Arshive of SID

فصلنامه (علمی – پژوهشی)

زیست شناسی تکوینی

سال نهم، شماره ۳، تابستان ۱۳۹۶

تأثیر پرایمینگ بذر بر شاخص‌های جوانه‌زنی و فعالیت برخی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی گیاه ریحان(*Ocimum basilicum* L.) در شرایط تنش خشکی

احمد افکاری[*1]

[1] استادیار فیزیولوژی گیاهی، واحد کلیبر، دانشگاه آزاد اسلامی، کلیبر، ایران

[*] Email: afkariahmad@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۶/۶/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۶/۹/۲۹

چکیده

تکنیک پیش تیمار بذر به‌عنوان عامل بهبود دهنده جوانه‌زنی و استقرار تحت تنش‌های محیطی معرفی شده است. به‌منظور بررسی اثرات پرایمینگ بر شاخص‌های جوانه‌زنی، رشد و فعالیت برخی از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی گیاه دارویی ریحان(*Ocimum basilicum* L.) در شرایط تنش خشکی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه فیزیولوژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل در سال ۱۳۹۲ اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل تنش خشکی در چهار سطح (صفر، ۴-، ۸- و ۱۲- بار) و سه پیش تیمار شامل نیترات پتاسیم با غلظت‌های ۱ و ۲٪، آب به عنوان هیدروپرایمینگ و تیمار شاهد بود. نتایج نشان داد که اثر تنش خشکی و پرایمینگ بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان معنی دار بود. نتایج نشان داد که تنش خشکی سبب کاهش درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول گیاهچه و افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز، گلوتتیون پراکسید، کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز شده است. نتایج مقایسه میانگین برهمکنش تنش خشکی و پرایمینگ نشان داد که حداکثر میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان توسط پیش تیمار نیترات پتاسیم با غلظت یک درصد در سطح خشکی ۱۲- بار حاصل شد. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که پیش‌تیمار بذرهای ریحان با نیترات پتاسیم یک درصد باعث بهبود مؤلفه‌های جوانه‌زنی ریحان در شرایط تنش خشکی شد و تحمل گیاه ریحان را در مقابل تنش خشکی با افزایش در میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان در مرحله جوانه‌زنی افزایش داد.

کلیدواژه‌ها: آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، پرایمینگ، جوانه‌زنی، ریحان، نیترات پتاسیم.

مقدمه

ریحان(*Ocimum basilicum* L.) گیاهی یکساله علفی و معطر از خانواده نعنائیان می‌باشد. ریحان دارای ساقه منشعب از قاعده و به ارتفاع ۱۵ تا ٤٥ سانتی‌متر، برگ‌ها متقابل، بیضوی، نوک تیز با کناره دندانه دار و گل هایی معطر به رنگ‌های سفید گلی و گاهی بنفش و مجتمع به صورت دسته‌های ٤ تا ٦ تایی در طول قسمت انتهایی ساقه قرار دارند [۲]. تنش

www.SID.ir

Arshive of SID

به‌عنوان تغییر و دور شدن از شرایط مطلوب حیات در نظر گرفته می‌شود و شامل تغییر و تأثیر تمام اعمال حیاتی در سطوح مختلف موجودات است که این اثر در ابتدا می‌تواند برگشت‌پذیر بوده و سپس ممکن است دائمی گردد. با تداوم تنش، اثر آن بر گیاه بیشتر شده و گیاه ضعیف‌تر می‌شود [۸]. جوانه‌زنی اولین مرحله نموی و یکی از مراحل مهم و حساس در چرخه زندگی گیاهان و یک فرآیند کلیدی در سبز شدن گیاه‌چه می‌باشد [۱۸]. روش‌های چندی برای بهبود جوانه‌زنی و کاهش تأثیر منفی تنش‌های محیطی وجود دارد که یکی از این روش‌ها استفاده از پیش تیمار بذر (Seed priming) است که یک روش اقتصادی، ساده و قابل توصیه به کشاورزان برای بهبود جوانه‌زنی، سبز شدن، استقرار گیاهچه‌ها و تولید محصول است [۹]. پیش تیمار بذر روشی است که در آن ابتدا بذرها خیسانده شده و سپس خشکانده می‌شوند، به طوری که فرآیندهای جوانه‌زنی آغاز شده، ولی ریشه‌چه از بذر خارج نمی‌شود [۱۲]. هدف از پیش تیمار بذر افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی و سبز شدن و بهبود استقرار گیاهچه ها حتی در شرایط نامساعد محیطی است [۱۹]. پرایمینگ بذر تکنیکی است که به واسطه آن بذور پیش از قرارگرفتن در بستر خود و مواجهه با شرایط اکولوژیکی محیط، به لحاظ فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی آمادگی جوانه زنی را به دست ورند. این امر می‌تواند سبب بروز تظاهرات زیستی و فیزیولوژیکی متعددی دربذر تیمارشده و گیاه حاصل از آن گردد به‌طوری که این موارد را می‌توان در چگونگی جوانه‌زنی، استقرار اولیه گیاه، بهره‌برداری از نهاده‌های محیطی، زودرسی و افزایش کمی و کیفی محصول مشاهده کرد [۱۰]. پرایمینگ بذر روشی است که با جوانه‌زنی سریع، همزمان و یکنواخت بذر موجب بهبود استقرار گیاهچه در مزرعه می‌شود و هیدروپرایمینگ، هیدروترموپرایمینگ، اسموپرایمینگ، بیوپرایمینگ و انواعی دیگر را شامل می‌شود [٤]. پرایمینگ بذرهای ذرت با استفاده از آب خالص، نیترات پتاسیم و محلول اسمزی کلرید پتاسیم ۲/۵٪ مورد بررسی قرار گرفت، که هیچ گونه تأثیری بر عملکرد نداشت [۳٦].

عباسیان و همکاران [١٤] در سال ۲۰۱۳ نشان دادند که شاخص‌های ظهور گیاهچه در مزرعه با آزمون جوانه‌زنی استاندارد همبستگی معنی‌داری ندارد.

