

ارزیابی تصویری نمونه‌های لوبیای قرمز بانک ژن گیاهی ملی ایران

مهرزاد احمدی^{۱*}، علی اکبر قنبری^۲، زینب شرفی^۳

^{۱*} استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
^۲ دانشیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
^۳ کارشناس، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
تاریخ ارسال: ۱۴۰۴/۰۷/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۰۸

چکیده

این پژوهش با هدف ارزیابی ویژگی‌های مورفولوژیکی و تعیین استانداردهای ظاهری لوبیا قرمز در ایران اجرا شد. در این مطالعه، ۱۱۵ نمونه لوبیا قرمز شامل ۹۵ نمونه لوبیای قرمز متوسط و ۲۰ نمونه لوبیای قرمز کپسولی از کلکسیون بانک ژن گیاهی ملی ایران بررسی گردید. برای پردازش تصویر و اندازه‌گیری صفات شامل طول، عرض، ضخامت، محیط، مساحت، نسبت طول به عرض، وزن تک بذر و چگالی فرم بذر از نرم‌افزار ImageJ (FFD) استفاده شد. نتایج بررسی‌ها نشان داد که در لوبیای قرمز متوسط، میانگین طول، عرض و ضخامت به ترتیب ۱۱/۸۴، ۷/۵۸ و ۵/۵۱ میلی‌متر و در لوبیای قرمز کپسولی به ترتیب ۱۶/۰۵، ۸/۲۵ و ۵/۶۷ میلی‌متر است. مقادیر چگالی فرم بذر (FFD) برای لوبیای متوسط و کپسولی به ترتیب ۰/۰۰۲۸ و ۰/۰۰۲۸ گرم بر سانتی‌متر مربع به دست آمد. میانگین شدت رنگ برای لوبیای قرمز متوسط ۱۴۲/۹۹ و برای لوبیای قرمز کپسولی ۱۷۰/۷۱ (در مقیاس صفر تا ۲۵۵) به دست آمد. میانگین ضریب استوانه‌ای برای لوبیای متوسط ۷۸/۲۸ درصد و برای لوبیای کپسولی ۸۲/۰۴ درصد محاسبه شد. میانگین ضریب کرویت نیز برای لوبیای متوسط ۶۶/۴۵ درصد و برای لوبیای کپسولی ۵۶/۲۵ درصد بود. این پژوهش نشان‌دهنده تنوع قابل توجه در ویژگی‌های ظاهری لوبیای قرمز ایرانی است و لزوم تدوین استانداردهای ملی برای درجه‌بندی لوبیا بر اساس ابعاد، شکل و دیگر ویژگی‌های ظاهری را تأکید می‌کند. استفاده از روش‌های پردازش تصویر می‌تواند به عنوان ابزاری سریع، دقیق و غیرمخرب در ارزیابی کیفیت بذر و بهبود استانداردهای بازاریابی لوبیا به کار رود.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی تصویری، بانک ژن، پردازش تصویر، چگالی فرم بذر، لوبیا قرمز

مقدمه

گیاه‌خواری دارند، جایگزین مناسبی برای پروتئین حیوانی محسوب می‌شود. لوبیا حاوی فیبر غذایی، ویتامین‌های گروه B و مواد معدنی مانند آهن، منیزیم، پتاسیم و روی است که برای سلامت عمومی بدن، تولید انرژی و عملکرد سیستم عصبی ضروری هستند. با وجود کالری نسبتاً پایین، لوبیا به دلیل داشتن فیبر و پروتئین احساس سیری طولانی‌مدتی ایجاد می‌کند و می‌تواند به کنترل وزن کمک کند. علاوه بر این، مصرف لوبیا با کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های مزمن

لوبیا یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین حبوبات در جهان و ایران شناخته می‌شود. این ماده غذایی به دلیل قیمت مناسب در بسیاری از کشورها به عنوان منبع اصلی پروتئین و مواد مغذی شناخته می‌شود. این گیاه به دلیل ارزش غذایی بالا، تنوع در نوع و کاربردهای گسترده در صنایع غذایی، جایگاه ویژه‌ای در رژیم غذایی افراد دارد. لوبیا منبع غنی از پروتئین گیاهی است و به‌ویژه برای افرادی که رژیم

مانند دیابت نوع ۲، بیماری‌های قلبی و برخی سرطان‌ها مرتبط است (Maphosa, Y and Jideani, V. A 2017).
(Lisciani *et al.* 2024).

در ایران، لوبیا در انواع مختلفی مانند چیتی، سفید، قرمز، کرم و سیاه کشت می‌شود و هر یک از آنها ویژگی‌های خاص خود را دارد. در صنایع غذایی، لوبیا در تهیه غذاهای سنتی و مدرن در سراسر جهان استفاده می‌شود. در ایران نیز لوبیا در غذاهایی مانند خوراک لوبیا، قورمه سبزی، آبگوشت، لوبیاپلو و انواع مختلف آش کاربرد دارد. علاوه بر این، لوبیا ماده اولیه در تولید کنسرو، غذاهای آماده و حتی محصولات پروتئینی گیاهی (مانند برگ‌های گیاهی) است.

لوبیا در بسیاری از کشورهای جهان کشت می‌شود و به‌عنوان یک محصول استراتژیک در تأمین امنیت غذایی نقش دارد. کشورهایی مانند هند، میانمار و برزیل از تولیدکنندگان عمده لوبیا در جهان (FAO, 2023) هستند. لوبیا به‌عنوان یک کالای مهم در تجارت جهانی مطرح است و بسیاری از کشورها آن را به عنوان یک محصول صادراتی تولید می‌کنند که این موضوع به رشد اقتصادی کشورهای تولیدکننده کمک می‌کند. با افزایش جمعیت جهان و محدودیت منابع، لوبیا جایگزینی پایدار و باصرفه به‌جای پروتئین حیوانی است و می‌تواند فشار بر منابع طبیعی را کاهش دهد. گیاه لوبیا به دلیل توانایی در تثبیت نیتروژن، به بهبود حاصلخیزی خاک نیز کمک می‌کند و نیاز به کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد که این ویژگی باعث می‌شود محصول دوستدار محیط زیست شناخته شود و در سیستم‌های کشاورزی پایدار مورد استفاده قرارگیرد. (Lisciani *et al.* 2024; Bennetau-Pelissero. 2019)

(Bayzai *et al.*, 2011 ;

سطح زیر کشت لوبیا در جهان ۳۷/۷۵ میلیون هکتار است (FAO, 2023). در ایران، میزان تولید حبوبات در سال ۱۴۰۲ حدود ۵۶۵ هزار تن بوده است که ۵۰/۱۴ درصد از آن از کشت آبی و ۴۹/۸۶ درصد آن از کشت دیم به‌دست آمده است. از کل میزان تولید حبوبات در کشور، لوبیا با

تفاوت‌های ظاهری و ابعادی انواع لوبیا تأثیر قابل توجهی بر بازاریابی و تجارت این محصول دارد. استانداردسازی شکل، اندازه و کیفیت ظاهری لوبیا نه تنها به بهبود بازاریابی کمک می‌کند، بلکه فرآیندهای تجاری را نیز تسهیل خواهد کرد. درک ترجیحات مصرف‌کنندگان در ایران و جهان می‌تواند به تولیدکنندگان و بازرگانان کمک کند تا محصولاتی متناسب با نیاز بازار تولید و عرضه کنند (Majnoun Hosseini. 2015; Perez de la Vega *et al.*) (2017; Dori *et al.* 2009)

