

ارزیابی تنوع صفات مورفولوژیک و شناسایی روابط آنها در

کلکسیون هسته نخود کابلی

معصومه پوراسماعیل^{۱*}، شاهین واعظی^۲، الهه والیانی^۳، محمد جعفر آقایی^۴

۱۳۸۹-۴-۲۰- مربی پژوهش و استادیاران بخش ژنتیک و ذخائر توارثی موسسه

اصلاح و تهیه نهال و بذر

۳- کارشناس ارشد اصلاح نبات دانشگاه آزاد تبریز

* نویسنده مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mpouresmael@yahoo.com

(تاریخ دریافت: ۸۷/۸/۷ - تاریخ پذیرش: ۸۹/۲/۱۹)

چکیده

به منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی بالقوه کلکسیون هسته نخود کابلی موجود در بانک ژن ملی گیاهی ایران، ۱۰۳ نمونه این کلکسیون در قالب یک طرح مشاهده‌ای ساده سیستماتیک در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در سال ۱۳۸۵ مورد ارزیابی قرار گرفت. صفات اگرومورفولوژیکی بر اساس استاندارد موسسه بین المللی ذخایر توارثی گیاهی (IPGRI) در طول رویش یادداشت برداری شد. نتایج حاصل از این بررسی بیانگر تنوع قابل ملاحظه‌ای در بین نمونه‌ها بود. از میان صفات کمی بیشترین تنوع فنوتیپی مربوط به تعداد بذر در هر نیام، وزن ۱۰۰ دانه و تعداد شاخه فرعی بود و در میان صفات کیفی بیشترین تنوع در صفات تعداد برگچه در هر برگ، رنگ بذر، عادت رشد و بافت پوسته دیده شد. در تجزیه به مولفه‌های اصلی، ۶ مولفه حدود ۷۲/۳ درصد از کل تغییرات داده‌ها را توجیه کردند. مولفه اول با توجیه ۲۳/۴ درصد از تغییرات با صفات طول برگچه، عرض برگچه، تعداد نیام در هر بوته و اندازه برگچه مرتبط بود. تجزیه کلاستر صفات مورد بررسی در این کلکسیون موجب تشکیل چهار کلاستر شد که در سه کلاستر صفات تعداد بذر در نیام و وزن صد دانه بیشترین تنوع را نشان دادند. فاصله بین کلاسترها از مقدار ۵۲/۳ تا ۱۹۶/۶ فاصله اقلیدوسی متغیر بود که در این میان کلاسترهای ۲ و ۴ دارای حداقل فاصله از یکدیگر و کلاسترهای ۱ و ۳ دارای بیشترین فاصله از یکدیگر بودند. کلاسترهای ۲، ۱ و ۴ به ترتیب با دارا بودن ۳۸، ۳۰ و ۲۴ نمونه بزرگترین کلاسترها را تشکیل دادند.

واژه‌های کلیدی

کلکسیون هسته،
صفات مورفولوژیکی،
نخود کابلی

مقدمه

تنوع رکن اصلی هر برنامه اصلاحی بوده و گزینش برای یک صفت خاص زمانی میسر است که برای آن صفت تنوع مطلوبی در جمعیت یا ژرم پلاسما مورد مطالعه وجود داشته باشد (۶). اطلاع از تنوع ژنتیکی موجود در یک کلکسیون از یک طرف برای انتخاب والدین مناسب در یک برنامه اصلاحی مفید بوده (۲۰) و از طرف دیگر برای مدیریت کارآمد و موثر بانک‌های ژن دارای ارزش می‌باشد (۱۲، ۱۳ و ۲۵). تنوع وسیع‌تر احتمال یافتن ژن‌ها یا ترکیبات ژنتیکی مورد نظر اصلاحگر را بیشتر می‌کند و با بالا رفتن تنوع ژنتیکی در یک جامعه حدود انتخاب چه در گزینش طبیعی و چه در مصنوعی، وسیع‌تر می‌شود (۵).

امروزه با توجه به افزایش جمعیت و نیاز روز افزون به افزایش کمیت و کیفیت تولیدات کشاورزی، استفاده از پتانسیل نمونه‌های بومی و خویشاوندان وحشی گیاهان زراعی توجه بسیاری را به خود معطوف ساخته است. نمونه‌های بومی منابع مفیدی از تنوع ژنتیکی به‌خصوص ژن‌های ایجاد سازگاری در برابر تغییرات محیطی می‌باشند (۱۶). بعلاوه واریته‌های بومی علی‌رغم داشتن عملکرد کمتر ثبات بیشتری برای تولید از خود نشان می‌دهند (۲، ۷ و ۱۷). اندازه‌گیری و تعیین میزان تنوع ژنتیکی در ژرم پلاسما به منظور تعیین ارزش اقتصادی و کارایی حفاظت و بهره‌برداری ذخایر ژنتیکی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است در این میان ویژگی‌های مورفولوژیک و تشخیصی آنها اولین مرحله در طبقه‌بندی و توصیف ژرم پلاسماها به شمار رفته و در بین این صفات، صفات کیفی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند (۲۹).

