

اثر پرایمینگ بذر بر تحرک ذخایر غذایی گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) تحت تنش شوری

محمد رضائی^{۱*}، محمد صدقی^۲، رئوف سید شریفی^۲

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

مسئول مکاتبه: rezaei_mst@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۴/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۲۶

چکیده

به منظور بررسی اثر پرایمینگ بر روی تحرک ذخایر غذایی بذر همیشه بهار، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل پنج سطح شوری حاصل از کلرید سدیم در غلظت‌های صفر، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ دسی زیمنس بر متر و چهار سطح پرایمینگ (هیدروپرایمینگ به عنوان شاهد، پرایمینگ با NaCl، پرایمینگ با جیبرلین و پرایمینگ با ذرات نانو اکسید روی) بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل پرایمینگ و شوری بر روی صفات مورد اندازه‌گیری شامل متوسط زمان جوانه‌زنی، ویگور اولیه و ثانویه، فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسمیوتاز (SOD)، مقدار استفاده از ذخایر بذر، کارایی استفاده از ذخایر بذر و کسر ذخایر مصرف شده بذر معنی‌دار شد. نتایج نشان داد که متوسط زمان جوانه‌زنی در بذر پرایم شده در هر یک از سطوح شوری نسبت به شاهد آن سطح کاهش یافت. پرایمینگ با کلرید سدیم در شوری ۵ دسی زیمنس بر متر و غلظت‌های بالاتر موجب عدم جوانه‌زنی شد. در غلظت ۱۰ دسی زیمنس بر متر از شوری، پرایمینگ با جیبرلین، ذرات نانو اکسید روی و NaCl، فعالیت آنزیم SOD را نسبت به بذر پرایم شده با آب مقطر به ترتیب ۸/۶۴، ۱۱/۰۷ و ۱۳/۱۲ درصد افزایش دادند. بیشترین میزان استفاده از ذخایر بذر (۰/۱۵۵ میلی‌گرم بر بذر) در تیمار با NaCl و سطح شوری ۵ دسی زیمنس بر متر، بیشترین میزان کارایی استفاده از ذخایر بذر (۴۹/۶۴ میلی‌گرم بر میلی‌گرم) در بذر پرایم شده با ذرات نانو اکسید روی و در شرایط بدون شوری و بیشترین مقدار کسر ذخایر مصرف شده بذر در غلظت‌های بالای شوری (۵، ۷/۵ و ۱۰ دسی زیمنس بر متر) و هالوپرایمینگ مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: پرایمینگ، شوری، نانو اکسید روی، همیشه بهار

مقدمه

زندگی گیاه مراحل بحرانی هستند و استقرار موفق گیاه نه تنها وابسته به جوانه‌زنی سریع و یکنواخت بذر است، بلکه به توانایی بذر در جوانه‌زنی سریع تحت شرایط تنش بستگی دارد (ویندوور و همکاران، ۲۰۰۷). پرایمینگ یکی از روش‌های افزایش سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی است. به آبیگری

همیشه بهار با نام علمی (*Calendula officinalis* L.) گیاهی یک ساله و علفی است که منشا آن را غرب آسیا و مدیترانه می‌دانند. عصاره آبی این گیاه دارای ویژگی ضد سرطانی است و در درمان ایدز نیز کاربرد دارد (کاواتچو و همکاران، ۱۹۹۷). جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه‌ها در چرخه

