



تحقیقات غلات

دوره هفتم / شماره چهارم / زمستان ۱۳۹۶ (۵۱۸-۵۰۳)

ارزیابی تنوع ژنتیکی ارقام گندم نان اصلاح شده در کشور از نظر صفات مرتبط با جوانه‌زنی تحت شرایط نرمال و تنش اسمزی

حسین رامشینی^{۱*}، طاهره میرزازده^۲، محسن اسماعیل‌زاده مقدم^۳، فاطمه امینی^۴ و رضا امیری^۵

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱/۱۷

تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۲۵

چکیده

گندم نان یکی از مهم‌ترین محصولات غذایی در ایران و جهان است که هر سال ارقام زیادی از آن اصلاح و معرفی می‌شوند. به‌منظور بررسی تنوع صفات مرتبط با جوانه‌زنی در شرایط بدون تنش و تنش اسمزی در ۳۰ رقم گندم نان که طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۰۹ معرفی شده‌اند، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورها شامل ۳۰ رقم و تنش اسمزی (صفر، ۲، ۴، ۶- بار شبیه‌سازی شده با PEG6000) بود. نتایج نشان داد که رقم قدیمی زمستانه امید در هر دو شرایط غیرتنش و تنش ۶- بار دارای بیشترین مقدار وزن خشک زیست‌توده بود. از نظر شاخص حساسیت محاسبه شده بر اساس وزن خشک زیست‌توده، ارقام سبلان، زارع و طبسی متحمل‌ترین و ارقام نوید، مغان ۲ و گلستان، حساس‌ترین رقم‌ها بودند. در تجزیه خوشه‌ای تحت شرایط تنش ۶- بار، ژنوتیپ‌های سبلان و امید با فاصله زیاد از دیگر ژنوتیپ‌ها در خوشه جداگانه‌ای قرار گرفتند. مقایسه واریانس ژنتیکی بین ارقام آزاد شده قدیمی و ارقام جدید نشان داد که برای صفات طول ساقه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه، واریانس ژنتیکی به‌طور معنی‌داری در ارقام جدید کاهش یافته است. این نتیجه نشان داد که ارقام جدیدتر در مقایسه با ارقام قدیمی‌تر در مورد این صفات تنوع ژنتیکی کمتری داشتند. بنابراین توصیه می‌شود در برنامه‌های به‌نژادی از منابع ژنتیکی متنوع‌تری استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: زیست‌توده، ویژگی‌های ریشه، پلی‌اتیلن‌گلایکول (PEG)

- ۱- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران
- ۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران
- ۳- دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
- ۴- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران
- ۵- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران

* نویسنده مسئول: ramshini_h@ut.ac.ir

مقدمه

(Dhanda *et al.*, 2004) تنوع ژنتیکی ۳۰ رقم گندم را برای صفات مرتبط با جوانه‌زنی بررسی کردند. آنها نشان دادند که به طور کلی وراثت‌پذیری صفات در شرایط تنش کمتر از شرایط نرمال بود. در این آزمایش نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه در شرایط تنش بیشتر شد. در مورد صفات مورد مطالعه تنوع بالایی مشاهده شد. سلطانی و همکاران (Soltani *et al.*, 2006) در مطالعه‌ای تاثیر تنش اسمزی شبیه‌سازی شده با PEG (6000) را بر گیاهچه‌های گندم نان مطالعه کردند. در این مطالعه مشخص شد که تنش اسمزی به طور عمده بر انتقال مواد غذایی از بذر به گیاهچه تاثیر می‌گذارد. سلطانی و همکاران (Soltani *et al.*, 2007) نشان داده‌اند که با افزایش تنش خشکی مؤلفه‌های جوانه‌زنی شامل درصد جوانه‌زنی نهایی، سرعت جوانه‌زنی و وزن خشک گیاهچه‌ها کاهش می‌یابد. سعیدی و همکاران (Saeedi *et al.*, 2007) گزارش کردند که کاهش پتانسیل اسمزی برخلاف درصد و سرعت جوانه‌زنی، بنیه جوانه‌زنی با سرعت و شیب زیادتر در ژنوتیپ‌های مختلف کاهش پیدا می‌کند. السیدینگ و همکاران (El Siddig *et al.*, 2013) در مطالعه‌ای تنوع ژنتیکی ارقام گندم نان را در مرحله گیاهچه‌ای ارزیابی کردند. در این مطالعه تنوع زیادی از نظر صفات گیاهچه‌ای مانند طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه دیده شد.

در مورد جوانه‌زنی در گیاهان زراعی، بهبود حتی چند درصد از میزان جوانه‌زنی در محیط‌هایی که از لحاظ آب محدودیت وجود دارد بسیار مهم است. هدف از انجام این مطالعه بررسی تنوع صفات مرتبط با جوانه‌زنی شامل ریشه‌چه و ساقه‌چه در سطوح متفاوت تنش خشکی شبیه سازی شده به وسیله PEG در تعدادی از ارقام گندم نان بود که در دوره زمانی ۸۰ ساله در کشور معرفی شده‌اند. همچنین با توجه به نگرانی در مورد کاهش تنوع ژنتیکی در این دوره اصلاحی، تنوع ژنتیکی ارقام قدیمی با ارقام جدید مقایسه شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۲ به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات پردیس ابوریحان دانشگاه تهران انجام شد. به دلیل وجود تعداد زیاد پتری‌ها در هر تکرار، آماده‌سازی و اندازه‌گیری

گندم نان (*Triticum aestivum* L.) از نظر اهمیت و میزان تولید، اولین غله دنیاست و در کشورهای مختلف جهان و به‌ویژه کشورهای در حال توسعه به‌عنوان منبع اصلی تامین کننده کالری و پروتئین انسان شناخته شده است. ارزش غذایی بالا، هضم آسان، تنوع و مرغوبیت فرآورده‌های آن، سهولت تبدیل، نگهداری و سایر ویژگی‌ها، گندم را در میان سایر غلات متمایز کرده است (Abdmishani and Shahnejat Bushehri, 1997).

بخش زیادی از زمین‌های اختصاص یافته به زراعت گندم در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار گرفته است. در این مناطق به علت محدودیت منابع آب، عملکرد گندم به شدت کاهش می‌یابد. بر این اساس خشکی از عمده‌ترین عوامل محدود کننده تولید برای زراعت گندم و سایر محصولات زراعی در ایران و جهان است. بنابراین اصلاح برای تحمل به خشکی از اهمیت ویژه‌ای در سطح برنامه‌های به‌نژادی ملی و بین‌المللی برخوردار است (Ahmadi *et al.*, 2003). گیاهان بر مبنای اینکه در چه مرحله‌ای از نمو خود در معرض تنش خشکی و کم آبی قرار گرفته باشند واکنش متفاوتی به کمبود رطوبت نشان می‌دهند. جوانه‌زنی زود، سریع، یکنواخت و کامل بذرها، باعث سطح سبز مطلوب، رشد اولیه گیاهان و استفاده بهتر از نور خورشید و افزایش عملکرد می‌شود. تنش خشکی می‌تواند در کاهش سرعت جوانه‌زنی تأثیرگذار باشد و ناکافی بودن رطوبت لایه‌های سطحی خاک برای جوانه‌زنی و به دنبال آن تنش خشکی در مرحله گیاهچه یکی از عوامل مهم در عدم استقرار مطلوب گیاهچه در مناطق خشک می‌باشد. مرحله جوانه‌زنی و اوایل رشد گیاهچه مهم‌ترین مرحله استقرار گیاه است که می‌تواند تولید موفق گیاه را تضمین کند (Rebetzke and Richards, 1999). افزایش عملکرد در شرایط کمبود رطوبت، نیاز به ژنوتیپ‌های متحمل و اعمال مدیریت مناسب برای افزایش کارایی مصرف آب دارد (Passioura, 2006).

جوانه‌زنی شامل فرآیندهای مربوط به انتقال مواد ذخیره‌ای به محور جنین و شروع فعالیت‌های متابولیک و رشد آن است (Boydak *et al.*, 2003). این مرحله از رشد گیاه در استقرار آن در سطح زمین نقش مهمی دارد. جوانه‌زنی یکنواخت به ویژه در شرایط تنش خشکی باعث پوشیده شدن سریع سطح زمین شده و از هدر رفتن آب در اثر تبخیر جلوگیری می‌کند. ژاندا و همکاران

محلول به ترتیب با حل کردن ۱۱۸/۲، ۱۷۶/۵ و ۲۲۱/۷ گرم پلی اتیلن گلايکول ۶۰۰۰ بر اساس پیشنهاد میچل و کافمن (Michel and Kaufmann, 1973) در یک لیتر آب مقطر اتوکلاو شده با کمک فرمول زیر به دست آمد:

(۱)

$$\Psi_s = -(1.18 \times 10^{-2})C - (1.18 \times 10^{-4})C^2 + (2.67 \times 10^{-4})CT + (8.39 \times 10^{-7})C^2T$$

که در آن C غلظت PEG-6000 (گرم در کیلوگرم آب) و T دما به سلسیوس است.

