

اثر کیفیت آب آبیاری بر برخی شاخص‌های فیزیکی خاک

آزاده صفادوست^{۱*}، بهزاد دشت‌پیما^۱، محمدرضا مصدقی^۲، حسین عسگرزاده^۳

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۳۰)

چکیده

ویژگی‌های ساختمانی خاک که تابع توزیع اندازه منافذ می‌باشند، شاخص‌های فیزیکی مهمی از خاک بوده که رشد و توسعه ریشه و گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند. کیفیت آب آبیاری با تأثیر بر غلظت نمک‌ها و قلیائیت محلول خاک، ساختمان خاک را تغییر می‌دهد. این پژوهش به منظور بررسی کیفیت آب آبیاری بر توزیع اندازه منافذ خاک، تخلخل تهویه‌ای، منحنی مشخصه رطوبتی و مقاومت فروروی یک خاک لومرسی اجرا گردید. ترکیبی از سه سطح شوری با در نظر گرفتن هدایت الکتریکی (EC) برابر با ۱، ۶ و ۱۰ دسی زیمنس بر متر و سه سطح سدیمی بودن با در نظر گرفتن نسبت جذبی سدیم (SAR) برابر با ۱، ۵ و ۱۲^{0.5} (meq l⁻¹) برای شبیه‌سازی کیفیت‌های متفاوت آب آبیاری به کار رفت. نمونه‌های دست‌نخورده خاک (ارتفاع ۴۵ و قطر درونی ۵۱ میلی‌متر) با محلول‌های ساخته شده، طی پنج دوره اشباع و خشک شدند. نتایج نشان داد که در هر SAR، با افزایش EC، میزان منافذ درشت و تخلخل تهویه‌ای افزایش یافت که احتمالاً در نتیجه اثرات مثبت شوری بر هم‌آوری ذرات خاک می‌باشد که در ایجاد ساختمان پایدار مؤثر است. همچنین به دلیل افزایش منافذ ریز خاک (قطر کوچک‌تر از ۳۰ میکرون) و رطوبت نگهداری شده در آنها، رطوبت ظرفیت زراعی نیز افزایش یافت. از طرفی با افزایش شوری، مقاومت فروروی خاک کاهش یافت که می‌تواند به دلیل ایجاد منافذ درشت در خاک باشد. همچنین به دلیل تغییر در منافذ در نتیجه کاهش ضخامت لایه دوگانه پخشیده و هم‌آوری ذرات، مقدار رطوبت اشباع افزایش یافت. در هر EC با افزایش SAR، به دلیل تخریب ساختمان خاک و پراکندگی ذرات که منجر به افزایش میزان منافذ ریز می‌شود، رطوبت ظرفیت زراعی و آب نگهداری شده افزایش یافت. همچنین افزایش منافذ ریز و مقاومت فروروی و کاهش منافذ درشت و تخلخل تهویه‌ای با افزایش SAR مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: پراکنش، مقاومت فروروی، منافذ درشت، هم‌آوری، لایه دوگانه پخشیده

۱- به ترتیب استادیار و فارغ التحصیل کارشناسی ارشد گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان (مکاتبه کننده)

۲- استاد گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳- استادیار گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

* پست الکترونیک: afadoust@basu.ac.ir

مقدمه

امروزه استفاده از آب‌های فاقد کیفیت مناسب برای کشاورزی (آب‌های شور و سدیمی) در نقاط مختلف جهان، به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک که در حدود نیمی از سطح کره زمین را فرا گرفته است، معمول است. از آنجا که میزان بارندگی در این مناطق محدود (کمتر از ۴۰۰ میلی‌متر در سال) بوده و برای شستشوی نمک‌ها از منطقه رشد ریشه گیاه کافی نمی‌باشد، املاح در این ناحیه انباشته شده و در نتیجه بسیاری از ویژگی‌های خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهند. به طور کلی کیفیت و کمیت آب آبیاری سبب تغییر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شود. پژوهش‌گران زیادی در رابطه با اثرات تخریبی آبیاری با آب حاوی سدیم بر برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک شامل حرکت آب در خاک (Cook, et al., 1994)، نفوذپذیری (Meenmeer et al., 2001)، ظرفیت نگهداری آب در خاک (Jnad et al., 2001) و ویژگی‌های هیدرولیکی خاک (Goncalves et al., 2007) اشاره کرده‌اند که ناشی از پراکنش و انتشار ذرات رس و تغییر در توزیع اندازه منافذ می‌باشد (Goncalves et al., 2010; Halliwell et al., 2001). این نتایج بیان‌کننده تغییر در ویژگی‌های فیزیکی خاک به ویژه منافذ خاک در نتیجه فعالیت‌های کشاورزی می‌باشد.

منافذ تابعی از آرایش ساختمانی خاکدانه‌ها می‌باشند و به صورت زیر طبقه‌بندی می‌شوند: (۱) منافذ بسیار ریز یا منافذ باقی‌مانده که در ارتباط با منافذ درون خاکدانه‌ای و نوع ذرات بوده و در برگیرنده رطوبت هیگروسکوپی می‌باشند. رطوبت نگهداری شده در این منافذ با نیروی بسیار زیادی به صورت جذب ملکولی نگهداری می‌شود. قطر این منافذ کوچک‌تر از ۰/۲ میکرون است. (۲) منافذ ریز یا میکروپورها که در این منافذ نیروهای موئینگی غالب هستند و قطر آن‌ها بین ۰/۲ تا ۳۰ میکرون گزارش شده است. (۳) منافذ درشت یا ماکروپورها که حرکت آب در این منافذ اتفاق می‌افتد و قطر آن‌ها بزرگ‌تر از ۳۰۰ میکرون می‌باشد. منافذ ریز و درشت بستگی به فضا یا منافذ بین خاکدانه‌ای دارند (Goncalves et al., 2010; Beven & Germann, 1982).

پایداری خاکدانه‌ها و منافذ بین آن‌ها، نقش مهمی در حرکت و ذخیره آب، تهویه و فعالیت‌های بیولوژیکی و رشد ریشه ایفا می‌کنند و این موارد تحت تأثیر کیفیت آب

آبیاری قرار می‌گیرند. خاکدانه‌هایی که تخریب می‌شوند، اندازه و پیوستگی منافذ در آن‌ها کاهش یافته و هنگامی که خاک خشک می‌شود، مقاومت آن‌ها افزایش می‌یابد و در نتیجه نفوذ و هدایت هیدرولیکی در حدود ۲۰۰ برابر کاهش می‌یابد. در این شرایط تشکیل سله و مقاومت خاک افزایش و در نتیجه نفوذ ریشه و مقدار آب قابل دسترس برای استخراج آب توسط گیاه کاهش می‌یابد (Emdad et al., 2003; Mamedov & Levy, 2001; Tedeschi & Menenti, 2002).

