دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

مقایسه‌ی تحمل به خشکی برخی از جمعیت‌های دیپلوئید وحشی، ارقام تتراپلوئید و هگزاپلوئید گندم با استفاده از صفات مورفولوژیکی و زراعی

سارا خسروی[۱]، رضا عزیزی‌نژاد[۲]، امین باقی‌زاده[۳] و محمود ملکی[۴]

۱ و ۲- گروه به نژادی و بیوتکنولوژی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۳- گروه بیوتکنولوژی، پژوهشگاه علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان، ایران
(نویسنده مسوول: Amin_4156@yahoo.com)
۴- گروه بیوتکنولوژی، پژوهشگاه علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان، ایران
تاریخ دریافت: ۹۷/۴/۵ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۱۵
صفحه: ۱۱ تا ۲۷

چکیده

گندم نان از مهم‌ترین محصولات زراعی جهان بوده و غذای اصلی مردم را در مناطق خشک و نیمه‌خشک از جمله ایران تشکیل می‌دهد. این تحقیق به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات مورفولوژیکی و زراعی در شرایط نرمال و تنش خشکی در ۳۵ ژنوتیپ گندم به‌صورت آزمایش اسپلیت‌پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. صفات مورفولوژیکی و زراعی شامل ارتفاع بوته، طول ریشک، طول سنبله، طول برگ، طول میانگره، تعداد گره، تعداد پنجه، تعداد برگ، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در بوته، عملکرد دانه، وزن سنبله، وزن صددانه و عملکرد بیولوژیکی و صفات فنولوژیکی شامل تعداد روز تا جوانه‌زنی و تعداد روز تا خوشه‌دهی اندازه‌گیری شد. براساس نتایج تجزیه واریانس، همه‌ی صفات مورد بررسی ژنوتیپ‌های مختلف با یکدیگر تفاوت آماری معناداری داشتند. ضرایب همبستگی بین صفات نشان داد که عملکرد دانه در حالت نرمال با صفات طول سنبله، وزن سنبله، تعداد گره، تعداد برگ، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در بوته همبستگی مثبت داشت. عملکرد دانه در حالت تنش با صفات وزن سنبله، تعدا گره، تعداد برگ، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در بوته همبستگی مثبت داشت. در تجزیه و تحلیل رگرسیونی در حالت نرمال چهار متغیر وزن صددانه، تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله، و طول ریشک و در حالت تنش شش متغیر تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در بوته، وزن سنبله، طول سنبله، وزن صددانه و طول برگ وارد مدل شدند. تجزیه علیت نشان داد که صفات وزن صددانه در حالت نرمال و وزن سنبله در حالت تنش بیشترین اهمیت را در عملکرد دانه داشتند. در تجزیه به مولفه‌های اصلی سه عامل اصلی ۷۷/۵ درصد از کل تنوع را در شرایط نرمال توجیه می‌کنند. گروه‌بندی جمعیت‌ها بر اساس ۱۷ صفت مذکور در دو حالت نرمال و تنش خشکی متفاوت از یکدیگر بود. با توجه به نتایج حاصله ژنوتیپ D_1 (با ژنوم AA) و رقم سبلان که در همه شرایط عملکرد بالای خود را حفظ کردند می‌توانند به‌عنوان متحمل‌ترین‌ها شناخته شوند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه کلاستر، تنوع ژنتیکی، رگرسیون، گندم

مقدمه

گندم نان از مهم‌ترین محصولات زراعی جهان بوده و غذای اصلی مردم را در مناطق خشک و نیمه‌خشک از جمله ایران تشکیل می‌دهد. در دنیای امروز گندم نه‌تنها یک ماده غذایی اساسی و مهم است، بلکه از لحاظ سیاسی نیز از اهمیتی هم پایه نفت و حتی برتر از آن برخوردار است. بنابراین بهبود عملکرد آن از اهداف مهم به‌نژادی گیاهی است (۳).

به‌نژادگران به‌طور مستمر ارقام جدید و پر محصول را که دارای سازگاری وسیعی به تغییر سیستم‌های زراعی هستند را تولید می‌کنند (۳۲). تنش‌های غیرزنده، علت عمده کاهش عملکرد محصولات زراعی جهان و کاهش متوسط عملکرد برای اغلب گیاهان زراعی تا بیش از ۵۰ درصد می‌باشد (۹). تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده عملکرد و تولید محصول در گیاهان است (۱۷). خشکی و شوری به‌عنوان دو مشکل مهم توسعه کشاورزی ایران مطرح است، لذا انتخاب گونه‌های مناسب مناطق خشک و نیمه‌خشک بسیار حائز اهمیت است. در این راستا بسیاری ازکشاورزان بومی این مناطق، کشت گیاهان سازگار را انتخاب کرده‌اند (۷). اصلاح به‌منظور بهبود صفات کیفی، تغذیه‌ای و عملکردی گندم ، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع تامین غذای انسان و دام، مستلزم بررسی تنوع در میان ژرم‌پلاسم این گیاه است (۳۵). در میان ژرم‌پلاسم‌ها، گندم‌های وحشی به‌دلیل سازگاری بهتر با شرایط متغیر محیطی به‌عنوان منبع بسیار مهمی از ژن‌های مفید در نظر گرفته می شوند (۱۸). منطقه غرب ایران به‌عنوان یکی از مراکز تنوع این گونه معرفی‌شده که می‌تواند برای یافتن جمعیت‌های متحمل مورد بهره‌برداری قرار گیرد (۲۳،۱۶). از طرفی علف هرز دیپلوئید *Aegilops tauschii* نیز یکی از اجداد وحشی گندم‌های زراعی امروزی محسوب می‌گردد که دهنده ژنوم DD به‌حساب می‌آید و حاوی تنوع بسیار خوبی است که می‌تواند مورد توجه به‌نژادگران قرار بگیرد (۲۲). به‌عقیده‌ی سینها و همکاران (۲۸) با افزایش سطح پلوئیدی در گندم، اندازه بذر، برگ و دوره پرشدگی دانه افزایش یافته و منجر به افزایش عملکرد دانه شده است لیکن توانایی گندم برای زنده‌ماندن در شرایط طبیعی محیط کاهش یافته است. عملکرد دانه در گندم مهمترین بخش اقتصادی گیاه است که حاصل برآیند اجزای عملکرد و دیگر صفات مرتبط با آن

می‌باشد (۱۱). با توجه به محدودیت زمین‌های قابل کشت، تولید ارقام پرمحصول راهکار اصلی افزایش تولید گندم است. در این راستا از صفات فیزیولوژیک و مورفولوژیک به‌علت تنوع ژنتیکی بالای آنها در جمعیت‌های مختلف، همبستگی با عملکرد دانه و وراثت‌پذیری بالا می‌توان به‌عنوان شاخص‌های گزینش در کنار روش‌های نوین مولکولی در انتخاب ژنوتیپ‌های برتر استفاده کرد (۲۵). عملکرد دانه صفتی پیچیده است که تحت تاثیر عوامل ژنتیکی و محیطی می‌باشد. این صفت برآیند اثرهای ساده و متقابل اجزای آن یعنی تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه و شرایط محیطی رشد گیاه، چگونگی سازگاری گیاه با محیط و کارایی استفاده از عوامل محیطی موثر بر تولید و رقابت‌های درون و برون‌گیاهی است (۲۷)، صفاتی مانند تاریخ رسیدگی، ارتفاع بوته، دوره پرشدن دانه، وزن هزاردانه، تعداد دانه در سنبله و صفات فیزیولوژیک مانند زاویه و اندازه برگ، دمای برگ و هدایت روزنه‌ای از جمله اجزای تاثیرگذار بر عملکرد دانه می‌باشند که می‌توانند به‌عنوان شاخص گزینش برای عملکرد بالا مورد استفاده قرار گیرند (۱۹). در آزمایشی بیشترین اثر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه را مربوط به صفات عملکرد بیولوژیک، تعداد پنجه بارور، و ارتفاع بوته دانسته‌اند (۶). برخی از محققین همبستگی بین عملکرد دانه و صفاتی نظیر تعداد پنجه، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه، طول سنبله و شاخص برداشت را در گندم گزارش کردند (۱۴،۳۳). هایلو و همکاران (۱۲) برای ارزیابی تنوع ژنتیکی گندم‌های تتراپلوئید در منطقه اتیوپی از آمار چندمتغیره تجزیه مولفه‌های اصلی و تجزیه خوشه‌ای استفاده نمودند. عظیمی و همکاران (۵) بیان کردند که تجزیه کلاستر ژنوتیپ‌های مورد بررسی در آزمایش بدون تنش، ژنوتیپ‌ها را به ۴ گروه و در حالت تنش به ۵ گروه تقسیم کرد. در تحقیقی با عنوان ارزیابی تنوع ژنتیکی در واریته‌های گندم نان با استفاده از روش‌های چندمتغیره آماری نشان داده شد که واریته‌های گندم نان با استفاده از تجزیه خوشه‌ای بر مبنای روش حداقل واریانس وارد در سه کلاستر گروه‌بندی شدند (۸).

