

## اثر پرایمینگ بر رشد و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی ذرت فوق شیرین رقم *Basin* تحت تنش شوری

سمیه حسن‌زاده کهل سفلی

مریی، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور مرکز شاهین دژ، اصفهان

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۲/۴/۸

### چکیده

پرایمینگ یکی از تکنیک‌های بهبود بذر است که می‌تواند باعث افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی و سبز شدن بذرها در شرایط محیطی تنش‌زا از قبیل شوری، دما و خشکی شود. به‌منظور بررسی تاثیر محلول‌های مختلف پرایمینگ بذر بر مولفه‌های جوانه‌زنی و فیزیولوژیکی ذرت فوق شیرین، رقم *basin* در شرایط متفاوت شوری آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. بدین‌منظور بذور ذرت با محلول‌های کلرید پتاسیم ۲ درصد، نترات پتاسیم ۳ درصد، پلی‌اتیلن گلاکول (۸۰۰۰) ۱۰ درصد، دی‌هیدروژن پتاسیم فسفات ۱ درصد به همراه شاهد در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت تیمار شدند. پس از اعمال تیمارهای پرایمینگ، بذور در سطوح مختلف شوری شامل ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار قرار گرفتند. تجزیه داده‌ها نشان داد که پرایمینگ بر مولفه‌های جوانه‌زنی (طول ساقه‌چه و طول ریشه‌چه) و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (آسکوربات پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز) تاثیر معنی‌داری داشت. به‌طورکلی نتایج نشان داد پرایمینگ باعث بهبود مولفه‌های جوانه‌زنی ذرت فوق شیرین در شرایط تنش شوری شد و مقاومت گیاه ذرت فوق شیرین را در مقابل تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی افزایش داد.

واژگان کلیدی: آنزیم، پرایمینگ، جوانه‌زنی، شوری، ذرت

### مقدمه

یکنواختی جوانه‌زنی و سرعت سبز شدن پیشنهاد نموده‌اند پرایمینگ بذر می‌باشد. به‌عبارت دیگر بذرها تا مرحله دوم آبنوشی پیش می‌روند ولی وارد مرحله سوم جوانه‌زنی نمی‌شوند. بعد از تیمار پرایمینگ، بذور همانند بذرهای تیمار نشده (شاهد) ذخیره و کشت می‌شوند (McDonald, 1999). Harris و همکاران (۱۹۹۹) نشان دادند که در پی اعمال تیمارهای پیش از کاشت بذر بر روی ذرت شیرین، مدت زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، متوسط زمان ظهور گیاهچه به‌طور معنی‌داری بهبود یافت. گزارش‌های مختلف حاکی از آن است که پرایمینگ

جوانه‌زنی اولین مرحله نموی و یکی از مراحل مهم و حساس در چرخه زندگی گیاهان می‌باشد (De Villiers et al., 1994). این مرحله از رشد به شدت تحت تاثیر عوامل محیطی به‌ویژه دما و رطوبت خاک قرار می‌گیرد (Anda and Pinter, 1994). توانایی جوانه‌زنی بذرها در شرایط تنش رطوبتی، شانس استقرار بیشتر و تراکم بالاتر گیاه را به دنبال دارد که در نهایت منجر به افزایش عملکرد می‌شود (et al., 1999). از راهکارهایی که محققین برای بهبود و