همه تکرارها در یک زمان امکان پذیر نبود و بنابراین برای تفکیک خطاهای احتمالی ناشی از زمان اندازه گیری ها، هر زمان اندازه گیری به عنوان یک بلوک در نظر گرفته شد. عوامل مورد بررسی شامل ۳۰ رقم گندم نان که از سال ۱۳۰۹ تا ۱۳۸۹ در کشور آزادسازی شده اند (جدول ۱) و چهار سطح پتانسیل اسمزی بود. برای مقایسه تنوع ژنتیکی ارقام قدیم و ارقام جدید، ژنوتیپها بر اساس سال آزادسازی به دو گروه مساوی که هر گروه دارای ۱۵ ژنوتیپ بود تقسیم شدند. در شرایط بدون تنش از آب مقطر و در شرایط تنش از محلول پلی اتیلن گلايکول ۶۰۰۰ با پتانسیل اسمزی ۲-، ۴- و ۶- بار استفاده شد. این

جدول ۱- فهرست ارقام گندم نان مورد مطالعه و سال معرفی آنها

Table 1. Bread wheat cultivars list which were studied and the year they were released

شماره Number	ارقام قدیمی Old varieties	سال آزادسازی Year of release	شماره Number	ارقام جدید Modern varieties	سال آزادسازی Year of release
1	Inia اینیا	1968	16	Golestan گلستان	1986
2	Sardari سرداری	1930	17	Parsi پارسی	2008
3	Adl عدل	1976	18	Pishgam پیشگام	2008
4	Karaj 3 کرج ۳	1976	19	Zare زارع	2010
5	Shole شعله	1957	20	Darya دریا	2007
6	Azadi آزادی	1979	21	Ghods قدس	1989
7	Tabasi طبسی	1951	22	Alamot الموت	1995
8	Shahpasand شاهپسند	1942	23	Alvand الوند	1995
9	Khalij خلیج	1960	24	Zarin زرین	1995
10	Roshan روشن	1957	25	Chamran چمران	1997
11	Karaj 2 کرج ۲	1973	26	Darab 2 داراب ۲	1995
12	Moghan 2 مغان ۲	1974	27	Shahryar شهریار	2002
13	Omid امید	1956	28	Tos طوس	2002
14	Karaj 1 کرج ۱	1973	29	Navid نوید	1990
15	Sabalan سبلان	1981	30	Pishtaz پیشتاز	2002

سوم به بعد هر ۲۴ ساعت شمارش انجام گرفت. زمانی که حدود یک میلی متر از ریشه چه مشخص بود بذر به عنوان جوانه زده در نظر گرفته شد. در روز پایانی آزمایش (روز هشتم) صفات تعداد ریشه چه، طول ریشه چه، طول کلتوپتیل و طول ساقچه در همه بذره های جوانه زده در هر پتری اندازه گیری شد. به منظور اندازه گیری وزن خشک، ابتدا ریشه چه ها و ساقچه های مربوط به هر ژنوتیپ از بذر جدا شد و سپس به صورت جداگانه به مدت ۴۸ ساعت در داخل آون در دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار داده شد. وزن خشک ساقچه ها و ریشه چه ها به وسیله ترازوی

هر واحد آزمایشی شامل یک پتری دیش پلاستیکی استریل به قطر ۱۰ سانتی متر دارای یک برگ کاغذ صافی و ۱۰ میلی لیتر از محلول با سطوح مختلف تنش اسمزی مورد نظر بود. برای ضد عفونی بذرها از محلول هیپوکلریت سدیم ۰/۵ درصد به مدت ۳ دقیقه استفاده شد. در داخل هر پتری تعداد ۲۰ عدد بذر سالم و هم اندازه قرار گرفت. پتری ها هم زمان داخل ژرمناتور با دمای 24 ± 1 درجه سلسیوس به مدت هشت روز قرار داده شدند. برای اندازه گیری صفات مرتبط با جوانه زنی در سه روز اول هر ۱۲ ساعت تعداد بذره های جوانه زده شمارش شدند و از روز

انجام گرفت. همان‌طور که گفته شد، برای تفکیک خطاهای احتمالی ناشی از زمان اندازه‌گیری‌ها، هر زمان اندازه‌گیری به‌عنوان یک بلوک در نظر گرفته شد و پتری‌های هر تکرار در یک زمان آماده‌سازی و صفات مربوطه اندازه‌گیری شدند. تجزیه خوشه‌ای بر اساس مربع فاصله اقلیدسی و روش UPGMA بر اساس صفات مورد بررسی انجام گرفت. شاخص‌های تحمل برای صفت وزن خشک زیست‌توده (مجموع وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه) در سطح صفر (به‌عنوان نرمال) و سطح ۶- بار تنش اسمزی (به‌عنوان تنش) محاسبه شد. این شاخص‌ها شامل شاخص حساسیت به تنش (SSI)، شاخص تحمل تنش (TOL و STI)، بهره‌وری متوسط (MP)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) و میانگین هارمونیک (HM) بودند (Fisher, 1981; Rosielle and Hamblin, 1992; Fernandez, 1992). برای شناسایی ارقام متحمل به تنش، تجزیه به مولفه‌های اصلی بر اساس این شاخص‌ها با استفاده از نرم‌افزار R (The R Project, version 2.14.1) انجام شد. برای مقایسه تنوع ژنتیکی صفات در ارقام قدیم (آزاد شده قبل از سال ۱۳۶۵) و ارقام جدید (آزاد شده پس از سال ۱۳۶۵)، واریانس ژنتیکی بر پایه امید ریاضی میانگین مربعات به‌دست آمد (Schultz, 1955) و با توجه به بزرگتر بودن واریانس‌ها در ارقام قدیم برای بیشتر صفات، از آزمون F برای معنی‌دار بودن تفاوت واریانس‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر تنش خشکی بر همه صفات مورد مطالعه بسیار معنی‌دار بود. بین ژنوتیپ‌ها نیز از نظر همه صفات اندازه‌گیری شده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. همچنین اثر متقابل ژنوتیپ در تنش برای همه صفات بسیار معنی‌دار به دست آمد که نشان‌دهنده پاسخ متفاوت ژنوتیپ‌ها به تنش خشکی است (نتایج ذکر نشده است).

اثر تنش خشکی بر صفات مورد بررسی

برای بیشتر صفات اندازه‌گیری شده، تنش خشکی ۲- و ۴- بار تفاوت معنی‌داری نسبت به شرایط بدون تنش نداشتند (نتایج ذکر نشده است). بنابراین به نظر می‌رسد تنش‌های ۲- و ۴- بار برای جداسازی ژنوتیپ‌های متحمل

دیجیتال با دقت ۰/۰۱ اندازه‌گیری شدند. مجموع وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه به‌عنوان وزن خشک زیست‌توده در نظر گرفته شد. بر اساس اطلاعات حاصل از شمارش بذره‌های جوانه‌زده در هر روز تا پایان روز هشتم، صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، بنیه‌بذر، میانگین زمان جوانه‌زنی، متوسط جوانه‌زنی روزانه و ضریب سرعت جوانه‌زنی محاسبه شد.

درصد جوانه‌زنی بر اساس رابطه ۲ محاسبه شد (Al-Mudaris, 1998):

$$GP = \frac{N_g}{N_t} \times 100 \quad (2)$$

که در آن N_g و N_t به ترتیب تعداد بذره‌های جوانه‌زده و تعداد کل بذره‌های مورد ارزیابی هستند.

بنیه بذر با رابطه ۳ به‌دست آمد (Dhanda et al., 2004):

$$SVI = (RL + SL) \times G(\%) \quad (3)$$

که در آن SVI بنیه بذر، RL و SL به ترتیب طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و G درصد جوانه‌زنی پایانی هستند. میانگین زمان جوانه‌زنی از طریق رابطه ۴ محاسبه شد (Al-Mudaris, 1998):

$$MGT = \frac{\sum D_n}{\sum n} \quad (4)$$

که در آن MGT میانگین زمان جوانه‌زنی (روز)، D زمان در واحد روز از زمان کاشت بذرها و n تعداد بذره‌های جوانه‌زده در روز است. روز تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی برای هر ژنوتیپ بر اساس فرمول میانه به دست آمد. متوسط جوانه‌زنی روزانه (MDG) از نسبت درصد جوانه‌زنی نهایی (TGP) به طول دوره آزمایش (TD) بر اساس رابطه ۵ محاسبه شد (Hunter et al., 1984):

$$MDG = \frac{TGP}{TD} \quad (5)$$

ضریب سرعت جوانه‌زنی (CVG) که شاخصی از سرعت و شتاب جوانه‌زنی بذر است، از رابطه ۶ محاسبه شد (Al-Mudaris, 1998):

$$CVG = \frac{1}{MGT} \quad (6)$$

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از جوانه‌زنی بر اساس آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار با نرم‌افزار SAS (نسخه ۹) انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد

گلستان، کرج ۲ و عدل به ترتیب با ۰/۷۰، ۰/۷۰ و ۰/۷۸. اختصاص داشته است. تولید بیشتر ریشه‌چه نسبت به ساقه‌چه به معنی آن است که مواد ذخیره‌ای موجود در آندوسپرم بذر بیشتر صرف تولید ریشه‌چه شده است که این امر در شرایط تنش به دلیل آنکه به استقرار گیاهچه کمک می‌کند مفید خواهد بود. از طرفی با توسعه بیشتر ریشه‌ها جذب آب در این شرایط بهتر صورت می‌گیرد. افزایش نسبت وزن و طول ریشه به وزن و طول ساقه در شرایط تنش دلایل متعددی می‌تواند داشته باشد. یکی از این دلایل این است که بافت ریشه نسبت به بافت ساقه حساسیت کمتری به خشکی دارد. همچنین هورمون آبسزیک اسید (ABA) که در شرایط تنش خشکی تولید می‌شود رشد ریشه را افزایش و رشد اندام هوایی را کاهش می‌دهد (Blum, 2011). این افزایش پیش از این نیز گزارش شده است (Dhanda et al., 2004).

یکی دیگر از صفات مهم مرتبط با جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر است. به طوری که مشخص شده شاخص بنیه بذر در بین خصوصیات فیزیولوژیک بررسی شده در آزمون جوانه‌زنی، ضریب همبستگی بالایی با سایر خصوصیات جوانه‌زنی و سبز شدن در سطح مزرعه داشته و به عنوان شاخصی جهت بررسی فرآیند جوانه‌زنی معرفی شده است (Saeedi et al., 2007). در شرایط بدون تنش بیشترین شاخص بنیه بذر به رقم شعله با میانگین ۲۹۳۸ اختصاص داشت (جدول ۳). کمترین میزان بنیه بذر در شرایط نرمال مربوط به رقم سبلان با میانگین ۱۵۱۳ بود. همچنین بیشترین بنیه بذر در تنش خشکی ۶- بار به رقم شعله مربوط بوده است (۲۵۷۳). این رقم همچنین بلندترین طول ساقه‌چه و طول ریشه‌چه را در بین ارقام در تنش اسمزی ۶- بار داشت. در تنش ۶- بار نیز این رقم با درصد جوانه‌زنی ۹۶٪ در جایگاه چهارم پس از ارقام قدیمی روشن، امید و رقم اصلاح شده قدس قرار گرفت (جدول ۳). در مجموع رقم قدیمی شعله بالاترین بنیه بذر را در بین ارقام این مطالعه داشته است. کمترین بنیه بذر در شرایط تنش خشکی ۶- بار مربوط به رقم نوید با عادت رشد بینابین و با نیاز آبی نسبتاً بالا با میانگین ۱۰۰۵ بود. در مجموع ارقام بومی و قدیمی روشن و شعله در شرایط تنش اسمزی دارای بنیه بذر بالا بوده و از نظر این صفت می‌توان این ارقام را متحمل به تنش اسمزی در مرحله جوانه‌زنی معرفی کرد.

