اثر کیفیت و مدیریت آب بر ویژگی‌های شیمیایی خاک

محمد فیضی[1]*

استادیار پژوهش بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان؛ **Feizimohammad@gmail.com**

چکیده

یکی از منابع موجود آب در مناطق خشک و نیمه¬ خشک، آب¬های شور زیر زمینی و زه آب های حاصل از زهکشی مناطق بالادست می‌باشد که بایستی به نحو مطلوب مورد استفاده قرار گیرد. از جمله روش‌های مناسب برای کاهش اثرات شوری، اعمال آبشویی همراه با مدیریت صحیح آبیاری است. در همین راستا آزمایشی در جنوب شرق اصفهان با سه تیمار کیفیت آب آبیاری با شوری¬های 9.1/7 و 12/5دسی-زیمنس بر متر (بترتیب S_1، S_2 و S_3) به عنوان کرت اصلی، دو تیمار مدیریت آبیاری شامل کاربرد آب غیر شور با کیفیت S_1 در مرحله جوانه¬زدن و استقرار گیاه و پس از این مرحله کاربرد سه شوری آب فوق¬الذکر تا پایان فصل زراعی (GU)، و آبیاری یکنواخت با کیفیت های فوق¬الذکر از ابتدا تا انتهای فصل زراعی (GQ) به عنوان کرت فرعی و دو تیمار بدون آبشویی و با اعمال آبشویی (بترتیب LR_0 و LR_1) به عنوان کرت¬های فرعی فرعی، در چهار تکرار به صورت طرح آماری بلوک¬های کامل تصادفی در قالب کرت¬های دو بار خرد شده همراه با کشت گندم در خاک با بافت رس و بمنظور بررسی اثر تیمارهای آزمایشی بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک مورد مطالعه قرار گرفت با افزایش شوری آب آبیاری، افزایش املاح در نیمرخ خاک بخصوص در لایه سطحی خاک ایجاد گردیده است که البته با اعمال مدیریت‌های کاربرد آب غیر شور در مرحله جوانه‌زدن و استقرار گیاه و پس از این مرحله کاربرد آب شور و اعمال آب آبشویی میزان افزایش نمک کمتر شده است، ولی همچنان خطر تجمع املاح با توجه به تبخیر سطحی زیاد و بافت سنگین خاک در منطقه وجود دارد و پایداری املاح خاک و الگوی یکنواخت توزیع نمک در خاک را به مخاطره می‌اندازد. به طور کلی، شوری آب آبیاری باعث افزایش روند انباشت نمک در خاک شد ولی مدیریت آبیاری و اعمال آبشویی باعث کاهش روند افزایش شوری خاک در طول فصل زراعی شد. نیز، تأثیر مدیریت آبیاری (کاربرد آب غیر شور در مرحله جوانه‌زدن و استقرار گیاه و کاربرد آب شور پس از این مرحله) در کاهش شوری خاک بیش از تأثیرآبشویی بود.

واژه‌های کلیدی: آبشویی، شوری، نسبت جذب سدیم، یون‌های محلول خاک

مقدمه

یکی از مؤلفه‌های مهم کشاورزی پایدار مخصوصاً در مناطق خشک و نیمه خشک کمیت و کیفیت آب آبیاری است. بخش قابل توجهی ازمنابع موجود آب در این مناطق آب‌های شور زیر زمینی و زه آب های حاصل از زهکشی مناطق پایین دست می‌باشد که بایستی به نحومطلوبی مدیریت و مورد استفاده قرار گیرد. آب آبیاری می‌تواند یکی از عوامل مهم در شور شدن اراضی باشد، حتی آب‌هایی که مقدار نمک آنها بسیارکم است پس از مدت کوتاهی اثرات نامطلوبی روی خاک می‌گذارند. میزان تأثیرپذیری بستگی به خواص خاک، شرایط زهکشی، دانه‌بندی، قابلیت نفوذ آب در خاک و شرایط آب و هوایی و نزولات آسمانی دارد. علاوه بر غلظت املاح در آب آبیاری ترکیب املاح نیز در نحوه و میزان شور شدن اراضی تحت آبیاری مهم بوده و نقش قابل ملاحظه‌ای دارند. معمولاً غلظت نمک سولفات سدیم می‌تواند تا دو برابر بیش از کلرور سدیم در آب

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: اصفهان، کوی امیریه، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، ص.پ 199 – 81785

* دریافت: 91/2/12 و پذیرش: 91/8/30

Archive of SID

www.SID.ir

آبیاری باشد. وجود کلر زیاد در آب علاوه بر افزایش شوری خاک غلظت کلر خاک را افزایش می‌دهد. کلسیم و منیزیم روی خواص فیزیکی خاک اثر مثبت دارند ولی غلظت زیاد کلرورسدیم و یا سولفات سدیم اثر منفی دارد (البرایی،1997؛ فائو و یونسکو،1973). البرایی (1997) بیان نمود که با افزایش سطح شوری آب آبیاری کاتیون‌های Na^{+}، Ca^{2+} و Mg^{2+} در محلول خاک افزایش می‌یابند در حالیکه مقادیر پتاسیم در محلول خاک با افزایش شوری آب آبیاری کاهش می‌یابد. میزان مصرف آب آبیاری نیز در میزان شور شدن خاک اثرات متفاوت دارد.

عدم اعمال مدیریت مناسب در بکارگیری آب-های شور می‌تواند تجمع نمک در نیمرخ خاک، کاهش عملکرد محصول و تخریب ساختمان خاک را بدنبال داشته باشد (اولد احمد و همکاران، 2007). جهت غلبه بر مشکلات استفاده از آب شور، بعضی از محققین روش-هایی از جمله مخلوط آب شور با آب با کیفیت مناسب، انتخاب گیاهان مقاوم به شوری و کاربرد آب مناسب در مراحل حساس به شوری در طول فصل زراعی را ارایه نموده اند (مصطفی‌زاده فرد و همکاران، 2008؛ ژانگ و چن، 2005). شارما و روآ (1998) به منظور بررسی امکان استفاده از زه‌آب برای آبیاری گیاهان گندم، ارزن و سورگوم آزمایش‌هایی به مدت هفت سال در هند انجام دادند. کیفیت‌های آب آبیاری اعمال شده به ترتیب 0/5، 6، 9، 12 و 18/8 دسی‌زیمنس بر متر بود. هر چند افزایش شوری آب آبیاری سبب افزایش شوری و نسبت جذبی سدیم خاک گردید ولی در فصولی از سال که بارندگی زیاد بود کاربرد آب‌های با شوری بالا هم بدون اینکه ضرر چندانی بر خاک داشته باشد ممکن گردید.

دوسوکی (1999) بیان نمود که افزایش شوری آب از 0/58 به 3/7 دسی زیمنس بر متر، شوری خاک را از 1/9 به 24/8 دسی زیمنس بر متر افزایش می‌دهد. بنابراین تجمع املاح در خاک وابسته به غلظت نمک در آب آبیاری است. رجب و همکاران (2008) مشاهده نمودند که با افزایش شوری آب آبیاری، آب سهل الوصل قابل دسترس در خاک کاهش یافته و مقادیر کاتیون‌ها و آنیون‌های محلول در خاک به ویژه سدیم با افزایش شوری افزایش یافته است. مطالعات مختلف در جهان حاکی است که کاربرد آبهای شور بدون در نظر گرفتن مدیریت مناسب سبب افزایش شوری و بخصوص میزان سدیم خاک قرار می‌گیرد.

در داخل کشور مطالعاتی در زمینه اعمال روشهای مناسب آبیاری با آبهای شور و تأثیر بر خاک و گیاه انجام شده است. از جمله فیضی (1379) با توجه به نتایج تغییرات ECe خاک در طول 4 سال اعمال مدیریت-های مختلف آب‌های شور نشان داد که بهترین تیمارها در حفظ تعادل املاح خاک مربوط به تیمار آبیاری با آب رودخانه با شوری حدود 2/9 دسی‌زیمنس بر متر و سپس تیمار مصرف متناوب آب 2/9 و 6/2 دسی‌زیمنس بر متر و پس از آن تیماری بود که تا مرحله جوانه‌زدن و استقرار گیاه از آب با شوری 2/9 و در بقیه فصل زراعی آب با شوری 6/2 دسی‌زیمنس بر متر مصرف گردیده بود، گرچه میزان شوری نسبت به سال اول افزایش نشان داده است، ولی مقدار آن کمتر و در جهت رسیدن به حالت تعادل با آب آبیاری بود. بر اساس این نتایج میزان ECe و SAR خاک در مراحل مختلف قبل از کشت، پس از مرحله جوانه‌زدن و بعد از برداشت مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و مشخص گردید که به طور کلی ECe در مرحله جوانه-زدن و استقرار گیاه با 1 تا 2 آبیاری کاهش یافته است و پس از برداشت در مقایسه با قبل از کشت نیز کاهش یافته است، اگر چه شوری نهایی با کیفیت آب آبیاری ارتباط دارد. تغییرات SAR نیز با ECe همخوانی داشته و روند تغییرات آن مشابه بوده است. فیضی (1373) در یک بررسی انجام شده با تناوب چهار ساله گندم و چغندرقند تأثیر سه کیفیت آب آبیاری، 2، 5 و 8 دسی‌زیمنس بر متر را بر برخی از خصوصیات شیمیایی خاک ایستگاه رودشت اصفهان مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که پس از چهار سال مصرف آب‌های با شوری‌های 2، 5 و 8 دسی‌زیمنس بر متر، شوری عصاره اشباع لایه‌های سطحی خاک تا عمق 60 سانتیمتر به ترتیب به حدود 5، 7/5 و 9 دسی‌زیمنس بر متر رسید و همچنین درصد سدیم تبادلی خاک (ESP) در شوری‌های آب آبیاری فوق‌الذکر به ترتیب به 20، 23 و 30 درصد رسید.