شکل ظاهری لوبیا (شامل اندازه، رنگ و شدت رنگ، یکنواختی و سلامت دانه) نقش کلیدی در جذب مصرف‌کننده، ارزش بازار و سودآوری برای کشاورزان دارد (Koklu & Ozkan. 2020). در ایران، اگرچه استانداردهای ملی بیشتر بر معیارهای فنی مانند تعداد دانه در ۱۰۰ گرم تمرکز دارند، اما در عمل، بازاریابی محصول به شدت تحت تأثیر ویژگی‌های ظاهری است. به‌ویژه در بازارهای صادراتی، خریداران خارجی لوبیاهایی با اندازه مشخص برای هر یک از انواع لوبیا، یکسانی، رنگ یکنواخت و بدون نقص را ترجیح می‌دهند و حاضرند برای چنین محصولاتی هزینه بیشتری پرداخت کنند. این موضوع نشان می‌دهد که بهبود کیفیت ظاهری لوبیا می‌تواند به افزایش درآمد کشاورزان و رشد اقتصادی بخش کشاورزی کمک کند. از سوی دیگر، بی‌توجه بودن به این معیارها باعث کاهش تقاضا، افزایش ضایعات و افت قیمت محصول می‌شود. بنابراین، تدوین استانداردهای دقیق‌تر برای شکل و رنگ لوبیا، همراه با آموزش کشاورزان درباره روش‌های برداشت و

لوبیا پس از عدس پرمصرف‌ترین حبوبات در ایران است. آمار منتشر نشده وزارت جهاد کشاورزی نشان می‌دهد سرانه مصرف لوبیا در ایران حدود ۴ تا ۵ کیلوگرم در سال است.

ترجیحات مصرفی لوبیا در ایران طی زمان تغییر کرده است و حتی در مناطق مختلف متفاوت است. نسبت سطح زیر کشت لوبیاهای مختلف در ایران این گونه است: لوبیا چیتی و قرمز حدود ۶۰ درصد، لوبیا سفید حدود ۲۵ درصد، لوبیا مشکی حدود ۱۰ درصد و لوبیا کشاورزی یا کرم (حدود ۵ درصد) (آمار منتشر نشده).

لوبیا قرمز نیز به دلیل رنگ جذاب، طعم ملایم و کاربرد در غذاهای متنوع جایگاه ویژه‌ای دارد. مصرف‌کنندگان به‌ویژه به دلیل ارزش غذایی بالاتر (حاوی آهن و آنتی‌اکسیدان) آن را می‌پسندند (Garden-Robinson and McNeal, 2024). در ایران، مصرف لوبیا قرمز در دو نوع "قلمی یا کپسولی" (کشیده و باریک) و "متوسط" (گردتر) رواج دارد، اما ترجیحات مصرف بر اساس نوع غذا و منطقه متفاوت است؛ لوبیا کپسولی به دلیل شکل کشیده و بافت متراکم، بیشتر در غذاهای آبدار و خورش‌ها (مانند خوراک لوبیا قرمز و خورش‌های جنوبی) استفاده می‌شود و پس از پخت، شکل خود را بهتر حفظ می‌کند و له نمی‌شود. این نوع لوبیا در استان‌های جنوبی (خوزستان، بوشهر، هرمزگان) و برخی مناطق غربی (کرمانشاه، لرستان) محبوب‌تر است.

لوبیا قرمز متوسط (گردتر) برای پلو (لوبیاپلو)، سالادها و خوراک‌ها مناسب‌تر است. زودتر می‌پزد و نرم‌تر می‌شود. این لوبیا در استان‌های شمالی (گیلان، مازندران)، مرکزی (تهران، اصفهان) و شرقی (خراسان) بیشتر مصرف می‌شود. به‌طور کلی، لوبیا قرمز متوسط به دلیل تطبیق‌پذیری بیشتر با انواع غذاها و پخت سریع‌تر، در اکثر مناطق ایران پرمصرف‌تر است. اما در مناطق جنوبی و غربی که غذاهای آبدار و خورش‌های غلیظ رایج هستند، لوبیا کپسولی هم‌چنان جایگاه ویژه‌ای دارد. در سطح جهانی نیز لوبیا قرمز

فرآوری مناسب می‌تواند نقش مهمی در بالابردن ارزش افزوده این محصول و رونق بازار داخلی و صادراتی آن داشته باشد (Mhango, 2011).

شکل ظاهری لوبیا یکی از کلیدی‌ترین عوامل تعیین‌کننده در تجارت جهانی این محصول محسوب می‌شود. تفاوت‌ها نه تنها بر جذاب بودن محصول تأثیر می‌گذارند، بلکه بر کاربردهای آشپزی و ترجیحات مصرف‌کنندگان نیز مؤثر هستند. در بازارهای بین‌المللی، استانداردهای سخت‌گیرانه‌ای درباره ویژگی‌های ظاهری لوبیا وجود دارد که تأثیر مستقیمی بر جریان واردات و صادرات این کالای استراتژیک دارد. در بعد صادراتی، کشورهای واردکننده مانند ترکیه، عراق، کشورهای اروپایی و حوزه خلیج فارس لوبیاهایی با مشخصات ظاهری خاص را ترجیح می‌دهند که شامل ابعاد خاص، اندازه یکنواخت، رنگ جذاب و عاری بودن از هرگونه نقص ظاهری می‌شود. این الزام‌ها به حدی اهمیت دارد که در بسیاری از موارد حتی محصولاتی با کیفیت تغذیه‌ای عالی اما ظاهر نامطلوب، یا با قیمت بسیار پایین‌تر به فروش می‌رسند یا اساساً از چرخه تجارت جهانی حذف می‌شوند.

در زمینه واردات نیز همین استانداردهای ظاهری حاکم است. ایران یکی از تولیدکنندگان لوبیاست زمانی می‌تواند از واردات بی‌نیاز شود که محصولات داخلی کیفیت ظاهری مطلوبی داشته باشند. تجربه نشان داده است که در سال‌هایی که کیفیت ظاهری لوبیای تولید داخل کاهش یافته با افزایش واردات این محصول مواجه بوده‌ایم. این موضوع نه تنها به اقتصاد ملی آسیب می‌زند، بلکه موجب خروج ارز از کشور می‌شود. از سوی دیگر، رعایت استانداردهای ظاهری در تولید لوبیا می‌تواند ایران را به یکی از بازیگران اصلی بازار جهانی این محصول تبدیل کند زیرا موقعیت جغرافیایی کشور این مزیت را دارد که بتواند به بازارهای پرونق منطقه‌ای و بین‌المللی دسترسی داشته باشد.

آب استفاده شد. نتایج نشان داد که جذب آب منجر به تغییرات قابل توجهی در اندازه، وزن و شکل دانه‌ها می‌شود. از روش‌های آماری مانند تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) و خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی (AHC) برای دسته‌بندی ژنوتیپ‌ها با الگوهای مشابه استفاده شد. محققان می‌گویند این یافته‌ها می‌توانند در برنامه‌های اصلاح نباتات برای بهبود جذب آب و افزایش عملکرد محصول به کار روند (Khan *et al.* 2024).

