



## "مقاله پژوهشی"

# ارزیابی تنوع آگرومورفولوژیکی نمونه‌های ژنتیکی بومی لوبیا چشم‌بلبلی

معصومه پوراسماعیل<sup>۱</sup>، علی اکبر صانعی‌نژاد<sup>۲</sup>، علی اکبر قنبری<sup>۳</sup> و رضا سخاوت<sup>۴</sup>

۱- استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران،  
(نویسنده مسوول: masoumehpouresmael@yahoo.com)

۲- محقق، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی صفی آباد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دزفول، ایران

۳- دانشیار پژوهش، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۴- عضو هیات علمی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی صفی آباد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دزفول، ایران

تاریخ ارسال: ۱۳۹۹/۱۰/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۲۷

صفحه: ۹۵ تا ۱۰۶

### چکیده

تنوع ژنتیکی، پایه و اساس برنامه‌های اصلاحی و توسعه ارقام برتر در سراسر جهان است. مطالعه حاضر با هدف آگاهی از تنوع فنوتیپی و رابطه صفات مورفولوژیکی و زراعی ۵۶ نمونه ژنتیکی لوبیا چشم‌بلبلی در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷، در مزرعه تحقیقاتی بانک ژن در کرج به اجرا در آمد. در طول دوره رشد صفات فنولوژیکی، مورفولوژیکی و زراعی مختلف یادداشت‌برداری شد. تجزیه واریانس وجود تنوع ژنتیکی بین نمونه‌ها از نظر کلیه صفات کمی مورد بررسی به استثنای تعداد غلاف در پدانکل را نشان داد که تأکیدی بر امکان دستیابی به ژنوتیپ‌هایی با صفات مورد دلخواه از میان این نمونه‌ها است. صفات زیست‌توده، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، طول غلاف و وزن صددانه دارای بیش‌ترین ضریب تغییرات فنوتیپی بودند. بررسی دامنه صفات فنولوژیکی روز تا ۵۰ درصد گلدهی (۴۳-۱۰۳) و روز تا رسیدگی (۷۷-۱۶۹) نشان داد که نمونه‌های ژنتیکی مورد مطالعه در سه دسته بیوتیپ‌های زودرس، متوسط رس و دیررس قرار دارند. صفات عملکرد دانه و شاخص برداشت با صفات فنولوژیکی تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدن، همبستگی منفی معنی‌دار ( $p < 0.01$ ) داشتند. وزن صد دانه و طول غلاف نیز صفاتی تأثیرگذار بر عملکرد دانه ( $p < 0.01$ ) شناخته شدند. نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که سه مؤلفه، ۷۲ درصد تنوع موجود بین نمونه‌ها را توجیه می‌نمایند. صفات ارتفاع بوته، تعداد و وزن غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه در بوته بالاترین ضرایب را در مؤلفه اول و صفات فنولوژیکی روز تا گلدهی و روز تا رسیدن و عملکرد دانه بزرگترین ضرایب را در مؤلفه دوم داشتند. ترسیم بای‌پلات مؤلفه‌ها و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات نشان داد ۱۷ نمونه ژنتیکی از نظر صفات اجزا عملکرد قابل توجه هستند. به‌علاوه ۱۷ نمونه ژنتیکی با عملکرد بالا و زودرس در میان نمونه‌های مورد بررسی شناسایی شد. این نتایج از یک طرف اطلاعات مفیدی در مورد تنوع صفات مهم زراعی در میان نمونه‌های ژنتیکی بومی ارائه و از طرف دیگر امکان انتخاب منابع ژنتیکی امیدبخش برای استفاده در برنامه‌های به‌نژادی آینده را فراهم ساخت.

واژه‌های کلیدی: تنوع فنوتیپی، توده‌های بومی، صفات زراعی، *Vigna unguiculata*

### مقدمه

کیلوگرم) و منیزیم (۱۹۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) است، از نظر محتوای پروتئین بسیار غنی است و با داشتن میزان پروتئین حدود ۲۵۰ میلی‌گرم در گرم، با دانه‌های سویا قابل مقایسه است (۱۱).

تنوع ژنتیکی گیاهی یکی از اجزای کلیدی سامانه‌های تولید کشاورزی به‌شمار می‌رود که از طریق تلاقی سنتی با والدین انتخاب‌شده یا جهش‌زایی هدمند تامین می‌گردد. ارزیابی تنوع ژنتیکی در میان نمونه‌های لوبیا چشم‌بلبلی در توسعه ارقام برتر در سراسر جهان حائز اهمیت است. چراکه برنامه‌های اصلاحی باید مبتنی بر اطلاعات تنوع ژنتیکی موجود در ژرم‌پلاسما گیاه باشد (۱۰).

در ارزیابی صفات آگرومورفولوژیکی هجده ژنوتیپ لوبیا چشم‌بلبلی جمع‌آوری‌شده از مزارع کشاورزان کشور کامرون، ژنوتیپ‌ها عمدتاً عادت رشد گسترده با دانه‌های سفید و صاف داشتند (۳). در جستجوی نمونه‌های با عملکرد و پایداری ژنتیکی بالا، در میان بیست و یک لاین اصلاحی لوبیا چشم‌بلبلی نشان داده شد که نمونه‌های ژنتیکی از نظر دوره بلوغ، اجزا عملکرد و عملکرد دانه متفاوت هستند. تجزیه و تحلیل اجزا واریانس ژنتیکی اجزای عملکرد نشان داد که تنوع

لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) به‌عنوان یک گونه زراعی فراموش‌شده و یا کم بهره‌برداری‌شده محسوب می‌شود. این گیاه به‌دلیل جلوگیری از هجوم علف‌های هرز، افزایش حاصلخیزی خاک و کاهش تبخیر گیاه اصلی در سیستم‌های کشت مخلوط است. همزیستی این گیاه با باکتری‌های ریزوبیوم موجب تثبیت ۷۰ تا ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن اتمسفری می‌گردد که حدود ۴۰ تا ۸۰ کیلوگرم از این مقدار به‌عنوان منبع طبیعی نیتروژن معدنی در خاک رسوب کرده و به سلامت خاک کمک می‌کند (۱۱).

کشت این محصول به‌دلیل توانایی زنده‌ماندن در خاک‌های حاصلخیزی کم و تحمل خاک‌های قلیایی، در اکثر مناطق موفقیت‌آمیز است (۹). این گیاه علاوه بر اینکه اصلی‌ترین ماده غذایی میلیون‌ها نفر در جنوب صحرائی آفریقا است، یک منبع ارزان قیمت پروتئین، اسیدهای آمینه و مواد مغذی ضروری در سطح جهان است. دانه این گیاه علاوه بر اینکه حاوی مواد مغذی ضروری مانند آهن (۵۳/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم)، روی (۳۸/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم)، کلسیم (۸۲۶ میلی‌گرم در

### مواد و روش‌ها

این بررسی روی ۵۳ نمونه ژنتیکی لوبیا چشم‌بلبلی بانک ژن گیاهی ملی ایران (جدول ۱) انجام شد. کشت نمونه‌ها در مزرعه تحقیقاتی بانک ژن گیاهی ملی ایران واقع در کرج با مختصات جغرافیایی ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۱۳۲۱ متر از سطح دریا در دو سال زراعی متوالی صورت گرفت. در سال اول (سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶) کاشت نمونه‌ها به‌منظور احیا و تکثیر و برطرف‌نمودن غیریکنواختی ناشی از متفاوت‌بودن سال احیا پذیرهای دریافتی، به‌صورت مشاهده‌ای انجام شد. در سال دوم (سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷) کلیه نمونه‌ها به‌همراه نمونه‌های شاهد (رقم مشهد، ژنوتیپ محلی دزفول و لاین امیدبخش ۱۰۵۷) در قالب طرح لاتیس مستطیل (۸×۷) با دو تکرار کشت شدند. هر تکرار شامل ۸ بلوک ناقص و هر بلوک ناقص شامل ۷ کرت آزمایشی بود. هر کرت آزمایشی شامل چهار خط به طول ۳ متر و فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر بود. فاصله کرت‌ها از هم ۱۲۰ سانتی‌متر و فاصله بین تکرارها ۲ متر در نظر گرفته شد. کاشت بذور به‌صورت دستی صورت پذیرفت. آبیاری منظم گیاهان در طول فصل زراعی انجام شد و مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت مکانیکی و دستی صورت پذیرفت. در طول دوره رشد مهمترین صفات فنولوژیکی، مورفولوژیکی و زراعی طبق دستورالعمل موسسه بین‌المللی ذخایر توارثی گیاهی در دو گروه کمی و کیفی شامل عادت و تیپ رشد، رنگ گل، کرک بوته، خصوصیات غلاف از جمله رنگ و شکل، مشخصات دانه از جمله شکل و فرم و رنگ چشم بر روی آن و همچنین عملکرد و اجزای عملکرد اندازه‌گیری و یادداشت‌برداری شد (۵).

