نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۰، شماره ۲ ، تابستان ۱۳۹۱، ص. ۴۲۷-۴۲۱

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 10, No. 2, Summer. 2012, p. 421-427

بررسی روابط بین عملکرد دانه و اجزای آن در ارقام و هیبریدهای جدید جو با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره

سیدمحمدمهدی سیدآقامیری[۱]- خداداد مصطفوی[۲*]- عبداله محمدی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۴/۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۲/۲۷

چکیده

به‌منظور بررسی ارتباط صفات مختلف با عملکرد دانه، ۲۸ ژنوتیپ جو زراعی شامل ۷ رقم و ۲۱ هیبرید حاصل از تلاقی‌های آن‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. ارقام مورد بررسی شامل والفجر، ماکوئی، کویر، ریحان، گرکان، نصرت و نیمروز بودند. این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج در سال زراعی ۸۹ – ۱۳۸۸ انجام شد. سیزده صفت زراعی شامل عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، وزن ۱۰۰ دانه، قطر ساقه، ارتفاع بوته، طول سنبله، روز تا سنبله‌دهی، وزن سنبله، طول ریشک، طول پدانکل، طول بذر و قطر بذر مورد بررسی قرار گرفتند. تجزیه همبستگی مشخص نمود که بین عملکرد دانه با صفات عملکرد بیولوژیک، وزن سنبله، طول ریشک، طول بذر و طول پدانکل همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. تجزیه علیت مشخص کرد که صفت عملکرد بیولوژیک دارای بیشترین اثر مستقیم و مثبت بر روی عملکرد دانه می‌باشد. اثر غیرمستقیم وزن سنبله از طریق عملکرد بیولوژیک بر روی عملکرد دانه مثبت بود. تجزیه به عامل‌ها نشان داد که چهار عامل در مجموع ۷۰/۶۸ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمودند. عامل اول، دوم و سوم به‌ترتیب به‌نام عملکرد، مشخصات مورفولوژیکی و مشخصات بذر نام‌گذاری شدند. تجزیه خوشه‌ای به روش وارد ژنوتیپ‌ها را به سه گروه اصلی تقسیم بندی نمود.

واژه‌های کلیدی: تجزیه علیت، تجزیه به عامل‌ها، تجزیه خوشه‌ای، جو، همبستگی

مقدمه

جو چهارمین غله مهم در دنیا بعد از گندم، ذرت و برنج می‌باشد و یکی از اولین گیاهانی است که توسط بشر اهلی شده است. زراعت جو در اکثر کشورهای تولیدکننده آن سابقه بسیار طولانی دارد و از زمان‌های خیلی گذشته دانه آن علاوه بر آنکه در تغذیه انسان مورد مصرف داشته، در قنادی‌ها مورد استفاده و از مالت آن نیز در صنعت و داروسازی استفاده می‌شود. در حال حاضر در اغلب کشورها از آن نوشابه‌های الکلی و غیر الکلی به‌دست می‌آید و در پرورش حیوانات به‌ویژه در تغذیه گاوهای شیری و گوساله‌های پرواری و حتی پرندگان نیز به مقدار زیاد استفاده می‌شود (۳).

شناخت و بررسی خصوصیات زراعی گیاه‌جو و تعیین اهمیت هر یک از آن‌ها برای استفاده در برنامه‌های به‌نژادی از اهمیت خاصی برخوردار است. در راستای این هدف، استفاده از تجزیه به عامل‌ها می تواند بسیار سودمند باشد. مطالعات زیادی در ارتباط با ارزیابی صفات و تعیین ماهیت، اهمیت و ارتباط آن‌ها با استفاده از تجزیه به عامل‌ها در گیاهان زراعی انجام شده است (۱۲ و ۱۳)، ولی تعداد این گونه مطالعات در جو ناچیز است. استفاده از روش‌های چند متغیره مانند تجزیه به عامل‌ها جهت استخراج زیر مجموعه‌ای از متغیرهای هم‌سان، شناخت مفاهیم اساسی داده‌های چند متغیره، شناخت ارتباطات بیولوژیک و کاربردهای موجود بین صفات، کاهش تعداد زیادی از صفات همبسته به تعداد کمی از عامل‌ها و تشریح همبستگی بین متغیرها مورد استفاده قرار گرفته است (۱۱، ۱۴ و ۲۱).