منحنی مشخصه رطوبتی خاک (SWCC) وابستگی مقدار آب خاک را با پتانسیل ماتریک توصیف می‌کند که بیان‌کننده توزیع اندازه منافذ خاک و نگاه‌داشت آب در مکش‌های ماتریک مختلف است (Sillers et al., 2001). عوامل متعددی بر SWCC مؤثرند که این عوامل شامل ویژگی‌های مربوط به منافذ، میزان ماده آلی، تراکم، ویژگی‌های مورفولوژیکی، ویژگی‌های ساختمانی و ویژگی‌های شیمیایی خاک هستند (Dexter, 2004). ویژگی‌های شیمیایی آب آبیاری یا محلول خاک بر توزیع اندازه منافذ و ساختمان خاک مؤثرند (Tedeschi & Dell' Aquila, 2005). به طوری که SAR و EC بر ضخامت لایه پخشیده اثر گذاشته و سبب تغییر در توزیع اندازه منافذ و مقدار نگاه‌داشت رطوبت در خاک می‌شوند (Dexter, 2004). مشکلات نفوذپذیری مرتبط با آب آبیاری معمولاً در لایه‌های سطحی خاک رخ داده و مربوط به پایداری کم ساختمان خاک سطحی و میزان کم کلسیم نسبت به سدیم آن می‌باشند. زمانی که خاکی با آب دارای سدیم بالا آبیاری می‌شود، خاکی با درصد سدیم بالا در لایه سطحی ایجاد می‌شود که موجب تضعیف ساختمان خاک می‌گردد. در نتیجه خاکدانه‌های خاک سطحی به ذرات کوچک‌تر شکسته شده که باعث بسته شدن منافذ خاک و کاهش نفوذپذیری می‌گردد (Ayers & Westcot, 1989). فرناندز و هررور (Fernandez & Herrero, 2015) تأثیر سطوح مختلف گچ بر منحنی مشخصه رطوبتی را بررسی کردند و مشاهده کردند که افزایش گچ موجب افزایش رطوبت خاک در نزدیکی شرایط اشباع می‌شود و همچنین شیب منحنی مشخصه رطوبتی افزایش می‌یابد. ختار و همکاران (Khatar, 2012) با بررسی اثر تیمارهای کیفیت آب بر مقدار آب قابل استفاده برای گیاه در خاک‌های آهکی، گزارش کردند که افزایش شوری سبب کاهش

بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی مانند انتشار گازها، انتقال و ذخیره آب، مقاومت مکانیکی، پویایی کربن، محل زیست میکروبی و نفوذ ریشه مؤثر است (Yang et al., 2013). مطالعه منافذ خاک می‌تواند به شناسایی تغییرات خواص فیزیکی خاک کمک کند. همچنین اثرات منفی آب آبیاری نامناسب بر خاک می‌تواند از طریق مدیریت مناسب آب و خاک‌های شور یا سدیمی کاهش یابد که مستلزم شناخت بهتر و دقیق‌تر از تغییرات ویژگی‌های خاک می‌باشد. هدف از این پژوهش بررسی تغییرات ایجاد شده در ویژگی‌های ساختمانی خاک بعد از آبیاری با آب‌های دارای کیفیت متفاوت می‌باشد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های خاک دست‌نخورده با استفاده از سیلندرهای نمونه‌برداری (قطر ۵/۱ و ارتفاع ۴/۵ سانتی‌متر) از خاکی با بافت لومرسی (Bouyos, 1962) واقع در استان همدان در زمان آیش، از لایه ۵ تا ۱۰ سانتی‌متری برداشته شد. به منظور جلوگیری از تخریب ساختمان خاک، نمونه‌برداری زمانی انجام شد که رطوبت خاک در حد مناسبی (کمتر از رطوبت حد خمیری) باشد. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک نمونه‌برداری شده شامل مقدار ماده آلی به روش اکسیداسیون تر (Walkly & Black, 1934) و مقدار کربنات کلسیم به روش تیتراسیون برگشتی با NaOH (Sims, 1996) اندازه‌گیری شدند. هدایت الکتریکی (EC) با استفاده از هدایت‌سنج مدل ۷۱۲ (Rhoades, 1996) و اسیدیته خاک با استفاده از دستگاه pH متر مدل مترام ۸۲۷ در عصاره ۱:۵ آب به خاک (Thomas, 1996) اندازه‌گیری شد (جدول ۱).

منافذ متوسط و تبدیل آنها به منافذ ریز و درشت می‌گردد. از طرفی افزایش SAR سبب تخریب و کاهش حجم منافذ متوسط و تبدیل آنها به منافذ ریز شده، ولی اثر معنی‌داری بر میزان منافذ درشت نداشت. مصدقی و همکاران (Mosaddeghi et al., 2008) با بررسی اثر شوری و سدیم بر شکل منحنی مشخصه رطوبتی گزارش کردند که با افزایش SAR و کاهش EC مقدار رطوبت در هر مکش معین، به دلیل افزایش منافذ ریز، افزایش یافت. اندازه خاکدانه‌ها، پایداری آن‌ها، توزیع و اندازه منافذ درون خاکدانه‌ای و بین خاکدانه‌ها، ساختمان خاک را تعیین می‌کند (Six et al., 2004) و به عبارتی می‌توان گفت منافذ خاک وابسته به ساختمان خاکدانه‌ها است. همچنین مقاومت خاک تحت تأثیر فاکتورهای متعددی از قبیل کاتیون تبدیلی، میزان رس قابل پراکنش و مقدار رس تغییر می‌کند (Barzegar et al., 1994). ویژگی‌های مکانیکی، شرایط فیزیکی مهمی از خاک هستند که رشد و توسعه گیاهان به واسطه جوانه‌زنی بذرها (Gallardo-Carrera et al., 2007) و رشد ریشه (Busscher & Bauer, 2003) را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در خاک‌های سدیمی به علت تعادل نامناسبی که بین فازهای جامد، مایع و گاز وجود دارد، محدودیت رشد ریشه و تولید محصول وجود دارد و همچنین فعالیت‌های کشاورزی در خاک را در هر دو زمان خشک و مرطوب بودن دشوار می‌سازد (Sleutel et al., 2012). برزگر و همکاران (Barzegar et al., 1994) گزارش کردند که اثرات تخریبی SAR سبب افزایش مقاومت خاک می‌شود و افزایش EC می‌تواند سبب تعدیل و بهبود آن گردد. به طوری که با افزایش EC به دلیل افزایش یون هم‌اورکننده کلسیم، اثرات تخریبی SAR کاهش می‌یابد. از آنجا که ساختار منافذ خاک بر روی

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

Table 1. Selected physical and chemical properties of studied soil

Soil texture	Clay	Silt	Sand	Calcium carbonate	Organic matter	Electrical conductivity	pH
Clay loam	32.2	32.6	35.2	2.16	1.44	0.20	7.76

2002). بنابراین در مجموع ۹ آب با کیفیت‌های متفاوت شوری و سدیمی بر اساس معادله‌های ۱، ۲ و ۳ تهیه شد:

$$SAR = \frac{(Na^+)}{\sqrt{\frac{(Ca^{2+} + Mg^{2+})}{2}}} \quad (1)$$

برای تهیه آب‌های دارای کیفیت متفاوت، ECهای ۱، ۱۰ و ۶ دسی زیمنس بر متر و SARهای ۱، ۵ و ۱۲ (meq L⁻¹)^{0.5} بر اساس میزان شوری و سدیمی بودن آب-های آبیاری در استان همدان در نظر گرفته شد (Jalali,

