

بررسی تغییرات غلظت کلر در اثر آبشویی با و بدون ماده اصلاح کننده در خاکهای اراضی شاوور استان خوزستان

پیوند پاپن

کارشناس ارشد خاکشناسی، سازمان آب و برق خوزستان، Payvand_p2006@yahoo.com

محمد الباجی

دکتری آبیاری دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران (m-albaji@yahoo.com)

نگین پارسایی

کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه شهید چمران اهواز parsaei_negin@yahoo.com

اشرف مکوندی

کارشناس مسئول سازمان آب و برق خوزستان

چکیده

خاک محیطی پویا و غیرهمگن می‌باشد. خصوصیات خاک به طور پیوسته در زمان و مکان در حال تغییر می‌باشد شور شدن خاک فرآیندی است که طی آن تجمع املاح محلول در قشر سطحی خاک به حدی رسیده است که در اثر آن، لایه سطحی پتانسیل خود را به عنوان محل رشد و نمو گیاه از دست می‌دهد. تجمع نمک در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک دنیا یکی از مسائل مهم کشاورزی است که به طور گسترده‌ای بر تولید محصولات زراعی تأثیر می‌گذارد. وجود املاح محلول در منطقه رشد ریشه، باعث کاهش پتانسیل اسمزی محلول خاک و در نتیجه کاهش جذب آب توسط گیاه می‌گردد و حتی در برخی موارد باعث سمیت نیز می‌شود. با توجه به این که استان خوزستان در منطقه خشک و نیمه خشک قرار دارد و یکی از مشکلات عمده این منطقه شوری خاک است. تحقیق حاضر به بررسی نقش آبشویی، بر روند تغییرات غلظت کلر در لایه‌های خاک می‌پردازد. آزمایش آبشویی در چهار منطقه با چهار تیمار، تیمار اول ۲۵ سانتی‌متر، تیمار دوم ۵۰ سانتی‌متر، تیمار سوم ۷۵ سانتی‌متر و تیمار چهارم ۱۰۰ سانتی‌متر آب و چهار تکرار تا عمق ۱۵۰ سانتی‌متر خاک در کرت‌های ۱×۱ متر انجام گرفت. در طول مدت آزمایش، تغییرات غلظت کلر در عمق‌های مختلف خاک و با تیمارهای آب اندازه‌گیری شد و مورد تحلیل و بررسی قرار داده شد.

کلمات کلیدی: غلظت، کلراید، شمال خوزستان

مقدمه

مطالعات انتقال املاح در خاک از دیدگاه خاکشناسی، آلودگی آب‌های زیرزمینی، شوری خاک، حاصلخیزی خاک و آلودگی خاک به فلزات سمی و فلزات سنگین حائز اهمیت می‌باشد عامل اصلی انتقال املاح در خاک حرکت آب و رطوبت در خاک می‌باشد و هر عامل تأثیرگذار بر سرعت و روند انتقال آب در سرنوشت املاح در خاک نیز مؤثر می‌باشد. در کشور ما ایران نیز به علت شرایط آب و هوایی و موقعیت جغرافیایی خاص اراضی شور و قلیا در سطح وسیع یافت می‌شود، اغلب خاک‌های شور کشور در اثر شوری آب زیرزمینی که در عمق کمتر از ۲ متر قرار دارد حاصل شده است. توسعه روز افزون و اجباری آبیاری نیز

در یک صد سال اخیر باعث شده است که مقادیر زیادی املاح از این طریق وارد خاک شده و در برخی مناطق باعث بالا آمدن سطح آب زیرزمینی و ماندابی شدن اراضی و در نهایت شور شدن خاک گردد. یکی از مناطقی که این مسأله در آن وجود دارد استان خوزستان است. که این موضوع بررسی پدیده انتقال املاح را در این منطقه ضروری می‌نماید املاح مختلف به طور طبیعی در خاک‌ها بسته به ماده مادری خاک و تأثیر عوامل بیرونی در نسبت‌های متفاوت و متغیر وجود دارند. آب باران دارای ناخالصی‌های مختلف از نظر املاح می‌باشد. آب آبیاری و آب‌های سطحی وارد شده به خاک املاح گوناگون را وارد خاک می‌کنند. بسیاری از کودهای آلی، کودهای بیولوژیکی و شیمیایی که به منظور اصلاح خاک مصرف می‌شوند به همراه سموم دفع آفات و حشره‌کش‌ها و بسیاری از ترکیبات زائد و ناخواسته حاصل از فعالیت بشر اعم از ترکیبات جامد، مایع و گاز حجم قابل توجهی از املاح را وارد خاک می‌کند (آلن همکاران (۱۹۹۹) و جارویز و همکاران (۱۹۹۱)).