زراعی مطلوب برای کشاورزی، شناسایی گیاهان دارویی مقاوم به شوری اهمیت زیادی دارد. در این تحقیق آثار انواع پرایمینگ بر تحرک ذخایر بذر گیاه دارویی همیشه بهار در شرایط شوری بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق با هدف بررسی اثر چهار نوع پرایمینگ در شرایط شوری بر روی بذر همیشه بهار انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار و ۲۰ تیمار شامل پنج سطح شوری حاصل از کلرید سدیم در غلظت‌های صفر، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ دسی زیمنس بر متر و چهار سطح پرایمینگ (شاهد، پرایمینگ با NaCl، پرایمینگ با جیبرلین و پرایمینگ با ذرات نانو اکسید روی) اجرا شد. برای اعمال پرایمینگ، بذر در میان دو لایه از حوله کاغذی قرار گرفتند. سپس، تیمارهای مورد نظر روی حوله‌های کاغذی محلول پاشی شد، به اندازه‌ای که فقط رطوبت در اطراف انگشت جمع گردد. پس از اعمال پرایمینگ به مدت ۱۸ ساعت، بذر در ظروف کشت قرار گرفتند. سپس، غلظت‌های شوری در حدود ۶ میلی لیتر به محیط‌های کشت اضافه شد و برای جوانه‌زنی به ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ روز (ثابت شدن جوانه‌زنی) منتقل شدند. در طول این مدت برای تامین رطوبت بذر از آب مقطر استفاده شد. در پایان آزمایش، صفات مورد نظر بر اساس روابط زیر به دست آمدند:

متوسط زمان جوانه‌زنی (MGT) بر پایه فرمول ایس و رابرتز (۱۹۸۱) و ویگور اولیه (SV1) و ثانویه (SV2) بر اساس معادله عبدالباقی و آندرسون (۱۹۷۳) محاسبه شد.

$$MGT = \frac{\sum Dn}{\sum n}$$

کنترل شده بذور قبل از کاشت پرایمینگ گفته می‌شود که طی آن مراحل جذب آب طی می‌شود، ولی خروج ریشه‌چه صورت نمی‌گیرد و بعد از کشت با توجه به طی شدن دو مرحله اول جوانه‌زنی، بذرها به سرعت و به طور یکنواخت جوانه می‌زنند (مک دونالد، ۲۰۰۰). با این روش می‌توان قدرت جوانه‌زنی و رویش بذور را در شرایط برخورد با تنش افزایش داد (برادفورد و بیولی، ۱۹۷۹).

تولید محصول با نهاده کم در خاک‌های آهکی اغلب کشورهای غرب آسیا و شمال آفریقا تحت تاثیر پایین بودن قابلیت دسترسی به عنصر روی قرار دارد (رایان، ۱۹۹۷). کمبود روی رشد اولیه گیاهچه‌ها را به تاخیر می‌اندازد و موجب حساسیت گیاهچه‌ها به دوره‌های خشکی بعدی می‌شود (جونز و وهبی، ۱۹۹۲). با وجود این، به دلیل قابلیت دسترسی پایین عنصر روی در خاک‌های آهکی، استفاده از پرایمینگ بذر، یکی از روش‌های کم هزینه به شمار می‌رود.

از جمله عوامل موثر دیگر بر رشد و نمو گیاه، هورمون‌های گیاهی هستند که در این میان جیبرلین در تغییر حالت جوانه‌زنی، القای جوانه‌زنی و حتی تولید آنزیم‌ها طی جوانه‌زنی نقش اساسی دارد، بنابراین به نظر می‌رسد که پرایمینگ با این هورمون بر آثار حاصل از تنش شوری اثرگذار باشد. اگر میزان املاح موجود در محیط ریشه گیاهان در حدی باشد که به جوانه‌زنی، رشد و نمو و بازدهی گیاه زیان برساند، آن محیط (خاک) را شور گویند. به دلیل این که محل رویش تعدادی از گیاهان دارویی در نواحی گرم و شور قرار دارد، افزایش و شناخت مکانیسم‌های مقاومت به شوری این گیاهان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. طی آغاز و پیشرفت تنش شوری درون گیاه، تمام فرایندهای عمده از قبیل فتوسنتز، سنتز پروتئین و متابولیسم چربی و انرژی تحت تاثیر واقع می‌شوند (پاریدا و داس، ۲۰۰۵). با توجه به روند افزایشی توسعه اراضی شور و کمبود اراضی

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر متقابل دو عامل و همچنین، اثر ساده هر یک از عوامل نیز بر روی تمام صفات معنی دار شد.

