Archive of SID

تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد دوازدهم، شماره سوم، پائیز ۱۳۹۸
۸۸۹-۹۰۵
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2019.1448.1321

مقاله پژوهشی

بررسی برهمکنش تنش‌های شوری، خشکی و کود نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک ذرت (*Zea mays* L.)

نسرین حیدری[1*]، یاسر علیزاده[2]، حمزه علی علیزاده[3]
۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام
۲. دکتری تخصصی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام
۳. دکتری تخصصی علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۱/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۲/۲۹

چکیده

به‌منظور بررسی برهمکنش شوری، خشکی و نیتروژن بر روی برخی صفات فیزیولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت (هیبرید متوسطرس ۶۰۴) آزمایشی به‌صورت کرت‌های دو بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام در بهار و تابستان ۱۳۹۶ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح شوری (صفر، ۲، ۴ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر) از منبع سنگ نمک سدیم به‌عنوان عامل اصلی، سه سطح آبیاری (۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه) به‌عنوان عامل فرعی و سه سطح کود نیتروژن از منبع اوره (صفر، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) به‌عنوان عامل فرعی فرعی در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که اثر متقابل شوری، آبیاری و نیتروژن بر صفات تعداد دانه در بلال، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، عملکرد دانه، عملکرد زیستی و شاخص برداشت معنی‌دار شد. این صفات در بالاترین سطوح تنش اعمال‌شده نسبت به شرایط بدون تنش و کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، به ترتیب برابر ۵۹، ۴۰،۶، ۴۰، ۶۹، ۶۵ و ۴۶ درصد کاهش نشان دادند. بیشترین میزان نشت یونی (۴۵ درصد) در بالاترین میزان شوری، حداقل آبیاری و بدون مصرف نیتروژن مشاهده شد. محتوای نسبی آب برگ، کلروفیل a، b، کل و کارتنوئید نیز تحت اثرات دوگانه شوری و خشکی، در بالاترین میزان تنش اعمال‌شده به نسبت شرایط بدون تنش، به ترتیب برابر ۱۸، ۴۶، ۳۲، ۴۰ و ۴۴ درصد کاهش یافتند. نتایج نشان داد کاربرد ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در سطوح مختلف تنش، موجب کاهش اثرات تنش‌ها شد و افزایش عملکرد را در پی داشت. همچنین مشاهده شد، تمامی صفات موردبررسی در بالاترین میزان تنش‌ها، پاسخ تقریباً یکسانی به تیمار کودی ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن داشتند؛ بنابراین به نظر می‌رسد که به جهت افزایش مقاومت گیاه ذرت و رسیدن به حداکثر عملکرد در شرایط تنش، کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن نسبت به مقادیر بیشتر آن ازلحاظ زیست‌محیطی و اقتصادی مناسب‌تر باشد.

***واژه‌های کلیدی*: عملکرد دانه، کلروفیل، کود نیتروژن، نشت یونی**

مقدمه

ذرت یکی از محصولات غله‌ای مهم جهان است. پتانسیل تولید بالای ذرت و اهمیت آن در تغذیه دام و طیور و همچنین تنوع فرآورده‌های حاصل از آن، سبب گردید ذرت موردتوجه بسیاری از کشورهای جهان قرار گیرد (Kafi Ghasemi and Esfahani, 2005). در ایران به دلیل رشد صنعت طیور و دام‌پروری، ذرت به‌عنوان مهم‌ترین منبع تأمین پروتئین و انرژی در تغذیه دام و طیور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار شده است (Dehghanpour, 2013). حدود ۷۰۰ هزار هکتار از اراضی ایران به کشت ذرت اختصاص دارد که تولید ۲/۸ درصد از کل غلات را شامل می‌شود (Ebrahimi and Hasanpour Darvishi, 2015). بر اساس آمار فائو اخیراً در ایران، سطح زیر کشت ذرت به نسبت سال‌های گذشته کاهش یافته است

* نگارنده پاسخگو: نسرین حیدری. پست الکترونیک: heidari2770@gmail.com
www.SID.ir

Archive of SID

(FAO, 2016). این کاهش تولید را به علت محدودیت در منابع آبی، کاهش نزولات آسمانی و افزایش درجه حرارت عنوان کرده‌اند (Ehsani and Khaledi, 2003).

تنش‌های محیطی به‌عنوان مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولیدات کشاورزی در دنیا مطرح می‌باشند. حدود دوسوم زمین‌های کشاورزی ایران در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار دارند و با تنش خشکی مواجه هستند (Mojdam and Modhej, 2012). کشورهای خشک ازجمله ایران در بیشتر مناطق به دلیل محدودیت کمی و کیفی منابع آب‌وخاک و حاصلخیزی پایین خاک‌ها، خواسته یا ناخواسته با کاهش قابل‌توجه عملکرد محصولات کشاورزی مواجه هستند (Taghizadeh and Saed Sharify, 2011). تنش خشکی بر رشد و نمو اندامک‌های زایشی تأثیر منفی داشته و موجب کاهش عملکرد اقتصادی و بیولوژیک در گیاه می‌شود (Rafiee et al., 2004). در مطالعه‌ای با بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن بر روی ذرت تحت تنش خشکی بیان داشتند، کاهش تعداد دانه در ردیف در مرحله ۱۲ برگی به دلیل اختلال در تشکیل تعداد بالقوه دانه در ردیف و بلال بوده است (Mojdam and Modhej, 2012). تنش خشکی در مزرعه باعث بسته شدن زودتر روزنه‌ها و کاهش توانایی گیاه در جذب مواد می‌شود (Sepehri et al., 2013).

شوری نیز از مهم‌ترین تنش‌های محیطی سطح جهان و ایران است که در شرایط خشک تشدید می‌شود. پژوهش‌ها نشان داده که شوری از جذب بسیاری از عناصر در گیاهان می‌کاهد (Saedabadi, 2010). نیتروژن نخستین عنصر غذایی است که کمبود آن در مناطق شور مطرح بوده و از عناصر بسیار ضروری گیاه است (Saadat et al., 2014). کمبود این عنصر در مناطق خشک و نیمه‌خشک به دلیل کمبود میزان مواد آلی که عمده‌ترین منبع ذخیره نیتروژن بوده، شایع است. کمبود این عنصر باعث اختلال در رشد و نمو گیاه می‌شود. نتایج تحقیقات بر روی اثر هم‌زمان تنش‌های شوری و کمبود نیتروژن خاک در گیاه کلزا نشان داد که سطوح نیتروژن مصرفی تعیین‌کننده مقدار واقعی آستانه شوری در گیاه است. به این صورت که در شرایط حضور نیتروژن میزان مطلوب آستانه شوری ۰/۳ دسی زیمنس بر متر بوده و در شرایط محدودیت نیتروژن این آستانه تا ۷ دسی زیمنس بر متر افزایش یافت (Akhtari et al., 2014).

شرایط محیطی نامساعد در دوره گل‌دهی می‌تواند باعث کاهش تعداد دانه‌های قادر به رویش در هر بلال شود (Bänziger et al., 2000). در پژوهشی با بررسی گیاه ذرت تحت تنش خشکی بیان شد، رشد و نمو سلول‌های گیاه تحت تأثیر خشکی قرارگرفته و عملکرد زیستی کاهش می‌یابد (Ghobadi et al., 2013). فرآیند انتقال مواد فتوسنتزی از برگ‌ها به دانه تحت تأثیر شوری نیز کاهش می‌یابد و ممکن است تقاضای مقصد را کاهش داده و به سبب آن میزان تولید ماده خشک و عملکرد دانه کاهش یابد (Poustini and Siosemardeh, 2004). تنش‌های محیطی بر بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه نیز تأثیر می‌گذارند (Efeoglu et al., 2009). در میان صفات فیزیولوژیک پایداری غشاء و وضعیت آب برگ از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند (Masomi et al., 2012). تنش‌های محیطی با ایجاد تغییراتی در غشاء سلولی گیاهان موجب افزایش نفوذپذیری غشاء و به سبب آن کاهش پایداری غشاء می‌شود (Cachorro et al., 1995; Askari et al., 2012). در مطالعه‌ای بر روی ذرت تحت تنش خشکی، ۹۸ درصد افزایش در میزان نشت یونی بافت‌های گیاه مشاهده شد. همچنین در این مطالعه میزان محتوای نسبی آب برگ ۲۶ درصد کاهش نشان داد (Rezaeie and Eivazi, 2013). در بررسی‌های انجام‌شده روی گیاه ذرت و گندم، در شرایط تنش شوری و خشکی کاهش محتوای نسبی آب برگ و افزایش میزان نشت یونی گزارش شده است (Mandhania, 2006; Askari et al., 2012). میزان کلروفیل به‌عنوان معیار سنجش و اندازه‌گیری تأثیر تنش‌های محیطی بر گیاهان مطرح شده است (Shamsi, 2010). در پژوهش‌های صورت گرفته روی گیاه ذرت تحت تنش، کاهش محتوای کلروفیل مشاهده شد (Efeoglu et al., 2009; Tabatabaei et al., 2012).

