ارزیابی و شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم به شوری در گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاه‌چه تحت شرایط آزمایشگاهی

خداداد مصطفوی[1]

چکیده

افزایش تحمل به شوری در گلرنگ نیاز اساسی جهت پایداری تولید این محصول در مناطق شور محسوب می‌شود. بنابر این دسترسی به منابع جدید ژنتیکی متحمل به شوری و روش‌های غربال نمودن سریع و کارآمد ضروری می‌باشد. این پژوهش به منظور ارزیابی تحمل به شوری ۶ ژنوتیپ گلرنگ در مراحل اولیه رشد و نمو و شناسایی صفات مؤثر در این مرحله اجرا گردید. صفات مورد بررسی شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طول گیاه‌چه، بنیه بذر، شاخص جوانه‌زنی، شاخص سرعت جوانه‌زنی و میانگین جوانه‌زنی بود. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل ژنوتیپ و تنش شوری با ۳ تکرار اجرا گردید. ژنوتیپ‌های مورد استفاده در این آزمایش عبارت بودند از KM5، KM8، KM12، KM19، KM47 و کوسه (رقم محلی اصفهان) که در ۵ سطح مختلف تنش شوری {صفر (آب مقطر یا شاهد)، ۰/۳-، ۰/۵-، ۱- و ۱/۵- مگاپاسکال} با استفاده از کلرید سدیم مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که برای اکثر صفات بین ژنوتیپ‌ها، سطوح مختلف تنش شوری و اثر متقابل آنها اختلاف معنی‌داری وجود دارد. براساس مدل لجستیک برازش داده شده، غلظتی از نمک که برای ممانعت ۵۰ درصدی بنیه بذر لازم است سطح شوری ۲- مگاپاسکال بود. تجزیه خوشه‌ای با استفاده از روش Ward ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را در سه گروه مجزا تقسیم‌بندی نمود. با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش رقم کوسه جزو ارقام متحمل به شوری در مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاه‌چه شناخته شد.

کلمات کلیدی: *گلرنگ، درصد جوانه زنی، مدل لجستیک، تجزیه خوشه‌ای*

تاریخ دریافت: ۸۹/۸/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۰/۶/۲۵

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت و اصلاح نباتات، کرج، ایران.

Email:mostafavi@kiau.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه و بررسی منابع علمی

شور شدن آب و خاک یکی از مهمترین عوامل محیطی محدود کننده برای تولید محصولات زراعی به خصوص در نواحی خشک و نیمه خشک جهان می‌باشد. در ایران سطح قابل توجهی از اراضی کشاورزی به دلیل آبیاری با آب‌های شور و یا استفاده غیر علمی از کودهای شیمیایی دچار معضل شوری شده‌اند (Golbashy et al., 2009).

جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه، یکی از حساس‌ترین مراحل جهت استقرار گیاه در مزرعه، تحت شرایط تنش شوری است (Khan & Gulzar, 2003). از آنجا که تنش‌های محیطی از قبیل شوری باعث کاهش جوانه‌زنی، ضعف گیاهچه و غیر یکنواختی پوشش مزرعه و در نهایت کاهش عملکرد می‌شوند، بنابر این ضروری است تا با استفاده از روش‌های آزمایشگاهی تحت شرایط کنترل شده امکان ارزیابی سریع و نسبتا دقیق ارقام گیاهان زراعی به تنش فراهم گردد (Netondo et al., 2006).

از دلایل اثر بازدارندگی تنش شوری بر جوانه‌زنی بذر می‌توان به کاهش پتانسیل اسمزی و سمیت یونی اشاره نمود (Tobe et al., 2006)، که این امر در خاک شور، اغلب در اثر تجمع زیاد نمک در ناحیه کاشت بذر به دلیل حرکت رو به بالای محلول خاک و متعاقب آن وقوع تجمع نمک در سطح خاک اتفاق می‌افتد برنستین (Bernstein, 1974) و لویت (Levit, 1980) گزارش کردند که غالباً تنش شوری ناشی از نمک‌های سدیم است.

برای شروع فعالیت متابولیک به منظور جوانه‌زنی لازم است که ابتدا میزان معینی آب توسط بذر جذب شود که بسته به ترکیب شیمیایی و نفوذپذیری آنها متفاوت است (Almansouri et al., 2001). شوری بر کارایی نفوذ پذیری غشای پلاسمایی و دیواره سلولی تأثیر منفی گذاشته و ورود و خروج یون‌ها به سلول را مختل می‌کند (دوبی، ۱۹۹۹). یکی از آنزیم‌های تأثیر گذار در شرایط تنش شوری، آلفا آمیلاز است. فعالیت این آنزیم با افزایش غلظت شوری کاهش می‌یابد، که در نتیجه کاهش فعالیت این آنزیم، نشاسته کمتر تجزیه شده و قندها برای تنفس و متابولیسم کمتر فراهم می‌شوند که می‌تواند یکی از دلایل کاهش درصد جوانه زنی باشد (Dubey & Rani, 1999).

