مجله زراعت و اصلاح نباتات
جلد ۱۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹٦
صفحات ۷۳-۵۹

بررسی تحمل به شوری لاین‌های پیشرفته گندم در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای

Evaluation of salinity tolerance in advanced lines of wheat in germination stage and seedling growth

محمدرضا صالحی[۱]، اشکبوس امینی[۲*]، اسلام مجیدی هروان[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۱/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۴/۱۵

چکیده

شوری یکی از مهم‌ترین چالش‌ها برای کشاورزی در جهان محسوب می‌شود. به‌منظور ارزیابی تأثیر سطوح مختلف شوری بر جوانه‌زنی و رشد اولیه در گندم، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد. فاکتورهای مورد بررسی شامل ۲۰ ژنوتیپ گندم (۱۷ لاین پیشرفته جدید همراه با ارقام شاهد نارین، افق و ارگ) و٤ سطح شوری حاصل از کلرید سدیم (صفر، ۸، ۱۲ و ۱٦دسی زیمنس بر متر) بودند. شاخص تحمل به شوری (TI)، شاخص بنیه بذر، یکنواختی جوانه‌زنی بذر، درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول و وزن خشک ساقه چه، طول و وزن خشک ریشه‌چه، نسبت طول و وزن خشک ساقه‌چه به طول و وزن خشک ریشه‌چه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ژنوتیپ، شوری و اثر متقابل ژنوتیپ در شوری بر کلیه صفات و شاخص‌ها معنی‌دار بودند. با افزایش شوری، یکنواختی جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول و وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه به‌طور معنی‌داری کاهش ولی نسبت طول و وزن خشک ساقه‌چه به طول و وزن خشک ریشه‌چه افزایش یافت. بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار شاخص تحمل به شوری به‌ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۱۰ (TI=83.13%) و شماره ۸ (TI=54.82%) بود. نتایج تجزیه خوشه‌ای بر اساس کلیه صفات و شاخص‌ها، حاکی از وجود تنوع مقاومت ژنوتیپ‌های مختلف گندم نسبت به شوری بود و بر این اساس ژنوتیپ‌ها در سه گروه متحمل، نیمه متحمل و حساس طبقه‌بندی شدند. ژنوتیپ‌های شماره ۵، ١٤، ۲۰ و ۱۰ با داشتن شاخص تحمل بالا، درصد و سرعت جوانه‌زنی بیشتر و برتری نسبت به ارقام شاهد به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل و ژنوتیپ‌های ۸، ۱۷ و۱۱ با داشتن کم‌ترین مقادیر شاخص تحمل به‌عنوان ژنوتیپ‌های حساس شناسایی شدند، که از لاین‌های برتر و متحمل می‌توان در برنامه‌های اصلاحی در راستای تولید و اصلاح ارقام متحمل به شوری استفاده نمود. شاخص تحمل به شوری با شاخص بنیه بذر، سرعت جوانه‌زنی، طول و وزن ساقه‌چه و نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت.

کلمات کلیدی: گندم، شاخص تحمل، تجزیه کلاستر و تنش شوری

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه کشاورزی گرایش اصلاح نباتات، تهران، ایران.
۲- استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال وبذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۳- استاد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه زراعت واصلاح نباتات، تهران، ایران.
*- مکاتبه کننده E- mail: amini_ashk@ yahoo.com

مقدمه

شوری از مشکلات عمده مناطق خشک و نیمه خشک جهان است و برآوردها حاکی از این است که بیش از ۸۰۰ میلیون هکتار برابر با بیش از ۶ درصد زمین‌های جهان تحت تأثیر سطوح مختلف شوری هستند (FAO, 2011). طبق گزارش سیمیت ۸ الی ۱۰ درصد از مناطق تحت کشت گندم در کشورهای ایران، هند، پاکستان، لیبی و مکزیک تحت تأثیر شوری می‌باشند (Colmer *et al.*, 2006). شیوع مشکل شوری به‌ویژه در نقاط خشک جهان با افزایش فعالیت‌های کشاورزی، تغییرات اقلیمی و مدیریت نامناسب در شیوه‌های آبیاری اراضی زراعی رو به افزایش است. در اکثر مناطق خشک جهان که راه‌کاری جز آبیاری با آب شور برای تولید محصولات زراعی وجود ندارد، شور شدن خاک غیر قابل اجتناب است (Flowers and Flowers, 2005). متأسفانه این پدیده به‌تدریج به یک مشکل عمده مخصوصاً در مناطق خشک و نیمه خشک ایران تبدیل شده است. در حدود ۲۰ درصد از اراضی کشور (حدود ۳۴ میلیون هکتار) تحت تأثیر شوری قرار دارد که ۸/۵ میلیون هکتار آن شدیداً تحت تأثیر شوری است (Cheraghi *et al.*, 2009). شوری تأثیر چند جانبه‌ای بر گیاهان زراعی داشته و باعث بروز تنش اسمزی، سمیت یونی و اختلال در تعادل یونی می‌شود (Munns *et al.*, 2006). دامنه تحمل گیاهان نسبت به شوری متفاوت است و انتخاب گیاه برای کشت در زمین‌های شور، باید از دیدگاه‌های مختلف بررسی شود (Khan and Gulzar, 2003). تحمل گیاه به شوری در مرحله استقرار جوانه به‌طور چشم‌گیری از گیاهی به گیاهی دیگر متفاوت بوده و نیز با مفهوم تحمل که بر مبنای عملکرد استوار است همبستگی ندارد زیرا تحمل به‌هنگام استقرار جوانه به‌مفهوم بقای گیاه دریک شوری معین است درحالی‌که مقاومت بعد از استقرار جوانه عملکرد را تعیین می‌کند (Grattan *et al.*, 2004). در گیاهانی که با بذر تکثیر می‌شوند، مرحله جوانه‌زنی به خاطر تأثیری که بر تراکم گیاهان دارد بسیار مهم و حساس است، زیرا بقای گیاه و استقرار آن در مراحل ابتدایی رشد به آن وابسته است (Jalali *et al.*, 2008).

یکی از مراحل حساس گیاه به تنش شوری، مرحله جوانه‌زنی است (Kader and Jutzi, 2004). جوانه‌زنی پدیده‌ای پیچیده و مشتمل بر تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی بوده که حاصل فعال شدن جنین است. اگرچه تنش شوری در تمام مراحل رشدی گیاه می‌تواند رخ دهد، اما با توجه به این‌که شرایط استقرار اولیه و بقای گیاه، در عملکرد نهایی تأثیر زیادی دارد، لذا تنش شوری در مرحله گیاهچه‌ای، می‌تواند برای گیاه بسیار مضر باشد (Tajbakhsh and Ghiyasi, 2009; Ghorbani *et al.*, 2008).

