

Investigation of the genetic diversity of the gene bank green bean collection

Mehrzad Ahmadi^{*1}, Ali Akbar Ghanbari², Hamid Reza Fanaei³, Simin Taheri Ardestani⁴, Masoumeh Pouresmael Foshazadeh⁵, Farangis Ghanavati⁶

1. Corresponding Author, Assistant Prof., Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. E-mail: ahmadimehrzad@ymail.com
2. Associate Prof., Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. E-mail: aghanbari2004@yahoo.com
3. Professor, Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. E-mail: fanay52@yahoo.com
4. Researcher, Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. E-mail: simintahery@gmail.com
5. Associate Prof., Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. E-mail: masoumehpouresmael@yahoo.com
6. Associate Prof., Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. E-mail: f.ghanavati@areeo.ac.ir

Article Info

Article type:

Full Length Research Paper

Article history:

Received: 08.28.2023

Revised: 10.10.2023

Accepted: 12.12.2023

Keywords:

Cluster analysis,
Correlation,
Green pod,
Morphological traits

ABSTRACT

Background and Objectives: Green beans are vegetables that have been cultivated and consumed in Iran for several years. Despite the importance of green beans as export products, there has not been much focus on the genetic diversity of the green bean germplasm available in the country. The aim of this study was conducted in order to investigate the agronomic and morphological characteristics of 67 different genetic samples of green beans collected from different provinces of the country 1400 at the research farm of the National Plant Gene Bank of Iran, located in the Karaj Seedling and Seed Breeding Research Institute.

Materials and Methods: In the first year (2020-2021), 67 genetic accessions of green beans were cultivated and regenerated. In the second year (2021-2022), the genetic accessions of green beans were grown and evaluated using an augmentation design along with four controls (Sanri, Valentino, Arian, and Sepehr), and 29 agronomical and morphological traits were investigated, including traits related to leaves, flowers, pods, and seeds. The data were analyzed using SPSS and SAS statistical software, and the genotypes were grouped using cluster analysis while calculating correlations.

Results: The highest coefficient of variation (CV) was assigned to plant height (70%), seed weight per plant (47%), number of pods per plant (40%), and among the investigated qualitative traits, Shannon's index was the highest in pod curvature traits (1.28), seed color (1.23) and cross-section shape of pods (1.17) were observed, respectively. There was a significant correlation between most measured traits. The greatest significant correlation was observed between pod length, number of seeds per pod, weight of ten green pods, and seed weight of a single plant with the number of pods per plant. In cluster analysis, the studied accessions were divided into five main cluster.

Conclusion: The results of this study showed that different green bean genotypes had a wide range of morphological characteristics, indicating the

diversity and high genetic potential of this product. In this study, genotypes 2, 26, 128, 127, 58, and 129 were the earliest flowering genotypes at 42 d. Genotype 11 and 123 had the highest weight of ten green pods compared to other genotypes and controls. Genotypes 30 and 33 had the highest seed weight per plant, and genotype redmag had the longest pods. Sanri cultivar and accession 129 had the highest number of flowers in a raceme and accessions 30 and 34 had the highest number of pods in a raceme. Based on the issues mentioned above, it is concluded that there is significant diversity among the investigated green bean populations, and it is possible to use this diversity in breeding programs.

Cite this article: Ahmadi, Mehrzad, Ghanbari, Ali Akbar, Fanaei, Hamid Reza, Taheri Ardestani, Simin, Pouresmael Foshazadeh, Masoumeh, Ghanavati, Farangis. 2024. Investigation of the genetic diversity of the gene bank green bean collection. *Journal of Plant Production Research*, 31 (3), 67-88.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/JOPP.2023.21681.3066

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

بررسی تنوع ژنتیکی کلکسیون لوبیا سبز بانک ژن

مهرزاد احمدی^{۱*}، علی اکبر قنبری^۲، حمیدرضا فنایی^۳، سیمین طاهری اردستانی^۴،

معصومه پوراسماعیل فوشازاده^۵، فرنگیس قنواتی^۶

۱. نویسنده مسئول، استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، کرج، ایران. رایانامه: ahmadimehrzad@ymail.com
۲. دانشیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، کرج، ایران. رایانامه: aghanbari2004@yahoo.com
۳. استاد مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، کرج، ایران. رایانامه: fanay52@yahoo.com
۴. محقق مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، کرج، ایران. رایانامه: simintahery@gmail.com
۵. دانشیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، کرج، ایران. رایانامه: masoumehpouresmael@yahoo.com
۶. دانشیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، کرج، ایران. رایانامه: f.ghanavati@areeo.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی- پژوهشی	سابقه و هدف: لوبیا سبز از جمله سبزیجاتی است که از دیرباز در ایران کشت و مصرف می‌شود. علی‌رغم اهمیت لوبیاسبز به عنوان کالای صادراتی، تمرکز زیادی بر روی تنوع ژنتیکی ژرم‌پلاسما لوبیاسبز موجود در کشور صورت نگرفته است. این مطالعه به منظور بررسی خصوصیات زراعی و ریخت‌شناسی ۶۷ نمونه ژنتیکی مختلف موجود در کلکسیون لوبیا سبز جمع‌آوری شده از استان‌های مختلف کشور در سال ۱۴۰۰ در مزرعه پژوهشی بانک ژن گیاهی ملی ایران واقع در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج انجام شد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۰۶ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۰۷/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۲۱	مواد و روش‌ها: در سال اول (۱۳۹۹-۱۴۰۰) ۶۷ نمونه ژنتیکی لوبیا سبز کشت و احیاء شدند. در سال دوم (۱۴۰۱-۱۴۰۰) نمونه ژنتیکی لوبیا سبز به صورت طرح آگمنت به همراه چهار شاهد (سانری، والتینو، آریان و سپهر) کشت و ۲۹ ویژگی زراعی و مورفولوژیکی از جمله صفات مربوط به برگ، گل، غلاف و دانه بررسی شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SPSS و SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و ضمن محاسبه همبستگی، گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها با استفاده از تجزیه کلاستر انجام شد.
واژه‌های کلیدی: تجزیه خوشه‌ای، صفات مورفولوژیکی، غلاف سبز، همبستگی	

یافته‌ها: بیش‌ترین ضریب تغییرات (CV) به ارتفاع بوته (۷۰ درصد)، وزن بذر تک بوته (۴۷ درصد)، تعداد غلاف در بوته (۴۰ درصد) اختصاص داشت، در میان صفات کیفی مورد بررسی بیش‌ترین شاخص شانون به ترتیب در صفات درجه انحنای غلاف (۱/۲۸)، رنگ بذر (۱/۲۳) و شکل برش عرضی غلاف (۱/۱۷) مشاهده شد. بین بیش‌تر صفات اندازه‌گیری شده همبستگی معنی‌داری وجود داشت. بزرگ‌ترین همبستگی معنی‌دار بین طول غلاف با تعداد دانه در غلاف و وزن ده غلاف سبز و صفت وزن بذر تک‌بوته با تعداد غلاف در بوته مشاهده شد. در تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌ها مورد مطالعه به پنج خوشه اصلی تقسیم شدند.

نتیجه‌گیری: نمونه‌های ژنتیکی مختلف لوبیاسبز مورد بررسی دارای طیف وسیعی از خصوصیات ریخت‌شناسی بودند که نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی بالای این محصول می‌باشد. در این پژوهش نمونه‌های ژنتیکی ۲، ۲۶، ۵۸، ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۲۹ با ۴۲ روز زودگل‌ترین ژنوتیپ بودند. نمونه‌های ژنتیکی ۱۱ و ۱۲۳ بیش‌ترین وزن ده غلاف سبز را نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها و ارقام شاهد داشت. نمونه‌های ژنتیکی ۳۰ و ۳۳ بالاترین وزن بذر تک‌بوته و ژنوتیپ ماگ قرمز بیش‌ترین طول غلاف را داشت. رقم سانری و نمونه ۱۲۹ بیش‌ترین تعداد گل در خوشه و نمونه ۳۰ و ۳۴ بیش‌ترین تعداد غلاف در خوشه را داشتند. با توجه به موارد مطرح شده در بالا نتیجه‌گیری می‌شود که در بین توده‌های لوبیا سبز مورد بررسی تنوع قابل‌توجهی وجود دارد و امکان استفاده از این تنوع در برنامه‌های به‌نژادی وجود دارد.

استناد: احمدی، مهرزاد، قنبری، علی‌اکبر، فنایی، حمیدرضا، طاهری اردستانی، سیمین، پوراسماعیل فوشازاده، معصومه، قنواتی، فرنگیس (۱۴۰۳). بررسی تنوع ژنتیکی کلکسیون لوبیا سبز بانک ژن. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۳۱ (۳)، ۸۸-۶۷.

DOI: 10.22069/JOPP.2023.21681.3066



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

حبوبات پس از غلات به عنوان دومین منبع مهم غذایی ایران و جهان شناخته می‌شود. این گیاه به لحاظ جایگاه ویژه که در تناوب‌های زراعی و تقویت حاصلخیزی خاک، پیشگیری از فرسایش خاک و نیز توسعه کشاورزی پایدار داشته و همچنین به دلیل نقش کلیدی که در تغذیه انسان به عنوان منبع پروتئین گیاهی و همچنین ارتقای معیشت کشاورزان دارد، از اهمیت زیادی برخوردار است (۱).

لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) از خانواده Fabaceae، یک گونه یکساله، خودگرده‌افشان و دیپلوئید ($2n = 2x = 22$) با اندازه ژنوم ۵۸۷ مگابایت است. لوبیا معمولی در سرتاسر جهان به دلیل غلاف سبز و همچنین برای دانه‌های خشک آن کشت می‌شود (۲). در سطح جهان، حدود ۳۱ میلیون تن دانه لوبیا در سال تولید می‌شود که قاره آمریکا ۳۲/۴ درصد از کل تولید را تشکیل می‌دهد. برزیل بزرگ‌ترین تولیدکننده لوبیا در جهان است و سایر کشورهایی که در میان بزرگ‌ترین تولیدکنندگان قرار دارند عبارتند از: هند، میانمار، چین، ایالات متحده و مکزیک (۳). لوبیا در بین حبوبات از نظر سطح زیرکشت و ارزش اقتصادی مقام اول را داراست. همچنین با داشتن ۲۵-۲۰ درصد پروتئین و ۵۶-۵۰ درصد کربوهیدرات دومین لگوم مهم بعد از نخود در سراسر دنیا محسوب می‌شود (۴ و ۵). لوبیا سبز تازه سرشار از ویتامین‌های A، B، C و مواد معدنی مانند آهن، فسفر، کلسیم و پتاسیم است و با این‌که از کالری کمی برخوردار است، اما به خاطر داشتن ویتامین‌ها و مواد معدنی از نظر غذایی بسیار مقوی می‌باشد (۶). لوبیا سبز از جمله سبزیجاتی است که از دیرباز در ایران کشت و مصرف می‌شود. تنوع زیادی در لوبیا سبزه‌های ایران از لحاظ صفات مورفولوژیکی و حتی در جنس و گونه آن دیده می‌شود (۷). در ایران هر ساله لوبیا سبز به صورت گسترده در استان‌های

مازندران، آذربایجان، مرکزی، لرستان، زنجان و فارس و سایر استان‌ها کشت می‌شود. لوبیا سبز علاوه بر مصارف روزافزون داخلی به صورت تازه‌خوری و کنسرو، از لحاظ صادرات نیز دارای اهمیت می‌باشد. علی‌رغم اهمیت لوبیا سبز به عنوان کالای صادراتی، تمرکز زیادی بر روی تنوع ژنتیکی ژرم‌پلاسم لوبیا سبز موجود در کشور صورت نگرفته است.

در آزمایشی به منظور ارزیابی قابلیت کشت دومنظوره لوبیا برای مصرف غلاف سبز و دانه خشک انجام شد، تعداد ۹ لاین به همراه ارقام تجاری (کوشا، درسا، سانری، والتینو) طی دو سال مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بین لاین‌ها از لحاظ صفات مورد بررسی تفاوت معنی‌داری وجود داشت. لاین ۹۴۰۱۰۲ بیش‌ترین عملکرد غلاف سبز در برداشت تازه‌خوری و کم‌ترین عملکرد غلاف سبز در تیمار دومنظوره را داشت. بیش‌ترین عملکرد غلاف سبز در تیمار دومنظوره مربوط به لاین ۹۴۰۱۴۴ بود. با توجه به نتایج و بازارپسندی غلاف و دانه لاین‌های ۹۴۰۱۴۴ و ۱۰۰۷۳، به منظور کشت دومنظوره مناسب بوده است (۸). در آزمایشی که بر روی ۶ رقم لوبیا سبز در سال ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی شرکت بذر و نهال سینا در کرج اجرا گردید، صفاتی مانند ارتفاع بوته، طول ساقه اصلی، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد گره روی ساقه اصلی، وزن صد دانه، طول، عرض، قطر غلاف، وزن غلاف سبز در کرت و عملکرد غلاف سبز در هکتار اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که رقم Talisman نسبت به بقیه ارقام از لحاظ طول غلاف دارای بیش‌ترین مقدار می‌باشد، ولی عملکرد پایین‌تری دارد. همه ارقام به غیر از رقم esprit فاقد نخ غلاف می‌باشد که یک فاکتور خوش‌خوراکی می‌باشد. رقم satelit هم از لحاظ طول غلاف باریک و کشیده و از نظر عرض و قطر غلاف خیلی نازک می‌باشد که به عنوان سبزی لوکس قابل کشت می‌باشد. همچنین این رقم بین ارقام فرانسوی عملکرد بهتری را

گیاهی لهستان مورد ارزیابی قرار گرفت. هدف اصلی این مطالعه تجزیه و تحلیل تنوع موجود به منظور مطالعه رابطه بین صفات و شناسایی نمونه‌های برتر از لحاظ عملکرد دانه بود. تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای از نظر تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در بوته و وزن دانه در بوته یافت شد. کم‌ترین تنوع ژنوتیپی برای درصد پروتئین در دانه‌ها، طول دوره رشد رویشی و درصد ورس آن‌ها مشاهده شد. در تجزیه و تحلیل خوشه‌ای، پنج گروه لوبیا شناسایی شدند و در این گروه‌بندی ژنوتیپ‌های متعلق به یک منطقه در یک گروه قرار نگرفتند (۱۴). آرونگا و همکاران به بررسی تنوع ژنتیکی ۳۶ ژنوتیپ لوبیاسبز در کنیا با استفاده از ارزیابی مورفولوژیکی و مارکر SSR پرداختند. ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری از نظر صفات قطر غلاف، طول غلاف، تعداد غلاف در بوته، وزن غلاف در بوته و وزن دانه داشتند و در صفات تعداد روز تا گلدهی، طول برگ، عرض برگ یا ارتفاع بوته تفاوت معنی‌داری در بین ژنوتیپ‌ها مشاهده نشد. تجزیه و تحلیل فیلوژنتیک براساس صفات مورفولوژیکی، ژنوتیپ‌ها را به چهار گروه تقسیم کرد. اولین گروه شامل ده ژنوتیپ بود که همگی بذره‌های بزرگ، غیرسفید و با تعداد کمی غلاف در بوته داشتند. گروه دوم شامل چهار ژنوتیپ دانه سفید با تعداد کم غلاف در بوته و گروه سوم شامل یک ژنوتیپ با دانه و غلاف سیاه کوچک بود. در گروه چهارم ژنوتیپ‌هایی با تعداد غلاف بیش‌تر و بذر کوچک قرار گرفتند. در این گروه، زیرگروه‌هایی تشکیل شد که از لحاظ رنگ دانه (سیاه و سفید) متمایز بودند و لوبیای مومی (غلاف‌های زرد) در زیرگروه جدا قرار گرفت (۱۵).

در مطالعه‌ای روابط ژنتیکی بر روی نمونه‌های لوبیاسبز جمع‌آوری شده از استان کرشهر ترکیه، واقع در آناتولی مرکزی بررسی شد. از ۲۷۵ توده لوبیاسبز، ۵۰ نمونه بر اساس صفات مورفولوژیکی برای ارزیابی بیش‌تر با نشانگرهای SSR و STS / SCAR همراه با

نشان می‌دهد ولی نسبت به رقم Sunray عملکرد پایین‌تری دارد. با توجه به هدف موردنظر، که افزایش عملکرد می‌باشد در این آزمایش رقم Sunray حداکثر رشد و عملکرد را نشان داد (۹). در بررسی که بر روی تنوع ژنتیکی ارقام و توده‌های محلی لوبیای چیتی با استفاده از نشانگر مولکولی RAPD انجام شد، از ۶۰ آغازگر مورد مطالعه ۳۰ آغازگر چند شکلی مطلوبی نشان دادند. براساس داده‌های مولکولی حاصل، توده محلی کوه‌دشت در فاصله ژنتیکی ۰/۴۲ از سایر ارقام جدا گردید. دو رقم ۱۴۰۳۷ و ۱۴۰۸۸ دارای ۰/۸۳ شباهت ژنتیکی می‌باشند که در برنامه اصلاحی تولید آن‌ها، از والدین مشترک استفاده شده است. در ضمن توده‌های محلی نائین و کوه‌دشت و رقم Cardinal برای تلاقی با سایر ژنوتیپ‌ها از نظر فاصله بالای ژنتیکی معرفی گردید (۱۰). صفات عملکرد و صفات رویشی و کیفی لوبیا سبز در بررسی‌های تأثیر کودهای زیستی و سطوح مختلف آبیاری و کودهای شیمیایی و تأثیر جهت و آرایش کاشت بررسی گردیده و تنوع این صفات در نمونه‌ها و تیمارهای مختلف مشاهده شده است (۱۱، ۱۲، ۱۳). در پژوهشی که بر روی جمع‌آوری، احیاء و ارزیابی گونه‌های زراعی خانواده چتریان و بقولات در سال‌های ۸۸-۱۳۸۴ انجام شد، تعداد ۱۰۷ نمونه لوبیاسبز از مناطق مختلف کشور از جمله اراک، اصفهان، فارس، هرمزگان، شاهرود، خراسان رضوی، آذربایجان غربی و شرقی، لرستان و چهارمحال بختیاری جمع‌آوری شد و در نهایت کلکسیون ژرم‌پلاسم لوبیاسبز بانک ژن متشکل از ۱۱۸ نمونه مورد ارزیابی قرار گرفت. بین نمونه‌ها تنوع قابل ملاحظه‌ای از نظر رنگ گل و محل تشکیل غلاف، رنگ و انحنای غلاف و وجود نخ در غلاف مشاهده شد (۷).