مطالعات گوناگونی در خصوص ارزیابی تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی بر روی کلکسیون‌های مختلف نمونه‌های بومی و یا منطقه‌ای و بین‌المللی نخود انجام گرفته است. جانا و سینک در سال ۱۹۹۳ به منظور بررسی پراکنش جغرافیایی نخودهای کابلی و انطباق آن با فرضیه‌های پیشنهادی مبنی بر پراکندگی آن از مرکز تنوع اصلی تعداد ۴۰۰۰ نمونه نخود کابلی متعلق به کشور ترکیه و شش منطقه مهم دیگر کاشت نخود را در ایکاردا مورد ارزیابی قرار دادند (۱۹).

در مطالعه دیگری گروسی و وجدانی در سال ۱۳۷۱ در مجموعه‌ای مشتمل بر ۵۷۷ نمونه از انواع نخودهای کابلی و دسی متعلق به اقلیم‌ها و مناطق مختلف ایران با ارزیابی ۱۱ صفت نشان دادند که تنوع صفات کمی ارقام کابلی بیش از ارقام دسی می‌باشد.

نقوی و جهان سوز (۲۰۰۵) در بررسی ۳۶۲ نمونه نخود ایرانی نشان دادند که بیشترین ضریب تغییرات فنوتیپی در صفات تعداد نیام در شاخه فرعی، تعداد بذر در غلاف، عملکرد، تعداد بذر در گیاه، تعداد غلاف در گیاه و تعداد شاخه فرعی وجود دارد. آپادهایا و همکاران (۲۰۰۱) در ارزیابی ۷ صفت مورفولوژیک ۴۳۳ نمونه مربوط به کلکسیون هسته نخود کابلی ملاحظه نمودند که در میان صفات مورد بررسی، صفات عرض کنوپی، روز تا رسیدن، میانگین تعداد غلاف و وزن صد دانه از تنوع بالا و از اختلاف معنی‌دار برخوردار می‌باشند.

آپادهایا و همکاران (۲۰۰۳) نیز اشاره داشتند که در میان ویژگی‌های مورفولوژیک رنگ بذر و در میان ویژگی‌های فنولوژیک روز تا ۵۰ درصد گلدهی شاخص تنوع بسیار بالایی را نشان می‌دهند. لوکر و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی ویژگی‌های مربوط به عملکرد و کیفیت بذر در نخود کابلی نشان دادند که تنوع زیادی برای صفت عملکرد تک بوته، وزن صد دانه و تعداد غلاف در بوته وجود دارد. سینسور و همکاران (۱۹۹۷) در بررسی بر روی یازده صفت مورفولوژیک ۱۱۷ نمونه نخود زراعی با استفاده از تجزیه به مؤلفه اصلی نشان دادند که رنگ گل، رنگ بذر و تعداد برگچه در هر برگ در اولین مؤلفه اصلی قرار گرفته و صفات وجود کرک روی بوته و شکل بذر در مؤلفه دوم قرار می‌گیرند و لذا این صفات توجیه‌کننده وجود تنوع در بین نمونه‌های نخود می‌باشند.

در بانک ژن گیاهی ملی ایران کلکسیون بزرگ نخود مشتمل دو تیپ دسی و کابلی با تعداد ۵۶۸۴ شماره نمونه که از مناطق مختلف ایران جمع‌آوری گردیده، گنجینه با ارزشی از ژرم پلاسما نخود را فراهم آورده است. با توجه به ضرورت ارزیابی ذخایر ژنتیکی گیاهی به منظور بکارگیری پتانسیل این مواد در به نژادی و افزایش تولید گیاهان زراعی تحقیق حاضر با هدف بررسی تنوع فنوتیپی صفات مختلف، تعیین روابط بین صفات و شناسایی سهم

چه مقدار این شاخص برای صفتی بیشتر باشد، نشان‌دهنده تنوع بیشتر آن صفت خواهد بود (۸). علاوه بر این ضرایب همبستگی ساده صفات محاسبه شد، و به منظور تعیین سهم هر صفت در تنوع کل، کاهش حجم داده‌ها و تفسیر بهتر روابط از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (۲۸) استفاده گردید. همچنین برای گروه‌بندی نمونه‌ها از روش تجزیه خوشه‌ای غیرمراتبی (Non Hierarchial) استفاده شده است. به این روش، روش تجزیه K-means نیز گفته می‌شود و اطلاق اخیر به این دلیل است که هر فرد به خوشه‌ای منتسب می‌شود که به میانگین آن نزدیکتر است (۴). کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم افزارهای آمار SPSS 11 (۲۶) انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

آماره‌های توصیفی شامل میانگین، حداکثر، حداقل، انحراف استاندارد و ضریب تغییرات فنوتیپی برای صفات کمی بررسی شده در نمونه‌های مورد ارزیابی در جدول ۲ آورده شده است. داده‌های موجود در این جدول نشان می‌دهد که نمونه‌های مورد بررسی از تنوع بالایی در صفات بررسی شده برخوردار بودند. در بین صفات کمی ارزیابی شده، صفت تعداد بذر در نیام بیشترین تغییرات فنوتیپی را به خود اختصاص داد ($CV=36$). صفت وزن صد دانه ($CV=28$) با میانگین (۲۵/۲)، حداقل (۱۲/۳) و حداکثر (۳۷/۶) و صفت تعداد شاخه فرعی ($CV=22$) با میانگین (۳)، حداکثر (۵) و حداقل (۲) به ترتیب دارای بیشترین تنوع فنوتیپی بوده و دامنه وسیعی از تغییرات درون نمونه‌ها را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). همچنین تنوع قابل ملاحظه‌ای از نظر صفات تعداد نیام در هر بوته، عرض برگچه، اندازه برگچه، ارتفاع کنوپی، طول برگچه، اندازه نیام، عرض کنوپی، تعداد روز تا رسیدن، تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی و تعداد گل و نیام در خوشه مشاهده شد.