\*نویسنده مسئول: somayehassanzadeh@yahoo.com

باعث افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و سبز شدن بذر پنبه و ذرت می‌گردد (Murungu et al., 2003). Hosseini و Kochake (۲۰۰۸) گزارش کردند که الگوی تغییرات درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی چغندر تقریباً مشابه است و کمترین درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار پلی‌اتیلن گلایکول و کلرید سدیم ۱/۵ نرمال بود. Fazliani (۲۰۱۱) بذور ذرت را با پلی‌اتیلن گلایکول ۸۰۰۰ پرایم نمود و مشاهده کرد بین جوانه‌زنی بذور پرایم شده و شاهد تفاوت معنی‌داری وجود داشت. گزارش شده است در طی پرایمینگ، میزان فسفولیپیدهای استرولی بذور ذرت افزایش یافت، نامبرده مشاهده نمود که میزان این ترکیب در جنین بذر شاهد و بذر تیماردهی شده قبل از کاشت به ترتیب  $36/2$  و  $76/2$  میکروگرم بود. همچنین میزان دی فسفاتیدیل گلیسرول در بذور تیماردهی شده قبل از کاشت افزایش یافت. این ترکیب موجب سازماندهی غشاهای میتوکندری شده و ATP تولید شده افزایش می‌یابد که موجب افزایش رشد ریشه‌چه می‌شود (Basra et al., 1988). همچنین طی تحقیقی مشاهده شد در طی عمل پرایمینگ آنتی‌اکسیدان‌ها مانند اسکوربات و گلوکاتایون بذور ذرت افزایش یافت و از فعالیت پراکسیدازها که موجب تخریب لیپیدها می‌شوند، جلوگیری گردید (Chiu et al., 2002). با توجه به مطالب فوق پژوهش با اهداف مطالعه پاسخ جوانه‌زنی ذرت فوق شیرین رقم basin به تیمارهای پرایمینگ در محیط‌هایی با شوری متفاوت صورت گرفت.

#### مواد و روش‌ها

در این تحقیق تاثیر پنج محلول شامل کلرید پتاسیم ۲ درصد، نیترات پتاسیم ۳ درصد، پلی‌اتیلن گلایکول (۸۰۰۰) ۱۰ درصد، دی هیدروژن پتاسیم فسفات ۱ درصد به همراه شاهد و ۴ سطح شوری (کلرید سدیم

۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار) بر جوانه‌زنی و پارامترهای فیزیولوژیکی (طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، آسکوربات پراکسیداز و سوپر اکسید دیسموتاز) ذرت فوق شیرین رقم basin مطالعه گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد.

ابتدا تمام وسایل مورد نیاز با آب مقطر شستشو و در دستگاه اتوکلاو استریل گردید. سپس نمونه ۲۸۰۰ تایی از بذور جدا کرده، و به طور مجزا داخل کیسه نخی قرار گرفت. در طی آبنوشی بشرهای حاوی محلول کلرید پتاسیم ۲ درصد، نیترات پتاسیم ۳ درصد، پلی‌اتیلن گلایکول (۸۰۰۰) ۱۰ درصد، دی هیدروژن پتاسیم فسفات ۱ درصد و بذور به همراه شاهد به مدت ۲۴ ساعت (Ghana and William, 2003) در ژرمیناتور با دمای  $20 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند (Akrmayan and Hosseine, 2008). بعد از ۲۴ ساعت بذور از ژرمیناتور خارج و به همراه نمونه شاهد به مدت ۲ دقیقه در زیر آب جاری شستشو داده تا محلول از سطح بذور شسته شود، سپس بذور در مجاورت هوا خشک شدند. برای انجام آزمون‌های جوانه‌زنی از بذور تیمار شده با محلول‌های پرایمینگ به همراه شاهد، ۵۰ عدد از بذور در هر پتری دیش به روش بین کاغذی قرار گرفتند. به هر پتری دیش ۶ میلی‌لیتر، محلول مورد نظر (کلرید پتاسیم ۲ درصد، نیترات پتاسیم ۳ درصد، پلی‌اتیلن گلایکول (۸۰۰۰) ۱۰ درصد، دی هیدروژن پتاسیم فسفات ۱ درصد) اضافه شد. مشخصات هر پتری دیش روی آن درج و داخل ژرمیناتور در دمای روز ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۶ ساعت و در دمای شب ۱۶ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ ساعت منتقل شدند. ارزیابی جوانه‌زنی در فواصل زمانی ۱۲ ساعت کنترل گردید یعنی در هر روز دوبار شمارش صورت گرفت. بذری جوانه‌زده محسوب شد که طول ریشه‌چه آن‌ها حداقل ۲ میلی‌متر بود، در طول آزمایش در