اثرات کمبود آب به عوامل چندی از قبیل شدت و تداوم آن و مرحله فنولوژیکی رشد و ظرفیت مقاومت ژنتیکی گیاهان بستگی دارد. محدودیت آب رشد گیاه و بهره‌وری آن تأثیر می‌گذارد. عادی‌ترین عارضه کمبود آب در گیاهان تأخیر رشد به واسطه جذب طولی سلول توسط محدودیت آب است [۲۳].

پیش تیمار بذر از راه افزایش فعالیت آنزیم‌های پاداکسنده (آنتی اکسیدان) مانند کاتالاز، پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز، گلوتاتیون ریداکتاز و دیگر آنزیم‌ها باعث حذف و غیرفعال شدن انواع فعال اکسیژن می‌شوند [۲۰]. هاس و سانگ [۲۷] در سال ۱۹۹۷ گزارش کردند که با پیش تیمار کردن بذرهای هندوانه *Citrullus lanatus* میزان فعالیت آنزیم‌های پاداکسنده در بذر افزایش می‌یابد که این آنزیم‌ها پراکسیداسیون لیپیدها را در فرآیند جوانه‌زنی کاهش می‌دهند و در نتیجه باعث افزایش درصد جوانه‌زنی می‌شوند. گیاهان به‌منظور حفاظت در برابر گونه‌های فعال اکسیژن (ROS)، به دفاع آنتی‌اکسیدانتی مانند ترکیبات آنزیم‌های سوپراکسید دسموتاز و کاتالاز مجهز هستند [۱۷]. در گیاهان فعالیت آنزیم‌هایی مانند کاتالاز (CAT) پراکسیداز (POD)، سوپراکسید

www.SID.ir

Arshive of SID

دسموتاز (SOD) موجب خنثی‌سازی فعالیت فعال اکسیژن (ROS) تولید شده در سلول‌ها می‌گردد و تولید فعال اکسیژن در سلول‌های گیاهی موجب تحریک و افزایش فعالیت آنزیم‌های اشاره شده می‌شود [۲٤]. سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی آنزیمی شامل سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، گلوتاتیون پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز هستند که آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان کلیدی در مبارزه علیه بنیان‌های آزاد اکسیژن به شمار می‌روند [۱۱]. در آزمایشی که بر روی آنزیم‌های آنتی اکسیدانت و محصول تخریبی مالون دی‌آلدئید روی سورگوم در شرایط تنش خشکی انجام گردید، سطوح آنزیم‌ها و مالون دی‌آلدئید در شرایط تنش نسبت به شرایط آبیاری نرمال افزایش نشان داد [۳۰]. افزایش فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز در پنبه و گندم که در معرض تنش خشکی قرار گرفته‌اند نشان می‌دهد که همزمان با تولید H_2O_2، این افزایش می‌تواند منجر به جذب الکترون‌های فرودوکسین توسط NADP گردد که در نتیجه میزان تولید سوپراکسید کاهش می‌یابد [۳۷]. مارونگو و همکاران [۳۵] در سال ۲۰۰۳ در تحقیقات خود مشاهده کردند که با افزایش شدت خشکی، درصد سبز شدن و رشد گیاهچه ذرت و پنبه کاهش یافت اما پرایمینگ باعث افزایش این دو مؤلفه در سطوح تنش خشکی نسبت به بذرهای شاهد (بدون تیمار) گردید. سلطانی و همکاران [۳۸] در سال ۲۰۰٦ تأثیر پرایمینگ بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه پنبه در شرایط تنش خشکی بررسی کردند و نتیجه به‌دست آمده بهبود مؤلفه‌های جوانه‌زنی و افزایش مقاومت پنبه تحت تأثیر پرایمینگ را تأیید می‌کند. تنش خشکی ٦- بار به‌طور معنی‌داری جوانه‌زنی بذر نخود فرنگی را کاهش می‌دهد [۲۵]. طباطبایی [۵] در سال ۱۳۹۱ دریافت که با افزایش تنش خشکی درصد جوانه‌زنی در بذرهای تیمار شده و شاهد کاهش یافت و این کاهش در بذرهای شاهد بیشتر از بذرهای تیمار شده بود. همچنین در سطوح بالاتر تنش خشکی بیشترین درصد جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی، درصد گیاهچه نرمال و کمترین متوسط زمان جوانه‌زنی از پیش تیمار بذر با جیبرلیک اسید به‌دست آمد. اثر پیش تیمارهای مختلف بر روی بذر چاودار کوهی تحت شرایط تنش خشکی نشان داد که استفاده از روش‌های مختلف پرایمینگ علاوه بر افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی سبب افزایش مصرف مواد ذخیره ای بذر می شود که دلیل افزایش شاخص‌های جوانه کارایی بیشتر بذر در مصرف مواد ذخیره ای در بذر پرایم شده گزارش شده است [۲۰]. بنابراین، این پژوهش به‌منظور بررسی اثر پرایمینگ بذر بر خصوصیات جوانه‌زنی، رشد و فعالیت برخی از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان گیاهچه‌های ریحان در شرایط تنش خشکی به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثرات پرایمینگ بر شاخص‌های جوانه‌زنی، رشد و فعالیت برخی از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان گیاهچه‌های گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در شرایط تنش خشکی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه فیزیولوژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل در سال ۱۳۹۲ اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل تنش خشکی در چهار سطح (صفر، ٤-، ۸- و ۱۲- بار) و سه پیش تیمار شامل نیترات پتاسیم با غلظت‌های ۱ و ۲٪، آب به عنوان هیدروپرایمینگ و تیمار شاهد بود. برای اجرای آزمایش بذور پوک، ضعیف و آلوده ریحان با