سعیدی (۷) با تجزیه به عامل‌ها برای ۱۹ صفت در جو لخت گزارش نمود که ۵ عامل مجموعاً ۹۲ درصد واریانس را توجیه کردند. عامل اول که ۲۹ درصد واریانس داده‌ها را توجیه کرد مربوط به ظرفیت پنجه‌دهی گیاهی بود. عامل دوم با توجیه ۲۳ درصد واریانس مربوط به صفات مرتبط با ساختمان سنبله بود. عامل سوم با توجیه ۱۸ درصد از تغییرات کل داده‌ها عامل وزنی نام‌گذاری شد. در عامل

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد و استادیاران گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: Mostafavi@kiau.ac.ir)

چهارم که ۱۲ درصد تنوع موجود را توجیه نمود صفات ارتفاع بوته، تعداد گره در ساقه و متوسط طول میان‌گره دارای بار عاملی مثبت و بالایی بودند. بالاخره در عامل پنجم که ۱۰ درصد تغییرات را شامل می‌شد، طول و عرض برگ پرچم و طول غلاف برگ پرچم قرار داشتند.

تجزیه رگرسیون یکی از پر استفاده‌ترین روش‌های آماری است که برای تجزیه و تحلیل داده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، زیرا روابط بین متغیرها را به سادگی و به‌صورتی با مفهوم بیان می‌کند. به‌طورکلی، تجزیه رگرسیون مجموعه‌ای از روش‌ها است که برای کمک به درک رابطه بین گروهی از متغیرها مورد استفاده قرار می‌گیرد (۵). زینالی و همکاران (۶) با استفاده از رگرسیون گام به گام در ارقام هیبرید ذرت دانه‌ای، عملکرد دانه را به عنوان متغیر وابسته در مقابل بقیه صفات به عنوان متغیر مستقل مورد بررسی قرار دادند. صفت ارتفاع بوته اولین صفتی بود که وارد مدل شد و ۳۸/۵ درصد از کل تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمود. صفات بعدی در مدل به ترتیب شامل وزن ۳۰۰ دانه، تعداد روز از کاشت تا ظهور کاکل و تعداد کل برگ بودند که مجموعاً ۷۲/۵ درصد از کل تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند.

متخصصین اصلاح‌نباتات تجزیه علیت را بیشتر به عنوان ابزاری برای ارزیابی اهمیت صفات مؤثر بر عملکرد و تعیین سهم اجزای عملکرد بکار می‌برند. بنابراین، تعیین دلایل تغییرپذیری عملکرد دانه و درک بهتر محدودیت‌های عملکرد، نیازمند تجزیه رخدادهای فنولوژیکی می‌باشد. عملکرد دانه فرآیند افزایش وزن‌خشک دانه در واحد سطح، در واحد زمان و در طول دوره تشکیل دانه است (۱۶). راناولیزاده و همکاران (۴) در بررسی ۸ ژنوتیپ جو بهاره، اثرات مستقیم تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه روی عملکرد دانه را مثبت گزارش کردند.

تجزیه خوشه‌ای دارای مزایایی می‌باشد که از آن جمله می‌توان به پیدا کردن گروه‌های واقعی جهت کاهش حجم داده‌ها و همچنین ایجاد گروه‌های مشابه اشاره نمود. در این صورت، نتیجه حاصله بیانگر روابط جدیدی خواهد بود که باید مورد بررسی قرار گیرند (۸). پور سیاه‌بیدی (۱) با اندازه‌گیری ۱۵ صفت زراعی مختلف در ۱۰۰ لاین گندم دوروم و با استفاده از تجزیه خوشه‌ای، هفت گروه ژنوتیپی را مشخص نمود. در این گروه‌بندی، ارقام بومی در یک گروه و ارقام خارجی در گروه‌های دیگر قرار گرفتند.