اختلاف رطوبت حجمی در حالت اشباع با رطوبت حجمی در مکش ماتریک ۱ کیلوپاسکال (مکش نظیر اندازه منفذ ۳۰۰ میکرون)، نشان‌دهنده تخلخل درشت (Macro-P)، تفاوت رطوبت حجمی در مکش‌های ماتریک ۱ و ۱۰ کیلوپاسکال (مکش نظیر اندازه منفذ ۳۰ میکرون) نشان-دهنده تخلخل متوسط (Meso-P) و رطوبت حجمی موجود در مکش ماتریک ۱۰ کیلوپاسکال نشان‌دهنده تخلخل ریز (Micro-P) می‌باشند. گنجایش زراعی (FC) بر اساس داده‌های منحنی مشخصه رطوبتی خاک تعیین گردید. بدین صورت که مقدار رطوبت خاک در مکش‌های ماتریک ۳۰ کیلوپاسکال برابر FC در نظر گرفته شد. مقدار تخلخل تهویه‌ای در رطوبت معادل مکش ۱۰ کیلوپاسکال نیز از رابطه زیر به دست آمد (Aschonitis et al., 2012):

$$AFP = \theta_s - \theta_{10\text{kPa}} \quad (5)$$

در این رابطه $\theta_{10\text{kPa}}$ ، رطوبت حجمی موجود در مکش ماتریک ۱۰ کیلوپاسکال و θ_s ، رطوبت حجمی اشباع خاک (سانتی‌متر مکعب بر سانتی‌متر مکعب) می‌باشد. رطوبت اشباع خاک با استفاده از منحنی مشخصه رطوبتی تیمارها، مقدار رطوبت موجود در مکش صفر کیلوپاسکال در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری منحنی مشخصه مقاومت مکانیکی خاک، پس از به تعادل رسیدن نمونه‌های تیمار شده در مکش‌های ۱۰، ۳۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۱۵۰۰ کیلوپاسکال، مقاومت فروری آن‌ها با دستگاه ریز فروسنج (زاویه مخروط ۳۰ درجه، قطر مخروط ۳ میلی‌متر، قطر میله ۲ میلی‌متر و با سرعت فروری ۲ میلی‌متر بر دقیقه) در دو نقطه از خاک و در هر نقطه با فواصل نیم سانتی‌متر اندازه‌گیری شد.

در این پژوهش از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار استفاده گردید. شوری یا EC به عنوان فاکتور اول (۱، ۱۰ و ۶ دسی زیمنس بر متر) و سدیمی بودن یا SAR به عنوان فاکتور دوم (۱، ۵ و ۱۲ $(\text{meq L}^{-1})^{0.5}$) در نظر گرفته شد و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت. اثرات جداگانه و برهمکنش دو فاکتور شوری و سدیمی بودن بر توزیع اندازه منافذ، رطوبت اشباع، ظرفیت زراعی و تخلخل تهویه‌ای بررسی شد.

نتایج و بحث

از آنجا که تیمارهای مختلف آب با استفاده از نمک‌های کلرید کلسیم و کلرید سدیم تهیه شد، رابطه (۱) به صورت رابطه (۲) ساده گردید:

$$SAR = \frac{(\text{Na}^+)}{\sqrt{\frac{(\text{Ca}^{2+})}{2}}} \quad (2)$$

$$TC = (\text{Na}^+) + (\text{Ca}^{2+}) \quad (3)$$

در این روابط SAR نسبت جذب سدیم $(\text{meq L}^{-1})^{0.5}$ ، (Na^+) ، (Ca^{2+}) و (Mg^{2+}) به ترتیب غلظت یون سدیم، کلسیم و منیزیم (میلی‌اکی‌والان در لیتر) و TC غلظت کل کاتیون‌ها (میلی‌اکی‌والان در لیتر) می‌باشند.

برای تیمار کردن خاک با نمونه‌های آب، نمونه‌های دست‌نخورده با آب‌های با کیفیت مختلف به مدت ۲۴ ساعت از زیر اشباع شدند و پس از آن به مدت ۲۴ ساعت بر روی صفحات سرامیکی تحت مکش ۳۰۰ سانتی‌متر قرار گرفتند تا آبکشی شوند (روش جایگزینی). به منظور تأثیر کیفیت آب‌های ساخته شده بر ساختمان خاک و تعادل سطوح تبادل خاک با محلول‌های ساخته شده، نمونه‌های خاک ۵ دوره متوالی اشباع و خشک شدن را گذراندند. پس از آن جهت اندازه‌گیری منحنی مشخصه رطوبتی و ویژگی‌های منافذ، سیلندرهای خاک با محلول‌های نظیرشان اشباع شدند و در دستگاه‌های جعبه شن برای مکش‌های صفر، ۰/۲، ۰/۵، ۱، ۲، ۵ و ۷ کیلوپاسکال (Clement, 1966) و صفحات فشاری برای مکش‌های ۱۰، ۳۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ کیلوپاسکال (Klute, 1986) منتقل شدند. توزیع اندازه منافذ خاک به صورت منافذ درشت (Macro-P) دارای قطر بزرگ‌تر از ۳۰۰ میکرون، منافذ متوسط (Meso-P) دارای قطر بین ۳۰ تا ۳۰۰ میکرون و منافذ ریز (Micro-P) دارای قطر کوچک‌تر از ۳۰ میکرون تعریف می‌شود (Beven & Germann, 1982). برای تعیین توزیع اندازه منافذ از داده‌های منحنی مشخصه رطوبتی استفاده گردید. بدین صورت که اندازه منافذ خاک بر اساس معادله موئینگی زیر تعیین گردید:

$$r_i = \frac{2\sigma \cos \beta}{\rho g h_i} \quad (4)$$

در این رابطه r_i شعاع منفذ (متر)، σ کشش سطحی (نیوتن بر متر)، β زاویه تماس (درجه)، ρ چگالی آب (مگاگرم بر متر مکعب)، g شتاب ثقل (متر بر مجذور ثانیه) و h_i پتانسیل ماتریک (متر) می‌باشد. بنابراین

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر توزیع اندازه منافذ خاک، رطوبت اشباع، ظرفیت زراعی و تخلخل

تهویه‌ای در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تیمارهای شوری (هدایت الکتریکی، EC) و سدیمی بودن (نسبت جذبی سدیم، SAR) و برهم‌کنش آنها بر منافذ درشت (Macro-P)، منافذ متوسط (Meso-P)، منافذ ریز (Micro-P)، رطوبت اشباع (θ_s)، گنجایش زراعی (FC) و تخلخل تهویه‌ای (AFP)

Table 2. Variance analysis of effects of salinity (Electrical conductivity, EC) and sodicity (Sodium adsorption ratio, SAR) and their interaction on macropores (Macro-P), mesopores (Meso-p), micropores (Micro-P), saturation water (θ_s), filed capacity (FC) and air filed porosity (AFP)

Source of variation	df	F ratio					
		Macro-P	Meso-P	Micro-P	θ_s	FC	AFP
EC	2	2.54*	36.02**	6.56*	1.01*	1.82*	2.93*
SAR	2	9.68**	18.37**	24.2**	0.29*	5.62*	2.42*
EC×SAR	4	7.83**	7.46**	8.76**	1.42 ^{ns}	5.71*	1.95 ^{ns}

ns, * and ** represent non-significant, and significant at probability levels of $P < 0.05$ and $P < 0.01$, respectively.