فیضی و همکاران (2007) دریک مطالعه گلخانه‌ای به این نتیجه رسیدندکه با افزایش شوری آب آبیاری شوری عصاره اشباع خاک در میانه فصل و انتهای فصل در هر دو عمق 0 تا 15 و 15 تا 30 سانتیمتر نیز افزایش یافته است. البته میزان این افزایش در عمق 0 تا 15 بیشتر می‌باشد. قانع و همکاران (2009) نیز به این نتیجه رسید که کیفیت آب آبیاری، شوری خاک را در طول فصل تحت تأثیر قرار داده به طوری‌که با افزایش شوری آب آبیاری از 4 به 12 دسی‌زیمنس بر متر، میانگین شوری لایه سطحی خاک در طول فصل 129% افزایش یافته است. وی همچنین بیان کرد که شوری آب آبیاری باعث افزایش نسبت جذبی سدیم خاک شده و میزان یون‌های بی‌کربنات، کلر، سولفات، سدیم، کلسیم و منیزیم را برای عمق 0 تا 60 سانتی‌متری خاک افزایش می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

بررسی روند تغییرات خصوصیات خاک‌ها در اثر مصرف آب‌های نامتعارف در جهت ارایه راهکارهای مناسب در زمینه پیشگیری از تخریب منابع و ارایه مدیریت صحیح استفاده از آن‌ها می‌تواند نقش مهمی را ایفاء نماید. مطالعات مختلفی در مناطق مختلف جهان و مطالعات اندکی درکشور گزارش شده است که اطلاعات آنها برای شرایط مکانی و زمانی خاصی قابل تطبیق می‌باشد. در این مطالعه کاربردآب‌های شور و مدیریت های مختلف آبیاری، با هدف تعیین تأثیر آنها بر خاک و گیاه صورت گرفته است. در این مقاله تأثیر کیفیت آب آبیاری، مدیریت کاربرد آب شور و آبشویی بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک در طول یک فصل زراعی ارایه گردید.

مواد و روشها

این بررسی با سه تیمار کیفیت آب آبیاری S_1، S_2 و S_3 (بترتیب با شوری‌های1/7، 9و 12/5 دسی زیمنس بر متر) به‌عنوان کرت اصلی، و دو تیمار مدیریت آبیاری: 1-کاربرد آب غیر شور با کیفیت S_1 در مرحله جوانه‌زدن و استقرار گیاه در دو نوبت آبیاری اولیه و پس از این مرحله کاربرد سه شوری آب فوق تا پایان فصل زراعی (GU)،2-آبیاری یکنواخت با کیفیت‌های فوق‌الذکر از ابتدا تا انتهای فصل زراعی (GQ) به عنوان کرت فرعی و دو تیمار آبشویی LR_0 و LR_1 (بترتیب بدون آبشویی و با اعمال آبشویی) به عنوان کرت‌های فرعی فرعی، در چهار تکرار به صورت طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در قالب کرت‌های دو بار خرد شده (اسپلیت اسپلیت پلات) در ایستگاه رودشت مورد آزمون قرار گرفت.

در این آزمایش تیمارS_1 بعنوان آب با کیفیت مناسب (غیر شور) از آب رودخانه زاینده‌رود، تیمار S_2 از آب چاه سطحی موجود در محل آزمایش و یا اختلاط آب رودخانه و زه‌آب و تیمار S_3 از زه‌آب موجود در ایستگاه تأمین شد. در مواقعی که میزان شوری آب آبیاری با مقادیر مطلوب فاصله داشت، از ترکیب آب‌های مختلف، آب با شوری مورد نظر تهیه گردید. در هر نوبت آبیاری، شوری آب در محل اجرای طرح بوسیله هدایت سنج صحرایی اندازه‌گیری می‌گردید و سپس نمونه لازم تهیه و در آزمایشگاه خصوصیات شیمیایی آب شامل هدایت الکتریکی، اسیدیته و غلظت یون‌های کلسیم و منیزیم، سدیم، کلر، بی‌کربنات، سولفات اندازه‌گیری و نسبت جذب سدیم محاسبه می‌شد (جدول1).

گندم رقم سپاهان در تاریخ بیست و چهارم آذر ماه کشت و در سیزدهم تیر ماه سال بعد برداشت شد. مساحت هر کرت آزمایشی 125 متر مربع (5*25 متر) و بذور بصورت ردیف در کرت کاشته شد .در طول سال زراعی هفت نوبت آبیاری انجام شد که در تیمار مدیریت آبیاری GU دو نوبت آن از آب رودخانه استفاده شد. آبیاری‌ها بر اساس نیاز آبی گیاه مورد مطالعه و به مقدار تبخیر از تشتک تبخیر صورت گرفت. دور آبیاری تقریباً بر اساس 100 میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A واقع در ایستگاه کلیماتولوژی محل اجراء استفاده شد. به منظور تنظیم حجم آب ورودی به کرت‌ها از کنتورهای حجمی استفاده شد. در هر نوبت آبیاری، میزان آب در کرت‌هایی که آبیاری بدون اعمال آبشویی انجام می‌شد، بر اساس میزان تبخیر از تشتک تبخیر در فاصله زمانی آبیاری قبل تا آبیاری اخیر بدست آمد و در کرت‌هایی با اعمال تیمار آبشویی، نیاز آبشویی برای 75 درصد عملکرد گیاه مورد نظر با رابطه زیر محاسبه شد (آیرز و وستکات، 1985):

$$LR = \frac{EC_w}{5(EC_e) - EC_w} \quad (1)$$

که در آن EC_w شوری آب آبیاری و ECe شوری عصاره اشباع خاک برای 25 درصد کاهش محصول از جدول تحمل گیاهان به شوری بدست آمد (آیرز و وستکات،1985) و مقدار نیاز آبشویی برای آب آبیاری با شوری‌های موجود محاسبه و به آب آبیاری اضافه و آبیاری انجام گردید. درصد سهم آبشویی برای تیمارهای شوری و آبشویی S_1LR_1، S_2LR_1 وS_3LR_1 به‌ترتیب 8/4، 13/8 و 21/7 درصد اعمال گردید.

نمونه خاک قبل از کاشت، و در انتهای فصل (همزمان با برداشت) از اعماق مختلف30-0، 60-30 و 90-60 سانتیمتری تیمارهای آزمایشی تهیه و برخی خصوصیات خاک شامل هدایت الکتریکی عصاره‌ی گل اشباع (ECe)، اسیدیته (pH)، آنیون‌های کلر، سولفات، بی‌کربنات، کربنات و کاتیون‌های کلسیم و منیزیم و سدیم بر اساس روش‌های استاندارد اندازه‌گیری و نسبت جذب سدیم محاسبه شد. در جدول 2 برخی خصوصیات شیمیایی خاک، در اول فصل زراعی ارایه شده است.

همزمان با شروع آزمایش برخی خصوصیات فیزیکی خاک شامل بافت خاک،رطوبت حد ظرفیت مزرعه، رطوبت در نقطه‌ی پژمردگی دایم و وزن مخصوص ظاهری اندازه‌گیری شد (جدول3).

بعد از اینکه داده‌های مورد نیاز جمع آوری شدند، تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها با روش آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد توسط نرم‌افزار آماری SAS انجام گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج و بحث

بررسی تأثیر تیمارها بر خصوصیات شیمیایی خاک در انتهای فصل زراعی

تجزیه واریانس صفات مختلف خاک در قالب طرح اسپیلیت اسپیلیت پلات نامتعادل در نرم‌افزار SAS برای اعماق مختلف30-0، 60-30 و 90-60 سانتیمتری انجام شد. مقایسه میانگین خصوصیات شیمیایی خاک در تیمارهای کیفیت آب آبیاری، مدیریت آبیاری، آبشویی و اثرات متقابل آنها ارایه و خصوصیاتی که معنی‌دار بود مورد بررسی قرار گرفت.

عمق 30-0 سانتیمتری خاک

اثر شوری آب آبیاری بر صفات شوری خاک، بی‌کربنات، کلر، سولفات، کلسیم و منیزیم، سدیم و نسبت جذب سدیم در سطح احتمال آماری 1 درصد معنی‌دار بود. اثر مدیریت آبیاری بر صفات شوری خاک، بی-کربنات، کلر، کلسیم و منیزیم، سدیم و نسبت جذب سدیم در سطح 1 درصد و بر میزان سولفات خاک در سطح احتمال آماری 5 درصد معنی‌دار بود. اثر آبشویی بر شوری خاک، میزان سدیم خاک و نسبت جذب سدیم در سطح احتمال آماری 1 درصد معنی‌دار بود و بر سایر صفات معنی‌دار نبود. اثر متقابل شوری و مدیریت آب آبیاری بر میزان کلسیم و منیزیم و شوری خاک در سطح احتمال آماری 1 درصد و بر سدیم خاک و نسبت جذب سدیم در سطح احتمال آماری 5 درصد معنی‌دار و بر سایر صفات معنی‌دار نبود. اثر متقابل شوری آب آبیاری و آبشویی بر مقدار شوری خاک، کلسیم و منیزیم، سدیم، نسبت جذب سدیم و بی‌کربنات خاک در سطح احتمال آماری 1 درصد معنی‌دار و بر میزان کلر خاک در سطح احتمال آماری 5 درصد معنی‌دار و بر میزان سولفات معنی‌دار نبود (جدول4).

اثر متقابل مدیریت آبیاری و آبشویی بر مقدار کلر خاک در سطح احتمال آماری 1 درصد و بر بی-کربنات خاک و کلسیم و منیزیم در سطح احتمال آماری 5 درصد معنی‌دار و بر سایر صفات معنی‌دار نبود. اثر متقابل شوری و مدیریت آب آبیاری و آبشویی بر بی-کربنات،کلر خاک در سطح احتمال آماری 5 درصد و بر میزان شوری خاک، کلسیم و منیزیم، سدیم خاک و نسبت جذب سدیم در سطح 1 درصد معنی‌دار و بر سولفات خاک معنی‌دار نبود (جدول4).

