تغییرات فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت، غلظت مالون‌دی‌آلدئید و شاخص‌های جوانه‌زنی سه هیبرید ذرت در برابر تنش شوری

مریم گودرزیان*[۱]، الهه قاسمی[۲]، سیروس منصوری‌فر[۳]، محسن سعیدی[۱]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، گروه فیزیولوژی و زراعت، دانشگاه رازی کرمانشاه

[۲]استادیار، گروه فیزیولوژی و زراعت، دانشگاه رازی کرمانشاه

[۳]دانشجوی دکتری اکولوژی، گروه زراعت و اکولوژی دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۱/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۲۱

چکیده

شوری یکی از مهمترین تنش‌های محیطی در کشاورزی سراسر جهان است که رشد و متابولیسم گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. این آزمایش به‌منظور بررسی اثرات پتانسیل‌های اسمزی مختلف (صفر، ٤٠، ٨٠ و ١٢٠ میلی‌مولار NaCl) بر جوانه‌زنی، فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت، غلظت مالون‌دی‌آلدئید و رشد گیاهچه سه هیبرید ذرت (SC٧٠٤، SC٦٤٧ و SC٢٦٠) انجام گردید. هدف از اجرای آزمایش مقایسه شاخص‌های جوانه‌زنی هیبریدهای ذرت در سطوح متفاوت تنش شوری بود. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی و با چهار تکرار در محیط ژرمیناتور (١± ٢٥ درجه سانتی‌گراد) اجرا شد. تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح پتانسیل اسمزی بر شاخص جوانه زنی، درصد جوانه-زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت جنین و غلظت مالون‌دی‌آلدئید معنی‌دار بود. با کاهش پتانسیل اسمزی رشد اولیه گیاهچه و سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت، البته تنش شوری درصد جوانه‌زنی را بیشتر از مولفه‌های دیگر کاهش داد. بین هیبریدهای SC٦٤٧ و SC٢٦٠ از نظر نحوه پاسخ‌دهی در برابر سطوح مختلف تنش شوری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

واژگان کلیدی: آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت، ذرت، تنش شوری، شاخص‌های جوانه‌زنی، مالون‌دی‌آلدئید

مقدمه

بر اساس تعریف Shannon and Grieve (1999) شوری عبارت است از حضور بیش از اندازه نمک‌های قابل حل و عناصر معدنی در محیط رشد ریشه که منجر به کاهش توانایی گیاه در جذب آب کافی از محلول خاک می‌شود. Ashraf and McNeilly (2004) تنش شوری را تجمع یون‌هایی نظیر سدیم، پتاسیم، سولفات و کلر در محیط ریزوسفر بیان نمودند به نحوی که رشد و نمو طبیعی گیاه را مختل سازد. یکی از دلایل اصلی خسارت تنش‌های محیطی نظیر شوری بر گیاهان، تولید انواع رادیکال‌های آزاد اکسیژن است. کلروپلاست و میتوکندری که دو محل عمده حضور

*نویسنده مسئول: goodarzian98@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

چرخه‌های انتقال الکترون در سلول‌های گیاهی می‌باشند همواره در معرض خطر تولید گونه‌های فعال اکسیژن قرار دارند. حضور این مولکول‌ها در محیط سلولی، سبب تخریب ماکروملکول‌های عمده سلولی نظیر DNA، RNA و آنزیم‌های حیاتی می‌شود که این خسارت را خسارت اکسیداتیو گویند (Ashraf and Ali, 2008). همچنین یکی از اثرات بارز رادیکال‌های آزاد اکسیژن بر سلامت سلول‌ها تخریب غشاهای سلولی است. بررسی غلظت مالون‌دی‌آلدئید بافت گیاهی می‌تواند بیانگر میزان تخریب غشا سلولی باشد زیرا این ترکیب تحت تأثیر تخریب و پراکسیده شدن غشا سلولی آزاد می‌شود (Bhattacharjee and Mukherjee, 2002).

افزایش میزان رادیکال‌های فعال اکسیژن در گیاه باعث می شود که برای کاهش اثرات سمی تنش اکسیداتیو ناشی از تنش شوری، مکانیسم‌های متنوعی در گیاه فعال شود. در این شرایط میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت افزایش یافته و آنزیم‌های مهار کننده ROS ها در جهت کاهش اثرات سمی ناشی از تنش اکسیداتیو حاصل از تنش شوری، افزایش پیدا می‌کنند. حساسیت آنزیم‌های استخراج شده از ارقام متحمل به شوری در حضور NaCl کاملاً مشابه آنزیم‌های موجود در ارقام حساس به شوری است (Kafi et al., 2003). آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت به عنوان سریعترین واحدهای مقابله‌کننده در برابر حمله اکسیژن‌های فعال به شمار می‌آید (Dirk and Montago, 2002).

