دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

بررسی تنوع ژنتیکی ارقام گندم بهاره از نظر صفات فیزیولوژیک و زراعی تحت تنش خشکی

معروف خلیلی[۱] و محمدرضا نقوی[۲]

۱- استادیار، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، ایران (نویسنده مسوول: makhalily@yahoo.com)
۲- استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۸/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۱۳

چکیده

انتخاب ارقام متحمل گندم (بعنوان گیاه استراتژیک) تحت تنش خشکی با استفاده از صفاتی که کمتر تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرند، ، کارایی انتخاب را بیشتر می‌کند. در این راستا، به منظور مطالعه برخی از پارامترهای ژنتیکی صفات فیزیولوژیک و زراعی و همچنین بررسی تنوع ژنتیکی در ارقام گندم بهاره در شرایط آبیاری کامل (شاهد) و تنش خشکی بعد از مرحله آبستنی، آزمایشی به صورت کرتهای خرد شده (دو سطح تنش بعنوان کرت اصلی و ۲۰ رقم گندم بعنوان کرت فرعی) بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در دو سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ و ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز انجام شد. بر اساس نتایج بدست آمده از بررسی پارامترهای ژنتیکی، تعداد پنجه در بوته، طول سنبله، تعداد پنجه بارور، تعداد سنبله در بوته، عملکرد دانه، تعداد ریشه، قطر ریشه، سطح ویژه برگ و پتانسیل اسمزی، واریانس ژنتیکی، وراثت‌پذیری و بازده ژنتیکی بیشتری را در شرایط تیمار شاهد نشان دادند. در حالی که، علاوه بر این صفات بجز عملکرد دانه، صفات تعداد دانه در سنبله، طول ریشه، حجم ریشه و وزن خشک ریشه نیز تحت شرایط تنش دارای واریانس ژنتیکی، وراثت‌پذیری و بازده ژنتیکی بالاتری بودند. بقیه صفات چون پارامترهای ژنتیکی پایین‌تری داشتند جهت استفاده برای انتخاب ارقام برتر در شرایط تنش خشکی توصیه نمی‌شوند. همچنین دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ارقام را بر اساس صفات مورد مطالعه در شرایط تنش در چهار گروه و در شرایط بدون تنش در سه گروه تفکیک کرد که با توجه به گروه‌بندی تجزیه خوشه‌ای تحت تنش کم آبی، ارقام مرودشت، نیک‌نژاد، مغان۳، دریا و کویر به عنوان ارقام متحمل و همچنین ارقام پیشتاز، بم، سیستان، سپاهان و بهار بعنوان حساس‌ترین رقم‌ها شناسایی شدند.

واژه‌های کلیدی: بازده ژنتیکی، تجزیه خوشه‌ای، تنش خشکی، گندم، وراثت‌پذیری

مقدمه

افزایش عملکرد محصولات گیاهی هدف اصلی به‌نژادگران می‌باشد (۱۳). برای انتخاب بر اساس صفات مختلف نیاز به تنوع ژنتیکی است و باید صفات مدنظر، از وراثت‌پذیری مطلوبی برخوردار باشند (۱۶). برنامه‌های اصلاحی وابسته به شناخت صفات کلیدی، سیستم‌های ژنتیکی کنترل‌کننده وراثت‌پذیری آنها و فاکتورهای ژنتیکی و محیطی که در بیان صفات مؤثر هستند، می‌باشد. بنابراین، برای طراحی یک برنامه توسعه رقم با کارایی بالا، درک سیستم‌های اصلاحی در ارتباط با تجزیه و تحلیل داده‌های وراثت‌پذیری از اهمیت بالایی برخوردار است (۴۰). عملکرد دانه یک صفت مهم می‌باشد که تحت تأثیر صفات مختلف قرار می‌گیرد و به‌طور گسترده‌ای تحت تأثیر شرایط محیطی متفاوت می‌باشد. هر یک از صفاتی که روی عملکرد دانه مؤثر واقع می‌شوند، دارای سیستم ژنتیکی مختص به خود هستند. همچنین اجزای عملکرد تحت تأثیر نوسانات محیطی قرار می‌گیرند. بنابراین نیاز است که با کمک محاسبه واریانس ژنتیکی، واریانس محیطی، وراثت‌پذیری و بازده ژنتیکی، تغییرات کل صفات به دو جزء وراثت‌پذیر و محیطی تفکیک شود (۳۹). ساردانا و همکاران (۳۵) اظهار داشتند که وراثت‌پذیری بالا به تنهایی نمی‌تواند منجر به پیشرفت ژنتیکی شود مگر اینکه تنوع ژنتیکی کافی در ژرم‌پلاسم وجود داشته باشد. تخمین وراثت‌پذیری، ارزش نسبی انتخاب بر اساس بیان فنوتیپی را در صفات مختلف نشان می‌دهد و اذعان شده است که استفاده وراثت‌پذیری همراه با بازده ژنتیکی مفیدتر از استفاده منفرد وراثت‌پذیری برای پیش‌بینی اثر صفات می‌باشد و وارثت‌پذیری بالا و بازده ژنتیکی مطلوب نشاندهنده اثرات افزایشی ژن می‌باشد (۲۲). وراثت‌پذیری بالا نشاندهنده تأثیر کم اثرات محیطی روی صفت می‌باشد و همراه با بازده ژنتیکی بالا مفید است. گزارش شد که در گندم دوروم صفات ارتفاع بوته، و وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ، طول پدانکل و نسبت خالص فتوسنتزی وراثت‌پذیری بالا همراه با بازده‌ژنتیکی مطلوب را نشان دادند (۳۰). همچنین اظهار شد که صفت طول سنبله دارای وراثت‌پذیری مطلوب همراه با بازده ژنتیکی بالا تحت هر دو شرایط آبیاری کامل و تنش خشکی بود و بیان شد این امر نشاندهنده کارایی بالای گزینش برای این صفت و تأثیر کم تنش و شرایط محیطی بر آن می‌باشد (۱۴). از طرف دیگر وراثت‌پذیری و بازده ژنتیکی پایین که دلالت بر اثرات غیرافزایشی ژن و اثرات غالبیت دارد در مورد صفات عملکرد دانه، طول سنبله، وزن خشک سنبله و طول برگ پرچم گزارش شد (۲۱). عید (۱۴) وراثت‌پذیری پایین همراه با بازده ژنتیکی نامطلوب را برای ارتفاع بوته و تعداد دانه در سنبله در گندم تحت تنش خشکی گزارش کرد. از طرف دیگر، اظهار شد برخی صفات در طی تنش خشکی وراثت‌پذیری و بازده ژنتیکی مطلوبی تحت شرایط عادی داشتند ولی در شرایط تنش میزان بازده ژنتیکی

آنها کاهش یافت که ممکن است این صفات دارای مجموعه آلل‌های متفاوت در مکان‌های ژنی مختلف بودند که در پاسخ به تنش محیطی و بسته به شرایط محیطی فعال شدند (۱۴). همچنین کاهش وراثت‌پذیری بعنوان نتیجه‌ای از تنش خشکی بیان شد (۱۴). در این راستا آفیا و همکاران (۲) و ممون و همکاران (۲۷) وراثت‌پذیری بالا تا متوسط برای تعداد پنجه در بوته گندم را گزارش کردند. در حالی که برای سنبلچه در سنبله، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن ۱۰۰۰ دانه و عملکرد دانه در بوته وراثت‌پذیری و بازده ژنتیکی بالا تا متوسط توسط واریاچ و همکاران (۴۲) و دسوال و همکاران (۱۲) گزارش شد. مشابه این نتایج برای وزن ۱۰۰۰ دانه توسط ژاو و همکاران (۲۵) و برای عملکرد دانه توسط ممون و همکاران (۲۷) بدست آمد. همچنین وراثت‌پذیری بالا برای طول سنبله توسط محمود و چودوری (۲۵) گزارش شد. در حالی که راجپر و همکاران (۳۲) تخمین پایینی برای وراثت-پذیری طول سنبله اظهار کردند. همچنین وراثت‌پذیری بالایی برای تعداد دانه در سنبله توسط ممون و همکاران (۲۷) گزارش شد. بر طبق آزمایش پراساد و همکاران (۳۱) برای صفات ارتفاع بوته، طول سنبله، وزن ۱۰۰۰ دانه و شاخص برداشت، وراثت‌پذیری و بازده ژنتیکی بالا تا متوسط بدست آمد که فعالیت افزایشی ژن را در بیان این صفات نشان داد.
هدف از انجام این پژوهش شناسایی صفات مطلوب جهت گزینش ارقام متحمل به تنش خشکی و گروهبندی ارقام در شرایط تنش و بدون تنش بود.

