



تجزیه صفات زراعی مرتبط با تحمل به تنش خشکی در جمعیت‌های گندم نان

یوسف ارشد^۱، مهدی زهراوی^{۱*}، علی سلطانی^۲

۱- مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۲- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۹/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۸/۲/۵

چکیده

به منظور بررسی تحمل به خشکی و شناسایی توده‌های برتر، ۴۳۸ نمونه ژنتیکی از کلکسیون گندم نان بانک ژن گیاهی ملی ایران به همراه ارقام متحمل به خشکی کویر، روشن و ماهوتی در دو آزمایش آبیاری نرمال و تنش خشکی با انجام دو آبیاری، یکی بعد از کاشت و دیگری در مرحله پر شدن دانه در مزرعه تحقیقاتی یزد مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج بررسی آماره‌های توصیفی نشان داد که در هر دو شرایط نرمال و تنش خشکی، صفات تعداد پنجه بارور، وزن دانه پنج سنبله و تعداد گلچه در سنبلچه دارای بیشترین و صفات روز تا رسیدن کامل و روز تا سنبله‌دهی دارای کمترین ضریب تغییرات بودند. میانگین همه صفات بجز تراکم سنبله در شرایط تنش خشکی کاهش یافت. بیشترین میزان کاهش میانگین به صفات تعداد پنجه بارور (۵۰/۶۱ درصد)، وزن دانه پنج سنبله (۴۴/۹۰ درصد) و وزن صد دانه (۴۱/۷۸ درصد) و کمترین میزان کاهش، به میانگین صفات روز تا سنبله‌دهی (۲/۵۲ درصد) و روز تا رسیدن کامل (۴/۳۵ درصد) اختصاص داشت. نتایج بررسی ضرایب همبستگی بین صفات نشان داد که وزن دانه پنج سنبله در هر دو شرایط نرمال و تنش خشکی با صفات وزن صد دانه و تعداد دانه در سنبله دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار بود. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که پنج مؤلفه اصلی اول ۸۰/۳۳ و ۷۸/۹۲ درصد از واریانس کل داده‌ها را به ترتیب در شرایط نرمال و تنش خشکی، توجیه می‌کنند. دندروگرام تجزیه خوشه‌ای براساس صفات ارزیابی شده در شرایط تنش خشکی، نمونه‌های ژنتیکی را به سه گروه تقسیم نمود که در هر گروه، یکی از ارقام شاهد قرار گرفت. با مقایسه میانگین سه گروه مذکور مشخص شد که هر گروه از لحاظ برخی از صفات نسبت به گروه‌های دیگر برتری دارد. مجموع این نتایج نشان‌دهنده وجود تنوع قابل توجه در مواد ژنتیکی مورد مطالعه بود. همچنین از لحاظ هر یک از صفات اندازه‌گیری شده، تعدادی نمونه ژنتیکی برتر از ارقام شاهد شناسایی شد که در برنامه‌های اصلاحی برای تحمل به تنش خشکی قابل استفاده می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: بانک ژن، نمونه ژنتیکی، خزانه ژنی، کلکسیون گندم

* نگارنده مسئول (mzahravi@spii.ir)

مقدمه

متحمل به خشکی صورت پذیرفته است
(Budak *et al.*, 2013).

کلاهیان همدانی‌زاد و همکاران (۱۳۹۴) گسترش ریشه ۶۳ ژنوتیپ گندم نان را به همراه صفات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای آن در شرایط تنش خشکی بررسی کردند. نتایج، نشان‌دهنده تنوع بالا میان ژنوتیپ‌ها برای همه صفات اندازه گیری شده بود و همبستگی بالا و معنی‌داری میان وزن خشک ریشه با عملکرد در شرایط تنش دیده شد. بخشایشی قشلاق و همکاران (۱۳۹۴) بر اساس تحلیل همبستگی عملکرد و شاخص‌های تحمل به تنش در ۱۳ ژنوتیپ گندم، شاخص تحمل تنش (STI) را به عنوان مناسب‌ترین شاخص برای غربال‌سازی ژنوتیپ‌های گندم برای تحمل به تنش خشکی گزارش نمودند. اردلانی و همکاران (۱۳۹۴) اثر تنش کم آبیاری پس از گرده افشانی را بر کمیت و کیفیت عملکرد دانه و برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیکی ارقام مختلف گندم نان مورد بررسی قرار داده و مشاهده کردند که اعمال تنش کم آبی سبب شد که غلظت کلروفیل a و b، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها، حداکثر کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم II، شاخص زنده‌مانی و محتوای نسبی آب به طور معنی‌داری کاهش یابد. ارشد و همکاران (۱۳۹۵) ۵۱۲ نمونه ژنتیکی از کلکسیون گندم

گندم یکی از مهمترین گیاهان زراعی با تولید سالیانه بیش از ۷۲۰ میلیون تن می‌باشد (Mwadzingeni *et al.*, 2016). خشکی می‌تواند تا ۵۰ درصد کاهش عملکرد را سبب شود که خسارت سنگینی در جوامع کشاورزی محسوب می‌شود (Akpınar *et al.*, 2013). اصلاح ژنوتیپ‌های متحمل گندم با صفات زراعی و سازگاری مناسب، بهره‌وری و امنیت غذایی را در جوامع گندم‌کار افزایش می‌دهد. استفاده از ارقام متحمل به خشکی یکی از پایدارترین روش‌های کاهش تأثیر کمبود بارش و بروز خشکسالی ممتد در نواحی حاشیه‌ای می‌باشد (Mwadzingeni *et al.*, 2016). خشکی یک صفت چندبعدی است و پاسخ گیاه به خشکی متأثر از عوامل زیادی همچون شرایط رشد، فیزیولوژی، ژنوتیپ، مرحله رشد، شدت و طول مدت خشکی می‌باشد (Budak *et al.*, 2015). تنوع بسیار زیادی در گونه‌های وحشی و نژادهای بومی گندم برای تحمل به خشکی وجود دارد (Nevo and Chen 2010; Dodig *et al.* 2012). با استفاده از گزینش برای مکانیسم‌های سازگاری مانند فرار از خشکی، اجتناب و یا تحمل به پسابیدگی می‌توان این تنوع را دست‌روزی نموده و تحمل به خشکی را بهبود بخشید (Blum, 2010). تلاش‌های زیادی در خصوص توسعه ارقام

ژنوتیپ گندم توسط سعیدی و همکاران (۱۳۹۵) نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در انتقال مجدد و کارایی انتقال مجدد ماده خشک اختلاف معنی‌داری داشتند و از این نظر، میان گره‌های پایینی ساقه نسبت به دم گل آذین و ماقبل آخر برتری نشان دادند. بهروزی و همکاران (۱۳۹۵) رابطه مبدا-مقصد تحت شرایط تنش خشکی را در ارقام گندم پیشتاز، چمران و مرودشت مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که کاهش عملکرد دانه در تیمار برگ‌زدایی در زمان ساقه‌دهی به دلیل کاهش تعداد دانه و در تیمار برگ‌زدایی در زمان گلدهی باعث کاهش وزن دانه بود. آنها اظهار داشتند با توجه به تحمل بالاتر رقم چمران به تنش خشکی و برگ‌زدایی، استفاده از این رقم در مناطق مواجه با محدودیت رطوبت شایسته پژوهش‌های بلند مدت با جزئیات بیشتری است. گلستانی و محمدی (۱۳۹۶) لاین‌های جایگزین کروموزومی را در شرایط بدون تنش و تنش خشکی مورد مطالعه قرار داده و بر مبنای تجزیه‌های رگرسیونی مشاهده کردند که مشارکت اجزای عملکرد دانه در ایجاد تغییرات عملکرد دانه در دو شرایط یکسان نیست، به طوری که، در شرایط بدون تنش عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت و در شرایط تنش تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله، بیشترین تغییرات موجود در عملکرد دانه را تبیین نمودند.

