تاثیر شوری آب آبیاری بر خصوصیات شیمیایی خاک تحت سیستم آبیاری قطره‌ای نواری (T-Tape)

مصطفی منجشیرینی[۱]، امیر سالاری[۲]، بهروز مصطفی‌زاده فرد[۳]، اسماعیل لندی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۹/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۰۴

چکیده

به منظور بررسی اثر شوری آب آبیاری با سیستم آبیاری قطره‌ای نواری بر خصوصیات شیمیایی خاک آزمایشی با چهار تیمار شوری آب آبیاری ۲، ۶، ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس برمتر در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار برای هر تیمار در یک مزرعه ذرت انجام شد. آزمایش در یک منطقه خشک با بافت لومی و شوری خاک بالا انجام شد. نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی برای عمق‌های ۳۰- ۰، ۶۰- ۳۰ و ۹۰- ۶۰ سانتی‌متری خاک نشان داد که در هر لایه از خاک با افزایش شوری آب آبیاری شوری عصاره اشباع خاک افزایش می‌یابد و میزان شوری عصاره اشباع خاک در لایه‌های زیرین نسبت به لایه‌های بالایی بیشتر است. در طول فصل رشد گیاه در هر سه لایه پروفیل خاک با اعمال آبیاری یکنواخت با شوری ۱ دسی‌زیمنس برمتر شوری عصاره اشباع خاک، نسبت جذبی سدیم، بیکربنات، کلر و درصد سدیم قابل تبادل خاک کاهش یافت و با اعمال تیمارهای شوری آب آبیاری بعد از مرحله چهار برگی گیاه ذرت مقدار این پارامترها در طول فصل رشد گیاه افزایش یافت. در مناطق با کمبود آب شیرین، آبیاری با آب شور تحت سیستم آبیاری قطره‌ای موجب یکنواختی توزیع آب در خاک و همچنین توزیع مناسب شوری خاک می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای، شوری، خصوصیات شیمیایی خاک .

[۱] کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، گروه آب، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران،۰۹۱۵۹۷۰۲۸۲۱، mostafamonji@yahoo.com
[۲] استادیارگروه تولیدات گیاهی و گیاهان دارویی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربت حیدریه، تربت حیدریه، ایران، ۰۵۱۵۲۲۹۹۶۰۳، Salari.1361@yahoo.com (مسئول مکاتبه)
[۳] استاد گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران behrouz@cc.iut.ac.ir
[۴] مربی گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران، slandy@cc.iut.ac.ir

مقدمه

آبیاری نقش مهمی در تولید محصول و توسعه کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک دارد (Chang., 1961؛ Hillel et all., 2005). در مناطق خشک و نیمه خشک، آب با کیفیت خوب کمتر و کمتر می‌شود (Jiang et all., 2012). آب شور به عنوان یک منبع مهم جایگزین برای آب شیرین در بسیاری از مناطق کم آب برای آبیاری در کشاورزی گنجانده شده است (Wan et all., 2010). استفاده از آب شور برای آبیاری نیاز به برنامه‌ریزی و زمان بندی دقیق دارد (Asad et all., 2001).

در بسیاری از مناطق تحت آبیاری دنیا تجمع نمک در پروفیل خاک به دلیل کمبود آب آبیاری یا برخی فعالیت‌های کشاورزی برای پایداری تولید محصولات کشاورزی یک خطر محسوب می‌شود (Feng et all. 2005؛ Paranychianakis et all., 2005). به دلیل بارندگی کمتر، تبخیر بالا و آبشویی کمتر نمک زیادی در خاک تجمع می‌کند (Muyen et all. 2011). با افزایش شوری خاک، واکنش عملکرد به مقدار آبیاری با آب شور نسبت به آبیاری با آب شیرین متفاوت است (Jiang et all., 2012).

برای کاهش شکاف بین عرضه و تقاضای آب شیرین، منابع آب‌های حاشیه‌ای با کیفیت پایین مانند آب شور تولید شده توسط سیستم‌های زهکشی کشاورزی و یا پمپاژ از سفره‌های آب‌های شور می‌تواند به عنوان یک جایگزین برای کمبود آب شیرین مورد استفاده قرار گیرد (Dı_az ei all., 2009؛ Rhoades., 1999.). در سیستم‌های فاقد زهکش، در صورت آبیاری با آب با کیفیت پایین املاح محلول در خاک جمع می‌شود. با گذشت زمان در طی تعداد دفعات آبیاری‌های بیشتر مقدار زیادی از نمک در خاک تجمع می‌کند و در نهایت خاک‌ها به زمین‌های شور و بی‌حاصل تبدیل می‌شوند (Chen et all., 2002).

استفاده از آب شور برای آبیاری نیاز به مطالعه دراز مدت تغییرات در شوری خاک دارد. زیرا تحت شرایط خشکی، ممکن است نمک در خاک تجمع یابد و با افزایش شوری خاک تحمل گیاه کاهش می‌یابد (Asad et all., 2001؛ Singh., 2004).

حدود ۷٪ از اراضی دنیا یعنی حدود ۹۳۰ میلیون‌هکتار تحت تاثیر شوری قرار گرفته است (FAO., 2005). از اثرات شوری می‌توان کاهش رشد و کیفیت محصول، کاهش آب قابل استفاده گیاه، فعالیت کم عناصر غذایی، ایجاد مسمومیت توسط برخی یون‌های سمی و ناهنجاری‌های تغذیه‌ای را ذکر کرد (Grattan et all., 1992.).

