Archive of SID

تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد یازدهم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۷
۹۰۷-۹۱۶
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2018.1082.1215

بررسی شاخص‌های حساسیت به تنش خشکی ارقام هیبرید ذرت علوفه‌ای در شرایط محدودیت رطوبتی و مصرف اسید سالیسیلیک

محمد میرزاخانی
گروه کشاورزی، واحد فراهان، دانشگاه آزاد اسلامی، فراهان، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۸/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۹/۲۵

چکیده

کمبود آب از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا ازجمله ایران است. جهت بررسی شاخص‌های حساسیت به تنش ارقام ذرت تحت شرایط تنش آبی و کاربرد اسید سالیسیلات، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۰ به‌صورت کرت‌های دو بار خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تنش رطوبتی به‌عنوان عامل اصلی در سه سطح شامل آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاه (شاهد)، آبیاری به میزان ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه، آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه در کرت‌های اصلی و ارقام مختلف ذرت به‌عنوان عامل فرعی در سه سطح (S.C 704, Apex , S.C 370) در کرت‌های فرعی و تیمار محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک به‌عنوان عامل فرعی فرعی در دو سطح، عدم مصرف و مصرف ۳۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در هکتار در کرت‌های فرعی فرعی قرار گرفتند. صفاتی مانند ارتفاع ساقه، طول پانیکول، تعداد بلال در مترمربع، ارتفاع بلال از سطح زمین، بیوماس علوفه، شاخص حساسیت به تنش (SSI)، شاخص تحمل (TOL)، میانگین بهره‌وری (MP)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، شاخص تحمل به تنش (STI)، شاخص عملکرد (YI) و شاخص پایداری عملکرد (YSI) مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که اثر سطوح مختلف تنش رطوبتی بر صفاتی مانند تعداد بلال در مترمربع و بیوماس علوفه معنی‌دار بود. صفات ارتفاع ساقه، طول پانیکول، ارتفاع بلال از سطح زمین و بیوماس علوفه نیز تحت تأثیر ارقام مختلف ذرت قرار گرفتند. رقم S.C 704 ازنظر شاخص‌های حساسیت به تنش (۰/۸۵)، میانگین بهره‌وری (۴۲/۶۵)، میانگین هندسی بهره‌وری (۴۲/۴۶)، شاخص عملکرد (۱/۲۰) و شاخص پایداری عملکرد (۰/۸۲) نسبت به سایر ارقام از برتری محسوسی برخوردار بود.

واژه‌های کلیدی: **پایداری عملکرد، تنظیم‌کننده رشد، شاخص پایداری، میانگین بهره‌وری.**

مقدمه

تنش خشکی، شاخص سطح برگ و ماده خشک را در ذرت کاهش می‌دهد. همچنین کمبود آب در طی دوران گل‌دهی ذرت، عملکرد را تا ۹۰ درصد کاهش می‌دهد (Nesmith and Ritchie, 1992). کمبود آب با تأثیر بر آماس سلولی و درنتیجه باز و بسته شدن روزنه‌ها، فرآیندهای فتوسنتز، تنفس و تعرق را تحت تأثیر قرار داده و از طرف دیگر با تأثیر بر فرآیندهای آنزیمی که به‌طور مستقیم با پتانسیل آب کنترل می‌شوند، بر رشد گیاه اثر منفی می‌گذارد. گزارشی مبنی بر تأثیر کمبود آب از چند نوبت تا تنش‌های شدید، در رابطه با مختل شدن فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان و تغییر در متابولیسم کربوهیدرات‌ها و نیتروژن و نیز تغییر در ساختمان پروتئین‌ها و فعالیت آنزیم‌ها وجود دارد (Brar et al., 1990).

استفاده از مواد ضد تعرق، به‌عنوان راهکاری جهت کاهش تلفات آب از برگ‌های گیاه با کاهش سرعت انتشار بخارآب از گیاه مطرح شده است (Bayat et al., 2010). سالیسیلیک اسید یک ترکیب فنلی طبیعی و از تنظیم‌کننده‌های درون‌زا رشد است که به‌عنوان یک شبه هورمون گیاهی در بیشتر گیاهان حضور دارد. در سال‌های اخیر شواهد زیادی به دست آمده است که نشان می‌دهند که غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک و مدت‌زمان تأثیرگذاری آن کنش و واکنش‌های

* نگارنده پاسخگو: محمد میرزاخانی. پست الکترونیک: mmirzakhani@iau-farahan.ac.ir
www.SID.ir

Archive of SID

متعددی را در گیاه سبب می‌شود. لذا اخیراً پیشنهاد شده است که اسید سالیسیلیک به‌عنوان هورمون‌های گیاهی و تنظیم‌کننده‌های رشد در نظر گرفته شود. بیشترین میزان اسید سالیسیلیک در گل‌آذین گیاهان ترموژن (گرمازا) و در گیاهان آلوده‌شده با پاتوژن‌های نکروزه کننده یافت شده است (Maddah et al., 2006). مکانیسم عمل سالیسیلیک اسید در برابر تنش‌ها به نقش آن در تنظیم آنزیم‌های آنتی اکسیدانتی و ترکیبات دارای گونه‌های اکسیژن فعال در گیاه برمی‌گردد (Khan et al., 2003; Shi, and Zhu, 2008). سالیسیلیک اسید از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانتی، گیاه را از صدمات به‌دست‌آمده از واکنش‌های اکسیداتیو حفظ می‌کند. همچنین کاربرد سالیسیلیک اسید میزان پلی آمین‌های پوترسین، اسپرمیدین و اسپرمین را در گیاه افزایش می‌دهد که می‌تواند به یکپارچگی و حفظ غشاء تحت شرایط تنش خشکی کمک کند (Nemeth et al., 2002).