ضریب تغییرات فنوتیپی بالا برای صفات تعداد نیام در بوته و تعداد بذر در بوته در ژنوتیپ‌های نخود توسط آپادهایا و همکاران (۲۰۰۱) گزارش شده بود همچنین مردی و همکاران

هریک از آنها در گوناگونی کل جمعیت مورد مطالعه با استفاده از برخی روش‌های چند متغیره به اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه، تعداد ۱۰۳ نمونه‌ی کلکسیون هسته نخود کابلی در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در قالب طرح مشاهده‌ای ساده سیستماتیک (۳، ۱۰، ۱۱، ۱۴ و ۲۴) کشت گردید. هر واحد آزمایشی متشکل از دو خط ۲ متری با فاصله ۶۰ سانتیمتر از یکدیگر بود و فاصله بوته‌ها روی خطوط ۱۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد. در طول دوره رشد مهمترین صفات رویشی- مورفولوژیکی و فنولوژیکی مطابق دستورالعمل IPGRI (۱۸) یادداشت برداری شد و پس از برداشت نیز صفات کمی و کیفی بذور در آزمایشگاه مورد ارزیابی قرار گرفت.

صفات مورد مطالعه در این تحقیق به دو دسته تقسیم بندی شدند. صفات کمی مورد مطالعه شامل تعداد برگچه در هر برگ، ارتفاع کنوپی، عرض کنوپی، روز تا ۵۰٪ گلدهی، روز تا رسیدن، طول برگچه و عرض برگچه، تعداد شاخه فرعی، تعداد نیام در هر بوته، تعداد گل و نیام در هر خوشه، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد بذر در نیام، که از میانگین ۵ بوته در هر نمونه به دست آمد.

نحوه ارزیابی و امتیازدهی صفات کیفی شامل عادت رشد، کرک بوته، تیپ برگ، اندازه نیام، شکوفایی نیام، شکل بذر، بافت پوسته، رنگ بذر، وجود نقاط سیاه روی بذر در جدول ۱ نشان داده شده است.

آمار توصیفی صفات کمی و کیفی بر اساس محاسبه نما، میانگین، انحراف معیار، حداقل، حداکثر محاسبه شد و ضریب تغییرات فنوتیپی برآورد گردید. همچنین به منظور تعیین تنوع صفات کیفی، از شاخص شانون (H')^۱ طبق فرمول زیر استفاده شد (۱۵) و (۲۷).

$$H' = -\sum_{i=1}^s P_i \ln(P_i)$$

در این فرمول، P_i نشان‌دهنده فراوانی نسبی هر گروه فنوتیپی در صفت مربوطه و s تعداد گروه‌های فنوتیپی هر صفت می‌باشد. هر

¹ Shannon index

(۲۰۰۳) نیز تنوع بسیار بالایی را در صفات وزن دانه و غلاف و تعداد بذر در بوته گزارش کردند.

گروسی و وجدانی (۱۳۷۱) نیز تنوع بالا از صفات تعداد بذر در نیام، وزن صد دانه، طول دوره گلدهی را گزارش نمودند.

بیشترین میانگین شاخص شانون برای صفات ارتفاع و عرض کنوپی، تعداد شاخه فرعی، روز تا گلدهی و روز تا رسیدن، وزن صد دانه و عملکرد تک بوته توسط آپادهایا و همکاران (۲۰۰۲) نیز گزارش شده است. نقوی و جهانسوز (۲۰۰۵) نیز بیشترین ضریب تغییرات را در تعداد نیام در شاخه فرعی، تعداد بذر در نیام، عملکرد، تعداد بذر در بوته، تعداد نیام در بوته و تعداد شاخه فرعی ملاحظه نمودند، که نتایج بررسی کنونی با نتایج ذکر شده منطبق می‌باشد.

انواع کلاس‌های فنوتیپی مشاهده شده برای صفات کیفی در جدول ۳ درج شده است. براساس اطلاعات موجود در این جدول و با محاسبه شاخص شانون مشخص شد صفات تعداد برگچه در هر برگ، رنگ بذر، عادت رشد بافت پوسته و اندازه نیام به ترتیب بیشترین تنوع ژنتیکی را دارا می‌باشند. این نتایج، با نتایج گزارش شده توسط آپادهایا و همکاران (۲۰۰۲) مطابقت دارد.

تجزیه همبستگی برای صفات کمی نشان داد که همبستگی بسیار معنی‌داری بین صفات طول برگچه و عرض برگچه ($r=0.874^{**}$) وجود دارد. همچنین بین وزن صد دانه با طول برگچه ($r=0.632^{**}$) و عرض برگچه ($r=0.568^{**}$) نیز همبستگی معنی‌داری مشاهده شد. همبستگی منفی و معنی‌داری بین تعداد بذر در نیام و وزن صد دانه ($r=-0.452^{**}$) مشاهده شد (جدول ۴)، این نتیجه با نتایج آقایی و همکاران (۱۳۸۲) تطابق دارد. اگرچه در جدول ۴ همبستگی معنی‌دار بین برخی صفات دیگر نیز مشخص شده است، اما به دلیل کوچک بودن ضریب همبستگی قابل بحث و تفسیر نمی‌باشند.

