

اثر تیمارهای مختلف اصلاحی بر آبشویی خاک لکه های شور و سدیمی جنوب اهواز

با استفاده از یک مدل فیزیکی

عبدعلی ناصری^۱، محمود علی محمدی^۲ و عبدالرحمن برزگر^۳

چکیده

نیشکر گیاهی است که به شوری خاک حساس می باشد و جهت کشت این گیاه در اراضی شور و سدیمی مانند جنوب خوزستان، انجام عملیات اصلاح خاک ضروری است. روش متداول برای نیل به این هدف، آبشویی با استفاده از آب رودخانه های محلی (کارون) است که اغلب نتیجه مطلوبی در پی دارد. اما گاهی پس از انجام آبشویی، لکه های قهوه ای رنگ در سطح مزارع پدیدار می شود. خاک این لکه ها فوق العاده شور و سدیمی است و رشد نیشکر در این لکه ها یا محدود شده و یا اصلاً صورت نمی گیرد. هدف این تحقیق بررسی امکان اصلاح خاک لکه ها، با استفاده از یک مدل فیزیکی است که در آن ضریب آبگذری خاک، با بهم زدن ساختمان فیزیکی آن افزایش یافته و شوری آب آبشویی با افزودن آب شور و گچ بالا رود تا پایداری ساختمان خاک در هنگام آبشویی تضمین شود. تیمارهای مختلف آبشویی با آب کارون ($EC=2 \text{ dS/m}$)، آب شور ($EC=10 \text{ dS/m}$) + آب کارون و گچ به میزان پنج تن در هکتار + آب کارون در یک مدل فیزیکی اعمال شده اند. همزمان با انجام آبشویی، پارامترهایی همچون قابلیت هدایت الکتریکی و نسب جذب سدیم زه آب و نیز ضریب آبگذری خاک تعیین شد. تجزیه و تحلیل آماری داده ها در قالب طرح کترهای دوبار خرد شده صورت پذیرفت. نتایج نشان می دهند که ضریب آبگذری خاک در مناطق لکه دار تفاوت معنی داری (در سطح یک درصد) با ضریب آبگذری مناطق سالم (فاقد لکه) دارد. علت این امر می تواند بر اثر متفاوت بودن جرم مخصوص ظاهری خاک در دو محل یاد شده باشد. علیرغم این تفاوت، شوری زدایی و سدیم زدایی خاک لکه های قهوه ای با استفاده از مدل فیزیکی و آبشویی با آب کارون به نحو مطلوبی انجام گردید. بنابراین نتایج نشان میدهند با افزایش ضریب آبگذری خاک این لکه ها حتی با آب کارون قابلیت اصلاح در مدل فیزیکی بکار رفته را داشته اند. ولی در مزرعه بدلیل کم بودن ضریب آبگذری و عدم تخلیه زه آب توسط زهکشهای از وقوع این فرآیند جلوگیری می شود. با انجام عملیات فیزیکی (زیر شکنی) احتمال بهبود وضعیت ضریب آبگذری خاک و در نتیجه شوری زدایی و سدیم زدایی خاک (بشرط عملکرد درست زهکشها) وجود دارد.

واژه های کلیدی: خاک شور و سدیمی، ضریب آبگذری، مدل فیزیکی

مقدمه

زهکشی، کشت گیاهان با ریشه عمیق و استفاده از مواد اصلاح کننده امکان پذیر است (۲). برای آبشویی املاح، باید نفوذپذیری خاک کافی و راهی برای خروج زه آب وجود داشته باشد. در آبشویی خاکهای شور و سدیمی اگر خروج املاح محلول با جایگزینی یون کلسیم به

ناکافی بودن زمینهای مناسب کشاورزی، پیشروی شوری در خاکهای زیر کشت، افزایش جمعیت و کم شدن منابع آب و خاک از انگیزه های اصلی جهت اصلاح خاکهای شور و سدیمی می باشند. اصلاح این خاکها بوسیله آبشویی املاح، توسعه سیستم

۱ - استاد یار گروه مهندسی آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان تاریخ دریافت: ۸۰/۱۰/۲۴

۲ - دانشجوی سابق کارشناسی ارشد خاک شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز تاریخ پذیرش: ۸۱/۴/۳

۳ - دانشیار گروه خاک شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

کشت نیشکر می بایست نسبت به اصلاح و بهسازی این اراضی اقدام نمود (۴). روش متداول برای اصلاح این اراضی در شرایط منطقه مورد مطالعه، انجام آبشویی با استفاده از آب رودخانه کارون است. گاهی پس از آبشویی در سطح مزارع لکه های شور و سدیمی (قهوه ای) پدیدار می شود که رشد گیاه در این محلها بسیار محدود می باشد.

بررسی های اولیه نشان میدهند که ضریب آبگذری در اعماق لکه های شور و سدیمی (قهوه ای) پدید آمده در حد بسیار پایینی بوده است. این پدیده ممکن است عملیات اصلاحی را مشکل یا غیر ممکن سازد. برای افزایش ضریب آبگذری خاک در شرایط مزرعه لازم است که عملیات زیرشکنی صورت گیرد و راه حل های اصلاحی در آن شرایط به اجرا در آیند. عملیات بهم ریختن ساختمان خاک و انجام آزمایش در شرایط مزرعه نیاز به صرف هزینه زیاد و زمانبر است. بنابر این لازم دیده شد که در ابتدا با استفاده از یک مدل فیزیکی عملیات اصلاحی و استراتژی های اصلاحی مورد مطالعه قرار گرفته و در صورت موفق بودن نتایج مدل فیزیکی، بتوان آنها را در زمین و در شرایط مزرعه ای پیاده نمود. مدل مورد استفاده در این تحقیق مشابه مدلی است که توسط ناصری (۱۸) مورد استفاده قرار گرفت. در این مدل با بهم ریختن ساختمان خاک، میزان ضریب آبگذری آن افزایش یافته و با اعمال وزن معادل وزن خاک لایه های فوقانی خاک می توان وضعیت را برای لایه های عمیق تر خاک شبیه سازی نمود. آبشویی این نوع خاکها با آبی که شوری پایینی داشته باشد ممکن است باعث پراکندگی ذرات رس شده و خاک را نفوذناپذیر نموده و عمل آبشویی محدود می شود (۱۸). بالا بردن شوری آب آبشویی می تواند

باعث کاهش ضخامت لایه درگانه پخشیده^۱ و در نتیجه افزایش نفوذ آب در خاک شود. با افزودن گچ به خاک، کلسیم مورد نیاز جهت جایگزین نمودن سدیم فراهم گردیده در نتیجه ساختمان خاک در حین آبشویی حالت خود را حفظ می نماید (۱۱ و ۱۵). گچ علاوه بر افزایش حالت انعقادی ذرات خاک (۱۵)، جرم مخصوص ظاهری خاک را کاهش (۲۲)، نفوذ پذیری خاک را افزایش و تشکیل سله سطحی را محدود می سازد (۱۴). بطور کلی در اصلاح خاکهای شور و سدیمی بررسی فرآیندهای انتقال آب و املاح بسیار سودمند است و تاکنون بدین منظور مدل های مختلفی ارائه شده است. یکی از این مدلها، مدل لایه ای است که توسط محققینی همچون برنس (۱۲)، پاندی و گپتا (۱۹) و ادیسکات (۵) مورد استفاده قرار گرفته است. برای انطباق مدل لایه ای با شرایط آزمایشگاهی اولین بار دات و همکاران (۱۳) مقدار آب و گچ مورد نیاز برای خاکهای سدیمی را بررسی نمودند. در این تحقیق با استفاده از یک مدل فیزیکی شرایط آبشویی مزرعه در آزمایشگاه شبیه سازی شد و روند شوری و سدیم زدایی نمونه های خاک مربوط به لکه ها بررسی گردید.