یادداشت‌برداری‌ها از قسمت میانی خطوط کشت و با حذف ابتدا و انتهای کرت انجام شد. برای صفات کمی، متوسط حداقل پنج نمونه و برای صفات کیفی وضعیت متوسط مشاهده‌ها در کرت آزمایشی به‌عنوان داده‌های آزمایشی، ارزیابی و ثبت گردید. برای تعیین تنوع صفات آماره‌های توصیفی صفات کمی و کیفی بر اساس محاسبه‌نما، میانگین، انحراف معیار، حداقل، حداکثر و ضریب تغییرات فنوتیپی برآورد گردید. تجزیه واریانس بر اساس طرح لاتیس انجام و معنی‌داربودن اثر ژنوتیپ بر صفات مورد ارزیابی برآورد گردید. کلیه تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS صورت پذیرفت. به‌منظور ارزیابی روابط صفات و نقش آنها در میزان تنوع از آنالیز همبستگی صفات و تجزیه به مولفه‌های اصلی استفاده شد و برای ترسیم گرافیکی نقش صفات و جایگاه ژنوتیپ‌ها در هر یک از مولفه‌های اصلی از ترسیم بای‌پلات مولفه‌ها با استفاده از نرم‌افزار StatGraphic استفاده گردید.

فنوتیپی در میان این بیست و یک ژنوتیپ بالا است. بیشترین وراثت‌پذیری برای سبزه دانه (۹۱٪) و کمترین آن برای تعداد دانه در غلاف (۷۵٪) گزارش شد (۱).

در ارزیابی ۳۶ صفت مورفولوژیکی در ۳۲ ژنوتیپ جمع‌آوری‌شده از مزارع کشاورزان در ترکیه، تنوع ژنتیکی بالایی برای خصوصیات مورفولوژیکی مشاهده شد و وزن دانه، طول و عرض دانه، رنگ چشم، رنگدانه غلاف نارس، رنگ برگ و رنگ غلاف از ویژگی‌های اصلی در تمایز ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی تشخیص داده شدند (۲).

در مطالعه ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی جمع‌آوری‌شده از مناطق مختلف آگرو-کولوژیکی کشور کنیا، میزان تنوع ژنتیکی نسبتاً کمی در بین نمونه‌های این کشور گزارش شد (۷). هاتچینسون و همکاران (۴) در ارزیابی تنوع ۱۸ صفت آگرومورفولوژیکی در میان ۲۸ نمونه لوبیا چشم‌بلبلی، اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات ارتفاع گیاه، عرض کانوپی، طول ریشه، تعداد شاخه، تعداد برگ، تعداد گره و تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی گزارش نمودند. مفاخری و همکاران (۸) با ارزیابی ۱۷ صفت مورفولوژیکی و زراعی و کاربرد مارکر مولکولی SSR به بررسی تنوع ژنتیکی و ارتباط بین ۲۳ ژنوتیپ لوبیا چشم‌بلبلی پرداختند و صفات عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی، روز تا ۵۰٪ جوانه‌زنی و وزن صدانه را متنوع‌ترین ویژگی معرفی نمودند.

در بررسی تنوع ژنتیکی صد ژنوتیپ لوبیا چشم‌بلبلی جنوب آفریقا از صفات کلیدی روز تا گلدهی، زمان بلوغ، عادت رشد، رنگ گل، تعداد غلاف در بوته، طول غلاف، تعداد دانه در غلاف، رنگ دانه، اندازه دانه، وزن صدانه و عملکرد دانه استفاده شد و صفات تعداد غلاف در بوته، طول غلاف و تعداد دانه در غلاف به‌عنوان صفات موثر برای انتخاب ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی با عملکرد دانه بالا پیشنهاد شد (۱۱).

واعظی (۱۴) در ارزیابی مورفولوژیکی ۱۹۴ ژرم‌پلاسم لوبیا چشم‌بلبلی گزارش نمود که بیشترین تنوع برای صفت تعداد غلاف در پدانکول (CV=۴۳٪) و کمترین آن برای تعداد روز تا رسیدگی (CV=۶٪) مشاهده گردید. درعین حال تنوع بالایی برای تمام صفات کیفی ارزیابی‌شده مشاهده گردید. در مقایسه میزان تنوع برای صفات کیفی برحسب شاخص شانون نسبی، صفات زاویه غلاف و شکل برگچه انتهایی بیشترین تنوع را نشان دادند.

طراحی و توسعه برنامه‌های به‌نژادی به تنوع ژنتیکی کافی نیاز دارد و صفات مورفولوژیکی اولین گام در بررسی تنوع ژنتیکی در اکثر برنامه‌های به‌نژادی است. با این هدف پروژه حاضر به‌منظور ارزیابی صفات مورفولوژیکی و زراعی نمونه‌های ژنتیکی لوبیا چشم‌بلبلی منتخب بانک ژن گیاهی ملی ایران، با هدف آگاهی از تنوع فنوتیپی و رابطه صفات به اجرا در آمد.

جدول ۱- کد (TN/ KC) نمونه‌های ژنتیکی لوبیا چشم‌بلبلی در بانک ژن گیاهی ملی ایران

Table 1. Code (TN/ KC) of cowpea accessions in NPGBI

| شماره نمونه | شماره نمونه | شماره نمونه | شماره نمونه | شماره نمونه | شماره نمونه | شماره نمونه |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ۷۲۴۴        | ۷۲۶۰        | ۷۲۷۵        | ۷۲۸۴        | ۷۲۹۹        | ۷۳۰۹        | ۷۳۴۱        |
| ۷۲۴۸        | ۷۲۶۵        | ۷۲۷۷        | ۷۲۸۵        | ۷۳۰۰        | ۷۳۰۲        | ۷۰۱۸        |
| محلی دزفول  | ۷۲۶۶        | ۷۲۷۸        | ۷۲۹۰        | ۷۳۰۱        | ۷۳۲۷        | ۷۰۱۵        |
| لاین ۱۰۵۷   | ۷۲۷۰        | ۷۲۷۹        | ۷۲۹۱        | ۷۳۰۸        | ۷۳۲۸        | ۷۳۰۶        |
| ۷۲۵۲        | ۷۲۷۱        | ۷۲۸۰        | ۷۲۹۲        | ۷۳۰۹        | ۷۳۲۲        | ۷۰۱۳        |
| ۷۲۵۵        | ۷۲۷۲        | ۷۲۸۱        | ۷۲۹۶        | ۷۳۱۰        | ۷۳۲۹        | ۷۱۵۸        |
| ۷۲۵۷        | ۷۲۷۳        | ۷۲۸۲        | ۷۲۹۷        | ۷۰۹۱        | ۷۳۳۳        | KC۲۰۷۰۰۸    |
| ۷۲۵۹        | مشهد        | ۷۲۸۳        | ۷۲۹۸        | ۷۰۹۵        | ۷۳۱۱        | ۷۳۱۰        |

جدول ۲- آنالیز واریانس صفات مورد ارزیابی در ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی

Table 2. Analysis of variance for evaluated traits in cowpea accessions

| منابع تغییر  | درجه آزادی | زیست‌توده | طول دانه | تعداد دانه در غلاف | طول غلاف | روز تا رسیدن | غلاف روز تا گلدهی | ارتفاع   |
|--------------|------------|-----------|----------|--------------------|----------|--------------|-------------------|----------|
| ژنوتیپ       | ۵۵         | ۳۹۲۵۸/۹** | ۲/۳۵**   | ۰/۱۸ <sup>ns</sup> | ۵/۹۲**   | ۶۵۹/۹۹**     | ۲۸۲/۸**           | ۴۹۳۴/۵** |
| تکرار        | ۱          | ۲۰۰۸۴۳/۵  | ۰/۰۲۶    | ۱/۵۸               | ۲/۶۴     | ۹۴/۴         | ۲/۲۴              | ۵۷۰/۹    |
| تکرار * بلوک | ۱۴         | ۲۴۵۸۲/۶   | ۰/۵۳۳    | ۰/۳۵               | ۱/۲۴     | ۴۸/۸۹        | ۴۶/۴              | ۹۸۱/۴۴   |
| خطا          | ۴۱         | ۱۸۰۵۶/۵   | ۰/۴۶۴    | ۰/۲                | ۲/۰۴     | ۵۳/۸         | ۲۳/۵              | ۴۸۵/۶۷   |

