

تأثیر پرایمینگ بر خصوصیات جوانه‌زنی بذرهای گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) تحت تنش شوری و خشکی

انسیه اشرفی*^۱ و خورشید رزمجو^۲

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده کشاورزی

۲- دانشیار گروه زراعت، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده کشاورزی

چکیده

برای ارزیابی خصوصیات جوانه‌زنی گلرنگ رقم کوسه، سه تیمار بذری شامل شاهد، نترات پتاسیم و هیدروپرایمینگ اعمال شد. تنش شوری توسط نمک کلرید سدیم و تنش خشکی توسط پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ در پتانسیل‌های ۰، ۳/۰- و ۶/۰- مگا پاسکال با هدایت الکتریکی ۰، ۶ و ۱۲ دسی زیمنس اعمال شد. شاخص جوانه‌زنی، نسبت طول ساقه چه به طول ریشه چه، روزها تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی (D50) و تعداد جوانه‌های غیر طبیعی اندازه‌گیری شد. در تیمار هیدروپرایمینگ، شاخص جوانه‌زنی و نسبت طول ساقه چه به طول ریشه چه به طول ساقه چه افزایش یافت. با افزایش سطوح شوری، شاخص جوانه‌زنی و نسبت طول ساقه چه به طول ریشه چه کاهش یافت اما روزها تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی و تعداد جوانه‌های غیر طبیعی افزایش یافت. با افزایش سطوح تنش خشکی، نسبت طول ساقه چه به طول ریشه چه کاهش یافت اما روزها تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی، تعداد جوانه‌های غیر طبیعی افزایش یافت. هیدروپرایمینگ باعث بهبود جوانه‌زنی تحت تنش شوری و خشکی و شرایط بدون تنش شد. به علاوه، انجام این تیمار بذری، ساده است و به مواد شیمیایی گران قیمت یا تجهیزات فراوان نیز نیاز ندارد. بنابراین، هیدروپرایمینگ می‌تواند باعث بهبود خصوصیات مربوط به جوانه‌زنی گلرنگ تحت شرایط تنش شوری و خشکی در آزمایشگاه شود.

کلمات کلیدی: گلرنگ، شوری، خشکی، تیمار بذر و جوانه‌زنی

*نویسنده مسئول: انسیه اشرفی، آدرس: شاهرود، مرکز آموزش کشاورزی بسطام، شاهرود

Email: a_ashrafi_2007@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۴/۱۷

تاریخ تصویب: ۹۱/۰۸/۱۶

مقدمه

گلرنگ گیاهی یکساله و روغنی است که بیشتر به خاطر روغن آن در سراسر جهان کشت می‌شود (Isigigure *et al.*, 1995). شوری و خشکی دو فاکتور مهم محیطی هستند که تولید گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Serrano *et al.*, 1999). شوری آب و خاک یکی از تنش‌های مهم در مناطق خشک و نیمه خشک است که می‌تواند تولید محصولات را محدود کند (Shannon, 1998). تنش شوری باعث تأخیر در جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاهچه می‌شود (Almansouri *et al.*, 2001). خشکی باعث کاهش جذب آب در طول فرآیند جذب یونی می‌شود (Murillo- Amador *et al.*, 2002). آب یک فاکتور مهم در جوانه‌زنی و متابولیسم مواد در بذر است (Mayber, 1989; Carvalho and Nakagawa, 2000). پتانسیل کم آب، به‌ویژه در ابتدای فرآیند جوانه‌زنی، باعث اختلال در جذب آب توسط بذر می‌شود (Serrano *et al.*, 1999). تنش آب سبب تأخیر در جوانه‌زنی می‌شود (Hardegree and Emmerich, 1990).

پرایمینگ بذر یکی از تیمارهای موثر در بهبود جوانه‌زنی بذر محصولات مختلف در شرایط تنش و غیرتنش است (Basra *et al.*, 2003). از تکنیک‌های مختلف پرایمینگ بذر شامل هیدروپرایمینگ، اسموپرایمینگ و پرایمینگ با هورمون‌های مختلف برای تسریع در ظاهر شدن گیاهچه و افزایش مقاومت به خشکی در گیاهان مختلف مثل گندم (Iqbal and Ashraf, 2007)، نخود (Kaur *et al.*, 2002)، آفتابگردان (Kaya *et al.*, 2006) و پنبه (Casenava and Toselli, 2007) استفاده شده است. تأثیرات سودمند پرایمینگ همچنین در گیاهان دیگری مثل چغندرقد، ذرت، سویا و گلرنگ نیز گزارش شده است (Parera and Cantliffe, 1994; Singh, 1995; Khajeh-Hosseini *et al.*, 2003 and Sadeghiyan and Yavari, 2004). رانو و همکاران (Rao *et al.*, 1987) گزارش کردند بذرهای پرایم شده کلزا باعث کاهش ریسک استقرار گیاهچه‌هایی با بنیه ضعیف در شرایط هوای سرد و خاک‌های نامناسب می‌شود. در نتیجه، پرایمینگ باعث بهبود رشد گیاهچه تحت شرایط تنش کمبود

