تعیین و مقایسه خواص فیزیکی و مکانیکی دو رقم طالبی ایرانی(۶۱۱)

صفورا یونجی[۱] ، داوود قنبریان [۲]

چکیده

در این تحقیق برخی خواص فیزیکی و مکانیکی دو رقم طالبی نظیر ابعاد، جرم، حجم، جرم مخصوص، قطر میانگین هندسی، سطح رویه، سطح تصویر، درجه کرویت، سفتی و ضریب اصطکاک استاتیکی روی سه سطح فولاد گالوانیزه، لاستیک و برزنت تعیین شد. نتایج نشان می‌دهد که درجه کرویت برای رقم سمسوری (۰/۹۳) بیشتر از رقم شاه‌آبادی (۰/۹۰) است. بیشترین مقادیر جرم، حجم، جرم مخصوص، مساحت سطح تصویر در راستای عمود بر طول، عرض و ضخامت، قطر میانگین هندسی، سطح رویه، سفتی و ضریب اصطکاک استاتیکی با سطوح فولادگالوانیزه، لاستیک و برزنت برای رقم شاه‌آبادی به ترتیب با میانگین ۱۷۳۴/۱۸ گرم، ۲۲۰۷/۱۸ سانتی متر مکعب، ۰/۷۹ گرم بر سانتی متر مکعب، ۳۲۴/۷۰، ۳۳۳/۰۲و ۳۴۵/۴۰ سانتی متر مربع، ۱۴/۰۳ سانتی متر، ۷۳۸/۷۳ سانتی متر مربع، ۳۶/۷۶ وتن، ۰/۲۷، ۰/۳۴ و ۰/۳۱ و کمترین مقادیر این پارامترها برای رقم سمسوری به ترتیب با میانگین ۱۱۶۸/۷۶ گرم، ۱۶۲۲/۵۵ سانتی متر مکعب، ۰/۷۲ گرم بر سانتی متر مکعب، ۲۰۰/۳۹، ۲۰۷/۴۸ و ۲۱۵/۸۱ سانتی متر مربع، ۱۲/۲۵سانتیمتر، ۵۳۲/۳۱ سانتیمتر مربع، ۲۸/۷۳ نیوتن، ۰/۲۳، ۰/۳۱ و ۰/۲۷ می‌باشد. نتایج آزمون مقایسه میانگین ها به روش LSD نشان داد که بین دو رقم مورد نظر تفاوت های معنی‌داری در تمام ویژگی‌های فیزیکی فوق الذکر وجود دارد. میانگین تمام پارامترهای اندازه گیری شده بجز درجه کرویت برای رقم شاه آبادی بیشتر بود. از نظر زمان انبارداری پس از گذشت یک هفته، تفاوت معنی‌داری در سفتی میوه های هر دورقم مشاهده نشد. ولی با گذشت دو هفته، سفتی بطور معنی داری کاهش یافت. همچنین روابط رگرسیونی مختلفی میان خواص مورد مطالعه به دست آمد. نتایج این تحقیق در زمینه انبارداری و طراحی تجهیزات انتقال، درجه‌بندی و بسته‌بندی قابل استفاده خواهد بود.

کلیدواژه: طالبی، خواص فیزیکی، ضریب اصطکاک، سفتی، انبار داری

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، پست الکترونیک: safoorayonji@gmail.com
۲- عضو هیئت علمی گروه مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

مقدمه:

