دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

"مقاله پژوهشی"

بررسی عملکرد و اجزای عملکرد در لاین‌های امیدبخش گندم با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره

امیر کبیری[۱]، فائزه زعفریان[۲]، علی عمرانی[۳] و ارسطو عباسیان[۴]

۱ و ۴- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار گروه زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۲- دانشیار گروه زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران، (نویسنده مسوول: fa.zaefarian@sanru.ac.ir)
۳- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مغان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۳/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۵/۲۶
صفحه: ۱۳۵ تا ۱۴۸

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: گندم (*Triticum aestivum* L.) مهم‌ترین گیاه زراعی و غذای اصلی سه چهارم جمعیت جهان به‌شمار می‌رود. لذا، بررسی تنوع ژنتیکی این گیاه استراتژیک، به‌نژادگران را در شناسایی پتانسیل و ظرفیت ژنتیکی واقعی صفات مرتبط با اهداف به‌نژادی از جمله عملکرد و اجزای عملکرد، کمک می‌نماید. آگاهی از اختلاف بین ژنوتیپ‌های مختلف گندم و چگونگی روابط این تفاوت با عملکرد بالقوه آنها در بهبود و پیشرفت عملکرد ارقام جدید بسیار حیاتی است.

مواد و روش‌ها: به‌منظور دستیابی به ژنوتیپ‌های گندم مطلوب، بررسی تنوع ژنتیکی عملکرد، اجزای عملکرد و اثر متقابل ژنوتیپ در صفت ۲۱ لاین امیدبخش گندم از نظر ۱۴ صفت مهم زراعی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) به‌همراه ارقام تجاری مهم منطقه (تیرگان و کلاته) به‌عنوان شاهد در سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان) انجام گرفت. از بین روش‌های موجود برای ارزیابی تنوع، تحلیل چند متغیره یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین روش‌ها می‌باشد.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵ حاکی از آن بود که لاین‌های گندم مورد مطالعه از نظر تمام صفات به‌جز صفت تعداد دانه در سنبله دارای اختلاف معنی‌داری با هم بودند. مقایسه میانگین انجام شده به روش دانکن نیز نشان داد که لاین‌های G17 و G15 از نظر تمامی صفات اندازه‌گیری شده به‌عنوان لاین‌های مطلوب انتخاب شدند؛ درحالیکه لاین‌های G3 و G19 در این تجزیه از کمترین رتبه برخوردار بودند. نتایج تجزیه همبستگی نیز حاکی از آن بود که صفت عملکرد دانه با تمام صفات مورد ارزیابی به‌جز صفات تعداد پنجه، طول پدانکل و تعداد دانه در سنبله همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. براساس تجزیه به مولفه‌های اصلی صورت گرفته روی داده‌های آزمایش نیز ۵ مولفه اول بیش از ۷۵ درصد از واریانس داده‌ها را توجیه نمودند. براساس نمودار گروه‌بندی لاین‌ها از نظر مولفه اول و دوم، لاین‌ها به چهار گروه، گروه‌بندی شدند. براساس تجزیه گرافیکی انجام گرفته نمودار رتبه‌بندی لاین‌ها، لاین‌های امیدبخش گندم G15 و G17 نسبت به سایر لاین‌های مورد مطالعه از عملکرد مطلوب‌تری در صفات مورد ارزیابی برخوردار بودند و لاین G4 از نظر پایداری در صفات به‌عنوان لاین پایدار انتخاب شد. نمودار چندوجهی نیز لاین‌های G15، G17، G18، G23، G6، G10 و G12 را به‌عنوان ژنوتیپ‌های مطلوب شناسایی نمود و از نظر نمودار رتبه‌بندی لاین‌ها براساس لاین ایده‌آل نیز لاین‌های G15 و G17 به‌عنوان لاین‌های با رتبه برتر شناسایی شدند.

نتیجه‌گیری: از لاین‌های دارای پتانسیل بالای عملکرد و سایر صفات زراعی مطلوب شناسایی شده در این تحقیق می‌توان در ایجاد جمعیت‌های برتر و سازگار با خصوصیات اقلیم گرم و مرطوب شمال کشور، استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: تجزیه به مولفه‌های اصلی، تجزیه همبستگی، تجزیه گرافیکی، عملکرد دانه

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) سازگارترین گیاه زراعی دنیا بوده و بیش از سایر گیاهان زراعی دیگر در جهان کشت می‌شود. کشت و کار آسان، سازگار با دامنه وسیعی از شرایط محیطی، ارزش تغذیه‌ای فوق‌العاده در تأمین انرژی روزانه و همچنین سازگار با سیستم دستگاه گوارشی انسان سبب شده این گیاه در جیره غذایی بسیاری از جمعیت انسانی کشورهای جهان (۴/۶ میلیارد نفر) جای بگیرد (۴).

در دنیای امروز گندم نه تنها یک ماده غذایی اساسی و مهم محسوب می‌گردد، بلکه از لحاظ سیاسی نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است چرا که تجارت جهانی گندم با حجمی برابر ۲۳۰ میلیون تن، پس از انرژی، مواد خام صنعتی و مواد معدنی، بیشترین حجم مبادلات جهانی را به‌خود اختصاص می‌دهد. طبق گزارشات سازمان خواروبار جهانی (FAO) در سال ۲۰۲۰ حدود ۱۰۰ میلیون تن کمبود عرضه گندم در بازار جهانی وجود داشت (۳). با این وجود براساس معادلات عرضه و تقاضا، به احتمال زیاد قیمت گندم در بازار جهانی در سال‌های آینده چندین برابر افزایش خواهد یافت. از طرفی رویدادهای اخیر در روابط بین المللی برخی از کشورها نیز باعث پیچیده‌تر شدن قیمت‌گذاری گندم در بازارهای جهانی شده و یک وضعیت مبهم و دلهره‌آور را برای کشورهای وارد کننده گندم ایجاد کرده است.

به‌طور کلی، تولید جهانی گندم از سال ۱۹۶۰ به بعد تقریباً هر ۱۰ سال حدود ۱۰۰ میلیون تن افزایش داشته و بر خلاف تغییرات سطح زیرکشت و میزان کل تولید، عملکرد در واحد سطح روند افزایشی داشته است. از سال ۲۰۰۴ تا سال ۲۰۱۰ یعنی در حدود ۶ سال میزان تولید این محصول حدود ۷۰ میلیون تن افزایش داشت. تقریباً حدود ۲۲۰ میلیون هکتار از اراضی در دنیا زیرکشت گندم است که در سال‌های اخیر تولید سالیانه گندم در جهان به‌حدود ۷۲۰ میلیون تن و تولید آن در ایران نیز به‌طور متوسط حدود ۱۳-۱۲ میلیون تن رسیده است (۳). نیمی از اراضی تولیدکننده گندم مربوط به کشورهای در حال توسعه است (۱۵). خودکفایی در تولید گندم از دیرباز به‌عنوان یک آرمان ملی تلقی شده و افزایش تولید این گیاه زراعی یکی از دغدغه‌های اصلی مسئولین امر در راستای سیاست قطع وابستگی کشور به مواد غذایی می‌باشد. تاجایی

[DOI: 10.61186/jcb.15.45.135]

که خوداتکایی در تولید گندم از مهم‌ترین اهداف طرح‌های تحقیقاتی وزارت جهاد کشاورزی که عهده‌دار تامین امنیت غذایی کشور است، می‌باشد. سطح زیرکشت گندم کشور حدود ۶/۴۱ میلیون هکتار برآورد شده که حدود ۳۹ درصد آن آبی و ۶۱ درصد به‌صورت دیم بود (۳).

مناطق حاصلخیز اقلیم گرم و مرطوب ساحل خزر که از شرایط مساعدی برای زراعت گندم برخوردار بوده و نقش مهمی در تولید گندم دارند شامل دشت‌های گرگان، گنبد، مازندران و مغان می‌باشند. همه ساله بیش از ۴۵۰۰۰۰ هکتار از سطح زیر کشت گندم کشور را به خود اختصاص می‌دهند. این مناطق که حدود ۱۵ درصد از سطح زیر کشت گندم آبی کشور را دربرمی‌گیرد (۶). در دهه ۸۰ شمسی تولید گندم در این اقلیم کشور برحسب شرایط آب و هوایی بین ۹۰۰ تا یک میلیون چهارصد هزار تن گزارش شده است (۱۷). براساس آمارهای غیر رسمی در سال‌های اخیر سالانه به‌طور متوسط بیش از دو میلیون تن گندم در مناطق مختلف این اقلیم تولید می‌شود. افزایش جمعیت در سراسر جهان و به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران امکانات موجود را چنان تحت تأثیر قرار داده است که به‌منظور تأمین غذای مورد نیاز جمعیت رو به افزایش، استفاده از ارقام جدید گندم با پتانسیل بالای عملکرد دانه، لازم و ضروری می‌باشد. گندم از نظر خصوصیات مختلف کمی و کیفی، سازگاری با انواع تنش‌های زیستی و غیرزیستی دارای تنوع ژنتیکی وسیعی می‌باشد (۹). اصولا تنوع و گزینش دو اصل اساسی در برنامه‌های به‌نژادی بوده و برای بهره‌مندی از تنوع موجود و ایجاد تغییرات جدید، بررسی در ذخایر ژرم‌پلاسم کاملا ضروری است. بررسی تنوع ژنتیکی در گندم و هر گیاه زراعی دیگر به‌نژادگران را در شناسایی پتانسیل و ظرفیت ژنتیکی واقعی صفات مرتبط با اهداف به‌نژادی از جمله عملکرد و اجزای عملکرد، کمک می‌نماید. آگاهی از اختلاف بین ژنوتیپ‌های مختلف گندم و چگونگی روابط این تفاوت با عملکرد بالقوه آنها در بهبود و پیشرفت عملکرد ارقام جدید بسیار حیاتی است (۱۱،۷،۱۴).

در پژوهشی طهماسبی و همکاران (۱۶) عملکرد و اجزای عملکرد و روابط آنها را در ۱۵ لاین پیشرفته گندم مورد بررسی قرار دادند. در گزارش آنها تجزیه واریانس بین تمام صفات مورد مطالعه به‌جز دوره پر شدن دانه و تعداد دانه در سنبله تفاوت معنی‌داری داشت. تجزیه همبستگی نشان داد که وزن هزار دانه، ارتفاع بوته و تعداد سنبله با عملکرد دانه رابطه مثبت و معنی‌داری داشتند. کاسیم و همکاران (۱۰) با استفاده از روش‌های چند متغیره سه ژنوتیپ از بین ۳۰ ژنوتیپ گندم با مقادیر بالاتر عملکرد و اجزای عملکرد را به‌عنوان ژنوتیپ‌های مطلوب برای کاشت در برخی از مناطق پاکستان گزارش نمودند. تجزیه به مولفه‌های اصلی تمام ژرم پلاسم‌ها را در چهار جزء اصلی گروه‌بندی کرد که بیش از ۷۵ درصد از تنوع ژنتیکی را توجیه نمود و تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را در هفت گروه طبقه‌بندی کرد.