جدول ۵ گروه‌بندی نمونه‌های کلکسیون هسته نخود کابلی را بر اساس تجزیه خوشه‌ای نشان می‌دهد، خوشه‌های ۳، ۱ و ۴ به ترتیب با داشتن ۳۸، ۳۰ و ۲۴ عضو بیشترین تعداد نمونه را در خود جای دادند. با توجه به میانگین حسابی محاسبه شده،

بیشترین مقادیر متوسط صفات در اکثر صفات بررسی شده در کلاستر ۳ دیده شد. نمونه‌های این خوشه میانگین ارتفاع کمتری نسبت به سایر خوشه‌ها داشتند اما وزن صد دانه و تعداد نیام در بوته بیشتر و کمترین تعداد بذر در نیام را دارا بودند. لذا نمونه‌های این خوشه از نظر صفت بازار پسندی بذر و تولید عملکرد بیشتر قابل توجه می‌باشند (جدول ۵). بر اساس نتایج این جدول در خوشه اول بیشترین تنوع برای صفت تعداد بذر در نیام ($CV=36$) با میانگین ($1/39$) و پس از آن برای صفات تعداد شاخه فرعی و وزن صد دانه ($CV=21$) و تعداد نیام در بوته ($CV=17$) مشاهده شد.

در خوشه دوم، بیشترین تنوع به ترتیب برای صفات تعداد بذر در نیام ($CV=36$) با میانگین ($1/39$) و وزن صد دانه ($CV=25$) با میانگین ($23/62$) مشاهده شد. در خوشه سوم صفت تعداد شاخه فرعی ($CV=22$) با میانگین ($3/78$) بیشترین تنوع را به خود اختصاص داد و در خوشه چهارم صفت تعداد هر بذر در نیام ($CV=34$) با میانگین ($1/50$) و وزن صد دانه ($CV=28$) با میانگین ($21/14$) متنوع‌ترین صفات بودند. بنابراین در سه خوشه صفت تعداد بذر در نیام و وزن صد دانه بیشترین تنوع را داشتند. برآورد فاصله متوسط بین کلاسترها می‌تواند بعنوان شاخص مناسبی از فاصله خوشه‌ها و نمونه‌های قرارگرفته در هریک از آنها مورد توجه قرار گیرد. از این لحاظ دامنه متوسط فاصله از حداقل ۵۲/۳ در بین خوشه‌های ۲ و ۴ تا ۱۹۶/۶ بین خوشه‌های ۱ و ۳ محاسبه گردید (جدول ۶).

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با استفاده از ماتریس ضرایب همبستگی متغیرهای کمی و با توجه به مقادیر ویژه بزرگتر از یک موجب معرفی ۴ مؤلفه اصلی گردید که در مجموع ۶۹/۳ درصد از واریانس صفات را توجیه کردند (جدول ۷). این نوع تجزیه موجب تبدیل متغیرهای اولیه به متغیرهای جدیدی بنام مؤلفه‌های اصلی می‌شود که با استفاده همزمان از تغییرات آنها ایده کامل‌تری از هر یک از آنها به تنهایی بدست می‌آید (۲۱). مؤلفه اول ۲۸/۹٪ از تغییرات را به خود اختصاص داده و بزرگترین ضریب آنها مربوط به صفات طول برگچه، عرض برگچه، تعداد بذر در نیام، وزن صد دانه بود. مؤلفه دوم ۱۹/۱٪ از تغییرات را توجیه کرده و

نتیجه کلی

به طور کلی تجزیه و تحلیل آمار توصیفی مؤید وجود تنوع فنوتیپی در جمعیت مورد مطالعه کلکسیون هسته نخود کابلی از نظر خصوصیات مرفولوژیکی و زراعی می‌باشد و لذا جا دارد تا از این نمونه‌ها در ارزیابی‌های تخصصی از نظر میزان تحمل به تنش‌های مختلف و یا صفاتی که دارای اثرات متقابل محیط و ژنوتیپ می‌باشند استفاده شود تا پتانسیل‌های بالقوه موجود در این نمونه‌ها روشن شده و در کارهای اصلاحی مورد استفاده به نژادگران قرار گیرند. تجزیه خوشه‌ای این نمونه‌ها بر اساس صفات مورد بررسی آنها را در چهار خوشه قرار داد که خوشه ۳ با دارا بودن ۹ عضو، میانگین وزن صد دانه و تعداد نیام در بوته بیشتر و کمترین تعداد بذر در نیام را داشته و لذا نمونه‌های این خوشه از نظر صفت بازار پسندی بذر و تولید عملکرد بیشتر، قابل توجه می‌باشند.

بزرگترین ضریب محاسبه شده در این مؤلفه برای صفات روز تا گلدهی، و تعداد شاخه فرعی بود. مؤلفه سوم که ۱۱/۱۷٪ از تغییرات را توجیه می‌کرد با صفات تعداد نیام در بوته و عرض کنوپی مرتبط بود. لذا بر اساس نتایج به دست آمده در این مطالعه صفاتی نظیر طول و عرض برگچه، روز تا گلدهی، تعداد شاخه فرعی و تعداد نیام در بوته و وزن صد دانه مهمترین صفات در توصیف و توجیه تنوع در گیاه نخود به شمار می‌روند. این نتیجه با نتایج لوکار و همکاران (۲۰۰۷) تطابق دارد. همچنین آپادهایا و همکاران (۲۰۰۲) نیز، صفات روز تا ۵۰٪ گلدهی، عرض کنوپی، تعداد شاخه فرعی، نقاط روی تستا، وزن صد دانه، رنگ بذر و بافت پوسته را به عنوان ویژگی‌های اصلی برای تشریح تنوع فنوتیپی در کلکسیون نخود عنوان نمودند. نتایج به دست آمده توسط نقوی و جهانسوز نیز نشان دادند که صفات روز تا رسیدن، روز تا گلدهی، تعداد بذر در بوته و عملکرد تک بوته می‌توانند ۸۴/۱ درصد از تغییرات فنوتیپی گילה نخود را توصیف نمایند.