یکی از جنبه‌های کیفی تولید بذر گلرنگ، سبز شدن سریع آن در مزرعه و استقرار گیاهچه‌های آن تحت شرایط نامطلوب محیطی است. بذور توان متفاوتی در جوانه زنی و بویژه سبز شدن در مزرعه را دارند که ناشی از خصوصیات رقم و شرایط محیطی در مزرعه می‌باشد (Sadatnoori et al., 2009a). بررسی اثر شوری بر سرعت و درصد جوانه‌زنی و همچنین رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه در بسیاری از گیاهان زراعی نشان داده است که تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی یک آزمون قابل اطمینان در ارزیابی تحمل بسیاری از گونه‌ها است. زیرا شوری باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و همچنین کاهش رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌گردد (Munns, 2002). محققان نشان

Archive of SID

www.SID.ir

دادند که سرعت و درصد جوانه‌زنی از جمله مهمترین صفاتی است که تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرند (Singh et al., 2000; Golbashy et al., 2009). وزن ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاه‌چه نیز تحت تأثیر تنش شوری کاهش می‌یابند (Goldani & Latifi, 1998; Golbashy et al., 2009). اقبال و همکاران (Igbal et al., 1998) در مطالعات خود نشان دادند که درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و همچنین وزن ریشه‌چه در ارقام گندم در اثر تنش شوری کاهش می‌یابد. دهاندا و همکاران (Dhanda et al., 2004) گزارش نمودند که در شرایط تنش نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه ۴۰ درصد افزایش می‌یابد که دلیل آن را می‌توان به کمبود آب مورد نیاز ساقه‌چه در شرایط تنش و صادر شدن بعضی پیام‌های مواد تنظیم کننده رشد ریشه‌چه برشمرد که نهایتاً منجر به کاهش بیشتر رشد ساقه‌چه نسبت به ریشه‌چه می‌شود. جیبر و همکاران (Jibir et al., 2002) نیز در مطالعه‌ای روی جوانه زنی دو رقم گندم در شرایط تنش شوری اعلام کردند که شوری باعث کاهش درصد جوانه زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و وزن آن‌ها شد. شریف و همکاران (Sharif et al., 1998) نیز در بررسی اثر شوری بر پنج رقم گندم گزارش کردند که طول ریشه‌چه و ساقه‌چه همه ارقام در شوری ۲/۵ تا ۱۰ دسی زیمنس بر متر در مقایسه با شاهد (آب مقطر) کاهش یافت.

گودفری و همکاران (Dodfery et al., 2007) بیان نمودند که رسوب نمک در ریشه در حال رشد، دلیل اصلی خشکی فیزیولوژیک و کاهش تقسیم سلولی و در نهایت کاهش رشد ریشه‌چه و بنیه بذر می‌باشد.

برخی از محققان اعلام کرده‌اند که در شرایط تنش، رشد ساقه‌چه بیشتر از رشد ریشه‌چه و همچنین وزن بیشتر از طول کاهش می‌یابد، اما برخی معتقدند که تنش، طول ریشه‌چه را بیشتر کم می‌کند ولی وزن آن را تغییر نمی‌دهد (Van De Venter., 2001).

المنصوری و همکاران (Almansouri et al., 2001) در مطالعه‌ای روی گندم دوروم گزارش نمودند که تنش شوری منجر به کاهش آنزیم آلفا آمیلاز می‌شود. این آنزیم موجب شکسته شدن نشاسته در کوتیلدون‌ها می‌شود و با هر گونه کاهش در فعالیت این آنزیم، سرعت شکستن ذخایر بذر کند و شاخص‌های جوانه‌زنی کاهش می‌یابد.

گلرنگ نسبت به سایر گیاهان زراعی، تنش شوری را بهتر تحمل می‌کند ولی حساسیت گلرنگ به شوری در مرحله جوانه زنی نسبت به مراحل انتهایی رشد بیشتر است. این مطالعه با هدف تعیین ژنوتیپ‌های متحمل گلرنگ نسبت به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاه‌چه انجام پذیرفت.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی واکنش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ارقام گلرنگ نسبت به تنش شوری آزمایشی در سال ۱۳۸۸ به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه بیوتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج به اجرا در آمد. این آزمایش دارای ۲ عامل بود، عامل اول ۶ ژنوتیپ شامل KM5، KM8، KM12، KM19، KM47 و کوسه (رقم محلی اصفهان). سطوح مختلف تنش شوری حاصل از NaCl در ۵ سطح با پتانسیل‌های صفر (آب مقطر)، ۰/۳-، ۰/۵-، ۱- و ۱/۵- مگاپاسکال به عنوان فاکتور دوم در نظر گرفته شد (Golbashy et al., 1388). سطوح مختلف پتانسیل اسمزی با استفاده از نمک کلرید سدیم، آب مقطر استریل شده و دستگاه EC متر آماده شدند. به این ترتیب که با قرار دادن حسگر دستگاه EC متر در آب مقطر و قرائت صفحه نمایشگر، نمک کلرید سدیم تا رسیدن به سطح شوری مورد نظر اضافه گردید. در این روش حین اضافه نمودن نمک کلرید سدیم به آب مقطر از همزن مغناطیسی برای محلول شدن کامل نمک در آب استفاده شد.

پیش از شروع آزمایش بذور سالم از هر رقم جدا و ضد عفونی شدند. به منظور ضد عفونی، ابتدا بذور به مدت ۲۰ دقیقه در محلول ۱ درصد هیپوکلریت سدیم غوطه‌ور شدند و سپس سه مرتبه با آب مقطر شسته شدند. آنگاه بذور به پتری دیش‌های یکبار مصرف استریل شده‌ای که در کف آنها کاغذ صافی واتمن قرار گرفته بود منتقل گردیدند. قطر پتری دیش ها ۹ سانتی‌متر و تعداد بذر در هر پتری دیش ۲۰ عدد بود. در هر تکرار از ۵ پتری دیش استفاده گردید. به هر پتری دیش مقدار ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر یا محلول مورد نظر بسته به تیمار مربوطه افزوده شد. پس از بسته شدن ظروف با پارافیلم، پتری‌دیش‌ها در اتاقک رشد (ژرمیناتور مدل Indoosaw-6785) با رطوبت ۶۵ درصد و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد برای روز و ۱۵ درجه سانتی‌گراد برای شب و در شرایط نوری ۸ ساعت روز و ۱۶ ساعت شب (وان دی ونتر، ۲۰۰۱) قرار داده شدند.