در طبیعت گیاهان در برابر نوسانات محیطی مختلفی از جمله شوری و خشکی قرار می‌گیرند که رشد آنها را محدود می‌کند (Bohnert et al., 1995). جوانه‌زنی به شدت تحت تاثیر عوامل محیطی به خصوص رطوبت و مواد محلول قرار می‌گیرد (Soltani et al., 2006). کاهش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در شرایط شوری ممکن است به خاطر پتانسیل اسمزی پایین و ممانعت از جذب آب، سمیت یون‌های Na^+ یا Cl^- و یا عدم تعادل عناصر غذایی می‌باشد (Lynch and Lauchli, 1988). نتایج تحقیقات مختلف بر روی جوانه‌زنی گیاهان زراعی مختلف بیانگر این واقعیت است که با افزایش سطح تنش شوری طول ریشه‌چه، طول ساقه چه و همچنین وزن خشک گیاهچه به‌طورمعنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد کاهش می‌یابد (Alebrahim et al., 2004; Kaya et al., 2006; Okcu et al., 2005).

ذرت یکی از گیاهان علوفه‌ای و دانه‌ای چهار کربنه با توانایی تولید بالا و سازگاری در اکثر مناطق کشور است که می‌تواند نقش مهمی در تأمین انرژی مورد نیاز دام‌ها به ویژه در فصل زمستان ایفا نماید (Chogan, 1996). این گیاه به علت طول دوره رشد کوتاه، برای کشت دوم (به خصوص در مناطقی که فصل رشد آن‌ها به علت سرماهای زودرس کوتاه‌تر است) مناسب می‌باشد.

بررسی اثرات تنش شوری به کمک آنزیم‌ها و پایداری غشا می‌تواند با سرعت بیشتری به شناسایی ارقام مقاوم یک گیاه منجر شود، به علت اینکه رابطه قوی در تحمل به تنش‌های محیطی و تغییرات بیوشیمیایی در گیاهان وجود دارد. این تحقیق به منظور بررسی واکنش هیبریدهای ذرت به تنش شوری و بررسی رابطه میان صفات جوانه‌زنی، رشد گیاهچه، غلظت مالون‌دی‌آلدئید و همچنین فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت جنین بذر در تحمل شوری تحت سطوح مختلف پتانسیل‌های NaCl انجام شد.

مواد و روش‌ها

بذر هیبریدهای ذرت (SC704, SC647, SC260) از موسسه اصلاح بذر و نهال (کرج) تهیه گردید. آزمایش بصورت فاکتوریل (۳×٤) در قالب طرح کاملا تصادفی و با ٤ تکرار در ظرف‌های پتری‌دیش شیشه‌ای انجام شد. در هر پتری‌دیش ۲۵ عدد بذر تقریبا یکسان کشت گردید. فاکتور اول شامل هیبریدهای ذرت و فاکتور دوم شامل پتانسیل‌های

Archive of SID

www.SID.ir

اسـمزی (صـفر، ٤٠، ٨٠، ١٢٠ میلی‌مولار NaCl) بود. آزمایش جوانه‌زنی در شرایط آزمایشگاهی و در داخل ژرمیناتور ۱±۲۵ درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ٤٥ درصد و در تاریکی انجام گردید (Okcu et al., 2005). بذرها به‌مدت ۱۰ روز مورد شمارش روزانه قرار گرفتند و خروج ریشه‌چه به اندازه ۲ میلی‌متر معیار جوانه‌زنی در نظر گرفته شد (Okcu et al., 2005).

پس از اتمام جوانه‌زنی، طول ریشـه‌چه، طول سـاقه‌چه، درصـد جوانه‌زنی، کاهش درصد جوانه‌زنی[1] (PRG) مورد ارزیابی و محاسبه قرار گرفتند.

$$\text{کاهش درصد جوانه‌زنی} = 1 - \frac{\text{تعداد بذر جوانه زده در شرایط تنش}}{\text{تعداد بذر جوانه زده در شرایط شاهد}} \times 100 \quad (1)$$

