

ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی لاین‌های اصلاحی، ارقام زراعی و بومی گندم نان به روش تجزیه و تحلیل چند متغیره

فهیمة شاهین‌نیا^۱ و عبدالمجید رضایی^۲
۱، ۲، دانشجوی دوره دکترا و استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان
تاریخ پذیرش مقاله ۸۰/۸/۲۳

خلاصه

در این پژوهش خصوصیات کمی و کیفی ۹۰ لاین اصلاح شده و ۵۵ رقم زراعی و بومی گندم نان، در قالب طرح آگمنت به همراه ۳ شاهد و به روش تجزیه و تحلیل‌های چند متغیره مورد ارزیابی قرار گرفتند. دوازده خصوصیت مورفولوژیک و زراعی شامل عملکرد و اجزاء آن و هشت صفت مرتبط با کیفیت نانویی از جمله درصد پروتئین و حجم رسوب با SDS اندازه‌گیری و بررسی شدند. نتایج حاصل از تجزیه مولفه‌های اصلی حاکی از نقش ۷ مولفه در توجیه ۷۷ درصد از تنوع کل داده‌ها بود. مولفه دوم در ارتباط با صفات کیفی از جمله حجم رسوب با SDS و درصد پروتئین بود. عملکرد دانه و اجزاء عملکرد سهم عمده‌ای را در مولفه ششم داشتند. نتایج مطالعه همبستگی بین صفات زراعی و کیفی بر رابطه مستقیم زودرسی با کیفیت نانویی و رابطه معکوس بین عملکرد دانه و درصد پروتئین دلالت داشت. متغیرهای متعارف اول و دوم صفات کیفی به طور مستقیم در ارتباط با کیفیت و کمیت پروتئین بودند. متغیر متعارف اول صفات زراعی بر رابطه منفی اجزاء عملکرد دانه تأکید داشت و در متغیر متعارف دوم صفات مرتبط با عملکرد نقش داشتند. در رگرسیون مرحله‌ای برای گزینش صفات توجیه کننده عملکرد پروتئین، چهار صفت عملکرد دانه، حجم رسوب زلنی، درصد جذب آب و وزن دانه در سنبله با درجه تبیین ۸۷/۲۶ درصد از کل تنوع نقش داشتند. تجزیه خوشه‌ای صفات مورد مطالعه را در سه گروه طبقه‌بندی کرد و صفات زراعی و مرتبط با کیفیت را مجزا نمود. همچنین تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات کیفی و زراعی توانست لاین‌های اصلاح شده و ارقام زراعی و بومی را در گروه‌های مختلف قرار دهد. ارقام بومی از لحاظ صفات مرتبط با اجزاء عملکرد دانه و کیفیت پروتئین ظرفیت بالایی داشتند.

واژه‌های کلیدی: خصوصیات کمی و کیفی، گندم نان، تجزیه و تحلیل چند متغیره.

مقدمه

عملکرد مناسب و کیفیت عالی برای نانویی می‌شود. استفاده از ارقام مناسب نقش مهمی در بهبود خواص کیفی و کمی گندم نان دارد، زیرا این ارقام طوری انتخاب و یا اصلاح شده‌اند که بهتر می‌توانند از منابع محیطی نظیر انرژی خورشیدی، آب، دی‌اکسید کربن، املاح معدنی خاک و غیره استفاده کنند و نیز نسبت به تنش‌های محیطی مقاوم‌تر بوده و از نظر خواص آبیفی نیز مطلوب باشند (۱۳، ۱۹، ۳۰).

با توجه به حجم بالای واردات سالیانه گندم در ایران، لازم است ضمن بالا بردن کارایی تولید و کاهش ضایعات قبل و بعد از برداشت و حتی در طی فرآیند پخت نان و صنایع تبدیلی، روش‌های مطلوب برای ارزیابی لاین‌های اصلاحی و ارقام زراعی، همچنین ارقام و توده‌های بومی به عنوان مهمترین منابع بالقوه تنوع ژنتیکی مورد توجه قرار گیرد. این امر از روند فرسایش ژنتیکی نیز جلوگیری می‌نماید و منجر به تولید ارقامی با

نمودند. همچنین دکستر و همکاران (۱۹۸۷) بین وزن دانه و وزن هکتولیتتر همبستگی مثبت و معنی داری ($r=0/98$) را عنوان نمودند. مورفی و کاکس (۱۹۸۶) کاربرد مناسب تجزیه خوشه‌ای و تجزیه عاملی مبتنی بر مولفه‌های اصلی را جهت گروه‌بندی ژنوتیپ‌های گندم به منظور انتخاب ارقام بومی، واریته‌های هیبرید و جوامع اصلاحی نشان دادند. والتون (۱۹۷۲) به منظور مطالعه خصوصیات مرتبط با رشد و عملکرد از روش تجزیه به عامل‌ها استفاده نمود. در این مطالعه ۷ عامل پنهانی شناسایی شد که ۸۶/۵ درصد از کل تغییرات داده‌ها را توجیه نمودند. در عامل اول صفات مورفولوژیک، در عوامل دوم و سوم اجزاء عملکرد بیولوژیک و در عامل هفتم دوره پر شدن دانه بیشترین بار عامل‌ها را داشتند.

لدنت (۱۹۸۲) نیز ضرایب همبستگی ساده و رگرسیون مرحله‌ای را برای بررسی روابط بین صفات مورفولوژیک و عملکرد مورد مطالعه قرار داد. در این بررسی شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک در مراحل اول و دوم رگرسیون مرحله‌ای با ضریب تبیین ۷۷/۸۱ درصد به مدل رگرسیون وارد شدند. همچنین تعدادی از محققین با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره صفات مرتبط با کیفیت گندم را مورد بررسی و ارزیابی قرار داده‌اند (۳، ۵، ۶، ۲۶، ۳۶، ۳۷). از جمله وسترن و همکاران (۱۹۹۱) در بررسی خصوصیات کیفی گندم نان از طریق تجزیه مولفه‌های اصلی ۲ مولفه معرفی نمودند که ۸۷ درصد تغییرات را توجیه کردند. همبستگی مولفه اول با حجم رسوب با SDS و رسوب زلنی به ترتیب برابر ۰/۸۱ و ۰/۸۹ و همبستگی مولفه دوم با درصد پروتئین و حجم نان برابر ۰/۷۵ و ۰/۶۹ گزارش شد. برین و همکاران (۱۹۷۹) نیز به روش تجزیه به عامل‌ها، ۲ عامل پنهانی در توجیه ۸۱/۲ درصد از تغییرات صفات مرتبط با کیفیت را شناسایی نمودند. صفات مرتبط با کیفیت گلوتن از جمله حجم رسوب با SDS، پارامترهای فارینوگراف و آلوئوگراف در یک عامل و صفات مرتبط با کمیت پروتئین از جمله درصد پروتئین در عامل دیگری قرار گرفتند.

با توجه به آنچه در مقدمه ذکر شد این پژوهش به منظور ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی و بررسی روابط احتمالی بین صفات مورفولوژیک و صفات مرتبط با کیفیت نانوائی لاین‌های

اگر چه افزایش عملکرد از عمده‌ترین اهداف به نژادی گندم می‌باشد، ولی به دلیل نحوه کنترل ژنتیکی پیچیده و تاثیرپذیری این صفت از اثرات محیطی، گزینش ارقام بر اساس اندازه‌گیری مستقیم عملکرد از سودمندی کمی برخوردار است (۳۰). با توجه به گزارش محققین (۲، ۴، ۱۱، ۲۳، ۲۶) مبنی بر وجود تنوع صفات مورفولوژیک در ژنوتیپ‌های مختلف گندم و تاثیر این صفات بر عملکرد دانه، گزینش معیارهایی که دارای ثبات بیشتری نسبت به عملکرد هستند می‌تواند در انتخاب ارقام مطلوب مفید واقع گردد (۳، ۱۲، ۲۱، ۳۲). با وجودی که استفاده از مواد ژنتیکی با ظرفیت مطلوب از حیث صفات مرتبط با عملکرد دانه از الزامات برنامه‌های اصلاحی است، ولی بایستی کمیت خوب همراه با کیفیت و ارزش نانوائی مناسب باشد. کیفیت نانوائی گندم تابع کمیت و کیفیت پروتئین دانه است و در این بین نقش کیفیت پروتئین بر خواص نانوائی به مراتب موثرتر از مقدار آن است (۷، ۸، ۱۵، ۱۹). به همین لحاظ بررسی پتانسیل عملکرد، اجزاء عملکرد و سایر صفات زراعی و تعیین روابط بین آنها با صفات مرتبط با کیفیت نان در برنامه‌های به نژادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

از تجزیه و تحلیل‌های چند متغیره به منظور توصیف و ارزیابی مواد ژنتیکی جهت بهره‌گیری بهینه و همچنین مطالعه روابط داخلی بین صفات استفاده می‌شود. از این روش‌های آماری برای تعیین اثر صفات مستقل بر صفت وابسته، تعیین سهم هر صفت در تنوع کل، تشخیص و طبقه‌بندی صفات و ژنوتیپ‌ها، کاهش حجم داده‌ها و تعداد متغیرهای اصلی در قالب مولفه‌های جدید و تعریف شاخص‌های انتخاب استفاده می‌شود (۱۴، ۲۰، ۲۸، ۳۷).