شوری به‌عنوان یک تنش غیرزنده، مشکلات زیادی در جوانه‌زنی بذر به وجود می‌آورد، افزایش محتوای نمک در محیط از یک‌سو باعث کاهش جذب آب توسط بذرها، به‌دلیل پتانسیل پایین اسمزی محیط، شده و از طرف دیگر باعث سمیت و ایجاد تغیر در فعالیت‌های آنزیمی آن‌ها می‌شود (Khan *et al.*, 2005; Ahmad *et al.*, 2005) در چنین شرایطی جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه ضعیف شده و عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد. مقصودی مود و مقصودی (Maghsoudi Moud and Maghsoudi, 2008) با بررسی شوری در ارقام مختلف گندم مشاهده کردند که تفاوت‌های ژنتیکی بین ارقام، از نظر پاسخ به شوری در مرحله جوانه‌زنی وجود داشت. آن‌ها بیان کردن که تحت شرایط شوری، سرعت طویل شدن ساقه و ریشه کاهش می‌یابد، از طرفی استقرار گیاهچه‌ها به‌دلیل ضعیف بودن ریشه‌چه و ساقه‌چه، در این شرایط کاهش می‌یابد. نتایج حاصل از

مطالعات مختلف نشان می‌دهد که گیاهان در مرحله جوانه‌زنی حساسیت بیشتری به تنش شوری دارند این موضوع در گندم (Ragab *et al*., 2008) و جو (Ali *et al*., 2003) مشاهده و گزارش شده است. سرعت و درصد جوانه‌زنی بذور از جمله مهم‌ترین عواملی می‌باشند که تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرند. کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی احتمالاً به این دلیل است که تنش شوری علاوه بر مسمومیتی که در گیاه ایجاد می‌کند باعث پایین رفتن پتانسیل اسمزی محیط بذر یا ریشه شده و رشد آن‌ها را با مشکل مواجه می‌سازد (Irannejad *et al*., 2009). قلی‌نژاد (Gholinezhad, 2014) با بررسی اثر سطوح مختلف شوری در ۸ ژنوتیپ گندم، نشان داد که شوری اثر بسیار معنی‌داری را بر درصد جوانه‌زنی، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، یکنواختی جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و طول ریشه‌چه داشت. همچنین بنا به گزارش وی با افزایش شوری کلیه صفات فوق کاهش یافتند. پایین بودن بنیه بذر به دو طریق ممکن است بر عملکرد اثر بگذارد اول آن‌که درصد گیاهچه‌های سبز شده کم‌تر از حد مورد انتظار شده و در نتیجه تراکم گیاهی به کم‌تر از حد معمول می‌رسد، دوم آن‌که ممکن است سرعت رشد گیاه‌چه در چنین گیاهانی کم‌تر از سرعت رشد گیاهان حاصل از بذر قوی باشد (Chauhan et *al*., 2012).

مقاومت به شوری در مرحله جوانه‌زنی گیاهان بیشتر تحت تأثیر فشار اسمزی و سمیت نمک می‌باشد. کاهش پتانسیل آب، سرعت جذب بذر را تحت تأثیر قرار داده و با منفی شدن بیشتر آن درصد جوانه‌زنی در شرایط مزرعه گلخانه مشکل است، زیرا شبیه‌سازی شرایط مشابه مناطق شور بسیار مشکل می‌باشد، لذا مطالعه در این مورد معمولاً در شرایط آزمایشگاه انجام می‌شود (Mostafavi and Heydarian, 2012). در بین گیاهان مختلف و حتی واریته‌های مختلف از یک گونه از نظر مقاومت به شوری در مرحله جوانه‌زنی تفاوت‌های زیادی وجود دارد. آگاهی و درک واکنش و رشد گیاه‌چه بذور در انتخاب ارقام متحمل به شوری مفید است. با توجه به این‌که که مراحل جوانه‌زنی نقش تعیین کننده‌ای در تحمل به شوری ایفا می‌کند، بنابراین در چنین شرایطی ژنوتیپ‌هایی که بتوانند بهتر جوانه‌زده و استقرار یابند می‌توانند رشد و عملکرد بهتری در مراحل بعدی داشته باشند. بر این اساس هدف از انجام این آزمایش، بررسی اثرات تنش شوری بروی خصوصیات و شاخص مرتبط با جوانه‌زنی در لاین‌های پیشرفته جدید گندم به‌منظور شناسایی لاین‌های برتر جهت استفاده در برنامه‌های اصلاحی در راستای تولید و اصلاح ارقام متحمل به شوری بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی خصوصیات جوانه‌زنی و شاخص‌های مرتبط با آن در لاین‌های پیشرفته جدید گندم نسبت به تنش شوری، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در آزمایشگاه تحقیقات شوری، بخش تحقیقات غلات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح (۰، ۸، ۱۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر) و۲۰ ژنوتیپ گندم (۱۷ لاین پیشرفته جدید همراه با ارقام شاهد نارین، افق و ارگ) بود (جدول ۱). در ابتدا جهت ضدعفونی، بذرها به مدت یک دقیقه در محلول ۵ درصد هیپوکلرید سدیم قرار گرفتند و سپس با آب مقطر شسته شدند. هر واحد آزمایشی شامل یک پتری دیش ضدعفونی شده به قطر ۹ سانتی‌متر بود که یک عدد کاغذ صافی در کف آن قرار گرفته و سپس۲۰ عدد بذر ضدعفونی شده بر روی آن چیده شد. سپس به هر پتری دیش ۷ میلی‌لیتر محلول نمک کلرید سدیم با شوری‌های

مربوطه اضافه گردید. پتری دیش‌ها به‌مدت ده روز در اتاقک رشد در دمای ۲۵/۱۵ (شب/ روز) درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۰ درصد قرار گرفتند.

به‌منظور یکنواختی در تکرار آزمایش، پس از تهیه محلول غذایی میزان Ec آن اندازه‌گیری و در صورت نیاز میزان نمک تنظیم گردید. مقدار نمک لازم برای تهیه محلول‌ها از رابطه ۱ استفاده شد و Ec نهایی مجدداً با Ec متر اندازه‌گیری گردید (Fajeria, 1999).

(رابطه ۱)

$$EC \times 640 = mgNacl/L$$

تعداد بذور جوانه‌زده (بذرهایی جوانه‌زده تلق شدند که طول ریشه‌چه آن‌ها دو میلی‌متر یا بیشتر بود) روزانه شمارش گردید. در انتهای آزمایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه اندازه‌گیری شد. علاوه بر این، ریشه‌چه و ساقه‌چه هر واحد آزمایشی به‌طور جداگانه در آون و با حرارت ۷۲ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد. سپس وزن خشک آن‌ها توسط ترازو دیجیتال تعیین و نسبت طول و وزن خشک ساقه‌چه به ریشه‌چه نیز محاسبه گردید. شاخص‌های درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، یکنواختی جوانه‌زنی و شاخص تحمل به شوری محاسبه شدند.