با توجه به موقعیت جغرافیایی کشور، کمبود مواد آلی و تغییرات اقلیمی، بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر گیاه ذرت تحت شرایط تنش‌های محیطی ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام اجرا گردید. طول و عرض جغرافیایی منطقه به ترتیب ۴۶ درجه و ۲۸ دقیقه و ۳۳ درجه و ۳۷ دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ۱۱۷۴ متر است. آب‌وهوای منطقه نیمه مرطوب با تابستان گرم و زمستان نسبتاً سرد بوده و متوسط بارندگی سالانه آن ۶۰۰ میلی‌متر است. عمده بارش‌ها در دو فصل پاییز و زمستان صورت می‌گیرد. متوسط

www.SID.ir

Archive of SID

درجه حرارت منطقه ۱۶/۷ درجه سلسیوس است. آزمایش به‌صورت کرت‌های دو بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل شوری در چهار سطح (S_1=۰، S_2=۲، S_3=۴ و S_4=۶ دسی زیمنس بر متر) به‌عنوان عامل اصلی، آبیاری در سه سطح (I_1=۱۰۰، I_2=۸۰ و I_3=۶۰ درصد نیاز آبی گیاه) عامل فرعی و کود نیتروژن از منبع اوره در سه سطح (N_1=۰، N_2=۱۰۰ و N_3=۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) عامل فرعی فرعی در نظر گرفته شد. زمین محل اجرای آزمایش در اوایل فروردین‌ماه شخم‌خورده و در اواسط اردیبهشت‌ماه عملیات آماده‌سازی تکمیلی، شامل دیسک، تسطیح و کرت بندی انجام شد. در تاریخ ۲۳ اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۶، در کرت‌هایی به ابعاد ۲×۳ متر کاشت بذرها بافاصله خطوط ۷۵ سانتی‌متری انجام گرفت. در هر کرت چهار خط کشت ایجاد شد. کشت به‌صورت کپه‌ای (سه بذر در هر کپه) بافاصله ۲۰ سانتی‌متر از هم‌روی خطوط کشت صورت گرفت. پس از استقرار کامل گیاهچه بوته‌های اضافی حذف شدند و مزرعه به تراکم ۶/۶ بوته در مترمربع رسید. با توجه به نتایج آزمون خاک (جدول ۱) میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر از منبع فسفات آمونیوم استفاده شد. همچنین با توجه به تیمار نیتروژن در دو نوبت، ۵۰ درصد زمان کشت و ۵۰ درصد باقی‌مانده در پنج تا شش برگی شدن بوته به‌صورت نواری اضافه شد. آبیاری کرت‌ها با استفاده از نوارهای آبیاری صورت گرفت. در ابتدای هر یک از کرت‌های اصلی یک مخزن فلزی ۲۰۰ لیتری با یک متر ارتفاع از سطح مزرعه قرار گرفت (با توجه به نیاز آبی ذرت و نوع تیمار، مخزن‌ها در هر مرتبه آبیاری چند بار پر شدند). میزان آب ورودی به هر کرت با استفاده از مخزن‌های مدرج برحسب لیتر اندازه‌گیری شد. میزان نمک موردنیاز برای تهیه محلول با هدایت الکتریکی مختلف با استفاده از رابطه (۱) محاسبه‌شده که قبل از انجام هر آبیاری در آب مخزن‌ها حل شد (Askari et al., 2012).

$$\text{نمک مورد نیاز (g/lit)} = \frac{Ec \times 640}{1000} \qquad [۱]$$

تا زمان استقرار کامل گیاهچه‌ها تمامی کرت‌ها به میزان برابری آب دریافت کردند. در مرحله پنج-شش برگی تیمارها اعمال شدند. قبل و بعد از هر آبیاری نمونه خاک‌هایی از عمق ۲۰ سانتی‌متری از هر کرت برداشت‌شده و میزان رطوبت وزنی محاسبه گردید. حجم آب آبیاری بر اساس درصد نیاز آبی گیاه به روش ظرفیت مزرعه از رابطه (۲) محاسبه شد (Benami and Ofen, 1984).

$$V = \frac{(Fc - \theta m) \times pb \times Droot \times A}{Ei} \qquad [۲]$$

در این رابطه V: حجم آب آبیاری (m^3)، Fc: درصد رطوبت وزنی در حد ظرفیت مزرعه، θ_m: درصد رطوبت وزنی قبل از آبیاری، Pb: وزن مخصوص ظاهری خاک (g/cm^3)، D_{root}: عمق توسعه ریشه (m)، A: مساحت آبیاری شده (m^2) و E_i: راندمان آبیاری (درصد) است.

در گیاهان مرحله گلدهی حساس‌ترین مرحله نسبت به تنش‌های محیطی است (Bänziger et al., 2000). به همین علت نمونه‌برداری برای اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیک در زمان گلدهی انجام گرفت. جهت انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه از ظرف حاوی یخ استفاده شد. میزان محتوای نسبی آب برگ با استفاده از روش سانچز (Sanchez, 1998) و با استفاده از فرمول لویت (Levitt, 1980) به شرح زیر (رابطه ۳) اندازه‌گیری شد.

$$RWC(\%) = \frac{Wf - Wd}{Wt - Wd} \times 100 \qquad [۳]$$

که در آن Wf: وزن تر بافت گیاه (وزن نمونه برگی تازه برداشت‌شده)، Wt: وزن آماس یافته گیاه (وزن همان نمونه برگ پس از قرار گرفتن در آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت) و Wd: وزن خشک بافت گیاه (وزن نمونه پس از خشک شدن در دمای ۷۰ درجه آون) است.

برای اندازه‌گیری میزان نشت یونی از روش توماس و همکاران (Thomas et al., 1992) استفاده شد. با استفاده از رابطه زیر میزان نشت یونی سلول‌های گیاه محاسبه شد.

$$EL = \frac{Ec1}{Ec2} \times 100 \qquad [۴]$$

در این رابطه Ec1 = میزان هدایت الکتریکی پس از قرار دادن نمونه برگی به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر دیونیزه و Ec2 = قرائت دوم هدایت الکتریکی پس از قرارگیری نمونه‌ها در دمای ۲۰- درجه.

به جهت اندازه‌گیری غلظت کلروفیل‌ها و کارتنوئید نمونه‌گیری از برگ انتهایی بوته‌ها انجام گرفت. اندازه‌گیری به روش (Lichtenthaler and Wellburn, 1983) توسط دستگاه اسپکتروفتومتری (APEL-PD-D303U180) در طول‌موج‌های ۴۸۰، ۵۱۰، ۶۴۵ و ۶۶۳ با استفاده از روابط ذیل محاسبه شد.

www.SID.ir

Archive of SID

$$\text{Chl a}\left(\text{mg. g}^{-1}\text{f.w}\right) = 12.7(A663) - 2.69(A645) \times \frac{V}{1000} \times W \quad [۵]$$

$$\text{Chl b}\left(\text{mg. g}^{-1}\text{f.w}\right) = 22.9(A645) - 4.68(A663) \times \frac{V}{1000} \times W \quad [۶]$$

$$\text{Chl a.b}\left(\text{mg. g}^{-1}\text{f.w}\right) = 20.2(A645) + 8.02(A663) \times \frac{V}{1000} \times W \quad [۷]$$

$$\text{Cکارتنوئید}\left(\text{mg. g}^{-1}\text{f.w}\right) = 7.6(A480) - 1.49(A510) \times \frac{V}{1000} \times W \quad [۸]$$

به‌منظور تعیین عملکرد و اجزای آن برداشت دستی بلال‌ها از دو ردیف میانی هر کرت در زمان بلوغ فیزیولوژیک و پیدا شدن لایه سیاه در محل اتصال دانه به چوب‌بلال، پس از حذف دو خط کناری و ده بوته از ابتدا و انتهای هر کرت انجام گرفت. همچنین به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد نهایی، در هر تیمار دانه‌های هر بلال جداسازی و پس از رسیدن رطوبت دانه به ۱۴ درصد، توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ توزین شده و عملکرد دانه محاسبه شد.

برای تعیین عملکرد زیستی نیز در زمان رسیدگی فیزیولوژیک با حذف حاشیه سه بوته از هر کرت برداشت‌شده و به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه درون آون قرار گرفتند پس از خشک شدن نمونه‌ها وزن آن‌ها توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری شد.

شاخص برداشت از طریق رابطه (۹) محاسبه شد.

$$HI = \frac{GY}{BY} \times 100 \quad [۹]$$

در این رابطه GY= عملکرد دانه، BY= عملکرد زیستی و HI= شاخص برداشت است (Shamsaldin Saeid and Farahbakhsh, 2008).

تجزیه آماری داده‌های حاصل از آزمایش توسط نرم‌افزار SAS (V.9) و آزمون مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد انجام گرفت. نمودار با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم گردید.

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. Physical-chemical properties of soil of experimental site

بافت خاک Soil texture	اسیدیته خاک pH	هدایت الکتریکی Ec (ds/m)	کربن آلی O.C %	نیتروژن کل Total nitrogen %	پتاسیم Available k (ppm)	فسفر Available P (ppm)
لومی رسی شنی Sandy clay loam	7.25	2.56	1.1	0.1	593	10

نتایج و بحث

صفات عملکرد و اجزای عملکرد

نتایج تجزیه واریانس نشان داد، صفات موردبررسی تحت اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه تیمارها قرار گرفتند (جدول ۲). از صفات موردبررسی طول بلال و وزن صد دانه تحت اثر متقابل شوری × نیتروژن و شوری × آبیاری × نیتروژن قرار نگرفتند.

برهمکنش تیمارهای شوری و آبیاری

بیشترین میزان عملکرد زیستی (۱۵۶۸۴/۴ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد دانه (۵۱۴۵/۸ کیلوگرم در هکتار)، طول بلال (۲۹/۲۶ سانتی‌متر)، تعداد دانه در ردیف (۱۷/۶۷ دانه)، تعداد دانه در بلال (۲۵۴/۶۴ دانه) و وزن صد دانه (۲۰/۲۴ گرم) در تیمار بدون شوری و ۱۰۰ درصد آبیاری حاصل شد (جدول ۳). افزایش شوری و کاهش حجم آبیاری باعث کاهش در میزان تمامی صفات عملکرد و اجزای عملکرد گردید. مهم‌ترین عامل رشد گیاهان و تولید عملکرد، قابلیت دسترسی ریشه به آب کافی بیان‌شده است.