خاک یک بیوسیستم چند فازی شامل فازهای جامد، مایع و گاز می‌باشد. آب و املاح پس از ورود با خاک در تعادل و واکنش با فازهای مخالف خاک قرار دارند. مطالعه کامل و دقیق سرنوشت آب و املاح پس از ورود به خاک مستلزم شناخت دقیق و در نظر گرفتن تمام فرآیندهای تأثیرگذار بر آب و املاح در خاک می‌باشد. املاح در خاک به فرم محلول، جامد و گاز در فازهای مختلف قرار دارند. املاح ممکن است در اثر آب آبیاری، بارندگی، ته نشین‌های اتمسفری و یا همراه کودها و سموم کاربردی وارد خاک گردند. املاح پس از ورود به فاز محلول خاک همراه با فاز محلول در خاک جابجا می‌شوند. املاح در فاز محلول خاک توسط فرآیندهای حل و رسوب و یا واکنش‌های جذب و واجذب در تعادل با فاز جامد خاک قرار دارند. تعادل بین فاز محلول و جامد خاک با فاز گاز بسیار پیچیده و بسته به ویژگی‌های خاک متفاوت می‌باشد. انتقال کلراید به عنوان یونی که جذب سطحی نمی‌شود و همچنین یک نمک غیر واکنشی می‌باشد بیشتر مورد توجه قرار گرفته است در این مطالعه با استفاده از اطلاعات چهار ایستگاه با سری متفاوت خاک اراضی منطقه شاور، به منظور کاهش شوری و قلیائیت مورد آبخوبی قرار داده شدند سپس غلظت کلراید در چهار دور آبخوبی با و بدون کاربرد اسید سولفوریک و در پنج عمق خاک تعیین شدند و مورد بررسی قرار داده شدند.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه در ۴۰ کیلومتری شمال اهواز و در مسیر جاده اهواز- هفت تپه قرار دارد. و از نظر موقعیت جغرافیایی در ۴۸ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه و ۴۰ ثانیه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۳۷ دقیقه و ۳۰ ثانیه تا ۳۲ درجه و ۳ دقیقه و ۳۰ ثانیه عرض شمالی واقع گردیده و ۷۷۷۰۶/۳ هکتار مساحت دارد. در ایستگاه سینوپتیک اهواز میانگین درجه حرارت سالانه هوا ۲۵/۶ درجه سانتیگراد و میانگین بارندگی سالانه ۲۳۳/۷ میلیمتر می‌باشد. بر اساس آمار ۳۸ ساله ایستگاه هواشناسی سینوپتیک اهواز و همچنین نقشه رژیم‌های حرارتی و رطوبتی خاک ایران رژیم حرارتی خاک منطقه Hyperthermic و رژیم رطوبتی Xeric Tempustic می‌باشد.

آزمون‌های شوری و سدیم زدایی با و بدون کاربرد ماده اصلاح کننده

برای انجام این آزمون قطعه زمینی یکنواخت با کلاس شوری و قلیائیت و سری خاک مربوطه انتخاب گردید و سپس ۸ کرت به ابعاد ۱×۱ متر با پشته‌هایی از خاک‌های مجاور و با فاصله یک متر از یکدیگر ایجاد نموده و دیواره‌های کرت‌ها کاملاً کوبیده و به وسیله پلاستیک پوشانیده شد. در چهار کرت قبل از افزودن آب آبخوبی مقدار اسید سولفوریک مورد نیاز در سطح کرت‌ها پخش و با خاک مخلوط گردید، سپس در همه کرت‌ها ۱۰۰ سانتی متر آب در چهار تناوب مصرف شد و نمونه‌برداری از کرت‌ها بعد از افزودن ۲۵ سانتیمتر آب صورت گرفت. بعد از نوبت چهارم آبخوبی نمونه خاک تعادلی نیز از عمق ۵-۰ سانتیمتری خاک از کرت‌های مربوطه به منظور اندازه گیری EC و ESP تهیه و به آزمایشگاه ارسال شد. قبل از شروع آبخوبی به منظور تعیین میزان املاح از محلی نزدیک به کرت‌ها نمونه خاک شاهد از اعماق ۲۵-۰ ، ۵۰-۲۵ ، ۷۵-۵۰ ، ۱۰۰-۷۵ ، ۱۲۵-۱۰۰ و ۱۵۰-۱۲۵ سانتی متری تهیه گردید.