آب و تنش شوری می‌شود (El Hafid *et al.*, 1998). گلرنگ نسبت به سایر گیاهان دانه روغنی، مقاومت بیشتری به خشکی و شوری دارد (Weiss, 2000). اما این گیاه در مرحله جوانه‌زنی، ظاهر شدن گیاهچه و مراحل نموی نسبت به تنش خشکی و شوری حساس است (Mass, 1986). هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ با نیترات پتاسیم بر روی مقاومت به شوری و خشکی گیاه گلرنگ در مرحله جوانه‌زنی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان در سال ۱۳۸۷ بر روی رقم کوسه گلرنگ انجام شد. بذر مورد استفاده از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان تهیه شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل (۳×۳) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. عامل اول، تیمارهای بذری شامل شاهد، نیترات پتاسیم و هیدروپرایمینگ بود. عامل دوم، سطوح پتانسیل اسمزی شامل ۰، ۰/۳ و ۰/۶ - مگاپاسکال ایجاد شده با محلول پلی اتیلن گلیکول و یا سطوح شوری شامل ۰، ۶ و ۱۲ دسی زیمنس بود. برای ایجاد تنش شوری و خشکی، بذرها به ترتیب در محلول‌هایی با پتانسیل اسمزی، ۰/۳ و ۰/۶ - مگاپاسکال از نمک کلرید سدیم (Coons *et al.*, 1990) و پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ (Michel and Kaufman, 1973) قرار داده شدند. به این صورت که روزانه ۱۰ میلی‌لیتر از محلول‌های مورد نظر به پتری ظرف‌های تیمارهای مختلف اضافه شد و البته هر ۲ روز یکبار کاغذ صافی در ظرف پتری تعویض گردید تا از افزایش غلظت املاح در ظرف پتری جلوگیری شود. هدایت الکتریکی با استفاده از دستگاه هدایت سنج الکتریکی (EC متر) اندازه‌گیری شد و مقدار آن در محلول نمک کلرید سدیم به ترتیب برابر با، ۶ و ۱۲ دسی زیمنس بود. به‌منظور تیمار هیدروپرایمینگ، بذرهای گلرنگ در آب مقطر دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ ساعت در تاریکی خیسانده شدند. برای تیمار اسموپرایمینگ، بذرهای گلرنگ در محلول ۵۰۰ قسمت

(رابطه ۲):

$$\%G_{max} = n7 \times 1/D50 \times 100$$

که در آن، $\%G_{max}$ = درصد جوانه‌زنی و $n7$ = تعداد بذر جوانه زده در روز هفتم است.

(رابطه ۳):

$$GI = \sum [(Gi - Gi-1) / i]$$

که در آن، GI = شاخص جوانه‌زنی و Gi = تعداد بذر جوانه زده در روز i ام می‌باشند.

(رابطه ۴):

آلومتري = نسبت طول ساقه‌چه به طول ریشه‌چه

(رابطه ۵):