این تحقیق با هدف ارزیابی و شناخت صفاتی که بیشترین میزان تنوع عملکرد را در جو توجیه می‌کنند و نیز درک روابط بین صفات با استفاده از تجزیه رگرسیون گام به گام، تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات مؤثر بر عملکرد دانه با استفاده از تجزیه علیت و همچنین شناسایی عوامل پنهانی مؤثر بر عملکرد دانه با استفاده از تجزیه به عامل‌ها و گروه‌بندی ارقام و ژنوتیپ‌های جو مورد بررسی با استفاده از تجزیه خوشه‌ای صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی و ارزیابی خصوصیات زراعی ۲۸ ژنوتیپ جو شامل ۷ رقم به نام‌های والفجر، ماکوئی، کویر، ریحان، گرکان، نصرت و نیمروز و ۲۱ هیبرید حاصل از تلاقی‌های این ارقام، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج انجام شد. ارقام مورد بررسی در هر آزمایش در چهار خط به طول دو متر کشت شدند. فاصله بین خطوط ۴۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در پایان فصل دو خط وسط با رعایت نیم متر از ابتدا و انتهای کرت‌ها به عنوان حاشیه برداشت شدند. در این آزمایش برخی صفات در مزرعه و برخی دیگر در آزمایشگاه مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. برای صفات زراعی پنج بوته به‌طور تصادفی در هر کرت اندازه‌گیری شد و از میانگین صفات اندازه‌گیری شده در محاسبات استفاده شد. صفات مورد بررسی شامل، عملکرد دانه در کرت (گرم)، عملکرد بیولوژیک (گرم)، شاخص برداشت، روز تا سنبله‌دهی، ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، طول سنبله (سانتی‌متر)، وزن سنبله (گرم)، طول ریشک (سانتی‌متر)، وزن ۱۰۰ دانه (گرم)، قطر ساقه (میلی‌متر)، طول بذر (میلی‌متر)، قطر بذر (میلی‌متر) و طول پدانکل (سانتی‌متر) بودند. صفات عملکرد دانه در کرت، عملکرد بیولوژیک، وزن سنبله و وزن ۱۰۰ دانه توسط ترازوی دقیق اندازه‌گیری شد. صفات ارتفاع بوته، طول سنبله، طول ریشک و طول پدانکل توسط خط‌کش و صفات قطر ساقه، طول بذر و قطر بذر توسط کولیس اندازه‌گیری شد. تجزیه‌های آماری انجام شده شامل تجزیه واریانس، تجزیه به عامل‌ها که با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و چرخش واریماکس انجام گرفت. برای نام‌گذاری هر یک از عامل‌ها، با توجه به مقدار ضرایب عامل‌ها، صفات انتخاب شده و بر اساس ماهیت صفات انتخابی نامی مناسب برای آن عامل انتخاب شد. جهت تعیین سهم هر صفت بر روی عملکرد دانه از رگرسیون گام به گام استفاده شد. سپس صفات وارد شده در مدل رگرسیونی مورد تجزیه همبستگی قرار گرفت و با استفاده از ضرایب به‌دست آمده از تجزیه همبستگی و جهت پی‌بردن به روابط علی و معلولی و همچنین تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم سایر صفات با عملکرد دانه از تجزیه علیت استفاده گردید. همچنین جهت گروه‌بندی صفات از تجزیه خوشه‌ای استفاده گردید. در این تحقیق محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SAS9.1، Path و Minitab15.0 صورت گرفت.

نتایج و بحث

تجزیه و تحلیل همبستگی

در ابتدا تجزیه واریانس برای صفات مورد نظر صورت گرفت.

میانگین مربعات تمامی صفات بجز شاخص برداشت و ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. این موضوع نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی بین ارقام و هیبریدهای جو از نظر صفات مورد بررسی می‌باشد. نتایج ضرایب همبستگی ساده در جدول ۱ نشان داده شده است. همان‌طورکه مشاهده می‌شود همبستگی‌های مثبت و منفی زیادی در بین صفات دیده می‌شود. یکی از دلایل وجود همبستگی بین صفات می‌تواند به‌علت قرار گرفتن ژن‌های کنترل‌کننده‌ی صفات روی یک کروموزوم باشد. در خصوص صفات کیفی همبستگی بین صفات منحصراً به مکان ژنی کنترل‌کننده‌ی آن صفات و ارتباط آن‌ها روی کروموزوم بستگی دارد که این می‌تواند به صورت لینکاژ ژن‌ها یا اپیستازی و یا ترکیبی از این حالات جلوه کند، ولی در مورد صفات کمی علاوه بر ژن‌های کنترل کننده‌ی صفت، پارامترهای مختلف از جمله عوامل اقلیمی می‌توانند موجب همبستگی صفات شوند (۹). صفات عملکرد بیولوژیک، وزن‌سنبله، طول بذر و طول پدانکل با عملکرد همبستگی معنی‌داری داشتند. با افزایش طول بذر بر وزن سنبله افزوده شده که این امر موجب افزایش عملکرد می‌شود. بالاترین همبستگی مربوط به رابطه عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک به‌میزان ($r=۰/۹۹^{**}$) بود. در رگرسیون گام به گام که بعداً به آن اشاره می‌شود، این صفت اولین صفتی بود که وارد مدل شد. بنابراین، برای داشتن عملکرد بالا به رشد سبزینه‌ای خوب و داشتن گیاهان با قدرت رویشی مناسب نیاز است. رشد رویشی مناسب سبب افزایش وزن، طول و عملکرد سنبله و در نتیجه موجب افزایش عملکرد دانه می‌شود.

در تحقیق ساینب (۱۸) عملکرد بیولوژیک بیشترین همبستگی را با عملکرد دارا بود. خدارحمی و همکاران (۳) در تریتیکاله همبستگی بالایی بین عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک مشاهده نمودند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. در این مطالعه عملکرد با اجزای خود همبستگی نشان داد، ولی گاهی اوقات این همبستگی‌ها بین عملکرد و اجزای آن وجود ندارد. با عنایت به گزارش‌های محققین دیگر مشخص می‌شود که تعیین نقش اجزای عملکرد دانه در عملکرد، احتمالاً به ژنوتیپ‌های مورد بررسی و شرایط محیطی بستگی دارد. به‌عنوان مثال، ورما و همکاران (۲۰) عدم‌همبستگی میان عملکرد دانه و تعداد دانه در سنبله و وجود همبستگی میان دو جزء دیگر عملکرد با عملکرد دانه را گزارش نمودند. ولی پورسیاه بیدی (۱) بین عملکرد دانه و تنها جزء عملکرد دانه یعنی تعداد دانه در سنبله همبستگی مثبت و معنی‌دار (۲۱ درصد) یافت.

رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت

برای تعیین سهم اثرات تجمعی صفات در تعیین عملکرد دانه از روش رگرسیون گام به گام استفاده گردید. در تجزیه رگرسیون گام به گام عملکرد دانه در کرت به‌عنوان متغیر وابسته در مقابل سایر صفات قرار گرفت.

جدول ۱- نتایج ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های جو

صفات	عملکرد دانه در کرت	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	روز تا سنبله‌دهی	ارتفاع بوته	طول سنبله	وزن‌سنبله	طول ریشک	وزن صد دانه	قطر ساقه	طول بذر	قطر بذر
عملکرد بیولوژیک	۰/۹۹**											
شاخص برداشت	۰/۲۱۴*	۰/۱۷۹ns										
روز تا سنبله‌دهی	-۰/۰۶۱ns	-۰/۰۵۴ns	-۰/۲۰۹*									
ارتفاع بوته	-۰/۰۰۳ns	-۰/۰۰۴ns	۰/۲۴۳*	-۰/۲۳۳*								
طول سنبله	-۰/۰۶۲ns	-۰/۰۸۹ns	-۰/۰۹۶ns	۰/۱۹۲ns	۰/۲۰۱ns							
وزن سنبله	۰/۳۰۵**	۰/۳۰۹**	-۰/۰۹۱ns	۰/۰۷۸ns	-۰/۰۷۳ns	-۰/۱۹۶ns						
طول ریشک	۰/۲۳۵*	۰/۲۳۱*	۰/۱۶۸ns	۰/۰۳۶ns	-۰/۰۶۳ns	-۰/۰۱۶ns	-۰/۲۶۵*					
وزن صد دانه	-۰/۰۰۵ns	-۰/۰۰۸ns	۰/۱۳۷ns	-۰/۲۳۴*	۰/۳۰۷**	۰/۳۵**	-۰/۴۲۲**	۰/۱۷۷ns				
قطر ساقه	۰/۱۵۴ns	۰/۱۵۶ns	-۰/۰۲۸ns	۰/۲۹**	-۰/۰۰۸ns	۰/۱۷۹ns	۰/۶۰۵**	-۰/۲۷۷*	-۰/۲۷*			
طول بذر	۰/۴۲۸**	۰/۴۲۲**	۰/۲۲۳*	-۰/۱۱۳ns	۰/۱۸۷ns	۰/۱۲۷ns	۰/۱ns	۰/۲۵۸*	۰/۱۸۲ns	-۰/۰۷ns		
قطر بذر	۰/۰۰۸ns	۰/۰۰۵ns	۰/۱۰۵ns	۰/۰۳۳ns	۰/۱۷ns	۰/۱۲۸ns	-۰/۰۲۱ns	۰/۰۴۷ns	۰/۵۹۶**	۰/۰۰۱ns	۰/۲۱۱*	
طول پدانکل	۰/۲۸۱**	۰/۲۷۹*	۰/۱۱۶ns	-۰/۱۶۹ns	۰/۲۸۹**	۰/۲۵۳*	-۰/۰۸۹ns	-۰/۳۰۵**	۰/۳۵۶**	-۰/۱۰۳ns	۰/۳۱۴**	۰/۱۳۵ns

ns و * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

صفات عملکرد بیولوژیک، روز تا سنبله‌دهی، طول بذر و وزن‌سنبله وارد مدل رگرسیونی شدند که صفت عملکرد بیولوژیک به تنهایی۹۹/۸۷ درصد از تغییرات مربوط به عملکرد دانه را توجیه نمود. چهار صفت ذکر شده در مجموع ۹۹/۸۸ درصد از کل تغییرات را توجیه کردند. جهت تفسیر بهتر نتایج به‌دست آمده از رگرسیون گام به گام، تجزیه علیت برای عملکرد دانه صورت گرفت. با توجه به نتایج رگرسیون، همبستگی صفات محاسبه شد و مورد تجزیه علیت قرار گرفتند. بر اساس نتایج تجزیه علیت که در جدول شماره ۲ نشان داده شده است که صفت عملکرد بیولوژیک (۰/۹۹۷) دارای بیشترین اثر مستقیم و مثبت بر عملکرد دانه بود. بعد از آن صفت طول بذر بیشترین اثر مستقیم و مثبت را دارا بود، در حالی‌که صفات وزن‌سنبله و روز تا سنبله‌دهی دارای اثر مستقیم منفی بر روی عملکرد دانه بود. اثر غیرمستقیم وزن سنبله از طریق عملکرد بیولوژیک (۰/۳۰۸) و اثر غیر مستقیم طول بذر از طریق عملکرد بیولوژیک (۰/۴۲۱) بر روی عملکرد دانه مثبت بود. اثرات غیرمستقیم سایر صفات بر روی عملکرد مقدار ناچیزی داشتند.

