نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره1، جلد10، فروردین - اردیبهشت 1395، ص. 93-83

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 1, Vol. 10, Apr.-May. 2016, p. 83-93

تأثیر شوری آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت با استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای نواری

مصطفی منجشیرینی[1]، بهروز مصطفی‌زاده فرد[2]، امیر سالاری[3*] و اسماعیل لندی[4]

تاریخ دریافت: 1394/10/24 تاریخ پذیرش: 1395/2/15

چکیده

استفاده از آب‌های نامتعارف از جمله آب‌های شور جهت آبیاری، با توجه به افزایش روز افزون تقاضای آب مخصوصاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک امری اجتناب‌ناپذیر است. به‌منظور بررسی اثر شوری آب آبیاری با استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای نواری (T-Tape) بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت، چهار تیمار شوری آب آبیاری 2، 6، 9 و 12 دسی‌زیمنس بر متر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار برای هر تیمار، در سال زراعی 92-1391 در شهرستان سبزوار به‌صورت میدانی اجرا گردید. نتایج نشان داد که افزایش شوری آب آبیاری موجب کاهش معنی‌دار عملکرد دانه، تعداد دانه در بلال، ارتفاع، وزن خشک، سطح برگ، باروری بلال، قطر بلال، تعداد ردیف در بلال، وزن صد دانه و شاخص برداشت گردیده است. به ازاء یک واحد افزایش شوری آب آبیاری، ارتفاع، وزن خشک و سطح برگ گیاه به ترتیب 1/94، 6/16 و 1/85 درصد کاهش یافت. حد آستانه شوری (a) و شیب خط (b) کاهش عملکرد نسبت به شوری برای ذرت در منطقه مورد مطالعه به‌ترتیب 1/6 دسی‌زیمنس بر متر و 9/3 درصد به‌دست آمد. حد آستانه پایین و شیب زیاد کاهش عملکرد نسبت به شوری نشان‌دهنده حساسیت بالای ذرت نسبت به شوری است.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای، ذرت، شوری آب، عملکرد

مقدمه

به‌دلیل کاهش کمی و کیفی منابع آب شیرین در مناطق خشک و نیمه‌خشک، توسعه پایدار کشاورزی دچار مخاطره جدی شده است (Jiang et al., 2012). بدین منظور مدیریت جامع آب و خاک در این مناطق لازم و ضروری به‌نظر می‌رسد (Ould et al., 2010). مدیریتی که نیازمند درک مناسب واکنش گیاه به برهم کنش میزان رطوبت و شوری خاک دارد (Dai et al., 2011). در مناطق خشک و نیمه‌خشکی مانند ایران نیز، کمبود آب شیرین و شوری بالای خاک از جمله مشکلات جدی تولید می‌باشد (Heidarpour et al., 2009).

یکی از راهکارهای کاهش اثرات شوری آب در این مناطق ترکیب آب شور و شیرین و کشت گیاهانی مقاوم برای تولید عملکرد مناسب اقتصادی است (Mostafazadeh fard et al., 2009). آبیاری با آب شور باعث افزایش میزان شوری خاک و آب زهکشی شده از زیر منطقه توسعه ریشه‌ها و همچنین سمیت ناشی از تجمع کلر (Cl) و سدیم (Na) در گیاه و کاهش تبخیر و تعرق و در نتیجه کاهش عملکرد گیاه می‌گردد (Mostafazadeh fard et al., 2009). افزایش شوری آب آبیاری می‌تواند باعث کاهش عملکرد و اجزای عملکرد (عملکرد دانه، وزن هزار دانه، ارتفاع گیاه و میزان کلروفیل برگ) گیاه گردد (Ghane et al., 2009).

کاربرد سیستم‌های نوین آبیاری همچون قطره‌ای- تیپ به دلیل دور آبیاری کم و بالا نگهداشتن رطوبت خاک یکی از گزینه‌های مناسب در مورد کاربرد آب‌های شور می‌باشند (Bresler et al., 1982 and Munns., 2002). چنانکه به اثبات رسیده، در آبیاری با آب شور مقدار محصول تولیدی در روش آبیاری قطره‌ای بیش‌تر از سایر روش‌ها می‌باشد (Keller and Bliesner., 1990). در این شرایط حتی کاربرد آبیاری قطره‌ای نسبت به سیستم‌های آبیاری بارانی ارجحیت دارد (Hanson and May., 2004).

با کاربرد آب زیاد بلافاصله بعد از کاشت تحت سامانه آبیاری

1- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی،گروه آب، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
2- استاد گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
3- استادیارگروه تولیدات و گیاهان دارویی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربت حیدریه، تربت حیدریه، ایران
4 - مربی گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: Salari.1361@yahoo.com)

قطره‌ای می‌توان نمک‌ها را به خارج از محیط ریشه هدایت نمود. آبیاری قطره‌ای یکی از بهترین روش‌ها برای اصلاح خاک‌های با شوری بالا بوده و می‌توان از این سامانه در شرایط آب و هوایی خشک با آب شور، با اعمال روش‌های مدیریتی مناسب در کشت ذرت مومی استفاده کرد (Wan et al., 2012).

نتایج تحقیقی در شمال چین با اعمال پنج تیمار شوری آب 1/7، 4، 6/3، 8/6 و 10/9 دسی‌زیمنس بر متر در مورد گیاه ذرت نشان می‌دهد که سرعت سبز شدن گیاه تحت تأثیر آبیاری با آب شور در سامانه آبیاری قطره‌ای قرار نگرفته، اما پارامترهای گیاهی مانند ارتفاع بوته، وزن خشک، وزن تر و شاخص سطح برگ با افزایش شوری آب آبیاری کاهش یافته است. به‌طوریکه به ازای افزایش شوری آب آبیاری به اندازه 1 دسی‌زیمنس بر متر، عملکرد حدود 0/4 تا 3/3 درصد کاهش یافت (Kang et al., 2010).

افزایش شوری آب آبیاری و به‌تبع آن افزایش شوری خاک، موجب کاهش اجزای عملکرد گندم مانند عملکرد دانه، عملکرد کاه، وزن 1000 دانه، ارتفاع گیاه، طول خوشه و شاخص سطح برگ شده است (Mostafazadeh fard et al., 2009).