دو فینگ و نایت (۱۹۹۲) همبستگی بین تعداد پنجه و عملکرد دانه را مثبت و معنی‌دار گزارش کردند. اهدایی و وینز (۱۹۸۹) نیز بر رابطه معکوس عملکرد و ارتفاع گیاه تاکید کردند و افزایش عملکرد از طریق افزایش تعداد سنبله در واحد سطح را به همراه کاهش تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبله عنوان نمودند. اسلافر و همکاران (۱۹۹۱) وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه و شاخص برداشت را گزارش کردند. در گندم دوروم، لیو و همکاران (۱۹۹۴) بین عملکرد دانه با سختی دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r=0/9$) را گزارش

ارزیابی خصوصیات کیفی

هشت صفت کیفی وزن هکتولتر (کیلوگرم)، حجم نان (میلی‌لیتر)، حجم رسوب زلنی و رسوب با SDS (میلی‌لیتر)، سختی دانه، درصد جذب آب، درصد رطوبت دانه و درصد پروتئین مورد اندازه‌گیری و بررسی قرار گرفتند. آزمون رسوب با SDS مطابق استانداردهای جامعه بین‌المللی شیمی غلات (ICC) ^۴ و با توجه به روش پیشنهادی جامعه AACC ^۵ انجام شد (۱، ۱۸). برای اندازه‌گیری سایر خصوصیات کیفی از روش اسپکتروسکوپی انعکاسی نور مادون قرمز (NIRS) ^۶ و دستگاه اینفراماتیک ^۷ (مدل ۸۱۰۰) استفاده گردید.

تجزیه و تحلیل آماری

به منظور تعیین وضعیت یکنواختی زمین و لزوم تصحیح برای اثر بلوک، خصوصیات مشاهده‌ها مورد تجزیه واریانس تکرار گرفت. از تجزیه و تحلیل یک متغیره جهت برآورد آمار توصیفی داده‌ها استفاده شد. به منظور تعیین سهم هر صفت در نوع کل، کاهش حجم داده‌ها و تفسیر بهتر روابط از تجزیه به مولفه‌های اصلی استفاده گردید (۲۰، ۳۶). ضرایب همبستگی بین صفات کیفی و صفات زراعی محاسبه شدند و از تجزیه متغیرهای متعارف ^۸ برای درک بهتر روابط علت و معلولی استفاده شد (۸، ۹، ۲۰). با استفاده از روش رگرسیون مرحله‌ای ^۹ صفاتی که بیشترین سهم را در توجیه تغییرات عملکرد پروتئین داشتند مشخص و انتخاب شدند (۲۰، ۲۴). به منظور گروهبندی صفات و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، تجزیه خوشه‌ای به روش وارد ^{۱۰} با استفاده از متغیرهای استاندارد شده صورت پذیرفت (۲۰ و ۲۷). از نرم‌افزارهای آماری اکسل ^{۱۱}، اس.آ.اس ^{۱۲} و اس.پی.اس.اس ^{۱۳} برای انجام محاسبات استفاده شد.

اصلاحی، ارقام زراعی و بومی گندم با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره طراحی و اجرا گردید.

مواد و روشها

مواد گیاهی

در این مطالعه ژرم پلاسمی مرکب از ۹۰ لاین اصلاح شده از مرکز تحقیقات سیمیت ^۱ در مکزیک و ۵۵ رقم بومی و زراعی از مناطق مختلف کشور مورد ارزیابی قرار گرفتند. کشت ارقام در اول آذر ۱۳۷۷ در قالب طرح آگمنت ^۲ به همراه سه رقم شاهد روشن، قدس و مهدوی در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی استان اصفهان انجام شد. هر رقم در دو ردیف به طول ۲ متر و فاصله بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر و تراکم ۳۵۰ بذر در متر مربع کشت شد. ارقام شاهد پس از هر ۱۰ ژنوتیپ به طور تصادفی کشت شدند. میزان کود مصرفی ۲۵۰ کیلوگرم اوره (۴۶ درصد نیتروژن) و ۱۵۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم در هکتار بود، که نیمی از کود اوره قبل از کشت و بقیه به صورت سرک در دو مرحله پنجه‌دهی و ساقه‌دهی مصرف شد. برای مبارزه با علف‌های هرز پهن‌برگ از سم تو - فور - دی ^۳ به میزان دو لیتر در هکتار در دو نوبت استفاده گردید. سایر عملیات زراعی از قبیل آبیاری و وجین دستی به طور یکنواخت و مطابق معمول برای کلیه ارقام اعمال شد.

ارزیابی خصوصیات زراعی

دوازده خصوصیت زراعی شامل روز تا سنبله رفتن (زمانی که تمامی سنبله در ۵۰ درصد بوته‌های هر کرت ظاهر شد)، طول و عرض برگ پرچم (سانتی‌متر)، تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه (گرم)، ارتفاع ساقه (سانتی‌متر)، طول سنبله (سانتی‌متر)، وزن دانه در سنبله (گرم)، شاخص برداشت، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) برای هر کرت و یا ۱۰ بوته تصادفی از هر کرت با در نظر گرفتن حاشیه مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. از میانگین صفات ۱۰ بوته یا ۱۰ سنبله در تجزیه و تحلیل‌ها استفاده شد.

4. International Association Cereal Chemistry (ICC)
5. American Association Cereal Chemists (AACC)
6. Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS)
7. Inframatic (No. 8100)
8. Canonical variables
9. Stepwise regression
10. Ward
11. Excel
12. Statistical Analysis System (SAS)
13. Statistical Program for Social Science (SPSS)

1. CYMMIT, International Maize and Wheat Improvement Center
2. Augmented design
3. 2, 4-D

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس خصوصیات شاهد‌ها حاکی از لزوم تصحیح صفات تعداد سنبله در واحد سطح، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک نسبت به میانگین شاهد‌ها برای اثر بلوک ناقص بود. بنابراین برای این خصوصیات تجزیه‌های آماری بر روی صفات تصحیح شده انجام شد.

آمار توصیفی برای صفات زراعی و کیفی در جدول ۱ آمده است. در میان صفات زراعی، تعداد سنبله در واحد سطح و شاخص برداشت با ضریب تغییرات ۳۳/۲ درصد و عملکرد بیولوژیک با ضریب تغییرات ۲۷/۹۳ درصد از بیشترین تنوع برخوردار بودند. همچنین صفات کیفی سختی دانه، حجم رسوب زلنی و حجم رسوب با SDS به ترتیب با ضریب تغییرات ۱۳/۵۱، ۱۱/۸۳ و ۱۱/۰۳ درصد بیشترین تنوع را نشان دادند. لذا نتایج نشان دهنده وجود تنوع قابل ملاحظه‌ای در میان اجزاء مرتبط با کمیت و کیفیت پروتئین و نیز مهمترین صفات مرتبط با عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه است. برخی از ارقام بومی و مورد مطالعه در مقایسه با لاین‌های اصلاحی ضمن برخورداری از تنوع مناسب، دارای بالاترین میانگین برای صفات مطلوب زراعی و کیفی بودند که بر لزوم توجه به پتانسیل بالقوه و استفاده به هنگام از این ارقام در برنامه‌های به نژادی تاکید دارد.

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه مولفه‌های اصلی بر اساس ۱۲ صفت زراعی و ۸ صفت کیفی (جدول ۲) تعداد ۷ مولفه معرفی شدند که در مجموع ۷۷/۱۶ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمودند. در مولفه اول صفات ارتفاع ساقه و درصد رطوبت دانه در جهت مثبت و صفات سختی دانه، وزن دانه در سنبله، شاخص برداشت و عملکرد دانه در جهت منفی تاثیر داشتند. لذا بر مبنای این مولفه، افزایش درصد رطوبت دانه سبب کاهش سختی دانه می‌شود. همچنین کاهش ارتفاع ساقه به افزایش وزن دانه در سنبله و بهبود عملکرد دانه منجر می‌گردد، زیرا احتمالاً با کاهش طول ساقه از طول سنبله و تعداد دانه در سنبله کاسته می‌شود. در این مولفه رابطه‌ای بین صفات زراعی و کیفی مشاهده نشد. مولفه دوم بیشتر تحت تاثیر صفات کیفی درصد پروتئین، حجم رسوب زلنی و حجم رسوب با SDS قرار گرفت. این صفات از همبستگی مثبت، بالا و

