اثر سخت لایه های سدیمی خاک بر آبشویی خاکهای شور و سدیمی به روش پیوسته

سیروس جعفری
مشاور عالی شرکت سازآب پردازان - استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه رامین
مجید شریفی پور
دانشجوی دکتری آبیاری دانشگاه شهید چمران اهواز و کارشناس ارشد شرکت مهندسی مشاور سازآب پردازان
علی مدرس
مدیر مطالعات حوزه جنوب کرخه، سازمان آب و برق خوزستان

چکیده:

با توجه به رشد جمعیت جهان، گسترش منابع خاک برای توسعه کشاورزی ضروری است. با توجه به این که بسیاری از منابع خاک جدید دارای مشکل شور و سدیمی هستند، اصلاح اراضی شور و سدیمی یکی از راههای پیش روی بشر برای دستیابی به غذای بیشتر است. در این تحقیق، تخلیه املاح از خاکهای شور و سدیمی دارای افق متراکم سدیمی به روش آبشویی پیوسته مطالعه شد. برای این منظور، آزمون صحرایی با کرتهایی به ابعاد یک متر مربع در اراضی شور و سدیمی دشت هوفل خوزستان در سه ایستگاه (A, B, C) با شرایط مختلف انجام شد. نتایج نشان داد که عمده کاتیون های خاک سدیم و منیزیم و آنیون ها کلر و سولفات می باشد. همچنین با وجود نسبت جذب سدیم و درصد سدیم تبادلی بالای خاک، پراکنش سدیمی خاک به علت میزان کافی گچ و غلظت زیاد املاح محلول در آب آبشویی(کلسیم و منیزیم)، نیازی به ماده اصلاح کننده نبوده و ساختمان خاک نیز تخریب نمی گردد. در ایستگاه C که سبکترین بافت را در میان ایستگاه ها دارد با بکارگیری۱۰۰ درصد آب آبشویی تا عمق ۱۰۰ سانتیمتری کلاس شوری از S4 به S2 تقلیل یافت اما در ایستگاه B که سنگین ترین بافت را داشت با بکارگیری۱۰۰ درصد آب آبشویی خاک تا عمق۵۰ سانتیمتری از سطح خاک این نتیجه بدست آمد. در ایستگاه A تا عمق ۷۵ سانتیمتری خاک، با مصرف۱۰۰ درصد آب آبشویی کلاس شوری از کلاسS4 به S2 کاهش می یابد. در ایستگاهC که سبکترین بافت را داشته و لایه متراکم ناشی از پراکنش سدیمی اثر کمتری بر نفوذپذیری و شستشوی املاح داشته به ازاء مصرف آب یکسان خاک تا عمق بیشتری نسبت به خاک با لایه متراکم شور و سدیمی سبب حذف شوری از پروفیل خاک شده است.

واژه های کلیدی: آبشویی، املاح محلول، نسبت جذب سدیم، شور و سدیمی.

مقدمه

شوری خاک از عوامل تهدید کننده باروری خاک و از جمله مهمترین آنها است. اراضی شور و سدیمی ۱۳ درصد از کل اراضی قابل کشت جهان را تشکیل می دهد و در بیش از ۱۰۰ کشور جهان وجود دارند. بر اساس آخرین برآورد فائو در حدود ۲۵ میلیون هکتار خاکهای ایران را خاکهای شور و سدیمی تشکیل می دهد. استان خوزستان مساحتی بالغ بر ۶/۷ میلیون هکتار دارد که ۴ میلیون هکتار از این اراضی را مناطق مستعد تا غیر مستعد کشاورزی تشکیل می دهد. با توجه به سطح کشت دیم و آبی در خوزستان (حدود ۱ میلیون هکتار) در حدود ۲ میلیون هکتار این اراضی با مشکلات شوری و سدیمی و سطح بالای آب زیرزمینی روبرو هستند که به صورت بایر و بدون استفاده باقی مانده اند. در واقع موضوع اصلاح اراضی و تعیین اراضی مستعد برای توسعه به همین بخش از اراضی بر میگردد. با توجه به مطالعات انجام شده و منابع آب استان، پیش بینی توسعه سطح کشت اراضی استان خوزستان را تا ۲ برابر نوید می دهد. لذا ارائه روشهای نوین برای بهبود عملیات آبشویی و اصلاح خاک های شور و سدیمی امری ضروری است.