\*\* معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، \* معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار

ادامه جدول ۲- آنالیز واریانس صفات مورد ارزیابی در ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی  
Continue of table 2. Analysis of variance for evaluated traits in cowpea accessions

| منابع تغییر  | درجه آزادی | شاخص برداشت | وزن صدانه | تعداد دانه در غلاف | وزن دانه در بوته | وزن غلاف در بوته | تعداد غلاف در بوته | عملکرد دانه |
|--------------|------------|-------------|-----------|--------------------|------------------|------------------|--------------------|-------------|
| ژنوتیپ       | ۵۵         | ۶۵۱/۴۵**    | ۲۶/۹**    | ۳/۳۵**             | ۱۲۴۴/۲۳**        | ۲۰۵۴/۷**         | ۱۱۶۲/۰۳**          | ۱۶۳۳۳/۴*    |
| تکرار        | ۱          | ۳۲۴/۹۷      | ۰/۴۴۴     | ۵/۳۱               | ۲۰۰۴/۶۳          | ۴۸۸۸/۸۹          | ۱۳۸/۶۶             | ۳۹۸۸/۱      |
| تکرار * بلوک | ۱۴         | ۲۶۹/۷۷      | ۴/۱۸      | ۱/۹                | ۱۵۵/۶            | ۳۶۰/۰۴           | ۳۲۷/۵۴۳            | ۶۷۸۲/۲      |
| خطا          | ۴۱         | ۳۱۴/۶       | ۷/۴۹      | ۱/۵۸               | ۳۰۱/۷            | ۵۱۱/۰۸           | ۳۷۱/۷۲             | ۷۹۵۸/۲۸     |

\*\* معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، \* معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار

## نتایج و بحث

آنالیز واریانس نمونه‌ها در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ (جدول ۲) نشان داد که اختلاف ژنوتیپ‌ها از نظر صفات روز تا گلدهی، روز تا اولین غلاف رسیده، روز تا رسیدن، ارتفاع بوته، زیست‌توده، طول دانه، وزن صدانه، شاخص برداشت، درصد پوسته غلاف، طول غلاف، تعداد دانه در غلاف، تعداد و وزن غلاف در بوته، تعداد و وزن دانه در بوته در کرج در سطح احتمال ( $P < 0.001$ ) و از نظر صفت عملکرد دانه و طول پدانکل در سطح احتمال ( $p < 0.05$ ) از نظر آماری معنی‌دار بود. اما از نظر صفت تعداد غلاف در پدانکل اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها دیده نشد. این نتیجه نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی ذاتی بین نمونه‌های مورد بررسی از نظر کلیه صفات کمی مورد بررسی به استثنای تعداد غلاف در پدانکل است و تأکیدی بر اینکه دستیابی به ژنوتیپ‌های مناسب بر اساس صفت مورد نظر در بین این نمونه‌ها امکان‌پذیر است.

جدول ۳ آماره‌های توصیفی شامل میانگین، حداکثر، حداقل، انحراف معیار و ضریب تغییرات برای صفات کمی در نمونه‌های لوبیا چشم‌بلبلی را نشان می‌دهد. در بین صفات کمی ارزیابی‌شده، زیست‌توده، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، طول غلاف و وزن صدانه دارای بیش‌ترین ضریب تغییرات بودند.

در بین نمونه‌های ژنتیکی مورد بررسی صفات فنولوژیکی، عملکرد دانه و وزن دانه در گیاه ضریب تغییرات بالایی نداشت. در مطالعات پیشین نیز مفاخری و همکاران (۸) گزارش نمودند صفات فنولوژیکی کمترین میزان تنوع را در میان صفات داشته و صفات عملکرد بیولوژیکی، عملکرد اقتصادی و وزن صدانه از تنوع بالایی برخوردار هستند. آلیو و مکین (۱) نیز کمترین تنوع در صفات روز تا ۵۰ درصد گلدهی و روز تا رسیدگی (۱۱ درصد) و بیشترین تنوع را در صفات تعداد دانه در گیاه و تعداد غلاف در گیاه به ترتیب با ضریب تغییرات ۴۴/۴ و ۳۸/۶ درصد گزارش نمودند.

جدول ۳- آماره‌های توصیفی صفات کمی در نمونه‌های لوبیا چشم‌بلبلی

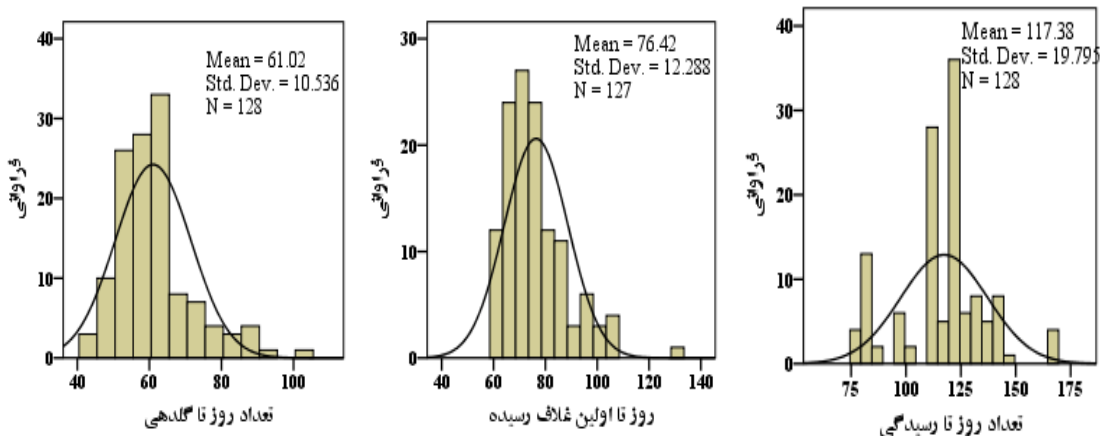
Table 3. Descriptive statistics of quantitative traits in cowpea accessions