نحوه محاسبه شاخص‌ها به شرح زیر می‌باشد (Tajbakhsh and Ghiyasi , 2009):

(رابطه۲)

$$GP = (Ni/S) \times 100$$

در این فرمول GP درصد جوانه‌زنی و Ni تعداد بذور جوانه‌زده در هر روز وS تعداد کل بذور کشت شده می‌باشد.

شاخص سرعت جوانه‌زنی[1] با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Mauromicale and Licandro, 2002):

(رابطه ۳)

$$\text{شاخص سرعت جوانه‌زنی (درصد)} = \frac{G2}{2}+\frac{G3}{3}+\frac{G4}{4}+\frac{G5}{5}+\frac{G6}{6}$$

در این رابطه GR شاخص سرعت جوانه‌زنی و G5،G6، G4، G3 و G2 به‌ترتیب درصد جوانه‌زنی در۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ روز پس از جوانه‌زنی است.

شاخص بنیه بذر (SV) نیز از حاصل‌ضرب مجموع طول ریشه‌چه (RL) و ساقه‌چه (PL) و درصد جوانه‌زنی (GP) به‌دست آمد (Bajji *et al.*, 2000).

(رابطه ۴)

$$SV = (PL + RL) \times GP$$

یکنواختی جوانه‌زنی (GU)[2] با استفاده از رابطه ۵ به‌دست آمد:

(رابطه ۵)

$$GU = D10 - D90$$

که در آن زمان تا۱۰ درصد، حداکثر جوانه‌زنی D10 و زمان تا ۹۰ درصد، حداکثر جوانه‌زنی D90

در یکنواختی جوانه‌زنی هر چقدر قدر مطلق عدد به‌دست آمده کم‌تر باشد نشان‌دهنده این است که یکنواختی جوانه‌زنی بیشتر است (Soltani *et al.*, 2001)

برای محاسبه شاخص تحمل به شوری[3] (TI) طبق رابطه زیر عمل شد (Sopha *et al.*, 1991):

(رابطه ۶)

$$\text{شا خص تحمل به شوری (TI)} = TWSs/TWSc$$

1- Germination Rate Index
2- Germination uniformity
3- Stres Tolerance of Index

که در این رابطه TWSs و TWSc به‌ترتیب وزن خشک ساقه‌چه‌های تحت تنش و وزن خشک ساقه‌چه‌های شاهد است.

در پایان تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS ver 9.1 و مقایسه میانگین تیمارها به‌وسیله آزمون LSD انجام شد. و ضرایب همبستگی بین صفات و شاخص‌ها و هم‌چنین تجزیه خوشه‌ای (کلاستر) داده با استفاده از روش وارد (Wards method) با استفاده از نرم‌افزار SPSS ver 16 انجام گردید.

جدول۱- نام/ شجره ژنوتیپ‌های گندم نان مورد استفاده

Table 1. Name / Parentage of the bread wheat genotypes

شماره ژنوتیپ Genotypes No.	نام/ شجره Name/Parentage
1	Narin (Check1) (نارین: شاهد۱)
2	Ofogh (Check2) (افق: شاهد۲)
3	Arg (Check3) (ارگ: شاهد۳)
4	BAM/ Fiocco//KAVIR
5	BAM// Kauz/Sorkhtokhm/3/SISTAAN
6	BAM// Kauz/Sorkhtokhm/3/SISTAAN
7	BAM/WEEBILL1//KAVIR
8	BAM/WEEBILL1//Sistan
9	BAM/3/ IRENA/BABAX//PASTOR/4/SISTAAN
10	AKBARI/ WEEBILL1/3/Opata*2/Wulp//Mrn
11	SISTAAN // 1-70-28/BCN 88/3/KAVIR
12	SISTAAN/4/1-66-22//Bow"s"/Crow"s"/3/Kavir/6/1-66-22//Bow"s"/Crow"s"/3/Kavir
13	1-66-22//Bow"s"/Crow"s"/3/Kavir /4/ IRENA/BABAX//PASTOR/5/SISTAAN
14	1-66-22//Bow"s"/Crow"s"/3/Kavir /4/ IRENA/BABAX//PASTOR/5/SISTAAN
15	Bam/webill1//Akbari
16	Bam/webill1//Akbari
17	Pishtaz/7/T.Aest/5/Ti/4/La/3/Fr/Kad//Gb/6/F13471/Crow"
18	Pishtaz/7/T.Aest/5/Ti/4/La/3/Fr/Kad//Gb/6/F13471/Crow"
19	Spn/Mcd//Cama/3/Nzr/4/Passarinho/5/Yaco/2*Parus/6/Pishtaz
20	Nik.N/3/Kj1//Maya"S"/Mon"S"*2/5/Omid/4/Bb/Kal//Ald/3/Y50E/3*Kal//Emu

نتایج و بحث

نتایج به‌دست آمده از تجزیهٔ واریانس صفات نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها برای تمامی صفات طول و وزن ریشه‌چه، طول و وزن ساقه‌چه، نسبت طول و وزن ساقه‌چه به طول وزن ریشه‌چه و شاخص‌های یکنواختی جوانه‌زنی بذر، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، بنیه بذر و شاخص تحمل به شوری اختلاف معنی‌داری ($P<0.01$) وجود داشت. همچنین اثر شوری و اثر متقابل ژنوتیپ در شوری نیز برای تمامی صفات و شاخص‌ها معنی‌دار بود (جدول ۲). اختلاف آماری معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها بیانگر وجود تنوع ژنتیکی زیاد بین مواد گیاهی مورد بررسی و احتمال وجود سازوکارهای متفاوت بین آن‌ها در واکنش به تنش شوری است. وجود تنوع ژنتیکی مؤثر در صفات مرتبط با تحمل به شوری برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل با عملکرد بالا و درک بهتر سازوکارهای مرتبط با تحمل به تنش شوری در گندم می‌تواند مؤثر باشد (Amini *et al.*, 2016). مقصودی‌مود و مقصودی

(Maghsoudi Moud and Maghsoudi, 2008) با بررسی شوری در ارقام مختلف گندم مشاهده کردند که تفاوت‌های ژنتیکی بین ارقام، از نظر پاسخ به شوری در مرحله جوانه‌زنی وجود داشت. در مطالعه قلی‌نژاد (Gholinezhad, 2014) نیز در بررسی خود گزارش نمود که شوری اثر بسیار معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، یکنواختی جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، و طول ریشه‌چه دارد.