عوامل ایجاد شوری و سدیمی در خاکها متنوع بوده و شامل فرآیندهای طبیعی تشکیل خاک، میزان نزولات آسمانی و تبخیر و تعرق منطقه، عدم وجود سیستم طبیعی یا مصنوعی زهکشی، گسترش شبکه های آبیاری و استفاده از آبهای با کیفیت نامطلوب و بالا بودن سطح سفره آب زیرزمینی می باشد. در این خاک ها به سبب افزایش غلظت املاح محلول و کاهش پتانسیل اسمزی، همچنین سمیت یونی (به ویژه یونهای سدیم، کلر و بر) و به هم خوردن تعادل عناصر غذایی و نیز پراکندگی رسها و تخریب خصوصیات فیزیکی، شرایط نامطلوبی برای رشد گیاه فراهم می شود. به منظور فراهم آوردن محیطی مناسب جهت رشد گیاه و یا جلوگیری از کاهش عملکرد محصول، باید آبشویی نمک های اضافی منطقه توسعه ریشه از محیط خارج شوند.

میلر و همکاران (۱۹۶۵) نشان دادند که در مقایسه با روش متناوب، سطح خاک در روش آبشویی دائم شورتر بوده و آب بیشتری برای آبشویی لازم است. همچنین هوک و دانکن (۲۰۰۰) در بررسی اثر نوع خاک بر روی آبشویی املاح نشان دادند که هر قدر خاک سبکتر باشد به دلیل ظرفیت تبادل کاتیونی کمتر و خلل و فرج درشتر، اثر آبشویی بیشتر می باشد. در خاکهای سنگین تر به دلیل آماس رس موجود در شرایط مرطوب و ترک خوردن سطح خاک در شرایط خشک، راندمان آبشویی کاهش می یابد.

اوستر و همکاران (۱۹۷۲) در تحقیقات خود نشان دادند که برای بالا بردن راندمان آبشویی بهتر است رطوبت خاک غیر اشباع بوده و آبشویی متناوب حاکم باشد. پذیرا (۱۳۶۷) نیز نشان داد که اثرات کاربرد هر دو روش غرقاب متناوب و دائم در آبشویی املاح در لایه های فوقانی خاک حدوداً مشابه است. محمدی(۱۳۷۱) دو روش آبشویی متناوب و دائم را با هم مقایسه و نتیجه گرفت که مقدار آب مصرفی در روش متناوب در حدود نصف مقدار آب لازم برای آبشویی دائم است. عظیم زاده و حاج رسولیها(۱۳۸۰) مقدار آب و زمان لازم برای آبشویی را به شوری اولیه خاک، نوع املاح و خصوصیاتی مثل ساختمان خاک، بافت خاک، نفوذپذیری و آبگذری آن و نوع روش آبشویی دانستند و روش غرقاب متناوب را نسبت به آبشویی پیوسته توصیه کردند. جعفری و همکاران (۱۳۸۲) گزارش دادند که در شرایطی که سیستم زهکشی مزرعه مشکلی نداشته باشد آبشویی به روش پیوسته نسبت به روش متناوب از لحاظ اجرایی بسیار مناسب تر بوده و به زمان کمتری جهت انجام عملیات آبشویی نیاز دارد ولی شوری نهایی خاک در آبشویی به روش پیوسته بیشتر از آبشویی متناوب می باشد.