حضور بیش‌ازاندازه نمک در محلول آب‌وخاک موجب می‌شود گیاه در جذب آب کافی از محلول خاک با مشکل روبرو شده و عملکرد کاهش یابد (Heidari Sharif abad, 2001). در مطالعه‌ای با بررسی تنش آب و شوری بر روی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای کاهش معنی‌داری در صفات عملکرد دانه، عملکرد زیستی، شاخص برداشت، تعداد دانه در بلال و وزن صد دانه مشاهده شد، اما در این مطالعه برهمکنش تنش‌ها در هیچ‌یک از صفات موردپژوهش معنی‌دار نشد (Soltanimohammadi et al, 2011). کاهش تعداد دانه در

www.SID.ir

Archive of SID

ردیف در گیاه ذرت تحت تنش خشکی و شوری گزارش‌شده است (Mohammadi et al., 2012; Tabatabaei et al., 2012; Blanco et al., 2008; Shamsaldin Saeid and Farahbakhsh, 2009).

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات عملکرد و اجزای عملکرد ذرت تحت تنش شوری، خشکی و نیتروژن

Table 2. Analysis of variance for yield and yield components of maize under salinity, drought and nitrogen

(S.O.V)	منابع تغییرات	درجه آزادی df	وزن صد دانه 100 grain of weight	تعداد دانه در بلال Grain number/ ear	تعداد دانه در ردیف Grain number/ row	تعداد ردیف در بلال Row number/ ear
Replication	تکرار	2	10.04^{ns}	871.00^{ns}	3.62^{ns}	0.75^{ns}
Salinity (S)	شوری	3	9.48*	11102.5**	18.18*	11.29**
Error a	خطای a	6	2.33	304.80	2.31	1.08
Irrigation (I)	آبیاری	2	112.38**	97518.10**	136.41**	126.97**
S × I	شوری × آبیاری	6	0.94*	1278.30**	2.42*	1.65**
Error b	خطای b	11	1.89	549.30	3.57	0.42
Nitrogen	نیتروژن	2	6.93**	13058.90**	33.17**	7.31**
S × N	شوری × نیتروژن	6	0.34^{ns}	441.70**	0.57*	1.38*
I × N	آبیاری × نیتروژن	4	6.04*	2185.50**	2.94*	1.90**
S × I × N	شوری × آبیاری × نیتروژن	12	0.88^{ns}	239.70*	2.06*	1.05*
Error c	خطای c	48	0.93	114.40	1.26	0.47
C.V.%	ضریب تغییرات (٪)		*10.90*	*17.87*	*15.11*	*11.49*

Table 2. Continued

جدول ۲. ادامه

(S.O.V)	منابع تغییرات	درجه آزادی df	طول بلال Length of ear	عملکرد زیستی Biological yield	عملکرد دانه Seed yield	شاخص برداشت Harvest index
Replication	تکرار	2	16.78^{ns}	1263224**	10867*	439.22*
Salinity (S)	شوری	3	14.72*	626462**	59937**	2.11^{ns}
Error a	خطای a	6	1.88	473	14	1.91
Irrigation (I)	آبیاری	2	224.08**	2993926**	556364**	528.29**
S × I	شوری × آبیاری	6	6.00*	25143**	7162**	15.54**
Error b	خطای b	11	10.65	864	23	0.96
Nitrogen	نیتروژن	2	19.28**	1442829**	76537**	90.52**
S × N	شوری × نیتروژن	6	5.74^{ns}	17956**	1123**	8.08**
I × N	آبیاری × نیتروژن	4	9.72*	182837**	19396**	5.00**
S × I × N	شوری × آبیاری × نیتروژن	12	3.11^{ns}	11587**	593**	7.98**
Error c	خطای c	48	3.40	558	24	1.11
C.V.%	ضریب تغییرات (٪)		*11.49*	*12.00*	*25.90*	*16.16*

*و ns به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد و بدون اختلاف معنی‌دار

ns, ** and *: non-significant, significant at the 1 and 5 percent probability levels respectively

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. برهمکنش شوری و آبیاری بر صفات طول بلال، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در بلال، وزن صد دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت

Table 3. Combined effect of salinity and irrigation on traits length of ear, number of row per ear, number of grain per row, number of grain per ear, 100 grain of weight, Biological yield, Seed yield and Harvest index

شوری Salinity	آبیاری Irrigation	طول بلال Length of ear (cm)	تعداد ردیف در بلال Row number/ ear	تعداد دانه در ردیف Grain number/ row	تعداد دانه در بلال Grain number/ ear
S_1§	I_1§	29.3^{a}	14.3^{ab}	17. 7^{a}	254.6^{a}
	I_2	27.4^{a-d}	13.3^{bcd}	16.5^{abc}	219.1^{b}
	I_3	23.6^{fg}	10.3^{fg}	13.1^{ef}	134.7^{e}
S_2	I_1	29.0^{ab}	14.5a	17.5^{ab}	253.8^{a}
	I_2	27.2^{a-e}	13.2^{bcd}	16.3^{abc}	215.4^{b}
	I_3	24.4^{d-g}	9.9^{g}	13.8^{def}	136.6^{e}
S_3	I_1	28.3^{abc}	13.6^{abc}	16.5^{abc}	224.7^{b}
	I_2	26.1^{b-f}	12.4^{de}	15.5^{bcd}	192.5^{c}
	I_3	21.9^{g}	10.4^{fg}	12.2^{f}	125.8^{e}
S_4	I_1	27.4^{a-d}	12.6^{cd}	15.5^{cd}	195.5^{c}
	I_2	25.3^{c-f}	11.4^{ef}	14.2^{de}	162.5^{d}
	I_3	24.3^{efg}	9.6^{g}	12. 8^{ef}	122.2^{e}

جدول ۳. ادامه

Table 3. Continued

شوری Salinity	آبیاری Irrigation	وزن صد دانه 100 grain of weight (gr)	عملکرد زیستی Biological yield (kg/ha)	عملکرد دانه Seed yield (kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index %
S_1§	I_1	20.2^{a}	15684.4^{a}	5145.8^{a}	32.8^{ab}
	I_2	18.8^{abc}	13591.3^{c}	4140.0^{d}	30.5^{c}
	I_3	16.5^{def}	9213.3^{gh}	2226.7^{i}	24.2^{d}
S_2	I_1	19. 9^{ab}	15302.2^{b}	5065.6^{b}	33.1^{a}
	I_2	17.9^{cd}	12826.7^{d}	3856.7^{e}	30.1^{c}
	I_3	16.0^{ef}	9543.3^{g}	2206.7^{i}	23.1^{e}
S_3	I_1	19.0^{abc}	13746.7^{c}	4290.0^{c}	31.2^{bc}
	I_2	18.5^{bc}	11276.7^{f}	3573.3^{g}	31.7^{abc}
	I_3	16.2^{ef}	7963.3^{i}	2034.4^{j}	25.5^{d}
S_4	I_1	18.7^{abc}	12280.0^{e}	3690.0^{f}	30.0^{c}
	I_2	17.4^{cde}	9085.6^{h}	2823.3^{h}	31.1^{bc}
	I_3	15.1^{f}	7270.0^{j}	1864.4^{k}	25.6^{d}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

§ S_1 = صفر، S_2 = ۲، S_3 = ۴ و S_4 = ۶ دسی زیمنس بر متر؛ I_1 = ۱۰۰، I_2 = ۸۰ و I_3 = ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه

In each column, averages with at least one common letter based on the LSD test are not significantly different at the 5 percent probability level

§ S_1=0, S_2=2, S_3=4 & S_4=6 ds/m; I_1=100, I_2=80 & I_3=60 percentage of water requirement of the plant

برهمکنش تیمارهای شوری و نیتروژن

با افزایش میزان شوری و کاهش نیتروژن مصرفی در صفات تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در بلال، عملکرد دانه و عملکرد زیستی، نسبت به شرایط بدون تنش و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به ترتیب برابر ۱۶/۲، ۲۳، ۳۵/۷، ۴۴/۱ و ۴۶ درصد کاهش مشاهده شد (جدول ۴). در تمامی سطوح شوری، کاربرد نیتروژن به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار تأثیر مثبت و افزایشی بر میانگین صفات مذکور داشته است.

در مطالعات مختلف، استفاده از نیتروژن به‌عنوان روشی در کاهش اثرات مضر شوری مطرح شده است (Akhtari et al., 2014; Saed Abadi, 2010). در مطالعه‌ای با بررسی

www.SID.ir

Archive of SID

گیاه جو تحت تنش شوری بیان شد، صفات عملکرد و اجزای عملکرد با کاربرد نیتروژن بهبود یافتند (Saed Abadi, 2010). صفت شاخص برداشت در شرایط عدم مصرف کود در سطوح مختلف شوری تفاوت معنی‌داری نداشته اما در هر سطح از شوری با افزایش کود مصرفی شاخص برداشت کاهش نشان داد. می‌توان بیان کرد که با مصرف نیتروژن افزایش عملکرد زیستی بیش از افزایش عملکرد دانه بوده و نهایتاً شاخص برداشت کاهش می‌یابد. یافته‌های حاصل از این پژوهش با مطالعات گذشته مطابقت دارد (Akhtari et al., 2014; SaedAbadi, 2010; Ravikovitch and Porath, 1967).