از راه‌های عملی برای افزایش مقاومت گیاهان، می‌توان به استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد مانند اسید سالیسیلیک و همچنین به نژادی گیاهان اشاره کرد. در مقایسه با روش‌های به نژادی که اغلب بلندمدت و هزینه‌بردار هستند، استفاده از مواد شیمیایی شامل اسید جاسمونیک، اسید سالیسیلیک (SA) و غیره آسان‌تر و ارزان‌تر است. اسید سالیسیلیک یک ترکیب فنلی است و با داشتن خاصیت آنتی‌اکسیدانی در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان نقش دارد. اسید سالیسیلیک به‌عنوان یک مولکول پیام‌رسان مهم در پاسخ‌های گیاه به تنش‌های متعددی زیستی و غیر زیستی شناخته‌شده (El-Tayeb, 2005) که با تأثیر بر آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیدازها و تنظیم‌کننده‌های اسمزی مثل پرولین، گلیسین و بتائین آثار ناشی از تنش خشکی، فلزات سنگین، گرما، سرما و شوری را کاهش می‌دهد (Senaranta et al., 2002). اسید سالیسیلیک مقاومت گندم و ذرت را در شرایط شور را افزایش می‌دهد (Gunes et al., 2007). اسید سالیسیلیک و مشتقات آن ازجمله ترکیبات جدیدی هستند که به‌عنوان تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در برخی از گیاهان عمل نموده و این ترکیبات در شرایط تنش اسمزی و شوری می‌توانند گیاه را محافظت نمایند (Wang and Li, 2006). همچنین اسید سالیسیلیک باعث افزایش مقاومت گیاهان به تنش‌های زیستی و غیر زیستی ازجمله تنش خشکی شده است (Sing and Usha, 2003).

نتایج آزمایش مزرعه‌ای نقش پیش تیمار سالیسیلیک اسید را در بهبود رشد و تولید محصول در گیاهان ذرت را نشان داد (Daneshmand et al., 2012). کاربرد خارجی اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم بر روی گیاه ذرت شدت تنش‌های اکسیداتیو را در گیاهان تحت تنش شوری به‌طور قابل‌توجهی تقلیل می‌دهد (Samia et al., 2009). همچنین استفاده از سالیسیلیک اسید به‌صورت کاربرد بذری در گیاهان گوجه‌فرنگی و لوبیا میزان مقاومت به تنش‌هایی از قبیل گرما، خشکی و سرما را افزایش داد (Senaratna et al., 2002). استفاده از سالیسیلیک اسید با غلظت‌های ۱۵۰، ۱۰۰ و ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بر روی بذرهای برنج در شرایط تنش خشکی (با شدت ۵۰ درصد ظرفیت زراعی) توانست عملکرد این گیاه را به‌طور معنی‌داری افزایش دهد (Farooq et al., 2009).

سایر محققان گزارش نمودند که اسپری اسید سالیسیلیک بیش از روش آبیاری بر گیاه نخود اثر مطلوب داشت. وزن غلاف‌ها، وزن صد دانه، مقدار پروتئین محلول کل و عملکرد در گیاهان اسپری شده با غلظت ۰/۷ میلی مولار اسید سالیسیلیک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. تعداد روزنه‌ها در گیاهان اسپری شده با غلظت ۰/۱ میلی مولار اسید سالیسیلیک نیز افزایش یافت (Maddah et al., 2006). هدف از انجام این آزمایش بررسی شاخص‌های حساسیت به تنش ارقام ذرت زودرس، متوسطرس و دیررس بود. بدین منظور از شاخص‌های تحمل به تنش برای برآورد عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش استفاده شد تا مناسب‌ترین شاخص یا شاخص‌های تحمل به تنش به همراه ژنوتیپ برتر تعیین گردد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۰ در مزرعه آموزشی تحقیقاتی دانشگاه پیام نور اراک با خاک زراعی شنی لومی، اجرا شد. از خصوصیات آب و هوایی این منطقه، داشتن تابستان‌های نسبتاً ملایم و زمستان‌های سرد است. آزمایش به‌صورت کرت‌های دو بار خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. کرت‌های اصلی به تنش رطوبتی در سه سطح شامل آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاه (شاهد)، آبیاری به میزان ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه، آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه و کرت‌های فرعی به سه رقم ذرت شامل S.C 370، Apex و S.C 704

www.SID.ir

Archive of SID

و کرت‌های فرعی فرعی به مصرف (۳۰۰ ppm) و عدم مصرف اسید سالیسیلیک (شاهد) اختصاص یافتند. هر کرت آزمایشی شامل چهار خط کاشت به طول پنج‌متر، فاصله بین ردیف‌های کاشت ۵۰ سانتیمتر و فاصله بوته‌ها روی ردیف‌ها ۲۵ سانتیمتر بود. کودهای نیتروژن و فسفر به ترتیب به مقدار ۳۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از منابع کودی اوره و سوپر فسفات تریپل در اختیار گیاهان قرار گرفت. عمق کاشت بذور سه تا پنج سانتی‌متر در نظر گرفته شد. مبارزه با علف‌های هرز به روش دستی انجام شد. در زمان برداشت تعداد ۲۰ بوته از هر کرت آزمایشی با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای به‌طور کاملاً تصادفی انتخاب شدند و صفاتی چون ارتفاع ساقه، طول پانیکول، تعداد بلال در مترمربع، ارتفاع بلال از سطح زمین و بیوماس علوفه اندازه‌گیری و ثبت شد. نحوه اعمال تنش (حجم آب مصرفی برحسب مترمکعب) با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (Alizadeh and Kamali, 2007):

حجم آب مصرفی =

[۱] ۶۰÷{(دبی آب ورودی)÷ (ارتفاع تبخیر از تشتک× حجم تشتک تبخیر× راندمان آبیاری× مساحت کرت× ضریب گیاهی× ۱۰۰۰}

در این فرمول برای جایگذاری اعداد، از تشتک تبخیر کلاس A و از آمارهای روزانه‌ی ایستگاه هواشناسی اراک استفاده گردید. دبی آب ورودی سیفون‌ها محاسبه شد و ضریب گیاهی از جدول کتاب نیاز آبی گیاهان در ایران به دست آمد (Alizadeh and Kamali, 2007). سپس با توجه به اعداد حاصل‌شده و میزان اعمال تنش، اقدام به آبیاری ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی گیاهان گردید. همچنین برای تعیین بیوماس علوفه، در هر کرت پس از حذف اثرات حاشیه‌ای از دو خط میانی مساحت چهار مترمربع برداشت، توزین و بیوماس علوفه هر کرت برحسب کیلوگرم در هکتار محاسبه و ثبت شد. پس از تجزیه داده‌ها، میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند. همچنین کلیه ضرایب همبستگی بین صفات موردمطالعه، محاسبه و معنی‌دار بودن آن‌ها به‌وسیله نرم‌افزار MSTAT-C تعیین گردید.