از حساس به اندازه کافی شدت نداشته و توصیه می‌شود از تنش‌های شدیدتر استفاده کرد. در این آزمایش بهترین سطح تنش برای جداسازی ارقام متحمل از حساس سطح ۶- بار تعیین شد. به همین دلیل و با توجه به معنی‌دار شدن برهمکنش ژنوتیپ \times تنش، مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها برای صفات در دو سطح بدون تنش (سطح صفر) و تنش ۶- بار انجام گرفت (جدول‌های ۲ و ۳). در مورد گندم نان تنش‌های اسمزی بیشتر از این میزان نیز گزارش شده است. در مطالعه‌ای که سلطانی و همکاران (Soltani et al., 2006) انجام دادند، رشد گیاهچه به‌طور معنی‌داری پس از تنش ۴- بار کاهش نشان داد. ژاندا و همکاران (Dhanda et al., 2004) از تنش اسمزی ۱۰- بار استفاده کردند که برای برخی صفات مانند بنیه بذر کاهش ۸۵ درصدی نسبت به شرایط بدون تنش نشان داد. این سطح از تنش به‌عنوان تنش شدید طبقه‌بندی می‌شود.

مقایسه میانگین صفات در سطح تنش صفر و ۶- بار

با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل ژنوتیپ در تنش، مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها برای کل آزمایش منطقی نبوده و بنابراین ژنوتیپ‌ها در هر سطح تنش جداگانه مقایسه شدند. بنابراین مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها در دو سطح صفر و ۶- بار جداگانه انجام گرفت (جدول ۲ و ۳). رقم امید یکی از ارقامی است که برای بسیاری از صفات بهترین ژنوتیپ در شرایط تنش خشکی ۶- بار بوده است (جدول ۳). در مطالعه‌ای که موسوی و همکاران (Moosavi et al., 2008) انجام دادند رقم امید به‌عنوان یکی از متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها به تنش خشکی شناسایی شد. همچنین دو ژنوتیپ روشن و شعله هر کدام از نظر سه صفت جز برترین ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش بوده‌اند. صفات نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه، صفت نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه و طول ریشه‌چه در شرایط تنش جز صفات مهمی هستند که می‌توانند به‌عنوان شاخص تحمل به تنش خشکی به حساب آیند (Dhanda et al., 2004). بیشترین میانگین برای صفت نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه در شرایط بدون تنش به رقم نوید (۰/۷۳) و کمترین آن به رقم شاه پسند (۰/۴۱) اختصاص داشت. در شرایط تنش ۶- بار بیشترین نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه به رقم سبلان که از ارقام قدیمی مناسب شرایط دیم می‌باشد با میانگین ۱/۴ اختصاص داشت. کمترین این میانگین‌ها به سه رقم

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک اندازه‌گیری شده در آزمون جوانه‌زنی ۳۰ ژنوتیپ گندم نان تحت شرایط بدون تنش

Table 2. Mean comparison of 30 genotypes of wheat for measured morphologic traits under non- stress conditions

ژنوتیپ	تعداد ریشه‌چه	طول ریشه‌چه	طول کلئوپتیل	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه به ساقه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه
Genotype	Root number	Root length (cm)	Coleoptile length (cm)	Shoot length (cm)	Root-shoot length ratio	Root dry weight (g)	Shoot weight (g)
Alvand	الوند	4.05 ^{a-f}	9.7 ^{b-f}	3.68 ^{d-h}	14.8 ^{d-g}	0.65 ^{h-m}	0.062 ^{c-h}
Adl	عدل	3.72 ^{d-g}	10.7 ^{a-f}	4.39 ^a	16.4 ^{bc}	0.65 ^{h-m}	0.063 ^{c-h}
Azadi	آزادی	3.83 ^{c-g}	14 ^{ab}	3.46 ^{f-j}	13.9 ^{f-j}	1.01 ^{ab}	0.058 ^{g-l}
Roshan	روشن	4.05 ^{a-f}	10.7 ^{a-g}	4.22 ^{a-c}	16.6 ^b	0.64 ^{h-m}	0.076 ^b
Navid	نوید	4.16 ^{a-f}	11.9 ^{a-f}	3.13 ⁱ⁻ⁿ	13.1 ^{j-n}	0.91 ^{b-g}	0.059 ^{e-l}
Ghods	قدس	4.00 ^{b-g}	11.2 ^{a-d}	3.21 ⁱ⁻ⁿ	13.3 ^{j-m}	0.85 ^{b-h}	0.05 ^m
Inia	اینیا	4.55 ^{ab}	11.5 ^{a-f}	2.98 ^{l-n}	12.4 ^{l-q}	0.93 ^{a-e}	0.062 ^{d-j}
Karaj1	کرج ۱	4.33 ^{a-d}	10.1 ^{b-g}	3.9 ^{c-e}	12.9 ^{j-p}	0.71 ^{f-l}	0.059 ^{f-l}
Tabasi	طیسی	4.22 ^{a-e}	12.6 ^{a-e}	4.33 ^{ab}	14.8 ^{d-h}	0.85 ^{b-h}	0.059 ^{h-l}
Tos	توس	3.66 ^{e-g}	11.3 ^{a-g}	3.28 ^{h-m}	13.1 ^{j-o}	0.84 ^{b-h}	0.055 ^{lm}
Zarin	زرین	4.25 ^{a-e}	8.1 ^{e-g}	3.40 ^{f-k}	13.7 ^{h-k}	0.59 ^{j-m}	0.064 ^{c-g}
Karaj3	کرج ۳	4.16 ^{a-f}	9.4 ^{c-g}	3.21 ⁱ⁻ⁿ	12.1 ^{n-r}	0.79 ^{c-j}	0.058 ^{h-l}
Shole	شعله	3.38 ^g	14.6 ^a	3.76 ^{d-f}	16.3 ^{bc}	0.89 ^{b-g}	0.066 ^{c-d}
Shahpasand	شاهپسند	4.67 ^a	8.8 ^{d-g}	4.46 ^a	15.8 ^{b-d}	0.55 ^{k-m}	0.079 ^b
Moghan 2	مغان ۲	4.33 ^{a-d}	10.9 ^{a-g}	3.06 ^{j-n}	12.3 ^{l-q}	0.88 ^{b-f}	0.055 ^{k-m}
Darya	دریا	4.33 ^{a-d}	9.3 ^{b-g}	2.90 ^{mn}	12.2 ^{m-q}	0.76 ^{d-k}	0.056 ^{j-m}
Chamran	چمران	4.44 ^{a-c}	8.1 ^{fg}	3.10 ⁱ⁻ⁿ	12.1 ^{n-q}	0.66 ^{h-m}	0.062 ^{d-j}
Karaj2	کرج ۲	3.83 ^{c-f}	10.9 ^{a-g}	4.34 ^{ab}	15 ^{d-f}	0.73 ^{e-l}	0.061 ^{d-k}
Golestan	گلستان	4.66 ^a	7.8 ^{fg}	3.42 ^{f-j}	11.7 ^{qr}	0.66 ^{h-m}	0.065 ^{c-f}
Parsi	پارسی	4.38 ^{a-c}	9.4 ^{c-g}	3.34 ^{g-k}	13.3 ^{i-l}	0.70 ^{g-l}	0.064 ^{c-f}
Sardari	سرداری	3.72 ^{d-g}	13.8 ^{a-c}	3.96 ^{b-d}	15.4 ^{c-e}	0.89 ^{b-g}	0.067 ^{cd}
Darab 2	داراب ۲	4.11 ^{a-g}	12.8 ^{a-cd}	2.88 ⁿ	13 ^{j-o}	0.98 ^{a-c}	0.057 ^{i-l}
Khalij	خلیج	3.55 ^{fg}	12 ^{a-c}	3.67 ^{d-h}	14.4 ^{e-i}	0.82 ^{b-i}	0.065 ^{c-f}
Zare	زارع	4.22 ^{a-e}	7.4 ^g	3.22 ⁱ⁻ⁿ	11.9 ^{o-r}	0.62 ^{i-m}	0.054 ^{lm}
Alamot	الموت	3.83 ^{c-g}	12.2 ^{a-e}	2.87 ⁿ	12.6 ^{k-q}	0.96 ^{a-d}	0.068 ^c
Shahryar	شهریار	3.83 ^{c-g}	12.2 ^{a-d}	3.02 ^{k-n}	13.7 ^{g-k}	0.88 ^{b-g}	0.062 ^{d-j}
Pishtaz	پیشناز	4.66 ^a	7.4 ^{fg}	3.52 ^{e-i}	13.8 ^{g-j}	0.52 ^{lm}	0.065 ^{c-e}
Omid	امید	4.58 ^{ab}	8.4 ^g	4.35 ^{ab}	17.9 ^a	0.47 ^m	0.087 ^a
Pishgam	پیشگام	4.16 ^{a-f}	13.2 ^{a-c}	2.88 ^{mn}	11.8 ^{p-r}	1.11 ^a	0.065 ^{c-e}
Sabalan	سیلان	3.88 ^{c-g}	6.5 ^{d-g}	3.69 ^{d-g}	10.9 ^r	0.92 ^{a-f}	0.055 ^{k-m}