متوسط زمان جوانه‌زنی[2](MTG) از رابطه Bailly (2004) محاسبه گردید (رابطه ۲). درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی به‌ترتیب براساس روش Belcher and Miller (1974) و Maguire (1962) (روابط ۳ و ٤) محاسبه شدند:

$$MTG = \frac{[n1.1+(n2-n1).2+(n3-n2).3+\cdots.+(n10-n9).10]}{n10} \quad (2)$$

در این رابطه n1 تا n10 درصد جوانه‌زنی در روز اول تا دهم است.

$$P = \left({\text{Ni}}/{\text{Nt}}\right) \times G100 \quad (3)$$

که Ni کل تعداد بذور جوانه‌زده در طی یک دوره ده روزه، N_t کل تعداد بذور و GP درصد جوانه‌زنی می‌باشد.

$$\text{RS}= \sum_{i=0}^{n} \frac{si}{Di} \quad (4)$$

که در آن Rs سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)، Si تعداد بذر جوانه‌زده در هر شمارش، Di تعداد روز در هر شمارش تا شمارش nام بود.

همچنین فعـالیـت آنزیم کاتالاز با اسـتفاده از روش Sinha (1972) در طول موج ۲٤۰ نانومتر به‌مدت ۳ دقیقه با دستگاه الایزا (Biotek, power wave XS2) خوانده شد. فعالیت ویژه آنزیم بر اساس میکرومولار هیدروژن تجزیه شده در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین بیان شـد. همچنین فعالیت آنزیم پراکسـیداز به اسـتناد به روش Chance and Maehly (1955) با اندکی تغییرات در طول موج ٤۷۰ نانومتر صـورت گرفت. اندازه‌گیری فعالیت این آنزیم بر اسـاس تشـکیل تتراگوایکول از گـایـاکول در حضـور پراکسـیـدهیـدروژن و آنزیم گوایکول بود. آنزیم پراکسـیـداز برای تجزیـه پراکسـیدهیدروژن از گوایکول به‌عنوان دهنده الکترون اسـتفاده می‌کند و تتراگوایکول تشـکیل می‌شـود. برآورد میزان غلظـت مالون‌دی‌آلدئید به روش Heath and Packer (1986) انجام شـد. برای اندازه‌گیری غلظت پروتئین از روش Bradford (1976) استفاده شد. آلبومین سرم گاوی[3] (BSA)، به‌عنوان استاندارد پروتئین مورد استفاده قرار گرفت.

تجزیه واریانس تمام مولفه‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C انجام شد و مقایسات میانگین با آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح آماری ۵ درصد صورت گرفت و برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش شوری بر روی تمامی مولفه‌های مورد بررسی معنی‌دار بود (جدول ۱ و ۲). هیبریدهای مورد مطالعه SC ٦٤٧ و SC۲٦۰ از نظر صـفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری نداشـتند. از سـوی دیگر

1- Reduction of Germination Percent
2- Mean Time to Germination
3- Bovine Serum Albumin

Archive of SID

www.SID.ir

مقایسه میانگین کاهش درصد جوانه‌زنی در پتانسیل‌های اسمزی مختلف نشان داد که بیشترین کاهش در پتانسیل‌های اسمزی ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار نمک صورت می‌گیرد (شکل ۱). احتمالاً تنش شوری از دو روش پتانسیل اسمزی پایین و سمیت یونی می‌تواند جوانه‌زنی را کاهش دهد.

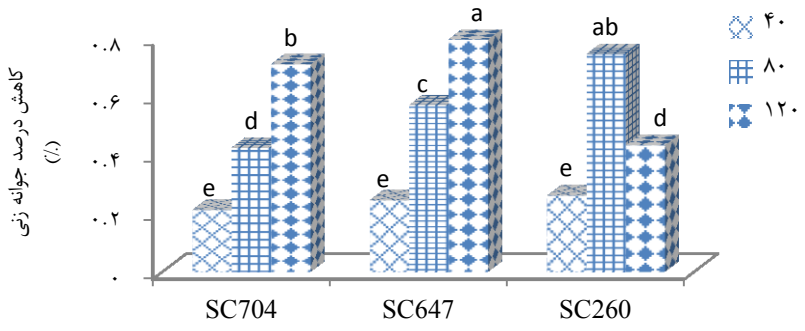
مقایسه میانگین متوسط زمان جوانه‌زنی حاکی از آن بود که کمترین زمان برای جوانه‌زنی در آب مقطر (صفر میلی‌مولار نمک) اتفاق می‌افتد و با کاهش پتانسیل اسمزی متوسط زمان جوانه‌زنی افزایش یافت (شکل ۲).