| دامنه تغییرات | حد اقل | حد اکثر | میانگین | انحراف معیار | ضریب تغییرات فنوتیپی | صفت                             |
|---------------|--------|---------|---------|--------------|----------------------|---------------------------------|
| ۲۳۶/۶۷        | ۶۵     | ۳۰۱/۶۷  | ۱۷۶/۶۷  | ۵۴/۲۴۶۶۸     | ۳۰/۷۱                | ارتفاع (cm)                     |
| ۲/۶           | ۱/۴    | ۴       | ۲/۱۸۹۵  | ۰/۴۵۲۷۱      | ۲۰/۶۸                | غلاف در پدانکل                  |
| ۲۵/۳۴         | ۴/۳۳   | ۲۹/۶۷   | ۱۳/۸۹۳۴ | ۶/۲۰۶۰۶      | ۴۴/۶۷                | طول پدانکل (cm)                 |
| ۶۰            | ۴۳     | ۱۰۳     | ۶۱/۰۳۳۴ | ۱۰/۵۳۵۶۳     | ۱۷/۲۶                | روز تا گلدهی                    |
| ۶۸            | ۶۱     | ۱۲۹     | ۷۶/۴۲   | ۱۲/۲۸۸       | ۱۶/۰۸                | روز تا اولین غلاف رسیده         |
| ۹۲            | ۷۷     | ۱۶۹     | ۱۱۷/۳۸  | ۱۹/۷۹۵       | ۱۶/۸۶                | روز تا رسیدن                    |
| ۸۲            | ۲      | ۸۴      | ۳۳/۱۲   | ۲۰/۰۳۱       | ۱۶/۰۸                | شاخص برداشت                     |
| ۵۳۴           | ۹      | ۵۴۳     | ۱۸۰/۳۹  | ۱۱۰/۳۶۹      | ۱۶/۸۶                | عملکرد دانه (gm <sup>-2</sup> ) |
| ۹۰۵           | ۱۹۴    | ۱۰۹۹    | ۵۵۹/۵۱  | ۱۷۷/۴۷۵      | ۶۰/۴۸                | زیست‌توده (gm <sup>-2</sup> )   |
| ۱۲۳           | ۸      | ۱۳۱     | ۴۸/۲۳   | ۲۷/۷۸۷       | ۶۱/۱۸                | تعداد غلاف در بوته              |
| ۱۷۳           | ۱۳     | ۱۸۵     | ۶۰/۸۵   | ۳۷/۷۲۳       | ۳۱/۷۲                | وزن غلاف در بوته (g)            |
| ۱۱            | ۶      | ۱۷      | ۱۰/۵۱   | ۱/۵۴۷        | ۵۷/۶۱                | تعداد دانه در غلاف              |
| ۱۰            | ۹      | ۱۹      | ۱۴/۲۳   | ۱/۹۴۶        | ۶۱/۹۹                | طول غلاف (cm)                   |
| ۱۳۶           | ۸      | ۱۴۴     | ۴۸/۴۱   | ۲۸/۹۳۷       | ۱۴/۷۲                | وزن دانه در بوته (g)            |
| ۵۱            | ۵۹     | ۱۱۰     | ۸۰/۹۸   | ۸/۵۸۵        | ۱۳/۶۸                | درصد پوسته غلاف                 |
| ۲۱            | ۸      | ۲۹      | ۱۹/۰۶   | ۴/۰۴۷        | ۵۹/۷۷                | وزن هزاردانه (g)                |
| ۶             | ۶      | ۱۲      | ۹/۲۹    | ۱/۱۶۷        | ۱۰/۶۰                | طول دانه (mm)                   |
| ۴             | ۵      | ۹       | ۶/۴۹    | ۰/۵۹۸        | ۲۱/۲۳                | عرض دانه (mm)                   |

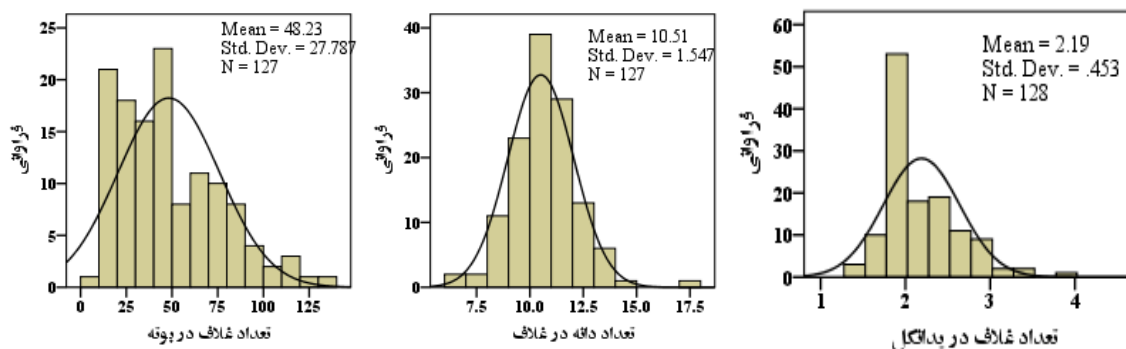
(۱۲۰-۱۵۰ روز) قرار دارند.

شکل ۱ توزیع فراوانی صفات فنولوژیکی را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود نمونه‌های با تعداد روز تا گلدهی ۵۰ تا ۶۰ روز، تعداد روز تا اولین غلاف رسیده ۶۵ تا ۷۵ روز و تعداد روز تا رسیدگی ۱۱۰ تا ۱۲۰ روز یا به عبارتی نمونه‌های ژنتیکی متوسط‌ترس بیشترین فراوانی را در میان نمونه‌های مورد بررسی داشتند. گلدهی زود و تیپ رشدی محدود از ویژگی‌هایی هستند که در برنامه‌های اصلاحی لوبیا چشم‌بلبلی مورد توجه می‌باشند (۱). کوتاه‌بودن دوره شروع گلدهی یک مزیت است زیرا مانع مصادف شدن مرحله زایشی گیاه به‌ویژه دوره تشکیل و پرشدن غلاف‌ها با دمای بالا و رطوبت کم هوا می‌گردد.

هاتچینسون و همکاران (۴) گزارش نمودند صفات ارتفاع گیاه، تعداد برگ، طول برگ، تعداد غلاف در گیاه، طول غلاف، تعداد دانه در غلاف برای تشخیص تنوع ژنتیکی بسیار اهمیت دارد و منجر به طبقه‌بندی بهتر ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی می‌شود. مفاخری و همکاران (۸) نیز گزارش کردند که صفاتی نظیر تعداد غلاف در گیاه، تعداد دانه در غلاف و اندازه دانه بر روی پتانسیل عملکرد لوبیا تاثیرگذار بوده و اساساً به‌عنوان مارکر قابل استفاده هستند. دامنه صفات فنولوژیکی روز تا ۵۰ درصد گلدهی (۴۳-۱۰۳) و روز تا رسیدگی (۷۷-۱۶۹) نشان داد که این ژنوتیپ‌ها در دسته بیوتیپ‌های زودرس (تعداد روز تا رسیدگی ۶۰-۸۰ روز)، متوسط‌ترس (تعداد روز تا رسیدگی ۸۰-۱۲۰ روز) و دیررس



شکل ۱- نمودار توزیع فراوانی صفات فنولوژیکی در نمونه‌های لوبیا چشم‌بلبلی  
Figure 1. Frequency distribution of phenological traits in cowpea accessions



شکل ۲- نمودار توزیع فراوانی صفات تعداد غلاف در بوته و پدانکل و تعداد دانه در غلاف در نمونه های لوبیا چشم بلبلی  
Figure 2. Frequency distribution of Pod number in peduncle and plant and seed number in pod in cowpea accessions

مثبت معنی‌دار در سطح احتمال ( $p < 0.01$ ) داشتند. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین صفات روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی در پژوهش‌های پیشین نیز گزارش شده است (۱۱). شاخص برداشت و عملکرد دانه همبستگی مثبت معنی‌دار ( $r^2 = 0.813$ ) داشتند. صفات تعداد و وزن غلاف در بوته، وزن دانه در بوته، تعداد دانه در غلاف و طول غلاف همبستگی مثبت معنی‌دار با ارتفاع بوته داشتند. طول غلاف با تعداد دانه در غلاف همبستگی مثبت معنی‌دار ( $r^2 = 0.429$ ) داشتند. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین صفات طول غلاف با تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته در پژوهش‌های پیشین نیز گزارش شده است (۱۱). گان و همکارانش (۳) نیز ارتباط مثبت معنی‌دار بین طول غلاف و تعداد دانه در گیاه را گزارش نمودند.