مواد و روش‌ها

عملیات مزرعه‌ای در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز واقع در کرکج، ۱۲ کیلومتری شرق تبریز، با ۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۳ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۱۳۶۰ متر از سطح دریا (۱۹) انجام شد. بر اساس آمار هواشناسی، این منطقه دارای زمستان‌های سرد و تابستان گرم است. دما در زمستان کم و بیش به زیر صفر کاهش می‌یابد و فعالیت‌های گیاه را متوقف می‌سازد. مواد گیاهی مورد استفاده شامل تعداد ۲۰ رقم گندم بهاره به اسامی مهدوی، پیشتاز، بم، سیستان، زاگرس، مرودشت، سپاهان، افلاک، آرتا، ارگ، سیوند، پارس، بهار، بک کراس روشن، کویر، نیک نژاد، دریا، مروارید، روشن و مغان۳ بودند که از بخش غلات مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تهیه شدند. ارقام درون لوله های پی‌وی‌سی به طول یک متر و قطر ۲۰ سانتی‌متر پر شده از خاک زراعی کشت شدند. تعداد ۵ عدد بذر داخل هر لوله در عمق یک سانتیمتری کشت شد و بعد از جوانه‌زنی و در مرحله شروع پنجه‌دهی با تنک، به سه بوته در هر لو له تقلیل داده شد. آبیاری به‌طور مرتب تا زمان اعمال تنش برای کلیه لوله‌ها انجام گرفت. آزمایش به صورت کرتهای خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار و در طی دو سال زراعی انجام شد. تنش خشکی بعد از مرحله آبستنی به مدت دو هفته از طریق قطع آبیاری اعمال گردید. برای جلوگیری از بارندگی‌های ناخواسته در طول دوره رشد از پوشش پلاستیکی بالای مساحت مورد آزمایش استفاده گردید. بعد از نمونه‌گیری (دو هفته پس از تنش) و برداشت محصول (هنگام رسیدگی فیزیولوژیک)، لوله‌های پولیکا حاوی ریشه ارقام به حوض مخصوص آب جهت جدا کردن ریشه ها به مدت ۲۴ ساعت منتقل شدند و پس از شستشو و جداسازی ریشه ها، صفات مرتبط با ریشه تعیین گردیدند. صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی بشرح زیر در طول آزمایش اندازه گیری شد.
برای تعیین پتانسیل آب برگ از دستگاه محفظه فشار مدل (Soil Moistur Equipment crop, Sanat Barbara, CA)استفاده گردید. دمای برگ با استفاده از دماسنج مادون قرمز مشخص شد. محتوای آب نسبی برگ (RWC)[1] به روش مورانت مانسیو و همکاران (۲۸) اندازه‌گیری شد و بر اساس رابطه زیر محاسبه گردید:

$$RWC=\frac{\text{وزن خشک برگ}-\text{وزن تر برگ}}{\text{وزن خشک برگ}-\text{وزن تورمی برگ}}\times 100$$

سطح ویژه برگ (LSA)[2] از طریق محاسبه نسبت سطح برگ (سانتی‌متر مربع) به وزن خشک برگ (گرم) به دست آمد (۸).

$$LSA=\frac{\text{سطح برگ}}{\text{وزن خشک برگ}}$$

پتانسیل اسمزی با استفاده از دستگاه اسمومتر (مدل Osmomat 010, Genotec) اندازه‌گیری شد.
فلورسانس کلروفیل: برای این کار از دستگاه فلورومتر (مدل Opti Science, OS-3OMSA) استفاده گردید. محتوای کلروفیل برگ‌ها با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر (مدل SPAD- 502, Mlolta, Japan) مشخص شد. میزان پرولین برگ به روش اسید نین هیدرین (۲۶) اندازه‌گیری شد. صفات مورفولوژیک و زراعی شامل ارتفاع بوته، تعداد پنجه، تعداد پنجه بارور و طول سنبله بودند، قبل از عملیات نمونه‌گیری، اندازه‌گیری شدند. در ضمن وزن خشک بوته با ترازو بعد از خشک‌کردن بوته‌ها در آون مشخص شد. اجزای عملکرد شامل تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه (در حالت رسیدگی فیزیولوژیک) به دست آمد و عملکرد دانه در واحد بوته از طریق رابطه زیر محاسبه شد:

$$Y=\frac{a\times b\times c}{1000}$$

a: تعداد سنبله در بوته، b: تعداد دانه در سنبله و c : وزن هزار دانه

برای محاسبه پارامترهای ژنتیکی در دو شرایط شاهد و تنش خشکی قبل و بعد از آبستنی، تجزیه واریانس مرکب برای همه صفات در دو سال مورد مطالعه انجام شد. سپس وراثت‌پذیری بر طبق روش فالکونر (۱۵) از طریق رابطه $h^2=\frac{\sigma 2g}{\sigma 2p}$ محاسبه شد که در آن σ^2g، واریانس ژنتیکی و σ^2p، واریانس فنوتیپی بدست آمده از جدول تجزیه واریانس بر طبق روش کومستاک و رابینسون (۱۱) است. بر اساس این روش واریانس ژنتیکی و فنوتیپی با استفاده از $(MS1-MS2)/ry$ و $\sigma^2g=$ $\sigma^2p=MS1/ry$ که در آن r تکرار، y

1- Relative Water Content
2- Leaf Specific Area

سال، MS1 واریانس رقم و MS2 واریانس رقم×سال است، محاسبه شدند. همچنین ضریب تغییرات ژنتیکی و فنوتیپی بر طبق روش سینگ و چودوری (۳۹) با استفاده از روابط $GCV(\%)=\frac{\sqrt{\sigma 2g}}{x}\times 100$ و $PCV(\%)=\frac{\sqrt{\sigma 2p}}{x}\times 100$ که در آن σ^2g، σ^2p و X به ترتیب واریانس ژنتیکی، واریانس فنوتیپی و میانگین صفت هستند، محاسبه شدند. بازده ژنتیکی هم بر طبق روش آلارد (۷) و سینگ و چودوری (۳۸) با استفاده از رابطه $GA=k\times\sigma p\times h^2$ که در آن k شدت گزینش ۱۰٪ برابر ۱/۷۵، σ_p انحراف معیار فنوتیپی و h^2 معادل وراثت‌پذیری می‌باشد، محاسبه شدند.

قبل از تجزیه واریانس برقراری مفروضات تجزیه مورد تأیید قرار گرفت. سپس تجزیه واریانس داده‌ها برای دو سال انجام شد و سپس با توجه به معنی‌دار بودن اثرمتقابل تنش در رقم برای تعدادی از صفات، تجزیه واریانس جداگانه‌ای در شرایط شاهد و تنش برای محاسبه پارامترهای ژنتیکی انجام شد. همچنین تجزیه خوشه‌ای برای شرایط تنش و فاقد تنش انجام شد. همچنین در مورد ارزش همه صفات میانگین مقادیر برای هر بوته در نظر گرفته شد و برای محاسبه پارامترهای ژنتیکی و محاسبات آماری و رسم دندروگرام‌ها از نرم‌افزار Excel و SPSS استفاده شد.

نتایج و بحث

پارامترهای ژنتیکی

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها تفاوت معنی‌داری بین سطوح تنش و ارقام برای تعدادی از صفات مطالعه شده نشان داد (جدول ۱). بنابراین برای محاسبه پارامترهای ژنتیکی، تجزیه واریانس صفات در شرایط تنش و شاهد بطور جداگانه انجام شد (جدول ۲ و ۳). بر طبق آن تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ درصد برای اکثر صفات مورد مطالعه مشاهده شد که نشاندهنده واریانس ژنتیکی بالا بین ارقام از نظر صفات مورد مطالعه می‌باشد. پارامترهای ژنتیکی شامل ضریب تغییرات ژنتیکی[1]، ضریب تغییرات فنوتیپی[2]، وراثت‌پذیری عمومی و بازده ژنتیکی بر اساس اجزای واریانس تحت شرایط شاهد و تنش برای عملکرد و سایر صفات محاسبه شدند (جدول ۴ و ۵). کارایی انتخاب برای یک صفت خاص در یک جمعیت بستگی زیادی به عوامل ژنتیکی و غیر ژنتیکی دارد که آن عوامل در بروز تفاوت‌های فنوتیپی نقش دارند. وراثت‌پذیری شاخص کارآمدی جهت انتخاب و توسعه جمعیت می‌باشد. اگرچه ممکن است عوامل محیط از طریق اثر متقابل، روی ساختار ژنتیکی و در نتیجه روی وراثت‌پذیری تأثیر بگذارند (۳۳).

ضریب تغییرات ژنتیکی، ضریب تغییرات فنوتیپی، وراثت‌پذیری عمومی و بازده ژنتیکی

نتایج حاصل، واریانس ژنتیکی و فنوتیپی قابل ملاحظه‌ای بین ارقام را برای صفات مورد مطالعه نشان داد. برای اکثر صفات مقدار واریانس فنوتیپی و ژنتیکی بالایی مشاهده شد، بجز صفات حجم ریشه، وزن خشک ریشه و محتوای آب نسبی برگ در شرایط شاهد و ارتفاع بوته، وزن خشک بوته، فلورسانس کلروفیل و محتوای آب نسبی برگ در شرایط تنش، که در مورد این صفات چون بیشتر تحت تأثیر محیط قرار گرفتند و وراثت‌پذیری کمتری داشتند (جدول ۴ و ۵). بیشترین مقادیر GCV مربوط به صفا ت تعداد ریشه در شرایط شاهد و تعداد سنبله در بوته تحت شرایط تنش بود در حالی که کمترین مقادیر GCV در دو شرایط شاهد و تنش مربوط به فلورسانس کلروفیل بود. مقادیر GCV و PCV برای اغلب صفات تقریباً به هم نزدیک بودند، که این امر نشاندهنده این است که تنوع بین ارقام بیشتر ناشی از اثرات ژنتیکی می‌باشد. هر چقدر اختلاف PCV و GCV در مورد صفتی بیشتر باشد تأثیر محیط بر روی آن صفت بیشتر است. مشابه نتایج بدست آمده توسط شیوکومار (۳۷) گزارش شده است. اگرچه GCV مقدار تنوع ژنتیکی بین ارقام در مورد صفات مطالعه شده را نشان می‌دهد، این شاخص به تنهایی نمی‌تواند میزان تنوع قابل وراثت را نشان دهد. ضریب تغییرات ژنتیکی با در نظر گرفتن وراثت‌پذیری، تخمین مناسبی از پیشرفت ژنتیکی که از طریق انتخاب فنوتیپی انتظار می‌رود را فراهم می‌سازد (۹). وراثت‌پذیری همراه با پیشرفت ژنتیکی از پارامترهای مهم انتخاب هستند که اگر با هم بکار برده شوند کارایی بسیار بالایی در توسعه ارقام دارند. تخمین پیشرفت ژنتیکی در درک نوع فعالیت ژن درگیر در بیان صفات پلی‌ژنیک موثر است. مقادیر بالای پیشرفت ژنتیکی نشاندهنده فعالیت افزایشی ژن است در حالی که مقادیر پایین آن بیانگر فعالیت غیر افزایشی ژن می‌باشد. وراثت‌پذیری بالا لزوماً به معنای این نیست که صفت بازده ژنتیکی بالایی خواهد داشت، موقعی این حالت اتفاق می‌افتد که اثرات ژن افزایشی باشد در حالی که وراثت‌پذیری بالا همراه با بازده ژنتیکی پایین هنگامی دیده می‌شود که اثرات اپیستاتیک یا غالبیت وجود دارد (۲۰).