نتایج نشان می‌دهد که اثر EC و SAR بر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود. همچنین برهم‌کنش SAR×EC بر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده به جز رطوبت اشباع و تخلخل تهویه‌ای اثرات معنی‌داری داشت (جدول ۲). در جدول ۳، مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایشی بر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده ارائه شده است.

جدول ۳- اثر شوری (هدایت الکتریکی، EC) و سدیمی بودن (نسبت جذبی سدیم، SAR) بر مقدار منافذ درشت (Macro-P)، منافذ متوسط (Meso-P)، منافذ ریز (Micro-P)، رطوبت اشباع (θ_s)، گنجایش زراعی (FC) و تخلخل تهویه‌ای (AFP)

Table 3. Effects of salinity (Electrical conductivity, EC) and sodicity (Sodium adsorption ratio, SAR) on macropores (Macro-P), mesopores (Meso-p), micropores (Micro-P), saturation water (θ_s), filed capacity (FC) and air filed porosity (AFP)

Treatment		Macro-P	Meso-P	Micro-P	θ_s	FC	AFP
		(cm ³ cm ⁻³)					
SAR ((meq l ⁻¹) ^{0.5})	1	0.084 ^a	0.132 ^b	0.233 ^b	0.449 ^a	0.138 ^a	0.216 ^a
	5	0.077 ^b	0.053 ^a	0.332 ^a	0.461 ^a	0.142 ^a	0.129 ^b
	12	0.061 ^c	0.064 ^c	0.362 ^a	0.486 ^a	0.146 ^a	0.124 ^b
EC (dS m ⁻¹)	1	0.059 ^c	0.079 ^a	0.239 ^b	0.377 ^b	0.113 ^c	0.138 ^b
	6	0.083 ^b	0.086 ^b	0.319 ^b	0.489 ^b	0.139 ^b	0.170 ^a
	10	0.092 ^a	0.081 ^b	0.358 ^a	0.531 ^a	0.173 ^a	0.173 ^a

در هر ستون و هر گروه میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری نیستند. Values with same letter within a column and group have not statistically significant difference ($P < 0.05$).

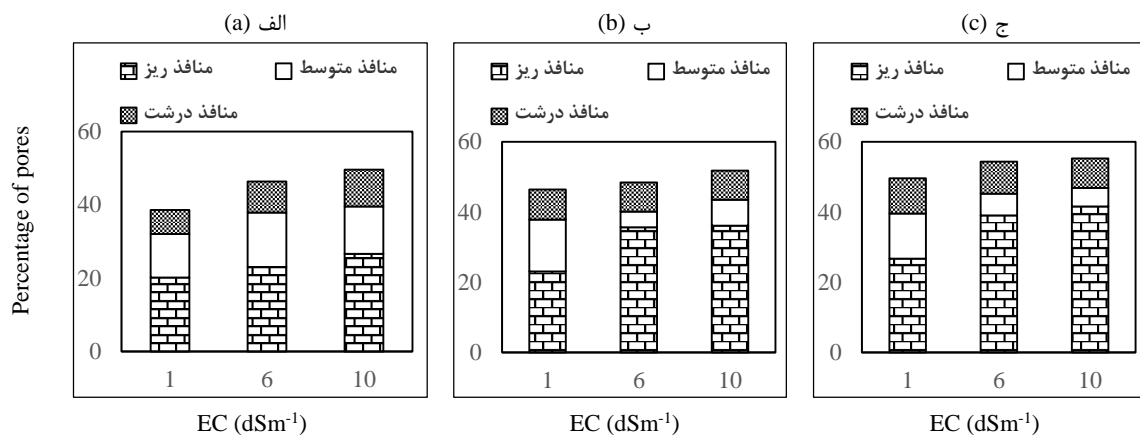
دسی‌زیمنس بر متر و افزایش ۵۶ درصدی آن در EC برابر با ۱۰ نسبت به ۱ دسی‌زیمنس بر متر گردید. سدیمی شدن خاک باعث افزایش فرآیند پراکنش رس خاک و تخریب ساختمان خاک می‌گردد. این فرآیند موجب بسته شدن منافذ خاک و کاهش منافذ درشت می‌شود (Naseri & Rycroft, 2002). از طرفی افزایش شوری خاک سبب نزدیک‌تر کردن کاتیون‌ها به سطح ذرات خاک، هم‌آوری ذرات، خاکدانه‌سازی و نگه‌داشتن خاکدانه‌ها کنار هم می‌گردد (Miller & Donahue, 1995). اثر SAR بر روند تغییرات منافذ متوسط منظم نبود (جدول ۳). به طوری که بیشترین مقدار منافذ متوسط در

اثر شوری و سدیمی بودن آب بر توزیع اندازه منافذ

نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که کم‌ترین مقدار منافذ درشت مربوط به SAR برابر با ۱۲ بود (۰/۰۶۱ سانتی-مترمکعب بر سانتی‌مترمکعب)، که به طور معنی‌داری کمتر از SAR برابر ۱ و ۵ می‌باشد، به طوری که میزان منافذ درشت، با افزایش SAR از ۱ به ۵، در حدود ۸ درصد و با افزایش از ۱ به ۱۲ در حدود ۲۷ درصد کاهش نشان داد. از طرفی بیش‌ترین درصد منافذ درشت مربوط به EC برابر ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر بود (۰/۰۹۲ سانتی-مترمکعب بر سانتی‌مترمکعب). افزایش EC موجب افزایش ۴۱ درصدی منافذ درشت در EC برابر با ۶ نسبت به ۱

ترتیب برای ECهای ۱، ۶ و ۱۰ دسی زیمنس بر متر تغییر یافت. میزان منافذ ریز با افزایش SAR و EC افزایش داشت (جدول ۳). با افزایش SAR از ۱ به ۵ و ۱۲، میزان منافذ ریز به ترتیب ۴۳ و ۵۵ درصد افزایش داشت. همچنین با افزایش EC از ۱ به ۶ و ۱۰ دسی زیمنس بر متر میزان منافذ ریز به ترتیب ۳۳ و ۵۰ درصد افزایش نشان داد. در شکل ۱ اثر SAR و EC بر توزیع اندازه منافذ نشان داده شده است.

SAR برابر با ۱ دسی زیمنس بر متر (۰/۱۳۲ سانتی- مترمکعب بر سانتی مترمکعب)، و کمترین مقدار آن در SAR برابر با ۵ دسی زیمنس بر متر (۰/۰۵۳ سانتی- مترمکعب بر سانتی مترمکعب)، مشاهده گردید که می‌تواند به دلیل تأثیر تیمارها بر ساختمان خاک و تبدیل منافذ به اندازه‌های متفاوت باشد. همان طور که نتایج نشان می‌دهد، با افزایش EC، مقدار منافذ متوسط با مقادیر ۰/۰۷۹، ۰/۰۸۶ و ۰/۰۸۱ سانتی مترمکعب بر سانتی مترمکعب به



شکل ۱- اثر نسبت جذبی سدیم (SAR) برابر با ۱ (الف)، ۵ (ب) و ۱۲ (ج) $(\text{meq L}^{-1})^{0.5}$ بر توزیع اندازه منافذ (میانگین سه تکرار) در سطوح متفاوت هدایت الکتریکی (EC)

Figure 1. Effects of sodium adsorption ratio (SAR) equal to 1 (a), 5 (b) and 12 (c) $(\text{meq L}^{-1})^{0.5}$ on pore size distribution in different levels of electrical conductivity (EC)