معنی‌داری با مولفه دوم برخوردار بودند. سهم صفات زراعی برای این مولفه در توجیه تنوع کل داده‌ها بسیار اندک بود. در مولفه سوم صفات تعداد روز تا سنبله رفتن، طول و عرض برگ پرچم در جهت مثبت و صفت تعداد دانه در سنبله در جهت منفی تاثیر بیشتری نسبت به سایر صفات داشتند. همبستگی بالا و معنی‌دار طول و عرض برگ پرچم با مولفه سوم نشان دهنده نقش حائز اهمیت صفات زراعی، خصوصاً اجزاء فتوسنتزی و سهم اندک صفات کیفی در این مولفه است. مولفه چهارم نیز بیشتر تحت تاثیر صفات زراعی خصوصاً وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک قرار گرفت. در این مولفه وزن هکتولتر نقش بسزایی داشت. افزایش این مولفه باعث افزایش وزن هزار دانه و وزن هکتولتر خواهد شد. مولفه پنجم تحت تاثیر دو صفت زراعی وزن هزار دانه و طول سنبله و دو صفت کیفی حجم نان و درصد جذب آب قرار گرفت. کلیه صفات مرتبط با این مولفه همبستگی مثبت و معنی‌داری را با آن داشتند. افزایش این مولفه منجر به افزایش درصد جذب آب و حجم نان خواهد شد. همچنین مولفه پنجم می‌تواند بیانگر نقش و اهمیت وزن هزار دانه در کیفیت نانوازی باشد. در مولفه ششم صفات تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع و عملکرد دانه در جهت مثبت و وزن هزار دانه در جهت منفی تاثیر بیشتری داشتند. بنابراین در این مولفه اجزاء عملکرد از اهمیت بیشتری نسبت به سایر صفات زراعی و کیفی برخوردار بودند. همبستگی منفی، بالا و معنی‌دار این مولفه با وزن هزار دانه و همبستگی مثبت و معنی‌دار آن با تعداد سنبله در متر مربع مبین رابطه عکس بین این دو جزء عملکرد است. در مولفه هفتم نیز صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در متر مربع در جهت مثبت و صفات طول سنبله و عملکرد دانه در جهت منفی تاثیر داشتند. بنابراین ملاحظه می‌گردد کاهش تعداد سنبله در مترمربع و کاهش تعداد دانه در سنبله از طریق کاهش طول سنبله سبب کاهش عملکرد می‌گردند و وزن هزار دانه رابطه عکس با سایر اجزاء عملکرد دارد.

ضرایب همبستگی بین صفات زراعی و کیفی مورد مطالعه در جدول ۳ آورده شده است. با توجه به رابطه منفی وزن هکتولتر و سختی دانه و رابطه مثبت حجم نان و درصد رطوبت دانه با تعداد روز تا سنبله رفتن به نظر می‌رسد زمان و طول

جدول ۱- آمار توصیفی مربوط به صفات زراعی و کیفی در ژنوتیپ‌های انتخابی

صفات *	میانگین	انحراف معیار	دامنه تغییرات	شماره ژنوتیپ دارای		وارانس	ضریب تغییرات
				کمترین دامنه	بالاترین دامنه		
تعداد سنبله در واحد سطح	۵۳۳/۷۶	۱۷۷/۲۲	۲۷۱/۰۰-۱۲۹۴/۰۰	۳۵۹	۳۸	۳۱۴۰۸/۵۴	۳۳/۲۰
شاخص برداشت (درصد)	۳۶/۲۳	۳/۷۶	۳۴/۳۶-۴۵/۶۷	۳۵۶	۳۱	۶۳/۱۳	۳۳/۲۰
عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	۲۵۷۱۷/۴۳	۷۱۸/۴۱	۹۸۳۸/۶۷-۴۸۶۳/۳۲	۳۷۲	۵۱	۵۱۶۱۱۵/۸۱	۲۷/۹۳
وزن دانه در سنبله (گرم)	۲/۰۴	۰/۵۱	۰/۷۱-۴/۰۲	۳۵۹	۱۷۲	۰/۲۶۵	۲۵/۳۱
تعداد دانه در سنبله	۴۸/۵۴	۱۲/۰۵	۱۶/۶۰-۸۴/۰۰	۴۱۵	۳۱۸	۱۴۵/۳۲	۲۴/۸۳
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	۸۲۴۸/۵۱	۱۸۳/۲۴	۳۰۲۱/۷۸-۱۲۹۱۳/۴۱	۵۱	۱۵۴	۳۳۵۷۸/۴۶	۲۲/۲۲
طول سنبله (سانتی‌متر)	۹/۶۶	۱/۹۳	۳/۸۸-۲۷/۵۲	۱۲۱	۳۲۵	۳/۷۴	۲۰/۰۳
ارتفاع (سانتی‌متر)	۱۰۱/۱۱	۱۸/۴۶	۶۵/۰۰-۱۵۵/۰۰	۳۷۹	۳۵۸	۳۴۰/۹۲	۱۸/۲۶
طول برگ پرچم (سانتی‌متر)	۱۹/۰۲	۲/۷۳	۱۳/۴۰-۳۲/۳۱	۳۵۶	۱۴۶	۷/۴۸	۱۴/۳۷
عرض برگ پرچم (سانتی‌متر)	۱/۴۸	۰/۱۹	۱/۰۰-۲/۰۲	۳۱۴	۴۶۸.۴۰۹	۰/۰۴	۱۲/۸۱
وزن هزار دانه (گرم)	۳۷/۰۱	۳/۷۶	۲۶/۱۵-۵۵/۶۶	۳۴۴	۳۱۱	۱۴/۱۷	۱۰/۱۷
روز تا به سنبله رفتن	۱۶۰/۳۷	۸/۱۸	۱۰۰/۰۰-۱۸۸/۰۰	۳۱۱	۲۱۶	۶۷/۰۱	۵/۱۰
سختی دانه	۵۵/۷۸	۷/۵۳	۴۰/۰۰-۶۷/۰۰	۳۲۳.۳۱۲.۳۰۷	۱۹	۵۶/۷۹	۱۳/۵۱
حجم رسوب زنی (میلی‌لیتر)	۳۲/۸۱	۳/۸۸	۲۲/۰۰-۴۰/۰۰	۴۶۵.۲۴	۸۸	۱۵/۰۷	۱۱/۸۳
حجم رسوب با SDS (میلی‌لیتر)	۳۵/۷۵	۳/۹۴	۲۳/۰۰-۴۶/۰۰	۹۹	۸۸	۱۵/۵۶	۱۱/۰۳
درصد پروتئین	۱۰/۵۶	۰/۸۹	۹/۳۰-۱۴/۰۰	۹۹	۲۴۳	۱/۰۳	۸/۷۷
درصد رطوبت دانه	۱۱/۱۰	۰/۷۱	۱۰/۰۰-۱۳/۰۰	۳۲۳	۲۰۷.۱۱۶	۰/۵۰	۶/۳۷
وزن هکتولیتز (کیلوگرم)	۸۳/۵۲	۴/۳۴	۶۷/۶۰-۹۴/۰۰	۱۱۴	۱۵۱	۱۸/۸۷	۵/۲۱
حجم نان (میلی‌لیتر)	۵۱۴/۱۵	۲۳/۱۶	۴۴۵/۰۰-۵۹۸/۰۰	۶۲	۲۶۴	۵۳۶/۷۹	۴/۵۱
درصد جذب آب	۶۱/۰۷	۲/۳۶	۵۳/۲۰-۶۹/۵۰	۴۴۳	۲۶۲	۵/۱۳	۳/۷۱

* صفات براساس بیشترین ضریب تنوع مرتب شده‌اند.

جدول ۲- بردارهای مشخصه، واریانس‌های نسبی و تجمعی و همبستگی صفات زراعی و کیفی با هفت مولفه اصلی اول در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه

صفات	بردارهای مشخصه مؤلفه‌های							همبستگی صفات با مؤلفه‌های اصلی						
	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم
روز تا سنبله رفتن	۰/۲۳۶	-۰/۰۶۳	۰/۴۱۱	-۰/۱۱۶	-۰/۰۳۹	-۰/۰۴۷	-۰/۰۳۲	-۰/۰۵۸**	-۰/۰۳۲	-۰/۰۹۳	-۰/۱۴۵	-۰/۱۲۲	-۰/۰۷۶	-۰/۰۳۶
ارتفاع ساقه	۰/۳۱۵	-۰/۰۳۰	-۰/۰۳۳	-۰/۰۸۲	-۰/۰۳۰	-۰/۰۵۳	-۰/۰۵۳	-۰/۰۴۴**	-۰/۰۵۳	-۰/۰۴۸	-۰/۱۰۲	-۰/۲۲۷**	-۰/۰۷۷۲	-۰/۰۶۷
وزن هزار دانه	۰/۰۲۲	-۰/۰۳۲	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۵	-۰/۰۳۸	-۰/۰۲۸	-۰/۰۵۲	-۰/۰۵۲	-۰/۰۵۲	-۰/۰۳۵	-۰/۱۳۹**	-۰/۰۶۹	-۰/۰۳۰	-۰/۰۳۰
طول برگ پرچم	۰/۱۹۹	-۰/۰۰۸	-۰/۰۵۵	-۰/۰۱۲	-۰/۰۱۸	-۰/۰۲۹	-۰/۰۲۹	-۰/۰۴۸**	-۰/۰۲۹	-۰/۰۲۸	-۰/۰۳۸	-۰/۰۵۰	-۰/۰۱۸	-۰/۰۴۱
عرض برگ پرچم	۰/۱۹۹	-۰/۰۱۸	-۰/۰۳۸	-۰/۰۳۱	-۰/۰۱۳	-۰/۰۳۹	-۰/۰۳۹	-۰/۰۴۷**	-۰/۰۳۹	-۰/۰۳۸	-۰/۰۳۸	-۰/۰۳۸	-۰/۰۳۱	-۰/۰۳۱
طول سنبله	-۰/۰۴۵	-۰/۰۲۴	-۰/۰۰۹	-۰/۰۲۸	-۰/۰۴۹	-۰/۰۲۹	-۰/۰۲۹	-۰/۰۱۰۶	-۰/۰۲۹	-۰/۰۱۳	-۰/۰۳۸	-۰/۰۳۸	-۰/۰۳۱	-۰/۰۳۱
تعداد دانه در سنبله	-۰/۱۳۴	-۰/۰۹۹	-۰/۰۳۱	-۰/۰۰۳	-۰/۰۴۷	-۰/۰۳۲	-۰/۰۳۱	-۰/۰۳۱	-۰/۰۳۲	-۰/۰۱۲	-۰/۰۴۸**	-۰/۰۱۱	-۰/۰۱۱	-۰/۰۱۱
وزن دانه در سنبله	-۰/۰۲۴	-۰/۰۸۵	-۰/۰۳۵	-۰/۰۲۵	-۰/۰۰۷	-۰/۰۰۲	-۰/۰۲۴	-۰/۰۶۹**	-۰/۰۲۴	-۰/۰۳۰	-۰/۰۳۰	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۸	-۰/۰۲۸
شاخص برداشت	-۰/۰۲۶	-۰/۰۲۲	-۰/۰۲۹	-۰/۰۳۰	-۰/۰۱۶	-۰/۰۱۰	-۰/۰۱۰	-۰/۰۱۰	-۰/۰۱۰	-۰/۰۳۸	-۰/۰۳۸	-۰/۰۳۸	-۰/۰۳۱	-۰/۰۳۱
تعداد سنبله در متر مربع	-۰/۰۳۹	-۰/۰۲۵	-۰/۰۲۵	-۰/۰۲۵	-۰/۰۲۵	-۰/۰۲۵	-۰/۰۲۵	-۰/۰۲۵	-۰/۰۲۵	-۰/۰۲۵	-۰/۰۲۵	-۰/۰۲۵	-۰/۰۲۵	-۰/۰۲۵
عملکرد دانه	۰/۲۷۸	-۰/۰۹۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۰۳	-۰/۰۰۳	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴
عملکرد بیولوژیک	۰/۰۴۱	-۰/۰۶۳	-۰/۰۲۱	-۰/۰۲۱	-۰/۰۳۰	-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۹
وزن هکتولیتز	۰/۲۹۶	-۰/۰۶۳	-۰/۰۲۱	-۰/۰۲۱	-۰/۰۳۰	-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۹
درصد پروتئین	۰/۲۳۳	-۰/۰۵۷	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۳۸	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴
حجم رسوب زنی	۰/۱۹۵	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۳۰	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴
حجم نان	۰/۲۳۳	-۰/۰۲۱	-۰/۰۲۱	-۰/۰۲۱	-۰/۰۳۰	-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۹
درصد رطوبت دانه	۰/۳۶۱	-۰/۰۴۹	-۰/۰۲۹	-۰/۰۱۱	-۰/۰۲۸	-۰/۰۱۴	-۰/۰۱۴	-۰/۰۱۴	-۰/۰۱۴	-۰/۰۱۴	-۰/۰۱۴	-۰/۰۱۴	-۰/۰۱۴	-۰/۰۱۴
سختی دانه	-۰/۰۲۸	-۰/۰۲۵	-۰/۰۲۵	-۰/۰۲۵	-۰/۰۲۵	-۰/۰۲۵	-۰/۰۲۵	-۰/۰۲۵	-۰/۰۲۵	-۰/۰۲۵	-۰/۰۲۵	-۰/۰۲۵	-۰/۰۲۵	-۰/۰۲۵
درصد جذب آب	۰/۱۹۳	-۰/۰۱۹	-۰/۰۳۰	-۰/۰۱۶	-۰/۰۳۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴
حجم رسوب با SDS	۰/۱۴۰	-۰/۰۴۰	-۰/۰۲۱	-۰/۰۰۸	-۰/۰۲۹	-۰/۰۰۷	-۰/۰۰۷	-۰/۰۰۷	-۰/۰۰۷	-۰/۰۰۷	-۰/۰۰۷	-۰/۰۰۷	-۰/۰۰۷	-۰/۰۰۷
واریانس نسبی %	۲۷/۹۲	۱۳/۲۵	۱۰/۳۷	۷/۷۸	۶/۱۵	۵/۷۵	۵/۷۵	۵/۷۵	۵/۷۵	۵/۷۵	۵/۷۵	۵/۷۵	۵/۷۵	۵/۷۵
واریانس تجمعی %	۲۷/۹۲	۴۱/۱۸	۵۱/۵۶	۵۹/۳۴	۶۵/۵۰	۷۱/۴۱	۷۷/۱۶	۷۷/۱۶	۷۷/۱۶	۷۷/۱۶	۷۷/۱۶	۷۷/۱۶	۷۷/۱۶	۷۷/۱۶

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین صفات زراعی و صفات کیفی مورد مطالعه

صفات	وزن هکتولتر	درصد پروتئین	حجم رسوب زنی	حجم نان	درصد رطوبت دانه	سختی دانه	درصد جذب آب	حجم رسوب SDS با
روز تا سنبله رفتن	-۰/۳۹۰**	۰/۱۸۸*	۰/۱۳۸	۰/۲۴۸**	۰/۴۸۸**	-۰/۴۴**	۰/۲۰۳*	۰/۰۴۴
ارتفاع ساقه	-۰/۲۶۸**	۰/۲۵۷**	۰/۰۹۱	۰/۲۶۴**	۰/۵۶۹**	-۰/۵۶۰**	۰/۳۰۵**	۰/۰۷۳
وزن هزار دانه	۰/۰۶۴	۰/۰۰۹	-۰/۰۳۱	۰/۰۰۷	۰/۰۸۰	-۰/۱۰۲	-۰/۰۳۶	۰/۰۵۵
طول برگ پرچم	-۰/۲۴۰**	۰/۲۰۴	۰/۱۱۶	۰/۰۷۹	۰/۳۶۷**	-۰/۳۲۲**	۰/۳۰۳**	۰/۰۵۷
عرض برگ پرچم	-۰/۰۰۹	-۰/۱۵۱	-۰/۱۰۷	-۰/۱۸۶*	-۰/۲۷۰**	۰/۱۹۸*	-۰/۲۲۹**	-۰/۰۲۷
طول سنبله	۰/۰۶۰	۰/۱۴۷	۰/۰۹۰	-۰/۰۴۴	-۰/۰۸۹	۰/۱۶۱	۰/۰۷۲	۰/۱۵۳
تعداد دانه در سنبله	۰/۰۵۵	-۰/۲۱۰*	-۰/۱۸۰*	-۰/۲۲۷**	-۰/۴۶۱**	۰/۳۹۱**	-۰/۱۵۷	-۰/۰۵۲
وزن دانه در سنبله	۰/۰۳۸	-۰/۱۶۳	-۰/۱۶۶*	-۰/۲۰۶	-۰/۴۲۱**	۰/۳۵۹**	-۰/۰۱۳	۰/۰۰۱
شاخص برداشت	۰/۱۴۵	-۰/۲۱۶**	-۰/۲۶۸**	-۰/۱۵۴	-۰/۲۲**	۰/۱۴۹	-۰/۱۳۰	-۰/۲۸۴**
تعداد سنبله در متر مربع	-۰/۱۲۲	۰/۲۸۵**	۰/۱۹۳	۰/۲۹۱**	۰/۴۸۳**	-۰/۳۶۴**	۰/۲۶۸**	۰/۰۷۹
عملکرد دانه	۰/۰۲۸	-۰/۰۶۱	۰/۰۳۰	۰/۱۵۸	۰/۰۳۸	-۰/۰۸۹	-۰/۱۶۷	-۰/۰۵۵
عملکرد بیولوژیک	-۰/۲۷۱**	۰/۲۴۹**	۰/۲۵۳**	۰/۳۸۹**	۰/۴۹۸**	-۰/۴۱۵**	۰/۱۷۹*	۰/۱۰۷

* و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۴- تجزیه متغیرهای متعارف بین صفات زراعی و کیفی

جفت متغیر متعارف	ضرایب همبستگی متعارف	مقادیر ویژه	درصد واریانس توجیه شده		مقادیر نسبت درست نمایی	P تقریبی
			نسبی	تجمعی		
اول	۰/۷۵۱	۱/۲۹۷	۵۸/۵۷	۵۸/۵۷	۰/۱۱۸۸	۲/۴۹**
دوم	۰/۵۰۲	۰/۳۳۸	۱۵/۲۵	۷۳/۸۳	۰/۴۳۴	۱/۴۷**
سوم	۰/۴۱۸	۰/۲۱۲	۹/۶۰	۸۳/۴۳	۰/۵۸۱	۱/۲۲
چهارم	۰/۳۳۷	۰/۱۲۸	۵/۸۰	۸۹/۳۳	۰/۷۰۴	۱/۰۴
پنجم	۰/۳۱۹	۰/۱۱۳	۵/۱۴	۹۴/۳۶	۰/۷۹۵	۰/۹۵
ششم	۰/۲۶۲	۰/۰۷۳	۳/۳۳	۹۷/۱۹	۰/۸۸۵	۰/۷۶
هفتم	۰/۱۸۴	۰/۰۳۵	۱/۶۰	۹۹/۲۹	۰/۹۵۰	۰/۵۵
هشتم	۰/۱۲۴	۰/۰۱۵	۰/۷۱	۱۰۰	۰/۹۸۴	۰/۴۱

** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

همچنین وجود همبستگی منفی و معنی دار بین شاخص برداشت و درصد پروتئین، حجم رسوب زنی و رسوب با SDS که معیارهای کمیت و کیفیت پروتئین می باشند، بار دیگر نشان دهنده رابطه منفی عملکرد دانه با درصد پروتئین است. زیرا افزایش شاخص برداشت از طریق افزایش عملکرد دانه سبب کاهش درصد پروتئین و صفات مرتبط با آن می گردد. عملکرد دانه با هیچ یک از صفات کیفی همبستگی معنی داری نشان نداد که این موضوع می تواند بیانگر عدم وجود رابطه مستقیم و مستقل بین عملکرد دانه و صفات مرتبط با کیفیت نانوائی باشد. لذا از تجزیه متغیرهای متعارف برای بررسی چگونگی روابط بین صفات استفاده شد.

