Archive of SID
DOI: 10.22059/ijswr.2019.271808.668073

تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۵۰، شماره ۸، دی ۱۳۹۸ (ص ۲۰۴۹-۲۰۳۷)

Effect of Irrigation Water Salinity on Yield and Agronomic Charactristics of Three Corn (*Zea mays* L.) Hybrids Using Drip-Tape Irrigation

MORTEZA KHOSHSIMA[1], HAMIDEH NOORY[1*]

1. Department of Irrigation and Reclamation Engineering., University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

(Received: Dec. 26, 2018- Revised: Apr. 16, 2019- Accepted: Apr. 24, 2019)

ABSTRACT

The application of marginal water, such as saline water for irrigation, is inevitable due to increasing demand for water in arid and semi-arid regions. In order to study the effect of salinity stress on growth and yield of three fodder maize hybrids using drip-tape irrigation, a factorial experiment in randomized complete block design was carried out in 2017. The treatments consisted of three maize hybrids (SC 704, SC 400 and SC 260) and three levels of water salinity (0.7, 3 and 5 dS/m). To ensure seed germination, all treatments were irrigated with fresh water from germination stage to 40 cm height of corn and then salinity stress was applied. The results of variance analysis and comparison of mean measured charactristics (fresh and dry weight of forage, grain yield, 1000-grain weight, leaf area index and plant height) showed that there were significant differences among charactristics under different levels of water salinity. The most and the least amount of each charactristic were observed in the control and maximum salinity stress treatments, respectively. The result of this study showed a significant effect of maize hybrid type on most of the measured charactristics, as the most amounts was found in SC 704.

Keywords: Drip irrigation, Water productivity, Water salinity, Yield, Maize hybrids.

[*]corresponding author's E-mail: hnoory@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

اثر شوری آب آبیاری بر عملکرد و صفات زراعی سه هیبرید ذرت (*Zea mays* L.) با استفاده از آبیاری قطره‌ای نواری

مرتضی خوش سیما[1]، حمیده نوری[1*]

۱. گروه آبیاری و آبادانی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۵- تاریخ بازنگری: ۱۳۹۸/۱/۲۷- تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۲/۴)

چکیده

استفاده از آب‌های نامتعارف از جمله آب‌های شور برای آبیاری، با توجه به افزایش روز افزون تقاضای آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک امری اجتناب ناپذیر است. به منظور بررسی اثر تنش شوری بر رشد و عملکرد سه هیبرید ذرت در شرایط استفاده از آبیاری قطره‌ای نواری، آزمایشی در سال ۱۳۹۶ به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل سه هیبرید ذرت (سینگل کراس ۷۰۴، سینگل کراس ۴۰۰ و سینگل کراس ۲۶۰) و سه سطح شوری آب آبیاری ۰/۷، ۳ و ۵ دسی‌زیمنس بر متر بودند. برای اطمینان از جوانه‌زنی بذرها، تمامی تیمارها از مرحله جوانه‌زنی تا ارتفاع ۴۰ سانتی‌متری ذرت با آب شیرین آبیاری شده و سپس تنش شوری اعمال شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده (وزن تر علوفه تولیدی، وزن خشک، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، شاخص سطح برگ و ارتفاع گیاه) نشان داد که این صفات تحت تأثیر سطوح مختلف شوری اختلاف معنی‌داری را داشتند، به طوری که بالاترین مقدار هر یک از این صفات در تیمار شاهد و پایین‌ترین مقدار آن در تیمار حداکثر شوری مشاهده شد. همچنین نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار هیبرید بر روی اکثر صفات اندازه‌گیری شده بود، به طوری که بیشترین مقدار مربوط به رقم سینگل کراس ۷۰۴ بود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای، بهره‌وری آب، شوری آب، عملکرد، هیبریدهای ذرت.

مقدمه

شوری در بسیاری از مناطق کشاورزی دنیا از عوامل محدود کننده تولیدات کشاورزی به شمار می‌آید. حدود ۵۰-۳۰ درصد از اراضی فاریاب دنیا تحت تأثیر شوری قرار دارد. ایران نیز از این قاعده مستثنی نبوده چرا که از لحاظ اقلیمی در کمربند خشک و بیابانی جهان واقع شده است و بعد از چین، هند و پاکستان، با داشتن ۶/۸ میلیون هکتار اراضی شور کشاورزی در زمره کشورهای تهدید شونده از نظر تنش شوری محسوب می‌گردند (Moameni, 1990). استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای به دلیل دور آبیاری کم و بالا نگه‌داشتن رطوبت خاک یکی از گزینه‌های مناسب در مورد کاربرد آب‌های شور می‌باشد (Munns, 2002). آبیاری قطره‌ای در کالیفرنیا به منظور تعیین آب مورد نیاز آبشویی برای خارج کردن املاح از ناحیه مؤثر ریشه درختان پسته انجام شد که به طور قابل‌توجهی در مصرف آب صرفه‌جویی شد (Burt and Isbell, 2005). Wan *et al* (2012) در یک مطالعه چهار ساله امکان‌سنجی رویش ذرت مومی در یک زمین بسیار شور در شمال‌غربی چین به وسیله آبیاری قطره‌ای را مورد بررسی قرار دادند. خاک ابتدایی دارای شوری عصاره اشباع متوسط ۲۸ دسی‌زیمنس بر متر در عمق صفر تا ۱۲۰ سانتی‌متر بود. پتانسیل ماتریک خاک در تیمارهای مختلف در مقادیر ۵-، ۱۰-، ۱۵-، ۲۰- و ۲۵- کیلوپاسکال در عمق ۰/۲ متری ثابت نگه‌داشته شد. نتایج نشان داد که آبیاری قطره‌ای شرایط مطلوبی را در خاک برای رشد ذرت مومی فراهم کرده و ناحیه‌ای با رطوبت بالا و شوری کم در زمانی که پتانسیل ماتریک خاک بالاتر از ۲۵- کیلوپاسکال بود، به وجود آورده است. رشد و شاخص‌های عملکرد ذرت مومی با افزایش پتانسیل ماتریک خاک از ۲۵- به ۵- کیلوپاسکال افزایش یافت و دور و مقدار آبیاری با کاهش پتانسیل ماتریک خاک از ۵- تا ۲۵- کیلوپاسکال به طور معنی‌داری کاهش یافت. پس از سال‌ها کشت و آبشویی به وسیله آبیاری قطره‌ای، خاک بسیار شور به تدریج به خاک نسبتاً شور تبدیل شد.

در محیط شور به دلیل شرایط خاص شیمیایی و بالا بودن غلظت برخی عناصر نظیر سدیم و کلر، قابلیت استفاده و جذب عناصر غذایی گیاه تحت تأثیر قرار می‌گیرد. از مهم‌ترین آثار شوری می‌توان به کاهش آب قابل استفاده گیاه، ایجاد مسمومیت

* نویسنده مسئول: hnoory@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

توسط برخی یون‌های سمی، فعالیت کم عناصر غذایی ضروری، ناهنجاری‌های تغذیه‌ای، کاهش رشد و کیفیت محصول اشاره نمود (Grattan and Grieve, 1992). آستانه کاهش محصول در اثر شوری در گیاهان ذرت، گندم، جو، پنبه و چغندرقند به ترتیب ۱/۷، ۶، ۸، ۷/۷، و ۷ دسی‌زیمنس بر متر گزارش شده است (Mass, 1986). شوری بالا در خاک‌های کشاورزی و آب آبیاری نیز گیاه را با تنش شوری مواجه می‌کند و یکی از مشکلات اساسی تولید محصولات کشاورزی است (Xu and Mou, 2016). وقوع تنش شدید و یا ادامه آن برای مدت طولانی، ممکن است منجر به ایجاد وضعیت غیر قابل تحمل متابولیک در سلول‌های گیاهی گردد و از آنجا که در گیاهان مختلف میزان تحمل متفاوت است، این تغییرات موجب کاهش رشد و در شرایط ویژه منجر به مرگ گیاه می‌گردد (karimi afshar *et al*, 2015). نتایج تحقیقی در منطقه خشک مصر با اعمال سه سطح شوری ۰/۸۹، ۲/۸۱ و ۴/۷۳ دسی‌زیمنس بر متر و پنج سطح آبیاری با نسبت‌های ۰/۶، ۰/۸، ۱/۰، ۱/۲ و ۱/۴ از تبخیر تعرق به منظور بررسی تأثیر سطوح شوری و آبیاری بر رشد و عملکرد ذرت نشان داد که دمای برگ، نرخ تعرق و مقاومت روزنه‌ای به طور معنی‌داری توسط سطوح شوری و آبیاری تحت تأثیر قرار گرفت و شاخص سطح برگ و شاخص برداشت و عملکرد زمانی که آب شیرین و آب آبیاری کافی اعمال شد، بیشترین مقدار خود را داشت (Amer, 2010). نتایج نشان داد با افزایش شوری آب آبیاری و درنتیجه شوری خاک، اجزای عملکرد مانند عملکرد دانه، عملکرد علوفه‌ای، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، طول غلاف و شاخص سطح برگ به‌طور معنی‌داری کاهش یافتند (Mostafazadeh-fard *et al*, 2009). کاهش محصول بر اثر افزایش شوری آب آبیاری در محصولات دیگر نیز گزارش شده است. Rameshwaran *et al* (2016) به منظور بررسی واکنش فلفل شیرین به آب آبیاری شور و رژیم‌های مختلف آبیاری آزمایشی را در یک گلخانه با دو رقم فلفل (ADA F1 و ONUR F1) طی دو فصل زراعی در ساحل دریای مدیترانه واقع در آنتالیای ترکیه انجام دادند. رژیم‌های آبیاری شامل چهار سطح و چهار تیمار شوری ۱، ۲/۵، ۳/۵ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر بودند. این مطالعه نشان داد که هر دو رقم فلفل به طور مشابهی به شوری پاسخ می‌دهند (غیر از تولید زیست‌توده گیاهی). افزایش شوری آب آبیاری باعث افزایش تجمع نمک در منطقه ریشه و کاهش رشد رویشی و عملکرد می‌شود. بر اساس نتایج Baath *et al*. (2017) افزایش شوری باعث کاهش روز تا گلدهی، فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، وزن تر اندام هوایی و میوه و کارایی مصرف آب در ارقام مختلف فلفل شد.