جدول4 نشان می‌دهد میانگین شوری خاک در تیمارهای S_1، S_2 و S_3 بترتیب با مقادیر 3/3، 4/3 و 11/3 دسی‌زیمنس بر متر در دو تیمار اول در یک گروه و تیمار سوم در گروه دوم قرار گرفته‌اند. افزایش شوری آب آبیاری اثر معنی‌داری در افزایش شوری عصاره‌ی اشباع خاک داشته است.

مقایسه میانگین هر یک از صفات بی‌کربنات، کلر، کلسیم و منیزیم، سدیم و نسبت جذب سدیم خاک در تیمارهای S_1 ، S_2 و S_3 نشان می‌دهدکه در صفات مورد اشاره هر یک از تیمارهای شوری آب آبیاری در گروه مجزا قرار گرفته است. در مورد سولفات خاک تیمارهای S_2 و S_3 در یک گروه و تیمار S_1 در گروه مجزا قرار گرفته است. با افزایش شوری آب آبیاری میانگین شوری خاک نیز افزایش یافته است بسیاری از محققین نیز افزایش شوری خاک را در اثر افزایش شوری آب آبیاری گزارش کرده‌اند (چوهان و همکاران،2008؛ چن و همکاران، 2002 و کاترجی و همکاران، 2001).

مقایسه میانگین خصوصیات شیمیایی خاک در تیمارهای مدیریت آبیاری نشان می‌دهد که شوری خاک در تیمار GU با میانگین 9/4 دسی‌زیمنس بر متر و در تیمار GQ با میانگین 8/7 دسی‌زیمنس بر متر از نظر آماری معنی‌دار و هر یک در گروه مجزا قرار گرفتند. مقایسه میانگین تیمارهای GQ و GU در میزان هر یک از صفات کلر، کلسیم و منیزیم، سدیم و نسبت جذب سدیم خاک نشان می‌دهدکه هر تیمار در گروه مجزا قرار گرفته است. در مورد بی‌کربنات خاک هر دو تیمار در یک گروه واقع گردیدند. اگرچه بنظر می‌رسد که باید میزان صفات مختلف در تیمار GU کمتر از مقدار آن در تیمار GQ باشد ولی به علت اینکه تیمار S_1 که کمترین شوری اعمال شده آب آبیاری است در میانگین تیمار GQ مؤثر بوده است سبب ایجاد این تفاوت گردیده است. در صورتیکه تیمار GU برای دو تیمار با شوری بالا اعمال گردیده است. لذا نتیجه تیمار مدیریت آب آبیاری در بخش اثر متقابل شوری و مدیریت آب آبیاری قابل بررسی و نتیجه-گیری می‌باشد.

مقایسه میانگین خصوصیات شیمیایی خاک در تیمارهای آبشویی در جدول 4 نشان داده شده است. میانگین میزان شوری، کلر، سدیم و نسبت جذب سدیم خاک در تیمار LR_1 به ترتیب با مقادیر 8/7 دسی‌زیمنس بر متر، 52/8 و 55/7 میلی‌اکی‌والان در لیتر و 12/0، و میانگین آن در تیمار LR_0 از نظرآماری متفاوت و در دو گروه مجزا قرار گرفته‌اند، اگرچه اثر آبشویی بر نسبت جذب سدیم خاک و کلر در تجزیه واریانس معنی‌دار نگردید لیکن در مقایسه میانگین ها تأثیر معنی‌داری را نشان داد. مقایسه میانگین سایر صفات مورد بررسی همگی در یک گروه آماری قرار گرفتند.

مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و مدیریت

Archive of SID

www.SID.ir

آبیاری در جدول 5 نشان می‌دهد که میانگین شوری خاک در تیمارهای S_3GQ، S_2GQ و S_3GU بترتیب 12/1، 10/9 و 10/6 دسی زیمنس بر متر و در یک گروه قرار گرفته‌اند. شوری در تیمارهای S_2GU و S_1GQ بترتیب 8/2 و 3/3 دسی‌زیمنس بر متر و هر یک در گروه مجزا واقع شدند. مقایسه دو مدیریت مورد کاربرد در هر تیمار شوری آب آبیاری حاکی است که با بکارگیری مدیریت GU، شوری خاک در هر تیمار شوری آب آبیاری در مقایسه با تیمار GQ کاهش قابل ملاحظه و معنی‌داری داشته است.

مقایسه میانگین میزان هر یک از صفات کلر، سدیم و نسبت جذب سدیم خاک در تیمارهای S_3GQ، S_2GQ وS_3GU در گروه اول و تیمارهای S_2GU و S_1GQ بترتیب در گروه دوم و سوم قرار گرفتند. میانگین بی-کربنات خاک نشان می‌دهد که تیمارهای S_2GU و S_1GQ در گروه دوم و بقیه‌ی تیمارها در گروه اول مشترک می‌باشند. میانگین میزان کلسیم و منیزیم خاک در تیمار S_1GQ در گروه دوم و بقیه تیمارهای اثر متقابل شوری و مدیریت آبیاری در یک سطح و در گروه اول قرار گرفتند. اگرچه تجزیه واریانس حاکی است که اثر متقابل شوری و مدیریت آبیاری بر شوری خاک، سدیم و اسیدیته خاک معنی‌دار است ولی مقایسه میانگین صفات دیگر مورد بررسی را نیز در گروه‌های مختلف قرار داده است. غلظت عناصر شیمیایی خاک در انتهای سال زراعی دلالت بر کاهش عناصر فوق‌الذکر بر اثر کاربرد آب مناسبتر در اول فصل زراعی دارد.

مقایسه میانگین اثر متقابل شوری در آبشویی برای خصوصیات شیمیایی مختلف خاک (جدول5) حاکی است که میانگین شوری خاک در سه گروه قرار گرفته است. تیمارهای S_3LR_0 و S_3LR_1 در گروه اول وتیمارهای S_2LR_0 و S_2LR_1 در گروه دوم و S_1LR_0 و S_1LR_1 در گروه سوم قرار گرفتند. اگر چه سطوح آبشویی در هر تیمار شوری در یک سطح آماری قرار گرفتند ولی میزان شوری با کاربرد آب آبشویی کاهش نشان داده است. در مورد عنصر سدیم خاک نیز نتایج مشابهی مشاهده می‌گردد با این تفاوت که تیمارهای S_2LR_0 و S_2LR_1 در عین حالیکه در گروه دوم واقع گردیدند در گروه اول نیز مشترک می‌باشند.

مقایسه میانگین کلر خاک نشان می‌دهد که تیمارهای S_3LR_0 و S_3LR_1 در گروه اول، تیمارهای S_2LR_0، S_2LR_1 و S_1LR_0 در گروه دوم و تیمار S_1LR_1 با کمترین میزان کلر خاک در گروه سوم قرار گرفتند.

میانگین میزان کلسیم و منیزیم خاک در اثر متقابل شوری و آبشویی در تیمارهای S_3LR_0، S_3LR_1، S_2LR_0 و S_2LR_1 در سطح اول، تیمار S_1LR_0 در سطح دوم و تیمار S_1LR_1 با کمترین میزان در گروه سوم واقع گردیدند.

در مقایسه میانگین نسبت جذب سدیم خاک در تیمارهای مورد بررسی، تیمار S_3LR_0 در گروه اول با بیشترین میزان شوری، تیمارهای S_3LR_1، S_2LR_0 و S_2LR_1 با میزان متوسط شوری خاک درگروه دوم و تیمارهای S_1LR_0 و S_1LR_1 درگروه سوم با کمترین میزان شوری قرار گرفت. نتایج اثر متقابل شوری و آبشویی حاکی است که بیشترین میزان شوری و عناصر شیمیایی در تیمار S_3LR_0 با کاربرد شورترین آب و بدون کاربرد آب آبشویی و کمترین میزان آنها در تیمار S_1LR_1 با کاربرد مناسبترین آب و بکارگیری آب آبشویی حاصل گردیده است. اگر چه در همه تیمارهای شوری آب آبیاری با اعمال آبشویی شوری و عناصر شیمیایی مورد بررسی کاهش یافته است، لیکن در یک سطح شوری، کاربرد آبشویی و بدون آبشویی عموماً از نظر آماری در یک سطح قرار گرفتند.

با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها، شوری خاک در تیمارهای اثر متقابل مدیریت آبیاری و آبشویی $GULR_0$، $GULR_1$ و $GQLR_0$ در یک سطح قرار گرفتند و تیمار $GQLR_1$ در سطح دوم قرار گرفت.

اگر چه در هر مدیریت آبیاری، آبشویی سبب کاهش شوری در آن مدیریت آبیاری شده است لیکن میزان کاهش شوری آن کم و از نظر آماری نیز این اثر متقابل معنی‌دار نگردیده است. آقاخانی (1385) در تحقیقی در شرایط رودشت اصفهان با مقایسه اثر چند سهم آبشویی بر شوری خاک اشاره نمود که آبشویی باعث کاهش میزان شوری خاک می‌شود اما اعمال آبشویی فقط تا حدود معینی در شوری‌زدایی خاک مؤثر می‌باشد.

میانگین سدیم خاک در تیمارهای $GULR_1$ و $GQLR_0$ در یک سطح و در گروه اول و تیمارهای $GQLR_1$ و $GQLR_0$ بترتیب در سطح دوم و سوم قرار گرفتند. اگر چه مقایسه میانگین‌ها حاکی از تفاوت بین تیمارها می‌باشد. ولی با توجه به جدول تجزیه واریانس این تفاوت معنی‌دار نبود.

