Archive of SID

مجله مهندسی بیوسیستم ایران (۴۰) ۱، ۱۳۸۸ (۷۰-۶۳)

بررسی خواص فیزیکی و مورفولوژیکی چهار ژنوتیپ گردو

عزیز ابراهیمی[۱]، محمد شریفی[۲]، شاهین رفیعی[*۳] و محمدرضا فتاحی مقدم[۴]

۱، ۴، فارغ التحصیل کارشناسی ارشد و استادیار دانشکده گیاه‌پزشکی و علوم باغبانی
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران ۲، ۳، دانشجوی دکتری و دانشیار
دانشکده مهندسی بیوسیستم پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۸۶/۵/۲۷- تاریخ تصویب: ۸۷/۸/۱۵)

چکیده

مشخصه‌های فیزیکی محصولات کشاورزی از مهمترین پارامترها در طراحی سیستم‌های درجه‌بندی، انتقال، فرآوری و بسته‌بندی می‌باشند. در بین مشخصه‌های فیزیکی محصولات کشاورزی، ابعاد، جرم، حجم، سطح تصویر و سطح رویه از اهمیت بالایی در سیستم‌های اندازه‌بندی برخوردار هستند. در این تحقیق ابتدا خصوصیات مورفولوژیکی ژنوتیپ‌های گردو موجود در شهرستان تبریز اندازه‌گیری شد. سپس ژنوتیپ‌هایی که از لحاظ درصد مغز، میوه‌دهی جانبی و عملکرد در حد بالا بودند، انتخاب شده (ژنوتیپ‌های ۵۳۶، ۵۶۴، ۵۷۰ و ۵۷۲) و علاوه بر خصوصیات مورفولوژی، خصوصیات فیزیکی نیز در آنها اندازه‌گیری شد. سیستم‌های درجه‌بندی گوناگون، اندازه‌گیری میوه‌ها را براساس پارامترهای خاص بیان می‌کند. در بین صفات مورفولوژی اندازه‌گیری شده، ژنوتیپ ۵۷۰ با وزن تک دانه ۱۲/۴۶ گرم و وزن مغز ۸/۲۵ گرم و با ۶۶/۲۱ درصد مغز و حداقل طول و قطر دانه ۳۴ میلی‌متر از سایر ژنوتیپ‌ها متمایز شد. همبستگی‌های ساده نشان داد که بین شکل دانه با قطر دانه، طول دانه و طول مغز ارتباط و همبستگی معنی‌دار و منفی وجود دارد و همچنین بین شکل دانه با بافت پوست و رنگ پوست ارتباط و همبستگی معنی‌دار و مثبت و طول دانه با صفاتی از قبیل بافت پوست، سختی پوست ارتباط و همبستگی معنی‌دار و منفی وجود دارد. در مورد خواص فیزیکی اندازه‌گیری شده، بزرگ‌ترین قطر مربوط به ژنوتیپ ۵۷۰ با ۴۴ میلی‌متر که اختلاف معنی‌داری با سایر ژنوتیپ‌ها دارد. مدل‌های پیش‌بینی جرم گردو نشان دادند که بین مدل‌های خطی براساس قطر کوچک‌تر، قطر متوسط و قطر بزرگتر بیشترین همبستگی وجود دارد. در بین سیستم‌هایی که درجه‌بندی گردوها را بر پایه ابعاد (دسته ۱) انجام می‌دهند، مدل قطر کوچک با رابطه خطی مناسب‌ترین مدل است.

واژه‌های کلیدی: گردو، خواص فیزیکی، خواص مورفولوژیکی، مدلینگ جرم.

مقدمه

گردو درختی مهم با استفاده چند منظوره می‌باشد. در باغبانی به‌خاطر میوه، در جنگل‌کاری به جهت داشتن چوبی با ارزش و در داروسازی به‌عنوان یک گیاه دارویی و همچنین در احداث پارک‌ها می‌تواند به عنوان یک گیاه زینتی مورد استفاده قرار گیرد. در فلات ایران نیز گردو بین ۲۵ تا ۴۵ درجه عرض جغرافیایی به‌خوبی رشد می‌کند با این وجود بهترین بازدهی آن در دامنه‌های البرز، خراسان، آذربایجان و دامنه‌های زاگرس به دست می‌آید (Anon., 1994). بیشتر درختان گردوی ایران از طریق بذر تکثیر شده‌اند که به علت ماهیت هتروزیگوتی گردو تنوع بسیار گسترده‌ای در بین ژنوتیپ‌های آن حاصل شده است و در خصوصیات مهم باغبانی آن مانند یکنواختی در اندازه دانه، الگوی رشد، اندازه میوه، ضخامت پوست سخت میوه، کیفیت و رنگ مغز، میزان روغن مغز، عملکرد و به ویژه کیفیت میوه تنوع زیادی ایجاد شده است. این امر باعث افت کیفیت محصول در بازار شده است و از طرفی دیگر به دلیل طولانی شدن طول دوره نونهالی، فنولوژی متفاوت درختان و همچنین عدم امکان برداشت ماشینی باعث ایجاد مشکلاتی در احداث باغ‌های مدرن، مدیریت تولید و عرضه محصول گردو شده است. بنابراین بهترین راه برای غلبه بر این مشکلات، گزینش ژنوتیپ‌های برتر برای تهیه پیوندک و معرفی و اصلاح ارقام جدید به منظور گسترش باغ‌های جدید و یکنواخت می‌باشد. یکی از راه‌های ارزشمند برای رسیدن به محصول یکنواخت و صادراتی، در مرحله اول شناسایی ژنوتیپ‌های برتر و بررسی خواص فیزیکی آنها و فراهم‌کردن امکان درجه‌بندی گردو از نظر اندازه و جرم میوه و سایر خصوصیات فیزیکی آنها می‌باشد. با توجه به اهمیت اقتصادی گردو و از طرف دیگر لزوم فرآیند اندازه‌بندی و

* نویسنده مسئول تلفن: ۰۹۱۲-۳۶۶۲۶۳۱
E-mail: shahinrafiee@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

درجه‌بندی آن به منظور کسب جایگاه مناسب در بازارهای داخلی و خارجی و کاهش ضایعات محصول انجام پژوهش در زمینهٔ انتخاب یا طراحی مناسب‌ترین ماشین جهت اندازه‌بندی میوه ضروری به نظر می‌رسد.