در بررسی، صفات مورفولوژیکی، فنولوژیکی و زراعی جمعیت‌های محلی لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) موجود در مرکز ملی منابع ژنتیکی

در کشور مورد فرسایش شدیدی قرار گرفته و بسیاری از نمونه‌های موجود در کلکسیون سبزی و صیفی بانک ژن یونیک بوده و امکان پیدا کردن این نمونه‌ها در عرصه نمی‌باشد. این نمونه‌ها معمولاً به شرایط آب و هوایی و آفات و بیماری‌های کشور سازگار بوده و در توسعه کشت پایدار اهمیت به‌سزایی دارد. در لوبیا سبز نیز بیش‌ترین استقبال کشاورزان رقم سانری و در سطح کم‌تر سایر رقم‌های خارجی لوبیا سبز می‌باشد. بنابراین نمونه‌های کلکسیون لوبیا سبز بانک ژن از اهمیت ویژه برخوردار است (۷). در این پژوهش به ارزیابی ژرم‌پلاسم لوبیا سبز کشور و بررسی تنوع ژنتیکی آن با تاکید بر صفات مورفولوژیک پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، ۶۷ نمونه لوبیا سبز در سال اول (۱۴۰۰-۱۳۹۹) در مزرعه پژوهشی بانک ژن گیاهی ملی ایران مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج کشت شد و مورد ارزیابی قرار گرفت. این نمونه‌ها از مناطق مختلف کشور جمع‌آوری شده است. (جدول ۱) کشت نمونه‌ها در قالب طرح آگمنت انجام گرفت. هر نمونه در یک خط دو متری با فاصله ۶۰ سانتی‌متری روی پشته‌ها کشت شد. آبیاری نمونه‌ها براساس روال رایج منطقه انجام گرفت. کنترل علف هرز مزرعه در دو نوبت انجام شد. بذره‌های حاصل پس از برداشت، بوجاری و پاکت شده، تحویل آزمایشگاه بذر گردید تا این که در شرایط مناسب نگهداری شوند. در سال دوم اجرای پروژه (۱۴۰۰-۱۴۰۱) ۶۷ نمونه‌های لوبیا سبز (جدول ۱) به همراه چهار شاهد (سانری، والتینو، آریانو سپهر) در ۶ بلوک به صورت طرح آگمنت کشت و ارزیابی شدند. هر بلوک شامل ۱۶ خط و هر نمونه در یک خط دو متری با فاصله ۶۰ سانتی‌متری روی پشته کشت شد. آبیاری به صورت تیپ و براساس نیاز و به صورت نرمال صورت گرفت. کنترل علف هرز مزرعه با استفاده از دستگاه علف‌زن در دو نوبت انجام

۴ رقم شاهد انتخاب شدند. نشانگرهای SSR، ارتباط ژنتیکی نمونه‌های انتخاب شده را نشان داد و مارکرهای STS / SCAR وراثت مقاومت به بلایت باکتریایی^۱، سفیدک پودری^۲ و بلایت هاله‌ای^۳ در نمونه‌های محلی انتخاب شده را نشان دادند. این یافته‌ها امکان استفاده بهتر از منابع ژنتیکی و اصلاح ارقام جدید مناسب و سازگار با منطقه را فراهم می‌سازد (۱۶).

در مطالعه‌ای تجزیه و تحلیل روابط ژنتیکی با استفاده از نشانگرهای مورفولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی در ۶۰ نمونه لوبیا سبز، شامل ۴۳ نمونه از شمال چین، ۱۳ نمونه از مرکز بین‌المللی مناطق گرمسیری و چهار نمونه از لهستان انجام شد. نتایج نشان داد نمونه‌ها به سه گروه، ۳۵ نمونه رشد محدود، ۱۲ نمونه رشد نامحدود و ۱۳ نمونه رشد محدود نیمه وحشی تقسیم شدند. دندروگرام براساس شباهت ژنتیکی و تجزیه و تحلیل فاصله این ۶۰ نمونه با استفاده از صفات بیولوژیکی، آلوزیم و نشانگرهای تصادفی (RAPD) بدست آمد. ژنوتیپ‌ها به دو گروه، در گروه اول نمونه‌های رشد نامحدود و در گروه دوم نمونه‌های رشد محدود و نیمه وحشی قرار گرفتند. مشخص شد که ده باند خاص با نمونه‌های رشد محدود، یک باند خاص با نمونه‌های رشد نامحدود و یک باند با نمونه‌های نیمه وحشی مرتبط بود. این مارکرهای بیوشیمیایی و مولکولی اطلاعات بیش‌تری نسبت به مارکرهای مورفولوژیکی ارائه می‌دهند. نشانگرهای آلوزیم و RAPD می‌توانند به عنوان ابزاری در دسترس برای بهره‌برداری از ژرم‌پلاسم لوبیا سبز در آینده استفاده شوند (۱۷).

در سال ۸۸-۱۳۸۴ برنامه‌ای جمع‌آوری ژنوتیپ‌های سبزی و صیفی کشور با همت پژوهش‌گران و کارشناسان سراسر کشور با هدف حفظ و نگهداری از توده‌های بومی صورت گرفت. با توجه به تمایل کشاورزان به کشت ارقام خارجی، نمونه‌های موجود

- 1- Bacterial blight
- 2- White mold
- 3- Halo blight

آماره‌های توصیفی شامل: حداقل، حداکثر، دامنه تغییرات، انحراف معیار، واریانس، میانگین، مد و ضریب تغییرات برآورد گردید. تجزیه همبستگی بین صفات کمی براساس روش پیرسون انجام گرفت. تجزیه خوشه‌ای براساس صفات کمی با استفاده از SPSS صورت گرفت. همچنین از نرم‌افزار excel به منظور تعیین تنوع صفات کیفی، (شاخص شانون (H')، رابطه ۱) استفاده شد (۱۸).

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln(p_i) \quad (1)$$

در رابطه ۱، p_i نشان‌دهنده فراوانی نسبی هر گروه فنوتیپی در صفت مربوطه و تعداد گروه‌های فنوتیپی هر صفت است. هرچه مقدار این شاخص برای صفتی بیشتر باشد، نشان‌دهنده تنوع بیشتر آن صفت خواهد بود.

شد. ۲۹ صفت براساس دستورالعمل UPOV^۱ شامل شکل نوک غلاف، طول نوک غلاف (سانتی‌متر)، تعداد گل در خوشه، طول و عرض برگ (سانتی‌متر) طول دم‌برگ (سانتی‌متر)، طول گل‌آذین (سانتی‌متر)، طول و عرض غلاف (سانتی‌متر)، تعداد غلاف در خوشه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن ده غلاف سبز، ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، تعداد روز تا شروع گلدهی، طول بذر، وزن بذر تک بوته (گرم)، وزن صد بذر (گرم)، شکل قسمت میانی بذر، تعداد رنگ بذر، رنگ اصلی بذر، رنگ دوم بذر رنگ گل، تیپ گیاه، وجود نخ غلاف، درجه انحنای غلاف، شکل برش عرضی غلاف سبز، طرح روی غلاف و شکل انحناء غلاف مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۲).

جدول ۱- نمونه‌های لوبیا سبز مورد ارزیابی در این مطالعه.

Table 1. The evaluated green bean accessions in this study.

شماره نمونه number accession	استان جمع‌آوری Collection province	منطقه جمع‌آوری Collection area	شماره نمونه number accession	استان جمع‌آوری Collection province	منطقه جمع‌آوری Collection area
1	یزد Yazd	نامشخص Unknown	45	اصفهان Esfahan	اصفهان Esfahan
2	یزد Yazd	نامشخص Unknown	46	کردستان Kordestan	نامشخص Unknown
3	آذربایجان غربی Azarbaijan gharbi	نامشخص Unknown	47	کردستان Kordestan	نجف آباد/تیران Najaf abad/tiran
4	آذربایجان غربی Azarbaijan gharbi	نامشخص Unknown	48	کردستان Kordestan	سنندج Sanandaj
5	یزد Yazd	نامشخص Unknown	49	آذربایجان شرقی Azarbaijan sharghi	سنندج Sanandaj
6	یزد Yazd	نامشخص Unknown	51	آذربایجان شرقی Azarbaijan sharghi	مریوان-ژاورود Marivan/javroude gharbi
10	نامشخص Unknown	نامشخص Unknown	52	کرمان Kerman	میانه Mianeh
11	قزوین Ghazvin	قزوین/اقبال Ghazvin/eghbal	53	آذربایجان غربی Azarbaijan gharbi	مراغه Maragheh
12	آذربایجان شرقی Azarbaijan sharghi	اهر Ahar	54	آذربایجان غربی Azarbaijan gharbi	نامشخص Unknown
13	آذربایجان شرقی Azarbaijan sharghi	مرند Marand	55	آذربایجان غربی Azarbaijan gharbi	ارومیه/نازلوچه Oroumieh/nazlochaye
15	آذربایجان شرقی Azarbaijan sharghi	مرند Marand	56	آذربایجان غربی Azarbaijan gharbi	ارومیه/نازلوچه Oroumieh/nazlochaye

ادامه جدول ۱-۱

Continue Table 1.