اصلاح گندم برای تحمل به خشکی فرآیندی زمان‌بر و مشکل است. معمولاً ژنوتیپ‌های گندم را بر اساس آزمایش‌های مقایسه‌ای در محیط‌های مختلف ارزیابی می‌نمایند. باتوجه به اینکه تنش خشکی از جمله تنش‌های مهم در جهان و به‌خصوص کشور می‌باشد و خشکی اراضی بسیار وسیعی از کشور را از حیز انتفاع خارج کرده است و علاوه‌بر این گندم از جمله محصولات استراتژیک کشور است و خودکفایی و پایداری عملکرد این محصول مهم از جمله اهداف محققین و پژوهشگران اصلاح‌نباتات می‌باشد، لذا برای بررسی وضعیت تحمل به خشکی لازم است وضعیت کلیه صفاتی که مستقیم یا غیرمستقیم در ایجاد تحمل نقش دارند، مطالعه گردد. از آنجا که توده‌های مختلف از نواحی گوناگون و با شرایط آب و هوایی متفاوتی در ایران جمع‌آوری شده‌اند، لذا به احتمال زیاد تنوع زیادی از نظر تحمل به تنش خشکی خواهند داشت. این آزمایش با هدف ارزیابی تنوع ژنتیکی جمعیت‌های موجود، تعیین صفاتی که بیشترین میزان تنوع عملکرد را توجیه می‌کنند و نیز درک روابط بین صفات، تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات مؤثر بر عملکرد دانه و شناسایی عوامل پنهانی اثرگذار بر آن در شرایط اقلیمی منطقه کرمان انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش از ۱۰ جمعیت گندم دیپلوئید وحشی (*Triticum boeoticum*) با ژنوم AA گندم)، ۵ جمعیت گندم دیپلوئید وحشی (*Aegilops tauschii* با ژنوم DD)، ۱۰ رقم گندم تتراپلوئید (*Triticum durum* با ژنوم AABB) و ۱۰ رقم گندم هگزاپلوئید (*Triticum aestivum* با ژنوم AABBDD) (جدول ۱) استفاده شد. بذرهای گندم در مزرعه دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان در دو وضعیت شرایط نرمال و تنش خشکی در ۲۵ آبان ۱۳۹۵ به‌صورت دستی کاشته شدند. اجرای آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. در کرت‌های اصلی دو سطح نرمال و تنش خشکی و در کرت‌های فرعی جمعیت‌ها و ارقام گندم قرار گرفتند. هر کرت شامل ۳۵ ردیف به طول ۲ متر و فاصله ۲۰ سانتی‌متر بود. آبیاری برای کرت‌های نرمال و تنش از ابتدای کاشت به‌طور میانگین حدود هر ۷ روز یک بار بود و برای اعمال تنش خشکی کرت‌های آزمایشی از اوایل فروردین به‌طور میانگین هر ۳۰ روز یک بار آبیاری شد تا اوایل خرداد که برداشت انجام شد. در طول دوره زراعی، صفات تعداد روز تا جوانه‌زنی، تعداد پنجه، تعداد روز تا خوشه‌دهی، ارتفاع بوته، طول ریشک، طول برگ، طول سنبله، طول میانگره، تعداد گره، تعداد برگ، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در بوته، وزن سنبله، عملکرد دانه در بوته، وزن صد دانه و عملکرد بیولوژیکی بوته اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری ارتفاع بوته (حد فاصل بین محل طوقه در سطح خاک تا انتهای سنبله بدون در نظر گرفتن ریشک)، طول ریشک، طول برگ، طول سنبله (از قاعده سنبله تا انتهای سنبله بدون در نظر گرفتن ریشک) و طول میانگره بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. برای بررسی وجود و یا عدم وجود اختلاف بین ژنوتیپ‌های مختلف تجزیه واریانس انجام شد. برای مقایسه میانگین‌های مختلف از روش چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد و مناسب‌ترین ژنوتیپ‌ها در صفات مورد بررسی مشخص گردید. ضرایب همبستگی بین کلیه صفات مورد بررسی در هر دو شرایط نرمال و تنش خشکی محاسبه شد. برای بررسی ارتباط بین متغیرهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی با متغیر عملکرد از روش تحلیل چندمتغیره رگرسیون، استفاده شد. سپس تجزیه علیت براساس نتایج رگرسیون چندمتغیره انجام شد. تجزیه به مولفه‌های اصلی برای کاهش‌دادن عوامل اصلی انجام گرفت. تجزیه خوشه‌ای در هر دو شرایط اعمال تیمار، با استفاده از روش وارد و ضریب فاصله اقلیدسی انجام شد. برای انجام محاسبات آماری از نرم‌افزارهای Excel 2017 و SPSS 24 استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر معنادار ژنوتیپ را برای تمامی صفات مورد بررسی نشان داد (جدول ۲). این نتیجه نشان‌دهنده تنوع بالای ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی بوده، بنابراین امکان انجام تجزیه‌های بعدی را میسر می‌سازد. با توجه به معنی‌داربودن آزمون F در تمامی صفات، میانگین ارقام مختلف از نظر صفات مورد ارزیابی با استفاده از آزمون دانکن (جدول ۳) مورد مقایسه قرار گرفتند. برترین ژنوتیپ‌ها در صفت عملکرد دانه ژنوتیپ‌های D_1 با ژنوم AA و C_1 با ژنوم DD، A_1 و B_3 و برای صفت وزن صد دانه ژنوتیپ‌های یاواروس، سوپرهد، شیراز، آریا و B_3 بودند. هوشمندی (۱۵) بیان کرد که تفاوت بین ژنوتیپ‌ها برای صفات ارتفاع بوته، طول سنبله، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، و عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود و صفات نام برده‌شده می‌توانند در انتخاب ارقام مناسب و پربازده برای کاشت مورد توجه قرار گیرند که با نتایج حاصله مطابقت داشت. احمدی و همکاران (۲) در تحقیقی بیان کردند که بین ارقام مختلف از لحاظ ارتفاع بوته، طول سنبله، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبلچه در سنبله اختلاف معناداری وجود دارد که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی داشت. ضرایب همبستگی بین صفات نشان داد که عملکرد دانه در حالت نرمال با صفات تعداد روز تا خوشه‌دهی، ارتفاع بوته، طول ریشک و فاصله میانگره همبستگی منفی و با صفات طول سنبله، وزن سنبله، تعداد گره، تعداد برگ، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در بوته همبستگی مثبت داشت. عملکرد دانه در حالت تنش با تعداد روز تا جوانه‌زنی همبستگی منفی و با صفات وزن سنبله، تعداد گره، تعداد برگ، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در بوته همبستگی مثبت داشت. (جداول ۴ و ۵). بیشترین همبستگی مثبت عملکرد دانه در حالت نرمال و تنش با تعداد دانه در سنبله با مقادیر ۰/۵۱ و ۰/۷۲ می‌باشد. سرخی لله‌لو و همکاران (۲۹) بیان داشتند که همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری بین عملکرد دانه و تعداد دانه در سنبله وجود دارد که این مشاهده هم در نتایج نرمال و هم در نتایج تنش این پژوهش دیده شد. محققین همبستگی بالایی بین تعداد دانه در سنبله و وزن سنبله با عملکرد دانه مشاهده کرده و این دو صفت را به‌عنوان مهمترین صفات تأثیرگذار در عملکرد دانه معرفی کرده‌اند (۲۰). متقی و همکاران (۲۱) بیان داشتند که رابطه‌ی بین وزن هزاردانه و ارتفاع گیاه در ژنوتیپ‌های متحمل مثبت و معنی‌دار بود این رابطه در بین ژنو تیپ‌های حساس منفی و معنی‌دار بود. نقدی‌پور و همکاران (۲۴) دریافتند که در گندم دورم همبستگی منفی و معنی‌داری بین عملکرد دانه و ارتفاع بوته وجود دارد، که با نتایج این تحقیق نیز مطابقت داشت.

جدول ۱- اسامی ژنوتیپ‌های گندم مورد استفاده در تحقیق

Table 1. Names of wheat genotypes used in the study

ژنوتیپ	گونه	ژنوم	سطح پلوئیدی	منشا
A_6	*T. boeticum*	دیپلوئید وحشی با ژنوم AA	2n=2x=14	لرستان- ۱۰ کیلومتر مانده به نورآباد-از طرف الشتر
A_{10}	*T. boeticum*	دیپلوئید وحشی با ژنومAA	2n=2x=14	لرستان - جاده فیروزآباد-خرم آباد
B_1	*T. boeticum*	دیپلوئید وحشی با ژنومAA	2n=2x=14	کرمانشاه - ده سفید-نرسیده به دوراهی اسلام آباد کرمانشاه
B_4	*T. boeticum*	دیپلوئید وحشی با ژنومAA	2n=2x=14	کرمانشاه- ۲۰ کیلومتر بعد از پاوه به سمت روانسر
B_5	*T. boeticum*	دیپلوئید وحشی با ژنومAA	2n=2x=14	کرمانشاه - اسلام آباد کرند-روستای خسرو آباد
C_1	*T. boeticum*	دیپلوئید وحشی با ژنومAA	2n=2x=14	کردستان - دو ر اهی موچش سنندج
C_4	*T. boeticum*	دیپلوئید وحشی با ژنوم AA	2n=2x=14	کردستان - ۱۰ کیلومتر بعد از گنجی به طرف قروه
C_6	*T. boeticum*	دیپلوئید وحشی با ژنوم AA	2n=2x=14	کردستان - شهر بلبان آباد
D_1	*T. boeticum*	دیپلوئید وحشی با ژنوم AA	2n=2x=14	آذربایجان شرقی- اهر
E_1	*T. boeticum*	دیپلوئید وحشی با ژنوم AA	2n=2x=14	اردبیل – ۳۰ کیلومتر قبل از گیوی از طرف اردبیل
A_1	*Aegilops tauschii*	دیپلوئید وحشی با ژنوم DD	2n=2x=14	گیلان – جاده کوچ اصفهان-رشت
B_1	*Aegilops tauschii*	دیپلوئید وحشی با ژنوم DD	2n=2x=14	مازندران-آمل
B_3	*Aegilops tauschii*	دیپلوئید وحشی با ژنوم DD	2n=2x=14	جاده کرج – چالوس (۵۰ کیلومتر قبل از چالوس)
C_1	*Aegilops tauschii*	دیپلوئید وحشی با ژنوم DD	2n=2x=14	اردبیل-دشت مغان-پارس آباد
D_1	*Aegilops tauschii*	دیپلوئید وحشی با ژنوم DD	2n=2x=14	آذربایجان شرقی- ۱۰ کیلومتری جاده اهر-کلیبر
آریا	*T. durum*	تتراپلوئید AABB	2n=4x=28	
بهرنگ	*T. durum*	تتراپلوئید AABB	2n=4x=28	
دهدشت	*T. durum*	تتراپلوئید AABB	2n=4x=28	
دنا	*T. durum*	تتراپلوئید AABB	2n=4x=28	
شبرنگ	*T. durum*	تتراپلوئید AABB	2n=4x=28	
کرخه	*T. durum*	تتراپلوئید AABB	2n=4x=28	
یاواروس	*T. durum*	تتراپلوئید AABB	2n=4x=28	
DW/95/4	*T. durum*	تتراپلوئید AABB	2n=4x=28	
DW/90/8	*T. durum*	تتراپلوئید AABB	2n=4x=28	
WS	*T. durum*	تتراپلوئید AABB	2n=4x=28	
آذر	*T. aestivum*	هگزاپلوئید AABBDD	2n=6x=42	
آزادی	*T. aestivum*	هگزاپلوئید AABBDD	2n=6x=42	
پیشتاز	*T. aestivum*	هگزاپلوئید AABBDD	2n=6x=42	
روشن	*T. aestivum*	هگزاپلوئید AABBDD	2n=6x=42	
سبلان	*T. aestivum*	هگزاپلوئید AABBDD	2n=6x=42	
سوپرهد	*T. aestivum*	هگزاپلوئید AABBDD	2n=6x=42	
شیراز	*T. aestivum*	هگزاپلوئید AABBDD	2n=6x=42	
هیرمند	*T. aestivum*	هگزاپلوئید AABBDD	2n=6x=42	
مغان	*T. aestivum*	هگزاپلوئید AABBDD	2n=6x=42	
mr-17	*T. aestivum*	هگزاپلوئید AABBDD	2n=6x=42	