شکل، اندازه، حجم، سطح رویه، چگالی، تخلخل، رنگ و ظاهر از جمله مشخصه‌های فیزیکی هستند که در بسیاری از مسائل مربوط به طراحی ماشین‌های فراوری یا تحلیل رفتار میوه در جریان انتقال دارای اهمیت می باشند (Mohsenin, 1986).

خواص فیزیکی محصولات کشاورزی و مواد غذایی دارای تنوع زیادی است، مثلاً نخود فرنگی تقریباً کروی، پسته، پرتقال و گریپ فروت تقریباً بیضوی، گندم و جو کشیده و باریک هستند. شکل و ابعاد فیزیکی محصولات کشاورزی در جدا کردن مواد خارجی از آنها و هم‌چنین درجه‌بندی و اندازه‌بندی میوه‌ها و سبزی‌ها به‌کار می‌رود. شکل میوه‌ها و سبزی‌ها در نحوه قرارگیری (ایستایی) قبل از ورود به ماشین‌های پوست‌گیری یا هسته‌گیری و بسته‌بندی آن‌ها اهمیت دارد. ایستایی میوه در ماشین‌هایی که از طریق تصویربرداری اندازه محصول را ارزیابی می‌کنند نیز مهم می‌باشد (Stroshine & Hamann, 1994).

اندازه‌گیری حجم و سطح محصول در مدلسازی انتقال جرم و حرارت در جریان خشک‌کردن و یا منجمد کردن آن‌ها کاربرد دارد. در طراحی سرعت پنکه (بادبزن) کمباین و یا اندازه الک‌های آن، داشتن شکل، متوسط اندازه، ابعاد و وزن مخصوص محصول ضروری می‌باشد.

Razavi et al. (۲۰۰۷) خصوصیات ابعادی پنج رقم پسته (اکبری، بادامی، کله‌قوچی، ممتاز و اوحدی) در محدوده رطوبت ۳ تا ۵ درصد را اندازه گرفتند و به این نتیجه رسیدند که طول، عرض، ارتفاع، کرویت، سطح رویه، میانگین حسابی و هندسی، با کاهش رطوبت کاهش می‌یابد. این نتیجه توسط کاشانی‌نژاد و همکاران برای پسته رقم اوحدی تایید شده است.

Aydin (۲۰۰۳) برخی از خصوصیات بادام که تابعی از رطوبت بودند را اندازه‌گیری کرد و رابطه آن خصوصیات با رطوبت محصول بیان کرد. خصوصیات ابعادی که اندازه‌گیری شد عبارت از طول، عرض، ضخامت، میانگین هندسی قطر، جرم و حجم که به ترتیب ۴۹،۲۵، ۱۷/۰۳، ۱۳/۱۲، ۱۸/۱۳ میلی‌متر، ۲/۶۴ گرم و ۲/۶۱ سانتی‌متر مکعب بودند.

Aydin (۲۰۰۲) بعضی از خصوصیات فیزیکی دانه فندق را اندازه‌گیری کرد. خصوصیات ابعادی که اندازه‌گیری کرد عبارت از طول (۱۸/۰۳ میلی‌متر)، عرض (۱۸/۹۷ میلی‌متر)، ضخامت (۱۶/۵۸ میلی‌متر)، قطر متوسط هندسی (۱۷/۸۳ میلی‌متر)، کرویت (۹۷/۵۸ درصد)، جرم (۲/۴۱ گرم)، حجم (۱/۹۲ سانتی‌متر مکعب) بود.

در بین مشخصه‌های فیزیکی محصولات کشاورزی، جرم، حجم، سطح تصویر، ابعاد و مرکز ثقل از اهمیت بالایی برخوردار هستند (Safwat & Moustafa, 1971). پارامترهایی که توسط دستگاه قابل اندازه‌گیری هستند شامل ابعاد (طول، عرض، ارتفاع)، سطح تصویر و وزن آن‌ها می‌باشند (Khojastehpour, 1996). Al-Maiman, & Ahmad (۲۰۰۱) با بررسی خواص فیزیکی انار، مدل‌هایی برای پیش‌بینی جرم میوه از روی ابعاد، حجم و سطوح تصویر به دست آوردند.

در این تحقیق جرم، حجم، سطح تصویر، ابعاد، جرم حجمی ظاهری و حقیقی، درصد تخلخل و زاویه اصطکاک ایستایی و صفات مورفولوژی از قبیل وزن دانه، وزن مغز، درصد مغز، طول و قطر دانه و سایر صفات مربوط به دانه در چهار ژنوتیپ گردو اندازه‌گیری شدند.

مواد و روش‌ها

مشخصه‌های مورفولوژیکی

۴ ژنوتیپ ۵۳۶، ۵۶۴، ۵۷۰ و ۵۷۲ به عنوان ژنوتیپهای برتر از نظر صفات فنولوژی، کمیت و کیفیت محصول تولید شده از بین ۶۰۸ ژنوتیپ گردوی موجود در شهرستان نیریز فارس انتخاب شدند. صفات ارزیابی شده بر اساس جدول شماره (۱) شامل، شکل دانه، قطر دانه، طول دانه، رنگ دانه، تضاریس پوست، روزنه انتهای میوه، میزان سهولت جدا شدن مغز از پوست، وزن دانه، وزن مغز، میزان پر بودن مغز، میزان گوشتی بودن مغز، رنگ مغز، میزان چروکیدگی مغز و درصد مغز بودند (Vezvaee et al., 2003).