در این آزمایش وراثت‌پذیری بالا یا متوسط همراه با بازده ژنتیکی مطلوب برای صفات سطح ویژه برگ، پتانسیل اسمزی، طول سنبله، تعداد ریشه، قطر ریشه، تعداد پنجه در بوته، تعداد پنجه بارور در بوته و تعداد سنبله در بوته تحت هر دو شرایط شاهد و تنش خشکی بدست آمد. علاوه بر این صفات پتانسیل آب برگ، عملکرد دانه در شرایط شاهد و طول ریشه، حجم ریشه، وزن خشک ریشه و تعداد دانه در سنبله تحت شرایط تنش وراثت‌پذیری بالا یا متوسط همراه با بازده ژنتیکی مطلوب داشتند که این امر نشاندهنده اثرات افزایشی ژن برای این صفات و دلالت بر این دارد که قسمت عمده‌ای از تنوع فنوتیپی به تنوع ژنتیکی تعلق دارد. وراثت‌پذیری بالا همراه با بازده ژنتیکی بالا فاکتور مهمی جهت پیش‌بینی اثرات حاصل از انتخاب بهترین افراد جمعیت دارد. بر طبق نتایج این صفات واریانس بالایی برای انتخاب دارند و بیشتر این واریانس، ژنتیکی می‌باشد و ظرفیت بالایی برای انتخاب در برنامه‌های توسعه ژنتیکی دارند. عملکرد دانه هدف اصلی اصلاحگران نباتات می‌باشد. برآورد مقادیر بالا برای واریانس، وراثت‌پذیری و بازده ژنتیکی برای این صفت به اصلاحگر کمک خواهد کرد که بهترین ترکیب را برای رسیدن به سطح

1- Genotypic Coefficient of Variance (GCV)
2- Phenotypic Coefficient of Variance (PCV)

مطلوب پتانسیل عملکرد انتخاب نماید (۱۸). وراثت‌پذیری به تنهایی دلالت بر پیشرفت ژنتیکی در انتخاب بهترین افراد در جمعیت نمی‌کند، اما این شاخص همراه با بازده ژنتیکی کارایی بالایی در این موضوع دارد (۴).

وراثت‌پذیری متوسط و بازده ژنتیکی پایینی برای دمای برگ، شاخص کلروفیل و محتوای پرولین تحت دو شرایط شاهد و تنش مشاهده شد. علاوه بر این صفات فلورسانس کلروفیل، ارتفاع بوته، وزن خشک بوته و طول ریشه در شرایط شاهد و پتانسیل کل آب برگ، وزن ۱۰۰۰ دانه تحت تنش خشکی چنین وضعیتی داشتند. وراثت‌پذیری بالا همراه با بازده ژنتیکی پایین دلالت بر اثرات غیرافزایشی ژن دارد. اگرچه این صفات وراثت‌پذیری بالایی دارند اما چون GCV پایینی دارند بنظر می‌رسد انتخاب برای این صفات کارایی بالایی ندارد. مقدار وراثت‌پذیری برای وزن ۱۰۰۰ دانه بالا بدست آمد که با نتایج بدست آمده توسط فیدا و همکاران (۱۷) مطابقت دارد. اگرچه نتایجی هم راجع به وزن ۱۰۰۰ دانه بدست آمده که وراثت‌پذیری این صفت را متوسط (۱۰) و یا پایین (۵) نشان می‌دهد. وراثت‌پذیری بالا برای این صفت تحت تنش دلالت می‌کند بر اینکه وزن ۱۰۰۰ دانه بیشتر تحت تأثیر فاکتورهای ژنتیکی در مقایسه با فاکتورهای محیطی قرار می‌گیرد (۳). وراثت‌پذیری متوسط با بازده ژنتیکی پایین توسط سفیرال حسن و همکاران (۳۴) گزارش شده است. پیشنهاد شده است که وقتی وراثت‌پذیری متوسط یا بالا و بازده ژنتیکی پایین است، انتخاب مؤثر والدین مناسب خیلی مهم است (۱). وراثت‌پذیری بالا با بازده ژنتیکی پایین برای تاریخ رسیدگی، تاریخ سنبله‌دهی، تعداد پنجه بارور در بوته و شاخص برداشت که دلالت بر اثرات غیرافزایشی ژن دارد توسط ال تبال و ال فراهات (۷) گزارش شده است.

وراثت‌پذیری پایین و بازده ژنتیکی مطلوب فقط در مورد عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی بدست آمد. این مطلب دلالت بر این دارد که عوامل محیطی نقش خیلی مهمی در بیان این صفت تحت تنش دارند. ارزیابی بازده ژنتیکی برای انتخاب صفات نشان داد که علاوه بر وراثت‌پذیری ژنتیکی کافی، برای افزایش بازده ژنتیکی مقدار بالای وراثت‌پذیری هم مورد نیاز است. همچنین نتایج نشان داد که اگرچه عملکرد دانه دارای وراثت‌پذیری ژنتیکی کافی و بازده ژنتیکی مطلوب بود، چون این صفت وراثت‌پذیری پایینی در شرایط تنش داشت، نمی‌تواند شاخص انتخاب خوبی برای نسل بعد باشد. مشابه این نتایج توسط لیو و ما (۲۳) بدست آمده است. در حالی که وراثت‌پذیری بالا برای عملکرد دانه نیز گزارش شده است (۲۴).

از طرف دیگر وراثت‌پذیری پایین و بازده ژنتیکی پایین برای صفات محتوای آب نسبی برگ، حجم ریشه، وزن خشک ریشه، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه تحت شرایط شاهد و برای محتوای آب نسبی برگ، فلورسانس کلروفیل، ارتفاع بوته و وزن خشک بوته تحت شرایط تنش بدست آمد. کم بودن واریانس ژنتیکی و بالا بودن واریانس محیطی این صفات دلالت بر عملکرد غیر افزایشی ژن‌ها و تأثیر بالای عوامل محیطی بر این صفات دارد. بنابراین این صفات قابلیت بهره‌برداری در برنامه‌های توسعه ژنتیکی را ندارند (۴۱).

بر طبق نتایج ذکر شده، تعداد پنجه در بوته، طول سنبله، تعداد پنجه بارور، تعداد سنبله در بوته، عملکرد دانه، تعداد ریشه، قطر ریشه، سطح ویژه برگ و پتانسیل اسمزی، واریانس ژنتیکی، وراثت‌پذیری و بازده ژنتیکی مطلوبی را تحت شرایط شاهد نشان دادند. در حالی که، علاوه بر این صفات بجز عملکرد دانه، صفات تعداد دانه در سنبله، طول ریشه، حجم ریشه و وزن خشک ریشه نیز تحت شرایط تنش دارای واریانس ژنتیکی، وراثت‌پذیری و بازده ژنتیکی مطلوبی بودند. بنابراین انتخاب برای این صفات از طریق فنوتیپ آنها می‌تواند کارایی بالایی برای پتانسیل ژنتیکی داشته باشد. بقیه صفات چون پارامترهای ژنتیکی پایینی داشتند جهت استفاده برای انتخاب ارقام برتر در شرایط تنش خشکی توصیه نمی‌شوند.

جدول ۱- تجزیه مرکب صفات مورد مطالعه گندم بهاره در شرایط تنش خشکی بعد از مرحله آبستنی

Table 1. Combined analysis of the studied traits of spring wheat under drought stress after booting stage

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات صفات									
		دمای برگ	فلورسانس کلروفیل	شاخص کلروفیل	محتوای آب نسبی برگ	سطح ویژه برگ	میزان پرولین	پتانسیل کل آب برگ	پتانسیل اسمزی	ارتفاع بوته	وزن خشک بوته	طول سنبله
سال	۱	۶۸/۴۵**	۰/۰۲۶۰۰**	۵۱/۲۸**	۱۹۱/۹۹**	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۲/۲۶**	۱/۱۵**	۰/۹۷**	۷۲۲/۴۰**	۳۷/۸۱**	۲۱۷/۴۷**
تکرار در سال	۶	۰/۵۷	۰/۰۰۰۰۰۶	۰/۲۶	۰/۳۵	۸۶/۶۱	۰/۰۰۹	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۳۰	۰/۰۰۲	۰/۰۶
تنش	۱	۶۱۰/۵۱**	۰/۰۳۳۰۰**	۲۰۸/۱۷**	۷۹/۰۹*	۱۱۰۰/۹۳**	۸/۶۴**	۶/۸۱**	۱۴/۳۰**	۷۵۶۶/۰۵**	۲۵۰/۶۳**	۳۴۹/۴۵**
سال × تنش	۱	۲/۴۵	۰/۰۰۰۰۰۰۳	۰/۰۰۱	۴/۰۷	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰۸	۰/۰۰۰۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۱۱	۰/۰۰۰۱۲۵
خطای۱	۶	۰/۸۹	۰/۰۰۰۰۰۴۸	۰/۲۸	۰/۴۶	۹۱/۹۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۵۶	۰/۰۰۹	۰/۰۲
رقم	۱۹	۴/۱۷**	۰/۰۰۰۳۲	۲/۹۷**	۳۵/۳۷**	۲۱۹۰/۲۷**	۰/۴۸**	۰/۱۰**	۰/۲۳**	۸۶/۸۶**	۴/۲۷**	۱۰/۱۲**
رقم × سال	۱۹	۰/۵۷	۰/۰۰۰۱۹	۰/۷۱	۲۵/۰۴**	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۲	۴۲/۶۰	۱/۸۴	۱/۴۵*
رقم × تنش	۱۹	۰/۵۰	۰/۰۰۰۳۵*	۱/۹۳	۱۳/۸۴	۲۲۲۱/۴۷**	۰/۱۰**	۰/۰۳	۰/۰۱	۲۶/۸۷	۱/۹۱	۰/۴۴
رقم × تنش × سال	۱۹	۰/۱۹	۰/۰۰۰۰۹	۰/۳۰	۱۴/۳۶	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۰/۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۸	۳۵/۸۶	۱/۷۶	۰/۲۵
خطای۲	۲۲۸	۱/۷۸	۰/۰۰۰۲۱	۱/۱۹	۱۱/۹۹	۱۵۹/۴۸	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۷	۴۰/۹۵	۱/۹۲	۰/۸۸
ضریب تغییرات (٪)		۵/۲۲	۱/۹۹	۲/۶۵	۴/۴۶	۷/۶۹	۲/۴۳	۹/۸۳	۲۰/۴۷	۱۲/۵۷	۹/۶۱	۹/۹۷