وان و همکاران (Wan et al., 2012) آزمایش 4 ساله‌ای را به‌منظور بررسی امکان رشد ذرت مومی در زمین‌های بایر بسیار شور با آبیاری قطره‌ای انجام دادند. نتایج نشان داد که آبیاری قطره‌ای از طریق ایجاد یک منطقه با رطوبت بالا و شوری کم در منطقه توسعه ریشه‌ها، با رساندن پتانسیل ماتریک خاک[1] به حدود 25 کیلوپاسکال، شرایطی مطلوب برای رشد ذرت ایجاد کرده ضمن آنکه با افزایش پتانسیل ماتریک خاک از 25 به 5 کیلوپاسکال، رشد ذرت مومی و اجزای عملکرد آن افزایش یافت (Wan et al., 2012).

بسیاری از مناطق تحت کشت در ایران دارای آب و هوای خشک و نیمه‌خشک می باشد. دشت مرکزی سبزوار یکی از دشت‌های کشاورزی شمال شرق کشور با آب و هوای گرم و خشک است، ذرت بعد از گندم و جو به‌عنوان محصول اصلی برای تولید دانه و تغذیه دام و طیور در سطح وسیع در این منطقه کشت می‌شود. در بخش مرکزی سبزوار (منطقه مورد مطالعه) آب زیرزمینی با شوری بالا به‌عنوان منبع اصلی آب کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. استفاده بیش از حد از این منابع در دسترس، موجب پایین افتادن سطح سفره و افزایش شوری سفره‌های آب زیرزمینی گردیده ضمن آنکه در نتیجه استفاده از این آب‌ها جهت آبیاری، اراضی آبی منطقه، به خاک‌هایی شور و قلیایی تبدیل گردیده است. مسئله کمبود آب و تأثیر زیاد شوری آب و خاک در کاهش عملکرد محصولات کشاورزی، مشکلات عدیده‌ای را ایجاد کرده است. هدف از اجرای این طرح بررسی تأثیر شوری بالای آب و خاک منطقه مورد مطالعه تحت سامانه آبیاری قطره‌ای نواری (T-Tape) بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ذرت بود.

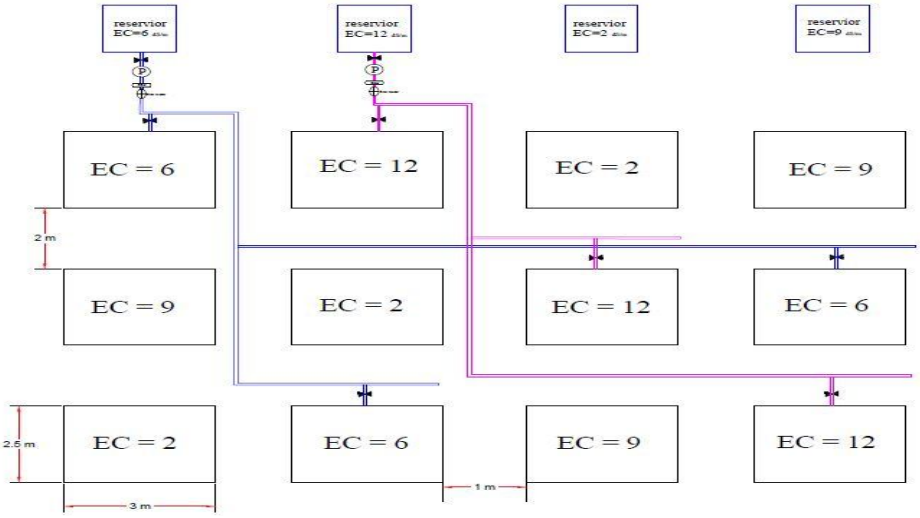
مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال زراعی 92-1391 در بخش مرکزی شهرستان سبزوار (منطقه رباط سرپوش) اجرا گردید. این منطقه دارای زمستان‌های سرد و تابستان‌های گرم و خشک بوده و متوسط درجه حرارت سالیانه هوا 17/9 درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالیانه 165/7 میلیمتر می‌باشد.

ذرت سینگل‌کراس 704 در تاریخ پانزدهم خردادماه 1391 کشت گردید. این آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار به مرحله اجرا در آمد. چهار سطح شوری آب آبیاری اعمال شده عبارتند از: شوری‌های 2، 6، 9 و 12 دسی‌زیمنس بر متر. دلیل انتخاب این سطوح شوری، بررسی تأثیر کاربرد آب‌هایی با این میزان شوری بر خصوصیات کمی گیاه ذرت می‌باشد.

مساحت هر واحد آزمایشی 2/5×3 مترمربع و شامل 4 ردیف به فاصله 75 سانتی‌متر از یکدیگر بود. دانه‌ها با فاصله 18 سانتی‌متر و عمق تقریبی 5 سانتی‌متر روی پشته‌ها کشت گردید. به‌منظور حذف نفوذ زیرسطحی آب، فاصله‌ای در حدود 1 متر بین تیمارهای یک تکرار و 2 متر بین تکرارها در نظر گرفته شد. برای آبیاری از سامانه آبیاری قطره‌ای نواری استفاده شد. اجزای سامانه آبیاری قطره‌ای شامل: چهار عدد مخزن ذخیره آب، پمپ، فیلتر توری و کنتور حجم‌سنج بود. هر منبع تغذیه دارای سیستم انتقال آب جداگانه‌ای بود، زیرواحدهای سامانه قطره‌ای دارای 4 عدد نوار تیپ به فاصله 75 سانتی‌متر از یکدیگر و طول 2/5 متر بود. تا مرحله 4 برگی، هیچ گونه تیماری اعمال نگردید و آبیاری همه تیمارها، با آبی با شوری 1 دسی‌زیمنس بر متر صورت پذیرفت. بعد از این مرحله رشد، اعمال تیمارها شروع گردید و عملیات آبیاری با شوری‌های 2 (Q_1)، 6 (Q_2)، 9 (Q_3) و 12 (Q_4) دسی‌زیمنس بر متر تا انتهای فصل انجام گردید. برای تعیین نیاز آبی از تشت تبخیر کلاس A استفاده و با اندازه‌گیری میزان تبخیر از تشت و محاسبه ضرایب تشت (K_{pan}) و گیاهی (K_c) در طول فصل رشد، نیاز آبی گیاه در هر مرحله تعیین گردید. مقدار آب آبیاری کاربردی، به‌وسیله کنتور حجم‌سنج نصب شده در ابتدای هر تیمار، اندازه‌گیری شد. برای تامین آب آبیاری از سه منبع آب شرب با شوری 1 دسی‌زیمنس برمتر، چاهی با شوری 14/3 دسی‌زیمنس بر متر و چاه دیگری با شوری 4 دسی‌زیمنس بر متر (با فاصله 1000 متری از طرح) استفاده شد. برای انتقال این آب‌ها به مزرعه از یک تانکر با حجم 3 متر مکعب استفاده گردید. با مخلوط کردن نسبت‌های مختلف از این آب‌ها، آب‌هایی با شوری‌های مورد نظر تهیه گردید. در شکل 1 شماتیکی از چیدمان طرح آورده شده است.