جهت ارزیابی تحمل ارقام ذرت به شرایط تنش خشکی از شاخص‌های ذیل استفاده شد.

شاخص حساسیت به تنش (SSI)[1] (Fischer and Maurer, 1978):

$$SSI = \frac{1 - (\frac{Y_S}{Y_P})}{1 - (\frac{\bar{Y}_S}{\bar{Y}_P})} \qquad [۲]$$

که در آن YP: عملکرد ژنوتیپ در محیط بدون تنش، YS: عملکرد ژنوتیپ در محیط دارای تنش، ȲP: متوسط عملکرد ژنوتیپ‌ها در محیط بدون تنش و ȲS: متوسط عملکرد ژنوتیپ‌ها در محیط تنش هستند.

شاخص تحمل (TOL)[2] و متوسط عملکرد یا میانگین بهره‌وری تولید (MP)[3]: (Rosielle and Hamblin, 1981):

$$TOL = YP - YS \qquad [۳]$$

$$MP = (YP + YS) / 2 \qquad [۴]$$

میانگین بهره‌وری هندسی (GMP)[4]: (Fernandez, 1992):

$$GMP = \sqrt{Y_S \times Y_P} \qquad [۵]$$

شاخص تحمل به تنش(STI) [5] (Fernandez, 1992):

$$STI = \frac{Y_P \times Y_S}{(\bar{Y}_P)^2} \qquad [۶]$$

شاخص عملکرد (YI)[6] (Gavuzzi et al., 1997):

$$YI = YS / \bar{Y}S \qquad [۷]$$

شاخص پایداری عملکرد (YSI)[7] (Bouslama and Schapaugh, 1984):

$$YSI = YS / Yp \qquad [۸]$$

نتایج و بحث

ارتفاع ساقه

صفت ارتفاع ساقه تحت تأثیر تیمار ارقام مختلف ذرت قرار گرفت و در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱)،

[1] Stress Susceptibility Index
[2] Tolerance
[3] Mean Productivity
[4] Geometric Mean Productivity
[5] Stress Tolerance Index
[6] Yield Index
[7] Yield Stability Index

www.SID.ir

Archive of SID

به‌طوری‌که بیشترین ارتفاع ساقه با میانگین ۱۱۲/۵ سانتی‌متر مربوط به رقم S.C 704 و کمترین مقدار آن با میانگین ۹۳/۲ سانتی‌متر مربوط به رقم S.C 307 بود (جدول ۲). اختلاف ارتفاع ساقه در بین ارقام موردبررسی در این تحقیق مربوط به تفاوت بین آن‌ها در گروه‌بندی ارقام زودرس، متوسط رس و دیررس است. هرچقدر که رقم دیررس‌تر باشد، دارای رشد رویشی بیشتر و درنتیجه از ارتفاع بالاتری نیز برخوردار خواهد بود (جدول ۲).

محققان گزارش نمودند که اثر سطوح مختلف تیمار مصرف اسید سالیسیلیک بر صفت ارتفاع گیاه اختلاف آماری معنی‌داری در سطح پنج درصد داشت. به‌طوری‌که بیشترین و کمترین مقدار ارتفاع گیاه با میانگین ۶۱/۸ و ۵۴/۸ سانتیمتر به ترتیب متعلق به تیمار محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک (با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و تیمار عدم مصرف اسید سالیسیلیک بود (Hussein et al., 2007). گزارش شد که اثر سطوح مختلف تیمار مصرف اسید سالیسیلیک بر صفت ارتفاع ساقه در گیاه ذرت در مرحله رشد رویشی اختلاف آماری معنی‌داری در سطح یک درصد داشت (Farahbakhsh and Shamsaddin Saiid, 2011). در آزمایشی بیشترین و کمترین مقدار ارتفاع ساقه با میانگین ۲۳۰/۸ سانتیمتر و ۱۵۹/۸ سانتیمتر به ترتیب متعلق به تیمار شاهد و تیمار (تنش شوری + مصرف یک میلی مولار اسید سالیسیلیک بود (Levent Tuna et al., 2007). نتایج تحقیقی نشان داد که بین سطوح مختلف تیمار مصرف اسید سالیسیلیک ازنظر ارتفاع گیاه اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت (He et al., 2005). در گزارشی صفت ارتفاع گیاه تحت تأثیر تیمار تنش خشکی قرار نگرفت ولی اثر تیمار مصرف اسید سالیسیلیک در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد (Bayat et al., 2011).

طول پانیکول

اثر تیمار ارقام مختلف ذرت و اثر متقابل رقم × اسید سالیسیلیک بر صفت طول پانیکول در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱). در بین سطوح مختلف تیمار ارقام ذرت، بیشترین مقدار طول پانیکول با میانگین ۴۵/۷۳ سانتیمتر مربوط به رقم S.C 704 و کمترین مقدار آن با میانگین ۳۴/۳ سانتی‌متر مربوط به رقم S.C 307 بود (جدول ۲). رقم S.C 704 که رقمی دیررس است، بنابراین در شرایط یکسان نسبت به سایر ارقام موردبررسی از رشد رویشی و زایشی بیشتری برخوردار خواهد بود و درنتیجه طول پانیکول آن نیز که یکی از بخش‌های زایشی گیاه محسوب می‌شود از برتری محسوسی برخوردار خواهد بود. در بین سطوح مختلف محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک تفاوت معنی‌داری ازنظر طول پانیکول مشاهده نشد.