با توجه به موارد یادشده، تعیین ابعاد و استاندارد برای طول، عرض، ابعاد، طرح، رنگ و شدت رنگ لوبیا از جمله عوامل کلیدی در بهبود کیفیت، یکنواختی محصول و رقابت پذیری در بازارهای داخلی و بین المللی است. در دستورالعمل استاندارد ملی لوبیا ایران متأسفانه به این موضوع مهم به صورت شفاف و عملی پرداخته نشده است (Anonymous, 1995). در حالی که وجود چنین معیارهایی می‌تواند در فرآیند تولید، بسته‌بندی و صادرات نقش تعیین کننده‌ای داشته باشد. بنابراین، مطالعه حاضر به ارزیابی و تجزیه و تحلیل تصویری لوبیا قرمز، با هدف بررسی ترجیحات مصرف لوبیا در ایران از لحاظ ظاهری (ابعاد و شکل بذر) می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق ۱۱۵ نمونه لوبیا قرمز شامل ۹۵ نمونه لوبیا متوسط و ۲۰ نمونه لوبیا قرمز متوسط جمع آوری از مناطق مختلف کشور موجود در کلکسیون لوبیا بخش تحقیقات بانک ژن گیاهی ملی ایران در سال ۱۴۰۳ در مزرعه پژوهشی بانک ژن گیاهی ملی ایران (موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر) به صورت طرح آگمنت در ۱۴ بلوک در اردیبهشت ماه کشت و ارزیابی شد. هر نمونه در یک خط دو متری با فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته ۱۰ سانتی‌متر روی پشته کشت شد. آبیاری با استفاده از نوارهای تیپ و براساس نیاز اجرا و علف هرز مزرعه به صورت دستی در چهار نوبت کنترل شد (جدول-۱). ابتدا از بذرها عکس برداری شد و با استفاده از نرم‌افزار imagez پردازش صورت

تیره در آمریکای لاتین و مکزیک بسیار محبوب است. از لحاظ شدت رنگ نیز لوبیا قرمزهای مختلف در بازار ایران وجود دارد که می‌توان به لوبیا قرمز پررنگ یا جگری (مانند ارقام افق و صبا) و لوبیا قرمز کم‌رنگ (مانند رقم اختر و محلی لرستان) اشاره کرد. انتخاب هر یک، کاملاً سلیقه‌ای و بسته به نظر مصرف کننده دارد.

مطالعات متعددی روی تجزیه و تحلیل تصویری بذر پرداخته شده است. پونثوماست و همکاران (۲۰۱۲) از تجزیه و تحلیل تصویری برای ارزیابی و تفکیک برنج چسبنده از برنج معمولی استفاده کردند و با دقت حدود ۹۷ درصد دانه‌ها به درستی شناسایی و تفکیک شدند (Punthumast *et al.* 2012). کاپادیا و همکاران (۲۰۱۷) تجزیه و تحلیل تصویری را به علت بی‌نیازی از هیچ‌گونه تیمار، پایین بودن هزینه جانبی، بالابودن سرعت تحلیل و شناسایی دقیق به‌عنوان روشی کارآمد در علوم بذر معرفی کردند (Kapadia *et al.* 2017).

تحلیل تصویر دیجیتال روشی نوین و غیرمخرب در ارزیابی ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی بذرها مورد توجه است. فاجی و همکاران در پژوهشی با عنوان «تحلیل تصویر دیجیتال برای سنجش تمایز ژنتیکی در بذرهای میوه پشن فروت» به بررسی ۹۸ خانواده خواهر-برادر پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که ویژگی‌های هندسی بذر، به‌ویژه پارامترهایی مانند نامنظمی سطح، تحدب سطح، نازک شدگی و دایره‌بودن بیشترین سهم را در سنجش تمایز ژنتیکی دارند. این روش سه گروه را شناسایی کرد که گروه سوم با برخورداری از بالاترین میانگین وزن خشک گیاهچه (۴/۱۴ گرم)، طول ریشه‌چه (۶/۳۰ سانتی‌متر) و میزان جوانه‌زنی (۹۰ درصد) به‌عنوان گروه برتر معرفی شد. این یافته‌ها اهمیت فنوتایپینگ دیجیتال را در برنامه‌های اصلاح نباتات برای انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب و بهبود کیفیت بذر برجسته می‌کند (Fachi *et al.* 2019).

در مطالعه‌ای دیگر از نرم‌افزار تحلیل تصویری دیجیتال برای بررسی تغییرات شکل دانه‌های گندم در فرآیند جذب

گرفت. طول، عرض، ضخامت، محیط، مساحت، نسبت طول به عرض، ضخامت بذر و وزن تک بذر (میانگین ۲۰ بذر) اندازه‌گیری شد. داده‌های فنوتیپی جمع آوری و تحلیل شدند. از نرم افزار SRPLOT برای تجزیه دندروگرام و نمودار استفاده شد.

چگالی فرم بذر (FFD¹) شاخصی است کمی برای توصیف رابطه بین وزن بذر و ابعاد آن (عمدتاً طول و عرض) (معادله ۱). این مفهوم در مطالعات مرتبط با اصلاح نباتات و کیفیت بذر، به ویژه در غلات مانند گندم، کاربرد دارد.

$$FFD = (\text{طول دانه} \times \text{عرض دانه}) / \text{وزن دانه} \quad (1)$$

واحد اندازه گیری بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب (g/cm³) بیان می‌شود.

ضریب استوانه‌ای^۲ به صورت زیر محاسبه شد (معادله ۲) (Kalantari et al., 2022).

$$\psi = [3(W+T)^2 / 8WT]^n \quad (2)$$

که در آن:

ضریب استوانه‌ای: ψ

عرض دانه (میلی‌متر): W

ضخامت دانه (میلی‌متر): T

n به شکل زیر به دست می‌آید:

$$n = W + T / 2L$$

طول دانه (میلی‌متر): L

ضریب کرویت^۳ به صورت زیر محاسبه شد (معادله ۳) (Kalantari et al., 2022).

$$\phi = L(L \cdot W \cdot T)^{(1/3)} / L \quad (3)$$

که در آن (۳)

ضریب کرویت (Sphericity): ϕ

طول دانه: L

عرض دانه: W

ضخامت دانه: T

شدت رنگ^۴ نیز با نرم‌افزار imagej و استفاده از شاخص Mean gray value محاسبه شده است.

جدول ۱- نمونه‌های لوبیا مورد ارزیابی در این مطالعه

Table 1. The evaluated bean accessions in this study

تعداد نمونه accession number	کشور و یا استان جمع آوری Collection province	تعداد نمونه accession number	کشور و یا استان جمع آوری Collection province
2	اصفهان Esfahan	43	فارس Fars
1	اردبیل Ardebil	9	آذربایجان غربی Azarbaijan gharbi
3	خراسان Khorasan	34	مرکزی Markazi
1	یزد Yazd	9	کردستان Kordestan
1	لرستان Lorestan	4	همدان Hamedan
3	شاهد control	4	نا مشخص Unknown
		5	کرمانشاه Kermanshah

3 . Sphericity factor
4 . color intensity

1 .Factor Form Density
2 . Cylindrical coefficient



شکل ۱- نمونه‌های لوبیا بانک ژن به ترتیب از راست به چپ- لوبیا قرمز کپسولی و لوبیا قرمز متوسط

Fig 1 - the gene bank kidney Bean accessions, from right to left – larg and medium kidney beans

نتایج و بحث

ضخامت بذر شاخصی است مهم در شکل سه بعدی بذر و می‌تواند بر کیفیت و عملکرد محصول تأثیر بگذارد. ضخامت بیشتر نشان‌دهنده بذرهای پر حجم‌تر است که در آن نسبت آندوسپرم به پوست بیشتری است. در لوبیا قرمز بیشترین و کمترین نسبت ضخامت بذر به ترتیب ۱۰/۹۸ و ۴/۰۴ میلی‌متر به دست آمد. متوسط ضخامت بذر ۵/۲ میلی‌متر به دست آمد که بیشترین فراوانی را داشت. در صفت وزن بذر، بذرهای سنگین معمولاً آندوسپرم بیشتری دارند و نسبت پوست به آندوسپرم در آنها پایین‌تر است. بذرهای سنگین‌تر اغلب سالم‌تر و پر حجم‌تر هستند، جوانه‌زنی بهتری دارند و ذخیره‌سازی مواد مغذی در آنها بیشتر است. در لوبیا قرمز بیشترین و کمترین نسبت وزن بذر به ترتیب ۰/۴۹ و ۰/۱۵ گرم به دست آمد. متوسط وزن بذر ۰/۲۵ گرم به دست آمد که بیشترین فراوانی را داشت. در صفت چگالی فرم بذر (FFD)، مقدار بالای این صفت نشان‌دهنده تراکم بیشتر دانه است، یعنی دانه سنگین‌تر نسبت به مساحت سطح آن است که به دلیل ضخامت بیشتر دانه (حجم داخلی بیشتر نسبت به سطح)، چگالی بالاتر مواد داخل دانه (مثلاً نشاسته یا پروتئین بیشتر) یا شکل دانه متراکم‌تر (مثلاً نزدیک به کروی یا بیضی کامل) باشد. مقدار پایین این صفت نشان‌دهنده تراکم کمتر دانه است، یعنی دانه سبک‌تر نسبت

