

بررسی و مقایسه برخی شاخصه‌های فیزیکی دو رقم خرماي برحي و خاصويي

* مهدی کرامت جهرمی^۱، علی جعفری^۲، شاهین رفیعی^۳، رضا میراشنه^۱ و سیدسعید محتسبی^۳

^۱ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه تهران، آستادیار گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی،

دانشگاه تهران، آدانشیار گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۸۶/۳/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۱۲/۶

چکیده

به منظور تعیین و مقایسه برخی از شاخصه‌های فیزیکی دو رقم خرماي برحي و خاصويي، آزمایش‌های خواص فیزیکی خرما به ترتیب با رطوبت ۳۱/۰۲ درصد در رقم خاصويي و ۳۰/۵۹ درصد در رقم برحي (بر مبنای خشک) انجام شد. نتایج تحقیق نشان داد میانگین جرم و حجم خرماي برحي با مقادیر ۵/۹۷ گرم و ۵/۹۰ گرم بر سانتی‌متر مکعب با اختلاف معنی‌داری از رقم خاصويي با مقادیر ۳/۷۸ گرم و ۳/۵۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب بیشتر است. ابعاد خرماي برحي با اختلاف معنی‌داری از خرماي خاصويي بیشتر بود، در نتیجه میانگین قطر هندسی، حجم، سطوح تصویر شده و سطح رویه آن نیز بیشتر به دست آمد. چگالی دانه‌ای و چگالی توده‌ای خرماي خاصويي با اختلاف معنی‌داری بیشتر از خرماي برحي بود در حالی که چگالی خرماي بی‌هسته و تخلخل برحي بیشتر از خاصويي بود. کرویت هر دو رقم مساوی با ۰/۷۷ محاسبه شد. مقادیر حاصل از آزمایش ضریب اصطکاک به وسیله آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت که تنها اثر ضریب اصطکاک با رقم معنی‌دار بوده و تکرار، نوع سطح و اثر متقابل رقم و نوع سطح معنی‌دار نبودند. نتایج این تحقیق در طراحی دستگاه‌های پس از برداشت خرما مفید و کاربردی است.

واژه‌های کلیدی: خرما، شاخصه‌های فیزیکی، برحي، خاصويي، ضریب اصطکاک ایستایی

مقدمه

فیزیکی و مکانیکی محصول در بسیاری از مسائل مربوط به طراحی ماشین‌ها و دستگاه‌های پس از برداشت دارای اهمیت است. به‌طور کلی، شکل و ابعاد فیزیکی محصولات برای غربال کردن مواد جامد و جداسازی مواد خارجی و درجه‌بندی میوه‌ها و سبزی‌ها مورد نیاز است. اندازه و شکل محصول تعیین می‌کند که چه تعداد میوه یا سبزی را می‌توان درون جعبه، کارتن و یا ظروف بسته‌بندی با یک اندازه مشخص قرار داد. از اختلاف در دانسیته می‌توان برای ارزیابی کیفی میوه‌ها، سبزی‌ها، دانه‌های غلات و بذور مختلف، محاسبه ضریب نفوذ حرارتی، تعیین عدد رینولدز در حمل و نقل پنوماتیکی و هیدرولیکی مواد،

^۱ خرما از جمله محصولات مهم کشاورزی ایران است. خرما میوه‌ای است با ارزش غذایی بالا که به‌علت دارا بودن مواد قندی قابل ملاحظه، علاوه بر مصرف غذایی در صنعت نیز موارد استفاده فراوان دارد. سرشار بودن خرما از مواد عالی قندی و ویتامین‌ها و سایر مواد مورد نیاز بدن باعث شده این محصول به‌عنوان میوه‌ای مغذی و پرانرژی مورد توجه قرار گیرد. در روند مکانیزه کردن فعالیت‌های مرتبط با خرما در اولین گام نیاز به اطلاعاتی جامع و کامل از خصوصیات و شرایط محصول است. دانستن خواص

