

اثر تنش شوری و برآورد پارامترهای ژنتیکی برخی ارقام و لاین های جو (*Hordeum vulgare* L.) در مرحله جوانه زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه

خداداد مصطفوی^{1*}، محمد گلباشی²، علی ایزدی دربندی³ و مهدی ضرابی⁴

1- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

2- دانشجوی دکتری تخصصی نانو تکنولوژی دانشگاه تهران

3- استادیار گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات پردیس ابوریحان دانشگاه تهران

4- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت پردیس ابوریحان دانشگاه تهران

چکیده

افزایش تحمل به شوری در جو نیاز اساسی جهت پایداری تولید این محصول در مناطق شور محسوب می شود. به این منظور لزوم دسترسی به منابع جدید ژنتیکی تحمل به شوری و روش های غربالگری سریع و کارآمد، روشن می باشد. این پژوهش به منظور ارزیابی میزان تحمل به شوری هشت رقم جو در مراحل اولیه رشد و نمو اجرا گردید. بذرهای ارقام و لاین ها تحت شرایط بدون تنش شوری و تنش شوری (24 دسی زیمنس بر متر) در ظرف پتری و در چهار تکرار کشت شدند. نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که بین ارقام و شرایط کشت از نظر اغلب صفات مورد مطالعه تفاوت معنی داری وجود دارد که نشان دهنده وجود تنوع کافی بین ارقام می باشد و می توان از این تنوع به عنوان زمینه ای برای غربال ارقام و لاین های مقاوم به شوری استفاده کرد. برآورد پارامترهای ژنتیکی نشان داد که تحت شرایط تنش شوری بین اکثر صفات ارزیابی شده، مقدار ضریب تغییرات ژنوتیپی کمتر از ضریب تغییرات فنوتیپی می باشد. در مورد درصد جوانه زنی با توجه به مقدار بالای ضریب تغییرات ژنوتیپی و وراثت پذیری آن در شرایط تنش شوری می توان بیان نمود که احتمال وجود ژن های با فعالیت افزایشی برای بنیه بذر وجود دارد. تجزیه خوشه ای با استفاده از روش وارد (Ward's) ارقام مورد مطالعه در هر دو شرایط را در سه گروه مجزا تقسیم بندی نمود. با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش، لاین EB-81-15 به عنوان متحمل به شوری و ارقام نرمال و نیمروز، ارقام مقاوم به شوری در مرحله جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه شناخته شدند.

کلمات کلیدی: تنش شوری، بنیه بذر، شاخص های انتخاب و جو

*نویسنده مسئول: خداداد مصطفوی، آدرس: کرج، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

E-mail: mostafavi@kia.ac.ir

تاریخ دریافت: 91/7/3

تاریخ تصویب: 91/11/24

مقدمه

شوری در کشاورزی یک ویژگی محدود کننده مهم خاک یا آب است که از حضور بیش از حد یون‌ها ناشی می‌شود. در میان این یون‌های تک ظرفیتی مانند پتاسیم و سدیم با تفاوت‌هایی که دارند نقش مؤثر و تعیین کننده‌ای در ویژگی‌های بیوشیمیایی گیاه برعهده دارند. شوری یکی از عوامل محدودکننده بهره‌برداری اقتصادی از زمین‌های کشاورزی می‌باشد طوری که هم در اقلیم‌های مرطوب و هم در اقلیم‌های خشک وجود دارد و با افزایش سطح زیر کشت زراعت آبی بر اهمیت آن افزوده می‌شود (Szaboles, 1994 و Kingsbury *et al.*, 1984). بالغ بر 8 میلیون هکتار از زمین‌های جهان تحت تأثیر شوری قرار دارند. دامنه تحمل گیاهان نسبت به شوری متفاوت است و انتخاب گیاه برای کشت در زمین‌های شور باید از دیدگاه‌های مختلف مورد بررسی قرار گیرد (Khan and Gulzar, 2003).

اگرچه تنش در تمام مراحل رشد گیاه می‌تواند رخ دهد اما با توجه به این که استقرار اولیه گیاه در عملکرد نهایی تأثیر زیادی دارد، تنش در مرحله گیاهچه‌ای برای گیاه می‌تواند بسیار مضر باشد (Rauf *et al.*, 2007). یکی از مراحل حساس گیاهان به تنش شوری، مرحله جوانه زنی است (Kader and Jutzi, 2004). سرعت زیاد تجمع نمک در سلول‌های در حال نمو از دلایل حساسیت گیاه به شوری در این مرحله است (Farrokhi and Galeshi, 2005). شوری از طریق کاهش پتانسیل آب و سمیت یون‌های خاص از قبیل سدیم و کلر و همچنین کاهش یونهای غذایی

مورد نیاز گیاه مانند کلسیم و پتاسیم بر جوانه زدن بذرها و رشد آن‌ها تأثیر می‌گذارد (Khan and Gulzar, 2003). مطالعات متعدد نشان داده است که درصد و سرعت جوانه زنی بذرها با افزایش شوری کاهش می‌یابد (Soltani *et al.*, 2001 و Irannejad *et al.*, 2009). تحت تنش شوری، گیاهان سازوکارهای پیچیده‌ای برای سازگار شدن با تنش اسمزی و سمیت یون‌ها به کار می‌برند که بسته به نوع گیاه و میزان حساسیت آن‌ها به شوری متفاوت است. مثلاً در گیاهان مقاوم به شوری یون‌های سدیم و کلسیم در واکوئل و در ارقام حساس در سیتوپلاسم سلول تجمع پیدا می‌کنند (Gholam *et al.*, 2002).