$$D50 = ti + [N/2 - ni] . (tj - ti) / nj - ni$$

که در آن، $D50$ = مدت زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی، N = تعداد نهایی بذر جوانه زده و ni و nj = تعداد تجمعی بذر جوانه زده در زمان tj و ti است.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مشخص نمود که اثر متقابل پرایمینگ* تنش بر شاخص جوانه‌زنی معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که شاخص جوانه‌زنی در تیمار هیدروپرایمینگ بیشترین مقدار (۹۲/۳۳) را نسبت به نیترا پتاسیم و شاهد به خود اختصاص داد (جدول ۲). شاخص جوانه‌زنی در سطح شوری ۶ دسی زیمنس بیشترین مقدار را به میزان ۹۲/۶۰ نسبت به سطح شوری ۰ و ۱۲ دسی زیمنس داشت. در کل بذرهای هیدروپرایم شده بیشترین شاخص جوانه‌زنی را به مقدار ۹۴/۲۹ در سطح متوسط شوری داشتند. تیمار کردن بذر باعث بهبود جوانه‌زنی تحت شرایط تنش و غیر تنش گردید. هر دو نوع تیمار بذری اثر بهتری را نسبت به شاهد در شرایط تنش خشکی نشان دادند و هیدروپرایمینگ به وضوح باعث بهبود معنی‌دار درصد جوانه‌زنی در پتانسیل آب پایین گردید. این نتایج با یافته‌های تورنتون و پاول (Thornton and Powell, 1992) در کلزا و سرینیواسان و همکاران (Srinivasan et al., 1999) در

در میلیون نیترا پتاسیم در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ ساعت در تاریکی خیسانده شدند (Singh, 1995).

آزمون جوانه‌زنی

برای انجام آزمون جوانه‌زنی، ۱۰۰ عدد بذر پرایم شده در چهار تکرار درون ظرف پتری با کاغذ واتمن شماره ۱ قرار داده شدند و به میزان ۱۰ میلی‌لیتر از محلول‌های تهیه شده به ظرف‌های پتری اضافه شد. کاغذها هر دو روز یک‌بار در محلول نمک تعویض شد تا از افزایش غلظت املاح در هر ظرف پتری جلوگیری شود (Rehman et al., 1996). بذرها به مدت ۷ روز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد برای جوانه‌زنی درون ژرمیناتور قرار داده شدند. زمانی که طول ریشه‌چه به ۲ میلی‌متر رسید، به‌عنوان نماد جوانه‌زنی فرض گردید. تعداد بذرهای جوانه زده هر روز در طول مدت آزمایش یادداشت گردید (Coons et al., 1990).

نسبت طول ساقه‌چه به طول ریشه‌چه و شاخص جوانه‌زنی بعد از ۷ روز اندازه‌گیری شد. روزها تا ۱۰ و ۵۰ درصد جوانه‌زنی (D_{10} و D_{50}) در هر تیمار بذری بر طبق روش کولیر و همکاران (Coolbear et al., 1984) و فاروق و همکاران (Farooq et al., 2005) محاسبه شد. سپس سرعت جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی و نسبت طول ساقه‌چه به طول ریشه‌چه به ترتیب بر اساس روابط کولیر و همکاران (Coolbear et al., 1984)، ماگویر (Maguire, 1962) و سلطانی و همکاران (Soltani et al., 2002) به شرح زیر محاسبه شدند:

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار (SAS ver. 9.1) انجام شد. تفاوت بین میانگین‌ها با استفاده از روش حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال خطای $p < 0.05$ تعیین شد. (رابطه ۱):

$$R50 = 1/D50$$

که در آن، $R50$ = سرعت جوانه‌زنی و $D50$ = مدت زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی می‌باشند.

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تیمارهای مورد بررسی بر شاخص جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه به طول ریشه‌چه، تعداد روز تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی و درصد گیاهچه‌های غیرعادی رقم کوسه گلرنگ

Table 1. Analysis of variance (Mean square) of studied treatments on GI, R/S, D₅₀ and abnormal seedling (percent) of safflower Kuseh cultivar

منابع تغییرات Source	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)			
		شاخص جوانه‌زنی GI	نسبت طول ساقه‌چه به طول ریشه‌چه S/R	تعداد روز تا ۵۰٪ جوانه‌زنی D ₅₀	درصد گیاهچه‌های غیرعادی (%) Abnormal seedling
Replication	تکرار	2	18.22 ^{ns}	0.07 ^{ns}	0.0008 ^{ns}
Stress (S)	تنش	2	90.76*	1.60*	3.07*
Priming (P)	پرایمینگ	2	89.03**	1.78**	5.09**
S _{1/2} P	پرایمینگ ۱/۲ تنش	4	14.97**	0.09**	1.04**
خطا	Error	16	22.15	0.34	0.0002
کل	Total	26			

ns, * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال خطای آماری ۵ درصد و ۱ درصد

ns* and ** non-significant and significant difference at 5 and 1% levels, probability respectively.