شماره نمونه number accession	استان جمع آوری Collection province	منطقه جمع آوری Collection area	شماره نمونه number accession	استان جمع آوری Collection province	منطقه جمع آوری Collection area
16	آذربایجان شرقی Azarbaijan sharghi	تبریز/ خسروشهر Tabriz/khosroshahr	57	آذربایجان غربی Azarbaijan gharbi	ارومیه/ بکشلوچای Oroumieh/bakshlo chai
17	آذربایجان شرقی Azarbaijan sharghi	تبریز/ خسروشهر Tabriz/khosroshahr	58	آذربایجان غربی Azarbaijan gharbi	ارومیه Oroumieh
18	قزوین Ghazvin	قزوین/ الموت Ghazvin/alamot	112	قزوین Ghazvin	تاکستان Takestan
19	قزوین Ghazvin	قزوین/ الموت Ghazvin/alamot	113	قزوین Ghazvin	قزوین Ghazvin
20	مرکزی Markazi	نامشخص Unknown	115	قزوین Ghazvin	قزوین/ رودبار Ghazvin/roudbar
25	آذربایجان شرقی Azarbaijan sharghi	نامشخص Unknown	117	قزوین Ghazvin	قزوین Ghazvin
26	خراسان شمالی Khorasan shomali	بجنورد/ گرمخان Bojnourd/garmkhan	119	مازندران Mazandaran	ساری/ نرماب دوسر Sari/narmabdosar
27	قزوین Ghazvin	قزوین/ رودبار Ghazvin/roudbar	120	کردستان Kordestan	سنندج/ ژاورود شرقی Sanandaj/javroude sharghi
28	قزوین Ghazvin	قزوین/ رودبار Ghazvin/roudbar	121	کردستان Kordestan	مریوان/نگل Marivan/negel
29	قزوین Ghazvin	قزوین/ رودبار Ghazvin/roudbar	122	کردستان Kordestan	مریوان/نگل Marivan/negel
30	کردستان Kordestan	سنندج/ ژاورود شرقی Sanandaj/javroude sharghi	123	آذربایجان غربی Azarbaijan gharbi	ارومیه Oroumieh
33	آذربایجان غربی Azarbaijan gharbi	سلماس Salmas	125	آذربایجان غربی Azarbaijan gharbi	میاندوآب/ شاهین دژ Miandoab/shahaindeg
34	آذربایجان غربی Azarbaijan gharbi	ارومیه/بکشلوچای Oroumieh/bakshlo chai	126	آذربایجان غربی Azarbaijan gharbi	خوی Khoye
35	آذربایجان غربی Azarbaijan gharbi	ارومیه/بکشلوچای Oroumieh/bakshlo chai	127	فارس Fars	سیوند Sivand
36	آذربایجان غربی Azarbaijan gharbi	پیرانشهر/ منگور غربی Piranshahr/mangore gharbi	128	آذربایجان غربی Azarbaijan gharbi	ارومیه Oroumieh
37	آذربایجان غربی Azarbaijan gharbi	نقده/ سولدوز Naghadeh/soldoz	129	آذربایجان غربی Azarbaijan gharbi	ارومیه Oroumieh
38	آذربایجان غربی Azarbaijan gharbi	ارومیه/بکشلوچای Oroumieh/bakshlo chai	Aryan	شاهد control	شاهد Control
39	آذربایجان غربی Azarbaijan gharbi	نقده/ سولدوز Naghadeh/soldoz	redmag	سیستان و بلوچستان Sistan and Balochestan	نامشخص Unknown
40	آذربایجان غربی Azarbaijan gharbi	نقده/ سولدوز Naghadeh/soldoz	sepehr	شاهد Control	شاهد Control
41	آذربایجان غربی Azarbaijan gharbi	نقده/ سولدوز Naghadeh/soldoz	sunray	شاهد Control	شاهد Control
42	کهنکلیویه و بویراحمد Kohkiloyeh boyerahmad	نقده/ سولدوز Naghadeh/soldoz	Valentino	شاهد Control	شاهد Control
43	اصفهان Esfahan	نقده Naghadeh	whitemag	سیستان و بلوچستان Sistan and Balochestan	نامشخص Unknown
44	اصفهان Esfahan	بویراحمد Boyrahmad	sepehr	شاهد Control	شاهد Control

جدول ۲- ارزیابی صفات کیفی در گیاه لوبیا سبز طبق دستورالعمل UPOV.

Table 2. Evaluation of quality traits in green bean according to UPOV descriptor.

توصیف صفات Characters state	Trait	صفت
۰. فاقد نوک (absent) ۳. نوک تیز (acute) ۵. نوک تیز تا ناقص (truncate) ۷. ناقص (acute to truncate)	Shape of distal part (sdp)	شکل نوک غلاف
۳. کوتاه (short) ۵. متوسط (medium) ۷. بلند (long)	seed length	طول بذر
۱. سفید (white) ۲. سبز مایل به سبز (green or greenish) ۳. خاکستری (grey) ۴. زرد (yellow) ۵. بژ (beige) ۶. قهوه‌ای (brown) ۷. قرمز (red) ۸. بنفش (violet) ۹. مشکی (black)	Seed main color	رنگ اصلی بذر
۱. گرد (circular) ۲. بیضوی تا گرد (circular to elliptic) ۳. بیضوی (elliptic) ۴. کلیوی (kidney-shaped) ۵. مستطیلی (rectangular)	Shape of median longitudinal section of seed (smlss)	شکل قسمت مرکز بذر
۱. خاکستری (grey) ۲. زرد (yellow) ۳. بژ (beige) ۴. قهوه‌ای (brown) ۵. قرمز (red) ۶. بنفش (violet) ۷. مشکی (black)	Predominant secondary color seed	رنگ دوم بذر
۱. سفید (white) ۲. سفید مایل به صورتی (pinkish white) ۳. صورتی (pink) ۴. بنفش (violet)	Flower color	رنگ گل
۱. ایستاده (dwarf) ۲. رونده (climbing)	Growth plant (Gp)	تیپ گیاه
۱. ندارد (absent) ۲. دارد (present)	stringiness on ventral suture	نخ غلاف
۱. خیلی کم (absent or very slight) ۳. کم (weak) ۵. متوسط (medium) ۷. قوی (strong) ۹. خیلی قوی (very strong)	Degree of curvature (dc)	درجه انحناء غلاف
۱. مقعر (concave) ۲. S شکل (s-shaped) ۳. محدب (convex)	Shape of curvature (sc)	شکل انحناء
۱. بیضوی باریک (narrow elliptic) ۲. بیضوی تا تخم‌مرغی (circular) ۳. قلبی شکل (cordate) ۴. گرد (circular) ۵. ۸ شکل (eight-shaped)	Shape of cross section (scs)	شکل برش عرضی غلاف
۱. دارد (present) ۰. ندارد (absent)	Pod design	طرح روی غلاف

نتایج و بحث

تفاوت بین بلوک‌ها برای صفات تعداد گل در خوشه، طول غلاف، تعداد غلاف در بوته، ارتفاع و وزن بذر تک‌بوته معنی‌دار بود ولی در مورد سایر صفات، تفاوت بین بلوک‌ها معنی‌دار نبود. بنابراین برای صفات تعداد گل در خوشه، طول غلاف، تعداد غلاف در بوته، ارتفاع و وزن بذر تک‌بوته تصحیح انجام شد. برای این منظور، میانگین کل برای هر صفت را از میانگین هر بلوک برای آن صفت،

تعداد ۱۶ صفت کمی مهم زراعی و فنولوژیکی در نمونه‌های ژنتیکی و ارقام شاهد، ارزیابی گردید. در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰، نتایج تجزیه واریانس ارقام شاهد مورد بررسی در ۶ بلوک مورد بررسی نشان داد که بین ارقام در صفات طول نوک غلاف، طول دم‌برگ، طول غلاف، وزن ۱۰ غلاف سبز، ارتفاع و تاریخ گلدهی تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳).

کسر نموده و به این روش، عدد برای صفت مربوط در هر بلوک حاصل می‌شود. در نهایت، تصحیح مربوط به هر بلوک برای هر صفت را از اعداد مشاهده شده برای آن صفت در بلوک مربوطه، کسر می‌شود (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی در ارقام شاهد لوبیا سبز.

Table 3. The result of variance analysis of evaluated traits in green bean controls.