رشد کم بافت‌های اولیه گیاهچه در تنش شوری به دلیل کاهش پتانسیل آب سلول‌های در حال رشد می‌باشد. همچنین گیاه برای حفظ شرایط رطوبتی خود مجبور است تنظیم اسمزی انجام دهد و برای این امر انرژی متابولیکی خود را جهت تولید مواد حد واسط و یا تجمع املاحی صرف می‌کند که حتی ممکن است برای گیاه ایجاد سمیت کنند. لذا در نهایت رشد اندام‌های هوایی کم می‌شود. در بین غلات دانه‌ریز و به طور کلی در بین گیاهان شیرین‌رست^۱، جو متحمل‌ترین گیاه در برابر شوری با سطح تحمل 8 دسی‌زیمنس بر متر است (Pesarakli, 1995). نصیر (Naseer, 2001) اثر زیان‌آور شوری را بر تمام مراحل رشد بوته‌های جو گزارش کرد، اما این اثر در مراحل رویشی بیشتر از شروع گل‌دهی و پر شدن دانه بود. پوستینی (Postini, 1999) گزارش داد که سیستم جذب و انتقال انتخابی یون‌ها در گونه‌هایی مثل گندم و جو با دارا بودن

1. Osmotic adjustment

2. Clyphyote

رشد اولیه گیاهچه، بررسی تنوع ژنتیکی تعدادی صفات جوانه زنی و رشد گیاهچه هشت رقم جو، همچنین غربال کردن ارقام برای تحمل به تنش شوری در مرحله جوانه زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی واکنش جوانه زنی بذر و رشد گیاهچه 8 رقم و لاین جو نسبت به تنش شوری، دو آزمایش مستقل از هم و در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه تکنولوژی بذر پردیس ابوریحان دانشگاه تهران به اجرا درآمدند. ارقام و لاین‌های مورد بررسی در هر دو آزمایش عبارت بودند از SaltTolerance، جنوب، EB-82-5، نیمروز، EB-82-13، EB-81-15، EB-81-1 و EB-81-1 و نرمال. سطح شوری مورد نظر (24 دسی‌زیمنس بر متر) با استفاده از نمک کلرید سدیم¹ و با توجه به رابطه وانت - هوف ($\varphi = -miRT$) تهیه شد. پیش از شروع آزمایش بذرهای سالم از هر رقم و لاین جدا و ضد عفونی شدند. به منظور ضد عفونی، ابتدا بذر ها به مدت 20 دقیقه در محلول 2 درصد هیپوکلریت سدیم غوطه‌ور شدند و سپس چندین مرتبه با آب مقطر شسته شدند. آنگاه بذر ها به ظرف‌های پتری یکبار مصرف استریل شده‌ای که در کف آن‌ها کاغذ جوانه زنی واتمن شماره یک قرار گرفته بود، منتقل گردیدند. قطر ظرف‌های پتری 9 سانتی متر و تعداد بذر در هر پتری 20 عدد بود. به هر پتری مقدار 10 میلی لیتر آب مقطر یا محلول مورد نظر بسته به تیمار مربوطه افزوده شد. پس از بسته شدن ظرف‌ها با پارافیلیم، پتری‌ها در اتاقک رشد (ژرمیناتور مدل

کارایی مطلوب در تبادل سدیم موجب شده تا برخی از محققین آن‌ها را در زمره گونه‌های مقاوم و یا با مقاومت متوسط ارزیابی کنند. بلیس و همکاران (Blis *et al.*, 1988) در گیاه جو گزارش کردند آنچه سبب کاهش طول ریشه چه می‌شود، سمیت حاصل از یک محلول شور است، البته محدود شدن تحرک ذخایر بذر و کاهش پتانسل اسمزی نیز در این پدیده نقش دارد. اکیز و ییلماز (Ekiz and Yilmaz, 2003) با بررسی وزن خشک و طول گیاهچه‌های جو در شرایط شور نتیجه گرفتند که به طور کلی برای نشان دادن حساسیت به شوری وزن خشک معیار مناسب تری نسبت به طول گیاهچه است. رجیانی و همکاران (Reggiani *et al.*, 1995) بیان نمودند با افزایش غلظت نمک اثر باز دارنده شوری بر رشد اجزای گیاهچه در سه رقم گندم مورد مطالعه کاملاً مشهود بود، اما کاهش رشد اجزای گیاهچه در نتیجه غلظت نمک در این سه رقم یکسان نبود. شریف و همکاران (Sheriff *et al.*, 1998) نیز گزارش کردند که با افزایش شوری، ارقام گندم مورد آزمایش در مقایسه با آب مقطر رشد کمتری داشتند. مونز و ترماآت (Munns and Termaat, 1986) اظهار داشتند که افزایش شوری سرعت و درصد جوانه زنی بذر ارقام مختلف جو را کاهش می‌دهد.

مطالعه دقیق اثر پتانسیل منفی بر جوانه زنی در شرایط مزرعه و گلخانه مشکل است، زیرا خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک باعث کاهش میزان جوانه زنی بذر به علت تغییر مداوم خاک و حرکت موئینه‌ای آب می‌شود. لذا مطالعه در این مورد معمولاً در شرایط آزمایشگاه انجام می‌شود.

اهداف این پژوهش عبارت بودند از: بررسی اثر شوری بر صفات مرتبط با جوانه‌زنی بذر و

1 - غالب نمک موجود در خاک‌ها و آب‌های شور سطح زمین از نوع کلرید سدیم می‌باشند.