* - مسئول مکاتبه: mahdikaramat@gmail.com

تجهیزات فرآوری تعیین کردند. این خواص به‌عنوان تابعی از محتوای رطوبتی بین ۳۸/۱۰-۴/۱۰ درصد بر مبنای تر تخمین زده شد. رفیعی و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیقی برخی خواص فیزیکی خرما رقم دیری را در درصد رطوبت ۱۰/۴۵ (بر مبنای خشک) مطالعه کردند. کرامت جهرمی و همکاران (۲۰۰۷) نیز در تحقیقی دیگر برخی خواص فیزیکی خرما رقم لشت را در درصد رطوبت ۱۸/۴۸ (بر مبنای خشک) مطالعه کرده و ابعاد و مساحت سطوح تصویر شده را با استفاده از تکنیک پردازش تصویر به‌دست آوردند. همچنین پژوهش‌هایی در زمینه خواص فیزیکی توسط دمیر و همکاران (۲۰۰۲) و همچنین کاباس و همکاران (۲۰۰۶) ارائه شده است. هدف از این پژوهش تعیین و مقایسه برخی از خواص فیزیکی دو رقم خرما برحی و خاصویی است. نتایج این تحقیق در زمینه جدایش خرما، درجه بندی، طراحی هسته‌گیرها، طراحی تجهیزات انتقال، بسته‌بندی و... مفید و کاربردی است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های خرما از باغات خرما شهرستان جهرم که از مهمترین مناطق تولیدکننده خرما و مرکبات در کشور است، تهیه شد (شکل ۱). بلافاصله نمونه‌ها به آزمایشگاه خواص فیزیکی دانشگاه تهران منتقل شده و مورد آزمایش قرار گرفت. آزمایش‌ها در دمای ۳۰-۲۶ درجه سانتی‌گراد انجام شد.

در اندازه‌گیری رطوبت تعدادی نمونه از هر رقم به‌طور تصادفی انتخاب شدند. نمونه‌ها وزن شده و در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت سه روز در آن نگهداری و پس از آن دوباره وزن شدند. مقدار کاهش وزن نمونه طی فرآیند خشک شدن به وزن نمونه معرف محتوای رطوبتی است (AOAC, ۱۹۸۴).

ابعاد و مساحت سطوح تصویر شده توسط دستگاه جامع اندازه‌گیری ضرایب فیزیکی محصولات کشاورزی^۵ (میراشه، ۲۰۰۶) اندازه‌گیری شد (شکل ۲). اصول کار این دستگاه مبتنی بر تکنیک پردازش تصویر می‌باشد.

جداسازی محصول از مواد خارجی و طراحی سیلوها و ظروف بسته‌بندی استفاده کرد. وقتی از جریان هیدرولیکی برای حمل و نقل میوه‌ها و سبزی‌ها استفاده می‌شود، تعیین سرعت‌های جریان مورد نیاز برای سیال (آب یا هوا) بستگی به دانسیته و شکل محصول مورد حمل دارد. حجم و مساحت سطح رویه محصول برای مدل‌سازی انتقال جرم و حرارت در طی فرآیندهای گرم و سرد کردن مهم است. تخلخل بر مقاومت جریان هوای عبوری از درون توده محصول تأثیر می‌گذارد. مقاومت به هوا به‌نوبه خود بر کارایی سیستم‌های خشک‌کن و سیستم‌های هوادهی اثر خواهد گذاشت. چگالی توده‌ای در حمل و نقل، ذخیره‌سازی، بسته‌بندی و مخلوط‌کردن حائز اهمیت است (رضوی و اکبری، ۲۰۰۶).

صفا و خزایی (۲۰۰۳) با بررسی خواص فیزیکی انار، مدل‌هایی برای پیش‌بینی جرم میوه به‌دست آوردند. طباطبایی‌فر و رجبی‌پور (۲۰۰۵) با بررسی خواص فیزیکی سیب، مدل‌هایی برای پیش‌بینی وزن سیب براساس سایر مشخصه‌های آن به‌دست آوردند. کلیم اله و گوناسکار (۲۰۰۲) در پژوهشی برخی خواص فیزیکی فوفل^۱ شامل اندازه، شکل، گردی، کرویت، وزن مخصوص، چگالی توده‌ای، تخلخل و زاویه استقرار، ضریب اصطکاک ایستایی و دینامیکی را در بازه رطوبتی ۸۸/۹۱-۱۰/۵۱ درصد بر پایه وزن خشک به‌دست آوردند. پاکسوی و آیدین (۲۰۰۴) بعضی شاخصه‌های فیزیکی دانه‌های کدو^۲ را در محتوای رطوبتی ۶/۴-۵۲/۹۰ درصد بررسی کردند. همچنین نقش محتوای رطوبتی مورد مطالعه قرار گرفت. اولاراف و شوتوندی (۲۰۰۴) خواص فیزیکی بامیا^۳ را در درصد رطوبتی ۱۱/۴۲ درصد بر مبنای تر تعیین کردند. آکار و آیدین (۲۰۰۵) یک سری خواص فیزیکی واریته‌های گامبو^۴ را به‌عنوان تابعی از رطوبت تخمین زدند. کاشانی‌نژاد و همکاران (۲۰۰۶) برخی خواص فیزیکی پسته و مغز آن را به‌منظور طراحی

- 1- Arecanut
- 2- Squash seeds
- 3- Okro fruit
- 4- Gumbo fruit



شکل ۱- ارقام خاصویی و برخی به ترتیب از راست به چپ.