پژوهشگران اظهار داشتند که اثر تیمار سالیسیلیک اسید بر صفت طول پدانکل معنی‌دار نشد ولی در جدول مقایسه میانگین‌ها تیمار آغشته کردن بذر با محلول نیم میلی مولار اسید سالیسیلیک توأم + محلول‌پاشی با غلظت یک میلی مولار اسید سالیسیلیک) با میانگین ۲/۲۳ سانتیمتر و تیمار عدم مصرف سالیسیلیک با میانگین ۱/۳۶ به ترتیب بیشترین و کمترین طول پدانکل را داشتند (Sajedi et al., 2012). اثر تیمار سالیسیلیک اسید بر صفت طول بلال معنی‌دار بود و باعث افزایش مقدار طول بلال از ۱۵/۵ سانتیمتر در تیمار شاهد به ۱۹/۸ سانتیمتر در تیمار مصرف ۰/۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید شد (Daneshmand et al., 2012).

تعداد بلال در مترمربع

صفت تعداد بلال در مترمربع تحت تأثیر تیمار تنش رطوبتی قرار گرفت و در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). با توجه به جدول مقایسه میانگین‌های اثرات اصلی، بیشترین تعداد بلال در مترمربع با میانگین ۸/۱۹ عدد مربوط به تیمار آبیاری شاهد و کمترین تعداد بلال در مترمربع با میانگین ۷/۱۸ عدد مربوط به تیمار تنش رطوبتی متوسط (آبیاری بر اساس ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه) بود. با کاهش مقدار رطوبت قابل‌دسترس گیاه، مقدار سبزینه و شاخص سطح برگ گیاه نیز کاهش می‌یابد و در پی آن مقدار کل کربوهیدرات تولیدشده در واحد زمان نیز کمتر خواهد شد. درنتیجه گیاه با ذخیره کمتری از کربوهیدرات وارد فاز زایشی شده و تعداد واحدهای زایشی از قبیل تعداد بلال در بوته و یا تعداد بلال در مترمربع کاهش خواهد یافت. در این آزمایش با مصرف سالیسیلیک اسید، تعداد بلال در مترمربع (۷/۶۴ عدد) نسبت به تیمار عدم مصرف سالیسیلیک (۷/۴۱ عدد) افزایش یافت.

محققان گزارش نمودند که صفت تعداد سنبله در مترمربع تحت تأثیر تیمار مصرف اسید سالیسیلیک در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد. بیشترین و کمترین تعداد سنبله گندم با میانگین ۵۲۰/۷۵ و ۴۱۶ عدد به ترتیب متعلق به تیمار (محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۲۵ میلی مولار در لیتر + خیساندن بذور در محلول ۰/۲۵ میلی مولار

www.SID.ir

Archive of SID

در لیتر سالیسیلیک اسید) و تیمار (محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۵ میلی مولار در لیتر + خیساندن بذور در محلول ۰/۵ میلی مولار در لیتر سالیسیلیک اسید) بود (Shoaa and Miri, 2012).

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس صفات زراعی هیبریدهای ذرت تحت شرایط تنش خشکی و کاربرد اسید سالیسیلیک

Table 1. ANOVA Results for agronomic characters of corn hybrids under water stress and salicylic acid application

s.o.v	منابع تغییرات	درجه آزادی df	بیوماس علوفه Forage biomass	ارتفاع بلال از زمین Cob height from the ground	تعداد بلال در مترمربع Cobs m^{-2}	طول پانیکول Panicle length	ارتفاع ساقه Stem height
Replication	تکرار	2	4.130 ^{ns}	1087.725 ^{ns}	1.411 ^{ns}	54.576 ^{ns}	226.944 ^{ns}
Water stress (W)	تنش خشکی	2	692.352 **	478.631 ^{ns}	5.939 *	88.148 ^{ns}	128.296 ^{ns}
Error (Ea)	خطای (الف)	4	20.324	246.340	0.600	32.132	150.778
Hybrid	هیبرید	2	992.907 **	2121.601 **	1.725 ^{ns}	678.525 **	539.167 **
W × V	تنش خشکی × هیبرید	4	32.269 *	211.352 ^{ns}	0.705 ^{ns}	52.615 ^{ns}	5.012 ^{ns}
Error (Eb)	خطای (ب)	12	6.343	233.703	0.604	19.709	58.087
Salicylic Acid (Sa)	اسید سالیسیلک	1	18.963 ^{ns}	1.534 ^{ns}	0.689 ^{ns}	0.002 ^{ns}	5.227 ^{ns}
W × Sa	تنش خشکی × اسید سالیسیلک	2	32.019 ^{ns}	16.828 ^{ns}	4.067 **	14.735 ^{ns}	20.629 ^{ns}
V × Sa	هیبرید × اسید سالیسیلک	2	51.463 *	6.309 ^{ns}	0.390 ^{ns}	65.501 *	58.501 ^{ns}
W × V × Sa	تنش خشکی×هیبرید× اسید سالیسیلک	4	31.935 *	32.344 ^{ns}	0.760 ^{ns}	50.536 ^{ns}	61.359 ^{ns}
Error (Ec)	خطای (ج)	18	9.241	48.547	0.533	16.055	24.792
CV (%)	ضریب تغییرات (درصد)	-	*8.76*	*6.58*	*9.70*	*9.69*	*10.37*

ns ,*,** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns * and **: Non significant, Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