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪

ادامه جدول ۱

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات صفات										
		تعداد ریشه در بوته	طول ریشه	حجم ریشه	وزن خشک ریشه	قطر ریشه	تعداد پنجه در بوته	تعداد پنجه باور در بوته	تعداد سنبله در بوته	تعداد دانه در سنبله	وزن ۱۰۰۰ دانه	عملکرد دانه
سال	۱	۷۰/۳۱	۲۵۷/۰۵**	۱۳۵/۰۷**	۱/۳۱	۲/۳۰**	۱۰۹/۲۸**	۱۰۵/۸۰**	۱۰۵/۸۰**	۲۵۷/۴۰**	۲۵۲/۹۴**	۳۴۵/۹۸**
تکرار در سال	۶	۲۶/۰۸	۰/۳۰	۰/۱۳	۰/۲۱	۰/۰۵	۰/۵۲	۰/۴۷	۰/۳۲	۴۰/۴۶**	۲۲/۲۷	۰/۸۵
تنش	۱	۴۷۱۲/۴۵**	۳۴۷۶/۸۹**	۲۴۴۳/۷۱**	۲۰۲/۵۹**	۴۷/۶۳**	۴۴۴/۱۵**	۴۳۷/۱۱**	۴۳۷/۱۱**	۷۴۷/۲۵**	۴۳۳۴/۳۰**	۲۱۴۶/۴۲**
سال × تنش	۱	۰/۰۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۰۷	۰/۰۸	۱/۰۰×۱۰$^{-۷}$	۱/۰۰×۱۰$^{-۷}$	۱۶۶/۷۵**	۰/۰۵	۰/۵۰
خطای۱	۶	۶/۳۲	۰/۰۰۴	۰/۱۲	۰/۰۵	۰/۰۵	۴/۲۵**	۴/۴۲**	۴/۱۳**	۴۷/۱۹**	۲۶/۴۲*	۶/۱۲**
رقم	۱۹	۱۲۴/۹۳**	۸۵/۵۸**	۲۲/۰۸*	۱/۶۹*	۰/۵۶**	۱۳/۶۴**	۱۳/۸۴**	۱۴/۵۳**	۱۰۸/۵۰**	۶۴/۴۵**	۱۷/۱۱**
رقم × سال	۱۹	۲۶/۵۸	۱۵/۰۳	۳/۴۶	۰/۴۲	۰/۰۶	۱/۱۵	۱/۰۳	۱/۰۳	۱۳/۴۲	۱۳/۵۸	۲/۰۱
رقم × تنش	۱۹	۲۴/۴۴	۱۳/۴۶	۶/۰۶	۰/۶۸	۰/۱۷	۱/۴۵	۱/۳۸	۱/۴۲	۶۰/۲۸**	۳۴/۰۵**	۳/۹۰*
رقم × تنش × سال	۱۹	۶/۱۶	۴/۱۵	۲/۱۵	۰/۱۵	۰/۰۵	۱/۰۶	۰/۸۶	۰/۸۶	۲۳/۱۶*	۱۰/۶۰	۱/۳۹
خطای۲	۲۲۸	۲۳/۵۰	۱۴/۳۷	۱۱/۵۵	۱/۰۱	۰/۲۶	۱/۱۰	۱/۱۲	۱/۱۸	۱۲/۵۸	۱۱/۵۴	۲/۰۰
ضریب تغییرات (٪)		۲۳/۱۹	۱۳/۱۹	۲۱/۰۱	۳۴/۹۰	۳۰/۹۳	۱۴/۰۵	۱۶/۴۵	۱۷/۰۱	۱۰/۹۱	۹/۰۸	۱۷/۸۳

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه گندم بهاره تحت شرایط شاهد

Table 2. Analysis of variance studied traits of spring wheat under control condition

منابع تغییرات	درجه آزادی	دمای برگ	فلورسانس کلروفیل	شاخص کلروفیل	محتوای آب نسبی برگ	سطح ویژه برگ	میزان پرولین	پتانسیل کل آب برگ	پتانسیل اسمزی	ارتفاع بوته	وزن خشک بوته	طول سنبله
سال	۱	۲۲/۵۰**	۰/۰۱۳۰۰**	۲۵/۸٤**	۱۲۵/۹٦**	۱×۱۰$^{-۷}$	۱/۱۲**	۰/۵۷**	۰/٤۹**	۳٦۲/٤۰**	۱٦/۹۰**	۱۰۸/۵۷**
تکرار در سال	٦	۱/۲۳	۵/۵٦×۱۰$^{-۷}$	۰/۵۴	۰/۰۲	۰/۱٦۵	۰/۰۲	۰/۰۰۱	۱/۷۳×۱۰$^{-۵}$	۰/۱۹	۰/۰۱	۰/۰۲
رقم	۱۹	۲/۳۷	۰/۰۰۰٤۷**	۲/۷۱*	۳۰/۵٦**	۱۰۸٦/۹۵۸**	۰/۳۲**	۰/۰۹**	۰/۰۹*	۵۲/۹۰*	٤/۵۵*	۴/۳۰**
رقم*سال	۱۹	۰/٦۱	۰/۰۰۰۱۰۵	۰/۵۴	۱۵/۹۱	۶۰/۰۰†	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۱	۱٦/۰۹	۱/۸۸	۰/۷۱
خطا	۱۱٤	۱/۸۱	۰/۰۰۰۱۷۵	۱/۵۶	۱٤/۰۹	–	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۵	۲۸/٦۱	۲/٦۲	۰/۷۶
ضریب تغییرات محیطی (٪)		۵/۵۷	۱/۷۹	۲/۹۸	٤/۸۱	۴/۷۷	۲/۹٤	۱۱/۲۰	۲۱/٤۸	۹/۶۰	۱۰/۵۸	۸/۳۵

† واریانس رقم در سال با واریانس خطا ادغام شده است.

ادامه جدول۲

Table 2 Countinued

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد ریشه در بوته	طول ریشه	حجم ریشه	وزن خشک ریشه	قطر ریشه	تعداد پنجه در بوته	تعداد پنجه باور در بوته	تعداد سنبله در بوته	تعداد دانه در سنبله	وزن ۱۰۰۰ دانه	عملکرد دانه
سال	۱	۳۷/۰٦	۱۲۷/٤۵**	٦۷/٤۷*	۰/٦۲	۱/۱۴*	۵۷/٦۰**	۵۲/۹۰**	۵۲/۹۰**	٤/۹۰	۱۲۲/۸۵**	۱۸٦/٤۲**
تکرار در سال	٦	۲۰/۵۲	۰/۱٤	۰/۰۳	۰/۱۱	۰/۰۷	۲/۵۰	۲/۳۲	۲/۲۹	۰/۵۲	۰/۲۲	٤/۲۷
رقم	۱۹	۵٦/٦۳*	۲۲/۰۷*	۵/۹۲	۰/۳۴	۰/۱۷	۸/۲۵**	۸/۱۱**	۸/۰۹**	۲٦/۲۷**	٤۵/۹۱**	۱٦/۷۸**
رقم*سال	۱۹	۱٦/۷۱	٦/۱۲	۳/۸۱	۰/۲۸	۰/۰۷	۰/۷۲	۰/٦۸	۰/٦۸	۱۲/۰۸	۱۶/۷۰	۱/٦٦
خطا	۱۱٤	۳۱/۸۷	۱۱/۹۹	۱۰/۰۳	۰/۷٦	۰/۲۳	۱/۰۹	۱/۰۹	۱/۱۲	۹/٦۰	۱۵/٦٦	۲/۶۰
ضریب تغییرات محیطی (٪)		۲۳/۰۷	۱۳/٦۰	۲۳/٦۰	۲۲/۰۰	۲۸/۲۳	۱۲/۰۸	۱۳/۷۶	۱۳/۹۷	۹/۱۰	۹/٦۳	۱۵/۳۲

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه گندم بهاره تحت شرایط تنش خشکی

Table 3. Analysis of variance studied traits of spring wheat under drought stress condition