جدول ۱- صفات اندازه گیری شده بر اساس دیسکریپتور (Vezvaee et al., 2003)

صفات اندازه-گیری شده	علامت اختصاری	واحد اندازه‌گیری
شکل دانه	SSH	۱-۹ (۱- گرد تا ۹- قلبی شکل)
طول دانه	SLE	میلی‌متر
قطر دانه	SDI	میلی‌متر
ضخامت دانه	SHA	میلی‌متر
ضخامت تگومان	TEG	۱ تا ۹ (۱- کم ۹- زیاد)
وزن دانه با پوست	SWT	گرم
وزن مغز	KWT	گرم
رنگ مغز	KCOL	۱- کاملا روشن، ۲- روشن، ۳- کهربایی تا قهوه‌ای
طول مغز	KLE	میلی‌متر
قطر مغز	KDI	میلی‌متر
وزن پوست	SHWE	گرم

www.SID.ir

Archive of SID

مشخصه‌های فیزیکی

مشخصه‌های فیزیکی شامل ابعاد، جرم، حجم، سطوح تصویر، تخلخل و زاویه اصطکاک همه گردوها اندازه‌گیری شد و مقادیر میانگین، انحراف معیار، ضریب تغییرات، کمینه و بیشینهٔ داده‌ها تعیین شد. پارامترهای دیگر همانند ضریب کرویت شکل، میانگین هندسی قطر، جرم مخصوص ظاهری، جرم مخصوص توده گردو، نسبت پوست و ضریب بسته‌بندی نیز به دست آمد که این اندازه‌گیری‌ها روی ۲۰ تا ۳۰ عدد از هر ژنوتیپ که به صورت تصادفی انتخاب شده بودند انجام گرفت.

بُعد a (بزرگترین بُعد)، b (بزرگترین بُعد عمود بر a)، c (بزرگترین بُعد عمود بر a و b)، سطح تصویر Pa (سطح عمود بر قطر محوری)، Pb (سطح عمود بر قطر b) و Pc (سطح عمود بر قطر c) هر ژنوتیپ توسط دستگاه Win Area-UT-06 با دقت ۰/۰۵ میلی‌متر مربع اندازه‌گیری و ثبت شد (Mirasheh, 2006).

اجزاء دستگاه (WinArea_UT_06) مطابق شکل ۱ عبارتند از:

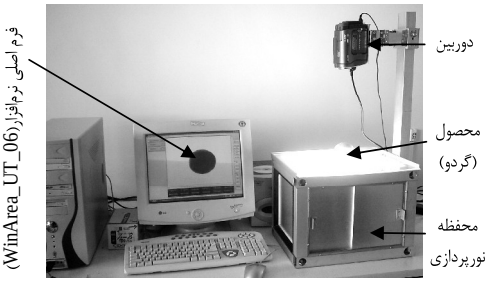
۱- دوربین فیلم‌برداری Sony مدل CCD-TRV225E

۲- دستگاه ساخته شده به منظور آماده‌کردن محیطی برای گرفتن عکسی با کیفیت مورد نیاز (محفظه نورپردازی)

۳- کارت تصویرگیر[1] WinFast مدل DV2000

۴- نرم‌افزار رایانه‌ای نوشته شده به زبان ویژوال بیسیک ۶.

اصول کار این دستگاه مبتنی بر تکنیک پردازش تصویر می‌باشد. مبنای طراحی محفظه نورپردازی این دستگاه بر پایه روش نورپردازی از پشت میوه می‌باشد. روش کلی کار دستگاه بر این اساس است که تصویر گرفته شده از دوربین به کارت تصویرگیر منتقل می‌شود. وظیفه کارت تصویرگیر تبدیل تصویر آنالوگ به دیجیتال است. تصویر دیجیتالی به پنجره پردازش تصویر در نرم‌افزار رایانه‌ای ارسال می‌گردد و در آنجا با پردازشی که توسط نرم‌افزار مربوطه بر روی تصویر صورت می‌گیرد، ضرایب فیزیکی درخواستی کاربر تعیین می‌گردد.



شکل ۱- اجزای سیستم WinArea_UT_06

1. Capture Card

این دستگاه با پردازش سه تصویر عمود بر هم از گردو، قطرهای بزرگ، متوسط، کوچک و مساحت‌های تصویر شده در راستاهای این قطرها را تعیین می‌کند و نتایج مربوطه را گزارش می‌کند. خطای دستگاه برای اجسامی که حداقل پنج درصد از محدوده دید دوربین را اشغال کنند، کمتر از ۲٪ است.

جرم میوه‌ها توسط یک ترازوی حساس دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. برای تعیین حجم هر میوه، یک ظرف آب روی ترازو قرار داده، سپس میوه را در آب غوطه‌ور نموده و جرم آب جابه‌جا شده تعیین گردید. جرم مخصوص ظاهری و توده گردو از روابط ۱ و۲ محاسبه گردید:

$$BD = \frac{M}{V_c} \qquad (۱$$

جرم مخصوص توده گردو:

$$SD = \frac{M}{V_f} \qquad (۲$$

که BD وSD به ترتیب جرم مخصوص‌ظاهری[2] و دانه گردو[3] (g/cm3)، M جرم میوه (g) و V_c حجم کارتن میوه (cm3)، V_f حجم میوه (cm3) است. زاویه اصطکاک ایستایی[4] گردو نیز با استفاده از دستگاه شیب‌سنج و چهار سطح گالوانیزه، شیشه‌ای، چوبی و فایبرگلاس اندازه‌گیری شد (Safwat & Moustafa, 1971). میانگین هندسی قطر نیز از رابطه ۳ محاسبه شده است (Topuz et al., 2005):

$$GM = \left(ac^2\right)^{1/3} \qquad (۳$$

که GM میانگین هندسی قطر، a بزرگ‌ترین قطر میوه و c بزرگ‌ترین قطر عمود بر a و b است (Topuz et al., 2005). کرویت۵ میوه، از رابطهٔ ۴ به‌دست آمده است (Topuz et al., 2005):

$$S_{ph} = \frac{GM}{a} \qquad (۴$$

که S_{ph} کرویت، GM میانگین هندسی قطر و a بزرگترین قطر میوه است. سطح رویه[6] از رابطه ۵ به دست آمده است:

$$S = \pi \times GM^2 \qquad (۵$$

که S سطح‌رویه، GM میانگین هندسی قطر است (Topuz et al., 2005). ضریب بسته‌بندی و نسبت پوست نیز از روابط ۶ و ۷ محاسبه شده‌اند (Topuz et al., 2005):

2. Bulk Density
3. Solid Density
4. Static Frictional Angle
5. Sphericity
6. Surface area

www.SID.ir

Archive of SID

$$\lambda = V/V_o \quad (۶$$

که λ ضریب بسته‌بندی، V حجم میوه‌ها و V_o حجم ظرف است.

$$R_s = \left(\frac{M_s}{M_f}\right) \times 100 \quad (۷$$

که R_s نسبت پوست، M_s جرم پوست و M_f جرم میوه است.