www.SID.ir

Arshive of SID

استفاده از لوپ از بذور آلوده تفکیک شده و سپس با قارچ کش دیویوند به نسبت دو در هزار ضد عفونی و بذور به مدت ۲ ساعت درون محلول های نانو نقره خیسانده شدند و سپس هر کدام در شرایط مورد نظر آزمون شدند. پس از اتمام دوره‌های پرایمینگ مورد نظر پس از ٤٨ ساعت، بذرها پرایمینگ شده توسط آب مقطر شستشو شدند و تمامی بذرها تا رسیدن به وزن اولیه در دمای اتاق و شرایط تاریکی خشک گردیدند. برای ارزیابی درصد و سرعت جوانه‌زنی، ۲۵ عدد بذر از هر تیمار در ظرف‌های پتری‌دیش‌های شیشه‌ای با قطر ۹۰ میلی‌متر بین دو لایه کاغذ صافی قرار داده شد و ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر به هر ظرف پتری‌دیش اضافه شد و برای جوانه‌زنی به ژرمیناتور با دمای ۲±۲۵ درجه سانتی‌گراد رطوبت نسبی ٤۲٪ و تاریک منتقل شد [۳]. شمارش بذرهای جوانه‌زده در فواصل زمانی کمتر از ٢٤ ساعت انجام گرفت. ظهور ریشه‌چه به طول ۲ میلی‌متر به عنوان جوانه‌زنی بذر تلقی و شمارش تا زمانی ادامه یافت که برای مدت سه روز متوالی تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر نمونه ثابت بماند. در پایان جوانه‌زنی صفاتی همچون تعداد بذر جوانه‌زده، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد. برای محاسبه درصد و سرعت جوانه‌زنی از فرمول‌های ۱ و ۲ استفاده گردید [۳۹].

فرمول (۱)

درصد جوانه‌زنی =S/T×100

S:تعداد بذور جوانه‌زده T: کل تعداد بذور

فرمول (۲)

سرعت جوانه‌زنی =$GR = \Sigma \frac{Ni}{Ti}$

ΣNi: مجموع کل بذور جوانه‌زده تا پایان آزمایش

ΣTi: مجموع زمان بر حسب روز از شروع آزمایش

جهت تعیین میزان سوپراکسید دیسموتاز، سه عدد برگ از هر واحد آزمایشی در هنگاه صبح قبل از گرم شدن هوا از مزرعه برداشت شد. سعی بر آن بود که برگ‌ها کاملا جوان و گسترده باشند، برگ‌ها داخل نایلون اتیکت گذاری شده قرار گرفت و در یخ‌دانی که کف آن از یخ پوشیده بود قرار داده شد و به آزمایشگاه منتقل گردید. سپس توسط روش Holy میزان تغییرات این آنزیم تعیین شد [٢٦]. به‌منظور اندازه‌گیری فعالیت آنزیم آسکوربات پروکسیداز در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد به روش اسپکتوفتومتری با روش Aebi اندازه‌گیری شدند [۱۵]. در نهایت میزان فعالیت آنزیم بر حسب میکرو مول آسکوربات اکسید شده به ازای گرم پروتئین در ۱ دقیقه محاسبه شد. برای اندازه‌گیری آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز برگ‌های منتقل شده به آزمایشگاه را با آب مقطر شستشو داده و بلافاصله در بافر تریس ١٦/. مولار با pH= ۵/۷ وارد کرده و سپس خرد و یکنواخت شدند. آنگاه اجازه داه شد در حضور حجم مشابه از همان بافرحاوی دیجیتونین (آنزیم هضم کننده دیواره) فرایند هضم غشاء و دیواره سلول انجام شود. در پایان مقدار ۵/. میلی‌لیتر از محلول هموژن برای سنجش پروتئین برداشت شد و مقدار پروتئین آن برحسب میلی‌گرم در میلی‌لیتر تعیین گردید. سپس در باقی‌مانده محلول استخراجی مقدار آنزیم گلوتاتیون با روش هلی اندازه‌گیری شد [٢٦]. سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز به روش چاندلی و اسکاندالیوس انجام شد [۲۱]. در پایان داده‌های به‌دست آمده، توسط نرم‌افزار آماریMSTATC مورد تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

www.SID.ir

Arshive of SID

نتایج و بحث

درصد و سرعت جوانه‌زنی: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تنش خشکی، پرایمینگ و اثر متقابل آن‌ها بر درصد و سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که اثر سطوح تیمارهای خشکی تحت تأثیر تیمارهای پیش تیمار نسبت به تیمار شاهد موجب افزایش درصد جوانه‌زنی گردیده است. با افزایش تنش خشکی درصد جوانه‌زنی در بذرهای پرایم شده و شاهد کاهش یافت و این کاهش در بذرهای شاهد بیشتر از بذرهای پرایم شده بود. بیشترین درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار بدون اعمال تنش و نیترات پتاسیم با غلظت یک درصد (۹۰/۲٤٪) و کمترین درصد جوانه‌زنی مربوط به سطح تنش ۱۲- بار و نیترات پتاسیم با غلظت دو درصد (٦۰/٦٤٪) بود (جدول ۵). همچنین مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و پرایمینگ بذر نشان داد که بیشترین میزان سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار بدون اعمال تنش و نیترات پتاسیم با غلظت یک درصد (۱۱/۲۸ تعداد بذر در روز) و کمترین میزان سرعت جوانه‌زنی مربوط به سطح تنش ۱۲- بار و نیترات پتاسیم با غلظت دو درصد (۵/۱۲ تعداد بذر در روز) بود (جدول ۵).

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس صفات ارزیابی شده ریحان تحت تأثیر تنش خشکی و پرایمینگ

		میانگین مربعات			
منابع تغییرات	درجه آزادی	طول گیاهچه	طول ریشه‌چه	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌رنی
تنش خشکی	۳	۲۸۹/۵٦**	۵۹/۷٤**	۷٦۱۹/۲**	۳۰۳/۸٤**
پرایمینگ	۳	۸/۲۳*	۳۰/۲۱**	٦۷۱/۱**	۲۷/۲٤**
خشکی × پرایمینگ	۹	۱۹/۵۹^{ns}	۱/۸٤^{ns}	۱۹/٤۹**	۰/٦۹**
خطای آزمایش	٤۸	۲۵/۰۹	۰/۷۲	۲۵/۰۹	۰/۹۵
ضریب تغییرات (٪)	-	۹/۷۸	۸/۱۳	۹/۷۸	۱۰/٤۹

*، ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد ns: معنی‌دار نبودن

نتایج بسیاری از تحقیقات نشان داده است که تنش سبب کاهش در شاخص‌های جوانه‌زنی خواهد شد و استفاده از تیمار پرایمینگ سبب افزایش در شاخص‌های جوانه‌زنی می‌شود که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد [۱۸]. افزایش غلظت نیترات پتاسیم و کلرید سدیم منجر به کاهش سرعت جوانه‌زنی می‌شوند، که حاکی از آن است که افزایش شوری باعث افزایش فشار اسمزی و کاهش جذب آب توسط بذر ریحان می‌شود [۸].