1- soil matric potential (SMP)



شکل 1- جانمایی طرح

در موقع برداشت نمونه‌ها مقادیر سطح برگ در گیاه، وزن ماده خشک بالای سطح زمین، ارتفاع گیاه، باروری بلال، قطر بلال، تعداد ردیف در هر بلال، تعداد دانه در هر بلال، وزن صد دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت (نسبت وزن عملکرد دانه به وزن کل ماده خشک بالای سطح زمین) اندازه‌گیری گردید. مقادیر سطح برگ در گیاه، وزن ماده خشک بالای سطح زمین، ارتفاع گیاه در شش مرحله مختلف فصل رشد (T1، T2، T3، T4، T5 و T6) که اولین اندازه‌گیری (T1) در مرحله 4 برگی بود اندازه‌گیری شد.

مراحل T2، T3، T4 و T5 با فاصله زمانی 15 روز از مرحله 4 برگی و نهایتاً T6 در موقع برداشت محصول می‌باشد. جهت اندازه-گیری هر یک از پارامترهای سطح برگ و وزن خشک ماده خشک بالای سطح زمین، تعداد 3 بوته از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و از سطح زمین بریده شده و برای اندازه‌گیری به آزمایشگاه منتقل می-گردید.

جهت اندازه‌گیری سطح برگ هر نمونه از دستگاه مساحت‌سنج و برای اندازه‌گیری قطر بلال، در مقطع طولی بلال از سه مقطع ابتدا، وسط و انتهای بلال از کولیس استفاده گردید آنالیز آماری طرح توسط نرم‌افزار SAS انجام و مقایسه میانگین‌ها (در سطح احتمال 5 درصد) به روش آزمون LSD صورت گرفت.

رابطه بین مقدار نسبی محصول و شوری عصاره اشباع خاک بصورت معادله زیر می‌باشد:

$$Y_r = 100 - b(EC_e - a) \quad (1)$$

که در آن: Y_r= مقدار نسبی محصول (%)، b= شیب خط، a= عرض از مبدا (حد آستانه کاهش محصول) و ECe= شوری عصاره اشباع خاک (دسی‌زیمنس بر متر) است. برای رسم نمودار مربوطه، مقادیر شوری آب آبیاری در محور X و مقادیر عملکرد نسبی در محور Y قرار داده شد. در این حالت، b شیب خط برازش داده شده به نقاط عملکرد و a عرض از مبدا خط است. از چهار سطح شوری آب آبیاری Q_1، Q_2، Q_3 و Q_4 به‌عنوان تیمارهای مختلف شوری استفاده شد.

نتایج و بحث

میزان شوری خاک منطقه قبل از اعمال تیمارها، در عمق‌های 0-30، 30-60 و 60-90 سانتی‌متری از سطح خاک به‌ترتیب برابر با 4/6، 13 و 18/4 دسی‌زیمنس بر متر اندازه‌گیری شد. متوسط خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اولیه خاک در عمق‌های 0-30، 30-60 و 60-90 سانتی‌متری درجدول‌های 1 و 2 ارائه گردیده است. متوسط خصوصیات آب‌های آبیاری مورد استفاده نیز در جدول 3 نشان داده شده است.

جدول 1- خصوصیات فیزیکی خاک

عمق خاک (cm)	اندازه ذرات (درصد)			بافت خاک
	شن	سیلت	رس	
0-30	40	40	20	لوم
30-60	33	44	24	لوم
60-90	23	50	27	لوم

جدول 2- خصوصیات شیمیایی خاک در ابتدای فصل

عمق خاک (cm)	هدایت الکتریکی (dS/m)	pH	نیتروژن کل (درصد)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	نسبت جذب سدیم (SAR)
0-30	4/6	7/7	0/04	6/3	150	7/4
30-60	13	7/68	0/034	5/4	137	12/4
60-90	18/4	7/51	0/026	4/7	98	13/35

جدول3- نتایج تجزیه شیمیایی آب آبیاری

تیمار	EC (ds/m)	pH	TDS (mg/l)	SAR	Class
Q_1	2	7/59	1282	7/83	C_3S_1
Q_2	6	7/36	3844	10/34	C_4S_2
Q_3	9	7/4	5763	11/35	C_4S_2
Q_4	12	7/32	7686	10/59	C_4S_2

ارتفاع گیاه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان می‌دهد که شوری آب آبیاری اثر معنی‌داری در سطح احتمال 1 درصد بر ارتفاع گیاه داشته است (جدول4). همانطور که در جدول 5 نیز نشان داده شده، با افزایش شوری آب آبیاری از 2 به 9 و 12 دسی‌زیمنس بر متر، ارتفاع گیاه به طور معنی‌داری کاهش یافته، به‌طوریکه بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر شوری آب آبیاری به ترتیب کوتاه‌ترین و بلندترین ارتفاع گیاه را باعث شده است، کوتاه‌ترین گیاه حدود 20/6 درصد کوتاه‌تر از مرتفع‌ترین گیاه در هنگام برداشت محصول بود. در ارتفاع گیاه تا 30 روز پس از کاشت (T_1) که آبیاری به‌صورت یکنواخت اعمال می‌شد در تیمارهای مختلف اثر معنی‌دار مشاهده نگردید. در انتهای مرحله T_5 ارتفاع گیاه ذرت تقریباً ثابت ماند. این پدیده به‌دلیل شروع مرحله کاکل‌دهی و گرده‌افشانی است که با توقف رشد طولی ساقه همراه است.

در تمامی تیمارها درصد افزایش ارتفاع گیاه ذرت از مرحله T_1 تا مرحله T_6 یکسان نبوده و در حالیکه درصد افزایش ارتفاع گیاه از ابتدا تا مرحله T_4 در تیمارهای تحت تنش شوری‌های بیش‌تر، کم‌تر بوده در فاصله بین مرحله $T_4 - T_5$ سرعت رشد برعکس شده و درصد افزایش ارتفاع گیاه در تیمارهای شوری آب آبیاری Q_1، Q_2، Q_3 و Q_4 در این مرحله به ترتیب به 13، 20/6، 32/8 و 58/6 درصد رسید. این پدیده به این دلیل است که در اثر افزایش میزان شوری آب آبیاری، سرعت رشد ابتدایی کاهش یافته و مراحل مختلف رشد نیز به تاخیر افتاده است (شکل2).