طبق نتایج حاصل از جدول ۲، با افزایش شوری تا غلظت ۷/۵ دسی زیمنس بر متر، میزان متوسط زمان جوانه‌زنی افزایش یافت، به طوری که پرایمینگ با جیبرلین و نانو اکسید روی در این غلظت، متوسط زمان جوانه‌زنی را به ترتیب ۱/۸۳ درصد و ۰/۵۳ درصد کاهش دادند. اثر منفی شوری بر جوانه‌زنی و رشد می‌تواند به دلیل اثرهای اسمزی (پتانسیل اسمزی پایین)، به هم خوردن تعادل غذایی، تاثیر یون‌های ویژه، سمیت یونی و یا ترکیبی از این ۴ عامل باشد (هل و همکاران، ۲۰۰۱). در شرایط شوری بالا ویگور اولیه نسبت به بذور شاهد کاهش یافت (۶۱/۵۳ درصد). بیشترین میزان ویگور اولیه (۰/۳۳ درصد) در بذور پرایم شده با جیبرلین و سطح شوری ۲/۵ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد (جدول ۲).

پرایمینگ با جیبرلین موجب تسریع واکنش‌های متابولیکی قبل از فرایند جوانه‌زنی می‌شود و در نتیجه امکان جوانه‌زنی بذور تحت شرایط تنش شوری با رطوبت کم را فراهم می‌کند (وارما و همکاران، ۱۹۸۴). با افزایش شوری میزان ویگور ثانویه نیز نسبت به شاهد کاهش یافت. با افزایش شوری تا غلظت ۷/۵ دسی زیمنس بر متر بیشترین میزان ویگور ثانویه مربوط به تیمار با هورمون جیبرلین بود (جدول ۲).

که در آن، $D =$ روز شمارش از اولین روز جوانه‌زنی و $n =$ تعداد بذر جوانه زده در روز D است.

میانگین وزن خشک گیاهچه * درصد جوانه‌زنی = $SV1$

میانگین طول گیاهچه * درصد جوانه‌زنی = $SV2$

فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسمیوتاز طبق روش جیانوپلیتیس و ریز (۱۹۷۷) اندازه‌گیری شد.

مقدار استفاده از ذخایر ($SRUR, mg seed^{-1}$)، کارایی استفاده از ذخایر ($SRUE, mg mg^{-1}$) و کسر ذخایر مصرف شده بذر ($FUSR$) از فرمول‌های زیر محاسبه گردید (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۸، صدقی و همکاران، ۲۰۱۰).

$$SRUR = SDW - RSDW$$

$$SRUE = \frac{SFDW}{SRUR}$$

$$FUSR = \frac{SRUR}{SDW}$$

$SDW =$ وزن خشک بذر (گرم)، $RSDW =$ وزن خشک باقی‌مانده بذر بر حسب گرم (بدون ریشه‌چه و ساقه‌چه)، $SFDW =$ مجموع وزن خشک و تر گیاهچه بر حسب گرم (ریشه‌چه + ساقه‌چه).

داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزارهای آماری SAS9.1 و SPSS16، مورد تجزیه تحلیل قرار گرفتند و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD استفاده شد.

جدول ۱: تجزیه واریانس اثر تیمارهای پرایمینگ و شوری بر ویژگی‌های جوانه‌زنی گیاه دارویی همیشه بهار

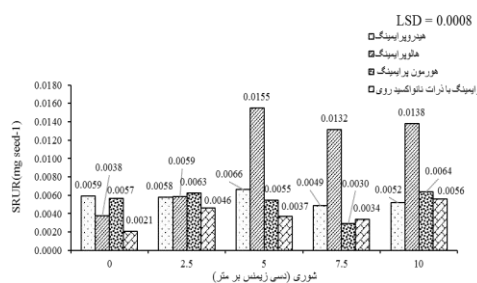
میانگین مربعات					
منابع تغییر	درجه آزادی	متوسط زمان جوانه‌زنی	ویگور اولیه	ویگور ثانویه	فعالیت سوپر اکسید دیسمیوتاز
شوری	۴	۷/۰۴ ^{**}	۰/۰۳۲۴ ^{**}	۵۵۲/۱۵ ^{**}	۱۱۹/۸ ^{**}
پرایمینگ	۳	۳۸/۶۴ ^{**}	۰/۰۴۴۷ ^{**}	۱۰۵۶/۴۶ ^{**}	۷/۱۱ ^{**}
اثر متقابل	۱۲	۱۰/۲۲ ^{**}	۰/۰۰۱۲ ^{**}	۱۴/۸۶ ^{**}	۰/۲۵ ^{**}
خطا	۶۰	۰/۱۷	۰/۰۰۰۲۹	۳/۵۴	۰/۰۵۷
ضریب تغییر (%)	-	۱۰/۳۷	۲/۱۴	۱۱/۹۰	۱/۹۱

