مجله زراعت و اصلاح نباتات
جلد ۱۳، شماره ۱، بهار ۱۳۹٦
صفحات ٥٤-٤٣

گروه‌بندی لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم بهاره از لحاظ برخی صفات زراعی

Grouping of spring wheat recombinant inbred lines in term of some agronomic traits

حمزه حمزه*[۱]، علی اصغری [۲]، سید ابولقاسم محمدی [۳]، امید سفالیان[٤]، سلیمان محمدی[٥]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۷/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۲/۲۰

چکیده

به‌منظور گروه‌بندی لاین‌های خالص نوترکیب گندم بهاره، آزمایشی در دو سال زراعی ۹۳ و ۹٤ با استفاده از ۱٤۸ لاین اینبرد نوترکیب گندم نان بهاره حاصل از تلاقی رقم Yecora Rojo و ژنوتیپ No. 49 به همراه والدین در دو مکان مهاباد و میاندوآب در قالب طرح آلفا لاتیس با دو تکرار و در دو شرایط آبیاری کامل و تنش کم‌آبی اجرا شد. در این بررسی صفات وزن ساقه، طول پدانکل، وزن پدانکل، طول سنبله، سنبله در متر مربع، وزن دانه، تعداد دانه، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت اندازه‌گیری شدند. بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها، بین دو شرایط رطوبتی از لحاظ کلیه صفات اختلاف معنی‌داری وجود داشت و اثر متقابل ژنوتیپ در شرایط تنها بر صفت عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود که امکان مقایسه لاین‌ها در متوسط شرایط محیطی فراهم شد. در تجزیه به عامل‌ها از طریق تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، چهار عامل وارد مدل شدند که ۷۵/۰٤ درصد از تغییرات داده‌ها را تبیین نمودند. بر اساس نتایج تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌ها به ٤ گروه تقسیم شدند که گروه اول که در بر گیرنده ژنوتیپ های شماره ۷، ۱٥، ۱۷، ۲۱، ۲۷، ۳۰، ۳٤، ۳٦، ۳۷، ٤۰، ٥٦، ٥۸، ٥۹، ٦۰، ٦۲، ٦٦، ٦۷، ٦۹، ۷٦، ۸۱، ۸۹، ۹۰، ۹۱، ۹۷، ۹۹، ۱۰۹، ۱۱۷، ۱۱۸، ۱۲۱، ۱۲٥، ۱۳٦ و والد No. 49 بودند که بالاترین عملکرد دانه و اجزای عملکرد را به خود اختصاص داد. این ژنوتیپ‌ها به‌عنوان ژنوتیپ‌های مناسب جهت برنامه‌های به‌نژادی برای ایجاد ارقام پرمحصول شناسایی شدند.

کلمات کلیدی: لاین اینبرد نوترکیب، تجزیه به عامل‌ها، تجزیه خوشه‌ای.

۱- دانشجوی دکتری ژنتیک بیومتری دانشگاه محقق اردبیلی
۲- دانشیار، عضو هیئت علمی دانشگاه محقق اردبیل
۳- استاد، گروه به‌نژادی و بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۴- عضو هیئت علمی دانشگاه محقق اردبیل
۵- بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی ، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران
*- مکاتبه کننده E- mail: Hamze_606@yahoo.com