شمارش بذور جوانه‌زده به صورت روزانه و در ساعت معینی انجام شد. بذوری جوانه‌زده تلقی شدند که طول ریشه‌چه آنها حداقل ۲ میلی‌متر یا بیشتر بود (وان دی ونتر، ۲۰۰۱). پس از گذشت ۱۲ روز صفاتی نظیر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طول گیاه‌چه، بنیه بذر، شاخص جوانه‌زنی، شاخص میزان جوانه‌زنی و میانگین مدت جوانه‌زنی محاسبه شد. نحوه محاسبه برخی از صفات به شرح زیر بود (Ahmadi zadeh et al., 2011):

معادله (۱) $GP=100\times(N_i/S)$

در این فرمول GP درصد جوانه زنی و N_i تعداد بذور جوانه زده در روز i ام و S تعداد کل بذور کشت شده می‌باشد (Bernstein, 1974).

معادله (۲) $GR=\sum N_i/T_i$

Archive of SID

www.SID.ir

در این فرمول GR سرعت جوانه‌زنی و N_i تعداد بذور جوانه زده در روز i ام و T_i تعداد روز تا شمارش i ام می‌باشد (Bernstein, 1974).

معادله (۳) $GI=(10\times N_1)+(9\times N_2)+...+(1\times N_{10})$

GI برابر شاخص جوانه زنی و N_2,N_1 و... تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز اول، دوم، و روزهای بعدی و اعداد ۱۰ و ۹ و... به ترتیب وزن‌های اعمال شده بر تعداد بذرهای جوانه زده در روزهای اول و دوم و بعدی می‌باشند. (Bernstein, 1974).

معادله (۴)

$GRI=G_1/1+G_2/2+\ldots+Gx/x$

در این فرمول GRI شاخص میزان جوانه زنی و G1 درصد جوانه زنی در روز اول و G2 درصد جوانه زنی در روز دوم و الی آخر می‌باشد (Van De Venter, 2001; Bernstein, 1974).

معادله (۵) $MGT=\sum N_iT_i/\sum N_i$

MGT برابر میانگین مدت جوانه زنی و N_i تعداد بذرهای جوانه زده در هر روز و T_i تعداد روز از شروع آزمایش می‌باشد (Van De Venter, 2001; Bernstein, 1974).

بنیه بذر (SVI) نیز از حاصل‌ضرب مجموع طول ریشه‌چه (RL) و ساقه‌چه (SL) در درصد جوانه‌زنی (%G) بدست آمد (Van De Venter, 2001; Bernstein, 1974):

معادله (۶) $SVI= (RL+SL) \times G (\%)$

پس از بررسی مقدماتی داده‌ها و نحوه پراکنش آنها، فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها توسط نرم‌افزار Minitab (Ver. 14) بررسی شدند. داده‌های درصدی (بین صفر تا ۳۰ و ۷۰ تا ۱۰۰ درصد) نرمال نبودند که از تبدیل زاویه‌ای برای نرمال کردن آنها استفاده شد. برای داده‌های درصدی تجزیه واریانس و مقایسه میانگین روی مقادیر تبدیل شده انجام شد سپس داده‌ها به مقیاس اصلی خود بازگردانده شدند.

به منظور ارزیابی پتانسیل سطوح مختلف تنش شوری در کاهش بنیه بذر ارقام گلرنگ از مدل لجستیک سه پارامتری با کمک نرم افزار SigmaPlot 11.0 استفاده شد (معادله ۷).

معادله (۷) $Y = a /[1+ (x / x_{50})b]$

که در آن Y بنیه بذر در سطوح مختلف تنش شوری (x)، a حداکثر بنیه بذر، X_{50} غلظت پتانسیل اسمزی لازم جهت ۵۰ درصد بازدارندگی حداکثر بنیه بذر و b نشانگر شیب کاهش بنیه بذر در اثر افزایش تنش شوری می‌باشد (Chauhan et al., 2006). در ادامه به منظور گروه‌بندی ارقام مورد مطالعه و تشخیص شباهت‌ها و تفاوت‌های بین ارقام از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد و متوسط همسایگی با استفاده از نرم افزار Stat Graphics Plus (Ver. 2.1) استفاده شد. با توجه به دندروگرام به دست آمده روش وارد به عنوان روش مناسب‌تر انتخاب و نتایج آن گزارش گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر تمامی صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود دارد. میانگین مربعات

Archive of SID

www.SID.ir

تمامی صفات برای سطوح مختلف تنش شوری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.

براساس نتایج به دست آمده از این پژوهش، به دنبال افزایش شدت تنش شوری، کاهش معنی‌داری در اکثر صفات مورد مطالعه مشاهده شد. این نتایج با گزارش (Golbashy et al., 2009) مطابقت دارد.