چون اثرات مستقیم صفات با اثر کل همبستگی مطابقت داشتند و تأثیر آن‌ها در یک جهت بود، بنابراین هر گونه تلاش به‌منظور کاهش روز تا سنبله‌دهی و وزن سنبله و افزایش عملکرد بیولوژیک و وزن‌سنبله از طرف دیگر، به افزایش عملکرد دانه منجر خواهد شد. واعظی (۱۰) نیز در بررسی ۵۰۰ نمونه از توده‌های بومی گندم دوروم، صفات عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت را از طریق رگرسیون گام به گام بر روی عملکرد دانه مؤثر دانست. نتایج تحقیق دیگری مشابه بوده و نشان داد که بیشترین همبستگی مثبت (۰/۸۵) و بیشترین اثر مستقیم بین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه (۰/۵۸) وجود داشت (۱۶).

تجزیه به عامل‌ها

نتایج تجزیه به عامل‌ها در جدول شماره ۳ ارائه شده است. در این جدول میزان واریانس هر عامل (بر حسب درصد) که اهمیت آن را در تفسیر تغییرات کلی داده‌ها نشان می‌دهد و میزان اشتراک صفت که نشان‌دهنده بخشی از واریانس آن صفت است که با عامل‌های مشترک ارتباط دارد، ارائه شده است. جدول ۳ نتایج تجزیه به عامل‌ها بعد از چرخش واریماکس را ارائه می‌دهد. ۴ عامل مقادیر ویژه بالای یک داشتند که مجموعاً ۷۰/۶۸ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه نمودند. عامل اول که ۲۴/۷۵ درصد از کل واریانس داده‌ها را توجیه نمود، عامل عملکرد نامیده شد. در این عامل بزرگترین ضرایب عاملی مثبت شامل عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه در کرت، طول ریشک، طول بذر و طول پدانکل بود. عامل دوم که ۲۲/۹۰ درصد از کل واریانس داده‌ها را تبیین نمود، عامل مشخصات مورفولوژیکی نامیده شد که شامل وزن‌سنبله و قطر ساقه بود. عامل سوم به نام مشخصات بذر، که ۱۲/۷۰ درصد از کل واریانس داده‌ها را توجیه نمود شامل وزن صد دانه و قطر بذر بود. عامل چهارم به نام روز تا سنبله‌دهی، که ۱۰/۳۳ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمود شامل روز تا سنبله‌دهی و طول سنبله بود. لذا از صفات درون این عامل‌ها در جهت انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها می‌توان استفاده نمود. همزا و همکاران (۱۵) در بررسی تنوع موجود در بین ۲۶ رقم جو زمستانه تونسی از ۱۲ صفت زراعی اندازه‌گیری شده استفاده کردند و آنالیزهای تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه خوشه‌ای را بر روی صفات و ژنوتیپ‌ها انجام دادند. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، منجر به شناسایی ۴ مؤلفه اصلی اول که ۸۷ درصد از تنوع کل را در بر می گرفتند، گردید.

تجزیه خوشه‌ای

تجزیه خوشه‌ای 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 می‌نمایند. در این حالت افرادی که در یک گروه قرار می‌گیرند، نزدیک بهم بوده و افراد گروه‌های دورتر، تفاوت بیشتری با هم خواهند داشت (۱۷). دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ۲۸ ژنوتیپ بر اساس صفات زراعی در شکل ۱ آمده است. این تجزیه به روش وارد و با استفاده از فاصله اقلیدسی به‌عنوان معیار فاصله انجام گرفت (۱۷). بر اساس این گروه‌بندی ارقام مورد مطالعه در محلی که اختلاف بین گروه‌های تشکیل شده معنی‌دار بود، تشکیل سه گروه را دادند.

جدول ۲- تجزیه ضرایب همبستگی به اثرات مستقیم و غیرمستقیم برای عملکرد دانه در ژنوتیپ های جو

صفت	اثر مستقیم	اثرات غیرمستقیم				
		عملکرد بیولوژیک	روز تا سنبله‌دهی	طول بذر	وزن سنبله
عملکرد بیولوژیک	۰/۹۹۷	–	۰/۰۰	۰/۰۰۲	-/۰۰۲
روز تا سنبله‌دهی	-۰/۰۰۶	-۰/۰۵۵	–	-۰/۰۰۱	-/۰۰۱
طول بذر	۰/۰۰۶	۰/۴۲۱	۰/۰۰	–	-۰/۰۰۱
وزن‌سنبله	-۰/۰۰۶	۰/۳۰۸	-۰/۰۰۱	۰/۰۰	–
باقیمانده	۰/۰۳۳				