طالبی با نام علمی (*Cucumis melo* L.) Cantaloupe سرشار از ویتامین‌های A، B و C است. این میوه به سبب داشتن درصد بالای قند و نرمی گوشت میوه از محبوبیت خاصی بین عامه مردم برخوردار بوده و به طرق مختلف مورد استفاده قرار می گیرد. طبق آمار جهانی فائو (۲۰۰۴)[1] میزان سطح زیر کشت سالانه طالبی در ایران و جهان بترتیب ۸۰۰۰۰ و ۱۲۸۷۷۰۰ هکتار و عملکرد در ایران وجهان بترتیب ۱۵۳,۸ و ۲۱۲,۳ تن در هکتار می‌باشد. اطلاع از خواص فیزیکی مکانیکی محصولات کشاورزی شرط لازم برای طراحی دستگاه‌های انتقال، جداسازی، درجه‌بندی و بسته‌بندی این محصولات است. متاسفانه تا به حال در مورد خواص فیزیکی مکانیکی طالبی بخصوص در مورد ارقام ایرانی آن تحقیقات کاملی انجام نشده است. از طرف دیگر این محصول از نظر وزن و حجم جزو میوه‌های بزرگ است که این امر معضلات خاصی را در برداشت، حمل و نقل، انبارداری، انتقال و بسته‌بندی این محصول به دنبال دارد. در این تحقیق برخی خواص فیزیکی و مکانیکی دو رقم طالبی ایرانی (شاه‌آبادی اصفهان و سمسوری ورامین) تعیین و با هم مقایسه می‌گردد.

خواص مورد بررسی شامل ابعاد، جرم، حجم، جرم مخصوص، قطر میانگین هندسی، سطح رویه، سطح تصویر، درجه کرویت، سفتی و ضریب اصطکاک استاتیکی با سطوح فولادگالوانیزه، لاستیک و برزنت می‌باشند.

تا بحال تحقیقات بیشماری در زمینه خواص فیزیکی و مکانیک محصولات کشاورزی انجام گرفته است که در زیر به برخی از آنها اشاره می‌شود.

محسنین[2] و همکاران در تحقیقات فراوانی خواص مختلف فیزیکی و مکانیکی محصولات مختلف را تعیین نموده‌اند [۵، ۱۰، ۱۱ و ۱۲]. صدرنیا و همکاران (۱۳۸۰) خواص فیزیکی و مکانیکی دو رقم هندوانه را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که با افزایش اندازه هندوانه، ضریب کرویت و چگالی در هر دو رقم کاهش می‌یابد. بیشترین مقدار چگالی مربوط به رقم چارلستون‌گری در اندازه کوچک بود. نتایج همچنین نشان داد که خواص مکانیکی هندوانه تحت تاثیر اندازه و رقم به طور معنی‌داری تغیر می‌کند [۲]. لیو[3] و همکاران (۲۰۰۴) خواص فیزیکی شش واریته طالبی از جمله ابعاد، جرم، ضخامت گوشت و سطح میوه را اندازه‌گیری کرده و با هم مقایسه نمودند. نتایج نشان داد که واریته‌های «ریتوکولاتوس»[4] و «کانتالوپنسیس»[5] از نظر خواص فیزیکی بسیار به هم شبیه هستند [۹]. آرتس[6] و همکاران (۱۹۹۳) ویژگی‌های چهار رقم خربزه اسپانیایی را با هم مقایسه کردند. این خواص شامل وزن، ابعاد، ضخامت گوشت و سفتی آنها بود [۶]. نورتن[7] و همکاران (۱۹۸۵) پنج واریته مختلف طالبی را از نظر میزان سفتی مقایسه کردند. روش اندازه‌گیری آنها استفاده از نفوذسنج روی چهار نقطه میوه بود که طی آن میانگین اعداد بدست آمده به عنوان سفتی میوه در نظر گرفته شد. بیشترین مقدار سفتی اندازه گیری شده مربوط به واریته «جـ مبو»[8] بود [۱۳]. اوزر[9] و همکاران (۱۹۹۸) سفتی طالبی را به دو روش غیرمخرب، بوسیله بارگذاری ضربه‌ای و نفوذسنج اندازه‌گیری کرده و با هم مقایسه نمودند. نتایج نشان داد که روش نفوذسنج برای تعیین سفتی میوه‌ها دقیق‌تر بوده و آزمون ضربه غیر مخرب برای تخمین سفتی طالبی در مراحل مختلف رسیدگی مفید واقع می‌شود [۱۴]. متاسفانه تا به حال در مورد خواص فیزیکی مکانیکی طالبی بخصوص در مورد ارقام ایرانی آن تحقیقات کاملی انجام نشده است. از طرف دیگر این محصول از نظر وزن و حجم جزو میوه‌های بزرگ است که این امر معضلات خاصی را در برداشت، حمل و نقل، انبارداری، انتقال و بسته‌بندی این محصول به دنبال دارد. در این تحقیق برخی خواص فیزیکی و مکانیکی دو رقم طالبی ایرانی (شاه‌آبادی اصفهان و سمسوری ورامین) تعیین و با هم مقایسه می‌شود. خواص مورد بررسی شامل ابعاد، جرم، حجم، جرم مخصوص، قطر میانگین هندسی، سطح رویه، سطح تصویر، درجه کرویت، سفتی و ضریب اصطکاک استاتیکی با سطوح فولادگالوانیزه، لاستیک و برزنت می‌باشند.