مواد و روشها

این تحقیق در کشت و صنعت میرزا کوچک خان که یکی از واحدهای شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی است و در ۶۵ کیلومتری جنوب اهواز (غرب رودخانه کارون) قرار دارد، اجرا گردید. ارتفاع از سطح دریا در این محل بین ۲-۴ متر است. میانگین دمای روزانه ۲۴/۹ درجه سانتیگراد و گرمترین ماه سال، تیرماه با حداکثر دمای ۵۱/۲ درجه سانتیگراد، متوسط بارندگی سالیانه ۲۵۲ میلیمتر و متوسط تبخیر ۳۲۲۲

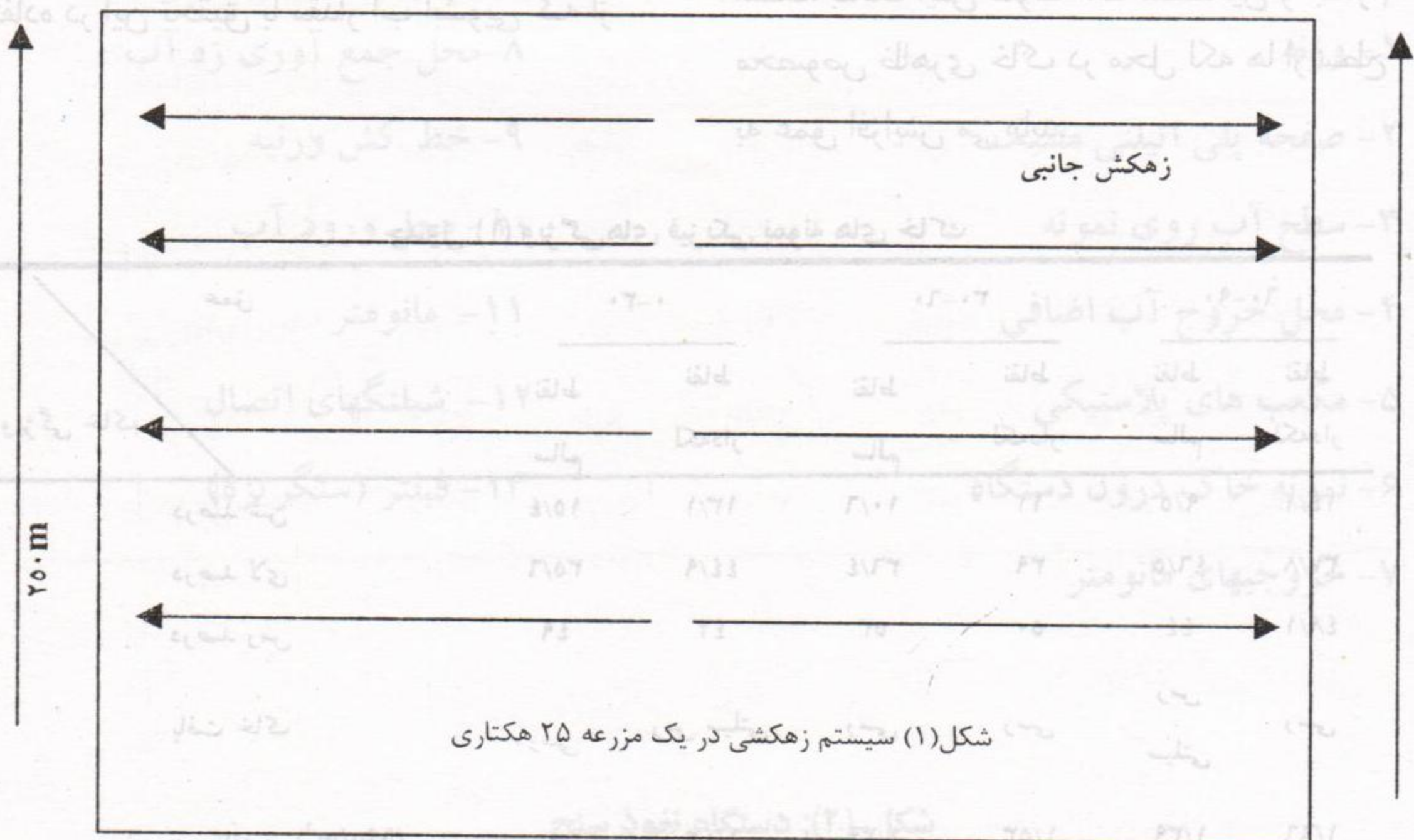
^۱ Diffuse double layer

انجام گردید. این کار با استفاده از یک مته ۴ اینچی و از اعماق ۳۰-۶۰، ۶۰-۹۰ و ۹۰-۶۰ سانتیمتری انجام شد، بنحوی که ۵ نقطه (به شکل M) در محل لکه ها و ۵ نقطه در دیگر نقاط مزرعه قرار داشتند.

پس از خشک شدن نمونه ها، قسمتی از آن جهت انجام آزمایشهای قبل از آیشویی از الک ۲ میلیمتری گذرانده شدند و مابقی نمونه ها جهت استفاده در دستگاه نفوذسنج از الک ۵ میلیمتری عبور داده شدند. برای تمامی تیمارها و تکرارها مقدار ۶ کیلوگرم خاک درون دستگاه قرار داده شد. سپس خاک درون دستگاه تا حد ۰/۸ رطوبت خمیری مرطوب و متراکم گردید تا به جرم مخصوص ظاهری در شرایط مزرعه رسانده شود. برای آیشویی نمونه های خاک مربوط به اعماق ۳۰-۶۰ و ۶۰-۹۰ سانتیمتری وزن مستغرق لایه یا لایه های فوقانی محاسبه و برابر آن وزنه

صنایع جانبی است و در ۶۵ کیلومتری جنوب اهواز (غرب رودخانه کارون) قرار دارد، اجرا گردید. ارتفاع از سطح دریا در این محل بین ۲-۴ متر است. میانگین دمای روزانه ۲۴/۹ درجه سانتیگراد و گرمترین ماه سال، تیرماه با حداکثر دمای ۵۱/۲ درجه سانتیگراد، متوسط بارندگی سالیانه ۲۵۲ میلیمتر و متوسط تبخیر ۳۲۲۲ میلیمتر است (۳). رژیم رطوبتی آریدیک^۱ و رژیم حرارتی منطقه هیپرترمیک^۲ می باشد. خاکهای این محل عموماً بدون تکامل پروفیلی، بدون ساختمان یا دارای ساختمان ضعیف می باشند (۴). سیستم زهکشی به گونه ای است که در یک مزرعه ۲۵ هکتاری نیمی از زه آب به یک خط کلکتور (جمع کننده) و مابقی به خط کلکتوری که در سمت دیگر مزرعه قرار دارد، می ریزد (شکل ۱).