در این تحقیق ۹۵ نمونه لوبیا قرمز متوسط ارزیابی شد. در نمونه‌های مورد بررسی بیشترین محیط بذر ۵۲/۹۸ و کمترین ۲۹/۴۱ میلی‌متر بوده است و متوسط محیط بیشترین فراوانی را داشته که در بازه ۳۷/۴۸ میلی‌متر به دست آمد. بیشترین مساحت بذر ۹۲/۰۶ و کمترین آن ۵۰/۵۵ میلی‌متر مربع بوده و متوسط مساحت بیشترین فراوانی را داشته که در بازه ۶۸/۴۷ میلی‌متر مربع قرار گرفت. بیشترین و کمترین طول بذر به ترتیب ۱۴/۸۸ و ۹/۹۵ میلی‌متر به دست آمد. متوسط طول بذر بیشترین فراوانی را داشته که در بازه ۱۱/۸۴ میلی‌متر به دست آمد. بیشترین و کمترین عرض بذر به ترتیب ۸/۶۲ و ۶/۶۵ میلی‌متر به دست آمد. متوسط عرض بذر بیشترین فراوانی را داشته که در بازه ۷/۵۸ میلی‌متر به دست آمد.

نسبت طول به عرض بذر اگر نزدیک به ۱ باشد، بذر به شکل دایره‌ای یا کروی است. اگر نسبت بزرگ‌تر از ۱ باشد، بذر کشیده یا بیضی‌شکل است. اگر نسبت کوچک‌تر از ۱ باشد، بذر پهن یا فشرده است. در لوبیا قرمز بیشترین و کمترین نسبت طول به عرض بذر به ترتیب ۱/۹۸ و ۱/۳۴ به دست آمد. متوسط نسبت طول به عرض بذر بیشترین فراوانی را داشته که در بازه ۱/۵۶ به دست آمد.

این موضوع در هنگام پخت لوبیا و درجه سختی آن اهمیت دارد (Kalantari et al., 2022).

شدت رنگ بین صفر تا ۲۵۵ متغیر است. در لوبیا قرمز بیشترین و کمترین شدت رنگ به ترتیب ۲۵۴/۹۸ و ۷۷/۰۲ به دست آمد. متوسط شدت رنگ ۱۴۲/۹۹ و بیشترین فراوانی در دو محدوده ۸۹/۵۹ و ۲۵۱ به دست آمد.

در تحقیقی روی کاربرد پردازش تصاویر دیجیتال در تخمین برخی خصوصیات مورفولوژیکی ارقام لوبیای استان مرکزی پردازش تصاویر دیجیتال به عنوان روشی قابل اعتماد و دقیق برای تخمین خصوصیات مورفولوژیکی ارقام لوبیا شناخته شد. در این مطالعه، با استخراج ۱۶ شاخص مورفولوژیکی از تصاویر دیجیتال دانه‌های لوبیا و مقایسه آنها با اندازه‌گیری‌های مستقیم فیزیکی، ضریب تبیین (R^2) بین ۰/۷۰۸ تا ۰/۹۵۵ به دست آمد که نشان‌دهنده همبستگی بسیار قوی بین داده‌های حاصل از دو روش است. این نتیجه تأیید می‌کند که پردازش تصویر می‌تواند با دقت بالا جایگزین روش‌های سنتی اندازه‌گیری شود و به عنوان ابزاری کارآمد در شناسایی و تشخیص ارقام لوبیا مورد به کار می‌رود. این روش علاوه بر کاهش خطای انسانی، سرعت و دقت فرآیند طبقه‌بندی و ارزیابی خصوصیات دانه‌ها را به طور چشمگیری افزایش می‌دهد (Tavakoli et al., 2016).

در این تحقیق ۲۰ نمونه لوبیا قرمز کپسولی ارزیابی شد. در نمونه‌های مورد بررسی بیشترین محیط بذر ۵۶/۵۰ و کمترین ۴۰/۴۴ میلی‌متر بود و متوسط محیط ۴۵/۷۲ میلی‌متر و بیشترین فراوانی ۴۴/۱ میلی‌متر به دست آمد. بیشترین مساحت بذر ۱۲۰/۰۵ و کمترین آن ۹۱/۳۶ میلی‌مترمربع بود و متوسط مساحت ۱۰۳/۹۰ و بیشترین فراوانی ۹۹/۲ میلی‌مترمربع داشت. بیشترین و کمترین طول بذر به ترتیب ۱۷/۳۷ و ۱۵/۱۹ میلی‌متر به دست آمد. متوسط طول بذر ۱۶/۰۵ و بیشترین فراوانی در بازه ۱۵/۸۵ میلی‌متر به دست آمد.

به مساحت سطح آن است، که به دلیل، نازک بودن دانه (حجم کم نسبت به سطح یا چروکیدگی یا ناهمواری سطح) افزایش سطح بدون افزایش وزن) یا به دلیل شکل کشیده یا نامنظم دانه (مثلاً دانه‌های باریک و بلند) باشد. در لوبیا قرمز بیشترین و کمترین چگالی فرم بذر به ترتیب ۰/۰۰۵۷ و ۰/۰۰۱۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب به دست آمد. متوسط چگالی فرم بذر ۰/۰۰۲۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب به دست آمد که بیشترین فراوانی را داشت.

ضریب کرویت نشان می‌دهد که شکل دانه تا چه حد به کره بودن نزدیک است. هر چه این عدد به ۱۰۰ درصد نزدیک‌تر باشد، شکل دانه کروی‌تر است. بیشترین و کمترین ضریب کرویت به ترتیب ۸۵/۶۹ و ۵۵/۵۱ به دست آمد. متوسط و بیشترین فراوانی ضریب کرویت ۶۶/۴۵ به دست آمد.

ضریب استوانه‌ای نشان می‌دهد که شکل دانه چقدر به یک استوانه نزدیک است. هر چه این عدد به ۱۰۰ درصد نزدیک‌تر باشد، شکل دانه استوانه‌ای‌تر است. بیشترین و کمترین ضریب استوانه‌ای به ترتیب ۸۲/۸۵ و ۶۸/۲۱ به دست آمد. متوسط و بیشترین ضریب استوانه‌ای ۷۸/۲۸ به دست آمد.

به طور کلی ذراتی با کرویت پایین و استوانه‌ای بودن بالا، نسبت سطح به حجم^۱ متفاوتی نسبت به ذرات کروی دارند. این نسبت مستقیماً بر سرعت انتقال حرارت تأثیر می‌گذارد. به طور کلی، هرچه این نسبت بیشتر باشد، سرعت گرم و سرد شدن ماده بیشتر است. در فرآیند خشک کردن، دانه استوانه‌ای ممکن است در جهت‌های مختلف سرعت خشک شدن متفاوتی داشته باشد که در مدل‌سازی باید لحاظ شود. در یک ذره کروی، توزیع حرارت می‌تواند متقارن باشد. در حالی که در ذره استوانه‌ای ممکن است گرما در راستای محور طولی سریع‌تر منتشر شود تا راستای عرضی.