مشخصات شیمیایی آب قبل از انجام آزمایش در جدول ۱ آمده است. در دور اول به هر کدام از کرت‌ها ۲۵ سانتی‌متر یا ۲۵۰ لیتر آب اضافه و به طور تصادفی از هر کدام از تکرارها یک کرت انتخاب گردید، پس از خروج آب ثقی از عمق ۲۵ سانتی‌متری با استفاده از اگر اقدام به نمونه برداری گردید. کرت‌های نمونه‌برداری شده از دور آزمایش حذف، ۲۵۰ لیتر آب دیگر به کرت‌های باقی‌مانده اضافه شده و پس از خروج آب ثقی از هر کدام از تکرارها به طور تصادفی از عمق ۵۰ سانتی‌متری اقدام به نمونه برداری گردید. به همین ترتیب تا عمق ۱۵۰ سانتی‌متر خاک و آب کاربردی تا میزان ۱۰۰ سانتی‌متر اقدام به آب شویی و نمونه‌برداری نموده و نمونه‌ها پس از خشک شدن در هوای آزاد به آزمایشگاه جهت اندازه‌گیری هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک، اسیدیته، گچ و آهک، ظرفیت تبادل کاتیونی، میزان سدیم قابل تعویض کاتیون‌ها و آنیون‌های محلول عصاره اشباع خاک، سدیم و در نهایت برآورد درصد سدیم تبدالی خاک ارسال شدند. اسید به منظور جلوگیری از قلیایی شدن خاک و شستشوی سدیم اضافه می‌گردد که در منطقه اول در یک تیمار به مقدار پنج تن در هکتار اسید سولفوریک غلیظ اضافه شد. بدین ترتیب به هر کدام از کرت‌ها که به ابعاد ۱×۱ متر می‌باشند ۰/۲۷ لیتر اسید اضافه گردید. در ضمن برای محاسبه مقدار اسید سولفوریک در این آزمون‌ها از فرمول زیر استفاده شد :

$$A = \frac{(ESP_i - ESP_f) \times CEC \times B.D \times 8.61 \times D_i \times 0.61}{100}$$

A مقدار اسید سولفوریک مورد نیاز بر حسب تن در هکتار، ESP_i درصد سدیم تبدالی اولیه خاک، ESP_f درصد سدیم تبدالی نهایی خاک (این مقدار ۱۰ در نظر گرفته شد زیرا در این میزان گسیختگی خاکدانه‌ها مشهود نمی‌باشد)، CEC ظرفیت تبادل کاتیونی بر حسب میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم خاک خشک، B.D وزن مخصوص ظاهری خاک بر حسب تن بر متر مکعب، B.D وزن مخصوص ظاهری خاک بر حسب تن بر متر مکعب و D_i ضخامت لایه خاک بر حسب متر.

ویژگی‌های آب آبیاری

آب مورد استفاده به منظور آبیاری رودخانه شاوور بود، که بخش عمده‌ای از احتیاجات آبی منطقه را تأمین می‌کند.

جدول ۱- مشخصات کیفیت آب آبیاری

SAR	Na ⁺ (meq/l)	Ca ²⁺ +Mg ²⁺ (meq/l)	pH	EC (μmohs/cm)	تاریخ نمونه برداری
۳/۱۶	۴/۹	۴/۸	۷/۴۰	۸۹۸	۱۳۸۵/۱۲/۱۸

آب رودخانه شاوور طبق دیاگرام ویل کوکس در کلاس S1-C3 قرار می‌گیرد، که از نظر کیفیت آبی متوسط محسوب می‌شود. ولی نکته قابل توجه اینکه اولاً نسبت جذب سدیم (قلیائیت) این آب پایین است و ثانیاً در مجموع کاتیون‌های آب میزان کاتیون سدیم محلول که می‌تواند تأثیر منفی بر خاک بجای بگذارد زیاد نیست، ضمن اینکه میزان کلراید محلول نیز نسبت به کل آنیون‌های محلول کم است و ۲۲/۸ درصد می‌باشد. بنابراین استفاده از آب رودخانه شاوور برای انجام مطالعات آبیاری و اصلاح اراضی توصیه می‌شود. در این مطالعه چهار ایستگاه با سری‌های متفاوت خاک مورد بررسی قرار گرفت، این ایستگاه‌ها به منظور کاهش شوری و قلیائیت با و بدون کاربرد اسید آبیاری شدند. ایستگاه ۵ و ۷ دارای سری خاک یکسان اما شماره فاز متفاوت می‌باشند.

۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی پروفیل خاک‌های مورد مطالعه ایستگاه ۵

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک مورد مطالعه ایستگاه ۵

عمق خاک (cm)				پارامتر
۸۰-۱۵۰	۵۰-۸۰	۳۰-۵۰	۰-۳۰	
۱۷	۱۹	۱۸	۱۷	شن (%)
۳۳	۳۴	۳۱	۲۹	رس (%)
۵۰	۴۷	۵۱	۵۴	سیلت (%)
۱/۵۳	۱/۵۴	۱/۵	۱/۴۹	وزن مخصوص ظاهری (gr/cm ³)
۲۲/۶۳	۲۳/۰۲	۲۲/۰۱	۲۱/۶۱	رطوبت ظرفیت زراعی (%)
۱۱/۳۴	۱۱/۴۱	۱۱/۰۸	۱۰/۷۸	رطوبت پژمردگی دائم (%)
۰/۱۸۸	۰/۳۵۶	۰/۳۹۴	۰/۷۳۱	کربن آلی (%)
۳۸/۵۹	۲۹/۰۵	۱۳/۴۴	۱۰/۲۹	EC (dS/m)
۷/۹۸	۷/۹۸	۷/۹۷	۷/۷۵	pH
۳۳/۱۴	۳۰/۹۱	۲۰/۹	۱۸/۷۴	SAR(Ratio)

ایستگاه شماره ۵ با سری خاک سید حسن و شماره فاز ۱۰/۲ دارای کلاس شوری و قلیائیت S3A3 می‌باشد. طبق جدول ۲ بافت خاک در محل آزمون سنگین و تا عمق ۱۵۰ سانتی متری لوم رسی سیلت می‌باشد. دامنه تغییرات وزن مخصوص ظاهری خاک بین ۱/۴۹ و ۱/۵۴ گرم بر سانتی متر مکعب بود، کمترین میزان وزن مخصوص ظاهری در عمق ۰-۳۰ و بیشترین آن در عمق ۵۰-۸۰ سانتی متری مشاهده شد. میانگین درصد رطوبت وزنی در پروفیل خاک در حد ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم به ترتیب ۲۲/۳۲ و ۱۱/۱۵ و کیفیت شیمیایی خاک تا عمق ۱۵۰ سانتیمتری شور و به میزان نسبتاً زیادی سدیمی می‌باشد، میزان شوری با افزایش عمق افزایش می‌یابد. کربن آلی در محدوده ۰/۷۳۱ و ۰/۱۸۸ تغییر می‌کند و بیشترین میزان کربن آلی در عمق ۰-۳۰ مشاهده شد. pH خاک بین ۷/۷۵ تا ۷/۹۸ در لایه های مختلف خاک تغییر می‌کند.

۲- خصوصیات خاک مورد مطالعه ایستگاه ۷

ایستگاه شماره ۷ با سری خاک سیدحسن ، شماره فاز ۱۰/۱، کلاس شوری و قلیائیت S4A3 دارای ویژگی‌های مشابه ایستگاه ۵ می‌باشد. تفاوت عمده این که شوری در این ایستگاه بیشتر می‌باشد.

جدول ۳- خصوصیات شیمیایی خاک مورد مطالعه ایستگاه ۷

عمق خاک (cm)				
پارامتر	۰-۳۰	۳۰-۵۰	۵۰-۸۰	۸۰-۱۵۰
EC (dS/m)	۷۱/۸۰	۳۸/۵۴	۲۲/۵۹	۱۹/۹۴
pH	۷/۸	۷/۷۵	۷/۷۱	۷/۷۷
SAR(Ratio)	۳۵/۵۲	۳۱/۹۹	۱۸/۵۸	۱۷/۱۹

کیفیت شیمیایی خاک تا عمق ۱۵۰ سانتیمتری بسیار شور و به میزان نسبتاً زیادی سدیمی می‌باشد. میزان شوری با افزایش عمق کاهش می‌یابد. pH خاک بین ۷/۷۱ تا ۷/۸۰ در لایه‌های مختلف خاک تغییر می‌کند.

