ارزیابی تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات مورفولوژیکی و عملکرد دانه در ارقام پیشرفته گندم نان (*Triticum aestivum* L.) با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره

مینا سرابی[1*]، علیرضا تاری‌نژاد[2]، ورهرام رشیدی[3] و رحیم علیمحمدی[4]

چکیده

به منظور مطالعه تنوع ژنتیکی و ارتباط صفات مختلف مرفولوژیکی با عملکرد دانه در گندم نان، تعداد ۳۰ رقم پیشرفته در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این آزمایش ۱۹ صفت شامل عملکرد دانه و اجزای آن، خصوصیات مورفولوژیکی گیاه و دانه و صفات کیفی ارزیابی شدند. نتایج حاصل از تجزیه به مولفه‌ها نشان داد که دو مولفه اول و دوم در مجموع ۷۵/۵۱ درصد از کل تغییرات داده‌ها را توجیه نمودند به‌طوری‌که مولفه‌های اول و دوم، به ترتیب به عنوان مولفه عملکرد و مولفه فنولوژی شناخته شدند. بر اساس تجزیه رگرسیون مرحله‌ای، صفات تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، تعداد سنبله در مترمربع، ارتفاع بوته و طول سنبله اصلی ۹۸/۷ درصد از سهم اجزای عملکرد را تشکیل داده و سهم موثرتری در توجیه عملکرد دانه داشتند. تجزیه علیت داده‌های کمی نشان داد که بزرگ‌ترین اثر مستقل بر عملکرد دانه به‌ترتیب مربوط به وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و ارتفاع بوته بود. نتایج تجزیه خوشه‌ای به روش وارد نشان داد که ارقام مورد مطالعه در سه گروه طبقه‌بندی شدند و گروه سوم با ۲۳/۳ درصد از کل ارقام دارای میانگین عملکرد دانه بالاتری (۲۵۱۳/۵۷ کیلوگرم در هکتار) نسبت به دو گروه اول و دوم بود. با توجه به نتایج بدست آمده در شرایط آب و هوایی تحقیق حاضر رقم **N-76-16** به عنوان رقم مطلوب با عملکرد بالا برای منطقه معرفی و می‌تواند جهت تحقیقات تکمیلی و بهنژادی مورد گزینش قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: گندم نان، تنوع ژنتیکی، صفات، مولفه اصلی، رگرسیون چند مرحله‌ای و تجزیه خوشه‌ای.

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۶/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۰/۵/۸

۱- کارشناس ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز.

*** مسئول مکاتبات: minasarabi85@yahoo.com**

۲- استادیار گروه بیوتکنولوژی، دانشگاه تربیت معلم آذربایجان، تبریز.

۳- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز.

٤- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه.

مقدمه

ارزیابی تنوع ژنتیکی در گیاهان زراعی برای برنامه‌های اصلاح‌نباتات و حفاظت از ذخایر توارثی کاربرد حیاتی دارد. اهمیت تنوع ژنتیکی در اصلاح گیاهان در مطالعات بسیاری گزارش شده است. آگاهی از تنوع در گونه‌های گیاهی برای انتخاب والدین مناسب در دورگ‌گیری‌ها و تولید نتاج مناسب اهمیت دارد (Nobovati *et al*., 2010). روش‌های مختلفی برای برآورد تنوع ژنتیکی در گونه‌های گیاهی وجود دارد. از آنجایی که روش‌های آماری چند متغیره به‌طور همزمان چندین صفت را مدنظر قرار می‌دهند، در تجزیه و تحلیل تنوع ژنتیکی بر پایه داده‌های مورفولوژیک، بیوشیمیایی و مولکولی کاربرد وسیعی دارند. متخصصین اصلاح نبات ارقام و واریته‌های مختلف را به منظور پی بردن به تشابه یا فاصله ژنتیکی بین آن‌ها و استفاده از تنوع موجود در آن‌ها در برنامه‌های به‌نژادی دسته‌بندی می‌کنند. استفاده از روش‌های تجزیه و تحلیل روابط ژنتیکی موجود بین مواد اصلاحی امری ضروری است (Nei and lei, 1979; Farahani and Arzani, 2008).