در این رابطه MGT برابر میانگین مدت جوانه زنی و Ni تعداد بذره‌های جوانه زده در هر روز و Ti تعداد روز از شروع آزمایش می باشند.

شاخص بنیه بذر (SVI) نیز از حاصلضرب مجموع طول ریشه چه (RL) و ساقه چه (SL) در درصد جوانه زنی (%G) از رابطه زیر بدست آمد:

(رابطه 4):

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

پس از بررسی مقدماتی داده‌ها و نحوه پراکنش آن‌ها، فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS بررسی شد و داده‌هایی که از توزیع نرمال انحراف داشتند با تبدیل داده نرمال شدند. داده‌های درصدی (بین صفر تا 30 و 70 تا 100 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 و سپس جدول میانگین تیمارها به مقیاس اصلی خود بازگردانده شدند. ضرایب همبستگی ساده صفات با استفاده از میانگین داده‌های چهار تکرار محاسبه شد.

تجزیه واریانس، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد و ضرایب همبستگی ساده صفات با استفاده از نرم افزار SAS (ver 9.1) انجام شد. پس از انجام تجزیه واریانس صفات مورد نظر، بر اساس امید ریاضی میانگین مربعات مقدار واریانس ژنوتیپی و فنوتیپی آن‌ها برآورد شد و بر اساس روابط 5 و 6 ضرایب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی به شرح زیر محاسبه شدند:

(رابطه 5):

$$GCV = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{\bar{x}} \times 100$$

(رابطه 6):

Indosaw-6785) با رطوبت 65 درصد و در دمای 22 درجه سانتی‌گراد برای روز و 20 درجه سانتی‌گراد برای شب و در شرایط نوری 16 ساعت روز و 8 ساعت شب (ISTA, 2003) به مدت 12 روز قرار داده شدند. شمارش بذره‌های جوانه زده به صورت روزانه و در ساعت معینی انجام شد. بذرهایی جوانه زده تلقی شدند که طول ریشه چه آن‌ها حداقل 2 میلی‌متر یا بیشتر بود. پس از گذشت 12 روز صفاتی نظیر درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، طول ریشه چه، ساقه چه و گیاهچه، شاخص بنیه بذر، نسبت طول ریشه چه به ساقه چه و میانگین مدت جوانه زنی محاسبه شدند. نحوه محاسبه‌ی برخی از صفات به شرح زیر می باشد:

درصد جوانه زنی بذر با استفاده از رابطه زیر تعیین شد:

(رابطه 1):

$$GP = 100 * (Ni/S)$$

در این رابطه GP درصد جوانه زنی و Ni تعداد بذره‌های جوانه زده در روز i ام و S تعداد کل بذره‌های کشت شده می باشند.

سرعت جوانه زنی بذر نیز با رابطه زیر تعیین گردید:

(رابطه 2):

$$GR = \sum Ni / Ti$$

در این رابطه GR سرعت جوانه زنی و Ni تعداد بذره‌های جوانه زده در روز i ام و Ti تعداد روز تا شمارش i ام می باشند.

همچنین میانگین مدت جوانه زنی نیز از رابطه 3 اندازه گیری شد:

(رابطه 3):

$$MGT = \sum Ni Ti / \sum Ni$$

بر وجود تنوع کافی بین ارقام و لاین‌ها می‌باشد و می‌توان از این تنوع در اصلاح ارقام برای صفات مورد مطالعه در مرحله جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه‌ها تحت شرایط تنش شوری استفاده کرد. تجزیه مرکب مشاهدات آزمایش نشان داد که بین شرایط بدون تنش و تنش شوری از نظر کلیه صفات مورد مطالعه بجز میانگین مدت جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی تفاوت معنی‌دار وجود داشت. اثر متقابل رقم و محیط کشت نیز برای کلیه صفات به جز میانگین مدت جوانه‌زنی معنی‌دار بود که بیانگر پاسخ متفاوت ارقام و لاین‌های مورد مطالعه نسبت به تنش شوری از نظر این صفات می‌باشد (داده‌ها نشان داده نشده‌اند). مقایسه میانگین ارقام و لاین‌ها نشان داد که در شرایط بدون تنش رقم نرمال از نظر صفات طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر گیاهچه، طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر برتر از سایر ارقام مورد مطالعه بود هرچند که در مورد صفات طول ساقه‌چه، وزن تر گیاهچه، طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر با لاین EB-81-15 فاقد تفاوت معنی‌دار آماری بود. در شرایط تنش شوری نیز رقم نوما تنها از نظر صفات درصد جوانه‌زنی، میانگین مدت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر برتر از سایر ارقام مورد ارزیابی ظاهر شد.