۳- خصوصیات خاک مورد مطالعه ایستگاه ۴

جدول ۴- خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک مورد مطالعه ایستگاه ۴

عمق خاک (cm)				
پارامتر	۰-۳۰	۳۰-۵۰	۵۰-۸۰	۸۰-۱۵۰
شن (%)	۳۱	۱۸	۱۹	۱۹
رس (%)	۱۸	۳۰	۲۹	۲۸
سیلت (%)	۵۱	۵۲	۵۲	۵۳
وزن مخصوص ظاهری (gr/cm^3)	۱/۴۸	۱/۵۲	۱/۵۲	۱/۵۰
رطوبت ظرفیت زراعی (%)	۱۸/۶۲	۲۱/۹۵	۲۱/۵۸	۲۱/۳۱
رطوبت پژمردگی دائم (%)	۹/۲۹	۱۰/۹۲	۱۰/۷۴	۱۰/۶۲
کربن آلی (%)	۰/۳	۰/۲۲۵	۰/۱۸۷	۰/۱۶۹
EC (dS/m)	۶۰/۷	۴۲/۳۲	۳۲/۹۵	۲۶/۰۱
pH	۸/۴۲	۸/۴۴	۸/۴۶	۸/۴۹
SAR	۴۴/۲	۲۸/۱۵	۲۴/۶۲	۲۰/۸۸

ایستگاه ۴ با سری خاک سید جاسم، شماره فاز ۱۲/۱ دارای کلاس شوری و قلیائیت S4A3 می‌باشد. بافت خاک در لایه ۲۵ - ۰ سانتیمتری متوسط (لومی سیلت) و در لایه ۱۵۰ - ۲۵ سانتیمتری سنگین (لوم رسی سیلت) می‌باشد که حاکی از سنگین بودن بافت خاک در محل آزمون است (جدول ۴). وزن مخصوص ظاهری خاک بین مقادیر ۱/۴۸ و ۱/۵۲ گرم بر سانتیمتر مکعب متغیر می‌باشد، در سطح خاک (عمق ۰-۲۰) وزن مخصوص ظاهری خاک کمترین می‌باشد. میانگین درصد رطوبت وزنی در پروفیل خاک در حد ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم به ترتیب ۲۰/۸۶ و ۱۰/۳۹ و کیفیت شیمیایی خاک تا عمق ۱۵۰ سانتیمتری بسیار شور و به میزان نسبتاً زیادی سدیمی می‌باشد و میزان شوری با افزایش عمق کاهش می‌یابد. pH خاک بین ۸/۴۲ تا ۸/۴۹ در لایه‌های مختلف خاک تغییر می‌کند.

۴- خصوصیات خاک مورد مطالعه ایستگاه ۸

جدول ۵- خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک مورد مطالعه ایستگاه ۸

عمق خاک (CM)				پارامتر
۸۰-۱۵۰	۵۰-۸۰	۳۰-۵۰	۰-۳۰	
۱۸	۱۹	۱۸	۲۶	شن (%)
۳۱	۲۹	۲۸	۲۲	رس (%)
۵۱	۵۲	۵۴	۵۲	سیلت (%)
۱/۵۰	۱/۴۹	۱/۴۷	۱/۴۱	وزن مخصوص ظاهری (gr/cm ³)
۲۲/۳۲	۲۱/۹۱	۲۱/۸۲	۱۹/۸۵	رطوبت ظرفیت زراعی (%)
۱۱/۲۳	۱۰/۷۸	۱۰/۸۷	۹/۷۱	رطوبت پژمردگی دائم (%)
۰/۱۵۰	۰/۱۸۷	۰/۲۲۵	۰/۲۶۲	کربن آلی (%)
۶/۸۷	۱۰/۱۸	۲۹/۶۸	۵۶/۸۴	EC (dS/m)
۸/۱۷	۸/۱۹	۸/۱۴	۸/۱۱	pH
۴/۵۵	۵/۱۳	۱۳/۶۵	۱۹/۰۵	SAR