میزان بی‌کربنات خاک در هر چهار تیمار اثر متقابل مدیریت آبیاری و آبشویی در یک سطح قرار گرفته است و در عین حال تیمارهای $GQLR_1$ و $GULR_0$ در گروه اول و دوم مشترک می‌باشند. بیشترین میانگین بی-کربنات مربوط به تیمار $GQLR_0$ و کمترین آن بترتیب مربوط به تیمارهای $GULR_0$ و $GQLR_1$ بود.

میانگین میزان کلر خاک در تیمار $GULR_1$،

Archive of SID

www.SID.ir

$GULR_0$ و $GQLR_1$ و $GQLR_0$ در یک سطح آماری و در عین حال تیمار $GQLR_1$ در سطح اول و دوم مشترک می‌باشد. اگر چه تفاوت میانگین‌ها معنی‌دار گردیده است ولی میانگین‌ها روند خاصی را نشان نمی‌هند.

میانگین میزان کلسیم و منیزیم خاک در هر چهار تیمار اثر متقابل مدیریت آبیاری و آبشویی در یک سطح، ولی تیمار $GQLR_1$ در حالیکه در سطح اول قرار دارد در سطح دوم نیز مشترک می‌باشد.

میانگین نسبت جذب سدیم در تیمار $GULR_1$ در سطح اول، $GULR_1$ و $GQLR_0$ در سطح دوم و تیمار $GQLR_1$ در سطح سوم قرار گرفتند. اگرچه تیمارها در این صفت در گروه‌های مختلف قرار گرفتند ولی از نظر آماری تفاوت آنها معنی‌دار نبود.

میانگین میزان سولفات در اثر متقابل مدیریت آبیاری و آبشویی در تیمارهای $GULR_1$، $GULR_0$، $GQLR_0$ در گروه اول و تیمار $GQLR_1$ در گروه دوم قرار گرفتند. میانگین غلظت این عنصر حاکی است که غلظت آن در هر یک از مدیریت‌های شوری خاک در تیمارهای آبشویی شده کمتر از تیمارهای آبشویی نشده است. مقایسه میانگین‌ها در این صفت حکایت از وجود اثر معنی دار این اثر متقابل بر میزان سولفات خاک را دارد، در صورتی که تجزیه واریانس معنی‌دار نگردیده است.

مقایسه میانگین اثر متقابل شوری در مدیریت و آبشویی (جدول5) نشان می‌دهد که بیشترین شوری خاک مربوط به تیمار S_3GQLR_0 با میزان 12/9 دسی‌زیمنس بر متر و در یگ گروه مجزا قرار دارد و کمترین میزان شوری خاک مربوط به تیمار S_1GQLR_1 با میزان 2/7 دسی-زیمنس بر متر بود. در این اثر متقابل تیمارها در 6 گروه قرار گرفتند. تیمار S_3GQLR_0 در یک گروه مجزا، تیمارهای S_3GQLR_1، S_2GQLR_1 در گروه دوم، تیمارهای S_3GULR_0 و S_3GULR_1 و S_2GULR_0 در گروه سوم، تیمارهای S_2GULR_0 و S_2GULR_1 در گروه چهارم و تیمارهای S_1GQLR_0 در گروه پنجم و تیمار S_1GQLR_1 در گروه ششم قرار گرفته‌اند.

بطور کلی نتایج تأثیر تیمارها را بخوبی نشان داده است که در آبهای شورتر اعمال مدیریت آبیاری GU و آبشویی LR_1 در مقایسه با مدیریت آبیاری GQ و عدم اعمال آبشویی LR_0 شوری خاک کمتر بوده است. ولی تأثیر مدیریت آبیاری در کاهش شوری خاک محسوس‌تر از آبشویی بود.

مقایسه میانگین سدیم خاک، تیمار S_3GQLR_0 را در گروه اول، تیمارهای S_3GULR_0، S_3GULR_1، S_2GQLR_0، S_2GQLR_1 و S_3GQLR_1 را در گروه دوم، تیمارهای S_2GULR_0 و S_2GULR_1 را درگروه سوم، تیمار S_1GQLR_0 را در گروه چهارم و تیمار S_1GQLR_1 را در گروه پنجم قرار داده است. نتایج حاکی از این است که این اثر متقابل بطور معنی‌داری بر میزان سدیم خاک مؤثر بوده است و بیشترین میزان سدیم در تیمار S_3GQLR_0 و کمترین میزان سدیم مربوط به تیمار S_1GQLR_1 به ترتیب با 89/8 و 11/8 میلی اکی والان در لیتر بود.

میزان کلر در تیمار S_3GQLR_0 با میانگین 83/3 میلی‌اکی‌والان در لیتر بیشترین و در تیمار S_1GQLR_1 با میانگین 7 میلی‌اکی‌والان در لیتر کمترین میزان را به خود اختصاص داده است. میانگین کلر در تیمارهای مور مطالعه در پنج گروه قرار گرفتند. تیمار S_3GQLR_0 در گروه اول، تیمارهای S_3GULR_1، S_3GQLR_0 و S_2GQLR_0 در گروه دوم، تیمارهای S_2GULR_1 و S_2GULR_0 در گروه سوم، تیمار S_1GQLR_0 در گروه چهارم و تیمار S_1GQLR_1 در گروه پنجم واقع شدند.

تیمار S_2GQLR_1 در گروه دوم و سوم مشترک می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که در تیمار مدیریت آبیاری GU میزان کلر خاک کمتر از تیمار GQ و در مقایسه با اثر آبشویی تیمار مدیریت سبب گردیده کلر خاک بیشتر کاهش یابد. مقایسه میانگین سولفات خاک نشان می‌دهد که تیمار S_3GULR_0، S_3GULR_1، S_3GQLR_1، S_3GQLR_0، S_2GULR_0، S_2GQLR_1 و S_2GQLR_0 همگی در سطح اول قرار گرفتند. تیمار S_2GULR_1 در سطح دوم و تیمارهای S_1GQLR_0، S_1GQLR_1 و S_2GQLR_0 در سطح سوم قرار گرفتند. اگر چه سولفات خاک در مقایسه میانگین‌ها در سه سطح قرار گرفته است ولی از نظر تجزیه واریانس این صفت معنی‌دار نگردید.

میانگین نسبت جذب سدیم خاک از لحاظ آماری در چهار سطح قرار گرفت. تیمار S_3GQLR_0 در سطح اول، تیمارهای S_3GQLR_1، S_3GULR_0، S_3GULR_1، S_2GQLR_0 و S_1GQLR_1 در سطح دوم و تیمار S_2GULR_0 و S_2GULR_1 در سطح سوم و دو تیمار S_1GQLR_0 وS_1GQLR_1 در سطح چهارم قرار گرفتند. نتایج نسبت جذب سدیم خاک نشان می‌دهد که با بکارگیری مدیریت GU و کاربرد آبشویی LR_1 میزان نسبت جذب سدیم کاهش داشته است و اثر متقابل شوری در مدیریت آبیاری و آبشویی اثر معنی‌داری بر این صفت داشته است.

عمق 60-30 سانتیمتری خاک

اثر شوری آب آبیاری بر صفات شوری خاک، کلر، سولفات، کلسیم و منیزیم، سدیم و نسبت جذب سدیم خاک در سطح احتمال آماری 1 درصد معنی‌دار بود.

Archive of SID

www.SID.ir

شوری آب آبیاری بر بی‌کربنات خاک اثر معنی‌داری نشان نداده است. اثر مدیریت آبیاری بر مقدار شوری خاک در سطح احتمال آماری 1 درصد و بر سدیم خاک در سطح احتمال آماری 5 درصد معنی‌دار بوده است، و بر سایر صفات اثر معنی‌داری نداشت. اثر آبشویی بر هیچیک از صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود. اثر متقابل شوری و مدیریت آب آبیاری بر مقدار شوری خاک، کلر و سدیم خاک در سطح احتمال آماری 1 درصد و بر نسبت جذب سدیم خاک و بی‌کربنات خاک در سطح احتمال آماری 5 درصد معنی‌دار بود و بر سایر صفات اثر معنی‌داری نداشت. اثر متقابل شوری آب آبیاری و آبشویی بر هیچیک از صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود. اثر متقابل مدیریت آبیاری و آبشویی بر شوری خاک در سطح احتمال آماری 1 درصد معنی‌دار و بر مقدار سولفات خاک در سطح احتمال آماری 5 درصد معنی‌دار و بر سایر صفات معنی‌دار نبوده است. اثر متقابل شوری و مدیریت آب آبیاری و آبشویی بر مقدار شوری خاک، کلر و سدیم خاک در سطح احتمال آماری 1 درصد معنی‌دار و بر سایر صفات معنی‌دار نبوده است (جدول6).

مقایسه میانگین شوری خاک در تیمارهای S_1، S_2 و S_3 بترتیب با مقادیر 4/3، 8/2 و 9/1 دسی‌زیمنس بر متر هر یک در گروه مجزا قرار گرفته است. افزایش شوری آب آبیاری اثر معنی‌داری در افزایش شوری عصاره‌ی اشباع خاک داشته است (جدول6).

مقایسه میانگین هر یک از صفات کلر، سدیم و سولفات خاک نشان می‌دهد که تیمارهای S_2 و S_3 در یک گروه و تیمار S_1 در گروه دوم قرار گرفته‌اند. در مورد صفات کلسیم و منیزیم و نسبت جذب سدیم خاک هر یک از تیمارها در یک گروه مجزا قرار گرفتند. افزایش شوری آب آبیاری سبب افزایش میزان عناصر شیمیایی خاک در عمق 60-30 سانتیمتری گردید. مقایسه میانگین خصوصیات شیمیایی خاک در تیمارهای مدیریت آبیاری GU با مقدار 8/4 دسی‌زیمنس بر متر و در تیمار GQ با میزان 7/4 دسی‌زیمنس بر متر از نظر آماری در دو گروه مجزا قرار گرفتند (جدول6). مقایسه میانگین تیمارهای GQ و GU در میزان سدیم خاک نشان می‌دهد که هرتیمار در گروه مجزا قرار گرفته است (جدول6).