ارزیابی تنوع ژنتیکی و روابط صفات زراعی و عملکرد دانه موضوع مطالعات مختلفی بوده است. زکی‌زاده و همکاران (Zakizade *et al*., 2010) تنوع ژنتیکی و روابط بین ۳۰ صفت مختلف و عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های گندم نان (*Triticum aestivum* L.) دارای سنبله بلند با استفاده از روش‌های تجزیه به عامل‌ها، رگرسیون مرحله‌ای چند متغیره و تجزیه خوشه‌ای مورد ارزیابی قرار دادند (Zakizade *et al*, 2010). هایلو و همکاران (Hailu *et al*., 2006) برای ارزیابی تنوع ژنتیکی گندم‌های تتراپلوئید در منطقه اتیوپی از آمار چند متغیره (تجزیه به مولفه‌های اصلی و تجزیه خوشه‌ای) استفاده نمودند (Hailu *et al*., 2006). پستی و آنیچیاریکو (Pecceti and Annicchiarico, 1998) با ارزیابی هفت صفت زراعی و فیزیولوژیکی در چهار گروه از گندم‌های دوروم، دو مولفه اصلی را شناسایی نمودند که جمعاً ٦٤ درصد از تغییرات را توجیه نمودند. (Pecceti and Annicchiarico, 1998). الگینز (Elings, 1991) با بررسی ٨٤ رقم بومی گندم‌های دوروم در منطقه سوریه از طریق تجزیه به مولفه‌های اصلی، سه مولفه اصلی را شناسایی نمود که به‌ترتیب ۵۱، ۲۹ و ۲۰ درصد از کل تنوع موجود بین داده‌ها توسط این سه مولفه تبیین شدند (Elings, 1991). ژیائو و پئی (Xiao and Pei, 1991) در آزمایشی روی ۳۹ رقم گندم زمستانه، ۱۰ صفت کمی را مطالعه و با استفاده از تجزیه عامل‌ها توانستند تنوع داده‌ها را به پنج عامل کاهش دهند. آن‌ها عامل اول را ارتفاع بوته و عامل دوم را تعداد دانه در سنبله اصلی نامیدند (Xiao and Pei, 1991). بات (Bhatt, 1973) با تجزیه علیت روی ٤٠ ژنوتیپ گندم، اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات زمان ظهور سنبله، ارتفاع بوته، تعداد سنبله و وزن دانه بر عملکرد را بررسی کرده و نشان داد که تعداد سنبله و وزن هزار دانه اثر مستقیم بزرگی بر عملکرد دانه دارند. وی اشاره نمود که زمان ظهور سنبله اثر مستقیمی بر عملکرد دانه نداشته و از طریق وزن هزار دانه و تعداد سنبله به‌طور غیرمستقیم بر آن تأثیر دارند (Bhatt, 1973).

این آزمایش با هدف ارزیابی تنوع ژنتیکی در ارقام پیشرفته گندم نان، صفاتی که بیشترین میزان تنوع عملکرد را توجیه می‌کنند و نیز درک روابط بین صفات، تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات موثر بر عملکرد دانه و شناسایی عوامل پنهانی موثر بر آن در شرایط اقلیمی منطقه میانه انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش ۳۰ رقم پیشرفته گندم نان بهاره N-75-11 (جدول ۱) طی سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه واقع در هشت کیلومتری شهرستان میانه (٣٧/٢٤′ عرض شمالی و ٤٧/٤٢′ درجه طول شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۱۰۰ متر) اجرا گردید. هر کرت آزمایشی شامل پنج ردیف کاشت به طول سه متر و عرض یک متر و فاصله خطوط کاشت ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. عملیات تهیه زمین شامل شخم پاییزه با استفاده از گاوآهن برگردان‌دار و اجرای شخم سطحی در اسفند ماه بود. کشت بذور بر اساس نقشه کاشت در فروردین ماه انجام و به منظور تسریع جوانه‌زنی یک مرحله آبیاری اعمال شد. به منظور جلوگیری از خسارت‌های بیماری‌های بذرزاد، بذور قبل از کشت با استفاده از قارچ‌کش ویتاواکس ضدعفونی شدند. کودهای شیمیایی (N، P و K) با توجه به آزمون خاک و توصیه برای منطقه مورد استفاده قرار گرفتند. مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت دستی در طول دوره رشد انجام شد. در این پژوهش، ۱۹ صفت شامل