بررسی میزان تغییرات صفات در شرایط تنش شوری نسبت به بدون تنش نشان داد که تنش شوری تنها بر میانگین مدت جوانه‌زنی و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه دارای اثر مثبت بود. به عبارت دیگر در شرایط تنش شوری نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه و میانگین مدت جوانه‌زنی به ترتیب 10 و 11 درصد نسبت به شرایط بدون تنش افزایش یافت (Kaydan and Yagmur, 2008 و Moosavi et al., 2005). دهاندا و همکاران (Dhanda et al., 2004) گزارش نمودند

$$PCV = \frac{\sqrt{\sigma_p^2}}{\bar{x}} \times 100$$

در این روابط به ترتیب GCV و PCV ضرایب تغییرات ژنوتیپی¹ و فنوتیپی²، σ_g^2 واریانس ژنوتیپی، σ_p^2 واریانس فنوتیپی و \bar{x} میانگین صفت در آزمایش می‌باشند. وراثت پذیری عمومی (h_{bs}^2) نیز با استفاده از رابطه 7 محاسبه شد.
(رابطه 7):

$$h_{bs}^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2} \times 100$$

سپس به منظور گروه بندی ارقام و لاین‌های مورد مطالعه و تشخیص شباهت‌ها و تفاوت‌های بین ارقام و لاین‌ها از تجزیه خوشه‌ای³ به روش‌های وارد⁴ و متوسط همسایگی (UPGMA) روی میانگین چهار تکرار ارقام و لاین‌ها در هر دو محیط معمول و تنش شوری با استفاده از نرم‌افزار Stat Graphics Plus (Ver. 2.1) استفاده شد.

با توجه به دندروگرام بدست آمده روش وارد به عنوان روش مناسب تر انتخاب و نتایج آن گزارش گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تحت شرایط بدون تنش (آب مقطر) بین ارقام و لاین‌ها از نظر کلیه صفات مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری وجود داشت. در شرایط تنش شوری نیز بین ارقام برای چهار صفت از هشت صفت مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول 1). نتایج فوق دال

1- GenitipicCoe Hicienot Variation(GCV)

2- Phenotypic Coe Hicienot Variation(PCV)

3- Cluster analysis

4- Wards method

می شود. جیبر و همکاران (Jibr *et al.*, 2002) نیز در مطالعه ای روی جوانه زنی دو رقم گندم در شرایط تنش شوری اعلام کردند که شوری باعث کاهش درصد جوانه زنی، طول ساقه چه و ریشه چه و وزن آن ها شد.

که در شرایط تنش نسبت طول ریشه چه به ساقه چه 40 درصد افزایش می یابد که دلیل آن را می توان به کمبود آب مورد نیاز ساقه چه در شرایط تنش و صادر شدن بعضی پیام های هورمونی ریشه چه برشمرد که نهایتاً منجر به کاهش بیشتر رشد ساقه چه نسبت به ریشه چه

جدول 1- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی صفات جوانه زنی و بنیه بذر ارقام و لاین های جو مورد مطالعه تحت شرایط بدون تنش (آب مقطر) و تنش شوری

Table 1- Analysis of variance (Mean of square) of some seed germination and Vigour traits of studied barley cultivars and line under non-stress condition and salinity stress

	محیط بدون تنش شوری (آب مقطر) Non-Salinity Stress Condition			محیط تنش شوری (24 دسی زیمنس) Salinity Stress Condition (24 dS/m)		
	رقم/لاین Cultivar/Line	خطا Error	ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)	رقم/لاین Cultivar/Line	خطا Error	ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)
طول ریشه چه Primary root length	62.23**	3.33	30.02	0.74**	0.19	69.35
طول ساقه چه Primary shoot length	60.81**	7.61	24.55	1.49 ^{ns}	0.68	92.96
نسبت طول ریشه چه به ساقه چه Primary root to primary shoot length ratio	0.12**	0.01	25.16	4.47**	0.63	76.77
طول گیاهچه Seedling length	236.75**	18.37	24.74	2.66 ^{ns}	1.44	78.38
وزن تر گیاهچه Seedling fresh weight	0.01*	0.005	31.08	0.002**	0.01	59.78
درصد جوانه زنی Germination percentage	3131.29**	58.41	10.76	558.69**	22.91	30.23
میانگین مدت جوانه زنی Mean germination time	0.26**	0.03	13.73	1.70 ^{ns}	0.99	6.14
سرعت جوانه زنی Germination rate	0.06**	0.01	14.55	0.20*	0.07	50.38
شاخص بنیه بذر Seed vigour index	3291529.54**	158721.73	30.88	2316.94 ^{ns}	1089.23	10.67

NS غیر معنی دار و * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال خطای آماری 1 و 5 درصد.

** ns Significant and *and* Gigniticant at $P \leq 0.01$ and $P \leq 0.05$ probablity level respectively.

درصد جوانه زنی بذر ها نیز مانند سایر صفات در اثر تنش کاهش یافت، اما در مقایسه با صفات مورفولوژیک این کاهش بسیار کمتر (0/34 درصد کاهش نسبت به شرایط بدون تنش) بود.

محمدخانی و حیدری (Mohammadkhani and Heidari, 2008) و اوکو و همکاران (Okcu *et al.*, 2005) نیز نتایج مشابهی را در مورد تنش خشکی گزارش نمودند. نتایج این آزمایش نشان داد که

آن ها اعلام کردند که با افزایش میزان شوری این اثرات تشدید شد. همان گونه که در جدول 2 مشاهده می گردد، تاثیر تنش شوری بر دیگر صفات ارزیابی شده منفی می باشد. کمترین آسیب ناشی از تنش شوری مربوط به سرعت جوانه زنی بذر ها بود که تنها 0/34 درصد کاهش نشان دادند در حالی که بنیه بذر ها با حدود 41 درصد کاهش، بیشترین آسیب را از تنش شوری متحمل شد. هرچند که در این مطالعه

سرعت جوانه‌زنی نسبت به درصد جوانه‌زنی از حساسیت بیشتری نسبت به تنش شوری برخوردار بود. آنچه مسلم است برای فعالیت های حیاتی و به دنبال آن جوانه‌زنی بایستی آب به میزان کافی توسط بذر جذب شود. چنانچه جذب آب دچار اختلال شود و یا به کندی صورت گیرد، فعالیت‌های درون بذر نیز به آرامی صورت گرفته و مدت زمان خروج ریشه‌چه از بذر افزایش می‌یابد و به عبارتی سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (Sheriff *et al.*, 1998). همچنین مشخص شد که حساسیت ساقه‌چه نسبت به تنش شوری بیشتر از ریشه‌چه می‌باشد چرا که به ترتیب 11/64 و 8/47 درصد کاهش نسبت به شرایط بدون تنش نشان دادند. کولکارنی و دشیپاندی (Kulkarni and Deshpande, 2007) بیان نمودند که رشد زود هنگام و سریع ریشه‌چه در شرایط تنش خشکی یکی از ویژگی‌های مهم گیاهان مقاوم می‌باشد.