از نتایج به‌دست آمده می‌توان نتیجه گرفت که کاهش پتانسیل اسمزی آب به طور معنی‌داری بر مولفه‌های جوانه‌زنی از جمله متوسط زمان و درصد جوانه‌زنی و همچنین رشد گیاهچه (طول ساقه‌چه و ریشه‌چه) هر سه هیبرید ذرت اثر می‌گذارد ولی تاثیر آن بر درصد جوانه‌زنی بیشتر سایر مولفه‌ها بود به‌طوری‌که با کاهش پتانسیل اسمزی تا ۱۲۰ میلی‌مولار نمک درصد جوانه‌زنی تا بیش از ۸۰ درصد کاهش یافت (جدول۱ و شکل۱). کاهش در شاخص‌های جوانه‌زنی در اثر اعمال تنش‌های محیطی توسط محققان دیگری گزارش شده است (Soltani et al., 2006; Patade et al., 2011; Tavakkol Afshari et al., 2013).

جدول ۱- تجزیه واریانس میانگین مربعات تأثیر تنش شوری بر صفات جوانه‌زنی ارقام ذرت

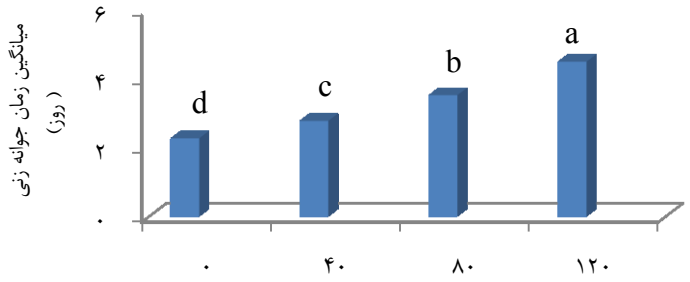
S.O.V	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	کاهش درصد جوانه‌زنی	میانگین زمان جوانه‌زنی
هیبریدها	۲	۰/۰۵۶**	۲۴/۹۳**	۰/۰۱۸*	۰/۰۰۱ns
سطوح تنش	۳	۱/۲۱۶**	۳۵۰/۹۹**	۱/۰۸۸*	۱۱/۱۷۷**
هیبرید × تنش	۶	۰/۰۰۵۴*	۶/۴۹۴*	۰/۰۷۷*	/۰۴۸ns
خطا	۳۶	۰/۰۰۴۰۱	۶/۰۵۶	۰/۰۰۲	۰/۲۲۲
CV%	-	۱۲/۹۷	۱۴/۹۶	۱۲/۹۳	۱۴/۴۶

*، ** و ns به‌ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵٪ و غیر معنی‌دار

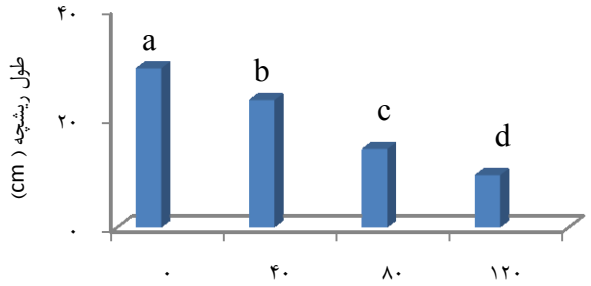


شکل ۱- مقایسه میانگین کاهش درصد جوانه‌زنی هیبریدهای ذرت در سطوح مختلف شوری

www.SID.ir



شکل ۲- مقایسه میانگین متوسط زمان جوانه‌زنی هیبریدهای ذرت در سطوح مختلف شوری



شکل ۳- مقایسه میانگین طول ریشه‌چه هیبریدهای ذرت در سطوح مختلف شوری

تجزیه واریانس نشان داد که فعالیت آنزیم کاتالاز در جنین بذر ارقام ذرت تحت تأثیر معنی‌دار تنش شوری، رقم و اثر متقابل این دو عامل قرار گرفت در سطح شوری ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار نمک کمترین فعالیت آنزیم کاتالاز به‌ترتیب در ارقام SC ٦٤٧ و SC٢٦٠ مشاهده شد (شکل ٤). اثرات ساده تیمار شوری نشان داد که با افزایش سطح شوری فعالیت آنزیم پراکسیداز افزایش معنی‌داری داشته است. پراکسیداز مجموعه‌ای از آنزیم‌های چرخه آسکوبات-گلوتاتیون‌ردوکتاز هستند که قادرند با حذف آب اکسیژنه آن را به آب تبدیل کنند. بسیاری از محققین فعالیت این آنزیم‌ها را به عنوان یک عامل کلیدی جهت حفاظت گیاهان در مقابل تنش‌های محیطی عنوان نموده‌اند (Meloni et al., 2003).