با توجه به تقاضای روزافزون برای آب در بخش کشاورزی، شرب و صنعت لزوم استفاده از آب‌های نامتعارف به‌عنوان بخشی از منابع آب آبیاری بیش از پیش احساس می‌شود. در این خصوص استفاده از منابع آب‌های شور نه‌تنها به‌عنوان یک انتخاب، بلکه به‌عنوان یک التزام پیش روی کشاورزان قرار خواهد گرفت. همچنین ذرت از جمله گیاهانی است که مورد توجه خاص بوده است؛ به ویژه پس از پیدایش ارقام هیبرید و سینگل کراس با عملکرد بالا و کیفیت مطلوب، بسیاری از مؤسسه‌های تحقیقاتی در سراسر دنیا روی این محصول با ارزش سرمایه‌گذاری و فعالیت‌های مؤثری انجام داده‌اند که به موفقیت‌های چشمگیری نیز دست‌یافته‌اند. ذرت (*Zea mays L*) از نظر تولید سومین غله مهم محسوب می‌شود. طبق گزارش فائو، ذرت از جمله گیاهان زراعی مهم در ایران به شمار می‌رود که تولید ۲/۸ درصد از غلات را به خود اختصاص داده است. بنابراین هدف از انجام این تحقیق بررسی عملکرد سه رقم مختلف ذرت تحت تنش شوری و در شرایط استفاده از آبیاری قطره‌ای-تیپ است.

مواد و روش‌ها

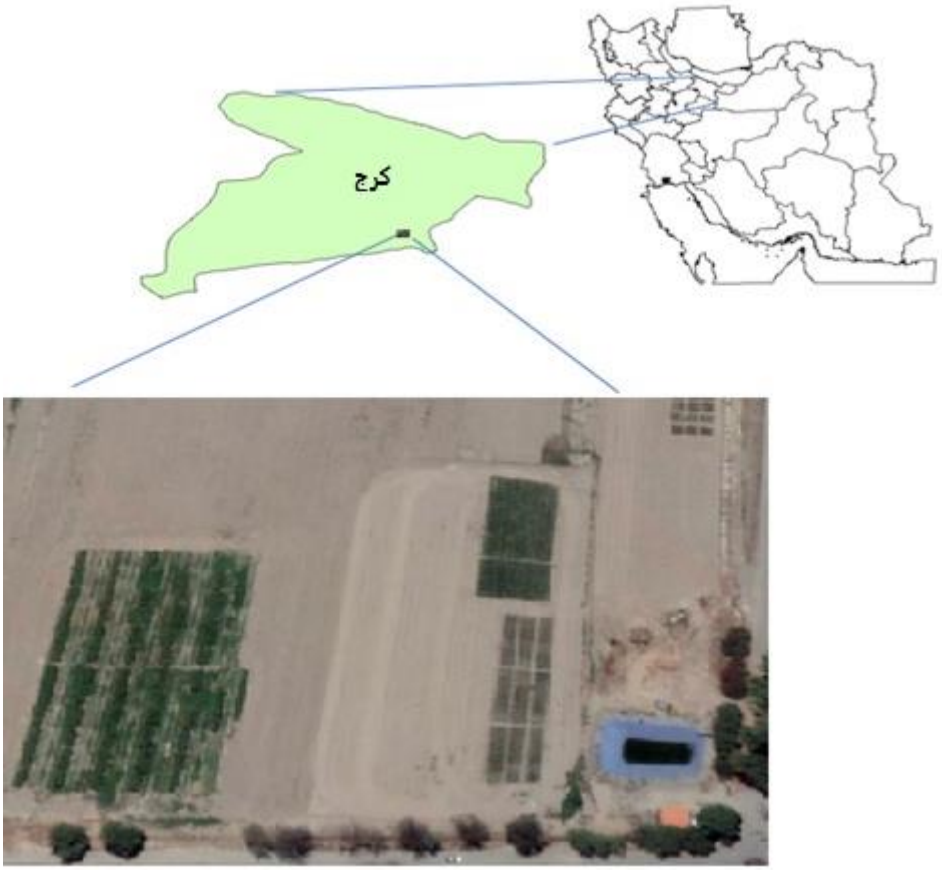
این آزمایش در سال ۱۳۹۶ در مزرعه پژوهشی گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران، واقع در کرج (طول جغرافیایی ۴۹′ ۵۰° شرقی، عرض جغرافیایی ۴۸′ ۳۵° شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۱۲۹۲/۹ متر) در یک خاک لومی‌رسی انجام گرفت. (شکل ۱) نقشه محل مورد مطالعه را نشان می‌دهد. بذور سه هیبرید ذرت مورد استفاده در این آزمایش، سینگل کراس ۷۰۴، سینگل کراس ۴۰۰ و سینگل کراس ۲۶۰ از موسسه نهال و بذر کرج تهیه گردید. این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور و سه بلوک (تکرار) و در مجموع با ۹ تیمار و ۲۷ کرت آزمایشی انجام شد. مساحت هر کرت تقریباً ۱۲ متر مربع (۳*۴) شامل چهار ردیف کشت گیاه ذرت با فاصله ۷۵ سانتی‌متر و طول چهار متر بود. فاکتورهای آزمایشی شامل سه رقم ذرت (سینگل کراس ۷۰۴، سینگل کراس ۴۰۰ و سینگل کراس ۲۶۰) و سه سطح کیفیت آب آبیاری برای اعمال تنش شوری (۰/۷، ۳ و ۵ دسی‌زیمنس بر متر) بود.

عملیات کاشت به صورت دستی و فاصله بین ردیف‌های کاشت ۷۵ سانتی‌متر، عمق کاشت پنج تا هفت سانتی‌متر و فاصله کاشت بذور در هر ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود. بعد از کاشت، کلیه تیمارها با آب شیرین آبیاری شدند و سپس تا مرحله چند برگی شدن ذرت، آبیاری سنگین انجام شد. سپس با توجه به ظرفیت زراعی و حداکثر تبخیر تعرق ذرت دور آبیاری سه روز در نظر گرفته شد. تبخیر تعرق مرجع توسط نرم افزار ETo Calculater (بر اساس رابطهٔ پنمن – مانتیث) و با استفاده از داده‌های

www.SID.ir

Archive of SID

هواشناسی روزانه که از ایستگاه داخل مزرعه گرفته می‌شد، بدست آمد. داده‌های روزانه هواشناسی شامل دمای هوای بیشینه و کمینه، متوسط رطوبت نسبی، متوسط سرعت باد، ساعات آفتابی، تابش خالص و بارش بود. سپس با توجه به نشریه فائو ۵۶، ضریب گیاهی ذرت (K_c) در دوره‌های ابتدایی، میانی و انتهایی به ترتیب برابر ۰/۳، ۱/۲ و ۰/۶ استخراج شد. طول روزهای دوره‌های ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی به ترتیب ۲۰، ۳۵، ۴۰ و ۳۰ روز در نظر گرفته شد. با توجه به این که محصول در ۱۱۷ روز بعد از کاشت برداشت شد عملاً دوره انتهایی به ۲۲ روز تبدیل شد. بدین ترتیب با جمع تبخیرتعرق در سه روز قبلی و ضرب آن در مساحت هر کرت آزمایشی حجم آبی که باید به هر کرت داده شود، محاسبه شد. اولین آبیاری در تاریخ ۲۴ خرداد ۱۳۹۶ انجام شد و برای اطمینان از جوانه‌زنی بذرها هفت نوبت آبیاری سنگین با آب شیرین و بدون در نظر گرفتن دور آبیاری سه روزه، انجام شد و آبیاری بر اساس تبخیر و تعرق از نهم مرداد ۱۳۹۶ تا دهم مهر ۱۳۹۶ انجام شد.