در این پژوهش هدف گزینش لاین‌های برتر از نظر عملکرد و سایر صفات زراعی مطلوب و همچنین بررسی روابط حاکم بین عملکرد و اجزای عملکرد با استفاده از روش‌های چند متغیره در تعدادی از لاین‌های امیدبخش گندم سازگار با شرایط متنوع آب و هوایی اقلیم گرم و مرطوب شمال کشور که برنامه‌های به‌نژادی متعددی را گذرانده و انتخاب شده بودند، می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور دستیابی به ژنوتیپ‌های گندم مطلوب از نظر دارا بودن پتانسیل عملکرد بالا و همچنین مطلوبیت در سایر صفات زراعی مهم، مطالعه روابط عملکرد و اجزای عملکرد ۲۱ لاین امیدبخش گندم به‌همراه دو رقم تجاری تیرگان و کلاته به‌عنوان شاهد در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) در سه تکرار مورد کشت و بررسی قرار گرفتند. شجره لاین‌های امیدبخش مورد مطالعه در جدول۱ ارایه شده است.

منطقه مغان جزء اقلیم گرم و مرطوب شمال کشور به‌شمار می‌رود و دارای آب وهوای تا حدودی نیمه‌خشک‌تر نسبت به سایر مناطق این اقلیم با تابستان‌های گرم و زمستان‌های کمی سرد می‌باشد که در عرض جغرافیایی ۳۹ درجه و ۳۹ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۸۸ دقیقه و در ارتفاع ۷۸ متری سطح دریا قرار دارد. براساس آمار هواشناسی ایستگاه هواشناسی کشاورزی مغان، متوسط بیشینه دمای سالیانه منطقه ۳۵ درجه سانتی‌گراد و متوسط کمینه دمای سالیانه ۸ درجه سانتی‌گراد است. بیشینه مطلق دما تاکنون به ۴۲/۵ و کمینه مطلق به ۱۶/۵ درجه سانتی‌گراد زیر صفر رسیده است. کمینه نزولات آسمانی ۷۲/۹ و بیشینه آن ۵۲۳ میلی‌متر در سال می‌باشد. میزان متوسط بارندگی سالیانه ۲۵۱ میلی‌متر و رطوبت نسبی متوسط سالیانه در حدود ۷۱ درصد و اکثر بارندگی‌ها در ماه‌های پاییز، زمستان و اوایل بهار صورت می‌گیرد. خاک منطقه عموما قهوه‌ای یا خاکستری مایل به قهوه‌ای است. مقدار مواد آلی در منطقه دیم نسبتا زیاد و در اراضی آبی کم است. جنس خاک نسبتا سنگین و عموما رسی لومی می‌باشد.

برای اجرای آزمایش زمینی به مساحت یک سوم هکتارانتخاب و نمونه‌برداری خاک جهت تجزیه خاک و توصیه کودی انجام شد. عملیات زراعی تهیه زمین شامل شخم کلشی در تابستان، یک نوبت دیسک، دو نوبت ماله بطور متقاطع کودپاشی و ایجاد فارو بود. میزان کودهای شیمیایی مصرفی بر اساس آزمون خاک تعیین شد که تمامی کود پتاس از منبع سولفات پتاسیم و تمامی کود فسفاته از منبع فسفات آمونیوم به‌صورت پایه و کود نیتروژن از منبع اوره در دو نوبت پایه و سرک در ابتدای رشد بهاره به زمین داده شد. جهت اجرای آزمایش هر یک از لاین‌های امیدبخش گندم مورد مطالعه (ER-N-99-1، ER-N-99-2، ER-N-99-3، ER-N-99-4، ER-N-99-5، ER-N-99-6، ER-N-99-7، ER-N-99-8، ER-N-99-9، ER-N-99-10، ER-N-99-11، ER-N-99-12، ER-N-99-13، ER-N-99-14، ER-N-

[DOI: 10.61186/jcb.15.45.135]

99-15، ER-N-99-16، ER-N-99-17، ER-N-99-18، ER-N-99-19، ER-N-99-20 وER-N-99-21) و ارقام شاهد (تیرگان و کلاته جزء آخرین ارقام معرفی شده اقلیم گرم و مرطوب شمال هستند که علاوه‌بر داشتن عملکرد خوب دارای مقاومت قابل قبول نسبت به بیماری‌های مهم قارچی گندم هستند) در سطح هشت مترمربع (برای هر ژنوتیپ مجموعا شش خط کاشت روی دو پشته (روی هر پشته سه خط کاشت) به طول ۶/۶۶ متر و عرض دو پشته ۱/۲ متر) با بذرکار غلات با تراکم بذر ۴۰۰ دانه در متر مربع عملیات کشت انجام شد. بذور پیش از کاشت جهت مبارزه با سیاهک‌ها با قارچ‌کش مناسب ضدعفونی شدند. بعد از عملیات کشت در اواسط آبان‌ماه آبیاری انجام یافت و تاریخ سبز شدن لاین‌ها یادداشت گردید. در طول فصول پاییز و زمستان بازدید انجام شد.

در اوسط فروردین در مرحله سه تا پنج برگی با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه از علف‌کش مناسب (با سموم پهن برگ‌کش و باریک برگ‌کش اختصاصی) برای مبارزه با علف‌های هرز استفاده گردید. در هر یک از مراحل ساقه‌رفتن و سنبله‌دهی از کود اوره به‌صورت سرک استفاده شد. در طول دوره رشد یادداشت‌برداری‌های لازم همچون تعداد روز تا سنبله‌دهی و تعداد روز تا رسیدن صورت گرفت. برداشت در اوایل تیر ماه سال ۱۴۰۰ انجام و عملکرد هر قطعه توزین و به هکتار تعمیم داده شد.

صفات اندازه‌گیری شده در آزمایش شامل: ارتفاع بوته (PLH) برحسب سانتی‌متر از سطح خاک تا انتهای سنبله، تعداد پنجه (NT)، تعداد پنجه بارور (NFT) در متر مربع در زمان رسیدن دانه، طول پدانکل (PL)، طول سنبله (SL)، تعداد سنبلچه (NS)، تعداد دانه در سنبله (NGS)، وزن دانه در سنبله (GWS)، وزن دانه در کل بوته (GWP)، وزن کل بوته (TPW)، روز تا سنبله‌دهی (DHE)، روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی (DMA) زمان از کاشت تا ظهور سنبله و رسیدن فیزیولوژیکی دانه‌ها که مصادف با زرد شدن پدانکل گیاهان می‌باشد، بر حسب روز محاسبه شد، وزن هزار دانه (TKW) و عملکرد دانه (YLD) بود که یادداشت‌برداری‌ها بر اساس میانگین داده‌های ۵ بوته انجام گرفت. برای شناسایی تفاوت موجود بین لاین‌های امیدبخش گندم مورد مطالعه از نظر صفات عملکرد و اجزای عملکرد دانه بعد از اطمینان از برقراری مفروضات از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. تجزیه‌های آماری انجام شده در این پژوهش که بیشتر آن‌ها جزء روش‌های آماری چند متغیره به‌شمار می‌آید شامل تجزیه واریانس، مقایسه میانگین به روش دانکن، تجزیه همبستگی، تجزیه به مولفه‌های اصلی و در تجزیه گرافیکی از روش‌های نمای چندضلعی بای پلات، همبستگی بین صفات، رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها براساس ژنوتیپ ایده‌آل و گروه‌بندی لاین‌ها بودند. به‌منظور آنالیز داده‌های بدست آمده از آزمایش تجزیه واریانس، مقایسه میانگین، تجزیه همبستگی، تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مولفه‌های اصلی و همچنین رسم نمودارها از نرم‌افزار SAS V 9.2 و همچنین از نرم‌افزارهای Genstat.v12 و XLstat2020 به‌منظور تجزیه گرافیکی استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس انجام گرفته در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵ بر روی ۲۱ لاین امیدبخش گندم مورد بررسی از نظر صفات مورد ارزیابی حاکی از آن بود که لاین‌ها از نظر تمامی صفات به‌جز صفت تعداد دانه در سنبله دارای اختلاف معنی‌داری باهم بودند (جدول ۲).

اثر بلوک نیز از نظر صفات تعداد پنجه بارور، طول پدانکل، وزن دانه در سنبله، وزن دانه در کل بوته، روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی، وزن هزار دانه و عملکرد دانه معنی‌دار شد. بیشترین میزان ضریب تغییرات مربوط به صفت تعداد دانه در سنبله (۲۹/۰۷) و کمترین میزان ضریب تغییرات را صفت روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی (۲/۹۵) به‌خود اختصاص داد (جدول ۲). مقدار بالای ضریب تغییرات برای صفت نشان می‌دهد که مقادیر آن در بین ژنوتیپ‌ها بسیار متفاوت است.

جدول ۱- شجره لاین‌های امیدبخش گندم مورد مطالعه

Table 1. Pedigree of studied promising wheat lines

ER-N-99 No.	Pedigree شجره	ER-N-99 No.	Pedigree شجره
1	Tirgan	13	MUCUY/3/PBW343*2/KUKUNA*2//FRTL/PIFED
2	Kalate	14	KFA/2*KACHU/3/PBW343*2/KUKUNA*2//FRTL/PIFED/4/KFA
3	Morvarid/Yang//VOROBEY	15	NELOKI//SOKOLL/EXCALIBUR
4	KACHU//WBLL1*2/BRAMBLING/3/KACHU/KIRITATI	16	MUCUY
5	KACHU//WBLL1*2/BRAMBLING*2/3/KACHU/KIRITATI	17	NELOKI//SOKOLL/EXCALIBUR
6	KACHU//WBLL1*2/BRAMBLING*2/3/KACHU/KIRITATI	18	BAJ #1*2/PREMIO
7	KACHU//WBLL1*2/BRAMBLING*2/3/KACHU/KIRITATI	19	KACHU #1/3/C80.1/3*BATAVIA//2*WBLL1/4/KACHU/8/TACUPE
8	ONIX/KBIRD*2//KFA/2*KACHU	20	SAUAL/MUTUS/4/KACHU #1//WBLL1*2/KUKUNA/3/BRBT1*2/K
9	KACHU/SAUAL*2/3/KINGBIRD #1//INQALAB 91*2/TUKURU	21	BABAX/LR42//BABAX/3/ER2000/7/CNO79//PF70354/MUS/3/PAS
10	KACHU/SAUAL*2/3/KINGBIRD #1//INQALAB 91*2/TUKURU	22	BAJ #1*2/PREMIO
11	UP2338*2/SHAMA/3/MILAN/KAUZ//CHIL/CHUM18/4/UP2338*2	23	BAVIS #1*2/PREMIO
12	MUTUS*2/TECUE #1/3/KINGBIRD #1//INQALAB 91*2/TUKURU		

[DOI: 10.61186/jcb.15.45.135]

جدول ۲- تجزیه واریانس ۲۱ لاین امیدبخش گندم مورد مطالعه به‌همراه دو رقم به‌عنوان شاهد از نظر صفات مورد ارزیابی در آزمایش
Table 2. Analysis of variance of studied 21 promising wheat lines of along with two cultivars as a control in terms of evaluated traits in the experiment