۱۰۰۰ m



بر روی نمونه درون دستگاه گذارده شد. سپس نمونه خاک با ماده آیشویی کننده اشباع گردید. بعد از گذشت ۴۸ ساعت تخلیه زه آب، اندازه گیری همزمان ضریب آبگذری به روش بار ثابت و تعیین قابلیت هدایت الکتریکی (EC) و نسبت

نمونه برداری خاک در مساحتی معادل ۰/۸ هکتار از مزرعه MRC602 که در سطح آن لکه های قهوه ای رنگ دیده می شود، به روش مرکب

- 1- Aridic
- 2- Hypertermic

جذب سدیم (SAR) زه آب انجام شد. آزمایشات ناصری (۱۸) نشان داده است که در اصلاح خاکهای شور و سدیمی اگر قابلیت هدایت الکتریکی آب آشویی به کمتر از ۲ dS/m تنزل کند باعث بهم ریختن ساختمان فیزیکی خاک شده و راندمان آشویی کاهش و عمل آشویی متوقف می شود. بنابر این تیمارهای مورد استفاده را طوری انتخاب شدند که هدایت الکتریکی آب آشویی در حدود ۲ dS/m باشد. تیمارهای مورد استفاده عبارت بودند از: آب کارون (EC~2dS/m)، اشباع کردن نمونه با آب لب شور (EC~10dS/m) و ادامه آشویی با آب کارون و تیمار سوم، افزودن معادل ۵ تن در هکتار گچ ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) به خاک و آشویی با آب کارون. در انتهای آشویی، برای هر تیمار، از خاک درون دستگاه جهت انجام آزمایشهای شیمیایی لازم نمونه برداری شد. همچنین مقایسه ای بین مقدار آب آشویی مورد استفاده در این تحقیق با مقدار آب آشویی که از

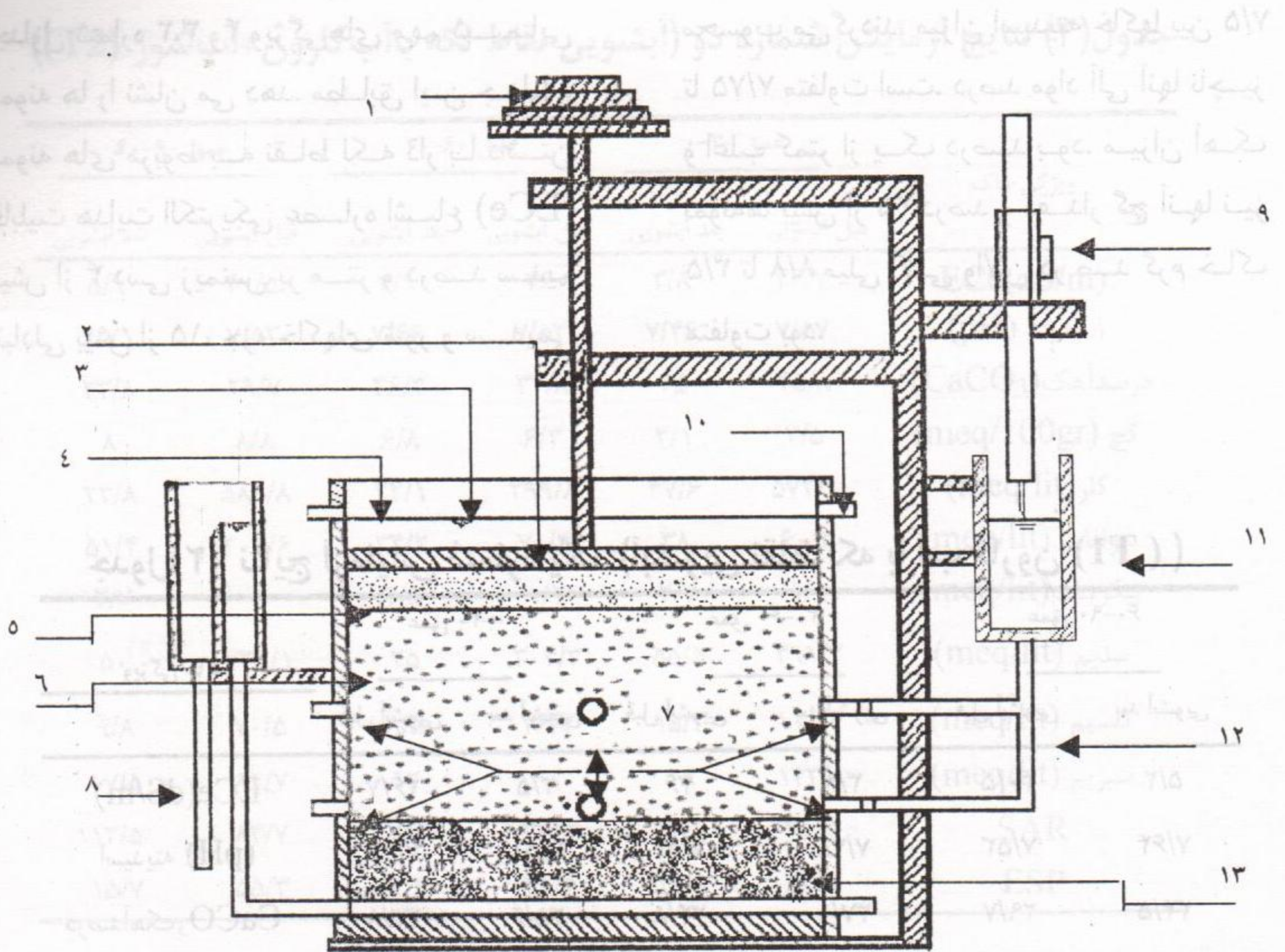
طریق معادله ریو و همکاران (۲۰) پیش بینی می شد، انجام پذیرفت. از دستگاهی که برای انجام آشویی بکار رفت مشابه دستگاهی بود که توسط ناصری (۱۸) مورد استفاده قرار گرفت. همانطور که در شکل شماره (۲) مشخص است، در بدنه دستگاه ۸ خروجی در دو ارتفاع متفاوت (با اختلاف ۵/۵ سانتیمتر) برای تعیین اختلاف پتانسیل هیدرولیکی بین دو سطح خاک تعبیه شده است که خروجیهای هر ارتفاع به یک مانومتر متصل می شود. تفاوت بین دو سطح آب درون مانومترها بعنوان تفاوت بار هیدرولیکی دو سطح خاک در نظر گرفته می شود. قطر داخلی دستگاه ۲۳۲ میلیمتر و ارتفاع آن ۲۳۰ میلیمتر است.

نتایج

برخی از ویژگیهای خصوصیات فیزیکی نمونه های خاک در جدول شماره (۱) نشان داده شده است. بافت این نمونه ها سنگین و جرم مخصوص ظاهری خاک در محل لکه ها از سطح به عمق افزایش می یابد.