میانگین شوری خاک در تیمارهای اثرمتقابل شوری و مدیریت آبیاری S_3GU، S_2GQ، S_3GQ و S_2GUبترتیب 9/4، 9/1، 8/8 و 7/4 دسی‌زیمنس بر متر و همگی در یک گروه قرار گرفته‌اند. تیمار S_1GQ با میانگین 4/3 دسی‌زیمنس بر متر در گروه مجزا واقع شد (جدول7).

در مقایسه میانگین میزان هر یک از صفات کلر، سدیم و نسبت جذب سدیم خاک، تیمارهای S_3GU، S_3GQ، S_2GQ و S_2GU در گروه اول و تیمار S_1GQ در گروه دوم قرار گرفتند. بیشترین میزان سدیم وکلر خاک بترتیب 61/2 و 57 میلی‌اکی والان در لیتر مربوط به تیمار S_3GU و کمترین آن در تیمار S_1GQ با 25/1 و 18/3 میلی اکی والان در لیتر بدست آمد. مقایسه میانگین میزان نسبت جذب سدیم خاک (جدول7) در تیمارهای S_3GQ، S_3GU، S_2GQ و S_2GU در گروه اول و تیمار S_1GQ در گروه دوم قرار گرفتند. بیشترین میزان نسبت جذب سدیم خاک در تیمار S_2GQ با 13/5 و کمترین آن در تیمار S_1GQ با 6/9 حاصل شد. با وجود اینکه اعمال مدیریت آبیاری GU توانسته است عناصر مورد بحث را در تیمار S_2 کاهش دهد ولی اثرات متقابل شوری و GU همگی در یک گروه قرار داشتند.

عمق 90-60 سانتیمتری خاک

اثر شوری آب آبیاری بر صفات شوری خاک، کلر، سولفات، کلسیم و منیزیم، سدیم و نسبت جذب سدیم، در سطح احتمال آماری 1 درصد معنی‌دار و بر بی‌کربنات خاک اثر معنی‌داری نشان نداده است. اثر مدیریت آبیاری بر هیچیک از صفات مورد بررسی معنی-دار نبود. اثرآبشویی بر میزان سدیم خاک در سطح احتمال 5 درصد معنی‌دار و بر سایرصفات مورد بررسی معنی‌دار نبود. اثر متقابل شوری و مدیریت آب آبیاری بر هیچیک از صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود. اثر متقابل شوری آب آبیاری و آبشویی برمقدار شوری خاک و سولفات خاک در سطح احتمال 5 درصد معنی‌دار و بر سایر صفات معنی‌دار نبود. اثر متقابل مدیریت آبیاری و آبشویی بر شوری خاک، میزان سولفات و سدیم خاک در سطح احتمال آماری 1 درصد معنی‌دار و بر مقدار نسبت جذب سدیم خاک در سطح احتمال آماری 5 درصد معنی‌دار و بر سایر صفات معنی‌دار نبوده است. اثر متقابل شوری و مدیریت آب آبیاری و آبشویی بر مقدار شوری خاک، سولفات، سدیم و نسبت جذب سدیم خاک در سطح احتمال آماری 1 درصد و بر میزان کلر خاک در سطح احتمال آماری 5 درصد معنی‌دار و بر سایر صفات معنی‌دار نبود.

جدول 8 نشان می‌دهد میانگین شوری خاک در تیمارهایS_1، S_2 و S_3 بترتیب با مقادیر 4/7، 8/0 و 8/1 دسی‌زیمنس بر متر و تیمار S_1 در گروه مجزا و دو تیمار دیگر در یک گروه مشترک قرار گرفتند. افزایش شوری آب آبیاری اثر معنی‌داری در افزایش شوری عصاره‌ی اشباع خاک داشته است. مقایسه میانگین سدیم و نسبت

Archive of SID

www.SID.ir

جذب سدیم خاک نشان می‌دهد که تیمارهای LR_0 و LR_1 هر یک در گروه مجزا قرار گرفتند و با بکارگیری آبشویی میانگین این دوصفت در این عمق کاهش یافته است.

مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و آبشویی (جدول9) نشان می‌دهد که میانگین شوری خاک در تیمارهای S_1LR_0، S_1LR_1، S_3LR_1، S_3LR_0، S_2LR_1 و S_2LR_0بترتیب 5، 4/5، 7/8، 8/5، 8/1، و 7/8 دسی‌زیمنس بر متر و تیمارهای S_3LR_1، S_3LR_0، S_2LR_1 و S_2LR_0 در گروه اول و تیمارهای S_1LR_0 و S_1LR_1 در گروه دوم قرار گرفته‌اند. اگرچه اکثر تیمارها در یک گروه قرار گرفتند ولی کاربرد آبشویی سبب کاهش شوری در اکثر تیمارها گردیده است.

مقایسه میانگین اثرمتقابل مدیریت و آبشویی (جدول9) نشان می‌دهد که میانگین شوری خاک در تیمارهای $GQLR_0$، $GQLR_1$، $GULR_0$ و $GULR_1$ بترتیب 7/3، 6/6، 7/9 و 8/3 دسی‌زیمنس برمتر بود، اگرچه تیمارهای $GQLR_0$، $GULR_0$ و $GULR_1$ در یک سطح و تیمار $GQLR_1$ در سطح دوم قرار گرفت ولی فقط در تیمار GQ با اعمال آبشویی کاهش شوری مشاهده گردید.

اثر متقابل شوری در مدیریت آبیاری و آبشویی (جدول9) نشان می‌دهد که تیمارهای S_3GULR_0، S_2GQLR_0، S_2GULR_1 و S_3GQLR_0 بترتیب با 8/7، 8/6، 8/6 و 8/2 دسی زیمنس بر متر بیشترین شوری خاک را داشته و همگی در گروه اول قرار گرفتند. تیمارهای S_3GULR_1، S_3GQLR_1، S_2GQLR_1 و S_2GULR_0 با 7/9، 7/7، 7/6 و 7/2 دسی‌زیمنس بر متر شوری در گروه دوم واقع گردیدند. کمترین میزان شوری خاک در تیمارهای S_1GQLR_0 و S_1GQLR_1 بترتیب با 5/0 و 4/5 دسی-زیمنس بر متر بود. نتایج نشان می‌دهد با وجود اینکه بین تیمارهای مذکور تفاوت معنی‌دار وجود دارد ولی تأثیر تیمارهای مدیریت و آبشویی بطور قابل ملاحظه‌ای در عمق 90-60 سانتی‌متری خاک مشخص نمی‌باشد و تأثیر شوری آب آبیاری کاملاً مشهود بود و با افزایش شوری آب آبیاری شوری خاک افزایش نشان داد.

میزان کلر خاک در اثر متقابل شوری در مدیریت آبیاری و آبشویی سبب گردید که تیمار S_2GULR_0 در گروه اول و دوم مشترک است و تیمارهای S_1GQLR_0 و S_1GQLR_1 در گروه سوم قرار گیرند و سایر تیمارها در گروه اول واقع گردیدند. بطورکلی میزان کلر در تیمارهای شوری S_2 و S_3 در یک سطح و در تیمار با شوری S_1 در سطح دیگر قرار گرفتند. در هر تیمار شوری اگرچه تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید ولی آبشویی سبب کاهش میزان کلر در این عمق خاک گردیده است.

در اثر متقابل شوری در مدیریت آبیاری و آبشویی سدیم خاک در تیمارهای S_2GQLR_0، S_2GULR_1، S_3GULR_0 و S_3GQLR_0 در یک سطح و بیشترین میزان سدیم خاک را دارند. تیمارهای S_3GQLR_1، S_3GULR_1، S_3GQLR_0 و S_2GULR_0 همگی در گروه دوم قرار گرفتند. تیمارهای S_2GQLR_1 و S_2GULR_0 در گروه سوم قرار می‌گیرند. دو تیمار S_1GQLR_0 و S_1GQLR_1 بترتیب در گروه‌های چهارم و پنجم قرار گرفتند.

نتایج نشان می‌دهد میزان سدیم خاک در عمق 90-60 سانتی‌متری خاک بیشتر تحت تأثیر مدیریت و آبشویی قرار گرفته است. به‌طوری‌که در هر شوری آب آبیاری تأثیر مدیریت آب و آبشویی مشهود است.

نسبت جذب سدیم در اثر متقابل شوری در مدیریت آبیاری وآبشویی در تیمارهای S_2GQLR_0، S_2GULR_1 و S_3GULR_0 بترتیب با 14/3، 13 و 12/8 در گروه اول و بیشترین میزان نسبت جذب سدیم را به خود اختصاص داده است. نسبت جذب سدیم در تیمارهای S_1GQLR_0 و S_1GQLR_1 بترتیب با 8/2 و 6/9 کمترین میزان را به خود اختصاص داده است و در گروه‌های سوم و چهارم قرار می‌گیرند. نتایج نسبت جذب سدیم خاک در این عمق نشان می‌دهد که در هر شوری آب آبیاری مدیریت وآبشویی توانسته است در میزان نسبت جذب سدیم خاک تا حدودی مؤثر واقع گردد.

بطور کلی افزایش شوری آب آبیاری باعث افزایش غلظت عناصر شیمیایی خاک در انتهای سال زراعی شده است. تدچی و دل آکیلا (2005)، چودری و همکاران (2006) و هاتی و همکاران (2007) در تحقیقات خود در این زمینه به نتایج مشابهی دست یافتند.