چجنوسکی و کام در سال ۱۹۹۷ گزارش کردند که پرایمینگ بذور آفتابگردان به مدت ۳ الی ۵ روز باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی و بهبود رشد گیاهچه می‌شود. آن‌ها همچنین علت این واکنش را افزایش در فعالیت‌های تنفسی، تولید ATP، تحریک فعالیت RNA و پروتئین‌سازی در بذور پرایم شده بیان نمودند [۲۲]. افضل و همکاران در سال ۲۰۰٦ در گیاه کلزا نشان دادند که سرعت جوانه‌زنی در پاسخ به پرایمینگ افزایش می‌یابند [۱٦]. کاهش جوانه‌زنی در اثر تنش

www.SID.ir

Arshive of SID

خشکی می‌تواند با کاهش جذب آب توسط بذرها مرتبط باشد. اگر جذب آب توسط بذر مختل شود یا جذب آب به کندی صورت گیرد فعالیت‌های متابولیکی جوانه‌زنی به آرامی صورت می‌گیرد، در نتیجه مدت زمانی که ریشه‌چه از بذر خارج می‌شود طولانی‌تر شده و از این رو سرعت جوانه‌زنی نیز کاهش می‌یابد [۵]. کاهش ورود آب به بذر در اثر افزایش تنش خشکی باعث کاهش هدایت هیدرولیکی گردیده و در نتیجه فرآیندهای فیزیولوژیک و متابولیک جوانه‌زنی تحت تأثیر قرار گرفته و میزان و یا سرعت انجام آن‌ها کاهش می‌یابد [۳]. کایا و همکاران در سال ۲۰۰۳ گزارش دادند که بهبود جوانه‌زنی را در بذور نخود هیدروپرایم شده آفتابگردان تحت تنش خشکی نتیجه شد [۳۰]. همچنین مهرا و راجا در سال ۲۰۰۲ بهبود سبز شدن و استقرار گیاهچه کلزا را تحت شرایط تنش گزارش کردند [۳۳]. محققان اثر تنش خشکی بر جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های گلرنگ مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که کاهش جذب آب باعث کاهش درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و طول ساقه‌چه می‌گردد [۳۲]. پرایمینگ باعث افزایش طول ریشه‌چه شد و با پرایم کردن بذرها با آب مقطر و نیترات پتاسیم طول ریشه‌چه نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد، و هیدروپرایمینگ بهترین تیمار برای افزایش طول ریشه‌چه در شرایط تنش بود.

طول ریشه‌چه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر تنش خشکی و پرایمینگ بذر بر روی طول ریشه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اما اثر متقابل فاکتورها بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین طول ریشه‌چه (۲٤/۰۷ میلی‌متر) مربوط به پیش تیمار نیترات پتاسیم با غلظت یک درصد و کمترین طول ریشه‌چه (۱۱/٤۱ میلی‌متر) مربوط به پیش تیمار شاهد بود (جدول ۲). همچنین با افزایش تنش خشکی طول ریشه‌چه کاهش یافت. بیشترین طول ریشه‌چه (۱۹/۷۳ میلی‌متر) مربوط به تیمار بدون اعمال تنش (صفر بار) و کمترین طول ریشه‌چه (۷/۱۱ میلی‌متر) مربوط به سطح خشکی ۱۲- بار بود (جدول ۳). سانچز و همکاران [۳٦] در سال ۲۰۰۱ گزارش کردند که طول ریشه بذری در خیار و فلفل در اثر هیدروپرایمینگ به طور معنی‌داری افزایش یافت.

طول گیاهچه: این صفت از نظر آماری تحت تأثیر تنش خشکی و پرایمینگ به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد قرار گرفت. اما اثر برهمکنش تیمارها بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین طول گیاهچه (۱۷/٤۲ میلی‌متر) مربوط به پیش تیمار نیترات پتاسیم با غلظت یک درصد و کمترین طول گیاهچه (۹/۰٤ میلی‌متر) مربوط به پیش تیمار شاهد بود (جدول ۲). با افزایش تنش خشکی طول گیاهچه کاهش یافت. بیشترین طول گیاهچه (۱۳/۸۸ میلی‌متر) مربوط به تیمار بدون اعمال تنش (صفر بار) و کمترین طول گیاهچه (۵/۱۷ میلی‌متر) مربوط به سطح تنش ۱۲- بار بود (جدول ۳). دلیل افزایش طول گیاهچه با استفاده از تیمارهای پرایمینگ می‌تواند با افزایش فعالیت آنزیم‌های دخیل در جوانه‌زنی و در نتیجه افزایش مصرف مواد ذخیره‌ای بذر و طویل شدن گیاهچه در اثر افزایش انرژی در بذرهای پرایم شده در ارتباط باشد [٦]. رمضانی و سوخت آبندانی در سال ۱۳۹۰ گزارش نمودند که حداکثر و حداقل طول گیاهچه با پیش تیمار توسط PEG با غلظت ۱۰ درصد و آب خالص به ترتیب ۱٦/۹۰ و ۹/۰۵ سانتی‌متر حاصل شد [۳]. کاوسی و مرادی در سال ۱۳۹٤ نیز در

www.SID.ir

Arshive of SID

بررسی‌های خود نشان دادندکه شوری می‌تواند سبب کاهش طول ریشه‌چه یا ساقه‌چه و در نهایت کاهش طول گیاهچه شود. کاهش رشد گیاهچه در پاسخ به افزایش تنش شوری به دلیل اثرات اسمزی به سبب کمبود آب، اثرات سمی یون‌ها و عدم جذب متوازن مواد غذایی لازم بوده که این حالت ممکن است همه جنبه‌های متابولیسم گیاه را تحت تأثیر قرارمی‌دهد [۱۳].

کائورس و کائور در سال ۲۰۰۲ نشان دادند که هیدرو و اسموپرایمینگ با آب خالص و پلی‌اتیلن گلایکول بر روی نخودفرنگی موجب تولید گیاهچه‌ای با ریشه و ساقه‌های بزرگ‌تر در مقایسه با بذور پرایمینگ نشده می‌شود و میزان فعالیت آمیلاز در ساقه گیاهچه‌های پرایمینگ شده بالاتر می‌باشد [۲۹].