شکل ۱- محل اجرای آزمایش

آبیاری مزرعه به‌صورت قطره‌ای و با استفاده از نوار تیپ با فاصلهٔ بین قطره‌چکان‌های ۳۰ سانتی‌متر و دبی دو لیتر بر ساعت صورت گرفت. بدین منظور یک خط لوله اصلی نصب و سپس سه خط لوله فرعی از بالادست کرت‌های آزمایشی عبور داده شد. در ابتدای زمین روی خط لوله اصلی یک شیر کنترل، کنتور آب ، فشارسنج و یک ونتوری سه‌چهارم اینچ برای تزریق آب‌شور به داخل لوله اصلی با اتصالات مربوطه قرار گرفت و فشار آب و نیز حجم آب آبیاری در خط لوله اصلی اندازه‌گیری می‌شد. همچنین برای تخلیه آب لوله‌ها در صورت نیاز، در انتهای لوله‌های فرعی به شیر فلکه انتهایی نصب گردید. نوارهای آبیاری نیز به‌موازات ردیف‌های کاشت با اتصالات مربوطه به لوله‌های لترال متصل شده و کرت‌ها آبیاری شدند. کلیه تیمارها از مرحله جوانه‌زنی تا چندبرگی شدن (ارتفاع ۴۰ سانتی‌متری) با آب شیرین آبیاری شده و سپس تنش شوری اعمال شد. برای تهیهٔ آب‌شور قبل از اعمال هر تیمار دبی لوله آبیاری و دبی تزریق ونتوری به‌صورت حجمی اندازه‌گیری شده و سپس مقدار شوری مخزن با استفاده از رابطه (۱) مشخص شد.

$$C^* = \frac{C_1 Q_1 + C_2 Q_2}{Q_1 + Q_2} \quad \text{(رابطه ۱)}$$

که در آن C^* مقدار شوری مورد نظر برای هر تیمار و C_1 و C_2 به ترتیب مقدار شوری آب آبیاری و شوری مخزن بر حسب دسی‌زیمنس بر متر و Q_1 و Q_2 دبی لوله آبیاری و تزریق ونتوری

www.SID.ir

Archive of SID

بر حسب لیتر بر ساعت است. برای تهیه آب با شوری‌های مختلف، ابتدا نمک‌های خام صنعتی (موسوم به نمک شکری، NaCl) در مخزن تهیهٔ آب‌شور به میزانی که محاسبه شد، حل می‌گردید و به‌وسیله ونتوری به داخل لوله آبیاری تزریق می‌شد. میزان نمک مورد استفاده برای هر سطح شوری از رابطه (۲) محاسبه گردید.

$$TDS = K \times 640 \times EC \quad \text{(رابطه ۲)}$$

که در آن TDS مقدار کل نمک‌های محلول در آب بر اساس میلی‌گرم بر لیتر و EC هدایت الکتریکی محلول آب‌شور بر حسب دسی‌زیمنس بر متر و K ضریبی است که به درصد خلوص نمک مورد آزمایش بستگی دارد که با توجه به نمکی که در این آزمایش استفاده شد، این ضریب برابر ۰/۸۶ به دست آمد.

آبیاری ابتدا از تیمارهای بدون تنش شوری (در حالی که شیر کنترل کرت مربوط باز بوده و شیر کنترل کرت‌هایی با شوری دیگری باید آبیاری شوند بسته بود) آغاز شده و سپس آبیاری با شوری‌های سه و پنج دسی‌زیمنس بر متر (در حالی که شیر کنترل کرت‌های قبلی را بسته و شیر کنترل کرت‌های جدید باز شده بود) انجام شد. در شکل (۲) شماتیکی از چیدمان طرح آورده شده است؛ اعداد ۰/۷، ۳ و ۵ سطوح شوری آب آبیاری و ۷۰۴، ۴۰۰ و ۲۶۰ ارقام ذرت را نشان می‌دهد.

0.7*400	0.7*260	0.7*704	3*400	3*260	3*704	5*400	5*260	5*704
0.7*260	5*260	3*704	3*400	5*400	0.7*704	3*260	5*704	0.7*400
0.7*400	3*260	5*704	0.7*260	3*400	5*400	3*704	0.7*704	5*260

شکل ۲- جانمایی طرح، خطوط پررنگ لوله‌های آبیاری هر تکرار را نشان می‌دهد.

خاک مزرعه آزمایشی از نظر خصوصیات کلی، نماینده خاک‌های منطقه کرج هست. ازنظر خاک‌شناسی به‌طورکلی اراضی منطقه در یک واحد فیزیوگرافی ناشی از رسوبات بادبزنی رودخانه کرج قرار دارد و بافت خاک عموماً از نوع لومی‌رس است. نمونه‌برداری از خاک مزرعه در سه عمق به‌منظور تعیین بافت خاک انجام شد و بافت خاک از طریق مثلث بافت خاک USDA تعیین گردید. در عمق بیشتر از ۶۰ سانتی‌متر خاک زراعی مناسب یافت نشد و با توجه به نمونه‌برداری‌های اواسط فصل مشاهده گردید جبهه رطوبتی بیش از این عمق پیشروی نکرد. با نمونه‌برداری از خاک مزرعه به وسیله مته حفاری چگالی ظاهری خاک برابر ۱/۳۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب به دست آمد و با استفاده از صفحات فشاری رطوبت جرمی ظرفیت زراعی به دست آمد که با ضرب مقادیر حاصله در چگالی ظاهری، رطوبت حجمی ظرفیت زراعی به دست آمد. همچنین با استفاده از قیف بوخنر و پمپ خلأ، عصاره‌ی اشباع محلول خاک (EC_e) در اعماق مختلف مزرعه به دست آمد. جدول (۱) مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه را نشان می‌دهد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در ابتدای فصل

عمق خاک (cm)	اندازه ذرات (درصد)			بافت خاک	ظرفیت زراعی	نقطه پژمردگی	هدایت الکتریکی	pH
	شن	سیلت	رس		درصد حجمی		(ds/m)	
۰-۲۰	۳۰	۴۰	۳۰	لومی رسی	۲۹/۸	۱۳/۵	۰/۹۶۷	۷/۷۱
۲۰-۴۰	۲۸	۴۲	۳۰	لومی رسی	۳۰/۲	۱۳/۵	۱/۰۸	۷/۸۳
۴۰-۶۰	۳۳	۳۸	۲۹	لومی رسی	۲۹/۵	۱۳/۷	۱/۰۶	۷/۸۱

در طول دوره رشد، رشد گیاه بر پایه ارتفاع گیاه، سطح برگ و وزن خشک بوته از یک هفته بعد از اعمال تیمار تا پایان دوره‌ی رشد در چند نوبت ارزیابی گردید. ارتفاع گیاه با استفاده از متر از محل طوقه تا زیر آخرین برگ بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. با توجه به تفاوت سه نوع واریته ذرت، برداشت و نمونه‌برداری از محصول به صورت علوفه‌ای برای رقم‌های زودرس

www.SID.ir

Archive of SID

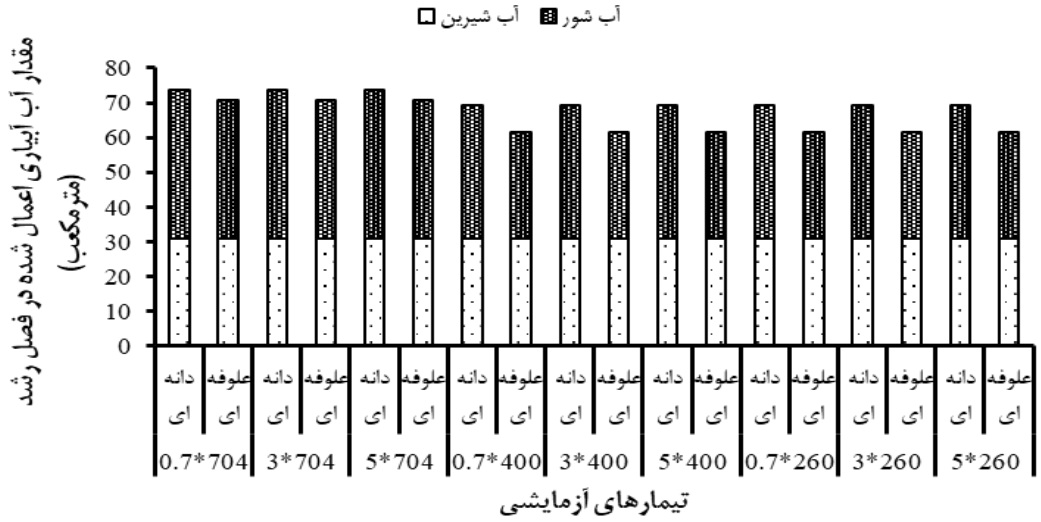
سینگل‌کراس ۲۶۰ و ۴۰۰ در تاریخ ۱۴ شهریور ۱۳۹۶ و رقم دیررس سینگل‌کراس ۷۰۴ در ۲۹ شهریور انجام گرفت. شاخص سطح برگ عبارت است از نسبت سطح برگ محصول به سطح زمینی که روی آن سایه می‌اندازد. سطح برگ به صورت تخریبی در هر کرت در مراحل مختلف رشد اندازه‌گیری گردید.