جدول ۳- نتایج تجزیه عاملی صفات مختلف در ژنوتیپ‌های جو

	بار عامل های چرخش یافته				
صفت	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم	عامل چهارم	میزان اشتراک
عملکرد دانه در کرت	۰/۹۱۵*	۰/۲۰۳	-۰/۰۸	-۰/۰۸۶	۰/۸۹۳
عملکرد بیولوژیک	۰/۹۱۳*	-۰/۲۰۸	-۰/۰۸۳	-۰/۰۷۹	۰/۸۹۰
روز تا سنبله دهی	-۰/۰۷۷	۰/۲۲۲	-۰/۱۶۱	۰/۸۷۷*	۰/۸۴۹
طول سنبله	-۰/۰۰۱	-۰/۲۴۵	۰/۴۱۸	۰/۵۸۸*	۰/۵۸۰
وزن سنبله	۰/۲۱۷	۰/۸۳۵*	-۰/۱۳۵	-۰/۰۵	۰/۷۶۵
طول ریشک	۰/۴۸۹*	-۰/۵۳۵	-۰/۰۸۷	۰/۱۹۱	۰/۵۶۹
وزن ۱۰۰ دانه	۰/۰۸۷	-۰/۳۴۴	۰/۸۳۶*	-۰/۰۵۶	۰/۸۲۹
قطر ساقه	۰/۰۵۶	۰/۸۱۸*	-۰/۰۶۹	۰/۱۹۳	۰/۷۱۴
طول بذر	۰/۶۳۹*	-۰/۰۳۹	۰/۲۷۴	-۰/۰۱۴	۰/۴۸۵
قطر بذر	۰/۰۳۹	۰/۱۴۶	۰/۸۴۵*	۰/۰۳۴	۰/۷۳۹
طول پدانکل	۰/۵۱۴*	-۰/۲۷۹	۰/۳۴۱	۰/۰۵۸	۰/۴۶۲
واریانس نسبی	۲۴/۷۵	۲۲/۹۰	۱۲/۷۰	۱۰/۳۳	
واریانس تجمعی	۲۲/۷۵	۴۷/۶۵	۶۰/۳۵	۷۰/۶۸	

