اثر آسکوربیک اسید بر شاخص‌های جوانه‌زنی و تغییرات بیوشیمیایی بذر سورگوم تحت شرایط تنش شوری

محمدصادق آزادی[۱]، احسان یونسی[۲]، سیدعلی طباطبایی[۳]، امید انصاری[*۲]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشگاه آزاداسلامی واحد دزفول، دزفول، ایران

[۲]دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر، گروه زراعت، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

[۳]استادیار، مرکز تحقیقات و منابع طبیعی یزد، یزد، ایران

تاریخ دریافت: ۹۲/۵ /۱۰ تاریخ پذیرش:۹۲/۷/۲۸

چکیده

پیش تیمار بذرها موجب بهبود خصوصیات گیاهچه‌ای و گیاهان بعدی می‌شود. به‌منظور بررسی اثر آسکوربیک اسید بر رشد گیاهچه و تغییرات آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی بذر سورگوم تحت شرایط تنش شوری آزمایشی بصورت فاکتوریل، در قالب طرح کاملاً تصافی و با ۳ تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل تیمار بذر با غلظت‌های صفر (هیدروپرایم) و ۱۰۰ پی‌پی‌ام آسکوربیک اسید و بذر بدون پرایم و فاکتور دوم شامل سه سطح شوری (صفر، ۷- و ١٤- بار) بود. نتایج نشان داد که اثر آسکوربیک اسید و تنش شوری بر روی درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، درصد گیاهچه نرمال، وزن خشک گیاهچه، متوسط مدت زمان جوانه‌زنی، انرژی جوانه‌زنی، کاتالاز و آسکوربات پروکسیداز معنی‌دار بود. نتایج نشان داد که بالاترین درصد جوانه‌زنی، سرعت سرعت جوانه‌زنی، درصد گیاهچه نرمال و وزن خشک گیاهچه مربوط به غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام آسکوربیک اسید بود. همچنین تیمار بذر سبب افزایش در میزان فعالیت سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و آسکوربات پروکسیداز شد.

واژگان کلیدی: آسکوربیک اسید، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی، تنش شوری، سورگوم

مقدمه

شوری و تنش حاصل از آن یکی از مهمترین و رایج ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را با محدودیت روبرو ساخته و بازده استفاده از مناطق شور را کاهش داده است (Comba et al., 1998; Soltani et al., 2006). اثرات سوء تنش شوری تنها بر یک مرحله رشدی گیاه نبوده بلکه می‌تواند با توجه به شدت تنش، نوع تنش، میزان مقاومت گیاه، مراحل مختلف رشدی ، نوع بافت و اندام گیاهی (سیر تکاملی) متفاوت باشد (Hussain et al., 1997).

مدت زمان بین کاشت تا استقرار گیاهچه، تاثیر قابل توجهی بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی دارد. جوانه‌زنی اولین مرحله نموی در گیاه است، که یکی از مهمترین مراحل در چرخه زندگی گیاه می‌باشد (De Villiers et al.,

*نویسنده مسئول: ansari_o@ut.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

1994). در همین رابطه درصد و سرعت جوانه‌زنی از اهمیت ویژه ای برخوردار است (Bradford, 1995). گزارشات مختلف حاکی از آن است که، تنش‌های محیطی سبب کاهش در شاخص‌های جوانه‌زنی در گیاهان می شود (Ansari et al., 2012; Ansari et al., 2013; Soltani et al., 2006; Patade et al., 2006).

استفاده پیش تیمار بذر یک روش معمول برای افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی بذر تحت شرایط نامساعد محیطی می‌باشد. تحت شرایط نامساعد استفاده از پیش‌تیمار بذرها با استفاده از مواد مختلف می‌تواند مقاومت در برابر تنش‌های محیطی، در گیاهان مختلف را افزایش دهد (Patade et al., 2011; Iqbal & Ashraf, 2007; Guzman and Olave, 2004). پیش‌تیمار بذر با آب و محلول‌های نمکی، هورمون‌ها و ویتامین‌ها در گیاهان مختلف سبب افزایش درصد جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی در شرایط تنش می‌شود (Ashraf & Rauf, 2001; Ansari et al., 2012; Ansari et al., 2013).