ترکیب آب شور با آب با کیفیت مناسب، تناوب آبیاری با آب کیفیت خوب همراه با آبیاری با آب شور و کشت گیاهان مقاوم به شوری از جمله روش‌های غلبه بر مشکلات استفاده از آب شور است (Pasternak et all., 1993؛ Ragab., 1998).

تحت شرایط نیمه خشک، مقدار و توزیع بارندگی نسبتا متغییر است و شسته شدن املاح در طی فصل غیر رشد نیز می‌تواند متفاوت باشد. بنابراین، تاثیر شیوه‌های جدید آبیاری و استراتژی‌های کشت بر تجمع نمک باید همیشه قبل از شروع آزمایش برای تعیین مناسب بودن آن‌ها برای مناطق تحت آبیاری کشاورزی بررسی شود (Jiang et all., 2012).

آبیاری قطره‌ای به دلیل اعمال آب به مقدار کم در مدت طولانی با حفظ مقدار آب خاک در منطقه ریشه و به حداقل رساندن سطح شوری در آب خاک از طریق شستن املاح شرایط را برای رشد گیاه بهتر می‌کند (Keller et all., 1990). بنابراین، آبیاری قطره‌ای به طور گسترده‌ای به عنوان یک سیستم مناسب برای استفاده از آب شور برای محصولات در نظر گرفته می‌شود (Malash et all., 2005).

مطالعات مختلفی در مناطق مختلف کشور و جهان در رابطه با شوری و مدیریت آبیاری انجام شده است که اطلاعات آن‌ها برای شرایط مکانی و زمانی خاصی قابل تطبیق می‌باشد. با توجه به اینکه در منطقه مورد مطالعه استفاده از آب شور موجب شوری بالای خاک گردیده است و عملیات کشاورزی در این خاک‌های شور انجام می‌شود و برداشت محصول کمتر از حد انتظار است، لذا در این مطالعه بررسی مدیریت شوری

خاک از طریق اعمال شوری‌های مختلف آب آبیاری و با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال ۱۳۹۱ در شهرستان سبزوار اجرا شد. منطقه مزبور دارای آب و هوای گرم و خشک می‌باشد که دارای زمستان‌های سرد و تابستان‌های گرم و خشک است. متوسط درجه حرارت سالیانه هوا ۱۷/۹ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالیانه در ایستگاه هواشناسی سبزوار ۱۶۵/۷ میلی‌متر می‌باشد. اراضی مورد مطالعه در واحد فیزیوگرافی دشت سیلابی که دارای شیب کلی ملایم و بدون پستی و بلندی و فرسایش می‌باشد و خاک این اراضی دارای شوری ۴/۶، ۱۳ و ۱۸/۴ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب در عمق‌های ۳۰-۰، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متری خاک می‌باشد. متوسط خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اولیه خاک به ترتیب در جداول (۱) و (۲) ارائه شده است.

جدول (۱): خصوصیات فیزیکی خاک در ابتدای فصل

عمق خاک (cm)	اندازه ذرات (درصد)			بافت خاک
	شن	سیلت	رس	
۰-۳۰	۴۰	۴۰	۲۰	لوم
۳۰-۶۰	۳۳	۴۴	۲۴	لوم
۶۰-۹۰	۲۳	۵۰	۲۷	لوم

جدول (۲): خصوصیات شیمیایی خاک در ابتدای فصل

عمق خاک (cm)	هدایت الکتریکی (dS/m)	pH	میلی اکی والان در لیتر				نیتروژن کل (درصد)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	نسبت جذب سدیم (SAR)
			کلر	سولفات	کلسیم و منیزیم	سدیم				
۰-۳۰	۴/۶	۷/۷	۴۲	۳۴/۹	۲۳/۵	۲۶	۰/۰۴	۶/۳	۱۵۰	۷/۴
۳۰-۶۰	۱۳	۷/۶۸	۱۰۱	۳۷/۴	۶۷	۷۲	۰/۰۳۴	۵/۴	۱۳۷	۱۲/۴
۶۰-۹۰	۱۸/۴	/۵۱۷	۱۷۵	۴۵/۶	۹۶	۹۰	۰/۰۲۶	۴/۷	۹۸	۱۳/۳۵

ذرت سینگل‌کراس ۷۰۴ در تاریخ پانزدهم خرداد ماه ۱۳۹۱ کاشته شد. این آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار به مرحله اجرا در آمد. در این طرح چهار سطح شوری آب آبیاری (با شوری‌های۲(Q_1)، ۶ (Q_2)، ۹ (Q_3) و ۱۲ (Q_4) دسی‌زیمنس بر متر) به عنوان تیمارهای مورد مطالعه در نظر گرفته شدند.

ابعاد هر واحد آزمایشی ۳ متر در ۲/۵ متر بود. در هر کرت ۴ ردیف کشت به فاصله ۷۵ سانتی‌متر از یکدیگر بودند. دانه‌ها با فاصله ۱۸ سانتی‌متر و عمق تقریبی۵ سانتی‌متر روی پشته‌ها کشت گردید. به منظور حذف نفوذ زیر سطحی آب بین تیمارها، فاصله بین تیمارها ۱ متر و فاصله بین تکرارها ۲ متر در نظر گرفته شد.

برای آبیاری از سیستم آبیاری قطره‌ای نواری استفاده شد. اجزای سیستم آبیاری قطره‌ای شامل: چهار عدد مخزن ذخیره آب، پمپ، فیلتر توری، کنتور حجم سنج و فشار سنج بود. هر منبع تغذیه دارای سیستم انتقال آب جداگانه‌ای بود. زیرواحدهای سیستم قطره‌ای دارای ۴ عدد نوار تیپ به فاصله ۰/۷۵

سانتی‌متر از یکدیگر و هر کدام با طول ۲/۵ متر بودند. فواصل قطره‌چکان‌ها از یکدیگر ۲۰ سانتی‌متر بود و تعداد ۱۳ عدد قطره‌چکان روی هر نوار تیپ وجود داشت.