ایستگاه ۸ با سری خاک سید کریم با شماره فاز ۱۱/۱ دارای کلاس شوری و قلیائیت S4A2 می‌باشد. طبق جدول ۵ بافت خاک در لایه ۲۵ - ۰ سانتیمتری متوسط (لومی سیلت) و در لایه های پایین تر سنگین (لوم رسی سیلت) است که نشان می‌دهد بافت خاک در محل اجرای این آزمون سنگین است. دامنه تغییرات وزن مخصوص ظاهری خاک بین ۱/۴۱ تا ۱/۵ گرم بر سانتیمتر مکعب متغیر می‌باشد. در این ایستگاه نیز کمترین میزان وزن مخصوص ظاهری در عمق ۰-۲۰ مشاهده شد. میانگین درصد رطوبت وزنی در پروفیل خاک در حد ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم به ترتیب ۲۱/۴۷ و ۱۰/۶۴ درصد و کیفیت شیمیایی خاک تا عمق ۵۰ سانتیمتر بسیار شور و در اعماق پایین تر شور است، میزان شوری با افزایش عمق کاهش می‌یابد. pH خاک بین ۸/۱۱ تا ۸/۱۹ در لایه های مختلف خاک تغییر می‌کند. در هر چهار ایستگاه مورد مطالعه یون های غالب عصاره اشباع خاک به ترتیب کاتیون‌های سدیم و منیزیم و کلسیم و آنیون‌های کلراید و سولفات است، یون کربنات در عصاره اشباع خاک گزارش نشده است بدین ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که املاح خاک را عمدتاً کلرور سدیم، سولفات سدیم و

کربنات های منیزیم و کلسیم تشکیل می دهند، همچنین میزان گچ در پروفیل خاک کم و آهک نیز به مقدار زیادی در پروفیل خاک مشاهده می شود.

نتیجه گیری

نتایج حاصل از آبشویی املاح: در هر چهار ایستگاه مورد مطالعه کاربرد یک متر آب آبشویی موجب شستشوی املاح و کاهش شوری با درجات متفاوت و در اعماق مختلف خاک شد، که این روند کاهش در اعماق فوقانی خاک مشهودتر بود. در ایستگاه های مورد مطالعه به جز ایستگاه ۵ کاهش شوری خاک دارای روند تقریباً یکنواختی بود. روند کاهش شوری در یک ایستگاه به عنوان نمونه در نمودار ۱ آورده شده است. مطابق نمودار ۱ بیشترین میزان کاهش شوری در لایه سطحی خاک (۲۵-۰ سانتیمتری)، در تمام دوره های آبشویی مشاهده شد. در عمق ۵۰-۲۵ سانتیمتری در اولین دور آبشویی شوری خاک افزایش یافت، که با ادامه روند آبشویی شاهد کاهش شوری خاک بودیم. در عمق ۷۵-۵۰ سانتیمتری به جز آخرین دور آبشویی و در نهایت در لایه های پایینی خاک (۱۵۰-۷۵ سانتیمتری) شوری خاک نیز افزایش یافت. در ایستگاه ۵ شوری خاک در عمق های مختلف و در دوره های متفاوت آبشویی، مگر در اولین دور آبشویی با کاربرد اسید و در عمق ۵۰-۲۵ سانتیمتری دارای روندی کاهش یافته بود. در ایستگاه های مورد مطالعه کاهش نسبت جذب سدیم (SAR) دارای روندی مشابه شوری خاک در طی آبشویی بود. کاهش شوری و شستشوی املاح در ایستگاه ۵ بیشتر و در ایستگاه ۴ کمتر بود. ایستگاه ۴ دارای بیشترین میزان در صد سدیم تبادلی (ESP) و (SAR) در بین ایستگاه ها بود، که اثرات تخریبی آن بر ساختمان و نفوذپذیری باعث کاهش آبشویی در این ایستگاه شد. در ایستگاه ۵ هر چند شوری خاک نسبت به سایر ایستگاه ها کمتر بود، اما نتایج حاصل از تشریح پروفیل خاک این ایستگاه نشان می دهد که در این ایستگاه نمک ها اغلب سدیمی هستند که به دلیل حلالیت بیشتر نسبت به نمک های کلسیمی و منیزیمی، روند حرکت و آبشویی املاح بهتر می باشد، علاوه بر این وجود کلسیم و ماده آلی بالا در این ایستگاه که باعث افزایش پایداری ساختمان خاک می شود (آتای آشتیان و همکاران (۱۹۹۶))، و به عنوان ماده اصلاح کننده عمل کرده و از اثرات تخریبی سدیم بر ساختمان خاک می کاهد. و در نهایت نفوذپذیری و حرکت املاح در این ایستگاه بهتر بود. با وجود اینکه ایستگاه ۷ و ۵ دارای سری یکسان و همچنین ویژگی های تقریباً مشابهی هستند اما در فرایند آبشویی روند یکسانی ندارند، افزایش شوری و ESP در ایستگاه ۷ کاهش هدایت هیدرولیکی و تخریب ساختمان خاک، و در نهایت کاهش حرکت و آبشویی املاح را به دنبال دارد. در مورد اثر شوری و سدیمی بر هدایت هیدرولیکی خاک ها در مزرعه اطلاعات بسیار کمی وجود دارد و بیش تر اطلاعات بر اساس نتایج آزمایشگاهی است. فرانکل و همکاران (۱۹۸۷) عنوان کردند که نفوذپذیری آب در خاک تحت تأثیر درصد سدیم تبادلی خاک و میزان غلظت املاح خاک می باشد. هر چه مقدار درصد سدیم تبادلی خاک بیشتر و غلظت املاح محلول کمتر باشد، ضریب آبگذری بیشتر کاهش می یابد. همچنین لووی و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که با افزایش ESP ضریب آبگذری آب در خاک کاهش می یابد. در ترکیب آنیون و کاتیون های خاک پس از آبشویی نیز تغییراتی حاصل شده است به طوری که پس از آبشویی آنیون های غالب در لایه های سطحی خاک به ترتیب سولفات و کلراید و کاتیون های غالب کلسیم، منیزیم و سدیم می باشد.

