمان نیز افزایش خواهد یافت، ولی با افزایش بیش از حد فاصله زمانی بین آبشویی‌ها (این حد در زمستان ۲۰ روز و در تابستان ۱۰ روز توصیه شده است) توزیع مجدد رطوبت در خاک و حرکت روبه بالای املاح به سبب تبخیر، باعث می‌شود که راندمان آبشویی منقطع کاهش پیدا کند. به نظر می‌رسد که با انجام آزمایش‌های بیشتری از این نوع، می‌توان امکان وارد کردن فاکتور زمان در معادلات مربوط به منحنی‌های آبشویی را فراهم نمود و توصیه‌های دقیق‌تری در زمینه چگونگی کاهش املاح خاک در طرح‌های اصلاح اراضی شور را ارائه داد.

جدول ٤- اثر مقادیر مختلف عمق آب آبشویی برمیزان کاهش املاح خاک.

عمق آب آبشویی (سانتی‌متر)	عمق خاک (سانتی‌متر)		
	۰- ٤٠	۰-۷۰	۰-۱۰۰
۱۵	۷۵	٦۲	۵۰
۲۰	۷۵	۷۷	۵۰
٤۵	۹۰	۸٤	۸۰
۱۰۰	۹۲	۸٦	۸۵

منابع

۱.پذیرا، الف. ۱۳۷۹. بررسی و تعیین آب مورد نیاز آبشویی خاک‌های شور و سدیمی. ماهنامه علمی، اقتصادی، کشاورزی آب، خاک، ماشین. سال هفتم، شماره ۵۵ : ۳۲-۲۱.

۲.سپاسخواه، ع.، امین‌سیچانی، س. و ابطحی، ع. ۱۳٦۵. شستشو و کنترل املاح در اراضی شور و قلیا. گزارش پژوهشی شماره ۵. دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز. ٤۷ صفحه.

۳.سپاسخواه، ع.، و سرخوش، پ. ۱۳٦۸. تجزیه و تحلیل آزمایش‌های شستشوی اراضی شور و قلیای دشت‌های شبانکاره و رود حله در استان بوشهر. گزارش پژوهشی شماره ۸. دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز. ۵۰ صفحه.

٤.علیزاده، الف. ۱۳۷۷. کیفیت آب در آبیاری. موسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، چاپ پنجم. ۹٦ صفحه.

۵.مرادی، ق.، و مهاجر میلانی، پ. ۱۳۷٤. تهیه منحنی شوری زدایی و سدیم‌زدایی خاک‌های منطقه بنار، استان بوشهر. گزارش‌نهایی شماره ۷٤/٤۲۷ موسسه تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی بوشهر. ٤۳ صفحه.

٦.مهاجر میلانی، پ.، و توسلی، الف. ۱۳۷۰. بررسی امکان اصلاح و بهسازی خاک‌های شور و قلیا منطقه جنوب سمنان. مجموعه مقالات خاک و آب موسسه تحقیقات خاک و آب. جلد ٦، شماره ۱: ٤۹-۷٤.

۷.مهاجر میلانی، پ.، و جواهری، پ. ۱۳۷۷. آب مورد نیاز شستشوی خاک‌های شور ایران. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات خاک و آب. چاپ اول. ۱۰۳ صفحه.

۸.نیکمرام، م.ص.، و رضایی، ح. ۱۳۷٤. تهیه منحنی شوری زدایی و سدیم زدایی خاکهای ایستگاه تحقیقات کشاورزی میاندوآب. گزارش نهایی شماره ٤۷/۲۸ موسسه تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان غربی. ۲۰ صفحه.

www.SID.ir

Archive of SID

۹.هاشمی‌نیا، س.م.، کوچکی، ع. و قهرمان، ن. ۱۳۷٦. بهره‌برداری از آب‌های شور در کشاورزی پایدار. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. چاپ اول. ۲۳٦ صفحه.

۱۰.یزدانی، ه. ۱۳۷۲. اصلاح خاک‌های شور و قلیا منطقه رودشت اصفهان (آبشویی و اصلاح خاک با آبیاری و کشت گیاه). گزارش نهایی شماره ۷۲/۱۱ بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان. ۳٦ صفحه.

۱۱.وزیری، ژ. ۱۳۷٤. ارزیابی مدل‌های شوری‌زدایی خاک با آزمون مزرعه‌ای. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱٤۳ صفحه.

12.Evapotranspiration. FAO Irrig. And Drainage Paper No. 56, FAO, Rome, Italy. 300pp.