عرض غلاف Pod width (cm)	طول غلاف Pod length (cm)	طول گل آذین Inflorescence length (cm)	طول دمبرگ Petiole length (cm)	عرض برگ Leaf width (cm)	طول برگ Leaf length (cm)	تعداد گل در خوشه The number of flowers in the flowering branch	طول نوک غلاف Length of pod distal	درجه آزادی df	منابع تغییر S.O.V
0.004 ^{ns}	1.46*	9.37 ^{ns}	0.15 ^{ns}	0.82 ^{ns}	1.08 ^{ns}	15.4**	0.07 ^{ns}	5	بلوک Block
0.005 ^{ns}	1.50*	11.25 ^{ns}	1.52**	0.97 ^{ns}	0.9 ^{ns}	2.42 ^{ns}	0.4**	3	ارقام شاهد Control
0.005	0.41	4.37	0.203	0.33	0.45	1.51	0.032	15	خطای آزمایشی Error
7.8	5.9	17.8	6.53	7.18	6.51	11.45	9.03		ضریب تغییرات (درصد) CV%
وزن صد دانه Weight of one hundred seeds (gr)	وزن بند تک بوته Seed weight of one plant (gr)	تعداد روز تا شروع گلدهی Number of days to flowering	ارتفاع بوته Plant height (cm)	وزن ده غلاف سبز The weight of ten green pods	تعداد دانه در غلاف Number of seeds in a pod	تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	تعداد غلاف در خوشه Number of pods per raceme	درجه آزادی df	منابع تغییر S.O.V
0.29 ^{ns}	174.4*	94.21 ^{ns}	39.96**	0.23 ^{ns}	0.48 ^{ns}	383.9*	1.3 ^{ns}	5	بلوک Block
0.12 ^{ns}	87.7 ^{ns}	273.0**	17.39*	2.07*	1.18 ^{ns}	117.4 ^{ns}	0.39 ^{ns}	3	ارقام شاهد Control
0.15	39.4	46.74	5.22	0.51	0.71	130.4	0.55	15	خطای آزمایشی Error
15.58	6.27	15.4	8.12	8.5	13.2	15.1	18.3		ضریب تغییرات (درصد) CV%

جدول ۴- آماره‌های توصیفی صفات اندازه‌گیری شده در نمونه‌های لوبیاسبز کلکسیون بانک ژن.

Table 4. Statistical parameters of measured green bean accessions in genebank collection.

شاخص شانون Shanon index	ضریب تغییرات Coefficient of Variation	مد Mode	میانگین Mean	واریانس Variance	انحراف معیار SE	دامنه تغییرات Rang	حداکثر Maximum	حداقل Minimum	صفت Traits
0.73	-	7	-	-	-	7	7	0	شکل نوک غلاف Shape of distal part of pod
0.60	-	3	-	-	-	2	5	3	طول بذر Seed length
0.59	-	5	-	-	-	4	5	1	شکل قسمت مرکزی بذر Shape of median longitudinal section of seed
0.16	-	1	-	-	-	1	2	1	تعداد رنگ بذر Number of seed color
1.23	-	6	-	-	-	8	9	1	رنگ اصلی بذر Seed main color
0.25	-	0	-	-	-	9	9	0	رنگ دوم بذر Predominant secondary color seed
0.20	-	0	-	-	-	1	1	0	طرح روی غلاف Pod design
0.51	-	1	-	-	-	3	4	1	رنگ گل Flower color
0.57	-	1	-	-	-	1	2	1	تیپ گیاه Growth plant
0.64	-	0	-	-	-	1	1	0	نخ غلاف Stringiness on ventral suture
1.28	-	3	-	-	-	8	9	1	درجه انحنای غلاف Degree of curvature
1.17	-	2	-	-	-	3	4	1	شکل برش عرضی غلاف Shape of cross section
-	0.31	-	0.85	0.067	0.26	1.6	1.6	0	طول نوک غلاف (cm) Length of pod distal
-	0.26	-	7.9	4.6	2.1	8.3	12	4.17	تعداد گل در خوشه The number of flowers in raceme
-	0.16	-	9.1	2.2	1.49	7.1	12.2	5.1	طول برگ (cm) Leaf length
-	0.16	-	7.3	1.3	1.14	4.9	9.5	4.6	عرض برگ (cm) Leaf width
-	0.19	-	2.7	0.25	0.50	3.57	5	1.43	طول دم‌برگ (cm) Petiole length
-	0.33	-	8.2	7.21	2.68	14.0	16	2	طول گل آذین (cm) (Inflorescence length)
-	0.20	-	11.4	5.5	2.3	19.45	27.4	7.95	طول غلاف (cm) Pod length

ادامه جدول ۴-

Continue Table 4.

شاخص شانون Shanon index	ضریب تغییرات Coefficient of Variation	مد Mode	میانگین Mean	واریانس Variance	انحراف معیار SE	دامنه تغییرات Rang	حداکثر Maximum	حداقل Minimum	صفت Traits
-	0.16	-	0.96	0.02	0.15	0.9	1.55	0.65	عرض غلاف (cm) Pod width
-	0.22	-	2.38	0.27	0.52	2.5	3.5	1	تعداد غلاف در خوشه Number of pods per raceme
-	0.40	-	32.98	171.2	13.08	67.0	71.1	4.1	تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant
-	0.33	-	5.05	2.86	1.69	12	15	3	تعداد دانه در غلاف Number of seeds in a pod
-	0.22	-	43.5	93.9	9.7	49.8	76.5	26.8	وزن ده غلاف سبز The weight of ten green pods
-	0.70	-	51.4	1293.4	35.96	150	173.7	23.7	ارتفاع بوته (cm) Plant height
-	0.14	-	59.2	71.55	8.46	32.5	69	36.5	تعداد روز تا شروع گلدهی Number of days to flowering
-	0.47	-	23.2	120.22	10.96	47.45	51.1	3.7	وزن بذر تک بوته (gr) Seed weight of one plant
-	0.24	-	25.8	38.2	6.2	37.5	49.95	12.5	وزن صد دانه (gr) (Weight of one hundred seeds)

بیشترین ضریب شانون در صفات کیفی در صفات درجه انحنای غلاف، رنگ بذر و شکل برش عرضی غلاف مشاهده شد. کمترین ضریب شانون در صفت تعداد رنگ بذر مشاهده شد. اکثر نمونه‌های لوبیا سبز دارای طول بذر کوتاه و مستطیلی شکل به رنگ قهوه‌ای، تک‌رنگ بوده، رنگ گل سفید، تیپ ایستاده و غلاف با درجه انحنای کم، فاقد طرح، نخ و نوک غلاف زاویه‌دار با برش عرضی بیضوی بودند. در صفت شکل انحنای غلاف تمام نمونه‌ها به صورت مقعر بوده و تنوعی در آن مشاهده نشد.

در بررسی که بر روی خصوصیات مورفولوژیکی ژنوتیپ‌های لوبیا رونده شیلی انجام شد، تنوع زیادی در شکل، رنگ گل و طول خوشه در نمونه‌ها مشاهده شد (۱۹).

در بررسی که بر روی نمونه‌های لوبیا سبز کلکسیون بانک ژن ایران انجام شد، نتایج نشان داد که تنوع قابل ملاحظه‌ای بر روی رنگ گل، شکل، اندازه و رنگ بذر و ارتفاع بوته مشاهده شد (شکل‌های ۲ تا ۵). نتایج حاصل از بررسی آماره‌های توصیفی صفات کمی و کیفی نمونه‌های ژنتیکی مورد ارزیابی در شرایط مزرعه پژوهشی در جدول ۴ آورده شده است. با توجه به ضریب تغییرات در صفات کمی، بیشترین تنوع (CV) در صفات ارتفاع بوته ۷۰ درصد، وزن بذر تک بوته ۴۷ درصد، تعداد غلاف در بوته ۴۰ درصد ملاحظه می‌شود. کمترین ضریب تغییرات در صفات تعداد روز در گلدهی ۱۴ درصد و عرض غلاف، طول و عرض برگ ۱۶ درصد مشاهده شد.

کم‌ترین طول و عرض برگ، طول دمبرگ، طول غلاف، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه را داشت. بیش‌ترین عرض غلاف در نمونه‌های ۱۱۲ و ۱۱۳ (۱/۵ سانتی‌متر) و بیش‌ترین تعداد غلاف در بوته در نمونه ۴۰ (۷۱/۱) مشاهده شد.

در گروه چهارم دو نمونه قرار گرفتند و در گروه پنجم ۱۱ نمونه ژنتیکی قرار گرفته که بیش‌ترین طول دمبرگ، طول غلاف، تعداد دانه در غلاف و ارتفاع بوته داشته و کم‌ترین طول نوک غلاف، تعداد گل در خوشه، طول گل‌آذین، تعداد غلاف در خوشه، وزن ده غلاف سبز، وزن بذر تک‌بوته را داشت (شکل ۱).

بیش‌ترین طول برگ و دمبرگ در نمونه ماگ سفید (۱۲/۲ و ۵ سانتی‌متر) مشاهده شد. در این گروه ماگ قرمز بیش‌ترین طول غلاف و تعداد دانه در غلاف (به ترتیب ۲۷/۴ سانتی‌متر و ۱۵ دانه در غلاف) داشت. در صفت ارتفاع بوته نیز بیش‌ترین مقدار در نمونه ۳۹ (۱۷۳/۵) به دست آمد.