Table 2. Continued

جدول ۲- ادامه

ژنوتیپ Genotype	وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه Root/shoot weight	وزن خشک زیست توده Biomass dry weight (g)	متوسط زمان جوانه‌زنی Mean germination time	درصد جوانه‌زنی Germination (%)	بنیه بذر Seed vigor index	روز تا ۵۰٪ جوانه‌زنی Time to 50% germination	
Alvand	الوند	0.52 ^{f-k}	0.095 ^{f-i}	14.04 ^{ab}	98.33 ^{ab}	2411 ^{e-i}	0.57 ^{d-g}
Adl	عدل	0.53 ^{e-k}	0.097 ^{d-i}	14.04 ^{ab}	98.33 ^{ab}	2668 ^{a-d}	0.57 ^{d-g}
Azadi	آزادی	0.61 ^{b-g}	0.094 ^{f-j}	13.80 ^{a-c}	96.66 ^{a-c}	2686 ^{a-c}	0.70 ^{b-g}
Roshan	روشن	0.56 ^{d-j}	0.119 ^{ab}	13.33 ^{a-d}	93.33 ^{a-d}	2547 ^{e-f}	0.54 ^{e-g}
Navid	نوید	0.73 ^a	0.103 ^{c-f}	13.09 ^{b-d}	91.66 ^{b-d}	2318 ^{f-l}	0.72 ^{b-g}
Ghods	قدس	0.50 ^{g-l}	0.075 ^l	14.28 ^a	100.00 ^a	2425 ^{e-i}	0.63 ^{c-g}
Inia	اینیا	0.68 ^{a-c}	0.102 ^{c-g}	14.04 ^{ab}	98.33 ^{ab}	2354 ^{e-j}	0.59 ^{d-g}
Karaj1	کرج ۱	0.64 ^{a-e}	0.096 ^{e-i}	14.04 ^{ab}	98.33 ^{ab}	2217 ^{g-m}	0.60 ^{d-g}
Tabasi	طیسی	0.59 ^{b-h}	0.092 ^{f-j}	13.80 ^{a-c}	96.66 ^{a-c}	2643 ^{a-e}	0.74 ^{a-g}
Tos	توس	0.61 ^{b-g}	0.089 ^{i-k}	14.04 ^{ab}	98.33 ^{ab}	2413 ^{e-i}	0.65 ^{c-g}
Zarin	زرین	0.46 ^{i-l}	0.094 ^{f-j}	13.09 ^{b-d}	91.66 ^{b-d}	1993 ^{m-o}	0.81 ^{a-e}
Karaj3	کرج ۳	0.57 ^{c-h}	0.091 ^{g-j}	13.57 ^{a-d}	95.00 ^{a-d}	2047 ^{k-o}	0.76 ^{a-f}
Shole	شعله	0.60 ^{b-g}	0.107 ^{c-e}	13.57 ^{a-d}	95.00 ^{a-d}	2938 ^a	0.81 ^{a-e}
Shahpasand	شاهپسند	0.41 ^l	0.11 ^{bc}	13.80 ^{a-c}	96.66 ^{a-c}	2188 ^{h-n}	0.68 ^{b-g}
Moghan 2	مغان ۲	0.60 ^{b-g}	0.089 ^{i-k}	12.85 ^{c-e}	90.00 ^{c-e}	2093 ^{i-o}	0.84 ^{a-d}
Darya	دریا	0.48 ^{h-l}	0.083 ^{j-l}	13.57 ^{a-d}	95.00 ^{a-d}	2040 ^{l-o}	0.80 ^{a-e}
Chamran	چمران	0.46 ^{i-l}	0.09 ^{h-k}	13.33 ^{a-d}	93.33 ^{a-d}	1887 ^{no}	0.58 ^{d-g}
Karaj2	کرج ۲	0.56 ^{d-j}	0.096 ^{e-h}	14.04 ^{ab}	98.33 ^{ab}	2545 ^{e-f}	0.77 ^{a-f}
Golestan	گلستان	0.57 ^{c-j}	0.102 ^{c-f}	14.28 ^a	100.00 ^a	1948 ^{m-o}	0.53 ^{e-g}
Parsi	پارسی	0.56 ^{d-j}	0.101 ^{c-h}	13.57 ^{a-d}	95.00 ^{a-d}	2159 ^{i-o}	0.47 ^g
Sardari	سرداری	0.60 ^{b-g}	0.108 ^{cd}	13.92 ^{ab}	97.50 ^{ab}	2878 ^{ab}	0.89 ^{a-c}
Darab 2	داراب ۲	0.65 ^{a-d}	0.095 ^{f-i}	14.28 ^a	100.00 ^a	2583 ^{b-f}	0.75 ^{a-g}
Khalij	خلیج	0.50 ^{f-l}	0.098 ^{d-i}	12.61 ^{de}	88.33 ^{de}	2331 ^{e-l}	0.51 ^{fg}
Zare	زارع	0.46 ^{i-l}	0.079 ^{kl}	13.80 ^{a-c}	96.66 ^{a-c}	1875 ^{no}	0.65 ^{c-g}
Alamot	الموت	0.61 ^{b-f}	0.111 ^{bc}	14.28 ^a	100.00 ^a	2481 ^{c-h}	0.83 ^{a-d}
Shahryar	شهریار	0.60 ^{b-g}	0.1 ^{c-i}	13.80 ^{a-c}	96.66 ^{a-c}	2503 ^{c-g}	0.68 ^{b-g}
Pishtaz	پیش‌تاز	0.54 ^{d-k}	0.101 ^{c-h}	13.57 ^{a-d}	95.00 ^{a-d}	2004 ^{m-o}	0.84 ^{a-d}
Omid	امید	0.43 ^{kl}	0.124 ^a	14.28 ^a	100.00 ^a	2634 ^{a-e}	0.71 ^{b-g}
Pishgam	پیش‌گام	0.69 ^{ab}	0.111 ^{bc}	13.57 ^{a-d}	95.00 ^{a-d}	2373 ^{d-j}	0.95 ^{ab}
Sabalan	سبالان	0.71 ^{ab}	0.095 ^{f-i}	11.90 ^e	83.33 ^e	1513 ^o	1.02 ^a

بالا بوده و در شرایط تنش وزن خشک زیست‌توده در آنها به شدت کاهش نشان داد و بنابراین به عنوان ارقام با حساسیت بالا شناخته شدند. دو ژنوتیپ زارع و قدس در کلاستر جداگانه قرار گرفتند. این دو ژنوتیپ حساسیت به تنش کمتری دارند ولی پتانسیل تولید وزن خشک زیست‌توده در آنها پایین است. بر اساس این گروه‌بندی بقیه ارقام نیمه‌متحمل بودند. در مطالعه‌ای که موسوی و همکاران (Moosavi et al., 2005) در مورد ۶ رقم گندم نان (سرداری، کویر، آذر ۲، طبسی، گاسپارد و مرودشت) در مرحله گیاهچه انجام دادند رقم طبسی حساس‌تر از رقم سرداری شناخته شد. این در حالی است که در تحقیق حاضر تفاوت این دو ژنوتیپ چندان زیاد نیست. البته در تحقیق یاد شده سطح تنش اسمزی تا ۱۰- بار استفاده شد که ممکن است دلیل این ناهم‌خوانی باشد. ژنوتیپ‌های متحمل می‌توانند منابع خوبی برای استفاده در برنامه‌های به‌نژادی برای افزایش تحمل به تنش خشکی باشند.

با توجه به اینکه برای بسیاری از صفات تفاوت معنی‌داری بین سطوح تنش اسمزی ۲- و ۴- بار با سطح بدون تنش دیده نشد حال آنکه تفاوت معنی‌داری با سطح اسمزی ۶- نشان دادند بنابراین تجزیه خوشه‌ای تنها برای سطح بدون تنش و سطح ۶- بار انجام گرفت (شکل ۳- الف). تجزیه خوشه‌ای بر اساس داده‌های شرایط بدون تنش ژنوتیپ‌ها را در سه گروه قرار داد. در گروه یک تعداد ۲۶ ژنوتیپ قرار گرفتند. در گروه ۲ ژنوتیپ‌های امید، شاه‌پسند و روشن قرار داشتند که از نظر اندام هوایی بسیار شبیه هم بوده و جز بهترین ژنوتیپ‌ها بودند. طول کلئوپتیل این سه ژنوتیپ به ترتیب برابر ۴/۳۵، ۴/۴۶ و ۴/۲۲ میلیمتر بود. همچنین طول ساقچه برای این سه ژنوتیپ به ترتیب ۱۷/۹، ۱۵/۸۴ و ۱۶/۶۲ سانتی‌متر بود (جدول ۲). در گروه ۳ سبلان قرار گرفت که از نظر شاخص‌های جوانه‌زنی مانند درصد جوانه‌زنی، روز تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی و میانگین زمان جوانه‌زنی از همه ژنوتیپ‌های دیگر نامطلوب‌تر بود. به عبارتی این ژنوتیپ برای صفات متوسط زمان جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی و بنیه بذر دارای کمترین مقدار بود و تفاوت آن با بقیه ژنوتیپ‌ها معنی‌دار بود (جدول ۲). تجزیه خوشه‌ای در شرایط تنش ۶- بار (شکل ۳- ب) ژنوتیپ‌های متحمل، حساس و متوسط را از هم جدا کرد. در گروه یک ژنوتیپ‌ها از نظر بسیاری از صفات متوسط بودند. در گروه ۲ حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها یعنی دریا، مغان ۲، کرج ۳ و نوید قرار گرفتند. امید که در گروه ۳ قرار گرفت متحمل‌ترین ژنوتیپ