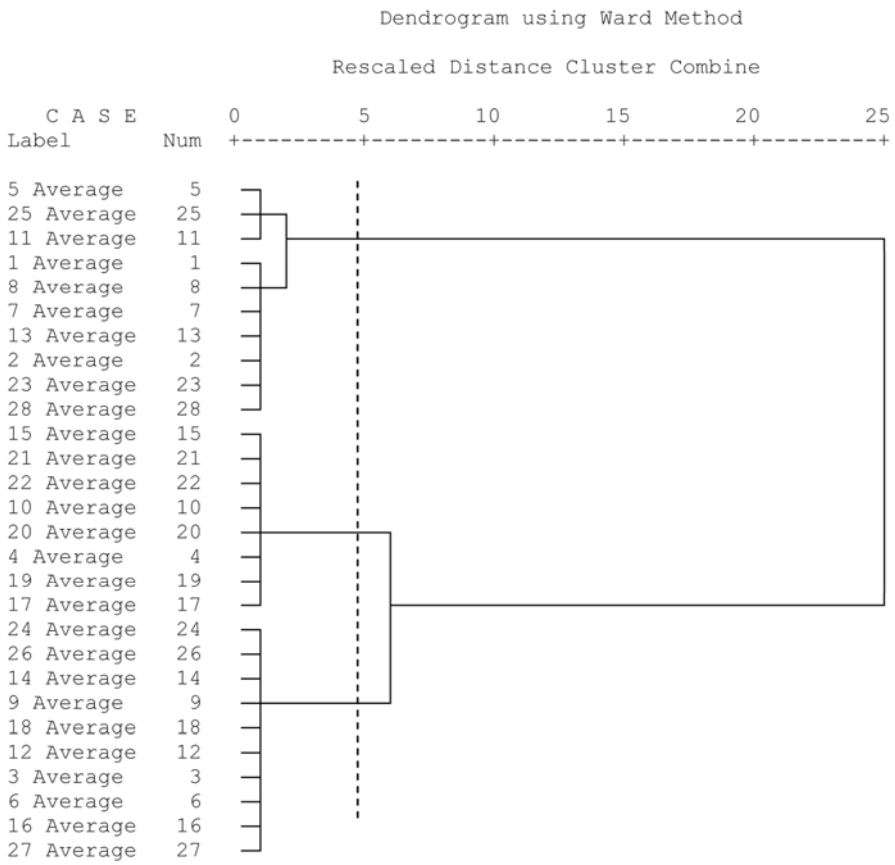
*: ضرایب عاملی معنی‌دار

جدول ۴ خصوصیات هر گروه از ژنوتیپ‌ها را در سه گروه دندروگرام نشان می‌دهد. در گروه اول ۱۰ ژنوتیپ (معادل ۳۵/۷۱ درصد کل ژنوتیپ‌ها) قرار گرفتند و خود به دو زیرگروه تقسیم شد که این دو زیر گروه بیشترین شباهت را در ژنوتیپ‌های خود دارا بودند. گروه دوم شامل ۸ ژنوتیپ بود که ۲۵/۵۷ درصد از کل ژنوتیپ‌ها را در بر داشت. گروه سوم مانند گروه اول شامل ۱۰ ژنوتیپ بود که ۳۵/۷۱ درصد از کل ژنوتیپ‌ها را شامل می‌شد. گروه یک از لحاظ میانگین صفات روز تا سنبله‌دهی و طول سنبله دارای بیشترین میزان و از لحاظ صفات عملکرد دانه در کرت، عملکرد بیولوژیک، وزن سنبله، طول ریشک، قطر ساقه، طول بذر و طول پدانکل کمترین میزان را در بین سایر گروه‌ها دارا بودند. گروه دو از لحاظ میانگین صفات عملکرد دانه در کرت، عملکرد بیولوژیک، وزن‌سنبله، طول بذر و طول پدانکل دارای بیشترین میزان و از لحاظ صفات قطر بذر و وزن صد دانه کمترین میزان را در بین سایر گروه‌ها دارا بودند. گروه سوم از لحاظ میانگین صفات طول ریشک، وزن صد دانه، قطر ساقه و قطر بذر دارای بیشترین میزان و از لحاظ صفات روز تا سنبله‌دهی و طول سنبله کمترین میزان را در بین سایر گروه‌ها دارا بودند. ژنوتیپ‌های هر گروه بر اساس شباهت‌های صفات مختلف رتبه‌بندی شده است، بنابراین در برنامه‌های به‌نژادی با توجه به هدف اصلاحی می‌توان از تنوع موجود در بین گروه‌ها و ژنوتیپ‌های موجود در گروه‌ها استفاده نمود. وان بنینگن و بوش (۱۹) در بررسی تنوع ژنتیکی در بین ۲۷۰ رقم گندم بهاره آمریکای شمالی مربوط به سه منطقه آمریکا، کانادا و مکزیک از تجزیه خوشه‌ای استفاده نمودند. آن‌ها توانستند ۲۰ گروه بزرگ که هر کدام شامل ۴ یا بیشتر و ۶ گروه کوچک که هر کدام مشتمل بر ۲ رقم بودند، را به‌دست آورند.

نتیجه‌گیری

با توجه به‌وجود تنوع کافی در بین مواد مورد بررسی، گزینش جهت بهبود صفات زراعی مورد نظر می‌تواند مفید باشد. به دلیل اینکه عملکرد دانه صفتی کمی بوده و همچنین به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. دست‌ورزی و گزینش مستقیم برای عملکرد دانه به‌نظر می رسد مؤثر نخواهد بود، اما از طریق بهبود اجزای عملکرد و صفاتی که دارای همبستگی مثبت با عملکرد دانه می‌باشند (از قبیل عملکرد بیولوژیک، وزن سنبله، طول بذر و طول پدانکل) می‌توان به هدف مذکور امیدوار بود.

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها مهم‌ترین صفاتی که در درجه اول باید توسط محقق مدنظر قرار گیرند شامل عملکرد دانه در کرت، عملکرد بیولوژیک، طول ریشک، طول بذر و طول پدانکل می‌باشند. در درجه دوم نیز صفات وزن سنبله و قطر ساقه توصیه می‌شوند، چرا که این دو صفت دارای همبستگی بالائی با مؤلفه دوم بودند.