صورت نیاز، به همه پتری دیش‌ها به صورت یکنواخت از محلول تیمار مورد نظر اضافه شد. زمانی که جوانه‌زنی بذور در سه روز متوالی تغییری نکرد آخرین روز جوانه‌زنی محسوب شد و صفات جوانه‌زنی شامل طول ساقچه‌چه و طول ریشه‌چه مورد مطالعه قرار گرفت. سرعت جوانه‌زنی (در ساعت) از طریق فرمول زیر محاسبه می‌شود (Soltani et al., 2001).

$$\text{سرعت جوانه‌زنی} = R50 = 1/D50$$

(R50: سرعت جوانه‌زنی به ۵۰ درصد برسد و ۵۰ مدت زمانی که طول می‌کشد تا جوانه‌زنی به ۵۰ درصد خود برسد)

**استخراج پروتیین و عصاره آنزیمی:** مقداری از ماده تر گیاهی (اندام هوایی) را با نیتروژن مایع در داخل هاون چینی سائیده شد. پس از پودر شدن کامل نمونه، به ۰/۵ گرم از مواد پودر شده ۵ میلی‌لیتر بافر تریس-گلیسین اضافه شد. نمونه‌ها هم زده شد تا محلول هموزن بدست آید. محلول در درون لوله‌های آزمایشی درب‌دار مخصوص ریخته و مشخصات مربوط به هر کدام از نمونه‌ها را روی لوله‌ها یادداشت شد. سانتریفوژ نمونه‌ها با سرعت ۱۲۰۰۰ دور به مدت ۱۰ دقیقه و دمای ۴ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت. محلول رویی بین چند اپندرف توزیع و تا زمان انجام آزمایش در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. از این محلول‌ها جهت سنجش‌های آنزیمی و پروتیین استفاده شد.

**سنجش فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز (Asada and Nakano, 1987):** فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز با پیگیری میزان اکسیداسیون آسکوربات در طول موج ۲۹۰ نانومتر سنجیده شد (Asada and

Nakano, 1987). مخلوط مورد استفاده شامل بافر فسفات پتاسیم ۰/۱ مولار (pH=۷) و ۰/۲ml، اسیدآسکوربیک ۵ میلی‌مولار (۰/۲ml) و ۰/۳ml پراکسید هیدروژن ۱mM بود. سنجش با افزودن مقدار مناسب عصاره آنزیمی در حجم نهایی ۱ میلی‌لیتر آغاز شد. بلافاصله پس از افزودن عصاره آنزیمی، تغییرات جذب در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در طول موج ۲۹۰ نانومتر به مدت ۱۵ ثانیه به وسیله اسپکتروفتومتر ثبت گردید. میزان فعالیت آنزیم در تیمارهای مختلف بر اساس تغییرات جذب در ۲۹۰ نانومتر در دقیقه به ازای هر گرم وزن تر بیان گردید.

**سنجش فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز (Beauchamp and Fridovich, 1971):** مخلوط مورد استفاده شامل بافر فسفات سدیم (pH=۷/۸, ۵۰mM) و ۲/۵ میلی‌مولار EDTA-Na (۰/۱mM)، متیونین ۹۷ میلی‌مولار (۰/۴ml)، نیتروبلوتترازولیوم ۲ میلی‌مولار (۰/۱ml)، ریوفلاوین ۱۲۰ میکرومول (۰/۱ml) بود. سنجش با افزودن مقدار مناسب عصاره آنزیمی در حجم نهایی ۳ میلی‌لیتر آغاز شد. بلافاصله پس از افزودن عصاره آنزیمی، تغییرات جذب در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در طول موج ۵۶۰ نانومتر به وسیله اسپکتروفتومتر ثبت گردید. میزان فعالیت آنزیم در تیمارهای مختلف بر اساس تغییرات جذب در طول موج ۵۶۰ نانومتر در دقیقه به ازای هر گرم وزن تر بیان گردید.

