اثر کیفیت آب آبیاری بر نفوذ پذیری خاک

محمد فیضی
استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، ایران

چکیده

در این مطالعه تأثیر سه تیمار شوری آب آبیاری S_1 به ترتیب در هر سال زراعی (۱/۷، ۱/۶ و ۳/۴ دسی‌زیمنس بر متر)، S_2 (۹، ۸/۰ و ۸/۸ دسی‌زیمنس بر متر) و S_3 (۱۲/۵، ۱۲/۳، ۱۱/۲ دسی‌زیمنس بر متر) بر نفوذ آب به یک خاک رُسی به صورت طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در کرتهای ثابت برای سه سال زراعی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش شوری آب آبیاری میزان سرعت نفوذ پایه تا شوری حدود ۸ دسی‌زیمنس بر متر و نسبت جذب سدیم ۱۹ تغییر معنی-داری نشان نداد ولی پس از این میزان شوری و با افزایش نسبت جذب سدیم آب، میزان سرعت نفوذ پایه کاهش یافت. اگرچه با توجه به نوسانات شوری آب آبیاری، تغییرات میزان یونهای موجود در آب آبیاری، مدیریت آبیاری و آبشویی نمی توان الگوی یکنواختی از روند تغییرات نفوذپذیری خاک ارائه نمود ولی با افزایش نسبت جذب سدیم آب، نفوذپذیری روند نزولی داشت.

کلمات کلیدی: شوری آب، سرعت نفوذ پایه، نسبت جذب سدیم، نفوذ پذیری خاک

مقدمه

کیفیت آب آبیاری از عوامل مؤثر بر خاک می‌باشد و دارای پتانسیل بالایی برای تأثیر روی ساختمان و خصوصیات خاک است. بنابراین، مدیریت مناسب در کاربرد آب شور برای آبیاری باید به گونه‌ای اعمال شود که دارای کمترین اثرات مخرب روی خاک باشد. نمک‌ها بعضی خواص فیزیکی- شیمیایی خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهند که این خواص به نوبهٔ خود بر خاک به عنوان محیطی مناسب برای رشد گیاه تأثیر خواهند داشت. زیرا رشد گیاه به طور مستقیم درخاک ممکن است بیشتر تحت تأثیرشوری خاک قرار گیرد تا شوری آب آبیاری. سطوح بالای شوری و سدیم در محلول خاک منجر به پراکندگی ذرات رس و بسته شدن منافذ در خاک می شود که منجر به کاهش قابل توجه نفوذپذیری، تخلخل و هدایت هیدرولیکی در خاک می شود. همچنین شوری در خاک بر روی پایداری خاکدانه‌ها در آب تأثیر می‌گذارد (Levy and Torrento,1995 Shainberg et. al,1981). شوری به تنهایی آثار مخربی بر ساختمان خاک ندارد ولی در صورتی که خاک شور و سدیمی و یا بطور عمده سدیمی باشد، بدلیل کثرت یونهای سدیم این امر ایجاد شرایط فیزیکی نامناسبی در خاک می‌نماید که بصورت پراکندگی ذرات، کوبیدگی و کاهش نفوذپذیری ظاهر می‌شود. عوامل مذبور سبب ایجاد اختلال در تهویه و شرایط زهکشی سطحی گردیده و از گسترش ریشه جلوگیری نموده و در مجموع سبب کاهش رشد محصول در گیاه می‌شود (حیدری، ۱۳۷۶).

آبیاری با آب شور منجر به افزایش درصد سدیم تبادلی خاک (ESP) و تخریب خصوصیات فیزیکی خاک می‌شود که از طریق اندازه‌گیری پایداری خاکدانه در آب قابل پیش‌بینی می‌باشد. شاخص پایداری خاکدانه در آب در خاک‌های سطحی با مقادیر ESP رابطه معکوس دارد (Tedeschi, and Dell'Aquila, 2005).