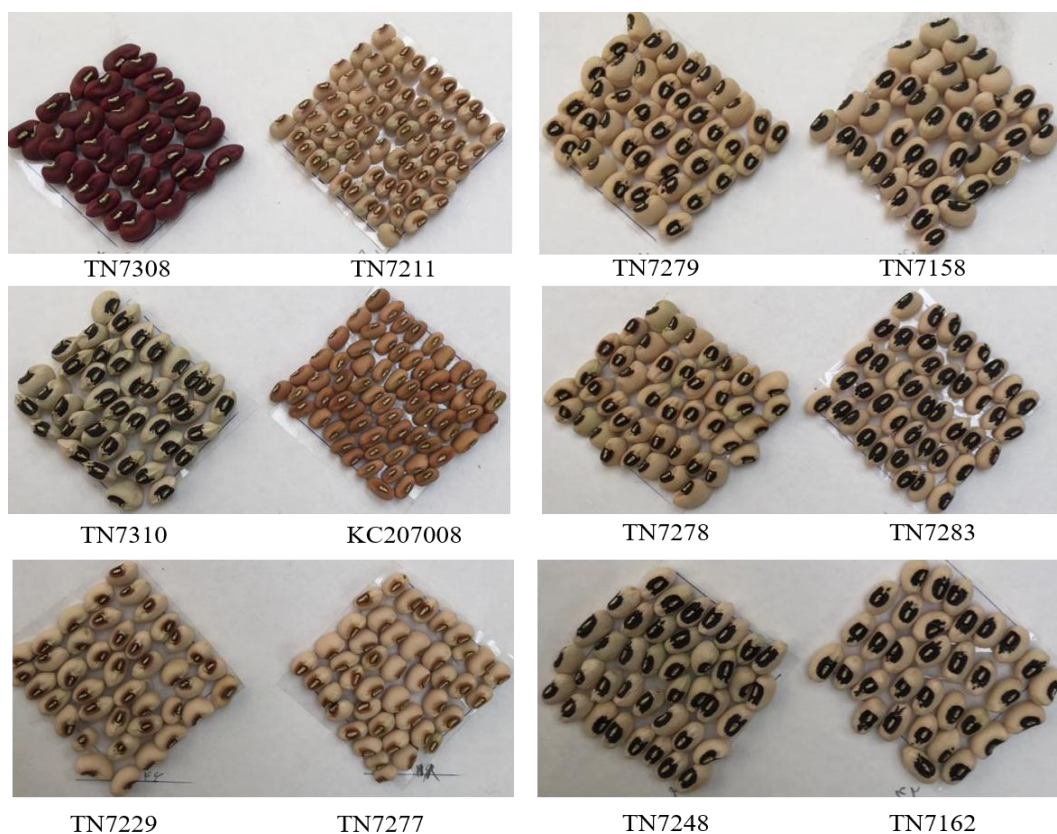
وزن دانه در بوته با ارتفاع بوته ( $r^2 = 0.54$ )، تعداد غلاف در گیاه ( $r^2 = 0.755$ )، وزن غلاف در گیاه ( $r^2 = 0.982$ )، تعداد دانه در غلاف ( $r^2 = 0.453$ ) و طول غلاف ( $r^2 = 0.461$ ) همبستگی مثبت معنی‌دار در سطح ( $p < 0.01$ ) داشت. طول غلاف با وزن صدانه ( $r^2 = 0.598$ ) و طول دانه ( $r^2 = 0.558$ ) همبستگی مثبت معنی‌دار در سطح ( $p < 0.01$ ) داشت. طول و عرض دانه با هم ( $r^2 = 0.612$ ) و با وزن صدانه نیز به ترتیب با ضرایب ( $r^2 = 0.792$ ) و ( $r^2 = 0.609$ ) همبستگی مثبت معنی‌دار در سطح ( $p < 0.01$ ) داشتند. انخوما و همکاران (۱۱) نیز به همبستگی بسیار قوی و معنی‌داری بین صفت وزن صدانه و اندازه دانه اشاره نمودند.

همه نمونه‌های مورد بررسی دارای نیام‌های شکوفا بودند، تیپ رشد نامحدود داشتند، فاقد کرک و مارک بر روی برگ بودند. به استثنای نمونه‌های ۷۲۴۱، ۷۰۱۸ و ۷۲۲۲، سایر نمونه‌ها تیپ رشد خوابیده داشتند. از نظر رنگ گل تنها ۹ نمونه (معادل ۱۵/۸ درصد) دارای گل‌های بنفش بودند. این گروه شامل نمونه‌های ۷۲۵۵، ۷۳۰۸، ۷۲۲۷، ۷۲۴۱، ۷۰۱۵، ۷۲۱۰، ۷۲۳۳، ۷۲۲۲ و KC207008 بودند. در همه نمونه‌ها شکل غلاف صاف بود، به استثنای نمونه‌های ۷۲۷۸ و ۷۳۱۰ که غلاف انحنای کمی داشت و نمونه ۷۲۸۵ که غلاف ماریچی شکل داشت. هشتاد درصد نمونه‌ها غلاف‌های بدون لکه داشتند و بیست درصد در نواحی نوک و یا حاشیه غلاف دارای لکه بودند. به غیر از نمونه‌های ۶، ۷۲۲۷، ۷۲۴۱، ۷۰۱۸، ۷۲۲۲ و ۷۲۲۹ که غلاف در پدانکل به شکل زاویه دار قرار می‌گرفت (شکل ۳) در سایر نمونه‌ها غلاف‌ها در پدانکل آویزان بودند. شکل دانه بسیار متنوع بود و شکل‌های بیضوی، قلوهای و لوزی شکل در میان نمونه‌ها دیده می‌شد اما ۵۹٪ نمونه‌ها شکل بذر بیضوی داشتند. شکل ۴ تصویری از تنوع مشاهده‌شده از نظر شکل، رنگ و چشم در بذر نمونه‌های ژنتیکی لوبیا چشم‌بلبلی را نشان می‌دهد. به استثنای نمونه ژنتیکی شماره ۷۲۸۵ که دانه‌های قرمز داشت و نمونه‌های ژنتیکی ۷۲۴۱، ۷۰۱۸ و KC207008 که دانه‌های قهوه‌ای روشن داشتند سایر نمونه‌ها رنگ دانه سفید یا کرم داشتند (شکل ۴). صفات فنولوژیکی روز تا گلدهی، روز تا اولین غلاف رسیده و روز تا رسیدن با یکدیگر همبستگی



شکل ۳- تصویری از تنوع شکل غلاف (A: غلاف مارپیچ، B: غلاف کم انحنا و D: غلاف صاف)، زاویه غلاف در پدانکل (A: غلاف های آویزان در پدانکل، B: غلاف با زاویه کمتر از راست و D: غلاف با زاویه راست)، رنگ گل (C و D)، و وجود لکه روی غلاف نارس (A و D: بدون لکه و B: وجود لکه که با علامت فلش مشخص شده است) در نمونه‌های ژنتیکی لوبیا چشم‌بلبلی

Figure 3. Diversity in pod curvature (A; coiled , B; slightly curved and C; straight ), pod attachment to peduncle (A; pendant , B; down from erect and D; erect), flower color (C and D) and immature pod pigmentation (A and D; not pigmented, B; Pigmented) in cowpea accessions



شکل ۴- تصویری از تنوع مشاهده شده از نظر اندازه، شکل، رنگ و چشم در بذر نمونه‌های ژنتیکی لوبیا چشم‌بلبلی  
Figure 4. Diversity in seed size, shape, color and eye pattern in cowpea accessions

پارامترهایی نظیر تعداد غلاف در گیاه و تعداد دانه در غلاف با عملکرد گیاه لوبیا چشم‌بلبلی عنوان شدند (۱، ۳، ۷ و ۸) اما در پروژه حاضر این همبستگی مشاهده نشد و وزن صدانه و طول غلاف صفاتی تاثیرگذار بر عملکرد دانه بودند (جدول ۴). انخوما و همکاران (۱۱) علاوه بر صفات تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته به همبستگی مثبت و معنی‌داری بین صفت طول غلاف با عملکرد دانه اشاره نمودند.

انتخاب یک صفت ممکن است اثر منفی یا مثبت بر صفت یا صفات دیگر داشته باشد. سهم زیاد و ارتباط قوی و معنی‌دار بین دو یا چند صفت نشان می‌دهد که این صفات به صورت بسیار مشخص و متمایزکننده تفاوت ژنوتیپ‌ها را توضیح داده و قادر هستند در انتخاب ژنوتیپ امیدبخش کمک شایانی نمایند. همبستگی مثبت وزن صدانه و طول غلاف با عملکرد دانه نشان‌دهنده تاثیر مهم این صفات بر عملکرد ژنوتیپ بوده و امکان طراحی یک استراتژی انتخاب مستقیم همزمان برای بهبود عملکرد این گیاه را نشان می‌دهد.

مطالعات ژنتیکی در گیاه لوبیا چشم‌بلبلی وراثت‌پذیری برای اندازه بذر را بین ۴۸٪ تا ۹۰٪ و برای تعداد بذر در غلاف را ۲۱-۸۲٪ گزارش نمودند. وراثت‌پذیری بالا معیار قابل اعتمادی برای پیش‌بینی ثبات و اثربخشی انتخاب خواهد بود. در این حالت، اندازه دانه در بین اجزای عملکرد دانه در لوبیای چشم‌بلبلی پایدارترین (یعنی با تاثیر محیطی کمتر) است (۱).