تجزیه آماری با استفاده از برنامه آماری MSTAT-C و مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی با آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد انجام گردید و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار EXCEL استفاده شد.

جدول ۱: نتایج تجزیه داده‌های مربوط به تاثیر شوری و پرایمینگ بر طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مورد مطالعه در ذرت فوق شیرین رقم basin.

منبع تغییرات	درجه آزادی	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	آسکوربات پراکسیداز (unit/min.gwf)	سوپر اکسید دیسموتاز (unit/min.gwf)
شوری	۳	۲۵۳.۲۰۵**	۱۷۸۳.۹۴۴**	۱۲۹۸.۵۶۸**	۰.۰۰۰**
پرایمینگ	۴	۲۰۰.۶۵۹**	۲۲۳۴.۲۲۱**	۶۵۹۳.۰۸۴**	۰.۰۰۱**
شوری و پرایمینگ	۱۲	۲۴.۰۸۶**	۲۱۳.۴۵۶**	۶۶۷.۴۵۶**	۰.۰۰۱**
خطا	۳۸	۱۱.۵۹۶	۴۵.۳۳۳	۱۱.۲۰۷	۰.۰۰۱

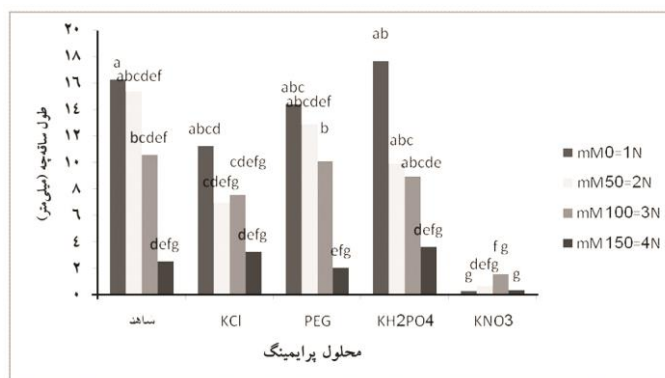
\*\* در سطح ۰/۰۱ درصد بسیار معنی‌دار

## نتایج

**طول ساقه‌چه:** تجزیه داده‌ها بیانگر آن است که شوری تاثیر بسیار معنی‌داری ( $P \leq 0/01$ ) بر طول ساقه‌چه ذرت فوق شیرین رقم basin داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین و کمترین طول ساقه‌چه به ترتیب مربوط به بذور تیمار شده با محلول‌های ۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر NaCl بود. هر چند سطوح ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر NaCl از سرعت جوانه‌زنی کمتری نسبت به شاهد برخوردار است اما این اختلاف این دو از نظر آماری معنی‌دار نبود (شکل ۱).

تجزیه داده‌ها بیانگر آن است که پرایمینگ تاثیر بسیار معنی‌داری ( $P \leq 0/01$ ) بر طول ساقه‌چه ذرت فوق شیرین رقم basin داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین طول ساقه‌چه مربوط به تیمارهای پرایمینگ شده با  $KH_2PO_4$  و

کمترین طول ساقه‌چه مربوط به تیمارهای پرایمینگ شده با  $KNO_3$  بوده است و از طرفی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین بذور تیمار شده با شاهد و KCl و پلی‌اتیلن گلیکول مشاهده نشد (شکل ۱). تجزیه داده‌ها نشان‌دهنده آن بود که تاثیر متقابل شوری و پرایمینگ بر طول ساقه‌چه ذرت فوق شیرین رقم basin معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها بیانگر آن است که بیشترین طول ساقه‌چه مربوط به بذوری بود که با شوری ۰ میلی‌گرم در لیتر و پرایمینگ  $KH_2PO_4$  تیمار شدند و کمترین طول ساقه‌چه مربوط تیمار که با شوری ۰ و پرایمینگ  $KNO_3$  تیمار شوری ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر و پرایمینگ  $KNO_3$  بود. هر چند بقیه بذور تیمار شده از درصد جوانه‌زنی کمتری نسبت به بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی برخوردار بود اما این اختلاف نظر آماری معنی‌داری نبود (شکل ۱).