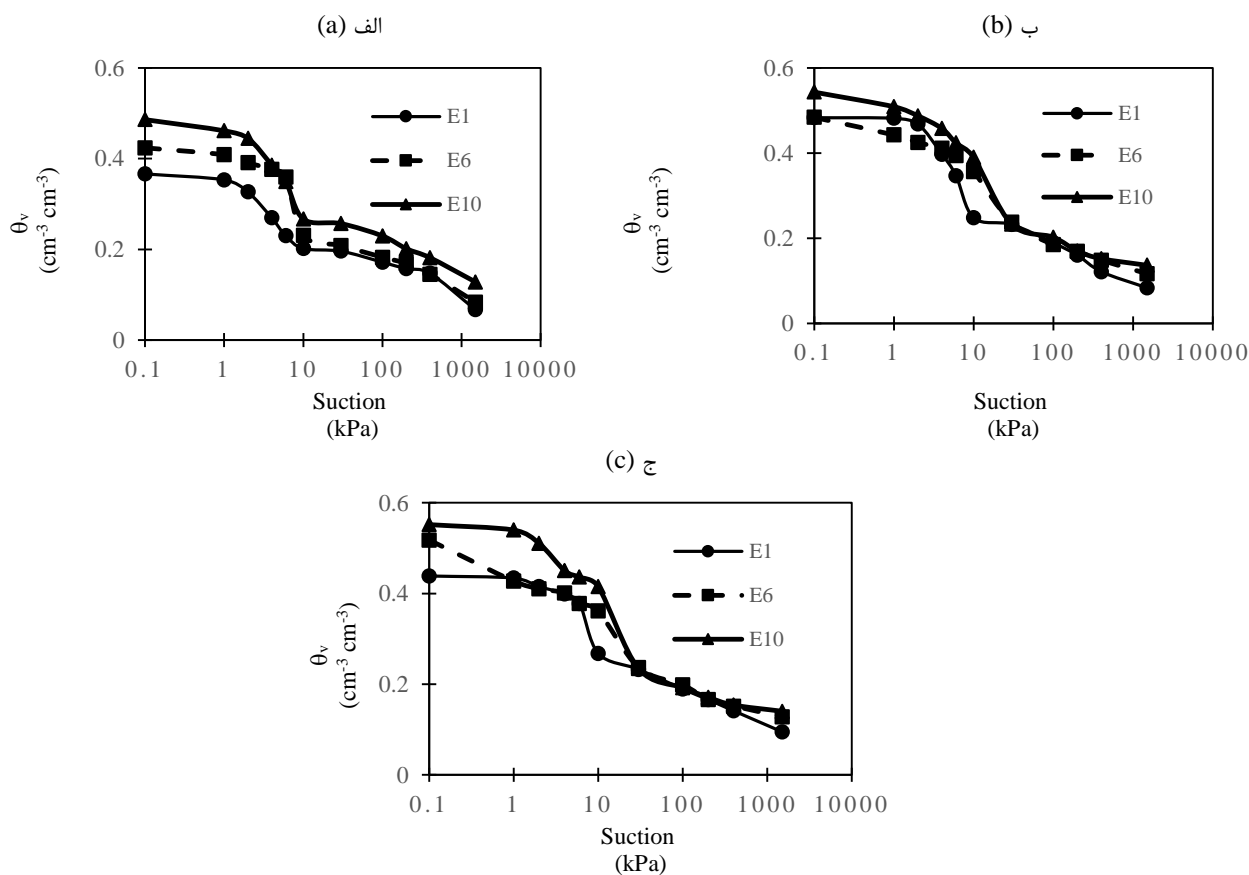
مانع ورود آب به خاک می‌شود (Naseri & Rycroft, 2002; Bagarello et al., 2009).

اثر شوری و سدیمی بودن آب بر منحنی مشخصه رطوبتی
نتایج نشان داد که با افزایش SAR مقدار رطوبت نگهداری شده در خاک در تمامی مکش‌های اندازه‌گیری شده، در مقایسه با EC مشابه، افزایش یافت (جدول ۳). افزایش SAR سبب پراکندگی ذرات و کاهش اندازه منافذ خاک شده و در نتیجه قدرت نگهداری آب خاک به ویژه در حالت اشباع افزایش یافت. به طوری که مقدار رطوبت اشباع با افزایش SAR از ۱ به ۵ و ۱۲ به ترتیب ۳ و ۸ درصد افزایش یافت (جدول ۳). از طرفی گزارش شده است که گاهی SARهای بالا سبب ایجاد آماس در خاک و در نتیجه ایجاد درز و ترک‌های ثانویه در حین تر و خشک شدن و در نتیجه کاهش قدرت نگهداری آب خاک در

همان‌طور که مشاهده می‌شود، افزایش SAR سبب کاهش اثر EC در ایجاد منافذ درشت گردید که این اتفاق می‌تواند ناشی از اثر بازدارندگی SAR بر تشکیل ساختمان خاک و متعاقب آن منافذ درشت باشد. EC نیز اثر SAR را در تخریب خاکدانه‌ها و در نتیجه آن کم کردن منافذ درشت، کاهش داد. کیفیت و کمیت آب آبیاری با تأثیر بر انقباض و انبساط خاک‌ها در حین دوره‌های تر و خشک شدن و همچنین پراکندگی ذرات خاک، بر توزیع اندازه منافذ، اعوجاج و پیوستگی آنها اثر گذاشته، توزیع اندازه منافذ را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Keren, 2000). کاهش غلظت نمک‌های محلول در خاک سدیمی باعث تورم، پراکنش رس و بسته شدن منافذ شده و هدایت هیدرولیکی خاک را کاهش می‌دهد. این فرآیند همچنین باعث شکل‌گیری یک لایه نفوذناپذیر در سطح خاک و

موجب افزایش نگره‌داشت رطوبت در خاک شد. به طوری که مقدار رطوبت اشباع با افزایش EC از ۱ به ۶ و ۱۰ به ترتیب ۳۰ و ۴۱ درصد افزایش یافت (جدول ۳). رجب و همکاران (Rajab *et al.*, 2008) نیز نتیجه گرفتند که با افزایش شوری نگره‌داشت رطوبت افزایش می‌یابد. نگهداری بیشتر رطوبت در شوری بالا احتمالاً به دلیل اثر آن بر ایجاد و بهبود ساختمان خاک و در نتیجه افزایش منافذ ریز و درشت در خاک می‌باشد. اثر تیمارهای مختلف آب آبیاری بر منحنی رطوبتی در شکل ۲ آمده است.