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مختلف در جمعیت‌های گندم در شرایط نرمال و تنش خشکی

Table 2. Analysis of variance of different traits in wheat populations under normal and drought stress conditions

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		تعداد روز تا جوانه‌زنی	تعداد پنجه	تعداد روز تا خوشه‌دهی	ارتفاع بوته	طول ریشک	طول برگ	طول سنبله	وزن سنبله	تعداد گره
شرایط (۱)	۱	۱۱۷/۳^{ns}	۸/۰۰ ^{ns}	۶۴۱/۳*	۴۹۲۴۰/۶**	۲۰۲/۸*	۸۸/۷^{ns}	۸۱/۲۳*	۱۴/۸۵*	۰/۳۴^{ns}
خطای اول	۴	۶۴۹/۷	۱۰۶/۶	۱۵۹/۸	۶۸۶/۴	۱۶/۲۸	۹۶/۴	۵/۱۱	۲	۱/۴۰
ژنوتیپ (۲)	۳۴	۱۱۰/۴**	۲۴/۶*	۷۶/۹*	۵۶۵/۶**	۲۶**	۲۵۳/۴**	۱۲/۹**	۱/۸۴**	۰/۸**
۱×۲	۳۴	۱۸/۲^{ns}	۱/۸^{ns}	۵۰/۵^{ns}	۲۱۹/۶**	۵/۱**	۱۴*	۲/۷۴*	۰/۵۰**	۰/۳۸*
خطای دوم	۱۳۶	۲۷/۸	۱۵/۴۸	۷۶/۱	۸۶/۲	۲/۹۹	۱۰/۹۰	۱/۶۲	۰/۲۱	۰/۳۶

ns، * و **: به‌ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار، تفاوت معنی‌دار در سطح آماری ۵٪ و ۱٪ می‌باشند.

ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مختلف در جمعیت‌های گندم در شرایط نرمال و تنش خشکی

Continue of Table 2. Analysis of variance of different traits in wheat populations under normal and drought stress conditions

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		تعداد برگ	فاصله میانگره	تعدادسنبلچه در سنبله	تعداد دانه در سنبله	تعدادسنبله در بوته	عملکرد دانه	وزن صد دانه	عملکرد بیولوژیکی
شرایط (۱)	۱	۱/۰۴^{ns}	۵۸۹/۶۵**	۳۹۰۶/۵۷**	۳۱۲۶/۸**	۲۵۸۵/۴۲**	۵۹*	۲۵/۵۴**	۳۹۲۰/۶**
خطای اول	۴	۲۸/۳	۳۷	۱۵۹/۶۱	۳۸۲/۵۷	۱۷۵	۱۴	۱/۵	۴۳۶/۹
ژنوتیپ (۲)	۳۴	۱/۱۳**	۱۶/۴۳**	۴۵۰/۹۰**	۲۰۸/۸**	۲۷۸**	۷/۳**	۳/۹**	۳۵۴/۶**
۱×۲	۳۴	۰/۴*	۹/۶۰**	۹۷/۱**	۶۳/۵^{ns}	۷۰**	۲/۶**	۰/۶**	۴۲/۸^{ns}
خطای دوم	۱۳۶	۰/۲۸	۳/۵	۴۸/۷۳	۵۳	۳۱/۵۱	۱/۱	۰/۳	۵۳/۶۲

ns، * و **: به‌ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار، تفاوت معنی‌دار در سطح آماری ۵٪ و ۱٪ می‌باشند.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های صفات مختلف در نمونه‌های مورد بررسی

Table 3. Comparison of means of different traits in samples examined

رقم	روز تا جوانه زنی	تعداد پنجه	روز تا خوشه دهی	ارتفاع بوته (cm)	طول ریشک (cm)	طول برگ (cm)	طول سنبله (cm)	وزن سنبله (gr)
A_1	۳۶/۳ $^{e-i}$	۱۱/۵$^{a-f}$	۱۷۳/۵^{def}	۲۷/۶ ^{h}	۲/۸^{j}	۵/۷^{gh}	۵/۷^{hij}	۰/۲۳^{i}
A_{10}	۲۹/۳$^{a-e}$	۱۰/۸$^{a-f}$	۱۷۳/۲^{def}	۴۶/۹ $^{b-g}$	۷/۲$^{a-e}$	۱۰$^{d-g}$	۶/۸$^{f-j}$	۰/۲۹^{ghi}
A_6	۲۶/۸^{ab}	۱۰/۵$^{a-f}$	۱۷۷/۷^{f}	۵۹/۵^{ab}	۷$^{a-e}$	۷$^{e-h}$	۷/۸$^{c-g}$	۰/۳۲^{ghi}
آریا	۲۶/۸^{ab}	۸/۸^{def}	۱۵۲^{ab}	۵۲/۱$^{a-e}$	۹/۱ ^{a}	۲۰/۴^{abc}	۶/۲$^{g-j}$	۱/۲$^{b-e}$
آزادی	۲۷ ^{ab}	۱۴/۸$^{a-c}$	۱۵۲^{ab}	۵۱/۷ $^{a-e}$	۷/۱$^{a-e}$	۲۱/۸^{abc}	۳/۹^{abc}	۱/۱$^{b-f}$
آذر	۳۰/۸$^{a-e}$	۱۶^{a}	۱۶۲/۵$^{b-e}$	۵۵/۶$^{a-e}$	۵/۷$^{d-i}$	۲۰/۵ ^{abc}	۹$^{a-d}$	۱/۱$^{b-}$
B_1 (ژنوم AA)	۳۲$^{a-e}$	۹/۲$^{c-f}$	۱۷۷ ^{f}	۵۴/۵$^{a-e}$	۶$^{d-h}$	۷/۶$^{e-h}$	۶/۷$^{f-i}$	۰/۲۴^{i}
B_1 (ژنوم DD)	۴۲^{i}	۱۲/۵$^{a-f}$	۱۶۹/۸$^{c-f}$	۲۶/۸^{h}	۴^{hij}	۵^{h}	۶/۴$^{f-j}$	۰/۲۲^{i}
B_3	۳۹/۸$^{f-i}$	۱۱/۸$^{a-f}$	۱۷۵ ^{f}	۲۷/۳^{h}	۳/۹$^{g-j}$	۶^{gh}	۵/۷^{hij}	۰/۲۶^{hi}
B_4	۳۱/۵$^{a-e}$	۱۰/۸$^{a-f}$	۱۷۱/۵^{def}	۵۹/۲ ^{abc}	۸$^{a-d}$	۱۲/۲^{d}	۶/۲$^{g-j}$	۰/۲^{ghi}
B_5	۳۴/۲$^{b-h}$	۸^{ef}	۱۷۴/۳^{ef}	۶۱/۷^{a}	۵$^{e-j}$	۱۰/۹^{def}	۶/۷$^{f-j}$	۰/۴^{ghi}
بهرنگ	۲۸/۵$^{a-d}$	۷/۸^{f}	۱۴۸/۷^{a}	۵۰/۴ $^{a-f}$	۱۲/۱^{a}	۲۰/۸ ^{abc}	۷$^{f-i}$	۱/۲$^{b-e}$
C_1 (ژنوم AA)	۳۲/۳$^{a-f}$	۹/۷$^{c-f}$	۱۷۷/۷^{f}	۴۶/۳$^{b-g}$	۶/۶$^{b-f}$	۷/۶$^{d-h}$	۷$^{f-i}$	۰/۲۸^{ghi}
C_1 (ژنوم DD)	۳۶$^{d-i}$	۱۲/۳$^{a-f}$	۱۷۰/۷^{def}	۳۱/۹^{h}	۳/۵^{ij}	۷$^{e-h}$	۵/۸^{hij}	۰/۲۳^{i}
C_4	۳۳/۷$^{a-h}$	۱۰/۸$^{a-f}$	۱۷۸^{f}	۵۲/۲$^{a-e}$	۶/۶$^{b-f}$	۶/۴^{fgh}	۶/۵$^{f-j}$	۰/۲۶^{hi}
C_6	۲۷/۲^{ab}	۹/۵$^{c-f}$	۱۷۳/۷^{def}	۵۴/۷$^{a-e}$	۶$^{d-h}$	۷$^{e-h}$	۶/۵$^{f-j}$	۰/۳^{ghi}
D_1 (با ژنوم AA)	۲۸^{abc}	۱۱/۵$^{a-f}$	۱۷۳/۷^{def}	۳۵/۹^{gh}	۵/۷$^{d-i}$	۹$^{d-h}$	۶/۵$^{f-j}$	۰/۵ $^{f-i}$

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ فاقد تفاوت معناداری می‌باشند.