نان بانک ژن گیاهی ملی ایران با منشاء خارجی را برای تحمل به تنش خشکی مورد ارزیابی دادند. تعداد ۴۶ نمونه ژنتیکی در آزمایش تنش خشکی بقاء یافتند که از بین آنها پنج توده وزن دانه پنج سنبله بیشتری نسبت به ارقام شاهد داشتند. شهبازی و همکاران (۱۳۹۵) با بررسی ۱۶۹ لاین نوترکیب گندم اظهار داشتند که شاید بتوان از صفات فیزیولوژیک محتوای اسیدآمینه پرولین، طول دم گل آذین و سطح برگ پرچم در شرایط تنش نسبت به شرایط مطلوب آبی، به عنوان ابزاری برای انتخاب لاین‌های متحمل به خشکی گندم نان استفاده کرد. شهریاری (۱۳۹۵) با بررسی برخی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی در ۴۲ ژنوتیپ گندم نان نتیجه گرفت که صفاتی مانند تعداد دانه در سنبله، تعداد گره و وزن سنبله را می‌توان به عنوان شاخص انتخاب عملکرد در برنامه های به نژادی و به منظور بهبود عملکرد دانه گندم نان در مناطق دارای تنش خشکی آخر فصل مورد استفاده قرار داد. سلیمانی و همکاران (۱۳۹۵) با مطالعه ۳۰ ژنوتیپ گندم نان برای تحمل به خشکی بر اساس شاخص‌های فیزیولوژیکی و فنولوژیکی، همبستگی معنی‌داری را بین تنظیم اسمزی در مرحله گیاهچه‌ای و عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی مشاهده کردند. نتایج بررسی اثر تنش خشکی پس از گلدهی بر انتقال مجدد ماده خشک در ۵۶

به عنوان شاهد، در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یزد با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۶۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳۱ دقیقه و ارتفاع ۹۱۸ متر از سطح دریا بصورت دو آزمایش جداگانه یکی در شرایط تنش خشکی (با اعمال یک دوره آبیاری بعد از کاشت جهت استقرار گیاه و یک دور آبیاری در مرحله پر شدن دانه) و دیگری در شرایط نرمال (بدون تنش خشکی و آبیاری طبق نرم منطقه) در قالب طرح آگمنت ارزیابی شدند. هر توده در یک خط ۲/۵ متری به فاصله ۵۰ سانتی متر از خط مجاور کشت شد. کود دهی براساس نتایج آزمایش خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (جدول ۱) انجام گرفت. بدین منظور در هر دو آزمایش نرمال و تنش خشکی، کود نیتروژن به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به شکل سولفات آمونیوم در دو تقسیط شامل یک سوم قبل از کاشت و دو سوم در مرحله پنجه بارورزنی و کود فسفر به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به شکل P_2O_5 داده شد.

مسچی باهوش و همکاران (۱۳۹۶) تحمل به خشکی را در ژنوتیپ گندم به همراه لاین‌های دابل هاپلوئید (هاپلوئید مضاعف) مورد مطالعه قرار دادند و براساس نتایج تجزیه همبستگی بین شاخص‌های تحمل به خشکی و عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش، شاخص‌های میانگین حسابی، میانگین هارمونیک، میانگین هندسی و شاخص تحمل (STI) را به عنوان شاخص‌های مناسب جهت گزینش ارقام پرمحصول در هر دو محیط تنش و بدون تنش گزارش نمودند.

تحقیق حاضر به منظور ارزیابی تحمل به خشکی در توده‌های گندم نان و بررسی تنوع موجود در صفات و نمونه‌های ژنتیکی از لحاظ خصوصیات زارعی مورفولوژیکی تحت شرایط بدون تنش و تنش خشکی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تحمل به خشکی و شناسایی توده‌های برتر، ۴۳۸ نمونه ژنتیکی از کلکسیون گندم نان بانک ژن گیاهی ملی ایران مورد بررسی قرار گرفتند. توده‌های مذکور به همراه ارقام متحمل به خشکی کویر، روشن و ماهوتی

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک در مزرعه تحقیقاتی یزد در آزمایش ارزیابی تحمل نمونه‌های ژنتیکی گندم نان نسبت به تنش خشکی

هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته (PH)	درصد مواد خنثی شونده	کربن عالی	فسفر قابل جذب (پی پی ام)	پتاسیم قابل جذب (پی پی ام)	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس	بافت
۳/۸۴	۷/۸۵	۱۹/۸۰	۰/۴۵	۶/۱۵	۱۳۷	۶۸/۶	۱۰/۱	۲۱/۳	شنی-رسی-لومی

(IBPGR, 1978) اندازه‌گیری شد. به منظور تجزیه داده‌ها آماره‌های توصیفی شامل میانگین، انحراف معیار، دامنه، ضریب تغییرات و ضرایب چولگی و کشیدگی توزیع مشاهدات محاسبه شد. به منظور بررسی ارتباط بین صفات، تجزیه همبستگی به روش پیرسون انجام گرفت. از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای کاهش ابعاد داده‌ها استفاده شد. نمونه‌های ژنتیکی مورد بررسی با استفاده از دندروگرام تجزیه خوشه‌ای به ورش وارد از یکدیگر تفکیک گردیدند. محاسبات آماری و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزارهای R و SPSS انجام شد.

در طی فصل رشد نسبت به وجین علف‌های هرز اقدام شد. پس از اعمال دومین آبیاری مشخص شد که در مجموع ۴۱ نمونه ژنتیکی (جدول ۲) در شرایط تنش خشکی بقاء یافتند که مبنای ارزیابی‌های زراعی، فنولوژیکی و مورفولوژیکی قرار گرفتند. بدین منظور صفات طول سنبله، تراکم سنبله، وزن صد دانه، تعداد پنجه بارور، ارتفاع بوته، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد گلچه در سنبلچه، تعداد دانه در سنبله، روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدن کامل، طول دوره پرشدن دانه و وزن دانه پنج سنبله مطابق با توصیف‌نامه بین‌المللی

جدول ۲- نمونه‌های ژنتیکی بقاء یافته از کلکسیون گندم نان بانک ژن گیاهی ملی ایران در آزمایش تنش خشکی

شماره	کد کلکسیون	شماره	کد کلکسیون	شماره	کد کلکسیون
۱	KC ۹۷۷۵	۱۵	KC ۹۸۱۴	۲۹	KC ۹۹۹۱
۲	KC ۹۷۷۶	۱۶	KC ۹۸۲۰	۳۰	KC ۹۹۹۳
۳	KC ۹۷۸۶	۱۷	KC ۹۸۳۸	۳۱	KC ۹۹۹۶
۴	KC ۹۷۸۷	۱۸	KC ۹۸۴۰	۳۲	KC ۱۰۱۴۲
۵	KC ۹۷۹۳	۱۹	KC ۹۸۴۲	۳۳	KC ۱۰۲۲۶
۶	KC ۹۷۹۴	۲۰	KC ۹۸۵۱	۳۴	KC ۱۰۲۵۰
۷	KC ۹۷۹۵	۲۱	KC ۹۸۵۲	۳۵	KC ۱۰۲۸۰
۸	KC ۹۷۹۶	۲۲	KC ۹۹۴۵	۳۶	KC ۱۰۳۰۶
۹	KC ۹۷۹۷	۲۳	KC ۹۹۵۲	۳۷	KC ۱۰۳۴۸
۱۰	KC ۹۸۰۵	۲۴	KC ۹۹۶۲	۳۸	KC ۱۰۳۵۸
۱۱	KC ۹۸۰۷	۲۵	KC ۹۹۸۰	۳۹	KC ۱۰۴۱۴
۱۲	KC ۹۸۰۸	۲۶	KC ۹۹۸۱	۴۰	KC ۱۰۴۳۸
۱۳	KC ۹۸۱۰	۲۷	KC ۹۹۸۶	۴۱	KC ۱۰۵۱۰
۱۴	KC ۹۸۱۳	۲۸	KC ۹۹۸۸		

نتایج و بحث

نتایج بررسی آماره‌های توصیفی نشان داد که در هر دو شرایط نرمال و تنش خشکی صفات تعداد پنجه بارور، وزن دانه پنج سنبله و تعداد گلچه در سنبلچه دارای بیشترین و صفات روز تا رسیدن کامل و روز تا سنبله‌دهی دارای کمترین ضریب تغییرات بودند (جداول ۳ و ۴). میانگین همه صفات بجز تراکم سنبله در شرایط تنش خشکی کاهش یافت. بیشترین میزان کاهش میانگین به صفات تعداد پنجه بارور (۵۰/۶۱ درصد)، وزن دانه پنج سنبله (۴۴/۹۰ درصد) و وزن صد دانه (۴۱/۷۸ درصد) و کمترین میزان کاهش، به میانگین

صفات روز تا سنبله‌دهی (۲/۵۲ درصد) و روز تا رسیدن کامل (۴/۳۵ درصد) اختصاص داشت. ضریب چولگی توزیع صفات در هر دو شرایط نرمال و تنش تعداد گلچه در سنبلچه، تراکم سنبله، وزن دانه پنج سنبله، طول دوره پرشدن دانه و تعداد پنجه بارور، مثبت بود. صفات وزن صد دانه، ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، طول سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله و روز تا سنبله‌دهی در هر دو شرایط نرمال و تنش خشکی دارای ضریب چولگی منفی بودند. صفت روز تا رسیدن کامل در شرایط نرمال دارای ضریب چولگی منفی و در شرایط تنش خشکی دارای ضریب چولگی مثبت بود.

تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه و همچنین بهره‌وری آب در هر سه رقم گردید.

در شرایط نرمال، از بین ارقام شاهد مورد بررسی رقم روشن از لحاظ تعداد دانه در سنبله و وزن دانه پنج سنبله، رقم ماهوتی از لحاظ تراکم سنبله، وزن صد دانه، تعداد سنبلچه در سنبله، روز تا رسیدن کامل و روز تا سنبله‌دهی و رقم کویر از لحاظ طول سنبله، ارتفاع بوته، تعداد گلچه در سنبلچه و طول دوره پرشدن دانه برتر بود. در شرایط تنش خشکی از بین ارقام شاهد مورد بررسی، رقم روشن از لحاظ تراکم سنبله، تعداد دانه در سنبله، روز تا رسیدن کامل، روز تا سنبله‌دهی و وزن دانه پنج سنبله، رقم کویر از لحاظ وزن صد دانه، تعداد گلچه در سنبلچه و طول دوره پرشدن دانه و رقم ماهوتی از لحاظ طول سنبله، ارتفاع بوته و تعداد سنبلچه در سنبله برتر بود.

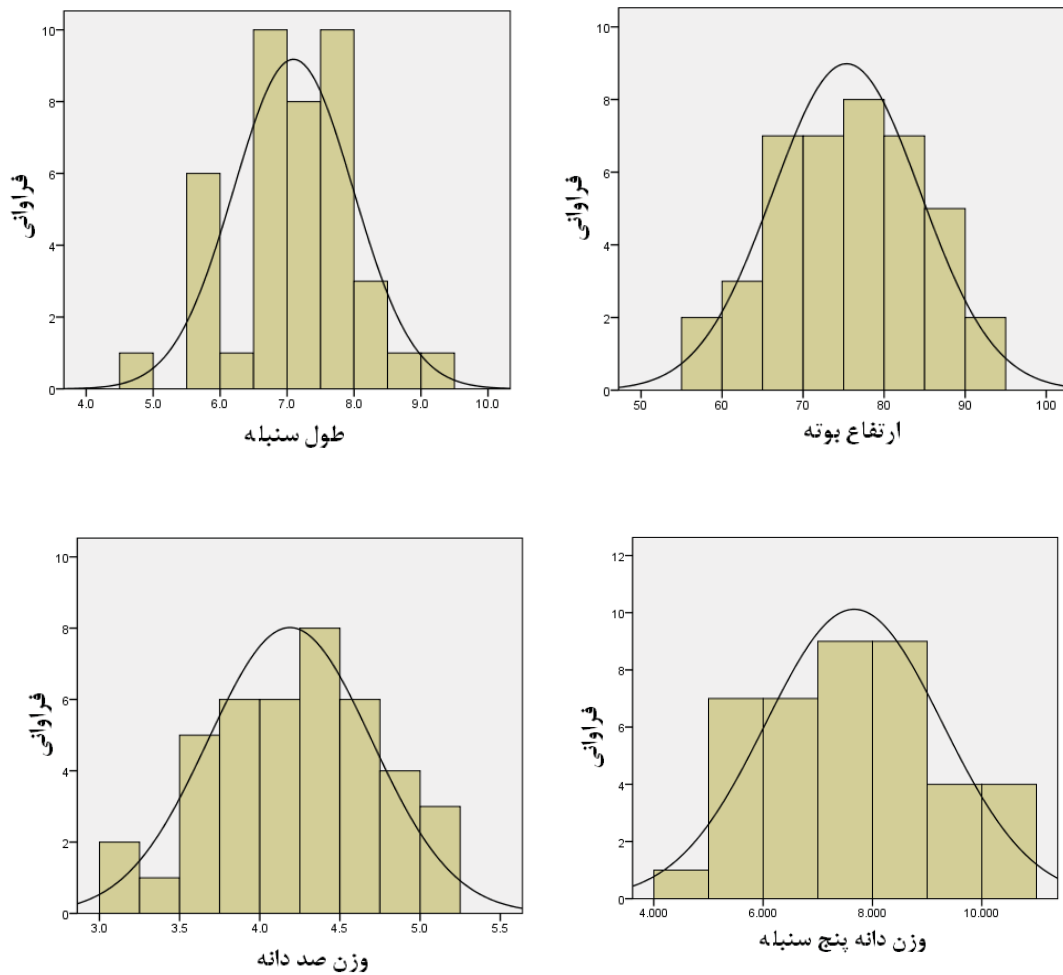
در هر دو شرایط نرمال و تنش خشکی، صفات تعداد گلچه در سنبلچه، روز تا سنبله‌دهی، تراکم سنبله، طول دوره پرشدن دانه و طول سنبله دارای ضریب کشیدگی مثبت و صفات تعداد پنجه بارور، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن صد دانه و وزن دانه پنج سنبله دارای ضریب کشیدگی منفی بودند. همچنین صفات روز تا رسیدن کامل و ارتفاع بوته در شرایط نرمال دارای ضریب کشیدگی منفی و در شرایط تنش خشکی دارای ضریب کشیدگی مثبت بودند (جداول ۳ و ۴ و شکل‌های ۱ و ۲). شهبازی و همکاران (۱۳۹۵) مشاهده کردند که تنش خشکی موجب کاهش محتوای کلروفیل ($a+b$ ، b ، a)، عرض برگ، طول برگ، طول دم گل آذین، ارتفاع بوته، سطح برگ پرچم و افزایش محتوای پرولین گردید. نتایج تحقیق بهروزی و همکاران (۱۳۹۵) نشان داد که تنش خشکی و برگ زدایی باعث کاهش معنی‌دار طول سنبله،

جدول ۳- آماره‌های توصیفی صفات ارزیابی شده در نمونه‌های ژنتیکی گندم نان در شرایط آبیاری نرمال در مزرعه یزد

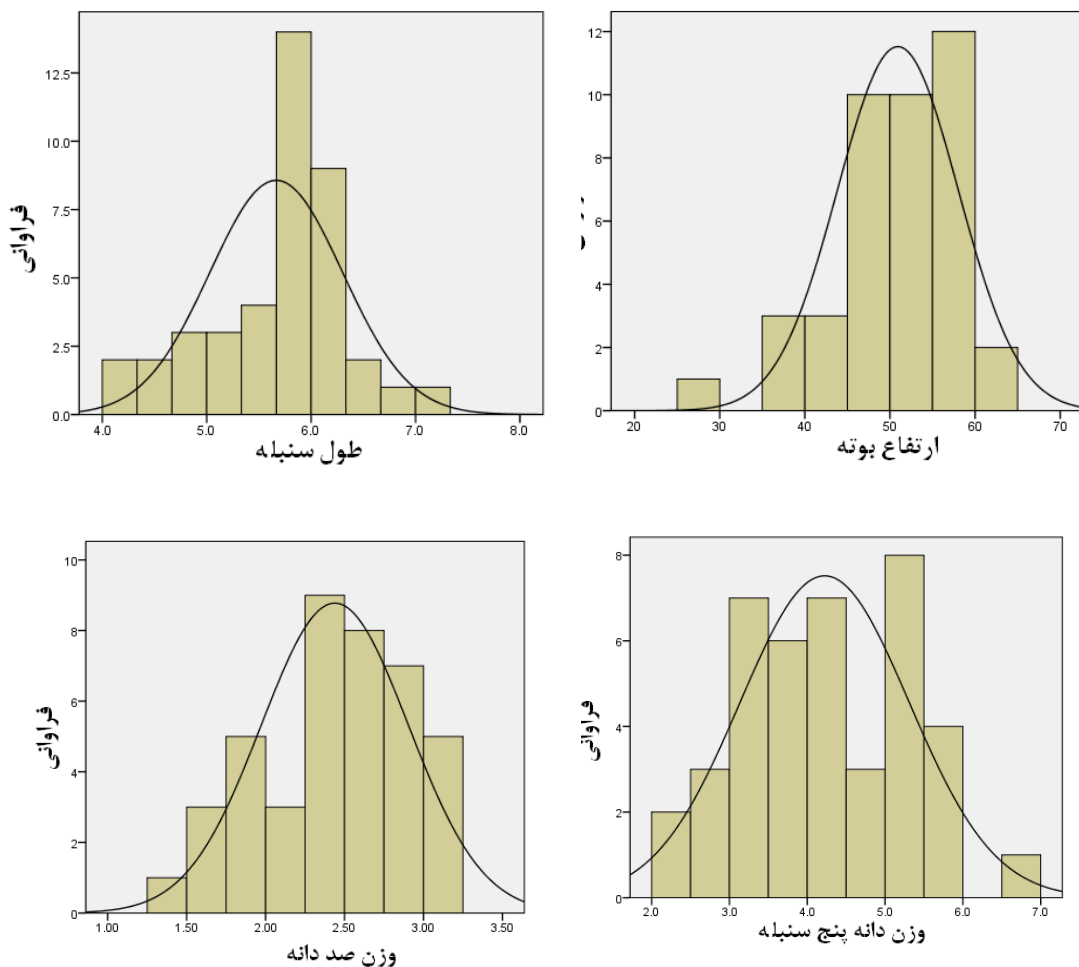
ضریب تغییرات (درصد)	انحراف معیار	میانگین	کشیدگی	چولگی	دامنه	صفت
۱۲/۵۶	۰/۸۹	۷/۱	۰/۱۹	-۰/۳۳	۴/۲	طول سنبله (سانتیمتر)
۱۷/۴۷	۴/۰۶	۲۳/۲۳	۱/۲۴	۰/۹۶	۱۸/۰۸	تراکم سنبله
۱۲/۱۸	۰/۵۱	۴/۱۹	-۰/۶۷	-۰/۲۱	۱/۹	وزن صد دانه (گرم)
۲۶/۲۲	۱/۰۵	۴	-۰/۱۷	۰/۱۴	۴	تعداد پنجه بارور
۱۲/۰۸	۹/۱	۷۵/۳۷	-۰/۸۱	-۰/۲۲	۳۴	ارتفاع بوته (سانتیمتر)
۹/۲۸	۱/۵	۱۶/۲	-۰/۱۷	-۰/۴۹	۶	تعداد سنبلچه در سنبله
۲۰/۳۵	۰/۶۱	۳/۰۲	۶/۶۸	۱/۸۲	۳/۶۴	تعداد گلچه در سنبلچه
۱۶/۱۲	۵/۸۳	۳۶/۲	-۰/۶۵	-۰/۲۹	۲۱/۳۹	تعداد دانه در سنبله
۱/۳۸	۲/۴۲	۱۷۵/۵۴	-۰/۴۵	-۰/۵۱	۹	روز تا رسیدن کامل
۲/۱۶	۳/۰۱	۱۳۹/۶۳	۱/۳۸	-۰/۹۴	۱۵	روز تا سنبله‌دهی
۱۱/۶۲	۴/۱۷	۳۵/۹	۰/۲۳	۰/۲۱	۱۹	طول دوره پرشدن دانه (روز)
۲۱/۰۹	۱/۶۲	۷/۶۶	-۰/۷۱	۰/۲۵	۶/۳	وزن دانه پنج سنبله (گرم)