^{**} معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

جدول ۲: مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری شوری و پرایمینگ بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسمیوتاز در بذور همیشه بهار

پرایمینگ	سطوح شوری	متوسط زمان جوانه‌زنی (روز)	ویگور اولیه (%)	ویگور ثانویه (%)	فعالیت سوپراکسید دیسمیوتاز (واحد بر میلی‌گرم وزن خشک)
آب مقطر	۰	۳/۵۲	۰/۲۶	۷۷/۶۳	۱۰/۲
	۲/۵	۴/۲۲	۰/۲۴	۶۱۵/۴	۹/۸۵
	۵	۴/۷۰	۰/۱۷	۳۶۰/۹	۱۰/۵
	۷/۵	۶/۰۵	۰/۱۳	۲۸۴/۲	۱۲/۴۲
	۱۰	۳/۹۶	۰/۱۰	۱۹۸/۹	۱۵/۶۲
جیبرلین	۰	۳/۸۳	۰/۲۶	۷۸۲/۶	۱۰/۶۷
	۲/۵	۴/۶۴	۰/۳۳	۷۳۱/۴	۱۰/۳۲
	۵	۴/۲۷	۰/۱۹	۳۹۸	۱۱/۲
	۷/۵	۴/۶۷	۰/۱۴	۳۲۸/۹	۱۳/۶۲
	۱۰	۵/۱۴	۰/۱۰	۱۸۶	۱۶/۹۷
نانواکسید روی	۰	۳/۵۳	۰/۲۵	۶۴۳/۴	۱۰/۹۲
	۲/۵	۶/۱۳	۰/۲۱	۳۰۶/۵	۱۰/۵۷
	۵	۴/۹۳	۰/۱۱	۲۳۳/۴	۱۱/۴۵
	۷/۵	۵/۹۷	۰/۰۶	۱۷۴/۷	۱۴/۱۷
	۱۰	۴/۵	۰/۰۴	۹۴	۱۷/۳۵
کلرید سدیم	۰	۴/۵۳	۰/۱۱	۱۴۰/۵	۱۱/۲۲
	۲/۵	۵/۱۵	۰/۰۷	۱۷۵/۷	۱۰/۷
	۵	-	-	-	۱۱/۵۵
	۷/۵	-	-	-	۱۴/۱۵
	۱۰	-	-	-	۱۷/۶۷
LSD		۰/۰۳۷	۰/۰۴	۸۹/۹۲	۰/۳۴

بیشترین میزان استفاده از ذخایر بذر (۰/۰۱۵۵ میلی‌گرم بر بذر) در تیمار با NaCl و سطح شوری ۵ دسی زیمنس بر متر حاصل شد (شکل ۱). در شرایط شوری بالا (۱۰) دسی زیمنس بر متر) تیمار با ذرات نانو اکسید روی موجب افزایش معنی‌داری در مقدار استفاده از ذخایر بذر شد (از ۰/۰۰۲۱ به ۰/۰۰۵۶ میلی‌گرم بر بذر). صدقی و همکاران (۲۰۱۰b) گزارش کردند که در بذور ماریتیغال، میزان استفاده از ذخایر (SRUR) در شرایط شوری بر اثر هورمون و هالوپرایمینگ نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری داشته است. مقدار استفاده از ذخایر بذر، حاصل تفاضل بین وزن خشک اولیه و وزن خشک باقی‌مانده بذر است و بیانگر میزان استفاده از ذخایر بذر در تنفس است که در نهایت به صورت وزن خشک گیاهچه ظاهر می‌گردد. به عبارت دیگر، هر چه گیاهچه حاصل از بذر وزن خشک بیشتری داشته باشد، اتلاف تنفسی ذخایر کمتر و کارایی تبدیل آن به مواد ساختمانی بیشتر خواهد بود. کاهش مقدار استفاده از ذخایر بذر به گیاهچه می‌تواند به دلیل کاهش فعالیت هورمون جیبرلین در فرایند جوانه‌زنی باشد، در نتیجه پرایمینگ با جیبرلین می‌تواند دلیلی بر افزایش مقدار استفاده از ذخایر بذر باشد.