ادامه جدول ۳- مقایسه میانگین‌های صفات مختلف در نمونه‌های مورد بررسی

Continue of Table 3. Comparison of means of different traits in samples examined

رقم	روز تا جوانه زنی	تعداد پنجه	روز تا خوشه دهی	ارتفاع بوته (cm)	طول ریشک (cm)	طول برگ (cm)	طول سنبله (cm)	وزن سنبله (gr)
D_1 (با ژنوم DD)	۴۰/۷^{hi}	۱۰/۳$^{b-f}$	۱۷۶^{f}	۳۲/۴^{h}	۳/۵^{ij}	۶/۴^{fgh}	۷$^{f-j}$	۰/۲۹^{ghi}
دهدشت	۳۵/۳$^{c—i}$	۱۰/۳$^{b-f}$	۱۵۴/۷^{ab}	۴۷/۲ $^{b-g}$	۹/۵^{b}	۲۵^{a}	۷/۶$^{c-h}$	۰/۹۴$^{c-g}$
دنا	۳۵$^{c-i}$	۱۱$^{a-f}$	۱۶۲/۸$^{b-e}$	۴۸/۹ $^{a-f}$	۸$^{a-d}$	۱۹/۳^{bc}	۶/۳$^{g-j}$	۱/۴^{bcd}
DW/90/8	۳۲/۸$^{a-g}$	۹/۵$^{c-f}$	۱۵۹ ^{abc}	۵۰/۸ $^{a-e}$	۸/۸^{abc}	۲۰/۵^{abc}	۷/۱$^{e-i}$	۱/۳ $^{b-e}$
DW/95/4	۲۹/۲$^{a-e}$	۱۰/۳$^{b-f}$	۱۵۵/۷ ^{ab}	۵۰/۴$^{a-f}$	۹^{ab}	۲۲ ^{abc}	۶/۳$^{g-j}$	۰/۸۱$^{d-i}$
$_1$E	۳۱/۷$^{a-e}$	۱۱$^{a-f}$	۱۷۲/۵ ^{def}	۵۸/۴$^{a-d}$	۸$^{a-d}$	۱۱/۵^{de}	۷/۸۸$^{c-g}$	۰/۳۱^{ghi}
هیرمند	۲۸/۳^{abc}	۱۱/۳$^{a-f}$	۱۵۵/۵ ^{ab}	۵۴/۴$^{a-e}$	۷/۵$^{a-e}$	۲۲/۹^{ab}	۱۱^{a}	۱/۴^{bc}
کرخه	۳۵/۳$^{c-i}$	۱۱/۵$^{a-f}$	۱۶۲/۸$^{b-e}$	۴۴/۸ ^{efg}	۹/۵^{b}	۱۸/۷^{bc}	۷/۳$^{d-i}$	۱/۱ $^{b-e}$
مغان	۳۹/۵$^{f-i}$	۱۰/۷$^{a-f}$	۱۵۴/۳^{ab}	۵۰/۴$^{a-f}$	۶/۳$^{d-g}$	۱۹/۸^{bc}	۸/۲$^{b-f}$	۰/۶۸$^{e-i}$
mr –17	۲۸/۸$^{a-d}$	۱۴/۲$^{a-d}$	۱۵۸/۵^{abc}	۳۷/۶ ^{fgh}	۳^{j}	۱۹^{bc}	۷/۸$^{c-g}$	۰/۸۷$^{c-i}$
پیشتاز	۲۷/۳ ^{ab}	۱۳/۲$^{a-f}$	۱۵۱/۲^{ab}	۵۷/۴ $^{a-e}$	۸$^{a-d}$	۱۸/۸^{bc}	۸/۸$^{a-e}$	۰/۸۱ $^{d-i}$
روشن	۲۸/۵ $^{a-d}$	۱۳/۷$^{a-e}$	۱۵۵/۵^{ab}	۶۱/۷^{a}	۴/۲$^{f-j}$	۲۱/۳^{abc}	۱۰^{ab}	۱/۳$^{b-e}$
سبلان	۲۶/۲ ^{a}	۱۴/۳$^{a-d}$	۱۶۲^{bcd}	۵۷$^{a-e}$	۶/۵$^{c-f}$	۲۱/۴ ^{abc}	۸/۸$^{a-e}$	۱/۷^{b}
شبرنگ	۳۲ $^{a-e}$	۱۱/۷$^{a-f}$	۱۵۸/۲^{abc}	۴۶/۲$^{b-g}$	۹^{ab}	۲۰/۶ ^{abc}	۷/۷$^{c-g}$	۱/۵^{bc}
شیراز	۲۹/۲$^{a-e}$	۱۵/۸^{ab}	۱۵۸/۲ ^{abc}	۴۶/۲$^{b-g}$	۷$^{a-e}$	۲۱/۵ ^{abc}	۱۰^{abc}	۱/۱ $^{b-f}$
سوپرهد	۲۸/۷ $^{a-d}$	۱۰ ^{cdf}	۱۵۹/۲^{abc}	۵۷/۹$^{a-e}$	۶$^{d-h}$	۲۲/۲ ^{abc}	۱۰^{ab}	۲/۶^{a}
Ws	۳۱/۵$^{a-e}$	۹/۳$^{c-f}$	۱۵۳ ^{ab}	۴۶$^{c-g}$	۵/۷$^{f-k}$	۱۷/۹ ^{c}	۸$^{c-g}$	۰/۷۴$^{e-i}$
یاواروس	۳۲/۷$^{a-g}$	۹/۸^{cdf}	۱۵۵^{ab}	۴۵$^{d-g}$	۹/۵^{b}	۲۱/۶^{abc}	۵/۷^{ij}	۰/۹۳$^{c-h}$

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ فاقد تفاوت معناداری می‌باشند.

ادامه جدول ۳- مقایسه میانگین‌های صفات مختلف در نمونه‌های مورد بررسی

Continue of Table 3. Comparison of means of different traits in samples examined

رقم	تعداد گره	تعداد برگ	فاصله میانگره (cm)	تعداد سنبلچه در سنبله	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در بوته	عملکرد دانه (grm^{-2})	وزن صد دانه (gr)	عملکرد بیولوژیکی (grm^{-2})
A_1	$۳/۷^{b-f}$	$۳/۵^{a-d}$	$۵/۹^{g-j}$	$۵/۸^{h}$	$۱۱/۸^{f-ı}$	۲۷^{bc}	۳^{a-d}	$۳/۲^{abc}$	۱۵^{e-j}
A_{10}	$۳/۵^{b-f}$	$۳/۲^{b-e}$	$۱/۱^{abc}$	$۱۹/۷^{def}$	$۱۰/۵^{f-ı}$	$۱۰/۲^{f-ı}$	$۰/۱۸^{ı}$	۱^{f}	$۹/۳^{hıj}$
A_6	$۳/۲^{def}$	$۳/۲^{b-e}$	۱۱^{abc}	۱۵^{fgh}	$۱۰/۸^{f-ı}$	$۱۱^{f-ı}$	$۰/۱۷^{ı}$	$۱/۴۵^{ef}$	$۱۲/۷^{g-j}$
آریا	$۴/۳^{ab}$	$۴/۳^{a}$	$۷/۷^{e-h}$	$۲۹/۸^{abc}$	$۲۰/۷^{a-g}$	$۱۰/۸^{f-ı}$	$۲/۶^{a-f}$	$۳/۳^{abc}$	$۲۱/۱^{c-g}$
آزادی	$۳/۷^{b-f}$	۴^{ab}	$۷/۵^{e-j}$	$۳۶/۵^{a}$	$۲۹/۱^{a}$	$۱۷/۷^{def}$	$۲/۳^{a-f}$	$۲/۱^{de}$	$۳۵/۲^{a}$
آذر	۴^{a-d}	۴^{ab}	$۹/۱^{b-f}$	۲۷^{a-e}	$۲۱/۷^{a-f}$	$۱۶/۱^{d-h}$	$۲/۷^{a-f}$	$۲/۹^{a-d}$	$۲۴/۹^{b-f}$
B_1 (ژنوم AA)	$۳/۳^{c-f}$	$۳/۱^{b-e}$	$۱۰/۴^{a-e}$	۱۵^{fgh}	$۱۰/۲^{f-i}$	$۱۲/۷^{f-i}$	$۰/۲۵^{i}$	$۱/۲^{f}$	$۱۱/۹^{g-j}$
B_1 (ژنوم DD)	$۴/۷^{a}$	$۴/۳^{a}$	۵^{J}	۸^{gh}	$۱۴/۳^{d-ı}$	$۲۲/۳^{cd}$	$۲/۶^{a-f}$	$۲/۴^{bcd}$	$۱۱/۹^{g-j}$
B_3	$۳/۷^{b-f}$	$۳/۷^{abc}$	$۵/۷^{hıj}$	$۵/۷^{h}$	$۱۲/۲^{f-ı}$	۳۵^{a}	$۲/۹^{a-d}$	$۳/۴^{ab}$	$۱۹/۶^{d-h}$
B_4	$۳/۵^{b-f}$	$۳/۲^{b-e}$	$۱۲/۶^{a}$	۱۶^{fg}	$۱۱/۶^{f-ı}$	$۸^{hı}$	$۰/۳۳^{hı}$	۱^{f}	$۱۳/۹^{g-j}$
B_5	$۲/۸^{f}$	$۲/۶^{e}$	$۱۰/۶^{a-d}$	۱۶^{fg}	$۱۱/۷^{f-i}$	۶^{i}	$۰/۱۸^{i}$	$۰/۶۸^{f}$	$۵/۹^{j}$
بهرنگ	$۳/۸^{a-e}$	$۳/۸^{abc}$	۷^{e-j}	۳۱^{abc}	$۲۴/۲^{a-e}$	$۸/۵^{hi}$	۲^{b-h}	$۲/۶^{a-d}$	$۲۰/۶^{c-g}$
C_1 (ژنوم AA)	۳^{ef}	$۳/۲^{b-e}$	$۱۱/۲^{ab}$	۱۵^{fgh}	$۸/۵^{hı}$	$۱۳/۷^{e-ı}$	$۰/۴۵^{hı}$	$۱/۳^{ef}$	$۱۶/۱^{d-j}$
C_1 (ژنوم DD)	$۳/۵^{bef}$	$۳/۵^{a-d}$	$۶/۵^{e-j}$	۷^{fgh}	$۱۰/۵^{f-ı}$	$۳۱/۵^{ab}$	$۳/۵^{ab}$	۳^{a-d}	$۱۵/۵^{e-j}$
C_4	$۲/۸^{f}$	$۲/۷^{de}$	$۸/۹^{b-g}$	$۱۵/۸^{fg}$	$۱۱/۲^{f-ı}$	$۱۲/۷^{f-ı}$	$۰/۱۸^{ı}$	$۰/۷۵^{f}$	$۹/۳^{hıj}$
C_6	$۳/۱^{def}$	۳^{cde}	۹^{b-e}	$۱۵/۱^{fgh}$	$۷/۵^{i}$	$۱۰/۳^{f-i}$	$۰/۱۵^{ı}$	$۱/۱^{f}$	$۸/۴^{ij}$
D_1 (با ژنوم AA)	۳^{ef}	۳^{cde}	$۸/۳^{d-ı}$	۱۵^{fgh}	$۹/۳^{ghı}$	$۱۲^{f-ı}$	$۱/۴۱^{c-ı}$	$۰/۷۲^{f}$	$۱۱/۷^{g-j}$

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ ٪ فاقد تفاوت معناداری می‌باشند.