نخود شدند. اثر متقابل پرایمینگ ۱/۲ تنش برای تعداد روز تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی معنی‌دار بود (جدول ۱). تیمار شاهد با میزان ۲۳/۲۱ روز، بیشترین مدت زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی را نسبت به تیمار بذرهای با نیتراپتاسیم و هیدروپرایمینگ به خود اختصاص داد (جدول ۳). ال هافید و همکاران (El-Hafid *et al.*, 1998) با افزایش سطوح شوری، مدت زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی افزایش یافت و بیشترین مقدار آن به میزان ۱۷/۵۹ روز در تیمار شاهد در سطح شوری ۱۲ دسی زیمنس بود. هیدروپرایمینگ نسبت به نیتراپتاسیم و شاهد کمترین مدت زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی به مقدار ۱۳/۱۱ روز را به خود اختصاص داد. به طور میانگین، بیشترین مقدار مدت زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی تحت پتانسیل اسمزی ۰/۶- مگاپاسکال تنش خشکی به مدت ۲۵/۶۷ روز و کمترین مقدار آن به مدت ۱۳/۰۶ روز تحت پتانسیل اسمزی صفر بدست آمد. کمترین مدت زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی مربوط به بذرهای هیدروپرایم شده در محلول صفر مگاپاسکال تنش خشکی به مدت ۱۲/۷۷ روز و بیشترین مقدار آن مربوط به بذرهای شاهد در محلول ۰/۶- مگاپاسکال تنش خشکی به مدت ۱۶/۸۸ روز بود. به

هندوانه مطابقت داشت. تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل پرایمینگ ۱/۲ تنش بر مقایسه میانگین‌ها مشخص کرد که نسبت طول ساقه‌چه به طول ریشه‌چه معنی‌دار بود (جدول ۱). بذرهای هیدروپرایم شده بیشترین نسبت طول ساقه‌چه به طول ریشه‌چه (آلومتری) را نسبت به بذرهای تیمار شده با نیتراپتاسیم و شاهد داشتند (جدول ۲). بیشترین نسبت طول ساقه‌چه به طول ریشه‌چه در سطح صفر شوری (۳/۱۰) و کمترین نسبت طول ساقه‌چه به طول ریشه‌چه در سطح شوری ۱۲ دسی زیمنس به میزان ۲/۹۸ به دست آمد. بذرهای هیدروپرایم شده گلرنگ بیشترین نسبت طول ساقه‌چه به طول ریشه‌چه را در سطح شوری ۶ دسی زیمنس به مقدار ۳/۶۶ داشتند. با افزایش سطوح خشکی، نسبت طول ساقه‌چه به طول ریشه‌چه کاهش یافت و بیشترین نسبت طول ساقه‌چه به طول ریشه‌چه توسط بذرهای هیدروپرایم شده در شرایط بدون تنش (۳/۳۲) به دست آمد (جدول ۲). در این آزمایش هیدروپرایمینگ باعث افزایش نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه گشت. کائور و همکاران (Kaur *et al.*, 2002) گزارش کردند اعمال هیدروپرایمینگ بر بذرهای در شرایط بدون تنش نسبت به تنش باعث افزایش رشد طولی ریشه و ساقه گیاهچه

جدول ۲- اثر هیدروپرایمینگ و نیترات پتاسیم بر شاخص جوانه‌زنی گلرنگ رقم کوسه تحت تنش خشکی و شوری.

Table 2- Effects of hydropriming and KNO₃ on germination index of safflower kusch cultivate under drought and salt stresses

پرایمینگ Priming	تنش خشکی با پلی اتیلن گلیکول (مگاپاسکال) Drought stress by (PEG) osmotic potentials (MPa)				تنش شوری با کلرید سدیم (دسی زیمنس) ds.m ⁻¹ Salinity stress NaCl osmotic potentials (ds.m ⁻¹)			
	0	-0.3	-0.6	میانگین اثر اصلی پرایمینگ Priming main effectance	0	6.5	12.7	میانگین اثر اصلی پرایمینگ Priming main effectance
شاهد Control	88.31 ^{cd}	87.51 ^d	92.51 ^{bc*}	90.57 ^{**B}	88.31 ^d	88.65 ^d	88.38 ^{d*}	89.02 ^{C**}
نیترات پتاسیم KNO ₃	91.03 ^{bc}	89 ^{cd}	91.69 ^{bc}	92.07 ^A	91.03 ^{bc}	92.81 ^{ab}	88.06 ^d	90.31 ^B
هیدروپرایمینگ Hydropriming	90.27 ^{bcd}	94.44 ^{ab}	96.01 ^a	93.57 ^A	90.27 ^{bc}	94.29 ^a	93.35 ^a	92.33 ^A
میانگین	90.77 ^A	89.04 ^B	91.26 ^{A**}		90.77 ^B	92.60 ^A	89.89 ^{**B}	
Main effect stress levels								

* میانگین اثرات متقابل با حروف مشترک از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنی دار نیست.