ریمن و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی ۱۸ ژنوتیپ لوبیا جمع‌آوری‌شده از مناطق مختلف بنگلادش پرداختند. نتایج نشان داد، ژنوتیپ‌های مورد بررسی در چهار خوشه دسته‌بندی شدند که خوشه‌های I و III به ترتیب شامل هفت و یک ژنوتیپ بودند. هم‌چنین بیش‌ترین فاصله بین خوشه‌ای به ترتیب بین خوشه I و خوشه III (۷۴۲/۲۳) و خوشه IV (۹۰۰/۰) مشاهده شد (۲۰).

در بررسی که بر روی ۱۱۵ نمونه کلکسیون لوبیا مربوط به ۲۷ کشور موجود در بانک ژن اسلونی صورت گرفت. نمونه‌ها از لحاظ موفولوژیکی در ۴ گروه مجزا قرار گرفتند. گروه اول کم‌ترین روز تا رسیدگی فیزیولوژیک (۷۰ روز) و تعداد غلاف در بوته را داشت. گروه دوم بیش‌ترین روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی (۷۹ روز) را داشته و گروه سوم هیپوکوتیل بنفش داشته و گروه چهارم بزرگ‌ترین و

تجزیه خوشه‌ای نمونه‌های مورد بررسی با استفاده از داده‌های ۱۶ صفت کمی انجام شد و نمونه‌ها در پنج گروه قرار گرفتند (شکل ۱ و جدول ۵). گروه اول شامل ۲۱ نمونه ژنتیکی و براساس میانگین صفات، اعضای موجود در این گروه، بیش‌ترین تعداد گل در خوشه، طول و عرض برگ، طول غلاف، تعداد غلاف در خوشه، وزن ۱۰ غلاف سبز، وزن بذر تک‌بوته و کم‌ترین عرض غلاف، ارتفاع بوته، روز تا شروع گلدهی را داشتند. رقم سانری و نمونه ۱۲۹ به ترتیب با ۱۲ و ۱۱/۳ گل در خوشه، بیش‌ترین تعداد را داشت. بیش‌ترین طول برگ در نمونه‌های ۱۲۳ (۱۲/۲ سانتی‌متر) و سپهر (۱۰/۸ سانتی‌متر) و بیش‌ترین عرض برگ در نمونه‌های ۲۵ (۸/۷ سانتی‌متر) و ۱۲۳ (۹/۵ سانتی‌متر) مشاهده شد. نمونه ۳۰ (۳/۵) و ۳۴ (۳/۵) به ترتیب بیش‌ترین تعداد غلاف در خوشه را داشتند. بیش‌ترین وزن ده بوته غلاف سبز در نمونه ۱۱ (۷۶/۵ گرم) و نمونه ۱۲۳ (۶۸ گرم) و بیش‌ترین وزن بذر تک‌بوته در نمونه‌های ۳۰ (۵۱/۱ گرم) و نمونه ۳۳ (۴۵/۱۹ گرم) مشاهده شد.

گروه دوم شامل ۲۹ نمونه ژنتیکی بود. در این گروه بیش‌ترین طول نوک غلاف، طول گل‌آذین، تعداد روز تا شروع گلدهی و وزن صد دانه و هم‌چنین کم‌ترین تعداد غلاف در بوته را داشت. در این گروه نمونه ۳ و ۵۷ به ترتیب با طول ۱/۶ و ۱/۴ سانتی‌متر بیش‌ترین طول نوک غلاف را داشتند. بیش‌ترین طول گل‌آذین در نمونه‌های ۴۷ (۱۶ سانتی‌متر) و نمونه‌های ۲۸ و ۵۷ (۱۴/۳ سانتی‌متر) و بیش‌ترین تعداد روز تا شروع گلدهی در نمونه‌های ۲۸، ۳۵ و ۳۶ (۶۹ روز) و بیش‌ترین وزن صد دانه در نمونه ۳۷ (۴۹/۹۵ گرم) و نمونه ۱۵ (۴۱/۲۵) گرم مشاهده شد.

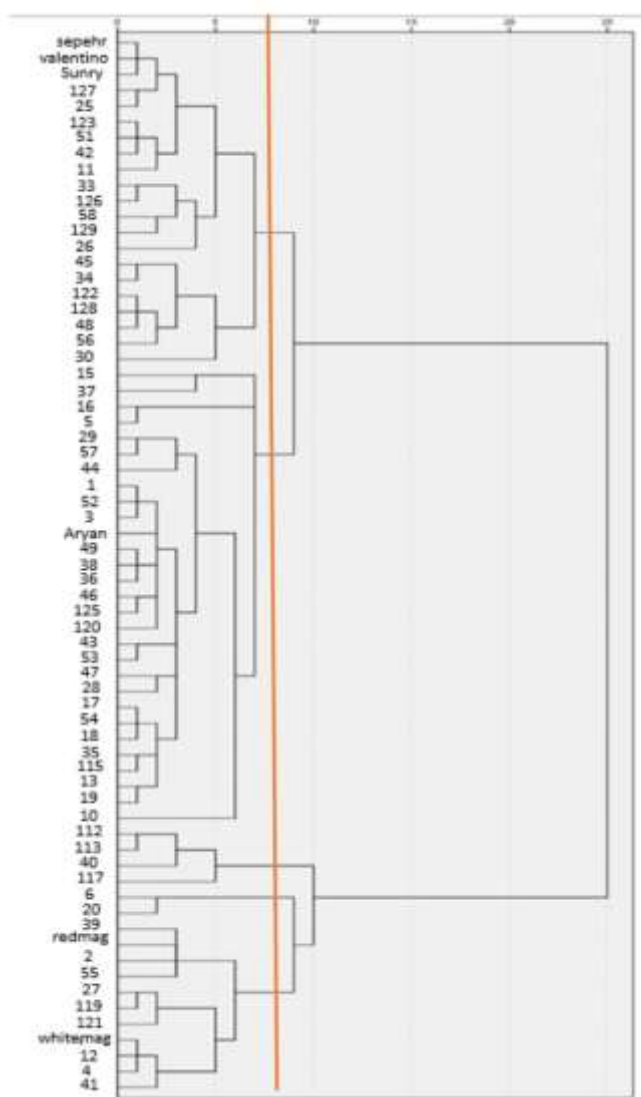
در گروه سوم ۴ نمونه ژنتیکی قرار گرفتند که بیش‌ترین عرض غلاف، تعداد غلاف در بوته و

گرددترین بذرها را داشته و متوسط وزن هزاردانه آن ۴۰ گرم بود (۲۱).
 در بررسی که بر روی ۶۰ نمونه لوبیا در آفریقای جنوبی انجام شد. نتایج تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها نشان داد که ۶۰ نمونه براساس شکل و رنگ و انداز بذر به سه گروه متفاوت تقسیم شد و مکان جمع‌آوری نمونه‌ها تأثیری در این تقسیم‌بندی نداشته است (۲۲).

جدول ۵- تجزیه خوشه‌ای نمونه‌های لوبیا سبز براساس صفات کمی مورد بررسی.

Table 5. Green bean accessions Cluster analysis of based on the investigated quantitative traits.

گروه اول	گروه دوم	گروه سوم	گروه چهارم	گروه پنجم	
0.8	0.9	0.8	1.0	0.8	طول نوک غلاف (cm) Length of pod distal
8.4	7.6	6.5	6.7	6.0	تعداد گل در خوشه The number of flowers in raceme
9.9	9.4	6.6	7.8	8.3	طول برگ (cm) Leaf length
7.8	7.4	6.1	5.6	6.5	عرض برگ (cm) Leaf width
2.6	2.7	2.3	2.4	2.8	طول دمبرگ (cm) Petiole length
8.4	8.8	7.6	7.8	6.7	طول گل‌آذین (cm) Inflorescence length
10.9	10.9	8.7	9.3	11.5	طول غلاف (cm) Pod length
0.9	0.9	1.1	1.0	1.1	عرض غلاف (cm) Pod width
2.6	2.4	2.3	1.8	2.0	تعداد غلاف در خوشه Number of pods per raceme
39.5	24.9	58.9	12.0	26.4	تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant
5.0	5.0	4.6	4.0	5.7	تعداد دانه در غلاف Number of seeds in a pod
48.2	42.0	41.9	36.8	40.2	وزن ده غلاف سبز The weight of ten green pods
29.1	31.6	89.1	59.8	116.6	ارتفاع بوته (cm) plant height
53.8	63.0	60.5	63.5	58.2	تعداد روز تا شروع گلدهی Number of days to flowering
30.3	18.9	23.2	8.5	16.1	وزن بذر تک‌بوته (gr) Seed weight of one plant
26.4	26.7	22.6	19.5	25.0	وزن صد دانه (gr) Weight of one hundred seeds
21	29	4	2	11	تعداد نمونه‌ها
-33-30-26-25-11	1-3-5-10-13-15-16-17-18-19-			-27-12-4-2	
-51-48-45-42-34	28-29-35-36-37-			-55-41-39	
-123-122-58-56	38-43-44-46-	40-112-	20-6	-121-119	نمونه‌ها
129-128-127-126	47-49-52-53-54-	113-117		-red mag	
سانتری-سپهر- والتینو-	57-115-120-			whitemag	
	125-آریان				



شکل ۱- دندروگرام صفات کمی مورد بررسی در بین نمونه‌های لوبیا سبز با روش Ward.