---

1 FAOSTAT
2 Mohsein
3 Lio
4 Reticulatus
5 Cantalupensis
6 Artes
7 Norton
8 Jumbo
9 Ozer

مواد و روش‌ها:

تعداد ۳۶ عدد میوه رسیده از هر یک از ارقام مورد نظر به کمک یک کارشناس با تجربه و به طور تصادفی از یک مزرعه طالبی واقع در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان تهیه و به سردخانه دانشگاه شهرکرد منتقل شد. شرایط نگهداری در سردخانه دمای ۴ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۹۵ درصد بود. پس از دو هفته نگهداری در سردخانه (به منظور حذف فاکتور دما)، میوه‌ها به یک یخچال ۶ درجه سانتیگراد درمحل انجام آزمایش منتقل شدند [۸]. برای اندازه‌گیری ابعاد میوه. بدلیل بزرگ بودن نها، یک وسیله مخصوص ساخته شد که به کمک آن امکان اندازه گیری ابعاد محصول با دقت ۱,۰ میلیمتر فراهم شد (شکل ۱).

شکل ۱. یک ابزار مخصوص برای اندازه گیری ابعاد میوه های بزرگ

برای هر میوه ابعاد مورد نظر هندسی در سه جهت عمود بر هم (طول، عرض، و ارتفاع) اندازه‌گیری شد. سپس قطر میانگین هندسی و درجه کرویت میوه ها از روابط زیر محاسبه شد [۸].

$$D = (LWT)^{1/3} \qquad (۱)$$

$$\phi = \frac{(\pi/6)LWT}{(\pi/6)L^3} = \frac{(LWT)^{1/3}}{L} \qquad (۲)$$

به منظور تعین جرم میوه‌ها از یک ترازوی دیجیتال با دقت ۰,۰۰۱ گرم استفاده شد. برای اندازه‌گیری حجم و جرم مخصوص از روش جابجایی آب استفاده شد. هر میوه ابتدا در هوا وزن شد و سپس به دلیل اینکه میوه طالبی سبکتر از آب استبرای غوطه‌ور شدن آن از یک شیء سنگین (وزنه) استفاده شد. سپس حجم و جرم مخصوص از روابط ۳ و ۴ محاسبه گردید [۱۱ و ۱۲].

$$V = \frac{(M_a - M_w)both - (M_a - M_w)\sin\ker}{\rho_w} \qquad (۳)$$

$$SG = \frac{(M_a)object}{(M_a - M_w)both - (M_a - M_w)\sin\ker} \cdot SG \qquad (۴)$$

در این روابط مقادیر جرم بر حسب گرم، حجم بر حسب سانتیمتر مکعب، جرم مخصوص ظاهری بر حسب گرم بر سانتیمتر مکعب بوده و جرم مخصوص آب برابر یک گرم بر سانتیمتر مکعب در نظر گرفته شد.