جدول ۱- نحوه ارزیابی و امتیازدهی صفات کیفی در کلکسیون هسته نخود کابلی مطابق دستورالعمل IPGRI

صفت	گروه‌های فنوتیپی (امتیاز)
عادت رشد	۱- ایستاده ۲- نیمه ایستاده ۳- نیمه خوابیده ۴- خوابیده ۵- خزانده
شکل بذر	۱- زاویه دار، کله قوچی ۲- شکل سر گرد منظم ۳- عدسی شکل، گرد صاف
رنگ بذر	۱- سیاه ۲- قهوه‌ای ۳- قهوه‌ای روشن ۴- قهوه‌ای تیره ۵- قهوه‌ای مایل به قرمز ۶- قهوه‌ای مایل به خاکستری ۷- قهوه‌ای عنابی ۸- خاکستری ۹- قهوه‌ای بژ ۱۰- بژ ۱۱- زرد ۱۲- زرد روشن ۱۳- قهوه‌ای روشن ۱۴- زرد نارنجی ۱۵- نارنجی ۱۶- زرد بژ ۱۷- سفید عاجی ۱۸- سبز ۱۹- سبز روشن ۲۰- متنوع ۲۱- موزائیک سیاه و قهوه‌ای
بافت پوسته	۱- سخت ۲- نرم ۳- غده‌ای
تعداد برگچه در هر برگ	۱- ۵ تا ۷ عدد ۲- ۷ تا ۹ عدد ۳- ۹ تا ۱۱ عدد ۴- ۱۱ تا ۱۳ عدد ۵- بیش از ۱۳ عدد
اندازه برگچه	۳- کوچک (10 mm < طول و 4 mm < عرض)، ۵- متوسط، ۷- بزرگ (15 mm > طول و 12 mm > عرض)
اندازه نیام	۳- کوتاه (15 mm < طول)، ۵- متوسط، ۷- بلند (20 mm > طول)

جدول ۲- آماره‌های توصیفی صفات کمی در کلکسیون هسته نخود کابلی

ضریب تغییرات فنوتیپی	دامنه تغییرات	حداکثر	حداقل	انحراف معیار	میانگین	صفت
۰/۱۵	۲	۳	۱	۰/۲۹	۱/۹۵	اندازه برگچه
۰/۲۱	۳	۵	۲	۰/۷۴	۳/۵	تعداد شاخه فرعی
۰/۱۶	۲۶/۷	۴۷/۳	۲۰/۶	۵/۴۴	۳۳/۵۷	ارتفاع کنوبی
۰/۰۹	۴۶	۱۱۱/۵	۶۵/۵	۷/۹۷	۸۸/۱۷	عرض کنوبی
۰/۰۶	۱۶	۸۷	۷۱	۴/۴	۷۸/۸۲	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی
۰/۰۷	۷۹	۱۸۹	۱۱۰	۸/۳۷	۱۲۴/۸۲	تعداد روز تا رسیدن
۰/۳۵	۱	۲	۱	۰/۵	۱/۴۲	تعداد بذر در هر نیام
۰	۰	۱	۱	۰	۱	تعداد گل و نیام در هر خوشه
۰/۱۱	۲	۷	۵	۰/۷۳	۶/۶۹	اندازه نیام
۰/۱۸	۳۷۳/۷	۴۳۷	۶۳/۳	۶۷/۸۱	۱۷۳/۵۵	تعداد نیام در هر بوته
۰/۲۴	۲۵/۲	۳۷/۶	۱۲/۳	۵/۵۸	۲۳/۰۳	وزن صد دانه
۰/۱۲	۷	۱۵/۲	۸/۲	۱/۴۲	۱۱/۷۵	طول برگچه
۰/۱۷	۵/۶	۱۰/۶	۵	۱/۲۲	۷/۳۸	عرض برگچه

جدول ۳- آماره‌های نما و شاخص شانون صفات کیفی در کلکسیون هسته نخود کابلی

شاخص شانون	نما (امتیاز)	گروه فنوتیپی مشاهده شده (فراوانی نسبی به در صد)	صفت
۰/۷۵	۴	(۶/۸)۳؛(۶۴/۱)۴؛(۲۹/۱)۵	عادت رشد
۰/۲۳	۵	(۳/۹)۱؛(۹۴/۲)۲؛(۱/۹)۳	شکل بذر
۰/۷۷	۱۰	(۲/۹)۷؛(۱۲/۶)۹؛(۳۴)۱۰؛(۳/۹)۱۲؛(۲/۹)۱۳؛(۳۲)۱۴؛(۱)۱۶؛(۱۰/۷)۱۷	رنگ بذر
۰/۶۷۵	۵	(۴۹/۵)۳؛(۱)۴؛(۴۹/۵)۵	بافت پوسته
۰/۷۸	۵	(۲۳/۳)۴؛(۷۶/۷)۵	تعداد برگچه در هر برگ
۰/۳۱	۲	(۶/۸)۱؛(۹۱/۳)۲؛(۱/۹)۳	اندازه برگچه
۰/۶۲	۷	(۱۵/۵)۵؛(۸۴/۵)۷	اندازه نیام

