Archive of SID

نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد دهم، شماره ۲(۳۸)، تابستان ۱۳۹۵، صفحه ۴۳۰-۴۱۳

ارزیابی تنوع ژنتیکی برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ژنوتیپ‌های گندم نان در شرایط تنش خشکی

رضا شهریاری[1*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۸/۱۶ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۴/۱۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۱۹

چکیده

تنوع ژنتیکی برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گندم نان در ۴۲ ژنوتیپ در مزرعه تحقیقات کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل در دو شرایط محیطی جداگانه (بدون اعمال تنش خشکی و تنش خشکی آخر فصل) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد. در زمان‌های مناسب از صفات مختلف مورفولوژیک و فیزیولوژیک یادداشت‌برداری به‌عمل آمد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات متقابل سطوح آبیاری×ژنوتیپ بر ارتفاع بوته، تعداد پنجه‌های نابارور، طول سنبله، نسبت پدانکل به ارتفاع بوته، تعداد سنبله در مترمربع و عملکرد دانه معنی‌دار بودند. ژنوتیپ شماره ۳۵ (۴۰۵۷) با میانگین ۶۳۱۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد. رگرسیون چند متغیره خطی نشان داد که صفات تعداد دانه در سنبله، تعداد گره و وزن سنبله حدود ۵۸ درصد از تغییرات میانگین عملکرد را در بین ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی آخر فصل توجیه می‌کنند. تعداد گره بیشترین اثر مستقیم (۰/۴۳۸) را بر عملکرد دانه داشت. همچنین، اثرات مستقیم تعداد دانه در سنبله با عملکرد مثبت (۰/۱۳۵) و وزن سنبله با عملکرد منفی (۰/۳۴۵-) بودند. اثر غیرمستقیم تعداد گره از طریق وزن سنبله بیشتر از اثر غیرمستقیم وزن سنبله از طریق تعداد گره بر عملکرد بود. در تجزیه عامل‌ها، شش عامل در کل ۷۵/۸۰ درصد تغییرات را تبیین کردند. عامل اول تا ششم به‌ترتیب ۲۱/۳۲، ۱۸/۱۳، ۹/۷۲، ۹/۶۲، ۹/۴ و ۷/۶ درصد از تغییرات کل را توجیه نمودند. تجزیه خوشه‌ای بر اساس روش وارد با استفاده از ضریب مجذور فاصله اقلیدسی، ژنوتیپ‌ها را به پنج گروه تقسیم بندی کرد. نتایج این بررسی حاکی از آن است که صفاتی مانند تعداد دانه در سنبله، تعداد گره و وزن سنبله را می‌توان به عنوان شاخص انتخاب عملکرد در برنامه‌های به‌نژادی و به‌منظور بهبود عملکرد دانه گندم نان در مناطق دارای تنش خشکی آخر فصل مورد استفاده قرار داد.

واژگان کلیدی: تجزیه‌های چند متغیره، تنش خشکی آخر فصل، تنوع ژنتیکی، گندم نان.

۱- عضو هیات علمی گروه کشاورزی، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران (* نگارنده‌ی مسئول) rshbio@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گندم یکی از محصولات استراتژیک بوده و نقش مهمی در تغذیه انسان دارد (Aghaee-Sarbarzeh, 2012). انقلاب سبز در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ از دست‌آوردهای بزرگ به‌نژادی بود که نقش حیاتی در امنیت غذایی جهان داشت (Evenson and Gollin, 2003). اثر قابل توجه این موفقیت عظیم از سوی دیگر به قیمت کاهش شدید تنوع برای اغلب صفات مهم و اقتصادی در محصولات زراعی به خصوص گندم تمام شد. اگرچه تخمین کاهش تنوع ژنتیکی مشکل و یا غیرممکن است، اما تردیدی نیست که ذخایر ژنتیکی با سرعت فزاینده‌ای کاهش یافته و بسیاری از ژن‌های مفید از دست رفته‌اند و به دنبال آن محصولات زراعی در معرض تهدید روز افزون شرایط محیطی نامناسب و تنش‌های زنده و غیرزنده قرار گرفته‌اند (Aghaee-Sarbarzeh and Amini, 2012; Allard, 1996). در قرن گذشته، به‌نژادی محصولات زراعی اثر قابل توجهی در بخش کشاورزی ایفا کرد. به‌نژادگران به‌طور مستمر ارقام جدید و پرمحصول را که دارای سازگاری وسیعی به تغییر سیستم‌های زراعی دارند و مورد تقاضای کشاورزان هستند، معرفی می‌کنند. بخش مهمی از توسعه کشاورزی و افزایش تولید مرهون کشت ارقام پرمحصول اصلاح شده در بسیاری از محصولات زراعی و باغی از جمله گندم است که غالباً ساختار ژنتیکی مشابه دارند (van de Wouw *et al*., 2010).

طبق آمارنامه کشاورزی در سال ۱۳۸۸، میزان تولید گندم کشور در حدود ۱۳/۴۸ میلیون تن برآورد شد که ۶۶/۵٪ آن از کشت آبی و مابقی (۳۳/۵٪) از کشت دیم به‌دست آمد. در آن سال عملکرد گندم آبی ۳۶۷۲ و گندم دیم ۱۰۷۳ کیلوگرم در هکتار بود (Anonymous, 2010).

امروزه تولیدات کشاورزی حدود ۲۶ درصد از درآمد ناخالص ملی را تشکیل می‌دهد و ۲۰ درصد از تولیدات کشاورزی و ۶/۲ میلیون هکتار از اراضی کشور به کشت گندم اختصاص دارد که بیش از ۴۵ درصد پروتئین و ۵۵ درصد کالری مورد نیاز جمعیت کشور را تأمین می‌کند (Tajbakhsh and Poormirza, 2004).

خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل طبیعی است که بر روی رشد گیاه اثر می‌گذارد و از عمده‌ترین موانع برای تولید موفق محصولات زراعی در ایران و جهان به‌شمار می‌آید (Blum, 1999). به‌طورکلی، در غلات تعداد سنبله بارور، تعداد دانه در هر سنبله و متوسط وزن دانه‌ها را از اجزای اصلی عملکرد در نظر می‌گیرند (Koocheki *et al*., 2005). در بیشتر مناطق سردسیر ایران، پرشدن دانه‌ها همزمان با افزایش درجه حرارت محیط و کاهش ذخیره رطوبت خاک است. معمولاً اکثر بیماری‌های برگی نیز پس از مرحله گل‌دهی گسترش یافته و باعث تخریب و یا کاهش سطح سبز برگ در مرحله پرشدن دانه می‌شود. نتیجه نهایی و عمومی این تنش‌ها چروکیدگی دانه، کاهش وزن هزار دانه و در نتیجه کاهش عملکرد دانه است (Mohammadi *et al*., 2007). تنش خشکی انتهای فصل موجب کوتاه شدن دوره پرشدن دانه، کاهش عملکرد دانه و وزن دانه می‌شود (Sanchez – Diaz *et al*., 2002). یکی از اثرهای بارز تنش رطوبتی کاهش ارتفاع گیاه است که به‌دلیل کاهش فاصله میانگره‌ها و به‌طورکلی اندازه گیاه ایجاد می‌شود. ارتفاع بوته و طویل شدن میانگره‌ها غالباً توسط تنش خشکی قبل از سنبله‌دهی و یا در هنگام ظهـــور سنبله کاهش می‌یابد ولی پس از آن کمتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Richards *et al*., 2001; Khazaie, 2002). آنیچیرایکوو و همکاران (Annicchiarico *et al*.,