نتایج حاصل از تجزیه متغیرهای متعارف بین صفات زراعی و کیفی (جدول ۴) همبستگی معنی داری را بین دو جفت متغیر متعارف اول و دوم نشان داد که در توجیه ۷۳/۸۳ درصد کل تنوع سهمیم بودند. بر اساس همبستگی صفات با متغیرهای مربوط (جدول ۵)، در متغیر اول صفات کیفی (V₁)، افزایش درصد رطوبت دانه به طور مستقیم سبب کاهش سختی دانه و به طور غیر مستقیم منجر به کاهش وزن هکتولتر می گردد. همچنین افزایش درصد پروتئین و حجم نان به دلیل ظرفیت جذب آب بیشتر منجر به بهبود کیفیت نانوائی خواهد شد. لذا

دوره رشد زایشی گیاه به طور غیر مستقیم از طریق درصد رطوبت دانه در روابط بین صفات کیفی وزن هکتولتر، سختی دانه و حجم نان موثر است. به عبارت دیگر ارقام زودرس از وزن هکتولتر و سختی دانه بیشتری برخوردارند. وجود رابطه مثبت بین زودرسی و صفات مرتبط با کیفیت نانوائی در مطالعات دیگر (۷، ۱۲، ۱۶) نیز گزارش شده است. همچنین افزایش وزن دانه به دلیل تجمع مواد نشاسته ای در آندوسپرم دلیل احتمالی رابطه منفی بین درصد پروتئین و وزن دانه در سنبله است. بین تعداد سنبله در واحد سطح و میزان پروتئین رابطه مثبت و معنی داری وجود داشت. به عبارت دیگر افزایش تعداد سنبله در واحد سطح در مجموع به افزایش درصد پروتئین منجر می گردد.

(به جز درصد پروتئین) چهار صفت عملکرد دانه، حجم رسوب زلنی، درصد جذب آب و وزن دانه در سنبله را به عنوان مهمترین صفات تبیین کننده ($R^2=87/26\%$) کل تغییرات عملکرد پروتئین معرفی نمود. همچنین با توجه به سرب رگرسیون عملکرد دانه (۱۱/۳۱-) بار دیگر رابطه منفی عملکرد دانه و عملکرد پروتئین مشاهده شد. نتایج این تجزیه موید نقش صفات کیفی حجم رسوب زلنی و درصد جذب آب به عنوان صفات مرتبط با کمیت پروتئین در توجیه عملکرد پروتئین بود و این نتیجه در تجزیه متغیرهای متعارف نیز مشاهده شد. نتایج مطالعات دیگر (۱۵، ۱۷، ۲۲) نیز حجم رسوب زلنی را به عنوان معیاری برای تعیین کمیت پروتئین معرفی نموده‌اند.

دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای، (شکل ۱)، تعداد ۱۲ صفت زراعی و ۸ صفت کیفی را در سه گروه مجزا تفکیک نمود. گروه اول در فاصله مقیاس تغییر یافته ۱۰ با گروه‌های دوم و سوم مرتبط بود. گروه‌های دوم و سوم نیز در فاصله مقیاس تغییر یافته ۵ با هم مرتبط شدند. در گروه اول اجزاء عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن به همراه ۲ صفت کیفی سختی دانه و وزن هکتولتر قرار گرفتند. گروه دوم متشکل از ۲ صفت کیفی حجم نان و درصد رطوبت دانه به همراه صفات زراعی روز تا سنبله رفتن، طول برگ پرچم، ارتفاع ساقه، عملکرد بیولوژیک و تعداد سنبله در متر مربع بود. در گروه سوم فقط ۴ صفت کیفی درصد پروتئین، حجم رسوب زلنی، حجم رسوب با SIDS و درصد جذب آب قرار گرفتند. لذا این گروه متشکل از صفات مرتبط با کمیت و کیفیت پروتئین بود. همانگونه که ملاحظه می‌گردد، نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای صفات با نتایج حاصل از تجزیه مولفه‌های اصلی منطبق است. همچنین صفات مورد مطالعه بر اساس ضرایب همبستگی معنی‌دار تشکیل گروه و زیرگروه‌های مجزا را دادند. لذا انطباق نتایج موید صحیح بودن محل قطع دندروگرام است.

نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر اساس تمام صفات، همچنین آزمون T^2 کاذب هوتلینگ و معیار توان سوم گروه‌ها (جدول ۷)، ۱۴۵ ژنوتیپ مورد مطالعه را در ۴ گروه طبقه‌بندی نمود. دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای (شکل ۲) به منظور تشکیل ۴ گروه در فاصله ۶/۴۲ در مقیاس تغییر یافته گروه‌ها

این متغیر در رابطه مستقیم با کیفیت نانوائی می‌باشد. در متغیر متعارف دوم (V_2) نقش میزان جذب آب به وسیله آرد در ایجاد نانی با حجم مناسب تایید شد. همچنین تاثیر مهم صفت حجم رسوب زلنی در متغیر متعارف دوم به طور غیر مستقیم نشان دهنده نقش کمیت پروتئین در بهبود خصوصیات مرتبط با کیفیت نانوائی است. ارتباط صفات درصد پروتئین، جذب آب و حجم رسوب زلنی به عنوان معیارهای کمیت پروتئین در مطالعات دیگر (۳، ۱۵، ۲۵، ۲۹) نیز گزارش شده است.

در متغیر متعارف اول صفات زراعی (W_1)، وجود رابطه منفی بین تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله مشاهده شد که بار دیگر تاکید بر وجود رابطه منفی بین اجزاء عملکرد می‌باشد. همچنین رابطه مثبت روز تا به سنبله رفتن و ارتفاع ساقه با این متغیر دلیل بر وجود رابطه مستقیم بین این صفات است، به طوری که افزایش دوره رشد رویشی، شروع مرحله زایشی گیاه را به تاخیر می‌اندازد. با توجه به تاثیر بیشتر صفات عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک، می‌توان متغیر متعارف دوم را در ارتباط با شاخص‌های عملکرد معرفی نمود. افزایش تعداد دانه در سنبله سبب کاهش وزن دانه در سنبله و تاثیر منفی بر عملکرد دانه می‌گردد که از طریق این متغیر متعارف توجیه می‌شود. همچنین افزایش ارتفاع ساقه سبب افزایش عملکرد بیولوژیک می‌گردد و به دلیل وجود رابطه منفی آن با وزن دانه در سنبله، کاهش عملکرد دانه را به همراه خواهد داشت. به طور کلی کاهش عملکرد دانه به خاطر کاهش وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله در متغیر متعارف اول صفات زراعی، با افزایش درصد پروتئین و صفات مرتبط با کیفیت پروتئین در متغیر متعارف اول صفات کیفی مرتبط است. همچنین دیررسی سبب کاهش وزن هزار دانه، افزایش درصد رطوبت دانه و کاهش سختی دانه می‌گردد. لذا این صفت به طور غیر مستقیم سبب کاهش جذب آب، حجم نان و کیفیت نانوائی می‌گردد. نتایج مطالعات دیگر (۳، ۷، ۱۲، ۱۶، ۳۳) نیز به عدم وجود رابطه منفی بین دوره رشد رویشی با کمیت پروتئین و وجود رابطه منفی بین دیررسی با کیفیت نانوائی اشاره کرده‌اند.