تنش شوری مانند دیگر تنش‌های محیطی باعث تجمع گونه‌های اکسیژن فعال در سلول و آسیب رساندن به لیپیدهای غشا، پروتئین و اسیدهای نوکلئیک می‌شود (Selote et al., 2004). گیاهان سازوکارهای مختلفی را برای کاهش اثر مخرب رادیکال‌های آزاد اکسیژن دارند، از جمله این سازوکارها تولید ترکیبات آنزیمی و غیرآنزیمی است. بدین صورت که مقدار گونه‌های فعال اکسیژن در سلول‌های گیاهی به‌وسیله فعالیت آنتی اکسیدان‌ها کنترل می‌شود (Selote et al., 2004). روابط گوناگونی بین تنش‌های شوری، خشکی و سطح آنتی‌اکسیدان‌های محلول در آب و یا آنزیم‌های آنتی اکسیدان گزارش شده است (Smirno, 1999; Zhang and Kirkham, 1996; Gossett et al., 1994).

فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان با سمیت زدایی و از بین بردن اثر مضر گونه‌های اکسیژن فعال همبستگی دارد (Mckersie et al., 1999). افزایش سطح آسکوربیک اسید سلولی، به عنوان یک آنتی اکسیدان می‌تواند سبب کاهش گونه‌های اکسیژن فعال حاصل از تنش شود. آسکوربیک اسید یک آنتی اکسیدان کوچک قابل حل در آب است که در سمیت زدایی گونه‌های فعال اکسیژن به‌ویژه پراکسید هیدروژن نقش دارد به علاوه به طور مستقیم در خنثی کردن رادیکال‌های سوپراکسید، اکسید منفرد یا سوپراکسید به‌عنوان یک آنتی اکسیدان ثانویه نقش ایفا می‌کند (Noctor and Foyer, 1998). استفاده از آسکوربیک اسید به‌عنوان پیش تیمار بذر، سبب افزایش در شاخص‌های جوانه‌زنی بذر تیمار شده تحت شرایط نامساعد محیطی شد (Ansari and Sharif-Zadeh, 2012; Ansari et al., 2013). علاوه براین، پیش تیمار بذر با آسکوربیک اسید سبب افزایش در فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان در بذر خشک می‌شود (Ansari et al., 2013).

سورگوم (*Sorghum bicolor L.Moench*) گیاهی یکساله از تیره غلات است که به دامنه وسیعی ازشرایط اکولوژیکی و زراعی سازگار می‌باشد. گیاه سورگوم در بین غلات پس از گندم، برنج، ذرت و جو رتبه پنجم اهمیت از لحاظ سطح زیر کشت و تولید در جهان را دارا می‌باشد و به‌عنوان شاخص گیاهان زراعی مقاوم به کمبود آب نقش مهمی در تولید این مناطق دارد. بنابراین این تحقیق به منظور بررسی اثر آسکوربیک اسید بر رشد گیاهچه و تغییرات بیوشیمیایی بذر سورگوم تحت شرایط تنش شوری به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر تنش شوری و پیش تیمار بذر با غلظت‌های صفر و ۱۰۰ پی‌پی‌ام بر شاخص‌های جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم کاتالاز و آسکوربات پروکسیداز سورگوم رقم کیمیا، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کامل

Archive of SID

www.SID.ir

تصادفی و با ۳ تکرار در به اجرا درآمد. تیمارهای مورد بررسی شامل ۲ غلظت مختلف آسکوربیک اسید و ۳ تیمار شوری آب آبیاری (صفر، ۷- و ۱٤- بار) بودند.

غلظت‌های مختلف آسکوربیک اسید شامل صفر و ۱۰۰ پی‌پی‌ام بود که برای اعمال پیش تیمار، بذرها به مدت ۲٤ ساعت در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد در غلظت‌های تعیین شده قرار گرفتند. بعد از اعمال پیش تیمار، بذرها با آب مقطر شستشو شدند. بذرهای تیمار شده در دمای اتاق قرار گرفتند تا رطوبتشان به‌رطوبت اولیه بذر (۸/۵ درصد) برسند. بعد از خشک شدن، بذرهای تیمار شده و بذر شاهد (بدون پیش تیمار) در ابتدا با محلول هیپوکلریدسدیم به‌مدت ۲ دقیقه ضدعفونی سطحی شدند و سپس با آب مقطر شستشو شدند و تعداد ۵۰ بذر به پتری‌دیش‌های شیشه‌ای با قطر ۱۰ سانتی‌متر حاوی محلول‌های اسمزی منتقل شدند. تست جوانه‌زنی استاندارد در ۳ تکرار در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۰ روز انجام شد. بذرها به صورت روزانه شمارش و تعداد بذرهای جوانه زده ثبت و در پایان روز آخر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، درصد گیاهچه نرمال، وزن خشک گیاهچه، انرژی جوانه‌زنی و متوسط مدت زمان جوانه‌زنی محاسبه شدند.