اثر شور و سدیمی شدن بر خصوصیات خاک باید در مزرعه مورد ارزیابی قرار گیرد و نتایج به دست آمده در شرایط آزمایشگاهی برای شرایط مزرعه‌ای قابل تعمیم نمی‌باشد.

تحت شرایط مزرعه‌ای، خاک‌هایی که در معرض آبیاری قرار دارند در دوره‌های زمانی متوالی مرطوب شده و سپس خشک می‌شوند. در واقع، خاک‌هایی که در معرض این چرخه‌ی تر و خشک شدن قرار می‌گیرند، به مرور پایداری ذرات خود را از دست داده، مواد چسبنده‌ی بین ذرات آزاد شده و خلل و فرج خاک از بین می‌رود. در آبیاری با آب شور ممکن است عدم پیوستگی خاکدانه‌های خاک، تجزیه‌ی خاکدانه‌ها، تشکیل سله‌ی سطحی و در نهایت تغییر در نفوذپذیری خاک رخ دهد. شاید بتوان گفت که کیفیت آب، ابتدا بر خصوصیات شیمیایی خاک اثر می‌گذارد و در نهایت موجب تغییر خصوصیات فیزیکی خاک و نفوذپذیری می‌شود(Kahloan and Azam, 2003).

کیفیت آب آبیاری از عوامل مؤثر بر نفوذپذیری خاک می‌باشد و دارای پتانسیل بالایی برای تأثیر روی ساختمان و خصوصیات خاک است. بنابراین، مدیریت مناسب در کاربرد آب شور برای آبیاری باید به گونه‌ای اعمال شود که دارای کمترین اثرات مخرب روی خاک باشد(Emdad et al, 2004 : Kahloan and Azam, 2003).

با توجه به لزوم کاربرد آبهای شور و لب شور، در این مطالعه تأثیر کاربرد کیفیت های مختلف آب بر برخی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک مورد بررسی قرار گرفت تا بتوان نسبت به بررسی تغییرات خاک بر اثر شوری های مختلف و همچنین اثرات میان مدت آنها بر خاک توصیه مناسبی نمود. در این مقاله بخشی از نتایج این تحقیق بر روی نفوذ پذیری خاک ارایه می گردد.

مواد و روش ها

در این تحقیق، سه تیمار شوری آب آبیاری S_1 به ترتیب در هر سال زراعی (۱/۷، ۱/۶ و ۳/۴ دسی‌زیمنس بر متر)، S_2 (۹، ۸/۰ و ۸/۸ دسی‌زیمنس بر متر) و S_3 (۱۲/۵، ۱۲/۳، ۱۱/۲ دسی‌زیمنس بر متر) به صورت طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در کرتهای ثابت برای سه سال زراعی در تناوب کشت گیاهان گندم، چغندر قند وگلرنگ در جنوب شرق اصفهان مورد بررسی قرار گرفت.

با توجه به طبقه‌بندی آب استفاده شده، تیمار S_1 از نظر شوری در گروه متوسط و از نظر نسبت جذب سدیم (نفوذ پذیری) بدون محدودیت گزارش شده است. تیمار S_2 و S_3 از لحاظ شوری دارای محدودیت شدید برای آبیاری و از لحاظ نسبت جذب سدیم بدون محدودیت دسته‌بندی می‌شود.

آبیاری ها بر اساس نیاز آبی گیاهان مورد مطالعه و به مقدار تبخیر از تشت تبخیر صورت گرفت. سهم آبشویی برای تیمار های شوری آب آبیاری بترتیب ۵، ۸ و ۲۳ در صد در نظر گرفته می‌شد به آب آبیاری اضافه و اعمال می گردید.