در ابتدای فصل کاشت، تا مرحله ۴ برگی هیچ گونه تیماری اعمال نگردید و آبیاری با آبی با شوری ۱ دسی‌زیمنس بر متر صورت پذیرفت. بعد از این مرحله رشد اعمال تیمارها شروع گردید و آبیاری با شوری‌های ۲، ۶، ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر تا انتهای فصل رشد انجام شد. برای تعیین نیاز آبی از تشت تبخیر کلاس A استفاده شد. مقدار آب آبیاری کاربردی به وسیله کنتور حجم‌سنج که در ابتدای سیستم نصب شده بود اندازه‌گیری شد. متوسط خصوصیات آب‌های آبیاری مورد استفاده در جدول (۳) نشان داده شده است. برای تامین آب آبیاری از سه منبع، آب شرب با شوری ۱ دسی‌زیمنس برمتر، آب شور چاه نزدیک طرح با شوری ۱۴/۳ دسی‌زیمنس بر متر و آب چاه با فاصله ۱۰۰۰ متری از طرح با شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر استفاده شد. برای انتقال این آب‌ها به مزرعه از یک تانکر چرخ‌دار با حجم ۳ متر مکعب استفاده شد. با مخلوط کردن نسبت‌های مختلف از این آب‌ها، آب آبیاری با شوری مورد نظر تهیه گردید.

جدول (۳): نتایج تجزیه شیمیایی آب آبیاری

تیمار	EC (dS/m)	pH	میلی اکی‌والانت در لیتر							
			Na	Ca	Mg	HCO_3	Cl	So_4	TDS (mg/l)	SAR	Class
Q_1	۲	۷/۵۹	۱۴	۲/۹	۳/۵	۱/۱	۱۶/۲	۴/۴	۱۲۸۲	۷/۸۳	C_3S_1
Q_2	۶	۷/۳۶	۳۶/۴	۱۰/۲	۱۴/۶	۲/۳	۴۵/۵	۱۳	۳۸۴۴	۱۰/۳۴	C_4S_2
Q_3	۹	۷/۴	۵۱	۱۵/۸	۳۴/۶	۳/۵	۷۳/۵	۱۷/۳	۵۷۶۳	۱۱/۳۵	C_4S_2
Q_4	۱۲	۷/۳۲	۵۸/۶	۲۱/۵	۳۹/۷	۳/۸	۱۰۵/۹	۱۹/۵	۷۶۸۶	۱۰/۵۹	C_4S_2

نمونه برداری از خاک، در مراحل قبل از کشت (T_1)، مرحله چهار برگی (T_2)، اواسط دوره رشد (T_3) و پایان فصل زراعی (T_4) انجام شد و نمونه‌ها به منظور انجام آزمایشات لازم به آزمایشگاه خاکشناسی انتقال داده شدند. نمونه‌های خاک از سه عمق مختلف ۳۰-۰، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متری خاک تهیه شدند. نمونه‌های مرحله چهار برگی، اواسط دوره رشد و پایان فصل زراعی از محل ردیف‌های ذرت‌ها و فاصله بین ردیف‌ها (عمود بر ردیف‌های کشت ذرت) به دلیل لحاظ کردن شستشوی املاح توسط آبیاری قطره‌ای نواری از ردیف کشت ذرت و تجمع آن‌ها در فاصله بین ردیف‌ها، تهیه شد. اسیدیته خاک در گل اشباع با استفاده از دستگاه پ- هاش‌متر تعیین شد. شوری عصارهٔ اشباع خاک با دستگاه هدایت سنج الکتریکی قرائت شد. کلسیم و منیزیم هم با استفاده از عصارهٔ اشباع خاک توسط روش تیتراسیون با ورسین اندازه‌گیری شد. سدیم توسط دستگاه فلیم‌فتومتری تعیین گردید. کلر توسط تیتراسیون رسوبی یا نیترات نقره و بی‌کربنات توسط تیتراسیون با اسید سولفوریک تعیین گردید. نسبت جذبی سدیم با استفاده از رابطه‌ی زیر محاسبه گردید.

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+}+Mg^{2+}}{2}}} \qquad (۱)$$

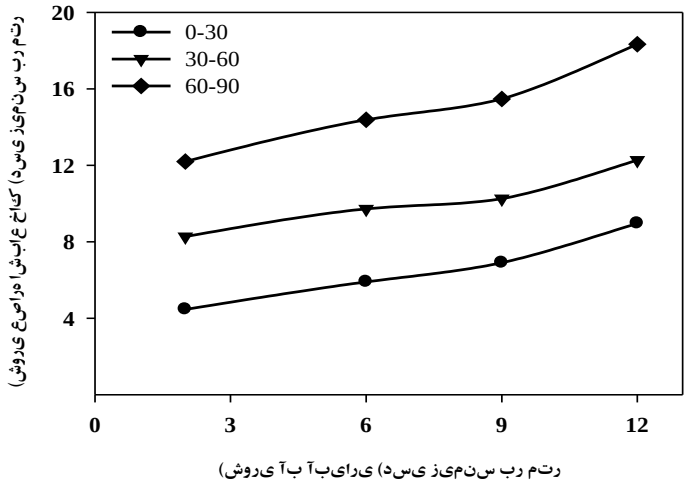
که در آن Na^+، Ca^{2+} و Mg^{2+} غلظت کاتیون‌های سدیم، کلسیم و منیزیم بر حسب میلی‌اکی‌والانت بر لیتر می‌باشد.