برداشت به صورت دانه‌ای برای واریته‌های زودرس سینگل-کراس ۴۰۰ و ۲۶۰ در ۱ مهر ۱۳۹۶ و برای رقم ۷۰۴ که دیررس است ۱۰ آبان می‌باشد. برای تعیین وزن خشک (عملکرد بیولوژیک) بر حسب گرم، کلیه اندام‌های هوایی گیاه در حرارت ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس با ترازوی دیجیتالی به دقت ۰/۰۱ توزین گردیدند. در پایان مرحله رسیدگی فیزیولوژیک هر کدام از هیبریدهای ذرت، چهار بوته از هر کرت آزمایشی به طور تصادفی برداشت شد و عملکرد و اجزای عملکرد محاسبه شدند. بهره‌وری آب از نسبت وزن علوفه خشک و عملکرد دانه به آب آبیاری به دو صورت بهره‌وری آب بر اساس علوفه و دانه محاسبه گردید. داده‌های اخیر با استفاده از آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با استفاده از نرم افزار SAS 9.4 و مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

میزان آب آبیاری در تیمارهای مختلف

نتایج حاصل از میزان آب آبیاری برای هر تیمار در برداشت به صورت استفاده علوفه‌ای و دانه‌ای در شکل (۳) نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد هر سه هیبرید میزان آب شیرین یکسانی دریافت کرده‌اند (۳۱/۰۲ مترمکعب) و تفاوت در مقدار آب آبیاری مربوط به دوره رشد هیبریدهای ذرت می‌باشد و از لحاظ مقدار آب آبیاری شور در دو واریته ذرت ۲۶۰ و ۴۰۰ که دوره رشد یکسانی داشته‌اند، برابر بوده است. با توجه به شکل (۳) واریته سینگل‌کراس ۷۰۴ با توجه به دیررس بودن مقدار آب (شور) بیشتری دریافت کرده است.



شکل ۳- مقادیر کل آب آبیاری اعمال شده در فصل رشد برای هر تیمار

شاخص سطح برگ و ارتفاع گیاه

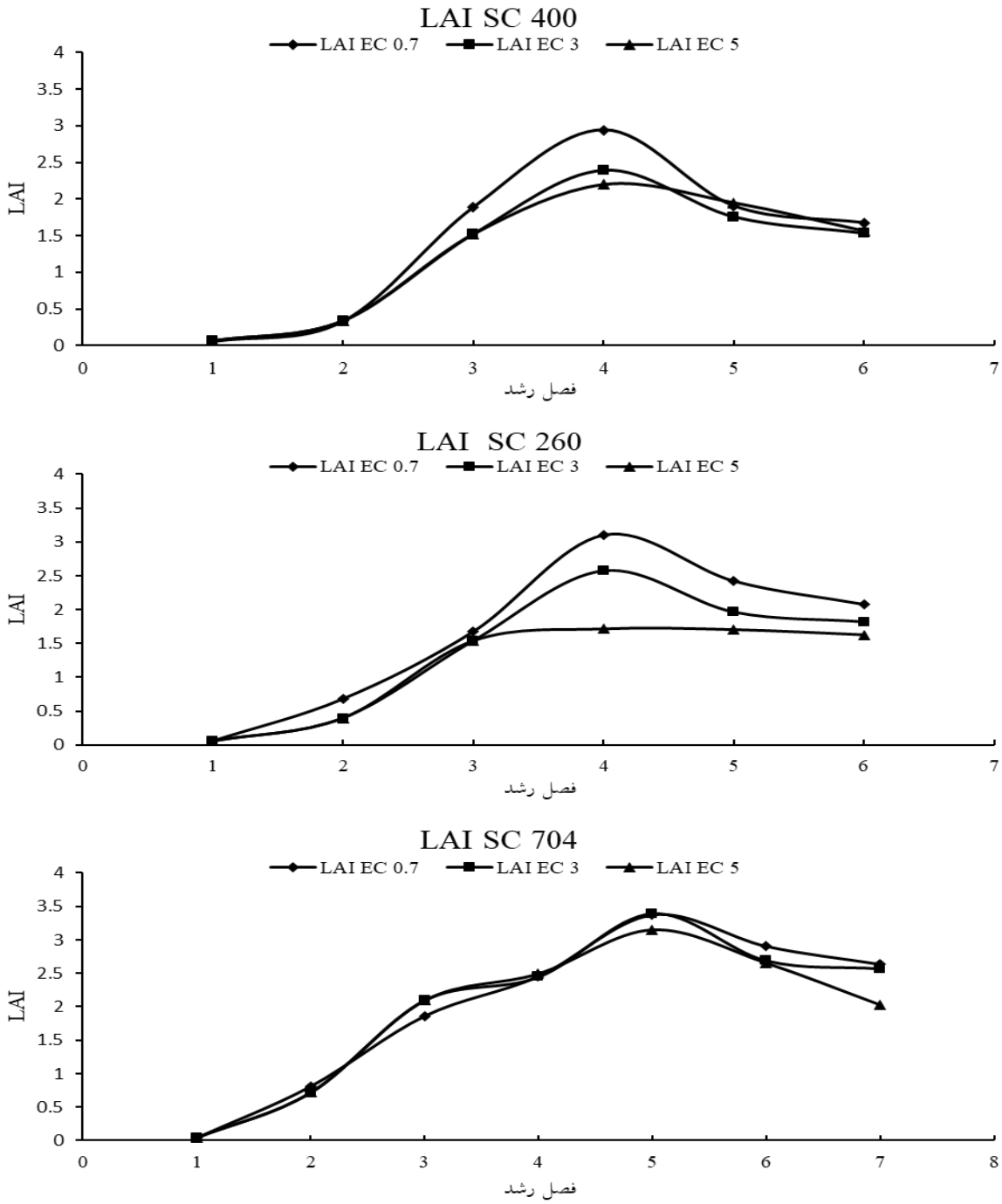
با توجه به نتایج تحقیقات از جمله علل افزایش عملکرد در هیبریدهای ذرت، پیری دیررس گیاه تا آخر فصل رشد و حفظ سطح برگ مؤثر بیشتر است (Cavalieri and Smith, 1985). شکل (۴) تغییرات شاخص سطح برگ در سه واریته مورد بررسی (سینگل کراس ۷۰۴، سینگل کراس ۴۰۰ و سینگل کراس ۲۶۰) را نشان می‌دهد.

صرف نظر از نوع رقم ذرت نتایج نشان می‌دهد بیشترین مقدار این شاخص مربوط به تیمار شاهد (شوری ۰/۷ دسی‌زیمنس بر متر) است و هر چقدر شوری آب آبیاری و به دنبال آن شوری خاک افزایش پیدا کند شاخص سطح برگ کاهش پیدا می‌کند. روند تغییرات شاخص سطح برگ، حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار بین غلظت‌های مختلف نمک بود و بیشترین سطح برگ در تیمار شاهد و کمترین آن در تیمار تنش شدید مشاهده شد. این روند تا پایان دوره رشد که حتی ریزش برگ جهت انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها اتفاق افتاد ادامه یافت. نتایجی حاکی از کاهش سطح برگ در اثر شوری در گیاهان مختلفی مانند ذرت (Cicek *et al*, 2002)، سورگوم (Lacerda *et al*, 2003)، جو و گندم (Kamkar *et al*, 2004) تائید کننده نتایج این تحقیق است. Salami and shekari (2012) در بررسی تأثیر تنش شوری در گل

www.SID.ir

Archive of SID

بابونه آلمانی، مشاهده کردند که با افزایش تنش شوری از ۱/۲ تا شش، سطح برگ و نسبت سطح برگ افزایش، ولی با افزایش بیشتر شوری این شاخص‌ها کاهش یافتند. همچنین آن‌ها بیان کردند که با افزایش شوری اندازه برگ کاهش و در مقابل وزن آن افزایش پیدا کرد، در نتیجه گیاهانی با سطح برگ کوچک ولی سنگین‌تر تولید شد. افزایش شاخص‌های فوق در شوری‌های ملایم به‌دلیل این است که در گونه‌ها یا ارقام مقاوم به شوری گیاهان گلیکوفیت در شوری‌های ملایم، افزایش در میزان رشد خود نشان می‌دهند.