جهت تعیین تغییرات نفوذ آب به خاک به واسطهٔ اعمال تیمارهای آزمایشی در طی فصل کشت، از استوانه‌های نفوذسنج با محافظ (دوگانه) استفاده شد (بای بوردی، ۱۳۸۳). در ابتدای سال اول، در محل اجرای آزمایش به عنوان شاهد و در انتهای فصل کشت سال دوم و سوم، استوانه‌های نفوذسنج در هر کرت آزمایشی به عمق ۱۰ سانتی‌متر در خاک کوبیده و نفوذپذیری خاک در سه تکرار اندازه‌گیری شد.

در هر آزمایش ارتفاع آب نفوذ یافته در زمان‌های معین اندازه‌گیری گردید وآزمایش تا زمانی ادامه داشت که دو قرائت نزدیک به هم حداکثر ۱۰ درصد اختلاف نشان دادند. بعد از برداشت داده‌های نفوذ، معادله‌ی کوستیاکوف به اطلاعات حاصل از هر آزمایش برازش داده شد. شکل معادله‌ی نفوذ کوستیاکوف به صورت زیر است(علیزاده، ۱۳۷۳):

$$i=ct^a \quad (۱)$$

که:

i = عمق تجمعی آب نفوذ یافته از شروع نفوذ برحسب سانتیمتر

t = زمان از شروع نفوذ، برحسب ساعت

c و a = ضرایب تجربی هستند که به نوع خاک بستگی دارند.

برای تعیین سرعت نفوذ از معادله‌ی فوق نسبت به زمان مشتق گرفته شد:

$$I=c\ a\ t^{a-1} \quad (۲)$$

که:

I = سرعت نفوذ آب به خاک برحسب سانتیمتر در ساعت

با گذشت زمان سرعت نفوذ لحظه ای کاهش می‌یابد و به حد نسبتاً ثابتی می‌رسد که به آن سرعت نفوذ پایه اطلاق می-گردد. هرگاه تغییرات سرعت نفوذ لحظه‌ای نسبت به زمان معادل ۱۰ درصد سرعت نفوذ لحظه‌ای گردد، این سرعت نفوذ را می‌توان سرعت نفوذ پایه فرض کرد:

$$I_b= a\ c\ t_b^{a-1} \quad (۳)$$

که در آن t_b زمان رسیدن به سرعت نفوذ پایه برحسب ساعت و

I_b سرعت نفوذ پایه برحسب سانتیمتر بر ساعت می‌باشد (علیزاده، ۱۳۷۳).

نتایج و بحث

همانطوریکه در شکل ۱ ملاحظه می‌شود میزان سرعت نفوذ پایه در شروع سال اول آزمایش ۶/۵ میلیمتر در ساعت بدست آمدکه از نظر آبیاری در حد متوسط ارزیابی می گردد. میزان سرعت نفوذ پایه در تیمارهای شوری آب آبیاری S_1، S_2 و S_3 در انتهای سال دوم زراعی بترتیب ۵/۵، ۵/۲ و ۳/۵ میلیمتر در ساعت و در انتهای سال سوم زراعی بترتیب ۸/۴، ۸/۳ و ۷/۲ میلیمتر در ساعت به دست آمد. با توجه به میزان سرعت نفوذ پایه در دو مرحله اندازه‌گیری شده و در هر سه تیمار شوری آب آبیاری بجز در تیمار S_3 در انتهای سال دوم زراعی، همگی در گروه متوسط از نظر نفوذ آب به خاک طبقه‌بندی می‌شوند.

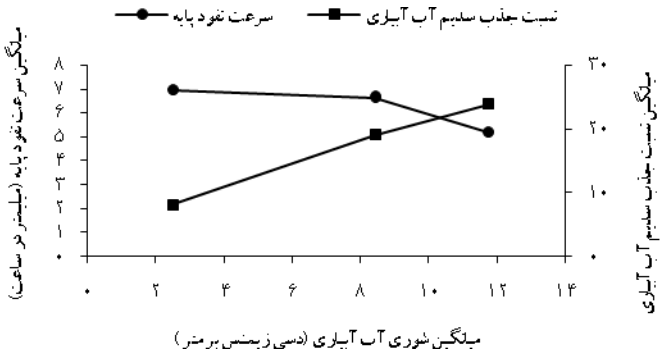
شکل ۱ - میانگین سرعت نفوذ پایه در تیمارهای شوری آب آبیاری