¹ . Surface-to-Volume Ratio

جدول ۲- صفات محیط، مساحت، طول، عرض، نسبت طول به عرض، وزن، ضخامت و چگالی فرم بذرازیایی شده در نمونه‌های لوبیا قرمز

Table 2 - Characteristics of perimeter, area, length, width, length to width ratio, weight, thickness and seed factor form density evaluated in kidney bean accessions.

واحد (unit) Trait	محیط بذر (mm) Perimeter	مساحت بذر (mm ²) Area	طول بذر (mm) Length	عرض بذر (mm) Width	نسبت طول به عرض (Length-to-width-ratio)	ضخامت بذر (mm) Seed thickness	وزن (گرم) (gr) Weight	چگالی فرم بذر (گرم بر سانتی متر مکعب) Sphericity factor %	ضریب استوانه‌ای (Cylindrical coefficient %)	شدت رنگ (color intensity)	
لوبیا قرمز kidney beans	متوسط 37.4	68.47	11.84	7.58	1.56	5.51	0.25	0.0028	66.45	78.28	142.99
medium	8										
بیشترین maxium	52.9	92.06	14.88	8.62	1.98	10.98	0.49	0.0057	85.69	82.85	254.98
5											
کمترین minimu	29.4	50.55	9.95	6.65	1.34	4.04	0.15	0.0017	55.51	68.21	77.02
1											
m											

بیشترین و کمترین عرض بذر در لوبیا کپسولی به ترتیب ۱۷۰/۷۱ و بیشترین فراوانی در دو محدوده ۲۵۳/۲۰ و ۸۳/۱۶ به دست آمد.

بیشترین و کمترین ضریب کرویت به ترتیب ۶۸/۶۲ و ۵۲/۶۳ به دست آمد. متوسط ضریب کرویت ۵۶/۲۵ و بیشترین فراوانی ضریب کرویت ۵۴/۵ به دست آمد.

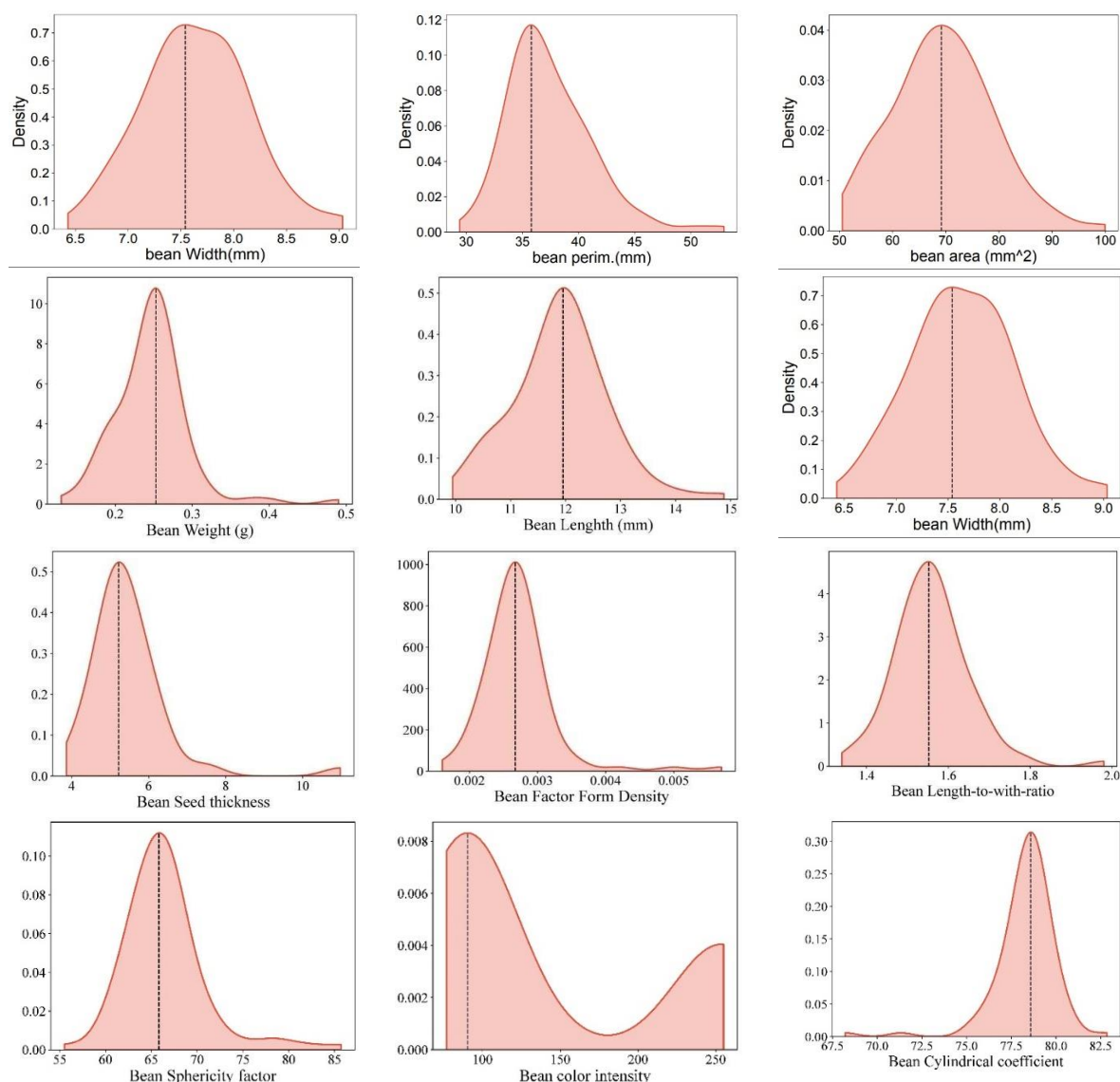
در خصوص ضریب استوانه‌ای، بیشترین و کمترین به ترتیب ۸۳/۵۳ و ۷۸/۶۷ به دست آمد. متوسط ضریب استوانه‌ای ۸۲/۰۴ و بیشترین ضریب استوانه‌ای ۸۲/۵ به دست آمد.

در تحقیقی برآورد پارامترهای هندسی حبوبات خشک با استفاده از تکنیک پردازش تصویر بررسی شد، در این تحقیق میزان کرویت برای نخود سبز ۰/۸۹، نخود ۰/۸۴، لوبیا قرمز ۰/۵۵، لوبیا سفید ۰/۶۹ و لوبیا چیتی ۰/۶۴ به دست آمد. این نتایج نشان می‌دهد نخود سبز و لوبیا سفید بیشترین شباهت را به کره و دایره دارند، در حالی که لوبیا قرمز کمترین میزان کرویت را در بین نمونه‌های مورد مطالعه دارا بود (Kumar *et al.*, 2013).

بیشترین و کمترین عرض بذر در لوبیا کپسولی به ترتیب ۸/۲۵ و ۹/۰۳ میلی‌متر به دست آمد. متوسط عرض بذر ۸/۱۵ میلی‌متر به دست آمد. در لوبیا قرمز کپسولی بیشترین و کمترین نسبت طول به عرض بذر به ترتیب ۲/۱۲ و ۱/۷۸ به دست آمد. متوسط نسبت طول به عرض بذر بیشترین فراوانی را داشته که در بازه ۱/۹۵ به دست آمد.