مقدمه

گندم یکی از مهم‌ترین و با ارزش‌ترین گیاهانی است که بیش از هرگیاه زراعی دیگری در دنیا کشت می‌شود. گندم با تأمین بیش از ۴۰ درصد کالری و ۵۰ درصد پروتئین مورد نیاز، در جیره غذایی جامعه ایرانی از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. میزان تولید گندم نان حدود ۶۲۰ میلیون تن در سال می‌باشد (Ogbonnaya *et al*., 2013). برآورد تنوع ژنتیکی در گیاهان زراعی، نقش بسیار مهمی در پیشبرد برنامه‌های اصلاحی و حفاظت از منابع ژنتیکی دارد. افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات زراعی و استفاده بهینه از ذخایر ژنی مستلزم جمع‌آوری، نگهداری، توصیف و ارزیابی مواد ژنتیکی است (Pearce *et al*., 2000). گندم به‌عنوان مهم‌ترین گیاه زراعی در جهان و ایران دارای ژنوتیپ‌های زیادی است که در برنامه‌های اصلاحی مورداستفاده قرار می‌گیرد. بنابراین، لازمه استفاده کارا و صحیح از آن‌ها، شناسایی روابط ژنتیکی ژنوتیپ‌ها و تعیین سطح تنوع موجود می‌باشد (Nazari and Abdolshahi, 2013). روش‌های مختلفی برای برآورد تنوع ژنتیکی وجود دارد و از جمله مهم‌ترین آن‌ها روش‌های آماری چند متغیره است که به‌طور هم‌زمان از اطلاعات چندین صفت در کلیه افراد استفاده می‌کند و به‌طور وسیعی در تجزیه و تحلیل تنوع ژنتیکی بر پایه داده‌های مورفولوژیک، بیوشیمیایی و ملکولی کاربرد دارند (Mohammadi and Prasanna, 2003). یکی از روش‌های تجزیه و تحلیل چند متغیره، تجزیه به عامل‌ها است که حالتی تعمیم یافته از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی است. ولی برخلاف آن، بر مبنای یک مدل نسبتاً ویژه‌ی آماری استوار است. در این روش هدف اصلی توضیح رابطه بین متغیرها از طریق تعداد کمیت تصادفی غیر قابل مشاهده تحت عنوان عامل‌ها و در عین حال کاهش حجم داده‌ها است. در چنین شرایطی، عوامل پنهانی که موجب پدید آمدن همبستگی بین صفات می‌شوند، شناسایی گردیده و بر اساس آن‌ها متغیرها به گروه‌هایی با همبستگی درون‌گروهی بالا دسته‌بندی می‌شوند (فرشادفر، ۱۳۸۵). تجزیه خوشه‌ای نیز یکی از روش‌های آماری برای بررسی تنوع ژنتیکی در بین واریته‌های مختلف می‌باشد که از آن برای گروه‌بندی صفات و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها استفاده می‌شود. محققین با استفاده از تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌های مورد بررسی را بر اساس شباهت آن‌ها از نظر تعدادی از صفات گروه‌بندی می‌کنند (فرشادفر، ۱۳۸۵). در این حالت افرادی که در یک گروه قرار می‌گیرند، نزدیک به هم بوده و افراد گروه‌های دورتر، تفاوت بیش‌تری از هم خواهند داشت (Romesburg, 1990). گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره برای به نژادگران گندم می‌تواند دارای ارزش کاربردی باشد. از این نظر که، ممکن است ژنوتیپ‌ها بسته به هدف به‌نژادی از کلاسترهای مختلف انتخاب شود و هم‌چنین برای تعریف استراتژی‌ها در جهت جمع‌آوری ژرم پلاسم کمک می‌کند (Faris *et al*., 2006). اهری‌زاد و همکاران (Aharizad *et al*., 2010) در بررسی واکنش لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان به تنش خشکی و گروه‌بندی آن‌ها دریافتند بین لاین‌ها از نظر کلیه‌ی صفات غیر از تعداد پنجه‌ی نابارور تفاوت معنی‌داری وجود داشت و تجزیه خوشه‌ای به روش وارد لاین‌ها را به دو گروه تقسیم کرد و همچنین بر اساس نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و چرخش وریماکس چهار عامل را شناسایی کردند که ۸۸/۶۹ درصد از کل تغییرات داده‌ها را تبیین کرد. تقی زادگان و همکاران (Taqi Zadeghan *et al*., 2015) در ارزیابی لاین‌های خالص نوترکیب گندم نان از نظر برخی صفات زراعی و مورفولوژیکی دریافتند لاین‌های مورد مطالعه از نظر همه صفات به جز وزن سنبله، سطح برگ پرچم و شاخص برداشت اختلاف معنی‌دار مشاهده کردند و همچنین با انجام تجزیه خوشه‌ای به روش وارد لاین‌های مورد مطالعه را به چهار گروه تقسیم‌بندی کردند و درنهایت با انجام تجزیه به عامل‌ها، چهار عامل مهم، را که در حدود ۸۲ درصد از کل تغییرات داده‌ها را توجیه می‌کرد شناسایی کردند. نیک‌سرشت

و همکاران (Nikoseresht *et al.*, 2014) در بررسی لاین-های پیشرفته گندم نان در دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی با استفاده از تجزیه به عامل‌ها، چهار عامل اول در شرایط نرمال رطوبتی ۸۰/۲۴ و در حالت تنش ۷۹/۶۲ درصد از واریانس کل را توجیه نمودند. همچنین، آن‌ها با استفاده از تجزیه کلاستر به روش وارد بر اساس فاصله اقلیدوسی ۳۶ لاین و رقم را به چهار گروه دسته‌بندی کردند. یکی از راه‌های افزایش عملکرد، ایجاد ارقام نوترکیب است. نوترکیبی یکی از مؤلفه‌های ضروری تکامل و اصلاح است، در روش‌های جدید مطالعات ژنتیکی، لاین‌های نوترکیب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند (Esch *et al.*, 2000). لذا این بررسی به‌منظور مطالعه تنوع ژنتیکی، ارزیابی واکنش لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان به خشکی و گروه‌بندی لاین‌ها از لحاظ برخی صفات زراعی با استفاده از آمار چند متغیره و در نهایت شناسایی بهترین لاین از لحاظ عملکرد و صفات مرتبط با آن انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی: مواد گیاهی مورد استفاده شامل ۱۴۸ لاین اینبرد نوترکیب گندم نان بهاره حاصل از تلاقی رقم Yecora Rojo (زودرس و پاکوتاه به‌عنوان والد پدری با منشأ امریکا ۱۴۹) و ژنوتیپ No. 49 (دیررس و پابلند به‌عنوان والد مادری با منشأ سیستان و بلوچستان) بود. لاین‌ها در دانشگاه ریورساید تولید و از طریق قطب علمی اصلاح مولکولی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در اختیار این پژوهش قرار داده شد.

ارزیابی مزرعه‌ای: لاین‌های مورد مطالعه به‌همراه والدین در مزرعه نهالستان منابع طبیعی مهاباد و ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب در سال‌های زراعی ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ کشت شدند. این دو منطقه بر اساس طبقه‌بندی دو مارتن، به ترتیب جزو مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور طبقه-بندی شده‌اند. آزمایش در هر دو منطقه در قالب طرح آلفا لاتیس با دو تکرار و در دو شرایط عادی و تنش رطوبتی به‌منظور ارزیابی واکنش لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم به تنش خشکی، اجرا شد. هر لاین در کرت‌های دو ردیفی به طول ۲/۵ متر و فاصله بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر با تراکم ۵۰۰ بذر در مترمربع کشت شد. آبیاری در تیمارهای تنش و بدون تنش تا مرحله ظهور سنبله، بعد از ۹۰ میلی‌متر تبخیر از طشتک کلاس A، بسته به دما و میزان تبخیر و تعرق انجام گرفت. برای اعمال تنش کم‌آبی، در مرحله ظهور سنبله، در تیمار تنش، آبیاری قطع شد ولی در آزمایش بدون تنش تا زمان رسیدگی آبیاری ادامه یافت. کلیه مراقبت‌های زراعی به‌طور یکسان برای لاین‌ها انجام شد. در موقع رسیدگی فیزیولوژیکی، صفات ارتفاع و وزن بوته، طول و وزن سنبله اصلی، طول و وزن پدانکل، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در واحد سطح، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت هر واحد آزمایشی اندازه‌گیری شدند.