به‌منظور تعیین فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت کلیه نمونه‌های برداشت شده از برگ گیاهان در شرایط مختلف و تیمارها مختلف در نیتروژن مایع منجمد شدند و تا زمان اندازه‌گیری در دمای ۸۰- درجه سانتی گراد نگهداری شدند. به‌منظور تعیین فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت کلیه نمونه‌های برداشت شده از برگ گیاهان در شرایط مختلف و تیمارهای مختلف در نیتروژن مایع منجمد شدند و تا زمان اندازه‌گیری در دمای ۸۰- درجه سانتی گراد نگهداری شدند. به‌منظور اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های سوپر اکسیددیسموتاز، کاتالاز و آسکوربات پروکسیداز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به روش اسپکتوفتومتری و به‌ترتیب با روش‌های Paglia & Valentine (1997)، Janda et al., (1999) و Jahnson (1999) اندازه‌گیری شدند. مقدار پروتئین بر طبق روش ارائه شده به وسیله بردفورد، تعیین شد (Bradford, 1976). بدین‌منظور ۱ میلی‌لیتر از محلول برادفورد به همراه ۱۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی پس از مخلوط شدن کامل، در دستگاه طیف سنج قرار داده شد و جذب محلول در طول موج ۵۹۵ نانومتر ثبت شد. غلظت پروتئین بر حسب میلی گرم بافت تازه با استفاده از منحنی استاندارد محاسبه شد.

تجزیه‌های آماری با نرم‌افزار MSTAT-C انجام شد و میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (دانکن) با یکدیگر مقایسه شدند. نمودارها توسط نرم‌افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی برای کلیه صفات اندازه‌گیری شده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و اثرات متقابل شوری و تیمار بذر برای درصد جوانه‌زنی و درصد گیاهچه نرمال در سطح احتمال پنج درصد و برای سرعت جوانه‌زنی، وزن خشک گیاهچه، انرژی جوانه‌زنی و متوسط مدت زمان جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج دیگر آزمایشات نیز نشان داده‌اند که اثر تنش شوری و پیش تیمار بذر بر روی شاخص‌های جوانه‌زنی معنی‌دار می‌باشد (Ansari et al., 2013; Ansari and Sharif-Zadeh, 2012; Patade et al., 2011).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس اثر پیش تیمار بذر سورگوم با آسکوربیک اسید و تنش شوری بر روی شاخص‌های جوانه‌زنی.

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	درصد گیاهچه نرمال	وزن خشک	انرژی جوانه زنی	متوسط مدت زمان جوانه زنی
تنش شوری	۲	۵۵۳۱/۷**	٦۹۸/۷۸**	۷۵۱۲/٤٤**	۰/۰۳۷**	۱۰۱٦۲/۱۱**	۱۷**
تیمار بذر	۲	۵۷٦/۱۵**	۱٦٤/۷۸**	٤۵۵/۱۱**	۰/۰۰۵**	۲۸۳/۱۱**	۳/۵٦**
تنش × تیمار	٤	۹/٤۸*	۳/۰٦**	٦/۲۲*	۰/۰۰۱**	۱۷/۷۲**	۰/۱۳**
خطای آزمایش	۱۸	۲/۲۲	۰/٦۳	۱/۳۹	۰/۰۰۰۰۳	۲/۲۵	۰/۰۲۷
ضریب تغییرات ٪	-	۲/۵٦	٤/٦۱	۲/۸۷	۷/۲٦	۳/۹۲	۳/۳۲

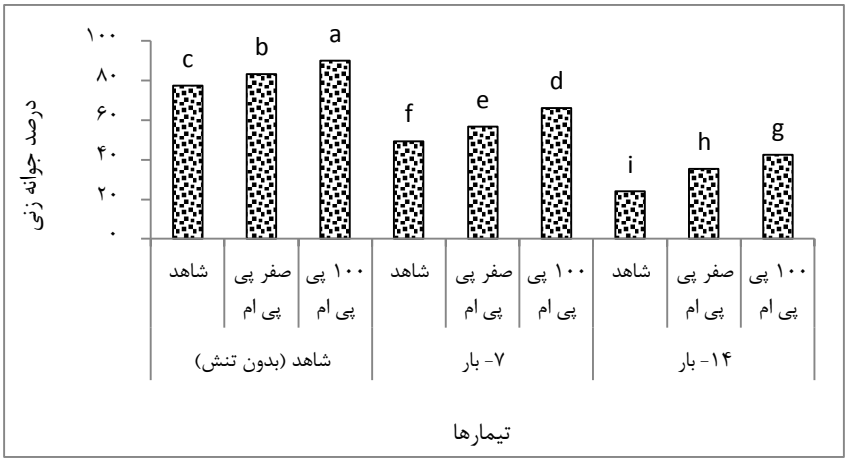
* و ** به‌ترتیب معنی‌داری در سطح پنج درصد و یک درصد را نشان می‌دهد.