جدول ۲- تجزیه واریانس ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر و گیاه‌چه در ژنوتیپ‌های مختلف گندم

Table 2. Analysis of variance for seed germination and seedling characteristics of wheat genotypes

منابع تغییر S.O.V	Df	میانگین مربعات (MS)										
		RL	SL	RW	SW	SL/RL	SW/RW	GP	GR	SV	GU	TI
شوری Salinity	3	739.5 **	536.67 **	514.98 **	1066.8 **	3.688 **	31.987 **	5708.5 **	4547.4 **	2398.05 **	80.378 **	55366.5 **
ژنوتیپ Genotype	19	7.990 **	5.757 **	5.936 **	21.919 **	0.995 **	3.279 **	471.163 **	325.88 **	20.459 **	16.205 **	435.58 **
ژنوتیپ × شوری Salinity×Genotype	57	5.735 **	1.952 *	4.684 **	4.130 *	0.341 **	2.534 **	229.83 *	52.94 **	13.094 **	7.339 **	190.10 **
Error	160	0.443	0.717	0.67	1.949	0.08	0.682	134.64	20.781	2.46	0.896	76.709
Cv%		14.84	17.38	17.4	14.79	21.37	23.5	14.25	19.01	19.12	25.01	12.87

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

* , ** : significant at 5% and 1%level of probability, respectively

RL: Radicle length (cm); SL: Shoot length (cm); RW: Radicle dry weight (mg); SW: Shoot dry weight (mg); SL/RL: Shoot length/ Radicle length; SW/RW: Shoot dry weight Radicle dry weight; GP: Germination percent; GR: Germination speed; SV: Seed vigour; GU: Germination uniformity; TI: salinity tolerance index.

RL: طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)؛SL: طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)؛ RW: وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم)؛ SW: وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم)؛ SL/RL: نسبت طول ساقه‌چه به طول ریشه‌چه؛ SW/RW: نسبت وزن خشک ساقه‌چه به وزن خشک ریشه‌چه؛ GP: درصد جوانه‌زنی؛ GR: شاخص سرعت جوانه‌زنی، SV: شاخص بنیه بذر؛ GU: یکنواختی جوانه‌زنی بذر (روز)؛ TI: شاخص تحمل به شوری

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد ژنوتیپ‌های شماره ۹، ۵، ۲۰، ۶، ۱۱ و ۱۴ با میانگین طول ریشه‌چه به‌ترتیب ۵/۸۱۹، ۵/۷۸۸، ۵/۷۲۵، ۵/۲۶۹، ۵/۲۰۶ و ۵/۱۲۵ سانتی‌متر، از طول ریشه‌چه بیشتری برخوردار و نسبت به ارقام شاهد برتری معنی‌دار داشتند. این ژنوتیپ‌ها (به‌جز لاین ۹) از میانگین طول ساقه‌چه بیشتری نیز برخوردار بودند، ولی بیش‌ترین مقدار طول ساقه‌چه مربوط به شاهد ارگ (با میانگین ۶/۲۲۸ سانتی‌متر) بود و ژنوتیپ‌های شماره ۲۰، ۱۰، ۶، ۵ و ۱۴ در مراتب بعدی قرار داشتند البته این اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول ۳).

بیش‌ترین مقدار وزن خشک ریشه‌چه مربوط به لاین‌های ۵، ۹، ۴، ۳ (رقم ارگ) و ۱۴ و بالاترین مقدار وزن خشک ساقه‌چه نیز مربوط به لاین‌های ۱۴ و ۱۰ بود (جدول ۳). لاین‌های ۱۳، ۱۱، ۱۷ و ۸ از کم‌ترین مقدار وزن خشک ساقه‌چه برخوردار بودند. لاین‌های ۱۹، ۸، ۱۸، ۱۲، ۱۱، ۱۵ و ۱۷ کم‌ترین مقدار وزن خشک ساقه‌چه را به خود اختصاص داده و در مقایسه با ارقام شاهد ارگ، نارین و افق با اختلاف معنی‌دار در وضعیت پایین‌تری از لحاظ وزن خشک ساقه‌چه قرار داشتند (جدول ۳).

مقایسه میانگین داده‌ها در تیمارهای مختلف شوری نشان داد که با افزایش شوری طول و وزن خشک ساقه‌چه و طول و وزن خشک ریشه‌چه به‌طور معنی‌داری کاهش ولی نسبت طول و وزن خشک ساقه‌چه به طول و وزن خشک ریشه‌چه افزایش یافت (جدول ۴).

همان طوری‌که مشاهده می‌شود با افزایش شوری و رسیدن آن از صفر به ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر مربع طول ریشه‌چه از ۸/۹۹۵ به ۱/۱۳۹ (۸۷ درصد) و در حالی‌که طول ساقه‌چه از ۸/۴۷۹ به ۱/۶۳۸ (یعنی ۸۰ درصد) کاهش یافته است. همچنین با افزایش تنش شوری از صفر به ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر مربع میزان تغییرات وزن خشک ریشه‌چه (۷۷ درصد) از وزن خشک ساقه‌چه (۶۹ درصد) بیشتر بود، به‌عبارت‌دیگر وزن خشک ریشه‌چه نیز همانند طول آن در مقایسه با ساقه‌چه، در اثر تنش شوری کاهش بیشتری نشان داده است. با توجه به نتایج آزمایش چنین استدلال می‌شود که طول و وزن خشک ریشه‌چه حساسیت بیشتری نسبت به شوری دارد. این یافته با نتایج مصطفوی و حیدریان (Mostafavi and Heydarian, 2012) مطابقت داشت که گزارش کردند در اثر تنش شوری طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش یافته ولی حساسیت ریشه‌چه حساسیت بیشتری دارد. محققان مختلف بر کاهش وزن خشک و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در اثر تنش شوری تأکید داشته‌اند (Ekiz and Yilmaz, 2003). در مطالعه‌ای که روی سه رقم گندم صورت گرفت نشان داده شد که درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و همچنین وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در هر سه رقم در اثر شوری کاهش یافت (Igbal *et al.*, 1998). در بررسی قلی‌نژاد (Gholinezhad, 2014) نیز وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه در اثر تنش شوری کاهش یافت.

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با افزایش شوری، درصد و سرعت جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، به‌طوری‌که شوری ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شاهد (صفر دسی‌زیمنس بر متر) درصد و سرعت جوانه‌زنی را به‌ترتیب ۵۶ و ۲۳ درصد کاهش داد (جدول ۴). قربانی و همکاران (Gorbani *et al.*, 2008) و قلی‌نژاد (Gholinezhad, 2014) نشان دادند که با افزایش تنش شوری سبب کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و یکنواختی جوانه‌زنی شد. بایبوردی و طباطبایی (Bybordi and Tabatabaei, 2009) اعلام کردند که کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی با کاهش جذب آب در مرحله آبگیری و تورژسانس ارتباط دارد.