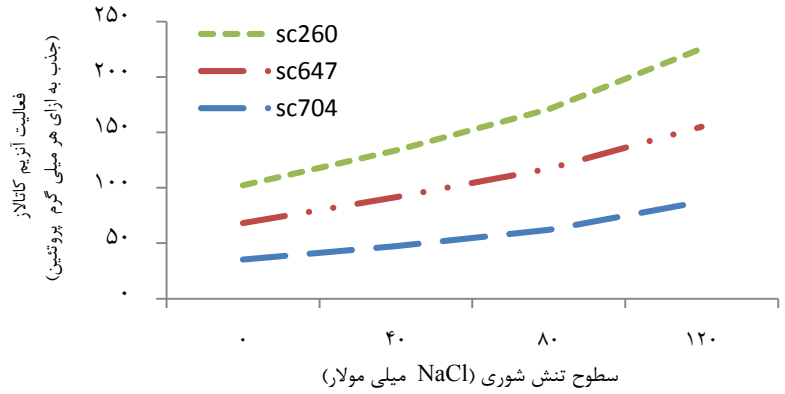
Meloni et al. (2003) با مطالعه پنبه در شرایط تنش شوری مشاهده نمودند که افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز تحت تأثیر تنش شوری منجر به کاهش تخریب غشاهای سلولی و آسیب‌دیدگی گیاه پنبه شد. در آزمایش حاضر رقم SC ٧٠٤ در بالاترین سطح تنش شوری بیشترین فعالیت آنزیم کاتالاز را داشت (شکل ٤). به‌علت تنش اکسیداتیو ایجاد شده ناشی از رادیکال‌های آزاد اکسیژن درون سلولی، افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت راهی برای تحمل گیاه نسبت به تنش محیطی می‌باشد (Janda et al., 1999). افزایش فعالیت این آنزیم‌ها در گیاهان تحت تنش در گیاهان زراعی دیگر نیز گزارش شده است (Rouhi et al., 2012; Bailly, 2004)

www.SID.ir

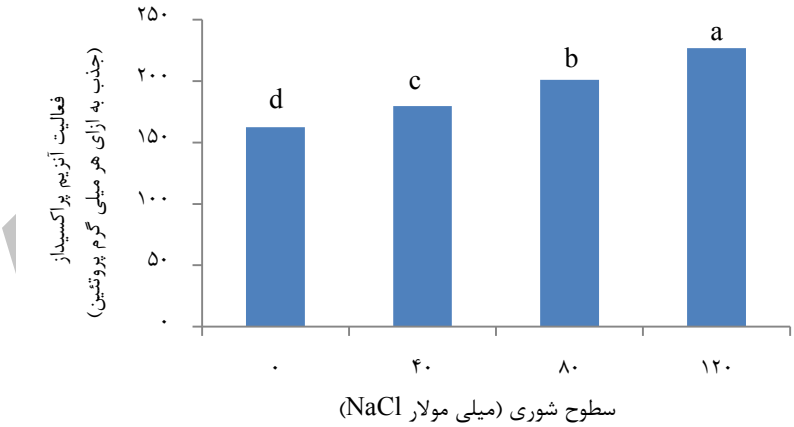
جدول ۲- تجزیه واریانس میانگین مربعات تأثیر تنش شوری بر خصوصیات فیزیولوژیک ارقام ذرت.

S.O.V	درجه آزادی	کاتالاز	پراکسیداز	مالون‌دی‌آلدئید	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه
هیبریدها	۲	۳۵۰/۰۱**	۱۳۱۵**	۰/۰۰۳۷۲*	۲۷۸/۹۷**	۸۱/۰۱*
سطوح تنش	۳	۳۷۵۲**	۱۳۰۳**	۰/۰۰۲۵۳*	۱۳٦۵**	۹۲٦/۲۵**
هیبرید× تنش	٦	۷٤/٤٤**	۷۷/۷۹ns	۰/۰۰۰٤۰٤**	۲۰/۹۵*	٤/۷٦۹ns
خطا	۳٦	۳۳/۳۳	۳۰۲/۰۸	۰/۰۰۰۲۲۲	۱۱/۱۱۱	۵/۷۷۸
CV%	-	۱۰/۹٦	۹/۰۳	۱۱/۹۹	۱۳/۸۷	۱۲/۵۸

*، ** و ns : به‌ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵٪ و غیر معنی‌دار