خصوصیات فیزیکی بوسیله طرح بلوک کامل تصادفی با در نظر گرفتن ژنوتیپ به عنوان تیمار بوسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۴، مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و میانگین خصوصیات فیزیکی چهار ژنوتیپ بوسیله آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شد.

نتایج و بحث

خصوصیات مورفولوژی

خصوصیات مختلف مورفولوژی با توجه به جدول (۲) نشان می‌دهد که هر چهار ژنوتیپ از نظر صفات مربوط به دانه از قبیل شکل دانه، قطر دانه، طول دانه، ، رنگ دانه و هم‌چنین وزن دانه، وزن مغز، رنگ مغز و سایر صفات مورد اندازه‌گیری در این آزمایش اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند. از صفات مطلوب در این ژنوتیپ‌ها می‌توان به درشت بودن دانه، بالا بودن درصد مغز، روشن بودن رنگ مغز، ضخامت پوست متوسط، جدا شدن آسان مغز از دانه و گوشتی و پر بودن مغز اشاره نمود که صفات مطلوب در برنامه‌های اصلاحی می‌باشند (Forde et al., 1975).

جدول ۲- بررسی برخی صفات مربوط به دانه چهار ژنوتیپ گردو*

	تعداد	میانگین	انحراف معیار	واریانس	دامنه تغییرات	کمینه	بیشینه	شاخص تنوع ٪
شکل دانه	۱۲	۴	۱/۹۵	۳/۸	۵	۱	۶	۵۱/۳۱
قطر میوه	۱۲	۳۶/۱۶۶	۸/۰۸	۲/۸۴	۴	۳۴	۳۸	۸/۹۴
طول میوه	۱۲	۳۹/۷۵	۱۱/۲۶	۳/۳۵	۹/۵	۳۴/۵	۴۴	۹/۰۷
ضخامت پوست	۱۲	۰/۱۱۵	۰/۰۳	۰/۰۰۰۹	۰/۰۸	۱	۰/۱۸	۲۶
ضخامت تگومان	۱۲	۲	۱/۸	۳/۲۷	۴	۱	۵	۹۰
وزن دانه	۱۲	۱۳/۹۷	۱/۱۷	۱/۳۷	۴/۲۶	۱۲/۴۶	۱۶/۷۲	۸/۳۷
وزن مغز	۱۲	۸/۱۵	۰/۸	۰/۶۵	۳/۰۶	۶/۶۴	۹/۷	۹/۸۱
طول مغز	۱۲	۳۲/۳۷	۱/۸۸	۳/۵۵	۶/۵	۲۹/۵	۳۶	۵/۸
قطر مغز	۱۲	۲۹/۴۵	۲/۳۲	۵/۳۸	۸	۲۴	۳۲	۷/۸۷
وزن پوست	۱۲	۵/۸۲	۱	۱/۰۸	۴/۱۵	۴/۲۱	۸/۳۶	۱۷
رنگ مغز	۱۲	۲	۱	۱/۰۹	۲	۱	۳	۵۰

*واحد صفات در جدول آورده شده است.

در مورد شکل دانه میزان میانگین و انحراف معیار به دست آمده ۴ و ۱/۹۵ و حداقل و حداکثر عدد به کار رفته ۱ (گرد) و ۶ (قلبی شکل) و شاخص تنوع به‌دست آمده نیز ۵۱/۳۱ درصد بود. حداقل و حداکثر قطر به دست آمده در این ژنوتیپ‌ها، ۳۴ و ۳۸ میلی‌متر و طول دانه، حداکثر ۳۴/۵و ۴۴ میلی‌متر و شاخص تنوع به دست آمده برای هر دو صفت به ترتیب ۸/۹۴ و ۹/۷۷ درصد به‌دست آمد. سختی پوست دانه و راحتی جدا شدن مغز از دیگر صفات مهم مورد بررسی در این مطالعه بودند که میانگین عددی آن‌ها به ترتیب ۴/۷۵ و ۴/۲۶ و حداقل و حداکثر ارزش به‌دست آمد. در هر ژنوتیپ به صورت ۷ (پوست کلفت) و حداکثر ۱ (کاغذی) و برای راحتی جدا شدن مغز از دانه می‌توان ۱ (به راحتی جدا شدن مغز) و ۹ (به سختی جدا شدن مغز) می‌توان اشاره نمود. میزان شاخص تنوع به‌دست آمده در این صفات به ترتیب ۲۶ و ۹۰ درصد می‌باشد. دامنه وزن دانه‌ها از ۱۲/۴۶ تا ۱۶/۷۲ گرم و شاخص تنوع آن‌ها ۸/۳۷ درصد و دامنه تغییرات وزن مغزها از ۶/۶۴ تا ۹/۷ گرم متغیر بوده و شاخص تنوع در آنها نیز ۹/۸۱ درصد به‌دست آمد. رنگ مغز یکی از صفات مهم مورد بررسی بود که با میانگین ۲/۴۲ و انحراف معیار ۱/۰۸ و رنگ مغز آن‌ها از خیلی روشن تا تیره متغیر بوده و میزان شاخص تنوع به‌دست آمده در این صفات ۵۰ درصد می‌باشد.