نتایج حاصل از رگرسیون مرحله‌ای (جدول ۶) برای توجیه تغییرات عملکرد پروتئین دانه بر اساس صفات زراعی و کیفی

جدول ۵- ضرایب متعارف استاندارد و ضرایب همبستگی صفات زراعی و کیفی با متغیرهای متعارف

صفات	همبستگی صفات با متغیرهای متعارف		ضرایب متعارف استاندارد متغیرهای متعارف	
	V _۱	V _۲	V _۱	V _۲
صفات کیفی				
X _۱ وزن هکتولتر	-۰/۴۸۷	-۰/۰۳۰	-۰/۲۴۵	۰/۰۲۵
X _۲ درصد پروتئین	۰/۴۶۷	۰/۰۶۰	۰/۴۲۹	-۱/۴۲۵
X _۳ حجم رسوب زنی	۰/۲۸۶	۰/۴۸۴	-۰/۱۵۲	۱/۴۶۶
X _۴ حجم نان	۰/۴۶۰	۰/۴۵۱	۰/۰۸۰	۰/۱۳۱
X _۵ درصد رطوبت دانه	۰/۹۳۲	۰/۱۹۸	۰/۳۱۴	۱/۱۸۱
X _۶ سختی دانه	-۰/۸۱۴	۰/۰۷۲	-۰/۳۹۲	۰/۸۲۶
X _۷ درصد جذب آب	۰/۴۹۹	۰/۳۶۸	۰/۱۸۱	-۰/۴۲۸
X _۸ حجم رسوب با SDS	۰/۱۶۴	۰/۱۵۲	-۰/۱۳۲	۰/۰۹۹
صفات زراعی				
W _۱ روز تا سنبله رفتن	۰/۸۱۴	۰/۱۵۶	۰/۳۶۴	۰/۲۵۷
W _۲ ارتفاع ساقه	۰/۸۳۹	-۰/۲۶۳	۰/۳۸۷	-۰/۸۴۳
W _۳ وزن هزار دانه	۰/۰۵۹	-۰/۰۷۳	-۰/۰۰۳	۰/۱۱۹
W _۴ طول برگ پرچم	۰/۵۶۸	-۰/۱۶۹	۰/۱۱۵	-۰/۳۲۹
W _۵ عرض برگ پرچم	-۰/۳۴۸	-۰/۰۴۲	۰/۰۱۱	۰/۱۹۲
W _۶ طول سنبله	-۰/۰۹۱	-۰/۱۹۹	-۰/۰۲۲	۰/۰۲۳
W _۷ تعداد دانه در سنبله	-۰/۵۵۳	-۰/۲۸۱	-۰/۲۶۶	-۰/۰۵۳
W _۸ وزن دانه در سنبله	-۰/۴۹۱	۰/۳۶۲	۰/۱۷۸	-۰/۵۷۰
W _۹ شاخص برداشت	-۰/۲۸۶	-۰/۳۰۷	-۰/۰۵۸	-۰/۳۲۴
W _{۱۰} تعداد سنبله در متر مربع	۰/۶۴۰	۰/۱۱۸	۰/۲۹۷	-۰/۱۰۹
W _{۱۱} عملکرد دانه	-۰/۰۰۱	۰/۴۰۱	-۰/۱۴۱	۰/۲۸۷
W _{۱۲} عملکرد بیولوژیک	۰/۷۵۵	۰/۴۳۱	۰/۱۲۳	۰/۶۵۴

جدول ۶- رگرسیون مرحله‌ای جهت گزینش صفات تبیین کننده تغییرات عملکرد پروتئین

مرحله صفات	ضریب تبیین (درصد)		میانگین مربعات رگرسیون	عرض از مبدا*	ضرایب رگرسیون صفات*
	نسبی	تجمعی			
۱ عملکرد دانه (X _{۱۲})	۷۳/۱۱	۷۳/۱۱	۵۷۷۲۳۰/۷۹	۱۹۵/۷۰	-۱۱/۳۱
۲ حجم رسوب زنی (X _{۱۴})	۱۲/۹۹	۸۶/۱۱	۳۳۹۰۰/۱۶	-۶۸/۴۴	۱۹۶/۵۴
۳ درصد جذب آب (X _{۱۸})	۷/۲۰	۸۶/۸۳	۲۲۸۵۰۵/۱۲	-۱۲۱۹۱/۹۹	۸۳/۳۰
۴ وزن دانه در سنبله (X _۹)	۴/۳۰	۸۷/۲۶	۱۷۲۲۲۵/۱۲	-۱۱۰۹۷/۴۶	-۳۰۳/۸۱

مدل پیشنهادی $\hat{Y} = -11.017/26 - 113.1X_{12} + 196.054X_{14} + 83.3/3.0X_{18} - 30.3/81X_9$

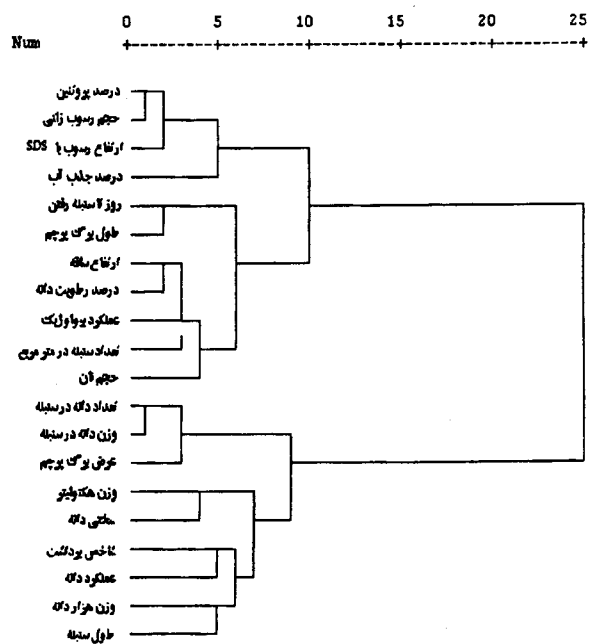
* ضرایب رگرسیون کلیه متغیرهای وارد شده به مدل در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار می‌باشند.

جدول ۷- تعداد گروه، مقادیر T² کاذب هوتلینگ و معیار توان سوم گروه‌های (سی.سی.سی)

تعداد گروه	اتصال گروه‌ها	T ² کاذب سی.سی.سی	معیار توان سوم سی.سی.سی
۷	گروه ۱۵ گروه ۹۰	۱۰/۸	-۱/۹۵
۶	گروه ۱۱ گروه ۵۱	۳۹/۴	-۲/۳۹۹
۵	گروه ۷ گروه ۱۳	۱۰/۴	-۲/۰۹
۴	گروه ۱۰ گروه ۱۷	۴۹/۴	-۱/۵۵
۳	گروه ۴ گروه ۸	۹۰/۲	-۳/۲۱
۲	گروه ۳ گروه ۶	۱۱۲/۱	-۴/۱۵
۱	گروه ۲ گروه ۵	۱۹۳/۶	۰/۰۰

قطع شد. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های صفات (جدول ۸) تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد در بین گروه‌ها از نظر اکثر صفات وجود داشت و لذا صحت گروه‌بندی مورد تایید قرار گرفت. سه گروه اول عمدتاً شامل ژنوتیپ‌های اصلاح شده و گروه چهارم متشکل از ارقام زراعی و بومی بود. ژنوتیپ‌های گروه اول علیرغم داشتن وضعیتی مناسب برای صفات مرتبط با عملکرد، بواسطه برخورداری از مقادیر کم صفات مرتبط با کمیت و کیفیت پروتئین ارزش نانوائی کمی دارند. ژنوتیپ‌های گروه دوم از شرایط مطلوب‌تری به لحاظ صفات مرتبط با کیفیت و کمیت پروتئین برخوردار بودند.

همچنین از نظر صفات مرتبط با عملکرد دانه نیز ظرفیت قابل ملاحظه‌ای داشتند. ژنوتیپ‌های گروه سوم با داشتن بیشترین میانگین برای صفات روز تا سنبله رفتن، ارتفاع ساقه، طول و عرض برگ پرچم، تعداد سنبله در متر مربع، عملکرد بیولوژیک، حجم نان، درصد رطوبت دانه و درصد جذب آب به طور