www.SID.ir

Archive of SID

2000) پیشنهاد کردند برای کاهش خسارت تنش‌ها می‌توان ارقام متحمل به خشکی را با رعایت نکاتی همچون شناسایی تنش، شناسایی همبستگی این صفات با عملکرد، گزینش ارقام مناسب از خزانه ژنی و انتخاب صفات مناسب و نوترکیبی آنها با سایر صفات مطلوب اصلاح کرد. در تحقیقات مربوط به تحمل خشکی سیستمی برای به‌نژادی گندم و نیز سایر محصولات در شرایط کم آبی پیشنهاد شده است که طی آزمایش‌ها و انتخاب مواد گیاهی هم در شرایط آبیاری معمول و هم در شرایط تنش آبی انجام می‌شود و لاین‌هایی که در هر دو محیط بهتر عمل می‌کنند، انتخاب می‌شوند. در این صورت لاین‌هایی که در شرایط استرس کم آبی خوب ظاهر شوند و به عنوان رقم جدید معرفی گردند، در شرایط کم آبی می‌توانند عملکرد قابل قبول با کیفیت خوب تولید کنند و در شرایط عادی با کافی بودن آب آبیاری نیز پتانسیل بالای خود را نشان داده و عملکرد بیشتری تولید می‌کنند (Askar *et al*., 2011). زی‌زنلی و همکاران (Zi-Zhenali *et al*., 2004) نشان دادند که آبیاری در دوره خشکی به‌ویژه در مرحله زایشی تأثیر مهمی بر رشد گیاه و عملکرد دانه دارد. تعداد سنبله در واحد سطح به همراه تعداد دانه در سنبله تعیین کننده اصلی عملکرد دانه به‌شمار می‌رود؛ اگرچه نشان داده شده است که تعداد سنبله در واحد سطح یک اثر منفی بر تعداد دانه در سنبله دارد و وزن دانه دارای اثر کمتری بر عملکرد دانه است. کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش رطوبتی در نتیجه کاهش وزن هزار دانه و همچنین به واسطه کاهش تعداد پنجه، سنبله و دانه در گیاه توسط سامارا (Samarah, 2005) گزارش شد. وی نشان داد که تنش موجب کاهش عملکرد دانه از طریق کاهش تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه می‌شود؛ با این حال تعداد بوته در واحد سطح نسبت به شرایط بدون تنش تحت تاثیر قرار نگرفت و در برخی ارقام تنش رطوبتی در مرحله گرده‌افشانی نسبت به تیمار شاهد شاخص برداشت را کاهش داد. گیوتری و همکاران (Gutteiri *et al*., 2001) نشان دادند که کمبود آب می‌تواند در ارقام مختلف اثر متفاوتی در کاهش تعداد دانه در سنبله‌ها ایجاد کند. اغلب کشاورزانی که گندم آبی کشت می‌کنند، به دلیل نداشتن آب کافی در بهار نمی‌توانند به دفعات مورد نیاز، مزارع گندم را آبیاری کنند. این مسئله گاهی حتی منجر به تولید محصول کم و فاقد کیفیت مطلوب می‌شود. از اهداف اصلاح گندم در مناطق خشک و نیمه خشک، دست‌یابی به ارقامی است که در شرایط محدودیت آب و کم آبیاری تحمل بیشتری به تنش خشکی آخر فصل دارا بوده و کاهش عملکرد کمتری داشته باشد. با دست‌یابی به چنین ارقامی می‌توان بازده عملکرد در آن شرایط را افزایش داد و تا حد زیادی از اتلاف منابع آب جلوگیری کرد و در عین حال در شرایط محدودیت آب به عملکرد و کیفیت مناسبی دست یافت (Cone *et al*., 2004).

رشد فرآیندی پیچیده بوده و مستلزم هماهنگی دقیق بین تمامی عملکردها می باشد. این فرآیند می‌تواند به رغم ادامه یافتن فرآیندهای فیزیولوژیک، تحت تاثیر عوامل محیطی به‌ویژه خشکی زودتر متوقف شود، توقف فرآیند رشد قبل از هر چیز در اثر ایجاد اختلال در رابطه بین عملکردهای فیزیولوژیک منفرد صورت می‌گیرد. تاثیر خشکی به هر یک از اندام‌های گیاهی موجب وقوع یک سری تغییرات در فرآیندهای فعالیتی تمام اندام‌ها، به‌ویژه ریشه‌های گیاه می‌شود. ارزیابی تنوع ژنتیکی در گیاه زارعی برای برنامه‌های اصلاح نباتات و حفاظت از ذخایر توارثی کاربرد حیاتی دارد. اهمیت تنوع ژنتیکی در اصلاح گیاهان در مطالعات بسیاری گزارش شده، آگاهی داشتن از تنوع ژنتیکی در گونه‌های گیاهی برای انتخاب والدین مناسب در دورگ‌گیری‌ها و تولید

www.SID.ir

Archive of SID

نتاج مناسب اهمیت دارد (Mohammadi and Prasanna, 2003). روش‌های مختلفی برای برآورد تنوع ژنتیکی در گونه‌های گیاهی وجود دارد. کاشت و ارزیابی مورفولوژیک منابع ژنتیکی در مزرعه، تکنیک معمول احیا و طبقه‌بندی کلکسیون‌های منابع ژنتیکی به حساب می‌آید. حسن این روش آن است که صفات مستقیماً برای شناسایی و انتخاب ژن ها و ژنوم‌های مطلوب مورد استفاده قرار می‌گیرند (Morrison, 1990). از آن‌جایی که روش‌های آماری چند متغیره به‌طور همزمان چند اندازه‌گیری را مد نظر قرار می‌دهد، در تجزیه و تحلیل تنوع ژنتیکی بر پایه داده‌های مورفولوژیک، بیوشیمیایی و مولکولی کاربرد وسیعی دارند. متخصصین اصلاح نباتات ارقام مختلف را به‌منظور پی‌بردن به فاصله ژنتیکی بین آنها و استفاده از تنوع موجود در آنها در برنامه‌های تلاقی دسته‌بندی می‌کنند. در بین روش‌های مختلف آنالیز چند متغیره، تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی مهم‌ترین روش‌ها هستند (Mohammadi and Prasanna, 2003). با توجه به نقش تنوع ژنتیکی در پیشبرد اهداف برنامه‌های اصلاحی و نقش توده‌های بومی در این خصوص، بدون شک بررسی خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک تعیین کننده عملکرد، از جمله روش‌های مناسب برای دست‌یابی به معیارهای انتخاب در جهت بهبود عملکرد و اصلاح و معرفی ارقام تجاری است که نهایتاً منجر به خودکفایی از نظر تولید گندم خواهد شد.

هدف از این تحقیق بررسی تنوع ژنتیکی در تعدادی از ژنوتیپ‌های داخلی و خارجی و تعیین خصوصیات فیزیولوژیک و مورفولوژیک مؤثر بر عملکرد گندم نان به منظور دست‌یابی به معیارهایی برای انتخاب در جهت بهبود عملکرد این گیاه در برنامه‌های به نژادی تحمل خشکی آخر فصل بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل واقع در اراضی روستای حسن باروق (کیلومتر ۵ غرب اردبیل) انجام گرفت. اقلیم منطقه نیمه‌خشک و سرد است. دما در زمستان معمولاً زیر صفر درجه می‌باشد. ارتفاع از سطح دریا ۱۳۵۰ متر بوده و طول جغرافیایی آن ۴۸/۲ درجه شرقی است. خاک محل مورد آزمایش، قهوه‌ای و آلوویال رسی بوده، pH آن بین ۷/۸ تا ۸/۲ متغیر می‌باشد. نتایج فیزیکوشیمیایی نمونه خاک مزرعه مورد آزمایش در جدول ۱ ارایه شده است. در این آزمایش از ارقام تجاری داخلی و خارجی (تهیه شده از ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل) استفاده شد (جدول ۲).