جدول ۴- آماره‌های توصیفی صفات ارزیابی شده در نمونه‌های ژنتیکی گندم نان در شرایط تنش خشکی در مزرعه یزد

ضریب تغییرات (درصد)	انحراف معیار	میانگین	کشیدگی	چولگی	دامنه	صفت
۱۱/۲۳	۰/۶۴	۵/۶۷	۰/۳	-۰/۴۷	۲/۹	طول سنبله (سانتیمتر)
۱۵/۱۵	۴/۰۹	۲۷/۰۳	۰/۶۴	۰/۸۱	۱۸/۶۲	تراکم سنبله
۱۹/۱۱	۰/۴۷	۲/۴۴	-۰/۵	-۰/۴۴	۱/۸۹	وزن صد دانه (گرم)
۴۱/۵۷	۰/۸۲	۱/۹۸	-۰/۷۱	۰/۳۳	۳	تعداد پنجه بارور
۱۳/۹۴	۷/۱	۵۰/۹۳	۱/۱۳	-۰/۹۶	۳۳	ارتفاع بوته (سانتیمتر)
۱۱/۲	۱/۷	۱۵/۱۵	-۰/۲۶	-۰/۱۴	۸	تعداد سنبلچه در سنبله
۲۰/۳۵	۰/۵۶	۲/۷۶	۶/۶۸	۱/۸۲	۳/۳۲	تعداد گلچه در سنبلچه
۱۵/۳۶	۵/۲۶	۳۴/۲۲	-۰/۲۵	-۰/۴۲	۲۲	تعداد دانه در سنبله
۱/۲	۲/۰۲	۱۶۷/۹	۱/۰۲	۰/۳۳	۱۰	روز تا رسیدن کامل
۲/۳۸	۳/۲۳	۱۳۶/۱۲	۰/۵۱	-۰/۳۱	۱۵	روز تا سنبله‌دهی
۱۱/۷۶	۳/۷۴	۳۱/۷۸	۰/۵	۰/۷۸	۱۶	طول دوره پرشدن دانه (روز)
۲۵/۷۶	۱/۰۹	۴/۲۲	-۰/۹۴	۰/۰۵	۴/۲۸	وزن دانه پنج سنبله (گرم)



شکل ۱- توزیع فراوانی صفات ارزیابی شده در نمونه‌های ژنتیکی گندم نان در شرایط آبیاری نرمال در مزرعه یزد



شکل ۲- توزیع فراوانی صفات ارزیابی شده در نمونه‌های ژنتیکی گندم نان در شرایط تنش خشکی در مزرعه یزد

بیشترین مقدار صفات وزن صد دانه و وزن دانه پنج سنبله در شرایط تنش خشکی بود. همچنین بیشترین مقدار صفات طول سنبله، تراکم سنبله، ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، طول دوره پرشدن دانه و وزن دانه پنج سنبله در شرایط تنش خشکی به ترتیب به نمونه‌های ژنتیکی ۹۷۹۷، ۹۸۱۴، ۹۸۵۲، ۹۷۹۳، ۹۸۴۰ و ۹۹۸۰ تعلق داشت.

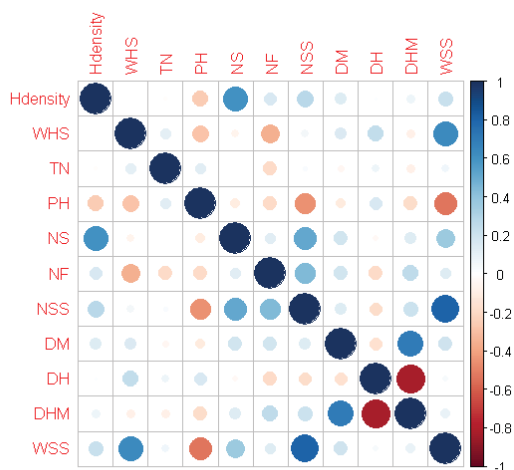
نمونه ژنتیکی ۹۷۹۷ دارای بیشترین مقدار طول سنبله و روز تا پرشدن دانه در شرایط نرمال بود. همچنین بیشترین مقدار صفات تراکم سنبله، وزن صد دانه، ارتفاع بوته و تعداد دانه در سنبله در شرایط نرمال به ترتیب به نمونه‌های ژنتیکی ۱۰۱۴۲، ۱۰۵۱۰، ۹۸۱۳، ۱۰۲۸۰ و ۹۸۱۴ (بطور مشترک)، و ۱۰۲۲۶ اختصاص داشت. نمونه ژنتیکی ۹۹۸۰ دارای

ژنتیکی ۹۸۵۲، ۹۷۹۶، ۹۹۸۸، ۹۹۹۶، ۹۹۶۲، ۹۸۵۱، ۹۹۴۵، ۹۸۴۲، ۹۷۹۵، ۹۷۹۷، ۹۹۸۱ و ۹۸۰۷ از لحاظ ارتفاع بوته، نمونه‌های ژنتیکی ۹۸۱۴، ۹۷۹۴، ۹۷۹۷ و ۹۸۴۰ از لحاظ تعداد دانه در سنبله، نمونه‌های ژنتیکی ۹۷۹۷، ۹۸۰۷، ۹۸۵۲، ۹۹۸۰، ۹۸۱۰ و ۹۷۷۵ از لحاظ طول دوره پر شدن دانه، و نمونه‌های ژنتیکی ۹۹۸۰، ۹۸۴۰، ۹۹۶۲، ۹۷۸۶، ۹۷۹۷، ۱۰۲۵۰، ۱۰۲۲۶، ۹۷۹۴، ۹۷۸۷، ۹۹۹۱، ۹۹۸۶ و ۱۰۱۴۲ از لحاظ وزن دانه پنج سنبله، نسبت به ارقام شاهد در شرایط تنش خشکی دارای مقدار بیشتری بودند.