شریف و همکاران (Sheriff *et al.*, 1998) نیز در بررسی اثر شوری بر پنج رقم گندم گزارش کردند که طول ریشه‌چه و ساقه‌چه همه ارقام در شوری 2/5 تا 10 دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با شاهد (آب مقطر) کاهش یافت. آنچه مسلم است با افزایش شوری محلول جذب آب توسط بذر دچار اختلال شده و احتمالاً ترشح هورمون‌ها و فعالیت آنزیم‌ها کمتر شده و در نتیجه رشد (ریشه‌چه و ساقه‌چه) دچار کاهش می‌شود.

در مورد اکثر صفات اندازه‌گیری شده به جز وزن تر گیاهچه، وراثت پذیری عمومی در شرایط بدون تنش بیشتر از شرایط تنش شوری بود. یکی از دلایل کمتر بودن وراثت پذیری در شرایط تنش، بیشتر بودن واریانس خطا در این شرایط است (Blum, 1988). همچنین میانگین مربعات رقم در مورد تمام صفات

ارزیابی شده در شرایط بدون تنش بیشتر از شرایط تنش بود که بیانگر تغییر پذیری بیشتر صفات در شرایط بدون تنش نسبت به تنش می‌باشد (Dhanda, 2004). در شرایط بدون تنش بیشترین وراثت پذیری عمومی در درجه اول برای درصد جوانه‌زنی (92 درصد) و سپس شاخص بنیه بذر (83 درصد) مشاهده شد در حالی که در شرایط تنش شوری، پس از درصد جوانه‌زنی (85 درصد) وزن تر گیاهچه (41 درصد) دارای بیشترین مقدار وراثت پذیری عمومی در بین صفات ارزیابی شده بود (جدول 2). بررسی ضرایب همبستگی ساده بین صفات در شرایط بدون تنش نشان داد که درصد جوانه‌زنی تنها با سرعت جوانه‌زنی دارای همبستگی منفی و معنی‌دار (0/36-) بود. بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار درصد جوانه‌زنی با شاخص بنیه بذر (0/70) مشاهده شد. همبستگی سرعت جوانه‌زنی نیز با تمامی صفات ارزیابی شده منفی بود. بیشترین همبستگی منفی و معنی‌دار این صفت با میانگین مدت جوانه‌زنی مشاهده شد (جدول 3). این گونه استنباط می‌شود که به دنبال افزایش میانگین مدت جوانه‌زنی، ضمن کاهش سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی نهایی بذرها نیز افزایش خواهد یافت که این امری بدیهی به نظر می‌رسد (Golbasy *et al.*, 2009).

همبستگی شاخص بنیه بذر با تمامی صفات مورد مطالعه در این آزمایش معنی‌دار بود. همان گونه که در جدول 3 مشاهده می‌گردد، تحت شرایط بدون تنش بیشترین همبستگی بنیه بذر با صفت طول ریشه‌چه (0/85) و پس از آن با طول گیاهچه (0/83) بود. نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه نیز دارای بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار (0/78) با طول ریشه‌چه بود.

جدول 2- دامنه، میانگین و درصد تغییرات صفت در شرایط تنش شوری نسبت به بدون تنش و پارامترهای ژنتیکی صفات اندازه گیری شده در ارقام و لاین های جو

Table 2- Range, mean, normal to Salinity variation ratio, coefficient of genotypic variation (GCV), coefficient of phenotypic variation (PCV), heritability (h^2) and Normal to Drought h^2 variation Ratio among the studied traits in barley under normal and salinity stress condition.