ارتفاع بلال از سطح زمین

صفت ارتفاع بلال از سطح زمین در جدول تجزیه واریانس تحت تأثیر تیمار ارقام مختلف ذرت قرار گرفت و در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). این موضوع نشان می‌دهد که صفت ارتفاع بلال از سطح زمین در درجه اول تحت کنترل عامل ژنتیکی گیاه و همچنین در درجه دوم تحت تأثیر عوامل بیرونی (از قبیل عوامل مدیریتی، روش و مقدار آبیاری، مقدار و روش کود دهی و .....) قرار می‌گیرد. ارقام موردبررسی در این تحقیق از سه گروه زودرس، متوسط رس و دیررس ذرت هستند. به دلیل اینکه ارقام دیررس ذرت از طول دوره رشد رویشی بیشتری برخوردارند درنتیجه ارتفاع ظهور اولین بلال از سطح زمین بیشتر خواهد بود. به‌طوری‌که رقم S.C 704 با میانگین ۵۱/۸ سانتیمتر و رقم S.C 307 با میانگین ۴۱/۷ سانتیمتر به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار ارتفاع بلال از سطح زمین را به خود اختصاص دادند. استفاده از تیمار محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با میانگین ۴۸/۳ سانتیمتر توانست ارتفاع بلال از سطح زمین را نسبت به تیمار عدم مصرف آن با میانگین ۴۷/۷ سانتیمتر، افزایش دهد ولی این افزایش معنی‌دار نبود (جدول ۲). اثر تیمار تنش خشکی بر صفت ارتفاع بلال از سطح زمین معنی‌دار شد و تیمار تنش خشکی ملایم با میانگین ۹۱/۲۷ سانتیمتر و تیمار تنش خشکی شدید با میانگین ۷۸/۳۹ سانتیمتر به ترتیب بیشترین و کمترین ارتفاع بلال از سطح زمین را به خود اختصاص دادند (Mahrokh et al., 2011).

عملکرد علوفه

اثر تیمار سطوح تنش رطوبتی و ارقام مختلف ذرت بر صفت عملکرد علوفه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱). به‌طوری‌که در بین سطوح تنش آبی، بیشترین مقدار بیوماس علوفه با میانگین ۴۰/۳ تن در هکتار مربوط به

www.SID.ir

Archive of SID

تیمار آبیاری شاهد و کمترین مقدار آن با میانگین ۲۸/۰۶ تن در هکتار مربوط به تیمار تنش شدید آبی (آبیاری بر اساس ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه) بود. در صورت مساعد بودن عوامل رشد گیاهی، مقدار تجمع ماده خشک در گیاهان رابطه مستقیمی با وسعت سطوح فتوسنتز کننده دارد؛ اما چنانچه مقدار آب قابل‌دسترس گیاه به‌اندازه کافی و موردنیاز برای گسترش سطح برگ‌های آن نباشد، در آن صورت محدودیت ایجادشده باعث کاهش رشد رویشی و حجم کانوپی گیاه خواهد شد و در پی آن مقدار کل بیوماس تولیدی گیاه کاهش خواهد یافت. در بین ارقام موردبررسی رقم S.C 704 با میانگین ۴۰/۸ تن در هکتار و رقم S.C 307 با میانگین ۲۶/۴ تن در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار بیوماس علوفه را تولید کردند. علت اصلی این تفاوت دیررس‌تر بودن رقم S.C 704 نسبت به سایر ارقام موردبررسی بود (جدول ۲).

جدول ۲. مقایسه میانگین صفات زراعی هیبریدهای ذرت تحت شرایط تنش خشکی و کاربرد اسید سالیسیلیک

Table 2. Mean comparisons for agronomic characters of corn hybrids under water stress and salicylic acid application

Treatment	تیمار	بیوماس علوفه Forage biomass (ton ha^{-1})	ارتفاع بلال از Cob height زمین from the ground (cm)	تعداد بلال در مترمربع Cobs m^{-2}	طول پانیکول Panicule lenght (cm)	ارتفاع ساقه Stem height (cm)
Water stress	**تنش خشکی**					
Control irrigation	**شاهد**	40.33 a	50.10 a	8.19 a	41.52 a	106.9 a
80% of plant water requirement	**۸۰٪ نیاز آبی گیاه**	35.72 b	48.96 a	7.18 b	39.07 a	100.2 a
60% of plant water requirement	**۶۰٪ نیاز آبی گیاه**	28.06 c	45.01 a	7.21 b	43.48 a	110.3 a
Hybrid	**هیبرید**					
S.C 370	**S.C 370**	26.44 c	41.75 b	7.35 a	34.34 b	93.29 b
Apex	**Apex**	36.83 b	50.49 a	7.35 a	44.00 a	111.6 a
S.C 704	**S.C 704**	40.83 a	51.83 a	7.88 a	45.73 a	112.5 a
Salicylic acid	**اسیدسالیسیلیک**					
Control	**عدم مصرف**	34.11 a	47.71 a	7.41 a	41.35 a	105.9 a
300 ppm of Salicylic acid	**۳۰۰ پی پی ام**	35.29 a	48.33 a	7.64 a	41.36 a	105.6 a

میانگین هایی که در هر ستون و برای هر عامل حرف مشترک دارند، اختلاف آماری در آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح پنج درصد ندارند.

Means which have at least one common letter are not significantly different at the 5% level using DMRT

نتایج تحقیقی نشان داد که اثر متقابل تیمار (دور آبیاری + مواد ضد تعرق) بر صفت کل ماده خشک ذرت در سطح پنج درصد معنی‌دار شد و تیمار (دور آبیاری ۷ روز + مصرف اسید سالیسیلیک) با میانگین ۱۸۵۶/۰۹ گرم بر مترمربع و تیمار (دور آبیاری ۱۰ روز + عدم مصرف مواد ضد تعرق) با میانگین ۱۰۶۴/۸۱ گرم بر مترمربع به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار کل ماده خشک را تولید نمودند (Bayat et al., 2010). در تحقیقی بین سطوح مختلف تیمار تنش رطوبتی و تیمار اسید سالیسیلیک ازنظر عملکرد اختلاف آماری معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده شد. به‌طوری‌که بیشترین و کمترین عملکرد گیاه در تیمار آبیاری ۷ روز یک‌بار با میانگین ۱۰۴۶ و ۷۳۹ گرم بر مترمربع به ترتیب متعلق به تیمار خیساندن بذر با محلول اسید سالیسیلیک (غلظت ۰/۱ میلی مولار) و تیمار عدم مصرف اسید سالیسیلیک بود (Mehrabian-moghaddam et al., 2011). محققان گزارش نمودند که اثر تیمار سالیسیلیک اسید بر وزن علوفه تر معنی‌دار بود و باعث افزایش وزن علوفه تر از ۳۶۰۰ گرم بر مترمربع در تیمار شاهد به ۴۵۰۰ گرم بر مترمربع در تیمار مصرف ۰/۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید شد (Daneshmand et al., 2012). پژوهشگران اظهار