در انتهای سال دوم زراعی نسبت به ابتدای سال اول زراعی سرعت نفوذ پایه در تیمارهای شوری آب آبیاری کاهش نشان داد. میزان کاهش سرعت نفوذ پایه در تیمارهای S_1 و S_2 به مقدار کمی بود در حالیکه میزان کاهش آن در تیمار S_3 قابل توجه و معنی دار گردید. در تیمار S_1 شوری آب آبیاری اعمال شده در سال اول و دوم زراعی بترتیب ۱/۷ و ۱/۶ دسی‌زیمنس بر متر و میزان نسبت جذب سدیم آنها نیز به ترتیب ۶/۲ و ۴/۶ بود. با توجه به اینکه شوری آب آبیاری و میزان نسبت جذب سدیم آن در این تیمار نسبتاً کم بوده است و در این مرحله نیز مقداری از شوری خاک نیز نسبت به شوری اولیه کاهش یافته است لیکن مقدار تغییرات آن ناچیز بود میزان سرعت نفوذ قدری با آبشویی خاک کاهش یافته است ولی مقدار آن کم و فقط در حدود ۱۵ درصد از سرعت نفوذ پایه کاهش داشته است. در تیمار S_2 میانگین شوری آب آبیاری اعمال شده در دو سال زراعی بترتیب ۹ و ۸/۱ دسی‌زیمنس بر متر و مقدار نسبت جذب سدیم آنها بترتیب ۱۶/۶ و ۱۸/۹ بود. با توجه به شوری زیاد آب آبیاری و همچنین نسبت جذب سدیم زیاد میزان نفوذ پایه حدود ۲۰ درصد نسبت به ابتدای سال اول زراعی کاهش نشان داد. میزان کاهش نفوذ پایه در تیمار S_1 با توجه به کاربرد آب با شوری کم که کاهش شوری خاک را بدنبال داشته است حاصل گردید و کاهش نفوذ پایه در تیمار S_2 به علت افزایش و تجمع شوری نسبت به ابتدای سال اول زراعی بود که بطور معنی‌داری افزایش شوری حاصل شده است. در انتهای سال دوم زراعی سرعت نفوذ پایه در تیمار S_3 با توجه به کاربرد آب با شوری ۱۲/۳ و ۱۱/۲ دسی‌زیمنس بر متر بترتیب در سال اول و دوم زراعی و نسبت جذب سدیم ۲۴/۱ و ۲۴/۹ میزان سرعت نفوذ پایه نسبت به ابتدای سال اول زراعی حدود ۴۶ درصد کاهش نشان داد که این کاهش قابل توجه در این تیمار را می توان بعلت شوری زیاد و تورم رس‌ها و کاهش خلل و فرج خاک بحساب آورد.

در انتهای سال سوم زراعی میانگین سرعت نفوذ پایه خاک به ترتیب در تیمارهای شوری آب آبیاری ۸/۴، ۸/۴ و ۷/۲ میلی‌متر در ساعت بدست آمد که نسبت به انتهای سال دوم زراعی در هر سه تیمار شوری آب آبیاری افزایش قابل توجهی ملاحظه گردید. در سال سوم شوری آب آبیاری و نسبت جذب سدیم آن در تیمار S_1 نسبت به دو سال قبل از آن افزایش داشت و بترتیب ۳/۴ دسی زیمنس بر متر و ۱۱/۷ بود. لذا در این تیمار شوری و نسبت جذب سدیم افزایش قابل توجهی نشان