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده ریحان در حالت پرایمینگ

پرایمینگ	طول گیاهچه (میلی‌متر)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	آسکوربات پراکسیداز (u/mg.protein)
KNO_3 1%	۱۷/٤۲^{a}	۲٤/۰۷^{a}	٤/۸۲^{a}
KNO_3 2%	۱۲/۹۷^{c}	۱۸/۱۹^{b}	۳/۰۱^{c}
آب	۱٤/٦۳^{b}	۱۳/۷۳^{c}	۳/۹۹^{b}
شاهد	۹/۰٦^{d}	۱۱/٤۱^{d}	۲/۸۸^{cd}

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده نداشتن اختلاف آماری در سطح احتمال ۵٪

در هر ستون ، $KNO_3$1% و $KNO_3$2% نیترات پتاسیم به ترتیب با غلظت‌های ۱ و ۲ درصد.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده ریحان تحت تنش خشکی

سطوح تنش	طول گیاهچه (میلی‌متر)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	آسکوربات پراکسیداز (u/mg.protein)
D_1= ۰ **بار**	۱۳/۸۸^{a}	۱۹/۷۳^{a}	۱/۷۷^{d}
D_2= ٤- بار	۱۱/۷۲^{b}	۱۵/٦۸^{b}	۵/٦۸^{c}
D_3= ۸- بار	۸/۹۲^{c}	۹/۰۲^{c}	۷/۱۱^{b}
D_4= ۱۲- بار	۵/۱۷^{d}	۷/۱۱^{d}	۹/۰۲^{a}

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده نداشتن اختلاف آماری در سطح احتمال ۵٪

در هر ستون علامت D نشانه سطوح تنش خشکی است.

بررسی فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان

تولید گونه‌های فعال اکسیژن یکی از مهم‌ترین عوامل آسیب‌رسان به سیستم فتوسنتزی در شرایط تنش‌های محیطی ازجمله تنش خشکی می‌باشد [۳۱]. گیاهان برای کاهش دادن اثرات مخرب گونه‌های اکسیژن فعال سازوکارهای متفاوتی دارند که از جمله آنها می‌توان به سیستم دفاع آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان اشاره کرد [۷]. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر برهمکنش تنش خشکی و پرایمینگ بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان به جزء آسکوربات پراکسیداز در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ٤). نشان دهنده این است که با افزایش تشدید تنش خشکی مقدار فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان افزایش می‌یابد.

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها طبق (جدول ۵) نشان می‌دهد اثر سطوح تیمارهای خشکی تحت تأثیر تیمارهای پرایمینگ نسبت به تیمار شاهد موجب افزایش میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز گردیده است که در تمام سطوح خشکی، تفاوت

www.SID.ir

Arshive of SID

معنی‌داری مشاهده می‌شود و در گروه‌های آماری جداگانه قرار می‌گیرند. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و پرایمینگ بر میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز نشان داد که ترکیب تیمار نیترات پتاسیم با غلظت یک درصد با سطح تنش ۱۲- بار (S_4) با میزان فعالیت ۱۱۶۳/۸۲ واحد بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین بالاترین و ترکیب تیمار خشکی صفر (شاهد) با آبیاری بدون تنش (S_1) با میزان فعالیت ۶۸۳/۶۲ واحد بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین پائین‌ترین فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز را دارا می‌باشد (جدول ۵).

جدول ٤. نتایج تجزیه واریانس صفات ارزیابی شده ریحان تحت تأثیر تنش خشکی و پرایمینگ

		میانگین مربعات			
منابع تغییرات	درجه آزادی	گلوتاتیون پراکسیداز	کاتالاز	سوپراکسید دیسموتاز	آسکوربات پراکسیداز
تنش خشکی	۳	٤۹۹/۰۱**	۲۱۳۷۰/۲**	۲۵۱٤٦/۲*	۱۹٤۷۱/٤*
پرایمینگ	۳	۳۲٦۱۹٤/۱**	۳۹۲٤/۱**	۷٦۰۲۸۵/۱**	۳۱۰۵٦/۹**
خشکی × پرایمینگ	۹	۲٦۰/۸۲**	٤۳٦/۵۲**	۲۷۰٤۸/٦**	٤۱۰/۸ns
خطا	٤۸	٤٤/۳۸	۳/۷٦	۵۹/۱۵	۳/۹۵
ضریب تغییرات (٪)	–	۳/٤٦	۵/۰۷	۳/۱۸	٦/۱۲

*، ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد ns: معنی‌دار نبودن

جدول ۵: نتایج مقایسه میانگین برهمکنش صفات اندازه‌گیری شده ریحان تحت تأثیر تنش خشکی و پرایمینگ

تنش خشکی	پرایمینگ	جوانه‌زنی (درصد)	سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)	گلوتاتیون پراکسیداز (u/mg.protein)	کاتالاز (u/mg.protein)	سوپراکسید دیسموتاز (u/mg.protein)
D_1 = ۰ بار	KNO_3 1%	۹۰/۲٤a	۱۱/۲۸a	٦۲/۱۷b	٤۷/٦٤b	۸٤۱/۷۳bc
	KNO_3 2%	۸۲/۲۱c	۸/۰۳b	٦۰/٦۸b	٤۵/٦۱b	۸۳۱/٦۳ab
	آب	۸۸/۹۲a	۱۱/۱۲a	۵۸/۱۷b	٤۳/۳۸b	۷۷۲/۳۸ab
	شاهد	۸٦/٤٦ab	۱۰/۰۸a	۵٦/۰٤b	٤۱/۰۳b	۸۹۳/٦۲b
D_2 = ٤- بار	KNO_3 1%	۸۳/۷۸b	۱۰/۲۱a	۷٤/۵٤bc	٦۵/٤۲bc	۹۳۹/۲۲c
	KNO_3 2%	۷۵/٦۳de	٦/۹c	۷۱/۸۷b	٦۳/۰۱b	۹۲٤/۷۲ab
	آب	۸۲/٦۹b	۱۰/۱a	٦۸/۰۹b	٦۱/۵۲b	۸۷۰/۲۸bc
	شاهد	۸۰/۵۱c	۹/۱ab	٦٤/۵۱c	٦۰/٤۲c	۷۸۲/٤۵de
D_3 = ۸- بار	KNO_3 1%	۷٦/٤۵d	۹/۱٦ab	۱۱۰/٤۲d	۹٦/۲۳d	۱۰۱٤/۵۱d
	KNO_3 2%	۷۱/۱f	۵/۸۷d	۱۰۷/۹۲a	۹٤/۰۸a	۹۰۲/٦۱b
	آب	۷٦/۳۸d	۸/۸۱ab	۱۰٤/۲٤d	۹۲/٦۸d	۹۳۹/٤۸c
	شاهد	۷٤/۷۲de	۸/۱۰b	۱۰۱/٦۲d	۹۰/٤۸d	۸٤۸/۷۲d
D_4 = ۱۲- بار	KNO_3 1%	۷۱/۰۵f	۸/۳۸b	۱۳۸/۲٦e	۱۳٤/۱٦e	۱۱٦۳/۸۲e
	KNO_3 2%	٦۰/٦٤g	۵/۱۲e	۱۳۵/۲۹d	۱۳۲/۸۹d	۱۱٤۸/۸۵d
	آب	۷۰/۵۱f	۸/۰٦b	۱۳۲/٤۷e	۱۳۰/۲۷e	۱۰۹۳/۹۲g
	شاهد	٦٦/۸f	۷/۲۹c	۱۲۹/۳۸e	۱۲۹/۰۲e	۱۰۰۳/۸۵de