میزان بذر مصرفی بر اساس ۴۵۰ بذر در متر مربع و با در نظر گرفتن وزن هزار دانه برای هر رقم تعیین و کاشته شد. بذور قبل از کاشت برای جلوگیری از سیاهک پنهان، با قارچ‌کش کاربوکسین تیرام به نسبت ۲ در هزار ضدعفونی شد. آبیاری به صورت نشتی انجام گرفت. یک نوبت آبیاری پاییزه و سه نوبت آبیاری بهاره صورت پذیرفت. زمین مورد کشت، تحت تناوب دو ساله غلات – آیش بود. عملیات تهیه زمین شامل شخم بعد از برداشت محصول قبل، یک نوبت دیسک، دو بار لولر عمود بر هم، کودپاشی و ایجاد فارو انجام گرفت. کود شیمیایی بر اساس آزمون خاک با فرمول N-P-K به میزان ۵۰-۹۰-۱۲۰ کیلوگرم در هکتار به نسبت کاشته شده مصرف شد. هر ژنوتیپ در یک کرت به ابعاد ۱/۲ × ۳ متر مربع کشت گردید. قبل از برداشت نیم‌متر از ابتدا و انتهای هرکرت به‌عنوان حاشیه حذف شد. ارقام مورد مطالعه در دو آزمایش جداگانه (بدون تنش خشکی و تنش خشکی آخر فصل) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی

www.SID.ir

Archive of SID

۸۶-۸۵ کشت گردید و تجزیه مرکب برای شرایط محیطی جداگانه انجام گردید. برای اعمال تنش خشکی، از اعمال آبیاری بعد از مرحله گرده‌افشانی ممانعت گردید. تمامی نمونه‌برداری‌ها از ردیف‌های وسطی و از بوته‌های رقابت کننده انجام پذیرفت. در این تحقیق صفات تعداد روز تا گرده‌افشانی، تعداد روز تا گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدن، دوره پر شدن دانه، تعداد پنجه نابارور، تعداد پنجه بارور، ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد گره، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع، وزن سنبله، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه از طریق تجزیه مرکب مورد ارزیابی قرار گرفتند. از نرم‌افزارهای آماری SPSS-22 و Minitab-15 برای تجزیه‌های آماری و از نرم‌افزار Excel برای رسم شکل‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از انجام تجزیه واریانس مرکب شرایط محیطی جداگانه صفات مورد مطالعه در جدول ۳ ارایه شده است. اثر متقابل سطوح آبیاری × ژنوتیپ بر روی ارتفاع بوته، تعداد پنجه‌های نابارور، طول سنبله، نسبت پدانکل به ارتفاع، تعداد سنبله در مترمربع و عملکرد دانه دارای اختلاف آماری معنی‌دار بود. اثر متقابل ژنوتیپ × آبیاری روی تعداد پنجه بارور، عملکرد بیولوژیک، وزن دانه، تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله، تعداد روز تا سنبله رفتن، تعداد روز تا رسیدگی کامل سنبله، زمان پر شدن دانه و شاخص برداشت معنی‌دار نبود، ولی اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مذکور مشاهده شد. به همین دلیل، تنوع ژنتیکی زیادی بین ژنوتیپ‌ها مشاهده شد. ژنوتیپ شماره ۳۵ با میانگین ۶۳۱۳ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد دانه را داشت و ژنوتیپ‌های ۶، ۲۵، ۳۸، ۳۹، ۲، ۱۱، ۱۲، ۲۹، ۳۲، ۹، ۱۸، ۳۴، ۳۶، ۱۳، ۴۱، ۲۳، ۱۷، ۱۶، ۴، ۳ و ۱۵ اختلاف معنی‌داری با این ژنوتیپ نداشتند. کمترین مقدار برای این صفت متعلق به ژنوتیپ شماره ۲۲ بود و ژنوتیپ‌های ۵، ۷، ۱، ۲۱، ۲۴، ۲۶، ۲۸، ۳۳، ۳۷، ۲۰، ۲۷، ۴۲، ۱۴، ۳۱، ۱۹، ۴۰، ۱۰و ۸ اختلاف معنی‌داری با این ژنوتیپ‌ها نداشتند (شکل ۱). در بین صفات مورد مطالعه، تعداد پنجه نابارور، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در سنبله و نسبت پدانکل به ارتفاع به‌ترتیب با ۲۱/۵۴، ۱۷/۶۵، ۱۷/۸۸ و ۱۷/۱۹ درصد بیشترین ضریب تغییرات را داشتند و بنابراین، بیشترین تنوع را نسبت به سایر صفات به خود اختصاص دادند. کمترین تنوع متعلق به صفات روز تا رسیدگی، دوره پر شدن دانه، روز تا گرده‌افشانی، تعداد سنبله در متر مربع، ارتفاع بوته و تعداد پنجه بارور بود. این موضوع بیانگر این نکته است که در طول زمان استفاده از ژنوتیپ‌های زودرس مورد نظر بوده و به همین دلیل مورد گزینش قرار گرفته‌اند (جدول ۳).

جدول ۴ برآورد عملکرد دانه را با توجه به نقش سایر صفات در روش رگرسیون گام به گام نشان می‌دهد. متغیرهایی که تأثیر آنها معنی‌دار بود، و در معادله باقی ماندند، عبارت بودند از تعداد دانه در سنبله، تعداد گره و وزن سنبله (جدول ۴). ضریب تبیین تصحیح شده در مدل برازش یافته برابر با ۰/۵۸ بود که نشان‌دهنده توجیه ۵۸ درصدی تغییرات موجود در عملکرد به‌وسیلهٔ متغیرهای مورد اشاره بود. بیشترین ضریب رگرسیون مربوط به تعداد گره بود و ضریب رگرسیون مربوط به تعداد دانه در سنبله مثبت و وزن سنبله منفی بود. می‌توان این سه صفت را صفات مؤثر بر عملکرد دانه معرفی کرد. سایر صفات مورد مطالعه تاثیر معنی‌داری را بر مدل رگرسیون نداشتند. نتایج حاصل از تجزیه علیت برای پی بردن به روابط علت و معلولی بین متغیر وابسته (عملکرد دانه) و سایر صفات باقی‌مانده در مدل رگرسیونی به

www.SID.ir

Archive of SID

عنوان متغیرهای مستقل در جدول ۵ و شکل ۲ آورده شده است. بر اساس این تجزیه تعداد گره بیشترین اثر مستقیم (۰/۴۳۸) را با عملکرد دانه داشت، همچنین اثر مستقیم تعداد دانه در سنبله یا عملکرد مثبت (۰/۱۳۵) و وزن سنبله با عملکرد منفی (۰/۳۴۵-) بود. اثر غیرمستقیم تعداد گره از طریق وزن سنبله بیشتر از اثر غیرمستقیم وزن سنبله از طریق تعداد گره بر عملکرد بود. نقوی و همکاران (Naghavi *et al*., 1999) در بررسی‌های خود اظهار داشتند، در بین صفات مورد بررسی تعداد دانه در سنبله بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دارد. پس از آن اثر مستقیم وزن هزار دانه بر عملکرد سنبله مثبت و بالا بود؛ ولی تعداد سنبلچه فقط اثر غیرمستقیم مثبت و بالا از طریق تعداد دانه در سنبله بر عملکرد داشت. مبصر و همکاران (Mobaser *et al*., 2000) در بررسی تجزیه علیت برای عملکرد دانه در جو عنوان کردند که تعداد دانه در سنبله با اثرمستقیم ۱/۳۶ مهم‌ترین جزء مؤثر بر عملکرد دانه به شمار می‌آید. همچنین، اثر مستقیم تعداد سنبله در واحد سطح و وزن دانه نیز مثبت بود. محمدی (Mohammadi, 2000) با بررسی رابطه عملکرد با اجزای خود در ۶۰۰ ژنوتیپ بومی گندم نان ایران، نشان دادند که بیشترین اثرمستقیم بر روی عملکرد دانه مربوط به صفت وزن صد دانه است. تاری‌نژاد (Tarinejad, 1998) اثرمستقیم ارتفاع بوته بر روی عملکرد دانه را تحت شرایط آبیاری منفی ولی ناچیز (۰/۰۵۱-) گزارش کرد. نظر به این که صفات تعداد دانه در سنبله اصلی، وزن هزار دانه در سنبله اصلی، اثر مستقیم مثبت بر روی عملکرد دانه دارند، گزینش برای هر کدام از این صفات موجب افزایش عملکرد خواهد شد. مقدم و همکاران (نقل از Tarinejad, 1998) اثرمستقیم سه جزء اصلی عملکرد را در توده‌های بومی جنوب شرقی ایران بر روی عملکرد دانه مثبت گزارش کردند.