مکش‌های بالا می‌شود. این فرآیند نه به دلیل بهبود ساختمان خاک، بلکه به دلیل جدا شدن ذرات خاک از یکدیگر در اثر انقباض شدید می‌باشد (Mosaddeghi *et al.*, 2008). همچنین افزایش EC با همآوری ذرات و تشکیل و توسعه اندازه منافذ، مقدار رطوبت نگهداری شده را افزایش داد. شاینبرگ و همکاران (Shainberg & Letey, 1984) گزارش کردند در یک EC ثابت، با افزایش SAR، مقدار نگره‌داشت رطوبت در یک مکش معین افزایش یافت. نتایج این پژوهش نیز نشان داد که افزایش EC



شکل ۲- اثر هدایت الکتریکی (EC) بر منحنی مشخصه رطوبتی (میانگین سه تکرار) در سطوح متفاوت نسبت جذب سدیم (SAR) برابر با ۱ (الف)، ۵ (ب) و ۱۲ (ج) $(\text{meq L}^{-1})^{0.5}$

Figure 2. Effects of electrical conductivity (EC) on moisture characteristic curve in different levels of sodium adsorption ratio (SAR) equal to 1 (a), 5 (b) and 12 (c) $(\text{meq L}^{-1})^{0.5}$

اندازه منافذ، مقدار رطوبت نگهداری شده در خاک را تغییر داده و به دنبال آن منحنی مشخصه رطوبتی خاک‌ها نیز تغییر کرده است. به طور کلی در هر SAR با افزایش EC قدرت نگهداری رطوبت خاک افزایش یافته است. به طوری که در EC برابر با ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر، منحنی مشخصه رطوبتی بالاتر از ECهای دیگر قرار گرفته است،

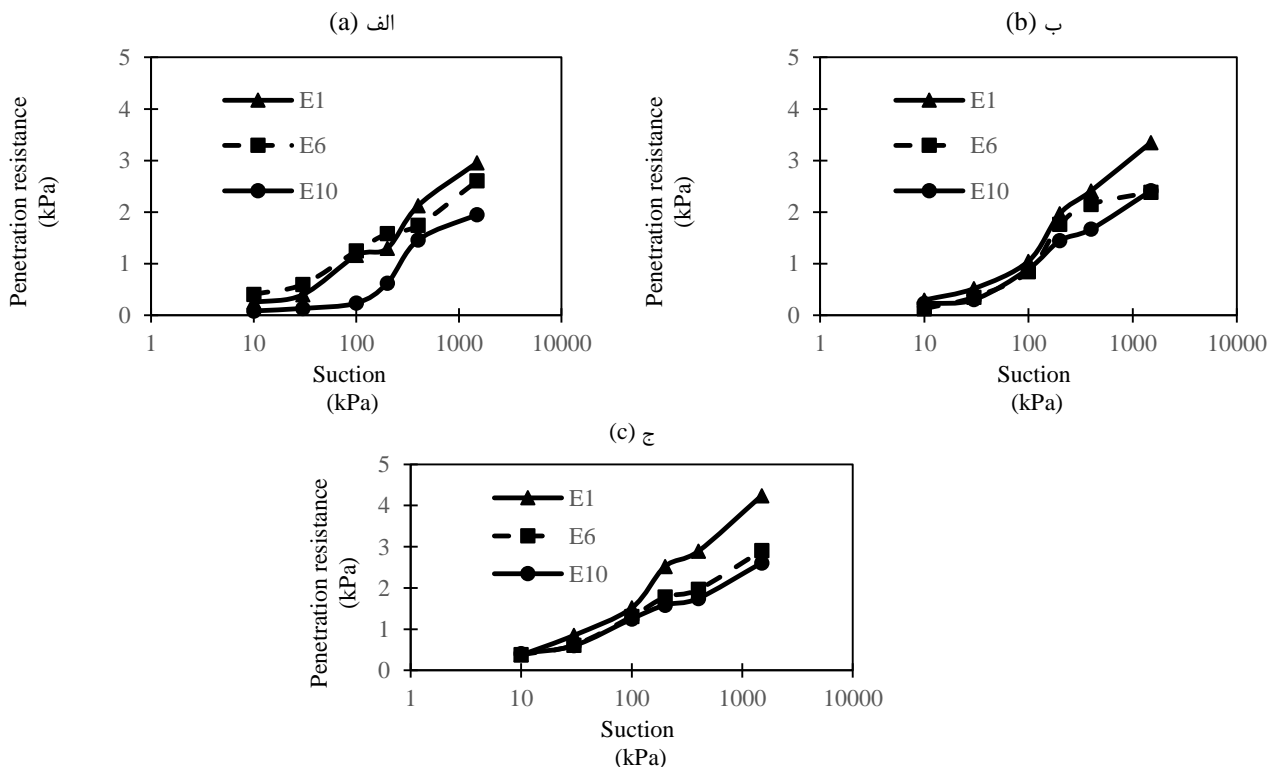
انجام عملیات آبیاری در طی فصل رویش گیاه، تبخیر و غلیظ شدن محلول خاک، خطر شور و یا سدیمی شدن تدریجی خاک را تشدید می‌کند که به دنبال آن ویژگی‌های هیدرولیکی و توزیع اندازه منافذ خاک تغییر می‌کند. همان طور که شکل ۲ نشان می‌دهد، تیمار شدن خاک با آب‌های دارای کیفیت متفاوت با تغییر درصد و توزیع

به ۱ دسی‌زیمنس بر متر مقدار تخلخل تهویه‌ای را ۲۵ درصد افزایش داد (جدول ۳). این یافته‌ها را می‌توان به ایجاد منافذ درشت در خاک با افزایش شوری و کاهش منافذ درشت با افزایش SAR نسبت داد. افزایش SAR سبب تخریب ساختمان خاک شده که این تخریب موجب می‌شود ریشه گیاه زودتر دچار کمبود تهویه گردد. در حالی که عکس آن در شرایط شوری می‌تواند اتفاق افتد. شوری به دلیل اثری که در هم‌آوری ذرات رس دارد، منافذ درشت را افزایش داده که در نتیجه آن شرایط فیزیکی خاک مناسب‌تر از خاک سدیمی است. شوری می‌تواند اثر ناشی از SAR را در کاهش تخلخل تهویه‌ای، کاهش دهد (Grattan & Oster, 2003).

اثر شوری و سدیمی بودن آب بر مقاومت فروروی خاک
نتایج نشان داد که با افزایش شوری به دلیل افزایش منافذ و ویژگی هم‌آوری ذرات و همچنین کاهش لایه پخشیده دوگانه، مقاومت فروروی خاک کاهش یافت (شکل ۳).

که علت این افزایش می‌تواند بهبود ساختمان خاک و تغییر در توزیع اندازه خلل و فرج باشد (Epstein, 1975). همان طور که شکل‌ها نشان می‌دهند، در هر SAR منحنی مشخصه رطوبتی در مکش‌های پایین، که بیشتر تحت تأثیر ساختمان خاک است، بیشتر تحت تأثیر افزایش EC قرار گرفته است و به ویژه این تغییرات بین EC برابر با ۱ و EC برابر با ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر بیشتر مشهود می‌باشد. همچنین در مقایسه بین تیمارهای مختلف SAR آب آبیاری مشاهده می‌شود که با افزایش SAR قدرت نگهداری رطوبت نیز افزایش یافته است که می‌تواند به دلیل تخریب ساختمان خاک و افزایش بیشتر منافذ ریز که توانایی ذخیره بیشتر رطوبت را دارد، باشد.