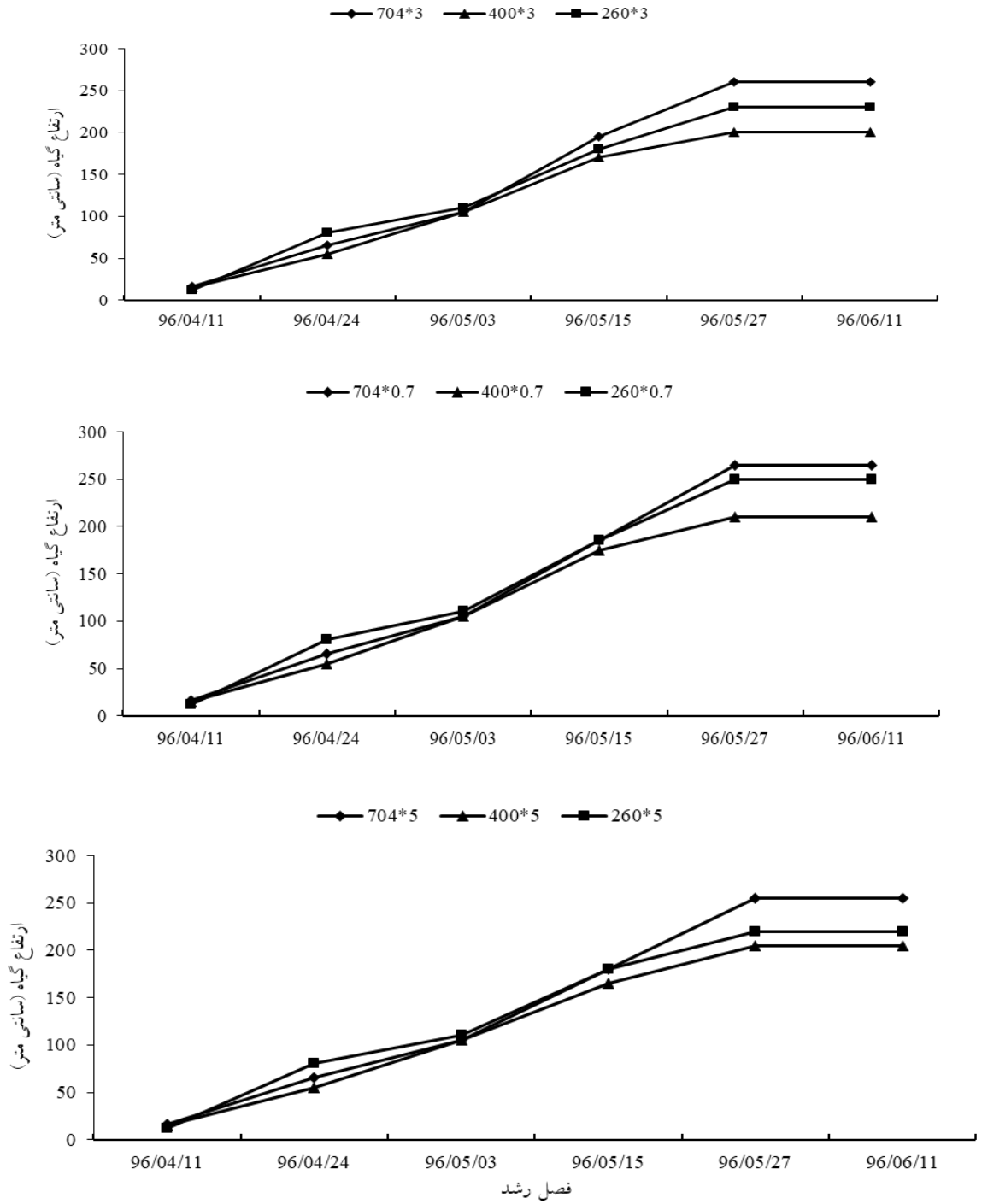
شکل ۴- تغییرات شاخص سطح برگ در سه واریته مورد بررسی در سطوح مختلف شوری

شکل (۵) روند تغییرات ارتفاع گیاه برای هر رقم و تحت تنش‌های شوری مختلف را نشان می‌دهد. با مقایسه ارتفاع گیاه در میان سطوح شوری و رقم‌های مختلف می‌توان دریافت که هر چه شوری در یک تیمار افزایش یابد و رقم حساس‌تر به شوری باشد، ارتفاع گیاه کاهش می‌یابد. با توجه به (شکل ۵) بیشترین ارتفاع مربوط به تیمار ۷۰۴*۰/۷ (رقم ۷۰۴ و بدون شوری) بوده و با افزایش شوری در هر سه رقم ارتفاع گیاه کاهش پیدا می‌کند. نتایج نشان می‌دهد در اواخر فصل رشد که رشد ساقه و افزایش

www.SID.ir

Archive of SID

ارتفاع متوقف شده بود (۱۱ شهریور)، تیمار ۴۰۰*۵ (رقم ۴۰۰ و تحت تنش شوری پنج دسی‌زیمنس بر متر) کمترین ارتفاع را دارد. رقم‌های مختلف پاسخ متفاوتی به افزایش شوری نشان دادند. به‌عنوان مثال با افزایش شوری از ۰/۷ به ۵ دسی‌زیمنس بر متر در ارقام ۷۰۴، ۴۰۰ و ۲۶۰ ، ارتفاع گیاه به ترتیب ۳/۷۷، ۴/۷۷ و ۱۲ درصد کاهش نشان داد. همچنین با مقایسه ارقام با تیمار شاهد (۷۰۴*۰/۷) بیشترین کاهش مربوط به تیمار ۲۶۰*۵ با کاهش ۱۷ درصدی است.



شکل ۵- روند تغییرات ارتفاع گیاه در تیمارهای مختلف در طول فصل رشد

Chen *et al.* (2009) در تحقیق خود نتیجه گرفتند ارتفاع گیاهان به ازای هر یک دسی‌زیمنس بر متر افزایش شوری آب آبیاری بین ۰/۶ تا یک درصد کاهش می‌یابد. در تحقیقات مختلفی به کاهش ارتفاع با افزایش شوری آب آبیاری اشاره شده است (Molavi *et al.*, 2011؛ Feizi *et al.*, 2010). Nematpour *et al.* (2016) در تحقیقی که به منظور بررسی اثر تنش شوری بر روی دو رقم ذرت شیرین KCS403 و Passion انجام شد،گزارش کردند بین دو رقم مذکور از نظر ارتفاع ساقه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و با افزایش شوری از صفر به ۱۰۰ میلی‌مولار ارتفاع بوته به میزان ۳۵/۴۱ درصد کاهش یافت.

www.SID.ir

Archive of SID

Monjshirini *et al.* (2016) گزارش نمودند که با افزایش شوری آب آبیاری از ۲ به ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر، ارتفاع گیاه به طور معنی‌داری کاهش یافته است، به‌طوریکه بیش‌ترین و کمترین مقادیر شوری آب آبیاری به ترتیب کوتاه‌ترین و بلندترین ارتفاع گیاه را باعث شده است. کوتاه‌ترین گیاه حدود ۲۰/۶ درصد کوتاه‌تر از مرتفع‌ترین گیاه در هنگام برداشت محصول بود.

در یک تحقیق سه ساله در منطقه ساحلی شرق چین که به منظور تعیین اثر محیط شور بر صفات رشد و ارتفاع گل رز انجام شد، افزایش شوری آب آبیاری و تأثیر منفی بر ارتفاع بوته و قطر ساقه گزارش شد (Li *et al.*, 2015).

عملکرد کل وزن تر و ماده خشک تولیدی

نتایج تجزیه واریانس وزن تر در جدول (۲) نشان داده شده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به وزن تر نشان داد این صفت تحت تأثیر ژنوتیپ قرار گرفت. با نگاهی به وضعیت عملکرد ارقام بدون توجه به تیمار شوری مشاهده شد که بین سه هیبرید اختلاف معنی‌دار وجود دارد و هیبرید سینگل‌کراس ۷۰۴ با تولید وزن تر معادل ۶۱ تن در هکتار بر هیبریدهای دیگر برتری داشت (جدول ۳). تیمار شوری نیز به‌طور بسیار معنی‌داری این صفت را تحت تأثیر قرار داد و با افزایش شوری از ۰/۷ به ۵/۰ دسی‌زیمنس بر متر به طور متوسط ۳۳٪ کاهش در وزن تر حاصل شد (جدول ۴).