یکی دیگر از روشهای تشریح شکل و اندازه میوه‌ها و سبزی‌ها استفاده از تشابه محصول مورد نظر با شکل‌های استاندارد هندسی است [۱۲]. از آنجا که میوه طالبی به شکل کره دو سر پهن شبیه است، حجم و مساحت رویه آن به کمک این روابط محاسبه شد:

$$V = \frac{4\pi}{3} a^2 b \qquad (۵)$$

$$S = 2\pi a^2 + \left(\pi b^2 / e\right) Ln\left(\left(1+e\right)/1-e\right) \qquad (۶)$$

که در آن a وb بترتیب نصف قطرهای اصلی کره و e مقدار خارج از مرکزی آن است و از رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$e = \left[1 - (b/a)^2\right]^{1/2} \qquad (۷)$$

برای تعیین مساحت سطح تصویر شده طالبی با قرار دادن میوه در سه راستای عمود بر طول، عرض و ضخامت تصاویر بصورت تک به تک بوسیله یک دوربین دیجیتالی گرفته شد. برای پردازش تصاویر بدست آمده در Image Processing Toolbox نرم‌افزار MATLAB یک برنامه نوشته شد [۳].

سفتی میوه‌های درون سردخانه در سه فاصله زمانی (صفر، ۱ و ۲ هفته) اندازه‌گیری شد. که برای تعیین این پارامتر لازم بود یک پروب با سرعت ثابت تا عمق معینی درون میوه نفوذ کند. برای تأمین حرکت با سرعت ثابت، یک فک (شامل دو قسمت ثابت و متحرک) ساخته شد. قسمت ثابت، متشکل از یک پیچ که از بالا و پایین درون بلبرینگ قرار دارد و دو میله و قسمت متحرک شامل یک قطعه آلومینیومی (ریخته‌گری شده) و یک گیره نگهدارنده می‌باشد که به آن متصل است. به منظور تأمین انتقال نیرو به فک، قسمت ثابت آن بوسیله تسمه و پولی به یک الکتروموتور شد. با انتقال حرکت موتور به پولی، قطعه آلومینیومی در جهت عمودی حرکت می‌کند. برای انتخاب پروب با قطر مناسب به چند کاتالوگ و وب‌سایت اینترنتی[1] در زمینه اندازه‌گیری سفتی میوه‌ها مراجعه و قطر مناسب پروب برای تعیین سفتی میوه‌های نرم‌گوشت، ۸ میلیمتر و عمق نفوذ درون گوشت میوه، ۵ میلیمتر در نظر گرفته شد.

از یک نیروسنج دیجیتالی و پ وب متصل به آن (با قطر ۸ میلیمتر) برای اندازه‌گیری نیرو استفاده شد. نیروسنج به کمک گیره نگهدارنده به قسمت متحرک فک متصل شد. همچنین برای کنترل عمق نفوذ، از یک میکرومتر آنالوگ استفاده شد. بوسیله یک اینورتور سرعت الکتروموتور قابل کنترل بود. به این صورت که با انتخاب فرکانس‌های مختلف سرعت‌های متفاوتی را آزمایش کرده و در نهایت فرکانس ۰٫۸۵ هرتز برای اندازه‌گیری سفتی انتخ ب شد (شکل۳-۵).

شکل ۳-۵- دستگاه اندازه‌گیری سفتی

سپس برای هر میوه در چهار نقطه (شامل سر و ته و دو نقطه قرینه روی بدنه میوه) پروبی با قطر ۸ میلیمتر تا عمق ۵ میلیمتر به داخل گوشت میوه فرو برده و میزان سفتی گوشت میوه بر حسب نیوتن تعیین شد [۱ و۱۳].