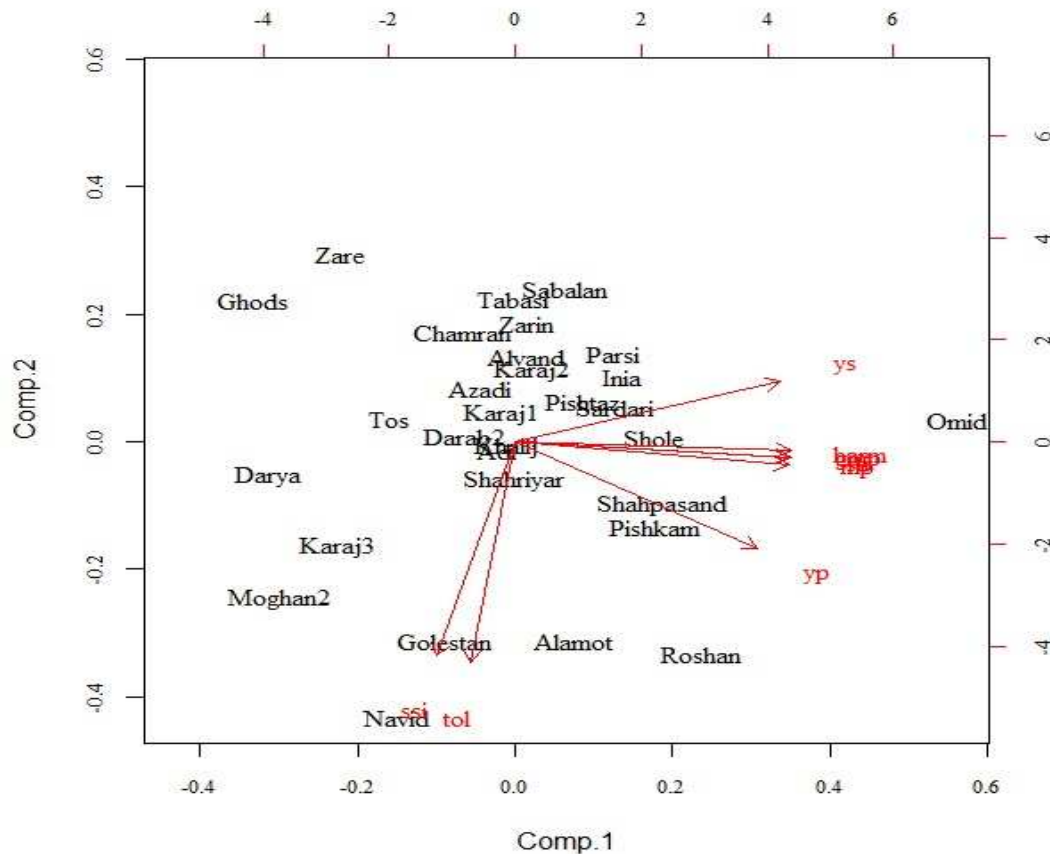
سعیدی و همکاران (Saeedi et al., 2007) اثر تنش خشکی را روی ژنوتیپ‌های مختلف گندم با سوابق اصلاحی متفاوت شامل ارقام اصلاح شده داخلی با روش انتخاب (امید، سرداری، روشن)، ارقام اصلاح شده داخلی- خارجی با روش هیبریداسیون (آزادی، فلات، قدس) و چهار لاین (۵۵۹۳/۲-۳، ۵۸۰۶-۳، ۶-۶، ۶۴۵۲-۶، ۷۰۰۷/۲-۳) مطالعه و گزارش کردند که در پتانسیل اسمزی ۰/۸- مگاپاسکال، ژنوتیپ‌های امید، آزادی و ۵۵۹۳/۲-۳ بالاترین و ژنوتیپ‌های سرداری، ۵۸۰۶-۳ و فلات کمترین بنیه جوانه‌زنی را از خود نشان دادند. سپانلو و سیادت (Sepanlou and Siadat, 1999) اثر تنش آبی را بر ویژگی‌های جوانه‌زنی گندم مورد مطالعه قرار دادند و گزارش کردند که علت کاهش جوانه‌زنی کاهش سطح تماس آب با بذرها و کاهش هدایت الکتریکی آب اطراف بذرها می‌باشد.

گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها از نظر میزان تحمل به تنش

برای تعیین ژنوتیپ‌های متحمل از نظر وزن خشک زیست‌توده و همچنین میزان حساسیت به تنش اسمزی، شاخص‌های تحمل (شامل شاخص حساسیت به تنش (SSI)، شاخص تحمل تنش (TOL و STI)، بهره‌وری متوسط (MP)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) و میانگین هارمونیک (HM)) برای شرایط بدون تنش و سطح ۶- بار محاسبه شد. سپس بر اساس این شاخص‌ها تجزیه به مولفه‌های اصلی انجام شد. شکل ۱ بای‌پلات دو مولفه اصلی را نشان می‌دهد. دو مولفه نخست به ترتیب ۷۲ و ۲۷ درصد تغییرات و در مجموع ۹۹ درصد از تنوع موجود را توجیه کردند. در بین ارقام مورد بررسی، رقم امید بیشترین وزن خشک زیست‌توده را در شرایط نرمال و تنش داشت. در مقابل ارقام نوید، گلستان، الموت، روشن و مغان ۲ بیشترین حساسیت را بر اساس شاخص SSI در شرایط تنش خشکی برای این صفت نشان دادند. ارقام سبلان، زارع، طبسی و زرین کمترین حساسیت را از نظر این شاخص دارا بودند. همچنین برای گروه‌بندی بهتر ارقام از نظر تحمل به تنش اسمزی، تجزیه کلاستر بر اساس شاخص‌های تحمل انجام شد (شکل ۲). در این گروه‌بندی رقم امید با فاصله زیاد از بقیه ارقام جدا شد و با توجه به وزن خشک زیست‌توده بالا در این رقم در هر دو شرایط نرمال و تنش اسمزی ۶-، به عنوان متحمل‌ترین رقم شناخته شد. ارقام دریا، مغان ۲، کرج ۳، نوید و گلستان اگرچه در شرایط نرمال وزن خشک زیست‌توده‌ی متوسطی داشتند ولی حساسیت آنها به تنش

نشان می‌دهد این ژنوتیپ به تنش خشکی متحمل است. میزان پایین SSI برای این ژنوتیپ در مورد عملکرد در آزمایش مزرعه‌ای نیز گزارش شده است (Siosemardeh *et al.*, 2006). در گروه ۱ نیز ژنوتیپ‌های متوسط از نظر تحمل به تنش خشکی قرار گرفتند.

شناخته شد. زیرا در شرایط تنش خشکی از نظر بسیاری از صفات بهترین ژنوتیپ بود. همچنین ژنوتیپ سبلان که در گروه ۳ قرار گرفت نسبت ریشه به ساقه بسیار بالایی در شرایط تنش داشت که این صفت از نظر تحمل به تنش خشکی اهمیت بالایی دارد. ژنوتیپ سبلان از نظر شاخص حساسیت به تنش خشکی (SSI) مقدار پایینی دارد که



شکل ۱- نمودار دو بعدی تجزیه به مولفه‌های اصلی برای شاخص‌های تحمل به تنش محاسبه شده بر اساس وزن خشک زیست‌توده در شرایط نرمال و تنش خشکی ۶- بار. بردار هر شاخص یا صفت در شکل مشخص است. این دو مولفه بیش از ۹۹ درصد تغییرات را توصیف کردند.

Figure 1. Two-dimensional diagram of principal component analysis for stress tolerance index measured based on biomass dry weight under normal and drought stress (-6 bar) conditions. Indices or traits are shown with arrows.

These two components explained more than 99% of total variance.

ریشه‌چه، طول ریشه‌چه، طول کلئوپتیل و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، اختلاف واریانس ژنتیکی معنی‌دار نبود (جدول ۴). نتایج نشان داد که ارقام جدیدتر تنوع بالایی از نظر صفات مرتبط با ریشه نداشته‌اند. این نتیجه نشان داد که روند اصلاح نباتات طی ۸۰ سال گذشته بر افزایش تنوع بخش‌های هوایی و به‌ویژه شاخص برداشت تاکید داشته و از جنبه صفات مرتبط با ریشه، تغییرات بارزی در تنوع این صفات روی نداده است.

تنوع ژنتیکی در ارقام گندم نان معرفی شده در دو دوره زمانی

تجزیه واریانس ارقام قدیم (آزاد سازی پیش ۱۳۶۵) و جدید (آزادسازی پس از ۱۳۶۵) و برآورد اجزا واریانس ژنتیکی نشان داد که برای صفات وزن خشک ریشه‌چه، بنیه بذر، طول ساقه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه، واریانس ژنتیکی ارقام قدیمی‌تر به‌طور معنی‌داری بیشتر از واریانس ژنتیکی ارقام جدیدتر است (جدول ۴). برای صفات وزن خشک زیست‌توده، تعداد

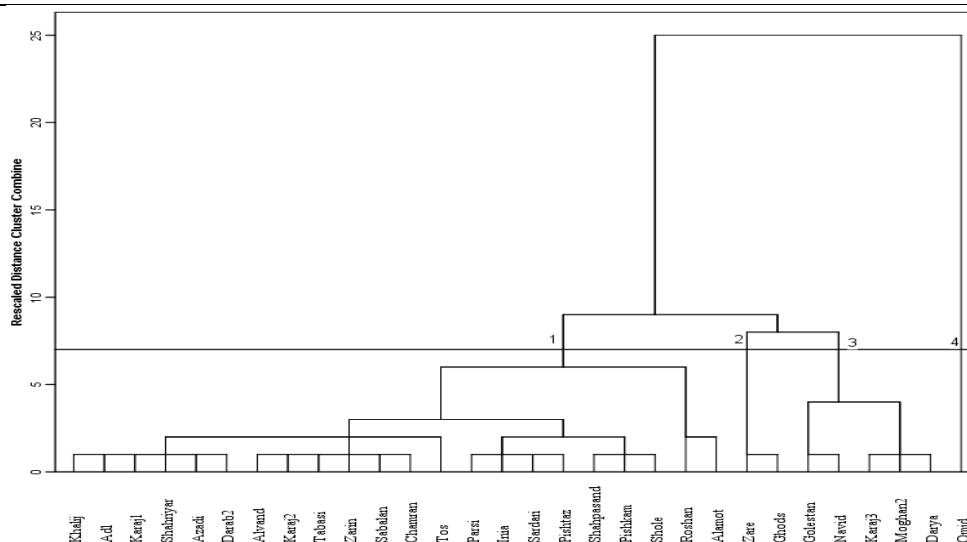
جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک اندازه گیری شده در آزمون جوانه زنی ۳۰ ژنوتیپ گندم نان در شرایط تنش خشکی با غلظت ۶- بار

Table 3. Mean comparison of 30 genotypes of wheat for measured morphologic traits under drought stress conditions (- 6 bar)