ادامه جدول ۳- مقایسه میانگین‌های صفات مختلف در نمونه‌های مورد بررسی

Continue of Table 3. Comparison of means of different traits in samples examined

رقم	تعداد گره	تعداد برگ	فاصله میانگره (cm)	تعداد سنبلچه در سنبله	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در بوته	عملکرد دانه (grm^{-2})	وزن صد دانه (gr)	عملکرد بیولوژیکی (grm^{-2})
D_1 (با ژنوم DD)	۴^{a-d}	$۳/۸^{abc}$	$۴/۹^{j}$	$۸/۱^{gh}$	$۱۴^{d-ı}$	$۲۱/۲^{cde}$	$۳/۸^{a}$	$۳/۲^{abc}$	$۱۲/۷^{g-j}$
دهدشت	$۳/۷^{b-f}$	$۳/۸^{abc}$	$۷/۶^{f-j}$	$۲۶/۳^{b-e}$	$۱۶/۳^{b-i}$	$۸/۵^{hi}$	$۱/۳^{d-i}$	۳^{a-d}	$۱۸/۱^{d-i}$
دنا	$۳/۵^{b-f}$	$۳/۸^{abc}$	$۶/۹^{f-k}$	$۲۲/۳^{c-f}$	$۱۵/۶^{c-i}$	$۶/۸^{i}$	$۱/۶^{c-i}$	$۲/۷^{a-d}$	$۱۲/۹^{g-j}$
DW/90/8	$۳/۸^{a-e}$	$۳/۸^{abc}$	$۸/۱^{d-ı}$	$۲۷/۵^{a-e}$	$۲۰/۶^{a-g}$	$۶^{ı}$	$۱/۷^{c-ı}$	$۲/۵^{a-d}$	$۲۰/۷^{c-g}$
DW/95/4	۴^{a-d}	$۴/۳^{a}$	$۷/۱^{f-k}$	۳۱^{abc}	$۲۰/۵^{a-g}$	$۸/۸^{ghi}$	$۱/۱^{e-i}$	$۲/۱^{de}$	$۲۱/۵^{c-g}$
E_1	$۳/۶^{b-f}$	$۳/۶^{abc}$	$۱۰/۷^{a-d}$	$۱۹/۲^{ef}$	$۱۳/۳^{e-i}$	$۱۳/۲^{f-i}$	$۰/۳۹^{hi}$	$۱/۴^{ef}$	$۱۴/۲^{g-j}$
هیرمند	$۳/۸^{a-e}$	$۳/۸^{abc}$	$۸^{e-ı}$	۲۹^{a-e}	$۲۱/۵^{a-f}$	$۱۲/۲^{f-ı}$	$۲/۸^{a-e}$	$۳/۱^{abc}$	$۳۳/۷^{ab}$
کرخه	$۳/۸^{a-e}$	۴^{ab}	$۷/۲^{f-k}$	$۲۹/۸^{abc}$	$۱۹/۷^{a-ı}$	$۸/۸^{ghı}$	$۱/۶^{c-ı}$	$۲/۱^{de}$	$۳۳/۶^{ab}$
مغان	$۳/۷^{b-f}$	$۳/۵^{a-d}$	$۸/۵^{c-h}$	$۲۳/۳^{c-f}$	$۱۸^{a-ı}$	$۹^{ghı}$	$۱/۲^{e-ı}$	$۲/۳^{cd}$	$۱۷/۶^{d-ı}$
mr – 17	$۳/۵^{b-f}$	$۳/۷^{abc}$	$۶/۶^{f-k}$	$۲۵/۷^{b-e}$	$۱۶/۲^{b-i}$	$۸/۵^{hi}$	$۱/۱^{f-i}$	$۲/۶^{a-d}$	$۱۹/۲^{d-h}$
پیشتاز	$۳/۵^{b-f}$	۴^{ab}	$۷/۱^{f-k}$	$۳۰/۳^{abc}$	$۱۹/۷^{a-h}$	$۱۳^{f-ı}$	$۱/۶^{c-ı}$	$۳/۱^{abc}$	$۲۲/۳^{c-g}$
روشن	$۳/۸^{a-e}$	۴^{ab}	$۸/۷^{b-g}$	$۳۰/۱^{abc}$	$۲۵/۱^{a-d}$	$۱۴^{e-ı}$	$۲/۲^{b-g}$	۳^{abc}	$۳۰/۱^{abc}$
سبلان	۴^{a-d}	۴^{ab}	$۸^{d-ı}$	$۳۱/۱^{abc}$	$۲۵/۸^{abc}$	۱۷^{d-g}	$۳/۴^{ab}$	$۲/۹^{a-d}$	$۳۴/۶^{ab}$
شبرنگ	$۳/۷^{b-f}$	۴^{a}	$۶/۳^{g-k}$	$۳۱/۳^{abc}$	$۲۱/۵^{a-f}$	$۹^{ghı}$	$۲/۴^{a-f}$	۳^{a-d}	$۲۵/۱^{b-e}$
شیراز	$۴/۱^{abc}$	$۴/۲^{a}$	$۸/۱^{d-ı}$	$۲۶/۷^{a-e}$	$۱۹/۸^{a-h}$	$۱۲/۵^{f-ı}$	$۱/۷^{c-ı}$	$۳/۲^{abc}$	$۳۲/۸^{ab}$
سوپرهد	$۳/۸^{a-e}$	۴^{ab}	$۶/۹^{f-k}$	$۳۳/۸^{ab}$	$۲۹/۱^{a}$	$۷/۸^{ı}$	$۳/۱^{abc}$	$۳/۳^{abc}$	$۲۶/۷^{a-d}$
Ws	$۳/۸^{a-e}$	$۳/۸^{abc}$	$۶/۳^{g-k}$	$۲۳/۳^{c-f}$	$۱۸/۲^{a-i}$	$۱۱/۸^{f-i}$	$۰/۶۴^{ghi}$	$۲/۳^{cd}$	$۲۱/۷^{c-g}$
یاواروس	$۳/۵^{b-f}$	$۳/۵^{a-d}$	۷^{f-k}	$۲۹/۵^{a-d}$	$۲۷/۲^{ab}$	$۶/۷^{ı}$	$۱/۶^{c-ı}$	$۳/۴^{a}$	$۱۴/۴^{f-j}$

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ ٪ فاقد تفاوت معناداری می‌باشند

جدول ۴- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی در ۳۵ ژنوتیپ گندم مورد مطالعه در شرایط نرمال

Table 4. The simple correlation coefficients of the studied traits in 35 wheat genotypes under normal condition

	روز تا جوانه‌زنی (۱)	تعداد پنجه (۲)	روز تا خوشه‌دهی (۳)	ارتفاع بوته (۴)	طول ریشک (۵)	طول برگ (۶)	طول سنبله (۷)	وزن سنبله (۸)	تعداد گره (۹)	تعداد برگ (۱۰)	فاصله میانگره (۱۱)	تعداد سنبلچه در سنبله (۱۲)	تعداد دانه در سنبله (۱۳)	تعداد سنبله در بوته (۱۴)	عملکرد دانه (۱۵)	وزن صد دانه (۱۶)	عملکرد بیولوژیکی (۱۷)
۱	۱																
۲	-۰/۱۸	۱															
۳	۰/۳۳**	-۰/۳۱**	۱														
۴	۰/۴۷**	۰/۰۴	۰/۰۲	۱													
۵	-۰/۰۴**	-۰/۰۷	-۰/۲۶**	۰/۴۳**	۱												
۶	-۰/۳۹**	۰/۱۹*	-۰/۶۱**	۰/۲۲*	۰/۳۶**	۱											
۷	-۰/۳۰**	۰/۲۳*	-۰/۳۶**	۰/۲۱*	-۰/۰۰	۰/۵۲**	۱										
۸	-۰/۲۱	۰/۰۳	-۰/۴۸**	۰/۰۳	۰/۱۲	۰/۶۰**	۰/۵۶**	۱									
۹	۰/۱۶	۰/۲۴*	-۰/۰۲	-۰/۱۹*	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۰۶	-۰/۰۲	۱								
۱۰	۰/۰۰	۰/۳۸**	-۰/۱۷	-۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۳۲**	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۷۶**	۱							
۱۱	-۰/۲۷**	-۰/۰۸	۰/۴۴**	۰/۶۲**	۰/۲۴*	-۰/۱۸	۰/۰۰	-۰/۳۷**	-۰/۳۵**	-۰/۳۶**	۱						
۱۲	-۰/۴۰**	۰/۱۵	-۰/۶۵**	۰/۱۹*	۰/۳۸**	۰/۷۱**	۰/۵۶**	۰/۷۵**	-۰/۰۶	۰/۱۳	-۰/۲۲**	۱					
۱۳	-۰/۲۴*	۰/۱۶	-۰/۵۸**	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۵۸**	۰/۵۳**	۰/۷۹**	۰/۰۳	۰/۱۹*	-۰/۳۵**	۰/۸۸**	۱				
۱۴	۰/۲۴*	۰/۱۲	۰/۲۶**	-۰/۲۷**	-۰/۴۹**	-۰/۴۲**	-۰/۱۱	-۰/۳۲**	۰/۲۱*	۰/۱۳	-۰/۱۰	-۰/۴۱**	-۰/۲۰*	۱			
۱۵	۰/۱۳	۰/۱۲	-۰/۲۴*	-۰/۳۶*	-۰/۳۲**	۰/۱۱	۰/۲۹**	۰/۴۱**	۰/۲۸**	۰/۲۷**	-۰/۵۳**	۰/۲۵**	۰/۵۱**	۰/۴۹**	۱		
۱۶	۰/۱۵	۰/۰۷	-۰/۳۸**	-۰/۴۰**	-۰/۱۵	۰/۲۸**	۰/۲۲*	۰/۴۳**	۰/۳۳**	۰/۳۷**	-۰/۶۱**	۰/۲۷**	۰/۴۶**	۰/۲۱**	۰/۸۱**	۱	
۱۷	-۰/۳۲**	۰/۳۲**	-۰/۴۱**	۰/۲۲*	۰/۰۷	۰/۵۳**	۰/۶۸**	۰/۵۰**	۰/۱۸	۰/۳۳**	-۰/۰۷	۰/۶۰**	۰/۶۲**	۰/۱۸	۰/۴۷**	۰/۴۳**	۱