به طور کلی مطالعات آبشویی به منظور بررسی تغییرات میزان املاح محلول با کاربرد مقادیر مختلف آب، نیاز پروژه های اصلاح خاک و اراضی می باشد. در برخی از خاکهای خوزستان لایه های نسبتاً متراکم و یا متراکمی در مطالعات آبشویی ملاحظه شده است که در این تحقیق به بررسی اثر این لایه متراکم سدیمی بر آبشویی پیوسته در خاکهای مختلف پرداخته خواهد شد.

مواد و روشها

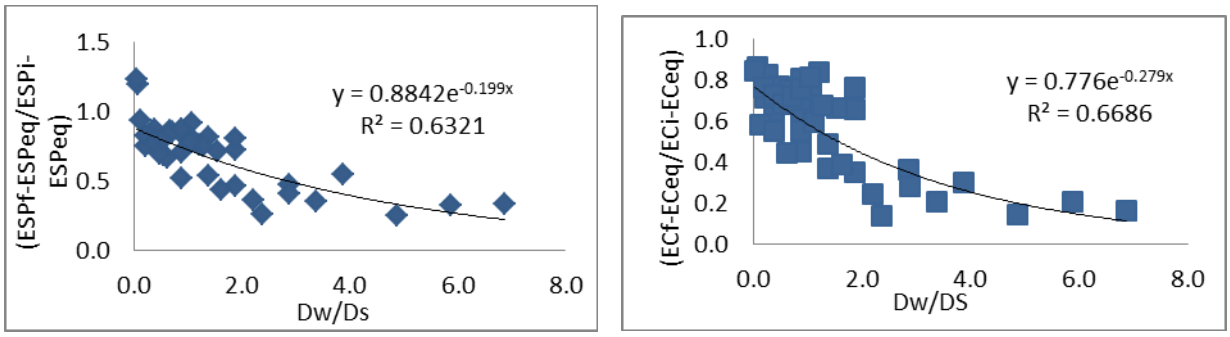
منطقه مورد مطالعه در ۵۰ کیلومتری غرب اهواز در شمال رودخانه هوفل از توابع شهرستان سوسنگرد می باشد. میانگین سالانه درجه حرارت ۲۴/۵۳ درجه سانتیگراد، بارندگی ۲۶۱/۶ میلیمتر و رطوبت نسبی ۵۰/۶۴ درصد می باشد. براساس آمار هواشناسی و نقشه رژیمهای حرارتی و رطوبتی خاک ایران، رژیم حرارتی خاک منطقه هایپرترمیک و رژیم رطوبتی خاک یوستیک می باشد. منبع آب مورد استفاده جهت آبشویی رودخانه هوفل بوده که آنالیز آن طبق دیاگرام ویل کوکس در کلاسC3-S1 قرار می گیرد که از نظر کیفیت، آبی متوسط محسوب می شود. نسبت جذب سدیم(SAR) این آب پایین بوده و اثر منفی بر ساختمان خاک ندارد.
در ابتدا در منطقه مطالعه خاکشناسی صورت گرفته و براساس کلاس شوری و سدیمی، بافت و سری خاک منطقه، موقعیت ایستگاههای آبشویی جهت انجام آزمون آبشویی انتخاب شدند. در همه ایستگاه های A، B و C آبشویی به صورت پیوسته انجام گرفت.