منابع تغییرات	درجه آزادی	دمای برگ	فلورسانس کلروفیل	شاخص کلروفیل	محتوای آب نسبی برگ	سطح ویژه برگ	میزان پرولین	پتانسیل کل آب برگ	پتانسیل اسمزی	ارتفاع بوته	وزن خشک بوته	طول سنبله
سال	۱	٤۸/٤۰**	۰/۰۱۳۰۰**	۲۵/٤٤**	۷۰/۰۹**	۱×۱۰$^{-۷}$	۱/۱۴**	۰/۵۸**	۰/٤۸**	۳٦۰/۰۰**	۲۱/۰۳**	۱۰۸/۹۰**
تکرار در سال	٦	۰/۲۳	۱/۰۷×۱۰$^{-۵}$	۰/۰۰۱	۰/۸۰	۱۷۸/۳۶	۰/۰۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰۳	۰/٦۸	۰/۰۰۳	۰/۰۶
رقم	۱۹	۲/۳۰	۰/۰۰۰۱۹۹	۲/۱۹**	۲۳/٤۹**	۳۳۲٤/۷۸**	۰/۲٦**	۰/۰۵	۰/۱۵*	٦۲/۳۷	۱/۷۱	٦/۲٦**
رقم*سال	۱۹	۰/۱۵	۰/۰۰۰۱٦٤	۰/٤۷	۱۸/٦٤*	۲۱۳/۴۰†	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	٦۰/۸۳	۱/٦۴	۰/۹۹
خطا	۱۱٤	۱/۷٤	۰/۰۰۰۲۵	۰/۸۱	۹/۸۹	–	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۹	۵۳/۲۸	۱/۲۲	۰/۹۹
ضریب تغییرات محیطی (٪)		۴/۹۰	۲/۲۰	۲/۲۴	٤/۰۸	۸/۸۰	۱/۸٦	۸/۷۹	۱۹/٦۲	۱۵/۸۶	۸/۱۵	۱۱/۹٤

†واریانس رقم در سال با واریانس خطا ادغام شده است.

ادامه جدول ۳

Table 3 Countinued

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد ریشه در بوته	طول ریشه	حجم ریشه	وزن خشک ریشه	قطر ریشه	تعداد پنجه در بوته	تعداد پنجه باور در بوته	تعداد سنبله در بوته	تعداد دانه در سنبله	وزن ۱۰۰۰ دانه	عملکرد دانه
سال	۱	۳۳/۳۱	۱۲۹/۶۰**	۶۷/۶۰*	۰/۶۹	۱/۱۶*	۵۱/۷۶**	۵۲/۹۰**	۵۲/۹۰**	۴۱۹/۲۶**	۱۳۰/۱۴**	۱۶۰/۰۶**
تکرار در سال	۶	۱۱/۸۷	۰/۱۷	۰/۲۲	۰/۱۵	۰/۰۲	۲/۲۷	۲/۵۶*	۲/۳۲	۸۷/۱۳**	۴۸/۴۸**	۲/۶۹
رقم	۱۹	۹۲/۷۴**	۷۶/۹۸**	۲۲/۲۲*	۲/۰۳	۰/۵۶*	۶/۸۴**	۷/۱۰**	۷/۸۶**	۱۴۲/۵۱**	۵۲/۶۰**	۴/۲۳**
رقم*سال	۱۹	۱۶/۰۲	۱۳/۰۷	۱/۸۰	۰/۲۸	۰/۰۴	۱/۴۹	۱/۲۲	۱/۲۲	۲۴/۴۹	۷/۴۸	۱/۷۴
خطا	۱۱۴	۱۵/۱۴	۱۶/۷۶	۱۳/۰۸	۱/۲۵	۰/۲۹	۱/۱۱	۱/۱۵	۱/۲۵	۱۵/۵۶	۷/۴۱	۱/۴۰
ضریب تغییرات محیطی (٪)		۱۵/۷۲	۱۲/۷۸	۱۹/۰۹	۲۰/۴۷	۲۶/۳۳	۱۶/۷۸	۲۰/۳۴	۲۱/۴۱	۱۲/۷۳	۸/۰۷	۲۲/۱۷

جدول ۴- مقادیر پارامترهای ژنتیکی ارقام گندم برای صفات مورد مطالعه تحت شرایط شاهد

Table 4. Amounts of genetical parameters of wheat cultivars for studied traits under control condition

پارامترهای ژنتیکی	دمای برگ	فلورسانس کلروفیل	شاخص کلروفیل	محتوای آب نسبی برگ	سطح ویژه برگ	میزان پرولین	پتانسیل کل آب برگ	پتانسیل اسمزی	ارتفاع بوته	وزن خشک بوته	طول سنبله
واریانس ژنتیکی	۰/۲۲	۴/۵۶×۱۰$^{-۵}$	۰/۲۷	۱/۸۳	۱۲۸/۳۷	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۱	۴/۶	۰/۳۳	۰/۴۵
ضریب تغییرات ژنتیکی	۱/۹۴	۰/۹۱	۱/۲۴	۱/۷۳	۶/۹۸	۳/۸۱	۶/۰۰	۹/۵۰	۳/۸۵	۳/۷۸	۶/۴۲
واریانس فتوتیپی	۰/۳۰	۵/۸۸×۱۰$^{-۵}$	۰/۳۴	۳/۸۲	۱۳۵/۸۷	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۱	۶/۶۱	۰/۵۷	۰/۵۴
ضریب تغییرات فنوتیپی	۲/۲۵	۱/۰۳۷	۱/۳۹	۲/۵۰	۷/۱۸	۳/۹۹	۶/۳۴	۱۰/۱۱	۴/۶۱	۴/۹۳	۷/۰۳
وراثت‌پذیری	۷۴/۴۹	۷۷/۶۶	۸۰/۲۱	۴۷/۹۵	۹۴/۴۸	۹۱/۰۵	۸۹/۶۶	۸۸/۳۰	۶۹/۵۸	۵۸/۶۵	۸۳/۵۳
بازده ژنتیکی (٪)	۲/۹۴	۱/۴۱	۱/۹۵	۲/۱۰	۱۱/۸۷	۶/۳۶	۹/۹۴	۱۵/۶۳	۵/۶۲	۵/۰۶	۱۰/۲۷

ادامه جدول ۴

Table 4 Continued

پارامترهای ژنتیکی	تعداد ریشه در بوته	طول ریشه	حجم ریشه	وزن خشک ریشه	قطر ریشه	تعداد پنجه در بوته	تعداد پنجه باور در بوته	تعداد سنبله در بوته	تعداد دانه در سنبله	وزن ۱۰۰۰ دانه	عملکرد دانه
واریانس ژنتیکی	۴/۹۹	۱/۹۹	۰/۲۶	۰/۰۰۷	۰/۰۱	۰/۹۴	۰/۹۳	۰/۹۳	۱/۷۸	۳/۶۵	۱/۸۹
ضریب تغییرات ژنتیکی	۱۳/۰۹	۵/۵۵	۳/۸۳	۴/۰۹	۸/۹۲	۱۱/۲۳	۱۲/۶۹	۱۲/۷۳	۳/۹۱	۴/۶۵	۱۳/۰۷
واریانس فتوتیپی	۷/۰۸	۲/۷۶	۰/۷۴	۰/۰۴	۰/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۱۴	۱/۰۱۱	۳/۲۸	۵/۷۴	۲/۰۹۸
ضریب تغییرات فنوتیپی	۱۵/۵۹	۶/۵۳	۶/۴۱	۹/۸۵	۱۱/۶۴	۱۱/۷۶	۱۳/۲۵	۱۳/۲۹	۵/۳۲	۵/۸۲۹	۱۳/۷۷
وراثت‌پذیری	۷۰/۴۸	۷۲/۲۹	۳۵/۶۸	۱۷/۲۶	۵۸/۷۲	۹۱/۳۰	۹۱/۶۷	۹۱/۶۴	۵۴/۰۰	۶۳/۶۳	۹۰/۱۱
بازده ژنتیکی (٪)	۱۹/۲۳	۸/۲۶	۴/۰۰	۲/۹۷	۱۱/۹۶	۱۸/۷۸	۲۱/۲۶	۲۱/۳۲	۵/۰۳	۶/۴۹	۲۱/۷۱

جدول ۵- مقادیر پارامترهای ژنتیکی ارقام گندم برای صفات مورد مطالعه تحت شرایط تنش خشکی

Table 5. Amounts of genetical parameters of wheat cultivars for studied traits under drought stress condition

پارامترهای ژنتیکی	دمای برگ	فلورسانس کلروفیل	شاخص کلروفیل	محتوای آب نسبی برگ	سطح ویژه برگ	میزان پرولین	پتانسیل کل آب برگ	پتانسیل اسمزی	ارتفاع بوته	وزن خشک بوته	طول سنبله
واریانس ژنتیکی	۰/۲۷	$٤/٣٨\times١٠^{-٦}$	۰/۲۲	۰/٦١	٣٨٨/٩٢	۰/۰٣	۰/۰٠٥	۰/۰٢	۰/١٩	۰/۰١	۰/٦۶
ضریب تغییرات ژنتیکی	١/٩٢	۰/٢٩	١/١٥	١/۰١	١١/٨٨	٣/٣٣	٣/٥۶	٨/٦٩	۰/٩٥	۰/٧٣	٩/٧٣
واریانس فتوتیپی	۰/٢٩	$٢/٤٩\times١٠^{-٥}$	۰/٢٧	٢/٩۴	۴١٥/۶٠	۰/۰٣	۰/۰١	۰/۰٢	٧/٨٠	۰/٢١	۰/٧٨
ضریب تغییرات فنوتیپی	١/٩٩	۰/٦٩	١/٣٠	٢/٢٢	١٢/٢٨	٣/٣٨	٣/٩۶	٩/١٦	٦/۰٧	٣/٤٢	١۰/٦٠
وراثت‌پذیری	٩٣/٤٧	١٧/٥٩	٧٨/٧٨	٢۰/٦۶	٩٣/٥٨	٩٦/٩٧	٨۰/٨٥	٩۰/۰۰	٢/٤٧	۴/٥٠	٨٤/٢٧
بازده ژنتیکی (٪)	٣/٢٥	۰/٢١	١/٧٩	۰/٨٠	٢۰/١١	٥/٧۴	٥/۶٠	١٤/٤٣	۰/٢٦	۰/٢٧	١٥/٦٣