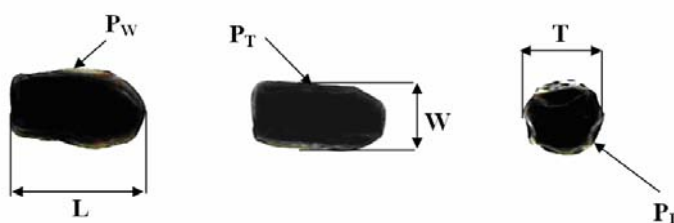


شکل ۲- دستگاه اندازه‌گیری ابعاد و مساحت سطوح تصویر شده.

جرم خرما با استفاده از ترازوی حساس دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم به دست آمد. برای تعیین و اندازه‌گیری حجم و چگالی هر دانه خرما از روش میزان آب جابه‌جا شده استفاده شد. بدین منظور با قرار دادن بشر محتوی آب روی ترازو و صفر کردن وزن آن، با غوطه‌ور کردن خرما در بشر جرم آب جابه‌جا شده (عدد خوانده شده روی ترازو) تعیین شد. با استفاده از معادله زیر چگالی هر دانه از خرما قابل محاسبه گردید (محسنین، ۱۹۸۶):

$$\rho_f = \frac{M_a}{M_a - M_w} \times \rho_w \quad (1)$$

با قرار دادن محصول در سه وضعیت مختلف و عمود بر هم، تصاویر به صورت تک به تک از نمونه‌های خرما گرفته شد. دستگاه با پردازش سه تصویر، ابعاد و مساحت سطوح تصویر شده را تعیین می‌کند. بزرگترین بُعد محصول (L)، بزرگترین بُعد عمود بر L (W)، بُعد عمود بر L و W (T) بر حسب میلی‌متر و مساحت سطوح تصویر شده در راستای بزرگترین بُعد محصول (P_L)، در راستای W (P_W) و در راستای T (P_T)، بر حسب میلی‌متر مربع برای هر دانه از خرما اندازه‌گیری و ثبت شد (شکل ۳).



شکل ۳- تصاویر سطوح تصویر شده خرما در سه راستای عمود بر هم.

$$S = \pi.D_g^2 \quad (6)$$

که در آن S مساحت سطح رویه (میلی مترمربع) و D_g میانگین هندسی قطر (میلی متر) است.

زاویه اصطکاک ایستایی خرما با استفاده از دستگاه شیب سنج ساده و با سه سطح مختلف آهن گالوانیزه، شیشه و تخته چندلا اندازه‌گیری شد. بدین ترتیب که توده محصول درون قوطی نازک حلبی (که فاقد سر و ته بود) قرار داده شد و روی سطح قرار گرفت. زاویه شیب سطح به‌طور تدریجی افزایش یافته و به محض مشاهده کوچک‌ترین لغزش قوطی، شیب دستگاه با دقت یک درجه اندازه‌گیری شد (دوتا و همکاران، ۱۹۸۸؛ جین و بال، ۱۹۹۷؛ گزر و همکاران، ۲۰۰۲). ضریب زاویه اصطکاک ایستایی با استفاده از معادله زیر محاسبه شده است:

$$\mu = \tan \phi \quad (8)$$

که در آن μ و ϕ به ترتیب ضریب زاویه اصطکاک ایستایی و زاویه سطح شیبدار در لحظه لغزش قوطی می‌باشند.

نتایج و بحث

آزمایش‌ها به ترتیب در درصد رطوبت ۳۱/۰۲ درصد در رقم خاصویی و ۳۰/۵۹ درصد در رقم برحی (بر پایه خشک) انجام شد. مطابق با جدول تجزیه واریانس برخی خصوصیات مهم فیزیکی دو رقم مقایسه شدند (جدول ۱). نتایج نشان می‌دهد به جز ضریب کرویت، بقیه شاخصه‌ها با هم اختلاف معنی‌داری داشتند که فقط برخی از مهم‌ترین شاخصه‌ها در جدول تجزیه واریانس آمده است (جدول ۱). مقادیر میانگین مشخصه‌های فیزیکی اندازه‌گیری شده در خرما برحی و خاصویی در جدول ۲ آمده است. مقایسه جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) و میانگین مشخصه‌های فیزیکی اندازه‌گیری شده دو رقم خرما (جدول ۲) نشان می‌دهد که میانگین جرم خرما برحی (۵/۹۷ گرم) به‌طور معنی‌داری از خرما خاصویی (۳/۷۸ گرم) بیشتر بود.