جدول 4- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمار شوری بر صفات مختلف ذرت

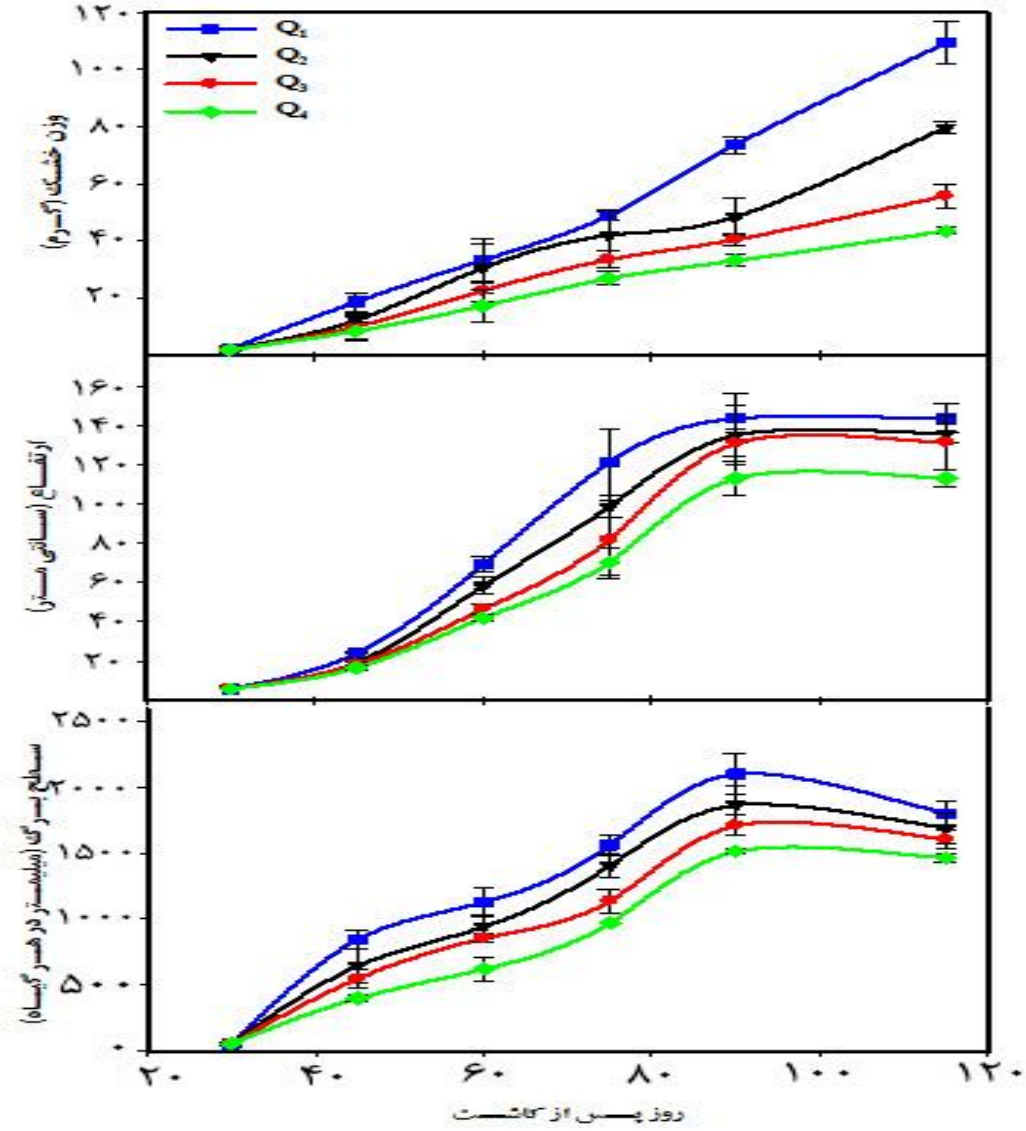
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		ارتفاع	وزن خشک	سطح برگ	تعداد دانه در بلال	وزن 100 دانه
تیمار شوری (A)	3	6448/7**	6991/6**	1459775/3**	57390/5**	110/3**
خطای (a)	6	150/4	39/5	22520	138/6	1/57

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ns عدم وجود تفاوت معنی‌دار

جدول 5- مقایسه میانگین ارتفاع، وزن خشک، سطح برگ، تعداد دانه و وزن 100 دانه گیاه ذرت در سطوح مختلف شوری آب آبیاری

شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	ارتفاع (سانتی‌متر)	وزن خشک (گرم)	سطح برگ (میلیمتر مربع)	تعداد دانه در بلال	وزن 100 دانه (گرم)
2	143/8[a]	109/2[a]	2101[a]	179/08[a]	28/5[a]
6	135/9[ab]	79/7[b]	1864[b]	101/83[b]	25/1[ab]
9	131/3[b]	55/8[c]	1708/6[c]	69/17[c]	25[ab]
12	114/3[c]	43/6[d]	1513/7[d]	8/67[d]	22/78[b]

در هر ستون حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.



شکل 2- تغییرات سطح برگ، ارتفاع گیاه و وزن خشک ذرت در مراحل مختلف رشد تحت سطوح مختلف شوری آب آبیاری

عبود (Amood., 1978) نیز نتیجه گرفت که شوری باعث کاهش سرعت رشد ذرت شده و ظهور گل‌های نر و ماده را به تاخیر می‌اندازد.

با توجه به شکل 3 رابطه خطی معکوسی بین شوری آب آبیاری و ارتفاع گیاه وجود دارد. به ازاء افزایش هر واحد افزایش شوری آب آبیاری ارتفاع گیاه 1/94 درصد کاهش می‌یابد. این درصد کاهش با مقدار ارائه شده توسط کانگ و همکاران[1] (Kang et al., 2010) مشابه است.

سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس جدول 4 نشان می‌دهد که شوری آب آبیاری اثر معنی‌داری در سطح احتمال 1 درصد بر سطح برگ گیاه داشت. همانطور که در جدول 5 نشان داده شده است، با افزایش شوری آب آبیاری، سطح برگ به‌طور معنی‌داری در تمام تیمارها کاهش یافته است. سطح برگ گیاهانی که با شوری آب 12 دسی-زیمنس بر متر آبیاری می‌شدند، از کم‌ترین مقدار سطح برگ نسبت به بقیه تیمارها برخوردار بودند.