نحوه اجرای آزمون شوری و سدیم زدایی

جهت اجرای آزمون آبشویی به روش غرقابی، در هر ایستگاه هشت کرت به ابعاد ۱×۱ متر با پشته های از خاکهای مجاور و با فاصله یک متر از یکدیگر ایجاد نموده و دیواره های کرت ها کاملا کوبیده و به وسیله پلاستیک پوشانیده و از هم مجزا شدند. در مرحله اول به همه کرت ها ۲۵ سانتیمتر آب افزوده شد و روی کرت ها با پلاستیک پوشانده شد تا از تبخیر سطحی جلوگیری شود. پس از نفوذ کامل آب به درون کرت ها و امکان نمونه برداری خاک، نمونه برداری از کرت اول به وسیله مته در شش عمق ۲۵ سانتیمتری از۰ تا ۱۵۰ سانتیمتری انجام گردید. به کرت های باقیمانده ۲۵ سانتیمتر آب افزوده و پس از نفوذ کامل آب در خاک، نمونه برداری از کرت دوم نیز به همان ترتیب انجام شد و این کرت نیز حذف گردید. این عمل تا افزودن۱۷۵ سانتیمتر آب به کرتهای بعدی ادامه یافت.در این روش، کرت ها تا پایان آزمایش همیشه پرآب بودند. نمونه های خاک از پروفیل های شاهد و ایستگاه های آبشویی در حین اجرای آزمون، در کیسه های نایلونی به آزمایشگاه منتقل شده و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها بر اساس روشهای استاندارد ارائه شده از سوی موسسه خاک و آب اندازه گیری گردید.

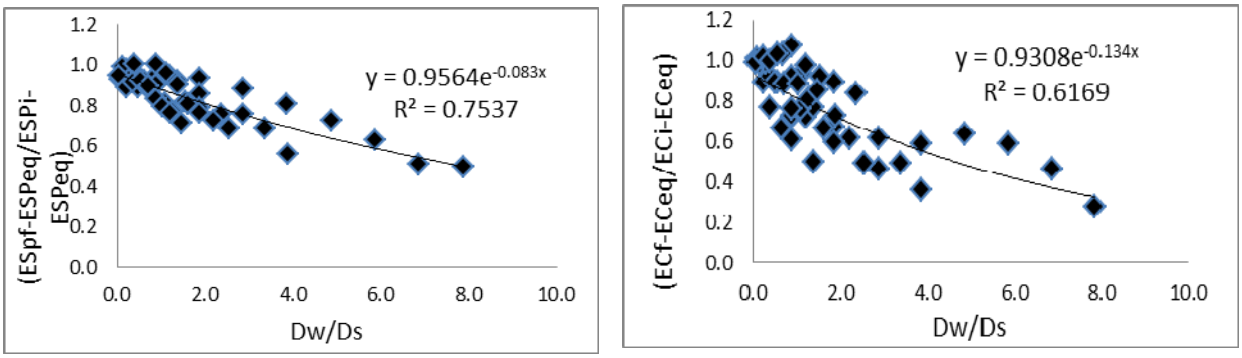
نتایج و بحث

مطالعات خاکشناسی منطقه، تشکیل لایه سخت ناشی از پراکنش سدیم در این اراضی را در اثر آبشویی لایه سطحی خاک نشان داد. این فرآیند در طی دوره های متمادی استفاده از آبهای با کیفیت مناسب و یا بارندگی و کاهش غلظت الکترولیت خاک با وجود وفور یون سدیم رخ داده است. چنین نتایجی توسط اسپوزیتو نیز گزارش شده است(Sposito,2008). با کشت برنج در طول تابستان و گلخراب کردن ساختمان خاک به دلیل نیاز به کاهش نفوذ عمقی، وقوع این پدیده تشدید شده است.
در ایستگاهA، آزمون آبشویی به روش پیوسته صورت گرفته و طول دوره اجرای آزمون در این ایستگاه ۲۵ روز بود. در این ایستگاه بافت خاک تا عمق ۷۵ سانتیمتری لوم سیلتی (SiL) است. بررسی منحنی های شوری و سدیم زدایی این خاک نشان می دهد که تا عمق ۷۵ سانتیمتری از سطح خاک، شستشوی املاح قابل توجه بوده و با استفاده از ۱۰۰ درصد آب آبشویی، کلاس شوری خاک از S_4 به S_2 و کلاس سدیمی از A_4 به A_2کاهش یافته است. همچنین با انجام آزمون آبشویی در این ایستگاه، کاهش بیشتری در EC خاک نسبت به ESP خاک مشاهده شده است.