که در آن ρ_f چگالی هر دانه از خرما (گرم بر سانتی مترمکعب)، M_a جرم محصول در هوای آزاد (گرم)، M_w جرم محصول در آب (گرم) و ρ_w چگالی آب در محیط آزمایشگاه (گرم بر سانتی مترمکعب) است. (که مقدار آن در محیط آزمایشگاه با سه تکرار ۱/۰۵ گرم بر سانتی متر مکعب به دست آمد).

چگالی توده‌ای خرما با اندازه‌گیری جرم توده محصول در واحد حجم به دست آمد. بدین منظور با پر کردن ظرف مخصوص از محصول و به دست آوردن جرم محتویات، چگالی توده‌ای از معادله زیر قابل محاسبه گردید (سودار و داس، ۱۹۹۶؛ فریزر و همکاران، ۱۹۷۸):

$$\rho_b = \frac{M}{V} \quad (2)$$

که ρ_b چگالی توده‌ای خرما (گرم بر سانتی مترمکعب)، M جرم توده خرما (گرم) و V حجم ظرف (سانتی متر مکعب) است.

تخلخل خرما (ε) برحسب درصد از معادله زیر محاسبه گردید (محسنین، ۱۹۸۶؛ آکار و آیدین، ۲۰۰۵؛ کاباس و همکاران، ۲۰۰۶؛ ورساوس و همکاران، ۲۰۰۶).

$$\varepsilon = \left(\frac{\rho_f - \rho_b}{\rho_f} \right) \times 100 \quad (3)$$

میانگین هندسی قطر و ضریب کرویت محصول به ترتیب از معادلات زیر محاسبه شده است (محسنین، ۱۹۸۶؛ آکار و آیدین، ۲۰۰۵؛ کاباس و همکاران، ۲۰۰۶):

$$D_g = (LWT)^{1/3} \quad (4)$$

که در آن D_g میانگین هندسی قطر (میلی متر)، L بزرگترین بُعد محصول (میلی متر)، W بزرگترین بُعد عمود بر بعد L (میلی متر)، و T بزرگترین بُعد عمود بر W و (میلی متر) است.

$$\Phi = D_g / L \quad (5)$$

که در آن D_g میانگین هندسی قطر (میلی متر) و Φ ضریب کرویت محصول است.

مساحت سطح رویه (S) برحسب میلی مترمربع نیز از معادله زیر به دست آمده است (محسنین، ۱۹۸۶؛ کاباس و همکاران، ۲۰۰۶):

معنی‌داری بیشتر از خاصویی (۴۴/۴۳ درصد) بود در حالی که چگالی دانه‌ای و چگالی توده‌ای خاصویی (به‌ترتیب ۱/۰۷ و ۰/۵۹ گرم بر سانتی‌مترمکعب) با اختلاف معنی‌داری بیشتر از برحی (به‌ترتیب ۱/۰۲ و ۰/۵۲ گرم بر سانتی‌مترمکعب) به‌دست آمد. کرویت هر دو رقم مساوی با ۰/۷۷ بود. همچنین، حجم، چگالی بی‌هسته، مساحت سطوح تصویر شده و سطح رویه برحی با اختلاف معنی‌داری از خاصویی بیشتر بود.

مقادیر جرم به‌ترتیب بین ۳/۹۸ تا ۹/۱۴ گرم در رقم برحی و ۳/۰۲ تا ۵/۲۰ گرم در رقم خاصویی متغیر بود. همچنین طول، عرض و ضخامت خرماي برحی (با مقادیر میانگین ۳۱/۲۰، ۲۱/۷۶ و ۲۰/۲۸ میلی‌متر) به‌طور معنی‌داری بیشتر از خاصویی (با مقادیر میانگین ۲۵/۸۹، ۱۸/۱۷ و ۱۶/۹۷ میلی‌متر) به‌دست آمد. مقدار متوسط میانگین قطر هندسی خرماي برحی نیز (۲۳/۹۵ میلی‌متر) به‌طور معنی‌داری بیشتر از خاصویی (۱۹/۹۸ میلی‌متر) بود. تخلخل خرماي برحی (۴۸/۶۷ درصد) با اختلاف

جدول ۱- تجزیه واریانس خصوصیات فیزیکی مهم دو رقم خرماي برحی و خاصویی.