تجزیه‌های آماری: تجزیه واریانس ساده و تجزیه واریانس مرکب پس از بررسی و تأیید برقراری مفروضات بر اساس داده‌های دو سال و دو مکان انجام شد. برای مطالعه روابط بین صفات و هم‌چنین گروه‌بندی لاین‌های مورد مطالعه از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با چرخش وریماکس استفاده شد. جهت انتخاب تعداد عامل‌ها در ضمن استفاده از نمودار اسکری‌پلات، مؤلفه‌هایی که ریشه مشخصه (ویژه مقدار) بالاتر از یک و یا نزدیک به یک داشتند و در ضمن حدود ۸۰ ٪ واریانس متغیرهای اولیه را بیان کردند، انتخاب شدند. هم-چنین، جهت گروه‌بندی لاین‌ها از تجزیه خوشه‌ای روش با روش حداقل واریانس Ward استفاده گردید.

نتایج و بحث

پس از بررسی و تأیید برقراری فرض‌های تجزیه واریانس، یعنی نرمال بودن توزیع خطاها، یکنواختی واریانس‌های درون تیماری و اثر افزایشی بلوک با تیمار که به‌ترتیب به کمک آزمون شاپیرو- ویلک، توزیع باقیمانده و آزمون غیر افزایشی توکی صورت گرفت (جدول ۱)، بر اساس نتایج جدول تجزیه

واریانس مرکب داده‌ها بین دو سال آزمایش از لحاظ کلیه صفات به غیر از تعداد دانه در سنبله و عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی‌داری وجود داشت. وجود این اختلاف معنی‌دار احتمالاً به دلیل شرایط آب و هوایی متفاوت و هم‌چنین شرایط متفاوت زمین و خاک محل آزمایش در دو سال باشد. اثر مکان نیز بر کلیه صفات مورد بررسی به غیر از وزن پدانکل معنی‌دار بود. بین دو شرایط نرمال رطوبتی و تنش کم‌آبی از لحاظ کلیه صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌دار دیده شد. اثر متقابل سال و مکان بر روی کلیه صفات مورد بررسی به غیر از وزن پدانکل معنی‌دار بود. در کلیه صفات به غیر از طول ساقه و وزن هزار دانه اثرمتقابل سال در شرایط نیز معنی‌دار گردید. اثر متقابل مکان در شرایط تنها بر صفات وزن ساقه، طول سنبله و وزن سنبله معنی‌دار بود. هم‌چنین، بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از لحاظ کلیه صفات زراعی مورد بررسی اختلاف معنی‌دار دیده شد؛ بنابراین، تنوع ژنتیکی قابل توجهی در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر کلیه صفات وجود داشت که می‌توان از این تنوع در برنامه‌های گزینش برای بهبود صفات زراعی بهره‌برداری کرد. اثر متقابل ژنوتیپ در سال بر کلیه صفات مورد بررسی به غیر از وزن پدانکل معنی-دار بود. این موضوع بیانگر این واقعیت بود که واکنش لاین-های نوترکیب از یک سال به سال دیگر مشابه نبوده است. اثر متقابل ژنوتیپ در مکان نیز تنها بر صفت وزن سنبله معنی‌دار گردید. اثر متقابل ژنوتیپ در شرایط تنها بر صفت عملکرد بیولوژیک از لحاظ آماری معنی‌دار بود. نظر به این‌که در مورد همه صفات (به غیر از عملکرد بیولوژیک) اثر متقابل ژنوتیپ در شرایط غیر معنی‌دار شد، مقایسه لاین‌ها در متوسط شرایط انجام شد (اهری‌زاد و همکاران، ۱۳۸۹؛ مقدس‌زاده اهرابی و همکاران، ۱۳۸۹). بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها هم‌چنین مشاهده شد که اثر متقابل سه‌جانبه ژنوتیپ × مکان × سال بر کلیه صفات مورد بررسی از لحاظ آماری معنی‌دار بود. درحالی‌که، اثر متقابل سه جانبه ژنوتیپ × شرایط × سال بر صفات طول سنبله، عملکرد دانه و شاخص برداشت معنی‌دار گردید. اثر متقابل سه جانبه ژنوتیپ × شرایط × مکان تنها در صفت شاخص برداشت معنی‌دار شد. در نهایت اثر چهارجانبه ژنوتیپ × سال × شرایط × مکان بر هیچ یک از صفات مورد بررسی اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۱)؛ بنابراین، با توجه به معنی‌دار نشدن اثر متقابل ژنوتیپ در شرایط برای اکثر صفات و واکنش یکسان ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط، در کلیه تجزیه‌ها از میانگین ژنوتیپ‌ها در دو شرایط استفاده شد. حیدری و همکاران (۱۳۸۷) در بررسی روابط بین صفات در جمعیت‌های دابل هاپلوئید گندم، گزارش کردند که بروز فنوتیپی عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و تعداد سنبله در مترمربع در مقایسه با سایر صفات بیش‌تر تحت تأثیر اثر سال قرار گرفت و اثر متقابل ژنوتیپ × سال برای این صفات نیز معنی‌دار شد.