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای صفات مورد مطالعه

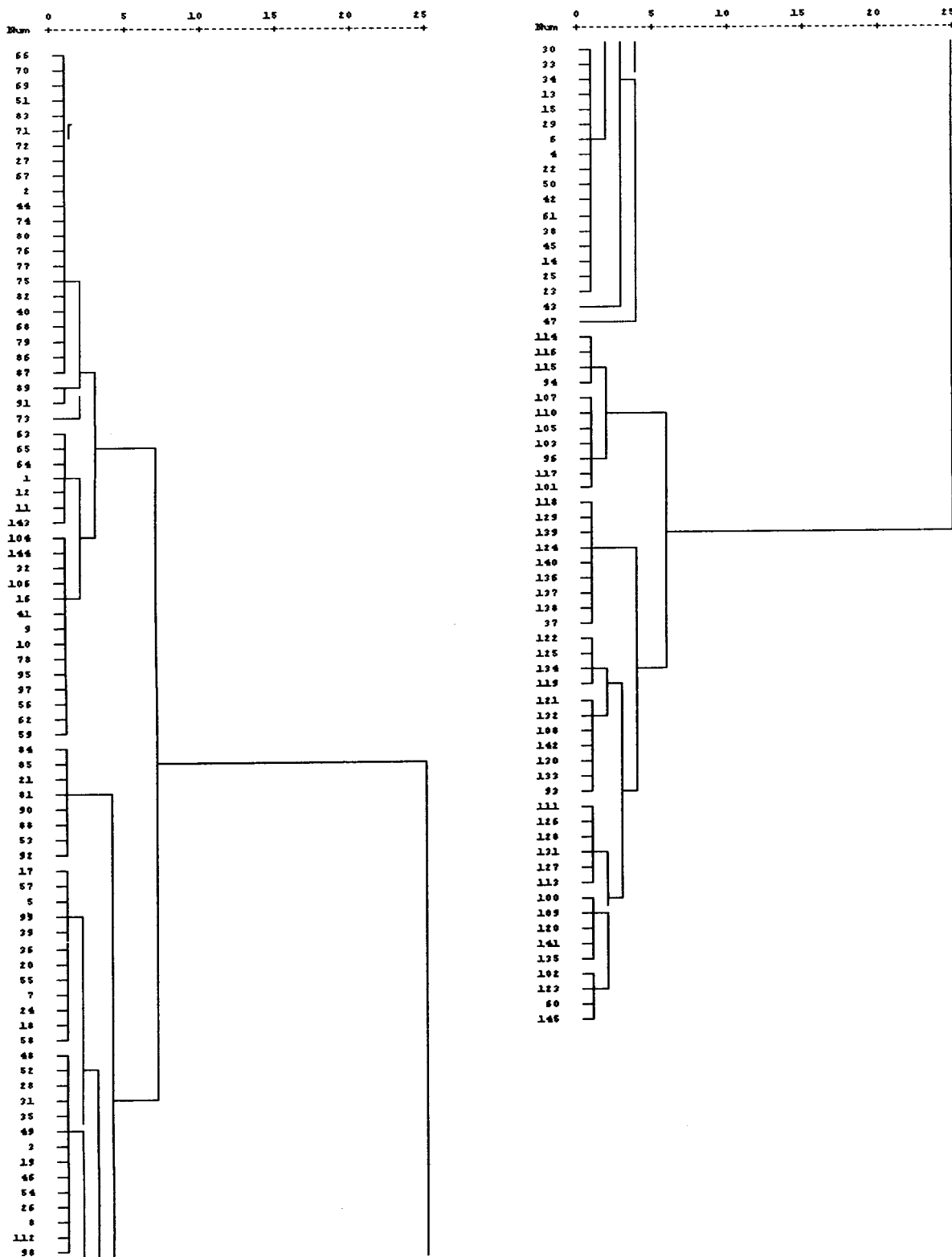
جدول ۸- تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های صفات مختلف گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای

صفات	ضریب تنوع	میانگین مربعات ++		میانگین +		
		بین گروه‌ها	داخل گروه‌ها	گروه اول	گروه دوم	گروه سوم
روز تا سنبله رفتن	۳/۸۹	۱۳۷۸/۰۵	۳۹/۱۱	۱۵۷/۳۴c	۱۵۷/۳۷c	۱۷۶/۳۶a
ارتفاع ساقه (سانتی‌متر)	۱۱/۰۲	۱۰۵۱۹/۵۵	۱۲۴/۳۵	۸۹/۷۶c	۹۲/۴۷c	۱۱۵/۱۸۲b
وزن هزار دانه (گرم)	۸/۹۱	۱۶۹/۰۴	۱۰/۸۸	۳۶/۴۳b	۳۷/۰۵b	۳۱/۷۵c
طول برگ پرچم (سانتی‌متر)	۱۲/۰۴	۱۱۲/۴۹	۵/۲۴	۱۸/۱۹c	۱۸/۰۶c	۲۳/۳۸a
عرض برگ پرچم (سانتی‌متر)	۱۰/۵۹	۰/۵۷۳	۰/۰۲۴	۱/۵۵ab	۱/۵۱b	۱/۶۳a
طول سنبله (سانتی‌متر)	۱۹/۱۵	۱۸/۸۳	۳/۴۲	۹/۵۰a	۱۰/۱۱a	۷/۶۶b
تعداد دانه در سنبله	۱۹/۴۳	۲۷۸۹/۹۵	۸۹/۰۵	۵۵/۲۳a	۵۱/۳۵ab	۴۸/۲۹b
وزن دانه در سنبله (گرم)	۲۱/۵۴	۳/۶۲	۰/۱۹	۲/۲۹a	۲/۱۶a	۱/۷۱b
شاخص برداشت (درصد)	۱۵/۱۴	۱۷۵۳/۵۲	۲۷/۱۶	۳۸/۳۳a	۳۷/۲۷a	۲۰/۴۶c
تعداد سنبله در متر مربع	۳۶/۹۶	۵۳۳۶۳۲/۱۲	۲۰۷۴۴/۲۱	۴۶۵/۰۰c	۴۶۴/۷۲c	۵۵۸/۰۹b
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	۲۱/۳۶	۲۰۵۵۸۴/۲۶	۲۹۹۱۸/۷۶	۸۶۳۹/۷۰a	۷۶۳۱/۹b	۷۱۳۳/۳۲b
عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	۶/۱۷	۱۰۷۲۱۶۵/۲	۲۹۸۹۷۶/۷۳	۲۳۸۱۵/۱۱b	۲۱۵۳۸/۱b	۲۰۶۲۱/۱۲a
وزن هکتولیترا (کیلوگرم)	۶/۱۷	۲۵۶/۹۴	۲۶/۷۵	۸۴/۴۵a	۸۵/۴۵a	۷۶/۷۸b
درصد پروتئین	۶/۶۰	۲۲/۰۲	۰/۵۸	۱۰/۵۸b	۱۲/۰۶a	۱۱/۷۹a
حجم رسوب زلی (میلی‌لیتر)	۸/۷۸	۲۴۱/۱۲	۱۰/۲۵	۲۹/۶۰b	۳۴/۸۱a	۳۳/۳۶a
حجم نان (میلی‌لیتر)	۴/۰۴	۵۴۵۴/۱۷	۴۳۲/۱۷	۵۰۰/۶۷c	۵۱۴/۴۳b	۵۲۵/۵۴ab
درصد رطوبت دانه	۴/۱۵	۱۴/۰۴	۰/۲۱	۱۰/۵۶c	۱۰/۹۰b	۱۲/۰۱a
سختی دانه	۹/۶۴	۱۳۶۵/۷۲	۲۸/۹۴	۵۹/۲۱a	۵۹/۴۳a	۴۴/۷۲c
درصد جذب آب	۳/۲۸	۵۷/۲۷	۴/۰۲	۵۹/۶۶c	۶۱/۱۸b	۶۱/۶۰ab
حجم رسوب با SDS (میلی‌لیتر)	۹/۱۶	۲۴۱/۷۱	۱۰/۷۴	۳۲/۶۷c	۳۷/۹۲a	۳۵/۰۹b

⁺ در هر ردیف میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

⁺⁺ درجات آزادی واریانس‌های بین و داخل گروه‌ها به ترتیب ۳ و ۱۴۱ می‌باشد و میانگین مربعات بین گروه‌ها برای کلیه صفات در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است.

فاصله مقیاس تغییر یافته گروهها



شکل ۲- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپها بر اساس صفات زراعی و کیفی

(شماره‌های ۹۰-۱ لاین‌های اصلاحی و ارقام سیمیت، شماره‌های ۹۱ و ۱۰۷-۹۴ و ۱۱۸-۱۱۴ ارقام خارجی و بقیه شماره‌ها ارقام ایرانی و توده‌های

بومی هستند.)

افزایش عملکرد به همراه کیفیت مطلوب با توجه به روابط بین صفات مرتبط با عملکرد دانه و صفات کیفی در برنامه‌های به‌نژادی میسر خواهد شد. در این راستا، با توجه به رابطه منفی بین عملکرد دانه و درصد پروتئین، در برنامه‌های اصلاح برای افزایش عملکرد دانه می‌توان از ژنوتیپ‌های با ظرفیت بالای عملکرد پروتئین به عنوان جامعه مبنا استفاده نمود. همچنین با توجه به تلاش محققین جهت کاهش حجم داده‌ها در ارزیابی ژرمپلاسم به منظور کاهش هزینه و زمان ارزیابی، از مجموع ۲۰ صفت مورد مطالعه در این تحقیق نقش به‌سزای صفات زراعی عملکرد دانه و اجزاء آن، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت و همچنین صفات کیفی درصد پروتئین و آزمون رسوب به عنوان صفات توجیه‌کننده بسیاری از روابط حائز اهمیت بود و لزوم توجه به این صفات در سایر مطالعات توصیه می‌گردد.

سیاسگزاری

هزینه‌های اجرای این طرح از محل اعتبارات طرح ملی تحقیقات شورای پژوهشی علمی کشور (طرح شماره ۱۱۳۴) و دانشگاه صنعتی اصفهان تامین شده است که بدینوسیله تشکر می‌گردد.