جدول ۴- ضرایب همبستگی ساده فنوتیپی صفات در کلکسیون هسته نخود کابلی

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
۱- اندازه بذر	۱											
۲- شاخه فرعی	۰/۰۲۴	۱										
۳- عرض کنوپی	*۰/۲۲۷	۰/۰۸۵-	۱									
۴- ارتفاع کنوپی	۰/۰۷۶-	۰/۱۵۹	۰/۰۱-	۱								
۵- روز تا ۵۰٪ گلدهی	*۰/۲۰۶-	**۰/۳۶۸	۰/۰۵-	*۰/۲۳	۱							
۶- روز تا رسیدن	۰/۰۴۴	۰/۱۸۲	۰/۰۳۸	۰/۰۲۳-	**۰/۲۵۵	۱						
۷- تعداد بذر در هر نیام	**۰/۲۶۴-	۰/۱۲۶-	۰/۰۴-	۰/۰۲	*۰/۲۱۷-	**۰/۲۶۲-	۱					
۸- اندازه نیام	۰/۱۱۲	۰/۰۷-	۰/۰۷	۰/۰۷۶	*۰/۲۴۹	۰/۱۴۱-	۰/۱۸-	۱				
۹- تعداد نیام در هر بوته	۰/۰۲۲	۰/۰۷۳	۰/۰۷۳	۰/۰۸۹-	۰/۰۰۵	۰/۰۳۹	۰/۰۸۸-	۰/۰۴۵	۱			
۱۰- وزن ۱۰۰ دانه	**۰/۳۴۴	۰/۱۱۶	۰/۰۹۲	۰/۱۴۴-	*۰/۲۰۳	**۰/۲۷۷	**۰/۴۵۳-	*۰/۲۰۹	۰	۱		
۱۱- طول برگچه	**۰/۴۲	۰/۰۷۶-	*۰/۲۵۱	*۰/۱۹۷-	۰/۰۷۷	۰/۰۷۹	**۰/۳۸۴-	۰/۱۶۴	۰	**۰/۶۳۲	۱	
۱۲- عرض برگچه	**۰/۳۸۲	۰/۰۷۶-	**۰/۳۱۵	*۰/۲۲۱-	۰/۰۹۵	۰/۱	**۰/۲۷۳-	۰/۱۱۶	۰/۱	**۰/۵۶۸	**۰/۸۷۴	۱

** و * به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال یک و ۵ درصد

جدول ۵- مقایسه میانگین و ضریب تغییرات صفات ارزیابی شده در خوشه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای کلکسیون هسته‌ای نخود کابلی

تعداد شاخه فرعی	طول برگچه	عرض برگچه	ارتفاع کانوپی	عرض کانوپی	روز تا گل دهی	روز تا رسیدگی	تعداد پنبه در بوته	تعداد پنبه در نیم	وزن صد دانه
خوشه ۱ (۳۰*)									
میانگین	۳/۳۷	۱۱/۹۰	۷/۶۱	۳۲/۵۸	۸۶/۱۸	۷۶/۷۳	۱۲۵/۱۰	۱۰۴/۹۸	۲۳/۳۵
انحراف معیار	۰/۷۲	۱/۴۷	۱/۲۵	۴/۹۸	۸/۵۹	۴/۵۳	۱۳/۰۴	۱۷/۸۳	۵/۰۲
ضریب تغییرات	۰/۲۱	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۱۷	۰/۲۱
خوشه ۲ (۳۸)									
میانگین	۳/۵۰	۱۱/۸۳	۷/۳۸	۳۵/۳۸	۸۸/۵۹	۷۹/۳۷	۱۲۳/۶۸	۱۶۰/۳۹	۲۳/۶۲
انحراف معیار	۰/۶۹	۱/۶۰	۱/۳۹	۵/۵۱	۶/۹۴	۴/۳۰	۵/۲۱	۱۴/۹۳	۵/۹۸
ضریب تغییرات	۰/۲۰	۰/۱۴	۰/۱۹	۰/۱۶	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۲۵
خوشه ۳ (۹)									
میانگین	۳/۷۸	۱۱/۸۷	۷/۵۷	۳۱/۲۸	۸۹/۴۱	۸۲/۴۴	۱۲۹/۲۲	۳۰۱/۴۵	۲۵/۱۴
انحراف معیار	۰/۸۳	۱/۲۲	۱/۰۵	۴/۴۲	۸/۸۹	۳/۹۷	۴/۳۵	۲۱/۳۰	۴/۷۵
ضریب تغییرات	۰/۲۲	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۱۹
خوشه ۴ (۲۴)									
میانگین	۳/۵۴	۱۱/۴۷	۷/۰۳	۳۳/۶۵	۸۹/۵۲	۷۹/۲۱	۱۲۴/۰۸	۲۱۲/۶۱	۲۱/۱۴
انحراف معیار	۰/۷۸	۱/۱۳	۰/۹۲	۵/۱۰	۸/۶۸	۳/۵۰	۵/۳۲	۱۵/۱۸	۵/۸۲
ضریب تغییرات	۰/۲۲	۰/۱۰	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۱۰	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۲۸