در تجزیه عامل‌ها بر مبنای مقادیر بزرگ‌تر از یک، شش عامل مشخص شد که ۷۵/۸۰ درصد تغییرات کل را تبیین کردند. لازم به ذکر است که به منظور تشکیل مناسب‌تر ساختار عامل‌ها، ضرایب عاملی به روش وریماکس چرخش یافتند (شکل ۳ و جدول ۶). عامل اول که ۲۱/۳۱۹ درصد از تغییرات کل را توجیه نمود، دارای ضریب بالا و مثبت برای صفات عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در سنبله، طول سنبله و وزن سنبله بود. این عامل را می‌توان عامل مؤثر بر خصوصیات سنبله نام‌گذاری نمود. عامل دوم که ۱۸/۱۳۲ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کرد، دارای ضریب مثبت و بالا برای صفات روز تا سنبله رفتن، شاخص برداشت و روز تا رسیدن بود که این عامل را می‌توان عامل مؤثر بر شاخص برداشت نام گذاشت. عامل سوم که ۹/۷۱۸ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کرد، دارای ضریب مثبت و بالا برای صفات دوره پر شدن دانه و روز تا رسیدن بود که به عنوان عامل تأثیرگذار بر خصوصیات فنولوژیک نام‌گذاری شد. عامل چهارم که ۹/۶۱۹ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کرد، دارای ضریب مثبت و بالا برای صفات وزن ۱۰۰۰ دانه و تعداد سنبله در متر مربع بود. عامل پنجم که ۹/۳۹۹ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کرد، دارای ضریب مثبت و بالا برای صفات تعداد گره و عملکرد دانه بود که به عنوان عامل عملکرد دانه نام‌گذاری شد. عامل ششم که ۷/۶۱۹ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کرد، دارای ضریب مثبت و بالا برای صفات تعداد پنجه بارور و روز تا گرده‌افشانی بود که به عنوان عامل باروری نام‌گذاری شد. این ضرایب نشانگر آن است که ژنوتیپ‌های برخوردار از مقادیر عامل پنجم، دارای عملکرد بیشتری خواهند بود.

نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد (Ward) با استفاده از متغیرهای استاندارد انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

دندروگرام حاصل، از محل بیشترین فاصله بین گروه‌ها، بر اساس تابع تشخیص برش داده شد و ۴۲ ژنوتیپ گندم نان در پنج گروه قرار گرفتند (جدول ۷ و شکل‌های ۳ و ۴). برای نشان دادن ارزش هر یک از خوشه‌ها از نظر صفات مورد ارزیابی، درصد انحراف میانگین هر یک از خوشه‌ها از میانگین کل محاسبه شد (جدول ۸). خوشه اول شامل ۱۷ ژنوتیپ بود. این خوشه از نظر صفات فنولوژیک بالاترین میانگین را به خود اختصاص داد. ژنوتیپ‌های این گروه از نظر عملکرد و صفات مرتبط با آن پایین‌ترین ارزش را داشتند و جزو دیررس‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند. در خوشه دوم تمامی صفات به‌غیر از ارتفاع بوته، تعداد پنجه بارور و تعداد گره ارزش بیشتری از میانگین کل ژنوتیپ‌ها داشتند. خوشه دوم شامل هفت ژنوتیپ بود. خوشه سوم نیز شامل هفت ژنوتیپ بود که از نظر ارتفاع، تعداد پنجه بارور، وزن هزار دانه، نسبت پدانکل به ارتفاع، تعداد روز تا سنبله‌دهی، تعداد روز تا رسیدن و شاخص برداشت در رتبه اول قرار گرفتند. همچنین، دارای عملکرد متوسطی هم بودند. اکثر ژنوتیپ‌های این خوشه از نظر صفات مختلف در حد متوسط و متوسط به بالا بودند. بنابراین، برای افزایش عملکرد می‌توان از ژنوتیپ‌های برتر این خوشه در دورگ‌گیری‌ها استفاده کرد.

خوشه چهارم شامل هفت ژنوتیپ بود که از نظر صفت عملکرد ارزش بیشتری از میانگین کل ژنوتیپ‌ها داشتند و رتبه اول را به خود اختصاص دادند. خوشه پنجم شامل چهار ژنوتیپ بود که از نظر صفات تعداد روز تا گرده‌افشانی و دوره پر شدن دانه در رتبه اول قرار گرفتند.

نتیجه‌گیری کلی

تنوع ژنتیکی زیادی بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه وجود داشت. صفات مؤثر بر عملکرد دانه تعداد دانه در سنبله، تعداد گره و وزن سنبله بود؛ این سه صفت ۵۸ درصد تغییرات عملکرد را تبیین کردند. با این که تعداد گره بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه داشت، اثر غیرمستقیم آن از طریق وزن سنبله بیشتر از اثر غیرمستقیم وزن سنبله از طریق تعداد گره بود. عامل مؤثر بر خصوصیات سنبله حدود ۲۱ درصد تغییرات کل را توجیه کرد. حدود ۱۸ درصد تغییرات کل را عامل مؤثر بر شاخص برداشت بر عهده داشت. تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را در پنج گروه قرار داد که هر گروه خصوصیات ویژه خود را دارا بود. برای افزایش عملکرد در برنامه‌های اصلاحی تحمل خشکی آخر فصل می‌توان از ژنوتیپ‌های گروه سوم استفاده کرد.

جدول ۱- نتایج فیزیکوشیمیایی آزمون خاک مزرعه مورد آزمایش

Table 1- Results of physiochemical soil test for under study farm

بافت texture	شن Sand (٪)	سیلت Silt (٪)	رس Clay (٪)	آهک Lime (٪)	آب اشباع Saturated water (٪)	PH	شوری EC (dS/m)
لوم loam	38	36	26	6.024	42	7.68	2.01
منگنز (پی پی ام) Mn (ppm)	مس (پی پی ام) Cu (ppm)	آهن (پی پی ام) Fe (ppm)	روی (پی پی ام) Zn (ppm)	پتاسیم قابل جذب (پی پی ام) Absorbable K (ppm)	فسفرقابل جذب (پی پی ام) Absorbable P (ppm)	نیتروژن (پی پی ام) N(ppm)	کربن آلی Organic Carbon (٪)
0.17	0.9	0.202	2.56	440	5.43	0.08	0.78

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- ژنوتیپ‌های گندم مورد مطالعه برای تحمل خشکی آخر فصل در منطقه اردبیل

Table 2- Under investigation wheat germplasms for tolerance of terminal drought in Ardabil region