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده نداشتن اختلاف آماری در سطح احتمال ۵٪

در هر ستون ، $KNO_3$1% و $KNO_3$2% نیترات پتاسیم با غلظت های ۱ و ۲ درصد. در هر ستون علامت D نشان دهنده سطوح تنش خشکی است

www.SID.ir

Arshive of SID

آنزیم پراکسیدار که هم در سیتوسول و هم در کلروپلاست وجود دارد، می‌تواند به گونه موثری H_2O_2 را حذف نماید بنابراین افزایش فعالیت این آنزیم در شرایط تنش خشکی احتمالا نشان دهنده تجمع H_2O_2 در شرایط تنش خشکی می‌باشد [۲۸].

آقائی و همکاران در سال ۱۳۹٦ در بررسی اثر تنش کم‌آبی بر پارامترهای بیوشیمیایی گیاه ترخون بیان کردند که فعالیت آنزیم پراکسیدار بر خلاف کاتالاز در اندام‌های هوایی با آبیاری ٤۰ درصد ظرفیت زراعی به شدت افزایش یافت [۱].

در شرایط تنش خشکی، گیاه برای کاهش اثرات تنش اکسیداتیو منجر به افزایش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز شده است. به‌طورکلی میزان آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD) تیمار شده گیاه ریحان با نیترات پتاسیم با غلظت یک درصد در شرایط تنش شدید خشکی در مقایسه با تیمارهای هیدروپرایمینگ، نیترات پتاسیم با غلظت دو درصد و شاهد بیشتر شد. این نشان داد که گیاه ریحان احتمالاً توانسته است با فعالیت آنزیمی بالای خود کمترین تخریب سلولی را در گیاه موجب شود. با توجه به اینکه آنزیم سوپراکسید دیسموتاز برای مقابله با اکسیژن‌های رادیکال آزاد تولیدی در شرایط تنش در گیاهان تولید می‌شود می‌توان نتیجه گرفت که گیاه ریحان است باعث حذف تعداد زیادی از اکسیژن‌های رادیکال آزاد تولیدی شود.

نتایج مقایسه میانگین داده‌های مرتبط با میزان فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز نشان داد که تیمار نیترات پتاسیم با غلظت یک درصد و سطح تنش ۱۲- بار با میزان فعالیت ۱۳۸/۲٦ واحد بین المللی بر میلی-گرم پروتئین بیشترین و ترکیب تیمار خشکی صفر (شاهد) و آبیاری در شرایط بدون تنش با میزان فعالیت ٥٦/۰٤ واحد بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین کمترین فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز را به خود اختصاص داد (جدول ٥). در شرایط تنش خشکی، گیاه برای کاهش اثرات تنش اکسیداتیو منجر به افزایش فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز شده است. به‌طورکلی میزان آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز (GPX) تیمار شده گیاه ریحان با نیترات پتاسیم با غلظت یک درصد در شرایط تنش شدید خشکی در مقایسه با تیمارهای هیدروپرایمینگ، نیترات پتاسیم با غلظت دو درصد و شاهد بیشتر شد. اثرات برهمکنش تنش خشکی و پرایمینگ نشان داد که تیمار نیترات پتاسیم با غلظت یک درصد و سطح تنش ۱۲- بار با میزان فعالیت ۱۳٤/۱٦ واحد بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین بیشترین و ترکیب تیمار خشکی صفر (شاهد) در شرایط بدون تنش با میزان فعالیت ٤۱/۰۲ واحد بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین کمترین فعالیت آنزیم کاتالاز را دارا می‌باشد (جدول ٥).

آنزیم کاتالاز یکی از مهمترین آنزیم‌های آنتی اکسیدانتی است که با افزایش تنش خشکی افزایش می‌یابد، ولی با استفاده از تکنیک پرایمینگ بذرها می‌توان میزان این آنزیم را در گیاهان بیشتر افزایش دهند [۳٤].

انصاری و همکاران در سال ۲۰۱۳ گزارش کردند که پرایمینگ سبب افزایش در فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانتی شده و از این طریق سبب افزایش و بهبود در شاخص‌های جوانه‌زنی می‌شود [۱۹].

نعیمی و همکاران در سال ۱۳۹٤ گزارش نمودند که تنش کم‌آبی موجب افزایش فعالیت تمام آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان گردید. تنش کم‌آبی در مرحله گلدهی بیشترین میزان فعالیت آنزیم‌ها را به خود اختصاص داد و کمترین میزان فعالیت در کرت‌های بدون تنش

www.SID.ir

Arshive of SID

کم‌آبی مشاهده شد [۷].

نتایج به‌دست آمده از این پژوهش با نتایج تحقیقات اگاروال و همکاران [۱۷] بر روی گندم، نعیمی و همکاران [۷] بر روی گیاه دارویی کدو پوست کاغذی و آقائی و همکاران [۱] بر روی گیاه ترخون مطابقت دارد.