*و**: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۵- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی در ۳۵ ژنوتیپ گندم مورد مطالعه در شرایط تنش خشکی

Table 5. The simple correlation coefficients of the studied traits in 35 wheat genotypes under drought stress condition

	روز تا جوانه‌زنی (۱)	تعداد پنجه (۲)	روز تا خوشه دهی (۳)	ارتفاع بوته (۴)	طول ریشک (۵)	طول برگ (۶)	طول سنبله (۷)	وزن سنبله (۸)	تعداد گره (۹)	تعداد برگ (۱۰)	فاصله میانگره (۱۱)	تعداد سنبلچه در سنبله (۱۲)	تعداد دانه در سنبله (۱۳)	تعداد سنبله در بوته (۱۴)	عملکرد دانه (۱۵)	وزن صد دانه (۱۶)	عملکرد بیولوژیکی (۱۷)
۱	۱																
۲	-۰/۴۱**	۱															
۳	۰/۴۱**	-۰/۲۸**	۱														
۴	-۰/۲۳**	۰/۱۱	-۰/۴۸**	۱													
۵	-۰/۳۹**	-۰/۰۷	-۰/۴۰**	۰/۳۷**	۱												
۶	-۰/۱۵	۰/۰۲	-۰/۷۱**	۰/۵۴**	۰/۴۵**	۱											
۷	-۰/۴۷**	۰/۳۱**	-۰/۴۱**	۰/۴۲**	۰/۲۰*	۰/۴۳**	۱										
۸	-۰/۳۳**	۰/۰۹	-۰/۴۳**	۰/۴۹**	۰/۳۴**	۰/۵۱**	۰/۳۷**	۱									
۹	-۰/۳۷**	۰/۱۶	-۰/۴۷**	۰/۳۱**	۰/۲۶*	۰/۴۳**	۰/۲۱*	۰/۳۸**	۱								
۱۰	-۰/۲۸**	۰/۲۳*	-۰/۵۱**	۰/۳۸**	۰/۳۲**	۰/۴۷**	۰/۲۴*	۰/۴۶**	۰/۸۸**	۱							
۱۱	-۰/۴۲**	۰/۱۸	-۰/۳۴**	۰/۵۳	۰/۲۵*	۰/۳۰**	۰/۴۸**	۰/۳۵**	۰/۲۴*	۰/۲۱*	۱						
۱۲	-۰/۳۸**	۰/۱۲	-۰/۵۳**	۰/۵۴**	۰/۴۲**	۰/۶۶**	۰/۵۳	۰/۶۸**	۰/۳۹**	۰/۴۷**	۰/۴۱**	۱					
۱۳	-۰/۳۸**	۰/۲۱	-۰/۳۵**	۰/۲۷*	۰/۱۳	۰/۲۶*	۰/۲۵	۰/۷۱**	۰/۳۸**	۰/۴۶**	۰/۳۱**	۰/۶۱**	۱				
۱۴	-۰/۳۱**	۰/۳۶**	-۰/۰۶	-۰/۱۰	-۰/۱۱	-۰/۱۴	۰/۰۲	۰/۱۸	۰/۳۴**	۰/۳۳**	۰/۱۰	-۰/۱۱	۰/۳۰**	۱			
۱۵	-۰/۲۲*	۰/۱۹	-۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۶	-۰/۰۷	۰/۶۴**	۰/۲۹**	۰/۳۳**	۰/۱۱	۰/۲۶*	۰/۷۲**	۰/۶۰**	۱		
۱۶	-۰/۱۱	۰/۱۳	-۰/۳۹**	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۳۸**	۰/۰۸	۰/۳۶**	۰/۳۶**	۰/۳۵**	۰/۱۴	۰/۲۳*	۰/۳۹**	۰/۲۴*	۰/۴۹**	۱	
۱۷	-۰/۵۱**	۰/۳۴**	-۰/۵۶**	۰/۳۸**	۰/۲۸	۰/۴۸**	۰/۵۰**	۰/۶۹**	۰/۵۹**	۰/۶۳**	۰/۴۲**	۰/۶۰**	۰/۷۱**	۰/۴۸**	۰/۵۳**	۰/۴۰**	۱

*و**: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

نتایج رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته در مقابل ۱۶ صفت زراعی و فیزیولوژیک به‌عنوان متغیرهای مستقل در جدول ۶ آمده است. در شرایط نرمال وزن صددانه نخستین متغیر وارد شده به مدل بود که ۷۷ درصد از تغییرات عملکرد دانه را تبیین نمود، در مرحله دوم صفات تعداد سنبله در بوته و تعداد دانه در سنبله با مقادیر یکسان وارد مدل شدند. طول ریشک چهارمین متغیری بود که وارد مدل شد در مجموع این چهار متغیر می‌توانند با ضریب تبین ۸۲ درصد عملکرد دانه را به‌خوبی پیش‌بینی نمایند. در شرایط تنش، تجزیه رگرسیون نشان داد که شش متغیر تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در بوته، وزن سنبله، طول سنبله، وزن صددانه و طول برگ می‌توانند عملکرد دانه را با ضریب تبیین ۸۸ درصد به‌خوبی پیش بینی نمایند. در کل می‌توان بیان کرد که وزن صددانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در بوته در هر دو شرایط وارد مدل شدند و بهبود این صفات در هر دو شرایط مهم است. ارشد و همکاران (۴) و آقائی سربزه و امینی (۱) نیز براساس تجزیه رگرسیونی صفات تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه را به‌عنوان صفات مهم با بیشترین تأثیر مثبت روی عملکرد دانه معرفی کردند. بنابراین مـــی‌توان این صفات را بهترین صفات برای گـزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد دانه بالا در ارقام و توده‌های بومی گندم معرفی ن‌مود. در شرایط تنش خشکی، پژوهشگران علاوه بر وزن هزاردانه، برخی ویژگی‌های دیگر مانند تعداد روز تا گلدهی، روز تا رسیدن و طول گیاه را به‌عنوان صفات مهم مرتبط با عملکرد پیشنهاد کرده و بر استفاده از آنها در امر گزینش ژنوتیپ‌های مطلوب تاکیدکرده‌اند (۲۱). زکی‌زاده و همکاران (۳۴) نشان دادند که در رگرسیون مرحله‌ای صفات عملکرد بیولوژیک، وزن دانه در سنبله و تعداد سنبله از مهمترین اجزای عملکرد بوده و سهم موثرتری در توجیه عملکرد داشتند که با نتایج حاصله تاحدودی مشابهت داشت.

جدول۶- ضرایب رگرسیون به‌روش گام‌به‌گام صفات مختلف بر روی عملکرد دانه در شرایط نرمال و تنش

Table 6. Stepwise regression coefficients of different traits on grain yield under normal and drought stress conditions

در شرایط نرمال					
صفات واردشده به مدل	R	R^2	تصحیح شده R^2	خطای استاندارد	B
وزن صددانه	۰/۸۱	۰/۶۷	۰/۶۶	۱/۰۶	۰/۵۳
تعداد سنبله در بوته	۰/۸۵	۰/۷۳	۰/۷۲	۰/۹۵	۰/۳۵
تعداد دانه در سنبله	۰/۹۰	۰/۸۱	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۳۴
طول ریشک	۰/۹۰	۰/۸۲	۰/۸۱	۰/۷۹	-۰/۱۰
در شرایط تنش					
صفات وارد شده به مدل	R	R^2	تصحیح‌شده R^2	خطای استاندارد	B
تعداد دانه در سنبله	۰/۷۲	۰/۵۲	۰/۵۱	۱/۰۶	۰/۱۷
تعداد سنبله در بوته	۰/۸۲	۰/۶۷	۰/۶۶	۰/۸۸	۰/۳۴
وزن سنبله	۰/۸۹	۰/۸۰	۰/۷۹	۰/۶۹	۰/۶۱
طول سنبله	۰/۹۱	۰/۸۳	۰/۸۲	۰/۶۳	-۰/۱۵
وزن صددانه	۰/۹۲	۰/۸۶	۰/۸۵	۰/۵۹	۰/۲۴
طول برگ	۰/۹۴	۰/۸۸	۰/۸۷	۰/۵۴	۰/۵۴

تجـزیه علـیت نشـان داد کـه در حـالـت نرمال چهار متغیر به‌ترتیب اهمیت وزن صددانه، تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله، طول ریشک و در حالت تنش شش متغیر به‌ترتیب اهمیت وزن سنبله، تعداد سنبله در بوته، وزن صددانه، تعداد دانه در سنبله، طول سنبله، طول برگ بر روی عملکرد دانه موثر بودند (جداول ۷ و ۸). در شرایط نرمال اثر مستقیم طول ریشک بر عملکرد دانه منفی و ناچیز شد. اثر غیرمستقیم وزن صد دانه از طریق تعداد سنبله در بوته و تعداد دانه در سنبله مثبت و متوسط بود ولی اثر غیرمستقیم این صفت از طریق طول ریشک منفی و کم بود. در شرایط تنش اثر مستقیم تمامی صفات به‌جز طول سنبله و طول برگ بر عملکرد دانه مثبت بود. اثر غیرمستقیم تعداد سنبله در بوته از طریق طول برگ منفی و ناچیز شد. تجزیه علیت عملکرد دانه در گندم نان نشان داده است که تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و شاخص برداشت از اثر مستقیم و مثبت بالایی بر عملکرد دانه برخوردارند (۱۰). طالعی و بهرام‌نژاد (۳۰) در بررسی ۴۶۷ ژنوتیپ گندم بومی غرب کشور از طریق تجزیه علیت گزارش کردند که صفاتی نظیر تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه و طول سنبله اثر مستقیم و معناداری بر عملکرد دانه داشتند که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت. طی تحقیقی تجزیه علیت نشان داد که بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد به‌ترتیب مربوط به تعداد دانه در سنبله، ارتفاع بوته، عملکرد کاه و کلش و تعداد سنبله در مترمربع است که با نتایج بدست آمده کمی مشابهت داشت (۳۱).