لاین‌های ۱۷،۱۱، ۸ و ۱۸ از درصد جوانه‌زنی کم‌تری در مقایسه با بقیه ژنوتیپ‌ها و ارقام شاهد برخوردار بودند و این اختلاف از لحاظ آماری نیز معنی‌دار بود در مقابل، ژنوتیپ‌های ۱۵، ۵ و ۲۰ بالاترین مقدار درصد جوانه‌زنی را به خود اختصاص دادند. ارقام شاهد افق و نارین و لاین‌های شماره ۱۰ و ۱۴ نیز در مراتب بعدی از لحاظ درصد جوانه‌زنی قرار گرفتند و این اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. همان‌طوری که مشاهده می‌شود ژنوتیپ‌های شماره ۵، ۱۰، ۲۰ و ۱۴ در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها از شاخص سرعت جوانه‌زنی بالاتری برخوردار بوده و نسبت به ارقام شاهد (ارگ، افق و نارین) نیز برتر می‌باشند. لاین‌های ۱۷، ۱۱، ۸ و ۱۸ از کم‌ترین مقادیر شاخص سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر پایین و همچنین عدم برخورداری از یکنواختی جوانه‌زنی برخوردار هستند همان‌طوری که اشاره گردید این لاین‌ها از درصد جوانه‌زنی پایین‌تری نیز برخوردار بودند (جدول ۳). مراحل جوانه‌زنی نقش تعیین‌کننده‌ای در تحمل به شوری ایفا می‌کند، بنابراین در چنین شرایطی ژنوتیپ‌هایی که بتوانند بهتر جوانه‌زده و استقرار یابند می‌توانند رشد و

عملکرد بهتری در مراحل بعدی داشته باشند (Kader and Jutzi, 2004).

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها در تیمارهای مختلف شوری همچنین حاکی از کاهش بسیار معنی‌دار یکنواختی جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر، در اثر افزایش تنش شوری بود (جدول۴). به‌نظر می‌رسد که با کاهش پتانسیل اسمزی و جذب آب در شرایط تنش شوری و در نتیجه کاهش سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی جوانه‌زنی کاهش یافت که با نتایج سایر محققان مطابقت داشت (Shamsadin Saeid, 2008; Rafee, 2000). شمس‌الدین سعید و همکاران (Shamsadin Saeid, 2008) اعلام کردند که با افزایش شوری روند کاهشی پایداری در یکنواختی جوانه‌زنی مشاهده گردید. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها نشان داد که ژنوتیپ‌های ۵، ۱۶، ۱۰، ۶، ۲۰، ۱۲، ۷ و ۱۴ از یکنواختی جوانه‌زنی بذر مناسب برخوردار بودند و در مقایسه با ارقام شاهد و بقیه لاین‌ها جوانه‌زنی یکنواختی داشتند.

در یکنواختی جوانه‌زنی هر چقدر قدر مطلق عدد به‌دست آمده کمتر باشد نشان‌دهنده این است که یکنواختی جوانه‌زنی بیشتر است (Soltani *et al.*, 2001).

مقایسه میانگین داده‌ها همچنین نشان داد که با افزایش شوری، شاخص بنیه بذر به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول۴). بیش‌ترین مقدار شاخص بنیه بذر مربوط به ژنوتیپ‌های۵، ۶، ۲۰ و ۱۴کم‌ترین آن نیز مربوط لاین‌های شماره ۸، ۱۷ و ۱۸ بود. مصطفوی (Mostafavi, 2011) نیز بر کاهش بنیه بذر در اثر تنش شوری تأکید داشت. پایین بودن بنیه بذر به دو طریق ممکن است بر عملکرد اثر بگذارد اول آن‌که درصد گیاه‌چه‌های سبز شده کمتر از حد مورد انتظار شده و در نتیجه تراکم گیاهی به کمتر از حد معمول می‌رسد، دوم آن‌که ممکن است سرعت رشد گیاه‌چه در چنین گیاهانی کمتر از سرعت رشد گیاهان حاصل از بذر قوی باشد (Chauhan *et al.*, 2012).

محاسبه شاخص تحمل به شوری و مقایسه میانگین آن نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار شاخص تحمل به شوری به‌ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۱۰ (TI= 83.13%) و شماره ۸ (TI= 54.82%) می‌باشد. در کل ژنوتیپ‌های ۵، ۱۰، ۲۰، ۱۴، ۶، ۹، ۱۵، ۱۹ و ۴ نسبت به شاهدهای نارین، ارگ و افق از شاخص تحمل به شوری بیشتری داشتند و نسبت با ارقام شاهد از تحمل بیشتری برخوردار بودند. میانگین شاخص تحمل به شوری لاین‌های ۸، ۱۷، ۷، ۱۲ و ۱۱ از میانگین شاخص تحمل به شوری ارقام شاهد ارگ، افق و نارین (TI=66.89) کمتر بود و به عبارتی این لاین‌ها در مقایسه با ارقام شاهد و بقیه لاین‌ها حساس به شوری بودند. به‌منظور بررسی ارتباط صفات و شاخص‌های مرتبط با جوانه‌زنی در جهت تعیین صفات مؤثر و مرتبط با تحمل به شوری، ضرایب همبستگی فنوتیپی ساده بین صفات با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون برآورد شدند (جدول ۵). بالاترین ضریب همبستگی بین درصد و سرعت جوانه‌زنی ($r=0.84^{**}$) و طول ریشه‌چه با شاخص بنیه بذر ($r=0.85^{**}$) مشاهده شد. صفت وزن خشک ساقه‌چه با صفات یکنواختی جوانه‌زنی، درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، بنیه بذر و شاخص تحمل به شوری همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت درحالی‌که همبستگی وزن خشک ریشه‌چه فقط با بنیه بذر و طول ریشه‌چه مثبت و معنی‌دار و نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه منفی و معنی‌دار بود (جدول ۵).

مقصودی مود و مقصودی (Maghsoudi Moud and Maghsoudi, 2008) با بررسی شوری در ارقام گندم همبستگی مثبت و معنی‌دار بر روی برخی خصوصیات

جوانه‌زنی مانند طول ریشه‌چه و ساقه‌چه پیدا کردند. همبستگی شاخص تحمل به شوری (TI) با صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، نسبت وزن خشک ساقه‌چه به ریشه‌چه و شاخص بنیه بذر مثبت و معنی‌دار بود، بنابراین می‌توان از این صفات و شاخص‌ها در انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل در مرحله جوانه‌زنی استفاده نمود. قلی‌نژاد (Gholinezhad, 2014) در مطالعه اثر شوری در ارقام گندم، همبستگی شاخص تحمل به شوری با صفات یکنواختی جوانه‌زنی، شاخص سرعت جوانه‌زنی، وزن خشک ساقه‌چه و شاخص جوانه‌زنی را مثبت معنی‌دار گزارش کرده است.

گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس خصوصیات و شاخص‌های مورد مطالعه و شاخص تحمل به تنش شوری با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد (Ward's method) انجام و ژنوتیپ‌ها در ۳ گروه قرار گرفتند (شکل۱).