صفات Traits	محیط Condition	دامنه تغییرات Variation Range	میانگین Men	تغییرات صفت در شرایط تنش شوری نسبت به بدون تنش Normal to Drought Variation Ratio	ضریب تغییرات ژنوتیپی GenitipicCoe Hicienot Variation (GCV)	ضریب تغییرات فنوتیپی Phenotypic Coe Hicienot Variation (PCV)	وراثت پذیری (h^2)	تغییرات وراثت پذیری در شرایط تنش نسبت به بدون تنش Normal to Salinity h^2 Variation Ratio
Primary root length طول ریشه چه	بدون تنش (Normal)	16.20	6.09	-8.48	63.06	69.84	81.52	-99.22
	تنش شوری (Salinity)			-	57.72	90.23	40.92	
Primary shoot length طول ساقه چه	بدون تنش (Normal)	19.04	11.24	-11.65	32.45	40.69	63.57	-178.59
	تنش شوری (Salinity)			-	50.55	105.83	22.82	
Primary root to primary shoot length ratio نسبت طول ریشه چه به ساقه چه	بدون تنش (Normal)	0.77	8.66	-10.32	1.93	2.43	63.27	-326.25
	تنش شوری (Salinity)			-	128.08	164.83	60.38	
Seedling length طول گیاهچه	بدون تنش (Normal)	35.24	17.33	-10.32	42.65	49.31	74.82	11.42
	تنش شوری (Salinity)			-	36.17	86.33	17.55	
Seedling fresh weight وزن تر گیاهچه	بدون تنش (Normal)	0.38	0.23	-3.96	23.59	38.82	36.91	-8.83
	تنش شوری (Salinity)			-	48.40	74.98	41.67	
Germination percentage درصد جوانه زنی	بدون تنش (Normal)	100	70.99	-3.48	39.04	40.50	92.93	-287.05
	تنش شوری (Salinity)			-	73.09	79.10	85.39	
Mean germination time میانگین مدت جوانه زنی	بدون تنش (Normal)	2.07	1.45	0.11	16.47	21.44	58.96	-81.66
	تنش شوری (Salinity)			-	26.05	66.75	15.23	
Germination rate سرعت جوانه زنی	بدون تنش (Normal)	1.00	0.71	-0.34	16.57	22.01	56.66	-276.70
	تنش شوری (Salinity)			-	33.92	60.73	31.19	
Seed vigour index شاخص بنیه بذر	بدون تنش (Normal)	3524	1290.14	-40.75	68.60	75.23	83.15	-99.22
	تنش شوری (Salinity)			-	56.76	120.81	22.07	

ریشه چه (0/53) مشاهده شد (جدول 3). همبستگی درصد جوانه زنی با وزن تر گیاهچه مثبت و معنی دار بود (0/47) و بنابراین می توان استنباط نمود که به دنبال افزایش درصد جوانه زنی، وزن تر گیاهچه ها

در شرایط تنش شوری، همبستگی درصد جوانه زنی با تمامی صفات مورد مطالعه مثبت بود به طوری که بیشترین همبستگی این صفت در درجه اول با شاخص بنیه بذر (0/68) و سپس با طول

*نویسنده مسئول: خداداد مصطفوی، آدرس: کرج، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

E-mail: mostafavi@kiau.ac.ir

تاریخ دریافت: 91/7/3

تاریخ تصویب: 91/11/24

گیاهچه تحت شرایط تنش شوری خواهد داشت. بایومی و همکاران (Bayoumi et al. 2008) بیان نمودند که بین صفات اندازه گیری شده در مرحله گیاهچه‌ای در شرایط تنش و صفات اندازه گیری شده در مرحله گیاه کامل همبستگی وجود دارد به طوری که ژنوتیپ‌هایی که از گیاهچه‌های قوی در شرایط آزمایشگاه برخوردار بودند، دارای عملکرد خوبی در شرایط مزرعه بودند.

نیز افزایش خواهد یافت. نتایج این آزمایش نشان داد که برخلاف شرایط بدون تنش، همبستگی سرعت جوانه زنی با تمام صفات ارزیابی شده به جز میانگین مدت جوانه زنی مثبت بود. بیشترین همبستگی سرعت جوانه زنی نیز با طول ساقه چه مشاهده شد (0/64) و می توان این گونه توضیح داد که در شرایط تنش شوری، به دنبال افزایش سرعت جوانه زنی، ضمن رشد بیشتر طول ریشه چه و ساقه چه، بنیه بذرها نیز افزایش خواهد یافت که تأثیر به سزایی در استقرار و رشد اولیه

جدول 3- همبستگی ساده بین صفات ارزیابی شده در ارقام جو تحت شرایط بدون تنش (بالای قطر) و سطح شوری 24 دسی زیمنس بر متر (پائین قطر).

Table 4- Simple correlation between measured traits in barley cultivar under control condition (on diameter) and 24 dS/m salinity level (diameter under).

صفات (Trait)	1	2	3	4	5	6	7	8
1- درصد جوانه زنی 1-Germination percentage	1	-0.36*	0.30 ^{ns}	0.17 ^{ns}	0.24 ^{ns}	0.70**	0.26 ^{ns}	0.46**
2- سرعت جوانه زنی 2-Germination rate	0.28 ^{ns}	1	-0.31 ^{ns}	-0.25 ^{ns}	-0.29 ^{ns}	-0.40*	-0.27 ^{ns}	0.81**
3- طول ریشه چه 3-Primary root length	0.53**	0.39*	1	0.86**	0.96**	0.85**	0.78**	0.31 ^{ns}
4- طول ساقچه 4-Primary shoot length	0.23 ^{ns}	0.64**	0.50**	1	0.96**	0.75**	0.43*	0.28 ^{ns}
5- طول گیاهچه 5-Seedling length	0.39*	0.62**	0.78**	0.92**	1	0.83**	0.62**	0.30 ^{ns}
6- بنیه بذر 6-Seed vigour index	0.68**	0.37*	0.76**	0.68**	0.81**	1	0.60**	0.44*
7- طول ریشه چه به ساقه چه 7-Primary root to primary shoot ratio	0.19 ^{ns}	-0.30 ^{ns}	0.66**	-0.35 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.09 ^{ns}	1	0.22 ^{ns}
8- میانگین مدت جوانه زنی 8-Mean germination time	0.38*	-0.08 ^{ns}	0.12 ^{ns}	-0.09 ^{ns}	-0.00 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.22 ^{ns}	1

ns غیر معنی دار، * و ** و به ترتیب معنی دار در سطح احتمال خطای آماری 5 و 1 درصد.