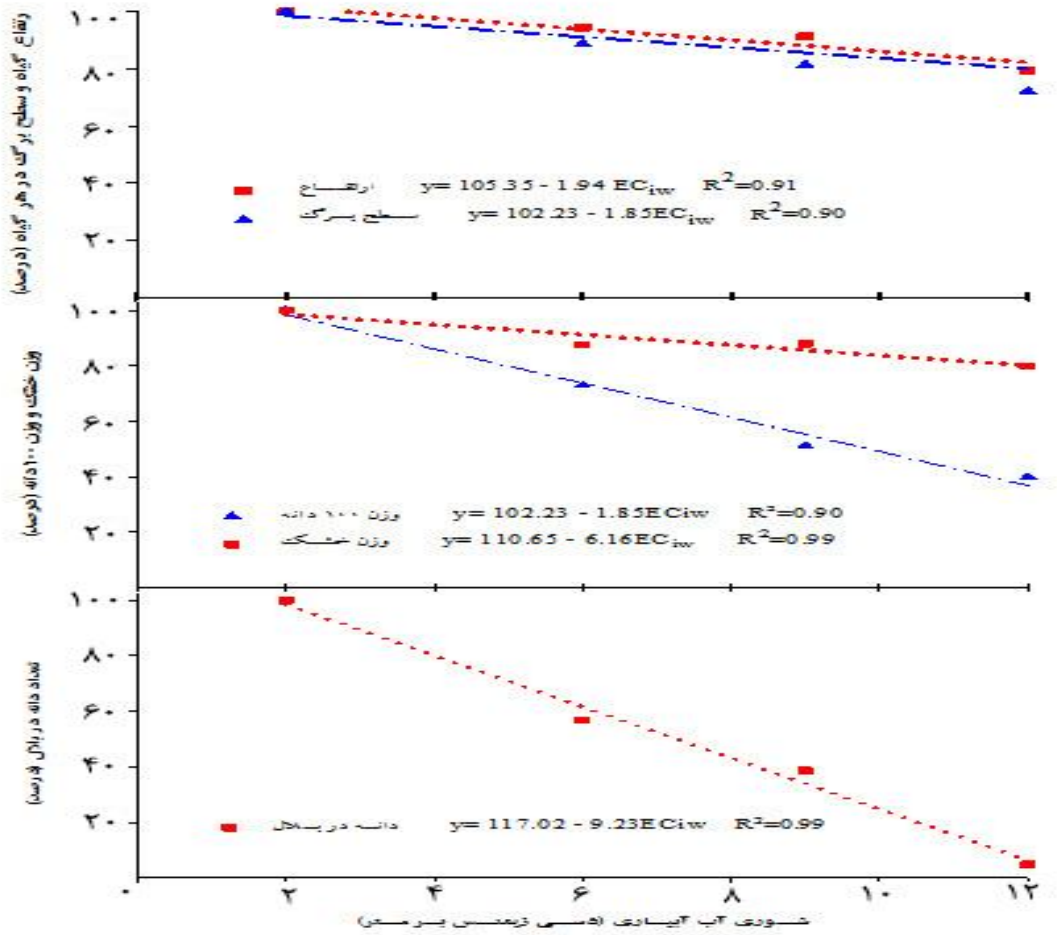
تغییرات زمانی سطح برگ در هر بوته در طی دوره رشد گیاه برای تیمارهای مختلف در شکل 2 نشان داده شده است. در تمامی تیمارهای شوری آب آبیاری در مرحله رشد T_1 تفاوت معنی‌داری در

1 - Kang et al

پارامتر سطح برگ مشاهده نگردید. در این آزمایش تیمار Q_1 با حداقل شوری آب آبیاری، دارای بیش‌ترین مقدار و تیمار Q_4 با حداکثر شوری دارای کم‌ترین مقدار سطح برگ در بوته می‌باشد. برخی محققان نیز به نتایج مشابهی در مورد سطح برگ دست یافته‌اند (Amer., 2010., Castrignano et al., 1998 and Katerji et al., 1996).

با توجه به نتایج نشان داده شده در شکل 3 افزایش شوری آب آبیاری موجب کاهش خطی شاخص سطح برگ می‌شود. به گونه‌ای که به ازاء افزایش هر یک واحد شوری آب آبیاری سطح برگ به اندازه 1/85 درصد کاهش می‌یابد. وزن ماده خشک بالای سطح زمین

نتایج تجزیه واریانس جدول 4 نشان می‌دهد که شوری آب آبیاری اثر معنی‌داری در سطح احتمال 1 درصد بر وزن ماده خشک بالای سطح زمین داشته است. نتایج جدول 5 نشان می‌دهد که با افزایش شوری آب آبیاری وزن خشک به طور معنی‌داری در تمام تیمارها کاهش می‌یابد. برخی محققین نیز به نتایج مشابهی در مورد وزن خشک دست یافته‌اند (Castrignano et al, 1998., Dai 2011 and Wan., 2012). وزن خشک بالای سطح زمین در طی دوره رشد گیاه تا مرحله پرشدن دانه در تمام تیمارهای شوری آب آبیاری افزایش یافته است. هم‌چنین مشاهده می‌شود که در هر مرحله از رشد با افزایش شوری آب آبیاری، وزن ماده خشک کاهش می‌یابد. تیمار Q_1 با حداقل شوری آب آبیاری در طول فصل رشد دارای بیش‌ترین مقدار و تیمار Q_4 با حداکثر میزان شوری آب آبیاری در طی دوره رشد دارای کم‌ترین مقدار وزن ماده خشک می‌باشند (شکل 2). تغییرات ذکر شده وزن ماده خشک در طول فصل رشد با مطالعات کاترجی و همکاران (Katerji et al., 1996) همخوانی دارد. شکل 3 نشان می‌دهد که با افزایش شوری آب آبیاری از 2 تا 12 دسی‌زیمنس بر متر، وزن خشک به صورت خطی کاهش می‌یابد. به‌طوریکه به ازاء افزایش هر یک واحد دسی‌زیمنس بر متر شوری آب آبیاری (از 2 تا 12 دسی‌زیمنس بر متر) وزن ماده خشک 6/16 درصد کاهش یافته است. کانگ و همکاران کاهش وزن خشک به ازاء هر واحد افزایش شوری آب آبیاری تا 2 درصد را نتیجه‌گیری نموده‌اند (Kang et al., 2010).