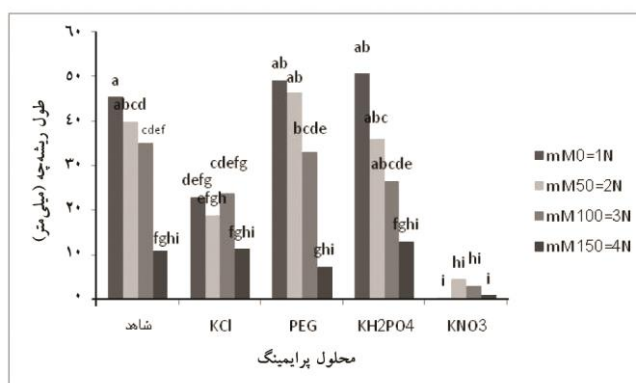


شکل ۱: تاثیر سطوح مختلف شوری در شرایط پرایمینگ بر طول ساقه‌چه ذرت فوق شیرین رقم basin

حروف مشترک نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح  $P \leq 0/01$  است.

پرایمینگ شده با پلی اتیلن گلیکول و کمترین طول ریشه‌چه مربوط به تیمارهای پرایمینگ شده با  $KNO_3$  بود و از طرفی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین بذور تیمار شده با شاهد و  $KCl$  و  $KH_2PO_4$  مشاهده نشد (شکل ۲). تجزیه داده‌ها بیانگر آن است که اثر متقابل شوری و پرایمینگ تاثیر بسیار معنی‌داری ( $P \leq 0/01$ ) بر طول ریشه‌چه ذرت فوق شیرین رقم basin داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها بیانگر آن بود که بیشترین طول ریشه‌چه مربوط به بذوری بود که با شوری ۰ و  $KH_2PO_4$  تیمار شدند و کمترین طول ریشه‌چه مربوط به تیمار شوری ۰ و پرایمینگ  $KNO_3$  بود (شکل ۲).

**طول ریشه‌چه:** تجزیه داده‌ها بیانگر آن بود که  $NaCl$  تاثیر بسیار معنی‌داری ( $P \leq 0/01$ ) بر طول ریشه‌چه ذرت فوق شیرین رقم basin داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان دهنده آن است که بیشترین و کمترین طول ریشه‌چه به ترتیب مربوط به بذوری بود که با سطوح شوری ۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر  $NaCl$  تیمار شده‌اند هر چند سطح شوری ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر  $NaCl$  از سرعت جوانه‌زنی کمتری نسبت به سطوح اول برخوردار بود. اما این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود (شکل ۲). تجزیه داده‌ها بیانگر آن است که پرایمینگ تاثیر بسیار معنی‌داری ( $P \leq 0/01$ ) بر طول ریشه‌چه ذرت فوق شیرین رقم basin داشته است (جدول ۱). همچنین مقایسه میانگین‌ها بیانگر آن بود که بیشترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمارهای



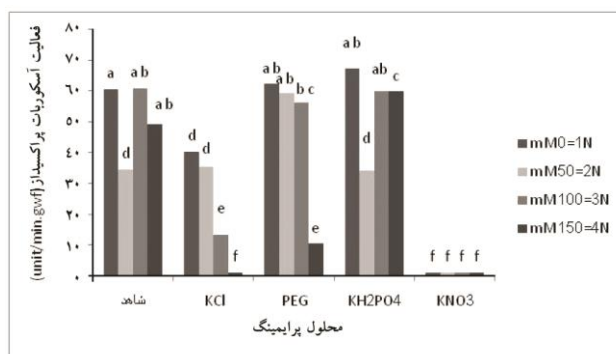
شکل ۲: تاثیر سطوح مختلف شوری در شرایط پرایمینگ بر طول ریشه‌چه ذرت فوق شیرین رقم basin. حروف مشترک نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح  $P \leq 0/01$  است.