Fig. 1. Dendrogram of quantitative traits by using ward's method in green bean accessions.



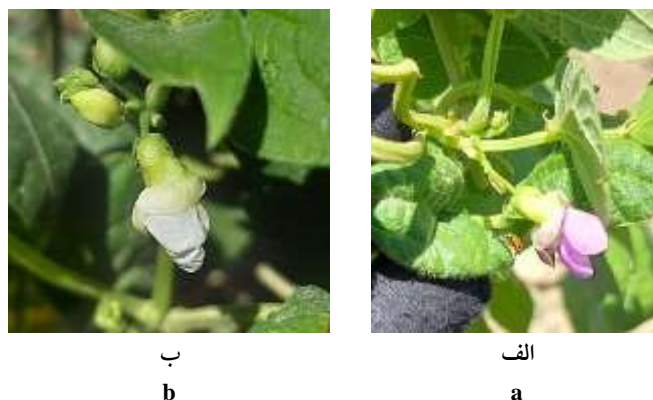
شکل ۲- تنوع شکل، رنگ، اندازه بذر در نمونه‌های لوبیا سبز کلکسیون بانک ژن.

Fig. 2. Diversity of shape, color, seed size of green bean accessions of gene bank collection.



شکل ۳- تنوع ژنتیکی در طول خوشه نمونه‌های لوبیا سبز بانک ژن: الف) خوشه به طول ۱۹ cm و ب) خوشه به طول ۴ cm.

Fig. 3. Genetic Diversity of the raceme length in the gene bank green bean accessions: a) the raceme is 19 cm and b) raceme is 4 cm.



شکل ۴- تنوع ژنتیکی مشاهده شده در رنگ گل نمونه‌های لوبیا سبز بانک ژن: الف) رنگ گل بنفش و ب) رنگ گل سفید.

Fig. 4. Genetic Diversity of the flower color in the gene bank green bean accessions: a) purple flower and b) white flower.



شکل ۵- تنوع ژنتیکی مشاهده شده در ارتفاع نمونه‌های لوبیا سبز نمونه‌های بانک ژن گیاهی ملی ایران: الف) تیپ رونده و ب) تیپ بوته‌ای.

Fig. 5. The observed genetic diversity in plant height of green bean accessions from the National Plant Gene Bank of Iran: a) the climbing type and b) the bushy type.

با صفت تعداد دانه در غلاف و وزن ده غلاف سبز همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان دارد. عرض غلاف با صفات وزن ده غلاف سبز و ارتفاع بوته و وزن صد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت و با صفات تعداد غلاف در خوشه، تعداد دانه در غلاف، همبستگی منفی و معنی‌دار داشت.

صفت تعداد غلاف در خوشه با ارتفاع بوته و وزن صد دانه همبستگی منفی و معنی‌دار داشت. صفت تعداد غلاف در بوته با وزن صد دانه همبستگی منفی و معنی‌دار داشت. صفت تعداد دانه در غلاف با صفت وزن ده غلاف سبز همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت و با وزن صد دانه همبستگی منفی و معنی‌دار داشت. در صفت وزن ده غلاف سبز با صفت وزن صد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. بالاترین ضریب همبستگی در میان صفات طول غلاف و تعداد دانه در غلاف (۰/۷) مشاهده می‌شود که نشان می‌دهد با افزایش تعداد بذر در غلاف طول غلاف افزایش می‌یابد. پس از آن بالاترین ضریب همبستگی میان صفات طول غلاف با وزن ده غلاف سبز (۰/۶)، وزن بذر تک‌بوته با تعداد غلاف در بوته (۰/۶) می‌باشد.

در بررسی بر روی ژنوتیپ‌های هسته اولیه لوبیا سبز در اسپانیا انجام شد. همبستگی معنی‌داری بین وزن ۲۵ دانه و صفات طول و عرض غلاف مشاهده شد. همچنین بین طول غلاف و عرض غلاف، همبستگی معنی‌داری گزارش شد (۲۳).

نتایج ضرایب همبستگی صفات لوبیا سبز اندازه‌گیری شده، نشان داد (جدول ۴)، وزن بذر تک‌بوته با طول غلاف (۰/۳)، تعداد غلاف در خوشه (۰/۲)، تعداد غلاف در بوته (۰/۶)، تعداد دانه در غلاف (۰/۳) همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت ولی با صفات طول نوک غلاف (۰/۳-)، عرض غلاف (۰/۲-) و وزن صد دانه (۰/۳-) همبستگی منفی و معنی‌داری داشت. صفت طول نوک غلاف با عرض غلاف و وزن صد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت ولی با طول غلاف، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف همبستگی منفی و معنی‌دار داشت. صفت تعداد گل در خوشه با صفات طول و عرض برگ، طول گل‌آذین، تعداد غلاف در خوشه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت و با صفات ارتفاع بوته، وزن صد دانه همبستگی منفی و معنی‌دار داشت. صفت طول برگ با صفت عرض برگ، طول دم‌برگ، طول گل‌آذین طول غلاف، تعداد غلاف در خوشه، تعداد دانه در غلاف همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت ولی با صفات عرض غلاف، ارتفاع بوته، وزن صد دانه همبستگی منفی معنی‌دار داشت. صفت عرض برگ با صفات طول گل‌آذین، عرض غلاف، ارتفاع بوته و وزن صد دانه همبستگی منفی و معنی‌دار داشت. طول دم‌برگ با صفت تعداد دانه در غلاف همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. طول گل‌آذین با صفت وزن ده غلاف سبز همبستگی مثبت معنی‌دار و با صفت ارتفاع بوته همبستگی منفی معنی‌دار نشان داد. طول غلاف

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی در نمونه‌های ژنتیکی لوبیا سبز.

Table 6. Correlation between traits in green bean accessions of gene bank.

a17	a16	a14	a13	a12	a11	a10	a9	a8	a7	a6	a5	a4	a3	a2	a1	
															1	a1
														1	-0.1	a2
													1	0.4**	-0.2	a3
												1	0.7**	0.4**	-0.00	a4
											1	0.2	0.4**	0.13	-0.02	a5
										1	-0.08	-0.3**	0.3**	0.5**	0.07	a6
									1	0.21	0.16	0.09	0.4**	-0.03	-0.2*	a7
								1	-0.1	-0.05	-0.19	-0.3**	-0.5**	-0.22	0.4**	a8
							1	-0.3*	0.02	0.18	0.17	0.21	0.3*	0.3*	-0.19	a9
						1	0.17	-0.03	-0.02	-0.0	-0.15	0.08	-0.06	0.16	-0.3*	a10
					1	0.13	0.11	-0.3**	0.7**	-0.01	0.4**	0.08	0.4**	0.02	-0.6**	a11
				1	0.4**	-0.04	-0.11	0.4**	0.6**	0.26*	0.02	0.01	0.05	-0.04	0.16	a12
			1	0.16	0.21	0.06	-0.3*	0.4**	0.14	-0.3*	0.09	-0.4**	-0.4**	-0.3**	-0.13	a13
		1	0.0	-0.10	0.01	-0.11	-0.04	-0.6**	-0.02	-0.07	0.05	-0.1	-0.09	-0.12	-0.05	a14
	1	-0.02	-0.07	0.08	0.3**	0.6**	0.2*	-0.2*	0.3*	-0.00	0.01	0.25	0.25	0.13	-0.3**	a16
1	-0.3**	-0.0	0.19	0.3*	-0.3**	-0.3**	-0.3*	0.5**	-0.1	-0.06	-0.21	-0.4**	-0.4**	-0.3**	0.5**	a17

a1: طول نوک غلاف، a2: تعداد گل در خوشه، a3: طول برگ، a4: عرض برگ، a5: طول دم‌برگ، a6: طول گل‌آذین، a7: طول غلاف، a8: عرض غلاف، a9: تعداد غلاف در خوشه، a10: تعداد غلاف در بوته، a11: تعداد دانه در غلاف، a12: وزن ده غلاف سبز، a13: ارتفاع بوته، a14: تعداد روز تا شروع گلدهی، a16: وزن بذر تک بوته، a17: وزن صد دانه

a1: Length of pod distal, a2: The number of flowers in raceme, a3: Leaf length, a4: Leaf width, a5: Petiole length, a6: Inflorescence length, a7: Pod length, a8: Pod width, a9: Number of pods per raceme, a10: Number of pods per plant, a11: Number of seeds in a pod, a12: The weight of ten green pods, a13: plant height, a14: Number of days to flowering, a16: Seed weight of one plant, a17: Weight of one hundred seeds

نتیجه‌گیری کلی

در بوته مشاهده شد. در صفات کیفی بیش‌ترین ضریب شاخص شانون در صفات درجه انحنای غلاف، رنگ بذر و شکل برش عرضی غلاف مشاهده شد. براساس نتایج به دست آمده از ضرایب همبستگی

براساس نتایج تجزیه آماری به‌دست آمده در صفات کمی، بیش‌ترین تنوع در صفت ارتفاع بوته، و پس از آن در صفات وزن بذر تک‌بوته و تعداد غلاف

شماره ۳۹ با ارتفاع ۱۷۳ سانتی‌متر مشاهده شد. با توجه به موارد مطرح شده در بالا نتیجه‌گیری می‌شود که در بین توده‌های مورد بررسی تنوع قابل‌توجهی وجود دارد و امکان استفاده از این تنوع در برنامه‌های به‌نژادی وجود دارد. در این راستا بهتر است تعدادی از توده‌های برتر انتخاب شده و با بررسی‌های تکمیلی نسبت به جداسازی برترین‌ها و استفاده از آن‌ها در برنامه‌های به‌نژادی استفاده کرد.