جدول ۴. برهمکنش شوری و نیتروژن بر صفات طول بلال، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در بلال، وزن صد دانه، عملکرد زیستی، عملکرد دانه و شاخص برداشت

Table 4. Interaction of salinity and nitrogen on traits length of ear, number of row per ear, number of grain per row, number of grain per ear, 100 grain of weight, Biological yield, Seed yield and Harvest index

شوری salinity	نیتروژن Nitrogen	طول بلال Length of ear (cm)	تعداد ردیف در بلال Row number/ ear	تعداد دانه در ردیف Grain number/ row	تعداد دانه در بلال Grain number/ ear
S_1§	N_1§	26.3^{a}	11.5^{b-e}	14.6^{bcd}	170.2^{de}
	N_2	26.9^{a}	13.1^{a}	16.2^{ab}	216.1^{a}
	N_3	26.9^{a}	13.2^{a}	16.4^{ab}	222.1^{a}
S_2	N_1	26.3^{a}	12.4^{a-d}	14.7^{a-d}	184.1^{cd}
	N_2	27.6^{a}	12.6^{abc}	16.6^{a}	212.4^{ab}
	N_3	26.6^{a}	$12.\ 7^{ab}$	16.2^{ab}	209.4^{ab}
S_3	N_1	25.3^{a}	11.5^{cde}	13.9^{cd}	161.8^{ef}
	N_2	25.7^{a}	12.1^{a-e}	15.1^{abc}	185.6^{cd}
	N_3	25.2^{a}	12.6^{ab}	15.2^{abc}	195.6^{bc}
S_4	N_1	23.5^{a}	11.1^{e}	12.8^{d}	142.7^{f}
	N_2	26.9^{a}	11.1^{e}	14.6^{bcd}	163.8^{e}
	N_3	26.5^{a}	11.4^{de}	15.0^{abc}	173.6^{de}

جدول ۴. ادامه

Table 4. Continued

شوری Salinity	نیتروژن Nitrogen	وزن صد دانه 100 grain of weight (gr)	عملکرد زیستی Biological yield (kg/ha)	عملکرد دانه Seed yield (kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index%
S_1§	N_1§	18.3^{a}	10183.3^{e}	3159.1^{f}	31.02^{ab}
	N_2	18.5^{a}	13564.7^{b}	4086.7^{b}	30.13^{bcd}
	N_3	18.8^{a}	14741.1^{a}	4266.7^{a}	28.94^{d}
S_2	N_1	17.2^{a}	10130.0^{e}	3173.3^{f}	31.33^{a}
	N_2	18.3^{a}	12743.3^{c}	3956.7^{c}	31.05^{abc}
	N_3	18.4^{a}	14798.9^{a}	3998.9^{c}	27.02^{e}
S_3	N_1	17.4^{a}	9133.3^{g}	2834.4^{g}	31.03^{a}
	N_2	18.1^{a}	11343.3^{d}	3423.3^{f}	30.18^{a-d}
	N_3	18.2^{a}	12510.0^{c}	3640.0^{d}	29.1^{cd}
S_4	N_1	16.6^{a}	7861.1^{h}	2382.2^{h}	30.3^{abc}
	N_2	17.3^{a}	9688.9^{f}	2862.2^{g}	29.54^{a-d}
	N_3	17.4^{a}	11085.6^{d}	3133.3^{f}	28.26^{d}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

§ S_1 = صفر، S_2 = ۲، S_3 = ۴ و S_4 = ۶ دسی زیمنس بر متر؛ N_1 = صفر، N_2= ۱۰۰ و N_3 = ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار.

In each column, averages with at least one common letter based on the LSD test are not significantly different at the 5 percent probability level

§ S_1=0, S_2=2, S_3=4 & S_4=6 ds/m; N_1=0, N_2=100 & N_3=150 kg/h.

www.SID.ir

Archive of SID

برهمکنش تیمارهای آبیاری و نیتروژن

با بررسی اثر متقابل آبیاری و نیتروژن، بالاترین میزان عملکرد دانه (۵۵۲۷ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد زیستی (۱۷۲۰۹/۲ کیلوگرم در هکتار)، طول بلال (۲۹/۵۳ سانتی‌متر)، تعداد ردیف در بلال (۱۴/۵۴ ردیف)، تعداد دانه در ردیف (۱۷/۷ دانه)، تعداد دانه در بلال (۲۵۸/۰۲ دانه) و وزن صد دانه (۲۰/۴۵ گرم) در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد (جدول ۵).

جدول ۵. برهمکنش آبیاری و نیتروژن بر صفات طول بلال، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در بلال، وزن صد دانه، عملکرد زیستی، عملکرد دانه و شاخص برداشت

Table 5. Interaction of irrigation and nitrogen on traits length of ear, number of row per ear, number of grain per row, number of grain per ear, 100 grain of weight, Biological yield, grain yield and Harvest index

آبیاری Irrigation	نیتروژن Nitrogen	طول بلال Length of ear (cm)	تعداد ردیف در بلال /Row number ear	تعداد دانه در ردیف /Grain number row	تعداد دانه در بلال Grain number /ear
I_1§	N_1§	26.8^{bc}	12.7^{b}	15.3^{bc}	196.9^{c}
	N_2	29.1^{ab}	13.9^{a}	17.3^{a}	241.6^{b}
	N_3	29.5^{a}	14.5^{a}	17.7^{a}	258.0^{a}
I_2	N_1	25.6^{cd}	12.1^{b}	14.1^{cd}	173.6^{d}
	N_2	27.4^{abc}	12.7^{b}	16.4^{ab}	209.7^{c}
	N_3	26.4^{c}	12.8^{b}	16.2^{ab}	208.7^{c}
I_3	N_1	23.7^{de}	9.9^{c}	12.5^{e}	123.5^{e}
	N_2	23.8^{de}	10.1^{c}	13.2^{de}	132.1^{e}
	N_3	23.0^{e}	10.1^{c}	13.2^{de}	133.8^{e}

جدول ۵. ادامه

Table 5. Continued

آبیاری Irrigation	نیتروژن Nitrogen	وزن صد دانه 100 grain of weight (gr)	عملکرد زیستی Biological yield (kg/ha)	عملکرد دانه Grain yield (kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index
I_1§	N_1§	18.4^{bc}	10740.7^{e}	3625.2^{d}	33.75^{a}
	N_2	19.5^{ab}	14810.2^{b}	4743.3^{b}	32.03^{b}
	N_3	20.4^{a}	17209.2^{a}	5275.0^{a}	30.65^{c}
I_2	N_1	17.4^{cd}	9591.8^{f}	3023.3^{e}	31.52^{b}
	N_2	18.4^{bc}	12109.2^{d}	3873.3^{c}	31.99^{b}
	N_3	18.6^{bc}	13384.2^{c}	3898.3^{c}	29.13^{c}
I_3	N_1	16.2^{de}	7648.3^{i}	2013.3^{g}	26.32^{d}
	N_2	16.1^{de}	8585.8^{h}	2130.0^{f}	24.81^{e}
	N_3	15.5^{e}	9258.3^{g}	2105.8^{f}	22.74^{f}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

§ I_1 = ۱۰۰، I_2 = ۸۰ و I_3 = ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه ؛ N_1 = صفر، N_2= ۱۰۰ و N_3 = ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار.

In each column, averages with at least one common letter based on the LSD test are not significantly different at the 5% probability level

§ I_1=100, I_2=80 & I_3=60 percentage of water requirement of the plant; N_1=0, N_2=100 & N_3=150 kg/h

با کاهش حجم آبیاری و نیتروژن مصرفی، در صفات موردبررسی کاهش مشاهده شد. کمترین میزان این صفات به‌جز طول بلال و وزن صد دانه (کمترین میانگین این صفات در تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد) در شرایط آبیاری ۶۰ درصد نیاز آبی و عدم مصرف نیتروژن حاصل شد.

تنش خشکی باعث اختلال در تشکیل بالقوه تعداد دانه در ردیف و بلال ذرت می‌شود. افزایش نیتروژن در شرایط تنش با بهبود تغذیه گیاه، منجر به کم شدن شدت رقابت و

www.SID.ir

Archive of SID

سقط گل‌ها شده و از این طریق منجر به افزایش تعداد دانه در ردیف، دانه در بلال و عملکرد دانه می‌شود (Zeidan et al., 2006; Mojdam and Modhej, 2012). در بررسی اثر متقابل خشکی و نیتروژن بر روی گیاه ذرت، درنتیجه افزایش مصرف نیتروژن عملکرد گیاه افزایش یافت (Modhej et al., 2017). مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در شرایط تنش خشکی منجر به افزایش میانگین صفات موردبررسی، شده است. با افزایش میزان نیتروژن کاربردی از ۱۰۰ به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری در نتایج حاصله مشاهده نگردید. این نتایج با بررسی‌های شهریاری (Shahriari et al., 2010) و موسر (Moser et al., 2006) که بیان داشتند گیاه ذرت تحت تنش خشکی به نیتروژن کمتری جهت رسیدن به حداکثر عملکرد نیاز دارد، مطابقت نشان می‌دهد.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که طول بلال در شرایط ۶۰ درصد نیاز آبی در سطوح مختلف نیتروژن تفاوت معنی‌داری نداشت. گفته شده است که کمبود مواد پرورده در مرحله رشد زایشی گیاه، از اصلی‌ترین عوامل کاهش طول بلال هست (Ghobadi et al., 2013; RabaniandEmam, 2012). میزان ماده پرورده در گیاه متأثر از میزان رطوبت در دسترس گیاه بوده و تحت تنش خشکی کاهش می‌یابد. در شرایط کاهش حجم آبیاری از ۱۰۰ درصد به ۸۰ درصد نیاز آبی با مصرف نیتروژن به میزان ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، وزن صد دانه کاهش یافته اما تفاوت معنی‌داری با آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی مشاهده نشد. همچنین اثر سطوح مختلف نیتروژن در تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی، بر صفت وزن دانه معنی‌دار نشد.

اثر متقابل شوری، آبیاری و نیتروژن

بیشترین میزان عملکرد زیستی (۱۸۷۴ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد دانه (۵۹۰/۳۳ کیلوگرم در هکتار)، تعداد ردیف در بلال (۱۵/۴۴ ردیف) و تعداد دانه در بلال (۲۸۸/۲۳ دانه) در تیمار بدون شوری، آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی و نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین میزان این صفات به ترتیب با ۶۵، ۶۹، ۴۰/۶ و ۵۹ درصد کاهش در تیمار شوری ۶ دسی زیمنس بر متر، آبیاری ۶۰ درصد نیاز آبی و بدون مصرف نیتروژن حاصل شد (جدول ۶).