شکل ۱: مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری شوری و پرایمینگ بر مقدار استفاده از ذخایر بذر همیشه بهار

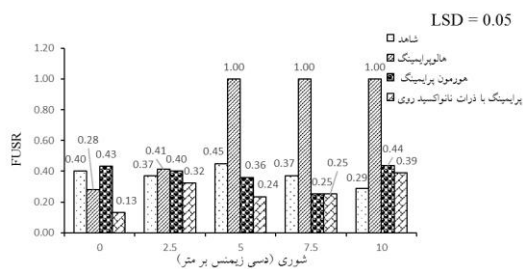
طبق نتایج حاصل از جدول ۲، در غلظت ۱۰ دسی زیمنس بر متر پرایمینگ با جیبرلین، ذرات نانو اکسید روی و NaCl به ترتیب ۸/۶۴، ۱۱/۰۷ و ۱۳/۱۲ درصد فعالیت آنزیم SOD را نسبت به بذور پرایم شده با آب مقطر افزایش دادند. بیشترین میزان فعالیت این آنزیم (۱۷/۶۷ واحد بر میلی‌گرم وزن خشک) در تیمار هالوپرایمینگ و غلظت ۱۰ دسی زیمنس بر متر حاصل شد (جدول ۲). بالا رفتن میزان فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسمیوتاز (SOD) با افزایش شوری نشان دهنده تاثیر این آنزیم بر میزان تحمل شوری در این گیاه است. بر اساس تحقیقات شن و همکاران (۱۹۹۷)، شوری سبب تبدیل O_2^- به H_2O_2 در درون سلول می‌شود. این امر مانع فعالیت چرخه گلی-اکسیلات و در نهایت مانع فرآیند قندسازی در بذر می‌شود. بالا رفتن فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت مانند SOD می‌تواند از اثرات منفی تشکیل H_2O_2 بر فرایند قندسازی در بذر جلوگیری کند. نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر روی تحرک ذخایر غذایی بذر نشان داد که اثر متقابل دو عامل و همچنین، اثر ساده هر یک از عوامل نیز بر روی تمام صفات معنی‌دار شد (جدول ۳).

جدول ۳: تجزیه واریانس اثر تیمارهای پرایمینگ و شوری بر تحرک

ذخایر بذر گیاه دارویی همیشه بهار			
میانگین مربعات			
منابع تغییر	درجه آزادی	مقدار استفاده از ذخایر	کارایی استفاده از ذخایر بذر
شوری	۴	۰/۰۰۰۰۳۴ ^{**}	۹۸۴/۷ ^{**}
پرایمینگ	۳	۰/۰۰۰۱۶۱ ^{**}	۱۴۳۰/۸ ^{**}
اثر متقابل	۱۲	۰/۰۰۰۰۳۰ ^{**}	۳۷۴/۷ ^{**}
خطا	۶۰	۰/۰۰۰۰۰۰۲۹	۵/۸۲
ضریب تغییر	-	۸/۴۶	۱۴/۷۸
(%)	-	-	۸/۳۰

^{**} معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

یافت، ولی مقدار این کاهش در بذور پرایم شده با جیبرلین کم بود. سلطانی و همکاران (۱۳۸۷) بیان کردند که به احتمال زیاد با کاهش سطح جیبرلین در هنگام جوانه‌زنی بذور گندم، از مقدار SRUR و FUSR کاسته می‌شود. در غلظت بالای شوری (۱۰ دسی زیمنس بر متر) در بذور پرایم شده با ذرات نانو اکسید روی، کسر ذخایر مصرف شده بذر نسبت به شاهد افزایش یافت (از ۰/۱۳ به ۰/۳۹).