داده است. بطورکلی سرعت نفوذ پایه در انتهای سال دوم زراعی با توجه به تغییرات ناگهانی خاک حاصل از آبیاری با شوری‌های مختلف آب آبیاری قدری کاهش نشان داد که این کاهش در تیمار S_3 بدلیل اعمال شوری و نسبت جذب سدیم زیاد آب آبیاری بیشتر و محسوس‌تر از دو تیمار دیگر بود. در انتهای سال سوم زراعی زیاد بودن شوری و نسبت جذب سدیم آب آبیاری و احتمالاً انحلال منابع کلسیم مانند گچ که در فاز محلول خاک ایجاد گردیده است. سبب تعادل شوری و نسبت جذب سدیم خاک گردیده است و میزان نفوذ را نسبت به انتهای سال دوم زراعی افزایش داده است. بر طبق میانگین سرعت نفوذ پایه در دو مرحله اندازه گیری شده پس از اعمال تیمارهای شوری آب آبیاری (شکل ۲) می‌توان نتیجه‌گیری نمود که با افزایش شوری آب آبیاری میزان سرعت نفوذ پایه تا شوری حدود ۸ دسی‌زیمنس بر متر و نسبت جذب سدیم ۱۹ معنی‌دار و قابل توجه نبود ولی پس از این میزان شوری آب آبیاری و با افزایش نسبت جذب سدیم میزان سرعت نفوذ پایه کاهش یافت. اگر چه با توجه به نوسانات شوری آب آبیاری، تغییرات میزان یونهای موجود در آب آبیاری، مدیریت آبیاری و آبشویی نمی توان الگوی یکنواختی از روند تغییرات نفوذپذیری خاک ارائه نمود ولی آنچه مسلم است اینکه نفوذپذیری با افزایش نسبت جذب سدیم، روند نزولی دارد. در اراضی مورد مطالعه وجود منابع کلسیم و انحلال تدریجی آن درجهت پایدار ماندن نفوذپذیری علی رغم وجود رس زیاد و سله بستن خاک از خصوصیات مثبت خاک‌های منطقه و محل اجرای طرح بحساب می‌آید.

در آبیاری با آبهای سدیم زیاد، خاک سطحی سدیمی شده و سبب تضعیف ساختمان خاک می‌گردد و بدنبال آن خاکدانه‌های خاک به ذرات کوچکتر پراکنده شده و این ذرات کوچک تشکیل شده سبب گرفتگی خلل و فرج خاک می‌گردند. این مشکل همچنین در شرایطی که کلسیم خاک سطحی بسیار کم باشد نیز رخ می دهد، در بعضی موارد آبهای با نمک کم مشکل مشابهی را ایجاد می‌نمایند. که این مشکل بدلیل ماهیت تخریب‌کنندگی آبهای با شوری کم میباشد و نه بخاطر میزان سدیم در خاک و یا آب می‌باشد. شوری کم آب نمک‌های معدنی محلول آب را به انضمام کلسیم سطحی خاک حل نموده و شستشوی می‌نماید.



شکل ۲- میانگین دو نوبت سرعت نفوذ پایه و نسبت جذب سدیم آب آبیاری

نتایج این مطالعه نیز با نتایج مطالعات برخی محققین از جمله شینبرگ و لوی (۱۹۹۲) نسبتا مطابقت دارد. بطورکلی نتایج تحقیقات در زمینه اثر کیفیت آب آبیاری بر سرعت نفوذ آب به خاک با توجه به اثرات متقابل و دینامیک خاک، آب و گیاه در طول فصل زراعی، منابع مختلف املاح در خاک و آب آبیاری و شرایط انجام آزمایش تا حدودی متناقض است. برای نمونه، در یک آزمایش، کاربرد آب شور و شیرین روی یک خاک شور- سدیمی جزئی، منجر به بهبود نفوذپذیری خاک گردید. طی تحقیقات انجام شده توسط فائو، اگر آبیاری با آب شور موجب افزایش غلظت نمک در محلول خاک شود، نفوذپذیری خاک بهبود می‌یابد و برعکس. در حقیقت، املاح موجود در آب آبیاری با ممانعت از پراکندگی ذرات خاک، از کاهش نفوذپذیری جلوگیری می‌کنند (آیرز و وستکات،۱۹۸۵).