1 http://postharvest.tfrec.wsu.edu/EMK2001C.pdf

برای اندازه‌گیری ضریب اصطکاک استاتیکی از یک سطح با شیب قابل کنترل و سه سطح برزنت، لاستیک و فولاد گالوانیزه استفاده شد. بدین صورت که هر میوه در حالت استقرار در نقطه‌ای مشخص روی سطح قرار داده شد. سپس شیب صفحه را به آرامی زیاد کرده تا جایی که میوه در حال سکون در آستانه حرکت قرار گرفته و شروع به لغزیدن نماید. زاویه سر خوردن از یک مقیاس مدرج کنار دستگاه قرائت گردیده و ضریب اصطکاک استاتیکی از رابطه $\mu_s = tg\ \varphi$ محاسبه شد [۴ و ۷].

نتایج و بحث:

جدول (۲) مقادیر مربوط به پارامترهای فیزیکی و مکانیکی دو رقم طالبی را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود طول، عرض و ضخامت رقم سمسوری بترتیب دارای میانگین ۱۳,۱۱، ۱۲,۷۴ و ۱۱,۱۰ سانتیمتر و همچنین طول، عرض و ضخامت رقم شاه‌آبادی بترتیب با میانگین ۱۵,۵۹، ۱۴,۷۹ و ۱۲,۳۲ سانتیمتر بودند. انحراف استاندارد پایین در ابعاد نشان‌دهنده یکنواختی هر دو رقم از نظر اندازه می‌باشد. درجه کرویت برای رقم سمسوری (۰,۹۳) بیشتر از رقم شاه‌آبادی (۰,۹۰) است. بیشترین مقادیر جرم، حجم، جرم مخصوص، مساحت سطح تصویر در راستای عمود بر طول، عرض و ضخامت، قطر میانگین هندسی، سطح رویه، سفتی و ضریب اصطکاک استاتیکی با سطوح فولادگالوانیزه، لاستیک و برزنت برای رقم شاه‌آبادی بترتیب با میانگین ۱۷۴۳,۱۸ گرم، ۲۲۰۷,۱۸ سانتیمتر مکعب، ۰,۷۹ گرم بر سانتیمتر مکعب، ۳۲۴,۷۰، ۳۳۳,۰۲ و۳۴۵,۴۰ سانتیمتر مربع، ۱۴,۰۳ سانتیمتر، ۷۳۸,۷۳ سانتیمتر مربع، ۳۱,۷۶ نیوتن، ۰,۲۷، ۰,۳۴ و ۰,۳۱ و کمترین مقادیر همین پارامترها برای رقم سمسوری بترتیب با میانگین ۱۱۶۸,۷۶ گرم، ۱۶۲۲,۵۵ سانتیمتر مکعب، ۰,۷۲ گرم بر سانتیمتر مکعب، ۲۰۰,۳۹، ۲۰۷,۴۸ و ۲۱۵,۸۱ سانتیمتر مربع، ۱۲,۲۵ سانتیمتر، ۵۳۲,۳۱ سانتیمتر مربع، ۲۸,۷۳ نیوتن، ۰,۲۳، ۰,۳۱ و ۰,۲۷ می‌باشد . نتایج آزمون مقایسه میانگین ها به روش LSD نشان داد که بین دو رقم مورد نظر تفاوتهای معنی‌داری در تمام ویژگی‌های فیزیکی فوق الذکر وجود دارد. میانگین تمام پارامترهای اندازه گیری شده بجز درجه کرویت برای رقم شاه آبادی بیشتر بود (جدول ۳ و ۴). با توجه به جدول (۵) سفتی رقم شاه‌آبادی بطور معنی‌داری از رقم سمسوری بیشتر است. از نظر زمان انبارداری پس از گذشت یک هفته، تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد برای سفتی هیچ یک از نقاط مشاهده نشد. ولی با گذشت دو هفته، سفتی بطور معنی داری کاهش یافت (شکل ۲).

از آنجایی که همبستگی مقادیر حجم واقعی با حجم تخمینی کره دو سر پهن در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد بنابراین طالبی به صورت یک کره دو سر پهن در نظر گرفته شد (جدول ۱).