اثر متقابل ژنوتیپ و سطوح مختلف تنش شوری نیز برای تمام صفات به استثنای میانگین مدت جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). در مورد صفت میانگین مدت جوانه‌زنی مقایسه میانگین سطوح مختلف تنش شوری نشان داد که کمترین و بیشترین مقدار به ترتیب مربوط به سطوح شوری صفر و ۱/۵- مگاپاسکال می‌باشد. در مورد ارقام نیز کمترین و بیشترین میانگین مدت جوانه‌زنی به ترتیب مربوط به رقم کوسه و رقم KM47 بود.

فلاورز و همکاران (Flowers et al., 1997) بیان نمودند که بین گونه‌های گیاهی متعلق به یک جنس و حتی بین ارقام زراعی متعلق به یک گونه از نظر حساسیت به شوری اختلاف وجود دارد. تنش‌های شوری و خشکی علاوه بر محدود کردن جذب آب توسط بذر با تأثیر روی سیالیت ذخایر و سنتز پروتئین‌های جنینی باعث کاهش جوانه‌زنی و بنیه بذر می‌شوند. ترکیبات یونی و اسمزی ایجاد شده توسط تنش شوری می‌توانند روی این پارامترها تاثیرگذار باشد، که میزان تاثیر وابسته به نوع ماده ایجاد کننده تنش و نوع رقم می‌باشد (Sada noori et al., 2009b).

نتایج مقایسه میانگین صفاتی که اثر متقابل ژنوتیپ و سطوح شوری برای آنها معنی‌دار شد در جدول شماره ۲ ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود برای درصد جوانه‌زنی بیشترین مقدار مربوط به رقم کوسه در سطوح شوری صفر، ۰/۳-، ۰/۵- و ۱- مگاپاسکال می‌باشد. کمترین مقادیر نیز برای این صفت مربوط به ژنوتیپ‌های KM47 در سطح شوری ۰/۳- و KM19 در سطح شوری ۱/۵- مگاپاسکال می‌باشد.

برای سرعت جوانه‌زنی بیشترین مقدار مربوط به رقم کوسه در سطح شوری صفر (شاهد) به میزان ۹۴/۴۴ و کمترین مقادیر مربوط به ژنوتیپ‌های KM47 و KM19 در سطح شوری ۱/۵- مگاپاسکال به ترتیب به میزان ۳۶/۸۱ و ۳۷/۷۰ می‌باشد. علت کاهش سرعت جوانه‌زنی را می‌توان به حضور بیش از حد کاتیون‌ها و آنیون‌ها در محیط کشت نسبت داد به طوری که ظرفیت واکنش آنها در اشغال یون‌های موجود در محیط قرار می‌گیرد و بنابراین گیاه قادر به جذب آب نبوده و با نوعی کمبود آب مواجه می‌شود (Jamil et al., 2006).

برای صفت طول ریشه‌چه بیشترین مقدار مربوط به ژنوتیپ‌های KM5، KM8 و KM12 در سطح شوری ۰/۳- مگاپاسکال بود. برای طول ساقه‌چه نیز بیشترین مقدار مربوط به ژنوتیپ‌های KM12 و KM5 در سطح شوری ۰/۳- مگاپاسکال بود. برای طول گیاه‌چه بیشترین مقدار مربوط به ژنوتیپ‌های KM5، KM12 و KM8 در سطح شوری ۰/۳- مگاپاسکال به دست آمد (جدول ۲). به نظر می‌رسد در گیاهان متحمل به شوری تنش ایجاد شده در مراحل ابتدائی رشد از طریق افزایش

Archive of SID

www.SID.ir

سرعت تقسیم سلولی باعث افزایش طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و طول گیاه‌چه می‌شود، اما تأثیرات مشابه یا متفاوت در سایر مراحل رشد بسته به نوع گیاه نیازمند تحقیقات بیشتری می‌باشد (Flowers et al., 1997). البته احتشامی و چائی‌چی (Ehteshami & chaeichi, 1998) و حاتمی و گالشی (Hatami & Galeshi, 1999) به ترتیب طی بررسی اثر سطوح مختلف نمک کلرید سدیم بر جوانه‌زنی جو و گندم، گزارش کردند که با افزایش شدت تنش شوری، درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش یافت.

در رابطه با بنیه بذر بیشترین مقدار مربوط به رقم KM5 در سطح شوری ۰/۳- مگاپاسکال به میزان ۱۱۴۳/۶۹ و کمترین مقدار مربوط به رقم KM47 در سطح شوری ۱/۵- مگاپاسکال به میزان ۱۷/۹۵ بود. در مورد شاخص جوانه‌زنی بیشترین مقدار برای رقم کوسه در سطح شوری صفر به میزان ۸۹ و در سطوح شوری ۰/۳- و ۰/۵- به میزان ۸۷ به دست آمد. کمترین مقدار شاخص جوانه‌زنی نیز برای رقم KM19 در سطح شوری ۱/۵- به میزان ۳۶ به دست آمد (جدول ۲).

بیشترین شاخص سرعت جوانه‌زنی برای رقم کوسه در سطوح شوری صفر، ۰/۳- و ۰/۵- به میزان ۱۰۰ و در سطح شوری ۱- به میزان ۹۷/۷۸ مشاهده گردید. کمترین مقدار برای شاخص سرعت جوانه‌زنی به ترتیب برای رقم KM47 در سطح شوری ۰/۳- به مقدار ۵۱/۱۱ و برای رقم KM19 در سطح شوری ۱/۵- به میزان ۵۵/۵۵ مشاهده گردید (جدول ۲).