جدول ۲- نتایج میانگین مربعات تجزیه واریانس داده‌های مربوط به وزن تر، وزن خشک، عملکرد دانه، وزن هزار دانه و بهره‌وری آب علوفه و دانه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		وزن تر (تن بر هکتار)	وزن خشک (تن بر هکتار)	عملکرد دانه (تن بر هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	بهره‌وری آب علوفه (کیلوگرم بر مترمکعب)	بهره‌وری آب دانه (کیلوگرم بر مترمکعب)
تکرار	۲	۹۲/۷۸^{ns}	۳/۵۲^{ns}	۶/۹۶**	۰/۷۱^{ns}	۰/۰۹^{ns}	۰/۱۶**
هیبرید	۲	۴۲۳/۹۵*	۸۶/۹۰*	۵/۸۷**	۱۸۳۲/۷۸**	۱/۸۰**	۰/۰۶^{ns}
شوری	۲	۵۳۹/۴۴*	۳۶/۲۳*	۱۳/۵۷*	۲۴۷۰/۷۳**	۱/۰۰**	۰/۳۱**
هیبرید+شوری	۴	۲۹/۳۳^{ns}	۱/۲۹^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۵۳/۴۴^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
خطا	۱۶	۲۸/۶۶	۱/۷۵	۱/۰۳	۲۲۵/۱۱	۰/۰۴	۰/۰۲

* و ** به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪، ns اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

جدول ۳- مقایسه میانگین در هیبریدهای مختلف ذرت بر وزن تر، وزن خشک، عملکرد دانه، وزن هزار دانه و بهره‌وری آب علوفه و دانه

هیبرید ذرت	وزن تر (تن بر هکتار)	وزن خشک (تن بر هکتار)	عملکرد دانه (تن بر هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	بهره‌وری آب علوفه (کیلوگرم بر مترمکعب)	بهره‌وری آب دانه (کیلوگرم بر مترمکعب)
Sc۷۰۴	۶۱/۶۶a	۱۸/۶۶a	۱۲/۲۶a	۲۹۵/۲۵a	۲/۸۵a	۱/۸۰a
Sc۴۰۰	۵۳/۴۲b	۱۳/۴۹b	۱۱/۶۲ab	۳۰۵/۹۶a	۲/۳۷b	۱/۸۱a
Sc۲۶۰	۴۸/۰۳c	۱۳/۱۰b	۱۰/۶۵b	۲۷۷/۷۰b	۲/۳۰b	۱/۶۶a

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

جدول ۴- مقایسه میانگین در سطوح مختلف شوری بر وزن تر، وزن خشک، عملکرد دانه، وزن هزار دانه و بهره‌وری آب علوفه و دانه

شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	وزن تر (تن بر هکتار)	وزن خشک (تن بر هکتار)	عملکرد دانه (تن بر هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	بهره‌وری آب علوفه (کیلوگرم بر مترمکعب)	بهره‌وری آب دانه (کیلوگرم بر مترمکعب)
۰/۷	۶۱/۸۹a	۱۷/۱۰a	۱۲/۸۳a	۳۱۰/۵۴a	۲/۸۴a	۱/۹۶a
۳	۵۴/۸۰b	۱۵/۰۷b	۱۱/۳۰ab	۲۹۰/۷۳b	۲/۵۰b	۱/۷۲b
۵	۴۶/۴۲c	۱۳/۰۸c	۱۰/۴۰b	۲۷۷/۶۳b	۲/۱۷b	۱/۵۹b

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

همچنین نتایج حاصل از مقایسه میانگین مادهٔ خشک تولیدی مربوط به هر سه رقم ذرت در جدول (۳) نشان داده شده است. در این جدول نیز همانند وزن تر، بدون توجه به تیمار شوری عملکرد وزن خشک تحت تأثیر ژنوتیپ قرار گرفته و بیشترین تجمع ماده خشک مربوط به رقم سینگل‌کراس ۷۰۴ می‌باشد. همچنین متوسط کمترین تولید مربوط به رقم ۲۶۰ با عملکرد خشک ۱۳ تن بر هکتار است (جدول ۳). با توجه به نتایج عملکرد خشک بین هیبریدهای مختلف ذرت و سطوح شوری (جدول ۴)

www.SID.ir

Archive of SID

در سطح ۵٪ دارای اختلاف معنی‌دار است.

جدول (۵) اثر هم‌زمان دو فاکتور مورد آزمایش را بر روی وزن تر و خشک نشان می‌دهد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که تیمار ۷۰۴*۰/۷ بیشترین ماده خشک و وزن تر تولیدی در هکتار را داشته است. همچنین کمترین میزان تولید مربوط به تیمار ۴۰۰*۵ است که نسبت به تیمار شاهد (۷۰۴*۰/۷) به ترتیب ۴۴ و ۳۷ درصد کاهش در وزن ماده خشک تولیدی و وزن تر مشاهده می‌شود. همچنین نتایج نشان داد که بین تیمارهای ۷۰۴*۳، ۴۰۰*۰/۷ و تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار در عملکرد کل علوفه تر مشاهده نشد، این نشان می‌دهد رقم سینگل‌کراس ۷۰۴ نسبت به رقم ۴۰۰ مقاوم‌تر بوده؛ یعنی مقدار تولید علوفه تر رقم ۷۰۴ در سطح شوری سه دسی‌زیمنس بر متر با مقدار علوفه تولیدی ۴۰۰ در سطح شوری ۰/۷ تفاوت زیادی نداشته است.

با مقایسه سه هیبرید ذرت در سطح شوری یکسان، مشاهده شد که بیشترین تولید در هر سه سطح شوری مربوط به رقم سینگل‌کراس ۷۰۴ است. وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمار ۷۰۴*۵ با دو تیمار ۴۰۰*۵ و ۲۶۰*۵ در کل ماده خشک تولیدی تائید کننده جمله قبل است (جدول ۵). Kang *et al.* (2010) نیز بیان کردند به‌ازای هر یک دسی‌زیمنس بر متر افزایش در شوری آب آبیاری، عملکرد محصول ذرت مومی حدود ۳/۳ تا ۴ درصد کاهش یافت.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل هیبرید با سطوح مختلف شوری بر وزن تر، وزن خشک، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، بهره‌وری آب علوفه و دانه

هیبرید	شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	وزن تر (تن بر هکتار)	وزن خشک (تن بر هکتار)	عملکرد دانه (تن بر هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	بهره‌وری آب علوفه (کیلوگرم بر مترمکعب)	بهره‌وری آب دانه (کیلوگرم بر مترمکعب)
	۰/۷	۶۷/۹۵a	۲۰/۷۶a	۱۳/۶۶a	۳۱۰/۹۰ab	۳/۱۷a	۲/۰۱a
Sc۷۰۴	۳	۶۳/۹۰ab	۱۹/۲۱ab	۱۱/۹۶ab	۲۹۶/۵۵abcd	۲/۹۳abc	۱/۷۶ab
	۵	۵۳/۱۲bc	۱۶/۰۳bc	۱۱/۱۴abc	۲۷۸/۳۰bcd	۲/۴۵bc	۱/۶۴ab
	۰/۷	۶۴/۴۱ab	۱۵/۹۲bc	۱۲/۹۹bcd	۳۲۳/۲۰a	۲/۸۰ab	۲/۰۳a
Sc۴۰۰	۳	۵۲/۸۳bc	۱۳/۰۲cd	۱۱/۴۷cd	۳۰۵/۷۰abc	۲/۲۹abc	۱/۷۹ab
	۵	۴۳/۰۲c	۱۱/۵۳d	۱۰/۴۰d	۲۹۸/۰۰abcd	۲/۰۲c	۱/۶۲ab
	۰/۷	۵۳/۳۰bc	۱۴/۶۲cd	۱۱/۸۲abc	۲۹۷/۵۳abcd	۲/۵۷abc	۱/۸۴ab
Sc۲۶۰	۳	۴۷/۶۸c	۱۲/۹۸cd	۱۰/۴۷bcd	۲۶۹/۹۷dc	۲/۲۸bc	۱/۶۳ab
	۵	۴۳/۱۱c	۱۱/۷۰d	۹/۶۶cd	۲۶۵/۶۰d	۲/۰۵c	۱/۵۱b

در هر ستون حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد است.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه در جدول (۲) نشان داده شده است. در این جدول اثر سطوح شوری و هیبریدهای مختلف بر روی عملکرد دانه به ترتیب در سطح ۵ و ۱٪ معنی‌دار شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به عملکرد دانه نشان داد این صفت تحت تأثیر ژنوتیپ قرار گرفت. با نگاهی به وضعیت عملکرد ارقام بدون توجه به تیمار شوری مشاهده شد که بین سه هیبرید اختلاف معنی‌دار وجود دارد و هیبرید سینگل‌کراس ۷۰۴ با تولید معادل ۱۲/۲۶ تن بر هکتار بر هیبریدهای دیگر برتری داشت ولی تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ با عملکرد دانه هیبرید سینگل‌کراس ۴۰۰ نداشته است. کمترین عملکرد دانه در هیبرید سینگل‌کراس ۲۶۰ به میزان ۱۰/۶۵ تن بر هکتار مشاهده شد (جدول ۳). تیمار شوری نیز به‌طور معنی‌داری این صفت را تحت تأثیر قرار داد و با افزایش شوری از ۰/۷ به ۳ و ۵ دسی-زیمنس بر متر به ترتیب به‌طور متوسط ۱۱ و ۱۹٪ کاهش در وزن بلال حاصل شد (جدول ۴).

مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد بین تیمارها در سطح یک پنج درصد تفاوت معنی‌دار وجود دارد که بالاترین عملکرد دانه (۱۳/۶ تن بر هکتار) مربوط به رقم ۷۰۴ با سطح شوری ۰/۷ (شاهد) و کمترین آن (۱۰/۴ تن بر هکتار) مربوط به رقم ۲۶۰ و شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد (جدول ۵). نتایج به‌دست آمده از مقایسه ارقام نشان‌دهندهٔ برتری عملکرد رقم سینگل‌کراس ۷۰۴ (دیررس) می‌باشد.

از آنجایی که هیبرید دیررس ۷۰۴ دارای دوره رشد طولانی‌تر و شاخص سطح برگ بیشتری نسبت به هیبرید ۴۰۰ و ۲۶۰ بوده بنابراین کارایی استفاده از نور و فتوسنتز در رقم ۷۰۴ افزایش می‌یابد. نتایج بررسی‌های Reed *et al* (1988) نیز مؤید این مطلب است که عملکرد دانه در ذرت تک بلالی ناشی از تعداد و وزن دانه‌های موجود در بلال می‌باشد. همچنین با بررسی کاربرد مقادیر مختلف نیتروژن در دو نوبت در مراحل ۳۵ و ۴۵ روز پس از کاشت بر روی سه هیبرید ذرت در پنج منطقه آمریکا مشاهده نمودند که بیشترین عملکرد متعلق به هیبرید دیررس بوده و به

www.SID.ir

Archive of SID

دنبال آن به ترتیب ارقام میان‌رس و زودرس قرار گرفتند. Hoffman *et al* (1983) گزارش نمودند شوری ۳/۷ دسی‌زیمنس بر متر باعث کاهش عملکرد ذرت نشد، اما به ازای هر واحد افزایش بیشتر شوری عملکرد دانه ۱۴٪ کاهش یافت؛ آن‌ها علت کاهش عملکرد را کاهش در تراکم بوته و جرم دانه گزارش نمودند. شوری باعث کاهش سطح فتوسنتز کننده و کاهش عملکرد می‌گردد. به‌طور کلی، ذرت در مرحله گل‌دهی به کمبود رطوبت و تنش حساسیت زیادی داشته و بروز اثر شوری به صورت خشکی ثانویه باعث از بین رفتن دانه‌های گرده و کاهش شانس باروری گل‌ها می‌گردد و این عمل در نهایت منجر به کاهش عملکرد دانه می‌گردد (Cicek *et al*., 2002). Feng *et al*. (2017) نیزکاهش عملکرد ذرت و بهره‌وری آب را با افزایش شوری آب آبیاری، گزارش نمودند.

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه در جدول (۲) نشان داده شده است. در این جدول اثر سطوح شوری و هیبریدهای مختلف در سطح ۵٪ بر وزن ۱۰۰۰ دانه اثر معنی‌دار داشت اما اثر متقابل رقم و شوری روی آن معنی‌دار نبود.

بدون در نظر گرفتن عامل شوری، تفاوت معنی‌داری بین سه هیبرید ذرت وجود دارد و رقم ۴۰۰ بیشترین وزن هزار دانه (۳۰۶ گرم) را دارد (جدول ۳) و تنش شوری روی وزن هزار دانه مانند سایر صفات مورد بررسی تأثیر منفی داشته و با افزایش شوری از ۰/۷ به ۳ و ۵ دسی‌زیمنس بر متر وزن هزار دانه به ترتیب ۶ و ۱۱ درصد کاهش نشان داد (جدول ۴). Dehghan and Naderi (2007) در ارزیابی تحمل به شوری ارقام مختلف ذرت گزارش نمودند که با افزایش شوری از ۲ به ۸ دسی‌زیمنس بر متر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، درصد باروری بلال و درصد بوته‌های دارای بلال کاهش یافت. این محققین گزارش کردند هیبرید سینگل کراس ۶۴۷ نسبت به دو هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ و ۷۱۱ از مقاومت بیشتری در برابر شوری برخوردار است.

در بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و شوری مشخص شد که بیشترین وزن هزاردانه مربوط به رقم ۴۰۰ و بدون تنش شوری (تیمار ۴۰۰*۰/۷) با میزان ۳۲۳/۲ گرم و کمترین وزن هزار دانه مربوط به رقم ۲۶۰ با تنش شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر (تیمار ۲۶۰*۵) و با میزان ۲۶۵/۶ گرم بود (جدول ۵). همان‌طوری که نتایج نشان می‌دهد با افزایش سطح شوری وزن هزار دانه کاهش می‌یابد. با توجه به اینکه رقم ۷۰۴ دیررس بوده و مقدار آب‌شور بیشتری هم دریافت کرده است بنابراین تنش شوری بیشتر از رقم ۴۰۰ (رقم زودرس) روی آن تأثیر گذاشته و وزن هزار دانه رقم ۷۰۴ کمتر از رقم ۴۰۰ می‌باشد. با توجه به نتایج حساس‌ترین رقم به شوری رقم ۲۶۰ بوده است که کمترین عملکرد مربوط به آن است.

با توجه به اینکه گیاهان بخش عمده‌ای از دوره رشد خود را در معرض شوری گذرانده‌اند، احتمالاً میزان یون‌های سمی سدیم و کلر در برگ‌ها با افزایش شوری افزایش یافته و سبب کاهش عملکرد در گیاه گردیده است، با افزایش شوری از ۰/۷ به ۵ دسی‌زیمنس بر متر وزن هزار دانه هیبریدهای ۷۰۴، ۴۰۰ و ۲۶۰ به ترتیب ۱۱، ۱۰ و ۱۱ درصد کاهش یافت. با افزایش شوری از ۴ دسی‌زیمنس بر متر به ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر وزن هزار دانه ۶۴٪ کاهش نشان داد (Shamsoddin and Farahbakhsh, 2009). کاهش وزن هزار دانه ممکن است به یکی از دو دلیل کاهش میزان مواد فتوسنتزی وارد شده به بلال به دلیل اختصاص بخشی از مواد فتوسنتزی تولیدی شده برای تنظیم اسمزی مورد نیاز و یا کاهش طول دوره پر شدن دانه‌ها باشد. Raghar and pal (1994) در آزمایش مزرعه‌ای روی پنج رقم ذرت با مقادیر مختلف شوری گزارش کردند که طول بلال، وزن هزار دانه، عملکرد ماده خشک و عملکرد دانه کاهش می‌یابد.

بهره‌وری آب

نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد شوری در سطح احتمال ۱٪ بر بهره‌وری آب بر اساس علوفه خشک و دانه تأثیر گذاشت (جدول ۲). با توجه به نتایج، شوری باعث کاهش بهره‌وری آب بر اساس علوفه خشک و دانه شده است؛ به صورتی که با افزایش شوری آب آبیاری از ۰/۷ (شاهد) به پنج دسی‌زیمنس بر متر، بهره‌وری آب بر اساس علوفه خشک و دانه به ترتیب ۲۳ و ۱۹ درصدکاهش می‌یابد (جدول ۴). همچنین در بین ارقام مورد آزمایش نیز اختلاف معنی‌دار وجود دارد و به ترتیب رقم ۷۰۴ و ۴۰۰ بیشترین بهره‌وری آب بر اساس علوفه خشک و دانه را دارند و نسبت به رقم ۲۶۰، ۲۰ و ۸ درصد بیشتر می‌باشد (جدول ۳).