نتایج و بحث

با توجه به جدول (۲) لایه‌های ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری خاک با میانگین شوری بالای ۴ دسی‌زیمنس بر متر و میانگین نسبت جذبی سدیم کمتر از ۱۳ جزء خاک‌های شور طبقه‌بندی می‌شوند. لایه ۹۰-۶۰ سانتی‌متری خاک با میانگین شوری بالای ۴ دسی‌زیمنس بر متر جزء خاک‌های شور محسوب می‌شود و با میانگین نسبت جذبی سدیم بیشتر از ۱۳ جزء خاک‌های سدیمی طبقه‌بندی می‌شود. بنابراین خاک این لایه خاکی شور-سدیمی می‌باشد.

شوری خاک

ارتباط شوری خاک با شوری آب آبیاری در شکل (۱) نشان داده شده است. نقاط این نمودارها میانگین شوری خاک در سه عمق ۳۰- ۰، ۶۰ - ۳۰ و ۹۰- ۶۰ سانتی‌متر در طول فصل می‌باشند. همانطور که در شکل (۱) مشاهده می‌شود با افزایش شوری آب آبیاری (EC_{iw}) در عمق‌های ۳۰- ۰، ۶۰-۳۰ و ۹۰- ۶۰ سانتی‌متری خاک، شوری عصاره اشباع خاک (EC_e) به صورت خطی افزایش می‌یابد و در تیمار آبیاری ۱۲ دسی‌زیمنس برمتر، شوری عصاره اشباع خاک در سه عمق ۰- ۳۰، ۳۰- ۶۰ و ۶۰- ۹۰ سانتی‌متری به ترتیب به ۸/۹۶، ۱۲/۲۷ و ۱۸/۳۳ دسی‌زیمنس‌برمتر رسیده است. همچنین این نمودارها نشان می‌دهد که شوری خاک از سطح خاک به سمت لایه زیرین افزایش یافته است. این پدیده به علت حرکت آب همراه با نمک از لایه سطحی خاک به لایه زیرین و شستشوی نمک‌ها می‌باشد.



شکل (۱): تاثیر شوری آب آبیاری بر شوری عصاره اشباع خاک در پروفیل خاک

شکل (۲) تغییرات شوری عصاره اشباع خاک در طول فصل رشد در عمق‌های ۳۰-۰، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متری پروفیل خاک را نشان می‌دهد.

عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر

همان طور که در شکل (۲) نشان داده شده است در لایه ۳۰-۰ خاک، از شروع کشت محصول (T_1) و شروع آبیاری با آب شیرین (با میانگین شوری ۱ دسی‌زیمنس‌برمتر) تا قبل از اعمال تیمارهای شوری و استقرار گیاه (T_2) شوری عصاره اشباع خاک کاهش پیدا کرده است و از حدود ۴/۶ دسی‌زیمنس‌برمتر به حدود ۲/۶ دسی‌زیمنس بر متر رسیده است. با اعمال تیمارهای شوری آب آبیاری بعد از این مرحله و عبور از دوره اواسط رشد (T_3)، تا انتهای فصل رشد (T_4)

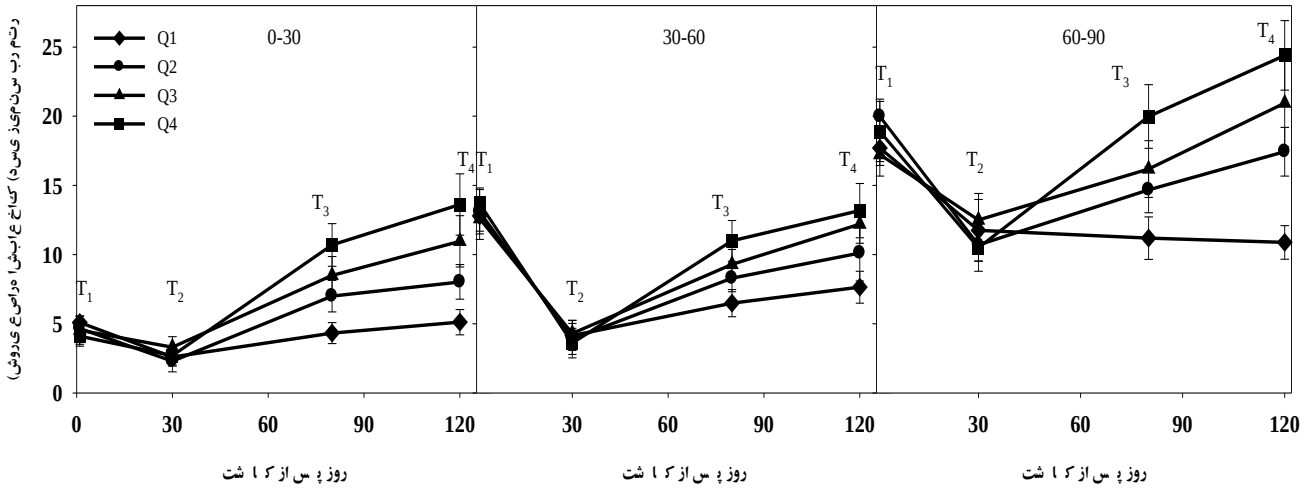
هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در لایه سطحی (۳۰-۰ سانتی‌متری) در تمامی تیمارهای Q_1، Q_2، Q_3 و Q_4 افزایش یافت.

عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متر

هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک قبل از کشت در این لایه خاک برابر با ۱۳ دسی‌زیمنس بر متر بود. با اعمال آبیاری با شوری ۱ دسی‌زیمنس بر متر تا استقرار گیاه (T_2)، این پارامتر به حدود ۴/۲ دسی‌زیمنس بر متر رسید. با اعمال تیمارهای آبیاری تا انتهای فصل رشد (T_4) هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک افزایش می‌یابد (شکل ۲).

عمق ۹۰-۶۰ سانتی‌متر

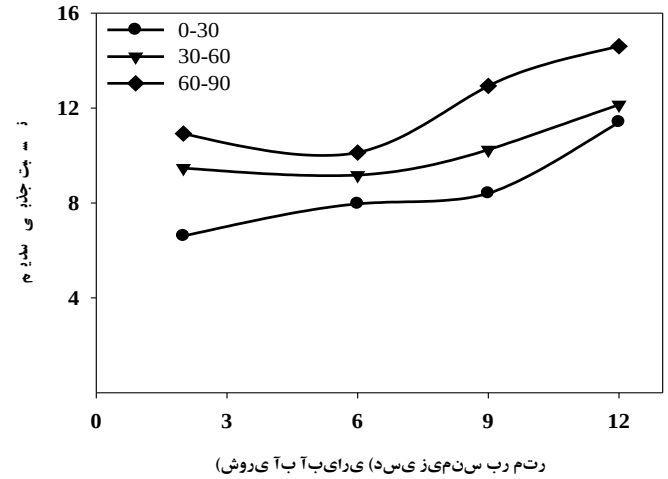
در این عمق میزان شوری خاک بعد از یک ماه آبیاری با آب شیرین از حدود ۱۸/۴ دسی‌زیمنس برمتر به حدود ۱۲ دسی‌زیمنس‌بر متر رسیده است. این تغییر شوری خاک در این بازه زمانی نسبت به عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری خاک کمتر است. تغییرات کمتر شوری خاک در این لایه می‌تواند به این دلیل باشد که آبیاری با آب شیرین املاح خاک را از لایه‌های بالایی شسته و در این لایه تجمع یافته است (شکل ۲). مطالعات دیگران نشان داده است که آبیاری با آب شور باعث افزایش شوری عصاره اشباع خاک در پایان فصل رشد می‌شود و با افزایش عمق خاک بر میزان شوری عصاره اشباع خاک افزوده می‌شود (Kahlown et al., 2003).



شکل (۲): تغییرات شوری عصاره اشباع خاک در طول فصل رشد

تغییرات نسبت جذبی سدیم

تغییرات نسبت جذبی سدیم در عمق‌های مختلف خاک در شکل (۳) نشان داده شده است. با افزایش شوری آب آبیاری میزان نسبت جذبی سدیم در خاک افزایش یافته است. همچنین با افزایش عمق خاک نسبت جذبی سدیم افزایش یافته است. در تمامی تیمارها، مقدار نسبت جذبی سدیم در پایین‌ترین لایه خاک (۹۰-۶۰) حداکثر و در لایه سطحی خاک (۳۰-۰ سانتی‌متری خاک) حداقل مقدار است. مطالعات دیگران نشان داد که افزایش شوری آب آبیاری باعث افزایش نسبت جذبی سدیم در خاک می‌شود (Mostafazadeh-Fard., 2007).



شکل (۳): تغییرات نسبت جذبی سدیم در عمق‌های مختلف خاک تحت تیمارهای مختلف شوری آب آبیاری

تغییرات نسبت جذبی سدیم در نیمرخ خاک

عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر

در لایه سطحی خاک (۳۰-۰ سانتی‌متر) میانگین نسبت جذبی سدیم در قبل از کشت ۷/۴ بود و با اعمال آبیاری با آب شیرین این مقدار کاهش یافت و بعد از این مرحله تا آخر فصل برای تمامی تیمارهای شوری آب آبیاری با افزایش همراه بود. به طوری که در انتهای فصل رشد مقدار نسبت جذبی سدیم به حداکثر رسید. (جدول ۴).

عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متر

در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری خاک میانگین نسبت جذبی سدیم اولیه برابر حدود ۱۲/۴ بود. با آبیاری با آب شیرین تا مرحله چهار برگی به حدود ۵/۵ رسید. در این لایه در تمامی مراحل رشد میزان نسبت جذبی سدیم بیشتر از لایه ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک بود (جدول ۴).

عمق ۹۰-۶۰ سانتی‌متر

پایین‌ترین لایه خاک (۹۰-۶۰ سانتی‌متری) دارای بیشترین مقدار نسبت جذبی سدیم در تمام تیمارهای شوری آب آبیاری نسبت به لایه‌های بالایی بود. در این لایه تغییر نسبت جذبی سدیم از مرحله قبل از کشت تا مرحله چهار برگی نسیت به لایه‌های بالایی کمتر است و این عمل می‌تواند به دلیل شستشوی سدیم از لایه‌های بالایی خاک و تجمع در این لایه باشد (جدول ۴).