شکل ٤- مقایسه میانگین فعالیت آنزیم کاتالاز هیبریدهای ذرت در سطوح مختلف شوری

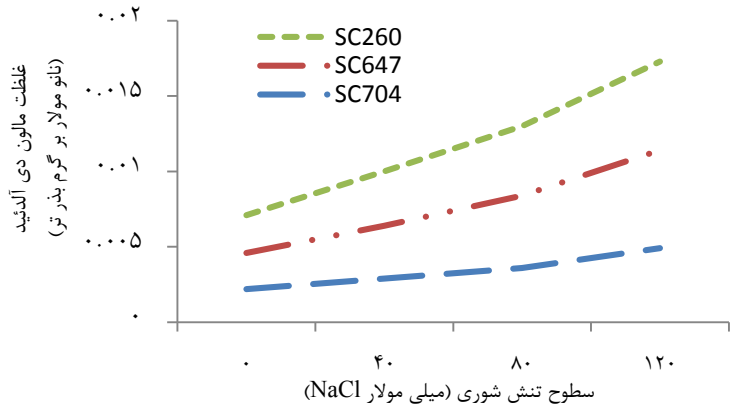


شکل ۵- مقایسه میانگین فعالیت آنزیم پراکسیداز در سطوح شوری بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪

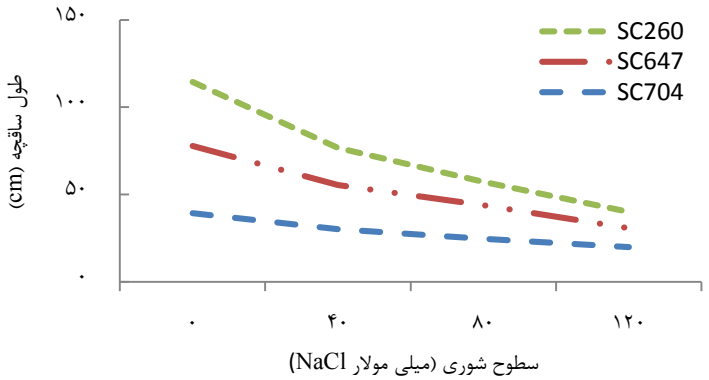
تجزیه واریانس نشـان داد که غلظت مالون‌دی‌آلدئید بذر ارقام ذرت تحت تأثیر شـوری، رقم و اثر متقابل شـوری و رقم قرار گرفت (جدول ۲). مقایسـه میانگین تأثیر شـوری و رقم بر غلظت مالون‌دی‌آلدئید بذر (شـکل ٦) ارقام ذرت نشان داد که در سطح شاهد تفاوت معنی‌داری میان ارقام ذرت از نظر غلظت مالون‌دی‌آلدئید بذر وجود نداشت .در تمام سـطوح شـوری بیشترین غلظت مالون‌دی‌آلدئید بذر و کمترین درصد و سرعت جوانه‌زنی و طول ساقچه در ارقام ٦٤٧

www.SID.ir

SCو SC۲۶۰ دیده شد (شکل ۳، ٦ و ۷). که بیانگر تخریب شدید غشا سلولی در این ارقام تحت تأثیر شوری و نشاندهنده‌ی رابطه منفی میان افزایش غلظت مالون‌دی‌آلدئید بذر با رشد گیاه است. Gunes et al. (2007) افزایش غلظت مالون‌دی‌آلدئید را نیز در بذر ذرت تحت تأثیر تنش شوری گزارش نمودند.



شکل ٦- مقایسه میانگین غلظت مالون دی آلدئید بذر هیبریدهای ذرت در سطوح مختلف تنش شوری



شکل ۷- مقایسه میانگین طول ساقچه بذر هیبریدهای ذرت در سطوح مختلف تنش شوری.

Bandeoglu et al. (2004) افزایش غلظت مالون‌دی‌آلدئید بذر تحت تأثیر تنش شوری را در بذر برنج گزارش نمودند. ایشان اظهار داشتند که تخریب غشاهای سلولی تحت تأثیر تنش شوری و تولید مالون‌دی‌آلدئید بذر که ناشی از تخریب و تجزیه چربی‌های غشا سلولی است می‌تواند به‌عنوان یک معیار مناسب برای بررسی واکنش گیاه برنج به تنش شوری بررسی شود.