تعداد روز تا سبز شدن، تعداد روز تا ساقه‌روی، تعداد روز تا ظهور سنبله، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک و تعداد روز تا رسیدگی کامل، طول ریشک، تعداد برگ در ساقه اصلی، سطح برگ‌پرچم، سطح برگ ماقبل پرچم، ارتفاع ساقه اصلی، طول پدانکل، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله اصلی، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، طول دوره پر شدن دانه، عملکرد کاه و عملکرد دانه مورد اندازه‌گیری قرارگرفتند. اندازه‌گیری برخی از صفات در مزرعه و برخی دیگر در آزمایشگاه انجام شد. برای صفات مورفولوژیک ۱۵ بوته از هر کرت با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای به‌طور تصادفی انتخاب و از میانگین صفات اندازه‌گیری شده در محاسبات استفاده شد. تجزیه به عامل‌ها بر مبنای تجزیه به مؤلفه‌های اصلی انجام و عوامل به‌دست آمده با روش وریماکس چرخش داده شدند. برای تعیین نقش اثر تجمعی صفات در تعیین عملکرد دانه، از روش رگرسیون چند متغیره خطی (گام به گام) استفاده گردید و برای مطالعه روابط علت و معلول و نحوه تأثیر صفات دارای همبستگی معنی‌دار با عملکرد دانه ارقام گندم نان مورد مطالعه، از روش تجزیه علیت معمولی استفاده گردید. در گروه‌بندی ارقام، تجزیه خوشه‌ای به روش وارد و بر مبنای مربع فاصله اقلیدسی به عنوان معیار تشابه استفاده شد. محاسبات آماری توسط نرم‌افزارهای MSTATC و SPSS 14 انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه به مولفه‌های اصلی

تجزیه به مولفه‌های اصلی با استفاده از صفات زراعی و مورفولوژیکی مورد اندازه‌گیری در ۳۰ رقم پیشرفته گندم نان انجام شد و مقادیر ریشه‌های مشخصه، نسبت واریانس توجیه شده توسط هر مؤلفه و کل واریانس در جدول (۲) ارایه شده است. از تجزیه به مولفه‌های اصلی برای رسیدن به اهداف تشریح و توجیه تنوع موجود در جامعه و تعیین نقش هر صفت در تنوع و کاهش تعداد متغیرهای اصلی از طریق مولفه‌های غیرهمبسته که ترکیبی از متغیرهای اصلی می‌باشند، استفاده شد. بر اساس تجزیه انجام شده، دو مولفه اول دارای ریشه مشخصه بزرگ‌تر از یک بودند. ریشه‌های مشخصه دو مولفه اول و دوم به‌ترتیب ۱۱/۵۸ و ۱/۲۵ بودند. این دو مولفه به‌ترتیب ٦٨/١٤ و۷/۳۷ درصد و در مجموع ۷۵/۵۲ درصد از تنوع بین صفات زراعی مورد بررسی را تبیین نمودند. یکی از اهداف این تجزیه این بود که ۱۹ صفت زراعی مورد بررسی را در قالب چند مولفه اصلی توجیه نمود و نقش این صفات را در بررسی تنوع کل بیان کرد. در مولفه اول که بیشترین میزان تغییرات را توجیه نمود، صفات طول دوره پر شدن دانه، عملکرد دانه، عملکرد کاه، وزن هزار دانه، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد برگ در ساقه اصلی، طول ریشک، طول پدانکل، طول سنبله، ارتفاع بوته، سطح برگ پرچم و ماقبل پرچم در جهت مثبت و تعداد روز تا ظهور سنبله در جهت منفی بیشترین سهم را در توجیه تنوع داشتند. در مولفه دوم بالاترین سهم در توجیه تنوع متعلق به سطح برگ پرچم، سطح برگ ماقبل پرچم و تعداد برگ در ساقه اصلی بود. بر اساس داده‌های به‌دست آمده مولفه اول به عنوان مولفه عملکرد و اجزای عملکرد و مولفه دوم به عنوان مولفه فنولوژی شناخته شد. زکی‌زاده و همکاران (Zakizade *et al*., 2010) در بررسی گندم‌های سنبله بلند نشان دادند که سه عامل اصلی و مستقل ۹٦ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نموده و این سه عامل به عنوان مولفه عملکرد، مولفه صفات کیفی و مولفه اجزای عملکرد نامگذاری شدند. همزا و همکاران (Hamza *et al*., 2004) در بررسی تنوع موجود در بین ۲٦ رقم جو زمستانه تونسی از ۱۲ صفت زراعی اندازه‌گیری شده استفاده نمودند و آنالیزهای تجزیه مولفه‌های اصلی منجر به شناسایی ٤ مولفه که ۸۷ درصد از تنوع کل را در بر می‌گرفتند، گردید. گوپتا و همکاران (Gupta *et al*., 1999) و محمدی و همکاران (Mohammadi *et al*., 2002) در آزمایشات خود نتایج مشابه با زکی‌زاده و همکاران (Zakizade *et al*., 2010) گزارش کردند.