جدول ۱. مقایسه حجم واقعی با حجم تخمینی به کمک تشابه اشکال هندسی

شکل	همبستگی	انحراف استاندارد	خطای استاندارد
کره بسط یاقته	۰,۸۶	۱۹,۰۵	۲۸,۱۵
کره دو سر پهن	۰,۹۳	۱۳,۱۲	۲۳,۱۲

جدول ۲. مقادیر پارامترهای فیزیکی و مکانیکی برای هر دو رقم میوه طالبی

رقم	ویژگی فیزیکی	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف استاندارد
سمسوری	قطر بزرگ (cm)	۱۲,۲۳	۱۵,۵۰	۱۳,۱۱	۰,۹۰
	قطر متوسط (cm)	۱۱,۶۵	۱۵,۱۵	۱۲,۷۴	۰,۸۹
	قطر کوچک (cm)	۹,۹۰	۱۲,۹۷	۱۱,۱۰	۰,۹۹
	جرم (gr)	۸۶۵,۸۳	۱۵۴۰,۳۳	۱۱۶۸,۷۶	۲۲,۷۷
	حجم (cm^3)	۱۱۹۷,۸۴	۲۱۲۷,۹۵	۱۶۲۲,۵۵	۲۷,۴۶
	جرم مخصوص (gr/cm^3)	۰,۶۵	۰,۹۷	۰,۷۲	۰,۰۴
	سطح عمود بر L (cm^2)	۱۹۰,۱۵	۲۱۶,۴۶	۲۰۰,۳۹	۱۴,۱۰
	سطح عمود بر W (cm^2)	۱۹۶,۸۸	۲۲۶,۸۱	۲۰۷,۴۸	۱۶,۷۶
	سطح عمود بر T (cm^2)	۲۰۶,۵۱	۲۳۴,۰۹	۲۱۵,۸۱	۱۵,۸۳
	قطر میانگین هندسی (cm)	۱۱,۳۳	۱۴,۴۹	۱۲,۲۵	۰,۹۲
	سطح رویه (cm^2)	۴۴۵,۲۵	۷۴۳,۴۳	۵۳۲,۳۱	۰,۴۲۱
	درجه کرویت	۰,۹۰	۰,۹۶	۰,۹۳	۰,۰۲
	ضریب فولادگالوانیزه	–	–	۰,۲۳	۰,۰۱۲
	اصطکاک لاستیک	–	–	۰,۳۱	۰,۰۱۵
	استاتیکی برزنت	–	–	۰,۲۷	۰,۰۱۰
	سفتی سر میوه	–	–	۲۷,۷۷	۵,۶۳
	(نیوتن) ته میوه	–	–	۳۰,۵۶	۶,۰۱
	بدنه میوه (۲ نقطه)	–	–	۲۷,۸۴	۵,۰۵
	سفتی کل	–	–	۲۸,۷۳	۵,۵۰
شاه‌آبادی	قطر بزرگ (cm)	۱۴,۲۳	۱۶,۶۳	۱۵,۵۹	۰,۷۱
	قطر متوسط (cm)	۱۳,۸۰	۱۶,۰۳	۱۴,۷۹	۰,۶۲
	قطر کوچک (cm)	۱۱,۲۷	۱۳,۵۵	۱۲,۳۲	۰,۷۵
	جرم (gr)	۱۵۱۰,۰۰	۱۹۵۳,۳۳	۱۷۴۳,۱۸	۱۷,۹۴
	حجم (cm^3)	۱۸۷۵,۷۰	۲۵۵۹,۶۰	۲۲۰۷,۱۸	۲۴,۵۶
	جرم مخصوص (gr/cm^3)	۰,۷۶	۰,۸۲.	۰,۷۹	۰,۰۲
	سطح عمود بر L (cm^2)	۳۰۸,۰۹	۳۴۴,۷۰	۳۲۴,۷۰	۱۸,۵۴
	سطح عمود بر W (cm^2)	۳۱۶,۹۵	۳۵۶,۴۴	۳۳۳,۰۲	۲۰,۷۵
	سطح عمود بر T (cm^2)	۳۲۹,۰۱	۳۶۰,۰۸	۳۴۵,۴۰	۱۵,۶۱
	قطر میانگین هندسی (cm)	۱۳,۱۱	۱۵,۰۱	۱۴,۰۳	۰,۶۲
	سطح رویه (cm^2)	۶۲۳,۵۷	۸۴۳,۷۸	۷۳۸,۷۳	۱۶,۸۴
	درجه کرویت	۰,۸۵	۰,۹۲	۰,۹۰	۰,۰۲
	فولادگالوانیزه	–	–	۰,۲۷	۰,۰۱۱
	لاستیک	–	–	۰,۳۴	۰,۰۱۰
	برزنت	–	–	۰,۳۱	۰,۰۱۳
	سفتی سر میوه	–	–	۳۰,۶۲	۵,۹۰
	(نیوتن) ته میوه	–	–	۳۲,۹۶	۵,۷۳
	بدنه میوه (۲ نقطه)	–	–	۳۱,۶۹	۵,۵۹
	سفتی کل	–	–	۳۱,۷۶	۵,۵۶