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تنش شوری و تیمار بذر بر روی شاخص‌های جوانه‌زنی نشان داد که، تنش شوری سبب کاهش در درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، درصد گیاهچه نرمال، وزن خشک گیاهچه، انرژی جوانه‌زنی و افزایش در متوسط مدت زمان جوانه‌زنی شد و بیشترین درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی درصد گیاهچه نرمال، وزن خشک گیاهچه، انرژی جوانه‌زنی و کمترین متوسط مدت زمان جوانه‌زنی در شرایط بدون تنش و تیمار بذر با غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام آسکوربیک اسید بدست آمد (شکل‌های ۱، ۲، ۳، ٤، ۵ و ٦). در سطوح بالای تنش شوری همچنین بیشترین درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، درصد گیاهچه نرمال، انرژی جوانه‌زنی و کمترین متوسط مدت زمان جوانه‌زنی مربوط به تیمار بذر با سالیسیلیک اسید ۱۰۰ پی‌پی‌ام بود ولی تفاوت معنی‌داری در سطوح بالای تنش شوری بین وزن خشک گیاهچه بذر تیمار شده و شاهد نبود (شکل‌های ۱، ۲، ۳، ٤، ۵ و ٦). نتایج همچنین نشان داد که با افزایش در سطوح تنش شوری در بذر تیمار همانند بذر شاهد از شاخص‌های جوانه‌زنی اندازه‌گیری شده کاسته شد ولی کاهش در بذر تیمار شده کمتر از بذر شاهد بدون تیمار بود (شکل‌های ۱، ۲، ۳، ٤، ۵ و ٦). کاهش در شاخص‌های جوانه‌زنی تحت شرایط تنش توسط محققین مختلف گزارش شده است (Ansari et al., 2012; Ansari et al., 2013; Ansari and Sharif-Zadeh, 2012; Patade et al., 2011).

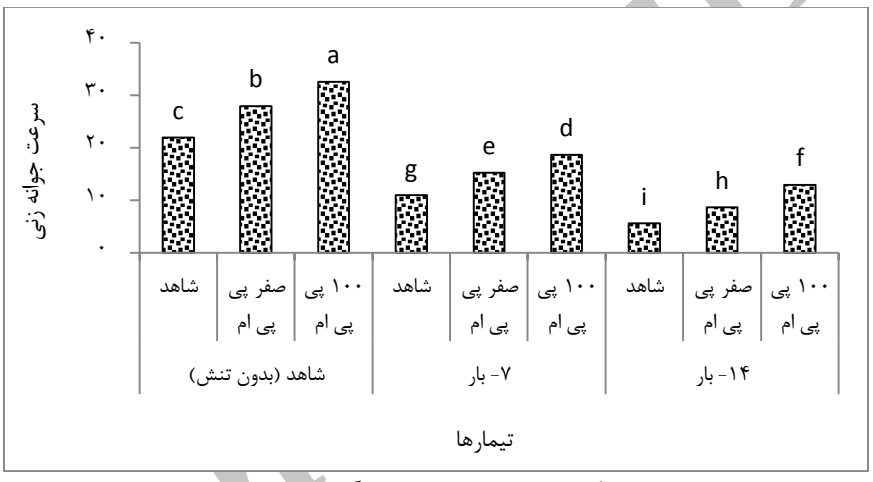
با افزایش شوری و منفی شدن پتانسیل اسمزی آب توسط نمک جذب آب برای جنین سخت‌تر می‌شود و در نتیجه با افزایش شوری افت جوانه‌زنی و بنیه بذر (ویگور بذر) را در پی دارد. محققین مختلف دریافتند که طویل شدن محور جنینی شدیداً به‌واسطه سطوح بالای کلریدسدیم موجود در محلول آبیاری بازداشته می‌شود (Poljakoff-Mayber et al., 1994). از طرف دیگر کلریدسدیم به‌دلیل اثر بازدارندگی در جذب آب بوسیله بذر، پتانسیل اسمزی را افزایش می‌دهد. پرایم کردن بذر باعث افزایش و تجمع قندها و اسیدآمینه پرولین (تنظیم‌کننده اسمزی) در بذر و اندام‌های گیاه شده که این موضوع سبب می‌شود تا سدیم کمتر و پتاسیم و کلسیم بیشتری در بذر و ریشه‌ها انباشته شود. برخی مطالعات نشان می‌دهد که تعادل نسبت سدیم به کلسیم در بذرهای پرایم شده تحت سطوح شوری یکسان بطور معنی‌داری کاهش می‌یابد و مقاومت در برابر تنش شوری در بذرهای پرایم شده از طریق افزایش تجمع کلسیم و پتاسیم با تنظیم اسمزی بواسطه تجمع محلول‌های آلی حاصل می‌شود (Sivritepe et al., 2003; Greenway & Muns, 1980). بنابراین گزاراشات مختلف حاکی از آن است که پیش تیمار بذر با غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید سبب افزایش در شاخص‌های جوانه‌زنی تحت شرایط نامساعد محیطی می‌شود (Ansari et al., 2013; Ansari and Sharif-Zadeh, 2012).