ادامه جدول ۵

Table 5 Continued

پارامترهای ژنتیکی	تعداد ریشه در بوته	طول ریشه	حجم ریشه	وزن خشک ریشه	قطر ریشه	تعداد پنجه در بوته	تعداد پنجه باور در بوته	تعداد سنبله در بوته	تعداد دانه در سنبله	وزن ۱۰۰۰ دانه	عملکرد دانه
واریانس ژنتیکی	٩/٥٩	٧/٩٩	٢/٥٥	۰/٢٢	۰/۰٧	۰/٦٧	۰/٧۴	۰/٨٣	١٤/٧٥	٥/٦۴	۰/٣١
ضریب تغییرات ژنتیکی	١٢/٥٢	٨/٨٢	٨/٤٣	١٢/٧٣	١٢/٥٦	١٣/۰٢	١٦/٣۰	١٧/٤٥	١٢/٣٩	٧/۰٣٩	١۰/٤٦
واریانس فتوتیپی	١١/٥٩	٩/٦٢	٢/٧٨	۰/٢٥	۰/۰٧	۰/٨۶	۰/٨٩	۰/٩٨	١٧/٨١	٦/٥٧	۰/٥٣
ضریب تغییرات فنوتیپی	١٣/٧٦	٩/٦٨	٨/٨۰	١٣/٧٢	١٣/۰٢	١٤/٧٢	١٧/٩١	١٨/٩٨	١٣/١٨	٧/۶۰	١٣/٦٢
وراثت‌پذیری	٨٢/٧٣	٨٣/۰٣	٩١/٩١	٨٦/۰٢	٩٣/۰۴	٧٨/١٧	٨٢/٨٨	٨٤/٥۴	٨٢/٨١	٨٥/٧٩	٥٩/۰١
بازده ژنتیکی (٪)	١٩/٩٢	١٤/۰٦٥	١٤/١٥	٢۰/٦٦	٢١/٢۰	٢۰/١۴	٢٥/٩٧	٢٨/۰٧	١٩/٧٣	١١/٤١	١٤/۰٧

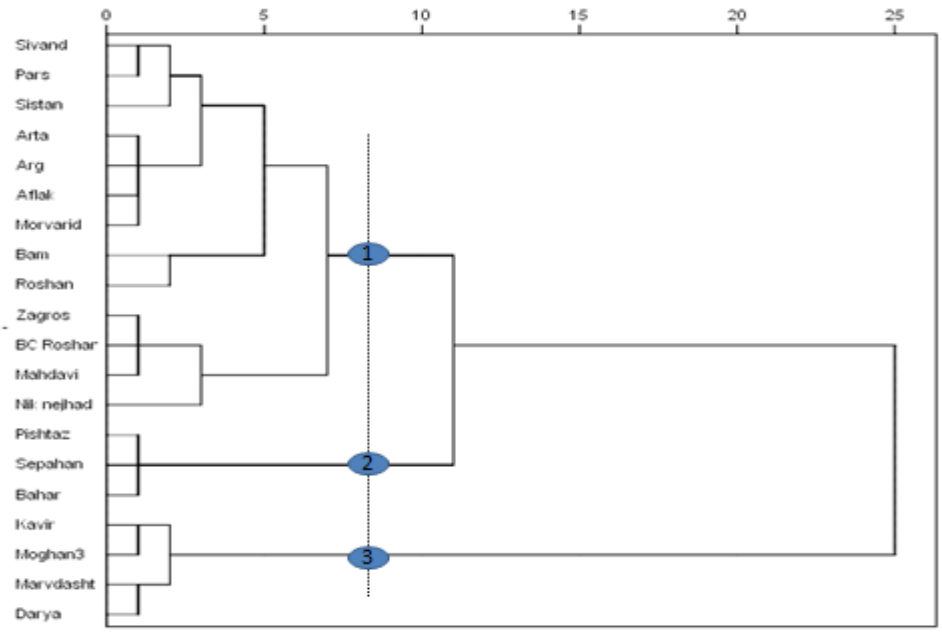
تجزیه خوشه‌ای

تجزیه خوشه‌ای یکی از کاراترین روش‌های آماری چند متغیره است که برای گروه‌بندی مشاهدات بر اساس چند متغیر به کار می‌رود (۳۶) و توسط نقوی و همکاران (۲۹) برای گروهبندی ارقام گندم تحت تنش خشکی مورد استفاده قرار گرفته است.

دندروگرام تجزیه خوشه‌ای ارقام بر اساس صفات مناسب جهت انتخاب ارقام که از طریق نتایج بررسی پارامترهای ژنتیکی بدست آمد، تحت شرایط شاهد و تنش در شکل ۱ و ۲ نشان داده شده است. در هنگام برش در محل نشان داده شده در اشکال، تابع تشخیص در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود که بدین معنی است که بیشترین تفاوت بین گروه‌ها در این حالت وجود داشت. برش دندروگرام منجر به تشکیل سه گروه در شرایط شاهد و چهار گروه در شرایط تنش شد.

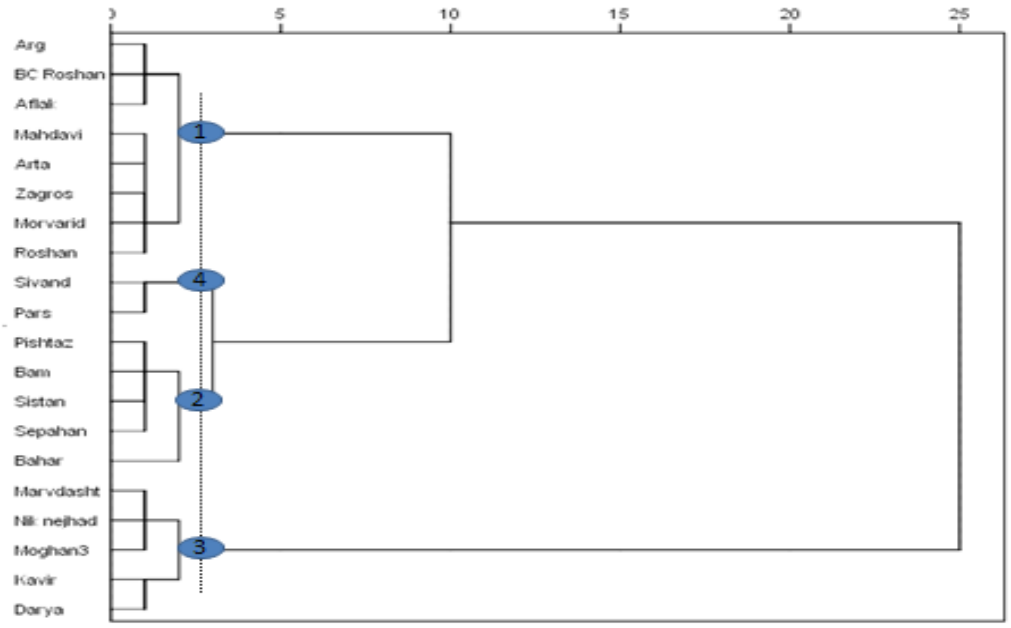
در شرایط شاهد (شکل ۱)، ارقام سیوند، پارس، سیستان، آرتا، ارگ، افلاک، مروارید، بم، روشن، زاگرس، بک کراس روشن، مهدوی و نیک‌نژاد در گروه اول قرار گرفتند و از نظر بیشتر صفات ارزش متوسطی داشتند. در گروه دوم ارقام پیشتاز، سپاهان و بهار قرار گرفتند که دارای حداقل همه صفات بودند. در نهایت ارقام کویر، مغان۳، مرودشت و دریا در گروه سوم جای گرفتند که برای اکثر صفات بالاترین میانگین را داشتند (جدول ۶).

بر طبق شکل ۲ برای شرایط تنش ارقام ارگ، بک کراس روشن، افلاک، مهدوی، آرتا، زاگرس، مروارید و روشن در گروه یک قرار گرفتند. این گروه از نظر اکثر صفات حالت متوسطی را نشان دادند. در گروه دوم ارقام پیشتاز، بم، سیستان، سپاهان و بهار قرار گرفتند که از نظر اکثر صفات بجز تعداد پنجه بارور و تعداد دانه در سنبله، حداقل مقادیر را داشتند. خوشه سوم شامل ارقام مرودشت، نیک‌نژاد، مغان۳، کویر و دریا بود که دارای حداکثر مقادیر برای اکثر صفات بودند. ارقام سیوند و پارس نیز با حداقل تعداد پنجه بارور و تعداد سنبله در بوته در گروه چهارم قرار گرفتند (جدول ۷).