ضرایب و همبستگی بین صفات

در این تحقیق ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در جدول ۳ آمده، که بین برخی از صفات اندازه‌گیری شده همبستگی معنی‌داری وجود داشت. همبستگی‌های ساده نشان داد که بین شکل دانه با قطر دانه و طول دانه ارتباط و همبستگی معنی‌دار و منفی وجود دارد و هم‌چنین بین شکل دانه با بافت پوست و سختی پوست ارتباط و همبستگی معنی‌دار و مثبت و طول دانه با صفاتی از قبیل بافت پوست، سختی پوست ارتباط و همبستگی معنی‌دار و منفی وجود دارد، که با نتایج فورد و همکاران ۱۹۷۵ مطابقت دارد. وزن دانه با وزن مغز، قطر مغز و طول مغز ارتباط و همبستگی معنی‌دار و مثبت دارد که با نتایج سوفا در سال ۱۹۷۱ مطابقت دارد.

خصوصیات فیزیکی

خصوصیات فیزیکی چهار ژنوتیپ ۵۳۶، ۵۶۴، ۵۷۰ و ۵۷۲ اندازه‌گیری شد و با توجه به اینکه کلیه خصوصیات معنی-دار شدند لذا فقط نتایج آزمون چند دامنه‌ای دانکن ارایه شده است (جدول ۴).

مطابق جدول (۴) متوسط بزرگ‌ترین قطر گردوهای درشت و متوسط به ترتیب ۴۴/۰۲ و ۳۶/۲۲ میلی‌متر محاسبه گردید ولی متوسط بزرگ‌ترین قطر گردوی کوچک ۴۰/۶۸ میلی‌متر

www.SID.ir

Archive of SID

شد. میانگین قطر بزرگ گردو در ژنوتیپ‌های مختلف به‌وسیله آزمون چند دامنه دانکن مقایسه شد و براساس نتایج ژنوتیپ شماره ۵۷۲ نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها به طور معنی‌داری قطر بزرگتری دارد.

جدول ۳- ارتباط و همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در چهار ژنوتیپ گردو

	وزن پوست	قطر مغز	طول مغز	وزن مغز	وزن دانه	آسان جدا شدن مغز	سختی پوست	بافت پوست	طول دانه	قطر دانه	شکل دانه
شکل دانه											۱
قطر دانه										۱	-۰/۳۴*
طول دانه									۱	۰/۳۴*	-۰/۶**
بافت پوست								۱	-۰/۷**	-۰/۱۷	۰/۴۸**
سختی پوست							۱	۰/۴۵*	-۰/۳۷*	۰/۳۲*	۰/۵۴**
آسان جدا شدن مغز						۱	-۰/۴۴*	-۰/۲	۰/۱۴	۰/۷**	۰/۰۴
وزن دانه					۱	-۰/۰۹۴	۰/۲۴	-۰/۳۵*	-۰/۰۱۷	۰/۳۹*	-۰/۰۲
وزن مغز				۱	۰/۳۲*	۰/۳۷*	-۰/۶	۰/۱	۰/۲	۰/۶۷**	۰/۱۵
طول مغز			۱	۰/۱۸	۰/۸**	-۰/۲۱	-۰/۲۵	-۰/۳	۰/۳۳*	۰/۵۷**	۰/۳۷*
قطر مغز		۱	-۰/۶۵*	۰/۲	۰/۷**	۰/۴۶*	-۰/۶۸**	۰/۰۴	۰/۱۷	۰/۵**	۰/۰۶
وزن پوست	۱	۰/۶*	-۰/۶۷*	-۰/۰۹	۰/۶**	۰/۵۷**	۰/۳۴*	-۰/۵۲**	۰/۲۱	-۰/۰۶	-۰/۶

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

جدول ۴- میانگین خواص فیزیکی اندازه‌گیری شده در چهار ژنوتیپ گردو

متغیر		۵۳۶	۵۶۴	۵۷۰	۵۷۲
A بزرگ‌ترین قطر (mm)		۳۶/۲۲ a	۴۱/۹ c	۴۰/۶۸ b	۴۴/۰۲ d
b بزرگ‌ترین قطر عمود بر a (mm)		۳۴/۰۱ a	۳۵/۰۲ b	۳۵/۱۲ b	۳۴/۷۰ ab
c کوچک‌ترین قطر عمود بر a و b (mm)		۳۲/۶۲ a	۳۳/۶۷ b	۳۳/۳۰ ab	۳۳/۶۰ b
P_a سطح عمود بر قطر محوری (mm^2)		۸۳۷/۲ a	۸۷۷/۱۱ b	۸۷۲/۲۸ ab	۸۶۲/۳۶ ab
P_b سطح عمود بر قطر b (mm^2)		۹۱۷/۴۵ a	۱۰۸۷/۵۸ c	۱۰۰۱/۸۰ b	۱۱۰۱/۰۹ c
P_c سطح عمود بر قطر c (mm^2)		۹۷۰/۷۶ a	۱۱۲۴ c	۱۰۴۶/۳۸ b	۱۱۶۳/۱۸ c
جرم متوسط (g)		۱۴/۹۰ c	۱۰/۷۹ a	۱۱/۳۰ ab	۱۲/۳۲ b
حجم متوسط (cm^3)		۲۵/۳۴ c	۱۶/۶۰ a	۱۹/۳۸ b	۱۹/۶۵ b
جرم مخصوص ظاهری گردو (g/cm^3)		۰/۵۹۷ ab	۰/۵۹۲ b	۰/۶۱۱ b	۰/۵۶۴ a
جرم مخصوص مغز (g/cm^3)		۰/۸۵۴ a	۰/۹۱۶ b	۰/۹۴۱ c	۰/۹۸۶ d
زاویه اصطکاک ایستایی گردو	سطح گالوانیزه	۱۴/۶۷ a	۱۹/۳۳ c	۱۸/۰۰ b	۱۵/۰۰ a
	سطح شیشه‌ای	۱۴/۳۳ c	۱۰/۶۷ a	۱۲/۰۰ b	۱۷/۳۳ d
	سطح چوبی	۱۶/۳۳ a	۱۸/۰۰ a	۱۷/۶۷ a	۱۶/۰۰ a
	سطح فایبرگلاس	۲۶/۰۰ c	۲۱/۶۷ b	۲۰/۰۰ a	۲۱/۳۳ ab
زاویه اصطکاک ایستایی مغز گردو	سطح گالوانیزه	۱۹/۶۷ ab	۲۰/۳۳ b	۲۰/۰۰ ab	۱۹/۰۰ a
	سطح شیشه‌ای	۱۴/۰۰ c	۱۵/۳۳ d	۱۰/۶۷ a	۱۲/۰۰ b
	سطح چوبی	۲۰/۳۳ a	۲۲/۳۳ b	۲۱/۶۷ b	۱۹/۶۷ a
	سطح فایبرگلاس	۲۴/۳۳ c	۲۰/۶۷ b	۱۸/۳۳ a	۲۰/۳۳ b
میانگین هندسی قطر (mm)		۳۴/۲۵ a	۳۶/۷۲ bc	۳۶/۲۳ b	۳۷/۱۶ c
کرویت		۰/۹۴ a	۰/۸۷۶ b	۰/۹ c	۰/۸۴۴ b
سطح‌رویه (mm^2)		۹۰۸/۳۷ a	۱۰۳۲/۶۸ c	۹۷۹/۴۹ b	۱۰۴۲/۲۱ c
نسبت پوست		۰/۶۳۱ c	۰/۵۸۰ b	۰/۵۶۹ b	۰/۵۰۹ a