جدول ۷- تجزیه علیت عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های گندم در حالت نرمال

Table 7. Path analysis of grain yield and grain yield components in wheat genotypes in normal condition

صفات	اثر مستقیم	اثرات غیرمستقیم از طریق				ضریب همبستگی با عملکرد دانه
		۱	۲	۳	۴	
وزن صد دانه (۱)	۰/۵۳۲	۱				۰/۸۱۷**
تعداد سنبله در بوته (۲)	۰/۳۵۰	۰/۳۱۲**	۱			۰/۴۹۸**
تعداد دانه در سنبله (۳)	۰/۳۴۰	۰/۴۶۶**	-۰/۲۰۲*	۱		۰/۵۱۶**
طول ریشک (۴)	-۰/۱۰۲	-۰/۱۵۲	-۰/۴۹۶**	۰/۰۸۵	۱	-۰/۳۲۸

مقدار باقیمانده ۰/۶

جدول ۸- تجزیه علیت عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های گندم در حالت تنش خشکی

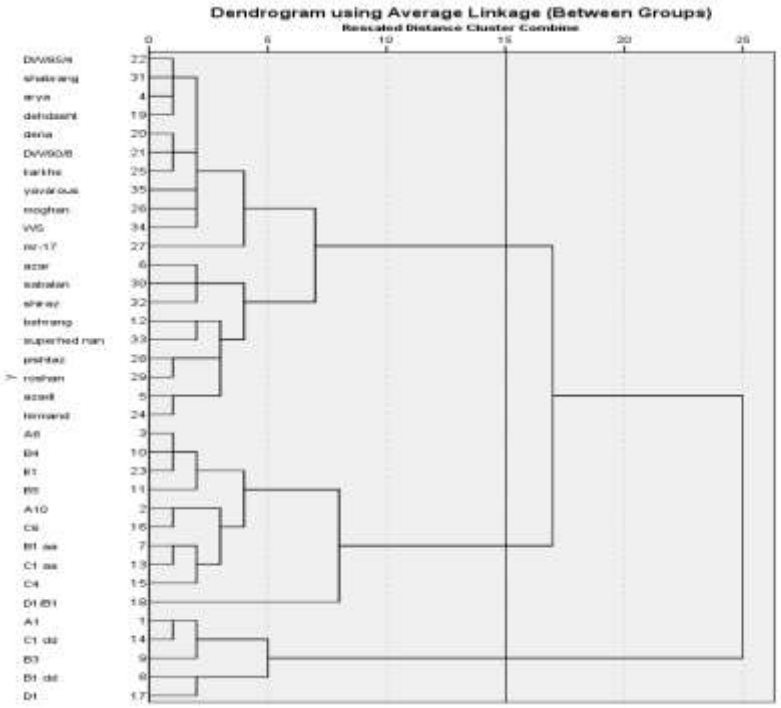
Table 8. Path analysis of grain yield and grain yield components in wheat genotypes in drought stress conditions

صفات	اثر مستقیم	اثرات غیرمستقیم از طریق						ضریب همبستگی با عملکرد دانه
		۱	۲	۳	۴	۵	۶	
تعداد دانه در سنبله (۱)	۰/۱۷۶	۱						۰/۷۲۶**
تعداد سنبله در بوته (۲)	۰/۴۳۲	۰/۳۰۸**	۱					۰/۶۰۱**
وزن سنبله (۳)	۰/۶۱۳	۰/۷۱۷**	۰/۱۸۲	۱				۰/۶۴۰**
طول سنبله (۴)	-۰/۱۵۵	۰/۲۵۶*	۰/۰۲۶	۰/۳۷۲**	۱			-۰/۰۷۶
وزن صد دانه (۵)	۰/۲۴۷	۰/۳۹۰**	۰/۲۴۱*	۰/۳۶۰**	۰/۰۸۶	۱		۰/۴۹۲**
طول برگ (۶)	-۰/۲۱۸	۰/۲۶۵	-۰/۱۴۴	۰/۵۱۶**	۰/۴۳۲**	/۳۸۸**	۱	۰/۰۶۰

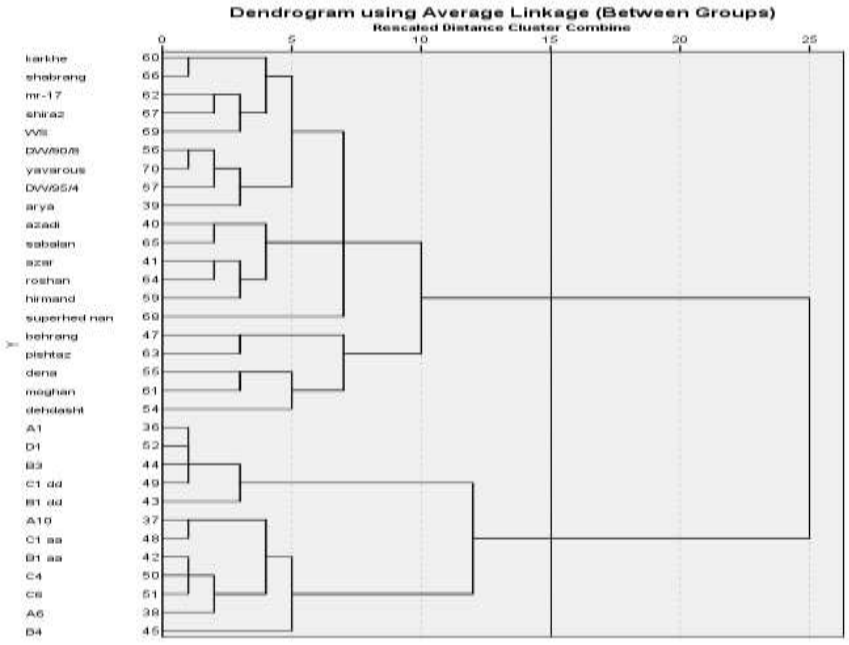
مقدار باقیمانده ۰/۲

در تجزیه به عامل‌ها می‌توان به‌طور موفقیت‌آمیزی شمار زیادی متغیرهای همبسته را به‌شمار کمتری عامل‌های اصلی کاهش داد و ضمن گروه‌بندی صفات، رابطه میان صفات همبسته را نیز به‌خوبی توجیه کرد. تجزیه به مولفه‌ها تحت شرایط نرمال و تحت شرایط تنش خشکی توسط سه عامل به‌ترتیب و در مجموع ۷۷/۵ و ۷۴/۸ درصد از تغییرات را توجیه کردند. عظیمی و همکاران (۵) با بررسی۵۰ ژنوتیپ گندم در شرایط نرمال و تنش خشکی و با انجام تجزیه به عامل‌ها بر اساس روش تجزیه به مولفه‌های اصلی، شش عامل در شرایط نرمال باتوجیه ۷۷/۰۳ درصد از تغییرات و در شرایط تنش با توجیه ۷۴/۹۶ درصد از تغییرات کل را مشخص کردند.

نتایج تجزیه خوشه‌ای جمعیت‌ها در دو شرایط به‌طور جداگانه براساس ۱۷ صفت مورد بررسی، در اشکال ۱ و ۲ آمده است. براساس خطوط برش، جمعیت‌ها در شرایط نرمال و تنش به‌ترتیب به ۳ و ۲ دسته تقسیم شدند. در شرایط نرمال ژنوتیپ‌های گروه اول شامل ۲۰ ژنوتیپ که همگی تتراپلوئید و هگزاپلوئید بودند. گروه دوم دیپلوئیدهای وحشی با ژنومAA و گروه سوم دیپلوئیدهای وحشی با ژنوم DD را شامل می‌شوند. از نظر صفت عملکرد دانه گروه سوم بیشترین عملکرد را نسبت به دو گروه دیگر دارا بود، ژنوتیپ‌های این گروه نسبت به دو گروه دیگر دیررس‌تر بودند. از نظر ارتفاع بوته ژنوتیپ‌های گروه دوم بلندترین ارتفاع را داشتند. در شرایط تنش، گروه اول همانند حالت نرمال ۲۰ ژنوتیپ داشت ولی گروه دوم شامل همه‌ی دیپلوئیدهای وحشی بود. از نظر صفات عملکرد دانه و وزن صددانه گروه دوم بالاترین مقدار را دارا بود و ژنوتیپ‌های این گروه نسبت به گروه دیگر دیررس‌تر بودند. از نظر ارتفاع بوته ژنوتیپ‌های گروه اول بلندترین ارتفاع را داشتند. نتایج بدست آمده از طبقه‌بندی ۲۷ جمعیت از گندم‌های وحشی (*T. Boeoticum*) مورد بررسی توسط روش خوشه‌ای آنها در سه گروه قرار داد (۱۳). پیردشتی و همکاران (۲۶) در بررسی صفات موثر بر عملکرد دانه ۶۰ ژنوتیپ گندم با استفاده تجزیه کلاستر ، صفات را در ۳ کلاستر گروه‌بندی کردند. این محققین گزارش کردند که صفات دانه در سنبله، وزن هزاردانه، شاخص برداشت و عملکرد دانه در یک گروه قرار گرفتند و دستیابی به ژنوتیپ‌های گندم دارای عملکرد بالا با انتخاب مواد اصلاحی دارای قطر ساقه، تعداد دانه پرشده و وزن هزاردانه بالا میسر است. با توجه به نتایج حاصله ژنوتیپ D_1 و رقم سبلان که در همه شرایط عملکرد بالای خود را حفظ کردند می‌توانند به‌عنوان متحمل‌ترین‌ها شناخته شوند. با استفاده از تنوع کافی در جمعیت‌های گندم می‌توان از ژنوتیپ‌های مذکور در برنامه‌های اصلاحی استفاده نمود و گامی موثر در اصلاح این گیاه از راه‌های مختلف از جمله از طریق تلاقی با اجداد وحشی برداشت. به‌طور کلی نتایج بدست آمده در این تحقیق بیانگر وجود تنوع مفیدی در ژرم‌پلاسم ارزیابی‌شده است که در برنامه‌های اصلاحی قابل استفاده می‌باشد.