نتایج آبشویی نشان می‌دهد که آبشویی باعث کاهش میزان شوری، کاتیون‌ها و آنیون‌های محلول خاک شده است ولی تأثیر آن در کاهش میزان شوری و سدیم خاک محسوس‌تر از سایر صفات بود. لندی (1374) با تحقیقات خود در این زمینه نشان داد چنانچه میزان آب آبشویی برای شوری‌زدائی خاک کافی باشد، آبشویی می‌تواند در کاهش شوری خاک مؤثر باشد. اما در این تحقیق با توجه به وجود تبخیر و تعرق زیاد در منطقه، جذب مرتب آب توسط گیاه در طول فصل زراعی، تأثیر آبشویی در طول یک یا چند دوره محدود زراعی بطور معنی‌دار نمی‌تواند مشاهده شود. فیضی (1372) در پژوهشی که در منطقه‌ی رودشت اصفهان انجام داد به این نتیجه رسید که اگر 30 سانتیمتر آب آبشویی برای شستشوی املاح خاک‌های رودشت مورد استفاده قرار گیرد، راندمان آبشویی در عمق 30-0 سانتیمتری خاک بالا

Archive of SID

www.SID.ir

است. در این تحقیق میزان آب آبشویی کمتر از 5 سانتیمتر بوده است. مدیریت آبیاری با آب شیرین تا مرحله‌ی جوانه‌زنی و پس از آن کاربرد آب با شوری مورد نظر، باعث کاهش میزان کاتیون‌ها و آنیون‌های محلول خاک شده است. قدیر و همکاران (2007) با تحقیقات خود در این زمینه به نتایج مشابهی دست یافتند.

نتیجه‌گیری

شوری خاک در انتهای سال زراعی نسبت به ابتدای سال زراعی در تیمار کمترین شوری آب آبیاری(S_1) کاهش نشان داد. شوری خاک در این تیمار با افزایش عمق خاک افزایش داشت. افزایش شوری خاک بر اثر کاربرد تیمارهای S_2 و S_3 در انتهای سال زراعی معنی‌دار بود. شوری دو تیمار S_2 و S_3 در لایه های سطحی زیادتر و با افزایش عمق خاک میزان شوری کمتر شد. مرتضی و همکاران (2006) نیز در مطالعات خود افزایش میزان SAR و شوری خاک را بر اثر افزایش شوری و SAR آب آبیاری گزارش کرده‌اند.

تأثیر مدیریت کاربرد آب غیر شور در اول فصل زراعی(GU) در تیمار S_2 و S_3 محسوس و سبب کاهش شوری بخصوص در دو عمق 30-0 و 60-30 سانتیمتری خاک شده است. در عمق 30-0 سانتیمتری مدیریت GU در تیمارهای S_2 و S_3 بترتیب 24/6 و 12 در صد کاهش شوری نسبت به کاربرد یکنواخت آب در طول فصل زراعی(GQ) داشت. در عمق 60-30 با اعمال GU در تیمار S_2 19 درصد کاهش شوری نسبت به GQ مشاهده گردید، در حالیکه در تیمار S_3 با اعمال GU کاهش شوری مشاهده نشد. تأثیر مدیریت آبیاری GU در عمق90-60 سانتیمتری در S_2 ناچیز و حدود 3 درصد کاهش و در S_3 قدری افزایش شوری خاک مشاهده شد. از جمله دلیل تأثیر کم GU بر شوری خاک لایه عمقی خاک در تیمارهای فوق الذکر، شوری زیاد آب آبیاری و میزان کم مصرف آب غیر شور (دو نوبت آبیاری) می‌باشد که سبب گردیده است تأثیر آن بر لایه‌های عمقی خاک کمتر شود و بیشترین تأثیر آن در مرحله جوانه زدن و استقرار گیاه بود. بنابراین تأثیر مدیریت آبیاری GU در لایه سطحی خاک و در هر دو تیمار S_2 و S_3 محسوس ولی در لایه عمقی تأثیر مثبتی مشاهده نگردید.

کاربرد آب آبشویی در عمق 30-0 سانتیمتری تیمار های شوری آب بترتیب سبب کاهش میزان 30/8، صفر و 8 در صد شوری خاک نسبت به عدم اعمال آبشویی گردید. این کاهش در عمق 60-30 سانتیمتری در شوری آب آبیاری S_1، 13در صد و در بقیه تیمارها مقدار آن محسوس نبود. در عمق 90-60 سانتیمتری در تیمارهای S_2 و S_3 بترتیب 10و 8 در صد کاهش و در تیمار S_1، 3 در صد افزایش شوری خاک مشهود بود.

میزان یون‌های بیکربنات، کلر، سولفات، سدیم، کلسیم و منیزیم و نسبت جذب سدیم خاک، با افزایش شوری آب آبیاری در هر سه عمق مورد مطالعه بجز در مورد بیکربنات در عمق 90-60 سانتیمتری که روند معینی را نشان نمی‌دهد افزایش معنی‌دار یون‌های فوق الذکر مشهود است.

میزان یون‌های سدیم و نسبت جذب سدیم در اثر متقابل شوری در مدیریت در عمق 30-0 و 60-30 معنی‌دار بود، در حالیکه در لایه سطحی 30-0 یون کلسیم و منیزیم و در لایه 60-30 یون‌های بیکربنات و کلر نیز معنی‌دارگردید. لیکن تأثیر مدیریت آبیاری با آب غیر شور در اول فصل زراعی در تیمار S_2 و S_3 در کاهش یونهای فوق الذکر عمدتاً در لایه 30-0 سانتیمتری خاک مشهود است. این اثر متقابل برهیچیک از یون‌ها در لایه 90-60 سانتیمتری معنی‌دار نبود.

اثر متقابل شوری در آبشویی بر شوری خاک و یون‌های بیکربنات، کلر، کلسیم و منیزیم، سدیم و نسبت جذب سدیم خاک فقط در عمق 30-0 سانتیمتری خاک معنی‌دار بود و این اثر برای عمق 90-60 سانتیمتری تنها برای یون شوری و سولفات معنی‌دار و در عمق 60-30 بر هیچیک از صفات معنی‌دار نگردید. با کاربرد آبشویی میزان صفات فوق الذکر نسبت به عدم کاربرد آبشویی بخصوص در تیمارهای S_1 و S_3 کاهش نشان داد و در تیمار S_2، اگرچه در بعضی از یون‌ها کاهش داشت لیکن روند مشخصی ملاحظه نگردید.

اثر متقابل سه فاکتور شوری در مدیریت در آبشویی بر یون‌های بیکربنات، کلر، کلسیم و منیزیم و سدیم و نیز نسبت جذب سدیم لایه سطحی 30-0 سانتیمتری و بر یون سدیم لایه 60-30 سانتیمتری و بر یونهای کلر، سولفات، سدیم و نیز نسبت جذب سدیم لایه 90-60 سانتیمتری معنی‌دار بوده است. بررسی میانگین آنها روند تغییرات خاصی را نشان نمی‌دهد. اگر چه تغییرات همگی آنها نسبت به اول فصل زراعی مشهود و متناسب با کیفیت آب آبیاری اعمال شده می‌باشد.

با توجه به میزان شوری خاک در اثر کاربرد تیمارهای مختلف شوری آب آبیاری، مدیریت آبیاری اول فصل و آبشویی و اثرات متقابل آنها می‌توان نتیجه‌گیری نمود که با افزایش شوری آب آبیاری، افزایش املاح در نیمرخ خاک بخصوص در لایه سطحی خاک ایجاد گردیده است که البته با اعمال مدیریت‌های کاربرد آب غیر شور در اول فصل زراعی و اعمال آب آبشویی میزان افزایش

Archive of SID

www.SID.ir

نمک کمتر شده است، ولی همچنان خطر تجمع املاح با توجه به تبخیر سطحی زیاد، بافت سنگین خاک و بارندگی بسیار کم و ناچیز درمنطقه وجود دارد و پایداری املاح خاک و الگوی یکنواخت توزیع نمک در خاک را به مخاطره می‌اندازد. در ارتباط با توزیع نمک در خاک هانسون و همکاران (1999) در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که توزیع نمک در خاک از الگوی جریان آب در خاک پیروی می‌کند. آنها همچنین اظهار داشتند که نوع خاک، نوع نمک یا ترکیبات شیمیایی موجود در خاک، مقدار آب بکار برده شده و روش آبیاری تماماً بر الگوی توزیع نمک و حرکت نمک در خاک تأثیر می‌گذارند. توزیع نمک در خاک در دراز مدت نتیجه ترکیبی از اثرات متقابل میزان نمک آب آبیاری، مقدار شستشو یا کسر آبشوئی و توزیع مجدد آب و نمک ناشی از تبخیر و تعرق می‌باشد.

اگرچه اعمال مدیریت آبیاری و آبشویی منجربه افزایش عملکرد گیاه مورد کشت شده است، ولی تأثیر مدیریت آبیاری در مرحله جوانه‌زدن و استقرار گیاه بیش از آبشویی بوده است.

در مجموع شوری آب آبیاری باعث افزایش، مدیریت آبیاری GU و مدیریت آبشویی LR_1 باعث کاهش در روند تغییرات شوری خاک در طول فصل زراعی گردیده است.