شماره Number	ژنوتیپ Genotype	شماره Number	ژنوتیپ Genotype	شماره Number	ژنوتیپ Genotype
1	Appolo/90 zhong 87	15	SAVALAN/4/VRZ/3/	29	Seasonz
2	Mv 17/Zrn	16	ATAY/GALVEZ87	30	MV 17
3	NVd/Gaspard	17	LFN/STDY//LOV24(ES8424)/5/	31	Zarrin
4	Shahriar	18	PYN/BAU/3/AGR1/BJY//VEF	32	Londa
5	Viking/5/Gds/4/Anza/3/Pi/Nar//Hys/6/Spn/Mcd//	19	Toos (شاهد)	33	5204
6	Viking/5/Gds/4/Anza/3/Pi/Nar//Hys/6/Spn/Mcd//	20	Cross Shahi (شاهد)	34	4061
7	Aghbugda/90Zhong87/4/Spn/Mcd//Cama/3/Nzr	21	Fenkan	35	4057
8	Bkt/90-Zhong 87	22	Gascogne	36	4025
9	Bkt/90-Zhong	23	Bezostaya	37	9203
10	Alvd/90-Zhong 87	24	Sardari	38	5041
11	Apollo/Alvd/4/Spn/Mcd//Cama/3/Nzr	25	Savalan	39	4041
12	Mv 17/Bcn88	26	Azar2	40	4033
13	SARDARI-HD39/6/SN64//SKE/2*ANE/3/SX/4/BEZ/5/SERI	27	Agosta	41	4063
14	SARDARI-HD39/6/SN64//SKE/2*ANE/3/SX/4/BEZ/5/SERI	28	Gaspard	42	4032

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب عملکرد، اجزای عملکرد و صفات فنولوژیک ژنوتیپ‌های گندم

Table 3- Combined ANOVA for yield, yield components and phonological traits in wheat genotypes

منابع تغییر S. O. V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squars					
		ارتفاع بوته Plant height	تعداد پنجه بارور Fertile tillers	تعداد پنجه نابارور Unfertile tillers	عملکرد بیولوژیک Biological yield	وزن هزار دانه 1000 grain weight	تعداد دانه در سنبله Grain number per spike
سطوح آبیاری Irrigation levels	1	127.275*	17.357**	43.006**	36.298ns	5332.401*	408.595ns
اشتباه ۱ Error 1	2	1.501	0.095	0.173	6.432	102.533	338.06
ژنوتیپ Genotype	41	497.552**	0.644*	1.322**	1.599**	117.116**	148.369**
سطوح آبیاری × ژنوتیپ Irrigation levels × Genotype	41	41.502**	0.674*	0.323ns	0.562ns	387.907ns	37.571ns
اشتباه ۲ Error 2	82	2.39	0.412	0.356	0.512	37.927	38.986
ضریب تغییرات(٪) Coefficient of variations(%)		2.07	30.6	21.54	17.65	12.99	17.88

*و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

* and **: significant in 5% and 1%probability level, respectively

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۳

Table 3- Continued

منابع تغییر S. O. V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squars					
		تعداد گره Nod number	طول سنبله Spike length	وزن سنبله Spike weight	نسبت پدانکل به ارتفاع Peduncle to height ratio	تعداد سنبله در متر مربع Number of spike per square meter	روز تا گرده افشانی Days to anthesis
سطوح آبیاری Irrigation levels	1	11.524ns	0.03ns	19.292*	0.086ns	166887.054*	91.524ns
اشتباه ۱ Error 1	2	3.726	11.831	1.484	0.02	5077.53	166.374ns
ژنوتیپ Genotype	41	0.247ns	1.821**	0.766**	0.005*	17735.616**	48.374ns
سطوح آبیاری × ژنوتیپ Irrigation levels × Genotype	41	0.219ns	0.771*	0.204ns	0.009**	9873.944**	50.463ns
اشتباه ۲ Error 2	82	0.202	0.461	0.197	0.004	72.954	48.385
ضریب تغییرات(٪) Coefficient of variations(%)		12.21	8.42	18.03	17.19	1.94	3.24

*و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

* and **: significant in 5% and 1%probability level, respectively

ادامه جدول ۳

Table 3- Continued

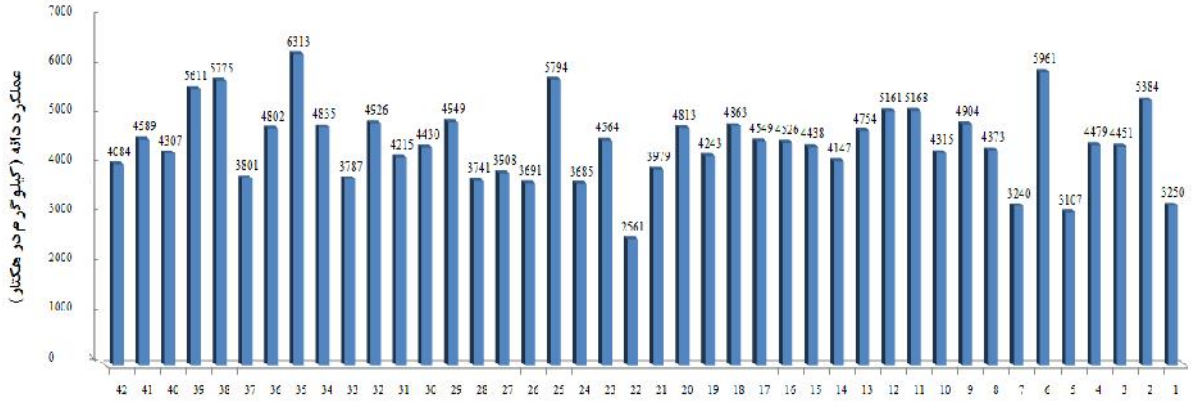
منابع تغییر S. O. V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squars				
		روز تا سنبله رفتن Days to heading	روز تا رسیدگی Days to maturity	دوره پر شدن دانه Grain filling period	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد دانه Grain yield
سطوح آبیاری Irrigation levels	1	1.929ns	2145.292**	2553.73**	575.72*	223446800.6*
اشتباه ۱ Error 1	2	21.952	16.673	0.053	58.673	9613054.8
ژنوتیپ Genotype	41	13.768**	29.591**	11.152*	67.84**	2640373.9**
سطوح آبیاری × ژنوتیپ Irrigation levels × Genotype	41	2.368ns	3.487ns	4.55ns	18.684ns	265348.43**
اشتباه ۲ Error 2	82	2.611	3.929	6.896	32.307	1163500.52
ضریب تغییرات(٪) Coefficient of variations(%)		12.21	0.76	0.79	6.7	14.02

*و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

* and **: significant in 5% and 1% probability level, respectively

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- میانگین عملکرد دانه در ۴۲ ژنوتیپ گندم مورد مطالعه

Figure 1- Grain yield means for 42 wheat genotypes under investigation

جدول ۴ - ضرایب رگرسیون جزء استاندارد و ضریب تبیین صفات مرتبط با عملکرد دانه در ۴۲ ژنوتیپ گندم در شرایط خشکی

Table 4-Partial standardized regression coefficients and coefficient of determination for yield related traits in 42 wheat genotypes under drought conditions

مرحله Stage	ضرایب استاندارد شده Standardized coefficients Beta	t	معنی‌دار Significant	ضریب تبیین R^2	VIF
1	0.135	-2.258	0.058	0.35	1.583
2	0.438	2.839	0.005	0.46	1.108
3	-0.337	0.728	0.39	0.58	1.67

جدول ۵- تجزیه علیت عملکرد دانه با صفات مرتبط در ۴۲ ژنوتیپ گندم در شرایط خشکی

Table 5- Path analysis of yield and its related traits for 42 wheat genotypes under drought conditions