صفات عملکرد دانه و شاخص برداشت با صفات فنولوژیکی تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدن همبستگی منفی معنی‌دار ( $p < 0.01$ ) داشتند. طولانی‌شدن مرحله رویشی می‌تواند تاثیر منفی بر اجزای عملکرد (تعداد پدانکل در گیاه، غلاف در پدانکل، غلاف در گیاه، دانه در گیاه) و عملکرد دانه در لوبیای چشم‌بلبلی داشته باشد (۱). ارتباط منفی معنی‌داری تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و روز تا رسیدگی با عملکرد دانه توسط گان و همکاران نیز گزارش شد (۳). این نتیجه با این یافته سازگار است که عملکرد دانه مناسب نیاز به گونه‌هایی با دوره گلدهی کوتاه دارد، تا بتواند انرژی را به طرف تشکیل غلاف و بذر هدایت کند. ژنوتیپ‌های زود گل‌ده تعداد زیادی غلاف تولید می‌نمایند، چنین ژنوتیپ‌هایی حداکثر استفاده را از طول روز مطلوب برای شروع گلدهی و تولید غلاف می‌کنند. بلوغ زودرس به‌عنوان یک خصوصیات زراعی نسبتاً مهم در برنامه اصلاح‌نباتات شناخته می‌شود (۳).

وزن صدانه با صفات روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی همبستگی منفی معنی‌دار در سطح ( $p < 0.01$ ) داشت. در مطالعات پیشین نیز گزارش شده بود که اندازه دانه به تعداد روز تا گلدهی و زمان تشکیل غلاف بستگی دارد و هر چه گلدهی و تشکیل غلاف زودتر اتفاق بیفتد اندازه دانه درشت‌تر است (۹ و ۱). اگر چه در مطالعات پیشین همبستگی مثبت

جدول ۴- جدول همبستگی صفات مورد ارزیابی در نمونه‌های ژنتیکی لوبیا چشم‌بلبلی

Table 4. Pearson correlations among evaluated traits in cowpea accessions

|    | ارتفاع بوته (۱) | تعداد غلاف در پدانکل (۲) | طول پدانکل (۳) | روز تا گلدهی (۴) | روز تا رسیدن اولین غلاف (۵) | روز تا رسیدگی (۶) | شاخص برداشت (۷) | عملکرد دانه (۸) | زیست‌توده (۹) | تعداد غلاف در بوته (۱۰) | وزن غلاف در بوته (۱۱) | تعداد دانه در غلاف (۱۲) | طول غلاف (۱۳) | وزن دانه در بوته (۱۴) | وزن صد دانه (۱۵) | طول دانه (۱۶) | عرض دانه (۱۷) |
|----|-----------------|--------------------------|----------------|------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|---------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------|-----------------------|------------------|---------------|---------------|
| ۱  | ۱/۰۰            | ۰/۱۴                     | ۰/۳۱۹**        | ۰/۲۶۳**          | ۰/۲۷۸**                     | ۰/۴۰۰**           | -۰/۱۲           | ۰/۰۱            | ۰/۲۲۱*        | ۰/۴۷۱**                 | ۰/۵۳۳**               | ۰/۲۹۵**                 | ۰/۴۵۱**       | ۰/۵۴۰**               | ۰/۳۱۶**          | ۰/۲۵۶**       | ۰/۰۳          |
| ۲  |                 | ۱/۰۰                     | ۰/۰۸           | ۰/۲۶۰**          | ۰/۳۷۵**                     | ۰/۳۵۸**           | -۰/۲۳۵**        | -۰/۱۳           | ۰/۱۹۳*        | ۰/۱۴                    | ۰/۰۵                  | -۰/۱۱                   | ۰/۰۲          | ۰/۰۴                  | ۰/۰۲             | -۰/۰۲         | -۰/۰۶         |
| ۳  |                 |                          | ۱/۰۰           | ۰/۳۲۴**          | ۰/۲۲۳*                      | ۰/۲۵۹**           | -۰/۰۸           | ۰/۰۲            | ۰/۱۶          | ۰/۱۸۱*                  | ۰/۰۷                  | ۰/۱۵                    | -۰/۰۴         | ۰/۱۲                  | ۰/۰۱             | -۰/۰۴         | -۰/۰۷         |
| ۴  |                 |                          |                | ۱/۰۰             | ۰/۷۹۶**                     | ۰/۶۷۹**           | -۰/۳۳۷**        | -۰/۰۳           | ۰/۰۳          | ۰/۲۷۸**                 | ۰/۱۱                  | ۰/۰۱                    | -۰/۱۴         | ۰/۱۳                  | -۰/۲۵۴**         | -۰/۲۶۵**      | -۰/۳۷۳**      |
| ۵  |                 |                          |                |                  | ۱/۰۰                        | ۰/۶۵۶**           | -۰/۳۴۰**        | -۰/۲۹۱**        | ۰/۰۳          | ۰/۳۰۹**                 | ۰/۱۷                  | -۰/۰۲                   | -۰/۱۰         | ۰/۱۹۶*                | -۰/۱۰            | -۰/۱۶         | -۰/۲۹۵**      |
| ۶  |                 |                          |                |                  |                             | ۱/۰۰              | -۰/۴۶۰**        | -۰/۳۰۰**        | ۰/۱۹۰*        | ۰/۳۷۶**                 | ۰/۱۵                  | -۰/۱۷                   | -۰/۰۱         | ۰/۱۷۶*                | -۰/۲۱۴*          | -۰/۲۳۰**      | -۰/۳۵۷**      |
| ۷  |                 |                          |                |                  |                             |                   | ۱/۰۰            | -۰/۸۱۳**        | -۰/۲۵۲**      | -۰/۱۲                   | ۰/۰۳                  | ۰/۰۶                    | ۰/۲۲۶*        | ۰/۰۲                  | ۰/۲۰۵*           | ۰/۲۲۸*        | ۰/۱۰          |
| ۸  |                 |                          |                |                  |                             |                   |                 | ۱/۰۰            | ۰/۲۳۹**       | -۰/۰۵                   | ۰/۱۴                  | ۰/۱۴                    | ۰/۳۱۸**       | ۰/۱۳                  | ۰/۲۳۹**          | ۰/۱۷۸*        | ۰/۰۴          |
| ۹  |                 |                          |                |                  |                             |                   |                 |                 | ۱/۰۰          | ۰/۰۶                    | ۰/۱۹۵*                | ۰/۱۳                    | ۰/۱۸۷*        | ۰/۲۰۶*                | ۰/۱۴             | ۰/۰۴          | ۰/۰۱          |
| ۱۰ |                 |                          |                |                  |                             |                   |                 |                 |               | ۱/۰۰                    | ۰/۲۲۴**               | ۰/۳۹۷**                 | ۰/۲۲۴*        | ۰/۷۵۵**               | -۰/۰۶            | -۰/۱۶         | -۰/۲۲۵*       |
| ۱۱ |                 |                          |                |                  |                             |                   |                 |                 |               |                         | ۱/۰۰                  | ۰/۴۵۰**                 | ۰/۴۷۳**       | ۰/۹۸۲**               | ۰/۲۳۸**          | ۰/۱۳          | ۰/۰۳          |
| ۱۲ |                 |                          |                |                  |                             |                   |                 |                 |               |                         |                       | ۱/۰۰                    | ۰/۴۲۹**       | ۰/۴۵۳**               | -۰/۰۱            | ۰/۰۲          | -۰/۰۱         |
| ۱۳ |                 |                          |                |                  |                             |                   |                 |                 |               |                         |                       |                         | ۱/۰۰          | ۰/۴۶۱**               | ۰/۵۵۸**          | ۰/۲۷۶**       |               |
| ۱۴ |                 |                          |                |                  |                             |                   |                 |                 |               |                         |                       |                         |               | ۱/۰۰                  | ۰/۲۳۴*           | ۰/۱۱          | ۰/۰۱          |
| ۱۵ |                 |                          |                |                  |                             |                   |                 |                 |               |                         |                       |                         |               |                       | ۱/۰۰             | ۰/۷۹۲**       | ۰/۶۰۹**       |
| ۱۶ |                 |                          |                |                  |                             |                   |                 |                 |               |                         |                       |                         |               |                       |                  | ۱/۰۰          | ۰/۶۱۲**       |



۶۲/۳۸ درصد تنوع بین نمونه‌ها را توجیه نمودند. رسم نمودار مولفه‌ها بر اساس صفات مورد بررسی و جایگاه هر یک از نمونه‌ها از نظر این مولفه‌ها در شکل ۵ مشخص شده است. بر اساس این نتایج ده نمونه ژنتیکی قرار گرفته در ربع اول (سمت راست و پایین نمودار) دارای بیشترین تعداد روز تا رسیدن و روز تا گلدهی هستند.