* Mean within rows and column with the same letters are not significantly different at 5% level.

** میانگین اثرات اصلی با حروف مشترک از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنی دار نیست.

** Mean effects within rows or column with the same letters are not significantly different at 5% level.

جدول ۳- اثر هیدروپرایمینگ و نیترات پتاسیم بر نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه گلرنگ رقم کوسه تحت تنش خشکی و شوری.

Table 3. The effects of hydropriming and KNO₃ on shoot/root ratio of safflower under drought and salt stresses

پرایمینگ Priming	تنش خشکی با پلی اتیلن گلیکول (مگاپاسکال) Drought stress by (PEG) osmotic potentials (MPa)				تنش شوری با کلرید سدیم (دسی زیمنس) ds.m ⁻¹ Salinity stress NaCl osmotic potentials (ds.m ⁻¹)			
	0	-0.3	-0.6	میانگین اثر اصلی پرایمینگ Priming main effectance	0	6.5	12.7	میانگین اثر اصلی پرایمینگ Priming main effectance
شاهد Control	2.87 ^a	1.17 ^c	1.19 ^{c*}	1.70 ^{B**}	2.87 ^b	2.86 ^b	2.75 ^{b*}	2.81 ^{C**}
نیترات پتاسیم KNO ₃	3.26 ^a	1.28 ^{bc}	1.45 ^b	1.80 ^B	3.26 ^{ab}	3.22 ^{ab}	2.91 ^b	3.11 ^B
هیدروپرایمینگ Hydropriming	3.32 ^a	1.75 ^b	1.45 ^b	2.33 ^A	3.32 ^a	3.66 ^a	3.51 ^a	3.47 ^A
میانگین	3.10 ^A	1.35 ^B	1.30 ^{B**}		3.10 ^A	3.13 ^A	2.98 ^{B**}	
Main effect stress levels								

* میانگین اثرات متقابل با حروف مشترک از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنی دار نیست.

* Mean within rows and column with the same letters are not significantly different at 5% level.

** میانگین اثرات اصلی با حروف مشترک از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنی دار نیست.

** Mean effects within rows or column with the same letters are not significantly different at 5% level.

(1999). بذرها در محلول کلرید سدیم نسبت به پلی اتیلن گلیکول در پتانسیل آب برابر، بهتر جوانه زنی را انجام دادند که این نتایج با یافته های خواجه حسینی و همکاران (Khajeh-Hosseini *et al.*, 2003) در سویا مطابقت دارد. این امر ممکن است به دلیل جذب Na^+ و Cl^- به وسیله بذر و ایجاد شیب غلظت مواد در بذر شده و به جذب آب در طی فرآیند جوانه زنی بذر کمک می کند. بیشترین درصد گیاهچه عادی با میزان ۴/۹ در تیمار شاهد در مقایسه با هیدروپرایمینگ به میزان ۲/۴ درصد و اسموپرایمینگ با نترات پتاسیم به مقدار ۱/۸ درصد بدست آمد (جدول ۴). با افزایش سطوح شوری، درصد گیاهچه غیرعادی افزایش یافت. کمترین درصد گیاهچه غیرعادی در تیمار هیدروپرایمینگ به میزان ۱۵/۷۵ درصد بدست آمد در حالی که بیشترین درصد گیاهچه غیرعادی در تیمار اسموپرایمینگ با نترات پتاسیم با بالاترین سطح خشکی به میزان ۱۰۰ درصد بدست آمد. بیشترین درصد گیاهچه غیرعادی در سطح شوری ۱۲ دسی زیمنس به میزان ۶/۷ درصد در مقایسه با سطح ۶ و ۰ دسی زیمنس بدست آمد. نتایج نشان داد که هیدروپرایمینگ و نترات پتاسیم اثر معکوسی بر درصد گیاهچه غیرعادی تحت تنش شوری و خشکی داشتند.