13.Cote, C.M., Bristow, K.L., and Ross, P.J. 2000. Increasing the efficiency of solute leaching: impacts of flow interruption with drainage of the

14.Allen, R.G., Periera, L.S., Raes, D., and Smith, M. 1998. Crop "preferential flow paths". J. Contam. Hydrol. 34: 191-209.

15.Datta, K.K., De Jong, C., and Singh, O.P. 2001. Reclaiming salt-affected land through drainage in Haryana, India; a financial analysis. Agricul., Water Manage. 46:55-71.

16.Dewan, M.L., and Famouri, J. 1964. The Soils of Iran. Iranian Ministry of Agriculture and FAO of the UN. 319 pp.

17.Elgabaly, M.M. 1971. Reclamation and management of salt affected soils. Salinity Seminar, Baghdad. FAO Irrigation and Drainage Paper, 7:50-79.

18.Gardner, W.R., and Brooks, R.H. 1957. A descriptive theory of leaching. Soil Sci. 83:295-304.

19.Gupta, S.K. 1992. Leaching of Salt Affected Soils. Technical bulletin No.17, CSSRI, Karnal, India. 89pp.

20.Jury, W.A., Jarrell, W.M., and Devitt, D. 1979. Reclamation of saline-sodic soil by leaching. Soil Sci. Soc. Am. J. 43:1100-1106.

21.Leffelaar, P.A., and Sharma, P. 1977. Leaching of a highly saline-sodic soil. J. of Hydro. 32:203-218.

22.Mondal, M.K. , Bhuiyn, S.I., and Franco, D.T. 2001. Soil Salinity reduction and prediction of salt dynamics in the coastal ricelands of Bangladesh. Agricul. Water Manage. 47:9-23.

23.Nielsen, D.R., and Biggar, J.W. 1962. Miscible displacement. 3. Theoretical considerations. Soil Sci. Soc. Am. Pro. 26:216-222.

24.Rastegari, J., Amidi, R., Saadat, S., Khorasani, A., Dehghani, F., Mousavi Shalmani, M.A., Mostatabi, T., Okhovatian, A.R., and Vakil, R. 2000. Sustainable utilization of salt affected wastelands and saline ground water for plant production. IAEA Project (INT/5/144). 39 PP.

25.Reeve, R.C., Pillsbury, A.F., and Wilcox, L.V. 1955. Reclamation of a saline and high boron soil in the Coachella Valley of California. Hilgardia, 24:69-91.

26.Sepaskhah, A.R., and Gharaat, M.R. 1977. Reclamation of a saline-sodic soil in Khuzestan, Iran. J. Agric. Res. 5:35-45.

27.Szabolcs, I. 1989. Salt Affected Soils. CRC Press, Inc. Boca Raton, Fla., 274pp.

28.Tanji, K.K. 1990. Agricultural Salinity Assessment and Managemen. ASCE, NewYork, 619 Pp.

www.SID.ir

Archive of SID

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 13(6), Feb-Mar 2007
www.magiran.com/jasnr
www.sid.ir

Leaching for reclamation of saline-sodic soils of Chah-Afzal region, Yazd province

V. Khaksari[1], S.A.M. Cheraghi[2], S.A.A. Moosavi[1], A.A. Kamkar Haghighi[1] and SH. Zand Parsa[1]

[1]Former graduate student and Faculty members of Water Dept. Respectively, College of Agric. Shiraz University Shiraz, [2]Research Assistant, Salinity Research Center, Yazd, Iran.

Abstract

Reclamation of saline-sodic soils is an important issue, since excess of soluble salts in the soil root zone can reduce water uptake of the plant due to decrease in osmotic potential of soil solution and also degradation of soil structure because of excess of sodium which could be toxic to the plant. In this research reclamation of saline-sodic soils of Chah-Afzal region (National Salinity Research Center in Yazd Province, Iran) was investigated. The experimental design was split plot in time in form of complete randomized design with four replications. The experimental treatments were comprised of two leaching water depths (15 and 20 cm) and two leaching time intervals (3 and 6 days). The results showed that application of 100 cm of leaching water could remove 80-85 percent of soluble salts from 100 cm depth of soil. Because the obtained leaching curves for each treatment were different, consideration of time period between leaching stages in soil leaching equation was suggested. Curves and equations of desalinization and desodification were obtained because of the results obtained from all treatments.

Keywords: Leaching; Desalinization Equation; Desodification Equation; Chah-Afzal; Yazd

www.SID.ir