*حروف مشابه در هر ردیف به معنای عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است.

www.SID.ir

Archive of SID

همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود میانگین b (بزرگ‌ترین قطر عمود بر a) در ژنوتیپ‌های ۵۶۴ و ۵۷۰ یکسان بوده و به طور معنی‌داری بزرگتر از ژنوتیپ ۵۳۶ می‌باشد.

حداقل و حداکثر مقدار به‌دست آمده برای P_a، ۸۳۷/۲ و ۸۷۷/۱۲ میلی‌مترمربع می‌باشد که ژنوتیپ ۵۳۶ دارای اختلاف معنی‌داری با سایر ژنوتیپ‌ها می‌باشد. در مورد P_b، حداقل و حداکثر مقدار به دست آمده به ترتیب ۹۱۷/۴۵ و ۱۰۸۷/۸۵ میلی‌مترمربع می‌باشند و ژنوتیپ‌های ۵۳۶ و ۵۷۰ اختلاف معنی‌داری با سایر ژنوتیپ‌ها داشتند. برای P_c، نیز کمترین و بیشترین مقدار به دست آمده ۹۷۰/۷۶ و ۱۱۶۳/۱۸ میلی-مترمربع می‌باشند که ژنوتیپ‌های ۵۳۶ و ۵۷۰ دارای اختلاف معنی‌داری با دو ژنوتیپ دیگر می‌باشند.

جرم متوسط میوه در هر چهار ژنوتیپ به ترتیب ۱۴/۹، ۱۴/۷۹، ۱۱/۳۰، ۱۲/۳۲ گرم به‌دست آمد که ژنوتیپ‌های ۵۳۶ و ۵۷۰ اختلاف معنی‌داری با سایر ژنوتیپ‌ها نشان دادند که در مقایسه با چهار رقم معروف خارجی Franquette، Serr، Vina و Chandler اختلاف چندانی مشاهده نمی‌شود (Ramos, 1987) حتی دارای وزن کمتری نسبت به آن‌ها می‌باشند.

حجم متوسط ژنوتیپ‌های ۵۳۶ و ۵۶۴ دارای اختلاف معنی‌داری با دو ژنوتیپ دیگر می‌باشند. از لحاظ جرم مخصوص ظاهری دانه هیچ ارتباط معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها مشاهده نشد ولی از لحاظ جرم مخصوص ظاهری مغز هر چهار ژنوتیپ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند. همچنین مشاهده شد که حجم متوسط گردوهای بزرگ برابر با ۲۵/۳۴ سانتی‌مترمکعب به‌دست آمد در حالی‌که حجم متوسط گردوهای‌های متوسط و کوچک ۱۹/۳۸ و ۱۶/۶۰ سانتی‌مترمکعب شده است.

جرم مخصوص ظاهری ژنوتیپ‌های ۵۳۶، ۵۶۴، ۵۷۰ و ۵۷۲ به ترتیب ۰/۵۸۸، ۰/۶۴۹، ۰/۵۸۳ و ۰/۶۲۷گرم بر سانتی‌مترمکعب بدست می‌آید که ژنوتیپ ۵۷۰ از لحاظ جرم مخصوص ظاهری اختلاف معنی‌داری با سایر ژنوتیپ‌ها داشت.

زاویه اصطکاک ایستایی روی سطح گالوانیزه برای ژنوتیپ‌های ۵۳۶، ۵۶۴، ۵۷۰ و ۵۷۲ به ترتیب ۱۴/۶۷، ۱۹/۳۳، ۱۸/۰۰ و ۱۵/۰۰ درجه می‌باشد، که ژنوتیپ‌های ۵۶۴ و ۵۷۰ اختلاف معنی‌داری با سایر ژنوتیپ‌ها دارند و زاویه روی سطح شیشه‌ای برای ارقام مذکور به ترتیب ۱۴/۳۳، ۱۰/۶۷، ۱۲ و ۱۷/۳۳ درجه می‌باشد که هر چهار ژنوتیپ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند و روی سطح چوبی ۱۶/۳۳، ۱۸، ۱۷/۶۷ و ۱۶/۰۰ درجه می باشد که هیچ اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها مشاهده نشد.

زاویه اصطکاک ایستایی مغز گردو روی سطح گالوانیزه در ژنوتیپ‌های ۵۳۶ و ۵۷۰ با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند و زاویه اصطکاک ایستایی روی سطح چوب در ژنوتیپهای ۵۳۶ و ۵۷۲ دارای اختلاف معنی‌داری نیستند، ولی در زاویه اصطکاک ایستایی سطح شیشه‌ای در هر چهار ژنوتیپ اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. در مورد سطح فایبرگلاس ژنوتیپ‌های ۵۳۶ و ۵۷۰ اختلاف معنی‌داری با سایر ژنوتیپ‌ها دارند.