هرحال، تیمار نترات پتاسیم باعث کاهش ۳۰ درصدی و تیمار هیدروپرایمینگ باعث کاهش ۴۰ درصدی مدت زمان تا ۵۰ درصد جوانه زنی نسبت به حالت شاهد شدند که نشان می دهد هیدروپرایمینگ اثر بیشتری را در کوتاه کردن مدت جوانه زنی داشته است. در آن شد. این امر می تواند به این دلیل باشد که جذب آب در بذرها هیدروپرایم شده زودتر آغاز شده و با سرعت بیشتری انجام می شود. در نتیجه ی این جذب سریع آب، تقسیم سلولی با سرعت بیشتری صورت گرفته و این امر سبب افزایش سرعت جوانه زنی و طول ریشه و ساقه می شود. بنابراین بر طبق نتایج این آزمایش، هیدروپرایمینگ باعث کاهش مدت زمان تا ۵۰ درصد جوانه زنی شده است. در این آزمایش اثرات سودمند نترات پتاسیم در جوانه زنی نیز مشاهده شد. تحت تأثیر پرایمینگ بذر، مدت زمان تا ۵۰ درصد هیدروپرایمینگ اثر بیشتری را در کوتاه کردن مدت جوانه زنی کاهش یافت، اما کلرید سدیم باعث تأخیر جوانه زنی نسبت به حالت شاهد شد به طوری که نتایج نشان می دهد سبب کاهش ۴۰ درصدی مدت زمان تا ۵۰ درصد جوانه زنی شد. احتمالاً اثر غیرسمی نترات پتاسیم منجر به تجمع یونی در جنین می شود (Demir and Van,

جدول ۴- اثر هیدروپرایمینگ و نترات پتاسیم بر تعداد روز تا ۵۰ درصد جوانه زنی گلرنگ رقم کوسه تحت تنش خشکی و شوری

Table 4. The effects of hydropriming and KNO₃ on days to 50% germination (D50) of safflower under drought and salt stresses.

پرایمینگ Priming	تنش خشکی با پلی اتیلن گلیکول (مگاپاسکال) Drought stress by (PEG) osmotic potentials (MPa)				تنش شوری با کلرید سدیم (دسی زیمنس) ds.m ⁻¹ Salinity stress NaCl osmotic potentials (ds.m ⁻¹)			
	0	-0.3	-0.6	میانگین اثر اصلی پرایمینگ Priming main effectance	0	6.5	12.7	میانگین اثر اصلی پرایمینگ Priming main effectance
شاهد Control	13.99 ^d	20.71 ^b	38.31 ^{a*}	23.21 ^{A**}	13.19 ^d	16.05 ^b	26.46 ^{a*}	19.47 ^{**A}
نترات پتاسیم KNO ₃	13.42 ^d	15.50 ^c	19.35 ^b	16.20 ^B	13.42 ^{cd}	13.74 ^c	13.89 ^c	13.54 ^B
هیدروپرایمینگ Hydropriming	12.77 ^d	16.15 ^c	16.88 ^c	14.98 ^C	12.77 ^c	13.22 ^d	13.31 ^{cd}	13.11 ^B
میانگین Main effect stress levels	13.06 ^C	18.90 ^B	25.67 ^{A**}		13.06 ^B	14.20 ^B	17.59 ^{A**}	

* میانگین اثرات متقابل با حروف مشترک از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنی دار نیست.

* Mean within rows and column with the same letters are not significantly different at 5% level.

** میانگین اثرات اصلی با حروف مشترک از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنی دار نیست.

** Mean effects within rows or column with the same letters are not significantly different at 5% level.

جدول ۵. اثر هیدروپرایمینگ و نیترا تپتاسیم بر درصد گیاهچه‌های غیرعادی گلرنگ تحت تنش خشکی و شوری

Table 5. The effects of hydropriming and KNO_3 on abnormal seedlings percentage of safflower under drought and salt stresses.

تنش خشکی با پلی اتیلن گلیکول (مگاپاسکال)				تنش شوری با کلرید سدیم (دسی زیمنس)				
Drought stress by (PEG) osmotic potentials (MPa)				ds.m ⁻¹ Salinity stress NaCl osmotic potentials (ds.m ⁻¹)				
پرایمینگ	0	-0.3	-0.6	میانگین اثر اصلی پرایمینگ	0	6.5	12.7	میانگین اثر اصلی پرایمینگ
Priming				Priming main effectance				Priming main effectance
شاهد	f-	18.4 ^c	80 ^{b*}	37.50 ^{B**}	-e	5 ^b	9.5 ^{a*}	4.98 ^{A**}
Control								
نیترا تپتاسیم	f-	33.1 ^c	100 ^a	41.40 ^A	-e	1.7 ^d	3.5 ^c	1.82 ^C
KNO ₃								
هیدروپرایمینگ	f-	19.2 ^c	26.3 ^d	15.75 ^C	-e	- ^c	7.1 ^b	2.42 ^B
Hydropriming								
میانگین	c-	24.32 ^B	68.54 ^{A**}		-c	2.40 ^B	6.78 ^{A**}	
Main effect stress levels								

* میانگین اثرات متقابل با حروف مشترک از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیست.