ژنوتیپ	تعداد ریشه چه	طول ریشه چه	طول کلئوپتیل	طول ساقه چه	طول ریشه چه به ساقه چه	وزن خشک ریشه چه	وزن خشک ساقه چه
Genotype	Root number	Root length	Coleoptile length (cm)	Shoot length (cm)	Root-shoot length ratio	Root dry weight (g)	Shoot dry weight (g)
Alvand الوند	4.16 ^{d-i}	9.7 ^{a-f}	3.95 ^{e-g}	8.8 ^{d-i}	1.22 ^{a-f}	0.043 ^{d-h}	0.046 ^{b-g}
Adl عدل	3.38 ^{jk}	8.8 ^{b-g}	4.70 ^{bc}	10.8 ^{a-c}	0.82 ^j	0.037 ^{h-m}	0.048 ^{b-e}
Azadi آزادی	3.75 ^{h-k}	7.3 ^{f-i}	3.62 ^{f-h}	8.5 ^{d-i}	0.83 ^{jk}	0.043 ^{d-h}	0.043 ^{e-i}
Roshan روشن	4.27 ^{b-h}	8.8 ^{b-g}	5.24 ^a	10 ^{b-d}	0.87 ^{h-k}	0.042 ^{e-i}	0.052 ^{b-d}
Navid نوید	3.61 ^{i-k}	5.9 ^{hi}	2.18 ^m	5.2 ^j	1.07 ^{c-k}	0.034 ^{j-m}	0.037 ^{ij}
Ghods قدس	3.83 ^{g-k}	10 ^{a-e}	3.62 ^{f-h}	8.4 ^{e-i}	1.19 ^{a-f}	0.033 ^{lm}	0.037 ^j
Inia اینیا	4.5 ^{a-e}	10 ^{a-e}	3.28 ^{h-k}	8.6 ^{d-i}	1.13 ^{b-h}	0.050 ^{bed}	0.046 ^{b-g}
Karaj1 کرج ۱	4.22 ^{c-i}	7.5 ^{e-i}	4.01 ^{ef}	7.8 ^{g-i}	0.95 ^{f-k}	0.043 ^{d-h}	0.044 ^{e-i}
Tabasi طبسی	3.83 ^{g-k}	10.2 ^{a-d}	4.03 ^{ef}	11.4 ^{ab}	0.90 ^{g-k}	0.052 ^{bc}	0.046 ^{b-g}
Tos توس	4.5 ^{b-f}	8.8 ^{b-g}	3.31 ^{b-j}	7.7 ^{hi}	1.13 ^{b-h}	0.040 ^{g-l}	0.038 ^{g-j}
Zarin زرین	4.55 ^{a-e}	9.5 ^{a-f}	3.56 ^{g-i}	8.6 ^{d-i}	1.10 ^{b-j}	0.043 ^{d-h}	0.047 ^{b-e}
Karaj3 کرج ۳	3.94 ^{e-j}	8 ^{d-h}	3.11 ^{j-l}	5.6 ^j	1.28 ^{a-d}	0.034 ^{k-m}	0.038 ^{g-j}
Shole شعله	4.33 ^{b-h}	12 ^a	4.01 ^{ef}	12.1 ^a	0.98 ^{e-k}	0.049 ^{b-e}	0.048 ^{b-e}
Shahpasand شاهپسند	4.44 ^{b-g}	8.8 ^{b-g}	4.96 ^{ab}	8.9 ^{d-i}	0.85 ^{b-k}	0.044 ^{d-h}	0.054 ^b
Moghan 2 مغان ۲	4.16 ^{d-i}	7.3 ^{f-i}	3.57 ^{g-i}	5.1 ^j	1.23 ^{a-f}	0.033 ^m	0.033 ^j
Darya دریا	4.55 ^{a-e}	8.4 ^{c-h}	2.88 ^{kl}	6 ^j	1.26 ^{a-e}	0.035 ^{i-m}	0.033 ^j
Chamran چمران	4.16 ^{d-i}	7.1 ^{f-i}	3.26 ^{h-k}	8.3 ^{e-i}	1.09 ^{b-k}	0.041 ^{f-j}	0.045 ^{d-i}
Karaj2 کرج ۲	3.88 ^{f-k}	11.1 ^{ab}	4.05 ^e	9.5 ^{e-f}	1.30 ^{abc}	0.037 ^{h-m}	0.053 ^{bc}
Golestan گلستان	4.55 ^{a-e}	6.5 ^{g-i}	3.18 ^{i-k}	8.2 ^{f-i}	0.81 ^k	0.038 ^{h-m}	0.039 ^{f-j}
Parsi پارسی	4.88 ^{ab}	10.5 ^{a-d}	3.59 ^{g-i}	8.6 ^{d-i}	1.21 ^{a-f}	0.049 ^{b-d}	0.047 ^{b-f}
Sardari سرداری	3.25 ^k	5 ⁱ	4.35 ^{c-e}	5.3 ^j	0.84 ^{i-k}	0.033 ^m	0.031 ^j
Darab 2 داراب ۲	4.88 ^{ab}	9.4 ^{a-f}	2.98 ^{j-l}	8.3 ^{d-i}	1.10 ^{b-j}	0.04 ^{g-l}	0.043 ^{e-i}
Khalij خلیج	3.94 ^{e-j}	11 ^{a-c}	4.25 ^{de}	7.6 ⁱ	1.36 ^{ab}	0.041 ^{g-k}	0.045 ^{c-i}
Zare زارع	4.61 ^{a-d}	11.2 ^{ab}	3.06 ^{j-l}	9.2 ^{d-h}	1.22 ^{a-f}	0.052 ^{bc}	0.044 ^{e-i}
Alamot الموت	4.83 ^{a-c}	9.5 ^{a-f}	3.08 ^{j-l}	8.8 ^{d-i}	1.09 ^{b-k}	0.044 ^{d-h}	0.045 ^{c-h}
Shahryar شهریار	3.94 ^{e-j}	10 ^{a-e}	3.26 ^{h-k}	9.8 ^{e-e}	1.01 ^{d-k}	0.041 ^{g-k}	0.045 ^{c-i}
Pishtaz پیشتاز	5.16 ^a	9 ^{b-g}	3.27 ^{h-k}	7.7 ^{hi}	1.17 ^{b-g}	0.048 ^{b-f}	0.045 ^{c-i}
Omid امید	5.16 ^a	11.1 ^{ab}	4.25 ^{de}	9.8 ^{e-e}	1.13 ^{b-i}	0.06 ^a	0.064 ^a
Pishgam پیشگام	4.72 ^{a-d}	9.2 ^{b-f}	2.7 ^l	7.5 ⁱ	1.35 ^{a-c}	0.047 ^{c-g}	0.048 ^{b-e}
Sabalan سبلان	4.11 ^{d-i}	10.5 ^{a-d}	4.62 ^{b-d}	9.3 ^{c-g}	1.48 ^a	0.055 ^{ab}	0.048 ^{b-e}

Table 3. Continued

ژنوتیپ Genotype	وزن خشک ریشه چه به ساقه چه Root/shoot weight	وزن خشک زیست توده Biomass dry weight (g)	متوسط زمان جوانه زنی Mean germination time	درصد جوانه زنی Germination (%)	بنیه بذر Seed vigor index	روز تا ۵۰٪ جوانه زنی Time to 50% germination
Alvand الوند	1.14 ^{bc}	0.09 ^e	12.85 ^{bf}	90.00 ^{bf}	1672 ^{c-g}	0.92 ^{a-d}
Adl عدل	0.78 ^{1-k}	0.086 ^{c-f}	13.57 ^{a-d}	95.00 ^{a-d}	1868 ^{b-d}	0.59 ^h
Azadi آزادی	0.99 ^{b-g}	0.086 ^{c-f}	13.09 ^{a-f}	91.66 ^{a-f}	1447 ^{e-i}	0.85 ^{a-f}
Roshan روشن	0.80 ^{g-k}	0.095 ^{b-d}	14.28 ^a	100.00 ^a	1878 ^{b-d}	0.35 ⁱ
Navid نوید	0.93 ^{d-i}	0.072 ^{g-i}	13.57 ^{a-d}	95.00 ^{a-d}	1005 ^{jk}	0.79 ^{b-h}
Ghods قدس	0.88 ^{e-k}	0.071 ^{g-i}	13.80 ^{ab}	96.66 ^{a-c}	1779 ^{b-e}	0.72 ^{d-h}
Inia اینیا	1.07 ^{b-e}	0.097 ^{bc}	12.85 ^{bf}	90.00 ^{bf}	1654 ^{c-g}	0.76 ^{c-h}
Karaj1 کرج ۱	0.98 ^{c-h}	0.087 ^{c-f}	13.33 ^{a-e}	93.33 ^{a-e}	1432 ^{f-i}	0.81 ^{b-g}
Tabasi طبسی	1.11 ^{b-d}	0.091 ^{cd}	12.14 ^{e-g}	85.00 ^{e-g}	1823 ^{b-d}	0.66 ^{f-h}
Tos توس	0.97 ^{c-i}	0.079 ^{e-g}	13.57 ^{a-d}	95.00 ^{a-d}	1564 ^{d-i}	0.78 ^{c-h}
Zarin زرین	0.92 ^{d-i}	0.091 ^{cd}	12.38 ^{d-g}	86.66 ^{d-g}	1571 ^{d-h}	1.05 ^a
Karaj3 کرج ۳	0.87 ^{f-k}	0.072 ^{g-i}	13.57 ^{a-d}	91.66 ^{a-f}	1225 ^{ijk}	0.91 ^{a-e}
Shole شعله	1.01 ^{b-f}	0.097 ^{bc}	13.80 ^{a-c}	96.66 ^{a-c}	2573 ^a	0.79 ^{b-h}
Shahpasand شاهپسند	0.78 ^{b-k}	0.096 ^{bc}	13.57 ^{a-d}	95.00 ^{a-d}	1559 ^{d-i}	0.64 ^{f-h}
Moghan 2 مغان ۲	1.01 ^{b-f}	0.066 ^{hi}	12.38 ^{d-g}	86.66 ^{d-g}	1031 ^{jk}	1.05 ^a
Darya دریا	1 ^{b-g}	0.068 ^{g-i}	12.61 ^{c-g}	88.33 ^{c-g}	1279 ^{b-k}	0.89 ^{a-e}
Chamran چمران	0.93 ^{d-i}	0.086 ^{c-f}	13.33 ^{a-e}	93.33 ^{a-e}	1693 ^{c-f}	0.79 ^{c-h}
Karaj2 کرج ۲	0.7 ^k	0.09 ^e	13.33 ^{a-e}	93.33 ^{a-e}	1930 ^{bc}	0.87 ^{a-e}
Golestan گلستان	0.71 ^{jk}	0.077 ^{f-h}	13.09 ^{a-f}	91.66 ^{a-f}	1343 ^{g-j}	0.8 ^{b-g}
Parsi پارسی	0.04 ^{b-f}	0.097 ^{bc}	13.8 ^{a-c}	96.66 ^{a-c}	1843 ^{b-d}	0.63 ^{gh}
Sardari سرداری	1.03 ^{b-f}	0.064 ⁱ	13.57 ^{a-d}	95 ^{a-d}	975 ^k	0.91 ^{a-e}
Darab 2 داراب ۲	0.93 ^{d-i}	0.084 ^{d-f}	12.85 ^{bf}	90 ^{b-f}	1614 ^{c-h}	0.83 ^{b-g}
Khalij خلیج	0.91 ^{e-i}	0.086 ^{c-f}	13.57 ^{a-d}	95 ^{a-d}	1865 ^{b-d}	0.70 ^{e-h}
Zare زارع	1.19 ^b	0.097 ^{bc}	13.57 ^{a-d}	95 ^{a-d}	1940 ^{bc}	0.87 ^{a-e}
Alamot الموت	1.01 ^{b-f}	0.086 ^{c-f}	11.42 ^g	80 ^g	1552 ^{d-i}	0.82 ^{b-g}
Shahryar شهریار	0.9 ^{e-j}	0.086 ^{c-f}	13.57 ^{a-d}	95 ^{a-d}	1885 ^{b-d}	0.79 ^{b-h}
Pishtaz پیشتاز	1.08 ^{b-e}	0.093 ^{b-d}	13.8 ^{a-c}	96.66 ^{a-c}	1620 ^{c-h}	0.93 ^{a-c}
Omid امید	1.15 ^{bc}	0.12 ^a	13.92 ^{ab}	97.5 ^{ab}	2051 ^b	0.84 ^{b-g}
Pishgam پیشگام	1.08 ^{b-e}	0.095 ^{b-d}	13.8 ^{abc}	96.66 ^{a-c}	1623 ^{c-g}	1.00 ^{ab}
Sabalan سیلان	1.4 ^a	0.10 ^b	11.9 ^{fg}	83.33 ^{fg}	1644 ^{c-g}	0.93 ^{a-c}