رگرسیون گام به گام

برای تعیین سهم اثر تجمعی صفات در تعیین عملکرد دانه از روش رگرسیون چند گانه خطی (گام به گام) استفاده شد (جدول ۳). عملکرد کاه اولین متغیری بود که در مدل رگرسیون گام به گام وارد گردید و حدود ۹٤/۷ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمود. تعداد دانه در سنبله دومین صفت وارد شده به مدل بود که به‌تنهایی ۲/۱ درصد و در مجموع و همراه با عملکرد کاه ۹٦/۸ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. سومین صفت وزن هزار دانه بود که به تنهایی ۰/۵ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه و در مجموع با دو صفت فوق‌الذکر، ۹۷/۳ درصد از کل تغییرات را توجیه

کردند. متغیر بعدی وارد شده به مدل رگرسیون تعداد سنبله در مترمربع بود که به تنهایی ۰/۰۵ درصد از عملکرد دانه را توجیه نمود و در مجموع این صفت همراه با صفات فوق‌الذکر ۹۷/۸ درصد از کل تغییرات را تبیین نمودند. با توجه به این‌که این متغیر تأثیر معنی‌داری بر تغییرات عملکرد دانه نداشت در مراحل بعدی از مدل رگرسیون خارج شد. ارتفاع بوته صفتی بود که در مرحله بعدی وارد مدل شده و به‌تنهایی ۰/٦ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمود که در کل همراه با سایر صفات وارد شده به مدل ۹۸/٤ درصد از کل تغییرات را توجیه کردند. آخرین صفتی که وارد مدل رگرسیون شد، طول سنبله بود که به‌تنهایی ۰/۰۳ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه و در کل همراه با صفات فوق‌الذکر ۹۸/۷ درصد از کل تغییرات را توجیه نمودند. سه صفت مهم وارد شده به مدل از مهم‌ترین اجزای عملکرد هستند، می‌توان چنین نتیجه گرفت که توجیه عملکرد با صفت وزن دانه در سنبله می‌تواند متاثر از طول سنبله باشد که با افزایش طول سنبله، وزن دانه در سنبله نیز تغییریافته و در نهایت عملکرد تغییر می‌یابد. افیونی و محلوجی (Efyoni and Mahloji, 2005) با تجزیه رگرسیون مرحله‌ای در ٤۲ لاین و رقم گندم نان نشان دادند که دوره پر شدن دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در مترمربع و ارتفاع بوته زودتر از بقیه صفات به مدل وارد شده و موثرترین صفات بر عملکرد دانه بودند. زکی‌زاده و همکاران (Zakizade *et al*., 2010) نشان دادند که در رگرسیون مرحله‌ای، صفات عملکرد بیولوژیک، وزن دانه در سنبله و تعداد سنبله از مهم‌ترین اجزای عملکرد بوده و سهم موثرتری در توجیه عملکرد دانه داشتند.

تجزیه علیت

به‌منظور تفسیر بهتر نتایج به‌دست آمده از رگرسیون مرحله‌ای، تجزیه علیت برای عملکرد دانه انجام گردید (جدول ٤ و شکل ۱). وزن هزار دانه بالاترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه داشت. هم‌چنین ضریب همبستگی این صفت با عملکرد دانه و به علت اثر غیرمستقیم و مثبت از طریق ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، طول سنبله و تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. تعداد دانه در سنبله پس از وزن هزار دانه بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه داشت و به علت اثر غیرمستقیم و مثبت آن توسط صفاتی مثل وزن هزار دانه، تعداد سنبله، ارتفاع بوته و طول سنبله، ضریب همبستگی این صفت با عملکرد دانه نسبت به وزن هزار دانه افزایش یافت. تعداد سنبله اثر مستقیم معادل ۰/۲۵ بر عملکرد دانه نشان داد و اثر غیرمستقیم و مثبت آن از طریق صفت تعداد دانه در سنبله باعث شد تا همبستگی آن با عملکرد دانه افزایش یابد. طول سنبله اثر مستقیمی معادل ۰/۱٦ را بر عملکرد دانه داشته ولی همبستگی آن به دلیل اثر مستقیم و نسبتاً ناچیز آن با صفاتی مثل تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، تعداد سنبله در مترمربع و ارتفاع بوته باعث شد که همبستگی آن با عملکرد دانه در پایین‌ترین حد قرار گیرد. در نهایت، ارتفاع بوته اثر مستقیم و منفی بر عملکرد دانه داشت و همبستگی آن به دلیل اثر غیرمستقیم و منفی صفاتی مثل تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و طول سنبله باعث شد که همبستگی این صفت نیز با عملکرد دانه در سطح پایینی قرار گیرد. با توجه به این نتایج، صفات تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه به دلیل دارا بودن اثرات مستقیم بیشتر نسبت به سایر صفات، هم‌چنین به دلیل اثر غیرمستقیم بر عملکرد دانه از طریق همدیگر، اثر بارزتری بر عملکرد دانه داشتند. هم‌چنین این دو صفت همبسنگی مثبتی نیز با یکدیگر دارند. لذا می‌توان نتیجه گرفت که افزایش وزن دانه در سنبله و تعداد دانه در سنبله می‌تواند تأثیر چشمگیری بر عملکرد دانه داشته باشد. زکی‌زاده و همکاران (Zakizade *et al*., 2010) نیز در تجزیه علیت برای اجزای عملکرد گندم نان سنبله بلند نشان دادند که عملکرد بیولوژیک، وزن دانه در سنبله و تعداد سنبله در مترمربع ۸۵/۹ درصد از کل تغییرات را توجیه نموده و بیشترین میزان اثر مستقیم را به تعداد سنبله در مترمربع مرتبط دانستند. آلی و البانا (Aly and El-Bana, 1994) در تجزیه علیت اجزای عملکرد گندم نان نشان دادند که صفات تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه ۹۸/۹ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه و صفت تعداد سنبله در مترمربع بیشترین میزان اثر مستقیم را در عملکرد دانه نشان داد.