* Mean within rows and column with the same letters are not significantly different at 5% level.

** میانگین اثرات اصلی با حروف مشترک از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیست.

** Mean effects within rows or column with the same letters are not significantly different at 5% level.

بدون تنش می‌شود. این تحقیق نشان داد که هیدروپرایمینگ باعث بنابراین، هیدروپرایمینگ می‌تواند جهت بهبود جوانه‌زنی گلرنگ تحت شرایط بدون تنش و تنش استفاده شود. از آنجایی که استفاده از این تیمار ساده و ارزان است و احتیاج به مواد شیمیایی پرهزینه برای تیمار بذری نیست، بنابراین استفاده از آن در سطح وسیع مقرون به صرفه و برای کشاورز امکان‌پذیر است. کشاورز می‌تواند بعد از اعمال هیدروپرایمینگ بر روی بذرها، آن‌ها را در دمای معمولی حدود ۲۵ درجه سانتی‌گراد خشک کند تا بذرها به رطوبت اولیه خود برسند در این هنگام بذرها آماده استفاده در مزرعه هستند.

با افزایش سطوح تنش خشکی و شوری، درصد گیاهچه‌های غیرعادی افزایش یافت. این نتایج با یافته‌های سینگ (Singh, 1995) و شیوانکار و همکاران (Shivankar et al., 2003) مطابقت دارد. صادقیان و یآوری (Sadeghian and Yavari et al., 2004) نیز گزارش کردند که افزایش تنش خشکی باعث افزایش مقدار گیاهچه‌های غیرعادی در چغندر قند می‌شود. در بیشتر گیاهان پیش‌خیساندن بذری، باعث بهبود جوانه‌زنی راحت‌تر از گیاهچه می‌شود. به هر حال تفاوت‌های بین انواع مختلف تیمارهای بذری در جوانه‌زنی بذور تحت شرایط تنش شوری و آب وجود دارد. بهبود جوانه‌زنی در شرایط تنش شوری و خشکی و شرایط

References

- Almansouri, M., J. M. Kinet and S. Lutts. 2001. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). Plant Soil. 231: 243-245.
- Basra, S. M., E. Ullah, E.A. Warriach, M.A. Cheema and I. Afzal. 2003. Effect of storage on growth and yield of primed canola (*Brassica napus*) seeds. Int. J. Agric. Biol. 5: 1117-1120.
- Carvalho, N. M., Nakagawa, J. Germinação de Sementes. 2000. In: Carvalho, N.M.; Nakagawa, J. Sementes: Ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal, 4: 128-166.
- Casenave, E. C and M. E Toselli. 2007. Hydropriming as a pre-treatment for cotton germination under thermal and water stress conditions. Seed Sci. Technol. 35: 88-98.