متغیر وابسته	منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مجموع مربعات	F
جرم (گرم)	تیمار	۲۴۰/۴۲	۱	۲۴۰/۴۲	۷۵۸/۶۶**
	خطای آزمایش	۶۲/۷۵	۱۹۸	۰/۳۲	
	کل	۳۰۳/۱۶	۱۹۹		
L بزرگترین طول (میلی‌متر)	تیمار	۱۴۱۱/۴۰	۱	۱۴۱۱/۴۰	۷۵۹/۸۹**
	خطای آزمایش	۳۶۷/۷۶	۱۹۸	۱/۸۶	
	کل	۱۷۷۹/۱۶	۱۹۹		
W بزرگترین بعد عمود بر L (میلی‌متر)	تیمار	۶۴۴/۰۵	۱	۶۴۴/۰۵	۶۷۳/۲۱**
	خطای آزمایش	۱۸۹/۴۲	۱۹۸	۰/۹۶	
	کل	۸۳۳/۴۷	۱۹۹		
T بعد عمود بر W و L (میلی‌متر)	تیمار	۵۴۶/۴۸	۱	۵۴۶/۴۸	۵۶۶/۵۷**
	خطای آزمایش	۱۹۰/۹۸	۱۹۸	۰/۹۶	
	کل	۷۳۷/۴۶	۱۹۹		
چگالی دانه‌ای خرما (گرم بر سانتی‌مترمکعب)	تیمار	۰/۱۳	۱	۰/۱۳	۲۲/۰۷**
	خطای آزمایش	۱/۱۴	۱۹۸	۰/۰۱	
	کل	۱/۲۷	۱۹۹		
چگالی توده‌ای (گرم بر سانتی‌مترمکعب)	تیمار	۰/۰۱	۱	۰/۰۱	۱۰۵/۶۴**
	خطای آزمایش	۰/۰۰	۴	۰/۰۰	
	کل	۰/۰۱	۵		
تخلخل (درصد)	تیمار	۲۶/۹۸	۱	۲۶/۹۸	۳۵/۷۲**
	خطای آزمایش	۳/۰۲	۴	۰/۷۶	
	کل	۳۰/۰۱	۵		
میانگین هندسی قطر (میلی‌متر)	تیمار	۷۹۰/۹۵	۱	۷۹۰/۹۵	۱۰۸۷/۱۸**
	خطای آزمایش	۱۴۴/۰۵	۱۹۸	۰/۷۳	
	کل	۹۳۵/۰۰	۱۹۹		
ضریب کرویت	تیمار	۰/۰۰	۱	۰/۰۰	۱/۱۷ ^{ns}
	خطای آزمایش	۰/۱۲	۱۹۸	۰/۰۰	
	کل	۰/۱۲	۱۹۹		
سطح رویه (میلی‌مترمربع)	تیمار	۱۵۰۹۶۶۳۲/۸۷	۱	۱۵۰۹۶۶۳۲/۸۷	۱۰۴۱/۲۱**
	خطای آزمایش	۲۸۷۰۸۲۶/۴۶	۱۹۸	۱۴۴۹۹/۱۲	
	کل	۱۷۹۶۷۴۵۹/۳۳	۱۹۹		

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد ^{ns}: عدم اختلاف معنی‌دار

جدول ۲- میانگین مشخصه‌های فیزیکی اندازه‌گیری شده خرما رقم برچی و خاصویی.