اثر متقابل تیمارهای مختلف برای شاخص بهره‌وری آب بر اساس علوفه خشک و دانه در سطح ۵٪ معنی‌دار نشد. اما مقایسهٔ میانگین‌ها به روش آزمون دانکن برای بهره‌وری آب صورت گرفت (جدول ۵). در همه سطوح شوری، به ترتیب رقم ۷۰۴ و ۴۰۰ بیشترین مقدار شاخص بهره‌وری آب آبیاری بر اساس علوفه خشک و دانه را داشتند. با افزایش شوری از ۰/۷ به سه و پنج دسی‌زیمنس بر متر، درصد کاهش شاخص بهره‌وری آب آبیاری بر اساس علوفه خشک در سه رقم ۷۰۴، ۴۰۰ و ۲۶۰ به ترتیب برابر بود با (۷/۵۷، ۱۸/۲۱ و ۱۱/۲۸)، (۲۲/۷۱، ۲۷/۸۵ و ۲۰/۲۳) درصد (جدول ۵). در بین تیمارهای آزمایشی، تیمار ۷۰۴*۰/۷

www.SID.ir

Archive of SID

(رقم ۷۰۴ بدون تنش شوری)، با میانگین مقدار ۳/۱۷ کیلوگرم بر مترمکعب، بیشترین مقدار و تیمار ۴۰۰*۵ (رقم ۴۰۰ با تنش شوری آب آبیاری ۵ دسی‌زیمنس بر متر) با میانگین مقدار ۲/۰۲ کیلوگرم بر مترمکعب، کمترین مقدار میانگین بهره‌وری آب بر اساس علوفه خشک را به خود اختصاص دادند، همچنین تیمار ۴۰۰*۰/۷، با میانگین ۲/۰۳ کیلوگرم بر متر مکعب، بیشترین مقدار میانگین بهره‌وری آب بر اساس دانه را داشت، اما با تیمار ۷۰۴*۰/۷ (با میانگین مقدار ۲/۰۱ کیلوگرم بر مترمکعب) اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۵). کاهش بهره‌وری آب در ذرت با افزایش شوری آب آبیاری در تحقیقات (Emdad and Fardad, 2000؛ Nasrollahi *et al*., 2015؛ Feng *et al*., 2017؛ babaee *et al*., 2017) نیز گزارش شده است.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که افزایش شوری آب آبیاری موجب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد ذرت (شاخص سطح برگ، ارتفاع، وزن تر و خشک، عملکرد دانه، وزن هزار دانه) و همچنین بهره‌وری آب بر اساس علوفه خشک و دانه می‌شود. همچنین در مقایسه سه هیبرید ذرت، هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ نسبت به هیبرید ۴۰۰ و ۲۶۰ مقاوم‌تر است.

REFERENCES

Amer, K.H. (2010). Corn crop response under managing different irrigation and salinity levels. *Agricultural water management*, 97(10), pp.1553-1563.

Baath, G.S., shukla, M.K., bosland, P.W., steiner, R.L. and walker, S.J. (2017). Irrigation water salinity influences at various growth stages of capsicum annuum. *Agricultural water management*, 179, pp.246-253.

Babaee, M. A., biglouei, M. H. and pirmoradian, N. (2017). Combined effects of water stress and salinity stress on yield quantity and quality of grain maize varieties ksc-260. *Journal of irrigation science and engineering*, 40(3), 49-61. (In Farsi).

Burt, C.M. and isbell, B. (2005). Leaching of accumulated soil salinity under drip irrigation. *Transactions of the asae*, 48(6), pp.2115-2121.

Cavalieri, A. J., & smith, O. S. (1985). Grain filling and field drying of a set of maize hybrids released from 1930 to 1982 *Crop science*, 25(5), 856-860.

Chen, M., kang, Y., wan, S. and liu, S.P. (2009). Drip irrigation with saline water for oleic sunflower (helianthus annuus l.). *Agricultural water management*, 96(12), pp.1766-1772.

Cicek, N., & cakirlar, H. (2002). The effect of salinity on some physiological parameters in two maize cultivars. *Bulg. J. Plant physiol*, 28(1-2), 66-74.

Dehghan, E. and naderi, A. (2007). Evaluation of salt tolerance in three varieties of corn, *jwss*. 11 (41), 275-284

Emdad, M. R. and fardad, H. (2000). Effect of salt and water stress on corn yield production, *iranian journal agric. Sci*. 31(3). 641-654. (In Farsi).

Feizi, M., hajabbasi, M. A. and mostafazadeh-fard, B. (2010). Saline irrigation water management strategies for better yield of safflower ('carthamus tinctorius' l.) In an arid region. *Australian journal of crop science*, 4(6), 408.

Feng, G., zhang, Z., wan, C., lu, P. and bakour, A. (2017). Effects of saline water irrigation on soil salinity and yield of summer maize (zea mays l.) In subsurface drainage system. *Agricultural water management*, 193, pp.205-213.

Grattan, s.r. and grieve, c.m. (1999). Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments. *Handbook of plant and crop stress*, 2, pp. 203-229.

Hoffman, G.J., maas, E.V., prichard, T.L. and meyer, J.L. (1983). Salt tolerance of corn in the sacramento-san joaquin delta of california. *Irrigation science*, 4(1), pp.31-44.

Kamkar, B., kafi, M. and nassiri-mahallati, M. (2004). Determination of the most sensitive developmental period of wheat (triticum aestivum) to salt stress to optimize saline water utilization. *In 4th international crop science congress* (pp. 1-6).

Kang, Y., chen, M. and wan, S. (2010). Effects of drip irrigation with saline water on waxy maize (zea mays l. Var. Ceratina kulesh) in north china plain. *Agricultural water management*, 97(9), pp.1303-1309.

Karimi afshar, A. Baghizadeh, A. and mohammadi nejad, GH. (2015). Physiological assessment of drought tolerance of two ecotypes of cumin (cuminum cyminum l.) Under greenhouse conditions. *Journal of science and technology of greenhouse culture*, 6(3), 175-185. (In Farsi).

Lacerda, C.F.D., cambraia, J., oliva, M.A., ruiz, H.A. and prisco, J.T. (2003). Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. *Environmental and experimental botany*, 49:107-120

Li, X., kang, Y., wan, S., Chen, X. and xu, J. (2015). Effect of drip-irrigation with saline water on Chinese rose (rosa chinensis) during reclamation of very heavy coastal saline soil in a field trial. *Scientia horticulturae*, 186, pp.163-171.

Mass, E.V. (1986). Crop tolerance to saline soil and water. *Proe. Us pak biosaline res. Workshop, Karachi, Pakistan*, pp: 205-219.

Moameni, A., Siadat, H. and Malakouti, M.J. (1990). The extent distribution and management of salt affected soils of Iran. Fao global network on integrated soil management for sustainable use of salt affected soils, Izmir Turkey.

Molavi, H., mohammadi, M. and liaghat, A. (2011).

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of saline water management on yield and yield components of corn and soil salinity profile. *Journal of irrigation science and engineering*. 35(3), 11-18. (In Farsi)

Monjshirini, M., mostafazade-fard, B., salari, A. and landi, E. (2016). Effect of irrigation water salinity on yield and yield components corn under t-tape irrigation system. *Iranian journal of irrigation and drainage*. 10(1), 83-93. (In Farsi).

Mostafazadeh-fard, B., mansouri, H., mousavi, S. F. and feizi, M. (2009). Effects 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), pp.32-38.

Munns, R., 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, cell & environment*, 25(2), pp.239-250.

Nasrollahi, A., bromandnasab, S., hoshmand, A.R. and mesgarbashi, M. (2015). Effect of different management strategies in use of saline water on maize yield and water productivity in drip irrigation method. *Journal of water and soil science*. 25(2), 51-63. (In Farsi).

Nematpour, A., kazemeini, S.A.R. and edalat, M. (2016). Effect of salinity on some growth and physiological characteristics of two cultivars of sweet corn (zea mays var. Saccharata). *Journal of plant production technology*, 7(2), 153-165. (In Farsi).

Raghar, C.S., and pal, B. (1994). Effect of saline water on growth, yield and contributory characters of various corn cultivars. *Agriculture research*, 15: 351-356.

Rameshwaran, P., tepe, A., yazar, A. and ragab, R. (2016). Effects of drip-irrigation regimes with saline water on pepper productivity and soil salinity under greenhouse conditions. *Scientia horticulturae*, 199, pp.114-123.

Salami, F. and shekari, F. (2012). The effects of methyl jasmonate and salinity on some morphological characters and flower yield of german chamomile (matricaria chamomilia l.). *Iranian journal of plant biology*, 4(11), 27-38. (In Farsi).

Shamsoddin saeed, M. and farahbakhsh, H. (2009). The effect of salinity on yield and some agronomical and physiological traits of two maize (zea mays l.) Cultivars in Kerman. *Journal of plant productions*. 32(1), 13-25. (In Farsi).Url: http://jstnar.iut.ac.ir/article-1-744-fa.html (In Farsi).

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, pp.210-220.

Xu, C. nnd mou, B. (2016). Responses of spinach to salinity and nutrient deficiency in growth, physiology, and nutritional value. *Journal of American society horticulture science*, 141(1), 12–21.

www.SID.ir