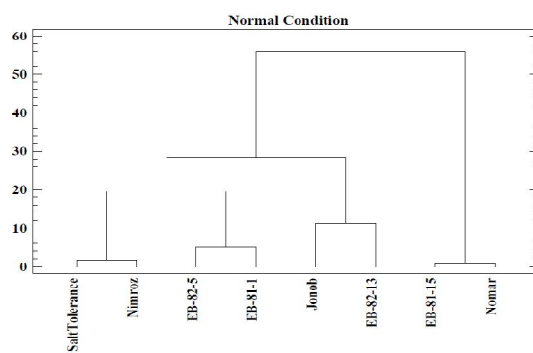
ns not significant, ** and * significant at $P \leq 0.01$ and $P \leq 0.05$ probability level respectively.

صفات مرتبط با مقاومت نسبت به تنش شوری، می توان برای توسعه جمعیت‌های مورد مطالعه از QTL این ژنوتیپ‌ها به عنوان والدین تلاقی استفاده کرد. لاندجوا و همکاران (Landjeva et al., 2008) در پژوهش خود روی گندم، چندین QTL برای صفات ریشه چه و نسبت ریشه چه به ساقه چه پیدا کرده اند. بسیاری از گیاهان زراعی تا حد معینی (حد آستانه) شوری را تحمل می کنند و بعد از آن با افزایش شوری مقدار عملکرد تا حدودی به صورت خطی کاهش می یابد. با توجه به درصد

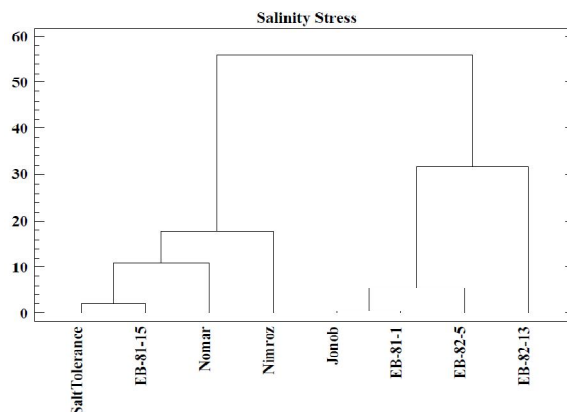
در این آزمایش نتایج تجزیه واریانس برای هر دو شرایط با هم و به صورت جداگانه برای این صفات نشان دهنده تفاوت بسیار معنی داری بین ارقام بود که بیانگر وجود تنوع کافی بین ارقام و لاین‌ها می باشد. با توجه به وراثت پذیری بالای نسبت طول ریشه چه به ساقه چه در شرایط بدون تنش (63 درصد) و تنش شوری (60 درصد) می توان نتیجه گرفت که بین ارقام و لاین‌های استفاده شده در این پژوهش تنوع خوبی برای اصلاح این صفت وجود دارد. به علاوه با توجه به معنی دار بودن تفاوت بین ارقام و لاین‌ها از نظر

هر واحد افزایش در فشار اسمزی باید درصدی به میزان بذر مورد استفاده برای کاشت افزود تا به تراکم بوته مطلوب دست یافت. در ادامه پس از تبدیل هریک از متغیرهای مورد مطالعه به توزیع نرمال Z، تجزیه خوشه‌ای با استفاده از روش Ward در هر دو شرایط بدون تنش و تنش شوری انجام گرفت (شکل‌های 1 و 2). طبق نتیجه حاصله، ارقام و لاین‌های مورد مطالعه تحت هر دو شرایط بدون تنش و تنش شوری در سه گروه مجزا تقسیم بندی شدند. مقایسه دندروگرام بدست آمده در هر دو محیط رشد نشان داد که پاسخ رقم نرمال و لاین EB-81-15 نسبت به تنش شوری مشابه بوده و این دو رقم هم تحت شرایط بدون تنش و هم تحت شرایط تنش شوری رفتار مشابهی بروز می‌دهند. این موضوع در مورد ارقام جنوب و لاین EB-82-13 نیز صادق بود.

تغییرات صفات در شرایط تنش شوری نسبت به شرایط بدون تنش می‌توان بیان نمود که بذره‌های این ارقام جو در مرحله جوانه زنی تنها قادر به تحمل شوری تا سطح کمتر از 24 دسی زیمنس بر متر می‌باشند و با افزایش شدت تنش شوری بیش از این مقدار دچار خسارات شدید می‌شوند. 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 ارقام مورد مطالعه جو برای جوانه زنی و استقرار سریع گیاهچه کمتر از 24 دسی زیمنس بر متر است، لذا توصیه می‌شود بلافاصله بعد از کشت با آبیاری سنگین، خاک در عمق کشت بذر تا کاهش شوری به کمتر از 24 دسی زیمنس بر متر در عصاره اشباع شستشو گردد، تا بذر با جذب آب بتواند سریعاً جوانه زده و مستقر گردد. در غیر این صورت به ازای



شکل 1- تجزیه خوشه‌ای ارقام و لاین‌های جو در شرایط بدون تنش (نرمال) با استفاده از روش وارد.
Fig 1. Cluster analysis of barley cultivars and lines under normal condition using Ward's method.



شکل 2- تجزیه خوشه‌ای ارقام و لاین‌های جو در سطح شوری 24 دسی زیمنس بر متر با استفاده از روش وارد.

Fig 2. Cluster analysis of barley cultivars under salinity stress (24 dS/m) condition using Wards method.

اطمینان از این موضوع می بایست آزمایش های دقیق
مزرعه ای در این زمینه انجام پذیرد.