نتیجه‌گیری نهایی

در فیزیولوژی بذر، گونه‌های فعال اکسیژن شامل پراکسیدهیدروژن (H_2O_2)، رادیکال سوپراکسید هیدروژن (O_2) و رادیکال هیدروکسید (OH) می‌باشد. این گونه‌ها معمولاً به‌عنوان مولکول‌های سمی مورد توجه هستند که تجمع آنها باعث پراکسیداسیون چربی‌ها، غیرفعال شدن آنزیم‌ها، خسارت به اسیدهای نوکلئیک و تخریب غشاهای سلولی می‌شود (Bailly, 2004 ؛ McDonald, 1999). خسارت به غشاهای سلول به‌عنوان عامل اصلی زوال بذرهای تحت تنش شناخته شده است (McDonald, 1999). نتایج آزمایش حاضر نشان داد که افزایش سطح تنش شوری سبب تخریب غشاهای

www.SID.ir

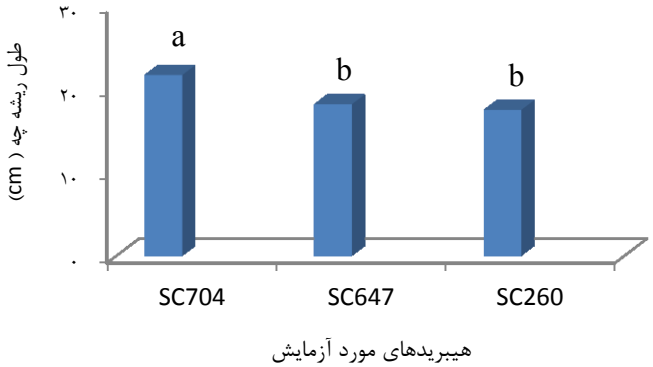
سلولی و افزایش غلظت مالون‌دی‌آلدئید بذر ذرت شد که شدت تخریب غشاء سلولی در رقم SC۷۰٤ کمتر از دو رقم دیگر بود (شکل ٤).

از سوی دیگر نتایج نشان داد که بیشترین فعالیت آنزیم کاتالاز و در نتیجه بیشترین کاهش درصد جوانه‌زنی در همین رقم در سطوح شوری ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار NaCl مشاهده شد در حالی که بیشترین فعالیت آنزیم پراکسیداز و کمترین تخریب غشا سلولی (غلظت مالون دی آلدئید) در رقم SC ۷۰٤ دیده شد (شکل ۷ و ۸) که نشانگر تأثیر مثبت فعالیت این آنزیم بر کاهش اثر منفی رادیکال‌های آزاد اکسیژن بر سلامت غشاهای سلولی در رقم مذکور تحت تأثیر تنش شوری است.

با توجه به نتایج می‌توان گفت رقم SC۷۰٤ در مقایسه با سایر ارقام مورد مطالعه تحمل نسبی به تنش شوری دارد زیرا درصد جوانه‌زنی این رقم در تمام سطوح شوری و از جمله بالاترین سطح شوری در مقایسه با شاهد همین رقم و سایر ارقام کمتر کاهش یافت.

جدول ۳- مقایسه میانگین سرعت و درصد جوانه‌زنی در ارقام ذرت در سطوح تنش شوری بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪

هیبریدها	سطح شوری (میلی‌مولار NaCl)	سرعت جوانه زنی (1/day)	درصد جوانه زنی (درصد)
SC 704	۰(شاهد)	۲۲/۳a	۹۹/۵a
SC 704	٤۰	۲۰/۲۹ab	٦٦/۱b
SC 704	۸۰	۱٦/۱cd	٤٥/۳cd
SC 704	۱۲۰	۱۲/۹ de	۳۳/۲ef
SC 647	۰(شاهد)	۲۲/۹ a	۹۸/۸a
SC 647	٤۰	۱۷/۳bc	٥٤/۷c
SC 647	۸۰	۱۲/۲e	۳٦/٦de
SC 647	۱۲۰	۹/۸e	۲٤/۲f
SC 260	۰ (شاهد)	۲۳/۷ a	۹٦/٦a
SC 260	٤۰	۱۷/۹ bc	٥۱/۸c
SC 260	۸۰	۱۲/۹ de	۳۱/٤ef
SC 260	۱۲۰	۹/۲ e	۲۰/۳f



شکل ۸- مقایسه میانگین طول ریشه‌چه هیبریدهای ذرت در سطوح مختلف شوری بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪

Archive of SID
www.SID.ir

Reference

Alebrahim, M.T., Sabaghnia, N., Ebadi, A., and Mohebodini, M. 2004. Investigation the effect of salt and drought stress on seed germination of thymemedicinal plant (*Thymus vulgaris*). Research in Agricultural Science. 1:13-20.