جدول ۳. مقایسه میانگین ابعاد میوه در سه بعد طول، عرض و ضخامت، جرم، حجم و جرم مخصوص میوه به روش آزمون LSD

تیمار	سطوح تیمار	قطر بزرگ (cm)	قطر متوسط (cm)	قطر کوچک (cm)	جرم (gr)	حجم (cm^3)	جرم مخصوص (gr/cm^3)	سطح عمود بر L (cm^2)	سطح عمود بر W (cm^2)	سطح عمود بر (cm^2)
	سمسوری	۱۳,۱۱ b	۱۲,۷۴ b	۱۱,۱۰ b	۱۱۶۸,۷۶ b	۱۶۲۲,۵۵ b	۰,۷۲ b	۲۱۵,۸۱ b	۲۰۷,۴۸ b	۲۰۰,۳۹ b
م	شاه‌آبادی	۱۵,۵۹ a	۱۴,۷۹ a	۱۲,۳۲ a	۱۷۴۳,۱۸ a	۲۲۰۷,۱۷ a	۰,۷۹ a	۳۴۵,۴۰ a	۳۳۳,۰۱ a	۳۲۴,۷۰ a
	LSD 0.05	۰,۸۹	۰,۶۶	۰,۵۶	۱۱۵,۴۱	۲۲۰,۵۹	۰,۰۶	۹,۱۰	۱۲,۹۰	۱۰,۱۰

جدول ۴. مقایسه میانگین مساحت سطوح تصویر شده میوه در راستای عمود بر طول، عرض و ضخامت، قطر میانگین هندسی، سطح رویه
و درجه کرویت به روش آزمون LSD

تیمار	سطوح یمار	قطر میانگین هندسی (cm)	سطح رویه (cm^2)	درجه کرویت	ضریب اصطکاک (فولاد گالوانیزه)	ضریب اصطکاک (لاستیک)	ضریب اصطکاک (برزنت)
	سمسوری	۱۲,۲۵ b	۵۳۲,۳۱ b	۰,۹۳ a	۰,۲۳ b	۰,۳۱ b	۰,۲۶ b
رقم	شاه‌آبادی	۱۴,۰۳ a	۷۳۸,۷۳ a	۰,۹۰ b	۰,۲۷ a	۰,۳۴ a	۰,۳۱ a
	LSD 0.05	۰,۵۹	۷۷,۸۴	۰,۰۲	۰,۰۱	۰,۰۲	۰,۰۰۳

جدول ۵. مقایسه میانگین سفتی میوه طالبی در نقاط سر، ته، ۲ نقطه قرینه روی بدنه در طی زمان انبارداری به روش آزمون LSD