در لوبیا قرمز کپسولی بیشترین و کمترین ضخامت بذر به ترتیب ۱۰/۴۸ و ۴/۷۴ میلی‌متر به دست آمد. متوسط ضخامت بذر ۵/۶۷ میلی‌متر و بیشترین فراوانی ۵/۲ میلی‌متر به دست آمد. بیشترین و کمترین وزن بذر در لوبیا قرمز کپسولی به ترتیب ۰/۴۹ و ۰/۲۲ گرم به دست آمد. متوسط وزن بذر ۰/۳۷ گرم و بیشترین فراوانی ۰/۳۴ گرم به دست آمد. بیشترین و کمترین چگالی فرم بذر به ترتیب ۰/۰۳۷ و ۰/۰۱۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب به دست آمد. متوسط چگالی فرم بذر ۰/۰۲۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب به دست آمد که بیشترین فراوانی را داشت.

در لوبیا قرمز کپسولی بیشترین و کمترین شدت رنگ به ترتیب ۲۵۴/۹۷ و ۸۳/۱۶ به دست آمد. متوسط شدت رنگ



شکل ۲- به ترتیب نمودار فراوانی محیط، مساحت، طول، عرض، نسبت طول به عرض، وزن، ضخامت، چگالی فرم بذر، شدت رنگ، ضریب استوانه‌ای و ضریب کرویت در لوبیا قرمز.

Figure 2 - Frequency diagram of perimeter, area, length, width, length to width ratio, weight, thickness, seed factor form density, color intensity, Sphericity factor % and Cylindrical coefficient % evaluated respectively in kidney bean accessions.

در این تحقیق ۲۰ نمونه لوبیا قرمز کپسولی ارزیابی شد. در نمونه‌های مورد بررسی بیشترین محیط بذر ۵۶/۵۰ و کمترین ۴۰/۴۴ میلی‌متر بود و متوسط محیط ۴۵/۷۲ میلی‌متر و بیشترین فراوانی ۴۴/۱ میلی‌متر به دست آمد. بیشترین مساحت بذر ۱۲۰/۰۵ و کمترین آن ۹۱/۳۶ میلی‌مترمربع بود و متوسط مساحت ۱۰۳/۹۰ و بیشترین فراوانی ۹۹/۲ میلی‌مترمربع داشت. بیشترین و کمترین طول بذر به ترتیب ۱۷/۳۷ و ۱۵/۱۹ میلی‌متر به دست آمد. متوسط طول بذر ۱۶/۰۵ و بیشترین فراوانی در بازه ۱۵/۸۵ میلی‌متر به دست آمد. بیشترین و کمترین عرض بذر در لوبیا کپسولی به ترتیب ۹/۰۳ و ۷/۴۷ میلی‌متر به دست آمد. متوسط عرض بذر ۸/۲۵ و بیشترین فراوانی در بازه ۸/۱۵ میلی‌متر به دست آمد. در لوبیا قرمز کپسولی بیشترین و کمترین نسبت طول به عرض

بذر به ترتیب ۲/۱۲ و ۱/۷۸ به دست آمد. متوسط نسبت طول به عرض بذر بیشترین فراوانی را داشته که در بازه ۱/۹۵ به دست آمد.

در لوبیا قرمز کپسولی بیشترین و کمترین ضخامت بذر به ترتیب ۱۰/۴۸ و ۴/۷۴ میلی‌متر به دست آمد. متوسط ضخامت بذر ۵/۶۷ میلی‌متر و بیشترین فراوانی ۵/۲ میلی‌متر به دست آمد. بیشترین و کمترین وزن بذر در لوبیا قرمز کپسولی به ترتیب ۰/۴۹ و ۰/۲۲ گرم به دست آمد. وزن بذر ۰/۳۷ گرم و بیشترین فراوانی ۰/۳۴ گرم به دست آمد. بیشترین و کمترین چگالی فرم بذر به ترتیب ۰/۰۳۷ و ۰/۰۱۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب به دست آمد. متوسط چگالی فرم بذر ۰/۰۲۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب به دست آمد که بیشترین فراوانی را داشت.

در لوبیا قرمز کپسولی بیشترین و کمترین شدت رنگ به ترتیب ۲۵۴/۹۷ و ۸۳/۱۶ به دست آمد. متوسط شدت رنگ ۱۷۰/۷۱ و بیشترین فراوانی در دو محدوده ۲۵۳/۲۰ و ۸۳/۱۶ به دست آمد.

جدول ۳- صفات محیط، مساحت، طول، عرض، نسبت طول به عرض، وزن، ضخامت و چگالی فرم بذرازیابی شده در نمونه‌های لوبیا قرمز کپسولی

Table 3 - Characteristics of perimeter, area, length, width, length to width ratio, weight, thickness and seed factor form density evaluated in larg kidney bean accessions.

Trait(واحد)	محیط بذر Perimeter(mm)	مساحت بذر Area(mm ²)	طول بذر Length (mm)	عرض بذر Width(mm)	نسبت طول به عرض Length-to-width-ratio	ضخامت بذر Seed thickness	وزن (گرم) Weight (gr)	چگالی فرم بذر (گرم بر سانتی متر مکعب) Seed factor form density	ضریب کرویت Sphericity factor %	ضریب استوانه ای Cylindrical coefficient %	شدت رنگ color intensity
متوسط medium	45.72	103.90	16.05	8.25	1.95	5.667	0.37	0.0028	56.25	82.04	170.71
بیشترین maxium	56.50	120.05	17.37	9.03	2.12	10.48	0.49	0.0037	68.62	83.53	254.97
کمترین minimu m	40.44	91.36	15.19	7.47	1.78	4.74	0.22	0.0016	52.63	78.67	83.16

محیط و مساحت بذر به ترتیب بیانگر اندازه کلی و مساحت بذر هستند. با افزایش طول و عرض در لوبیای کپسولی، میانگین محیط بذر از ۳۷/۴۸ میلی‌متر در نوع متوسط به ۴۵/۷۲ میلی‌متر در نوع کپسولی و میانگین مساحت بذر از ۶۸/۴۷ میلی‌مترمربع در نوع متوسط به ۱۰۳/۹۰ میلی‌مترمربع در نوع کپسولی افزایش می‌یابد. این افزایش قابل توجه (۲۲~ درصد برای محیط و ۵۲~ درصد برای مساحت) به وضوح نشان می‌دهد که لوبیای کپسولی نه تنها کشیده‌تر، بلکه از نظر اندازه کلی و سطح، بزرگ‌تر از نوع متوسط است. این ویژگی می‌تواند بر ظاهر پرت محصول در بسته‌بندی و همچنین بر سرعت نفوذ آب هنگام خیساندن و پخت تأثیر بگذارد (جدول ۴).

لوبیای قرمز متوسط دارای کرویت بالاتر است، یعنی شکل آن به کره نزدیک‌تر است. لوبیای کپسولی کشیده‌تر و باریک‌تر است و بنابراین کرویت کمتری دارد. لوبیای متوسط، نسبت به لوبیا کپسولی، حدود ۱۵ درصد کرویت بیشتری دارد. ضریب استوانه‌ای، شکل بذر را نسبت به استوانه می‌سنجد. افزایش این ضریب در لوبیای کپسولی، نشان‌دهنده شکل کشیده و استوانه‌ای‌تر این نوع لوبیاست که با نام "قلمی یا کپسولی" (کشیده) بودن آن مطابقت دارد. لوبیای کپسولی حدود ۵ درصد ضریب استوانه‌ای بیشتری از لوبیا متوسط دارد. لوبیای کپسولی رنگ قرمز تیره‌تر و شدیدتری (حدود ۱۹ درصد) دارد که نشان‌دهنده غلظت بیشتر رنگدانه‌های قرمز (آنتوسیانین) در آن است.