هر یک از تنش‌های آب و شوری، جذب آب توسط گیاه را کاهش می‌دهد. کاهش جذب آب خود نیز منجر به کاهش جذب عناصر غذایی می‌شود. ازآنجایی‌که وجود توأمان تنش آب و شوری کاهش جذب آب را تشدید می‌کند، کاهش جذب نیتروژن نیز تشدید می‌شود (Saraietabrizi, 2015). ناکافی بودن مواد فتوسنتزی در گیاهان تحت تنش با تأثیر بر اجزای عملکرد گیاه باعث کاهش عملکرد زیستی و عملکرد دانه گیاه می‌شود. نیتروژن با تأثیر بر اختصاص مواد فتوسنتزی در بخش‌های برگ، ساقه و افزایش مواد تجمع یافته در دانه موجب افزایش عملکرد گیاه می‌شود (Mojdam and Modhej, 2012). در بررسی گیاه ذرت تحت تنش‌های شوری، خشکی و نیتروژن مشاهده شد که عملکرد دانه بیشترین حساسیت را به اثرات سه‌گانه تیمارها داشته است (Azizian and Sepaskhah., 2014). مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که با افزایش شدت تنش شوری و خشکی از تأثیر مثبت نیتروژن کاسته شده است. در شوری ۶ دسی زیمنس بر متر و آبیاری ۶۰ درصد نیاز آبی، مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، مناسب‌تر به نظر می‌رسد. در مطالعات گذشته نیز به کاربرد بهینه نیتروژن و تأثیر مثبت آن بر صفات عملکردی گیاه ذرت تحت تنش شوری و خشکی اشاره شده است (Azizian and Sepaskhah, 2014; Lak et al, 2006).

صفات فیزیولوژیک

نتایج حاصل از آنالیز صفات فیزیولوژیک نشان داد تمام صفات موردمطالعه تحت اثرات دوگانه شوری × آبیاری، شوری × نیتروژن و آبیاری × نیتروژن معنی‌دار شدند (جدول ۷). در این بررسی تنها نشت یونی تحت اثر متقابل شوری × آبیاری × نیتروژن قرار گرفت.

کمترین میزان این صفات نیز به ترتیب برابر ۱۷/۷، ۴۶، ۳۲، ۴۰ و ۴۴ درصد کاهش در تیمار حداکثر شوری و حداقل آبیاری به دست آمد. تحت تنش شوری و خشکی پتانسیل آب در محیط اطراف ریشه کاهش یافته که این امر موجب کاهش محتوای نسبی آب برگ و کاهش پتانسیل آب کل گیاه می‌شود (Heidari Sharifabad, 2001). با بروز شوری، نمک از فعالیت اولین آنزیم بیوسنتز کلروفیل موسوم به گلوتامات لیگاز ممانعت کرده و غلظت کلروفیل کاهش می‌یابد. پژوهشگران بیان داشته‌اند که کاهش غلظت کلروفیل، احتمالاً به دلیل سست شدن اتصال کلروفیل با پروتئین‌های کلروپلاستی در اثر افزایش غلظت یون‌های سمی تحت تنش شوری اتفاق می‌افتد (MirMohammadi Mibodi and

www.SID.ir

Archive of SID

Ghareyazi, 2002; Shamsaldin Saeid and Farahbakhsh, 2008). در مطالعات بسیاری میزان نسبی آب برگ و غلظت کلروفیل بر روی گیاه ذرت (Tabatabaei et al., 2012; Shamsaldin Saeid and Farahbakhsh, 2008; Rezaeie and Eivazi, 2013) و گندم (Hasibi et al, 2009) تحت شرایط شوری و خشکی موردبررسی قرارگرفته‌اند. نتایج حاصل از این پژوهش‌ها بیانگر کاهش میزان این صفات در مواجهه با تنش بوده که با نتایج حاصل از پژوهش حاضر دارای مطابقت می‌باشند.

جدول ۶. اثر متقابل شوری، آبیاری و نیتروژن بر صفات تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در بلال، عملکرد زیستی، عملکرد دانه و شاخص برداشت

Table 6. Interaction of salinity, irrigation and nitrogen on traits number of row per ear, number of grain per row, number of grain per ear, Biological yield, grain yield and Harvest index

شوری Salinity	آبیاری Irrigation	نیتروژن Nitrogen	تعداد ردیف در بلال Row number/ear	تعداد دانه در ردیف Grain number/row	تعداد دانه در بلال Grain number/ ear	عملکرد زیستی Biological yield (kg/ha)	عملکرد دانه Grain yield (kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index%
		N_1§	12.6^{c-k}	15.5^{a-j}	195.7^{f-j}	11412.7^{hi}	3930.6^{gh}	34.44^{ab}
	I_1§	N_2	14.8^{abc}	18.8^{a}	280.0^{ab}	16900.7^{c}	5603.3^{b}	33.15^{a-e}
		N_3	15.44^{a}	18.6^{ab}	288.2^{a}	18740.0^{a}	5903.3^{a}	31.5^{b-g}
		N_1	12.4^{d-k}	14.9^{a-k}	186.0^{g-j}	10960.7^{ij}	3423.3^{jk}	31.23^{b-g}
S_1§	I_2	N_2	14.0^{a-e}	16.7^{a-g}	233.8^{c-f}	14406.7^{e}	4423.3^{e}	30.7^{c-h}
		N_3	13.3^{a-g}	17.7^{a-d}	237.4^{c-e}	15406.7^{d}	4573.3^{e}	29.68^{e-j}
		N_1	$9.\ 7^{mn}$	13.5^{f-k}	128.9^{n}	8176.7^{n}	2123.3^{no}	25.97^{i-n}
	I_3	N_2	10.4^{i-n}	12.9^{g-k}	134.5^{lmn}	9386.7^{lm}	2233.3^{mn}	23.79^{lmn}
		N_3	10.9^{h-n}	12.8^{g-k}	140.7^{k-n}	10076.7^{kl}	2323.3^{m}	23.06^{n}
		N_1	13.4^{a-g}	16.5^{a-i}	222.6^{c-g}	11386.7^{i}	4023.3^{g}	35.33^{a}
	I_1	N_2	$14.\ 8^{a-d}$	17.5^{a-e}	259.7^{abc}	16576.7^{c}	5323.3^{c}	32.11^{a-g}
		N_3	15.2^{ab}	18.3^{abc}	279.1^{ab}	17943.3^{b}	5850.0^{a}	32.6^{a-f}
		N_1	13.3^{a-g}	14.9^{a-k}	199.6^{e-j}	10726.7^{ijk}	3323.3k	30.98^{b-g}
S_2	I_2	N_2	$13.\ 7^{a-f}$	17.1^{a-f}	234.2^{c-f}	12476.7^{g}	4223.3f	33.85^{abc}
		N_3	12.7^{c-i}	16.7^{a-g}	212.5^{d-i}	15276.7^{d}	4023.3g	26.34^{j-n}
		N_1	10.3^{k-n}	12.7^{h-k}	130.0^{mn}	8276.7^{n}	2173.3^{m-o}	26.26^{i-n}
	I_3	N_2	9.4^{n}	15.2^{a-k}	143.3^{k-n}	9176.7^{m}	2323.3^{m}	25.32^{lmn}
		N_3	10.0^{lmn}	13.6^{e-k}	136.4^{l-n}	11176.7^{i}	2123.3^{no}	19.00^{o}
		N_1	13.1^{b-h}	15.1^{a-k}	196.8^{e-j}	10786.7^{ijk}	3523.3^{ij}	32.66^{a-e}
	I_1	N_2	13.3^{a-g}	17.2^{a-f}	231.4^{c-f}	13576.7^{f}	4423.3^{e}	32.58^{a-e}
		N_3	14.3^{a-e}	17.2^{a-f}	246.1^{bcd}	16876.7^{c}	4923.3^{d}	29.17^{f-k}
		N_1	12.0^{e-m}	14.1^{d-k}	170.4^{j-m}	9076.7^{m}	3023.3^{l}	33.31^{a-d}
S_3	I_2	N_2	12.0^{e-m}	16.7^{a-g}	200.8^{e-j}	12276.7^{g}	3823.3^{h}	31.14^{b-g}
		N_3	13.1^{a-h}	15.8^{a-j}	206.3^{d-j}	12476.7^{g}	3873.3^{gh}	31.04^{b-g}
		N1	9.4^{n}	12.5^{jk}	118.4^{n}	7536.7^{n}	1956.7^{pq}	25.96^{j-n}
	I_3	**N2**	11.2^{g-n}	11.3^{k}	124.7^{n}	8176.7^{n}	2023.3^{op}	24.74^{mn}
		N3	10.6^{i-n}	12.8^{g-k}	134.4^{l-n}	8176.7^{n}	2123.3^{no}	25.97^{i-n}
		N1	12.0^{e-m}	14.3^{c-k}	172.53^{i-l}	9376.7^{lm}	3023.3l	32.24^{a-e}
	I_1	**N2**	12.7^{c-j}	15.4^{a-j}	195.53^{f-j}	12186.7^{gh}	3623.3i	29.73^{e-i}
		N3	13.1^{a-h}	16.68^{a-h}	218.60^{d-h}	15276.7^{d}	4423.3f	28.95^{g-l}
		N1	10.9^{h-n}	$12.\ 7^{ijk}$	138.7^{k-n}	7603.3^{n}	232 3.3^{m}	3.06^{c-g}
S_4	I_2	**N2**	11.3^{f-n}	15.0^{a-k}	170.1^{j-m}	9277.6^{m}	302 3.3^{l}	3.27^{a-e}
		N3	12.1^{e-l}	14.8^{b-k}	178.7^{h-k}	10376.7^{jk}	3123.3^{l}	30.1^{d-h}
		N1	10.3^{j-n}	11.3^{k}	117.0^{n}	6603.0^{o}	180 0.0^{q}	27.26^{h-m}
	I_3	**N2**	9.4^{n}	13.4^{f-k}	125.8^{n}	7603.3^{n}	1940.3^{pq}	25.52^{k-n}
		N3	9.2^{n}	13.6^{e-k}	123.6^{n}	7603.3^{n}	1853.3^{q}	24.37^{mn}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

§ S_1 = صفر، S_2 = ۲، S_3 = ۴ و S_4 = ۶ دسی زیمنس بر متر؛ I_1 = ۱۰۰، I_2 = ۸۰ و I_3 = ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه؛ N_1 = صفر، N_2= ۱۰۰ و N_3 = ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار.