* تعداد نمونه هر خوشه

جدول ۶- برآورد فاصله متوسط خوشه‌ها ای حاصل از تجزیه کلاستر کلکسیون هسته نخود کابلی

شماره خوشه	۱	۲	۳
۱	-		
۲	۵۵/۶۲		
۳	۱۹۶/۶۳	۱۴۱/۲۷	
۴	۱۰۷/۷۵	۵۲/۳۲	۸۹/۱۷

جدول ۷ - مقدار برآورد ریشه راکد و واریانس مربوط به هر یک از مولفه‌های تجزیه PCA کلکسیون هسته نخود کابلی (مقادیر بالاتر از ۱ نشان داده شده‌اند).

مولفه‌های اصلی					
اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم
۳/۲۷	۱/۷۴	۱/۶۸	۱/۳۵	۱/۰۵	۱
۲۳/۴۱	۱۲/۴۷	۱۲/۰۴	۹/۶۸	۷/۵۱	۷/۱۵
۲۳/۴۱	۳۵/۸۹	۴۷/۹۳	۵۷/۶۱	۶۵/۱۳	۷۲/۲۹
تجمعی					

جدول ۸ - ضرایب (بردارهای ویژه) شش مولفه اول حاصل از تجزیه PCA کلکسیون هسته نخود کابلی

مولفه‌های اصلی					
اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم
صفات رویشی					
۰/۴۷	-۰/۴۵۱	۰/۳۷۲	۰/۴۰۱	-۰/۱۰۲	-۰/۱۱۷
۰/۴۲	-۰/۲۸۶	۰/۵۶۹	۰/۲۵۱	۰/۰۵۲	-۰/۱۶۷
-۰/۲۹۹	۰/۳۵۶	۰/۱۷۰	-۰/۱۴۲	۰/۴۱۸	-۰/۰۵۷
۰/۲۳۵	۰/۵۵۷	۰/۱۳۶	۰/۰۲۰	۰/۱۰۴	۰/۵۶۲
۰/۸۶۱	-۰/۱۲۴	-۰/۰۶۸	-۰/۱۴۶	۰/۱۷۴	۰/۱۹۸
۰/۸۲۶	-۰/۱۷۷	۰/۰۰۲	-۰/۰۴۶	۰/۱۸	۰/۲۶۹
۰/۵۸۵	-۰/۱۳۹	-۰/۰۱۳	۰/۰۱۸	۰/۲۸۴	-۰/۱۶۳
-۰/۳۴	۰/۳۵۵	۰/۲۶۵	۰/۲۵۲	۰/۱۹۸	۰/۲۳۳
صفات فنولوژیکی					
۰/۰۶۷	۰/۶۹۵	۰/۲۶۹	-۰/۱۸۹	-۰/۱۴۳	۰/۳۵۶
۰/۲۰۹	۰/۴۲۵	-۰/۲۰۴	۰/۶۲	-۰/۱۲۲	۰/۰۳۵
خصوصیات بذر و نیام					
۰/۲۹۷	۰/۲۱	۰/۱۶	-۰/۵۵۵	-۰/۳۸۸	-۰/۲۶۹
۰/۱۵۵	-۰/۱۶۶	۰/۵۹۴	-۰/۴۳۳	۰/۱۴۷	۰/۲۱۹
۰/۰۰	-۰/۳۸۳	۰/۰۸۹	۰/۰۹۹	-۰/۴۲۵	۰/۲۵
-۰/۴۲۴	۰/۰۴	۰/۴۶۵	۰/۲۰۲	۰/۳۹۴	۰/۱۴۶
عملکرد و اجزاء عملکرد					
۰/۷۵۱	۰/۲۶۵	-۰/۲۸۷	۰/۰۰۸	۰/۰۷	۰/۰۹۳
۰/۱۴۷	۰/۳۵۵	۰/۵۳۶	۰/۱۴۷	-۰/۵۱۱	۰/۰۰۸
-۰/۵۴۶	-۰/۴۲۲	۰/۱۴۱	۰/۰۱۵	۰/۰۰۶	۰/۱۶۳