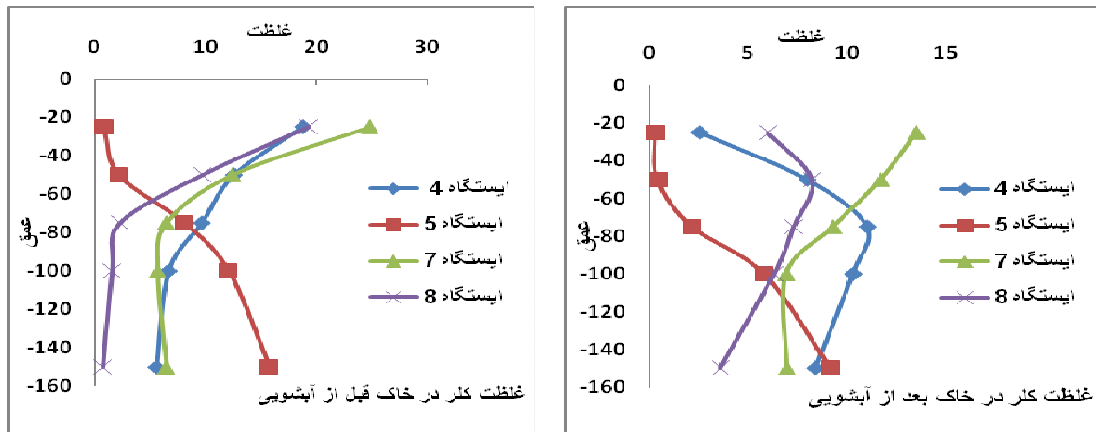
حرکت کلراید در خاک: کلراید آنیونی بسیار متحرک در خاک می باشد و فرآیندهای جذب و همچنین رسوب تأثیر چندانی بر غلظت و تحرک آن در خاک ندارد. به طور کلی آنیون های هالیدی از جمله کلراید به دلیل پتانسیل یونی بالایی که دارند کاملاً محلول می باشند (سیمونک و همکاران (۲۰۰۳)).

شکل ۱ غلظت کلراید را قبل و بعد از آبشویی در ایستگاه های مورد مطالعه نشان می دهد. غلظت کلراید در چهار دور آبشویی و در پنج عمق تعیین گردید. در ایستگاه های ۴، ۷ و ۸ غلظت کلراید دارای روندی یکنواخت بود، به طوری که با افزایش عمق غلظت کلراید کاهش یافت و بیشترین تجمع این آنیون در ۵۰ سانتیمتری سطح خاک بود.