شکل (۱): منحنی شوری و سدیم زدایی در ایستگاهA

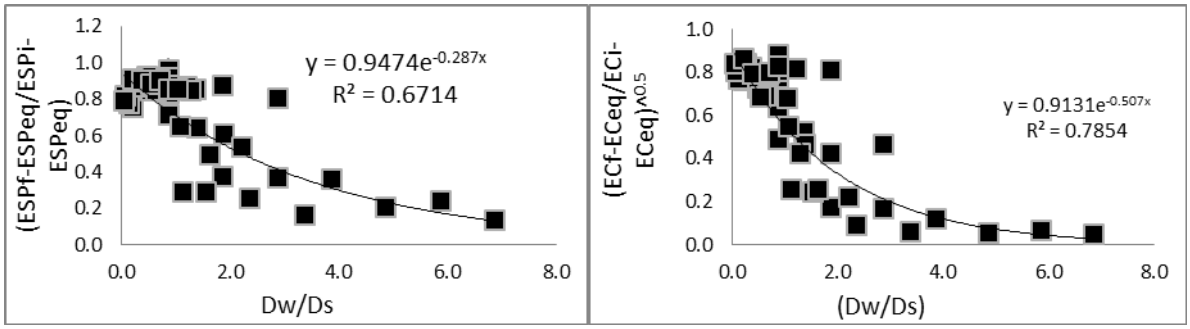
در ایستگاه B نیز آزمون آبشویی به روش پیوسته انجام شده که زمان اجرای آزمون در این ایستگاه ۳۰ روز بود. بافت خاک در این ایستگاه تا عمق ۱۵۰ سانتیمتری، خیلی سنگین (SiC) می باشد. نتایج آبشویی در این ایستگاه نشان می دهد که تاثیر آبشویی در شستشوی املاح خاک در لایه سطحی خاک تا عمق ۵۰ سانتیمتری قابل ملاحظه بوده و کلاس شوری از S4 به S2 کاهش یافته است. اما از این عمق به پایین، نتایج آبشویی چندان قابل توجه نمی باشد.ESP و SAR پس از آبشویی شرایط مشابهی داشته و عمده کاهش در عمق ۵۰ سانتیمتری از سطح خاک مشاهده شده است. همچنین بررسی دو منحنی نشان می دهد که کاهش EC وESP خاک در اعماق سطحی بیشتر می باشد. از سوی دیگر بررسی دو منحنی شوری و سدیم زدایی و ضرائب منحنی های آنها در ایستگاه هایA و B نشان می دهد که شستشوی املاح محلول در ایستگاه A با سرعت بیشتر و به نحو موثرتری صورت گرفته است. بررسی شرایط آبشویی در دو ایستگاه نشان می دهد که با توجه به بافت سنگین تر خاک در ایستگاه B، نسبت به ایستگاه A اثر پراکنش سدیمی خاک مشهودتر بوده است. لذا با میزان معین آب آبشویی، املاح کمتری نسبت به شوری اولیه، شستشو شده و نیاز به طول دوره بیشتر برای آبشویی دارد.