www.SID.ir

Archive of SID

داشتند که بیشترین و کمترین مقدار بیوماس گیاهچه‌های ذرت با میانگین ۱۰۸/۳ گرم در بوته و ۴۹/۳۱ گرم در بوته به ترتیب مربوط به تیمار (رقم ۵۰۴ ذرت + عدم مصرف سالیسیلیک اسید + تاریخ کاشت دوم) و تیمار (رقم ۵۰۴ ذرت + عدم مصرف سالیسیلیک اسید + تاریخ کاشت اول) بود (Zarei et al., 2012). در تحقیق دیگری عملکرد بیولوژیکی ارقام ذرت تحت تأثیر تیمار تنش رطوبتی معنی‌دار شد. تیمار آبیاری شاهد با میانگین ۲۵۵۷۶/۸ کیلوگرم در هکتار و تیمار قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه‌ها با میانگین ۲۱۰۹۰/۳ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار عملکرد بیولوژیکی را به خود اختصاص دادند (Rabbani and Emam, 2011). نتایج آزمایش دیگری اثر تیمار دور آبیاری و اسید سالیسیلیک بر صفت وزن خشک علوفه را معنی‌دار گزارش داد. به‌طوری‌که وزن خشک علوفه در تیمار آبیاری هر ۱۰ روز یک‌بار ۲۱ درصد نسبت به شاهد (آبیاری ۷ روز) کاهش نشان داد (Mehrabian Moghaddam et al., 2011).

شاخص‌های حساسیت و تحمل به تنش

میانگین عملکرد علوفه هیبریدهای ذرت در شرایط نرمال و تنش رطوبتی در جدول (۳) آورده شده است. هر چه مقادیر شاخص حساسیت به تنش کوچک‌تر باشد نشان‌دهنده تحمل بیشتر ژنوتیپ به شرایط تنش است. در این آزمایش، استفاده از شاخص SSI نشان داد که هیبرید S.C 704 با کمترین مقدار (۰/۸۵) بیشترین میزان تحمل به تنش رطوبتی را در بین ارقام موردبررسی دارد (جدول ۴).

ارزیابی ژنوتیپ‌ها با استفاده از شاخص حساسیت به تنش مواد آزمایشی را صرفاً بر اساس مقاومت و حساسیت به تنش دسته‌بندی می‌کند و به‌عبارت‌دیگر با استفاده از این شاخص می‌توان ژنوتیپ‌هایی حساس و متحمل را بدون توجه به پتانسیل عملکرد آن‌ها مشخص کرد (Naderi Darbagshahi et al., 2004). هیبریدهای S.C 720 و S.C 724 با کمترین مقدار SSI یعنی به ترتیب با مقادیر ۰/۴۳۱ و ۶۷۵ متحمل‌ترین هیبریدها نسبت به شرایط قطع آب در مرحله رشد رویشی بودند (Shirinzadeh et al., 2008). مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد که در شرایط بدون تنش، تنش ملایم و شدید تمام هیبریدها با هم در یک گروه آماری قرار گرفتند و به‌عنوان ارقام متحمل به تنش شناخته شدند (Haji Babaei and Azizi, 2011).

بر اساس نتایج سایر محققان بهترین شاخص برای گزینش ارقام، شاخص تحمل به تنش است، زیرا قادر است ارقامی را که در هر دو شرایط بدون تنش و تنش عملکرد بالایی دارند (گروه A) را از دو گروه ارقامی که فقط در شرایط بدون تنش (گروه B) و یا فقط در شرایط تنش (گروه C) عملکرد نسبتاً بالایی دارند، تفکیک نماید (Sadegh-Zadeh Ahari, 2006; Khalil Zadeh and Karbalai Khiyav, 2002). در این بررسی استفاده از شاخص TOL نشان داد که هیبرید Apexبا کمترین مقدار (۷/۴۵) و هیبرید S.C 370 با بیشترین مقدار (۹/۰۹)، به ترتیب بیشترین و کمترین میزان تحمل به تنش رطوبتی را در بین ارقام موردبررسی داشتند (جدول ۴).

در شاخص تحمل نیز مقادیر عددی پایین، نشان‌دهنده تحمل نسبی ارقام است. مقایسه میانگین هیبریدها از این نظر مشخص کرد که با توجه به شرایط بدون تنش و تنش ملایم و تنش شدید تمام هیبریدها با هم در یک گروه آماری قرار می‌گیرند (Haji Babaei and Azizi, 2011).

جدول ۳. عملکرد علوفه و میانگین عملکرد علوفه هیبریدهای ذرت در شرایط نرمال و تنش رطوبتی

Table 3. Forage yield and mean forge yield of corn hybrids under water stress and normal conditions

Hybrid	Y_P	Y_S	$\overline{Y}_P$	$\overline{Y}_S$
S.C 370	32.50	23.41	40.33	32.15
Apex	41.83	34.38	40.33	32.15
S.C 704	46.66	38.65	40.33	32.15

Y_P: عملکرد دانه یک ژنوتیپ در شرایط بدون تنش. Y_S: عملکرد دانه یک ژنوتیپ در شرایط تنش. $\overline{Y}_P$: متوسط عملکرد دانه تمام ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش. $\overline{Y}_S$: متوسط عملکرد دانه تمام ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش (تن در هکتار).

Yp: Grain yield of genotype in normal condition; Ys: Grain yield of genotype in stress condition; $\overline{Y}_P$: Mean of Grain yield of all genotypes in normal condition; $\overline{Y}_S$: Mean of Grain yield of all genotypes in stress condition.

www.SID.ir

Archive of SID

اگرچه برخی محققان گزارش کردند که شاخص بهره‌وری متوسط معیار مناسبی برای گزینش لاین‌های پر محصول و متحمل به خشکی ذرت معرفی کردند (Ahmadzadeh, 1997). ولی سایر محققان گزارش کردند که شاخص بهره‌وری متوسط زمانی برای انتخاب ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش کارایی دارد که شدت تنش شدید نبوده و اختلاف بین عملکرد در شرایط بدون تنش و تنش زیاد نباشد (Sio- Se Mardeh et al., 2006). در بررسی حاضر بیشترین میزان شاخص متوسط محصول دهی با میانگین ۳۸/۴۹ مربوط به رقم SC 704 بود که نسبت به دو رقم SC 370 و Apex تحمل بیشتری نسبت به شرایط تنش خشکی از خود نشان داد (جدول ۴).