میانگین هندسی قطر، کرویت و سطح رویه در هر چهار ژنوتیپ نشان می‌دهد که دو ژنوتیپ ۵۳۶ و ۵۷۰ دارای اختلاف معنی‌داری با سایر ژنوتیپ‌ها می‌باشند.

همان‌طور که در جدول ۴ آمده است میانگین نسبت پوست به کل میوه برای چهار ژنوتیپ‌های ۵۳۶، ۵۶۴، ۵۷۰ و ۵۷۲ به ترتیب گردو ۰/۶۳۱، ۰/۵۸۰، ۰/۵۶۹ و ۰/۵۰۹ به دست آمده است که ژنوتیپ‌های ۵۶۴ و ۵۷۰ اختلاف معنی‌داری با سایر ژنوتیپ‌ها دارند.

مدل‌های پیش‌بینی جرم گردو عبارتند از: ۱- رگرسیون یک و یا چند متغیره ابعاد گردو (دسته ۱)، ۲- رگرسیون یک و یا چند متغیره سطح تصویر (دسته ۲)، ۳- تخمین شکل گردو به اشکال هندسی براساس حجم (دسته۳). به ترتیب مدل‌های دسته سوم، دوم و اول بالاترین همبستگی را داشتند. مدل‌های دسته دوم نیازمند سیستم‌های الکترونیکی با دوربین‌های دیجیتالی برای تصویربرداری می‌باشند در حالی که مدل‌های دسته اول غیر از مدل رگرسیون‌های چند متغیره، به صورت سیستم‌های مکانیکی ساده، می‌توانند درجه‌بندی را انجام دهند. مدل‌های دسته‌سوم نیز نیازمند سیستم‌های پیچیده مکانیکی می‌باشند.

جدول ۵ مدل‌ها و مقادیر ضریب تعیین (R^2) و خطای معیار رگرسیون (R.S.E) برای ۴ ژنوتیپ گردو را نشان می‌دهد.

بطور کلی از میان مدل‌های یک بعدی برای سه ژنوتیپ اول، که درجه‌بندی گردو را بر پایه ابعاد (دسته ۱) انجام می‌دهند، مدل قطرکوچک با رابطه خطی (مدل ۳) مناسب‌ترین مدل بود. ولی در ژنوتیپ ۵۳۶ مدل بر اساس قطر میانی (مدل ۲) مطلوب‌تر است.

از میان مدل‌های سطح تصویری (مدل‌های۴، ۵، ۶، و۷) مدل ۷ برای سه ژنوتیپ اول دارای R2 بالاتر و R.S.E پایین‌تری نسبت به مدل‌های ۴، ۵ و ۶ می‌باشد. اما این مدل نیازمند اندازه‌گیری سه سطح تصویر برای هر میوه است، که مقرون به صرفه نیست. مدل ۴ (مدل پایه‌گذاری شده براساس سطح تصویر عمود بر قطر a، Pa) در بین مدل‌های ۴، ۵ و ۶ برای همه

www.SID.ir

Archive of SID

ژنوتیپ‌ها دارایR2 بالاتر و R.S.E پایین‌تری می‌باشد، لذا این مدل توصیه می‌شود. این مدل‌ها براساس سیستم‌های تصویربرداری دارای حداقل یک دوربین، عمل اندازه‌بندی را انجام می‌دهند.

جدول ۵- مدل‌ها و مقادیر ضریب تعیین (R^2) و خطای معیار رگرسیون (R.S.E) برای چهار ژنوتیپ گردو

شماره مدل	مدل‌ها	ژنوتیپ۵۳۶		ژنوتیپ۵۶۴		ژنوتیپ ۵۷۰		ژنوتیپ ۵۷۲	
		R^2	R.S.E	R^2	R.S.E	R^2	R.S.E	R^2	R.S.E
۱	K_1a+K_2	۰/۵۷۵	۳۰/۳۴	/۴۷۴	۳۰/۸۵	/۴۰۲	۳۲/۷۹	۰/۴۶۶	۳۲/۵۷
۲	K_1b+K_2	۰/۸۲۰	۱۳/۱۰	/۸۳۱	۱۱/۵۸	/۷۴۳	۱۷/۴۸	۰/۷۷۵	۱۶/۵۰
۳	K_1c+K_2	۰/۸	۱۴/۶۱	/۸۰۵	۱۳/۹۷	/۸۲۳	۱۱/۶۲	۰/۸۱۰	۱۳/۷۳
۴	$K_1P_a+K_2$	۰/۸۷۹	۵/۳۳	۰/۸۶۱	۸/۱۹	/۸۶۹	۶/۶۴	۰/۸۶۶	۷/۶۰
۵	$K_1P_b+K_2$	۰/۸۶۰	۷/۶۸	۰/۸۶۰	۸/۳۲	/۸۶۴	۷/۲۳	۰/۸۶۱	۸/۳۰
۶	$K_1P_c+K_2$	۰/۸۵۰	۷/۹۹	/۸۴۷	۹/۸۵	/۸۶۹	۶/۶۰	۰/۸۶۱	۸/۲۸
۷	$K_1P_a+K_2P_b+K_3P_c+K_4$	۰/۸۸۲	۳/۲۴	/۸۷۳	۶/۷۲	/۸۹۲	۲/۵۹	۰/۹۸۴	۴/۷۴
۸	K_1V+K_2	۰/۸۹	۲/۴۸	/۸۹۱	۳/۹۱	/۸۹۵	۳/۴۷	۰/۹۹۳	۳/۱۰
۹	$K_1V_{ell}+K_2$	۰/۸۵۰	۹/۹۳	/۸۲۷	۱۱/۹۹	/۸۲۰	۱۱/۸۸	۰/۹۲۶	۱۲/۱۹
۱۰	$K_1V_{os}+K_2$	۰/۷۶۲	۱۹/۰۷	۰/۶۹۸	۲۱/۲۸	۰/۶۶۶	۲۱/۸۴	۰/۷۹۴	۲۱/۷۶

a قطر بزرگ (mm)، c کوچک‌ترین قطر عمود بر a و b، d متوسط قطر دانه (mm)، P_a سطح تصویرعمود شده بر a (mm^2)، P_C سطح تصویرعمود شده بر c (mm^2)، V حجم (cm^3)، V_{ell} حجم بیضی (cm^3)، V_{os} حجم کره دو سرپهن (cm^3)