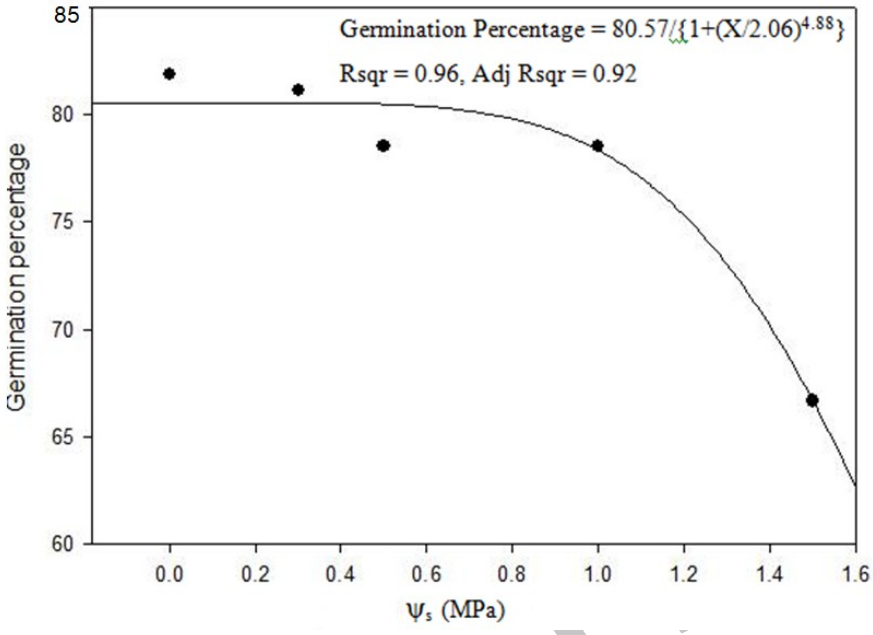
استنباط می‌شود که با افزایش شدت تنش شوری در این آزمایش، طول ساقه‌چه بیشتر از طول ریشه چه تحت تاثیر اثرات سوء کلرید سدیم قرار گرفته است. این موضوع با نتایج حاصل از مطالعات سایر محققان در مورد ارقام گلرنگ مطابقت دارد (Haghghani et al., 2009; Sadatnoori et al., 2009a). مفتوم و سپاس خواه (Maftoum & Sepasskhah, 1989) اعلام کردند که کاهش کمتر طول ریشه‌چه نسبت به ساقه‌چه در شرایط شوری یک عامل مهم برای تحمل به شوری می‌باشد. با این حال این موضوع نمی‌تواند تعیین کننده تحمل یک گیاه به شوری باشد.

نتایج این آزمایش نشان داد که به دنبال روند افزایش شدت تنش شوری، درصد جوانه‌زنی بذور نیز کاهش چشمگیری نشان می‌دهد. بیان شده است که اثر بازدارنده تنش شوری بر جوانه‌زنی بذور به دلیل کاهش پتانسیل اسمزی یا سمیت یونی محیط کشت می‌باشد (Pajol, 2000; Tobe et al., 2004) که البته این کاهش روند جوانه‌زنی در گیاهان هالوفیت معمولاً به خاطر اثر اسمزی و در گیاهان غیر هالوفیت نتیجه اثر سمیت یونی می‌باشد (Bajji et al., 2002).

با توجه به اهمیت درصد جوانه زنی، تأثیرپذیری این شاخص از طریق مدل لجستیک سه پارامتری مورد مطالعه قرار گرفت (Chauhan et al., 2006). شکل ۱ مدل به کار رفته مربوط به اطلاعات درصد جوانه‌زنی می‌باشد که در غلظت‌های شوری مختلف برازش داده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- درصد جوانه‌زنی ارقام مختلف گلرنگ تحت تاثیر غلظت‌های مختلف تنش شوری. نقاط نمایانگر میانگین سطوح مختلف شوری و خطوط نتیجه برازش داده‌ها با استفاده از مدل لجستیک ۳ پارامتری می‌باشند.

Fig. 1- Germination percent of different safflower cultivars under different salt stress concentrations. Point showed mean salt stress levels and lines showed data fitting based 3 parametric logistic model.

مدل به دست آمده براساس نتایج این پژوهش

(Germination Percentage = 80.57/{1+(X/2.06)$^{4.88}$})

رابطه بین سطوح مختلف تنش شوری و درصد جوانه زنی را به خوبی توجیه نمود چرا که ضمن بالا بودن ضریب تبیین و ضریب تبیین تصحیح شده (Rsqr = 0.96, Adj Rsqr = 0.92)، کلیه ضرایب برآورد شده در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شدند. پارامتر X_{50} در مورد سطوح مختلف تنش شوری نشان داد که در سطح شوری ۲- مگاپاسکال، بنیه بذر ارقام گلرنگ ۵۰ درصد کاهش خواهد یافت. پارامتر b مدل که نمایانگر شیب کاهش بنیه بذر در اثر افزایش شدت تنش شوری می‌باشد، برابر ۴/۸۸ بدست آمد. با توجه به نتایج بدست آمده از این پژوهش می‌توان بیان نمود که بذور گلرنگ در مرحله جوانه‌زنی تنها قادر به تحمل شوری تا سطح ۲- مگاپاسکال می‌باشند و با کاهش پتانسیل اسمزی بیش از این مقدار دچار خسارات شدید می‌شوند. این نتایج با نتایج دمیر و اوزتورک مطابقت دارد (Demir & Ozturk, 2003).