NGS	NS	SL	PL	NFT	NT	PLH	Df	V.O.A منابع تغییرات
89.5^{ns}	4*	3.85*	71.7*	0.10*	0.14*	343*	22	Genotype ژنوتیپ
148.6^{ns}	1.63^{ns}	2.02^{ns}	202.2*	1.09**	0.18^{ns}	257.7^{ns}	2	Block تکرار
138.8	2.37	40.65	40.65	0.05	0.07	213.4	44	Error خطا
29.07	9.51	16.41	16.41	13.69	14.24	16.13	--	CV% ضریب تغییرات
YLD	TKW	DMA	DHE	TPW	GWP	GWS	Df	V.O.A منابع تغییرات
1.19*	75.3**	68.8**	83.77**	7.36**	0.96**	0.55*	22	Genotype ژنوتیپ
26.6*	699.8*	3562.1*	2321.3*	12.4*	1.25*	1.14*	2	Block تکرار
0.59	21.91	28.1	23.77	2.12	0.46	0.33	44	Error خطا
13.44	11.79	2.95	3.53	22.25	28.5	24.8	--	CV% ضریب تغییرات

**، * و ns: به‌ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵ و عدم معنی‌داری
**,* and ns: respectively, significant difference at the probability level of 0.01 and 0.05 and non-significance
ارتفاع بوته: PLH، تعداد پنجه: NT، تعداد پنجه بارور: NFT، طول پدانکل: PL، طول سنبله: SL، تعداد سنبلچه: NS، تعداد دانه در سنبله: NGS، وزن دانه در سنبله: GWS، وزن دانه در کل بوته: GWP، وزن کل بوته: TPW، روز تا سنبله‌دهی: DHE، روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی: DMA، وزن هزار دانه: TKW، عملکرد دانه: YLD
Plant height: PLH, number of tillers: NT, number of fertile tillers: NFT, peduncle length: PL, spike length: SL, number of spikes: NS, number of seeds per spike: NGS, seed weight per spike: GWS, seed weight per plant : GWP, total plant weight: TPW, days to spike: DHE, days to physiological maturity: DMA, thousand seed weight: TKW, grain yield: YLD

اهری‌زاد و همکاران (۱) نیز برای صفات فنولوژیکی کمترین ضریب تغییرات را گزارش نمودند.

براساس مقایسه میانگین انجام گرفته به‌روش دانکن بر روی داده‌های حاصل از آزمایش از نظر صفت ارتفاع بوته لاین G17 برترین رتبه و لاین G13 کمترین رتبه را به‌خود اختصاص دادند. نمودار بدست آمده از میانگین صفات مورد ارزیابی نیز از نظر این صفت، لاین‌های G17 و G2 به‌عنوان لاین‌هایی با میانگین عملکرد بالا و لاین‌های G13 و G3 به‌عنوان لاین‌هایی با میانگین عملکرد پایین از نظر این صفت انتخاب شدند (جدول ۳).

از نظر صفت تعداد پنجه نیز ژنوتیپ G14 به‌عنوان لاین مطلوب و لاین G3 به‌عنوان لاین نامطلوب شناسایی شد. نمودار بدست آمده بر روی میانگین این صفت نیز حاکی از آن بود که لاین‌های G14 و G19 به‌عنوان لاین‌های مطلوب و لاین G3 به‌عنوان لاین نامطلوب شناسایی شدند (جدول ۳).

نتایج مقایسه میانگین در صفت تعداد پنجه بارور، لاین‌های G17 و G3 به‌ترتیب به‌عنوان لاین‌های مطلوب و نامطلوب شناسایی شدند. نمودار بدست آمده در این صفت نیز لاین‌های G17 و G15 را به‌عنوان لاین‌های مطلوب و لاین G3 را به‌عنوان لاین نامطلوب شناسایی نمود (جدول ۳).

لاین‌های G15 و G3 نیز از نظر طول پدانکل به‌ترتیب به‌عنوان لاین‌هایی با رتبه برتر و کمتر انتخاب شدند. نمودار بدست آمده از نظر این صفت نیز دو لاین G15 و G17 را به‌عنوان لاین‌های مطلوب و لاین G3 را به‌عنوان لاین نامطلوب شناسایی نمود (جدول ۳).

نتایج مقایسه میانگین از نظر صفت طول سنبله نیز حاکی از آن بود که لاین G17 دارای رتبه برتر و لاین G3 کمترین رتبه را دارا بود. از نظر نمودار مقایسه میانگین از نظر این صفت نیز، لاین‌های G17 و G13 به‌ترتیب به‌عنوان لاین‌های مطلوب و نامطلوب شناسایی شدند.

از نظر صفت تعداد سنبلچه لاین G13 بهترین رتبه را به‌خود اختصاص داد و لاین G3 کمترین رتبه را دارا بود. نمودار بدست آمده از این صفت نیز حاکی از آن بود که لاین‌های G13، G17، G10 و G12 به‌عنوان لاین‌های مطلوب و لاین‌های G3 و G23 به‌عنوان لاین‌های نامطلوب شناسایی شدند (جدول ۳).

براساس نتایج مقایسه میانگین در صفت تعداد دانه در سنبله، لاین G23 دارای بهترین رتبه و لاین G3 کمترین رتبه را به‌خود اختصاص داد. بر اساس نمودار بدست آمده از این صفت نیز لاین G23 به‌عنوان بهترین لاین و لاین‌های G3 و G19 به‌عنوان نامطلوب‌ترین لاین‌ها انتخاب شدند (جدول ۳).

از نظر صفات وزن دانه در سنبله، وزن دانه در کل بوته و وزن کل بوته نیز لاین‌های G17 و G3 به‌ترتیب بهترین و کمترین رتبه را دارا بودند و نمودار مقایسه میانگین بدست آمده از نظر این صفات نیز نتایج مشابه را نشان داد (جدول ۳). از نظر صفات روز تا سنبله‌دهی و روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی لاین G3 به‌عنوان لاین مطلوب و لاین G17 به‌عنوان لاین نامطلوب شناسایی شد. نمودار بدست آمده از میانگین داده‌های این صفات نیز حاکی از آن بود که لاین G3 دارای برتری بیشتری نسبت به سایر لاین‌ها بوده و لاین G17 از مطلوبیت کمتری برخوردار می‌باشد.

از نظر صفات وزن هزار دانه و عملکرد دانه بر اساس نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین و نمودارهای رسم شده، لاین G17 به‌عنوان لاین مطلوب و لاین G3 به‌عنوان لاین نامطلوب شناسایی شدند. با توجه به بررسی لاین‌ها از نظر

[DOI: 10.61186/jcb.15.45.135]

تمامی صفات و رتبه‌بندی آنها بر اساس صفات مورد ارزیابی نیز می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری نمود که لاین G17 از نظر صفات مورد آزمایش از مطلوبیت بالاتری نسبت به سایر لاین‌ها برخوردار بود. ترتیب رتبه‌بندی لاین‌ها در این تجزیه از مطلوب‌ترین تا نامطلوب‌ترین لاین به‌شرح زیر است:
G17> G13> G7> G15> G10> G2> G18> G14> G2> G4> G9> G12> G16> G1> G11> G5> G8> G23> G22> G6> G20> G19> G3.

تجزیه همبستگی

تجزیه ضرایب همبستگی بر روی صفات مورد ارزیابی در آزمایش انجام گرفت و میزان همبستگی بین صفات اندازه‌گیری و برآورد شد (جدول ۴). بر این اساس صفت تعداد پنجه بارور با صفات ارتفاع بوته و تعداد پنجه همبستگی مثبت و معنی‌داری را نشان دادند. همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری بین صفت طول پدانکل با صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه و تعداد پنجه بارور مشاهده شد. همچنین صفت طول سنبله با صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه بارور و طول پدانکل همبستگی مثبت و معنی‌داری را نشان دادند. صفت تعداد سنبلچه با صفت طول سنبله همبستگی مثبتی نشان دادند. صفت وزن دانه در سنبله نیز با صفات ارتفاع گیاه، طول پدانکل، طول سنبله، تعداد سنبلچه و تعداد دانه در سنبله همبستگی مثبت نشان داد. صفت وزن دانه در کل بوته نیز با صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه بارور، طول سنبله، تعداد سنبلچه، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبله دارای همبستگی مثبت بود. صفت وزن کل بوته با تمام صفات مورد ارزیابی به‌جز صفات روز تا سنبله‌دهی و روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی همبستگی مثبت و معنی‌داری را نشان داد. صفت روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی نیز با صفات تعداد پنجه بارور و روز تا سنبله‌دهی همبستگی مثبتی را نشان دادند.

جدول ۳- مقایسه میانگین لاین‌های امیدبخش گندم به روش دانکن از نظر صفات مورد ارزیابی در آزمایش
Table 3. Mean comparison of the promising wheat lines by Duncan method in terms of evaluated traits in the experiment

ژنوتیپ Genotype	رتبه نهایی Total Rank	PLH	R	NT	R	NFT	R	PL	R	SL	R	NS	R	NGS	R
G1	14	96.55^{abcd}	7	1.92^{ab}	18	1.77^{ab}	9	41.06^{abc}	8	9.9^{abc}	5	16.9^{ab}	7	34.5^{bcd}	21
G2	6	107.2^{a}	2	2^{ab}	11	1.71^{ab}	15	42.2^{abc}	4	9.2^{abcd}	13	16.7^{abc}	9	43.6^{abc}	7
G3	23	69.33^{dc}	22	1.23^{c}	23	1.23c	23	25.6^{d}	23	6.3^{d}	23	13.7c	23	29.9^{cd}	23
G4	10	90.11^{abcd}	12	1.99^{ab}	12	1.83^{ab}	6	38.9^{abc}	14	9.3^{abcd}	11	16.35^{abc}	13	36.8^{bcd}	18
G5	16	90.01^{abcd}	13	1.98^{ab}	15	1.76^{ab}	10	41.1^{abc}	7	7.1^{bcd}	21	16.75^{abc}	8	39.9^{bcd}	13
G6	20	87.5^{bcd}	17	1.69^{bc}	22	1.75^{ab}	11	37.6^{abcd}	16	8.8^{abcd}	17	17.06^{ab}	6	42.9^{abc}	8
G7	3	102.6^{ab}	4	2.17^{ab}	3	1.82^{ab}	7	40.1^{abc}	11	10.6^{a}	2	14.9^{abc}	19	35.1^{bcd}	19
G8	17	89.32^{abcd}	15	2.01^{ab}	10	1.95^{ab}	4	40.4^{abc}	10	9.69^{abc}	7	16.4^{abc}	12	35.1^{bcd}	20
G9	11	90.36^{abcd}	11	1.86^{ab}	19	1.74^{ab}	13	36a^{bcd}	18	10.22^{ab}	3	16.2^{abc}	14	42.6^{abcd}	9
G10	5	92.27^{abcd}	9	2.06^{ab}	8	1.74^{ab}	14	34^{cd}	20	9.7^{abc}	6	17.49^{a}	3	45.7abc	5
G11	15	81.38^{bcd}	19	1.76^{ab}	20	1.79ab	8	33.3^{cd}	21	9.6^{abc}	9	17.13^{ab}	5	41.5^{abcd}	10
G12	12	81.3^{bcd}	20	1.97^{ab}	16	1.86^{ab}	5	34.4^{bcd}	19	9.3^{abcd}	12	17.47^{a}	4	41.3^{abcd}	11
G13	2	68.6^{d}	23	2.12^{ab}	7	1.99^{ab}	3	37.4^{abcd}	17	10.2^{ab}	4	17.67a	1	48.4^{ab}	2
G14	8	89.74^{abcd}	14	2.27^{a}	1	1.7^{ab}	17	42^{abc}	5	8.9^{abcd}	19	16.43^{abc}	11	41.1^{abcd}	12
G15	4	98.93^{ab}	5	2.14^{ab}	4	2.1^{a}	2	47.4^{a}	1	9.5^{abc}	10	14.7^{abc}	20	37.2^{bcd}	17
G16	13	91.96^{abcd}	10	2.14^{ab}	5	1.7^{ab}	18	39.4^{abc}	12	8.9^{abcd}	16	16.5^{abc}	10	44.3^{abc}	6
G17	1	110.3^{a}	1	2.02^{ab}	9	2.11^{a}	1	47.1^{ab}	2	11.3^{a}	1	17.62^{a}	2	46.6^{ab}	4
G18	7	98.2^{abc}	6	2.13^{ab}	6	1.74^{ab}	12	41.22^{abc}	6	9.61^{abc}	8	15.99^{abc}	17	37.4^{bcd}	16
G19	22	94^{abcd}	8	2.22^{ab}	2	1.57^{bc}	21	37.8^{abc}	15	7.03^{cd}	22	15.7^{abc}	18	30.9^{bcd}	22
G20	21	84.13^{bcd}	18	1.99^{ab}	13	1.61^{bc}	20	40.7^{abc}	9	9.2^{abcd}	14	16^{abc}	16	38.8^{bcd}	15
G21	9	103.6^{ab}	3	1.99^{ab}	14	1.65^{abc}	19	31.5^{cd}	22	9.1^{abcd}	15	14^{bc}	21	47.5^{ab}	3
G22	19	88.2^{abcd}	16	1.97^{ab}	17	1.71^{ab}	16	39.4^{abc}	13	8.7^{abcd}	18	16.1^{abc}	15	39^{bcd}	14
G23	18	76.8^{bcd}	21	1.74^{ab}	21	1.51^{bc}	22	43.7^{abc}	3	8.3^{abcd}	20	14^{bc}	22	50.88^{a}	1