در تجزیه به عامل‌ها مقدار آماره KMO برابر ۰/۵۷ و آزمون اسفریستی بارتلت معنی‌دار شد که بیانگر کافی بودن مقادیر همبستگی متغیرهای اولیه برای تجزیه به عامل‌ها بود (جدول ۲). با در نظر گرفتن مقادیر ویژه بزرگ‌تر از یک، در این تحقیق چهار عامل شناسایی شدند که ۷۵/۰۴ درصد از تغییرات داده‌ها را تبیین کردند. ضرایب عاملی بزرگتر از ۰/۵ صرف نظر از علامت مربوطه به‌عنوان ضرایب معنی‌دار در نظر گرفته شدند. عامل اول که بیش‌ترین مقدار از تغییرات داده‌ها را تبیین کرد (۲۶/۹۹ درصد)، دارای ضرایب عاملی بزرگ و مثبت برای صفات ارتفاع ساقه، وزن ساقه، طول پدانکل و وزن پدانکل بود (جدول ۵). عامل مذکور را می‌توان عامل ارتفاع گیاه نامید. در گندم پس از فتوسنتز جاری می‌توان به کربوهیدرات‌های ذخیره شده در بخش‌های رویشی (ازجمله ساقه) به‌عنوان منبع تأمین کننده کربوهیدرات‌های مورد نیاز برای پر کردن دانه اشاره نمود که جزء کربوهیدرات‌های غیر ساختاری محسوب می‌شوند و در حدود ۲۵ تا ۴۰ درصد از کل وزن خشک ساقه را تشکیل می‌دهند(Savic *et al.*, 2012). یکی از راهکارهای دستیابی به عملکرد بالا در ژنوتیپ‌های گندم تخصیص بیش‌تر مواد فتوسنتزی به مخازن

اقتصادی یا دانه‌هاست (مدحج، ۱۳۹۰). بنابراین اگر گزینش بر اساس عامل اول صورت بگیرد، بیش‌ترین تأثیر را روی صفات مرتبط با ارتفاع گیاه خواهد داشت و ژنوتیپ‌هایی برخوردار از عامل اول می‌توانند از انتقال مجدد و سهم انتقال مجدد بالاتر در عملکرد دانه برخوردار باشند. خدادادی و همکاران (Khodadadi *et al*., 2011) ضمن انجام تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در گندم صفت ارتفاع را در عامل اول، قرار دادند.

عامل دوم که ۱۸/۲۷ درصد از تغییرات داده‌ها را تبیین کرد، دارای ضرایب عاملی مثبت و بزرگ برای صفات وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت بود. لذا، این عامل، عامل عملکرد نام‌گذاری شد. چنانچه گزینش لاین‌ها بر اساس عامل دوم انجام شود، لاین‌های انتخاب شده عملکرد دانه بالایی خواهند داشت. صادق قول مقدم و همکاران (Sadeg ghol mogadam *et al*., 2011) و طوسی مجرد و بی همتا (۱۳۸۶) عملکرد دانه سنبله، بیوماس، شاخص برداشت و تعداد سنبلچه بارور را در عامل اول با عنوان عامل مؤثر بر اجزای عملکرد و تولید محصول نام‌گذاری کردند. لیلا و الخطیب (Leilah and Al-Khateeb, 2005) در بررسی عوامل مؤثر بر عملکرد دانه گندم تحت شرایط خشکی سه عامل را شناسایی کردند که عامل اول مؤثر بر عملکرد و اجزای عملکرد، عامل دوم مؤثر بر ارتفاع بوته و عامل سوم بر شاخص برداشت مؤثر بود.

عامل سوم که ۱۵/۴۵ درصد از کل واریانس داده‌ها را تبین نمود دارای ضرایب همبستگی درونی مثبت و معنی‌داری برای صفات طول سنبله و وزن سنبله بود عامل مذکور را می‌توان عامل خصوصیات سنبله نامید. فاکتور مذکور را گل پرور و همکاران (Gol- Parvar *et al*., 2003) در عامل سوم به‌عنوان عوامل مؤثر بر خصوصیات سنبله معرفی نمودند.

در نهایت دو صفت سنبله در متر مربع و عملکرد بیولوژیک نیز با عامل چهارم توجیه شدند که در ۱۴/۶۸ درصد از کل تغییرات داده‌ها را توجیه کرد عامل مذکور را می‌توان عامل زیست توده نامید. خدادادی و همکاران (Khodadadi *et al*., 2011) ضمن تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در گندم تعداد سنبله در متر مربع را در عامل دوم، قرار دادند.

اهری‌زاد و همکاران (۱۳۸۹) بر اساس نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و چرخش وریماکس چهار عامل را شناسایی کردند که ۸۸/۶۹ درصد از کل تغییرات داده‌ها را تبیین کرد آن‌ها عامل اول را عامل عملکرد، و عامل سوم را اجزای عملکرد نامیدند و اظهار داشتند انتخاب از طریق هر یک از این عامل‌ها منجر به گزینش لاین‌ها و ارقام مورد مطالعه بر اساس صفات مهم در هریک از عامل‌ها خواهد بود.

نمودار درختی حاصل از تجزیه خوشه‌ای ۱۴۸ اینبرد لاین نوترکیب به همراه والدین Yecora Rojo و .No 49 در مجموع دو سال، دو مکان و دو شرایط ترسیم شد. بر اساس تجزیه واریانس چند متغیره، برش نمودار درختی از فاصله ۱۰ بیش‌ترین مقدار F و درنتیجه بیش‌ترین نسبت واریانس بین گروهی به درون گروهی را فراهم کرد. بر این اساس، لاین‌ها به چهار گروه تقسیم شدند. تجزیه واریانس از نظر صفات مورد مطالعه نشان داد که بین این گروه‌ها از نظر کلیه صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳). گروه ۱ شامل ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۷، ۱۵، ۱۷، ۱۸، ۲۱، ۲۵، ۲۷، ۳۰، ۳۴، ۳۶، ۳۷، ۴۰، ۴۴، ۴۶، ۵۰، ۵۲، ۵۳، ۵۴، ۵۶، ۵۸، ۵۹، ۶۰، ۶۱، ۶۲، ۶۶، ۶۷، ۶۹، ۷۲، ۷۳، ۷۴، ۷۵، ۷۶، ۷۹، ۸۱، ۸۳، ۸۵، ۸۶، ۸۹، ۹۰، ۹۱، ۹۲، ۹۴، ۹۵، ۹۷، ۹۸، ۹۹، ۱۰۹، ۱۱۴، ۱۱۵، ۱۱۷، ۱۱۸، ۱۲۱، ۱۲۳، ۱۲۴، ۱۲۵، ۱۲۶، ۱۲۹، ۱۳۶ و ۱۵۰ (والد .No 49) بود. ژنوتیپ‌های موجود در این گروه از نظر صفات وزن ساقه، طول پدانکل، وزن پدانکل، طول سنبله، تعداد دانه، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت، نسبت به دیگر گروه‌ها از ارزش بالاتری برخوردار بودند. لذا، ژنوتیپ‌های موجود در این گروه هم از نظر کلیه صفات زراعی دارای ویژگی برتری بودند. با توجه به اینکه لاین‌های این خوشه از نظر عملکرد و اجزای عملکرد نسبت به میانگین کل ارزش بیش‌تری دارند، بنابراین در برنامه‌های اصلاحی جهت تولید ارقام برتر ازنظر عملکرد