منابع

- Coolbear, P., A Francis and D Grierson. 1984.** The effect of low temperature pre-sowing treatment under the germination performance and membrane integrity of artificially aged tomato seeds. *J. Exp. Bot.*, 35: 1609–1617.
- Coons, M. J., R. O Kuehl and N. R. Simons. 1990.** Tolerance of ten lettuce cultivars to high temperature combined with NaCl during germination. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 115: 1004-1007.
- Demir, I. and H. A. Van De Venter. 1999.** The effect of priming treatments on the performance of watermelon (*Citrillus Lanatus* (Thunb.). *Seed Sci. Technol.*, 27: 871-875.
- El Hafid, R., H. Smith Dan., M. Karrou and K. Samir. 1998.** Physiological responses of spring durum wheat cultivars to early-season drought in a Mediterranean Environment. *Ann. Bot.* 81: 363-370.
- Farooq, M., S.M.A. Basra, K. Hafeez and N. Ahmad. 2005.** Thermal hardening: a new seed vigor enhancement tool in rice. *J. Integ. Plant Biol.* 47: 187–93.
- Hardegre, S. P and W. E. Emmerich. 1990.** Effect of polyethylene glycol exclusion on the water potential of solution saturated filter paper. *Plant Physiol.* 92: 462-466.
- Iqbal, M. and M .Ashraf. 2007.** Seed treatment with auxins modulates growth and ion partitioning in salt-stressed wheat plants. *J. Integr. Plant Biol.* 49: 1003-1015.
- Işigigure, A., F. Karaosmanoglu and H. A. Aksoy. 1995.** Characteristics of safflower seed oils of Turkish Origin. *J. Am.Chem. Soc.* 72: 1223-1225.
- Kaur, S., A. K. Gupta and N. Kaur. 2002.** Effect of osmo- and hydropriming of chickpea seeds on seedling growth and carbohydrate metabolism under water deficit stress. *Plant Growth Regul.* 37: 17-22.
- Kaya, M. D., M. Okcu Atak and Y Cikili Kolsarici. 2006.** Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Eur. J. Agron.* 24; 291-295.
- Khajeh-Hosseini, M., A. A. Powell and I. J. Binghman. 2003.** The interaction between salinity stress and seed vigour during germination of soybean seeds. *Seed Sci. Technol.* 31: 715-725.
- Maguire, J. D. 1962.** Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Sci.* 2: 176-177.
- Mass E. V. 1986.** Salt tolerance of plants. *Appl. Agric. Res.* 1: 12-26.
- Mayber, A. M. 1989.** The germination of seeds. 4.Essd. New York: Pergamon Press, 270.
- Michel, B. E., 1983.** Evaluation of the water potentials of solutions of polyethylene glycol 8000 both in the absence and presence of other solutes. *Plant Physiol.* 72: 66-70.
- Michel, B. E and M. R. Kaufman. 1973.** The osmotic potential of polyethylene glycol 6000, *Plant Physiol.* 51:914-916.
- Murillo-Amador, B., R. C. Lopez-Aguilar., Kaya, Larrinaga-Mayoral, Flores- Hernandez, A., 2002.** Comparative effects of NaCl and polyethylene glycol on germination, emergence and seedling growth of cowpea. *Crop Sci.* 188: 235-247.
- Parera, C. A and D. J Cantliffe.1994.** Presowing seed priming, *Hort. Rev.*, 16: 109-141.
- Rao, S. C., S. W Aker and R. M Ahring. 1987.** Priming Brassica seed to improve emergence under different temperatures and soil moisture. *Crop Sci.* 27: 1050-1053.
- Rehman, S., P. J.C. Harris, W. F Bourne and J. wilkin. 1996.** The effect of sodium chlorice on germinum content of *Acacia* seeds. *Seed Sci. Technol.*, 25: 45-57.
- Sadeghiyan, S. Y. and N. Yavari. 2004.** Effect of water-deficit stress on germination and early seedling growth in sugar beet. *Crop Sci.* 190: 138-144.
- SAS user,s guide statistic (ver.9.1) SAS Institute, Cary, NC.**
- Serrano, R., F. C. Macia and V. Moreno. 1999.** Genetic engineering of salt and drought tolerance with yeast regulatory genes. *Sci. Hortic.* 78: 261-269.
- Shahbaz, A., M .Anwar and H. Ullah. 1998.** Wheat seed pre-soaking for improved germination. *J. Agron. Crop Sci.* 181:

125-127.

Shannon, M. C. 1998. Adaptation of plant to salinity. Adv. Agron. 60: 75-119.

Shivankar, R. S., D. B. Deore and N. G. Zode. 2003. Effect of pre-sowing seed treatment on establishment and seed yield of sunflower. J. Oilseeds Res. 20: 299-300.

Singh, B. G., 1995. Effect of hydration-dehydration seed treatments on vigour and yield of sunflower. Indian J. Plant Physiol., 38: 66-68.

Soltani, A., S. Galeshi, E. Zeinali and N. latifi. 2002. Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed Sci. Technol. 30: 51-60.

Srinivasan K., S. Saxena and B.B. Singh. 1999. Osmo-and hydropriming of mustard seeds to improve vigour and some biochemical activities. Seed Sci. Technol. 27: 785-793.

Thornton, J. M and A. A. Powell. 1992. Short term aerated hydration for the improved of seed quality on *Brassica oleracea* . Seed Sci. Technol. 2: 41-49.

Weiss, E. A. 2000. Safflower. In: Oilseed Crops, Blackwell Sci. Ltd. 93-129.