تجزیه خوشه‌ای

به‌منظور تعیین روابط بین ارقام مورد بررسی و گروه‌بندی آن‌ها از نظر صفات اندازه‌گیری شده، تجزیه خوشه‌ای با استفاده از الگوریتم ward بر مبنای مربع اقلیدسی به عنوان معیار فاصله نشان داد که ارقام گندم پیشرفته در این آزمایش به سه گروه اصلی طبقه‌بندی شدند. گروه اول شامل ارقام ۳، ۱۲، ۱۸، ۱۹ و ۲۵ معادل ۱٦/۷ درصد از کل ارقام را شامل می‌شود که از لحاظ صفات فنولوژی و مورفولوژی مشابه بودند. میانگین

عملکرد این گروه معادل ۵۱۸/۹۲ کیلوگرم در هکتار بود. هم‌چنین ارقام این گروه از نظر صفاتی مثل تعداد روز تا سبز شدن، تعداد روز تا ساقه‌روی، تعداد روز تا ظهور سنبله و تعداد روز تا رسیدگی کامل ارزش بیشتری از متوسط کل داشتند (شکل ۲). گروه دوم ٦٠ درصد کل ارقام را شامل شد. این گروه شامل سه زیرگروه بود که در زیرگروه اول ارقام ۷، ۱۰، ١٤، ۲۰، ۲۳، ۲۸، ١٦، ۲۷ و ۱۵ قرار گرفتند. متوسط عملکرد این زیر گروه ۸۳۳/۱۹ کیلوگرم در هکتار بود. زیر گروه دوم شامل رقم‌های ٤، ٦ و ۱۳ بود که دارای متوسط عملکردی معادل ۱۲۳۵/۲۰ کیلوگرم در هکتار بودند و در زیرگروه سوم ارقام ۹، ۲۱، ٢٤، ۳۰، ۲ و ۱۱ قرار داشتند. در زیرگروه سوم متوسط عملکرد ۱۰۰٦/۹٦ کیلوگرم در هکتار بود. به‌طور کلی، گروه دوم از نظر متوسط عملکرد (۱۰۲٤/۹٦ کیلوگرم در هکتار) نسبت به گروه اول در موقعیت بهتری قرار گرفت. هم‌چنین ارقام گروه دوم از نظر صفات تعداد روز تا سبز شدن، تعداد روز تا ساقه‌روی، تعداد روز تا ظهور سنبله، تعداد روز تا رسیدگی کامل و ارتفاع بوته مقدار بیشتری از میانگین کل نشان دادند. در گروه سوم ارقام ۵، ۲۹، ۲٦، ۱، ۱۷، ۲۲ و ۸ قرار گرفتند که معادل ۲۳/۳ درصد کل ارقام را شامل می‌شد. متوسط عملکرد این گروه ۲۵۱۳/۵۷کیلوگرم در هکتار بدست آمد که نسبت به گروه اول و دوم از میانگین بالاتری برخوردار بودند. ارقام گروه سوم نیز از نظر صفاتی مثل طول دوره پر شدن دانه، ارتفاع بوته، طول سنبله اصلی، طول پدانکل، طول ریشک، تعداد برگ در ساقه اصلی، سطح برگ‌پرچم، سطح برگ ماقبل پرچم، تعداد دانه در سنبله اصلی، تعداد سنبله در مترمربع، وزن هزار دانه، عملکرد ماده خشک، شاخص برداشت و عملکرد دانه مقدار بیشتری از متوسط کل برخوردار بودند.