Archive of SID

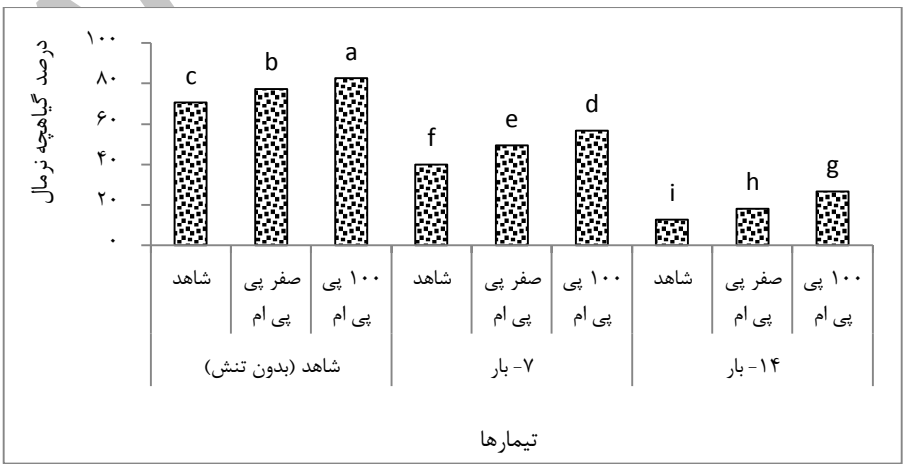
www.SID.ir



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار بذر با آسکوربیک اسید و تنش شوری بر روی درصد جوانه‌زنی بذر سورگوم

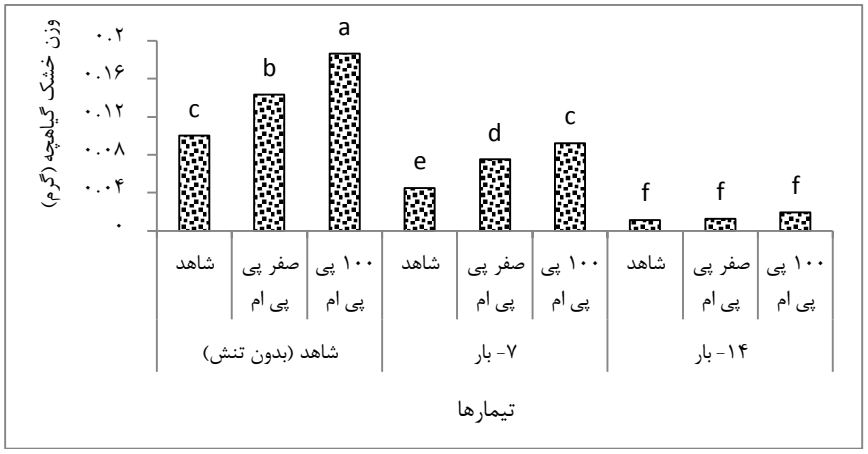


شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار بذر با آسکوربیک اسید و تنش شوری بر روی سرعت جوانه‌زنی بذر سورگوم