شکل 3- رابطه بین نسبت ارتفاع گیاه، شاخص سطح برگ، وزن 100 دانه، وزن خشک، تعداد دانه در هر بلال ذرت و شوری آب آبیاری

تعداد دانه در بلال

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان می‌دهد که شوری آب آبیاری اثر معنی‌داری در سطح احتمال 1 درصد بر تعداد دانه در بلال داشت (جدول4). با توجه به جدول 5، افزایش شوری آب آبیاری از 2 به 6، 9 و 12 دسی‌زیمنس بر متر، تعداد دانه در بلال را در تمامی تیمارها به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال 5 درصد کاهش داده و بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد دانه در بلال به ترتیب در شوری‌های آب آبیاری 2 و 12 دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. افزایش شوری آب آبیاری باعث کاهش خطی تعداد دانه در بلال گردید، به‌گونه‌ای که به‌ازای افزایش شوری آب آبیاری به میزان یک واحد، تعداد دانه در بلال 9/23 درصد کاهش یافت (شکل 3). کاهش تعداد دانه می‌تواند به دلیل کمبود مواد فتوسنتزی در دوره قبل از ظهور گل باشد.

وزن 100 دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان می‌دهد که شوری آب آبیاری اثر معنی‌داری در سطح احتمال 1 درصد بر وزن 100 دانه داشت (جدول 4). با افزایش شوری آب آبیاری از 2 به 12 دسی‌زیمنس بر متر، وزن 100 دانه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول 5). نتایج شکل 3 نیز نشان می‌دهد که با افزایش شوری آب آبیاری، وزن 100 دانه به‌طور خطی کاهش می‌یابد. با افزایش شوری آب آبیاری به میزان یک دسی‌زیمنس بر متر، وزن 100 دانه 1/85 درصد کاهش یافت.

قطر بلال

نتایج تجزیه واریانس جدول 6 نشان می‌دهد که شوری آب آبیاری اثر معنی‌داری در سطح احتمال 1 درصد بر قطر بلال داشت. با افزایش شوری آب آبیاری از 2 به 9 و 12 دسی‌زیمنس بر متر، قطر بلال به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (جدول 7). شکل 4 نشان می‌دهد که با افزایش شوری آب آبیاری، قطر بلال به‌صورت خطی کاهش می‌یابد، به‌طوریکه با افزایش شوری آب آبیاری قطر بلال به ازاء افزایش هر یک دسی‌زیمنس بر متر 3/5 درصد کاهش یافته است.

باروری بلال

نتایج تجزیه واریانس جدول 6 نشان می‌دهد که شوری آب آبیاری اثر معنی‌داری در سطح احتمال 1 درصد بر باروری بلال داشته است. با افزایش شوری آب آبیاری از 2 به 6، 9 و 12 دسی‌زیمنس بر متر و از 6 و 9 به 12 دسی‌زیمنس بر متر، باروری بلال‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافته است (جدول 7). بیش‌ترین و کم‌ترین باروری بلال به‌میزان 78 و 34 درصد، به‌ترتیب در شوری‌های آب آبیاری 2 و 12 دسی‌زیمنس بر متر به‌دست آمد. شکل 4 نشان می‌دهد که با افزایش شوری آب آبیاری، باروری بلال به‌صورت خطی دچار کاهش شده، به‌طوریکه با افزایش شوری آب آبیاری به میزان یک دسی‌زیمنس بر متر، باروری بلال 5/3 درصد کاهش یافت. کاهش باروری بلال به این دلیل است که در زمان گل‌دهی و گرده افشانی، شوری با کاهش توانایی گیاه در جذب آب و ایجاد تنش رطوبتی، باروری بلال‌ها و پایداری دانه‌های گرده را کاهش می‌دهد.

جدول 6- نتایج تجزیه واریانس برخی خصوصیات ذرت

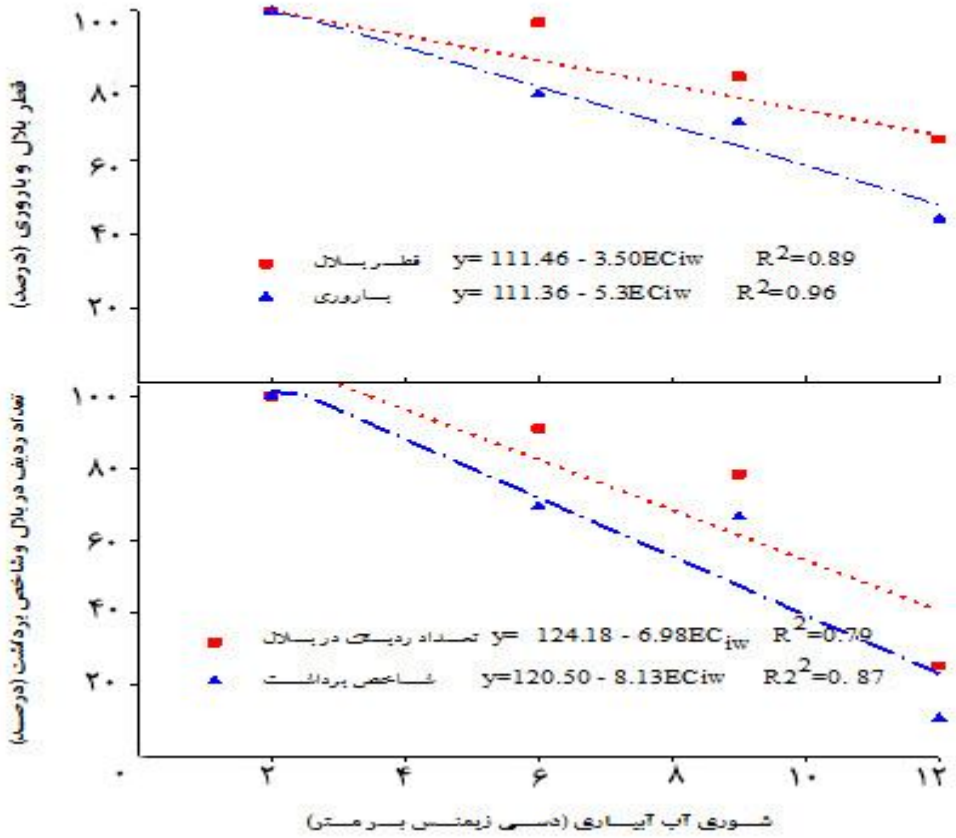
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		قطر بلال	درصد باروری بلال	تعداد ردیف در بلال	شاخص برداشت	عملکرد
تیمار شوری (A)	3	1/9**	0/17**	103/5**	0/38**	33170761/8**
خطای (a)	6	0/06	0/004	0/68	0/002	104264