متغیر	رقم	تکرار	کمترین مقدار	بیشترین مقدار	مقدار متوسط	انحراف معیار
جرم (گرم)	برچی	۱۰۰	۳/۹۸	۹/۱۴	۵/۹۷	۰/۶۸
	خاصویی	۱۰۰	۳/۰۲	۵/۲۰	۳/۷۸	۰/۴۱
حجم (سانتی‌متر مکعب)	برچی	۱۰۰	۳/۸۱	۹/۰۵	۵/۹۰	۰/۷۵
	خاصویی	۱۰۰	۲/۷۹	۴/۹۱	۳/۵۶	۰/۳۹
L بزرگترین طول (میلی‌متر)	برچی	۱۰۰	۲۷/۴۰	۳۵/۳۰	۳۱/۲۰	۱/۴۶
	خاصویی	۱۰۰	۲۳/۲۰	۲۹/۷۰	۲۵/۸۹	۱/۲۵
W بزرگترین بعد عمود بر L (میلی‌متر)	برچی	۱۰۰	۱۸/۹۰	۲۵/۷۰	۲۱/۷۶	۱/۰۷
	خاصویی	۱۰۰	۱۶/۱۰	۲۰/۵۰	۱۸/۱۷	۰/۸۸
T بعد عمود بر W و L (میلی‌متر)	برچی	۱۰۰	۱۸/۱۰	۲۳/۱۰	۲۰/۲۸	۱/۰۷
	خاصویی	۱۰۰	۱۴/۳۰	۱۹/۴۰	۱۶/۹۷	۰/۸۹
P _L سطح تصویر شده در راستای L (میلی‌متر مربع)	برچی	۱۰۰	۲۷۴/۰۰	۴۸۵/۰۰	۳۴۸/۷۸	۳۳/۹۳
	خاصویی	۱۰۰	۲۱۰/۰۰	۳۲۰/۰۰	۲۴۸/۲۲	۲۰/۹۳
P _W سطح تصویر شده در راستای W (میلی‌متر مربع)	برچی	۱۰۰	۳۵۹/۰۰	۶۲۷/۰۰	۵۰۸/۰۷	۴۲/۰۳
	خاصویی	۱۰۰	۲۹۸/۰۰	۴۵۱/۰۰	۳۶۰/۷۵	۲۸/۳۲
P _T سطح تصویر شده در راستای T (میلی‌متر مربع)	برچی	۱۰۰	۴۱۸/۰۰	۶۹۰/۰۰	۵۴۳/۷۳	۴۱/۵۲
	خاصویی	۱۰۰	۳۲۴/۰۰	۴۷۳/۰۰	۳۸۳/۷۶	۲۹/۸۴
چگالی (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	برچی	۱۰۰	۰/۹۰	۱/۱۳	۱/۰۲	۰/۰۶
	خاصویی	۱۰۰	۰/۸۸	۱/۲۹	۱/۰۷	۰/۰۹
چگالی خرمای بی‌هسته (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	برچی	۱۰	۱/۱۹	۱/۶۷	۱/۴۸	۰/۲۲
	خاصویی	۶	۱/۲۳	۱/۳۸	۱/۳۱	۰/۰۲
چگالی توده‌ای (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	برچی	۳	۰/۵۲	۰/۵۳	۰/۵۲	۰/۰۱
	خاصویی	۳	۰/۵۸	۰/۶۰	۰/۵۹	۰/۰۱
تخلخل (درصد)	برچی	۳	۴۸/۳۳	۴۹/۰۲	۴۸/۶۷	۰/۳۴
	خاصویی	۳	۴۳/۶۴	۴۵/۷۹	۴۴/۴۳	۱/۱۸
میانگین هندسی قطر (میلی‌متر)	برچی	۱۰۰	۲۱/۳۵	۲۷/۲۲	۲۳/۹۵	۰/۹۱
	خاصویی	۱۰۰	۱۸/۲۴	۲۲/۳۱	۱۹/۹۸	۰/۸۰
ضریب کرویت	برچی	۱۰۰	۰/۷۰	۰/۸۵	۰/۷۷	۰/۰۳
	خاصویی	۱۰۰	۰/۷۲	۰/۸۲	۰/۷۷	۰/۰۲
سطح رویه (میلی‌متر مربع)	برچی	۱۰۰	۱۴۳۲/۲۹	۲۳۲۶/۸۵	۱۸۰۵/۰۷	۱۳۷/۱۹
	خاصویی	۱۰۰	۱۰۴۴/۷۰	۱۵۶۳/۵۵	۱۲۵۵/۵۸	۱۰۰/۸۸

چندلا) بود. نتایج به‌دست آمده در جدول ۴ آورده شده است. مطابق جدول ۴ تنها اثر ضریب زاویه اصطکاک ایستایی با رقم معنی‌دار بود در حالی که تکرار، نوع سطح و اثر متقابل رقم و نوع سطح معنی‌دار نبود. مقایسه جدول‌های ۳ و ۴ نشان می‌دهد ضریب اصطکاک ایستایی در رقم برچی با اختلاف معنی‌داری از خاصویی بیشتر

مقادیر میانگین حاصل از آزمایش ضریب اصطکاک ایستایی در جدول ۳ آورده شده است. مقادیر حاصل از آزمایش ضریب اصطکاک به‌وسیله آزمون فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. فاکتورهای آزمایش شامل دو فاکتور رقم و سه فاکتور سطح اصطکاکی (سطح شیشه‌ای، گالوانیزه و تخته

کمتر است. همچنین، ضخامت دیری (۱۷/۴۲) بیشتر از خاصویی (۱۶/۹۷) و کمتر از برحی (۲۰/۲۸) بود. میانگین طول، عرض و ضخامت لشت (به ترتیب از چپ به راست ۲۰/۹۵، ۲۲/۰۸ و ۳۷/۸۲ میلی متر) بیشتر از بقیه ارقام بود. میانگین هندسی قطر و سطح رویه رقم لشت به ترتیب با مقادیر ۲۵/۹۵ میلی متر و ۲۱۲۲/۳۸ میلی مترمربع از دو رقم برحی و خاصویی بیشتر بود در حالی که چگالی دانه‌ای و ضریب کرویت ارقام برحی و خاصویی بیشتر از رقم لشت (به ترتیب با مقادیر ۱/۰۰ گرم بر سانتی متر مکعب و ۰/۶۹) بود. تخلخل رقم لشت (۴۶/۷۵ درصد) بیشتر از خاصویی و کمتر از برحی و چگالی توده‌ای لشت (۰/۵۳ گرم بر سانتی متر مکعب) کمتر از خاصویی و بیشتر از برحی بود.