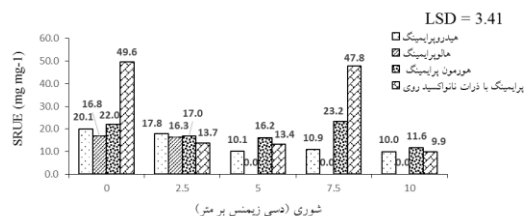
شکل ۳: مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری شوری و پرایمینگ

بر کسر ذخایر مصرف شده بذر همیشه بهار

نتیجه‌گیری کلی

پرایمینگ با ذرات نانو اکسید روی موجب کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی و افزایش مقدار استفاده از ذخایر بذر و بهبود کارایی استفاده از ذخایر بذر شد، همچنین فعالیت آنزیم SOD با افزایش شوری بر اثر پرایمینگ به ویژه پرایمینگ با نانو اکسید روی، افزایش یافت. این امر می‌تواند دلیلی بر افزایش مقاومت گیاه به شوری باشد.

بیشترین میزان کارایی استفاده از ذخایر بذر (۴۹/۶۴ میلی گرم بر میلی گرم) در بذور پرایم شده با ذرات نانو اکسید روی و در شرایط بدون شوری به دست آمد. کمترین مقدار کارایی استفاده از ذخایر بذر (صفر) در بذور پرایم شده با NaCl و سطوح بالای شوری حاصل شد (شکل ۲). این امر به احتمال زیاد، به دلیل کاهش دسترسی محور جنینی به ذخایر لپه‌ها اتفاق می‌افتد. عواملی که بر سرعت رشد محور جنینی تاثیر دارند، بر تحرک ذخایر و دسترسی آن‌ها به محور جنینی از لپه‌ها نیز دخالت دارند (آکیتا و کابوسلای، ۱۹۹۰).



شکل ۲: مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری پرایمینگ و شوری

بر کارایی استفاده از ذخایر بذر همیشه بهار

کسر ذخایر مصرف شده بذر از جمله صفات بیوشیمیایی بود که تحت تاثیر انواع پرایمینگ و سطوح شوری قرار گرفت. بیشترین مقدار این صفت در غلظت‌های بالای شوری (۵، ۷/۵ و ۱۰ دسی زیمنس بر متر) و بذور هالوپرایم شده مشاهده شد (شکل ۳). در بذور شاهد با افزایش غلظت شوری کسر ذخایر مصرف شده نیز کاهش