**، * و ns: به‌ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵ و عدم معنی‌داری
ارتفاع بوته: PLH، تعداد پنجه: NT، تعداد پنجه بارور: NFT، طول پدانکل: PL، طول سنبله: SL، تعداد سنبلچه: NS و تعداد دانه در سنبله: NGS
**, * and ns: significant difference at the probability level of 0.01 and 0.05 and non-significance, respectively.
Plant height: PLH, number of tillers: NT, number of fertile tillers: NFT, peduncle length: PL, spike length: SL, number of spikelets: NS and number of seeds per spike: NGS

[DOI: 10.61186/jcb.15.45.135]

ادامه جدول ۳- مقایسه میانگین لاین‌های امیدبخش گندم به روش دانکن از نظر صفات مورد ارزیابی در آزمایش
Continuated of Table 3. Mean comparison of the promising wheat lines by Duncan method in terms of evaluated traits in the experiment

ژنوتیپ Genotype	GWS	R	GWP	R	TPW	R	DHE	R	DMA	R	TKW	R	YLD	R
G1	1.48^{bc}	19	1.74^{cd}	22	6.55^{bcde}	12	136^{bcde}	15	179.3^{bc}	11	39^{bc}	12	6.07^{b}	4
G2	1.53^{bc}	10	2.43^{bcd}	8	6.6^{bcde}	10	133^{cde}	21	184^{abc}	4	36.3^{bc}	19	5.84^{b}	11
G3	0.87^{c}	23	1.31^{d}	23	3.8^{e}	23	154.6^{a}	1	192.3a	1	30.6^{c}	23	4.29c	23
G4	1.9^{bc}	5	2.41^{bcd}	9	6.9^{bcd}	7	135.3^{cde}	17	177.6^{bc}	18	41^{b}	5	5.54^{bc}	17
G5	1.5^{bc}	18	2.32^{bcd}	11	6.8^{bcd}	8	140^{bcd}	7	179.3^{bc}	12	38^{bc}	17	5.25^{bc}	19
G6	1.53^{bc}	11	2.26^{bcd}	13	6.16^{bcde}	15	131.6^{de}	22	179.3^{bc}	13	36.4^{bc}	18	5.3^{bc}	18
G7	1.82^{bc}	6	2.79^{bc}	5	7.43^{bc}	4	139.6^{bcd}	8	179.6^{bc}	7	40.4^{b}	8	5.95^{b}	9
G8	1.38^{bc}	21	2.21^{bcd}	15	7.5^{bc}	3	135^{cde}	18	177.3^{bc}	21	38.3^{bc}	16	5.69^{bc}	13
G9	1.43^{bc}	20	2.37^{bcd}	10	7.02^{bcd}	6	140^{bcd}	6	179.3^{bc}	14	38.5^{bc}	15	5.97^{b}	8
G10	1.93^{bc}	4	3.16^{ab}	2	7.38^{bcd}	5	139^{bcd}	9	175^{c}	22	38.7^{bc}	14	6.41^{b}	2
G11	1.53^{bc}	12	2.29^{bcd}	12	6.12^{bcde}	16	137^{bcde}	12	179^{bc}	16	40.6^{b}	7	5.85^{b}	10
G12	1.51^{bc}	13	2.89^{bc}	4	6.5^{bcde}	13	136.6^{bcde}	13	175.3^{bc}	20	39.5^{bc}	11	6.02^{b}	6
G13	2^{b}	3	3.01^{abc}	3	7.77^{b}	2	135.6^{cde}	16	178.3^{bc}	17	43.4^{b}	3	6.03^{b}	5
G14	1.71^{bc}	7	2.52^{bcd}	7	6.4^{bcde}	14	137.3^{bcd}	10	180.6^{bc}	6	36^{bc}	20	5.68^{bc}	14
G15	1.5^{bc}	16	2.23^{bcd}	14	6.6^{bcde}	11	137.3^{bcd}	11	184^{abc}	5	44.5^{b}	2	6.16^{b}	3
G16	1.5^{bc}	7	1.9^{bcd}	21	5.26^{bcde}	20	133.6^{cde}	20	185.6^{ab}	2	40.9^{b}	6	5.61^{bc}	16
G17	3.15^{a}	1	4.12^{a}	1	12.13^{a}	1	127.6^{e}	23	166^{d}	23	58.4^{a}	1	7.7^{a}	1
G18	2.33^{ab}	2	1.93^{bcd}	20	6.12^{bcde}	17	141^{bcd}	5	179.6^{bc}	8	41.1^{b}	4	4.96^{bc}	22
G19	1.31^{bc}	22	2.11^{bcd}	17	4.6^{cde}	21	135^{cde}	19	179.3^{bc}	15	40.4^{b}	9	5.79^{bc}	12
G20	1.61^{bc}	8	2.16^{bcd}	16	6.75^{bcd}	9	136.3^{bcde}	14	177.3^{bc}	19	35^{bc}	22	5.2^{bc}	20
G21	1.61^{bc}	9	2.67^{bcd}	6	5.8^{bcde}	18	145.3^{b}	2	184.6^{ab}	3	35.9^{bc}	21	6.01^{b}	7
G22	1.5^{bc}	14	2^{bcd}	18	5.7^{bcde}	19	142.6^{bc}	3	179.6^{bc}	9	39^{bc}	13	5.16^{bc}	21
G23	1.5^{bc}	15	1.98^{bcd}	19	4.5^{de}	22	141^{bcd}	4	179.6^{bc}	10	39.8^{bc}	10	5.65^{bc}	15

**، * و ns: به‌ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵ و عدم معنی‌داری.
وزن دانه در سنبله: GWS، وزن دانه در کل بوته: GWP، وزن کل بوته: TPW، روز تا سنبله‌دهی: DHE، روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی: DMA، وزن هزار دانه: TKW و عملکرد دانه: YLD

**, * and ns: significant difference at the probability level of 0.01 and 0.05 and non-significance, respectively.
Seed weight per spike: GWS, seed weight per whole plant: GWP, whole plant weight: TPW, days to spike: DHE, days to physiological maturity: DMA, thousand seed weight: TKW and grain yield: YLD

صفت وزن هزار دانه با تمام صفات به‌جز صفات تعداد پنجه و تعداد دانه در سنبله و صفت عملکرد دانه با تمام صفات به‌جز صفات تعداد پنجه، طول پدانکل و تعداد دانه در سنبله همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند (جدول ۴). نتایج تحقیق با نتایج طهماسبی و همکاران (۱۶) برای بیشتر صفات منطبق بود.

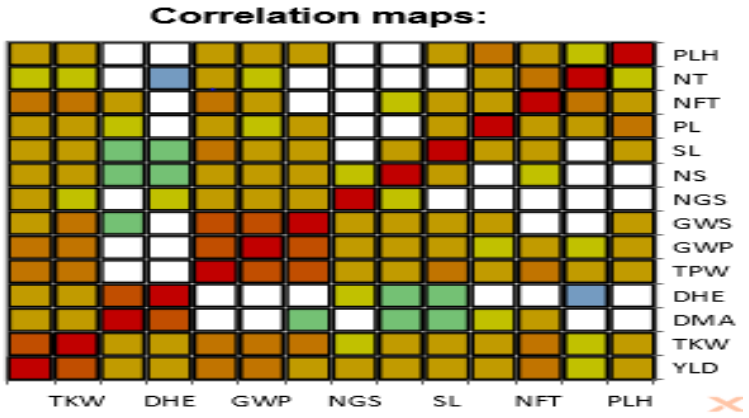
براساس نقشه همبستگی رسم شده بین صفات که میزان شدت همبستگی را براساس رنگ (رنگ قرمز بیشترین میزان همبستگی تا رنگ سفید عدم همبستگی) نمایش می‌دهد، بیشترین میزان همبستگی بین صفت وزن کل بوته با صفات وزن دانه در سنبله و وزن دانه در کل بوته، صفت وزن دانه در کل بوته با صفت وزن دانه در سنبله، صفت عملکرد دانه با صفت وزن هزار دانه و صفت تعداد پنجه بارور با صفت تعداد پنجه بود (شکل ۱).

تجزیه به مولفه‌های اصلی

بر اساس تجزیه به مولفه‌های اصلی انجام گرفته، ۵ مولفه اول بیش از ۷۵ درصد از واریانس کل داده‌ها را توجیه نمودند. مولفه اول دارای ضرایب مثبت برای تمامی صفات مورد ارزیابی را دارا بود و از میان این صفات، صفات وزن کل بوته، وزن هزار دانه و وزن دانه در کل بوته بیشترین تأثیر را بر روی این مولفه دارا بودند. مولفه دوم دارای بیشترین ضرایب مثبت در صفت روز تا سنبله‌دهی بود و از نظر صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه، طول سنبله، تعداد سنبلچه، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله، وزن دانه در کل بوته و وزن کل بوته دارای ضرایب منفی بود. مولفه سوم نیز از نظر تمامی صفات به‌جز صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه، تعداد پنجه بارور، طول پدانکل و طول سنبله دارای ضرایب مثبت بوده و از میان صفات با تأثیر مثبت بر روی این مولفه، صفت تعداد دانه در سنبله بیشترین تأثیر را دارا بود. مولفه چهارم نیز دارای ضرایب مثبت برای صفات تعداد پنجه، تعداد پنجه بارور، تعداد سنبلچه، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در کل بوته، وزن کل بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه بود که از میان این صفات، صفت تعداد پنجه بیشترین تأثیر را بر روی این مولفه دارا بود. مولفه پنجم نیز دارای ضرایب مثبت از نظر صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه، طول پدانکل، تعداد سنبلچه، وزن دانه در سنبله، وزن دانه در کل بوته و وزن کل بوته بود که از میان این صفات، صفت تعداد پنجه بیشترین تأثیر را بر روی این مولفه داشت (جدول ۵).