جدول (۴): تغییرات نسبت جذبی سدیم و اسیدیته خاک در طول فصل رشد در عمق‌های مختلف خاک تحت تیمارهای مختلف شوری آب آبیاری

تیمار شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	عمق(cm)	نسبت جذبی سدیم (SAR)				اسیدیته عصاره اشباع خاک (pH)			
		قبل از کاشت (T_1)	چهار برگی (T_2)	وسط فصل (T_3)	آخر فصل (T_4)	قبل از کاشت (T_1)	چهار برگی (T_2)	وسط فصل (T_3)	آخر فصل (T_4)
Q_1	۰-۳۰	۷/۸	۳/۸	۵/۱	۷/۵	۷/۶۶	۷/۶۲	۷/۴۵	۷/۳۸
	۳۰-۶۰	۱۲/۹	۵/۶	۸/۸	۹/۳	۷/۷۲	۷/۴۴	۷/۳۹	۷/۳۶
	۶۰-۹۰	۱۲/۸	۹/۹	۱۰/۲	۱۰/۶	۷/۵۶	۷/۵۶	۷/۵۱	۷/۴۶

ادامه جدول (۴): تغییرات نسبت جذبی سدیم و اسیدیته خاک در طول فصل رشد در عمق‌های مختلف خاک تحت تیمارهای مختلف شوری آب آبیاری

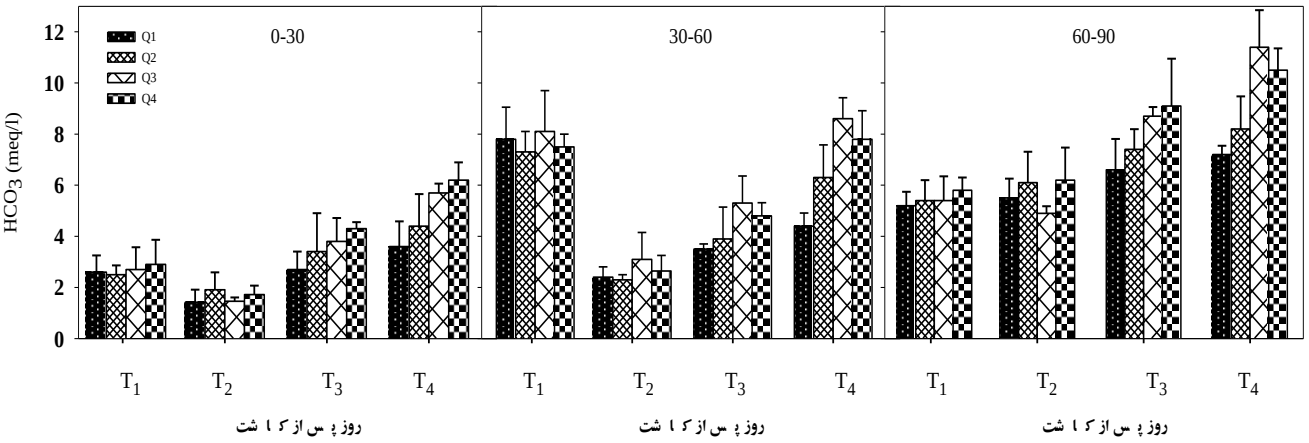
تیمار شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	عمق(cm)	نسبت جذبی سدیم(SAR)				اسیدیته عصاره اشباع خاک (pH)			
		قبل از کاشت (T_1)	چهار برگی (T_2)	وسط فصل (T_3)	آخر فصل (T_4)	قبل از کاشت (T_1)	چهار برگی (T_2)	وسط فصل (T_3)	آخر فصل (T_4)
Q_2	۰-۳۰	۶/۱	۴/۳	۴/۶	۶/۳	۷/۷۵	۷/۵۸	۷/۴۸	۷/۵۶
	۳۰-۶۰	۱۲/۶	۶/۴	۸/۷	۸/۹	۷/۶۶	۷/۴	۷/۴۷	۷/۴۸
	۶۰-۹۰	۱۴/۶	۹/۳	۹/۲	۱۰/۱	۷/۴۹	۷/۵۲	۷/۵۳	۷/۴۸
Q_3	۰-۳۰	۸/۷	۳/۹	۷/۴	۸/۵	۷/۶۸	۷/۵۳	۷/۵۲	۷/۵۷
	۳۰-۶۰	۱۲/۲	۵/۵	۹/۸	۱۰/۷	۷/۶۵	۷/۵۴	۷/۵۱	۷/۵۰
	۶۰-۹۰	۱۱/۸	۹/۸	۱۴/۲	۱۵/۴	۷/۵۲	۷/۶۱	۷/۴۷	۷/۳۹
Q_4	۰-۳۰	۶/۹	۳/۳	۸/۲	۱۰/۹	۷/۷۱	۷/۶۱	۷/۴۸	۷/۴۵
	۳۰-۶۰	۱۱/۹	۵/۱	۱۱/۷	۱۲/۷	۷/۶۹	۷/۴۷	۷/۵۱	۷/۴۴
	۶۰-۹۰	۱۴/۲	۱۰/۶	۱۸/۱	۱۹/۷	۷/۴۷	۷/۴۹	۷/۳۴	۷/۳۳

اسیدیته خاک

با اعمال آبیاری با آب شیرین در مرحله چهار برگی میزان اسیدیته خاک نسبت به مرحله قبل از کاشت کاهش یافته است و با اعمال تیمارهای آبیاری مقدار اسیدیته درهر سه لایه خاک در تمام تیمارهای شوری آب آبیاری (Q_1 ، Q_2، Q_3 و Q_4) تا آخر فصل کمتر شده است. در هر تیمار شوری آب آبیاری با افزایش عمق خاک تغییرات چشمگیری در میزان اسیدیته خاک مشاهده نشد (جدول ۴).