است و می‌توان در حین انتقال آن را با زاویه شیب بیشتری منتقل کرد. با تغییر نوع سطح اصطکاکی اختلاف معنی‌داری بین ضریب اصطکاک و نوع سطح دیده نمی‌شود (در هر دو رقم).

مقایسه نتایج خرماهای برحی و خاصویی با خرماهای رقم دیری (رفیعی و همکاران، ۲۰۰۶) و همچنین خرماهای رقم لشت (کرامت جهرمی و همکاران، ۲۰۰۷) نشان داد میانگین جرم خرماهای دیری (۵/۳۰ گرم) از خرماهای خاصویی (۳/۷۸ گرم) بیشتر و از برحی کمتر است در حالی که میانگین جرم رقم لشت (۷/۱۶ گرم) از بقیه ارقام بیشتر بود. در مقایسه ابعاد (برحسب میلی متر)، میانگین طول خرماهای دیری (۳۵/۶۸) از دو رقم برحی و خاصویی بیشتر و میانگین عرض آن (۱۸/۰۷) از برحی و خاصویی

جدول ۳- میانگین ضرایب اصطکاک ایستایی اندازه‌گیری شده خرما رقم برحی و خاصویی.

رقم	نوع سطح	کمترین مقدار	بیشترین مقدار	مقدار متوسط	انحراف معیار
برحی	سطح شیشه	۰/۴۵	۰/۶۰	۰/۵۱	۰/۰۶
	سطح گالوانیزه	۰/۳۶	۰/۶۵	۰/۵۰	۰/۱۳
	سطح تخته چندلا	۰/۴۹	۰/۶۵	۰/۵۶	۰/۰۵
خاصویی	سطح شیشه	۰/۳۸	۰/۴۹	۰/۴۳	۰/۰۴
	سطح گالوانیزه	۰/۴۰	۰/۵۸	۰/۴۸	۰/۰۷
	سطح تخته چندلا	۰/۳۴	۰/۵۸	۰/۴۶	۰/۱۱

جدول ۴- تجزیه واریانس دو فاکتور رقم و نوع سطح اصطکاکی.

منابع تغییر	مجموع مربعات	میانگین مجموع مربعات	F
رقم خرما	۰/۰۴	۰/۰۴	۵/۳۹**
نوع سطح اصطکاکی	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۴۴ ^{ns}
تکرار	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۳۱ ^{ns}
رقم × نوع سطح	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۶۷ ^{ns}
خطای آزمایش	۰/۲۰	۰/۰۱	

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد ^{ns}: عدم اختلاف معنی‌دار

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت و همکاری دانشکده مهندسی بیوسیستم دانشگاه تهران انجام شد. در پایان لازم است از زحمات و همکاری‌های مهندس محمدرضا قاسمی، احمد بهارلویی و مجتبی کرامت جهرمی تشکر و قدردانی به عمل آید.

نتایج این تحقیق در طراحی دستگاه‌های درجه‌بندی و جداکننده خرما، طراحی هسته‌گیرها، بسته‌بندی خرما، طراحی دستگاه‌های فرآوری و تجهیزات انتقال و غیره مفید و کاربردی است.