شکل (۲): منحنی شوری و سدیم زدایی در ایستگاهB

در ایستگاه C نیز آزمون آبشویی به روش پیوسته و طول مدت اجرای آزمون در این ایستگاه ۲۰ روز بوده است. بافت خاک در این ایستگاه تا عمق ۱۲۵ سانتیمتری سطح خاک متوسط(SiL) و در انتهای پروفیل خاک دارای لایه های سنگینتر (SiCL) می باشد. بررسی نتایج نشان می دهد تا عمق۱۰۰ سانتیمتری سطح خاک، شستشوی املاح قابل ملاحظه بوده و با استفاده از ۱۰۰ درصد آب آبشویی، کلاس شوری از S4 به S2 و درصد سدیم تبادلی خاک ازA4 به A2 تا عمق ۱۰۰ سانتیمتری تقلیل یافته است. مقایسه ضرائب منحنی های شوری و سدیم زدایی در این ایستگاه با دو ایستگاه A و B نشان می دهد که با مصرف عمق آب آبشویی معین، در این ایستگاه راندمان آبشویی بیشتر بوده است. با توجه به اینکه در بین ایستگاه هایی که آبشویی به روش غرقاب انجام شده، ایستگاه C سبکترین بافت را داشته و به واسطه میزان رس کمتر و سایر شرایط احتمالی، اثر پراکنش سدیمی بر ضریب آبگذری سطحی خاک کمتر بوده است. لذا بر اساس قانون پوازوی، املاح محلول خاک با سرعت بیشتری خارج می شوند (Qureshi

(et al. 2007. در این ایستگاه به دلیل بافت سبکتر و نفوذپذیری سریعتر، طول دوره آبشویی نسبت به ایستگاه های دیگر کمتر می باشد.



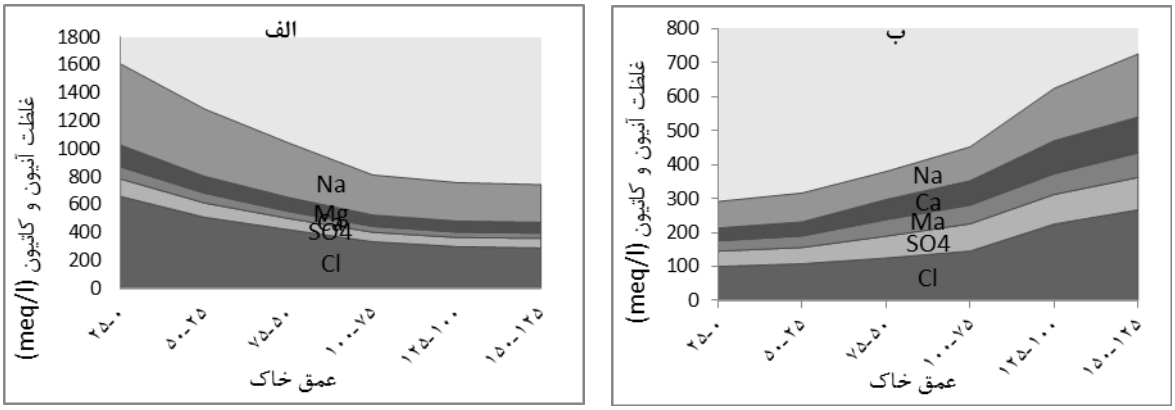
شکل (۳): منحنی شوری و سدیم زدایی در ایستگاه C

مقایسه درصد املاح محلول و سدیم تبادلی باقیمانده روشن می سازد که در میان ایستگاه های آبشویی، ایستگاه C بیشترین شستشوی املاح را داشته است. در جدول (۱) مقایسه درصد املاح محلول و سدیم تبادلی باقیمانده نشان داده شده است.

	ایستگاه	۰-۲۵	۰-۵۰	۰-۷۵	۰-۱۰۰	۰-۱۲۵	۰-۱۵۰	میانگین
EC باقیمانده (%)	A	۱۷/۹	۲۰/۵	۲۴/۷	۳۵/۱	۴۱/۲	۴۲/۱	۳۰/۲
EC باقیمانده (%)	B	۲۵/۱	۲۷/۶	۳۳/۲	۳۸/۷	۴۴/۳	۴۸/۶	۳۶/۲
EC باقیمانده (%)	C	۱۰/۱	۱۲/۶	۱۵/۸	۱۵/۰	۲۴/۳	۲۸/۵	۱۷/۷
ESP باقیمانده (%)	A	۳۱/۲	۳۳/۳	۳۳/۸	۴۱/۳	۴۲/۱	۴۴/۶	۳۷/۷
ESP باقیمانده (%)	B	۳۳/۸	۳۵/۷	۴۳/۵	۴۴/۴	۵۰/۱	۵۵/۱	۴۲/۸
ESP باقیمانده (%)	C	۲۲/۹	۲۵/۵	۲۷/۱	۲۸/۴	۴۲/۳	۴۸/۸	۳۲/۳