و اجزای آن می‌توان از لاین‌های این خوشه استفاده نمود (اهری‌زاد و همکاران، ۱۳۸۹؛ Taqi Zadeghan *et al*., 2015). گروه دوم ژنوتیپ‌های شماره ۶، ۱۰، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۹، ۲۰، ۲۲، ۲۳، ۲۶، ۲۸، ۲۹، ۳۲، ۳۵، ۳۹، ۴۳، ۴۸، ۵۱، ۶۸، ۷۰، ۷۱، ۷۷، ۸۲، ۹۳، ۱۰۳، ۱۰۵، ۱۰۷، ۱۱۱، ۱۲۷، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۳، ۱۳۴، ۱۳۸، ۱۴۰، ۱۴۱، ۱۴۵ و ۱۴۶ را در برگرفت. ژنوتیپ های گروه مذکور در مقایسه با میانگین کل گروه‌ها از طول پدانکل، وزن پدانکل و تعداد سنبله در متر مربع بالاتر از میانگین و از طول ساقه، وزن ساقه، طول پدانکل، طول سنبله، وزن سنبله، تعداد دانه، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت کم‌تر از میانگین گروه‌ها برخوردار بودند. در گروه ۳ ژنوتیپ‌های شماره ۲، ۳، ۴، ۹، ۱۱، ۱۶، ۲۴، ۳۱، ۳۳، ۳۸، ۴۲، ۴۵، ۴۷، ۵۵، ۶۳، ۶۴، ۶۵، ۷۸، ۸۴، ۹۶، ۱۰۰، ۱۰۱، ۱۰۴، ۱۰۸، ۱۱۰، ۱۱۶، ۱۳۵، ۱۳۹ و ۱۴۲ قرار گرفتند. ارزش ژنوتیپ‌های این گروه ازنظر صفات طول ساقه، وزن ساقه، طول پدانکل، وزن پدانکل، طول سنبله بالاتر از میانگین کل و ازنظر سنبله در متر مربع، وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت پایین‌تر از میانگین کل بود. در نتیجه، این گروه در کل گروه نامطلوبی به شمار می‌رود (جدول ۴). در گروه ۴ شامل ژنوتیپ‌های شماره ۵، ۸، ۴۱، ۴۹، ۵۷، ۸۰، ۸۷، ۸۸، ۱۰۲، ۱۰۶، ۱۱۲، ۱۱۳، ۱۱۹، ۱۲۰، ۱۲۲، ۱۲۸، ۱۳۲، ۱۳۷، ۱۴۳، ۱۴۴، ۱۴۷، ۱۴۸ و ۱۴۹ (والد Yecora Rojo) قرار داشت. ژنوتیپ‌های این گروه از وزن هزار دانه و شاخص برداشت بالاتر از میانگین کل برخوردار بوده و از نظر صفات طول ساقه، طول پدانکل، وزن پدانکل، طول سنبله، سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه از ارزش پایین‌تر از میانگین کل برخوردار بودند (جدول ۳). بنابراین می‌توان اظهار داشت قسمت عمده ژنوتیپ‌های گروه مذکور قابل استفاده در برنامه‌های اصلاحی نیست. صادق قول مقدم و همکاران (Sadeg ghol mogadam *et al*., 2011) با استفاده از تجزیه کلاستر، ۴۰۱ ژنوتیپ گندم نان را در ۱۸ گروه دسته‌بندی نمودند. نیک‌سرشت و همکاران (Nikoseresht *et al*., 2014) در بررسی لاین‌های پیشرفته گندم نان با استفاده از تجزیه کلاستر به روش وارد ۳۶ لاین و رقم را به چهار گروه دسته‌بندی کردند. اهری‌زاد و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی واکنش لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان به تنش خشکی و با استفاده از تجزیه خوشه‌ای لاین‌ها را به دو گروه تقسیم کرد تقی زادگان و همکاران (Taqi Zadeghan *et al*., 2015) نیز با انجام تجزیه خوشه‌ای به روش وارد لاین‌های مورد مطالعه را به چهار گروه تقسیم‌بندی کردند.