تغییرات بیکربنات در نیمرخ خاک

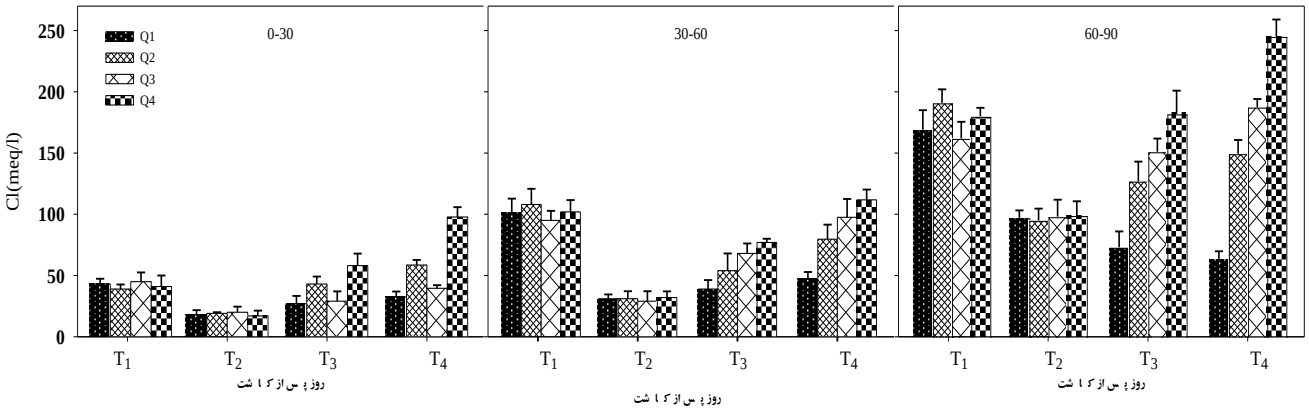
تغییرات بی‌کربنات در سه لایه ۳۰-۰، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متری خاک در شکل ۴ نشان داده شده است. مقدار بیکربنات در سه لایه ۳۰-۰، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متری خاک در تمام تیمارهای شوری آب آبیاری و همچنین در هر سه لایه پروفیل خاک بعد از مرحله T2 در طول فصل رشد افزایش یافته است. در لایه ۳۰-۰ سانتی‌متری بعد از اعمال آبیاری یکنواخت در مرحله T2 مقدار بیکربنات کاهش یافت. در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری خاک مقدار بیکربنات در ابتدای فصل رشد (T1) و در طول فصل رشد بیشتر از لایه سطحی است. در لایه ۹۰-۶۰ سانتی‌متری با اعمال آبیاری یکنواخت تغییرات قابل توجهی در مرحله T2 در مقدار بیکربنات مشاهده نشد.



شکل (۴): تغییرات بیکربنات در طول فصل رشد در عمق‌های مختلف خاک تحت تیمارهای مختلف شوری آب آبیاری

تغییرات کلر در نیمرخ خاک

تغییرات کلر در تیمارهای مختلف شوری آب آبیاری در طول فصل رشد در عمق‌های مختلف خاک در شکل (۵) نشان داده شده است. با اعمال شوری آب آبیاری ۱ دسی‌زیمنس بر متر، کلر در سه لایه ۳۰-۰، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متری خاک شسته شده و مقدار آن کمتر از مرحله قبل از کاشت شده است. در طول مراحل T3 و T4 با کاربرد تیمارهای مختلف (Q_1، Q_2، Q_3 و Q_4) بر مقدار کلر در خاک افزوده شد. در لایه ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک تیمارهای شوری آب آبیاری ۲ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار کلر را دارند. در لایه‌های ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متری خاک بعد از مرحله T2 با افزایش شوری آب آبیاری مقدار کلر در خاک افزایش یافت.



شکل (۵): تغییرات میزان کلر در طول فصل رشد در عمق‌های مختلف خاک تحت تیمارهای مختلف شوری آب آبیاری

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که با توجه با بالا بودن شوری عصاره اشباع خاک و عناصر دیگر در خاک قبل از کاشت، با آبیاری با آب شیرین میزان شوری عصاره اشباع خاک و عناصر دیگر خاک کاهش می‌یابد. بعد از اعمال تیمارهای شوری آب آبیاری بر مقدار این پارامترها افزوده شد. بیشترین و کمترین شوری عصاره اشباع خاک به ترتیب مربوط به شوری

آب آبیاری ۱۲ و ۲ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد. در طول فصل رشد و همچنین با افزایش عمق خاک این پارامتر افزایش یافت. با انجام عمل آبیاری عناصر موجود در خاک از لایه سطحی خاک شسته شده و به لایه‌های زیرین منتقل می‌شوند. به طوری که لایه ۹۰-۶۰ سانتی‌متری خاک بالاترین مقدار هر یک از این پارامترها را نسبت به لایه‌های سطحی (۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متر) داشت. در اراضی با شوری خاک بالا، استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای نسبت به سایر سیستم‌های آبیاری مناسب‌تر است، همچنین استفاده از آب شیرین تحت سیستم آبیاری قطره‌ای در ابتدای فصل رشد موجب کاهش شوری عصاره اشباع خاک و افزایش عملکرد گیاه ذرت می‌شود.

منابع

Asad, S., W. G. M. Bastiaanssen and R. A. Feddes. 2001. Irrigation water distribution and long-term effects on crop and environment. Agricultural Water Management, 50: 125-140.

Bouwer, H. 2002. Integrated water management for the 21st century: problems and solutions. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 128: 193–202.

Chang, C. W. 1961. Effect of saline irrigation and exchangeable sodium on soil properties and growth of alfalfa and cotton. Soil Science Society of America. Proc, 19: 29–35.

Chen, S., J. Li, E. Fritz, S. Wang and A. Huttermann. 2002. Sodium and chloride distribution in roots and transport in three poplar genotypes under increasing NaCl stress. Forest Ecology and Management, 168: 217-230.