شکل ۲- گروه‌بندی ارقام گندم مورد مطالعه بر اساس شاخص‌های تحمل به تنش اسمزی محاسبه شده بر اساس وزن خشک زیست‌توده تحت شرایط نرمال و تنش اسمزی ۶- بار

Figure 2. Clustering the studied wheat varieties according to osmotic stress tolerance indices calculated based on biomass dry weight under normal and drought stress (-6 bar) conditions

جدول ۴- واریانس ژنتیکی صفات بذر برآورد شده بر اساس امید ریاضی میانگین مربعات در ارقام قدیم (V₁) و جدید (V₂)

Table 4. Genetic variance of seed characteristics estimated from the expected mean squares in the old (V₁) and new wheat varieties (V₂)

	وزن خشک زیست‌توده Dry weight biomass (g)	وزن خشک ریشه‌چه Root dry weight (g)	بنیه بذر Seedling vigor index	تعداد ریشه‌چه Root number	طول ریشه‌چه Root length (cm)	طول کلئوپتیل Coleoptile length (cm)
(V ₁)	0.0008	0.000250	55585	0.14	1.33	0.29
(V ₂)	0.0006	0.000015	17562	0.07	0.57	0.13
آزمون F						
(نسبت V ₁ به V ₂)	1.33 ^{ns}	16.67 ^{**}	3.16 [*]	2.00 ^{ns}	2.33 ^{ns}	2.23 ^{ns}
آزمون F						
(نسبت V ₁ به V ₂)						

^{ns}, ^{*} و ^{**}: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

^{ns}, ^{*} and ^{**}: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

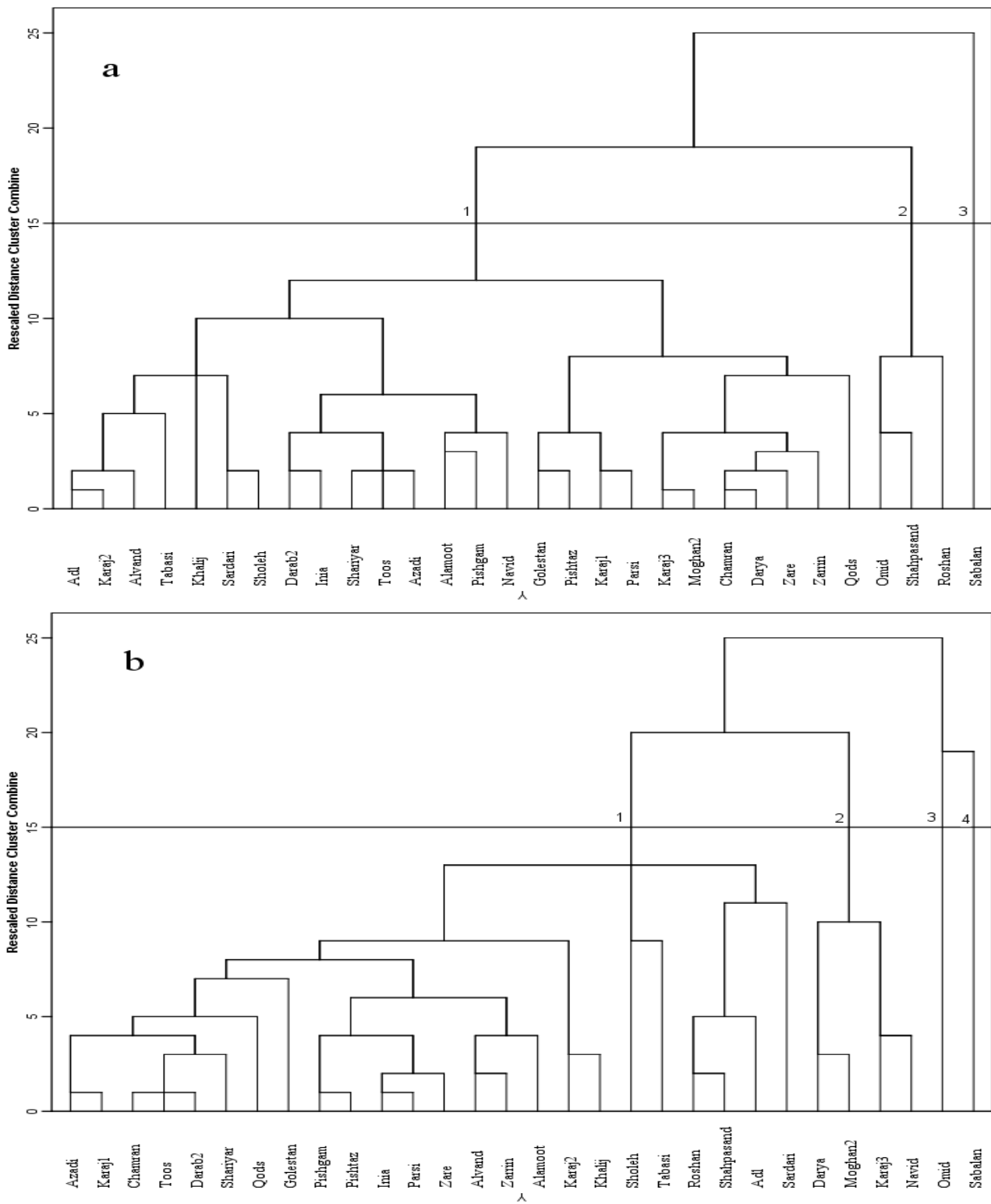
Table 4. Continued

جدول ۴- ادامه

	طول ساقه‌چه Shoot length (cm)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه Root/shoot length ratio	وزن خشک ساقه‌چه Shoot dry weight (g)	وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه Root/shoot dry weight ratio	زمان جوانه‌زنی Germination time	درصد جوانه‌زنی Germination percentage
(V ₁)	2.75	0.010	0.000060	0.009	0.0125	4.200
(V ₂)	0.32	0.005	0.000015	0.003	0.0141	8.75
آزمون F						
(نسبت V ₁ به V ₂)	8.59 ^{**}	2.00 ^{ns}	4.00 ^{**}	3.00 [*]	0.89 ^{ns}	0.48 ^{ns}
آزمون F						
(نسبت V ₁ به V ₂)						

^{ns}, ^{*} و ^{**}: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

^{ns}, ^{*} and ^{**}: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.



شکل ۳- گروه‌بندی ۳۰ رقم گندم نان بر اساس صفات مورفولوژیک با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA با استفاده از مربع فاصله اقلیدسی تحت شرایط بدون تنش (a) و شرایط تنش ۶- بار (b)

Figure 3. Grouping the 30 bread wheat cultivars based on morphological traits using cluster analysis by UPGMA method and square Euclidean distance under control (a) and -6 bar drought stress conditions (b)

بنابراین می‌توان گفت یک دلیل احتمالی برای تنوع بیشتر ارقام قدیمی این است که زمینه ژنتیکی متفاوت‌تری داشته‌اند. در حالی که ارقام جدید از زمینه ژنتیکی

در بین ارقام قدیمی ۷ رقم سرداری، شاه‌پسند، طبعی، امید، شعله، روشن و خلیج ارقام بومی هستند که بدون تلاقی و تنها از طریق انتخاب و خالص‌سازی آزاد شده‌اند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این بررسی نشان داد که ارقام بومی ایرانی از جنبه صفات ریشه دارای ویژگی‌های ممتازی هستند که می‌تواند در برنامه‌های به‌نژادی برای تحمل به تنش خشکی مورد توجه قرار گیرند. در تنش خشکی ۶- بار، ارقام امید، سبلان، شعله، پرسی و زارع به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل شناخته شدند. از بین این ارقام، دو رقم امید و شعله از ارقام بومی، ارقام سبلان و پرسی حاصل از برنامه دورگ‌گیری در بخش تحقیقات غلات با مواد ژنتیکی که یک طرف آن ارقام بومی ایرانی بوده است و بالآخره رقم زارع از بین خزانه‌های بین‌المللی دریافت شده که در داخل کشور ارزیابی و گزینش شده‌اند، آزادسازی شده است. بر پایه شاخص‌های تحمل به تنش خشکی که بر اساس صفت وزن خشک زیست‌توده تحت شرایط نرمال و تنش اسمزی ۶- بار به دست آمدند، رقم بومی امید دارای وزن خشک زیست‌توده بالا در هر دو شرایط تنش و نرمال بود. همچنین ارقام نوید و گلستان حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند. این دو ژنوتیپ به‌ترتیب برای مناطق سرد بدون تنش رطوبتی و نیز اقلیم گرم و مرطوب ساحل خزر آزادسازی شده‌اند. نتایج این مطالعه تاکید دارد که ارقام بومی با منشاء ایرانی دارای تنوع بالایی برای صفات مرتبط با ریشه هستند که می‌توانند در برنامه‌های به‌نژادی برای افزایش تنوع و بهبود صفات ریشه مورد توجه ویژه قرار گیرند.