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز ٤/٢٨ واحد بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین مربوط به پیش تیمار نیترات پتاسیم با غلظت یک درصد و کمترین میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز ۲/۸۸ واحد بین‌المللی بر میلی‌گرم پروتئین مربوط به پیش تیمار شاهد بود (جدول ۲). بنابراین استفاده از تیمار پرایمینگ میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز را نسبت به شاهد افزایش داد. با افزایش تنش خشکی میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز نیز افزایش یافت. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز ۹/۰۲ واحد بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین مربوط به تیمار بدون اعمال تنش (صفر بار) و کمترین میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز ۹/۰۲ واحد بین المللی بر میلی‌گرم پروتئین مربوط به تیمار سطح تنش ۱۲- بار بود (جدول ۳).

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج نشان داد که تنش خشکی سبب کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی و تیمارهای پرایمینگ سبب افزایش شاخص های جوانه‌زنی شد. تنش خشکی و استفاده از تیمار پرایمینگ سبب افزایش در فعالیت آنزیم‌های پراکسید دیسموتاز، گلوتاتیون، کاتالاز و آسکوربات پرواکسیداز شد. در این مطالعه هیدروپرایمینگ و تیمار کردن بذور با نیترات پتاسیم باعث بهبود جوانه‌زنی و سایر صفات مورد مطالعه تحت شرایط تنش گردید. هیدروپرایمینگ بذر باعث جذب سریع‌تر آب مورد نیاز برای جوانه‌زنی می‌گردد. در این تحقیق بهترین محلول پرایمینگ با پیش تیمار کردن توسط نیترات پتاسیم با غلظت ۱٪ پیشنهاد می‌گردد. پس می‌توان بیان نمود که بین شاخص‌های جوانه‌زنی و افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی در بذرهای پیش‌تیمار شده یک ارتباط و همبستگی مثبت وجود دارد.

منابع

[۱]. آقائی، ک.، برزلی، م.، جعفریان، و.، شکاری، ف.، ۱۳۹٦، بررسی برخی پاسخ‌های فیزیولوژیک و شیمیایی گیاه ترخون (*Artemisia dracunculus*) به تنش کم‌آبی، فرایند و کارکرد گیاهی، جلد ٦، شماره ۱۹، ۲٤-۱۵.

[۲]. درویش زاده، ف.، نجات زاده، ف.، ایرانبخش، ع.، ۱۳۹٤، تأثیر نانو ذرات نقره بر تحمل به شوری گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در مراحل جوانه‌زنی در شرایط آزمایشگاهی، مجله تازه‌های بیوتکنولوژی سلولی- مولکولی، دوره پنجم، شماره بیستم، ۷۰-٦۳.

[۳]. رمضانی، م.، رضایی سوخت‌آبندانی، ر.، ۱۳۹۰، اثر پیشتیمار اسمزی برمؤلفه های جوانه‌زنیبذر ارقام گوجه فرنگی، نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، جلد ۲۱، شماره ٤، ۱۵-۱.

[٤]. سید شریفی، ر.، خاوازی، ک.، ۱۳۹۰، تأثیر باکتری‌های محرک رشد گیاه بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ذرت (*Zea mays* L.)، نشریه بوم شناسی کشاورزی، جلد ۳، شماره ٤، ۵۱۳-۵۰٦.

www.SID.ir

Arshive of SID

[۵]. طباطبایی، س ع.، ۱۳۹۱. اثر پیش تیمارهای مختلف بر شاخص‌های جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی بذر ذرت تحت شرایط تنش خشکی، مجله علوم و تکنولوژی بذر، سال دوم، شماره ٤، ۷۹ -۷۲.

[٦]. قاسمی، ح.، مستاجران، ا.، ۱۳۹۳، اثر کلرید سدیم بر جوانه‌زنی و رشد اولیه دانه رست‌های ٦۰ رقم گندم، نشریه تحقیقات بذر، سال چهارم، شماره ٤، ۲٦ -۱٤.

[۷]. نعیمی، م.، اکبری، غ.، شیرانی‌راد، ا.ح، حسنلو، ط.، اکبری، غ. ع.، ۱۳۹۱، اثر کاربرد زئولیت و محلول‌پاشی سلنیم در شرایط تنش کم‌آبی بر روابط آبی و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در گیاه دارویی کدو پوست کاغذی، مجله به‌زراعی کشاورزی، دوره ۱٤، شماره ۱، ۸۱ -٦۷.

[۸]. نوری، م.، فتحی، ش.، ۱۳۹٤، اثر اسید سالیسیلیک بر شاخص‌های جوانه‌زنی و تغییرات بیوشیمیایی بذر ریحان (*Ocimum basilicum* L.)، تحت شرایط تنش شوری، نشریه تحقیقات بذر، سال پنجم، شماره ۲، ۵۹-٤۹.

[۹]. محمودی، ف.، شیخ زاده مصدق، پ.، زارع، ن.، اسماعیل‌پور، ب.، ۱۳۹٦، تأثیر پیش تیمار بذر با آب بر جوانه‌زنی، رشد و فعالیت آنزیم‌های پاداکسندهٔ گیاهچه‌های گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.)، در شرایط تنش کادمیوم، علوم گیاهان زراعی ایران، دورهٔ ٤۸، شماره ۱: ۲٦٦-۲۵۳.

[۱۰].مسرت، ن.، سیادت، ع.، شرفی‌زاده، م.، حبیبی خانیانی، ب.، ۱۳۹۲، تأثیر پرایمینگ بر جوانه زنی و رشد گیاهچه ذرت هیبرید SC704 در شرایط تنش شوری و خشکی، مجله اکوفیزیولوژی گیاهی، سال پنجم، شماره پانزدهم، ۲۵-۱۳.

[۱۱].نادری زرنقی، ر.، ولیزاده، م.، فتوت، ر.، ۱۳۹۳، تجزیه الکتروفورزی فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان تحت تنش خشکی در ژنوتیپ‌های گندم پاییزه در مرحله پنجه‌زنی، تحقیقات غلات، سال چهارم، شماره سوم، ۱۹۷-۱۸۵.