نتایج بررسی ضرایب همبستگی بین صفات نشان داد که وزن دانه پنج سنبله در هر دو شرایط نرمال و تنش با صفات وزن صد دانه (به ترتیب $r=0/631^{**}$ و $r=0/815^{**}$) و تعداد دانه در سنبله (به ترتیب $r=0/805^{**}$ و $r=0/634^{**}$) دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار بود. همچنین وزن دانه پنج سنبله در شرایط نرمال بطور اختصاصی با ارتفاع بوته همبستگی منفی معنی‌دار ($r=-0/534^{**}$) و با تعداد سنبلچه در سنبله دارای همبستگی مثبت معنی‌دار ($r=0/361^{*}$) بود (شکل‌های ۳ و ۴).

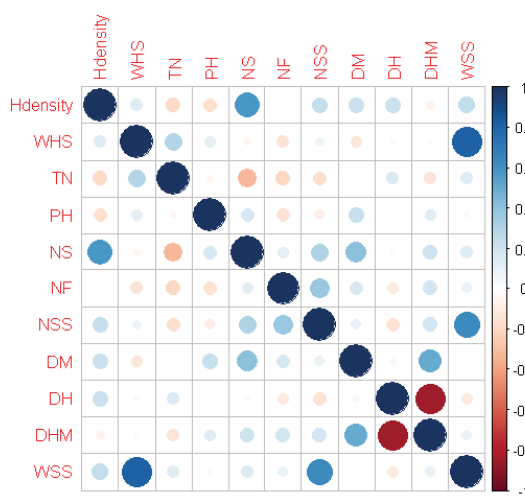
نمونه‌های ژنتیکی ۹۷۹۷، ۹۸۰۸، ۹۸۲۰، ۹۷۸۷، ۹۷۹۶، ۱۰۳۴۸، ۱۰۲۲۶ و ۹۷۸۶ از لحاظ طول سنبله، نمونه‌های ژنتیکی ۱۰۵۱۰، ۹۷۸۷، ۱۰۲۲۶، ۹۸۴۰، ۹۹۹۱ و ۹۷۷۵ و ۱۰۳۰۶ از لحاظ وزن صد دانه، نمونه‌های ژنتیکی ۱۰۲۸۰، ۹۸۱۴، ۹۸۰۵، ۹۷۹۴ و ۱۰۲۵۰ از لحاظ تعداد دانه در سنبله، نمونه‌های ژنتیکی ۹۷۹۷، ۹۸۰۷ و ۹۸۵۲ از لحاظ طول دوره پر شدن دانه و نمونه‌های ژنتیکی ۱۰۲۲۶، ۹۸۴۰، ۱۰۲۵۰، ۹۷۹۴، ۱۰۲۸۰ و ۱۰۱۴۲ از لحاظ وزن دانه پنج سنبله دارای مقدار بیشتری نسبت به ارقام شاهد در شرایط نرمال بودند. همچنین تعداد ۱۷ و ۱۶ نمونه ژنتیکی به ترتیب تراکم سنبله و ارتفاع بوته بیشتری از ارقام شاهد در شرایط نرمال داشتند.

نمونه‌های ژنتیکی ۹۸۴۰، ۹۸۴۲، ۹۹۵۲ و ۹۹۴۵ از لحاظ طول سنبله، نمونه‌های ژنتیکی ۹۸۱۳، ۹۹۸۸، ۹۹۵۲، ۱۰۲۵۰، ۱۰۴۳۸، ۹۷۹۵، ۹۹۴۵، ۹۸۴۰، ۱۰۵۱۰، ۹۷۹۶، ۹۸۲۰ و ۹۸۳۸ از لحاظ تراکم سنبله، نمونه‌های ژنتیکی ۹۹۸۰، ۹۷۸۷، ۹۸۴۲، ۹۹۹۱، ۹۹۹۱، ۱۰۲۲۶، ۱۰۵۱۰، ۹۷۹۶ و ۹۸۴۰ از لحاظ وزن صد دانه، نمونه‌های



شکل ۳- نمایش گرافیکی ضرایب همبستگی صفات ارزیابی شده در نمونه‌های ژنتیکی گندم نان در شرایط آبیاری نرمال در مزرعه یزد

Hdensity: تراکم سنبله، WHS: وزن صد تا رسیدن کامل، DH: روز تا سنبله‌دهی،
 دانه، TN: تعداد پنجه بارور، PH: ارتفاع بوته،
 NS: تعداد سنبلچه، NF: تعداد گلچه در
 سنبلچه، NSS: تعداد دانه در سنبله، DM: روز
 دانه پنج سنبله



شکل ۴- نمایش گرافیکی ضرایب همبستگی صفات ارزیابی شده در نمونه‌های ژنتیکی گندم نان در شرایط تنش خشکی در مزرعه یزد

صفات طول سنبله و وزن صد دانه دارای بزرگترین ضریب مثبت و تراکم سنبله دارای بزرگترین ضریب منفی بود. نمونه‌های ژنتیکی ۱۰۲۲۶، ۹۸۲۰، ۹۷۸۶، ۹۸۴۰، ۹۷۸۷ و ۹۷۹۶ دارای بیشترین و نمونه‌های ژنتیکی ۹۹۸۱، ۹۸۵۱، ۹۹۵۲، ۹۹۸۸، ۱۰۱۴۲، ۹۹۹۳، ۱۰۳۵۸، ۹۹۶۲، ۹۹۴۵ و ۹۸۴۲ دارای کمترین مقدار عددی برای این مؤلفه اصلی بودند. همچنین صفت روز تا رسیدن کامل در مؤلفه اصلی چهارم بزرگترین ضریب منفی و صفات تعداد پنجه بارور و ارتفاع بوته در مؤلفه اصلی پنجم بزرگترین ضریب مثبت را داشتند.

براساس نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در شرایط تنش، ۷۸/۹۲ درصد تغییرات موجود در داده‌ها توسط پنج مؤلفه اصلی اول قابل توجیه می‌باشد (جدول ۶). در مؤلفه اصلی اول صفات تعداد دانه در سنبله، وزن دانه پنج سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، تراکم سنبله و طول دوره پرشدن دانه دارای بزرگترین ضریب مثبت بودند. نمونه‌های ژنتیکی ۹۹۸۰، ۹۷۹۷، ۹۸۰۵، ۹۸۰۷، ۹۷۹۴، ۹۹۹۳، ۹۸۴۰ و رقم روشن دارای بیشترین و نمونه‌های ژنتیکی ۹۸۱۳، ۹۹۸۸، ۱۰۳۰۶، ۹۷۷۶ و ۹۸۵۱ دارای کمترین مقدار عددی برای این مؤلفه اصلی بودند. صفات روز تا سنبله‌دهی، وزن صد دانه و تراکم سنبله در مؤلفه اصلی دوم بزرگترین ضریب مثبت و صفات طول

Hdensity: تراکم سنبله، WHS: وزن صد دانه، TN: تعداد پنجه بارور، PH: ارتفاع بوته، NS: تعداد سنبلچه، NF: تعداد گلچه در سنبلچه، NSS: تعداد دانه در سنبله، DM: روز تا رسیدن کامل، DH: روز تا سنبله‌دهی، DHM: طول دوره پرشدن دانه و WSS: وزن دانه پنج سنبله نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در شرایط نرمال نشان داد که پنج مؤلفه اصلی اول مقدار ۸۰/۳۳ درصد از واریانس کل داده‌ها را توجیه می‌کنند (جدول ۵). در مؤلفه اصلی اول صفات تعداد دانه در سنبله، وزن دانه پنج سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، تراکم سنبله و طول دوره پرشدن دانه دارای بزرگترین ضریب مثبت و ارتفاع بوته دارای بزرگترین ضریب منفی بود. نمونه‌های ژنتیکی ۱۰۲۵۰، ۱۰۱۴۲، ۱۰۲۲۶ و ۹۸۴۰ دارای بیشترین و نمونه‌های ژنتیکی ۱۰۳۰۶، ۹۹۸۸، ۹۸۱۳، ۱۰۳۴۸، ۹۷۷۶، ۹۷۹۳، ۹۷۹۶ و ۹۸۰۸ دارای کمترین مقدار عددی برای این مؤلفه اصلی بودند. صفات روز تا سنبله‌دهی و وزن صد دانه در مؤلفه اصلی دوم بزرگترین ضریب مثبت و طول دوره پرشدن دانه بزرگترین ضریب منفی را داشت. بیشترین مقدار این مؤلفه اصلی به نمونه‌های ژنتیکی ۹۷۸۷، ۹۹۹۱، ۹۷۹۳، ۱۰۳۵۸، ۱۰۱۴۲ و ۹۷۹۴ و کمترین مقدار آن، به نمونه‌های ژنتیکی ۹۷۹۷، ۹۹۹۳، کویر، ۹۸۰۷، ۹۸۵۲ و ۹۷۷۶ اختصاص داشت. در مؤلفه اصلی سوم

۹۴ به عنوان لاین های متحمل به تنش خشکی برای بررسی بیشتر انتخاب شدند. در تجزیه به عامل‌ها بر روی ۴۲ ژنوتیپ گندم مورد بررسی تحت تنش خشکی آخر فصل توسط شهریاری (۱۳۹۵)، شش عامل در کل ۷۵/۸۰ درصد تغییرات را تبیین کردند. نتایج تجزیه به مولفه‌های اصلی بر اساس هفت شاخص تحمل به خشکی و عملکرد دانه در دو شرایط تنش و بدون تنش برای ژنوتیپ‌ها و لاین‌های دابل هاپلوئید (هاپلوئید مضاعف) گندم توسط مسچی باهوش و همکاران (۱۳۹۶) نشان داد که مولفه اصلی اول، ۶۸/۱۵ درصد و مولفه اصلی دوم ۳۱/۳۹ درصد از تنوع داده های اولیه را توجیه کرده و بدین ترتیب این دو مولفه اصلی مجموعاً ۹۹/۵۵ درصد از کل تنوع را توصیف نمودند.