شکل ۱- دندروگرام به‌دست آمده از تجزیه خوشه‌ای ۲۸ ژنوتیپ جو به روش WARD

جدول ٤- میانگین ژنوتیپ‌های هم‌گروه برای صفات مختلف در جو

صفت	میانگین جامعه	گروه					
		اول		دوم		سوم	
		جایگاه عددی بین گروه‌ها	میانگین گروه	جایگاه عددی بین گروه‌ها	میانگین گروه	جایگاه عددی بین گروه‌ها	میانگین گروه
عملکرد دانه در کرت	۵۳۴/۸۰۹	۳	۴۳۸/۷۳۲	۱	۶۳۲/۶۵۸	۲	۵۵۲/۶۰۹
عملکرد بیولوژیک	۱۵۰۸/۲۷	۳	۱۲۴۰/۹۹	۱	۱۷۸۱/۸۶	۲	۱۵۵۶/۷۵
روز تا سنبله دهی	۱۶۱/۱۳۳	۱	۱۶۱/۳۶۷	۲	۱۶۱/۱۶۷	۳	۱۶۰/۸۶۷
طول سنبله	۸/۶۴۹	۱	۸/۸۳۳	۲	۸/۴۰۳	۳	۸/۶۶۳
وزن سنبله	۳/۰۱۱	۳	۲/۵۶۱	۱	۳/۳۸۳	۲	۳/۱۶۳
طول ریشک	۱۲/۸۳۹	۳	۱۳/۰۴۳	۲	۱۳/۸۳۳	۱	۱۱/۸۳۹
وزن ۱۰۰ دانه	۵/۹۶۸	۲	۵/۹۳۲	۳	۵/۹۰۹	۱	۶/۰۵۱
قطر ساقه	۴/۰۱	۳	۳/۷۵۷	۲	۴/۱۲۵	۱	۴/۱۶
طول بذر	۱۰/۰۹۵	۳	۹/۷۶	۱	۱۰/۴۵۸	۲	۱۰/۱۴
قطر بذر	۲/۶۹۶	۲	۲/۶۸	۳	۲/۶۶۳	۱	۲/۷۳۹
طول پدانکل	۲۹/۳۹۸	۳	۲۸/۴۴۳	۱	۳۰/۲۴۲	۲	۲۹/۶۷۹

منابع

۱- پورسیاه بیدی، م. م. ۱۳۷۷. بررسی تنوع ژنتیکی لاین‌های گندم دوروم در منطقه اصفهان و تهیه گندم آمفی‌پلوئید پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده‌کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۲- خدابنده، ن. ۱۳۸۴. غلات، انتشارات دانشگاه تهران، ص۵۳۷.

۳- خدارحمی، م.، ا. امینی، و م. ر. بی‌همتا. ۱۳۸۵. مطالعه هم‌بستگی صفات و تجزیه علیت عملکرد دانه در تریتیکاله. مجله علوم‌کشاورزی‌ایران ۱-۳۷(۱): ۸۳-۷۷.

۴- راناولیزاده، ک.، ه. کاظمی‌اربط، م. مقدم، و س. اهری‌زاده. ۱۳۸۵. تجزیه همبستگی و علیت عملکرد و اجزای عملکرد در جو لخت. نهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه تهران، ص ۳۳۴.

۵- رضایی، ع. و ا. سلطانی. ۱۳۷۷. تجزیه رگرسیون کاربردی. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.

۶- زینالی، ح.، ا. ناصرآبادی، ه. ر. حسین زاده، و م. سبکدست. ۱۳۸۲. مجله علوم‌کشاورزی‌ایران. ۳۶(۴): ۸۹۵-۹۰۲

۷- سعیدی، م. ۱۳۸۲. تجزیه و تحلیل چند متغیره عملکرد و اجزای آن در جو لخت. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد اصلاح نباتات، دانشکده‌کشاورزی، دانشگاه زابل.

۸- سلطانی، ا. ۱۳۸۶. کاربرد SAS در تجزیه‌های آماری، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۹- میرزایی ندوشن، ح. ۱۳۷۶. بررسی تنوع ژنتیکی و جغرافیایی در کلکسیون لوبیای ایرانی و خارجی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده‌کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

۱۰- واعظی، ش. ۱۳۷۳. بررسی تنوع ژنتیکی و جغرافیایی برای خواص کمی و کیفی کلکسیون گندم دوروم بومی ایران، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه تهران.

11- Bramel, P. L., P. N. Hinz, D. E. Green and R. M. Shibles. 1984. Use of factor analysis in the study of three stems termination types of soybean. Euphytica, 33: 387-400.

12- Denis, J. M., and W. Adams. 1978. Factor analysis of plant variable related to yield in dry beans. I. Morphological traits. Crop Sci. 18: 74-78.

13- FAO. 2003. Production Yearbook, Rome.

14- Guertin, W. H. and J. P. Bailey. 1982. Introduction to Modern Factor Analysis. Edwards Brothers Inc. Michigan.

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

16- Milomirka madic, A., A. Paunovic., and D. Knezevic. 2005. Correlation and path coeffient analysis for yield and yield componets in winter barley. Acta Agric. Serbica, 20: 3-9.

17- Romesborg, H. C. 1990. Cluster analysis for researches, R.K. Publishing Company, Malabar, Florida, P: 9-25.

18- Sinebo, W. 2002. Determination of grain protein concentration in barley: Yield relationship of barlys grown in a tropical highland environment. Crop Sci. J. 24: 428-437.

19- Vanbeuningen, L. T., and R. H. Busch. 1997. Genetic diversity among North American spring wheat cultivars. I., Analysis of the coefficient of parentage matrix. Crop Sci. 37: 570-579.

20- Verma, S. R., M. Yunus., and S. K. Sethi. 1998. Breeding for yield and quality in durum wheat under coastal Mediterranean conditions. Rachis. 15: 27-32.

21- Xiao, H., and M. Pei. 1991. Applying factor analysis method to study winter wheat quantity characteres and varieties classification. Acta Agric. Univer. Pekinen Sci, 17: 17-24.