نتایج این گروه‌بندی نشان داد که ارقام قرار گرفته در گروه سوم به دلیل دارا بودن متوسط عملکرد بالاتر در مورد صفات مهمی چون طول سنبله اصلی، تعداد دانه در سنبله اصلی و وزن هزار دانه در گروه بهترین ارقام قرار گرفتند و عملکرد دانه برتری را نشان دادند. ارقام موجود در هریک از گروه‌ها بر اساس میزان تشابه صفات مختلف دسته‌بندی شده‌اند. بنابراین در برنامه‌های بهنژادی با توجه به هدف اصلاحی مورد نظر می‌توان از تنوع بین گروه‌ها و ارقام موجود در این گروه‌ها استفاده نمود و با انجام تلاقی بین آن‌ها امکان دستیابی به ارقام مطلوب‌تر از نظر عملکرد و اجزای عملکرد را فراهم نمود.

نتایج این آزمایش نشان داد که سهم وزن دانه در سنبله در تعیین عملکرد در مقایسه با تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و طول سنبله بیشتر بود. بنابراین به منظور اصلاح و گزینش برای ارقام با عملکرد بالا ایجاد توازن بین تعداد سنبله در متر مربع، وزن دانه در سنبله و طول سنبله از طریق تراکم کاشت ضروری می‌باشد.

در مجموع نتایج این آزمایش نشان داد در شرایط آب و هوایی منطقه آزمایش، ارقام با وزن دانه در سنبله بیشتر، طول دوره‌ی پر شدن دانه بیشتر و عملکرد دانه بیشتر ارجهیت دارد این موضوع بایستی در برنامه‌های بهنژادی مورد توجه قرار گیرد، همچنین رقم N-76-15 با توجه به داشتن خصوصیات برتر از لحاظ صفات مهمی مثل طول دوره پرشدن دانه، تعداد دانه در سنبله اصلی، شاخص برداشت و عملکرد دانه رقم مطلوبی معرفی شده و برای کشت در منطقه مورد آزمایش مناسب بود.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تیمارها بر صفات اندازه‌گیری شده در ذرت

Table 2. Analysis of variance for the effect of treatments on measured traits in maize

S.O.V.	D.F.	Plant height	Ear height	Stem diameter	Ear length	Ear diameter	1000 kernel weight	Root colonization	Grain yield
Replication	2	328.82 ^{ns}	136.47 ^{ns}	0.087 ^{ns}	5.68 ^{ns}	2.46 ^{ns}	293.69 ^{ns}	55.26 ^{ns}	244860.18 ^{ns}
Irrigation	2	6297.42**	1863.99**	0.09*	69.85**	107.86**	13130.91**	45.52 ^{ns}	65313612.44**
Mycorrhiza	1	679.96*	164.67*	0.047 ^{ns}	0.41 ^{ns}	1.54^{ns}	47.37 ^{ns}	5252.56**	5589214.26*
Irrigation × Mycorrhiza	2	173.54 ^{ns}	170.36*	0.011 ^{ns}	5.16 ^{ns}	3.93 ^{ns}	44.21 ^{ns}	158.79**	903068.99 ^{ns}
Zinc	2	20.96 ^{ns}	53.19 ^{ns}	0.011 ^{ns}	0.28 ^{ns}	1.79 ^{ns}	231.97 ^{ns}	78.94 ^{ns}	1356262.56 ^{ns}
Irrigation × Zinc	4	128.13 ^{ns}	17.51 ^{ns}	0.037 ^{ns}	0.29 ^{ns}	3.15 ^{ns}	61.91^{ns}	4.8 ^{ns}	861697.06 ^{ns}
Mycorrhiza × Zinc	2	432.33*	84.65 ^{ns}	0.016 ^{ns}	0.29 ^{ns}	6.82*	461.62 ^{ns}	52.24 ^{ns}	2266550.48 ^{ns}
Irrigation × Mycorrhiza × Zinc	4	35.40 ^{ns}	10.65 ^{ns}	0.001 ^{ns}	3.27^{ns}	3.15 ^{ns}	43.71 ^{ns}	34.91 ^{ns}	123023.33 ^{ns}
Error	34	114.33	34.78	0.027	2.41	1.68	244.31	18.31	817828.43
C.V. (%)		6.81	7.81	7.49	9.31	3.03	11.11	19.01	17.30

* and **: Significant at 5% and 1% of probability level.

ns: Non significant

* و** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ns: غیر معنی‌دار

جدول ۲- مقادیر ویژه واریانس نسبی و واریانس تجمعی دو مؤلفه اصلی ۳۰ رقم گندم نان مورد مطالعه

Tabel 2. Eigen values and relative cumulative variances for two main components in 30 advanced bread wheat cultivars.