Dı_az, F. J and S. R. Grattan. 2009. Performance of tall wheatgrass (Thinopyrum ponticum, cv. 'Jose') irrigated with saline-high boron drainage water: implications on ruminant mineral nutrition. Agriculture, Ecosystems and Environment, 131: 128–136.

Feng, Z. Z., X. K. Wang and Z. W. Feng. 2005. Soil n and salinity leaching after the autumn irrigation and its impact on groundwater in Hetao irrigation district. China Agricultural Water Management, 71: 131–143.Food and Agricultural Organization. 2005. Production year book. Rome,Italy, from http://www.fao.org/biodiversity.

Grattan, S. R and C. M. Grieve. 1992. Mineral element acquisition and growth response of plants grown in saline environments. Agriculture, Ecosystem and Environment, 38(4): 275-300.

Hillel, D and P. Vlek. 2005. The sustainability of irrigation. Advances in Agronomy, 87: 55–84.

Jiang, J., Z. Huob, S. Feng and Ch. Zhanga. 2012. Effect of irrigation amount and water salinity on water consumption and water productivity of spring wheat in Northwest China. Field Crops Research, 137: 78-88.

Kahlown, M. A. and M. Azam. 2003. Effect of saline drainage effluent on soil health and crop yield. Agricultural Water Management, 62: 127-138.

Keller, J and R. D. Bliesner (Eds.). 1990. Sprinkle and Trickle irrigation. Van Nostrand Reinhold, New York, pp. 463–465.

Malash, N., T. J. Flowers and R. Ragab. 2005. Effect of irrigation system and water management practices using saline and non-saline water on tomato production. Agricultural Water Management, 78: 25–38.

Mostafazadeh-Fard, B., M. Heidarpour, A. Aghakhani and M. Feizi. 2007. Effects of irrigation water salinity and leaching on soil chemical properties in an arid region. International Journal of Agriculture & Biology, 9(3): 466–469.

Muyen, Z. G., A. Moore and R. J. Wrigley. 2011. Soil salinity and sodicity effects of wastewater irrigation in South East Australia. Agricultural Water Management, 99: 33-41.

Paranychianakis, N. V. and K. S. Chartzoulakis. 2005. Irrigation of Mediterranean crops with saline water: from physiology to management practices. Agricultural Ecosystem Environment, 106: 171–187.

Pasternak, D. and Y. De Malach. 1993. Crop irrigation with saline water, In: Pessarakli M. (eds): Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker Inc., New York.

Ragab, R. 1998. The use of saline/brackish water for irrigation: possibilities and constraints. In: RAGAB, R and G. PEARCE.1998 (Editors). Proceedings of an International Workshop on the Use of Saline and Brackish Water for Irrigation- Implication for the management of irrigation, drainage and crops, Bali, Indonesia, July 23-24, 1998. Part of the 49th annual ICID Conference. pp 12-41.

Rhoades, J. D. 1999. Use of saline drainage water for irrigation. In: Skaggs, R.W., van Schilfgaarde, J. (Eds.), Agricultural Drainage. American Society of Agronomy (ASA)–Crop Science Society of America (CSSA)–Soil Science Society of America (SSSA), Madison, Wisconsin, USA, pp, 615–657.

Singh, R. 2004. Simulations on direct and cyclic use of saline waters for sustaining cotton-wheat in a semi-arid area of northwest India. Agricultural Water Management, 66: 153-162.

Wan, S. Y., Kang, D. Wang and Sh. Liua. 2010. Effect of saline water on cucumber (Cucumis sativus L.) yield and water use under drip irrigation in North China. Agricultural Water Management, 98: 105-113.

Effect of Irrigation Water Salinity on Soil Chemical Characteristics under Drip Irrigation System (T-Tape)

M. Monjshirini[۱], A. Salari[۲], B. Mostafazadeh-Fard[۳], E. Landy[۴]

Abstract

To study the effect of irrigation water salinity on soil chemical characteristics, a randomized complete block design experiment was conducted with four treatments of irrigation water salinities of 2, 6, 9 and 12 dS/m with three replications for each treatment in a corn field under drip irrigation system (T-Tape). The study was carried out in an arid region with high initial soil salinity and soil texture of loam. Results of soil chemical analysis from different soil depths of 0-30, 30-60 and 60-90 cm showed that in each layer of soil with increase in irrigation water salinity the salinity of soil saturated extract increases and the salinity of soil saturated extract in deeper layers was higher than upper layers. During the growing season, for each of three soil layer profiles, with uniform irrigation with water salinity of 1dS/m the value of the EC_e, SAR, HCO3, Cl and ESP were decreased. However, irrigating with different irrigation water salinities caused that the above values increase after the crop stage of four leaf corn and the maximum increase occurred at the end of growing season. In regions with lack of fresh water, irrigating with saline water under drip irrigation will result in uniform distribution of water and soil salinity in soil profile.

Key words: Drip Irrigation, Salinity, Soil Chemical Characteristics.

[1] Graduate Student, Water Engineering Department, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan 8415683111, Iran, E-mail: mostafamonji@yahoo.com
[2] Assistant Professor, College of Agriculture, University of Torbat Heydarieh, Torbat Heydarieh, Iran, 05152299603, E-mail: salari.1361@yahoo.com
[3] Professor, Water Engineering Department, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan 8415683111, Iran, Email: behrouz@cc.iut.ac.ir
[4] Instructor, Water Engineering Department, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan 8415683111, Iran, E-mail: slandy@cc.iut.ac.ir