جدول (۱) ویژگیهای فیزیکی نمونه های خاک

ویژگی خاک	عمق		۰-۳۰		۳۰-۶۰		۶۰-۹۰	
	نقاط سالم	نقاط لکه دار	نقاط سالم	نقاط لکه دار	نقاط سالم	نقاط لکه دار	نقاط سالم	نقاط لکه دار
درصد شن	۱۵/۴	۱۳/۱	۱۰/۶	۱۱	۹/۵	۱۴/۱		
درصد لای	۳۵/۶	۴۴/۹	۳۶/۴	۳۹	۴۶/۵	۳۷/۸		
درصد رس	۴۹	۴۲	۵۳	۵۰	۴۴	۴۸/۱		
بافت خاک	رسی	رس سیلتی	رسی	رسی	رسی	رسی		
جرم مخصوص ظاهری (Mg/m^3)	۱/۴۵	۱/۴۳	۱/۳۹	۱/۵۳	۱/۳۹	۱/۶۶		
حد خمیری (درصد)	۱۸/۵	۱۸	۱۹/۹	۱۹	۱۸	۱۸/۵		



۸- محل جمع آوری زه آب

۹- خط کش ورنیه

۱۰- محل ورود آب

۱۱- مانومتر

۱۲- شیلنگهای اتصال

۱۳- فیلتر (سنگریزه)

۱- وزنه

۲- صفحه پلی اتیلنی مشبک

۳- سطح آب روی نمونه

۴- محل خروج آب اضافی

۵- مکعب های پلاستیکی

۶- نمونه خاک درون دستگاه

۷- خروجیهای مانومتر

شکل (۲): دستگاه نفوذ سنج

محسوب می گردند. میزان اسیدیته خاکها بین ۷/۵ تا ۷/۷۵ متفاوت است. درصد مواد آلی آنها ناچیز و اغلب کمتر از یک درصد بود. میزان آهک نمونه ها بیش از ۳۵ درصد و مقدار گچ آنها نیز ۳/۵ تا ۸/۸ میلی اکی والان در صد گرم خاک متفاوت بود.

جدول شماره ۳، ۲ و ۴ ویژگی های مهم شیمیایی نمونه ها را نشان می دهد. مطابق این جداول، نمونه های مربوط به نقاط لکه دار با داشتن قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ECe) بیش از ۴ دسی زیمنس بر متر و درصد سدیم تبدالی بیش از ۱۵، جزء خاکهای شور و سدیمی

جدول (۲) نتایج آزمایش شماره یک (آبشویی نقاط لکه با آب کارون (T1))

ویژگی خاک	عمق ۰-۳۰		عمق ۳۰-۶۰		عمق ۶۰-۹۰	
	قبل آبشویی	بعد آبشویی	قبل آبشویی	بعد آبشویی	قبل آبشویی	بعد آبشویی
	ECe(dS/m)	۴۶/۷	۳/۵	۳۶	۳/۸	۴۰/۵
اسیدیته (pH)	۷/۵۷	۷/۵۸	۷/۵۳	۷/۷۵	۷/۵۳	۷/۶۴
درصد آهک CaCO ₃	۳۳/۸	۳۵/۶	۳۴/۸	۳۷/۱	۲۹/۷	۳۴/۵
گچ (meq/100gr)	۳/۵	۳/۹	۶/۳	۶/۸	۸/۸	۸/۳
کلر (meq/lit)	۵۷۲/۹	۲۰/۴	۳۹۹/۸	۲۸/۹	۵۸۱/۸	۵۷/۸
سولفات (meq/lit)	۶۰/۳	۱۷/۱	۷۰/۴	۱۰	۳۰۳/۶	۵۱/۴
بیکربنات (meq/lit)	۱/۱	۱/۲	۱/۲	۱/۸	۲	۲/۳
سدیم (meq/lit)	۳۹۱/۳	۲۳/۹	۳۰۴/۳	۱۸/۶	۷۳۹/۱	۷۳/۹
کلسیم (meq/lit)	۱۱۰/۳	۷/۷	۷۶/۳	۱۰/۶	۷۰/۵	۱۶/۱
منیزیم (meq/lit)	۱۳۳/۸	۸	۹۰	۱۲/۵	۸۱/۷	۱۹/۶
SAR	۳۵/۴	۸/۵	۳۳/۴	۵/۵	۸۴/۷	۱۷/۵
ESP	۳۳/۸	۱۰/۱	۳۲/۴	۶/۴	۵۵/۳	۱۹/۷

جدول (۳) نتایج آزمایش شماره دو (آبشویی نقاط لکه با آب کارون + آب شور (T2))

عمق ۶۰-۹۰		عمق ۳۰-۶۰		عمق ۰-۳۰		ویژگی خاک
قبل آبشویی	بعد آبشویی	قبل آبشویی	بعد آبشویی	قبل آبشویی	بعد آبشویی	
۴۰/۵	۵/۹	۳/۹	۳۶	۳/۸	۴۶/۷	E _{Ce} (dS/m)
۷/۵۳	۷/۷۱	۷/۶۶	۷/۵۳	۷/۴۶	۷/۵۷	اسیدیته (pH)
۲۹/۷	۳۳/۸	۳۶/۳	۳۴/۸	۳۵	۳۵/۸	درصد آهک (CaCO ₃)
۸/۸	۸	۶/۸	۶/۳	۴/۱	۳/۵	گچ (meq/100gr)
۵۸۱/۸	۲۳/۸	۲۲/۱	۳۹۹/۸	۴۷/۶	۵۷۲/۹	کلر (meq/lit)
۳۰۳/۶	۵۱/۴	۳۴/۲	۷۰/۴	۳۸	۶۰/۳	سولفات (meq/lit)
۲	۲/۷	۲/۵	۱/۲	۲/۷	۱/۱	بیکربنات (meq/lit)
۷۳۹/۱	۵۰	۲۵	۳۰۴/۳	۵۵/۵	۳۹۱/۳	سدیم (meq/lit)
۷۰/۵	۹/۸	۸/۵	۷۶/۳	۱۵/۳	۱۱۰/۳	کلسیم (meq/lit)
۸۱/۷	۱۷/۵	۱۲	۹۰	۱۸	۱۳۳/۸	منیزیم (meq/lit)
۸۴/۷	۱۳/۵	۷/۸	۳۳/۴	۱۳/۶	۳۵/۴	SAR
۵۵/۳	۱۵/۷	۹/۳	۳۲/۴	۱۵/۸	۳۳/۸	ESP

جدول (۴) نتایج آزمایش شماره سه (آبشویی نقاط لکه با آب کارون + گچ (T3))

عمق ۶۰-۹۰		عمق ۳۰-۶۰		عمق ۰-۳۰		ویژگی خاک
قبل آبشویی	بعد آبشویی	قبل آبشویی	بعد آبشویی	قبل آبشویی	بعد آبشویی	
۴۰/۵	۵/۱	۳/۵	۳۶	۳/۴	۴۶/۷	E _{Ce} (dS/m)
۷/۵۳	۷/۶۰	۷/۵۳	۷/۵۳	۷/۵۳	۷/۵۷	اسیدیته (pH)
۲۹/۷	۳۰/۳	۳۵/۹	۳۴/۸	۳۴/۱	۳۵/۸	درصد آهک CaCO ₃
۸/۸	۸/۸	۶/۸	۶/۳	۴/۴	۳/۵	گچ (meq/100gr)
۵۸۱/۸	۳۳/۳	۳۵	۳۹۹/۸	۲۸/۹	۵۷۲/۹	کلر (meq/lit)
۳۰۳/۶	۵۶/۵	۶۱/۱	۷۰/۴	۱۴	۶۰/۳	سولفات (meq/lit)
۲	۲/۴	۲/۲	۱/۲	۲/۱	۱/۱	بیکربنات (meq/lit)
۷۳۹/۱	۳۰/۵	۳۲/۶	۳۰۴/۳	۲۶/۱	۳۹۱/۳	سدیم (meq/lit)
۷۰/۵	۲۸/۲	۳۰/۵	۷۶/۳	۱۷/۹	۱۱۰/۳	کلسیم (meq/lit)
۸۱/۷	۳۴/۴	۳۵/۹	۹۰	۱۹/۴	۱۳۳/۸	منیزیم (meq/lit)
۸۴/۷	۵/۵	۵/۷	۳۳/۴	۶	۳۵/۴	SAR
۵۵/۳	۶/۴	۶/۷	۳۲/۴	۷/۱	۳۳/۸	ESP