بر اساس نمودار مقدار بردار ویژه نیز ۵ مولفه اول بیشترین واریانس داده‌ها را توجیه نمودند (شکل ۲). نمودار پراکنش لاین‌ها از نظر مولفه اول و دوم که در مجموع بیش از ۴۶ درصد از واریانس داده‌ها را توجیه می‌نمود، لاین‌ها را به چهار گروه، گروه‌بندی نمود. گروه اول شامل لاین‌های G15، G17، G18، G19، G4 و G16، گروه دوم شامل لاین‌های G21، G22، G23، G6، G13، G20 و G2، گروه سوم شامل لاین‌های G5، G9، G8، G11 و G10 و گروه چهارم شامل لاین‌های G4، G7، G12 و G13 بود که لاین‌های موجود در گروه چهارم به‌عنوان لاین‌های مطلوب از نظر این دو مولفه شناسایی شدند (شکل ۳).

[DOI: 10.61186/jcb.15.45.135]



شکل ۱- شدت میزان همبستگی بین صفات مورد ارزیابی در آزمایش
Figure 1. Intensity of the correlation between the evaluated traits in the experiment

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین صفات مورد ارزیابی در آزمایش
Table 4. Correlation coefficients between the evaluated traits in the experiment

	PLH	NT	NFT	PL	SL	NS	NGS	GWS	GWP	TPW	DHE	DMA	TKW
NT	0.13												
NFT	0.24*	0.44**											
PL	0.5**	0.24*	0.39**										
SL	0.35**	0.03	0.31**	0.25*									
NS	0.05	0.027	0.15	-0.004	0.35**								
NGS	-0.06	-0.04	-0.08	-0.07	0.006	0.17							
GWS	0.35**	-0.01	0.08	0.25*	0.3*	0.32**	0.37*						
GWP	0.33**	0.17	0.3*	0.14	0.24*	0.39**	0.39**	0.71**					
TPW	0.34**	0.21*	0.43**	0.34**	0.41**	0.31**	0.3*	0.64**	0.75**				
DHE	-0.001	-0.2	-0.02	-0.01	-0.15	-0.17	0.11	-0.02	0.02	-0.02			
DMA	0.01	-0.01	0.3*	0.15	-0.14	-0.14	0.03	-0.12	-0.04	-0.01	0.73**		
TKW	0.27*	0.19	0.48**	0.34**	0.31**	0.25*	0.18	0.45**	0.45**	0.57**	0.3*	0.3*	
YLD	0.29*	0.12	0.48**	0.21	0.38**	0.2*	0.22	0.32**	0.47**	0.47**	0.36*	0.3*	0.67**

**، * و ns: به‌ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵ و عدم معنی‌داری.
ارتفاع بوته: PLH، تعداد پنجه: NT، تعداد پنجه بارور: NFT، طول پدانکل: PL، طول سنبله: SL، تعداد سنبلچه: NS، تعداد دانه در سنبله: NGS، وزن دانه در سنبله: GWS، وزن دانه در کل بوته: GWP، وزن کل بوته: TPW، روز تا سنبله‌دهی: DHE، روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی: DMA، وزن هزار دانه: TKW، عملکرد دانه: YLD
**, * and ns: significant difference at the probability level of 0.01 and 0.05 and non-significance, respectively.
Plant height: PLH, number of tillers: NT, number of fertile tillers: NFT, peduncle length: PL, spike length: SL, number of spikes: NS, number of seeds per spike: NGS, seed weight per spike: GWS, seed weight per plant : GWP, total plant weight: TPW, days to spike: DHE, days to physiological maturity: DMA, thousand seed weight: TKW, grain yield: YLD

تجزیه گرافیکی

نمودار رتبه‌بندی لاین‌ها

جهت بررسی و تفسیر تنوع لاین‌ها، محیط‌ها و مطالعه اثر متقابل لاین و مکان از تجزیه گرافیکی استفاده شد. در نمودار بای‌پلات محور افقی (PC1) معرف اثر اصلی ژنوتیپ و محور عمودی (PC2) نشان‌دهنده اثر متقابل ژنوتیپ و محیط می‌باشد که خود معیاری از ناپایداری ژنوتیپ‌ها را نشان می‌دهد (۱۹). از مبدأ مختصات خطی به میانگین مکان‌ها وصل می‌شود (محل میانگین مکان‌ها با دایره نقطه چین مشخص شده است)، این خط محور میانگین مکان‌ها نام دارد. ارقامی که در ابتدای مثبت این محور قرار دارند دارای عملکرد بیشتری هستند و بالعکس. بر این اساس لاین G15 و G17 نسبت به سایر لاین‌ها از عملکرد مطلوب‌تری از نظر صفات برخوردار بودند همچنین لاین‌های G6 و G23 نسبت به سایر لاین‌ها از مطلوبیت پایینی برخوردار بودند. بنابراین بر اساس شکل ۴، ترتیب لاین‌ها از نظر صفات مورد ارزیابی در آزمایش به‌صورت زیر می‌باشد:
G15> G17> G13> G7> G14> G12> G19> G18> G4> G11> G10> G6> G8> G9> G20> G1> G3> G5> G21> G22> G2> G23> G6.

خطی که از مبدأ گذشته و روی محور میانگین محیط‌ها عمود شده است (این خط با دو علامت پیکان در شکل مشخص شده است) جهت تعیین پایداری ارقام استفاده می‌شود.

لاین‌هایی که نزدیک به مبدأ این محور قرار دارند نسبت به لاین‌هایی که نزدیک به انتهای این خط می‌باشند از نظر صفات مورد ارزیابی از پایداری بیشتری برخوردار هستند. بر این اساس لاین‌های G4، G6، G20، G1، G3، G5 و G2 نسبت به سایر لاین‌ها از نظر کلیه صفات مورد ارزیابی از پایداری بیشتری برخوردار بودند. به‌طور کلی لاین‌هایی که نزدیک مبدأ قرار دارند از پایداری بیشتری برخوردار بوده به عبارتی به تغییر محیط واکنش زیادی نشان نمی‌دهند. یک لاین ایده‌آل باید اولاً دارای عملکرد بالایی باشد و ثانیاً از پایداری بیشتری برخوردار باشد به‌عبارتی نزدیک به انتهای مثبت محور میانگین محیط‌ها باشد. بر این اساس می‌توان لاین G4 را شناسایی نمود.

نمودار چندوجهی

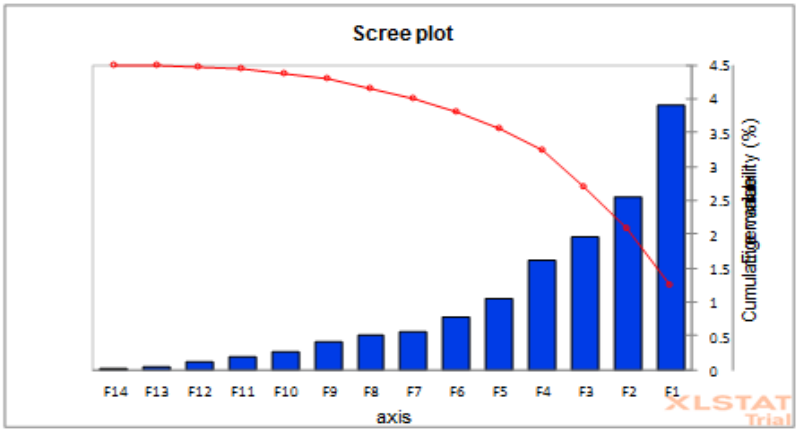
نمودار چند وجهی (شکل ۵) جهت تعیین بهترین لاین برای هر منطقه استفاده می‌شود. این شکل از وصل کردن

[DOI: 10.61186/jcb.15.45.135]

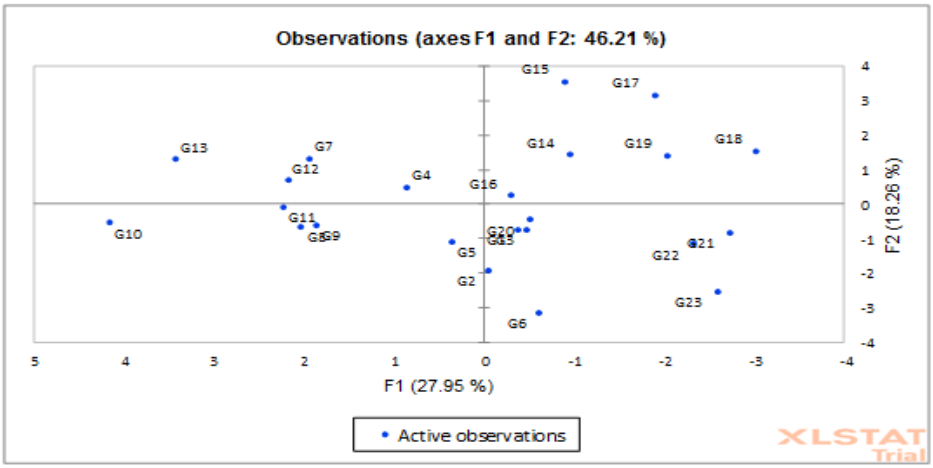
ژنوتیپ‌هایی حاصل می‌شود که بیشترین فاصله از مبدأ را دارند بطوری که سایر ژنوتیپ‌ها داخل این چند وجهی قرار دارند. از مبدأ روی هر ضلع چند وجهی خطی عمود می‌شود تا شکل به چند قسمت تقسیم شود. در این شکل ارقامی که در یک بخش با یک محیط خاص قرار داشته باشند در آن محیط عملکرد خوبی داشته‌اند. بر این اساس لاین‌های G15، G17، G18، G23، G6، G10 و G13 بیشترین فاصله را از مبدا نمودار داشته و در راس چندوجهی قرار گرفته و به‌عنوان لاین‌های مطلوب انتخاب شدند. در هر بخش نیز لاین‌های G15 و G17 از نظر صفات عملکرد دانه، وزن هزار دانه و تعداد پنجه، لاین‌های G18 و G19 از نظر صفات روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی و وزن دانه در سنبله، لاین‌های G21 و G22 از نظر صفت ارتفاع بوته، لاین G10 از نظر صفت طول سنبله از مطلوبیت بالایی برخوردار بودند. محققین مختلف در آزمایشات خود بر روی بررسی عملکرد و اجزای عملکرد و همچنین بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و صفت در گیاهان مختلف از این نوع نمودار استفاده نمودند که از آن جمله گندم (۸) و ذرت (۱۲ و ۱۳) را می‌توان اشاره داشت.