ژنوتیپ‌های ۸، ۱۷، ۱۸ و ۱۱ در گروه اول قرار گرفتند که این ژنوتیپ‌ها دارای شاخص تحمل به تنش پایین و از لحاظ خصوصیات درصد و سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، یکنواختی جوانه‌زنی و وزن خشک ریشه‌چه نسبت به ارقام شاهد و بقیه لاین‌های در رتبه پایین‌تری قرار دارند و بر اساس شاخص‌های جوانه‌زنی و تحمل به شوری به‌عنوان ژنوتیپ‌های حساس تعیین شدند. ژنوتیپ‌های شماره ۱۰، ۵، ۲۰، ۱۴، ۱۵ و شاهد افق در یک گروه دیگر قرار گرفتند این گروه از لحاظ شاخص تحمل به شوری، درصد و سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی بذر و شاخص بنیه بذر نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها و ارقام شاهد در وضعیت بالاتری قرار داشته و به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل شناخته می‌شوند. بقیه ژنوتیپ‌ها در گروه سوم قرار گرفتند که از لحاظ خصوصیات و شاخص‌های جوانه‌زنی و شاخص تحمل به شوری حد واسط دو گروه قبلی می‌باشند. همان‌طوری که پیداست نتایج تجزیه خوشه‌ای بر اساس کلیه صفات و شاخص‌های مطالعه شده، حاکی از وجود تنوع مقاومت ژنوتیپ‌های مختلف گندم نسبت به شوری بود و بر این اساس ژنوتیپ‌ها به‌طور نسبی در سه گروه متحمل، نیمه متحمل و حساس طبقه‌بندی شدند. لذا از این تنوع مقاومت می‌توان در برنامه‌های اصلاحی برای تنش شوری بهره‌مند شد.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی تنش شوری سبب کاهش تمامی خصوصیات جوانه‌زنی همچون درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، شاخص بنیه بذر، یکنواختی جوانه‌زنی بذر و شاخص تحمل به شوری در تمامی ارقام مورد آزمایش شد. ولی با افزایش شوری، نسبت طول و وزن خشک ساقه‌چه به طول و وزن خشک ریشه‌چه افزایش یافت که این به‌علت حساس‌تر بودن طول و وزن ریشه‌چه در مقایسه با ساقه‌چه نسبت به شوری است .پاسخ جوانه‌زنی ارقام مختلف گندم در سطوح شوری مختلف متفاوت بود به‌طوری‌که ژنوتیپ‌های ۵، ۱۰،۲۰، ۱۴، ۶، ۹، ۱۵، ۱۹ و ۴ با داشتن شاخص تحمل به شوری در مقایسه با شاهدهای نارین، ارگ و افق و بقیه لاین‌ها، تحمل بیشتری برخوردار بودند. در این میان ژنوتیپ‌های ۵، ۱۰، ۲۰ و ۱۴ که علاوه بر شاخص تحمل به شوری، از درصد و سرعت جوانه‌زنی بالا و شاخص بنیه بذر بیشتر و وزن خشک ساقه‌چه بیشتر و جوانه‌زنی یکنواخت نیز برخوردار بودند، به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل و در مقابل لاین‌های ۸، ۱۷ و ۱۱ که ضمن داشتن شاخص تحمل به شوری کمتر، در مقایسه با ارقام شاهد ارگ، افق و نارین و بقیه ژنوتیپ‌ها، از لحاظ خصوصیات درصد و سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، وزن خشک ساقه‌چه و یکنواختی جوانه‌زنی نیز در وضعیت پایین‌تری قرار داشتند، به‌عنوان ژنوتیپ‌های حساس به

شوری شناسایی شدند. بنابراین از این تنوع مقاومت ارقام می‌توان در برنامه‌های اصلاحی برای ایجاد ارقام متحمل به شوری بهره‌مند شد. هر چند در این زمینه باید تحقیقات بیشتری در مورد اثر شوری روی مراحل مختلف رشدی و گیاه بالغ در شرایط مزرعه صورت گیرد.

جدول ۳- مقایسه میانگین خصوصیات جوانه‌زنی و شاخص‌های مرتبط با آن در ژنوتیپ‌های گندم

Table3. Mean comparison for germination traits & related indices in wheat genotypes

Gen. No	RL	SL	RW	SW	SL/RL	SW/RW	GP	GR	SV	GU	TI
Narin (Check1)	4.490	4.885	4.883	10.41	1.118	2.333	87.23	23.57	8.433	-3.417	64.147
Ofough(Check2)	3.081	4.931	4.312	8.946	1.932	2.464	87.23	28.46	7.152	-3.000	68.505
Arg (Check3)	4.884	6.228	5.467	11.15	1.437	2.319	81.11	26.02	9.432	-3.083	68.003
4	4.404	5.411	5.408	11.06	1.272	2.204	81.11	25.61	8.267	-3.833	69.180
5	5.788	5.447	5.879	9.521	1.083	2.011	88.88	31.79	10.25	-1.083	75.104
6	5.725	5.535	4.998	11.07	1.371	2.600	78.88	27.42	10.19	-2.417	72.306
7	4.350	4.986	4.465	10.06	1.385	3.230	81.13	24.63	8.078	-3.167	63.485
8	3.519	3.228	4.100	7.292	1.025	1.947	72.77	14.63	5.738	-5.333	54.820
9	5.819	4.277	6.004	8.887	0.867	1.673	81.65	19.52	8.997	-5.083	71.276
10	3.854	5.452	3.474	11.84	1.949	3.606	85.00	30.74	8.163	-2.667	83.127
11	5.206	4.527	4.983	8.176	0.856	1.725	70.00	17.53	8.011	-4.250	65.312
12	4.147	4.115	4.992	7.786	1.092	2.842	80.56	21.55	7.676	-3.333	64.266
13	4.607	4.683	3.992	10.03	1.109	3.056	84.98	22.82	8.310	-5.167	67.803
14	5.125	5.437	5.358	11.92	1.185	3.229	86.10	29.08	9.466	-3.417	73.470
15	3.850	4.831	4.438	8.609	1.314	2.510	88.90	28.06	8.161	-4.250	70.968
16	4.454	4.455	4.492	9.306	1.114	2.598	82.23	22.41	7.805	-2.917	62.038
17	3.622	4.797	3.611	8.618	1.364	2.397	67.23	14.48	6.188	-5.333	66.699
18	3.385	4.351	4.286	7.579	1.306	1.873	73.88	18.48	6.155	-4.917	68.088
19	4.147	4.127	4.063	7.879	1.077	2.186	81.11	22.12	7.280	-5.333	70.097
20	5.269	5.738	4.925	9.601	1.461	2.543	88.35	30.68	10.13	-3.667	72.63
LSD5%	0.537	0.683	0.660	1.126	0.228	0.666	9.36	3.675	1.264	0.736	7.061

RL: Radicle length (cm); SL: Shoot length (cm); RW: Radicle dry weight (mg); SW: Shoot dry weight (mg); SL/RL: Shoot length/ Radicle length; SW/RW: Shoot dry weight Radicle dry weight; GP: Germination percent; GR: Germination speed; SV: Seed vigour; GU: Germination uniformity; TI: salinity tolerance index.