منابع

- سلطانی، ا.، کامکار، ب.، گالشی، س.، اکرم قادری، ف. ۱۳۸۷. اثر فرسودگی بذر بر تخلیه ذخایر بذر و رشد هتروتروفیک گیاهچه گندم. فصلنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۵(۱): ۱۹۳-۱۹۶.
- Abdul-Baki, A.A., Anderson, J.D. 1973. Vigor determination in soybean by multiple criteria. *Crop Sci.* 13: 630-633.
- Akita, A.S., Cabuslay, G.S. 1990. Physiological basis of differential response to salinity in rice cultivars. *Plant Soil.* 123:227-294.
- Bradford, S., Bewley, J.D. 1979. Osmotic priming of seeds of crop species with polyethylene glycol as a means of enhancing early and synchronous germination at cool temperature. *Can J Bot.* 59: 672-676.
- Ellis, R.A., Roberts, E.H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Sci Technol.* 9: 373-409.
- Giannopolitis, C.N., Ries, S.K. 1977. Superoxide dismutase. I. Occurrence in higher plants. *J Plant Physiol.* 59: 309-314.
- Houle, G., Morel, L., Reynolds, C.E., Siegel, J. 2001. The effect of salinity on different developmental stages of an endemic annual plant, *Aster laurentianus* (Asteraceae). *Amer J Bot.* 88: 62-67.
- Jones, M.J., Wahbi, A. 1992. Site-factor influence on barley response to fertilizer in on-farm trials in northern Syria: descriptive and predictive models. *Exp Agric.* 28: 63- 87.
- Kavatchev, Z., Walder, R., Garzoro, D. 1997. Anti HIV activity of extracts from calendula. *Biomed Pharm.* 51(4):176-180.
- McDonald, M.B. 2000. Seed Priming. In: Black, M., Bewley, J.D. (eds). *Seed Technology and Its Biological Basis*. Sheffield Academic Press, Sheffield, UK, 428p.
- Parida, A.K., Das, A.B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxol Environ Safety.* 60: 324-349.
- Ryan, J. 1997. Accomplishments and future challenges in dryland plant breeder. *Plant Growth Reg.* 20: 149-155.
- Sedghi, M., Nemati, A., Esmailpour, B. 2010a. Effect of seed priming on germination and seedling growth of two medicinal plants under salinity. *Emir J Food Agric.* 22(2): 130-139.
- Sedghi, M., Nemati, A., Amanpour-Balaneji, B., Gholipouri, A. 2010b. Influence of different priming materials on germination and seedling establishment of Milk Thistle (*Silybum marianum*) under salinity stress. *World Appl Sci J.* 11 (5): 604-609.
- Shen, B., Jensen, R.G., Bohnert, H. J. 1997. Mannitol protects against oxidation by hydroxyl radicals. *Plant Physiol.* 115: 527-532.
- Soltani, A., Gholipoor, M., Zeinali, E. 2008. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. *Environ Exp Bot.* 55:195-200.
- Varma, S.K., Jhorar, B.S., Aggrwal, R.P. 1984. Effect of pre-sowing seed soaking in gibberellic acid on germination and early seedling growth of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Cotton Dev.* 14:23-28.
- Windauer, L., Altuna, A., Benech-Arnold, R. 2007. Hydrotime analysis of *Lesquerella fendleri* seed germination responses to priming treatments. *Indust Crops Prod.* 25: 70-74.

Effect of Seed Priming on Reserve Mobilization of Pot Marigold (*Calendula officinalis* L.) Seeds under Salinity Stress

Mohammad Rezaei^{*1}, Mohammad Sedghi², Raouf Seyed Sharifi²

1- MSc. of seed science and technology, Faculty of Agricultural Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

2- Assoc. Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

*For Correspondence: rezaei_mst@yahoo.com

Received: 17.03.14

Accepted: 03.07.14

Abstract

In order to evaluate the effects of priming on seed reservoirs of the pot marigold seeds, a factorial experiment conducted based on completely randomized design with four replications. Treatments were five salinity levels originated from NaCl including 0, 2.5, 5, 7.5, 10 dS m⁻¹ and four priming levels (halopriming as control, NaCl priming, priming with GA and nano ZnO priming). Analysis of variance showed that the interaction of salinity and priming was significant on the traits measured included germination and vigor indices, seed reservoirs remobilization, superoxide dismutase (SOD) activity and seed reserves using efficiency. The results showed that the mean germination time reduced in primed seeds at each level of salinity, significantly. Germination did not occur in haloprimed seeds at 5 dS m⁻¹ salinity and higher concentrations. The salt concentration at 10 dS m⁻¹ and priming with gibberellin, nanoparticles of zinc oxide and NaCl increased SOD activity about 8.64, 11.07 and 13.12%, respectively comparing to control. The greatest amount of seed reservoirs using rate (0.0155 mg seed) observed in halopriming and 5 dS m⁻¹ salinity level, maximum seed reservoirs using efficiency (49.64 mg g) achieved in seeds primed with zinc oxide nanoparticles with non-stress environment and the maximum fraction of utilized seed reservoirs obtained under high salinity concentrations (5, 7.5 and 10 dS m⁻¹) and Halopriming.

Key words: pot marigold, priming, salinity, zinc oxide nanoparticles.