Traits	First component	Second component
Days to emergence	- 0.90	0.18
Days to shoot on	- 0.95	0.13
Days to heading	- 0.97	0.11
Days to maturity	- 0.82	0.19
Days to grain filling	0.93	- 0.12
Plant height(cm)	0.80	- 0.38
Spike length	0.68	- 0.26
Peduncle length	0.57	- 0.20
Awn length	0.69	- 0.28
Number of leaves on main stem	0.59	0.43
Flag leaf (cm)	0.71	0.55
Pre-flag leaf	0.75	0.49
Seed no Spike	0.94	0.21
Spikes m^2	0.81	0.00
Grain weight (g)	0.87	- 0.01
Yield (kg /h)	0.95	0.17
Straw yield	0.95	0.07
Eign values	11.58	1.25
Relative variance	68.14	7.37
Cumulative Variance	68.14	75.52

جدول ۳- تجزیه رگرسیون مرحله‌ای برای تعیین سهم اثر تجمعی صفات در عملکرد دانه

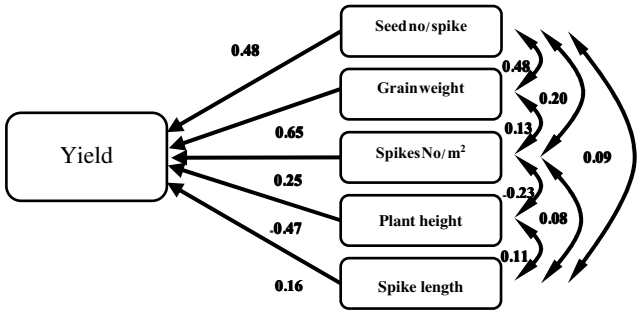
Tabel 3. Stepwise regression analysis to determine the share of cumulative effects of characters on grain yield

Stage	Variables into the model	a	1	2	3	4	5	6	R^2
1	Straw yield	-387.75**	0.93**						0.95
2	Straw yield Seed no/ Spike	-932.04**	0.51**	76.81**					0.97
3	Straw yield Seed no/ Spike 1000 Grain weight (g)	-1316.36**	0.35**	87.45**	17.18**				0.97
4	Straw yield Seed no/Spike 1000 Grain weight (g) Spikes No/m2	-2147.80**	0.10	93.90**	30.45**	3.40**			0.98
5	Seed no/Spike 1000 Grain weight (g) Spikes No/ m2	-2380.08**	---	101.82**	34.95**	4.04**			0.98
6	Seed no/Spike 1000 Grain weight (g) Spikes No/ m2 Plant height (cm)	-1464.91**	---	100.08**	47.29**	4.48**	-22.69**		0.98
8	Seed no/Spike 1000 Grain weight (g) Spikes No/ m2 Plant height (cm) Spike length	-1492.87*	---	99.98*	47.44*	4.10*	-31.06*	8.22*	0.99

جدول ٤- تجزیه ضرایب همبستگی برای صفات دارای اثر مستقیم و غیر مستقیم بر عملکرد دانه ارقام گندم نان

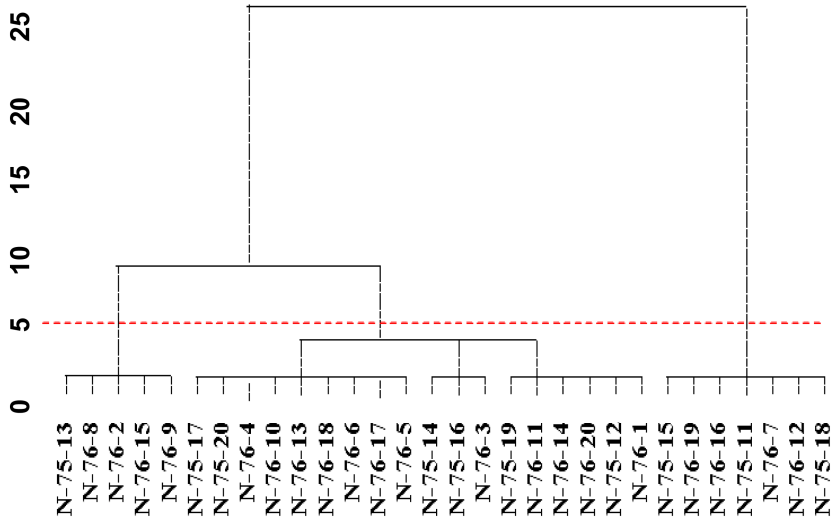
Table 4. Correlation coefficients for characters with direct and indirect effects on grain yield in the bread wheat cultivars