منابع

1. Akar, R., and Aydin, C. 2005. Some physical properties of gumbo fruit varieties. *Journal of Food Engineering*. 66: 387-393.
2. AOAC. 1984. Official methods of analysis. 14th edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C.
3. Demir, F., Dogan, M., Ozcan, H., and Haciseferogullari, H. 2002. Nutritional and physical properties of hackberry (*Celtis australis* L.). *Journal of Food Engineering*. 54: 241–247.
4. Dutta, S.K., Nema, V.K., and Bhardwaj, R.J. 1988. Physical properties of gram, *Journal of Agricultural Engineering Research*. 39: 259–268.
5. Fraser, B.M., Verma, S.S., and Muir, W.E. 1978. Some physical properties of fababeans. *Journal of Agricultural Engineering Research*. 23: 53-57.
6. Gezer, I., Haciseferogullari, H., and Demir, F. 2002. Some physical properties of Hacihaliloglu apricot pit and its kernel, *Journal of Food engineering*. 56: 49–57.
7. Jain, R.K., and Bal, S. 1997. Properties of pearl millrt, *Journal of Agricultural Engineering Research*. 66: 85-91.
8. Kabas, O., Ozmerzi, A., and Akinci, I. 2006. Physical properties of cactus pear (*Opuntia ficus India* L.) grown wild in Turkey, *Journal of Food Engineering*. 73: 198-202.
9. Kaleemullah, S., and Gunasekar, J.J. 2002. Moisture-dependent Physical Properties of Arecanut Kernels, *Biosystems Engineering*. 82 (3): 331–338.
10. Kashaninejad, M., Mortazavi, A., Safekordi, A., and Tabil, L.G. 2006. Some physical properties of Pistachio (*Pistacia vera* L.) nut and its kernel, *Journal of Food Engineering*, 72: 30–38.
11. Keramat Jahromi, M., Jafari, A., Rafiee, S., Keyhani, A.R., Mirasheh, R., and Mohtasebi, S.S. 2007. Some physical properties of date fruit (cv. Lasht). *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. Manuscript FP 07 019, Vol. IX.
12. Mirasheh, R. 2006. Designing and making procedure for a machine determining olive Image Dimensions. M.Sc. Thesis. Department of Agricultural Machinery Engineering, Faculty of Biosystems Engineering, University of Tehran, Karaj, Iran (In Farsi).
13. Mohsenin, N.N. 1986. Physical properties of plant and animal materials, 2nd Ed. Gordon and Breach Sci. Pub. N.Y. Pp: 79-91.
14. Owolarafe, O.K., and Shotonde, H.O. 2004. Some physical properties of fresh okro fruit, *Journal of Food Engineering*, 63: 299–302.
15. Paksoy, M., and Aydin, C. 2004. Some physical properties of edible squash (*Cucurbita pepo* L.) seeds, *Journal of Food Engineering* 65: 225–231.
16. Rafiee, S., Keramat Jahromi, M., Jafari, A., Keyhani, A.R., and Mirasheh, R. 2006. Determination of dimension and mass of date (Deiri). *International Conference on Innovations in Food and Bioprocess Technologies*, Thailand, 12-14 December.
17. Razavi, S.M.A., and Akbari, R. 2006. Biophysical properties of agricultural and food materials, Ferdosi university of Mashhad press, 302p.
18. Safa, M., and Khazaei, J. 2003. Determining and modeling some physical properties of pomegranate fruits of saveh area related to peeling and packaging, *Proceedings of the International Congress, Food and Environment*, Izmir Turkey, Octobr 7-10
19. Suthar, S.H., and Das, S.K. 1996. Some physical properties of karingda seeds, *Journal of Agricultural Engineering Research*. 65: 15–22.
20. Tabatabaeefar, A., and Rajabipour, A. 2005. Modeling the mass of apples by geometrical attributes, *Scientia Horticulture* (Elsevier publishing company). 105: 373-382.
21. Vursavus, K., Kelebek, H., and Selli, S. 2006. A study on some chemical and physico-mechanic properties of three sweet cherry varieties (*Prunus avium* L.) in Turkey. *Journal of Food Engineering*. 74: 568–575.

Determining and comparison of some physical characteristics of date fruits (Berhi and Khasoei varieties)

M. Keramat Jahromi¹, A. Jafari², Sh. Rafiee², R. Mirasheh¹ and S.S. Mohtasebi³

¹Farmer M.Sc. Student, Dept. of Agricultural Machinery Engineering, University of Tehran and Member of Young Researchers Club, Islamic Azad University, Iran, ²Assistant Prof. Dept. of Agricultural Machinery Engineering, University of Tehran, Iran, ³Associate Prof. Dept. of Agricultural Machinery Engineering, University of Tehran, Iran

Abstract

To determine and compare some physical properties of Berhi and Khasoei varieties of date fruits, physical properties experiments of date fruits were carried out at moisture contents of 31.02% and 30.59% (d.b.) for Khasoei and Berhi, respectively. Results show that the average mass and volume of Berhi; 5.97g and 5.90g/cm³ have significant differences with respect to Khasoei variety which were as 3.78g and 3.56g/cm³, respectively. Dimensions, geometric mean diameter, volume, projected areas, surface area and porosity of Berhi was larger than Khasoei with a significant difference, while density and bulk density of Khasoei were larger than Berhi. The sphericity of both varieties was 0.77. Variance analysis by completely randomized design showed that the coefficient of static friction has only a significant differences respect to the kind of variety. Result of this paper is useful in design of post harvest equipment of date fruit.

Keywords: Date fruit; Physical properties; Berhi; Khasoei; Coefficient of static friction.

*- Corresponding Author; Email: mahdikeramat@gmail.com