مقدار فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز کمتری نسبت به شاهد برخوردار بودند اما این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود (شکل ۳). تجزیه داده‌ها بیانگر آن بود که پرایمینگ تاثیر بسیار معنی‌داری ( $P \leq 0/01$ ) بر آنتی‌اکسیدان آسکوربات پراکسیداز ذرت فوق شیرین رقم basin داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز مربوط به تیمارهای پرایمینگ شده با  $KH_2PO_4$  و کمترین آن مربوط به تیمارهای پرایمینگ

**فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در ریشه‌چه و ساقه‌چه:** تجزیه داده‌ها بیانگر آن بود که شوری تاثیر معنی‌داری ( $P \leq 0/01$ ) بر مقدار فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز ذرت فوق شیرین رقم basin داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین و کمترین مقدار فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز به ترتیب مربوط به بذور تیمار شده با محلول‌های ۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر  $NaCl$  بود. هر چند سطوح ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر  $NaCl$  از

داشت (جدول ۱). بیشترین مقدار فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز مربوط به تیمار شوری ۰،  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  و کمترین مقدار آن مربوط به تیمارهای شوری ۱۵۰ همراه با  $\text{KNO}_3$ ،  $\text{KCl}$ ،  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ، پلی‌اتیلن گلیکول بود (شکل ۳).

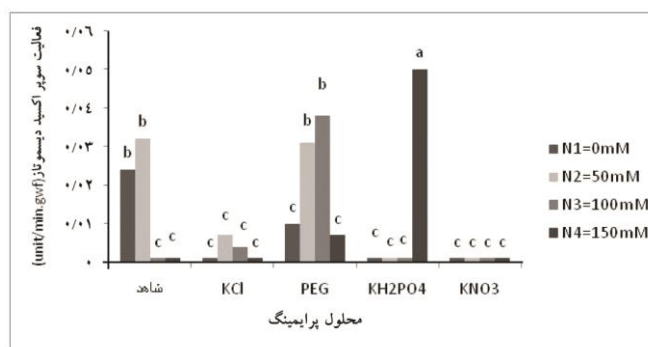
شده با  $\text{KNO}_3$  بود. همچنین از طرفی اختلاف معنی‌داری بین بذور تیمار شده با  $\text{KCl}$  و شاهد و پلی‌اتیلن گلیکول (PEG) مشاهده نشد (شکل ۳). محلول‌های پرایمینگ در شرایط شور تاثیر بسیار معنی‌داری ( $P \leq 0/01$ ) بر مقدار فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز ذرت فوق شیرین رقم basin



شکل ۳: تاثیر سطوح مختلف شوری در شرایط پرایمینگ بر فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز ذرت فوق شیرین رقم basin. حروف مشترک نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح  $P \leq 0/01$  است.

کمترین مقدار فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز به ترتیب مربوط به پلی‌اتیلن گلیکول و  $\text{KNO}_3$  بود (شکل ۴). تجزیه داده‌ها بیانگر آن بود که اثر متقابل شوری و پرایمینگ تاثیر بسیار معنی‌داری ( $P \leq 0/01$ ) بر آنتی‌اکسیدان سوپراکسید دیسموتاز ذرت فوق شیرین رقم basin نداشت (جدول ۱). بیشترین و کمترین تاثیر محلول‌های پرایمینگ در شرایط شوری به ترتیب مربوط به  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  و شوری ۱۵۰،  $\text{KNO}_3$  و شوری ۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود (شکل ۴).

فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در ریشه‌چه و ساقه‌چه: تجزیه داده‌ها نشان داد که  $\text{NaCl}$  تاثیر بسیار معنی‌داری ( $P \leq 0/01$ ) بر مقدار فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز ذرت فوق شیرین رقم basin داشت (جدول ۱). بیشترین و کمترین مقدار فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز به ترتیب مربوط به سطح شوری ۰ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر است (شکل ۴). تجزیه داده‌ها بیانگر آن بود که پرایمینگ بذور تاثیر بسیار معنی‌داری ( $P \leq 0/01$ ) بر مقدار فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز ذرت فوق شیرین رقم basin داشت (جدول ۱). بیشترین و



شکل ۴: تاثیر سطوح مختلف شوری در شرایط پرایمینگ بر فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز ذرت فوق شیرین رقم basin. حروف مشترک نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح  $P \leq 0/01$  است.