جدول(۱): مقایسه درصد املاح محلول و سدیم تبادلی باقیمانده در ایستگاه های آبشویی

بررسی نتایج آنالیز خاک قبل و بعد از آبشویی در این ایستگاه نشان می دهد که کاتیون های غالب سدیم، منیزیم و آنیون های غالب کلر و سولفات می باشند. با وجود غالب بودن میزان یون منیزیم نسبت به کلسیم در خاک قبل از آبشویی، نتایج نشان می دهد که پس از آبشویی غلظت یون منیزیم کاهش چشمگیری داشته است. همچنین کاهش یون سدیم خاک پس از آبشویی قابل ملاحظه بود. رخداد این امر به سری لیوتروپی عناصر در خاک مربوط می گردد. بر اساس سری لیوتروپی جذب کاتیونها روی سطوح تبادلی، ذرات خاک به جذب Ca^{2+} نسبت به Mg^{2+} و یا Na تمایل بیشتری دارد(Sposito, 2008). در شکل (۴) غلظت آنیون ها و کاتیون ها قبل و بعد از آبشویی نشان داده شده است.



شکل (۴): غلظت آنیون ها و کاتیون ها قبل از آبشویی، ب- غلظت آنیون ها و کاتیون ها پس از آبشویی

نتایج آنالیز خاک و آب حاکی از وجود گچ کافی در خاک و کلسیم و منیزیم در آب آبشویی (آب هوفل) می باشد لذا شرایطی ایجاد می شود که در فرآیند آبشویی، ساختمان خاک حفظ شده و از نظر شیمیایی خاک دچار پدیده گلخرابی و انتشار رس نشود. وجود گچ همراه با کلسیم و منیزیم در آب آبشویی سبب شده است که نیازی به اضافه کردن مواد اصلاح کننده نظیر گچ، اسید سولفوریک و اسید کلریدریک به این خاکها نبوده و کاربرد مواد اصلاح کننده و یا عدم کاربرد آنها در خصوص شوری و سدیم زدایی این خاک ها تفاوت قابل ملاحظه نداشته باشد.

نتیجه گیری و پیشنهادات:

- نتایج آنالیز خاک نشان داد که عمده کاتیون ها سدیم و منیزیم و آنیون ها کلر و سولفات می باشد که بعلت حلالیت بالای این یون ها و به ترتیبی که در سری لیوتروپی آمده است به آسانی آبشویی شده و از پروفیل خاک خارج می شوند.
- بررسی نتایج آبشویی نشان داد که در ایستگاه C که فاقد سخت لایه بوده و بافت سبکی نیز دارد، بازده آبشویی بیشتر بوده است و با بکارگیری ۱۰۰ درصد آب آبشویی املاح به طور قابل ملاحظه ای آبشویی شده و تا عمق ۱۰۰ سانتیمتری کلاس شوری از S4 به S2 تقلیل یافته است. اما در ایستگاه B با نفوذپذیری کم و بافت سنگین، تاثیر آبشویی در شستشوی املاح تا کمترین عمق بوده و با بکارگیری ۱۰۰ درصد آب آبشوییتنها تا عمق ۵۰ سانتیمتریاز سطح خاک، کلاس شوری از S4 به S2 کاهش یافته است. به عبارتی وجود سخت لایه سبب کاهش راندمان آبشویی، کاهش عمق اثر بخشی آبشویی و افزایش زمان آبشویی شده است.
- در استفاده از نتایج مطالعه خاکشناسی برای آبشویی، لازم است که از نتایج مربوط به ویژگی ها و ضخامت افق ها و لایه های خاک برای عملیات آبشویی استفاده شود.
- در صورت تائید وجود گچ و املاح کلسیم و منیزیم در خاک و آب آبشویی در مطالعات خاکشناسی، نیازی به ماده اصلاح کننده در آبشویی نیست.
- در صورتیکه برای انجام عملیات آبشویی محدودیت منابع آب وجود داشته باشد توصیه می شود که آبشویی به روش متناوب انجام شود. اگر از لحاظ مدت زمان اجرای عملیات و یا شرایط اقلیمی همچون تبخیر زیاد مشکلی وجود داشته باشد توصیه می شود که از روش آبشویی غرقاب استفاده شود.