به طور کلی و با توجه به نتایج به دست آمده از این
پژوهش این گونه استنباط می شود که لاین های
SaltTolerance و EB-81-15 و ارقام نرمال و نیمروز
جزو ارقام مقاوم به شوری در مرحله جوانه زنی بذر و
رشد اولیه گیاهچه محسوب می شوند. اگر چه جهت

References

منابع

- Anonymon, 2003.** International Seed Testing Association, ISTA Handbook on Seedling Evaluation, 3rd ed International seed Terting Assaciation(ISTA), Zurich, Switzerland.
- Bayoumi, T,Y., M,H, Eid and E, M, Metwali. 2008.** Application of Physiological and biochemical indices as a screening technique for drought tolerance in wheat genotypes. African J. Biotechnol. 7:2341-2352.
- Blis, R.D., K. A. Platt-Aloria, W. W. Thomson. 1988.** Osmotic sensitivity in relation to salt sensitivity in germination barley seeds. Plant Cell Environ. 9:721-725.
- Blum, A. 1988.** Plant breeding for stress environments. CRC Press.1:223.
- Dhanda, S,S., G, S, Sethi and R, K, Behl. 2004.** Indices of drought tolerance in wheat genotype at early stages of plant growth. J.Agron Crop Sci. 190:6-12.
- Ekiz ,H. and A. Yilmaz . 2003.** Determination of the salt tolerance of some barley genotypes and the characteristics affecting tolerance .Tturk. J. Agric. 27: 253-260.
- Farokhi, A., S, Galeshi. 2005.** Evaluation of effect of salinity and seed size on germination, conversation of seed reserves and seedling growth soybean (*Glycin max.* L.). Iranian J. Agric Sci. 36:5.1233-1241.
- Gholam, C., Foursy, A., Fares, K. 2002.** Effect of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. Environ. Exp. Botany. 47: 39-50
- Golbashy. M. , Zarabi. M. and Shariatmadari. M.H. 2009.** A study of salinity and drought stress on germination and early growth in Hisun variety of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Abstract Book. The National Conference on Consumption Pattern Reforms in Agricultural and Natural Resources. 25-26 Nov 2009. Razi University. pp:224.
- Irannejad, H., Javanmardi, Z., Golbashy, M., and M, Zarabi. 2009.** Effect of drought stress on germination and early seedling growth in flax cultivars (*Linum usitatissimum* L.). 1st congress of oil crops. University of Isfahan. pp: 154-156
- 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 Micro Prove Tech. 20:625-637.
- Kader, M. A., and S.C. Jutzi. 2004.** Effects of thermal and salt treatments during imbibition on germination and seedling growth of sorghum at 42/19°C. J. Agron. Crop Sci. 190: 35-38.
- Kaydan, D and M, Yagmur. 2008.** Germination, Seedling growth and relative water content of shoot in different seed sizes of triticale under osmotic stress of water and NaCl. African J. Biotechnol. 7:2862-2868.
- Khan, M.A., Gulzar, S. 2003.** Germination responses of *Sporobolus ioclados*: a saline desert grass. J. Arid Environ. 55: 453-464.
- Kingsbury, R. W., E. Epstein and R. W. Pearcy. 1984.** Physiological responses to salinity in selected lines of wheat. Plant Physiol. 74: 417-423.
- Kulkarni, M. and U, Deshpande. 2007.** In Vitro screening of tomato genotypes for drought resistance using polyethylene glycol. African J. Biotechnol. 6:691-696.
- Landjeva, S., K, Neumann., U, Lohwasser, and A, Borner. 2008.** Molecular mapping of genomic regions associated with wheat seedling growth under osmotic stress. Biologia Plantarum. 52:259-266.
- Mohammadkhani, N., and R, Heidari. 2008.** Water Streaa Induced by Polythyene Glycol 6000 Sodium Chloride in Two Maize Cultivars. Pak. J. Biol Sci. 11:92-97.
- Moosavi, S, S., B, Y, Samadi., A, Zali., M, Ghannadha., M, Omid and M, Naghavi. 2005.** Investigation the effect of abscisic acid on drought stress induction in wheat seedling. Czech J. Genet. Plant Breed. 41:273-280.
- Munns, r. & A.Termaat. 1986.** Whole -plant mrponses to salinity. Aust J. Plant Physiology. 13: 143-160.
- Naseer, S. H. 2001.** Response of barley (*Hordeum vulgar* L.) at various growth stages to salt stress .J Biological Sci. 1:5.326-329.
- Okcu, G., M, D, Kaya and M, Atake. 2005.** Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of Pea (*Pisum sativum* L.). Turk. J. Agric. For. 29:237-242.
- Pesarakli, M. 1995.** Selected plants species responses to salt stress. Journal Fac.8:14-27.
- Postini, K. 1999.** Physiological reaction two wheat cultivar to salinity stress. Iranian J. Agric. Sci. 2:124-129.
- Rauf, M., M, Munir., M,U, Hassan., M, Ahmad and M Afzal. 2007.** Performance of wheat genotypes under osmotic stress at germination and early seedling growth stage. African J. Biotechnol.,6:971-975.

Reggiani , R., S. Bozo and A.Bertani. 1995. Effect of salinity on early seedling growth of seeds of three wheat cultivars Can. J. Plant Sci. 75: 175-177.

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.

Soltani, A., Galeshi, S., Zenali, E., and Latifi, N. 2001. Germinatin seed reserve utilization and growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed Sci. Technol. 30:51-60.

Szaboles, I. 1994. Soils and salinization. In Handbook of plant and crop stress. (ed. M. Pessarakli), pp. 1- 12, Marvel Dekker, New York.