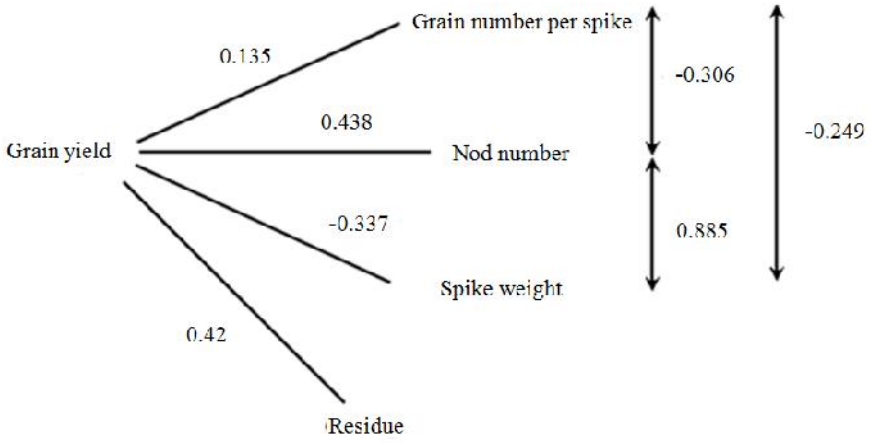
صفات Traits	اثر مستقیم Direct effect	اثر غیرمستقیم Indirect effect			ضریب همبستگی ساده با عملکرد Simple coefficient of correlation with yield
		تعداد دانه در سنبله Grain number per spike	تعداد گره Nod number	وزن سنبله Spike weight	
تعداد دانه در سنبله Grain number per spike	0.135	-	-0.135	-0.299	0.164
تعداد گره Nod number	0.438	-0.169	-	0.083	0.354*
وزن سنبله Spike weight	-0.337	0.486	-0.11	-	0.041

باقیمانده: ۰/۴۲

Residue: 0.42

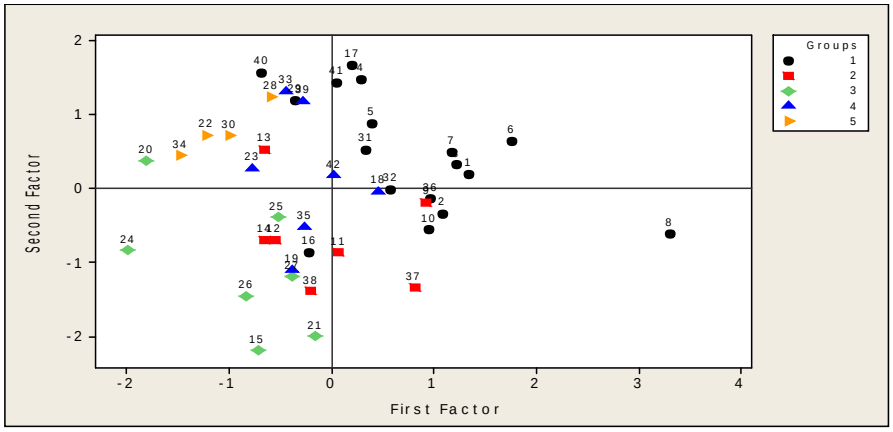
www.SID.ir

Archive of SID



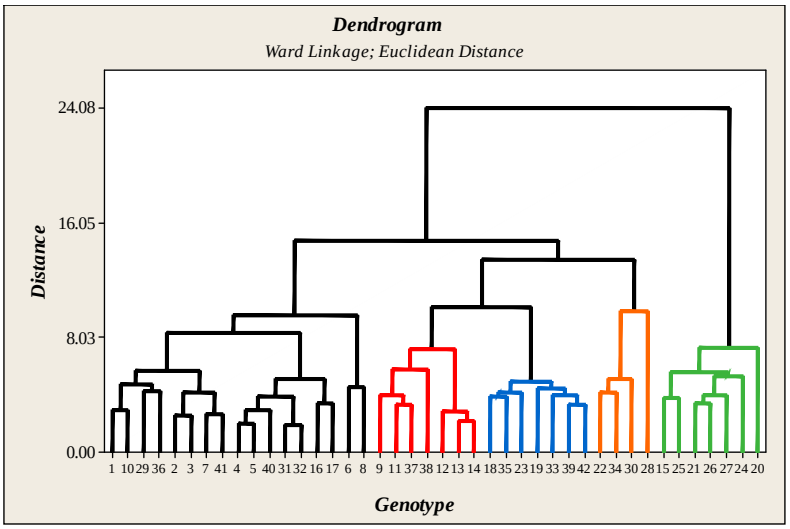
شکل ۲- دیاگرام علیت عملکرد دانه با صفات مرتبط در ۴۲ ژنوتیپ گندم در شرایط خشکی

Figure 2- Path diagram of grain yield with related traits in 42 wheat genotypes in drought conditions



شکل ۳- نمودار بای‌پلات برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به شرایط تنش خشکی

Figure 3- Biplot graph to identify of the tolerant genotypes under drought stress conditions



شکل ۴- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر اساس کلیه صفات در ۴۲ ژنوتیپ گندم نان در شرایط تنش خشکی به روش وارد

Figure 4- Dendrogram of cluster analysis for all of traits in 42 wheat genotypes under drought stress by using of Ward method

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶- ضرایب عاملی صفات مورد بررسی بعد از چرخش واریماکس

Table 6- Factor coefficients for traits under study traits after Varimax rotation

عامل ها Factors / صفات Traits	اول First	دوم Second	سوم Third	چهارم Fourth	پنجم Fifth	ششم Sixth	میزان اشتراک Subscription rate
ارتفاع بوته Plant height	-0.551	0.54	0.003	0.326	0.21	0.114	0.765
تعداد پنجه بارور Number of fertile tillers	0.05	0.06	-0.03	0.536	0.45	0.219	0.546
تعداد پنجه نابارور Number of unfertile tillers	-0.11	-0.08	-0.314	0.158	-0.154	0.8	0.805
عملکرد بیولوژیک Biological yield	0.809	-0.244	0.326	0.06	0.001	0.146	0.845
وزن هزار دانه 1000 grain weight	-0.262	-0.507	0.247	0.571	0.06	0.222	0.766
تعداد دانه در سنبله Number of grain per spike	0.904	-0.147	0.02	-0.324	-0.005	0.007	0.944
تعداد گره Nod number	-0.315	0.04	-0.109	-0.001	0.723	-0.105	0.647
طول سنبله Spike length	0.644	0.475	-0.245	0.109	-0.167	-0.158	0.765
وزن سنبله Spike weight	0.908	-0.08	0.27	0.03	0.006	0.008	0.913
نسبت پدانکل به ارتفاع Peduncle to height ratio	0.18	0.68	0.194	0.12	0.141	0.234	0.621
تعداد سنبله در مترمربع Spike number per m2	0.06	0.09	0.03	-0.811	0.201	0.167	0.738
روز تا گرده افشانی Days to anthesis	0.279	0.235	0.216	-0.258	0.06	0.61	0.622
روز تا سنبله رفتن Days to heading	0.294	-0.854	-0.144	0.108	0.09	0.006	0.86
روز تا رسیدگی Days to maturity	0.402	-0.625	0.555	0.08	-0.116	-0.004	0.881
دوره پر شدن دانه Grain filling period	0.22	0.07	0.875	-0.007	-0.247	-0.123	0.894
شاخص برداشت Harvest index	-0.05	0.741	-0.223	-0.02	0.113	-0.005	0.617
عملکرد دانه Grain yield	0.13	0.1	-0.102	-0.08	0.783	-0.003	0.658
واریانس نسبی Relative variance	21.319	18.132	9.718	9.619	9.399	7.619	
واریانس تجمعی Cumulative variance	21.319	39.452	49.17	58.789	63.188	75.807	
مقدار ویژه Specific amount	3.624	3.083	1.653	1.635	1.598	1.295	