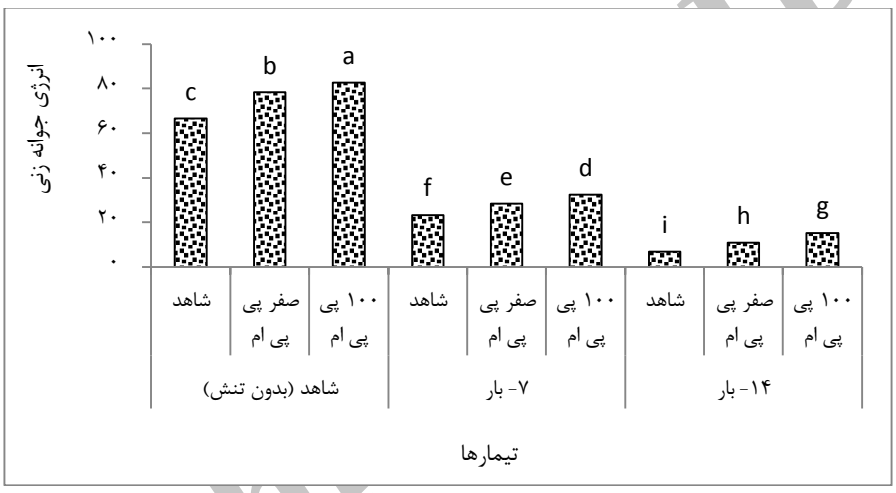


شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار بذر با آسکوربیک اسید و تنش شوری بر روی درصد گیاهچه نرمال بذر سورگوم

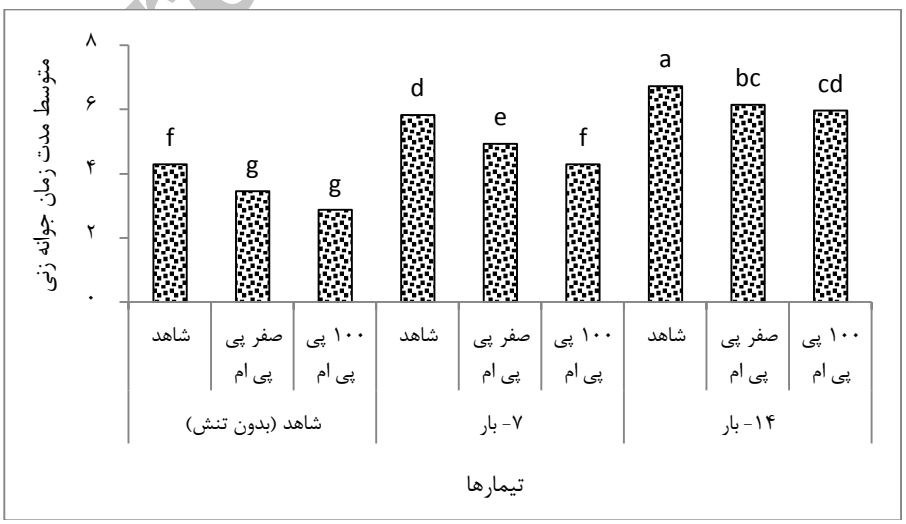
www.SID.ir



شکل ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار بذر با آسکوربیک اسید و تنش شوری بر روی وزن خشک گیاهچه بذر سورگوم



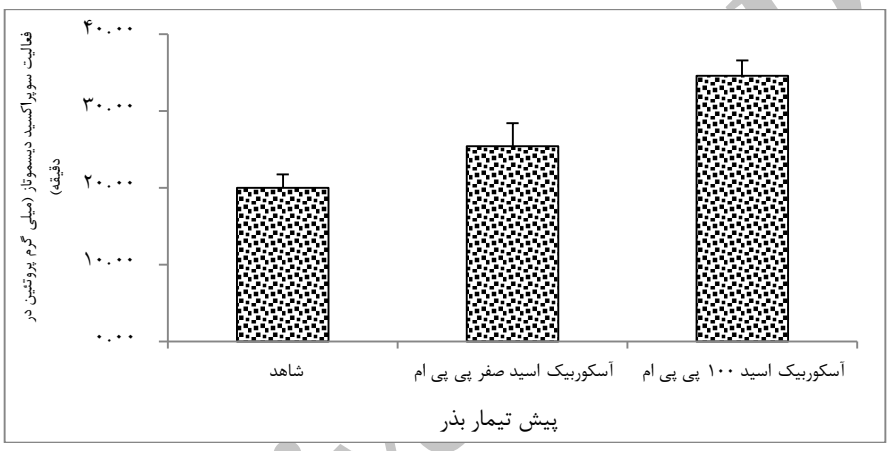
شکل ٥- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار بذر با آسکوربیک اسید و تنش شوری بر روی انژی جوانه‌زنی بذر سورگوم