باریک‌تری منشا گرفته‌اند و در بین آنها هیچ رقم بومی دیده نمی‌شود. مطالعات دیگری که در این زمینه در دیگر کشورها انجام شده ممکن است با این نتیجه متفاوت باشند. به عنوان نمونه دونینی و همکاران (Donini *et al.*, 2000) به بررسی تنوع گندم‌های زمستانه آزاد شده از سال ۱۹۳۴ تا ۱۹۹۴ در انگلستان با کمک نشانگرهای مولکولی و مرفولوژیکی پرداختند. بررسی‌های آنها نشان داد که در طی این سال‌ها تغییر معنی‌داری در تنوع ژنتیکی رخ نداده است و این نگرانی که اصلاح نباتات تنوع ژنتیکی را کاهش می‌دهد را تایید نکردند. اگر چه در دهه ۱۹۷۰ که گندم‌های اصلاح شده از تنها یک برنامه اصلاحی منشا گرفته بودند نزدیکی بیشتری به هم داشتند اما در مجموع تنوع ژنتیکی کاهش نداشته است. در مطالعه‌ای دیگر ریف و همکاران (Reif *et al.*, 2005) به بررسی تنوع ژنتیکی ارقام گندم بهاره در طی فرآیندهای اهلی‌سازی، تغییر از ارقام محلی به ارقام اصلاح شده جدید و همچنین در طی ۵۰ سال اصلاح بین‌المللی این گیاه پرداختند. یافته‌های آنها نشان داد که کاهش تنوع ژنتیکی از خویشاوندان وحشی به ارقام محلی و از ارقام محلی به ارقام جدید وجود دارد. همچنین نتایج آنها نشان داد که تنوع ژنتیکی در ارقام اصلاح شده از سال ۱۹۵۰ تا ۱۹۸۹ کاهش یافته ولی در سال ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۷ افزایش نشان داده است. بنابراین، این نتایج نشان می‌دهند که به نژادگران از خطر کاهش تنوع ژنتیکی آگاه بوده و در گذشته‌ای نزدیک به افزایش تنوع ژنتیکی با معرفی ژرم پلاسما جدید به برنامه‌های اصلاحی پرداخته‌اند.

References

- Abdmishani, C. and Shahnejat Bushehri, A. 1997. Advanced plant breeding. Tehran University Press. (In Persian).
- Ahmadi, J., Zali, A., Yazdi Samadi, B., Talei, A., Ghannadha, M. and Saedi, A. 2003. A Study of combining ability and gene effect in bread wheat under drought stress condition by diallel method. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 34 (1): 1-8. (In Persian with English Abstract).
- Al-Mударis, M. A. 1998. Notes on various parameters recording the speed of seed germination. *Journal of Agriculture in the Tropics and Subtropics* 99: 147-154.
- Araus, J. L., Slafer, G., Reynolds, M. P. and Royo, C. 2002. Plant breeding and drought in C3 cereals: what should we breed for? *Annals of Botany* 89: 925-940.
- Blum, A. 2011. Plant breeding for water-limited environments. Springer Verlag.
- Boydak M., Dirik H., Tilki F. and Calikoglu M. 2003. Effects of water stress on germination in six provenances of *Pinus brutia* seeds from different bioclimatic zones in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 27: 91-97.
- Dhanda S. S., Sethi, G. S. and Behl, R. K. 2004. Indices of drought tolerance in wheat genotypes at early stages of plant growth. *Journal of Agronomy and Crop Science* 190: 6-12.
- Donini, P., Law, J. R., Koebner, R. M. D., Reeves, J. C. and Cooke, R. J. 2000. Temporal trends in the diversity of UK wheat. *Theoretical and Applied Genetics* 100: 912-917.

- El Siddig, M. A., Baenziger S., Dweikat, I. and El Hussein, A. A. 2013.** Preliminary screening for water stress tolerance and genetic diversity in wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars from Sudan. **Journal of Genetic Engineering and Biotechnology** 11: 87-94.
- Fernandez, G. C. J. 1992.** Effective selection criteria for assessing stress tolerance. In: Kuo, C. G. (Ed.). Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress. Tainan Publication, Taiwan. pp: 13-16.
- Fisher, R. A. 1981.** Optimizing the use of water and nitrogen through breeding of crops. **Plant and Soil** 58: 249-278.
- Hunter, E. A., Glasbey, C. A. and Naylor, R. E. L. 1984.** The analysis of data from germination tests, Cambridge. **Journal of Agricultural Science** 102: 207-213.
- Khodadadi, M., Fotokian, M. and Miransari, M. 2011.** Genetic diversity of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes based on cluster and principal component analyses for breeding strategies. **Crop Science** 5: 17-24.
- Michel, B. E. and Kaufmann, M. R. 1973.** The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. **Plant Physiology** 51: 914-916.
- Moosavi, S. S., Yazdi Samadi, B., Zali, A. A., Ghannadha, M., Omid, M. and Naghavi, M. R. 2005.** Investigating the effect of abscisic acid on drought stress induction in wheat seedling. **Czech Journal of Genetic and Plant Breeding** 41: 273-280.
- Moosavi, S. S., Yazdi Samadi, B., Naghavi, M. R., Zali, A. A., Dashti, H. and Pourshahbazi, A. 2008.** Introduction of new indices to identify relative drought tolerance and resistance in wheat genotypes. **DESERT** 12: 165-178.
- Passioura, J. B. 2006.** Increasing crop productivity when water is scarce from breeding to field management. **Agricultural Water Management** 80: 176-196.
- Rebetzke, G. J. and Richards, R. A. 1999.** Genetic improvement of early vigour in wheat. **Australian Journal of Agricultural Research** 50: 291-301.
- Reif, J. C., Zhang, P., Dreisigacker, S., Warburton, M. L., Van Ginkel, M., Hoisington, D., Bohn, M. and Melchinger, A. E. 2005.** Wheat genetic diversity trends during domestication and breeding. **Theoretical and Applied Genetics** 110: 859-864.
- Rosielle, A. A. and Hamblin, J. 1981.** Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. **Crop Science** 21: 943-946.
- Saeedi, M., Ahmadi, A., Postini, M. and Jahansooz, M. R. 2007.** Evaluation of germination characteristics of different wheat genotypes under drought stress and its correlation with the emergence rate and drought resistance in field conditions. **Science and Technology of Agriculture and Natural Resources** 11: 281-293. (In Persian with English Abstract).
- Sepanlou, M. G. H. and Siadat, H. 1999.** Effects of water stress on wheat germination. **Journal of Soil and Water Sciences** 13: 79-87. (In Persian with English Abstract).
- Schultz E. F. 1955.** Rules of thumb for determining expectations of mean squares in analysis of variance. **Biometrics** 11: 123-148.
- Siosemardeh, A., Ahmadi, A., Poustini, K. and Mohammadi, V. 2006.** Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. **Field Crops Research** 98: 222-229.
- Soltani, E., Akram Ghaderi, F. and Memar, H. 2007.** The effect of priming on germination components and seedling growth of cotton seeds under drought. **Journal of Agriculture Science and Natural Resources** 14 (5): 9-16. (In Persian with English Abstract).
- Soltani, A., Gholipour, M. and Zeinali, E. 2006.** Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. **Environmental and Experimental Botany** 55: 195-200.



University of Guilan
Faculty of Agricultural
Sciences

Cereal Research
Vol. 7, No. 4, Winter 2018 (503-518)

Evaluation of genetic diversity of Iranian bread wheat genotypes considering germination related traits under normal and osmotic stress

Hossein Ramshini^{1*}, Tahere Mirzazadeh², Mohsen Esmailzadeh Moghaddam³, Fatemeh Amini⁴ and Reza Amiri⁵

Received: February 5, 2017

Accepted: June 15, 2017

Abstract

Common wheat (*Triticum aestivum* L.) is an important crop in Iran and world which many new cultivars with improved agricultural traits are developed by plant breeders every year. In order to evaluate the genetic diversity of 30 bread wheat genotypes considering germination related traits under normal and osmotic stress released during 1930-2010 in Iran, an experiment was carried out as factorial in a randomized complete block design with three replications. The studied factors were 30 wheat genotypes and four drought stress conditions simulated by PEG (0, -2, -4 and -6 bar). The results showed that the old winter cultivar, Omid, had the highest biomass dry weight in both control and -6 bar drought stress conditions. According to the sensitivity index calculated based on biomass dry weight, the cultivars Sabalan, Zare and Tabasi were the most tolerant and Navid, Moghan-2 and Golestan were the most sensitive genotypes. In cluster analysis under -6 bar drought stress conditions, the genotypes Sabalan and Omid, away from the other genotypes, were grouped in a separate cluster. Comparison of the genetic variance between old released cultivars and new cultivars showed that the genetic variance has significantly decreased in new cultivars for shoot length, shoot dry weight and root to shoot dry weight ratio. This result indicated that the new cultivars had less variation than the old cultivars. Therefore, it is recommended that more diverse genetic resources be used in breeding programs to avoid genetic homogeneity.

Keywords: Biomass, Polyethylene glycol (PEG), Root characteristics

1. Assoc. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Aburaihan Campus, University of Tehran, Pakdasht, Iran

2. Graduated M. Sc., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Aburaihan Campus, University of Tehran, Pakdasht, Iran

3. Research Assoc. Prof., Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

4. Assist. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Aburaihan Campus, University of Tehran, Pakdasht, Iran

5. Assoc. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Aburaihan Campus, University of Tehran, Pakdasht, Iran

* Corresponding author: ramshini_h@ut.ac.ir