RL: طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)؛SL: طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)؛ RW: وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم)؛ SW: وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم)؛ SL/RL: نسبت طول ساقه‌چه به طول ریشه‌چه؛ SW/RW: نسبت وزن خشک ساقه‌چه به وزن خشک ریشه‌چه؛ GP: درصد جوانه‌زنی؛ GR: شاخص سرعت جوانه‌زنی، SV: شاخص بنیه بذر؛ GU: یکنواختی جوانه‌زنی بذر (روز)؛ TI: شاخص تحمل به شوری

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی و شاخص‌های مرتبط با آن در ژنوتیپ‌های گندم

Table 4. Mean comparison of different levels of salinity on germination traits & related indices in wheat genotypes

سطوح شوری ds/m	RL	SL	RW	SW	SL/RL	SW/RW	GP	GR	SV	GU	TI
0	8.995	8.497	7.338	13.931	1.003	2.013	92.89	35.85	16.34	- 2.10	100
8	5.449	5.893	7.088	11.524	1.105	1.685	85.56	24.36	9.824	-4.067	83.59
12	2.362	3.461	2.742	8.022	1.474	3.181	76.33	20.23	4.567	-4.233	57.85
16	1.139	1.638	1.658	4.261	1.481	2.989	70.89	15.48	2.046	-4.733	30.61
LSD5%	0.240	0.305	0.295	0.503	0.102	0.297	4.184	1.644	0.565	0.341	3.16

RL: Radicle length (cm); SL: Shoot length (cm); RW: Radicle dry weight (mg); SW: Shoot dry weight (mg); SL/RL: Shoot length/ Radicle length; SW/RW: Shoot dry weight Radicle dry weight; GP: Germination percent; GR: Germination speed; SV: Seed vigour; GU: Germination uniformity; TI: salinity tolerance index.

RL: طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)؛SL: طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)؛ RW: وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم)؛ SW: وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم)؛ SL/RL: نسبت طول ساقه‌چه به طول ریشه‌چه؛ SW/RW: نسبت وزن خشک ساقه‌چه به وزن خشک ریشه‌چه؛ GP: درصد جوانه‌زنی؛ GR: شاخص سرعت جوانه‌زنی، SV: شاخص بنیه بذر؛ GU: یکنواختی جوانه‌زنی بذر (روز)؛ TI: شاخص تحمل به شوری

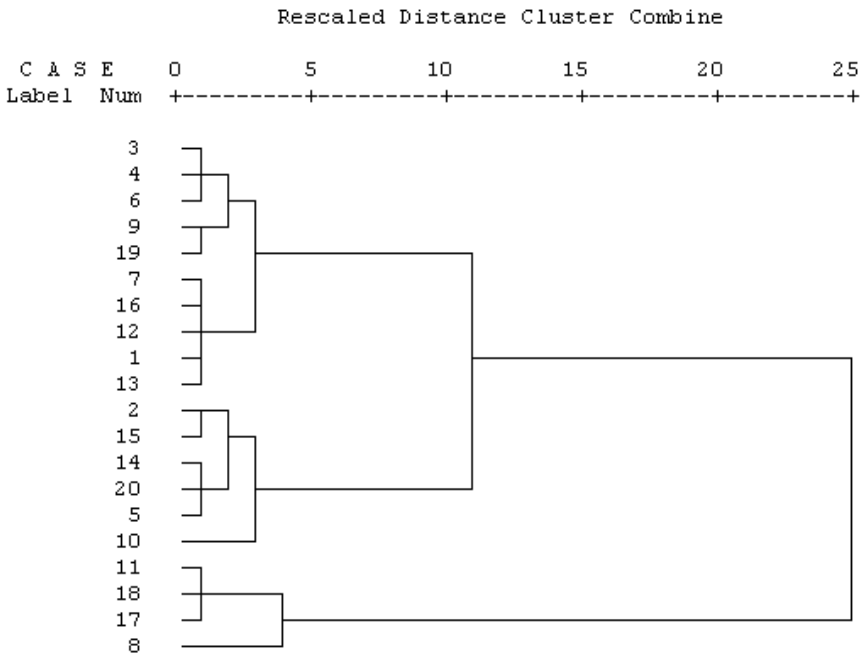
جدول ۵- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مختلف ژنوتیپ‌های گندم

Table 5. Simple correlation coefficients among traits of wheat genotypes.

Trait صفت	GP	GR	RL	SL	RW	SW	SL/RL	SW/RW	SV	TI
GU یکنواختی جوانه‌زنی	0.51*	0.74**	0.35	0.61**	0.38	0.53**	0.35	0.32	0.62**	0.36
GP درصد جوانه‌زنی		0.84**	0.22	0.43*	0.27	0.45*	0.28	0.39	0.59**	0.44 *
GR سرعت جوانه‌زنی			0.30	0.75**	0.27	0.65**	0.52**	0.48*	0.73**	0.68**
RL طول ریشه‌چه				0.41*	0.75**	0.38	-0.44*	-0.14	0.85**	0.29
SL طول ساقه‌چه					0.32	0.80**	0.50*	0.35	0.73**	0.61**
RW وزن خشک ریشه‌چه						0.22	-0.42*	-0.38	0.67**	0.08
SW وزن خشک ساقه‌چه							0.39	0.58**	0.64**	0.53**
SL/RL طول ساقه‌چه/طول ریشه‌چه								0.53**	-0.01	0.46*
SW/RW نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه									0.177	0.33
SV بنیه بذر										0.52**

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

* and **: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively



شکل ۱- دندوگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های گندم بر اساس خصوصیات و شاخص‌های جوانه‌زنی بر اساس روش Ward

Fig1. Dendrogram of cluster analysis of wheat genotypes based on studied traits & indices using Ward's method.

اعداد داخل شکل نشان‌دهنده شماره ژنوتیپ‌ها هستند (به جدول ۱ مراجعه شود)

Numbers inside the figure are genotypes no (See Table 1).

References **فهرست منابع**

Ahmad, M., B. H. Niazi., B. Zaman., and M. Athar. 2005. Varietals differences in agronomic performance if six Wheat varieties grown under saline field environment. Indian Journal of Environment Science and Technology, 2(1): 49-57.

Ali, R. M., and H. M. Abbas. 2003. Response of salt stressed barely seedlings to phenyl urea. Plant Soil and Environment. 49(4): 158 – 162.

Amini, A., R. Amirnia., and H. Gazvini. 2016. Evaluation of relationship between physiological and agronomic traits related to salinity tolerance in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. Iranian Journal of Crop Sciences. 17(4): 329- 348.

Bybordi A., and J. Tabatabaei. 2009. Effect of salinity stress on germination and seedling properties in canola cultivars (*Brassica napus* L.). Not Bot Hort Agrobot Cluj, 37(2): 71-76.

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.