تیمار	سطوح تیمار	سر میوه	ته میوه	بدنه میوه (۲ نقطه)	میانگین سفتی میوه
رقم	سمسوری	۲۷,۷۷ b	۳۰,۵۶ b	۲۷,۸۴ b	۲۸,۷۳ b
	شاه‌آبادی	۳۰,۶۲ a	۳۲,۹۶ a	۳۱,۶۹ a	۳۱,۷۶ a
	LSD 0.05	۱,۸۶	۱,۷۹	۱,۱۲	۰,۶۵
زمان انبارداری (هفته)	۰	۳۳,۱۲ a	۳۶,۰۴ a	۳۳,۶۳ a	۳۴,۲۶ a
	۱	۳۲,۵۸ a	۳۵,۲۹ a	۳۲,۹۹ a	۳۳,۶۲ a
	۲	۲۱,۸۹ b	۲۳,۹۵ b	۲۲,۶۸ b	۲۲,۸۴ b
	LSD 0.05	۲,۱۹	۰,۹۷	۱,۰۴	۰,۷۶

منابع:

۱. سیاری، م. و م، راحمی. نقش گرمادهی، کلریدکلسیم و پرمنگنات پتاسیم بر عمر انباری و سفتی گوشت میوه سیب گلدن‌دلیشز. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۶ (۴):۶۷-۷۸،۱۳۸۱.

۲. صدرنیا ح.، ع. رجبی پور، ا. جوادی، ع. جعفری و ی. مستوفی. مقایسه خواص فیزیکی و مکانیکی دو رقم هندوانه چارلستون‌گری و کریمسون‌سوئیت. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۷ (۲۸):۱۵۱-۱۵۶، ۱۳۸۵.

۳. کرامت جهرمی، م.، ش. رفیعی، ع. جعفری و ر. میراشه. اندازه گیری برخی خواص فیزیکی خرما رقم گیوونی. مجموعه مقالات سومین کنفرانس مهندسی ماشینهای کشاورزی، شیراز، ۱۳۸۶.

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

5. Arnold, P.C. and N.N. Mohsenin .1971. Proposed Techniques for Axial Compression Tests on Intact Agricultural Products of convex Shape. Trans. of the ASAE 14(1): 78-84.

6. Artes, F., Escriche, A.J. Maryinez, J.A., Marin, J.G., 1993. Quality factors in four cultivars of melon (Cucumis melo L.). Food Quality. 16(2), 91-100.

7. Gezer, I., Haciseferogullari, H., & Demir, F. 2002. Some physical properties of Hacihaliloglu apricot pit and its kernel. Journal of Food Engineering, 56, 49–57.

8. Kashaninejad, M., A. Mortazavi, , A. Safe Kordi and L. G. Tbil. 2005. Some physical properties of Pistachio (Pistacia vera l.) nut and kernel. Journal of Food Engineering, 72:30-38.
9. Lio, L., F. Kakihara and M. Kato. 2004. Characterization of six varieties of cucumis melo L. based on morphological and physiological characters, including shelf-life of fruit.
Jap. Euphytica, 135:305-313.
10. Mohsenin, N.N., H. Goehligh, and L.D. Tukey. 1962. Mechanical Behavior of Apple Fruits as Related to Bruising. Am. Soc. For Hor. Sci. V.81: 67-77.
11. Mohsenin**, N. N.** 1970. Physical properties of plant and animal materials. New York, Gordon and Breach Science Publishers.
12. Mohsenin, N.N. 1986. Physical properties of plant and animal materials. Gordon and Breach Science Publishers, p. 20-89.
13. Norton, J. D., R. D. Cosper, D. A. Smith and K. S. Rymal. 1985. A high quality "Jumbo" cantaloupe. Circular, 278:9-11.
14. Ozer, N., B. A. Engel and J. E. Simon. 1998. A multiple impact approach for nondestructive measurement of fruit firmness and maturity. Transaction of the ASAE, 41(3):871-876.