دندروگرام تجزیه خوشه‌ای براساس صفات ارزیابی شده در شرایط تنش خشکی، نمونه‌های ژنتیکی را به سه گروه تقسیم نمود (شکل ۵). نمونه‌های ژنتیکی ۹۷۷۵، ۹۷۷۶، ۹۷۹۳، ۹۸۰۵، ۹۸۲۰ و ۱۰۵۱۰ به همراه رقم شاهد روشن در یک گروه (C) و نمونه‌های ژنتیکی ۹۷۸۶، ۹۷۹۴، ۹۷۹۷، ۹۸۰۷، ۹۸۱۰، ۹۸۱۴، ۹۸۴۰، ۹۹۵۲، ۹۹۸۰، ۹۹۹۳، ۱۰۲۲۶ و ۱۰۲۵۰ به همراه رقم شاهد کویر در گروهی (B) دیگر قرار گرفتند. سایر نمونه‌های ژنتیکی به همراه رقم شاهد ماهوتی

سنبله و طول دوره پرشدن دانه، بزرگترین ضریب منفی را داشتند. بیشترین مقدار این مؤلفه اصلی به نمونه‌های ژنتیکی ۹۷۹۳، ۹۷۸۷، ۹۹۸۶، ۱۰۴۱۴، ۱۰۱۴۲ و ۹۷۸۶ و کمترین مقدار آن به نمونه‌های ژنتیکی ۹۸۰۷، ۹۸۵۲، ۹۷۹۷، ۹۸۳۸، ۹۹۴۵، ۹۹۹۳ و ۹۸۱۴ و رقم ماهوتی اختصاص داشت. در مؤلفه اصلی سوم صفات وزن صد دانه و وزن دانه پنج سنبله دارای بزرگترین ضریب مثبت و تعداد سنبلچه در سنبله و تراکم سنبله دارای بزرگترین ضریب منفی بودند. نمونه‌های ژنتیکی ۹۷۹۷، ۱۰۵۱۰، ۱۰۲۵۰، ۹۸۴۰، ۹۹۶۲، ۹۷۸۶، ۹۸۱۳، ۹۷۹۵ و رقم کویر دارای بیشترین و نمونه‌های ژنتیکی ۹۹۸۱، ۹۷۷۵، ۱۰۲۸۰، ۹۷۹۳، ۹۹۹۶ و ۹۸۳۸ و دارای کمترین مقدار عددی برای این مؤلفه اصلی بودند. همچنین صفت ارتفاع بوته در مؤلفه اصلی چهارم بزرگترین ضریب مثبت را داشت. نتایج تجزیه به عامل‌ها بر روی ۱۳ ژنوتیپ گندم توسط بخشایشی قشلاق و همکاران (۱۳۹۴) نشان داد که دو عامل اول ۹۹/۹ درصد از تغییرات متغیرهای مورد بررسی در شرایط تنش خشکی و بدون تنش را توجیه می‌نماید. در تحقیق محمدی و همکاران (۱۳۹۴) و همکاران بر روی ۶۷ لاین اینبرد نوترکیب تحت تنش خشکی، بر اساس نمره تحمل تنش و تحلیل عاملی، لاین‌های ۱۳۹، ۶۹، ۱۹، ۲۳، ۱۴۹، ۱۱۷، ۲۷، ۱۸۱ و

همکاران (۱۳۹۴) را در سه گروه مجزا قرار داد. در تحقیق نادری و همکاران (۱۳۹۵)، تجزیه خوشه‌ای، ۱۹ ژنوتیپ گندم را در هر دو شرایط تنش خشکی متوسط و تنش شدید، در سه گروه قرار داد. به طوری که ژنوتیپ‌های ۱۵، ۱۳، ۱۲، ۱۶ و ۱۷ در شرایط تنش شدید خشکی در اکثر صفات مورد مطالعه میانگین کمتری را به خود اختصاص دادند. در تحقیق شهریاری (۱۳۹۵)، تجزیه خوشه‌ای بر اساس روش وارد، ۴۲ ژنوتیپ گندم مورد بررسی تحت تنش خشکی آخر فصل را به پنج گروه تقسیم نمود.

گروه مجزایی (A) را تشکیل دادند. با مقایسه میانگین سه گروه مذکور مشخص شد که گروه A از لحاظ صفات تعداد پنجه بارور، ارتفاع بوته و روز تا سنبله‌دهی، گروه B از لحاظ صفات طول سنبله، وزن صد دانه، تعداد گلچه در سنبلچه، تعداد دانه در سنبله، روز تا رسیدن کامل، طول دوره پرشدن دانه و وزن دانه پنج سنبله و گروه C از لحاظ صفات تراکم سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله دارای بیشترین مقدار بودند. نتایج تجزیه خوشه‌ای عملکرد در شرایط بدون تنش و تنش و شاخص‌های تحمل به تنش، ۱۳ ژنوتیپ گندم مورد بررسی توسط بخشایشی قشلاق و

جدول ۵- مقادیر و بردارهای ویژه برای صفات ارزیابی شده در نمونه‌های ژنتیکی گندم نان در شرایط آبیاری نرمال در مزرعه یزد

مؤلفه اصلی					
اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	
۰/۳	-۰/۳۳	۰/۷۴	۰/۳۴	۰/۱۷	طول سنبله
۰/۵۸	۰/۳۶	-۰/۶۹	-۰/۱۶	۰/۱۵	تراکم سنبله
۰/۲۱	۰/۵۵	۰/۵۶	-۰/۴۶	-۰/۱	وزن صد دانه
-۰/۰۶	۰/۱۸	۰/۲۲	-۰/۰۷	۰/۶۹	تعداد پنجه بارور
-۰/۰۶	-۰/۲	-۰/۱۳	۰/۰۷	۰/۵۱	ارتفاع بوته
۰/۶۱	۰/۱۷	-۰/۲۱	۰/۲۵	۰/۴۹	تعداد سنبلچه در سنبله
۰/۴۶	-۰/۳۸	-۰/۲۱	۰/۴۵	-۰/۲۱	تعداد گلچه در سنبلچه
۰/۸۱	۰/۰۸	۰/۲۳	۰/۴۷	۰/۰۶	تعداد دانه در سنبله
۰/۴۷	-۰/۳۲	۰/۰۹	-۰/۵۶	۰/۱۶	روز تا رسیدن کامل
-۰/۳۵	۰/۷۶	-۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۱	روز تا سنبله‌دهی
۰/۵۳	-۰/۷۵	۰/۰۹	-۰/۳۶	۰/۰۹	طول دوره پرشدن دانه
۰/۷۵	۰/۴	۰/۴۹	۰/۰۹	-۰/۰۴	وزن دانه پنج سنبله
۳/۲۴	۲/۱۹	۱/۷۹	۱/۳	۱/۱۲	مقدار ویژه
۲۷/۰۲	۴۵/۲۹	۶۰/۱۶	۷۰/۹۷	۸۰/۳۳	درصد واریانس تجمعی

جدول ۶- مقادیر و بردارهای ویژه برای صفات ارزیابی شده در نمونه‌های ژنتیکی گندم نان در شرایط تنش خشکی در مزرعه یزد