هفده نمونه ژنتیکی قرار گرفته در ربع دوم از نظر اجزا عملکرد قابل توجه هستند به‌عنوان مثال نمونه ژنتیکی ۷۲۱۰ بیشترین وزن غلاف در بوته را داشته و نمونه‌های ژنتیکی ۷۳۱۰ و ۷۲۱۱ بیشترین تعداد دانه در غلاف را داشتند. نمونه‌های قرار گرفته در قسمت بالا و مابین ربع‌های دوم و سوم و مجاورت بردار عملکرد دانه شامل نمونه‌های ۷۲۸۸ و ۷۲۹۲ از نظر عملکرد دانه قابل توجه می‌باشند. نمونه‌های قرار گرفته در ربع سوم متشکل از هفده نمونه ژنتیکی کم‌ترین روز تا گلدهی و روز تا رسیدن را دارند. یازده نمونه ژنتیکی قرار گرفته در ربع چهارم از نظر هیچ یک از صفات قابل توجه نبودند به‌عبارتی اجزا عملکرد و عملکرد دانه پایین داشته و دیرگلده و دیررس بودند (شکل ۵ الف). همچنین این شکل از بای‌پلات، روش مناسبی برای نمایش گرافیکی روابط متقابل بین صفات بوده و از کسینوس زاویه بین بردارهای هر دو صفت، امکان برآورد ضریب همبستگی بین صفات وجود دارد (۶). با توجه به این شکل ۵ (ب) ارتباط نزدیک بین عملکرد دانه با زیست‌توده، طول غلاف و تعداد دانه در غلاف مشهود است. از طرف دیگر، تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی همبستگی منفی با عملکرد دارند که با ماتریس ضرایب همبستگی (جدول ۴) هماهنگی دارد.

نتایج این پژوهش دانش و اطلاعات مفیدی در مورد تنوع صفات مهم زراعی نمونه‌های ژنتیکی بومی بانک ژن گیاهی ملی ایران فراهم ساخت. همبستگی معنی‌دار بین صفات وزن صدانه و طول غلاف با عملکرد دانه امکان انتخاب مستقیم برای بهبود عملکرد از طریق این صفات را سبب می‌شود. همچنین همبستگی منفی عملکرد دانه با صفات فنولوژیکی دستیابی به نمونه‌های پر عملکرد از میان نمونه‌های ژنتیکی زودرس را میسر می‌سازد. تجزیه به مولفه‌های اصلی و دسته بندی نمونه‌های ژنتیکی بر اساس ضرایب صفات در هر یک از مولفه‌ها موجب گروه‌بندی نمونه‌ها از نظر صفات اجزا عملکرد، عملکرد دانه و صفات فنولوژیکی گردید و انتخاب نمونه‌های ژنتیکی امیدبخش برای استفاده در برنامه‌های به‌نژادی آتی بر اساس هر یک از صفات مورد نظر را امکان‌پذیر ساخت.

نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با استفاده از ماتریس ضرایب همبستگی صفات مورد ارزیابی و با توجه به مقادیر ویژه بزرگتر از یک نشان داد که سه مولفه، هفتاد و دو درصد تنوع موجود بین نمونه‌ها را توجیه می‌نمایند. دو مولفه اول به ترتیب ۴۰/۴۴ و ۱۹/۵۴ درصد از کل تنوع موجود در داده‌ها را توجیه نمودند (جدول ۵). صفات ارتفاع بوته، تعداد و وزن غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه در بوته بالاترین ضرایب را در مولفه اول داشتند.

در مولفه دوم صفات فنولوژیکی روز تا گلدهی و روز تا رسیدن با علامت منفی و عملکرد دانه با علامت مثبت بزرگترین ضرایب را داشتند. در مولفه سوم صفت طول غلاف و زیست‌توده بیشترین ضرایب را به‌خود اختصاص دادند. این نتیجه به خوبی سهم صفات ذکر شده در هر یک از مولفه‌ها و درصد تاثیر هر یک از آنها در تنوع مشاهده‌شده را نشان می‌دهد. بالغ بر چهل درصد تنوع موجود در نمونه‌ها مرتبط با صفات اجزا عملکرد است. عملکرد دانه خود موجب ۱۹ درصد از تنوع می‌باشد که با صفات فنولوژیکی همبستگی منفی دارد چرا که صفات فنولوژیکی با ضرایب منفی در این مولفه وارد شده‌اند.

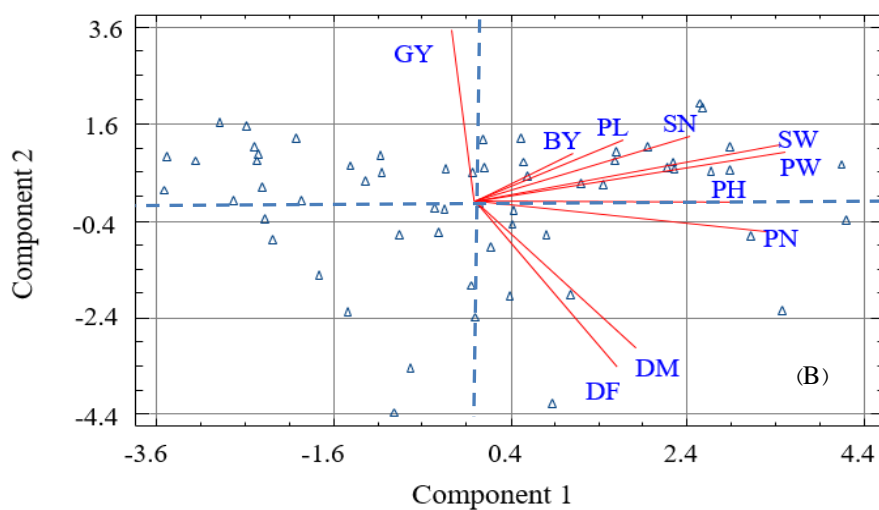
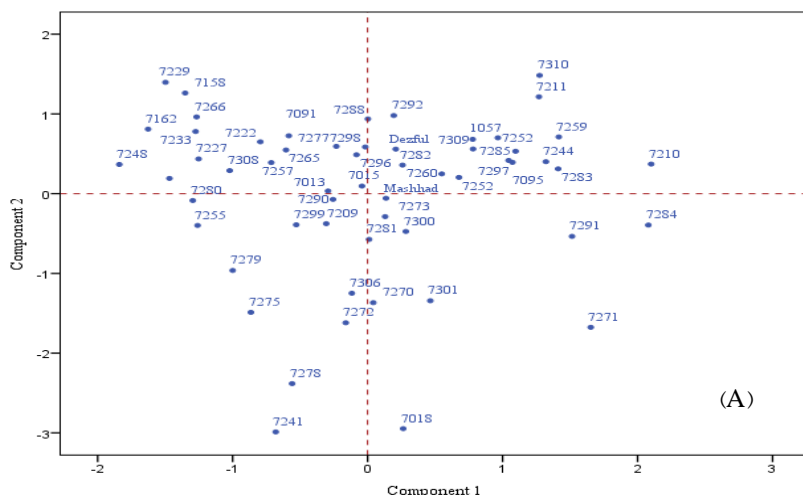
این نتیجه با نتایج تحقیقات پیشین هم‌سو است، انخوما و همکاران (۱۱) گزارش کردند سه مولفه ۷۱/۲۵ درصد از کل تغییرات صفات نمونه‌های لوبیا چشم‌بلبلی را توجیه کرده است. مولفه اول با توجیه ۳۱/۵ درصد از تغییرات با صفات طول غلاف، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه مرتبط بود. در مولفه دوم صفات فنولوژیکی و در مولفه سوم صفات وزن صدانه و اندازه دانه عمده تاثیر را داشتند. در پژوهشی دیگر صفات تعداد دانه و غلاف در بوته، وزن بوته و وزن صدانه موثرترین صفات در توجیه تنوع بین نمونه‌های لوبیا گزارش شد (۱۲). هاتچینسون و همکاران (۴) گزارش نمودند که در تجزیه به مولفه‌های اصلی صفات کمی نظیر ارتفاع گیاه، عرض کانوپی، طول ریشه، تعداد شاخه و تعداد برگ بیشترین تاثیر را در مولفه اول داشته و بیشترین توجیه تنوع را عهده دار بودند.