مکعب می رسد. نتایج اندازه گیری این عامل در قالب طرح کرت‌های خرد شده مورد تجزیه و

جرم مخصوص ظاهری خاک در محل لکه ها، بیشتر از سایر نقاط است و با افزایش عمق مقدار آن از ۱/۴۲۸ به ۱/۶۶۱ مگاگرم بر متر

تحلیل قرار گرفت که حاصل آن در جدول شماره (۵) ارائه شده است. جدول (۵) نتایج تجزیه واریانس جرم مخصوص ظاهری خاک

منابع تغییر	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)
نوع خاک (a)	۱	۰/۱۰۲*
عمق خاک (c)	۲	۰/۰۰۱۹*
اثر متقابل (a × c)	۲	۰/۰۰۶*

*: اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد

همچنین با استفاده از آزمون کمترین اختلاف معنی دار (LSD) مقایسه ای بین میانگین جرم مخصوص ظاهری در عمقهای مختلف از خاکها و نیز مقایسه ای بین میانگین این عامل در عمقهای یکسان از دو نوع خاک انجام شد که نتایج آن به ترتیب در جداول شماره ۶ و ۷ بیان شده است. با توجه با جداول مقایسه ای و نیز بازدید از مزرعه و نحوه قرار گرفتن این لکه ها که اغلب بصورت نواری در عرض مزرعه در امتداد کانالهای اصلی و یا خطوط زهکش قرار دارند، می توان دو احتمال را برای بالا بودن جرم مخصوص ظاهری در لکه ها در نظر گرفت: اول نشست کردن خاکی که جهت حفر ترانشه زهکش خاکبرداری و سپس خاکریزی شده است (۱۰) و دوم احتمال تردد بسیار ماشین آلات سنگین در زمان احداث کانالها. علاوه بر این در زمان تشکیل خاکها در اراضی پست احتمال تجمع آب حاصل از بارندگی یا سیل وجود دارد و متعاقب آن فرونشست عمقی خاک در این نقاط باعث بروز حالت تحکیم^۲ می گردد و در نتیجه جرم مخصوص ظاهری خاک افزایش می یابد.

بحث و نتیجه گیری

مقدار آب آبشویی که جهت آبشویی لایه های ۰-۳۰، ۰-۶۰، ۰-۹۰ سانتیمتری خاک برای

هر تیمار استفاده شد با مقدار آبی که مطابق معادله ریو و همکاران (۲۰) پیش بینی می شد مقایسه گردید (شکل شماره ۳). نتایج نشان دهنده اختلاف معنی داری (در سطح ۵ درصد) برای لایه ۰-۳۰ و اختلاف معنی داری (در سطح یک درصد) برای لایه های ۰-۶۰ و ۰-۹۰ سانتیمتری بین مقدار آب آبشویی مورد استفاده در آزمایش با مقدار آب آبشویی پیش بینی شده توسط معادله ریو و همکاران (۲۰) می باشد. دلیل این امر می تواند تا حدودی به شرایط انجام آزمایش که همان شرایط آبشویی با استفاده از مدل فیزیکی است، مربوط باشد. در ضمن در این آزمایشها با وجود اینکه از زه آب حاصل از لایه های فوقانی برای اشباع نمودن خاک لایه های زیرین استفاده می شد، ولی بهر حال در ادامه آبشویی در آزمایشگاه، بر خلاف شرایط مزرعه، خاک لایه های زیرین در تماس مستقیم با آب آبشویی قرار می گرفتند (شکل شماره ۴).

بررسی روند تغییرات EC زه آب حاصل از آبشویی خاک با تیمارهای مختلف در قالب طرح آماری کرت‌های دوبرخورد شده انجام گردید (جدول شماره ۸). همچنین جهت مقایسه میانگینها از آزمون LSD استفاده شد. به این منظور مقایسه ای بین میانگین EC زه آب حاصل از تیمارهای آبشویی مختلف بر روی

1 - Least Significant Differance

2 - Consolidation

عمقهای یکسانی از دو نوع خاک (لکه دار و فاقد لکه) انجام شد (جدول شماره ۹).

جدول (۶) مقایسه میانگین جرم مخصوص ظاهری خاک بین عمقهای مختلف دو نوع خاک (LSD)

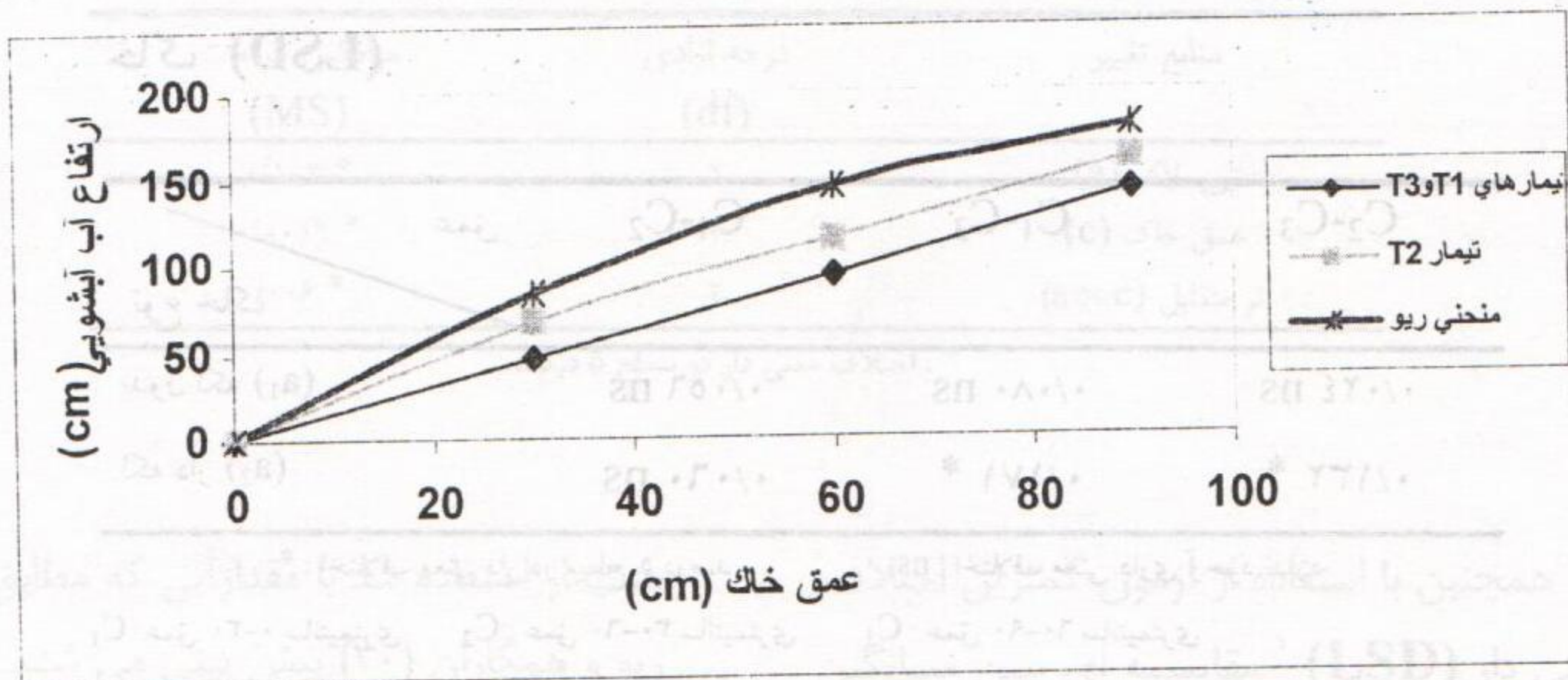
عمق	C ₁ -C ₂	C ₁ -C ₃	C ₂ -C ₃	نوع خاک
بدون لکه (a ₁)	۰/۰۵۶ ns	۰/۰۸۰ ns	۰/۰۲۴ ns	
لکه دار (a ₂)	۰/۰۶۰ ns	۰/۱۷۱ *	۰/۱۳۲ *	

* : اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد
 ns : اختلاف معنی داری وجود ندارد
 C₁ عمق ۰-۳۰ سانتیمتری C₂ عمق ۳۰-۶۰ سانتیمتری C₃ عمق ۶۰-۹۰ سانتیمتری

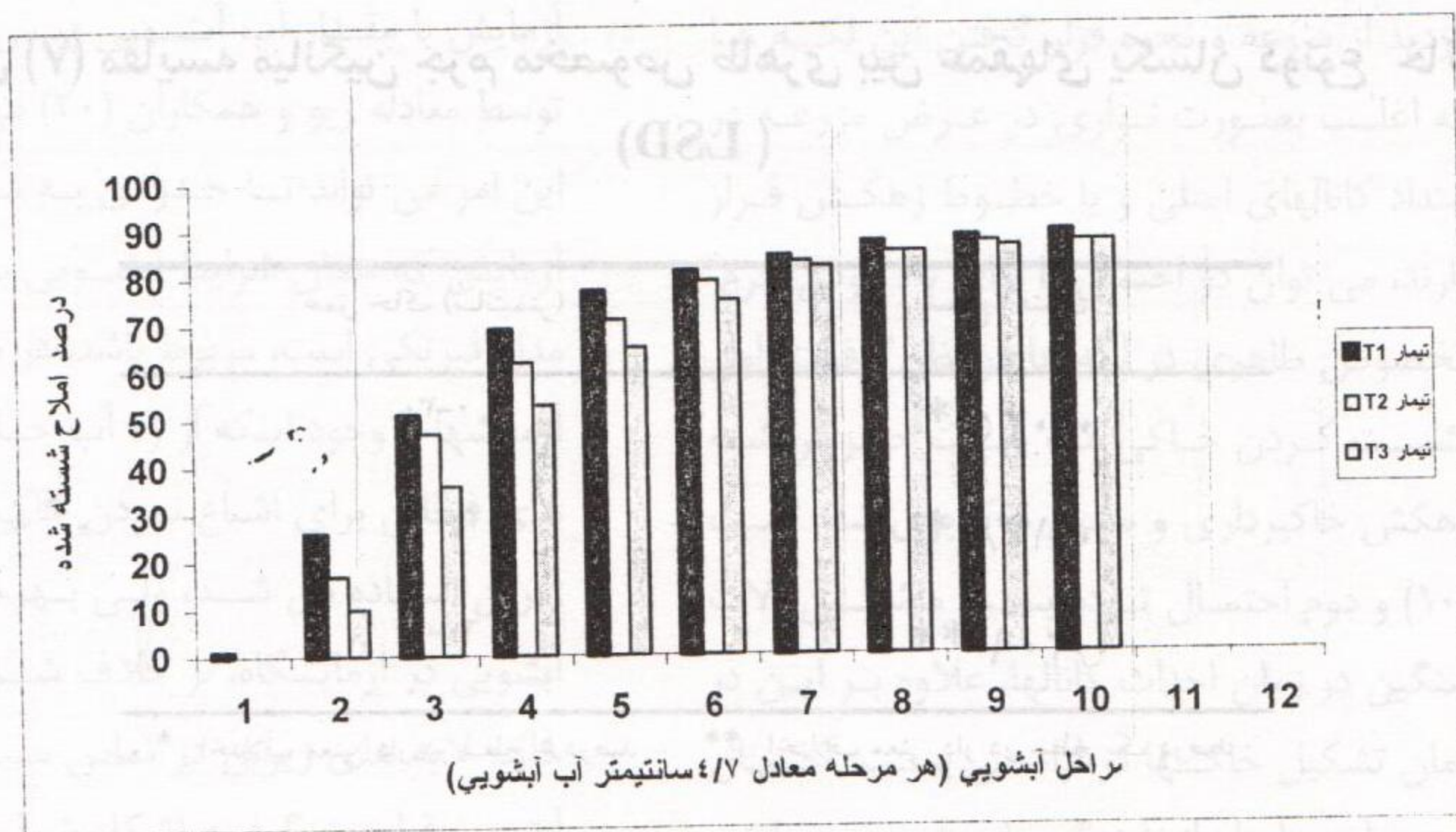
جدول (۷) مقایسه میانگین جرم مخصوص ظاهری بین عمقهای یکسان دو نوع خاک (LSD)

عمق خاک (سانتیمتر)	سطح احتمال
۰-۳۰	۰/۰۳۵ *
۳۰-۶۰	۰/۱۳۸ *
۶۰-۹۰	۰/۲۰۹ **

* : اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد ** : اختلاف معنی دار در سطح یک درصد



شکل (۳) مقایسه مقدار آب آیشویی مورد استفاده در آزمایش با مقدار آب آیشویی پیش بینی شده توسط معادله ریو و همکاران (۲۰) برای تیمارهای مختلف.