جدول 1- میانگین نتایج تجزیه شیمیایی تیمارهای کیفیت آب آبیاری

تیمار	EC ($dS\ m^{-1}$)	pH	HCO_3^{--}	Cl^-	SO_4^{2-}	$Ca^{2+}+Mg^{2+}$	Na^+	SAR
			($me\ L^{-1}$)					
S_1	1/7	7/6	3/2	11/6	7/1	6/6	11/2	6/2
S_2	9/0	7/5	4/9	68/0	31/8	32/6	66/9	16/6
S_3	12/5	7/7	4/6	104/0	26/2	35/0	101/0	24/1

جدول 2- برخی خصوصیات شیمیایی خاک در ابتدای سال زراعی

عمق خاک (cm)	EC ($dS\ m^{-1}$)	pH	بیکربنات	کلر	سولفات	کلسیم و منیزیم	سدیم	SAR
				($me\ L^{-1}$)				
0-30	6/8	7/6	3/6	40/3	33/7	43/6	35/0	7/5
30-60	6/2	7/6	3/5	30/0	35/4	41/4	28/5	6/3
60-90	6/5	7/7	3/5	30/0	40/0	39/0	36/5	8/3

جدول 3- خصوصیات فیزیکی خاک در ابتدای سال زراعی

عمق خاک	بافت	رطوبت حد ظرفیت مزرعه	رطوبت در نقطه پژمردگی	وزن مخصوص ظاهری
(سانتیمتر)		(درصد)		(گرم برسانتیمتر مکعب)
0-30	رُس	28/1	18/3	1/45
30-60	رُس	28/8	19/5	1/60
60-90	رُس	30/0	18/0	1/75

جدول 4- مقایسه میانگین خصوصیات شیمیایی خاک در عمق 30-0 سانتیمتری در تیمارها در انتهای سال زراعی

تیمار	ECe ($dS\ m^{-1}$)	pH	HCO^{3-}	Cl^-	SO_4^{2+}	Na^+	$Ca^{2+}+Mg^{2+}$	SAR
					($me\ L^{-1}$)			
S_1	3/3	7/6	1/6	11/3	25/1	15/0	23/0	4/4
S_2	9/5	7/6	2/0	57/5	46/1	62/4	41/9	13/6
S_3	11/3	7/6	2/5	72/1	47/6	75/6	46/9	15/6
LSD	0/25	0/07	0/23	4/6	3/8	3/9	2/1	0/90
GU	9/4	7/6	2/0	59/4	45/1	62/0	42/4	13/5
GQ	8/7	7/7	2/2	50/5	40/7	55/6	38/6	12/0
LSD	0/23	/065	0/19	4/6	3/0	3/2	3/1	0/97
LR_0	9/3	7/7	2/2	55/4	43/6	60/7	40/4	13/2
LR_1	8/7	7/5	2/0	52/8	41/4	55/7	40/0	12/0
LSD	0/19	0/060	0/23	2/4	4/9	2/3	1/3	0/47

تفاوت بین دو میانگین بیشتر از LSD؛ معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 5- مقایسه میانگین خصوصیات شیمیایی خاک در عمق 30-0 سانتیمتری در اثر متقابل تیمارها درانتهای سال زراعی

SAR	$Ca^{2+}+Mg^{2+}$	Na^{+}	SO_4^{2+}	Cl^{-}	HCO^{3-}	pH	ECe	تیمار
	(me L^{-1})						(dS m^{-1})	
4/4	23/0	15/0	25/1	11/3	1/6	7/6	3/30	S_1GQ
15/0	45/4	71/4	50/0	64/6	2/2	7/7	10/9	S_2GQ
12/2	38/5	53/3	45/1	50/3	1/8	7/5	8/2	S_2GU
16/5	47/5	80/5	47/0	75/6	2/7	7/6	12/1	S_3GQ
14/7	46/4	70/8	45/1	68/5	2/3	7/7	10/6	S_3GU
1/9	9/9	14/5	4/5	12/2	0/1	0/07	2/1	LSD
4/8	28/8	18/3	29/1	15/5	2/1	7/5	3/9	S_1LR_0
4/0	17/3	11/8	21/0	7/0	1/0	7/6	2/7	S_1LR_1
13/8	40/4	61/8	47/1	56/1	1/9	7/7	9/5	S_2LR_0
13/5	43/5	62/9	48/1	58/8	2/2	7/6	9/5	S_2LR_1
16/8	46/1	80/8	47/3	74/5	2/5	7/6	11/8	S_3LR_0
14/4	47/8	70/5	44/9	69/8	2/5	7/7	10/9	S_3LR_1
2/3	10/7	12/1	8/2	7/9	0/9	0/07	1/2	LSD
12/6	40/3	59/0	41/9	54/7	2/4	7/6	9/1	$GQLR_0$
11/4	36/9	52/3	39/5	46/4	2/0	7/6	8/3	$GQLR_1$
14/0	40/4	36/2	46/0	56/4	1/9	7/6	9/6	GULR0
12/9	44/5	60/9	44/3	62/4	2/2	7/6	9/2	$GULR_1$
0/4	4/7	6/1	2/9	19/1	0/6	0/06	0/4	LSD
4/8	28/8	18/3	29/1	15/5	2/1	7/7	3/9	S_1GQLR_0
4/0	17/3	11/8	21/0	7/0	1/0	7/8	2/7	S_1GQLR_1
14/9	43/3	69/0	46/9	65/3	2/0	7/6	10/6	S_2GQLR_0
15/2	47/5	73/9	53/2	64/0	2/4	7/7	11/1	S_2GQLR_1
12/6	37/5	54/6	47/3	47/0	1/7	7/8	8/4	S_2GULR_0
11/7	39/5	52/0	43/0	53/6	1/9	7/7	8/0	S_2GULR_1
18/1	49/0	89/8	49/8	83/3	3/1	7/6	12/9	S_3GQLR_0
14/9	46/0	71/3	44/3	68/3	2/4	7/7	11/2	S_3GQLR_1
15/4	43/3	71/3	44/8	65/8	2/0	7/6	10/7	S_3GULR_0
14/0	49/5	69/8	45/5	71/3	2/5	7/7	10/5	S_3GULR_1
1/3	3/7	5/4	8/7	6/4	0/4	0/07	0/4	LSD

تفاوت بین دو میانگین بیشتر از LSD؛ معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد

جدول 6- مقایسه میانگین خصوصیات شیمیایی خاک در عمق 60-30 سانتیمتری در تیمارها در انتهای سال زراعی

SAR	$Ca^{2+}+Mg^{2+}$	Na^{+}	SO_4^{2+}	Cl^{-}	HCO^{3-}	pH	ECe	تیمار
	(me L^{-1})						(dS m^{-1})	
6/9	27/3	25/1	31/2	18/3	2/2	7/6	4/3	S_1
12/6	37/9	54/7	40/5	49/8	1/9	7/7	8/2	S_2
13/0	41/9	59/2	44/3	55/1	2/1	7/6	9/1	S3
1/3	1/8	4/9	3/4	5/9	0/21	0/06	0/43	LSD
12/5	39/4	55/4	42/6	50/9	2/0	7/7	8/4	GU
11/0	36/0	47/4	38/5	42/1	2/1	7/6	7/4	GQ
0/7	2/5	2/3	5/4	3/5	0/16	0/07	0/22	LSD
11/5	38/6	50/9	40/2	46/4	2/1	7/7	7/9	LR_0
11/7	36/2	50/2	40/0	44/9	1/9	7/6	7/7	LR_1
0/9	2/9	2/7	2/6	2/3	0/2	0/07	0/20	LSD

تفاوت بین دو میانگین بیشتر از LSD؛ معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 7- مقایسه میانگین خصوصیات شیمیایی خاک در عمق 60-30 سانتیمتری در اثر متقابل تیمارها در انتهای سال زراعی

SAR	$Ca^{2+}+Mg^{2+}$	Na^{+}	SO_4^{2+}	Cl^{-}	HCO^{3-}	pH	ECe	تیمار
	(me L^{-1})						(dS m^{-1})	
6/9	27/3	25/1	31/2	18/3	2/2	7/7	4/3	S_1GQ
13/5	39/8	59/8	41/6	54/9	2/0	7/7	9/1	S_2GQ
11/7	36/0	49/6	39/4	44/8	1/8	7/8	7/4	S_2GU
12/7	41/1	57/3	42/8	53/1	2/0	7/7	8/9	S_3GQ
13/3	42/8	61/2	45/8	57/0	2/2	7/6	9/4	S_3GU
4/1	9/3	24/6	9/2	24/2	0/7	0/07	3/9	LSD
7/9	28/3	29/3	33/0	21/8	2/2	7/7	4/6	S_1LR_0
5/9	26/3	21/0	29/4	14/8	2/3	7/7	4/0	S_1LR_1
12/2	39/0	24/1	41/1	49/0	2/1	7/6	8/3	S_2LR_0
12/9	36/8	55/2	39/9	50/6	1/7	7/7	8/2	S_2LR_1
12/6	43/4	58/6	43/0	56/0	2/1	7/8	9/2	S_3LR_0
13/4	40/5	59/9	45/6	54/1	2/0	7/7	9/1	S_3LR_1
2/5	3/0	7/1	4/3	7/6	0/4	0/06	0/07	LSD
11/1	38/2	48/8	39/9	44/1	2/1	7/7	7/7	$GQLR_0$
11/0	33/9	46/0	37/1	40/1	2/0	7/7	7/1	GQLR1
12/2	39/3	54/1	40/7	49/8	2/1	7/6	8/2	$GULR_0$
12/8	39/5	56/7	44/4	52/0	1/9	7/6	8/6	$GULR_1$
0/4	7/6	3/6	8/2	6/4	0/03	0/07	1/2	LSD
7/9	28/3	29/3	33/0	21/75	2/2	7/6	4/6	S_1GQLR_0
5/9	26/3	21/0	29/4	14/8	2/3	7/7	4/0	S_1GQLR_1
13/5	43/3	62/5	44/8	57/8	2/2	7/7	9/6	S_2GQLR_0
13/5	36/3	57/2	38/5	52/0	1/8	7/7	8/6	S_2GQLR_1
11/0	34/8	45/8	37/5	40/3	1/2	7/7	7/0	S_2GULR_0
12/3	37/3	53/3	41/2	49/3	1/6	7/8	7/8	S_2GULR_1
11/8	43/0	54/8	42/0	52/8	2/0	7/7	8/9	S_3GQLR_0
13/5	39/3	59/8	43/5	53/5	1/9	7/6	8/9	S_3GQLR_1
13/4	43/8	62/4	44/0	59/3	2/2	7/7	9/5	S_3GULR_0
13/2	41/8	60/0	47/7	54/8	2/1	7/7	9/3	S_3GULR_1
1/8	5/3	5/8	6/6	6/2	0/4	0/08	0/5	LSD

تفاوت بین دو میانگین بیشتر از LSD؛ معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد

جدول 8- مقایسه میانگین خصوصیات شیمیایی خاک در عمق 90-60 سانتیمتری در تیمارها درانتهای سال زراعی

SAR	$Ca^{2+}+Mg^{2+}$	Na^{+}	SO_4^{2+}	Cl^{-}	HCO^{3-}	pH	ECe	تیمار
	(me L^{-1})						(dS m^{-1})	
7/6	28/1	28/0	32/9	20/8	1/8	7/6	4/7	S_1
12/0	37/1	51/8	39/0	48/6	1/9	7/6	8/0	S_2
11/7	39/6	52/0	36/8	52/1	2/3	7/7	8/1	S3
0/9	3/1	2/9	1/8	4/4	0/60	0/06	0/4	LSD
12/0	38/4	52/3	38/1	50/6	2/17	7/7	8/1	GU
10/4	34/9	43/7	36/1	40/4	1/95	7/7	6/9	GQ
1/1	1/8	3/7	2/3	3/8	0/46	0/06	0/3	LSD
11/7	35/9	49/5	37/5	45/9	1/89	7/55	7/5	LR_0
10/4	36/8	44/7	36/3	43/0	2/19	7/65	7/3	LR_1
0/8	2/5	2/6	1/9	2/8	0/47	0/065	0/3	LSD

تفاوت بین دو میانگین بیشتر از LSD؛ معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 9- مقایسه میانگین خصوصیات شیمیایی خاک در عمق 90-60 سانتیمتری در اثر متقابل تیمارها در انتهای سال زراعی

تیمار	ECe	pH	HCO^{3-}	Cl^-	SO_4^{2+}	Na^+	$Ca^{2+}+Mg^{2+}$	SAR
	($dS\ m^{-1}$)		($me\ L^{-1}$)					
S_1GQ	4/7	7/7	1/8	20/8	32/9	28/0	28/1	7/6
S_2GQ	8/1	7/7	1/9	48/4	39/4	51/7	37/1	12/0
S_2GU	7/9	7/6	1/9	48/9	38/6	52/0	37/1	12/0
S_3GQ	7/9	7/6	2/2	52/0	36/1	51/4	39/5	11/6
S_3GU	8/3	7/7	2/5	52/3	37/6	52/7	39/8	0/4
LSD	1/0	0/06	0/6	0/4	4/1	1/7	0/4	8/2
S_1LR_0	5/0	7/6	1/7	22/0	32/8	30/0	27/3	6/9
S_1LR_1	4/5	7/7	1/9	19/5	32/9	26/0	29/0	12/7
S_2LR_0	7/9	7/6	1/9	50/1	38/9	54/2	36/5	12/7
S_2LR_1	8/1	7/6	1/9	47/1	39/1	49/4	37/8	11/4
S_3LR_0	8/5	7/7	2/0	53/6	38/4	54/6	39/5	12/4
S_3LR_1	7/8	7/5	2/6	50/6	35/3	49/5	39/8	11/1
LSD	0/98	0/07	0/6	2/9	6/4	6/4	2/5	1/1
$GQLR_0$	7/3	7/7	1/8	42/8	38/1	48/1	34/9	11/5
$GQLR_1$	6/6	7/6	2/1	38/0	34/1	39/2	34/9	9/3
$GULR_0$	7/9	7/6	2/0	50/6	36/6	51/6	37/3	12/0
$GULR_1$	8/3	7/6	2/4	50/5	39/6	53/0	39/6	11/9
LSD	1/4	0/06	0/2	7/7	12/3	17/3	4/4	3/4
S_1GQLR_0	5/0	7/7	1/7	22/0	32/8	30/0	27/3	8/2
S_1GQLR_1	4/5	7/7	1/9	19/5	32/9	26/0	29/0	6/9
S_2GQLR_0	8/6	7/6	1/8	53/0	45/0	61/7	37/5	14/3
S_2GQLR_1	7/6	7/6	2/0	43/8	33/8	41/6	36/8	9/7
S_2GULR_0	7/2	7/7	2/0	47/3	32/8	46/8	35/5	11/1
S_2GULR_1	8/6	7/6	1/8	50/5	44/4	57/2	38/8	13/0
S_3GQLR_0	8/2	7/6	2/0	53/3	36/5	52/8	40/0	11/9
S_3GQLR_1	7/7	7/7	2/3	50/8	35/6	50/0	39/0	11/3
S_3GULR_0	8/7	7/8	2/0	54/0	40/4	56/5	39/0	12/8
S_3GULR_1	7/9	7/6	3/0	50/5	34/9	48/9	40/5	10/9
LSD	0/6	0/07	0/95	6/3	3/8	5/7	4/8	1/7

تفاوت بین دو میانگین بیشتر از LSD؛ معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد

فهرست منابع:

1. آقاخانی، ع، 1385. تأثیر شوری آب آبیاری و آبشویی خاک در عملکرد گندم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
2. فیضی، م، 1372. بررسی تأثیر کیفیت و کمیت آب در شوری‌زدایی خاک‌های منطقه رودشت اصفهان. *نشریه فنی و تحقیقاتی موسسه آب و خاک*، 8: 8-15.
3. فیضی، م، 1373. تأثیر تداوم مصرف آب با کیفیت‌های مختلف بر خصوصیات شیمیایی خاک. *چهارمین کنگره علوم خاک ایران*، دانشگاه صنعتی اصفهان.
4. فیضی، م، 1379. بررسی تأثیر مدیریت‌های مختلف استفاده از آب شور بر عملکرد محصول پنبه، مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان، گزارش نهایی، ش 79/537، 1-18.
5. لندی، ا، 1374. بررسی تأثیر کیفیت آب آبیاری و نسبت آبشویی بر کیفیت زه آب و توزیع نمک در نیمرخ خاک. پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
6. Ayers, R.S., Westcot, D.W., 1985. *Water quality for agriculture*. FAO. Irrig. and Drain. Paper No. 29. Rev. 1, FAO, Rome.

Archive of SID

www.SID.ir

7. Chauhan, C.P.S., Singh, R.B., Gupta, S.K., 2008. Supplemental irrigation of wheat with saline water. *Agric. Water Manage*., 95: 253-258.
8. Chen, S., Li, J., Fritz, E., Wang, S., Huttermann, A., 2002. Sodium and chloride distribution in roots and transport in three poplar genotypes under increasing NaCl stress. *Forest Ecol. Manage*., 168: 217-230.
9. Choudhary, O.P., Ghuman, B.S., Josan, A.S., Bajwa, M.S., 2006. Effect of alternating irrigation with sodic and non-sodic waters on soil properties and sunflower yield. *J. of Agr. water manag*. 85: 151– 156.
10. Dosoky, A.K.R., 1999. *Effect of saline water on some physical and chemical soil properties*, M.Sc. Thesis, Fac. Agric., Moshtohor. Zagazig University, Egypt.
11. El-Boraie, F.M., 1997. *A study on the water management under arid conditions*, M.Sc. Thesis, Fac. Agric., Ain Shams University, Egypt.
12. FAO, Unesco,. 1973. *Irrigation, drainage and salinity, An international source book*, Hutchinson, FAO, Unesco.
13. Feizi, M., Aghakhani, A., Mostafazadeh-Fard, B., Heidarpour, M., 2007. Salt tolerance of wheat according to soil and drainage water salinity. *Pakestan Journal of Biological Sciences*. ISSN 1028-8880.
14. Ghane, E., Feizi, M., Mostafazadeh-Fard, B., Landi, E., 2009. Water productivity of winter wheat in different irrigation/ planting methods using saline irrigation water. *International J. of Agriculture & Biology*., 2: 131-137.
15. Hanson. B.R., Grattan, S.R., fulton, A., 1999. *Agricultural salinity and drainage*, California Univ. Davis,California.
16. Hati, K.M., Biswas, A.K., Bandyopadhyay, K.K., Misra, A.K., 2007. Soil properties and crop yields on a vertisol in India with application of distillery effluent. *Soil and Till. Res.*, 92: 60–68.
17. Katerji, N., Van Hoorn, J.W., Hamdy, A. Mastrorilli, M., Oweis, T., Erskine, W., 2001. Response of two varieties of lentil to soil salanity. *Agric. Water Manage.*, 47: 179-190.
18. Mostafazadeh-Fard, B., Heidarpour, M., Aghakhani, A., Feizi, M., 2008. Effects of leaching on soil desalinization for wheat crop in an arid region. Editorial Board for publication in plant", Soil and Environment journal, 2008.
19. Murtaza, G., Ghafoor, A., Qadir, M., 2006. Irrigation and soil management strategies for using saline-sodic water in a cotton–wheat rotation. *J. of Agric. Water Manage.*, 81: 98–114.
20. Ould Ahmed, B.A., Yamamoto, T., Inoue, M., 2007. Response of Drip Irrigated Sorghum Varieties Growing in Dune Sand to Salinity Levels in Irrigation Water", J. Applied Sciences., Vol. 7, pp. 1061-1066.
21. Qadir, M., B.R., Sharma, A., Bruggeman, R., Choukr-Allah, F., Karajeh, 2007. Non-conventional water resources and opportunities for water augmentation to achieve food security in water scarce countries. *J. of Agric. water manage.*, 87: 2-22.
22. Ragab A.A.M., Hellal, F.A., Abd El-Hady, M., 2008. Water Salinity Impacts on Some Soil Properties and Nutrients Uptake by Wheat Plants in Sandy and Calcareous Soil. Australian Journal of Basic and Applied Sciences., 2 (2): 225-233.
23. Sharma, D.P., Rao, K.V.G.K., 1998. Strategy for long term use of saline drainage water for irrigation in semi-arid regions. *Soil Till. Res.* 48: 287-295.
24. 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.
25. Zhang, Z., and Chen, Y., 2005. Studies on adaptability of safflower germplasms in xinjiang, china. Vith International *safflower conference*, Istanbul, 6-10 June: 132-139.

Archive of SID

www.SID.ir