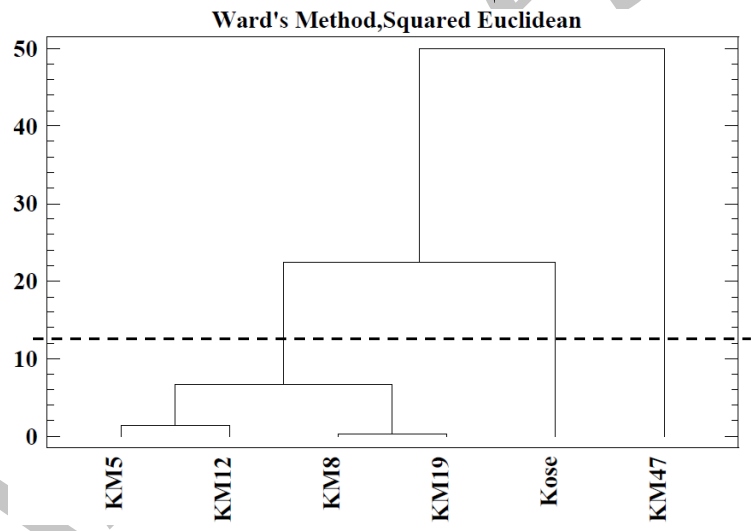
از آنجایی که شوری خاک در مناطق گرم در ابتدای فصل کشت به علت عدم شستشوی خاک و گرمای بالای هوا به شدت بالاست و نتایج این آزمایش نشان داد که حد تحمل بذر گلرنگ برای جوانه‌زنی و استقرار سریع گیاهچه حدود ۲- مگاپاسکال است، لذا لازم است بلافاصله بعد از

Archive of SID

www.SID.ir

کشت با آبیاری سنگین، خاک در عمق کشت بذر تا کاهش فشار اسمزی ۲- مگاپاسکال در عصاره اشباع شستشو گردد، تا بذر با جذب آب بتواند سریعاً جوانه‌زده و مستقر گردد. حاج‌غنی و همکاران نیز نتایج مشابهی در گلرنگ گزارش نموده‌اند (Haghghani et al., 2009).

پس از تبدیل هریک از متغیرهای مورد مطالعه به توزیع نرمال z، تجزیه خوشه‌ای با استفاده از روش Ward انجام گرفت (شکل ۲). طبق نتیجه حاصله ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در سه گروه مجزا تقسیم بندی شدند. همان گونه که در شکل ۲ مشاهده می‌گردد، گروه اول شامل ژنوتیپ‌های KM5، KM12، KM8، KM19 می‌باشد. رقم محلی اصفهان (Kouse) و ژنوتیپ KM47 نیز به تنهایی در گروه‌های جداگانه قرار گرفت که نتیجه فوق با نتیجه بدست آمده از مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها نیز مطابقت دارد. رقم محلی اصفهان رقمی متحمل به شوری می‌باشد که از نظر تمامی صفات وضعیت مناسب‌تری نشان داد. ژنوتیپ KM47 بر عکس رقم محلی اصفهان نسبت به شوری حساسیت زیادی نشان داده و از نظر بسیاری از صفات مقدار عددی پائینی به خود اختصاص داد. سایر ژنوتیپ‌ها وضعیتی حدواسط این دو گروه داشتند.



شکل ۲- تجزیه خوشه‌ای ارقام گلرنگ در سطوح مختلف تنش شوری با استفاده از روش Ward

Fig. 2- Cluster analysis for safflower cultivars for different salt stress levels using Ward method

به طور کلی و با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش این‌گونه استنباط می‌شود که رقم محلی اصفهان (کوسه) جزو ارقام متحمل به شوری در مرحله جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه می‌باشد. بنابر این استفاده از این رقم در برنامه‌های به‌زراعی و به‌نژادی به منظور افزایش تحمل گلرنگ به تنش شوری می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

www.SID.ir

جدول ۱- تجزیه واریانس(میانگین مربعات) صفات مختلف ارقام گلرنگ تحت تیمار تنش شوری

Table 1- Variance analysis (Mean of squares) for different traits in safflower cultivars under salt stress treatment

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	طول گیاه‌چه (میلی‌متر)	بنیه بذر	شاخص جوانه‌زنی	شاخص سرعت جوانه‌زنی	میانگین مدت جوانه‌زنی (روز)
رقم Cultivar	5	2325.23**	1994.12**	13.09**	28.81**	79.35**	701732.30**	2594.79**	2258.48**	1.59**
شوری Salt	4	680.84**	1039.94**	29.22**	57.19**	167.83**	1268344.14**	1043.17**	707.99**	1.35**
رقم×شوری Cul × Sal	20	167.54*	85.33**	2.87**	3.14**	10.88**	93812.71**	110.12**	176.33*	0.04ns
خطا Error	60	83.94	23.82	1.05	0.83	3.00	22757.84	44.72	82.95	0.033
ضریب تغییرات C.V (%)		11.84	8.94	43.16	31.27	32.70	34.03	11.24	11.7	9.46

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns, * and **: Not significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively

www.SID.ir

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح رقم و شوری برای صفات مورد بررسی در ارقام گلرنگ با روش چند دامنه‌ای دانکن

Table 2- mean comparison of cultivars and salt interaction effects for investigated traits in safflower cultivars using Dunkan multiple range test