رتبه‌بندی لاین‌ها براساس ژنوتیپ ایده‌آل

شکل ۶ رتبه‌بندی لاین‌ها را براساس بهترین لاین نشان می‌دهد. بدین منظور از مبدأ مختصات خطی به نقطه میانگین‌ها وصل می‌شود و به طرفین ادامه می‌یابد. بهترین لاین، ژنوتیپی است که متمایل به انتهای مثبت این محور باشد و فاصله عمود آن از این خط کمترین مقدار باشد. در این شکل بهترین نقطه مرکز دوایر هم مرکز می‌باشد که با علامت پیکان مشخص شده است. سایر لاین‌ها بر اساس این نقطه گروه‌بندی می‌شوند. نمودار لاین ایده‌آل بر اساس تعیین فاصله از لاین ایده‌آل فرضی رسم می‌شود. این لاین ایده‌آل فرضی براساس پایدارترین و پرمحصول‌ترین لاین تعریف می‌گردد (۱۶). لاینی که فاصله کمتری داشته باشد ژنوتیپ بهتری می‌باشد. بر اساس این نمودار لاین‌های G15 و G17 به‌عنوان برترین لاین‌ها و لاین‌های G23 و G6 به‌عنوان نامطلوب‌ترین لاین‌ها شناسایی شدند. ترتیب رتبه لاین‌ها از مطلوب‌ترین تا نامطلوب‌ترین به شرح زیر است:
G15> G17> G7> G14> G19> G18> G13> G12> G4> G16> G11> G20> G9> G8> G3> G1> G5> G10> G21> G22> G2> G6> G23.



شکل ۲- نمودار مقدار بردار ویژه برای صفات مورد مطالعه درآزمایش
Figure 2. Graph of specific vector values for the evaluated traits in the experiment



شکل ۳- گروه‌بندی لاین‌های گندم براساس مولفه اول و دوم
Figure 3. Grouping of wheat lines based on the first and second components

[DOI: 10.61186/jcb.15.45.135]

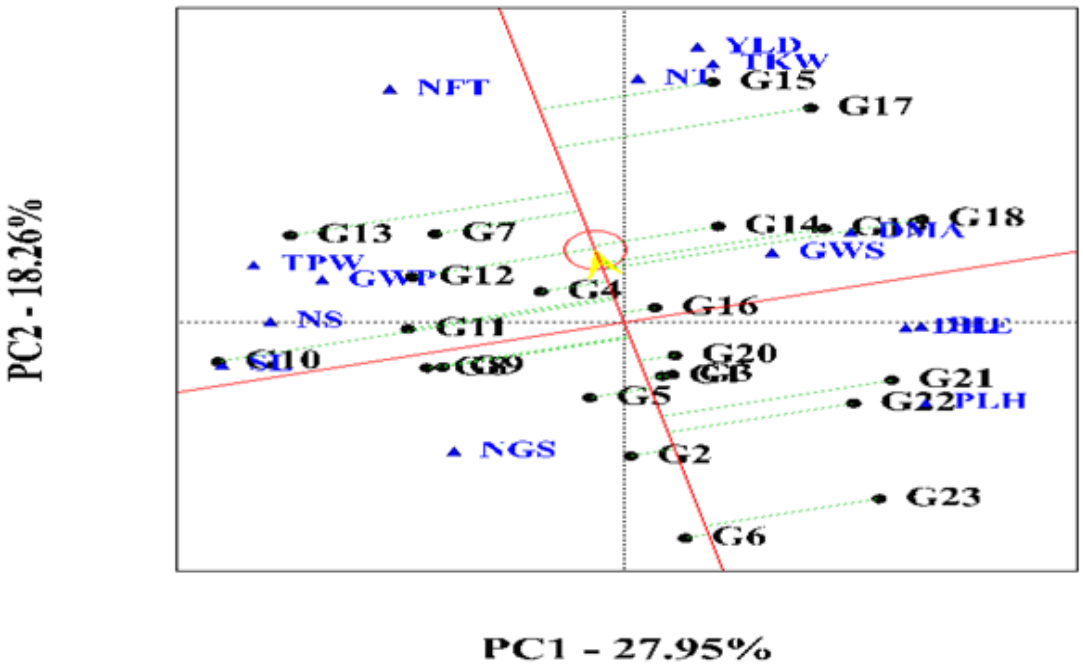
جدول ۵- تجزیه به مولفه‌های اصلی

Table 5. Analysis of principal components

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12	PC13	PC14
PLH	0.24	-0.03	-0.25	-0.53	0.14	-0.01	-0.14	0.59	0.09	-0.22	0.26	-0.22	-0.06	0.05
NT	0.13	-0.02	-0.4	0.52	0.35	-0.05	-0.02	0.38	-0.3	0.39	-0.02	0.1	-0.05	0.02
NFT	0.28	0.16	-0.36	0.34	-0.1	-0.01	0.03	-0.18	0.47	-0.28	0.23	0.13	0.23	0.3
PL	0.23	0.07	-0.38	-0.33	0.23	0.34	0.46	-0.24	-0.14	-0.05	-0.42	0.08	0.13	-0.06
SL	0.25	-0.17	-0.14	-0.19	-0.55	-0.36	0.29	0.05	0.08	0.5	0.06	0.08	0.15	-0.13
NS	0.19	-0.26	0.14	0.21	-0.47	0.68	0.04	0.29	-0.08	-0.07	-0.09	-0.06	-0.06	0.11
NGS	0.14	-0.05	0.49	0.16	0.28	-0.17	0.69	0.23	0.08	-0.14	0.12	-0.09	0.06	0.05
GWS	0.32	-0.21	0.25	-0.22	0.21	0.12	-0.14	-0.18	-0.12	0.16	0.29	0.61	-0.18	0.25
GWP	0.36	-0.14	0.22	0.08	0.2	0.03	-0.35	0.06	0.3	0.001	-0.25	0.06	0.49	-0.45
TPW	0.39	-0.11	0.06	0.04	0.13	-0.05	-0.1	-0.3	0.21	0.26	-0.18	-0.56	-0.45	0.17
DHE	0.05	0.56	0.27	-0.14	-0.03	0.03	-0.12	0.16	-0.09	0.31	-0.21	-0.08	0.34	0.49
DMA	0.07	0.6	0.04	0.03	-0.01	0.28	0.1	0.06	0.3	0.21	0.22	0.13	-0.35	-0.44
TKW	0.36	0.2	0.03	0.08	-0.09	-0.005	-0.05	-0.27	-0.57	-0.14	0.43	-0.3	0.2	-0.21
YLD	0.34	0.23	0.06	0.07	-0.23	-0.39	-0.07	0.13	-0.18	-0.4	-0.43	0.27	-0.34	-0.44
Eigenvalue	4.51	2.16	1.77	1.13	1.02	0.61	0.59	0.52	0.45	0.38	0.28	0.25	0.14	0.12
Relative	0.32	0.15	0.12	0.08	0.07	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.008
Cumulative	0.32	0.47	0.6	0.68	0.75	0.8	0.84	0.88	0.91	0.94	0.96	0.98	0.99	1

ارتفاع بوته: PLH، تعداد پنجه: NT، تعداد پنجه بارور: NFT، طول پدانکل: PL، طول سنبله: SL، تعداد سنبلچه: NS، تعداد دانه در سنبله: NGS، وزن دانه در سنبله: GWS، وزن دانه در کل بوته: GWP، وزن کل بوته: TPW، روز تا سنبله‌دهی: DHE، روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی: DMA، وزن هزار دانه: TKW، عملکرد دانه: YLD

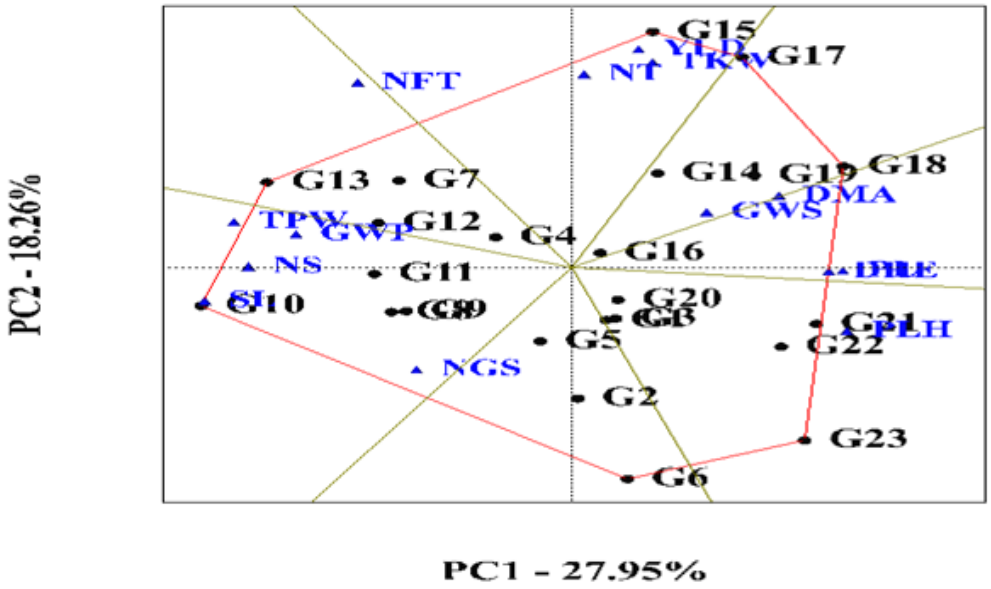
Plant height: PLH, number of tillers: NT, number of fertile tillers: NFT, peduncle length: PL, spike length: SL, number of spikes: NS, number of seeds per spike: NGS, seed weight per spike: GWS, seed weight per plant : GWP, total plant weight: TPW, days to spike: DHE, days to physiological maturity: DMA, thousand seed weight: TKW, grain yield: YLD



شکل ۴- نمودار رتبه‌بندی کلی لاین‌های گندم بر اساس صفات مورد ارزیابی در آزمایش

Figure 4. General ranking diagram of wheat lines based on the evaluated traits in the experiment

[DOI: 10.61186/jcb.15.45.135]

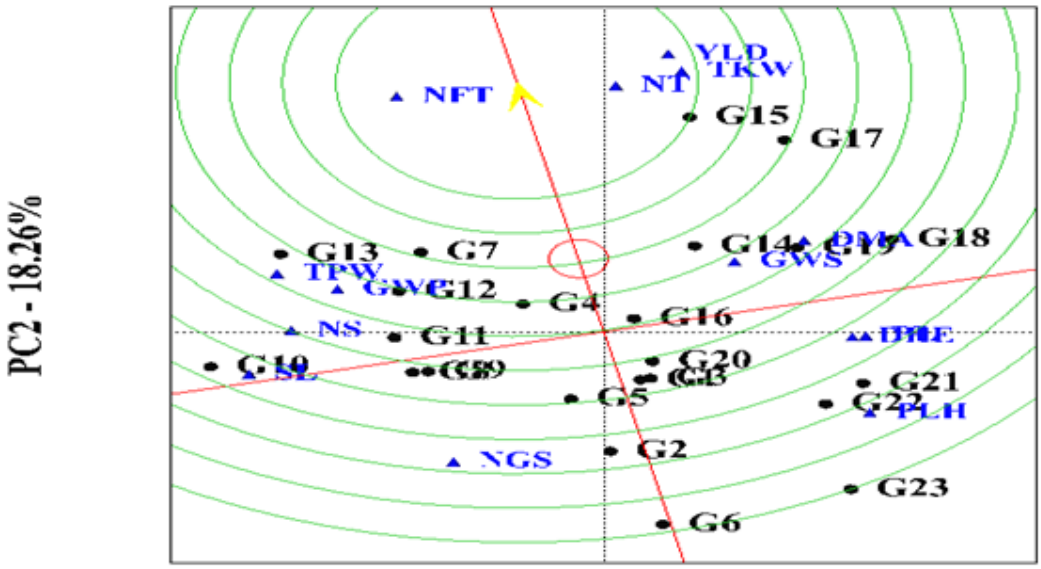


شکل ۵- نمودار چندوجهی و انتخاب لاین‌های گندم مطلوب از نظر صفات مورد بررسی در آزمایش