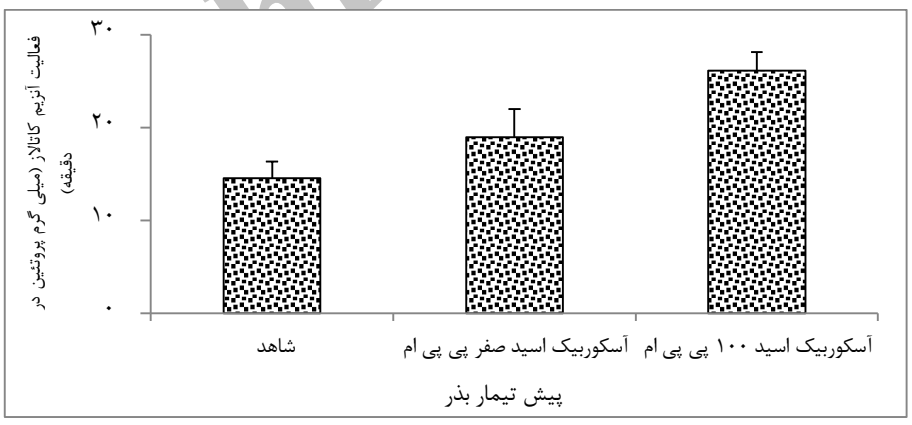
شکل ٦- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار بذر با آسکوربیک اسید و تنش شوری بر روی متوسط مدت زمان جوانه‌زنی بذر سورگوم

www.SID.ir

نتایج نشان داد که پیش تیمار بذر سبب افزایش در فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و آسکوربات پروکسیداز شد (شکل‌های ۷ و ۸). بیشترین فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و آسکوربات پروکسیداز مربوط به بذر تیمار شده با آسکوربیک اسید ۱۰۰ پی‌پی‌ام بود (شکل‌های ۷ و ۸). تنش اکسیداتیو حاصل افزایش سطح رادیکال‌های آزاد اکسیژن درون سلولی است. افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان ممکن است راهی برای تحمل گیاه به تنش‌های محیطی باشد (Janda et al., 1999). اثر پیش‌تیمارهای مختلف بذر بر افزایش فعالیت آنزیم‌ها نیز توسط دیگر محققان در گیاهان مختلف گزارش شده است و نشان داده شده است که افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان با افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی در شرایط تنش همراه است (Ansari et al., 2013). دلیل بهبود در شاخص‌های جوانه‌زنی در بذرهای تیمار شده به افزایش در مصرف مواد ذخیره‌ای بذر و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسدان در بذر تیمار شده نسبت داده شده است (Ansari et al., 2012; Ansari et al., 2013).

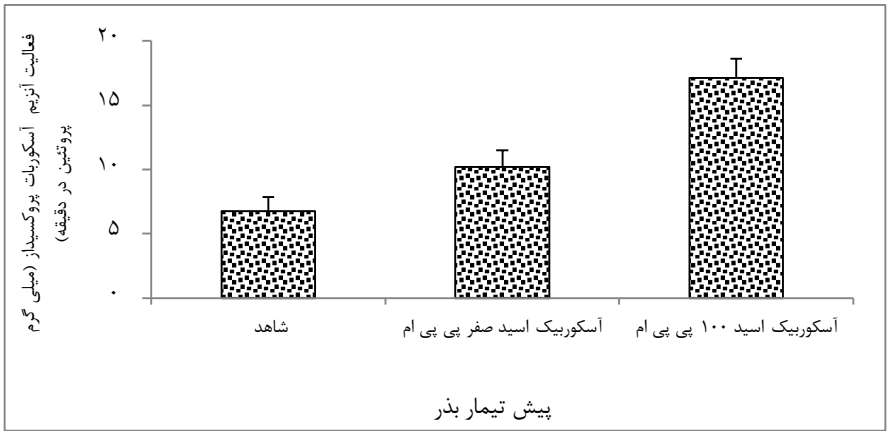


شکل ۷- اثر تیمارهای مختلف بذر سورگوم بر روی فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز بذر سورگوم



شکل ۸- اثر تیمارهای مختلف بذر سورگوم بر روی فعالیت آنزیم کاتالاز بذر سورگوم

www.SID.ir



شکل ۹- اثر تیمارهای مختلف بذر سورگوم بر روی فعالیت آنزیم آسکوربات پروکسیداز بذر سورگوم

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج بدست آمده از این آزمایش نشان داد که شاخص‌های جوانه‌زنی با افزایش سطوح تنش شوری کاهش می‌یابد. اما استفاده از پیش تیمار بذر سبب افزایش در شاخص‌های جوانه‌زنی و همچنین فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان شد. تیمار بذر با غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام آسکوربیک اسید بیشترین اثر را بر شاخص‌های جوانه‌زنی داشت.