In each column, averages with at least one common letter based on the LSD test are not significantly different at the 5% probability level

§ S_1=0, S_2=2, S_3=4 & S_4=6 ds/m; I_1=100, I_2=80 & I_3=60 percentage of water requirement of the plant; N_1=0, N_2=100 & N_3=150 kg/h

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷. تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیک ذرت تحت تنش شوری، خشکی و نیتروژن

Table 7. Analysis of variance for Physiological traits of maize under salinity, drought and nitrogen.

(S.O.V)	منابع تغییرات	درجه آزادی df	محتوای نسبی آب برگ Relative water content	نشت یونی Electrolyte leakage	کلروفیل a Chl a	کلروفیل b Chl b	کلروفیل کل Chl total	کارتنوئید Carotenoid
Replication	**تکرار**	2	58.72^{ns}	130.61^{*}	0.18^{**}	0.06^{*}	0.46^{**}	0.06^{*}
Salinity (S)	**شوری**	3	295.02^{**}	1129.78^{**}	0.36^{**}	0.05^{**}	0.67^{**}	0.05^{**}
Error a	**خطای a**	6	4.40	12.82	0.01	0.004	0.02	0.004
Irrigation (I)	**آبیاری**	2	348.46^{*}	1130.79^{**}	0.83^{**}	0.15^{**}	1.69^{**}	0.15^{**}
S × I	**شوری × آبیاری**	6	14.78^{*}	2.10^{*}	0.001^{*}	0.001^{*}	0.005^{*}	0.001^{*}
Error b	**خطای b**	11	225.17	1.43	0.004	0.003	0.01	0.003
Nitrogen (N)	**نیتروژن**	2	283.10^{**}	158.94^{**}	0.35^{**}	0.18^{**}	1.03^{**}	0.17^{**}
S × N	**شوری × نیتروژن**	6	13.65^{*}	1.53^{*}	0.005^{*}	0.01^{**}	0.03^{**}	0.01^{**}
I × N	**آبیاری × نیتروژن**	4	21.95^{*}	2.10^{*}	0.01^{**}	0.005^{*}	0.04^{**}	0.005^{*}
S × I × N	**شوری × آبیاری × نیتروژن**	12	2.77^{ns}	1.93^{*}	0.002^{ns}	0.001^{ns}	0.004^{ns}	0.001^{ns}
Error c	**خطای c**	48	8.64	1.83	0.003	0.001	0.008	0.001
C.V. (%)	**ضریب تغییرات (٪)**		8.9	27.76	19.93	16.68	18.29	24.41

**، * و ^{ns} به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد و بدون اختلاف معنی‌دار

ns, ** and *: non-significant, significant at the 1 and 5% probability levels respectively

برهمکنش شوری و آبیاری

با بررسی اثر متقابل شوری و آبیاری بر صفات محتوای نسبی آب برگ، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کارتنوئید، بیشترین میزان این صفات در تیمار بدون شوری و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه، حاصل شد (جدول ۸).

در شرایط عدم شوری و آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی کمترین میزان نشت یونی (۱۶/۹۳ درصد) اتفاق افتاد. با افزایش تنش‌ها از پایداری غشاء سلولی کاسته شده و در تیمار حداکثر شوری و حداقل آبیاری بیشترین میزان نشت یونی (۴۲/۷۳ درصد) مشاهده شد. افزایش نشت یونی در ذرت تحت تنش شوری و خشکی در مطالعات گذشته نیز گزارش شده است (Rezaiee and Eivazi, 2013; Askari, 2012).

برهمکنش شوری و نیتروژن

کلروفیل a، b، کل، کارتنوئید و محتوای نسبی آب برگ با افزایش شوری کاهش نشان داده و افزایش مصرف نیتروژن در تمامی سطوح شوری موجب افزایش میزان صفات مذکور گردید (جدول ۹).

آنزیم‌ها، ترکیبات رنگیزه و پروتئین غشاهای تیلاکوئید از اولین تقاضاکنندگان نیتروژن در گیاهان هستند (Heidari Sharif abad, 2001). پروتئین‌ها و کوآنزیم‌های کلروفیل در کلروپلاست در شرایط عدم حضور نیتروژن و یا کمبود آن قادر به سنتز نبوده و فعالیت کلروفیل متوقف می‌گردد (Shafe et al, 2011). ازآنجایی‌که شوری موجب کاهش تجمع نیتروژن در گیاهان می‌شود (Heidari Sharif Abad, 2001)، تحت چنین شرایطی، با توجه به نتایج حاصله به نظر می‌رسد می‌توان با افزایش میزان نیتروژن در دسترس گیاه، توان تولید کلروفیل را افزایش داد. با افزایش شوری و کاهش مصرف نیتروژن نشت یونی افزایش یافت. در بررسی‌های متعددی کاهش غلظت کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ و افزایش نشت یونی تحت تنش شوری و بهبود میزان این صفات توسط نیتروژن در ذرت و کلزا، حاصل شده است (Akhtari et al., 2014; Shafe et al., 2011; Shamsaldin Saeid and Farahbakhsh, 2008; Masoumi et al., 2012).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸. برهمکنش شوری و آبیاری بر میزان کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، کارتنوئید، نشت یونی و محتوای آب نسبی آب برگ

Table 8. Intraction of salinity and irrigation on chlorophyll a, chlorophyll b, chlorophyll total, carotenoid, electrolyte leakage andLeafrelativewater content

شوری Salinity	آبیاری Irrigation	کلروفیل a Chl *a* (mg/g fw)	کلروفیل b Chl *b* (mg/g fw)	کلروفیل کل Chl total (mg/g fw)	کارتنوئید Carotenoid (mg/g fw)	نشت یونی electrolyte leakage %	محتوای نسبی آب برگ Relative water content %
	I_1§	1.24^{a}	0.72^{a}	1.96^{a}	0.52^{a}	16.93^{f}	75.13^{a}
S_1§	I_2	1.10^{b}	0.67^{ab}	1.77^{bc}	0.47^{ab}	22.83^{e}	71.78^{a-d}
	I_3	0.91^{def}	0.59^{cde}	1.49^{def}	0.39^{cde}	28.17^{d}	65.95^{cde}
	I_1	1.22^{a}	0.71^{a}	1.93^{a}	0.51^{a}	18.17^{f}	73.37^{ab}
S_2	I_2	1.08^{bc}	0.67^{ab}	1.75^{bc}	0.47^{ab}	23.33^{e}	73.17^{abc}
	I_3	0.94^{de}	0.61^{b-e}	1.55^{de}	0.41^{b-e}	29.77^{cd}	67.53^{b-e}
	I_1	1.11^{b}	0.70^{a}	1.81^{ab}	0.50^{a}	24.14^{e}	69.95^{a-d}
S_3	I_2	0.99^{cd}	0.66^{abc}	1.65^{cd}	0.46^{abc}	28.00^{d}	70.15^{a-d}
	I_3	0.83^{f}	0.56^{e}	1.39^{f}	0.36^{e}	34.5^{b}	65.57^{de}
	I_1	0.99^{cd}	0.65^{a-d}	1.64^{cd}	0.45^{a-d}	31.15^{c}	65.89^{de}
S_4	I_2	0.85^{ef}	0.57^{de}	1.42^{ef}	0.37^{de}	36.64^{b}	64.75^{de}
	I_3	0.67^{g}	0.49^{f}	1.16^{g}	0.29^{f}	42.73^{a}	61.84^{e}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

§ S_1 = صفر، S_2 = ۲، S_3 = ۴ و S_4 = ۶ دسی زیمنس بر متر؛ I_1 = ۱۰۰، I_2 = ۸۰ و I_3 = ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه

In each column, averages with at least one common letter based on the LSD test are not significantly different at the 5 percent probability level

§ S_1=0, S_2=2, S_3=4 & S_4=6 ds/m; I_1=100, I_2=80 & I_3=60 percentage of water requirement of the plant

جدول ۹. برهمکنش شوری و آبیاری بر میزان کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، کارتنوئید، نشت یونی و محتوای نسبی آب برگ

Table 9. Intraction of salinity and nitrogen on chlorophyll a, chlorophyll b, chlorophyll total, carotenoid, electrolyte leakage andLeafrelativewater content

شوری Salinity	نیتروژن Nitrogen	کلروفیل a Chl *a* (mg/g fw)	کلروفیل b Chl *b* (mg/g fw)	کلروفیل کل Chl total (mg/g fw)	کارتنوئید Carotenoid (mg/g fw)	نشت یونی Electrolyte leakage%	محتوای نسبی آب برگ Relative water content %
	N_1§	0.96^{cd}	0.54^{f}	1.50^{cd}	0.34^{f}	25.17^{ef}	67.98^{a-e}
S_1§	N_2	1.10^{ab}	0.66^{cd}	1.76^{b}	0.46^{cd}	21.83^{g}	71.05^{a-d}
	N_3	1.19^{a}	0.77^{a}	1.96^{a}	0.57^{a}	20.93^{g}	73.83^{ab}
	N_1	0.96^{cd}	0.57^{ef}	1.53^{cd}	0.37^{ef}	26.17^{de}	66.97^{b-e}
S_2	N_2	1.10^{b}	0.68^{bc}	1.77^{b}	0.48^{bc}	23.44^{fg}	72.25^{abc}
	N_3	1.19^{a}	0.74^{ab}	1.93^{a}	0.54^{ab}	21.67^{g}	74.85^{a}
	N_1	0.89^{d}	0.58^{ef}	1.47^{d}	0.38^{ef}	31.17^{c}	65.08^{cde}
S_3	N_2	0.99^{c}	0.65^{cde}	1.64^{bc}	0.45^{cde}	28.00^{d}	69.70^{a-e}
	N_3	1.05^{bc}	0.69^{bc}	1.73^{b}	0.49^{bc}	27.47^{de}	70.89^{a-d}
	N_1	0.75^{e}	0.53^{f}	1.27^{e}	0.33^{f}	38.83^{a}	62.59^{e}
S_4	N_2	0.87^{d}	0.58^{ef}	1.45^{d}	0.38^{ef}	36.87^{ab}	65.04^{cde}
	N_3	0.90^{d}	0.60^{def}	1.49^{cd}	0.40^{def}	34.80^{b}	64.85^{de}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

§ S_1 = صفر، S_2 = ۲، S_3 = ۴ و S_4 = ۶ دسی زیمنس بر متر؛ N_1 = صفر، N_2= ۱۰۰ و N_3 = ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار.