Figure 5. Multidimensional diagram and selection of optimal wheat lines in terms of studied traits in the experiment

ارتفاع بوته: PLH، تعداد پنجه: NT، تعداد پنجه بارور: NFT، طول پدانکل: PL، طول سنبله: SL، تعداد سنبلچه: NS، تعداد دانه در سنبله: NGS، وزن دانه در سنبله: GWS، وزن دانه در کل بوته: GWP، وزن کل بوته: TPW، روز تا سنبله‌دهی: DHE، روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی: DMA، وزن هزار دانه: TKW، عملکرد دانه: YLD

Plant height: PLH, Number of tillers: NT, Number of fertile tillers: NFT, Peduncle length: PL, Spike length: SL, Number of spikelets: NS, Number of grain per spike: NGS, Grain weight per spike: GWS, total grain weight per plant : GWP, Total plant weight: TPW, Day to spike: DHE, Day to physiological maturity: DMA, 1000-kernel weight: TKW and Grain yield: YLD



شکل ۶- نمودار رتبه‌بندی لاین‌های گندم بر اساس لاین ایده‌آل از نظر صفات مورد ارزیابی در آزمایش

Figure 6. Ranking diagram of wheat lines based on ideal line in terms of evaluated traits in the experiment

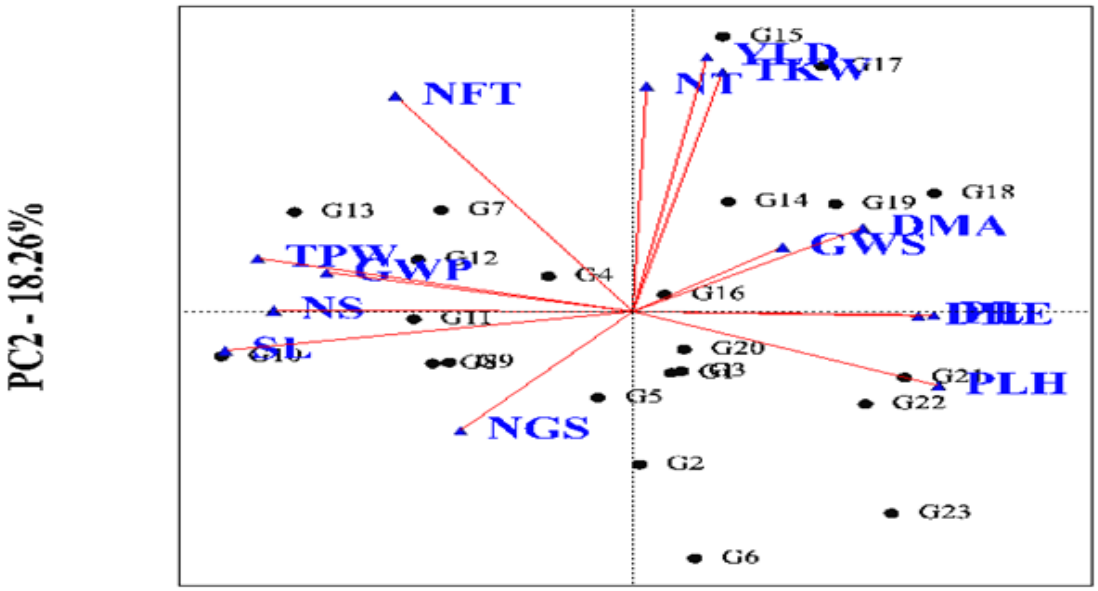
ارتفاع بوته: PLH، تعداد پنجه: NT، تعداد پنجه بارور: NFT، طول پدانکل: PL، طول سنبله: SL، تعداد سنبلچه: NS، تعداد دانه در سنبله: NGS، وزن دانه در سنبله: GWS، وزن دانه در کل بوته: GWP، وزن کل بوته: TPW، روز تا سنبله‌دهی: DHE، روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی: DMA، وزن هزار دانه: TKW، عملکرد دانه: YLD

Plant height: PLH, Number of tillers: NT, Number of fertile tillers: NFT, Peduncle length: PL, Spike length: SL, Number of spikelets: NS, Number of grain per spike: NGS, Grain weight per spike: GWS, total grain weight per plant : GWP, Total plant weight: TPW, Day to spike: DHE, Day to physiological maturity: DMA, 1000-kernel weight: TKW and Grain yield: YLD

[DOI: 10.61186/jcb.15.45.135]

نمودار همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده

به‌منظور بررسی همبستگی صفات مورد بررسی از تجزیه گرافیکی همبستگی بین صفات استفاده شد (شکل ۷). در این نمودار بای پلات کسینوس زاویه بین بردارهای صفات، نشانگر شدت همبستگی بین صفات می‌باشد. اگر زاویه بین بردارها کمتر از ۹۰ درجه باشد، همبستگی موجود بین بردارها برابر با ۱+، در صورتیکه زاویه بین بردارهای صفات ۹۰ درجه باشد، همبستگی موجود بین بردارهای صفات برابر با صفر و در صورتیکه زاویه بین بردارها ۱۸۰ درجه باشد نشان‌دهنده همبستگی ۱- خواهند بود (۱۸). بر این اساس صفات تعداد پنجه، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی و وزن دانه در سنبله با توجه به زاویه بین بردارشان دارای همبستگی مثبت با هم بودند. همچنین صفات روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی، وزن دانه در سنبله، روز تا سنبله‌دهی، طول پدانکل و ارتفاع بوته نیز همبستگی مثبتی را با هم نمایش دادند. صفات تعداد دانه در سنبله، طول سنبله، تعداد سنبلچه، وزن دانه در کل بوته و وزن کل بوته نیز باهم همبستگی مثبتی داشتند. صفت تعداد پنجه بارور با صفات تعداد پنجه، عملکرد دانه و وزن هزار دانه و از طرف دیگر با صفات وزن کل بوته، وزن دانه در کل بوته و تعداد سنبلچه دارای همبستگی مثبت بود. زاویه بین دو بردار دو صفت تعداد پنجه بارور با روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی و همچنین زاویه بین دو بردار دو صفت طول پدانکل با تعداد پنجه ۹۰ درجه را نمایش داد که نشان‌دهنده میزان همبستگی صفر بین این صفات بود. صفات روز تا سنبله‌دهی و طول پدانکل نیز با صفت تعداد سنبلچه همبستگی منفی نشان دادند.



شکل ۷- نمودار همبستگی بین صفات مورد ارزیابی در آزمایش

Figure 7. Correlation diagram between the evaluated traits in the experiment

ارتفاع بوته: PLH، تعداد پنجه: NT، تعداد پنجه بارور: NFT، طول پدانکل: PL، طول سنبله: SL، تعداد سنبلچه: NS، تعداد دانه در سنبله: NGS، وزن دانه در سنبله: GWS، وزن دانه در کل بوته: GWP، وزن کل بوته: TPW، روز تا سنبله‌دهی: DHE، روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی: DMA، وزن هزار دانه: TKW، عملکرد دانه: YLD

Plant height: PLH, Number of tillers: NT, Number of fertile tillers: NFT, Peduncle length: PL, Spike length: SL, Number of spikelets: NS, Number of grain per spike: NGS, Grain weight per spike: GWS, total grain weight per plant : GWP, Total plant weight: TPW, Day to spike: DHE, Day to physiological maturity: DMA, 1000-kernel weight: TKW and Grain yield: YLD

گروه‌بندی لاین‌ها از نظر صفات مورد ارزیابی

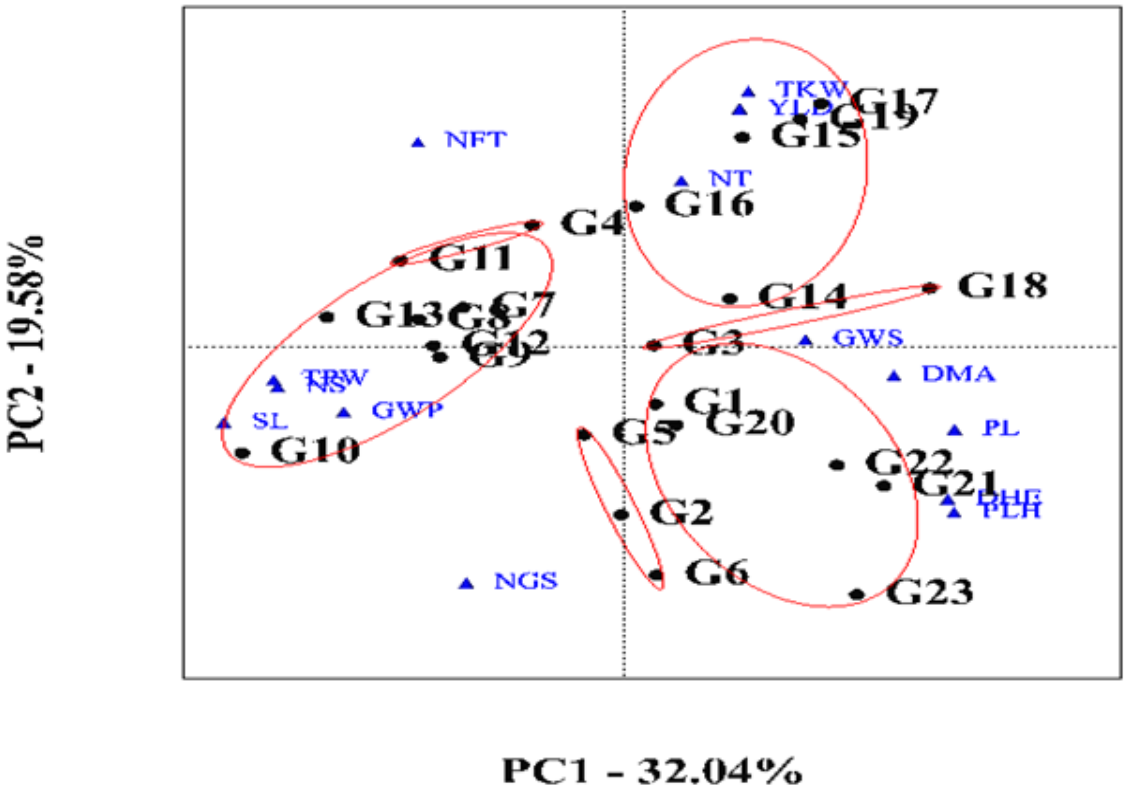
بر اساس نمودار گروه‌بندی لاین‌ها، لاین‌های مورد بررسی به ۶ گروه از نظر تمامی صفات مورد ارزیابی گروه‌بندی شدند. مولفه اول ۳۲/۰۴ درصد و مولفه دوم ۱۹/۵۸ درصد و در مجموع ۵۱/۶۲ درصد از واریانس کل داده‌ها توجیه شد. گروه اول شامل لاین‌های G16، G14، G15، G19، G17 بود. دو لاین G18 و G3 در گروه دوم قرار گرفتند. گروه سوم شامل لاین‌های G22، G21، G23، G1 و G20 بود که از نظر صفات مختلف واکنش یکسانی را نمایش داده بودند. لاین‌های G5، G2 و G6 نیز در گروه چهارم جای گرفتند. گروه پنجم نیز شامل لاین‌های G11، G7، G8، G13، G12، G9 و G10 بود که لاین G11 به‌همراه لاین G4 نیز گروه ششم را تشکیل دادند (شکل ۸).