Cheraghi, S. A., M. Y. Hasheminejhad., and M. H. Rahimian. 2009. An overview of the salinity problemin Iran: Assessment and monitoring technology. In: Advances in the assessment and monitoring of salinization and status of biosaline agriculture Reports of expert consultation held in Dubai, United Arab Emirates, 26–29 November 2007. World Soil Resources Reports No. 104. FAO, Rome, p 21-22.

Chauhan, R.R., R. Chaudhary., A. Singh., and P. K. Singh. 2012. Salt tolerance of *Sorghum bicolor* cultivars during germination and seedling growth. Research Journal of Recent Sciences, 1(3): 1-10.

Doulatabadian, A., S. A. M. Modarres Sanavy., and F. Etemadi. 2009. Effect of pretreatment of salicylic acid on wheat seed germination under salt stress. J. Bio. IRAN.21 (4): 692-702.

Ekiz, H., and A. Yilmaz. 2003. Determination of the salt tolerance of some barley genotypes and the characteristics affecting tolerance. Turk J Agric For. 27:253-260.

Fajeria, N. K. 1999. Crop Yield Increase. Pub. University Jahad of Mashhad. P460.

FAO. 2011. FAO land and plant nutrition management service. Available on line at: http: //www.fao.org/ag/agl/agll/spush/. Accessed 25 November 2011.

Flowers, T. J., and S. A. Flowers. 2005. Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders? Agricultural Water Management, 78: 15-24.

Gholinezhad, E. 2014. The effects of salinity stress on related germination traits of wheat genotypes. J. Bio. IRAN. 27(2):276-287.

Ghorbani, M.H., A. Soltani., and S. Amiri. 2008. The effect of salinity and seed size on response of wheat germination and seedling growth. J. Agric. Sci. Natur. Resour, 14(6): 44-52.

Grattan, S. R., C. M. Grieve., J. A. Poss., P. H. Robinson., D. L. Suarez., and S. E. Benes. 2004. Evaluation of salt tolerant forages foe sequential water reuses systems. I. Biomass production. Agricultural Water Management,70: 109-120.

Igbal, N. H., Y. Ashraf., Z. Javed., and G. H. Shah. 1998. Effects of salinity on germination and seeding growth of wheat (Triticum aestivum *L.*). Pakistan Journal of Biological sciences, 1(3): 226-227.

Irannejad, H., Z. Javanmardi., M. Golbash., and M. Zarabi. 2009. Effect of drought stress on germination and early seedling growth in flax cultivars (C*Linum usitatissimum* L.). 1st congress of oil crops. University of Isfahan, pp: 154-156.

Jalali, V.R., M. Homayi., M. Saber., and M. Eskandari. 2008. Comparison of canola germination in solution of CaCl2, NaCl+ and natural saltwater. J. Soil and Water, 21(2): 209-218.

Kader, M. A., and S. C. Jutzi .2004. Effects of thermal and salt treatments during imbibition on germination and seedling growth of sorghum at 14/19 ^{0}C. J. Agron. Crop Sci. 190: 35-38.

Khan, B. A., A. N. Khan., and T. H. Khan. 2005. Effect of salinity on the germination of fourteen Wheat cultivars. Gomel University Journal of Research, 21: 31-33.

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

Maghsoudi Moud, A., and K. Maghsoudi. 2008. Salt stress effects on respiration and growth of germinated seeds of different Wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. World Journals of Agricultural Science, 4(3): 351-358.

Mauromicale. G., and P. Licandro. 2002. Salinity and Temperature effects on germination, emergence and seedling growth of globe artichoke. Agron. J. 22: 443-450.

Mostafavi, K. H., and H. Heydarian. 2012. Effects of different salinity levels on germination indices in four sunflower varieties. 8(4): 123-131.

Mostafavi, K. 2011. An Evaluation of Sunflower genotypes (*Carthamus tinctorius* L.), Seed Germination and Seedling Characters in salt Stress Conditions. Afr. J. Agric. Res. 6 (7): 1667-1672

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

Munns, R., R. A. James., and A. Lauchli. 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals." Journal of Experimental Botany, 57(5): 1025.

Rafee, M. 2000. Effect of salinity stress on seeds germination of Beet. 6th Iranian Crop Sciences Congress. Babolsar. P275.

Ragab, A. M., F. A. Hella., and M. Abd El-Hady. 2008. Water salinity impacts on some properties and nutrients uptake by Wheat plant in sandy calcareous soil. Australian Journal of Basic and Applied Science, 2(2): 225 – 233.

Shamsadin Saeid, M., H. Farahbakhsh., and A. A. Maghsodi mod. 2008. Effects of salinity stress on germination, vegetative growth and some of physiological traits canola cultivars. Sci. Tech. Agric. Natur. Res. 11(41): 191-202.

Sopha, V. T., E. Savage., A. O. Anacle., and C. A. Beyl. 1991. Vertical differences of wheat and triticale to water stress. J. Agron. And Crop Sci. 167: 23-28.

Tajbakhsh, M., and M. Ghiyasi. 2009. Seed Echology. Pub. University Jahad of Urmia University. p134

Evaluation of salinity tolerance in advanced lines of wheat in germination stage and seedling growth

M. R. Salehi[1], A. Amini[2]*, E. Majidi-Heravan[3]

Received date: 14 April 2016
Accepted date: 6 July 2017

Abstract

Salinity stress is one of the most important challenges for agriculture in world that reduces germination and limits growth of crop. In order to investigation of different levels of salinity stress effects on germination, vegetative and some germination indices an experiment was performed in factorial form using a completely randomized design with 3 replications at Seed and Plant Improvement Institute Karaj. First factor encompass 20 genotypes (including Narin, Ofough and Arg varieties as checks) and second factor, four levels of salinity treatment (0 , 8, 12 and 16 ds/m), were used. Traits germination percent, germination rate, radicle length, plumule length, seedling length, plumule/radicle length ratio, dry weight of radicle, dry weight of seedling, plumule/radicle dry weight ratio, germination uniformity, seed vigor index and salinity tolerance index (TI) were studied. Results analysis of variance showed that between genotypes, salinity stress and their interaction for all traits had significant difference. The most and the least of TI were belonged to genotype no. 10 (TI=83.13%) and genotype no 8 (TI=54.82%) respectively. Salinity tolerance index (TI) had positive and significant correlation with germination percent, germination rate, plumule length, dry weight of seedling, plumule/radicle dry weight ratio and seed vigor index. Based on cluster analysis genotypes were divided into 3 different groups. Finally based on salinity tolerance index and all of germination traits, and results of cluster analysis, genotypes no 5, 20, 10 and 14 were determined as the most tolerant genotypes and better than checks cultivars, that can be recommended to using of this genotypes for future breeding programs tolerance to salinity stress, and genotypes No. 8, 11 and 17 as the most susceptible genotypes.

Key words: Salinity stress, Wheat, Cluster analysis, Germination indices

1- M.Sc. Student, Department of Plant Breeding, Science and Research branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2.Assistant professor, Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
3. Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Science and Research branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
*- Corresponding author: amini_ashk@ yahoo.com