Ashraf, M. and Ali, Q. 2008. Relative membrane permeability and activities of some antioxidant enzymes as thevkey determinants of salt tolerance in canola (*Brassica napus* L.). Environmental and Experimental Botany 63: 266–273.

Ashraf, M. and McNeilly, T. 2004. Salinity tolerance in Brassica oilseeds. Critical Review of Plant Science. 23(2): 157-174.

Bailly, C. 2004. Active oxygen species and antioxidants in seed biology. Seed Science Research, 14: 93-107.

Bandeoglu, E., Eyidogan,F., Yucel, M., and Oktem, H.A. 2004. Antioxidant response of shoots and roots of lentil to NaCl Salinity stress. Plant Growth Regulation. 42:69-77.

Belcher, E.W. and Miller, L. 1974. Influence of substrate moisture level on the germination of sweetgun and pine seed. Proceeding of the Association of Official Seed Analysis, 65: 88-89.

Bhattacharjee, S., and Mukherjee, A.K. 2002. Salt stress induced cytosolute accumulation, antioxidant response and membrane deterioration in three rice cultivars during early germination. Seed Science and Technology. 30: 279-287.

Bohnert, H.J., Nelson, D.E., and Jensen, R.G. 1995. Adaptation to environmental stresses. *Plant Cell,* 71099- 1111.

Chance, B., and Maehly, A.C. 1955. Assay of catalases and peroxidase. Methods in Enzymology 2, 764–775.

Chogan, R. 1996. Investigation and comparison of yield and yield components in illage hybrids. Seed and Plant Agriculture Research Journal. 12 (2): 4-36.

Gunes, A., Inal, A., Alpuslan, M., Fraslan,F., Guneri, E., and Cicek, N. 2007. Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize grown under salinity. Journal of Plant Physiology. 164: 728-736.

Heath, R.L., and Packer, L. 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplast I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Archives of Bioch. Biophysics 25: 189–198.

Janda, T., Szalai, G., Tari, I., and Paldi, E. 1999. Hydroponic treatment with salicylic acid decreases theeffects of chilling injury in maize (*Zea mays* L.) plants. *Planta*, 208: 175-180.

Kafi, M., Kamkar, B., and Mahdavi Damghani, A.M. 2003. Reactions crops to growth condition. Ferdowsi Mashhad University.

Kaya, M.D., Okcu, G., Atak, M., Cikili, Y., and Kolsarici, O. 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Europ. J. Agronomy. 24: 291295.

Lynch, J., and Lauchli, A. 1988. Salinity affects intracellular calcium in corn root protoplasts. Plant Physiol., 87: 351-356.

Maguire, J.D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, 2: 176-177.

McDonald, M.B. 1999. Seed deterioration: physiology, repair, and assessment. Seed Science and Technology, 27: 177-237.

Meloni, D.A., Oliva, M., Martinez A.C.A., and Cambraia, J. 2003. Photosynthesis and activity of superoxide dismutase, peroxidase and glutathione reeducates in cotton under salt stress. Brazilian Journal of Plant Physiology. 15 (2):12-21.

Okcu, G., Kaya, M.D., and Atak, M. 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum Sativum* L.). Turk. J. Agric. For. 29:237-242.

Patade, V.Y., Maya, K., and Zakwan, A. 2011. Seed priming mediated germination improvement andtolerance to subsequent exposure to cold and salt stress in capsicum. Research Journal of Seed Science, 4 (3):125-136.

Archive of SID

www.SID.ir

Rouhi, H.R., Aboutalebian, M.A., Moosavi, S.A., Karimi, F.A., Karimi, F., Saman, M. and Samadi, M. 2012. Change in several antioxidant enzymes activity of Berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.) by priming. International J. Agri. Sci., 2(3): 237- 243.

Shannon, M.C. and Grieve, C.M. 1999. Tolerance of vegetable crops to salinity. Scientia Horticulture. 78: 5-8.

Sinha, A.K. 1972. Colorimetric assay of catalase. Analytical Biochemistry 47:389-394.

Soltani, A., Gholipoor, M., and Zeinali, E. 2006. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat asaffected by drought and salinity. Environmental and Experimental Botany, 55: 195–200.

Tavakkol Afshari, R., Ansari. A., Sharifzadeh, F., and Shayanfar, A. 2013. Priming role in consumption of storage materials and seed germination of mountain ryeb (*Secalemontanum*) under salinity stress. Scientific Journal of Agronomy and Plant Breeding. 44(2):181-189.

Archive of SID

www.SID.ir