مفاخری و همکاران (۸) نیز نشان دادند که صفات وزن صدانه، طول و عرض دانه ضخامت بذر، روز تا ۵۰٪ رسیدگی و طول و عرض غلاف بیشترین تاثیر را در توجیه تنوع داشته و در مولفه اول قرار گرفتند و صفات شاخص برداشت، عملکرد اقتصادی و روز تا ۵۰٪ گلدهی در مولفه دوم بیشترین تاثیر را در توجیه اختلاف ژنوتیپ‌ها داشتند. گان و همکاران (۳) نیز گزارش نمودند در تجزیه به مولفه‌های اصلی صفات روز تا ۵۰ درصد گلدهی، روز تا رسیدگی، تعداد دانه در غلاف، طول غلاف و عملکرد دانه

جدول ۵- مقادیر ویژه، درصد واریانس نسبی و تجمعی، و ضرایب عددی هر یک از صفات در مولفه‌های استخراج شده از تجزیه به مولفه‌های اصلی

Table 5. Eigen values, proportional and cumulative percentage of variance and coefficient of each trait in components extracted from PCA analysis

|                         | Principal component (PC) |       |       |
|-------------------------|--------------------------|-------|-------|
|                         | PC1                      | PC2   | PC3   |
| مقدار ویژه              | 4.04                     | 1.95  | 1.23  |
| % واریانس مطلق          | 40.44                    | 19.54 | 12.27 |
| % واریانس تجمعی         | 40.44                    | 59.98 | 72.25 |
| زیست‌توده (BY)          | 0.14                     | 0.16  | -0.76 |
| روز تا گلدهی (DF)       | 0.21                     | -0.54 | -0.06 |
| روز تا رسیدن (DM)       | 0.23                     | -0.47 | -0.30 |
| تعداد غلاف در بوته (SN) | 0.31                     | 0.21  | 0.01  |
| وزن دانه در بوته (SW)   | 0.45                     | 0.16  | 0.13  |
| عملکرد دانه (GY)        | -0.03                    | 0.56  | -0.32 |
| ارتفاع (PH)             | 0.39                     | 0.00  | -0.16 |
| طول غلاف (PL)           | 0.22                     | 0.20  | 0.39  |
| تعداد دانه در غلاف (PN) | 0.43                     | -0.10 | 0.06  |
| وزن غلاف در بوت (PW)    | 0.45                     | 0.18  | 0.15  |



شکل ۵- بای پلات دو مولفه اصلی اول حاصل از تجزیه به مولفه‌ها و جایگاه نمونه‌های ژنتیکی (A) در مقابل صفات مورد بررسی (B)  
Figure 5. Bi-plot display of the first two principle components according to genotype× trait interrelationships

## منابع

1. Aliyu, O.M. and B.O. Makinde. 2016. Phenotypic analysis of seed yield and yield components in cowpea (*Vigna unguiculata* L., Walp). *Plant Breeding and Biotechnology*, 4(2): 252-261.
2. Bozokalfa, M.K., A.T. Kaygisiz and D. Eşiyok. 2017. Genetic diversity of farmer-preferred cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) landraces in Turkey and evaluation of their relationships based on agromorphological traits. *Genetika*, 49(3): 935-957.
3. Gonné, S., W. Lenzemo Venasius and A. Laminou. 2013. Characterization of some traditional cowpea varieties grown by farmers in the soudano-sahelian zone of cameroon. *International Journal of Agriculture and Forestry*, 3(4): 170-177.
4. Hutchinson, M.J., F.K. Muniu, J. Ambuko, M. Mwakangalu, A.W. Mwang'ombe Okello, J.J. Olubayo and J. Kirimi. 2017. Morphological and agronomic characterization of local vegetable cowpea accessions in coastal Kenya. *African Journal of Horticultural Science*, 11:47-58.
5. IPGRI. 1983. Descriptor for cow pea. Rome, Italy.
6. Kanouni, H., D. Sadeghzadeh, A. Saeid, M.K. Abbasi, A. Rostami, K. Sotoudeh Maram and A. Hesami. 2020. Assessment of morphological diversity in local landraces of desi type chickpea in west Iran. *Journal of Crop Breeding*, 1(35): 189-201.
7. Kuruma, R.W., O. Kiplagat, E. Atek and G. Owuoch. 2010. Genetic diversity of kenyan cowpea accessions based on morphological and microsatellite markers. *EAAFJ*, 76(3-4): 136-143.
8. Mafakheri, Kh., M.R. Bihamta and A.R. Abbasi. 2017. Assessment of genetic diversity in cowpea (*Vigna unguiculata* L.) germplasm using morphological and molecular characterisation, *Cogent Food and Agriculture*, 3: 1327092.
9. Mfeka, N., R.A. Mulidzi and F.B. Lewu. 2019. Growth and yield parameters of three cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) lines as affected by planting date and zinc application rate. *S African Journal of Science*, 115 (2/1): 4474 [https://doi.org/10, 17159/.](https://doi.org/10.17159/)
10. Menssen, M., M. Linde, E.O. Omondi, M. Abukutsa-Onyango, F.F. Dinssa and T. Winkelmann. 2017. Genetic and morphological diversity of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) entries from East Africa. *Scientia Horticulturae*, 226: 268-276.
11. Nkhoma, N., H. Shimelis, M.D. Laing. 2020. Assessing the genetic diversity of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) germplasm collections using phenotypic traits and SNP markers. *BMC Genetics*, 21: 110. <https://doi.org/10.1186/s12863-020-00914-7>.
12. Stoilova, T. and G. Pereira. 2013. Assessment of the genetic diversity in a germplasm collection of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) using morphological traits. *African Journal of Agricultural Research*. 8(2): 208-215.
13. Umaharan, P., R.P. Ariyanayagam and S.Q. Haque. 1997. Genetic analysis of yield and its components in vegetable cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Euphytica*, 96: 207-213.
14. Vaezi, Sh. 2014. Evaluation of agromorphological diversity in the collected germ plasma of native Iranian cowpea. National Congress of genetic resources and biodiversity, Tehran, Iran. <https://civilica.com/doc/294296> (In Persian).

**Assessment of Agro-Morphological Traits Diversity in Local Cowpea Accessions****Masoumeh Pouresmael<sup>1</sup>, Ali Akbar Saneinejad<sup>2</sup>, Ali Akbar Ghanbari<sup>3</sup> and Reza Sekhvat<sup>4</sup>**

1- Assistante Professor, Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

2- Researcher, Safiabad Agricultural Research and Natural Resources center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Dezful, Iran

3- Associate Professor, Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

4- Faculty member, Safiabad Agricultural Research and Natural Resources center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Dezful, Iran

Received: December 22, 2020

Accepted: April 16, 2021

**Abstract**

All breeding programs and the development of new superior cultivars around the world are based on germplasm genetic diversity. In order to identify the phenotypic diversity and the morphological and agronomical traits relationship among 57 cowpea accessions, the study was implemented in the field of the National Plant Gene Bank of Iran, in the 2019-20 growing season. The most important phenological, morphological and agronomic traits were recorded. Analysis of variance showed the existence of genetic diversity between the understudied accessions in terms of all quantitative traits except the number of pods per peduncle. The emphasis that it is possible to find out the desired trait among these accessions. Biomass, number of pods per plant, number of seeds per pod, pod length and 100-seed weight had the highest coefficient of variation. The range of phenological traits of day to 50% flowering (43-103) and day to maturity (69-177) showed that these accessions could be categorized as early, medium and late- maturing biotypes. Grain yield and harvest index had a significant negative correlation ( $P < 0.01$ ) with phenological traits. The 100-seed weight and pod length ( $P < 0.01$ ) were determined as traits affecting grain yield. The results of the principal component analysis showed that the three components explain seventy-two percent of the variability between the accessions. Plant height, number and weight of pods per plant, seed number in pod and grain weight per plant had the highest coefficients in the first component and day to flowering, day to maturity and grain yield had the highest coefficients in the second component. A bi-plot drawing of components and grouping genotypes based on the traits showed that seventeen accessions are noticeable from yield component point of view. Also, seventeen accessions categorized as early-mature accessions with high grain yield. These results in one hand provide useful information about the agronomical traits diversity among local cowpea landraces and on another hand enable the selection of promising genetic resources for use in future breeding programs.

**Keywords:** Agronomic Traits, Landraces Phenotypic Diversity, *Vigna unguiculata*