در بررسی با عنوان «شناسایی ارقام مختلف دانه لوبیا با استفاده از پردازش تصویر و الگوریتم‌های آماری برای طبقه‌بندی ارقام لوبیا (قرمز، سفید و چیتی) استفاده شد. در این پژوهش، با استخراج ۳۴ شاخص مورفولوژیکی از تصاویر دیجیتال به دست آمد و نتایج نشان داد که دقت طبقه‌بندی برای ارقام لوبیا قرمز، سفید، چیتی به ترتیب ۸۹ درصد، ۸۱ درصد و ۷۲ درصد گزارش شد. نتایج تحقیق نشان داد این روش ابزاری قدرتمند و دقیق برای شناسایی خودکار ارقام لوبیاست (Tavakoli & Mohammadi Gol, 2016).

این اختلاف حدود ۴/۲۱ میلی‌متر، اصلی‌ترین شاخص تمایز ظاهری بین این دو نوع به شمار می‌رود.

لوبیای کپسولی در عرض (۸/۲۵ میلی‌متر در مقابل ۷/۵۸ میلی‌متر در لوبیا قرمز متوسط) و ضخامت (۵/۶۷ میلی‌متر در مقابل ۵/۵۱ میلی‌متر در لوبیا قرمز متوسط) نیز مقادیر بالاتری را نشان می‌دهد، اما اختلاف در این صفات در مقایسه با اختلاف طول، کمتر است. این امر بر شکل کشیده و باریک (کپسولی) لوبیای این گروه تأکید دارد.

نسبت طول به عرض که شکل بذر را به خوبی توصیف می‌کند، برای لوبیای کپسولی به طور میانگین ۱/۹۵ و برای لوبیای متوسط ۱/۵۶ به دست آمد. مقدار نزدیک به ۲ برای لوبیای کپسولی، شکل بیضی بسیار کشیده آن را تأیید می‌کند، در حالی که مقدار پایین‌تر برای لوبیای متوسط نشان‌دهنده شکلی کروی‌تر یا بیضی کوتاه است. این تفاوت شکل، مستقیماً بر انتخاب مصرف‌کننده برای غذاهای مختلف تأثیر می‌گذارد.

لوبیای قرمز کپسولی با میانگین وزن ۰/۳۷ گرم، سنگین‌تر از لوبیای متوسط با میانگین وزن ۰/۲۵ گرم است. این افزایش وزن منطبق با افزایش کلی در ابعاد (به‌ویژه طول) لوبیای کپسولی است.

میانگین چگالی فرم بذر (FFD) با توجه به وجود تفاوت در ابعاد و وزن برای هر دو نوع یکسان و برابر ۰/۰۲۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب محاسبه شد. این شاخص که رابطه بین وزن و سطح بذر را نشان می‌دهد، حاکی از آن است که اگرچه لوبیای کپسولی بزرگ‌تر و سنگین‌تر است، اما نسبت وزن به سطح آن مشابه لوبیای متوسط است. این یافته می‌تواند نشان‌دهنده یکنواختی نسبی در تراکم بافت داخلی (مانند نسبت آندوسپرم به پوسته) در هر دو نوع لوبیا باشد. با این حال، دامنه تغییرات FFD در لوبیای کپسولی (۰/۰۰۱۶ تا ۰/۰۰۳۷) گسترده‌تر از دامنه تغییرات FFD در لوبیای متوسط (۰/۰۰۱۷ تا ۰/۰۰۵۷) بود که نشان‌دهنده تنوع بیشتر در تراکم میان نمونه‌های لوبیای کپسولی است.

جدول ۴- مقایسه صفات لوبیای قرمز متوسط و کپسولی (همراه با درصد تغییرات)

Table 4 - Comparison of traits of larg and medium kidney beans (with percentage changes)

درصد تغییرات (تقریبی) change Percentage (approximate)	لوبیای قرمز کپسولی (گستره مطلوب) larg kidney beans (desirable amount)	لوبیای قرمز متوسط (گستره مطلوب) Medium kidney beans (desirable amount)	صفت / واحد treat / unit
35% -40% increase	15.85 - 16.5	12.0 - 12.5	طول بذر میلی‌متر (mm) Length (mm)
10% - 12% - increase	8.15 - 8.5	7.58 - 7.9	عرض بذر میلی‌متر (mm) Width (mm)
4% -5% increase	5.2 - 6.0	5.2 - 5.8	ضخامت بذر میلی‌متر (mm) Seed thickness
22% - 25% increase	45.72 - 47.5	37.48 - 39.0	محیط بذر میلی‌متر (mm) Perimeter (mm)
50% - 55% increase	103.9 - 109.0	68.47 - 72.0	مساحت بذر میلی‌متر مربع (mm ²) Area (mm ²)
25% - 30% increase	1.95 - 2.00	1.56 - 1.65	نسبت طول به عرض (بدون واحد) Length-to-with-ratio
50% - 55% increase	0.34 - 0.42	0.25 - 0.30	وزن تک بذر گرم (gr) Weight (gr)
~0% the same	0.0028 - 0.0032	0.0028 - 0.0032	چگالی فرم بذر (FFD) گرم بر سانتی‌متر مربع (g/cm ²) Factor Form Density (g/cm ²)
~15% decrease	56.25-58.8	66.45 – 68.0	ضریب کرویت Sphericity factor %
~5% increase	82.04-83.0	78.28 – 80.0	ضریب استوانه‌ای Cylindrical coefficient %
~19% increase	170.71-175.0	142.99 – 150.0	رنگ قرمز color intensity

راهبردهایی مانند تعیین درجه‌بندی مختلف برای لوبیا قرمز از نظر ابعاد، شکل و شدت رنگ و ایجاد استاندارد معیار، ایجاد و ثبت برندهای محلی و منطقه‌ای برای لوبیای قرمز با کیفیت ظاهری بالا (همچون لوبیا چیتی خمین)، پرداختن به تحقیقات بازار محلی برای درک سلیقه متنوع مصرف‌کنندگان و استفاده از فناوری‌های نوین مانند تصویربرداری دیجیتال برای کنترل کیفیت ظاهری، ارزش افزوده بیشتری را برای محصول خود ایجاد کنند. رعایت این نکات به کشاورزان و بازرگانان امکان می‌دهد سهم بهتری در بازارهای داخلی و خارجی داشته باشند. در این راستا، به‌کارگیری روش تحلیل تصاویر دیجیتال برای تعیین عینی و سریع استانداردها و گنجاندن این استانداردها در

نکته مهم این است که براساس آمار اخذ شده از موسسه ثبت و گواهی بذر تنها حدود ۲۰ درصد از بذرهای لوبیا در ایران از بذرهای گواهی‌شده هستند. کشت لوبیا در ایران عمدتاً به صورت توده صورت می‌گیرد که حاوی مخلوطی از ژنوتیپ‌های متفاوت بذر هستند. بنابراین محصول نهایی نیز شامل جمعیت‌های مختلفی از بذرها خواهد بود. عرضه این محصولات مخلوط و ناهمگون به بازار، بدون جداسازی بر اساس وارسته، نه تنها موجب کاهش شدید ارزش بازار آنها می‌شود، بلکه فرصت‌های ارزشمندی را برای ایجاد تمایز و خلق ارزش افزوده از دسترس بهره‌برداران خارج می‌کند. بر این اساس و به منظور خروج از این چالش و تبدیل آن به یک فرصت اقتصادی، به بهره‌برداران توصیه می‌شود با اتخاذ

دستورالعمل‌های رسمی، کلید موفقیت برای بالابردن کیفیت
 لوبیاهای ایرانی و افزایش رضایت مصرف‌کنندگان خواهد بود. نویسندگان در خصوص انتشار مقاله مربوطه به طور کامل از
 تعارض منافع
 اخلاق نشر، از جمله سرقت ادبی، سوء رفتار، جعل داده‌ها و
 سپاسگزاری
 این مقاله مستخرج از گزارش علمی/ فنی تحلیلی با شماره
 یا ارسال و انتشار دوباره پرهیز نموده‌اند و در این راستا منافع
 فروست ۶۸۱۰۴ است و نویسندگان وظیفه خود می‌دانند
 تجاری وجود ندارد.
 سپاسگزاری از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر را
 بابت حمایت‌های به عمل آمده اعلام دارند.