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، * معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ns عدم وجود تفاوت معنی‌دار

جدول 7- مقایسه میانگین قطر بلال، تعداد ردیف در بلال، باروری در بلال، شاخص برداشت و عملکرد گیاه ذرت در سطوح مختلف شوری آب آبیاری

شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	قطر بلال (سانتی‌متر)	باروری بلال (درصد)	تعداد ردیف در بلال	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد (kg/ha)
2	3/88a	0/78a	11/91a	0/47a	3785/1a
6	3/75ab	0/60b	10/83ab	0/32b	1913b
9	3/19b	0/54b	9/33b	0/31b	1285/3c
12	2/53c	0/34c	3c	0/05c	152/7d

در هر ستون حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.



شکل 4- رابطه بین نسبت قطر بلال، باروری بلال، تعداد ردیف در بلال و شاخص برداشت ذرت و شوری آب آبیاری

تعداد ردیف در بلال

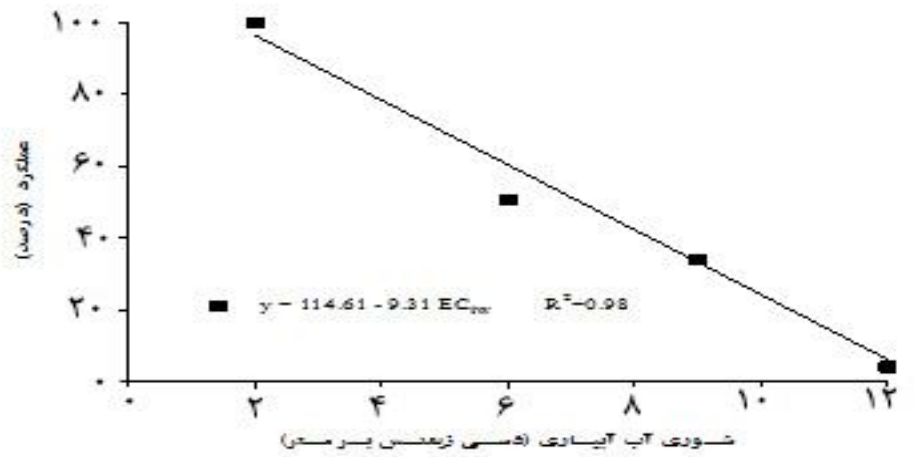
نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان می‌دهد که شوری آب آبیاری اثر معنی‌داری در سطح احتمال 1 درصد بر تعداد ردیف در بلال داشته است (جدول6). با توجه به جدول 7، با افزایش شوری آب آبیاری از 2 به 9 و 12 دسی‌زیمنس بر متر و از 6 و 9 به 12 دسی-زیمنس بر متر، تعداد ردیف در بلال به طور معنی‌داری کاهش یافت. نتایج شکل 4 نیز نشان می‌دهد که با افزایش شوری آب آبیاری، تعداد ردیف در بلال به طور خطی کاهش می‌یابد. بیش‌ترین تعداد ردیف در بلال در تیمار Q_1 (با کم‌ترین شوری) و کم‌ترین تعداد آن در تیمار Q_4 (با حداکثر میزان شوری) به ترتیب برابر با 11/9 و 3 مشاهده گردید. ضمن آنکه با افزایش هر واحد شوری آب آبیاری، تعداد ردیف در بلال 7 درصد کاهش یافت.

شاخص برداشت

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان می‌دهد که شوری آب آبیاری اثر معنی‌داری در سطح احتمال 1 درصد بر شاخص برداشت داشته است (جدول6). با افزایش شوری آب آبیاری از 2 به 6، 9 و 12 دسی‌زیمنس بر متر، شاخص برداشت به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول 7). شکل 4 نیز نشان می‌دهد که با افزایش شوری آب آبیاری از 2 به 12 دسی‌زیمنس بر متر، شاخص برداشت به صورت خطی کاهش یافته، بطوریکه بیش‌ترین و کم‌ترین شاخص برداشت به ترتیب در تیمارهای با حداقل شوری آب آبیاری (Q1) و حداکثر شوری آب آبیاری (Q4) مشاهده گردید. به‌ازاء افزایش هر یک دسی-زیمنس بر متر شوری، شاخص برداشت 8/13 درصد کاهش یافت.

عملکرد در هکتار

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان می‌دهد که شوری آب آبیاری اثر معنی‌داری در سطح احتمال 1 درصد بر عملکرد گیاه ذرت داشته است (جدول4). با توجه به جدول 7، افزایش شوری آب آبیاری باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه در تمامی تیمارها در سطح احتمال 5 درصد گردید. کم‌ترین مقدار عملکرد دانه در بیش‌ترین شوری آب آبیاری به‌دست آمد. رابطه به‌دست آمده بین شوری آب آبیاری و عملکرد در شکل 5 نشان می‌دهد که با افزایش شوری آب آبیاری، عملکرد دانه به‌صورت خطی کاهش می‌یابد.



شکل5- رابطه بین نسبت عملکرد دانه ذرت و شوری آب آبیاری

در این مطالعه بر اساس رابطه مربوط به عملکرد نسبی (معادله 1) مقدار a، 1/6 دسی‌زیمنس بر متر و مقدار b، 9/3 درصد به‌دست آمد (شکل 5). این نتایج نشان داد که در شوری آب آبیاری 2 دسی‌زیمنس بر متر، 100 درصد عملکرد دانه حاصل نمی‌شود. شیب خط کاهش عملکرد نسبت به شوری در این تحقیق متفاوت از شیب گزارش شده توسط کانگ و همکاران (Kang et al., 2010) می باشد. کانگ و همکاران (2010) گزارش کردند که با افزایش یک واحد شوری آب آبیاری (EC_w) تحت سامانه آبیاری قطره‌ای، عملکرد دانه 0/4، 1/4 و 3/3 درصد به‌ترتیب در سال‌های 2007، 2008 و 2009 کاهش یافته است. کاهش خفیف‌تر عملکرد دانه در سال 2007 در این مطالعه به‌دلیل وقوع بارندگی بیش‌تر این سال نسبت به سال های 2008 و 2009 بوده است. دلیل اختلاف مطالعه کانگ و همکاران (2010) با مطالعه حاضر به ازاء افزایش هر واحد شوری آب آبیاری این است که ذرت مومی به تنش شوری نسبت به ذرت معمولی مقاوم‌تر است که با مطالعات چایوم و کردمانی (Chu-Um and Kirdmanee., 2009) هم‌خوانی دارد.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که افزایش شوری آب آبیاری موجب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد ذرت (تعداد دانه در بلال، ارتفاع، وزن خشک، سطح برگ، باروری بلال، قطر بلال، تعداد ردیف در بلال، وزن 100 دانه و شاخص برداشت) می‌شود. مقدار آستانه کاهش عملکرد ذرت در این تحقیق (a)، 1/6 دسی‌زیمنس بر متر و مقدار شیب نمودار کاهش عملکرد (b)، 9/3 درصد به‌دست آمد.