سپاسگزاری

این مقاله از پروژه شماره 2-03-03-036-000375 منتج شده است. نگارندگان لازم می‌دانند مراتب سپاسگزاری خود را از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، بابت حمایت‌های به عمل آمده اعلام دارند.

بین صفات، وزن غلاف سبز با طول و عرض غلاف و وزن صد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشته است. بنابراین این صفت می‌تواند به عنوان شاخص مهم در انتخاب نمونه‌ها استفاده گردد. با توجه به مقادیر به‌دست آمده در کلکسیون ذخایر توارثی لوبیا سبز نمونه‌های ژنتیکی وجود دارند که می‌توانند در برنامه‌های به‌نژادی مورد استفاده قرار گیرد. در بین نمونه‌های ژنتیکی مورد استفاده، زودگل‌ترین نمونه‌های ۱۲۷، ۱۲۸، ۵۸، ۲، ۱۲۹، ۲۶ می‌باشد که تعداد روز تا گلدهی ۴۲ روز است. بیش‌ترین وزن ده غلاف سبز در نمونه‌های ۱۱ و ۱۲۳ نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها و ارقام شاهد مشاهده شد و بالاترین وزن بذر تک‌بوته در ژنوتیپ‌های ۳۰ و ۳۳ و بیش‌ترین طول غلاف در ژنوتیپ ماگ قرمز نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها و ارقام شاهد مشاهده شد. کم‌ارتفاع‌ترین ژنوتیپ مربوط به نمونه با شماره کلکسیون ۵ و با ارتفاع ۲۳/۷ سانتی‌متر و بیش‌ترین ارتفاع در ژنوتیپ

منابع

1. Bagheri, A., Mahmoudi, A. A., & Ghazali, F. (2001). Bean Farming and Improvement. *Mashhad University Press*. 555 p. [In Persian]
2. Schmutz, J., McClean, P. E., Mamidi, S., G Albert, W., B Cannon, S., Grimwood, J., Jenkins, J., Shu, S., Song, Q., Chavarro, C., Torres-Torres, M., Geffroy, V., Mafi Moghaddam, S., Gao, D., Abernathy, B., Barry, K., Blair, M. A., Brick, M., Chovatia, M., Gepts, P. M., Goodstein, D., Gonzales, M., Hellsten, U., Hyten, D., & Jackson, S. (2014). A reference genome for common bean and genome-wide analysis of dual domestications. *Natur Genetics*, 46 (2), 707-713. doi: 10.1038/ng.3008.
3. Food and Agriculture Organisation of the United Nations. FAOSTAT. Crop Statistics. (2017). Available online: www.fao.org/faostat/en/#data/QC.
4. McClean, P., Kami, J., & Gepts, P. (2004). Genomics and genetic diversity in common bean. *Legume Crop Genomics*, pp. 60-82.
5. Calvo-Polanco, M., Sánchez-Romera, B., & Aroca, R. (2014). Mild salt stress conditions induce Different responses in root hydraulic conductivity of *Phaseolus vulgaris* L. *Over-Time*, 9 (3), 320-326. doi: 10.1371/journal.pone.0090631.
6. Kiyani, K. (2009). Benefits and Harms of Medicinal Herbs, Fruits and Vegetables, Dairy, Pulses, Nuts, etc. *Zar Ghalam Press*, 520 p. [In Persian]
7. Mozafari, J., & Youssefian, M. (2010). Collection, conservation, and evaluation of legume family and beans cultivated species. Final report. *Institute of Plant Breeding and Seed Research*, 46 p. [In Persian]
8. Ghanbari, A. (2018). Preliminary evaluation of suitable dual-purpose (for forage and

- seed cultivation) green bean lines. Final report. *Institute of Plant Breeding and Seed Research*, 28 p. [In Persian]
9. Kokabi, S., Ashrafi, N., Javanmard, T., Aghajani, M., Abadi, R., Hamdami, H., & Sadeghian Motaher, S. (2016). Evaluation of some morphological traits and yield in green bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars under Karaj climatic conditions. *Ninth Horticultural Sciences Congress*, Ahvaz. Poster. [In Persian]
 10. Ahmadian, S., Shiran, B., & Khodambashi, M. (2005). Study of genetic diversity of local varieties and populations of chitti bean using RAPD molecular markers. *Fourth National Biotechnology Conference of the Islamic Republic of Iran*, Kerman. Poster. [In Persian]
 11. Karimi, K., Boland Nazar, S., & Ashouri, S. (2013). Effect of mycorrhizal arbuscular biofertilizers on yield, growth characteristics, and quality of green beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production*, 23 (3), 158-167. [In Persian]
 12. Sharifi, P., Karbalawi, N., & Aminpanah, H. (2013). Effect of different levels of stress and potassium sulfate fertilizer on the yield of green beans. *Journal of Crop Production*, 6 (4), 137-149. doi: 20.1001.1.2008739.1392.6.4.8.0. [In Persian]
 13. Madanifard, A., Rahmikirizki, A., Biabani, A., & Nakh Zari Moghadam, A. (2015). Investigation of the effect of planting orientation and design on the yield and yield components of green beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Applied Plant Ecophysiology Research*, 2 (1), 17-28. [In Persian]
 14. Boros, L., Wawer, A., & Borucka, K. (2014). Morphological, Phenological and Agronomical haracterisation Of Variability Among Common Bean (*Phaseolus Vulgaris* L.) Local Populations from the National Centre for Plant Genetic Resources: Polish Genebank. *Journal of Horticultural Research*, 22 (2), 123-130. doi: 10.2478/johr-2014-0029.
 15. Arunga, E. E., Kinyua, M., Ochuodho, J., Owuoch, J., & Chepkoech, E. (2015). Genetic diversity of determinate French beans grown in Kenya based on Morph-agronomic and Simple sequence repeat variation. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 7 (8), 240-250. doi:10.5897/JPBCS2015.0503.
 16. Madakbas, S. Y., Sarikamis, G., Basak, H., Karadavut, U., Yu'ksel Ozmen, C., Gurhan Das, C., & MCayan, S. (2016). Genetic Characterization of Green Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Accessions from Turkey with SCAR and SSR Markers. *Biochemical Genetics*, 54 (2), 495-505. doi: 10.1007/s10528-016-9737-x.
 17. Luan, F., & Sun, Z. (2005). Genetic Diversity Study of Green Bean [*Phaseolus vulgaris* (L.)] using Morphological, Allozyme, and RAPD Markers. *HortScience: a publication of the American Society for Horticultural Science*, 40 (4), 1122A-1122.
 18. Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). The Mathematical Theory of Communication. *University of Illinois Press*, Urbana, IL, USA.
 19. Arriagada, O., Schwember, A. R., Greve, M. J., Urban, M. O., Cabeza, R. A., & Carrasco, B. (2021). Morphological and Molecular Characterization of Selected Chilean Runner Bean (*Phaseolus coccineus* L.) Genotypes Shows Moderate Agronomic and Genetic Variability. *Plants*, 10 (1688), 1-15. doi:10.3390/plants10081688.
 20. Reemana, F., Jamilur, R., Habibul, B., Mahmudul, I. N., & Kaniz, F. (2019). Genetic Diversity and Nutritional Components Evaluation of Bangladeshi Germplasms of Kidney Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal Genetic Resources*, 5 (2), 83-96. doi: 10.22080/80JGR.2019.2361.
 21. Long, J., Zhang, J., Zhang, X., Wu, J., Chen, H., Wang, P., Wang, Q., & Du, C. (2020). Genetic Diversity of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Germplasm Resources in Chongqing, Evidenced by Morphological Characterization. *Front. Genetic*, 11 (697), 1-9. doi: 10.3389/fgene.2020.00697.

22. Nkhata, W., Shimelis, H., Melis, R., Chirwa, R., Mzengeza, T., & Mathew, I. (2020). Population structure and genetic diversity analyses of common bean germplasm collections of East and Southern Africa using morphological traits and high-density SNP markers. *Plos One*, 15 (12), 1-23. doi:10.1371/journal.pone.0243238.
23. Jurado, M., Campa, A., Brezeanu, C., Geffroy, V., Bitocchi, E., Papa, R., & Ferreira, J. J. (2022). A Core Set of Snap Bean Genotypes Established by Phenotyping a Large Panel Collected in Europe. *Plants*, 11 (577), 1-13. doi:10.3390/plants11050577.