نتیجه‌گیری کلی

معرفی لاین‌های برتر از نظر عملکرد و سایر صفات زراعی مطلوب و سازگار با شرایط محیطی اقلیم مربوطه، می‌تواند

[DOI: 10.61186/jcb.15.45.135]

باعث افزایش تولید گندم در واحد سطح و به موجب آن افزایش تولید در سطح کلان و بالا رفتن ضریب امنیت غذایی کشور و همچنین افزایش درآمد کشاورزان شود. برای گزینش آخرین لاین‌های امیدبخش گندم برتر از نظر عملکرد و سایر صفات زراعی که برنامه‌های به‌نژادی متعددی را گذرانده بودند و همچنین بررسی روابط حاکم بین عملکرد و اجزای عملکرد لاین‌ها از روش‌های آماری چند متغیره در این پژوهش استفاده شد. نتایج بدست آمده نشان داد که براساس مقایسه میانگین لاین‌ها، لاین‌های G17 و G13 به‌عنوان لاین‌های با رتبه برتر شناسایی شدند. تجزیه همبستگی نیز همبستگی بسیاری از صفات را با صفت عملکرد دانه نمایش داد و براساس تجزیه به مولفه‌های اصلی نیز، ۵ مولفه اول بیش از ۷۵ درصد از واریانس کل داده‌ها را توجیه می‌نمایند. باتوجه به اینکه کاربرد تجزیه به مولفه‌های اصلی کاهش داده‌های مورد مطالعه و استفاده از صفات دارای کاربرد بیشتر بر روی صفت عملکرد دانه می‌باشد، با ارزیابی ضرایب مثبت صفات موثر بر روی صفت عملکرد دانه می‌توان مولفه اول را به عنوان "مشخصات عملکرد دانه"، مولفه دوم را به عنوان "مشخصات زمانی تا رسیدگی گیاه"، مولفه سوم را با عنوان "مشخصات بوته"، مولفه چهارم را با عنوان "مشخصات پنجه" و مولفه پنجم را با عنوان "مشخصات وزنی گیاه" نامگذاری نمود. به‌طور کلی می‌توان لاین‌های G15، G17 و G13 را به‌عنوان لاین‌هایی مطلوب از نظر صفات زراعی مختلف ارزیابی شده، معرفی نمود. می‌توان از این لاین‌ها در برنامه‌های اصلاحی برای افزایش عملکرد گندم استفاده نمود.



شکل ۸- گروه‌بندی لاین‌های گندم از نظر صفات مورد ارزیابی در آزمایش

Figure 8. Grouping of wheat lines in terms of evaluated traits in the experiment

ارتفاع بوته: PLH، تعداد پنجه: NT، تعداد پنجه بارور: NFT، طول پدانکل: PL، طول سنبله: SL، تعداد سنبلچه: NS، تعداد دانه در سنبله: NGS، وزن دانه در سنبله: GWS، وزن دانه در کل بوته: GWP، وزن کل بوته: TPW، روز تا سنبله‌دهی: DHE، روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی: DMA، وزن هزار دانه: TKW، عملکرد دانه: YLD

Plant height: PLH, Number of tillers: NT, Number of fertile tillers: NFT, Peduncle length: PL, Spike length: SL, Number of spikelets: NS, Number of grain per spike: NGS, Grain weight per spike: GWS, total grain weight per plant : GWP, Total plant weight: TPW, Day to spike: DHE, Day to physiological maturity: DMA, 1000-kernel weight: TKW and Grain yield: YLD

[DOI: 10.61186/jcb.15.45.135]

منابع

1. Aharizad, S., M. Sabzi, S.A. Mohammadi and E. Khodadadi. 2012. Multivariate analysis of genetic diversity in wheat (*Triticum aestivum* L.) recombinant inbred lines using agronomic traits. Annals of Biological Research, 3: 2118-2126.
2. Dehghani, H., H. Omidi and N. Sabaghnia. 2008. Graphic analysis of trait relations of rapeseed using the biplot method. Agronomy Journal, 100(5): 1443-1449.
3. FAO. 2020. FAOSTAT. Food and agricultural commodities production. Available at http://www.fao.org/faostat/en/#home. FAO, Rome, Italy.
4. Flister, L. and V. Galushko. 2016. The impact of wheat market liberalization on the seed industry's innovative capacity: an assessment of Brazil's experience. Agricultural and Food Economics, 4(1): 11.
5. Ghafari, M. 2004. Use of principal component analysis method for selection of superior three-way cross hybrids in sunflower. Seed and Plant Journal, 19(4): 513-527 (In Persian).
6. Khodarahmi, M., H. Soughi, J. Jafarby, M.S. Khavarinejad and H. Khanzadeh. 2021. Stability analysis of bread wheat genotypes by using GGE biplot method in Caspian sea regions. Journal of Crop Breeding, 13(40): 83-90 (In Persian).
7. Nematzadeh, G.H. and G.h. Kiyani. 2010. Plant Breeding; Classical Methods. First volume. Mazandaran University Press. 153 pp (In Persian).
8. Omrani, A., S. Omrani, M. Khodarahmi, S.H. Shojaei, Á. Illés, C. Bojtor, S.M.N. Mousavi and J. Nagy. 2022. Evaluation of grain yield stability in some selected wheat genotypes using AMMI and GGE biplot methods. Agronomy, 12(5): 1130.
9. Poehlman, J.M. 2013. Breeding field crops: Springer Science & Business Media, USA, 723 pp.
10. Qaseem, M.F., R. Qureshi, N. Illyas and S.G. Jalal-Ud-Din. 2017. Multivariate statistical analysis for yield and yield components in bread wheat planted under rainfed conditions. Pakistan Journal of Botany, 49(6): 2445-2450.
11. Reif, J.C., P. Zhang, S. Dreisigacker, M.L. Warburton, M. van Ginkel, D. Hoisington, M. Bohn and A.E. Melchinger. 2005. Wheat genetic diversity trends during domestication and breeding. Theoretical and Applied Genetics, 110(5): 859-864.
12. Shojaei, S.H., K. Mostafavi, M.R. Bihamta, A. Omrani, S.M.N. Mousavi, Á Illés, C. Bojtor and J. Nagy. 2022. Stability on maize hybrids based on GGE biplot graphical technique. Agronomy, 12(2): 394.
13. Shojaei, S.H., K. Mostafavi, A. Omrani, Á. Illés, C. Bojtor, S. Omrani, S.M.N. Mousavi and J. Nagy. 2022. Comparison of maize genotypes using drought-tolerance indices and graphical analysis under normal and humidity stress conditions. Plants, 11(7): 942.
14. Singh, B.D. 2015. Plant Breeding: Principles and Methods: Kalyani Publishers, India.
15. Singh, R.P. and R. Trethowan. 2007. Breeding spring bread wheat for irrigated and rainfed production systems of the developing world. Breeding Major Food Staples, 109-140 pp.
16. Tahmasebi, G., J. Heydarnezhadian and A.P. Aboughadareh. 2013. Evaluation of yield and yield components in some of promising wheat lines. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5(20): 2379-2384.
17. Vahabzadeh, M., G. Aminzadeh, M. Ghasemi, M. Kalateh, J. Jaafabai, S. Khavarinejad, M. Abedi Parikhan, H. Fallah, A. Tarinejad, A. Abroudi, A. Saidi, G. Yahyaie, B. Pirayeshfar, A. Nourinia, K. Nazari, F. Afshari, M. Torabi, M. Serajazari, M. Dehghan and M. Ahmadian Moghaddam. 2008. Moghan 3, A new bread wheat cultivar for warm humid climate of Khazar, Iran. Seed and Plant Journal, 24(4): 767-771 (In Persian).
18. Yan, W. and M.S. Kang. 2003. GGE Biplot Analysis: A graphical Tool for Breeders, Geneticists, and Agronomist. CRC press. Boca Raton, FL
19. Yan, W. 2001. GGEbiplot-a windows application for graphical analysis of multi-environment trial data and other types of two-way data. Agronomy Journal, 93: 1111-1118.

[DOI: 10.61186/jcb.15.45.135]

Evaluation of Yield and Yield Components in Promising Wheat Lines using Multivariate Statistical Methods

Amir Kabiri[1], Faezeh Zafarian[2], Ali Omrani[3] and Arasto Abbasian[4]

1 and 4- Respectively, A master's Student and an Assistant Professor of the Department of Agriculture, Faculty of Agricultural Sciences, Sari University of Agriculture and Natural Resources, Sari, Iran
2- Associate Professor, Department of Agriculture, Faculty of Agricultural Sciences, Sari University of Agriculture and Natural Resources, Sari, Iran, (Corresponding author: fa.zaefarian@sanru.ac.ir)
3- Research Assistant Professor, Agricultural and Horticultural Science Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Ardabil Province (Moghan), Agricultural Research, Education and Extension Organization, Moghan, Iran
Received: 19 June, 2022 Accepted: 17 August, 2022

Extended Abstract

Introduction and Objective: Wheat (*Triticum aestivum* L.) is the most important crop and staple food of three quarters of the world's population. Therefore, the study of genetic diversity of this strategic plant helps breeders to identify the genetic potential and capacity of traits related to breeding goals, including yield and yield components. Knowing the differences between different wheat genotypes and how these differences relate to their potential yield is crucial in improving the yield of new cultivars.

Material and Methods: In order to achieve the desired wheat genotypes, study of genetic diversity of yield, yield components and interaction of genotype × treat of 21 promising wheat lines in terms of 14 important agronomic traits in a randomized complete block design (RCBD) in three replications with important commercials cultivars of the region (Tirgan and Kalateh) as controls, was performed. The experiment was planted in the Agricultural Research Station of the Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (Moghan). Among the existing methods for evaluating diversity, multivariate analysis is one of the most important and widely used methods.

Results: The results of analysis of variance at the probability level of 0.01 and 0.05 indicated that the studied wheat lines had significant differences in all traits except the number of grains per spike. Comparison of the mean performed by Duncan method also showed that G17 and G15 lines were selected as desirable lines in terms of all measured traits; while, G3 and G19 lines also had the lowest rank in this analysis. The results of correlation analysis also showed that the grain yield had a positive and significant correlation with all the evaluated traits except the number of tillers, peduncle length and number of grains per spike. Based on the principal component analysis performed on the experimental data, the first 5 components explained more than 75% of the variance of the data. According to the grouping diagram of the lines in terms of the first and second components, the lines were grouped into four groups. Based on the graphical analysis of the line ranking chart, the promising wheat lines G15 and G17 had better performance in the evaluated traits than the other studied lines, and the G4 line in terms of stability in the traits, as stable line, was selected. The multidimensional diagram also identified G15, G17, G18, G23, G6, G10 and G12 lines as desirable genotypes, and in terms of line ranking diagram based on the ideal line, G15 and G17 lines were also identified as the top ranking line.

Conclusion: Lines with high yield potential and other desirable agronomic traits identified in this study can be used to create superior populations and compatible with the characteristics of hot and humid zone in the north of the country.

Keywords: Correlation analysis, Grain yield, Graphic analysis, Principal component analysis

[DOI: 10.61186/jcb.15.45.135]