منابع

بای بوردی، م، ۱۳۸۳. اصول مهندسی آبیاری روابط آب و خاک. جلد اول، انتشارت دانشگاه تهران.

حیدری، ن، ۱۳۷۶. تعیین ضرایب راندمان آبشویی خاک های شور و سدیمی ایران دشت مغان، رودشت اصفهان، گرگان و گنبد، اراضی جنوب اهواز و دشت میاندوآب. مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشور، گزارش نهایی، ش ۸۲.

علیزاده، ا، ۱۳۷۳. اصول طراحی سیستم‌های آبیاری. انتشارات آستان قدس رضوی، چاپ سوم، ۲۱۴-۵۸.

Ayers, R.S., Westcot, D.W., 1985. *Water quality for agriculture*. FAO. Irrig. and Drain. Paper No. 29. Rev. 1, FAO, Rome.

Chadhary, O.P., Ghuman, B.S., Josan, A.S. Bajwa, M.S., 2006. Effects of alternating irrigation with sodic and non- sodic waters on soil properties and Sunflower yield. *Agric. Water Manage*. 85: 151-156.

Emdad, M.R., Raine, S.R., Smith, R.J., Fardad, H., 2004. Effect of water quality on soil structure and infiltration under furrow irrigation. Irrig. Sci. 23: 55–60.

Frenkel, H., Goertzen, J.O., Rhoades, J.D., 1978. Effects of clay type and content exchangeable sodium percentage, and electrolyte concentration on clay Dispersion and soil hydraulic conductivity. *Soil Sci. Soc. Am.*, 42, 32–39.

Kahloan, M.A. and Azam, M., 2003. Effect of saline drainage effluent on soil health and crop yield. Agric. Water Manage. 62: 127-138.

Levy, G.J., Torrento, J.R., 1995. Clay dispersion and macro aggregate stability as affected by exchangeable potassium and sodium. *Soil Sci*., 160: 352-358.

Tedeschi, A., Dell'Aquila, D., 2005. Effects of irrigation with saline waters, at different concentrations, on soil physical and chemical characteristics. Agric. Water Manage, Vol. 77.

Shainberg, I., Levy, G.J., 1992. Physical–chemical effects of salts upon infiltration and water movement in soils. In: Wagenet, R.J. (Ed.), Interacting Processes in Soil Science. Advances in soil Sciences, Lewis Publishers, *Boca Raton, FL*, pp. 38–93.

Shainberg, I., Rhoades, J.D., Prather, R.J., 1981. Effect of low electrolyte concentration on clay dispersion and hydraulic conductivity of a sodic soil. Soil *Soc. Sci. Am. J.*, 45: 273–277.

Effect of irrigation water quality on soil infiltration

M. Feizi
Assistance Professor, Isfahan Center of Research and agricultural education and Natural Resources, Isfahan, Iran
Email: feizimohammad@gmail.com

Abstract

In this study the effect of three irrigation water quality treatments S1 (1.7, 1.6 and 3.4 $dS.m^{-1}$ in three years respectively), S_2 (9, 8 and 8.8 $dS.m^{-1}$) and S_3 (12.5, 12.5 and 11.2 $dS.m^{-1}$) were investigated on a clay soil infiltration rate in a CRBD, in permanent plots for three cropping seasons. Results showed that intake rate did not increase significantly up to irrigation water salinity 8 dSm^{-1} and sodium adsorption ratio (SAR) 19. But by increasing water salinity and SAR, basic intake rate decreased significantly. Although with respect to irrigation water salinity variation, various ions in irrigation water, irrigation management and leaching, specific infiltration rate pattern cannot presented, but with increased SAR, soil infiltration rate decreased.

Keywords: basic intake rate, sodium adsorption ratio water salinity, soil infiltration rate