در بین مدل‌های بر پایهٔ حجم (۸، ۹،۱۰) که براساس حجم پایه‌گذاری شده‌اند، مدل ۸ صرفاً برای مقایسه با مدل‌های ۹ و۱۰ و براساس حجم اندازه‌گیری شده، به‌دست آمده است.

در بین این مدل‌ها برای همه ژنوتیپ‌ها، مدل ۹ دارای R2 بالاتر و R.S.E پایین‌تری می‌باشد، ولی این مدل نیازمند اندازه‌گیری سه بُعد میوه می‌باشد که مقرون به صرفه نیست. مدل ۱۰ که براساس حجم کرهٔ دو سرپهن (Vos) بوده و نیازمند اندازه‌گیری دو بُعد میوه می‌باشد، ترجیح داده می‌شود.

نتیجه گیری

۱. خصوصیات مورفولوژی و فیزیکی چهار ژنوتیپ ۵۳۶، ۵۶۴، ۵۷۰ و ۵۷۲ از نظر صفات مربوط به دانه از قبیل شکل دانه، قطر دانه، طول دانه، ، رنگ دانه و هم‌چنین وزن دانه، وزن مغز، رنگ مغز و سایر صفات مورد اندازه‌گیری در این آزمایش اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند.

۲. متوسط بزرگ‌ترین قطر گردوهای درشت و متوسط به ترتیب ۴۴/۲ و ۳۶/۲۲ میلی‌متر محاسبه گردید ولی متوسط بزرگ‌ترین قطر گردوی کوچک ۴۰/۶۸ میلی‌متر شد و براساس نتایج ژنوتیپ شماره ۵۷۲ نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها به طور معنی‌داری قطر بیشتری دارند.

۳. جرم متوسط میوه در هر چهار ژنوتیپ به ترتیب ۱۴/۹، ۱۴/۷۹، ۱۱/۳۰، ۱۲/۳۲ گرم به‌دست آمد که ژنوتیپ‌های ۵۳۶ و ۵۷۰ اختلاف معنی‌داری با سایر ژنوتیپ‌ها نشان دادند.

۴. جرم سه ژنوتیپ ۵۳۶، ۵۶۴ و ۵۷۰، براساس متغیر مستقل قطر کوچک گردو با رابطه خطی به خوبی مدلسازی می‌گردد و برای ژنوتیپ ۵۷۲ با متغیر حجم گردو به خوب مدلسازی می‌شود.

REFERENCES

Al-Maiman, S. & Ahmad D. (2001). *Changes in physical and chemical properties during pomegranate fruit maturation.* Department of Food Science and Nutrition, King Saud University.

Anonymous. (1994). *Walnut Descriptors for Walnut (Juglans ssp.)* International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Rome, Italy

Aydin, C. (2002). Physical properties of hazel nuts. *Biosystem Engineering*. 82(3), 297-303.

Aydin, C. (2003). Physical properties of almond nut and kernel. *Journal of Food Engineering*. 60, 315-320.

Forde, H. I., Walnuts, I., Janick, J., & Moore, J.N. (1975). (Eds.), *Advances in Fruit Breeding*. Purdue University Press, West Lafayette, IN, pp, 439–455.

Kashaninejad, M., Mortazavi, A., Safekordi, A. & Tabil, L.G. (2006). Some physical properties of pistachio (Pistacia vera L.) nut and its kernel.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Food Engineering. 72, 30-38.

Khojastehpour, M. (1996). *Design and construction of poptato sorting machine according to Iran condition*. M. Sc. Thesis faculty of Bio-system Engineering. University of Tehran.

Mirasheh, R. (2006). *Designing and making procedure for a machine determining olive image dimensions*. M. Sc. Thesis. Faculty of Bio-system Engineering. University of Tehran.

Mohsenin, N. N. (1986). *Physical Properties of Plant and Animal Materials*. Gordon and Breach science publishers, pp. 20-89.

Ramos, D. (1987). *Walnut Production Manual*, University of California, DANR Publ., Davis

Razavi, S. M. A., Emadzadeh, B., Rafe, A., & Mohammad Amini, A. (2007). The physical peroperties of pistachio nut and its kernel as a function of moisture content and variety: Part I. Geometrical properties. *Journal of Food Properties*. 81(1), 209-217.

Razavi, S. M. A., Mohammad Amini, A., Rafe, A. & Emadzadeh, B. 2007. The physical properties of pistachio nut and its kernel as a function of moisture content and variety. Part III: Frictional properties. *Journal of Food Properties.* 81(1), 226-235.

Safwat, M.A., & Moustafa. D. (1971). Theoretical prediction of volume, surface area, and center of gravity for agricultural products. *Transactions of the ASAE*. 15. 549-553.

Sofa, M. A. (1971). Theoretical prediction of volume, surface area, and center of gravity for agricultural products. *Transactions of the ASAE*. 14, 549-553.

Stroshine, R., & Hamann, D. D. (1994). *Physical Properties of Agricultural Materials and Food Products*. Purdue University. West Lafayette, Indian. Course manual.

Topuz, A., Topakci, M., Canakci, M., Akinci, I. & Ozdemir, F. (2005). Physical and nutritional properties of four orange varieties. *Journal of Food Engineering Research.* 66, 519-523.

Vezvaee, A., Vahdati, K., & Tajabadi, A. (2003). *Guidance assessment walnut, pistachio, almond.* Tehran. Khaniran Publication.

www.SID.ir