شکل ۱- دندروگرام ارقام گندم بهاره براساس صفات مطلوب با استفاده از روش Ward و برش توسط تابع تشخیص تحت شرایط شاهد

Figure 1- Dendrogram of spring wheat cultivars basis of desirable traits using Ward method and cutting by discriminate function under control condition



شکل ۲- دندروگرام ارقام گندم بهاره براساس صفات مطلوب با استفاده از روش Ward و برش توسط تابع تشخیص تحت شرایط تنش خشکی
Figure 1- Dendrogram of spring wheat cultivars basis of desirable traits using Ward method and cutting by discriminate function under drought stress condition

جدول ۶- میانگین خوشه‌ها و درصد انحراف از میانگین کل آنها برای صفات مناسب جهت گزینش تحت شرایط شاهد
Table 6. Mean clusters and the percent deviation from the mean of them to the appropriate traits for selection under control

گروه‌ها	سطح ویژه برگ (سانتی‌متر مربع بر گرم)	پتانسیل اسمزی (مگاپاسکال)	طول سنبله (سانتی‌متر)	تعداد ریشه در بوته	قطر ریشه (میلی‌متر)	تعداد پنجه در بوته	تعداد پنجه باور در بوته	تعداد سنبله در بوته	عملکرد دانه (گرم)
میانگین گروه ۱	۱۶۸/۸۹	-۱/۰۶	۱۰/۲۵	۱۶/۵۱	۱/۲۴	۸/۶۷	۷/۶۳	۷/۶۰	۱۰/۵۳
درصد انحراف از میانگین کل	۴/۰۳	-۰/۹۸	-۱/۷۷	-۳/۲۸	-۱/۴۱	۰/۴۱	۰/۴۶	۰/۴۵	۰/۰۷
میانگین گروه ۲	۱۴۶/۲۱	-۰/۹۱	۹/۵۷	۱۴/۱۷	۱/۱۲	۷/۰۸	۶/۰۸	۶/۰۸	۸/۵۴
درصد انحراف از میانگین کل	-۹/۹۴	-۱۵/۲۸	-۸/۲۷	-۱۷/۰۰	-۱۱/۲۳	-۱۷/۹۹	-۱۹/۹۶	-۱۹/۵۶	-۱۸/۷۸
میانگین گروه ۳	۱۵۳/۱۸	-۱/۲۳	۱۱/۶۸	۲۱/۰۶	۱/۴۲	۹/۶۹	۸/۶۳	۸/۵۶	۱۱/۹۸
درصد انحراف از میانگین کل	-۵/۶۵	۱۴/۶۶	۱۱/۹۶	۲۳/۳۴	۱۳/۰۳	۱۲/۱۶	۱۳/۴۹	۱۳/۲۲	۱۳/۸۷
میانگین کل	۱۶۲/۳۵	-۱/۰۷	۱۰/۴۳	۱۷/۰۷	۱/۲۶	۸/۶۴	۷/۶۰	۷/۵۶	۱۰/۵۲

جدول ۷- میانگین خوشه‌ها و درصد انحراف از میانگین کل آنها برای صفات مناسب جهت گزینش تحت شرایط تنش خشکی
Table 7. Mean clusters and the percent deviation from the mean of them to the appropriate traits for selection under drought stress

گروه‌ها	سطح ویژه برگ (سانتی‌متر مربع بر گرم)	پتانسیل اسمزی (مگاپاسکال)	طول سنبله (سانتی‌متر)	تعداد ریشه در بوته	طول ریشه (سانتی‌متر)	حجم ریشه (میلی‌لیتر)	وزن خشک ریشه (گرم)	قطر ریشه (میلی‌متر)	تعداد پنجه در بوته	تعداد پنجه باور در بوته	تعداد سنبله در بوته	تعداد دانه در سنبله
میانگین گروه ۱	۱۶۳/۷۲	-۱/۴۸	۸/۳۱	۲۴/۵۸	۳۲/۰۵	۱۸/۶۳	۳/۷۰	۱/۹۶	۶/۱۴	۵/۱۴	۵/۱۴	۳۰/۵۰
درصد انحراف از میانگین کل	-۱/۴۱	-۰/۹۷	-۰/۳۷	-۰/۶۷	۰/۰۳	-۱/۶۶	۰/۶۵	-۳/۶۹	-۲/۲۴	-۲/۳۲	-۱/۶۱	-۱/۵۹
میانگین گروه ۲	۱۹۲/۰۲	-۱/۳۴	۷/۳۱	۲۰/۷۰	۲۸/۰۰	۱۷/۲۳	۳/۰۴	۱/۷۹	۵/۴۵	۴/۴۵	۴/۳۵	۳۶/۳۰
درصد انحراف از میانگین کل	۱۵/۶۴	-۱۰/۴۴	-۱۲/۴۵	-۱۶/۳۴	-۱۲/۶۴	-۹/۰۴	-۱۷/۳۱	-۱۱/۹۷۲	-۱۳/۲۳	-۱۵/۴۴	-۱۶/۷۵	۱۷/۱۲
میانگین گروه ۳	۱۴۲/۰۳	-۱/۶۹	۹/۵۵	۲۸/۶۳	۳۶/۰۰	۲۱/۴۶	۴/۳۲	۲/۳۴	۷/۶۵	۶/۶۵	۶/۶۵	۲۵/۴۵
درصد انحراف از میانگین کل	-۱۴/۴۷	۱۳/۰۶	۱۴/۴۲	۱۵/۶۹	۱۲/۳۳	۱۳/۲۵	۱۷/۵۹	۱۹/۸۲	۲۱/۷۹	۲۶/۳۷	۲۷/۲۷	-۱۷/۸۹
میانگین گروه ۴	۱۷۰/۵۶	-۱/۴۵	۸/۰۶۵	۲۵/۸۱	۳۲/۲۴	۱۸/۲۱	۳/۵۵	۱/۹۳۳	۵/۵۰	۴/۳۱	۴/۱۹	۳۳/۵۶
درصد انحراف از میانگین کل	۲/۷۱	-۲/۶۸	-۳/۴۵	۴/۳۲	۰/۶۲	-۳/۹۰	-۳/۲۹	-۴/۸۴	-۱۲/۴۴	-۱۸/۰۵	-۱۹/۸۶	۸/۲۹
میانگین کل	۱۶۶/۰۶	-۱/۴۹	۸/۳۵	۲۴/۷۴	۳۲/۰۴	۱۸/۹۵	۳/۶۷	۲/۰۳۸	۶/۲۸	۵/۲۶	۵/۲۳	۳۰/۹۹

وراثت‌پذیری بالا همراه با پیشرفت ژنتیکی مطلوب صفات، عامل مهمی برای پیش‌بینی نتایج حاصل از انتخاب بهترین افراد می‌باشد، زیرا نشان‌دهنده اثرات افزایشی ژن‌ها برای این صفات است. از طرف دیگر، وراثت‌پذیری بالا همراه با پیشرفت ژنتیکی کم صفات نشان‌دهنده اثرات غیرافزایشی ژن می‌باشد و دامنه محدود برای بهبود صفات وجود دارد. صفات تعداد پنجه در بوته، طول سنبله، تعداد پنجه بارور، تعداد سنبله در بوته، عملکرد دانه، تعداد ریشه، قطر ریشه، سطح ویژه برگ و پتانسیل اسمزی، واریانس ژنتیکی، وراثت‌پذیری و بازده ژنتیکی مطلوبی را تحت شرایط شاهد نشان دادند. در حالی که، علاوه بر این صفات بجز عملکرد دانه، صفات تعداد دانه در سنبله، طول ریشه، حجم ریشه و وزن خشک ریشه نیز تحت شرایط تنش دارای واریانس ژنتیکی، وراثت‌پذیری و بازده ژنتیکی مطلوبی بودند که این امر نشان‌دهنده اثرات افزایشی ژن برای این صفات و دلالت بر این دارد که قسمت عمده‌ای از تنوع فنوتیپی به تنوع ژنتیکی تعلق دارد. بنابراین انتخاب برای این صفات از طریق فنوتیپ آنها می‌تواند کارایی بالایی برای پتانسیل ژنتیکی داشته باشد. از طرف دیگر، وراثت‌پذیری پایین و بازده ژنتیکی پایین برای صفات محتوای آب نسبی برگ، حجم ریشه، وزن خشک ریشه، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه تحت شرایط شاهد و برای محتوای آب نسبی برگ، فلورسانس کلروفیل، ارتفاع بوته و وزن خشک بوته تحت شرایط تنش بدست آمد. کم بودن واریانس ژنتیکی و بالا بودن واریانس محیطی این صفات دلالت بر عملکرد غیر افزایشی ژن‌ها و تأثیر بالای عوامل محیطی بر این صفات دارد. بنابراین این صفات قابلیت کمتری جهت بهره‌برداری در برنامه‌های توسعه ژنتیکی را دارند. با توجه به گروه‌بندی تجزیه خوشه‌ای تحت تنش کمبود آب، ارقام مرودشت، نیک‌نژاد، مغان۳، دریا و کویر که دارای بیشترین ارزش برای اکثر صفات مناسب جهت گزینش بودند، در یک گروه قرار گرفتند و می‌توان آنها را به عنوان ارقام متحمل نامید. همچنین گروه دیگر شامل ارقام پیشتاز، بم، سیستان، سپاهان و بهار بودند و در اکثر صفات مورد مطالعه ارزش پایین‌تری از سایر ارقام داشتند و می‌توان این ارقام را حساس‌ترین رقم‌ها بشمار آورد. در مجموع پیشنهاد می‌شود ارقام متحمل برای کشت مستقیم استفاده شوند و یا اینکه از تلاقی این ارقام با ارقام حساس برای ایجاد تنوع استفاده شود.