[۱۲].هاشمی فشارکی، ش.، حمیدی، آ.، وزان، س.، ۱۳۹۵، ارزیابی اثر درصد جوانه‌زنی اولیه و اندازه و شکل بذر ذرت (*Zea mays* L.) هیبرید سینگل کراس ۷۰٤ بر برخی شاخص‌های بنیه بذر، علوم و تحقیقات بذر ایران، سال سوم، شماره اول، ۷۳-۶۳.

[۱۳].یونسی، ا.، مرادی، ع.، ۱۳۹٤، تأثیر باکتری‌های محرک رشد گیاه و قارچ میکوریزا بر ظهور گیاهچه، استقرار و رشد اولیه دو اکوتیپ گیاه یونجه در شرایط تنش شوری، نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، جلد بیست و دوم، شماره یکم، ۱۲٦-۱۰۵.

[14]. Aebi, H., 1984, Catalase in vitro. *Methods in Enzymology*, 105: 121-126.

[15]. Abbasian, A., Moemeni, J., Rahmani, M., Oskoii, B., Hamidi, A., Sedghi, M., 2013, Comparison of different hybrid maize seed size with smaller under sieve size in standard germination, cold, accelerated ageing and electrical conductivity tests. Technical Journal of Engineering and Applied Sciences, 3(5): 385-393.

[16]. Afzal. A., Aslam. N., Mahmood. F., Hameed, A., Irfan, S., Ahmad, G., 2006, Enhan cement of germination and emergence of canola seeds by different priming technigues. Garden Depesguisa Biotechnology, 16(1): 19-34.

[17]. Agarwal, S., Sairam, R.K., Srivatava, G.C., Meena, R.C., 2005, Changes in antioxidant enzymes activity and oxidative stress by abscisic acid and salicylic acid in wheat genotypes. Biotecnol. Plantarum, 49 (4): 541-550.

[18]. Ansari, O., Choghazardi, H.R., Sharif Zadeh, F., Nazarli, H., 2013, Seed reserve utilization andseedling growth of treated seeds of mountain rye (*Secale montanum*) as affected by drought stress. Cer. Agronomice. Moldova, 2 (15): 43-48.

www.SID.ir

Arshive of SID

[19]. Ansari, O., Sharif-Zadeh, F., 2012, Does Gibberelic acid (GA), Salicylic acid (SA) and Ascorbicacid (ASc) improve Mountain Rye (*Secale montanum*) seeds Germination and Seedlings Growthunder Cold Stress, Int. Res. J. Applied. B. Sci, 3 (8): 1651-1657.

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

[21]. Chandlee, J.M., Scandalios, J.G., 1984, Analysis of variants affecting the plants. Plant Nutrition Soil Sci, 168: 541-549.

[22]. [22] Chojnowski, F.C., Come, D., 1997, Physiological and biochemical changes induced in sunflower seeds by osmopriming and subsequent drying, storage and aging. Seed Science Research, 7: 323-331.

[23]. Clua, A., Fernandez, G., Ferro, L., Dietrich, M., 2006, Drought stress conditions during seed development of narrowleaf birdsfoot trefoil (*Lotus glaber*) influences seed production and subsequent dormancy and germination. Lotus Newsletter, 36(2): 58-63.

[24]. Dat, J., Vandenabeele, S., Vranová, E., Van Montagu, M., Inzé, D., Van Breusegem, F., 2000, Dual action of active oxygen species during plant stress responses. Cellular and Molecular Life Sci, 57: 779-795.

[25]. Gamze, O., Kaya, M.D., Atak, M., 2005. Effect of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea. Turkish Journal of Agriculture for, 29: 237-242.

[26]. Holy, M.C., 1972. Indole acetic acid oxidase: a dual catalytic enzyme. Plant Physiol, 50: 15-18.

[27]. Hus, J.L., Sung, J.M., 1997, Antioxidant role of glutathione associated with accelerated aging and hydration of triploid Waremelon seeds. *Physiological plantrum*, 100: 967-974.

[28]. Jiang, Y., Huang, B., 2001, Drought and heat stress injury to two coll-season turfgrasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation. Crop Sci, 41: 436-442.

[29]. Kaurs, A.K., Kaur, N., 2002, Effect of osom and hydro priming of chickpea seed son seedling growth an carbohydrate metabolism under water deficit stress. *Plant growth regulation*, 37:12-22.

[30]. Kaya, M.D., Ipek, A. Ozturk, A., 2003, Efects of different soil salinity levels on germination and seedling growth of safflower. Turkish Journal of Agriculture for, 27: 221-227.

[31]. Kim, JH., Lee, CH,, 2005, In vivo deleterious effects specific to reactive oxygen species on photosystem I andII after photo-oxidative treatments of rice (*Oryza sativa*) L.) leaves, Plant Science, 168: 1115-1125.

[32]. Maleki Narg Mousa, M., Balouchi, H.R. and Attarzadeh, M., 2015, Effect of Seed Priming on Some Germination Traits and Seedling Growth of Safflower under Drought Stress, Iranian Journal of Seed Research, 2:1-9.

[33]. Mehra, R., Raaj, R., 2002, "mood fluctuations, projection bias, and volatility of equityprices, Journal of Economic Dynamics and Control. 26(5): 869-887.

[34]. Moosavi, A., Tavakkol-Afshari, R., Sharif-Zadeh, F., Aynehband, A., 2009. Effect of seedpriming on germination characteristics, polyphenol oxidase, and peroxidase activities of four amaranth cultivars, J. Food Agri. Environ. 7: 353-358.

[35]. Murungu, F.S., Nyamugafata, P., Chiduza, C., Clark, L.J., Whalley, W.R., 2003, Effects of seed priming aggregate size and soil matric potential on emergence of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and maiz (*Zea mays* L.). soil and till, Res, 74: 161-168.

[36]. Sanchez, J.A., Munoz, B.C. Fresneda, J., 2001, Combine effects of hyrdening hydration-dehydration and heat shock treatments on the germination of tomato, pepper and cucumber. Seed Science and Technology, 29: 691-697.

[37]. Semirnoff, F.N., 1998, Drought influence the activity of enzymes of the chloroplast hydrogen proxide system, J. Exp.Bot, 39: 1097-1108.

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

[39]. Wakjira, K., Negash, L., 2013, Germination responses of croton macrostachyus (Euphorbiaceae) to various physico-chemical pretreatment conditions. South African Journal of Botany, 87: 76-83.

www.SID.ir