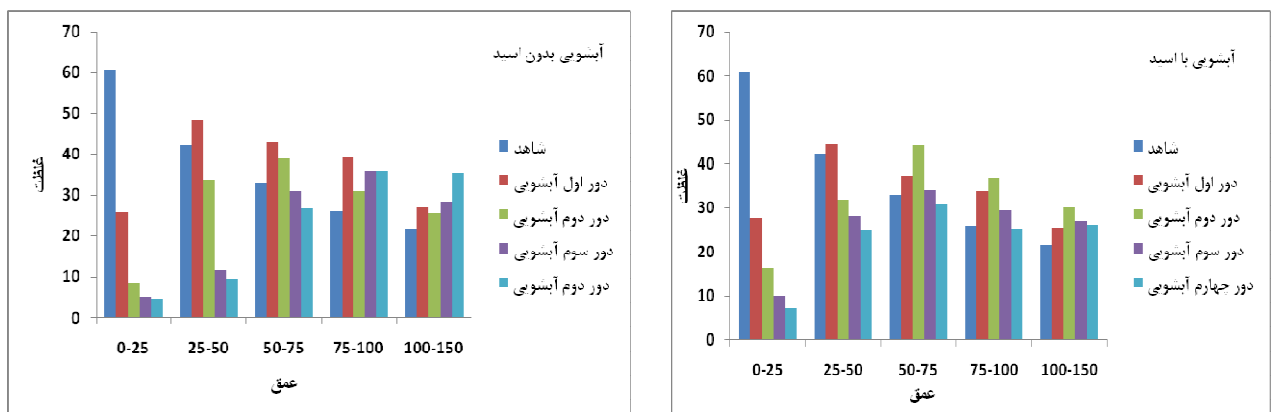
در ایستگاه ۵ غلظت کلراید دارای روندی متفاوت از سایر ایستگاه ها بود و با افزایش عمق غلظت آن افزایش می یافت، مطابق همان روندی که شوری خاک در این ایستگاه داشت.

بعد از آبخوبی با و بدون کاربرد اسید غلظت کلر به خصوص در عمق ۵۰-۰ سانتیمتری خاک کاهش یافت و در عمق‌های بیشتر از ۵۰ سانتیمتری خاک غلظت این آنیون افزایش یافت. در ایستگاه ۵ غلظت کلر از سطح به عمق کاهش می‌یابد. در هر چهار ایستگاه مورد مطالعه با افزایش دور آبخوبی غلظت کلر در عمق‌های مختلف کاسته می‌شود.

شکل ۱- غلظت کلراید قبل و بعد از آبخوبی در ایستگاه‌های مختلف



نمودار ۱- غلظت کلر در دوره‌های مختلف آبخوبی در تیمارهای با و بدون کاربرد اسید در ایستگاه



تقدیر و تشکر: در پایان نویسندگان این مقاله از سازمان آب و برق خوزستان و دفتر تحقیقات و استانداردهای شبکه‌های آبیاری و زهکشی تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

- عباسی، ف. ۱۳۸۶. فیزیک خاک پیشرفته. انتشارات دانشگاه تهران.
- عباسی، ف، تاجیک، ف. ۱۳۸۶. برآورد همزمان پارامترهای هیدرولیکی و انتقال املاح در خاک به روش حل معکوس در مقیاس مزرعه. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال یازدهم- شماره اول (الف) بهار ۱۳۸۶
- Allen, R.G. 1999. REF-Et, Reference Evapotranspiration Calculator Version Windows 1.0 University of Idaho Research and Extension Center, Kimberly, ID.61pp.

Frenkel ,H., Goertezen,J.O. and Rhoades, J.D.1978.Effect of clay type and content, exchangeable sodium percentage, and electrolyte concentration on clay dispersion and hydraulic conductivity . soil science society America Journal.42:32-39

Lundmark, A., Jansson, P. E. 2009.Generic soil description for modeling water and chloride dynamics in the unsaturated zone basedon Swedish soils.Geoderma 150:85-95.

Jarvis,N.J., Jonsson, P.E., DiK,P.E., and Messing , I .1991.Modeling water and soute transport in macroporous soil . Model description and sensitivity analysis .soil science , 42:59-70.

. Jacques,D., Simunek,J., Mallants,D., Van Genuchten,M.Th. 2008.Modeling Coupled water flow, solute transport and geochemical reaction affecting heavy metal migration in a podzol soil. Geoderma 145:446-461.

Vos,J.A.,Raats,P.A.C. Feddes,R.A. 2002. Chloride transport in recently reclaimed Dutch Polder.Journal of Hydrology 257:59-77.