شکل ۱- گروه‌بندی ژنوتیپ‌های گندم بر اساس صفات مورد بررسی در شرایط نرمال
Figure 1. Grouping of wheat genotypes based on studied traits in normal condition



شکل۲- گروه‌بندی ژنوتیپ‌های گندم بر اساس صفات مورد بررسی در شرایط تنش
Figure 2. Grouping of wheat genotypes based on studied traits in stress condition

منابع

1. Aghaee Sarbarzeh, M. and A. Amini. 2011. Genetic Variability for Agronomy Traits in Bread Wheat Genotype Collection of Iran. Seed and Plant Improvement Journal, 27: 581-599 (In Persian).
2. Ahmadi, J., M. Khatibi, H. Amirshekari and M. Amini Dehagi. Evaluation of the effective morpho-physiological indices on the yield of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) using multivariate statistical methods. Journal of Crop Science, 4(4): 55-66.
3. Aminian, A. 2017. Chromosomal Study of Salt Tolerance in Wheat Using Alternative Lines. Biology of Plant Production Technology, 9(1): 153-163.
4. Arshad, Y. and M. Zahravi. 2011. Identification of drought tolerant genotypes in selected wheat genetic Resources in the National Plant Gene-Bank of Iran. Iranian Journal of Crop Science, 13: 157-177 (In Persian).
5. Azimi, M., M. Khodarahmi and M.R. JalalKamali. 2012. Evaluation of some important agronomic characteristics in spring bread wheat genotypes under terminal drought stress and non-stress conditions. Journal of Agronomy and Plant Breeding, 8: 175-193 (In Persian).
6. Bagrei, B. and A. Bybordi. 2015. Yield and yield components in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) Under non-stress and drought stress conditions. International Journal of Biosciences 6: 338-348.
7. Banayan aval, M.F., S.F. Khaninejad, S. Ghorbani and A. Hesamarefi. 2011. Evaluation of Oscillation of Certain Plant Components to Plant in Medicinal Plants. Iranian Agricultural Researches, 9(3): 368-378.
8. Beheshtizadeh, H., A.H. Resaaie, A.M. Resaaie and A. Ghandi. 2013. Genetic variability assessment in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars using multivariate statistical analysis. International journal of farming and allied sciences, 2(16): 520-523.
9. Bray, E. 2000. Responses to abiotic stresses. In B. Buchanan, et al. (Eds). Biochemistry & Molecular Biology of Plants. American Society of Plant Physiologists, 1158-1203.
10. Del-blanco, I.A., S. Rajaram and W.E. Kronstad. 2001. Agronomic potential of synthetic hexaploid wheat-derived populations, Crop Science, 41: 670-676.
11. Guertin, W.H. and J.P. Balley. 1982. Introduction to modern Factor analysis. Edvard, Brothers.Inc., Michigan. 472 pp.
12. Hailu, F., A. Merker, H. Singh, G. Belay and E. Johansson. 2006. Multivariate analysis of diversity of tetraploid wheat germplasm from Ethiopia. Genet. Resour. Crop Evol, 53: 1089-1098.
13. Hamedi, M., M. Malaki, M. Rahimi, A. Baghizadeh and N.S. Alavi. 2017. Grouping different populations of wild wheat. Journal of Plant Breeding. 9th, 21: 27-35 (In Persian).
14. Heydari, B., G.A. Saeidi and B.I. Seyed-Tabatabaei. 2007. Factor analysis for quantitative traits and path coefficient analysis for grain yield in wheat. Journal of Scientific and Technological Agriculture and Natural Resources, 11: 135-143 (In Persian).
15. Hooshmandi, B. 2015. Evaluation of some morphophysiological indices and yield of wheat bread varieties. Journal of Agricultural Plants, Islamic Azad University, Ahvaz Branch, 7(26): 121-134.
16. Kimber, G. and M. Feldman. 1987. Wild Wheat. An Introduction. Special Report 353, College of Agriculture. University of Missouri, Columbia, USA. 353 pp
17. Loreto, F. and M. Centritto. 2008. Leaf carbon assimilation in a water-limited world. Plant Biosystems, 142: 154-161.
18. Malaki, M., M.R. Naghavi, H. Alizadeh, P. Potki, M. Kazemi, S.M. Pirseyedi, M. Mardi and S.M. Fakhre-Tabatabaei. 2006. Study of genetic variation in wild diploid wheat (Triticum boeoticum) from Iran using AFLP markers. Iranian Journal of Biotechnology, 4(4): 269-274.
19. Mohammadi, V., A.A. Zali and M.R. Bihamta. 2008. Mapping QTLs for heat tolerance in wheat. Journal of Agricultural Science and Technology, 10: 261-267.
20. Mohseni, M., S.M.M. Mortazavian, H.A. Ramshini and B. Foghi. 2016. Evaluation of Bread Wheat Genotypes under Normal and Post-anthesis Drought Stress Conditions for Agronomic Traits. Journal of Crop Breeding, 8: 16-29 (In Persian).
21. Mottaghi, M. G. Najafian Seed, S.A.R. Mohammadi. 2011. Effect of end of season drought stress on grain yield and some morphological traits in genetic types of hexaploid wheat tolerant and sensitive to stress (In Persian).
22. Moosavi, S.S., M. Nazari and M. Maleki. 2017. Responses of above and below-ground traits of wheat wild relative (*Aegilops tauschii*) and bread wheat (*Triticum aestivum L.*) to imposed moisture stress. Desert, 22(2): 209-220.
23. Naghavi, M.R., M. Malaki, H. Alizadeh, M. Pirseiedi and M. Mardi. 2010. An assessment of genetic diversity in wild diploid wheat Triticum boeoticum from west of Iran using RAPD, AFLP and SSR markers. Journal of Agricultural Science and Technology, 11: 585-598.
24. Naghdi Pour, A., M. Khodarahmi, A. Pourshahbazi and M. Esmailzadeh. 2011. Factor analysis for grain yield and other traits in durum wheat. Journal of Agronomy and Plan Breeding 7: 84-96 (In Persian).
25. Pierre, C.S., J. Crossa, Y. Manes and M.P. Reynolds. 2010. Gene action of canopy temperature in bread wheat under diverse environments.Theoretical and Applied Genetics, 120: 1107-1117.

26. Pirdashti, H., A. Ahmadpour, F. Shafaati, S. Hosseini, A. Shahsavari and A. Arab. 2012. Evaluation Of most effective variables based on statistically analysis on different wheat genotypes. International Journal of Agriculture: Research and Review, 2: 381-388.
27. Quarrie, S.A., J. Stojanovic and S. Pekic. 1999. Improving drought tolerance in small-grain cereals: A case study, progress and prospects. Plant Growth Regulation, 29: 1-21.
28. Sinhaa, P.G., R. Kapoora, D.C. Upretyb and A.K. Bhatnagara. 2009. Impact of elevated CO concentration on ultrastructure of pericarp and composition of grain in three Triticum species of different ploidy levels. Environmental and Experimental Botany, 66: 451-456.
29. Sorkhi-laleh lou, B., B. Yazdi samadi, C. Abd mishani and A. Gerami. 1998. Investigating therelationship between grain yield and quantitative traits in 500 wheat lines through factor analysis. Iran Agricultural Sciences, 29(2): 363-377 (In Persian).
30. Taleei, A.R. and B. Bahram Nezhad. 2003. The study of relationship of yield and yield components in southern Iranian local wheat. Iranian Journal on Agricultural Sciences, 34: 949-959.
31. Tavakoli, A.R., M. Mahdavi-Moghadam and H.R. Salem. 2014. Effects of supplemental irrigation and nitrogen fertilizer on correlation coefficient and drought tolerance indices of rainfed bread wheat. Journal of Crop Production, 7(4): 143-159.
32. VandeWouw, M., T. Van Hintum, C. Kik, R. Van Treuren and B. Visser. 2010. Genetic diversity trends intwentieth century crop cultivars: a meta-analysis. Theoretical and Applied Genetics, 120: 1241-1252.
33. Yildrim, M., N. Budak and Y. Arshas. 1993. Factor analysis of yield and related traits in bread wheat. Turk. Journal of Field Crops, 1: 11-15.
34. Zakizadeh, M.M., M. Esmaeilzadeh Moghadam and A. Kahrizi. 2010. Assessment of genetic diversity and relationships between plant traits and grain yield in bread wheat genotypes spike up using multivariate statistical Iranian Journal of Crop Science, 12(1): 18-30 (In Persian).
35. Zhao, F.J., Y.H. Su, S.J. Dunham, M. Rakszegi, Z. Bedo, S.P. McGrath and P.R. Shewry. 2009. Variation in mineral micronutrient concentrations in grain of wheatlines of diverse origin. Cereal Science, 49: 290-295.

Evaluation of Drought Tolerance among a Number of Wild Diploid Populations, Tetraploid and Hexaploid Cultivars of Wheat Using Morphological and Agronomic Traits

Sara Khosravi[1], Reza Azizinezhad[2], Amin Baghizadeh[3] and Mahmood Maleki[4]

1 and 2- Department of Plant Breeding and Biotechnology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
3- Department of Biotechnology, Institute of Science and High Technology and Environmental Sciences, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran (Corresponding author: amin_4156@yahoo.com)
4- Department of Biotechnology, Institute of Science and High Technology and Environmental Sciences, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran
Recived: Jun 26, 2018 Accepted: februrary 4, 2019

Abstract

Bread wheat is considered one of the most important crop plants in arid and semi-arid regions the world such as Iran. The present study aimed to assess the genetic diversity and the relationship between morphological and agronomic traits under normal and drought stress conditions among thirty-five wheat genotypes. A split-plot in RCB consisting of three replicates was carried out. The morphological and agronomic traits, which were measured, included plant height, awn length, spike length, leaf length, internode length and number of nodes, number of tillers, number of leaves, number of spikelets per a spike, number of grains per spike, number of spikes per plant, grain yield, 100 grain weight and biological yield. And phonological traits containing of number of days to germination and heading were calculated too. According to anova, there were statistically significant differences among various wheat genotypes for the all of traits evaluated. Correlation coefficients among traits demonstrated that in normal conditions, there was a positive correlation between grain yield and spike length, spike weight, number of nodes, number of spikelets per spike, number of grains per spike and number of spikes per plant. However, under stress conditions, grain yield showed a positive correlation with spike weight, number of nodes, number of leaves, number of spikelets per spike, number of grains per spike and number of spikes per plant. In regression analysis, the four variables entered the model in normal conditions, included 100 grain weight, number of spikes per plant, number of grains per spike and awn length. And the six variables under stress conditions which have been put in the model contained number of grains per spike, number of spikes per plant, spike weight, 100 grain weight and leaf length. Path analysis revealed that under normal and stress conditions, 100 grain weight and spike weight had the highest role in increasing grain yield, respectively. In the analysis of the main components, the three main factors justify 77/5٪ of the total variation in normal condition.According to the results, the genotype D_1(genomeAA) and Sabalan cultivar,which in all their high performance conditions,can be recognizwd as the most tolerant.

Keywords: Cluster analysis, Genetic variation, Regression, Wheat