اثر شوری و سدیمی بودن آب بر تخلخل تهویه‌ای
نتایج به دست آمده نشان داد که افزایش SAR، مقدار تخلخل تهویه‌ای را کاهش داد، به طوری که SAR برابر ۱۲ نسبت به SAR برابر ۱ مقدار آن را ۴۳ درصد کاهش داد. در حالی که شوری باعث افزایش آن گردید. EC ۱۰ نسبت



شکل ۳- اثر هدایت الکتریکی (EC) بر منحنی مشخصه مقاومت فروروی (میانگین سه تکرار) در سطوح مختلف نسبت جذبی سدیم (SAR) برابر با ۱ (الف)، ۵ (ب) و ۱۲ (ج) $(\text{meq L}^{-1})^{0.5}$

Figure 3. Effects of electrical conductivity (EC) on penetration resistance curve in different levels of sodium adsorption ratio (SAR) equal to 1 (a), 5 (b) and 12 (c) $(\text{meq L}^{-1})^{0.5}$

که باید در کنار فاکتورهای دیگر مانند شوری مورد توجه قرار گیرد. نتایج نشان داد که شوری و سدیمی بودن آب در تغییر توزیع اندازه منافذ خاک تأثیر دارد. به گونه‌ای که سدیمی شدن موجب تخریب ساختمان خاک گردید و در نتیجه منافذ درشت خاک کاهش یافت و بر عکس منافذ ریز خاک زیاد گردید. از طرفی شوری سبب افزایش منافذ ریز و درشت خاک شد. همچنین افزایش SAR سبب کاهش اثر شوری در ایجاد منافذ درشت گردید و افزایش EC نیز اثر سدیمی شدن بر منافذ درشت را کاهش داد. شوری موجب افزایش تخلخل تهویه‌ای گردید ولی افزایش SAR باعث کاهش این رطوبت شد. خاک‌های سدیمی دارای ساختمان و زه‌کشی نامناسب هستند. زیرا یون سدیم جذب شده بر روی ذرات رس، سبب پراکندگی ذرات خاک می‌گردد. این خاک‌ها در زمان خشک شدن، سخت و کلوخه‌ای شده و سطح آن‌ها پوسته پوسته می‌شود. به همین دلیل جوانه‌زنی و رشد ضعیف گیاهان در این خاک‌ها معمول است. حفظ و نگهداری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در محیط‌های سدیمی، از راه استفاده از آب با کیفیت مناسب، انتخاب درست اصلاح‌کننده‌ها و یا ترکیب آن‌ها، زه‌کشی مناسب و کافی و عملیات مناسب کشت، امکان‌پذیر است.

شوری به دلیل اثری که بر هم‌آوری ذرات و کاهش سختی منافذ خاک دارد، سبب کاهش مقاومت مکانیکی خاک می‌شود. آلیسون (Allison, 1964) نیز گزارش کرد که شوری خاک مقاومت فروروی خاک را کاهش می‌دهد. با افزایش SAR مقاومت مکانیکی خاک روند افزایشی داشت که دلیل آن افزایش پراکندگی رس‌ها و بسته شدن منافذ خاک (Liu et al., 2015) می‌باشد که بر روی مقاومت فروروی خاک اثر می‌گذارد (McNeal & Coleman, 1966). نتایج نشان داد که منحنی مقاومت مکانیکی مربوط به تیمار EC1 SAR12 بالاتر و منحنی مقاومت مکانیکی مربوط به تیمار EC10 SAR1 پایین‌تر از سایر تیمارها قرار گرفتند (شکل ۳). همچنین مقاومت مکانیکی خاک با کاهش رطوبت به دلیل کاهش در نیروی بین ذرات خاک (کوهیژن) و اصطکاک داخلی ذرات، افزایش پیدا کرد. با افزایش مکش ماتریک، به دلیل سخت شدن پیوند بین ذرات، افزایش اصطکاک بین ذره‌ای و رسوب ذرات کلوییدی مقاومت مکانیکی خاک به طور خطی افزایش می‌یابد (Guarnieri, 2005).

نتیجه‌گیری کلی

انجام عملیات آبیاری بدون توجه به کیفیت آب مورد استفاده با گذشت زمان منجر به تخریب ساختمان فیزیکی خاک می‌گردد. یکی از عواملی که در این رابطه باید مورد بررسی قرار گیرد، کنترل سدیمی بودن آب آبیاری است

References

- Allison L.E. 1964. Salinity in relation to irrigation. *Advances in Agronomy*, 16: 139-180.
- Ayers R.S., and Westcot D.W. 1989. Water quality for agriculture. *FAO Irrigation and Drainage Paper*, No. 29. 174p.
- Bagarello V., Provenzano G., and Sgroi, A. 2009. Fitting particle size distribution models to data from Burundian soils for the BEST procedure and other purposes. *Biosystems Engineering*, 104: 435-441.
- Barzegar A.R., Oades J.M., Rengasamy P., and Giles L. 1994. Effect of sodicity and salinity on disaggregation and tensile strength of an Alfisol under different cropping systems. *Soil and Tillage Research*, 32: 329-345.
- Beven K. and Germann P. 1982. Macropores and water flow in soils. *Water Resources Research*, 18: 1311-1325.
- Bouycos G.J. 1962. Hydrometer method improved for making particles size of soils. *Agronomy Journal*, 56: 464-465.
- Busscher W.J., and Bauer P.J. 2003. Soil strength, cotton root growth and lint yield in a southeastern USA coastal loamy sand. *Soil and Tillage Research*, 74: 151-159.
- Clement C.R. 1966. A simple and reliable tension table. *Journal of Soil Science*, 17: 133-135.
- Cook F.J., Kelliher F.M., and McMahon S.D. 1994. Changes in infiltration during wastewater irrigation of a highly permeable soil. *Journal of Environmental Quality*, 23: 476-482.