تیمار		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	طول گیاه‌چه (میلی‌متر)	بنیه بذر	شاخص جوانه‌زنی	شاخص سرعت جوانه‌زنی
صفر (شاهد)	Kose	100.00a	94.44a	4.41cd	3.97ghi	8.39de	838.67cd	89.00a	100.00a
	KM5	93.33bcd	57.32def	3.77ef	5.95bc	9.73bcd	896.27bcd	73.00de	93.33bcd
	KM12	88.88de	54.80ef	4.42cd	5.72cd	10.14bc	908.35bc	69.00de	88.89de
	KM8	73.33hi	61.47d	2.99ghi	4.49efg	7.48ef	535.07fg	58.67gh	73.34hi
	KM19	73.33hi	53.20efg	2.39ijk	5.00de	7.39ef	555.56fg	56.00hi	73.34hi
	KM47	62.22lm	43.41ij	1.51lm	1.28nop	2.79hi	177.47kl	43.67lm	62.22kl
-۰/۳	Kose	100.00a	83.33b	4.15de	4.73ef	8.87cde	887.33bcd	87.00ab	100.00a
	KM5	95.55abc	56.81def	5.31a	6.65ab	11.97a	1143.69a	75.00cd	95.55abc
	KM12	82.22fg	58.32de	4.90abc	7.05a	11.95a	980.45b	65.00fg	82.22fg
	KM8	73.33hi	60.07d	5.05ab	5.72cd	10.77ab	772.09de	58.67gh	73.33hi
	KM19	68.89ijk	59.96d	2.84hi	4.12fgh	6.96f	484.58gh	55.00hi	68.89ij
	KM47	51.11O	44.22ij	0.30O	0.00r	0.30k	14.76m	36.33m	51.11O
-۰/۵	Kose	100.00a	83.83b	3.17fgh	3.41hij	6.58f	658.00ef	87.00ab	100.00a
	KM5	86.67ef	57.38def	4.66bcd	5.20cde	9.86bcd	854.53bcd	68.33de	86.67ef
	KM12	77.77gh	47.37ghi	3.16fgh	3.67ghij	83.6f	548.36fg	57.00ghi	77.78gh
	KM8	80.00g	53.50efg	1.33mn	2.11lmn	3.45gh	295.55jk	61.67gh	80.00g
	KM19	68.89ijk	56.43def	2.43ij	3.89ghi	6.31f	436.80ghi	54.00hi	68.89ijk
	KM47	73.33hi	45.06ij	0.64O	0.30r	0.94jk	72.18lm	55.00hi	77.78gh

www.SID.ir

ادامه جدول ۲-

Table 2- Continue

تیمار		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	طول گیاه‌چه (میلی‌متر)	بنیه بذر	شاخص جوانه‌زنی	شاخص سرعت جوانه‌زنی
-۱	Kose	97.77ab	69.87c	2.07jkl	1.98mn	4.05gh	396.84bcd	81.67c	97.78ab
	KM5	91.11cde	48.81fghi	1.81klm	2.46klm	4.27g	389.56hij	67.67ef	91.11cde
	KM12	71.11ij	46.37ij	1.78klm	2.88jkl	4.66g	337.07ij	51.57jk	71.11ij
	KM8	57.77mn	52.38fgh	1.27mn	1.53no	2.79hi	174.66kl	44.00kl	57.78mn
	KM19	80.00g	46.63hij	3.47fg	3.23ijk	6.69f	551.47fg	58.33ghi	80.00g
	KM47	73.33hi	46.16ij	0.39o	0.00r	0.39k	28.49m	53.00ij	73.33hi
-۱/۵	Kose	88.88de	52.57fgh	0.35o	0.35r	0.70jk	62.84lm	68.00de	88.89de
	KM5	66.66jkl	42,43jk	0.35o	0.10r	0.45k	29.07m	46.33kl	66.67jk
	KM12	62.22lm	43.00ij	0.85no	1.08opq	1.39ij	123.29lm	43.67kl	62.22kl
	KM8	64.44kl	43.28ij	0.45o	0.49pqr	0.95jk	63.87lm	45.00kl	64.44kl
	KM19	55.55no	37.79kl	0.84no	0.27r	1.11jk	62.22lm	36.00m	55.55no
	KM47	62.22lm	36.81l	0.28o	0.00r	0.28k	17.95m	39.33lm	62.22lk

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال ۵٪ با روش چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means followed by similar letters in the same column don't significant difference based Duncan multiple range test at 5 percent level probability

www.SID.ir

منابع مورد استفاده References

✓ Ahmadizadeh, M., M. Valizadeh, M. Zaefizadeh, and H. Shahbazi. 2011. Evaluation of Interaction between Genotype and Environments in Term of Germination and Seedling Growth in Durum Wheat Landraces. Advances in Environmental Biology, 5(4): 551-558.

✓ Almansouri, M., J. M. Kinet, and S. Lutts. 2001. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf). Plant and Soil. 231: 243-254.

✓ Bajji, M., J. M. Kinet, and S. Lutts. 2002. Osmotic and ionic effects of NaCl on germination, early seedling growth, and ion content of *Atriplex halimus* (*Chenopodiaceae*). Canadian Journal of Botany. 80: 297- 304.

✓ Bernstein L. 1974. Crop growth and salinity. In: Drainage for Agriculture. J. van Schilfgaarde (Ed.). Agronomy 17: 39-54.

✓ Chauhan, B. S., G. Gill, and C. Preston. 2006. Factors affecting seed germination of annual sowthistle (*Sonchus oleraceus*) in Southern Australia. Weed Sci. 54: 854-860.