نتیجه‌گیری کلی

ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر صفات عملکرد دانه و اجزای آن از تنوع بسیار بالایی برخوردار بودند و می‌توان از این پتانسیل ژنتیکی در برنامه‌های اصلاحی استفاده نمود. همچنین بر اساس نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی عامل عملکرد که در بر گیرنده صفات عملکرد دانه، وزن هزار دانه و شاخص برداشت بودند بیشترین حجم تغییرات داده‌ها را به خود اختصاص داد که بیانگر اهمیت عامل مذکور بود بنابراین گزینش لاین‌های اینبرد نوترکیب بر اساس عامل مذکور احتمالاً می‌تواند در دستیابی به ژنوتیپ‌هایی با عملکرد و اجزای عملکرد بالا مثمر ثمر باشد. بر اساس نتایج تجزیه خوشه ای، ژنوتیپ‌های کلاستر شماره یک که شامل ژنوتیپ‌های شماره ۷، ۱۵، ۱۷، ۲۱، ۲۷، ۳۰، ۳۴، ۳۶، ۳۷، ۴۰، ۵۶، ۵۸، ۵۹، ۶۰، ۶۲، ۶۶، ۶۷، ۶۹، ۷۶، ۸۱، ۸۹، ۹۰، ۹۱، ۹۷، ۹۹، ۱۰۹، ۱۱۷، ۱۱۸، ۱۲۱، ۱۲۵، ۱۳۶ و والد No. 49 بودند در مقایسه با دیگر کلاسترها که از عملکرد و اجزای عملکرد بالایی برخوردار بودند؛ که می‌توان از ژنوتیپ‌های مذکور در برنامه‌های به‌نژادی جهت گزینش ارقام پر محصول استفاده کرد.

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه در ۱۴۸ اینبرد لاین نوترکیب حاصل از تلاقی دو والد (Yecora Rojo × No. 49) در دو سال دو مکان و دو شرایط

Table 1. Mean squares of the studied traits in148 recombinant inbred lines derived from the cross of two parents (Yecora Rojo × No. 49) in two places and two two-year

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات											
		طول ساقه	وزن ساقه	طول پدانکل	وزن پدانکل	طول سنبله	سنبله در متر مربع	وزن سنبله	تعداد دانه	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت
SOV	Df	shoot length	Shoot weight	Peduncle length	peduncle Weight	spike length	Spike per square meter	Spike weight	number of grains	TKW	Biological yield	grains yield	HI
سال Y	1	32933.9**	141.1**	15.40ns	0.41**	22.33**	14003**	13.64**	530.2^{ns}	16734.2**	974.07^{ns}	96757**	6.14**
مکان L	1	46595.2**	22.9**	944.9**	0.001^{ns}	250.07**	2449.8**	52.87**	2620.1**	26480**	114069**	38618**	0.74*
شرایط P	1	66405.5**	9.07**	14900.3**	2.69**	503.28**	121658**	72.53**	14912 **	40348**	610439**	239624**	1.48**
سال × مکان Y× L	1	34358.4**	20.2**	303.56**	0.07^{ns}	126.83**	692.51**	8.19**	1473.26*	17113**	201859**	32667**	0.03^{ns}
سال × شرایط Y× P	1	1274.02^{ns}	4.82**	112.7**	0.44**	1.91^{ns}	22734**	1.70**	768.85^{ns}	103.82^{ns}	23128*	16739.2**	2.48**
مکان × شرایط L× P	1	0.02^{ns}	0.06*	2.23^{ns}	0.002^{ns}	16.57**	51.45^{ns}	0.49**	41.14^{ns}	675.3^{ns}	420.27^{ns}	415.14^{ns}	0.001^{ns}
سال × مکان × شرایط Y× L× P	1	1.68^{ns}	0.12**	55.70^{ns}	0.06^{ns}	2.61*	52.03^{ns}	0.17^{ns}	14.67ns	506.1^{ns}	16130^{ns}	651.66^{ns}	0.17^{ns}
خطای E1۱	8	290.97	0.04	31.44	0.049	2.26	158.43	0.22	181.61	208.26	4102.6	697.55	0.10
ژنوتیپ G	149	255.75**	0.04**	56.32**	0.010**	2.07**	540.79**	0.21**	42.58**	322.37**	1668.7**	799.95**	0.05**
ژنوتیپ × سال G× Y	149	273.93**	0.04*	62.43**	0.010^{ns}	2.0**	596.13**	0.20**	32.96**	336.08**	1803.6**	779.13**	0.06**
ژنوتیپ × مکان G× L	149	153.10^{ns}	0.03^{ns}	25.72^{ns}	0.006^{ns}	1.14^{ns}	312.11^{ns}	0.09**	18.08^{ns}	76.42^{ns}	1266.9^{ns}	217.92^{ns}	0.011^{ns}
ژنوتیپ × شرایط G× P	149	70.91^{ns}	0.01^{ns}	13.66^{ns}	0.003^{ns}	0.74^{ns}	90.72^{ns}	0.06^{ns}	12.56^{ns}	43.51^{ns}	470.19*	128.31^{ns}	0.014^{ns}
ژنوتیپ ×مکان × سال G× L× Y	149	132.37**	0.03**	28.34**	0.006**	1.30**	330.50**	0.09*	19.28**	93.06**	1251.5**	196.56**	0.010*
ژنوتیپ × شرایط × سال G× P× Y	149	52.79^{ns}	0.01^{ns}	16.49^{ns}	0.002^{ns}	0.95**	95.04^{ns}	0.06^{ns}	12.85^{ns}	41.79^{ns}	466.37^{ns}	164.44**	0.014**
ژنوتیپ × شرایط × مکان G× P× L	149	49.126^{ns}	0.01^{ns}	12.03^{ns}	0.002^{ns}	0.52^{ns}	82.20^{ns}	0.04^{ns}	6.65^{ns}	26.85^{ns}	392.43^{ns}	81.88^{ns}	0.011*
ژنوتیپ x سال x شرایط x مکان G× Y× P× L	149	48.08^{ns}	0.01^{ns}	13.12^{ns}	0.002	0.49^{ns}	102.24^{ns}	0.04^{ns}	8.16^{ns}	23.93^{ns}	300.30^{ns}	62.59^{ns}	0.008^{ns}
خطای E2۲	1192	76.66	0.01	15.50	0.003	0.67	174.09	0.06	11.77	42.06	427.61	86.32	0.008
ضریب تغییرات (درصد)CV%	-	21.09	29.40	16.01	24.80	14.72	23.83	23.03	21.58	19.18	25.56	24.24	25.02