In each column, averages with at least one common letter based on the LSD test are not significantly different at the 5 percent probability level

§ S_1=0, S_2=2, S_3=4 & S_4=6 ds/m; N_1=0, N_2=100 & N_3=150 kg/h

www.SID.ir

Archive of SID

برهمکنش آبیاری و نیتروژن

میزان نسبی آب برگ با میزان آب موجود در گیاه ارتباط مستقیم داشته و در صورت بروز تنش خشکی در گیاه، محتوای نسبی آب برگ نیز کاهش می‌یابد (Hasibi et al, 2009). بر اساس نتایج حاصل از آزمایش حاضر کاربرد نیتروژن در سطوح مختلف آبیاری تا حدی موجب افزایش محتوای نسبی آب برگ شده است. این در حالی است که در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با کاهش حجم آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی در این صفت کاهش مشاهده شد (جدول ۱۰). به نظر می‌رسد که در شرایط تنش خشکی به جهت حفظ آب در دسترس گیاه استفاده از مقادیر پایین نیتروژن مناسب‌تر باشد. نیتروژن از اجزاء اصلی سازنده کلروفیل است که در شرایط خشکی میزان این عنصر در برگ‌ها کاهش می‌یابد (Heidari Sharifabad, 2000). گیاه برای ساخت کلروفیل در شرایط تنش به نیتروژن بیشتری نیاز دارد. در مطالعه صورت گرفته بر روی ذرت شیرین، اثر متقابل خشکی و نیتروژن بر کلروفیل معنی‌دار شد و با افزایش تنش خشکی و کاهش مصرف نیتروژن میزان آن کاهش یافت (Shahriari et al, 2014).

جدول ۱۰. برهمکنش آبیاری و نیتروژن بر میزان کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، کارتنوئید، نشت یونی و محتوای نسبی آب برگ

Table 10. Interaction of irrigation and nitrogen on chlorophyll a, chlorophyll b, chlorophyll total, carotenoid, electrolyte leakage and Leaf relative water content

آبیاری Irrigation	نیتروژن Nitrogen	کلروفیل a Chl *a* (mg/g fw)	کلروفیل b Chl *b* (mg/g fw)	کلروفیل کل Chl total (mg/g fw)	کارتنوئید Carotenoid (mg/g fw)	نشت یونی Electrolyte leakage %	محتوای نسبی آب برگ Relative water content %
I_1§	N_1§	0.99d^{e}	0.60^{de}	1.59^{cd}	0.40^{de}	25.00^{e}	68.12^{bcd}
	N_2	1.17^{b}	0.70^{bc}	1.88^{b}	0.50^{bc}	22.10^{f}	70.52^{abc}
	N_3	1.26^{a}	0.77^{a}	2.03^{a}	0.57^{a}	20.69^{f}	74.61^{a}
I_2	N_1	0.92e^{f}	0.57^{e}	1.49^{de}	0.37^{e}	29.75^{c}	66.30^{cd}
	N_2	1.01^{d}	0.65^{cd}	1.65^{c}	0.44^{cd}	27.68^{cd}	70.93^{abc}
	N_3	1.09^{c}	0.71^{b}	1.80^{b}	0.51^{b}	25.67^{de}	72.65^{ab}
I_3	N_1	0.75^{g}	0.51^{f}	1.26^{f}	0.31^{f}	36.25^{a}	62.54^{d}
	N_2	0.86^{f}	0.58^{e}	1.44^{e}	0.38^{e}	32.83^{b}	67.08^{bcd}
	N_3	0.90^{f}	0.60^{de}	1.50^{de}	0.40^{de}	32.30^{b}	66.06^{cd}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

§ I_1 = ۱۰۰، I_2 = ۸۰ و I_3 = ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه؛ N_1 = صفر، N_2= ۱۰۰ و N_3 = ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار.

In each column, averages with at least one common letter based on the LSD test are not significantly different at the 5% probability level.

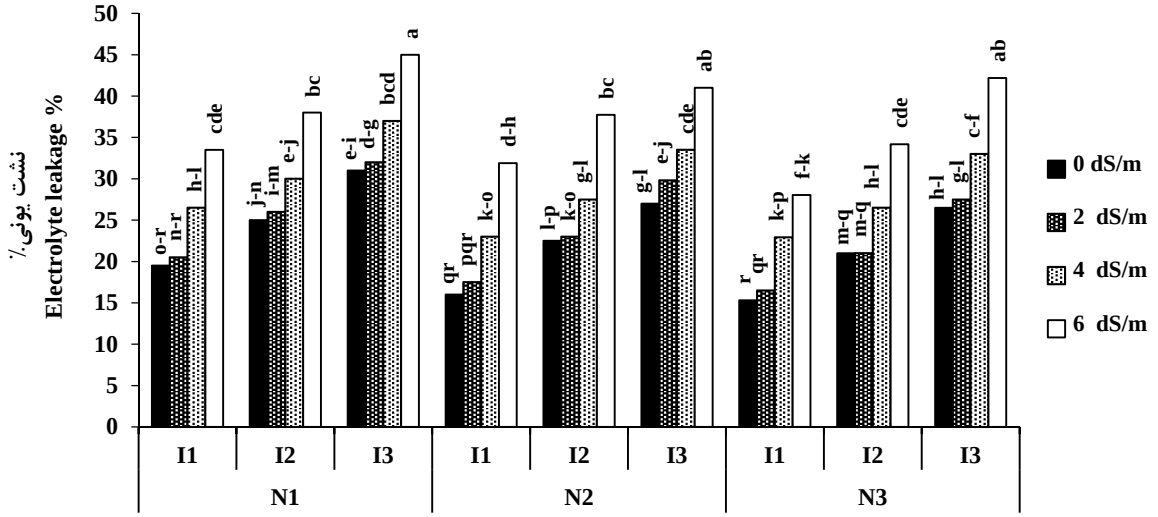
§ I_1=100, I_2=80 & I_3=60 percentage of water requirement of the plant; N_1=0, N_2=100 & N_3=150 kg/h

برهمکنش شوری، آبیاری و نیتروژن

کمترین میزان نشت یونی در شرایط شاهد به میزان ۱۵/۳ درصد و بیشترین میزان آن با سه برابر افزایش در تیمار حداکثر شوری، کمترین آبیاری و بدون کود به میزان ۴۵ درصد حاصل شد (شکل ۱). سایر صفات فیزیولوژیک موردبررسی در این مطالعه، تحت اثر متقابل شوری، آبیاری و نیتروژن قرار نگرفتند. افزایش نفوذپذیری غشاء سلولی در گیاه در معرض تنش‌های محیطی، سبب افزایش نشت محلول‌های سلولی مانند پتاسیم، آمینواسیدها، کربوهیدرات‌ها و درمجموع الکترولیت‌های مختلف به خارج از سلول می‌شود (Mandhania et al, 2006;Mohammad Khani and Heidari, 2007). گفته شده است که افزایش نشت یونی می‌تواند به علت تولید گونه‌های فعال اکسیژن و القای تنش اکسیداتیو باشد. این گونه‌های فعال اکسیژن که در شرایط بروز تنش افزایش می‌یابند، موجب تغییر در نفوذپذیری غشاء و خسارت به سلول می‌گردند که درنتیجه آن غشاء سلولی پاره شده و افزایش نشت یونی را در پی دارد (Mandhania et al, 2006).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. برهمکنش شوری، آبیاری و نیتروژن بر نشت یونی در ذرت. I1 = 100، I2 = 80 و I3 = 60 درصد نیاز آبی گیاه؛ N1 = صفر، N2= 100 و N3 = 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار.

Fig. 1. Interaction salinity, irrigation and nitrogen on electrolyte leakage in maize. I_1=100, I_2=80 & I_3=60 percentage of crop water requirement; N_1=0, N_2=100 & N_3=150 kg N/h

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی نتایج آزمایش نشان داد که برهمکنش شوری و آبیاری در تمامی صفات موردبررسی معنی‌دار شد. با افزایش تنش‌ها میزان نشت یونی افزایش و سایر صفات موردبررسی کاهش نشان دادند. مصرف نیتروژن در شرایط تنش‌ها موجب بهبود تمامی صفات موردبررسی شده و عملکرد افزایش یافت. در تیمار ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن هیچ‌کدام از صفات موردبررسی تفاوت معنی‌داری نداشتند و تنها عملکرد زیستی در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن افزایش معنی‌داری نسبت به تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار آن داشت. درنتیجه به نظر می‌رسد تحت شرایط تنش‌های شدید با مصرف کود بیشتر نمی‌توان اثرات تنش‌ها را تخفیف داد. در این مطالعه مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به نسبت مقادیر بیشتر آن ازنظر اقتصادی و زیست‌محیطی مطلوب‌تر به نظر می‌رسد.

منابع

Akhtari, A., Homaei, M., Hoseini, Y., 2014. Modeling plant response to salinity and soil nitrogen deficiency. Journal of Soil and Water Resources Conservation. 3(4), 33-50. [In Persian with English Summary].

Askari, M., Maghsodi, A.A., Safari, V.R., 2012. Evaluation of physiological characteristics and performance of maize hybrids under salinity stress conditions. Journal of Crop Production and Processing. 3(9), 93-103. [In Persian with English Summary].

Azizian, A., Sepaskhah, A.R., 2014. Maize response to different water, salinity and nitrogen levels: agronomic behavior. International Journal of Plant Production. 8(1), 107-130.

Bänziger, M., Edmeades, G.O., Beck, D., Bellon, M., 2000. Breeding for drought and nitrogen stress tolerance in maize: from theory to practice. Mexico, D.F. :CIMMYT.