جدول ۲: ضریب همبستگی بین شاخص‌های جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی ذرت فوق شیرین رقم basin

Correlations	طول ساقه چه	طول ریشه چه	آسکوربات پراکسیداز	سوپر اکسید دیسموتاز
طول ساقه چه	۱			
طول ریشه چه	۰/۸۹۷**	۱		
آسکوربات پراکسیداز	۰/۳۹۶**	۰/۳۴۰**	۱	
سوپر اکسید دیسموتاز	۰/۰۷۳	-۰/۰۱۳	۰/۳۳۹**	۱

\*\* در سطح ۰/۰۱ درصد بسیار معنی‌دار

## بحث

رونیوسی ژن‌های مسئول سنتز متابولیت‌های تنشی مختلف، از جمله آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، در پاسخ به تنش، به‌ویژه در رقم‌های مقاوم گزارش شده است (Harsh و Murgan, 2007). معتقدند که فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در اندام هوایی بیشتر از ریشه است. افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مانند آسکوربات پراکسیداز غلظت  $O_2$ ,  $H_2O_2$  را کاهش می‌دهد.

## نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این تحقیق نشان داد که پرایمینگ باعث بهبود مولفه‌های جوانه‌زنی و رشد سریع گیاه ذرت فوق شیرین رقم basin تحت شرایط تنش شوری شد. اعمال تیمارهای پرایمینگ توسط زارعین قبل از کاشت بذر بخصوص در شرایط نامساعد محیطی و بستر نامناسب بذر می‌تواند جوانه‌زنی و رشد و نمو را در ابتدای دوره زیستی بهبود بخشیده و باعث استقرار هر چه بهتر گیاه شود. این امر سبب استفاده مطلوبتر گیاه از نهاده‌های موجود شده و در نهایت می‌تواند سبب افزایش کمی و کیفی محصول گردد. با توجه به بهبود شاخص‌های طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، یکنواختی در بذور تیمار شده با محلول‌های  $KH_2PO_4$ ، KCL و PEG در شرایط شور توصیه می‌شود تا تولیدکنندگان ذرت فوق شیرین از این روش قبل از کاشت جهت آماده‌سازی بذور اقدام نمایند. از آنجا که پرایمینگ ساده و ارزان بوده و

در شرایط کمبود رطوبت، رشد و توسعه ریشه‌چه‌ها و اندام هوایی می‌تواند یکی از فاکتورهای بسیار مهم در جذب بهتر رطوبت و استقرار گیاهچه‌ها و تحمل بهتر شرایط نامناسب محیطی باشد (Judi and Sharifzadeh, 2004). مطالعه همبستگی صفات بیانگر آن بود که بین طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. به عبارت دیگر با افزایش هر کدام از این شاخص‌ها، طول ریشه‌چه نیز افزایش یافت. کاهش در طول ریشه را می‌توان به کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی در رقم مورد بررسی در شرایط تیمار شوری مرتبط دانست. کاهش در سرعت جوانه‌زنی باعث کوتاه شدن زمان رشد گیاهچه‌ها و کم شدن طول ریشه‌چه در این شرایط شد. Judi and Sharifzadeh (2004) بیان کردند که طول ساقه‌چه چغندر قند تحت تیمار اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال و پلی‌اتیلن گلاپکول نسبت به اسید کلریدریک ۰/۵ نرمال و آب مقطر کاهش بیشتری یافت.