منابع

- Ahmadi, M. (2023). Final report on the identification, revival and evaluation of green bean germplasm in the National Plant Gene Bank of Iran . Institute for Research on Breeding and Production of Seed and Seedling. (pages: 24) (In Persian).
- Anonymous. (1995). Iranian National Standard No. 38: Beans- Characteristics and test methods .Institute of Standards and Industrial Research of Iran Publications. Pp: 12. (In Persian).
- Bennetau-Pelissero, C. (2019). Plant proteins from legumes In: Bioactive Molecules in Food. Reference Series in Phytochemistry. Springer. Pp: 223-265.
- Beyzaei, E., & Dari, H. R. (2011). Guidelines for planting, maintenance and harvesting of pinto bean. Agricultural Research, Education and Extension Organization. Pp: 46. (In Persian).
- Dori, H.R., Qanberi, A.A., Lak, M.R. and Bani Jamali, M. (2009). Guide bean (plantation, cultivation, harvesting). Agricultural extension, education and research organization, deputy of education and extension, Pp: 1-112. (In Persian).
- Fachi, L. R., Krause, W., Vieira, H. D., de Araújo, D. V., da Luz, P. B., & Viana, A. P. (2019). Digital image analysis to quantify genetic divergence in passion fruit seeds. *Genetics and Molecular Research*, 18(2), 1-144 <https://doi.org/10.4238/gmr16039955>.
- FAO.(2023). <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Garden-Robinson, J. and McNeal, K. (2024), All About Beans Nutrition, Health Benefits, Preparation and Use in Menus, North Dakota State University Fargo, North Dakota.Pp:16
- Kalantari, D., Jafari, H., Kaveh, M., Szymanek, M., Asghari, A., Marczuk, A., & Khalife, E. (2022). Development of a machine vision system for the determination of some of the physical properties of very irregular small biomaterials. *International Agrophysics*, 36(1), 27-35. doi:10.31545/intagr/145920.
- Kapadia, V. N., Sasidharan, N., & Patil, K. (2017). Seed Image Analysis and Its Application in Seed Science Research. *Advances in Biotechnology & Microbiology*, 7(2), 29-40. <https://doi.org/10.19080/AIBM.2017.07.555709>.
- Khan, T., Jamil, M., Ali, A., Rasheed, S., Irshad, A., Magsood, M. F., Zulfiqar, U., Chaudhary, T., Ali, M. A., & Elshikh, M. S. (2024). Exploring water-absorbing capacity: A digital image analysis of seeds from 120 wheat varieties. *Scientific Reports*, 14(1), 57-67. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-57193-w>.
- Kumar, M., Bora, G., & Lin, D. (2013). Image processing technique to estimate geometric parameters and volume of selected dry beans. *Food Measure*, 7(2), 81-89.
- Lisciani, S., Marconi, S., Le Donne, C., Camilli, E., Aguzzi, A., Gabrielli, P., Gambelli, L., Kunert, K., Marais, D., Vorster, B.J., Alvarado-Ramos, K., Reboul, E., Cominelli, E., Preite, C., Sparvoli, F., Losa, A., Sala, T., Botha, A-M. and Ferrari, M. (2024) Legumes and common beans in sustainable diets: nutritional quality, environmental benefits, spread and use in food preparations. *Front. Nutr.* 11:1385232. doi: 10.3389/fnut.2024.1385232.

- Majnoun Hosseini, N. (2015). Agriculture and production of cereals (new edition of cereals in Iran). Tehran University Jihad Publishing Organization. 283p.
- Maphosa, Y and Jideani, V. A. (2017). The Role of Legumes in Human Nutrition, From The Edited Volume, Functional Food - Improve Health through Adequate Food, DOI: 10.5772/intechopen.69127.
- Mhango, W. (2011). Nitrogen budgets in legume based cropping systems in northern Malawi. Dissertation Abstracts International,. 72 (03), 65-73
- Mokle, S. R., Waghmare, H. K., & Patil, S. (2020). Seed Quality Analysis Using Image Processing. IJSART - International Journal of Science and Advanced Research in Technology, 6(1), 229–237. Retrieved from www.ijstart.com.
- Perez de la Vega, M., Santalla, M. and Marsolais, F. (2017). The common bean genome. Springer International Publishing. 304p.
- Punthumast, P., Auttawaitkul, Y., Chiracharit, W., and Chammongthai, K. (2012). "Non-destructive Identification of Unmilled Rice Using Digital Image Analysis," in Proceedings of IEEE Conference, Pp. 1–4.
- Sawarkar, M., & Rode, S. V. (2017). Digital Image Processing Applied to Seed Purity Test. International Journal of Innovative Research in Electrical, Electronics, Instrumentation and Control Engineering, 5(5), 256–260. <https://doi.org/10.17148/JUREEICE.2017.5539>.
- Tavakoli, H., & Mohammadi Gol, R. (2016). Application of Digital Image Processing in Estimating Some Morphological Characteristics of Common Bean Varieties in Markazi Province. The 6th National Iranian Pulses Congress. Pp5. [In Persian]
- Tavakoli, H., & Mohammadi Gol, R. (2016). Identification of Different Bean Seed Varieties Using Image Processing and Random Forest Algorithm. *Proceedings of the 6th National Iranian Pulses Congress*. Pp:5. [In Persian]
- Koklu, M., & Ozkan, I. A. (2020). Multiclass classification of dry beans using computer vision and machine learning techniques. Computers and Electronics in Agriculture, 174, 32-45. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105507>

Original Research

Visual evaluation of kidney bean accessions from the National Plant Gene Bank of Iran

Mehrzad Ahmadi*, Ali Akbar Ghanbari, Zeinab Sharafi

*Corresponding Author: Assistant prof. Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

Email: ahmadimehrzad@ymail.com

Received: 28 September 2025 Accepted: 28 April 2026

[http://doi: 10.22092/fooder.2026.370846.1432](http://doi.org/10.22092/fooder.2026.370846.1432)

Extended Abstract

Abstract

This study investigated 115 kidney bean accessions, comprising 95 medium-seed and 20 long-seed types, obtained from the collection of the National Plant Gene Bank of Iran. ImageJ software was used for image processing and to measure traits including length, width, thickness, perimeter, area, the length-to-width ratio, single seed weight, and Seed factor form density (FFD).

The results showed that the average length, width, and thickness of the medium red kidney beans were 11.84, 7.58, and 5.51 millimeters, respectively. For the long-shaped red kidney beans, the average values were 16.05, 8.25, and 5.67 millimeters, respectively. Furthermore, the Seed factor form density (FFD) values for both the medium and long-shaped beans were 0.0028 grams per square centimeter. The average color intensity for kidney beans was 142.99, and for large kidney beans, it was 170.71 (on a scale of 0 to 255). The average cylindrical coefficient for kidney beans was calculated as 78.28%, and for large kidney beans it was 82.04%. The average sphericity factor was 66.45% for kidney beans and 56.25% for large kidney beans.

This study reveals significant diversity in the appearance characteristics of Iranian red kidney beans and emphasizes the necessity of developing national standards for grading beans based on dimensions, shape, and other morphological characteristics. The use of image processing methods can serve as a fast, accurate, and non-destructive tool for seed quality assessment and for enhancing bean marketability standards.

Keywords: Image evaluation, Gene bank, Image processing, Seed form density, Red bean