منابع

- implications to germplasm conservation. Genetic Resource and Crop Evolution, 44: 43-55.
14. Federer W. T. and F. King. 2007. Variations on split plot and split block experiment designs. John- Willey Press, New Jersey, USA.
15. Geleta, N and M.T Labuschagne. 2005. Qualitative traits variation in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) germplasm from eastern highlands of Ethiopia. Biodiversity and Conservation 14:3055-3064.
16. Harlan J.R. 1975. Crops and Man. ASA and CSSA, Madison, WI.
17. Hawkes J.G. 1983. The Diversity of Crop Plants. Harvard University Press.
18. International Plant Genetic Resources Institute. 1993. Descriptors for Chickpea. Rome.
19. Jana S. and K. B. Singh. 1993. Evidence of geographical divergence on kabuli chickpea from germplasm evaluation data. Crop Science, 33:626-632.
20. Jaradat A.A. 1991. Phenotypic divergence for morphological and yield related traits among landrace genotypes of durum wheat from Jordan. Euphytica 52: 155-164.
21. Lezzoni AF, Prits MP. 1991. Applications of principal component analysis to horticulture research. Hortiscience 26:334-338.
22. Lokare Y. A., J. V. Patil, and U. D. Chavan. 2007. Genetic analysis of yield and quality traits in kabuli chickpea. Journal of Food Legumes, 20 (2): 147-149.
23. Mardi M., A. R. Taleei and M. Omid. 2003. A study of the genetic diversity and identification of yield components in Desi chickpea. Iranian Journal of Agricultural Sciences, 34 (2): 345-351.
24. Petersen R. G. 1994. Agricultural field experiments design and analysis. Marcel Decker, Inc., New York, USA.
25. Rezai A. and Frey K. J. 1990. Multivariate analysis of variation among wild oat accessions-seed traits. Euphytica 49: 111-119.
26. SPSS Inc. 2001. SPSS for windows. Release 11. Standard version.
27. Shannon C. E. and W. Weaver. 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana, IL, USA.
28. Sneath P. H. A. and R. R. Sokal 1973. Numerical Taxonomy: The Principles and Practice of Numerical Classification. Freeman, San Francisco, CA.
29. Sultana T., A. Ghafoor and M. Ashraf. 2005. Genetic divergence in lentil germplasm for botanical descriptors in relation with geographic origin. Pakistan Journal of Botany, 37: 61-69.
30. Upadhyaya H. D. and R. Ortiz. 2001. A mini subset for capturing diversity and promoting utilization of Chickpea genetic resources in crop improvement. Theoretical Applied Genetics, 102:1292-1298.
۱. آقایی، م. ۱۳۸۲. احیا و نگهداری و ارزیابی تخصصی ذخایر توارثی نخود در شرایط دیم و آبی. گزارش طرح تحقیقاتی، مرکز اسناد و مدارک علمی کشاورزی.
۲. شفاءالدین، س. ۱۳۸۱. بررسی تنوع ژنتیکی و جغرافیایی ژرم پلاسما جوهای بومی مناطق شمال کشور بر اساس صفات زراعی و مورفولوژیکی. مجله علوم کشاورزی، جلد ۳۳، شماره ۳، ۵۶۹-۵۸۱.
۳. فارسی، م.، ع. مرجانی و س. بختیاری. ۱۳۸۱. طرح های آزمایشی در علوم کشاورزی. انتشارات آستان قدس رضوی.
۴. فرشاد فر، ع. ۱۳۸۰. اصول و روشهای آماری چند متغیره. انتشارات دانشگاه رازی کرمانشاه.
۵. گروسی، ق. و وجدانی، پ. ۱۳۷۱. بررسی تنوع ژنتیکی و جغرافیایی نخود های ایرانی در رابطه با اقلیم مختلف کشور. مجله تحقیقات کشاورزی نهال و بذر. جلد ۸، شماره های ۳ و ۴، ۷-۴.
۶. وجدانی، پ. ۱۳۷۲. نقش بانک ژن و مواد ژنتیکی گیاهی در افزایش محصولات زراعی. اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
7. Chahal G. S. and S. S. Gosal. 2002. Principles and Procedures of Plant Breeding: Biotechnological and Conventional Approaches. Narosa Publishing House, New Delhi.
8. Chaudhary P., D. R.B. Gauchan, Rana, B.R. Sthapit and D.I. Jarvis. 2004. Potential loss of rice landraces from a terai community in Nepal: a case study from kachrowa, Bara. Plant Genetic Resources Newsletter. No.137. pp.14-21.
9. Cinsor A. S., N. Acikoz, M. Yaman, A. Kitiki. 1997. Characterization of chickpea (*Cicer arietinum*) genetic resources material collected from the Aegean region. II: Qualitative characters. Anadolu, 7(2):1-16.
10. Cox D. R. 1951. Some systematic experimental designs. Biometrika, 38:312-323.
11. Cox D. R. 1952. Some recent work on systematic designs. Journal of the Royal Statistical Society. 14(2):211-21
12. Dale M.F.B., Ford-Lloyd B.V. and Arnold M.H. 1985. Variation in some agronomically important characters in a germplasm collection of beet (*Beta vulgaris* L.). Euphytica 34 :449-455
13. Demissie A. and A. Bjornstad. 1997. Geographical, altitude and agro-ecological differentiation of isozyme and hordein genotypes of landrace barleys from Ethiopia:

31. Upadhaya H. D., P. J. Bramel and S. Singh. 2001. Development of a chickpea core subset using geographic distribution and quantitative traits. Crop Sci., 41:206-210.
32. Upadhyaya H. D., R. Ortiz, P. J. Bramel and S. Singh. 2002. Phenotypic diversity for morphological and agronomic characteristics in chickpea core collection. Euphytica, 123:333-342.
33. Upadhyaya H. D. 2003. Geographical patterns of variation for morphological and agronomic characteristics in the chickpea germplasm collection. Euphytica, 132 (3): 343-352.
34. Upadhyaya H. D., C. L. L. Gowda, H. K. Buhariwalla and J. H. Crouch. 2006. Efficient use of crop germplasm resources: identifying useful germplasm for crop improvement through core and mini-core collections and molecular marker approaches, Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization, 4 (1): 25-35.
35. Upadhyaya H. D., S. L. Dwivedi, C. L. L. Gowda and S. Singh. 2007. Identification of diverse germplasm lines for agronomic traits in a chickpea (*Cicer arietinum* L.) core collection for use in crop improvement. Field Crops Research, 100 (2/3): 320-326.