مؤلفه اصلی					
پنجم	چهارم	سوم	دوم	اول	
۰/۴۵	۰/۳۱	۰/۱۲	-۰/۷۴	-۰/۱۳	طول سنبله
-۰/۲۶	۰/۰۴	-۰/۵۲	۰/۵۳	۰/۵۶	تراکم سنبله
۰/۰۱	۰/۳۳	۰/۶۱	۰/۵۵	۰/۳	وزن صد دانه
-۰/۱۹	۰/۲۴	۰/۴۷	۰/۲۹	-۰/۲۹	تعداد پنجه بارور
۰/۱۹	۰/۷۳	۰/۰۶	-۰/۳۴	-۰/۰۳	ارتفاع بوته
۰/۱۳	۰/۳۷	-۰/۵۳	-۰/۱۴	۰/۶	تعداد سنبلچه در سنبله
۰/۲۸	-۰/۴۹	-۰/۰۵	-۰/۲۴	۰/۴	تعداد گلچه در سنبلچه
۰/۴۶	-۰/۲۴	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۷۱	تعداد دانه در سنبله
-۰/۳۸	۰/۴۳	-۰/۲۴	-۰/۲۴	۰/۴۵	روز تا رسیدن کامل
۰/۲۸	۰/۳۱	-۰/۴۹	۰/۵۷	-۰/۳۴	روز تا سنبله‌دهی
-۰/۴۵	-۰/۰۴	۰/۳	-۰/۶۴	۰/۵۵	طول دوره پرشدن دانه
۰/۲۳	۰/۱۳	۰/۵۲	۰/۴۷	۰/۶۵	وزن دانه پنج سنبله
۱/۱۳	۱/۵۲	۱/۸۴	۲/۴۱	۲/۵۶	مقدار ویژه
۷۸/۹۲	۶۹/۴۷	۵۶/۷۹	۴۱/۴۸	۲۱/۳۷	درصد واریانس تجمعی

نمونه‌های برتر شناسایی شدند. همچنین تعداد زیادی نمونه‌های ژنتیکی برتر از ارقام شاهد مورد شناسایی قرار گرفت. با مقایسه دو شرایط آزمایش مشاهده شد که تعداد نمونه‌های ژنتیکی با وزن دانه پنج سنبله بیشتر از ارقام شاهد در شرایط تنش دو برابر شرایط نرمال بود (شش نمونه در شرایط نرمال شامل نمونه‌های ژنتیکی ۱۰۲۲۶، ۹۸۴۰، ۱۰۲۵۰، ۹۷۹۴، ۱۰۲۸۰ و ۱۰۱۴۲، در برابر ۱۲ نمونه

نتایج این تحقیق در مجموع نشان‌دهنده تفکیک مناسب نمونه‌های ژنتیکی مورد بررسی بود. به عنوان مثال تجزیه خوشه‌ای سه شاهد متحمل مورد مطالعه را در سه گروه مجزا قرار داد. این تفکیک و تمایز در روش‌های تجزیه دیگر در این تحقیق نیز دیده شد به عنوان مثال سه رقم شاهد در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی تظاهر متفاوتی نسبت به یکدیگر داشتند و از لحاظ مؤلفه‌های متفاوتی، در زمره

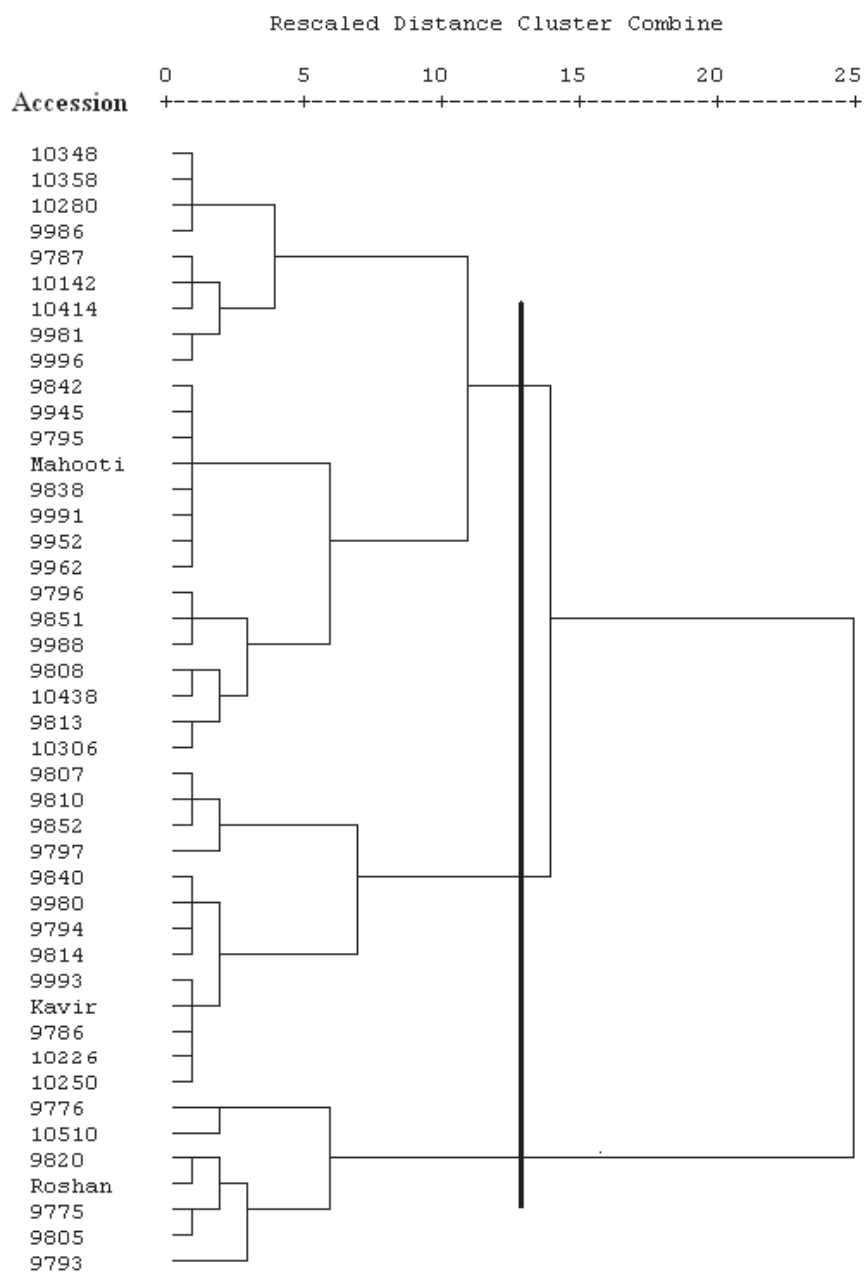
می‌توان از مؤلفه‌های اصلی شناسایی شده در این تحقیق به عنوان شاخصی برای گزینش نمونه‌های ژنتیکی با خصوصیات مدنظر استفاده نمود. به عنوان مثال در مؤلفه اصلی اول، صفت طول دوره پرشدن دانه به همراه تعداد دانه در سنبله، وزن دانه پنج سنبله، تعداد سنبلهچه در سنبله و تراکم سنبله در زمره متغیرهای دارای بزرگترین ضریب مثبت قرار گرفت. این امر نشان می‌دهد نمونه‌های ژنتیکی برتر از لحاظ این مؤلفه، با افزایش زمان پرشدن دانه، فرصت بیشتری را برای انتقال آسیمیلات‌ها به دانه فراهم آورده‌اند. از سوی دیگر در همین مؤلفه، ضریب صفت روز تا سنبله‌دهی منفی بود. لذا سنبله‌ها در نمونه‌های ژنتیکی مذکور زودتر از سایر نمونه‌ها ظاهر شده و حتی ممکن است این زمان قبل از شدت گرفتن وضعیت کمبود آب رخ داده باشد و از سوی دیگر با گرده‌افشانی زودتر یعنی قبل از سخت شدن شرایط انتهایی فصل برای زنده ماندن گرده، میزان باروری موفق افزایش یافته و تعداد دانه‌ها نیز افزایش یافته است.

با توجه به شناسایی نمونه‌های ژنتیکی برتر و وجود تنوع مناسب در صفات مورد بررسی پیشنهاد می‌شود از این نتایج در برنامه‌های اصلاحی برای تحمل به تنش خشکی استفاده شود.

در شرایط تنش شامل نمونه‌های ژنتیکی ۹۹۸۰، ۹۸۴۰، ۹۹۶۲، ۹۷۸۶، ۹۷۹۷، ۱۰۲۵۰، ۱۰۲۲۶، ۹۷۹۴، ۹۷۸۷، ۹۹۹۱، ۹۹۸۶ و ۱۰۱۴۲. افزایش این تعداد از شرایط نرمال به شرایط تنش نشان‌دهنده پتانسیل مواد ژنتیکی مورد بررسی در تحمل به تنش است و همانطور که انتظار می‌رود منابع ژرمپلاسم بصورت بالقوه در شرایط نامساعد، پتانسیل خود را بهتر از شرایط نرمال نشان می‌دهند و برعکس، شرایط نرمال بیشتر مناسب ارقام و لاین‌های پیشرفته است که حداکثر پتانسیل عملکرد خود را با وجود شرایط مساعد محیطی و تکافوی نهاده‌ها ظاهر می‌سازند.