شکل (۴) درصد املاح شسته شده از عمق ۹۰ سانتیمتری خاک لکه دار برای تیمارهای مختلف

T1 = آب کارون T2 = آب کارون + آب شور T3 = آب کارون + گچ

جدول شماره (۹) نشان می دهد اثر هر یک از تیمارهای اول و دوم (به ترتیب آب کارون و آب کارون+آب شور) بر روی EC زه آب حاصل از آبیویی فقط در عمق ۳۰-۰ سانتیمتری دو نوع خاک، اختلاف معنی داری (در سطح ۵ درصد) نسبت به یکدیگر دارند. این مقایسه برای تیمار سوم (گچ + آب کارون) اختلاف معنی داری (در سطح یک درصد) را نشان می دهد. دلیل این امر می تواند بالا بودن جرم مخصوص ظاهری خاک در لایه های عمقی خاک لکه دار باشد که نتیجه آن می تواند کاهش شدید ضریب آبگذری خاک در این لایه ها باشد و باعث افت راندمان آبیویی گردد. به عبارت دیگر مقدار املاح خروجی (EC) از ستون خاک لکه دار کاهش می یابد و از بروز اختلاف معنی دار در لایه های عمقی جلوگیری می نماید. از طرفی استفاده از گچ به عنوان تیمار سوم در آبیویی، بیشترین اثر را در لایه ۳۰-۰ سانتیمتری داشته است. علت این امر می تواند تماس مستقیم ماده آبیویی کننده با خاک، خاصیت انعقادی که گچ به ذرات خاک می بخشد (۱۵) و نیز بهبود وضعیت نفوذپذیری خاک به دنبال کاربرد گچ بعنوان ماده اصلاحی باشد. فرنکل و همکاران (۱۴)، همچنین کازمن و همکاران (۱۷) نتایج مشابهی را در این مورد گزارش کرده اند. استفاده از گچ بیشترین تاثیر را بر روی ضریب آبگذری لایه سطحی داشته است که ریتزما (۲۱) هم این اثر را بر روی لایه ۲۰ سانتیمتری گزارش نموده است.

نوع خاک اختلاف معنی دار (در سطح یک درصد) و برای عمقهای بعدی اختلاف معنی دار (در سطح ۵ درصد) وجود دارد. همچنین مقایسه اثر تیمار دوم اختلاف معنی داری را در عمقهای اول و دوم دو نوع خاک نشان می دهد. تیمار سوم هم تنها در عمق ۳۰-۰ سانتیمتری اختلاف معنی داری بین SAR زه آب دو نوع خاک (خاک لکه دار و خاک بدون لکه) را باعث می شود.

نتایج اندازه گیری ضریب آبگذری در قالب طرح کرتهاای دوبار خرد شده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. بطور کلی مقایسه بین میانگین ضریب آبگذری این دو نمونه خاک (به روش LSD) اختلاف معنی داری در سطح یک درصد را نشان می دهد. این اختلاف می تواند به علت تفاوت در جرم مخصوص ظاهری خاک بین دو محل یاد شده و به موجب آن تفاوت زیاد بین ضریب آبگذری باشد. بررسیهای انجام شده (۱۰) نشان می دهد، هنگامی که جرم مخصوص ظاهری خاکی از ۱۳۵۰ به ۱۴۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب برسد، ضریب آبگذری خاک در این حالت به ترتیب به ۱۰ و ۵ درصد مقدار اولیه کاهش خواهد یافت. در ضمن مقدار زیاد یون منیزیم هم می تواند باعث پراکنش ذرات رس و متعاقب آن کاهش ضریب آبگذری شده باشد (۶)، زیرا مقدار متوسط این یون در عصاره اشباع نمونه های خاک مناطق لکه دار (عمق ۹۰ سانتیمتری) معادل ۱۰۱/۸ میلی اکی والان در لیتر بوده است.

با توجه به اینکه شوری زدایی و سدیم زدایی این لکه ها با استفاده از مدل فیزیکی آزمایشگاهی و آبیویی با آب کارون به نحو مطلوبی انجام گردید، می توان نتیجه گرفت از جمله عواملی که در مزرعه از وقوع فرآیندهای اصلاح و بهسازی خاک جلوگیری می نماید،

نتایج تجزیه و تحلیل آماری مقایسه میانگینهای نسبت جذب سدیم (SAR) برای دو نوع خاک و عمقهای مختلف در جدول شماره (۱۰) نشان داده شده است. این مقایسه نشان می دهد بین میانگین SAR زه آب حاصل از اثر تیمار اول بر روی عمق ۳۰-۰ سانتیمتری هر دو

تفاوت زیاد میان ضریب آبگذری این نقاط با سایر نواحی مزرعه می باشد.

جدول (۸) نتایج تجزیه واریانس EC زه آب در اثر آبشویی با تیمارهای (T1, T2, T3)

منابع تغییر	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)
نوع خاک (a)	۱	۳/۸۴ **
نوع ماده آبشویی کننده (b)	۲	۱/۸۸ **
عمق خاک (c)	۲	۴۰/۳۶ **
اثر متقابل (a × b)	۲	۰/۰۳۱ *
اثر متقابل (a × c)	۲	۰/۴۰۲ ns
اثر متقابل (b × c)	۴	۰/۱۸ ns
اثر متقابل (a × b × c)	۴	۰/۰۹ ns

** : اختلاف معنی دار در سطح یک درصد
* : اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد
ns : اختلاف معنی دار نیست

جدول (۹) مقایسه میانگین EC عمقهای مختلف در اثر تیمارهای سه گانه در دو نوع خاک (LSD)

تیمار آبشویی	عمقهای دو نوع خاک (cm)		
	۶۰-۹۰	۳۰-۶۰	۰-۳۰
آب کارون (T1)	۰/۲۰۱ ns	۰/۱۱۱ ns	۰/۴۰۰ *
آب کارون + آب شور (T2)	۰/۲۵۰ ns	۰/۲۰۲ ns	۰/۵۰۰ *
آب کارون + گچ (T3)	۰/۱۵۳ ns	۰/۲۵۰ ns	۰/۸۰۰ **

** : اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد
* : اختلاف معنی دار در سطح یک درصد
ns : اختلاف معنی دار نیست

جدول (۱۰) مقایسه میانگین SAR عمقهای مختلف در اثر تیمارهای سه گانه در دو نوع خاک (LSD)

تیمار آبشویی	عمقهای دو نوع خاک (cm)		
	۶۰-۹۰	۳۰-۶۰	۰-۳۰
آب کلرون (T1)	۰/۷۵۰ *	۰/۷۱۱ *	۱/۱۰۲ **
آب کارون + آب شور (T2)	۰/۴۰۶ ns	۰/۸۰۵ *	۰/۷۰۴ *
آب کارون + گچ (T3)	۰/۳۰۰ ns	۰/۲۰۱ ns	۰/۸۰۶ **

** : اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد
* : اختلاف معنی دار در سطح یک درصد
ns : اختلاف معنی دار نیست

آنها متلاشی شده و اکثر خلل و فرج ایجاد شده در اثر زیرشکنی از بین می روند (۲۱). همچنین تانتون و همکاران (۲۴) رطوبت مناسب برای پایداری ساختمان خاکهای رسی در مقابل خیزی اولیه را بین ۱۶ تا ۲۴ درصد وزنی گزارش کرده اند که از این اعداد شاید بتوان جهت تعیین زمان مناسب آبیگری مزرعه و آغاز عملیات آبیگری استفاده نمود و یا اینکه مقدار مناسب خیزی اولیه باید تعیین گردد.

تشکر و قدردانی:

از شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی برای فراهم نمودن و تامین امکانات صحرائی این تحقیق تشکر و قدردانی می شود.