منابع

1. Abid, M. and M. Shahid. 1993. Inheritance and interrelationship studies of some quantitative characters in wheat. Pakistan Agricultural Research, 14: 121-125.
2. Afiah, S.A.N., N.A. Mohamed and M.M. Saleem, M.M. 2000. Statistical genetic parameters, heritability and graphical analysis in 8 × 8 wheat diallal crosses under saline conditions. Annals of Agricultural Science (Cairo), 45(1): 257-280.
3. Ahmed, N., M.A. Chowdhry, I. Khaliq and M. Maekawa. 2007. The inheritance of yield and yield components of five wheat hybrid populations under drought conditions. Indonesian Journal of Agricultural Science, 8: 53-59.
4. Ajmal, S.U., N. Zakir and M.Y. Mujahid. 2009. Estimation of genetic parameters and characters association in wheat. Journal of Agricultural and Biological Science, 1: 15-18.
5. Al-Marakby, A.M., A.A. Mohamed, M. Yasein and A.M. Tolba. 1994. Heritability estimates and selection for high-yielding and early-heading recombinants segregating generations of five wheats crosses. Annals of Agricultural Science, Moshtohor Journal, 32: 1089-1106.
6. Al-Tabbal, J.A. and A.H. Al-Fraihat. 2012. Heritability Studies of Yield and Yield Associated Traits in Wheat Genotypes. Journal of Agricultural Science, 4(4): 11-22.
7. Allard RW. 1960. Principles of plant breeding. John Wiley and Sons, New York. 485 pp.
8. Arias D. 2007. Calibration of LAI-2000 to Estimate Leaf Area Index and Assessment of its Relationship with stand productivity in six Native and Introduced tree Species in costarica. Forest Ecology and Management, 247: 85-193.
9. Burton, G.W. and E.H. DeVane. 1953. Estimating heritability in tall fescue (*Festuca arundinacea*) from replicated clonal material. Agronomy Journal, 45: 478-81.
10. Chaturvedi, B.K. and R.R. Gupta. 1995. Selection parameters for some grain and quality attributes in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). Agricultural Sciense Digest (Karnal), 15: 186-190.
11. Comstock, R.R. and H.F. Robinson. 1952. Genetic parameters, their estimation and significance, proc. 6th international Grassland Congress. 494-516 pp., Vol. 1, Nat. Publ. co. Wash., D.C., U.S.A.
12. Deswal, R.K., S.S. Grakh and K.K. Berwal. 1996. Genetic variability and character association between grain yield and its components in wheat. Annals: of Biology (Ludhiana) 12(2): 221-224.
13. Ehdaie, B. and J.G. Waines. 1989. Genetic variation, heritability and path-analysis in landraces of bread wheat from southwestern Iran. Euphytica, 41: 183-190.
14. Eid M.H. 2009. Estimation of heritability and genetic advance of yield traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) under drought condition. International Journal of Genetics and Molecular Biology, 1: 115-120.
15. Falconer D.S. 1989. Introduction to quantitative genetics. 3rd edition. Logman Scientific and Technical, Logman House, Burnt Mill, Harlow, Essex, England. 464 pp.
16. Falconer, D.S. and T.F.C. Maccay. 1996. Introduction to quantitative genetics. Longman, Harlow, U.K. 397 pp.
17. Fida, M.M., H. Daniel, K. Shahzad and H. Khan. 2001. Heritability estimates for yield and its components in wheat. Sarhad Journal of Agriculture, 17: 227-234.
18. Firouzian A. 2003. Heritability and genetic advance of grain yield and its related traits in wheat. Pakistan Journal of Biological Sciences, 6: 2020-2023.
19. Jafarzadeh, A.A., R. Kasraii and M.R. Neishabouri. 1997. Detailed studies of 18 acres of land, soil research station Karkaj. Iranian Journal of Agricultural Sciences, 7(1-2): 187-213. (in Persian).
20. Johnson, H.W., H.F. Robinson and R.E. Comstock. 1955. Estimates of genetic and environmental variability in soybeans. Agronomy Journal, 47: 314-318.
21. Kahrizi, D., M. Maniee, R. Mohammadi and K. Cheghamirza. 2010. Estimation of genetic parameters related to morpho-agronomic traits of Durum Wheat (*Triticum turgidum* var. *durum*). Biharean Biologist, 4(2): 93-97.
22. Kashif, M., J. Ahmad, M.A. Chowdhry and K. Perveen. 2003. Study of Genetic Architecture of Some Important Agronomic Traits in Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.). Asian Journal of Plant Sciences, 2(9): 708-712.
23. Liu, C.F. and S.M. Ma. 1994. Evaluation of genetically parameters in wheat. Nigeria Journal of Agriculture, Forest Science and Technology, 32: 7-9.
24. Mahmood, N. and M.A. Chowdhry. 1999. Inheritance of some growth parameters in bread wheat. Pak. J. Biol. Sci., 2: 781-790.
25. Mahmood, N. and M.A. Chowdhry. 2000. Genetic performance of bread wheat genotypes for spike parameters under normal and late planting. Pakistan Journal of Biological Sciences, 3: 440-447.
26. Mc Manus, M.T., R.L. Bieleski, L.R. Caradus and D.J. Barker. 2000. Pinitoal accumulation in mature leaves of white clover in response to a water deficit. Environmental and Experimental Botany, 43: 11-18.
27. Memon, S.M., U.D. Qureshi, B.A. Ansari and M.A. Sial. 2007. Genetic heritability for grain yield and its related characters in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). Pakistan Journal of Botany, 39(5): 1503-1509.
28. Morant-Manceau, A., E. Pradier and G. Tremblin. 2004. Osmotic adjustment, gas exchanges and chlorophyll fluorescence of a hexa ploid triticale and its parental species salt stress. Journal of Plant Physiology, 169: 25-33.
29. Naghavi, M.R., M. Moghaddam M. Toorchi and M.R. Shakiba. 2016. Evaluation of spring wheat cultivars for physiological, morphological and agronomic traits under drought stress. Journal of Crop Breeding, 8(18): 64-77 (In Persian).

30. Paul, A.K., M.A. Islam, M.J. Hasan, M.M.H. Chowdhury and M.K.A. Chowdhury. 2006. Genetic variation of some morphophysiological characters in Triticum durum wheat. International Journal of Sustanable Agricultural Technology, 2(8): 11-14.
31. Prasad, B.A., K. Patwary and P.S. Biswas. 2001. Genetic variability and selection criteria in fine rice (*Oryza sativa* L.). Pakistan Journal of Biological Sciences, 4: 1188-1190.
32. Rajper, M.M., A.J. Malik and B.A. Ansari. 1990. Variability and heritability of yield and yield related characters in wheat (*Triticum aestivum* L.). Pakistan Journal of Agriculture, Agricultural Engineering and Veterinary Sciences, 6: 49-54.
33. Riaz R. 2003. Genetic Analysis for yield and yield components in spring wheat under drought conditions. Ph.D. Thesis, Faisalabad Agriculture University, Faisalabad, Pakistan. 252 pp.
34. Safeer-ul-Hassan, M., M. Munir, M. Mujahid, N.S. Kisana, Z. Akram and A.W. Nazeer. 2004. Genetic analysis of some biometric characters in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). International Journal of Biological Sciences 4: 480-485.
35. Sardana, S., R. Mahjan, N. Gautam and B. Ram. 2007. Genetic variability in pea (*Pisum sativum* L.) germplasm for utilization. SABRAO Journal of Plant Breeding and Genetics, 39(10):31-41.
36. Sharma S. 1996. Applied Multivariate Techniques. John Wiley and Sons, Inc., USA. 512 pp.
37. Shivkumar S. 1994. Genetic Variability and Diversity Studies in Durum Wheat .M.Sc. (Agriculture) Thesis, University of Agricultural Sciences, Dharwad. 94 pp.
38. Singh, R.K. and B.D. Chaudhary. 1979. Biometrical methods in quantitative genetics. Kalyani, Publishers. New Delhi. New Delhi, India. 128 pp.
39. Singh, R.K. and B.D. Chaudhary. 1985. Biometrical methods in quantitative analysis. Kalyani, Publishers. New Delhi New Delhi, India. 143 pp.
40. Srivastava, J.P. and A.B. Dhamania. 1989. Use of collections in cereal improvement in semi-arid areas. Cambridge University, Cambridge. 88-104 pp.
41. Thiyagarajan K. 1990. Genetic variability in cowpea. Agricultural Science Digest, 10: 8-10.
42. Warriach, W.A., K. Alam, M.A. Chowdhry and I. Khaliq. 1995. Heritability of yield and its components in F1 generation of spring wheat (*Triticum astivum* L.). Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 32(1): 52-55.
43. Zhao, M., M. Kang, A. Ren and S. Chen. 1995. Analysis on combining ability of yield characters in common wheat. Acta Agriculture Boreali-Sinica 10(Supplement): 38-54.

Evaluation of Genetic Diversity of Spring Wheat Cultivars for Physiological and Agronomic Traits under Drought Stress

Marouf Khalili[1] and Mohammad Reza Naghavi[2]

1- Assistant Professors, Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran
(Corresponding author, Email: makhalily@yahoo.com)
2- Assistant Professors, Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran
Receive: November 6, 2016 Accepted: June 3, 2017

Abstract

selection tolerant cultivars of wheat (as a strategic plant) under drought stress by using traits that are less affected by the environment, increases efficiencies. In this regard, in order to study some genetic parameters of physiological and agronomical traits and also genetic diversity in spring wheat cultivars under normal irrigation (control) and drought stress conditions in booting stage, a split plot experiment (two stress levels as main plots and 20 wheat cultivars as subplots) was done based on Randomized Complete Block Design with 4 replications during two cativation years 2011-12 and 2012-13 research farm of agriculture faculty, University of Tabriz, Iran. Based on the results of genetic parameters, number of tillers per plant, spike length, number of fertile tillers, number of spike per plant, seed yield, root number per plant, root diameter, leaf specific area and osmotic potential had more amounts for genetically variance, heritability and genetic improvement under control condition. While, in addition to these traits except grain yield; number of seeds per plant, root length, root volume and root dry weight under stress conditions have more genetic variance, heritability and genetic improvement. Other traits because having low amounts genetic parameters for using selection of superior cultivars under drought stress not recommended. Also dendrogram of cluster analysis based on desirable studied traits divided cultivars into four groups in terms of stress condition and non-stress conditions in the three groups that according to cluster analysis grouped under water stress, Marvdasht, Niknejhad, Moghan3, Darya and Kavir cultivars as the most tolerant and also Pishtaz, Bam, Sistan, Sepahan and Bahar identified as the most sensitive cultivars.

Keywords: Cluster analysis, Drought stress, Genetic improvement, Heritability, Wheat