منابع

Abood,M.A. 1978. Analysis of corn yield components for salinity and moisture treatments. Dissertations. Abstract International. 38. 12: 5683.

Amer,H.K. 2010. Corn crop response under managing different irrigation and salinity levels. Agricultural Water Management. 97:1553-1563.

Bresler,E., McNael,B.L and Carter,D.L. 1982. Saline and Sodic Soils: Principles, Dynamics-Modeling. Springer-Verlag, Berlin, 236 pp.

Castrignano,A., Katerji,N., Karam,F, Mastrorilli,M and Hamdy,A. 1998. A modified version of CERES-Maize model for predicting crop response to salinity stress. Ecological Modelling, 111:107-120.

Cha-Um,S and Kirdmanee,C. 2009. Effect of salt stress on proline accumulation, photosynthetic ability and growth characters in two maize cultivars. Pakistan Journal of Botany, 41:87–98.

Dai,X., Huo,Z and Wang,H. 2011. Simulation for response of crop yield to soil moisture and salinity with artificial neural network. Field Crops Research. 121:441-449.

Ghane,E., Feizi,M., Mostafazadeh-Fard,B and Landi,E. 2009. Water productivity of winter wheat in different irrigation/planting methods using salin irrigation water. Journal of Agricultural Biological. 11:131-137.

Hanson,B and May,D. 2004. Effect of subsurface drip irrigation on processing tomato yield, water table depth, soil salinity, and profitability. Agricultural

desalinization for wheat crop in an arid region. Plant Soil Environment. 54:20-29.

Mostafazadeh-Fard B., Mansouri,H., Mousavi,S.F and Feizi,M. 2009. Effect of different levels of irrigation water salinity and leaching on yield and yield components of wheat in an arid region. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. 135.1:32-38.

Munns,R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Environ. 25:239–250.

Ould Ahmed,B.A., Inoue,M and Moritani,S. 2010. Effect of saline water irrigation and manure application on the available water content, soil salinity, and growth of wheat. Agricultural Water Management. 97:165-170.

Pasternak,D., Sagih,M., DeMalach,Y., Keren,Y and Shaffer,A. 1995. Irrigation with brackish water under desert conditions XI. Salt tolerance in sweet-corn cultivars. Agricultural Water Management. 28:325-334.

Wan,S., Jiao,Y., Kang,Y., Hu,W., Jiang,S., Tan,J and Liu,W. 2012. Drip irrigation of waxy corn (Zea mays L. var. ceratina Kulesh) for production in highly saline conditions. Agricultural Water Management. 104:210-220.

Water Management. 68:1-17.

Heidarpour,B., Mostafazadeh-Fard,B., Arzani,A., Aghakhani,A and Feizi,M. 2009. Effect of irrigation water salinity and leaching fraction on yield and evapotranspiration in spring wheat. Soil Science and Plant Analysis. 40:2521-2535.

Jiang,J., Huo,Z., Feng,S and Zhang,C. 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.

Kang,Y., Chen,M and Wan,S. 2010. Effects of drip irrigation with saline water on waxy maize (Zea maysL. var. ceratina Kulesh) in North China Plain. Agricultural Water Management, 97:1303-1309.

Katerji,N., van Hom,J.W., Hamdy,A., Karam,F and Mastrorilli,M. 1996. Effect of salinity on water stress, growth and yield on maize and sunflower. Agricultural Water Management. 30:237-249.

Keller,J and Bliesner,R.D. 1990. Sprinkle and trickle irrigation, Avi Book pub. NewYork. 652 pp.

Mass,E.V and Haffman,G.J. 1977. Crop salt tolerance-Current assessment. Journal of Irrigation and Drainage Division. 103:114-134.

Mostafazadeh-Fard,B., Heidarpour,M., Aghakhani,A and Feizi,M. 2008. Effect of leaching on soil

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 1, Vol. 10, Apr.-May. 2016, p. 83-93

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره1، جلد10، فروردین - اردیبهشت 1395، ص. 93-83

Effect of Irrigation Water Salinity on yield and yield components corn under T-Tape Irrigation System

M. Monjshirini [1], **B. Mostafazadeh-Fard** [2], **A. Salari**[3*] **and Esmaei Landi**[4]
Recived: Jan.14, 2016 Accepted: May.5, 2016

Abstract

The use of unconventional water, including salt water for irrigation is an unavoidable, due to the increasing demand for water, especially in arid and semi-arid. To determine effects of irrigation water salinity on corn yield and its yield components, 4 treatments of saline water with salinity of 2, 6, 9 and 12 ds/m in randomized complete block design (RCB) was conducted in Sabzevar region in the 2012-13 season. Results showed that increasing of water saline decreased corn yield and its yield components such as plant's height, dry weight, leaf area, maize diameter, number of rows on ear, productivity, weight of 100 grain and number of grains, significantly. For every one unit increase in salinity, height, biomass and leaf area decreased 1.94, 6.16 and 1.85%, respectively. Salinity threshold (a) and line slope (b) was obtained 1.7 ds m^{-1} and 9.3%, respectively. Low salinity threshold and high line slope indicated that corn is very sensitivity to saline.

Keywords: Corn, Trickle Irrigation, Water Salinity, Yield

1 - M. Sc, Water Engineering Department, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan
2 - Professor, Water Engineering Department, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan
3 - Assistant Professor, College of Agriculture, Torbat Heydarieh University, Torbat Heydarieh
4 - Instructor of water Engineering , Water Engineering Department, College of Agriculture, Isfahan University of Technology
(*-Corresponding Author Email :salari.1361@yahoo.com)