بعلاوه، از بین شش نمونه ژنتیکی با وزن دانه پنج سنبله بیشتر از ارقام شاهد در شرایط نرمال، پنج نمونه شامل نمونه‌های ژنتیکی ۱۰۲۲۶، ۹۸۴۰، ۱۰۲۵۰، ۹۷۹۴ و ۱۰۱۴۲، در شرایط تنش نیز وزن دانه پنج سنبله بیشتر از ارقام شاهد داشتند، در عوض هفت نمونه ژنتیکی شامل نمونه‌های ۹۹۸۰، ۹۹۶۲، ۹۷۸۶، ۹۷۹۷، ۹۷۸۷، ۹۹۹۱ و ۹۹۸۶ نیز فقط در شرایط تنش وزن دانه پنج سنبله بیشتری از ارقام شاهد داشتند. لذا به نظر می‌رسد این هفت نمونه ژنتیکی از مکانیسم اختصاصی برای تحمل به تنش خشکی برخوردارند.

Dendrogram using Ward Method



شکل ۵- دندورگرام تجزیه خوشه‌ای برای صفات ارزیابی شده در نمونه‌های ژنتیکی گندم نان در شرایط تنش خشکی

در مزرعه یزد

منابع

- عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم. فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۸(۳۰):۸۶-۶۹.
- سلیمانی، ز.، ح. رامشینی، س.م.م. مرتضویان و ب. فوقی. ۱۳۹۵. شناسایی ژنوتیپ‌های حساس و متحمل به تنش خشکی در گندم نان بر اساس برخی صفات فیزیولوژیک و فنولوژیک. تحقیقات غلات. ۶(۳):۳۰۵-۲۹۳.
- شهبازی، ه.، ا. ارزانی، و م. اسماعیل‌زاده مقدم. ۱۳۹۵. تأثیر تنش خشکی بر خصوصیات فیزیولوژیک در لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم. فرآیند و کارکرد گیاهی. ۵(۱۵):۱۳۱-۱۲۳.
- شهریاری، ر. ۱۳۹۵. ارزیابی تنوع ژنتیکی برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ژنوتیپ‌های گندم نان در شرایط تنش خشکی. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی (علوم کشاورزی). ۱۰(۲):۴۳۰-۴۱۳.
- کلاهیان همدانی‌زاد، ا.، ح. رامشینی، م.ق. قادری و م. فاضل نجف آبادی. ۱۳۹۴. بررسی رابطه صفات ریشه با عملکرد دانه گندم در شرایط بدون تنش و تنش خشکی آخر فصل. تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۸(۱):۱۱-۱.
- ارشد، ی.، زهراوی، م. و ع. سلطانی. ۱۳۹۵. بررسی روابط اجزای عملکرد و صفات زراعی در توده‌های خارجی گندم نان در شرایط تنش خشکی. مجله پژوهش‌های به زراعی. ۸(۴):۳۴۳-۳۲۷.
- اردلانی، ش.، م. سعیدی، س. جلالی هنرمند و م. ا. قبادی. ۱۳۹۴. اثر تنش خشکی پس از گرده افشانی بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک و کیفیت دانه ژنوتیپ‌های مختلف گندم. فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۷(۲۷):۱۹-۵.
- بخشایشی قشلاق، م. و م. شکارچی‌زاده. ۱۳۹۴. ارزیابی ژنوتیپ‌های گندم نان با استفاده از شاخص‌های تحمل به تنش خشکی. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی. ۷(۱۶):۵۹-۴۹.
- بهروزی، م.، ی. امام و ه. پیرسته انوشه. ۱۳۹۵. اثر برگ زدایی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم تحت شرایط تنش خشکی. فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۸(۳۰):۵۲-۳۹.
- سعیدی، م.، محمدی، م.، شفیع‌ابنوی، م.، اسکندری قلعه، ز. و و. عبدلی. ۱۳۹۵. اثر تنش خشکی پس از گلدهی بر توان ذخیره‌سازی و میزان مشارکت ذخایر ساقه در

- Blum, A.** 2010. Plant Breeding for Water-Limited Environments. Springer, London. pp. 1–210.
- Budak, H., B. Hussain, Z. Khan, N.Z. Ozturk, and N. Ullah.** 2015. From genetics to functional genomics: improvement in drought signaling and tolerance in wheat. *Frontiers in plant Science*. 6:1012.
- Budak, H., M. Kantar, and K.Y. Kurtoglu.** 2013. Drought tolerance in modern and wild wheat. *Scientific World Journal*. 2013: 548246.
- Dodig, D., M. Zorić, V. Kandić, D. Perović, and G. Šurlan-Momirović.** 2012. Comparison of responses to drought stress of 100 wheat accessions and landraces to identify opportunities for improving wheat drought resistance. *Plant Breeding*. 131: 369–379.
- International Board For Plant Genetic Resources.** 1978. Descriptors for wheat and Aegilops. IBPGR, Rome, Italy.
- Mwadzingeni, L., H. Shimelis, S. Tesfay, and T.J. Tsilo.** 2016. Screening of bread wheat genotypes for drought tolerance using phenotypic and proline analyses. *Frontiers in Plant Science*. 7: 1276.
- Nevo, E., and G. Chen.** 2010. Drought and salt tolerances in wild relatives for wheat and barley improvement. *Plant, Cell & Environment*. 33: 670–685.
- گلستانی، م. و ش. محمدی. ۱۳۹۶. استفاده از لاین‌های جایگزین کروموزومی گندم برای مطالعه روابط بین عملکرد و اجزای آن در شرایط تنش خشکی و نرمال. *اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی (علوم کشاورزی)*. ۱۱(۲):۲۶۸–۲۵۳.
- محمدی، ف.، ق. محمدی‌نژاد و ب. ناخدا. ۱۳۹۴. شناسایی لاین‌های متحمل به تنش خشکی در گندم نان. *تنش‌های محیطی در علوم زراعی*. ۸(۲):۲۵۸–۲۴۹.
- مسچی باهوش، م.، غ. رنجبر، ح. عباس‌دخت و ح. نجفی‌زرینی. ۱۳۹۶. تعیین شاخص‌های مناسب برای ارزیابی تحمل به خشکی در لاین‌های دابل هاپلوئید گندم نان (*Triticum aestivum* L.). *فیزیولوژی گیاهان زراعی*. ۹(۳۶):۹۹–۸۳.
- نادری زرنقی، ر. و ر. فتوت. ۱۳۹۵. ارزیابی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های گندم نان پاییزه. *اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی (علوم کشاورزی)*. ۱۰(۴):۹۵۸–۹۴۵.
- Akpinar, B.A., S.J. Lucas, and H. Budak.** 2013. Genomics approaches for crop improvement against abiotic stress. *Scientific World Journal*. 2013, 361921.

Analysis of agronomic traits related to drought tolerance in bread wheat populations

Y. Arshad¹, M. Zahravi^{1*}, A. Soltani²

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

2. Research Center of Agriculture and Natural Resources of Yazd, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran.

Abstract

In order to study drought tolerance and identification of superior populations, 438 accessions from bread wheat collection of the National Plant Gene Bank of Iran along with tolerant check cultivars Kavir, Roshan, and Mahooti were investigated in Yazd research field under two irrigation regimes including normal one and drought stress experiment performed by twice irrigations, one immediately after sowing and the other over grain filling period. The results of descriptive statistics showed that in both normal and drought conditions, number of tillers, seed weight of five spikes and number of florets in spikelet had the highest and traits day to full maturity and day to heading had the lowest coefficient of variation. Mean of all traits except spike density decreased under drought stress conditions. The highest mean reduction was observed for the number of tillers (50.61%), grain weight of five spikes (44.90%) and 100 grain weight (41.78%) and the lowest amount of reduction belonged to the average of days to heading (2.52%) and day to full maturity (4.35%). Correlation coefficients between traits showed that grain weight of five spikes in both normal and stress conditions had positive and significant correlations with 100 grain weight and seed number per spike. The results of principal component analysis under normal and drought stress conditions showed that the first five components justified 80.33% and 78.92% of the total variance, respectively. Dendrograms of cluster analysis developed based on the traits evaluated under drought stress condition divided the studied accessions into three groups, each of which comprising one of the check cultivars. By comparing the mean of the three groups, it was determined that each group excels in some of the traits compared to the other group. The total results indicate a significant variation in genetic material under study. Moreover, a number of accessions were found to be superior to the check cultivars for each of the measured traits which can be used in future breeding programs for drought tolerance.

Key words: GeneBank, Accession, Gene pool, Wheat collection

* Corresponding author (mzahravi@spii.ir)