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- تجزیه تابع تشخیص برای تعیین محل برش دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر اساس کلیه صفات در ۴۲ ژنوتیپ گندم نان در شرایط تنش خشکی

Table 7- Discriminate analysis to determine the incision of cluster diagram for all of 42 bread wheat genotypes under drought conditions

گروه Group	ویلکس لامبدا Wilk's Lambda	کی دو X^2	سطح معنی‌دار Significant level
2	0.001	200.48	0.000
3	0.019	120.727	0.000
4	0.112	66.705	0.000
5	0.442	24.915	0.024

جدول ۸- میانگین گروه ها و درصد انحراف آنها از میانگین کل در ۴۲ ژنوتیپ گندم نان بر اساس کلیه صفات مورد بررسی در شرایط تنش خشکی

Table 8- Mean of groups and their deviation percentage from total mean of all traits in 42 bread wheat genotypes under drought stress

خوشه Cluster	پارامتر آماری Statistical parameter	ارتفاع بوته Plant height	تعداد پنجه بارور Number of fertile tillers	تعداد پنجه نابارور Number of unfertile tillers	عملکرد بیولوژیک Biological yield	وزن هزار دانه 1000 grain weight	تعداد دانه در سنبله Number of grain per spike	تعداد گره Nod number	طول سنبله Spike length	وزن سنبله Spike weight	نسبت پدانکل به ارتفاع Peduncle to height ratio
گروه ۱ شامل ژنوتیپ های ۱، ۱۰، ۲۹، ۳۶، ۲، ۳، ۷، ۴۱، ۴، ۵، ۴۰، ۳۱، ۳۲، ۱۶، ۱۷، ۶ و ۸	$\overline{X}$	70.63	0.912	2.12	4.16	42.06	37.18	3.94	8.21	2.49	0.33
Group 1: Genotypes 1, 10, 29, 36, 2, 3, 7, 41, 4, 5, 40, 31, 32, 16, 17, 6, 8	$\overline{X}_h - \overline{X}_{..}$	-6.70	23.24	-7.83	15.56	0.62	11.32	1.03	1.36	17.45	0.00
گروه ۲ شامل ژنوتیپ های ۱۹، ۱۱، ۳۷، ۳۸، ۱۲، ۱۳ و ۱۴	$\overline{X}$	73.96	0.357	2.21	3.35	39.28	36.71	3.85	8.69	2.11	0.35
Group 2: Genotypes 19, 11, 37, 38, 12, 13, 14	$\overline{X}_h - \overline{X}_{..}$	-2.30	-51.76	-3.91	-6.94	-6.03	9.91	-1.28	7.28	-0.47	6.06
گروه ۳ شامل ژنوتیپ های ۱۵، ۲۵، ۲۱، ۲۶، ۲۷، ۲۴ و ۲۰	$\overline{X}$	95.72	1	2.57	2.85	48.87	23.86	-	7.71	1.65	0.36
Group 3: Genotypes 15, 25, 21, 26, 27, 24, 20	$\overline{X}_h - \overline{X}_{..}$	26.45	35.14	11.74	-20.83	16.91	-28.56	-	-4.81	-22.17	9.09
گروه ۴ شامل ژنوتیپ های ۱۸، ۳۵، ۲۳، ۱۹، ۳۳، ۳۹ و ۴۲	$\overline{X}$	75.32	0.574	2.43	3.30	38.58	33.21	4.14	7.82	1.93	0.29
Group 4: Genotypes 18, 35, 23, 19, 33, 39, 42	$\overline{X}_h - \overline{X}_{..}$	-0.50	-22.43	5.65	-8.33	-7.70	-0.57	6.15	-3.46	-8.96	-12.12
گروه ۵ شامل ژنوتیپ های ۲۲، ۳۴، ۳۰ و ۲۸	$\overline{X}$	65.89	-	2.13	3.22	38.09	28.25	3.62	7.26	1.72	0.27
Group 5: Genotypes 22, 34, 30, 28	$\overline{X}_h - \overline{X}_{..}$	-12.9	-	-7.39	-10.56	-8.88	-15.42	-7.18	-10.37	-18.87	-18.18

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۸-

Table 8- Continued

خوشه Cluster	پارامتر آماری Statistical parameter	تعداد سنبله در مترمربع Spike number per m2	روز تا گرده افشانی Days to anthesis	روز تا سنبله رفتن Days to heading	روز تا رسیدگی Days to maturity	دوره پر شدن دانه Grain filling period	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد دانه Grain yield
گروه ۱ شامل ژنوتیپ های ۱، ۱۰، ۲۹، ۳۶، ۲، ۳، ۷، ۴۱، ۴، ۵، ۴۰، ۳۱، ۳۲، ۱۶، ۱۷، ۶ و ۸	$\overline{X}$	395	215.97	214.41	250.29	35.88	37.70	3332.68
Group 1: Genotypes 1, 10, 29, 36, 2, 3, 7, 41, 4, 5, 40, 31, 32, 16, 17, 6, 8	$\overline{X}_h - \overline{X}_{..}$	-3.49	0.99	0.38	0.68	1.64	-2.58	0.81
گروه ۲ شامل ژنوتیپ های ۱۹، ۱۱، ۳۷، ۳۸، ۱۲، ۱۳ و ۱۴	$\overline{X}$	505	213.64	211.71	247.57	35.85	40.71	3179
Group 2: Genotypes 19, 11, 37, 38, 12, 13, 14	$\overline{X}_h - \overline{X}_{..}$	23.38	-0.10	-0.88	-0.41	1.56	5.19	-3.84
گروه ۳ شامل ژنوتیپ های ۱۵، ۲۵، ۲۱، ۲۶، ۲۷، ۲۴ و ۲۰	$\overline{X}$	346	212.14	210.64	245.86	35.21	42.21	3402.14
Group 3: Genotypes 15, 25, 21, 26, 27, 24, 20	$\overline{X}_h - \overline{X}_{..}$	-15.47	-0.80	-1.39	-1.10	-0.25	9.07	2.91
گروه ۴ شامل ژنوتیپ های ۱۸، ۳۵، ۲۳، ۱۹، ۳۳، ۳۹ و ۴۲	$\overline{X}$	434.39	215.5	214.14	247	32.86	38.64	3679.3
Group 4: Genotypes 18, 35, 23, 19, 33, 39, 42	$\overline{X}_h - \overline{X}_{..}$	6.13	0.77	0.25	-0.64	-6.91	-0.16	11.29
گروه ۵ شامل ژنوتیپ های ۲۲، ۳۴، ۳۰ و ۲۸	$\overline{X}$	368.13	205.25	215.12	251.13	36	33.25	2593.25
Group 5: Genotypes 22, 34, 30, 28	$\overline{X}_h - \overline{X}_{..}$	-10.06	-4.02	0.71	1.02	1.98	-14.08	-21.56
میانگین کل Total Mean		409.3	213.85	213.6	248.6	35.3	38.7	3305.99