✓ Demir, M. and A. Ozturk. 2003. Effect of different soil salinity levels on germination and seedling growth of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Turk. J. 27: 224-227.

✓ Dhanda, S, S., G, S, Sethi and R, K, Beh. 2004. Indices of Drought Tolerance in Wheat Genotype at Early Stages of Plant Growth. J.Agronomy & Crop Science. 190:6-12.

✓ Dubey, R. S. 1999. Protein synthesis by plants under stressful conditions. In: handbook of plant and crop stress, ed. Pessarakli, M. pp. 153-167.New York. Marcel Dekker, USA

✓ Dubey, R. S., and M. Rani. 1990. Influence of Nacl salinity on the behaviour of protease, Aminopeptidase and carboxyl - peptidase in rice seedlings in relation to salt tolerance. Aust. J. Plant Physiol., 17, 215–221.

✓ Ehteshami, M. R., and M. R. Chaeichi. 1998. Effect of salt stress on germination of two barley cultivars. Journal of agriculture and natural resources. 3 (4): 23-34. (In Persian).

✓ Flowers, T. J., P. F. Torke, and A. R. Yeo. 1997. The mechanism of salt tolerance in halophytes. Ann. Rev. Plant Physiol. 28: 89-121.

✓ Godfery, W. N., J. C. Onyango, and E. Beck. 2007. Sorghum and salinity: 2. Gas exchange and chlorophyll fluorescence of sorghum under salt stress. Crop Sci. 44:806-811.

✓ Golbashy, M., S. Mahmoudi., M. Ashofteh., and H. Shariatmadari. 2009. Effect of osmotic stress on germination and early seedling growth in safflowers genotypes. The first National Conference of Environmental Stresses in Agricultural science, 28-29-Jan 2010. The University of Birjand. P. 39. (In Persian).

✓ Goldani, M., and N. Latifi. 1998. Evaluation of salt stress levels on germination and seedling growth of tree wheat cultivars. Journal of agriculture and natural resources. 4 (2): 47-53. (In Persian).

✓ Haghghani, M., M. Safari., and A. Maghsoudi. 2009. Effect of salt stress levels (NaCl) on germination and seedling growth of safflowers cultivars. Journal of agriculture and natural resources. 12 (45): 449-458. (In Persian).

✓ Hatami, H., and S. Galeshi. 1999. Effect of salt stress levels on wheat germination. Journal of agriculture and natural resources. 1 (2): 31-35. (In Persian).

✓ Igbal. N., H. Y. Ashraf, F. Javed, Z. Igbal, and G. H. Shah. 1998. Effect of salinity on germination and seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.). Pakistan Journal of Biologyical Sci. 1 (3): 226-227.

Archive of SID

www.SID.ir

✓ Jamil, M., D. Bae Lee, K. Yony Jun, M. Ashraf, and S. Chin. 2006. Effect of salt (NaCl) stress on germination and early seedling growth of four vegetable species. J. Center Europ. Agric. 7, 273-282.

✓ Jibr, N., A. Ayadi, S. Amar, W. Chaibi, and J. Brulfert. 2002. Seed germination of two wheat species differing in their sensitivity to NaCl , in response to salt stress. J. Trace and micro prove techniques. 20:625-637.

✓ Khan, M. A., and S. Gulzar. 2003. Germination responses of Sporobolus ioclados: A saline desert grass. Journal of Arid Environments 55, 453-464.

✓ Levit, J., 1980. Response of plants to environmental stress. Vol II. Water, Radiation, Salt and Other stress. Academic press. U. S. A. pp. 376

✓ Maftoum, M., and A. R. Sepasskhah. 1989. Relative salt tolerance of eight wheat cultivars. Agrochimica. 33: 1-12.

✓ Munns, R., 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment. 25: 239 - 250.

✓ Netondo, G. W., J. C. Onyango, and E. Beck. 2004. Sorghum and salinity: Gas exchange and chlorophyll fluorescence of sorghum under salt stress. Crop Sci. 44: 806-811.

✓ Pujol J. A., J. F. Calvo, and L. Ramı´rez-Dı´az. 2000. Recovery of germination in different osmotic conditions by four halophytes in Southeastern Spain. Annals of Botany. 85: 279-286.

✓ Sadatnoori, S. A., B. Foughi., M. Golbashi., and M. Zarrabi. 2009. a. Effect of different level of salt on germination indices in safflowre genotyles. The First congress on oils plants. Industrial University of Isfahan. P. 609-611. (In Persian).

✓ Sadatnoori, S. A., M. H. Shariatmadari., M. Golbashi., and M. Zarrabi. 2009. b. investigation of correlated traits with sunflower germination under drought stress conditions. The first water crisis national conferences in agriculture and natural resources. Islamic azad Universiy – Shahre rey branch, October 31, p. 112. (In Persian).

✓ Sheriff, M, A. T. R. El-beshbeshy and C. Richter. 1998. Response of some Egyptian varieties of wheat to salt stress through potassium application. Seed Abst. 21: 470-475.

✓ Singh A. K., V. Prakash, and E. R. D. Sastry. 2000. Effect of salinity stress on seed germination seeding growth of wheat. Agricultural Science-Digest, India, 18: 96-98.

✓ Tobe, K., X. M. Li, and K. Omasa. 2004. Effects of five different salts on seed germination and seedling growth of *Haloxylon ammodendron* (*Chenopodiaceae*). Seed Science Research 14, 345-353.

✓ Van De Venter, A. 2001. Seed vigor testing. ISTA new bull. 122:12-14.

Archive of SID

www.SID.ir