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

Ns, * and **: no Significant, Significant at 5% and 1% levels probability, respectively

جدول ۲- ضرایب تجزیه به عامل‌ها برای صفات مورد مطالعه بعد از چرخش وریماکس در مجموع دو سال دو مکان و دو شرایط

Table 2. Factor analysis coefficients for traits after varimax rotation in two places and two two-year terms

صفات	بار عامل‌ها Factor			
	اول PC1	دوم PC2	سوم PC3	چهارم PC4
ارتفاع ساقه shoot length	0.86	0.03	0.11	0.11
طول پدانکل Peduncle length	0.84	-0.03	0.03	0.08
وزن پدانکل peduncle Weight	0.83	0.13	0.04	0.05
وزن ساقه Shoot weight	0.76	0.17	0.30	-0.03
شاخص برداشت HI	-0.10	0.85	0.25	0.02
وزن هزار دانه TKW	0.22	0.77	-0.13	0.06
عملکرد دانه grains yield	0.16	0.70	0.33	0.53
تعداد دانه در سنبله number of grains	0.04	0.26	0.80	0.09
طول سنبله spike length	0.19	-0.06	0.78	0.03
وزن سنبله Spike weight	0.45	0.46	0.47	0.01
سنبله در متر مربع Spike per square meter	-0.11	0.13	-0.06	0.89
عملکرد بیولوژیک Biological yield	0.40	0.01	0.21	0.79
ریشه مشخصه Eigen Values	3.24	2.19	1.85	1.76
درصد واریانس توجیه شده Proportional Variance	26.99	18.27	15.45	14.68
درصد تجمعی واریانس توجیه شده Cumulative pro. Variance	26.99	45.27	60.72	75.40

جدول ۳- تجزیه واریانس و مقایسه میانگین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای از لحاظ صفات مورد بررسی در مجموع دو سال دو مکان و دو شرایط

Table 3. Analysis of variance and mean comparison of groups from cluster analysis In terms of understudy traits in two places and two two-year terms

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات											
		طول ساقه	وزن ساقه	طول پدانکل	وزن پدانکل	طول سنبله	سنبله در متر مربع	وزن سنبله	تعداد دانه	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت
	Df	shoot length	Shoot weight	Peduncle length	peduncle Weight	spike length	Spike per square meter	Spike weight	number of grains	TKW	Biological yield	grains yield	HI
بین گروها Between groups	3	108.15**	0.01**	23.17**	0.05**	0.65**	710.31**	0.10**	22.51**	505.96**	1906.4**	960.97	0.045**
درون گروه‌ها Within groups	146	14.03	0.002	3.33	0.0005	0.12	19.97	0.01	2.25	16.95	68.12	30.80	0.002
گروه ۱ group1	-	55.60b	0.55a	26.50a	0.28a	7.35a	59.75b	1.41a	19.69a	55.36a	109.71a	52.04a	0.47a
گروه ۲ group2	-	53.75c	0.51b	25.67c	0.28a	7.11b	63.18a	1.30b	18.22b	52.41b	103.85b	44.50b	0.43b
گروه ۳ group3	-	58.15a	0.55a	27.66a	0.27a	7.26ab	52.81c	1.34b	18.84b	51.65b	100.62b	40.98c	0.41b
گروه ۴ group4	-	55.03bc	0.53ab	26.02bc	0.25b	7.10b	55.10c	1.36b	18.17b	56.47a	91.74c	45.29b	0.49a
میانگین **گروه‌ها** Mean	-	55.54	0.53	26.44	0.27	7.23	58.57	1.36	19.92	54.07	130.71	46.96	0.45

فهرست منابع References

اهری زاد، س.، و. احمدی و س. ا. محمدی. ۱۳۸۹. واکنش لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان به تنش خشکی و گروهبندی آن‌ها. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی و علف‌های هرز، ۴ (۱۵): ۶۷-۷۸.

حیدری ب.، ا. سیدطباطبایی بدرالدین و ق. ا. سعیدی. ۱۳۸۷. بررسی اثر متقابل سال و ژنوتیپ بر وراثت پذیری صفات و پیشرفت ژنتیکی ناشی از انتخاب در یک جامعه دابل هاپلوئید گندم. علوم کشاورزی ایران. ۱-۳۹ (۱): ۴۱-۵۰.

صادق قول مقدم، ر.، م. خدارحمی، و غ. ح. احمدی. ۱۳۹۲. بررسی تنوع ژنتیکی و تجزیه به عامل‌ها برای عملکرد دانه و سایر صفات مورفولوژیک گندم نان در شرایط تنش خشکی. مجله زراعت و اصلاح نباتات. ۷ (۱): ۱۳۳-۱۴۷.

فرشادفر، ع. ۱۳۸۵. اصول و روش‌های چند متغیره آماری (ویرایش دوم). کرمانشاه انتشارات طاق بستان انتشارات. ص: ۷۳۴.

مقدس زاده اهرابی، م.، م. مقدم واحد، س. اهری زاد، و س. ا. محمدی. ۱۳۹۱. ارزیابی لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم بهاره تحت تنش خشکی. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۶ (۲۱): ۳۷-۵۶.

نیک‌سرشت، ر.، ع. محمدی، ا. مجیدی هروان و خ. مصطفوی. ۱۳۹۳. بررسی لاین‌های پیشرفته گندم نان در دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی (F7) . نشریه بوم شناسی کشاورزی. ۶ (۱): ۱۰۷-۹۷.