Traits	Direct effect	Indirect effect through					Correlation coefficient with grain yield
		Seed no/ Spike	Grain weight	Spikes No/ m^2	Plant height	Spike length	
Seed No/ spike	0.48	-	0.48	0.20	-0.28	0.09	0.97**
1000 grain weight	0.65	0.35	-	0.13	-0.40	0.09	0.83**
Spikes No/m^2	0.25	0.39	0.35	-	-0.23	0.08	0.84**
Plant height	-0.47	0.29	0.56	0.12	-	0.11	0.62**
Spike length	0.16	0.28	0.37	0.13	-0.33	-	0.69**



شکل۱- تجزیه علیت برای نشان دادن تأثیر مستقیم و غیرمستقیم صفات تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، تعداد دانه در متر مربع، ارتفاع بوته و طول سنبله بر عملکرد دانه ارقام گندم نان مورد مطالعه

Figure 1. Path analysis for direct and indirect effects of traits including seed no/ spike, 1000 grain weight, spikes No/ m^2, plant height , spike length on grain yield in the bread wheat cultivars



شکل۲- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای بر مبنای مجموعه صفات مورد بررسی در ارقام گندم نان به روش وارد بر اساس مربع فاصله اقلیدسی

Figure 2. Dendrogram of cluster analysis for all traits in bread wheat cultivars using WARD's method based on square Euclidian distance

References

Aly RM, El-Bana AYA (1994) Grain yield analysis for nine wheat cultivars grown in newly cultivated sandy soil under different N fertilization levels. Zagazing Journal of Agricultural Research 21: 67-77.

Bhatt GH (1973) Significance of path coffecient analysis determining the nature of character association. Euphytica 22: 338-343.

Elings A (1991) Durum wheat landraces from Syria. II. Pattern of variation. Euphytica 54: 231-243.

Efyoni D Mahloji M (2005) Correlation analysis of some agronomic traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under salinity stress. Journal of Seed and Plant 22: 186-199 [In Persian with English Abstract].

Farahani E, Arzani A (2008) Evaluation of genetic variability for durum wheat genotypes using multivariate analysis. Iranian Society of Agronomy and Plant Breeding Sciences. Electronic Journal of Crop Production 1: 51-64. [In Persian with English Abstract]

Gupta AK, Mittal RK Ziauddin AZ (1999) Association and factor analysis in spring wheat. Annals of Agricultural Research 20: 481-485.

Hailu F, Merker A, Singh H, Belay G, Johansson E (2006) Multivariate analysis of diversity of tetraploid wheat germplasm from Ethiopia. Genet. Resour. Crop Evolation 53: 1089-1098.

Hamza S, Hamida WB, Rebai A Harrabi M (2004) SSR-based genetic diversity assessment among Tunisian winter barley and relationship with morphological traits. Euphytica 135: 107-118

Nobovati SM, Aghayi sarbarze R, Chooghan F, Ghnavati Najafiyan G (2010) Genetic diversity of crops and properties related to grain quality of durum wheat genotypes. Seed and Plant Journal of Rice 26 (1): 331-350.

Pecetti L, Annicchiarico P (1998) Agronomic value and plant type of Italian durum wheat cultivars from different areas of breeding. Euphytica 99: 9-15.

Mohammadi M, Ghannadha MR Taleei A (2002) Study of genetic variation within Iranian local bread wheat lines using multivariate techniques. Seed and Plant Journal 18: 328-347. [In Persian with English Abstract]

Nei M, Lei WH (1979) Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonuclease. American Journal of Academic Science 76: 5269-5273.

Xiao H, Pei X (1991) Applying factor analysis method to study winter wheat quantity characters and varieties classification. Acta Agriculturae Universitatis Pekinen Sciences 17: 17-24.

Zakizadeh MM, Esmaeilzadeh Moghadam M, Kahrizi A (2010) Assessment of genetic diversity and relationships between plant traits and grain yield in bread wheat genotypes spike up using multivariate statistical Iranian Journal of Crop Science 12 (1): 18-30. [In Persian with English Abstract].