معنی‌داری از گروه‌های دیگر متمایز بودند. ژنوتیپ‌های گروه چهارم دارای بیشترین میانگین‌ها برای صفات عملکرد دانه و درصد پروتئین و اجزاء مرتبط با آنها بودند، به طوری که ارقام زراعی و بومی تشکیل دهنده این گروه از حیث صفات زراعی و کیفی در مقایسه با ژنوتیپ‌های اصلاح شده گروه‌های دیگر از ظرفیت مطلوبی برخوردار بودند. این موضوع بار دیگر موید لزوم توجه به توان بالقوه و خصوصیات ارزشمند پنهان ارقام بومی جهت بکارگیری این منابع پرارزش در برنامه‌های به‌نژادی گندم است. همچنین قرار گرفتن حدود ۴۰ درصد از ارقام زراعی و بومی در گروه اخیر بیانگر ارزش استفاده و نقش مفید ژرمپلاسم مورد مطالعه در برنامه‌های آتی اصلاح برای کیفیت نانوائی گندم است. لذا می‌توان در برنامه‌های تلاقی به منظور جبران نقاط ضعف خصوصیات کمی و کیفی ارقام زراعی و بومی، جامعه والد را بر اساس صفات مطلوب گروه‌های متشکل از لاین‌های اصلاح شده انتخاب نمود.

به طور کلی نتایج حاصل از این مطالعه به وجود عوامل پنهانی که به طور مستقیم و غیر مستقیم در ایجاد روابط بین صفات زراعی و کیفی سهیم می‌باشند تاکید داشت. بنابراین

REFERENCES

1. American Association of Cereal Chemists U.S.A. 1995. Sodium dodecyl sulfat sedimentation test for durum wheat. AACC Method. AACC Inc., St. Paul, Min., U.S.A.
2. Aguilar Mariscal, L., and L. A. Hunt. 1991. Grain yield Vs. spike number in winter wheat in a humid continental climate. *Crop Sci.* 31: 360-363.
3. Blackman, J. A., and P. Payne. 1987. Grain quality, p. 455-458. In: *Wheat Breeding*, F. G. H. Lupton (ed.), Chapman and Hall, London.
4. Biriggs, K. G., and A. Aytenfisa. 1980. Relationships between morphological characters above the flag leaf node and grain yield in spring wheats. *Crop Sci.* 20: 350-354.
5. Brien, L. O., R. Jardine, and R. A. Orth. 1979. A factor analysis of bread wheat quality tests. *Aust. J. Agric. Res.* 27: 575-582.
6. Briggs. K. C., and L. H. Shebeski. 1972. An application of factor analysis to some breadmaking quality data. *Crop Sci.* 12: 44-46.
7. Bushuk, W. 1994. *Wheat Production, Properties and Quality*. Blakie Academic and Professionals, London.
8. Campbell, W. P., G. W., Wrigley, P. J. Cressey, and R. Slack. 1987. Statistical correlations between quality attributes and grain protein composition for 71 hexaploid wheat used as breeding parents. *Cereal Chem.* 64(4): 293-299.
9. Dofing, S. M., and G. W. Knight. 1992. Alternative model for path analysis of small grain yield. *Crop Sci.* 32: 487-489.
10. Dexter, J. E., R. Matsuo, and D. G. Martin. 1987. The relationship of durum wheat test weight to milling performance and spaghetti quality. *Cereal Sci.* 32: 772-777.

11. Ehdai, B., and J. G. Waines. 1989. Genetic variation, heritability and path analysis in landraces of bread wheat from southwestern Iran. *Euphytica* 1: 183-190.
12. Feil, B. 1992. Breeding progress in small grain cereals comparison of old and modern cultivars. *Plant Breeding*. 108:1-15.
13. Fowler, D. B., J. Brydon, and I. A. Delaroche. 1990. Environmental and genotype influence on grain protein concentration of wheat and rye. *Agron. J.* 82: 655-664.
14. Griffiths, A. J. F., and J. H. Miller. 1996. *An Introduction to Genetic Analysis*. (6th ed.). W. H. Freeman Co., New York. 915 P.
15. Gupta, R. B., Y. Popineaut, G. Leferret, M. Cornect, F. Bekes and Y. Popineaut. 1995. Biochemical basis of flour properties in bread wheat. *J. Cereal Sci.* 21: 103-116.
16. Heyne, E. G. 1987. *Wheat and Wheat Improvement*. Amer. Soc. Of Agron. Ins., Madison, WI, USA.
17. Hoseney, R. C. 1986. *Principles of Cereal Science and Technology*. AACCC. Inc., Minnesota, USA.
18. International Association for Cereal Science and Technology (ICC). 1998. *ICC Standard Methods*. No: 105/2- 110/2- 115/7- 116/1- 151-202-207. ICC Pub., Vienna.
19. Jensen, N. F. 1988. *Plant Breeding Methodology*. John Wiley and Sons. Inc., New York.
20. Johnson, D.E. 1998. *Applied Multivariate Methods for Data Analysis*. Dunbury Press, New York, USA.
21. Kato, K. and H. Yokoyama. 1992. Geographical variation in heading characters among wheat landraces, *Triticum aestivum* L., and its implication for their adaptability. *Theor. Appl. Genet.* 84: 259-265.
22. Laszity, R. L., 1986. *The Chemistry of Cereal Protein*. CRC Press Inc., Boca Roton, Florida.
23. Lednet, J. E., 1982. Morphology and yield in winter wheat grow in high yielding conditions. *Crop Sci.* 22: 1115-1120.
24. Liu, C. Y., K. W. Shepherd and P. W. Grast. 1994. Grain yield and quality characteristics in durum wheat. *Cereal Sci.* 20: 23-32.
25. Lorenzo, A., W. E. Kronstade and L. C. E. Viera. 1987. Relationship between HMW glutenin subunits and loaf volume in wheat as measured by the sodium dodecyl sulphate sedimentation test. *Crop Sci.* 27: 253-257.
26. Moghaddam, M., B. Ehdaie and J. G. Waines. 1997. Genetic variation and interrelationships of agronomic characters in landraces of bread wheat from southeastern Iran. *Euphytica*, 95: 361-369.
27. Murphy, J. P. and T. S. Cox. 1986. Cluster analysis of red winter wheat cultivars based upon coefficients of parentage. *Crop Sci.* 26: 672-676.
28. Nelson, S. E., K. D. Kephart and A. Bauer. 1988. *Growth staging of wheat, barley and wild oat*, American Cyanamid Co., New York.
29. Payne, P. I, E. A. Jackson, L. M. Holt and C. N. Law. 1984. Wheat storage proteins: Their potential for manipulation by plant breeding. *Philos. Trans. R. Soc., London* 304: 359-371.
30. Poehlman, J. M. and D. A. Sleper. 1995. *Breeding Field Crops*. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
31. Pomeranz, Y. 1988. *Wheat Chemistry and Technology*. Vol. II. Amer. Assoc. of Cereal Chem. Inc., St. Paul, Minnesota, USA.
32. Slafer, G. A., F. H. Andrade and S. E. Feingold, 1991. Change in physiological attributes of the dry matter economy of bread wheat through improvement of grain yield potential at different regions of the world. *Euphytica* 58: 37-46.
33. Fahman, A. 1987. *Manual of wheat breeding procedures*. FAO., Rome.
34. Walton, P. D. 1971. The use of factor analysis in determining characters for yield selection in wheat. *Euphytica* 20: 412-416.
35. Walton, P. D. 1972. Factor analysis of yield in spring wheat (*Triticum aestivum* L.) *Crop Sci.* 12: 731-0733.

36. Westerlun, E. R., R. Anderson, M. Hanalaine and P. Aman. 1991. Principal component analysis: An efficient tool for selection of wheat samples with wide variation in properties. *Cereal Sci.* 14: 95-104.
37. Zobel, R. W., M. J. Wright and H. G. Ganch. 1988. Statistical analysis of a yield traits. *Agron. J.* 88: 388-393.

An Evaluation of Quantitative and Qualitative Characteristics of Breeding Lines, Cultivars and Landrace Varieties of Bread Wheat Using Multivariate Statistical Analysis

F. SHAHIN NIA¹ AND A. M. REZAI²

1, 2, Ph.D. Student and Professor, Faculty of Agriculture, Isfahan Univ. of Technology

Accepted Nov. 14, 2001

SUMMARY

A field experiment in augmented design with three controls was conducted to evaluate the quantitative and qualitative characteristics of 90 breeding lines, and 55 cultivars and landrace varieties of bread wheat (*Triticum aestivum L.*) using multivariate statistical methods. Twelve agronomic and morphologic characters such as yield and its components, and 8 bread making quality traits including protein percent and SDS-sedimentation value were evaluated. Principal component analysis detected 7 components, which explained 77 percent of the total variation. The second component was related to qualitative characters such as SDS sedimentation value and protein percentage. Grain yield and yield components had a major contribution to the 6th component. The results of correlation analysis indicated a direct relationship between maturity and bread making quality, as well as a negative relationship between grain yield and protein percent. The first and second canonical variables exhibited a direct and positive effect on protein quantity and quality. The first canonical variable of agronomic traits revealed a negative relationship between yield components. The second variable introduced a few traits related to yield. Stepwise regression analysis indicated grain yield, Zeleny sedimentation volume, water absorption percent and spike grain weight as effective traits to explain 87.26 percent of total protein yield variation. In cluster analysis, qualitative and quantitative traits were classified into 5 groups. Also cluster analysis for genotypes showed the high potential of landrace cultivars from the view point of grain yield components and breadmaking quality.

Key words: Bread wheat, Multivariate analysis, Qualitative and quantitative characteristics.