مدحج، م . ۱۳۹۰. بررسی رابطه منبع و مخزن فیزیولوژیکی در ژنوتیپ‌های گندم (*Triticum aestivum and T. durum*) و تریتیکاله (*Triticale hexaploid Lart.*) در شرایط محیطی اهواز. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۹ (۲): ۲۶۴-۲۵۸,۵.

Braun, H. J., H. Ekiz., V. Eser., M. Keser., H. Ketata., G. Marcucci., A. I. Morgounov., and N. Zencirei. 1998. Breeding priorities of winter wheat programs. Propects for Global Improvement proc 5th Int. wheat conf. Ankara. Turkey. Academic publishers. 553-560.

Esch, E., J. M. SzymamtikYates., W. P. Pawlowski., and E. S. Buckler. 2007. Using crossover breakpoints in recombinant inbred lines to identify quantitative trait loci controlling the global recombination frequency. Genetics 177: 1851-1858.

Faris, H., A. Singh., H. Belay., and E. Johansson. 2006. Multivariate analysis of diversity of tetraploid wheat germplasm from Ethiopia. Journal of Genetic Resources and Crop Evolution 53: 1089–1098.

Gol Parvar, A., M. R. Ghanadha., A. Zali., and A. hmadi. 2003. Determine of the best selection traits for yield improvement of bread wheat under drought stress. Seed and Plant J., 18: 144-155.

Gol Parvar, A., M. R. Ghanadha., A. Zali., and A. Ahmadi. 2003. Determine of the best selection traits for yield improvement of bread wheat under drought stress. Seed and Plant Journal 18: 144-155.

Khodadadi M., M. H. Fotokian., and M. Miransari. 2011. Genetic diversity of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes based on cluster and principal component analyses for breeding strategies. Australian Journal of Crop Science 5(1):17-24.

Leilah, A. A., and S. Al-Khateeb. 2005. Statistical analysis of wheat yield under drought conditions. Journal of Arid Environments 61: 483–496.

Mohammadi, S. A., and B. M. Prasanna. 2003. Analysis of genetic diversity in cropplants-Salient statistical tools and considerations. Crop Science 43: 1235-1248.

Nazari, M., and R. Abdolshahi. 2013. Evaluation of genetic diversity in bread wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) using morpho-physiological traits and SSR markers. Journal of Agricultural Biotechnology 6(1):214- 231.

Ogbonnaya, F., A. Mujeeb-Kazi., A. G. Kazi., E. L. Lagudah., S. S. Xu., and D. Bonnett. 2013. Synthetichexaploid in wheat improvement. In: Jules Janick (Ed.). Pp: 35-122. Plant Breeding Reviews. John Wiley & Sons Inc.

Pierre, C. S., J. Crossa Manes., and M. P. Reynolds. 2010. Gene action of canopy temperature in red wheat under diverse environments. Theoretical and Applied Genetics 120: 1107–1117.

Romesburg, H. C. 1990. Cluster analysis for researches, R.K. Publishing Company, Malabar, Florida. pp: 9 -25.

Savic, J., D. Dodig., V. Kandic., D, Gelamoclija., and S. Quarrie. 2012. Bread wheat traits related to yield under post anthesis stress. Original Scientific Paper. Proceedings. 47th Croatian and 7th Inter. Symp. Agriculture Opatija. Croatia. 539-542.

Tahmasebi, S., M. Khodambashi., and A. Rezai. 2007. Estimation of genetic parameters for grain yield and related traits in wheat using diallel analysis under optimum and moisture stress conditions. Journal of Agriculture Science And natural Resource 1: 229-240.

Taqi Zadeghan, M., M. Norozi., and S. Aharizad. 2015. Evaluation of recombinant inbred lines of bread wheat In terms of agronomic and Morphological traits. Iranian Journal of Crop and Horticultural Breeding. 2 (3): 137-149.

Yildrim, M., N. Budak., and Y. Arshas. 1993. Factor analysis of yield and related traits in bread wheat. Turkish Journal of Field Crops 1: 11-15.

Grouping of spring wheat recombinant inbred lines base some agronomic traits

H. Hamza*[1], A. Asghari[2], S. A. Mohammadi[3], O. Sofalian[4], S. Mohammadi[5]

Received date: 16 Nov 2016
Accepted date: 9 May 2017

Abstract

In order to Grouping of spring wheat recombinant inbred lines in term of some agronomic traits, an experiment was conducted by using a 148 recombinant inbred lines resulted of cross between two parent, Yecora Rojo & No. 49 at two places of Mahabad and Mian'doab in alpha lattice design with two replications on normal and water deficit condition during two cropping season (2013-15). According to the combined analysis of variance, significant differences existed between the two moisture conditions for all traits and drought reduced the amount of 35.11% of grain yield in genotypes. The genotypes had significant difference for all traits and genotypes× environment interaction was significant only on biomass, so it became possible to compare lines in the average environmental conditions. In factor analysis based on principle component analysis, four factors were recognized that explained 75.04 percent of total variation of data. According to the dendrogram of cluster analysis, genotypes were divided into 4 groups that the first group, devoted the highest grain yield and yield component. Finally genotypes 7, 15, 17, 21, 27, 30, 34, 36, 37, 40, 56, 58, 59, 60, 62, 66, 67, 69, 76, 81, 89, 90, 91, 97 , 99, 109, 117, 118, 121, 125, 136 and No. 49 due to high yield and exposure to high-yield and its components cluster were identified a suitable genotypes.

Keywords: inbred lines, factor analysis, cluster analysis

1- Ph.D. Student of biometrical genetics at the University of Mohaghegh Ardabil
2- Associate Professor, University of Mohaghegh Ardabil
3- Prof, Dept of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, Univeristy of Tabriz, Iran.
4- Associate Professor, University of Mohaghegh Ardabil.
5- Seed and plant improvment reserch Department, West Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Urmia, Iran
* Corresponding author: Hamze_606@yahoo.com