www.SID.ir

Archive of SID

References منابع مورد استفاده

- Aghaee-Sarbarzeh, M. 2012. Variation of agronomic traits in durum wheat genotypes. *Seed and Plant Improvement Journal*. 1(28-3): 481-502. (In Persian).
- Aghaee-Sarbarzeh, M., and A. Amini. 2012. Genetic variability for agronomy traits in bread wheat genotype collection of Iran. *Seed and Plant Improvement Journal*. 1(27-4): 581-599. (In Persian).
- Allard, R.W. 1996. Genetic basis of the evolution of adoptedness in plants. *Euphytica*. 92: 1-11.
- Anderberg, M.R. 1973. Cluster analysis for applications. Academic Press Inc, New York.
- Annicchiarico, P., L. Pecetti, G. Boggini, and M.A. Doust. 2000. Drought resistance in cereals. *Crop Science*. 40: 1810-1820.
- Anonymous. 2010. Agricultural statistical facts. 1st Vol. Crop Production in 2009- 2010 Cropping Season. Statistical and Information Technology Department, Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran, Iran.
- Askar, M., A. Yazdansepas, and Amini, A. 2011. Evaluation of winter and facultative bread wheat genotypes under irrigated and post-anthesis drought stress conditions. *Seed and Plant Improvement Journal*. 1(26-3): 313-329. (In Persian).
- Blum, A. 1999. Towards standards assays of drought resistance in crop plants. Workshop on Molecular Approaches for the Genetic Improvement of Cereals for Stable Production in Water Limited Environment. CIMMYT. Mexico. pp. 23-27.
- Cattell, R.B. 1965. Factor analysis: an introduction to essentials. 1. The purpose and underlying models. *Biometrics*. 21: 190–215.
- Cone, A.E., G.A. Slafer, and G.M. Halloran. 2004. Effects of moisture stress on leaf appearance, till ring and other aspects of development in Triticum tauschii. *Euphytica*. 86: 55-64.
- Dewey, D.R., and K.H. Lu. 1959. A correlation and path coefficient analysis of components of crested wheat grass seed production. *Agronomy Journal*. 51: 515–518.
- Draper, N.R., and H. Smith. 1966. Applied regression analysis. Wiley. New York.7407 Pp.
- Evenson, R.E., and D. Gollin. 2003. Assessing the impact of the green revolution. 1960-2000. *Science*. 300: 758-762.
- Everitt, B.S., and G. Dunn. 1992. Applied multivariate data analysis. Oxford University Press, New York, NY.
- Gutteiri, M.J., J.C. Stak, K. Obbrain, and E. Souza. 2001. Relative sensitivity of spring wheat grain yield and quality parameters to moisture deficit. *Crop Sci*ence. 41: 327-335.

www.SID.ir

Archive of SID

- Kaiser, H.F. 1958. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometricka*. 23: 187-198.
- Khazaie, H.R. 2002. Effect of drought on physiology characters of wheat drought tolerance indices. Ph.D. Thesis, College of Agriculture, University of Ferdowsi Mashhad, Mashhad, Iran. 225 Pp. (In Persian).
- Koocheki, A., A. Banayan- Aval, P. Rezvani, A. Mahdavi- Damghani, M. Jamiolahmadi, and S.R. Vesal. 2005. The plant ecophysiology. University of Ferdoosi Mashhad Publications, Mashhad, Iran. 271 pp. (In Persian).
- Mobasser, S., Gh. Nourmohammadi, A. Kashani, and M. Moghaddam. 2000. Path analysis for grain yield of barley. *Iranian Journal of Crop Science*. 2(1): 15-22. (In Persian).
- Mohammadi, M. 2000. Research on relationship between yield and yield components of 600 Iranian local wheat by use of multivariate statistical methods. M.Sc. Thesis in plant breeding. Agriculture Faculty. University of Tehran. (In Persian).
- Mohammadi, R., R. Haghparast, M. Aghaee, M. Roostaei, and S.S. Pourdad. 2007. Biplot analysis of multi- environment trials for identification of winter wheat mega-environments in Iran. *World Journal of Agricultural Sciences.* 3(4): 475-480.
- Mohammadi, S.A., and B.M. Prasanna. 2003. Analysis of genetic diversity in crop plants, salient statistical tools and considerations. *Crop Science*. 43: 1235-1248.
- Morrison, D.F. 1990. Multivariate statistical methods. McGrow-Hill Publications.
- Naghavi, M.R., A.V. Shahbazi, and A.R. Talei. 1999. Investigation on genetic diversity in durum wheat germplasms. *Iranian Journal of Crop Science*. 4: 81-88. (In Persian).
- Richards, R.A., A.G. Condon, and G.J. Robetzke. 2001. Traits to improve yield in dry environments. Pp: 88-100. In: Reynolds, M.P., J.I. Ortiz-Monasterio, and A. McNab. (eds.). Application of Physiology in Wheat Breeding. CIMMYT. Mexico.
- Samarah, N.H. 2005. Effects of drought stress on growth and yield of barley. *Agronmy for Sustainabe Development.* 25: 145- 149.
- Sanchez – Diaz, M., J.L. Garcia, M.C. Antolin, and J.L. Araus. 2002. Effects of soil drought and atmospheric humidity on yield, gas exchange, and stable carbon isotope composition of barley. *Photosynthetica*. 40(3): 415 – 421.
- Seiler G.J., and R.E. Stafford. 1985. Factor analysis of components of yield in guar. *Crop Science*. 25:905-908.
- Snedecor, G.W., and W.G.Cochran. 1981. Statistical methods. Seventh ed. Iowa State University Press, Iowa, USA.
- Tajbakhsh, M., and Poormirza, A. A. 2004. Cereals agronomy. Jehad-e- Agriculture Publications, Uromieh, Iran. Pp: 230. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

- Tarinejiad, A. 1998. Evaluation of produced lines from local winter wheats for water and drought stress conditions. M.Sc. thesis in plant breeding. Agriculture Faculty. University of Tabriz. (In Persian).
- van de Wouw, M., T. Van Hintum, C. Kik, R. Van Treuren, and B, Visser. 2010. Genetic diversity trends in twentieth century crop cultivars: a meta analysis. *Theoretical and Applied Genetics*. 120 (6): 1241–1252.
- Zi-Zhenli, L., D.L. Wei, and L.L. Wen. 2004. Dry-period irrigation and fertilizer application affect water use and yield of spring wheat in semi- arid regions. *Agricultural Water Management*. 65: 133- 143.

www.SID.ir

Archive of SID

Evaluation of Genetic Variation of Bread Wheat Genotypes for Some Morphological and Physiological Characteristics under Drought Stress Condition

Reza Shahryari[1*]

Received: November 2015, Revised: 6 February 2015, Accepted: 9 March 2016

Abstract

The present study was conducted in the agricultural research farm of Islamic Azad University, Ardabil Branch, to investigate genetic variation of some bread wheat genotypes for some morpho-physiological traits under separate environmental conditions (drought stress and without drought stress). Results from analysis of variance showed that the interaction of "irrigation levels × genotypes" on traits like plant height, infertile tillers number, spike length, peduncle to plant height ratio, spike number per m^2 and grain yield were significant. Genotype No. 35 (4057) produced the highest (6.3 ton/ha) grain yield. Linear multivariable regression revealed that traits such as grain numbers per spike, node number and spike weight accounted for about 58% of overall mean yield among the genotypes under terminal drought stress condition. Node number had the highest direct effect (0.438) on grain yield. The results, also, showed that the direct effect of grain number per spike on yield was positive (0.135) while spike weight on yield was negative (-0.345). Direct effect of node number on yield by spike weight was higher than indirect effect of spike weight by node number. Based on the factor analysis, 75.80% of total variations were explained by 6 factors. The first up to the sixth factors accounted for 21.32, 18.13, 9.72, 9.62, 9.4 and 7.6% of the total variations respectively. Furthermore, cluster analysis, based on Ward method and by using Euclidian squared distance, classified the genotypes into five groups. Results from this study suggest that traits such as grain number per spike, node number and spike weight can be used as a selection criteria in breeding programs for higher grain yield of bread wheat in the regions where plants may be subject to terminal drought stress.

Key words: Bread wheat, Genetic variation, Multivariable analyses, Terminal drought stress.

1- Staff member, Department of Agriculture, Ardabil Branch, Islamic Azad University, Ardabil, Iran.
** Corresponding Author: rshbio@gmail.com*

www.SID.ir