سایر محققان گزارش نمودند که شاخص‌های تحمل به تنش و میانگین هندسی بهره‌وری با توجه به همبستگی‌های بالا و معنی‌دار موجود بین آن‌ها و عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش و بدون تنش، به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص‌های گزینش ژنوتیپ‌های دارای عملکرد مطلوب، قابل توصیه می‌باشند. ازنظر شاخص تحمل به تنش و متوسط هندسی بهره‌وری که مقادیر بالای شاخص نشان‌دهنده تحمل ارقام است (Fernandez, 1992). در بین ارقام ذرت موردبررسی رقم SC 704 با میانگین ۴۲/۴۶ بالاترین مقدار میانگین هندسی بهره‌وری را به خود اختصاص داد. این در حالی است که رقم SC 370 که در گروه ارقام زودرس قرار دارد با میانگین ۲۷/۵۸ کمترین مقدار میانگین هندسی بهره‌وری را داشت (جدول ۴).

محققان گزارش نمودند که ازنظر شاخص تحمل به تنش با توجه به مقایسه میانگین هیبریدها برای عملکرد در شرایط بدون تنش و تنش ملایم، هیبرید شماره ۴ و با در نظر گرفتن شرایط بدون تنش و تنش شدید، تمام هیبریدها ازنظر شاخص تحمل به تنش با هم در یک گروه آماری قرار گرفتند و به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل تعیین گردیدند (Haji Babaei and Azizi, 2011). در این آزمایش در بین ارقام ذرت SC 704 با میانگین ۱/۱۸ بالاترین مقدار تحمل به تنش را به خود اختصاص داد. این در حالی است که رقم SC 370 که در گروه ارقام زودرس قرار دارد با میانگین ۰/۵۰ کمترین مقدار تحمل به تنش را داشت (جدول ۴).

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج این تحقیق با افزایش شدت تنش خشکی، عملکرد علوفه حدود ۳۰ درصد کاهش یافت. این در حالی است که با اعمال آبیاری شاهد بیشترین عملکرد علوفه به دست آمد. در بین ارقام موردبررسی رقم S.C 704 از برتری محسوسی برخوردار بود. همچنین مصرف اسید سالیسیلیک توانست عملکرد علوفه را افزایش داد هرچند این افزایش معنی‌دار نبود.

جدول ۴. شاخص‌های مختلف تحمل به تنش هیبریدهای ذرت در شرایط نرمال و میانگین تنش رطوبتی

Table 4. Different indices of tolerance to stress of corn hybrids under normal conditions and mean of water stress

Hybrid	SSI	TOL	MP	GMP	STI	YI	YSI
S.C 370	1.39	09.9	95.27	58.27	0.50	0.72	0.720
Apex	0.89	7.45	38.10	37.92	0.94	1.06	0.821
S.C 704	0.85	8.01	42.65	42.46	1.18	1.20	0.828

شاخص حساسیت به تنش (SSI)، شاخص تحمل (TOL)، میانگین بهره وری تولید (MP)، میانگین بهره وری هندسی(GMP)، شاخص تحمل به تنش (STI)، شاخص عملکرد (YI)، شاخص پایداری عملکرد (YSI).

SSI: Sress susceptibility Index; TOL: Tolerance; MP: Mean productivity; GMP: Geometric Mean productivity; STI: Stress Tolerance Index; YI: Yield Index; YSI: Yield Stability Index.

منابع

Ahmadzadeh, A., 1997. Determining the best indicator of drought resistance in selected maize lines. M. Sc. Thesis in Plant Breeding. Tehran University. 238p. [In Persian with English Summary].

Alizadeh, A., Kamali, GH., 2007. Crops Water Requirement in Iran. Astan Ghodse Razavi

www.SID.ir

Archive of SID

Publisher. 227P. [In Persian with English Summary].

Bayat, H., Mardani, H., Arouie, H., Salahvarzi, Y., 2011. Effects of salicylic acid on morphological and physiological characteristics of cucumber seedling (*Cucumis sativus* cv. Super Dominus) under drought stress. Journal of Plant Production. 18(3), 63-76. [In Persian with English Summary].

Bayat, S., Sepehri, A., Zare Abyaneh, H., Abdollahi, M.R., 2010. Efeect of salicylic acid and pacheloboutrazol on some of growth indices and corn yield under drought stress. Journal of Crop Ecophysiology. 2(1), 34-40. [In Persian with English Summary].

Bouslama, M., Schapaugh, W.T., 1984. Stress tolerance in soybean. Part 1: evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. Crop Science. 24, 933-937.

Brar, G., Kar, S., Singh, N.T. 1990. Photosynthetic response of wheat to soil water deficits in tropic. Journal of Agronomy and Crop Science. 164, 343-348.

Daneshmand, F., Arvin, M.J., Keramat, B., Momeni, N. 2012. Interactive effects of salt stress and salicylic acid on germination and plant growth parameters of maize (*Zea mays* L.) under field conditions. Journal of Plant Function and Processing, 1(1), 56-70. [In Persian with English Summary].

El-Tayeb, M.A., 2005. Response of barley grain to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation. 45, 215-225.

Farahbakhsh, H., Shamsaddin, Saiid, M., 2011. Effects of foliar application of salicylic acid on vegetative growth of maize under saline conditions. African Journal of Plant Science. 5(10), 575-578.

Farooq, M., Basra, S.M.A., Wahid, A., Ahmad, N., Saleem, B.A., 2009. Improving the drought tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) by exogenous application of salicylic acid. J. Agron. Crop Science. 195, 237-246.

Fernandez, G.C.J., 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Proceeding of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress. Publication, Tainan, Taiwan. PP: 257-270.

Fischer, R.A., Maurer, R., 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield response. Australian Journal of Agricultural Research. 29, 897-912.