مقدار ضریب آبیگری خاک اندازه گیری شده، نشان می دهد که مقدار این پارامتر در محل لکه ها به مراتب کمتر از نقاط خارج از لکه است و همین امر باعث می شود آبی که جهت آبیگری به مزرعه اضافه می شود عمدتاً از نقاط دیگر مزرعه عبور نماید و از نیل به هدف اصلی که همان خارج کردن املاح اضافی از محل لکه ها است، جلوگیری شود. بنابراین به منظور افزایش نفوذپذیری خاک و شکستن لایه ای با نفوذ پذیری کم می توان از شخم عمیق استفاده نمود. البته بایستی سعی شود فاصله زمانی بین اجرای عملیات شخم عمیق تا آبیگری مزرعه کمترین زمان ممکن باشد تا هنگام آبیگری کلوخه ها کاملاً خشک نشده باشند زیرا در غیر اینصورت در همان لحظات برخورد آب با کلوخه ها، ساختمان

منابع مورد استفاده

- ۱- بای بوردی، محمد. ۱۳۷۲. اصول زهکشی و بهسازی خاک. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ هفتم.
- ۲- برزگر، عبدالرحمن. ۱۳۷۹. خاکهای شور و سدیمی: شناخت و بهره وری. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.
- ۳- سازمان هواشناسی استان خوزستان، آمار دوره ای ۲۲ ساله (سالهای ۱۳۴۵-۱۳۶۷) ایستگاههای سینوپتیک اهواز.
- ۴- مهندسین مشاور یکم، تهران ۱۳۶۹. مطالعات اولیه شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی، کشت و صنعتهای امیرکبیر و میرزا کوچک خان.
- 5- ADDISCOT, T. M., 1977. A simple computer model for leaching instructed soils. *Journal of Soil Science*. 28:554-563.
- 6- ALPEROVICH, N., SHAINBERG, I., and RHOADS, J. D. 1986. Effect of mineral weathering on the response of three calcium sodic soils to exchangeable magnesium. *Soil Science Society American Journal* 50:901-904.
- 7- BARZEGAR, A. R., MURRAY, R. S., CHURCHMAN, G. J., and RENGASAMY, P. 1994. The strength of remoulded soils as affected by exchangeable cations and dispersible clay. *Australian Journal of Soil Research* 32:185-199.
- 8- BARZEGAR, A. R., OADES, J. M., and RENGASAMY, P. 1996. Soil structure degradation and mellowing of compacted soils by saline-sodic solution. *Soil Science Society American Journal* 60:583-588.

- 9- BARZEGAR, A. R., NELSON, P. N., OADES, J. M., and RENGASAMY, P. 1997. Organic matter , clay type and sodicity : Influence on aggregation. Soil Science Society American Journal 61:1131-1137.
- 10- BOELS, M., and HAVINGA, A. E. 1974. Agriculture and Water Management. Springer-Verlag Vol:2 No: 1 pp:11.
- 11- BOHN, H.L., MCNEAL, B.L. and O'CONNER, G. A. 1979. Soil Chemistry. John Wiley & Sons. pp.329.
- 12- BURNS, I. J. 1974. A model for predicting the redistribution of salt applied to fallow soils after excess rainfall or evaporation. Journal of Soil Science 25: 165-178.
- 13- DUTT, G. R., TERKEHOUB, R. W. and RAUSCHKLOB, A. S. 1972. Prediction of gypsum and leaching requirement for sodium affected soils. Soil Science 114: 93-103.
- 14- FRENKEL, H., GRESH, Z. and ALPEROVITCH, N. 1989. Exchange induced dissolution of gypsum and the reclamation of sodic soils. Journal of Soil Science 40:599-611.
- 15- GREEN, R.S.B., RENGASAMY, P., FORD, G. W. and MILLAR, J.J. 1988. The effect of sodium and calcium on physical properties and micromorphology of two red brown earth soils. Journal of Soil Science 39:639-648.
- 16- GUPTA, R. K., and ABROL, I. P. 1990. Salt affected soils : their reclamation and management for crop production : 223-228, In: Lal, R., and B. A. Stewart., Soil Degradation. Springer – Verlag, New York.
- 17- KAZMAN, Z., SHAINBERG, I. and GAL, M. 1982. Effect of low levels of exchangeable sodium and applied phosphogypsum on the infiltration rate of various soils. Soil Science 135:184-192.
- 18- NASERI, A.A., 1998. The hydraulic conductivity of aggregated clay soils under loading, leaching and reclamation. Ph. D thesis, University of Southampton, UK.
- 19- PANDY, R.N., and GUPTA, S.K. 1978. Equations to predict leaching of soluble salts in saline soils. Journal of Soil Science 91: 131-133.
- 20- REEVE, B.S., ROLAND, C.H. and WATSON, A. 1957. The relation of salinity to irrigation and drainage requirement. Third Congress of International Commission of Irrigation and Drainage. California, USA.
- 21- RITZEMA, H.P. 1994. Drainage principles and application. ILRI publication 16, 2nd Edition. Wageningen, the Netherlands.
- 22- RYCROFT, D.W., NASERI, A. A., ARMSTRONG, A. B. S. and D. Harding, D. 1998. Modeling flow through restructured soil during horizontal leaching. ICID Journal Volume 47 NO. 2:25-35.
- 23- STOUTHARD, R. J., SHAINBERG, I. and SINGER, M. J. 1988. Influence of electrolyte concentration on the micromorphology of artificial depositional crust. Soil Science 145: 278-288.
- 24- TANTON, T. W., RYCROFT, D.W. and ARMSTRONG, A. B. S. 1988. The leaching of salt from restructured saline clay soils. Soil Use and Management No. 40:139-143.

The influence of different reclamation treatments on leaching of saline-sodic soils using a physical model

A. A. Naseri¹, M. Alimohamadi² and A. R. Barzegar³

Abstract

Sugarcane is a sensitive crop to soil salinity and therefore, salt-affected soils like southern Khozestan soils must be reclaimed before planting of this crop. Traditional method for reclamation of such salt-affected soils is leaching with local river water (e.g. Karoun) that always give satisfactory results. Sometimes after leaching of salts, brown spots (with high salinity and sodicity) appeared on the soil surface which limit crop growth.

The aim of this research was to investigate the possibility of different leaching treatment to reclaim such salt-affected soils using a physical model. In this physical model first, hydraulic conductivity of the soil was increased by restructuring the soil and then the soil was leached with water of different salinities to stabilize the soil structure during leaching. The treatments were: leaching with Karoun water ($EC=2dSm^{-1}$), leaching with saline water ($EC=10dSm^{-1}$ for saturating the soil samples and then leaching with Karoun water) and leaching with Karoun water plus $5 Mg\ ha^{-1}$ gypsum. During leaching, electrical conductivity (EC), sodium absorption ratio (SAR) of percolating water and soil hydraulic conductivity were measured. The experimental design was split plot with three replicates.

Results indicated that hydraulic conductivity of the soil of brown spots in comparison with the other area was significantly different ($p < 0.01$). This might be due to the differences in soil bulk density. However, leaching the soil of brown spots using Karoun river water was successfully completed in the physical model. Therefore, the results indicated that reclamation of such soils is possible by increasing the hydraulic conductivity and leaching with Karoun river water. In the field, however, such process could be limited because of the low hydraulic conductivity and poor drainage conditions of soils. By subsoiling the soil, the hydraulic conductivity could be increased and the brown spots reclaimed if enough drainage conditions are provided.

Keywords: Salt-affected soils, Hydraulic conductivity, Physical model

¹ Assistant Professor of Irrigation Department, College of Agriculture, Bu-Ali-Sina University, Hamadan, Iran.

² Former postgraduate student, Department of Soil Science., College of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahwaz, Iran

³ Associate Professor of Department of Soil Science, College of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahwaz, Iran.