همچنین مطالعه همبستگی صفات بیانگر آن بود که بین مقدار فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز و طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه همبستگی زیادی وجود داشت. مقاومت بیشتر به عوامل محیطی در گیاهان با افزایش قابل ملاحظه در فعالیت آنتی‌اکسیدان‌ها همراه است. البته روشن نیست این امر به علت افزایش سنتز این آنزیم‌ها است یا افزایش فعالیت آنزیم. افزایش

**Fazliani, M. (2011).** Effect of seed priming on germination indices, growth and yield of four cultivars of forage maize (*Zea mays*). Master of Science (Agriculture) in Crop Physiology, Islamic Azad University, Neyshabour Branch, 112 pp.

**Ghana, S.G. and William, F.S. (2003).** Seed priming winter wheat for germination, emergence and Field Crops Research, 90: 361-374.

**Gossett, D.R., Banks, S.W. and Lucas, M.C. (1999).** Antioxidant responses to osmotic stress in cotton. Plant and Cell Physiology, 12:805-809.

**Harris, D., Joshi, A., Khan, P.A., Gothakar, P. and Sodhi, P.S. (1999).** On- farm seed priming in semi-arid agriculture: Development and evaluation in corn, rice and chickpea in India using participatory methods. Experimental. Agriculture. 35:15-29.

**Hosseine, A. and Kochake, A. (2008).** The effects different priming and four-digit beet germination. Iranian agricultural research. Seed. Science and Technology. 5(1): 65-75.

**Judi, S. and Sharifzadeh, F. (2004).** Investigation of hydro priming effects on barley cultivar. Journal of desert. 11(1):99-109.

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

**Murungu, F.S., Nyamugafata, P., Chiduzo, C., Clark, L.J. and Whalley, W.R. (2003).** Effects of seed priming aggregate size and soil matric potential on emergence of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and maize (*Zea mays* L.). Soil and Till. Research. 74: 161-168.

**Murgan, K. and Harish, S.R. (2007).** Antioxidant modulation in response to heavy metal induced Oxidative stress in *Chodophora glomerata*. Indian journal of Experimental Biology 45: 980-983.

**Soltani, A., Zeinali, E., Galeshi, S. and Latifi, N. (2001).** Genetic variation for and interrelationships among seed vigor traits in wheat from the Caspian Sea Coast of Iran. Seed Science and Technology. 29: 653-662.

نیازمند به مواد شیمیایی نمی‌باشد و در بذور ایجاد سمیت نمی‌کند بنابراین می‌توان این روش را به کشاورزان پیشنهاد کرد.

#### منابع

**Asada, K. and Nakano, Y. (1987).** Purification of ascorbate peroxidase, its inactivation in ascorbate-depleted medium and reactivation by monodehydroascorbate radical. Plant and Cell Physiology. 28: 131-140.

**Akrmyan, M. and Hosseine, S.H. (2008).** Preparation of osmotic seed germination and seedling growth on (*foeniculum vulgare* Mill). Iranian agricultural research. Seed. Science and Technology. 5: 37-46.

**Anda, A. and Pinter, L. (1994).** Sorghum germination and development as influenced by soil temperature and water content. Agronomy Journal. 86: 621-624.

**Basra, A.S., Bdei, S. and Malik, C.P. (1988).** Accelerated germination of maize seeds under chilling stress by osmotic priming and associated changes in embryo phospholipids. Annuals of Botany. 61: 635-639.

**Baalbaki, R.Z., Zurayk, R.A., Blek, M.M. and Tahouk, S.N. (1999).** Germination and seedling development of drought tolerant and susceptible wheat under moisture stress. Seed. Science and Technology. 27: 291-302.

**Beauchamp, CH. and Fridovich, J. (1971).** Superoxide dismutase: improved assays and an assay applicable to acrylamide gels. Analytical Biochemistry. 44: 276-287.

**Chiu, K.Y., Chen, C.L., and Sung, J.M. (2002).** Effect of priming temperature on storability of primed *sh-2* sweet corn seed. Crop Science. 42.

**De Villiers, A.J., Van Rooyrn, M.W., Theron, G.K. and Van Deventer, H.A. (1994).** Germination of three namaqual and pioneer species, as influenced by salinity, temperature and light. Seed Science and Technology. 22: 427-433.