Gavuzzi, P., Rizza, F., Palumbo, M., Campaline, R.G., Ricciardi, G.L., Borghi, B., 1997. Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. Canadian Journal of Plant Science. 77, 523-531.

Gunes, A., Inal, A., Alpaslan, M., Eraslan, F., Bagci, E.G., Cicek. N., 2007. Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) grown under salinity. Journal of Plant Physiology.

Haji Babaei, M., Azizi, F. 2011. Evaluation of stress tolerance indices in some new maize hybrids. Electronic Journal of Crop Production. 4(3), 139-155.

He, Y., Liu, Y., Cao, W., Huai, M., Xu, B., Huang, B., 2005. Effects of Salicylic Acid on Heat Tolerance Associated with Antioxidant Metabolism in Kentucky Bluegrass. Crop Science. 45, 988-995.

Hussein, M.M., Balbaa, L.K., Gaballah, M.S., 2007. Salicylic Acid and Salinity Effects on Growth of Maize Plants. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 3(4), 321-328.

Khalil Zadeh, GH.R., Karbalai Khiyav, H., 2002. Effects of drought and heat stress on advanced lines of durum wheat. 7th Congress of Agronomy and Plant Breeding of Iran. Agricultural Education Publishing. PP: 564-563. [In Persian with English Summary].

Khan, W., Prithiviraj, B., Smith, D.L., 2003. Photosynthetic response of corn and soybean to foliar application of salicylates. Journal of Plant Physiology. 160, 485-492.

Levent Tuna, A., Kaya, C., Diklitas, M., Yokas, I., Burun, B., Altulu, H., 2007. Comparative effects of various salicylic acid derivatives on key growth parameters and some enzyme activities in salinity stressed maize plants. Pakistan Journal of Botany. 39(3), 787-798.

Maddah, S.M., Fallahian, F.A., Sabbaghpour, S.H., and Chalabian, F., 2006. Efeect of salicylic acid on yield, components yield and anathomy structure of cicer. Journal of Sciences, Islamic Azad University, 62(1), 61-70. [In Persian with English Summary].

www.SID.ir

Archive of SID

Mahrokh, A., Azizi, F., Sadeghi, A., Karimi, A., 2011. Effect of Application of Streptomyces Bacterium on Grain Yield and Its Components of Maize cv. KSC 260 under Drought Stress Conditions. Seed and Plant Production Journal. 27(2), 165-181. [In Persian with English Summary].

Mehrabian Moghaddam, N., Arvin, M.J., Khajouee Nejad, Gh.R., Maghsoudi, K., 2011. Effect of Salicylic Acid on Growth and Forage and Grain Yield of Maize under Drought Stress in Field Conditions. Seed and Plant Production Journal, 27-2(1): 41-55. [In Persian with English Summary].

Naderi Darbagshahi, M.R., Noormohamadi, GH., Majidi, A., Darvish, F. Shirani Rad, A. H., Madani, H., 2004. Effect of drought stress and plant density on the characteristics in line planting safflower in Isfahan. Seed and Plant production Journal. 20, 296-281. [In Persian with English Summary].

Nemeth, M., Janda, T., Hovarth, E., Paldi, E. and Szali, G., 2002. Exogenous salicylic acid increases polyamine content but may decrease drought tolerance in maize. Plant Science. 162,569-574.

Nesmith, D.S., Ritchie, J.T., 1992. Short and long-term responses of corn to a pre- anthesis soil water deficit. Agronomy Journal. 84, 107-113.

Rabbani, J., Emam, Y., 2011. Yield Response of Maize Hybrids to Drought Stress at Different Growth Stages. Journal of Crop Production and Processing. 1(2), 65-78. [In Persian with English Summary].

Rosielle, A.A., Hamblin, J., 1981. Theoretical aspect of selectionfor yield in stress and non - stress environment. Crop Science. 21, 943-946.

Sadegh-Zadeh Ahari, D., 2006. Evaluation of drought tolerance in durum wheat genotypes promising. Crop Science. 8(1), 44-30.

Sajedi, N.A., Skandari, H., Tahmasebi, R., 2012. Effects of Selenium and Salicylic Acid on Agronomic Characteristics of the Dry land Wheat Cultivars. Journal of Agronomy Sciences. 3(7), 53-65. [In Persian with English Summary].

Samia, M., El-Khallal, A., Hathout, A., Ahsour, A. Abd-Almalik, A., 2009. Brassinolide and salicylic acid induced antioxidant enzymes, hormonal balance and protein profile of Maize plants grown under salt stress. Research Journal of Agricultural and Biology Sciences. 5, 391-402.

Senaranta, T., Teuchell, D., Bumm, E., Dixon, K., 2002. Acetyl salicylic acid (asprin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Regulation. 30, 157-161.

Shi, Q., Zhu, Z., 2008. Effects of exogenous salicylic acid on manganese toxicity, element contents and antioxidative system in cucumber. Environment Experimental Botany. 63, 317-326.

Shirinzadeh, A., Zarghami, R., Shiri, M.R., 2008. Evaluation of drought tolerance in late and medium maize hybrids using stress tolerance indices. Iranian Journal of Crop Sciences. 10 (4), 416-427. [In Persian with English Summary].

Shoaa, SH., Miri, H.R., 2012. Reducing detrimantal effects of salt stress on morphophysiological characteristics of wheat by application of salicylic acid. Eletronocal Journal of Crop Production. 5(1), 71-88.

Singh, B., Usha, K., 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. Plant Growth Regulation. 39, 137 141.

Sio-Se Mardeh, A., Ahmadi, A., Poustini, K., Mohamadi, V., 2006. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. Field Crop Research. 98, 222- 229.

Wang, L.J., Li, S.H., 2006. Salicylic acid induced heat or cold tolerance in relation to Ca_2 homeostasis and antioxidant systems in young grape plants. Plant Science. 170, 685-694.

Zarei, M., Masood Sinaki, J., Rahbari, A. Abaspour, H., 2012. Effects of planting date and salicylic acid on physiological traits of forage maize hybrids. Iranian Journal of Plant Physiology. 3(2), 687-693.

www.SID.ir