Benami, A., Ofen, A., 1984. Irrigation Engineering- Sprinkler, Trickle and Surface Irrigation: Principles, Design and Agricultural Practices. Irrigation Engineering Scientific Publications. 257p.

Blanco, F.F., Folegatti, M.V., Gheyi, H.R., Fernandes, P.D., 2008. Growth and yield of corn irrigated with saline water. Scientia Agricola. 65(6), 574-580.

Cachorro, P., Olmos, E., Cerda, A., 1995. Salinity- induced changes in the structure and

www.SID.ir

Archive of SID

ultra-structure of bean root. Cell and Plant Biology. (37), 273-283.

Dehghanpour, Z., 2013. The technical instructions planting and harvesting corn and forage. Organization of Agricultural Research, Training and Promotion. 110p. [In Persian].

Ebrahimi, H., Hasanpour Darvishi, H., 2015. The relationship between corn yield and water consumption computational water demand and lack of soil moisture. 4(9), 605-613. [In Persian with English Summary].

Efeoglu, B., Ekmekci, Y., Cicek, N., 2009. Physiological responses of three maize cultivars to drought stress and recovery. South African Journal of Botany. (75), 34-42.

Ehsani, M., Khaledi, H., 2003. Understanding and promoting agricultural water productivity. Iranian Irrigation and Drainage Committee. 11, 657-673. [In Persian].

Emdad, M. R., Fardad, H., 2000. Effect of salt and water stress on corn yield production. Iranian Journal Agriculture Science. 31(3), 641-654. [In Persian with English Summary].

Enferad, A., Pustini, K., MajnonHossaini, N., Taleii, A., Khaje Ahmad Atari, A., 2003. The physiological responses of Canola (*Brassica Canapus*) cultivars to vegetative growth stage relative to salinity stress. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 7(4), 103-112. [In Persian].

FAO. 2016. FAO Statistics.

Ghobadi, R., Shirkhani, A., Jalilian, A., 2013. Effect of water stress and nitrogen fertilizer on yield, its components, water and nitrogen use efficiency of corn (*Zea mays* L.) c.v. SC. 704. Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi). (104), 79-87. [In Persian with English Summary].

Hasibi, P., Zandieh, L., Ghaem maghami, N., RashidiRezvan, N., Najafi, H and Ghaem maghami, F., 2009. Study of some physiological characteristics of two wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under salinity stress from sodium chloride and calcium chloride sources. Journal of crop physiology journal. 2(2), 3-24. [In Persian].

Heidari Sharif abad, H., 2001. Plant and Salinity. Research in Statute of Forests and Range. 199p. [In Persian].

Heidari Sharif abad, H., 2000. Plant, Drought and Droupht. Research in Statute of Forests and Range. 200p. [In Persian].

Lak, Sh., Naderi, A., Siadat, A., Ayneh band, A., noormohammadi, Gh., 2006. Effect of different levels of nitrogen and plant density in different moisture conditions on yield, yield components and water use efficiency of Maize SC704 in Khuzestan. Iranian Journal of CropSciences.

Levitt, J., 1980. Response of Plants to Environmental Stresses. Vol. 2. Water, Radiation, Salt and other Stresses. Academic Press, New York, U. S. A. 650p.

Lichtenthaler, H.K., Wellburn, A.R., 1983. Determinations of total carotenoida and cholorophylls a and b of leaf extracts in different soivents. Biological Society Transactions. 11(5), 591-603.

Mandhania, A.S., Madan, S., Sawhney, V., 2006. Antioxidant defense mechanism under salt stress in wheat seedlings. BiologiaPlantarum. 50(2), 227-231.

Mansouri-Far, C., ModarresSanavy, S.A.M., Jalali Javaran, M., 2005. Effect of drought stress and nitrogen deficit on quality and quantity of soluble proteins in maize (*Zea mays* L.) leaf. Iranian Journal of Agriculture Sciences. 36(3), 625-637. [In Persian].

Masoumi, A., Kafi, M., Nabati, J., Khazaie, H.R., Davari, K., ZareMehrjerdi, M., 2012. Effect of drought stress on water status and leaf electrolyte leakage photosynthesis and chlorophyll fluorescence at different growth stages of two Kochia (*Kochia scoparia*) populations in saline conditions. Iranian Journal of Field Crops Research. 10(3), 476-484. [In Persian].

Mir MohammadiMibodi, S. A., GhareYazi, B., 2002. Physiological and Inter Breeding Aspect of Plant Salinity Stress. Isfahan University of Technology Publishing Center. 274p. [In Persian].

Modhej, A., Davoodi, M., Behdarvandi, B., 2017. Maize (*Zea mays* L.) response to nitrogen fertilizer under drought stress at vegetative and reproductive stages. Journal of Crop Nutrition Science. 3(1), 48-58.

Mohamadi, H., Solymani, A., Shams, M., 2012. Evaluation of drought stress effects on yield components and seed yield of three maize cultivars (*Zea mays* L.) in Isfahanregion. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 4(19), 1436-1439.

Mohammad Khani, N., Heidari, R., 2007. Effect of drought stress on protective enzyme activities and lipid peroxidation in two maize

www.SID.ir

Archive of SID

cultivars. Pakistan Journal of Biological Science. 10(21), 3835-3840.

Mojdam, M., Modhej, A., 2012. Effect of different nitrogen levels on water use efficiency, yield and yield components of Maize grain in optimal conditions and drought stress. Iranian Journal of Field Crops Research. 10(3), 546-554. [In Persian].

Moser, S.B., Feil, B., Jampatong, S., Stamp, P., 2006. Effect of pre-anthesis drought, nitrogen fertilizer rate, and variety on grain yield, yield components, and harvest index of tropical maize. Agricultural Water Management. 81(1-2), 41-58.

Poustini, K., Siosemardeh, A., 2004. Ion distribution in wheat cultivars in response to salinity stress. Field Crops Research. 85, 125-133.

Qinghua, S., Zhiyi, Z., Quansheng, Y., Qiong, Q., 2006. Effect of different treatments of salicylic asid on heat tolerance, chlorophyll fluorescence, and antioxidant enzyme activity in seedling of *Cucumis Sativa L*. Plant Growth Regulators. 48, 127-135.

Rafiee, M., Nadian, H.A., Nour-Mohammadi,G ., Karimi, M., 2004. Effects of drought stress, phosphorous and zinc application on concentration and total nutrient uptake by corn (*Zea mays* L). Iranian Journal of Agricultural Science. 35(1), 235-243. [In Persian with English Summary].

Ravikovitch, S., Porath, A., 1967. The effect of nutrients on the salt tolerance of crops. Plant Soil. (26), 49-71.

Rezaiee, K.A., Eivazi, A.R., 2013. Performance and some physiological traits of Iranian corn (*Zea mays* L.) varieties as impelled by drought stress. Revista Cientifica UDO Agricola. 13(1), 17-24.

Saadat, S., Dehghani, F., Rezaei, H., 2014. Effect of saline water and management of nitrogen use in different growth stages on wheat yield. Journal of Water Research in Agriculture. 28(2), 264-272. [In Persian].

Saed Abadi, Y., 2010. Study of interaction of nitrogen fertilizer and salt stress on yield and yield components of spring barley. MSc dissertation, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran. [In Persian with English Summary].

Sanchez, S.R., 1998. Turgor maintenance, osmotic adjustment and soluble sugar and proline accumulation in 49 pea cultivars in response to water stress. Field Crops Research. 59, 225-235.

Saraie Tabrizi, M., 2015. Modeling water absorption by plant in conditions of water, salinity and nitrogen stresses. Ph.D thesis, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University Science and Research Branch, Tehran, Iran. [In Persian with English Summary].

Sepehri, A., Abasi, R., Karami, A., 2013. Effect of drought stress and salicylic acid on yield and yield components of red bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. Journal of Crop Improvement. 17(2), 503-516. [In Persian].

Shafe, L., Safari, M., Emam, Y., Mohammadinejad, Gh., 2011. Effect of nitrogen and Zinc fertilizer application on chlorophyll content and leaf area yield and composition of grain elements of two corn hybrids. Journal of Planting and Seed. 20-27(2), 235-246. [In Persian].

Shahriari, A., Puteh, A.B., Abdul-Rahim, A.B., Saleh, G.B., 2014. Physiological responses of sweet corn under water deficit and nitrogen rates at different growth stages. Journal of Plant Ecophysiology. 6(9), 1-7. [In Persian with English Summary].

Shams Aldin Saeid, M., Farahbakhsh, H., 2008. Effect of salinity and some agronomic and physiological traits of two corn hybrids in Kerman region. Plant Production (Agricultural Scientific Journal). 32(1), 13-24. [In Persian].

Shamsi, K., 2010. The effects of drought stress on yield, relative water content, proline, soluble carbohydrates and chlorophyll of bread wheat cultivars. Journal of Animal and Plant Sciences. 8(3), 1051-1060.

Soltani Mohammadi, A., Kashkoli, H.A., Naderi, A., Boromandnasab, S., 2011. The effect of water stress and salinity on yield and yield components of corn in different growth stages in Ahvaz climatic conditions. Iranian Water Research Journal. 5(9), 161-170. [In Persian].

Tabatabaei, S.A., Bari Abarghoi, H., Bazrafshan, J., Naghib Al Ghora, S. M., 2012. Performance review and yield components of maize S.C.704 in different farming system. National Conference on New Concepts in Agriculture. [In Persian].

Taghizadeh, R., Saed Sharifi, R., 2011. Effect of nitrogen fertilizer on fertilizer efficiency and yield components of maize cultivars. Journal of

www.SID.ir

Archive of SID

Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science. 15(57), 209-217. [In Persian].

Thomas, H.W., Nila, L.B., Thomas, G.R., Debora, L.R., 1992. An improved method forusing electrolyte leakage to assess membrance competence in plant tissues. Plant Physiol. 198-205.

Zeidan, M. S., Amany, A., El-Kramany, M.F., 2006. Effect of N- fertilizer and plant density on yield and quality of maize in sandy soil. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 2(4), 156-161.

www.SID.ir