- Aschonitis V.G., Sofia K., Kostopoulou S.K., and Antonopoulos V.Z. 2012. Methodology to Assess the Effects of Rice Cultivation under Flooded Conditions on van Genuchten's Model Parameters and Pore Size Distribution. *Transport in Porous Media*, 91: 861–876.
- Dexter A.R. 2004. Soil physical quality. Part I. Theory effects of soil texture, density and organic matter, and effects on root growth. *Geoderma*, 120: 201–214.
- Emdad M., Fardad H., and Siadat H. 2003. Effect of Irrigation Water Quality (Salinity and Sodium) on the Soil Final Infiltration in Furrow Irrigation. *Journal of Water and Soil Science*, 17 (2): 232–238. (In Persian)
- Epstein E. 1975. Effect of sewage sludge on soil physical properties. *Journal of Environmental Quality*, 4: 139–142.
- Fernandez D.M., and Herrero J. 2015. Effect of gypsum content on soil water retention. *Journal of Hydrology*, 528: 122–126.
- Gallardo-Carrera A., Leonard J., Duval Y., and Durr C. 2007. Effects of seedbed structure and water content at sowing on the development of soil surface crusting under rainfall. *Soil and Tillage Research*, 95: 207–217.
- Grattan S.R., and Oster J.D. 2003. Use and reuse of saline-sodic waters for irrigation of crops. In: Goyal S.S., Sharma S.K. and Rains D.W. (Ed.), *Crop Production in Saline Environments: Global and Integrative Perspectives*. Haworth Press, New York. pp. 131–162.
- Goncalves R.A.B., Folegatti M.V., Gloaguen T.V., Libardi P.L., Montes C.R., Lucas Y., Dias C.T.S., and Melfi A.J. 2007. Hydraulic conductivity of a soil irrigated with treated sewage effluent. *Geoderma*, 139: 241–248.
- Goncalves R.A.B., Gloaguen T.V., Libardi P.L., Lucas Y., and Montes C.R. 2010. Pore size distribution in soils irrigated with sodic water and wastewater. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34: 701–707.
- Guarnieri A., Fabbri A., and Molari G. 2005. Influence of sodicity and salinity on the mechanical properties of two Italian soils. *Biosystems Engineering*, 91(2): 239–243.
- Halliwell D.J., Barlow K.M., and Nash D.M. 2001. A review of the effects of wastewater sodium on soil physical properties and their implications for irrigation systems. *Australian Journal of Soil Research*, 39: 1259–1267.
- Jalali M. 2002. Composition of irrigation waters in west of Iran. 17th World Congress of Soil Science in Bangkok, Thailand, August.
- Jnad I., Lesikar B., Kenimer A., and Sabbagh G. 2001. Subsurface drip dispersal of residential effluent: II. Soil hydraulic characteristics. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 44: 1159–1165.
- Khatar M., Mosaddeghi M. R., and Mahboubi A.A. 2012. Water quality effect on plant-available water and pore size distribution of two texturally-different calcareous soils. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 16 (60): 159–172. (In Persian)
- Keren R. 2000. Salinity. In: Sumner M.E. (ed). *Hand Book of Soil Science*, 10–11.
- Klute, A. (1986). Water retention: laboratory methods. In: Klute A. (Ed.) *Methods of Soil Analysis: Part I. Physics and Mineralogy Methods*, 2nd Edition, Agronomy Monograph, ASA, WI, pp. 635–662.
- Luo J.Q., Wang L.L., Li Q.S., Zhang Q.K., He B.Y., Wang Y., and Li S.S. 2015. Improvement of hard saline-sodic soils using polymeric aluminum ferric sulfate (PAFS). *Soil and Tillage Research*, 149: 12–20.
- Mamedov A.I., and Levy G.J. 2001. Clay dispersivity and aggregate stability effects on seal formation and erosion in effluent-irrigated soil. *Soil Science*, 166: 631–639.
- McNeal B.L., and Coleman N.T. 1966. Effect of solution composition on soil hydraulic conductivity. *Soil Science Society of America, Proceedings*, 30: 308–312.
- Meenener J.C., McLay C.D.A., and Lee R. 2001. Effects of sodium-contaminated wastewater on soil permeability of two New Zealand soils. *Australian Journal of Soil Research*, 39: 877–891.
- Miller R.W., and Donahue R.L. 1995. *Soils in Our Environment*, Seventh Edition. Prudence Hall, Englewood, Cliffs, NJ. pp. 323.
- Mosaddeghi M.R., Khatar M., Dexter A.R., and Mahboubi A.A. 2008. Water characteristic curve and physical quality of soil as influenced by water salinity and sodicity. 2nd International Salinity Forum:

- Salinity, Water and Society –Global issues, local action, March 31th–April 3rd, Adelaide, South Australia.
- Naseri A.A., and Rycroft D. 2002. Effect of swelling and overburden weight on hydraulic conductivity of restructured saline sodic clay. WCSS. Bangkok, Thailand. 17: 1843-1–1843-11.
- Rajab R.R.R., Hellal F.A., and Abdu El-Hady M. 2008. Irrigation water salinity effects on some soil water constants and plant. Twelfth International Water Technology Conference, Alexandria, Egypt.
- Rhoades J.D. 1996. Salinity electrical conductivity and total dissolved solid. In: Page, A.L., Somner, C.E. & Nelson, P.W. (Eds.) "Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods". ASA/SSSA Madison, Wisconsin, USA. 417–436.
- Shainberg I., and Letey J. 1984. Response of soils to sodic and saline conditions. *Hilgardia*, 52 (2): 1–57.
- Sillers W.S., Fredlund D.G., and Zakerzadeh N. 2001. Mathematical attributes of some soil-water characteristic curve model. *Geotechnical Geological Engineering*, 19: 243–283.
- Sims J.T. 1996. Lime requirement methods of soil analysis. In: Klute A. (Ed.). Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical Methods. SSSA/ASA. Madison, Wisconsin, USA. pp. 491-512.
- Six J., Bossuyt H., Degryze S., and Denef K. 2004. A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. *Soil and Tillage Research*, 79: 7–31.
- Sleutel S., Bouckaert L., Buchan D., Van Loo D., Cornelis W.M., and Sanga H.G. 2012. Manipulation of the soil pore and microbial community structure in soil mesocosm incubation studies. *Soil Biology and Biochemistry*, 45: 40–48.
- Tedeschi A., and Dell' Aquila R. 2005. Effects of irrigation with saline waters, at different concentrations, on soil physical and chemical characteristics. *Agricultural Water Management*, 77: 308–322.
- Tedeschi A., and Menenti M. 2002. Indicators of the seasonal cycle of total dissolved and adsorbed salts under irrigation. *Water Resources Management*, 16 (2): 89–103.
- Thomas G.W. 1996. Soil pH and soil acidity. In: Page, A.L., Somner, C.E., and Nelson, P.W. (Ed.). "Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods". ASA/SSSA Madison, Wisconsin, USA. 475–490.
- Yang W., Li Z., Cai C., Guo Z., Chen J., and Wang J. 2013. Mechanical properties and soil stability affected by fertilizer treatments for an Ultisol in subtropical China. *Plant and Soil*, 363: 157–174.
- Walkly A., and Black I.A. 1934. An examination of digestion method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration. *Soil Science*, 37: 29–38.

Effects of Irrigation Water Quality on Some Soil Physical Indicators

Azadeh Safadous*¹, Behzad Dashtpeyma¹, Mohammad Reza Mosaddeghi²,
Hossein Asgarzadeh³

(Received: June 2016 Accepted: April 2017)

Abstract

Soil structural properties which are function of pore size distribution are important physical indicators of soil that affect the growth and development of plant and root. Irrigation water quality alters the soil structure by affecting salt concentration and sodicity of soil solution. This study was carried out in order to investigate the effects of different water qualities on pore size distribution, aeration porosity, soil water characteristic and mechanical resistance curves of a clay loam soil, irrigated with different water qualities. A combination of three levels of EC (1, 6 and 10 dS m⁻¹) and SAR (1, 5 and 12 (meq L⁻¹)^{0.5}) values were used to simulate the different types of irrigation water. The undisturbed soil samples (45 mm length and 51 mm inner diameter) were treated with solutions for 5 cycles of saturation and drying. Results showed that at each SAR, as water EC increased, the soil macroporosity and aeration porosity were enhanced as a result of flocculation which is effective in development of stable structure. Due to increasing the microporosity and water holding capacity, the amount of retained water in field capacity was increased. Saturated water content was increased due to the effects of salinity on pore alteration, as a result of contraction of diffuse double layer and particle's flocculation. It is also seen that penetration resistance decreased probably due to development of macro pore. At each EC level, as the sodicity of irrigation water (SAR) increased, the moisture content at field capacity and retained water were increased due to structural disruption, clay swelling and dispersion which lead to increased adsorptive and interlayer surfaces. It was also observed an increase in microporosity and penetration resistance and decrease in macroporosity and aeration porosity with increasing in SAR.

Keywords: Dispersion, Diffuse double layer, Flocculation, Macro porosity, Penetration resistance

1-Assistant Professor and MSc. Graduate of Soil Science, respectively, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamadan

2-Professor of Soil Science, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology

3-Assistant Professor of Soil Science, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University

* Corresponding Author Email: safadoust@basu.ac.ir