- به علت کاهش نفوذپذیری خاکهای متاثر از وجود لایه متراکم سدیمی در سطح و قابلیت آبگذری عمقی پایین، انتظار می رود محدودیتهایی از نظر خارج شدن زه آب از خاک پیش آید لذا احداث زهکش زیرزمینی در این اراضی امری ضروری می باشد تا از یک سو آبشویی املاح به نحو موثر انجام گیرد و از سوی دیگر با کنترل سطح ایستابی مانع از شوری مجدد اراضی شود.
- در اصلاح اراضی با نفوذپذیری کم، طول دوره عملیات آبشویی از اهمیت بیشتری برخوردار بوده و لازم است زمان آبشویی در نظر گرفته شده برای اصلاح اراضی، متناسب با نفوذ آب در خاک باشد.

تقدیر و تشکر

با تشکر از دفتر تحقیقات آب و برق خوزستان

منابع:

۱. افیونی، م.، ر. مجتبی پور.، ف. نوربخش . ۱۳۷۶. خاک های شور و سدیمی و اصلاح آن. چاپ اول. انتشارات ارکان اصفهان.
۲. برزگر، ع. ۱۳۷۹ . خاکهای شور و سدیمی: شناخت و بهره وری. انتشارات دانشگاه چمران.
۳. پذیرا، ا. ۱۳۶۷. روش عملی آبشویی متناوب خاک های شور و قلیا منطقه شاوور خوزستان. مجموعه مقالات خاک و آب . شماره ۲ . سال ۴. انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب . تهران.
۴. جعفری، س.، ع، ناصری و ب، چحیلی. ۱۳۷۹. بررسی اثر زیر شکنی بر اصلاح اراضی شور و سدیمی خوزستان. (داده های منتشر نشده) مرکز تحقیقات نیشکرخوزستان.
۵. رحیمی، ح و ح. احمد نژاد. ۱۳۸۴. بررسی اثرات آبشویی در کاهش شوری و سدیمی قسمتی از اراضی بجستان. مجله پژوهش و سازندگی. شماره ۶۶.
۶. عظیم زاده، ح و ش. حاج رسولیها. ۱۳۸۰. مطالعه و بررسی تاثیر آبشویی اولیه و آبیاری در روند شوری زدایی خاکهای شور و سدیمی همگام با کشت گندم در مزرعه. مجموعه مقالات هفتمین کنگره علوم خاک ایران. چاپ اول. انتشارات دانشگاه شهرکرد.
۷. محمدی، ج. ۱۳۷۰ . مقایسه دو روش آبشویی در خاک های شور و قلیا واقع در منطقه رودشت اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه صنعتی اصفهان.
8. Qureshi, A. S., M. Qadir., N. Heydari., H. Turral., and A. Javadi. 2007. A review of management strategies for salt-prone land and water resources in Iran. Colombo, Sri Lanka. Internatinal water management institute. 30p. IWMI working paper 125.
9. Sposito, G. 2008. The chemistry of soils. Oxford University. Second Edition.