References

Ashraf, M. and Rauf, H. 2001. Inducing salt tolerance in maize (*Zea mays* L.) through seed priming with chloride salts: growth and ion transport at early growth stages. A. Phys. Plant, 23:407-414.

Ansari, O., Azadi, M.S., Sharif-Zadeh, F. and Younesi, E. 2013. Effect of hormone priming on germination characteristics and enzyme activity of mountain rye (*Secale montanum*) seeds under drought stress conditions. J. S. Physio. Bioche., 9 (3): 61-71.

Ansari, O., Choghazardi, H.R., Sharif Zadeh, F. and Nazarli, H. 2012. Seed reserve utilization and seedling growth of treated seeds of mountain rye (*Secale montanum*) as affected by drought stress. C. Agronom. Mold, 2 (150): 43-48.

Ansari, O. and Sharif-Zadeh, F. 2012. Does Gibberelic acid (GA), Salicylic acid (SA) and Ascorbic acid (ASc) improve Mountain Rye (*Secale montanum*) seeds Germination and Seedlings Growth under Cold Stress?. I.R.J. Applied. Basic. Sci., 3(8):1651-1657.

Bradford, K.J. 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. Hort. Sci., 21:1105-1112.

Bradford, M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Ann. Rev. Biochem, 72:248-254.

Comba, M.E., Benavides, M.P. and Tomaro, M.L. 1998. Effect of salt stress on antioxidant defense system in soybean root nodules. Aust. J. Plant. Physiol., 25:665-671.

De Villiers, A.J., Van Rooyrn, M.W., Theron, G.K. and Van Deventer, H.A. 1994. Germination of three namaqualand pioneer species, as influenced by salinity, temperature and light. Seed. Sci. Technol., 22: 427-433.

Gossett, D.R., Millhollon, E.P. and Cran-Lucas, M. 1994. Antioxidant response to NaCl stress in salt-tolerant and saltsensitive cultivars of cotton. Crop. Sci., 34:706-714.

Greenway, H. and Muns, R. 1980. Mechanism of salt tplerance of non-halophytes. Ann. Rev. plant. Physiol., 31:149-190.

Guzman, M. and Olave, J. 2004. Effect of N-form and saline priming on germination and vegetative growth of Galia-type melon (Cucmis melol. Cv. Primal) under salinity. Acta. Horti., 659: 253-260.

Hussain, M.K. and Rehman, O.U. 1997. Evaluation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) germplasm for salt tolerance at the shoot stage. Helia., 20: 69-78.

Archive of SID
www.SID.ir

Iqbal, M. and Ashraf, M. 2007. Seed treatment with auxins modulates growth and ion partitioning in salt-stressed wheat plants. Journal of Integrative Plant Biology, 49:1003-1015.

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

Johnson, L.B. and Cunningham, B.A. 1972. Peroxidase activity in healthy and leaf-rust infected wheat leaves. Phytochemistry, 11: 547–551.

McKersie, B.D., Bowley, S.R. and Jones, K.S. 1999. Winter survival of transgenic alfalfa overexpressing superoxide dismutase. Plant Physiol., 119:839-847.

Noctor, G. and Foyer, C.H. 1998. Ascorbate and glutathione: Keeping active oxygen under control. Annu. Rev. Plant. Physiol. Plant. Mol. Biol., 49: 249-279.

Pagiha, D.E. and Valentine, W.N. 1987. Studies on the qualitative characterization of Glutation peroxidase. J. Lab. Med., 70: 158-168.

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

Poljakoff-Maybo, A., Somers, G.F., Werker, E. and Galagher, S. 1994. Seeds of *Kosteletzkya virginica* (Malvacea): Their structure, germination and salt tolerance. American. J. Bot., 81:54- 59.

Selote, D.S. and Khanna-Chopra, R. 2004. Drought-induced spikelet sterility is associated with an inefficient antioxidant defense in rice panicles. Plant Physiol., 121:462-471.

Sivirtepe, N., Sivirtepe, H.O. and Erifll, A. 2003. The effect of NaCl priming on salt tolerance in melon seedlings grown under conditions. Scientia. Hort., 97:229- 237.

Smirnoff, N. 1993. The role of active oxygen in the response of plants to water deficit and desiccation. New. Phytol., 125:27-58.

Soltani, A., Gholipoor, M. and Zeinali, E. 2006. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. Environ. Exp. Bot., 55:195–200.

Zhang, J.X. and Kirkham, M.B. 1996. Lipid peroxidation in sorghum and sunflower seedlings as affected by ascorbic acid, benzoic acid and propyl gallate. J. Plant. Physiol., 147: 489-493.

Archive of SID

www.SID.ir