

بررسی و تعیین خواص فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی میوه شلیل

محمد جوکی* و نعیمه خزائی**

* نگارنده مسئول، نشانی: شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، باشگاه پژوهشگران جوان، ص. پ. ۳۷۴-۳۷۵۱۵، تلفن:

۴۶۸۴۲۹۳۵ (۰۲۱)، پیام‌نگار: m.jouki@yahoo.com

** به ترتیب کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی دانشکده پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران؛ و کارشناس ارشد علوم و

صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار

تاریخ دریافت: ۸۸/۸/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۷/۱۰

چکیده

برای کاهش تلفات و حفظ کیفیت محصولات کشاورزی در هنگام برداشت و پس از برداشت و به منظور طراحی و بهینه‌سازی ماشین‌های پس از برداشت نیاز به اطلاعات کافی از خواص فیزیکی و مکانیکی آنها است. در این تحقیق برخی خصوصیات فیزیکی و مکانیکی میوه شلیل رقم ایندپندنس (*Independence*) ناحیه تاکستان در استان قزوین بررسی شد. مقادیر قطر بزرگ، قطر متوسط، قطر کوچک، جرم، حجم، وزن مخصوص، قطر میانگین هندسی، مساحت سطح و ضریب کرویت به ترتیب برابر با ۶۱ میلی‌متر، ۵۹ میلی‌متر، ۵۷ میلی‌متر، ۹۷/۷۴ گرم، ۱۲۳/۱۷ سانتی‌متر مکعب، ۰/۹۹ گرم بر نیوتن و ۵۹/۱۰ میلی‌متر، ۱۰۲/۳۰ سانتی‌متر مربع، و ۹۷ درصد به دست آمد. از لحاظ ویژگی‌های شیمیایی، شلیل رقم ایندپندنس ترش مزه است و اسیدیته و قند آن برابر با ۱۱ درصد برآورده شده است. نتایج مطالعه ضریب اصطکاک این میوه روی برخی مواد مانند چوب چند لایه، ورق گالوانیزه و آلومینیم نشان داد که این ضریب از ۰/۳۲۱ (روی سطح آلومینیم) تا ۰/۳۸۹ (روی سطح چوب چند لایه) متغیر است. علاوه بر آن نیروی شکست، تغییر شکل، انرژی شکست، و چغرمگی در نقطه شکست برای میوه شلیل به ترتیب برابر با ۵۸/۹ نیوتن، ۱۰ میلی‌متر، ۰/۳ ژول و ۱/۳۴ کیلوژول بر مترمکعب تعیین شد.

کلمات کلیدی

آزمون فشاری، ضریب اصطکاک ایستایی، میوه شلیل، ویژگی‌های فیزیکی

مقدمه

باغ‌های شلیل در این استان نیز در شهرستان تاکستان دیده می‌شود. این محصول با داشتن رنگ و بوی خوب و همچنین جدا شدن هسته از گوشت میوه، بازار پسندی بهتری دارد؛ شلیل را می‌توان تا دو هفته در انبار نگه داشت، اما بیشترین سطح باغ‌های شلیل در استان قزوین در شهرستان تاکستان است که هر ساله به دلیل نبود صنایع تبدیلی، بخشی از این محصول از بین می‌رود. با مدیریت صحیح و استفاده مناسب از منابع و امکانات موجود در جهت صادرات هر چه بیشتر این محصول، می‌توان از آن به عنوان یکی از منابع بزرگ درآمد کشور نام برد.

محصولات کشاورزی معمولاً از زمان برداشت تا زمان مصرف، تحت تأثیر عوامل و فرایندهای مختلفی قرار

شلیل بر مبنای جهش رویشی (*Vegetative Mutation*) در یکی از ژن‌های هلو به وجود آمده و به سخنی دیگر نوعی هلو است. در نتیجه این جهش، کرک‌های روی میوه از بین رفته و عطر و طعم خاص در شلیل ایجاد شده است (*Khoshkhoie et al., 1984*). بر اساس آمارنامه کشاورزی، میزان تولید شلیل در سال ۱۳۸۴ در ایران ۱۷۱۸۰۱/۲ تن بوده است و استان قزوین با تولید ۱۷۶۹۸/۵ تن بیشترین میزان شلیل را در میان استان‌های تولید کننده دارا می‌باشد (*Anon, 2005*). شلیل تولید شده در استان قزوین مرغوب‌ترین نوع شلیل در کشور است. و بیشترین سطح

خواص فیزیکی و مکانیکی شلیل، واریتة ایندیندانس شامل خواص هندسی (مانند طول، عرض، ارتفاع، قطرهای میانگین هندسی و حسابی، کرویت و سطح جانبی)، خواص ثقلی (جرم واحد، حجم واقعی، وزن مخصوص) و خواص اصطکاکی (زاویه اصطکاک استاتیکی، زاویه ریپوز پرکردن، و مقاومت لغزشی) است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، حدود ۵۰ کیلوگرم شلیل واریته ایندیندانس در اواخر مردادماه ۸۸ از باغ‌های استان قزوین تهیه و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شد. سپس میوه‌هایی که از لحاظ فیزیکی صدمه دیده بودند و همچنین میوه‌های (کال) نارس جدا و در دمای محیط به مدت ۱۲ ساعت نگهداری شد تا با محیط هم دما شوند، تعیین میزان رطوبت، تعداد ۲۰ عدد میوه و از هر یک دو قطعه به ضخامت ۲۵ میلی‌متر جدا و در اجاق آزمایشگاهی، در دمای ۶۵ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. میزان رطوبت نمونه‌ها ۷۸ درصد بر پایه تر محاسبه شد (McGlone et al., 2002).

روش اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی

با استفاده از کولیس دیجیتال^۱ و با دقت اندازه‌گیری ۰/۰۱ میلی‌متر، قطر بزرگ (a)، قطر متوسط (b)، و قطر کوچک (c) شلیل اندازه‌گیری شد و میانگین قطر هندسی میوه‌ها (Dg) از رابطه زیر به دست آمد (Mohsenin, 1978).

$$Dg = (abc)^{1/3} \quad (1)$$

که در آن، a= قطر بزرگ؛ b= قطر متوسط؛ و c= قطر کوچک نمونه بر حسب میلی‌متر هستند (شکل ۱).

می‌گیرند. این فرایندها ممکن است عملیات ساده، مانند تمیز کردن، جدا کردن، شستشو، جابه‌جایی و توزین یا فرایندهایی تکمیلی یا تبدیلی باشند که به نوعی ویژگی‌های محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهند. بنابراین شناخت ویژگی‌های مختلف فیزیکی، مکانیکی، شیمیایی و بیولوژیکی محصولات کشاورزی و نحوه حفظ یا تغییر آنها در جهت اهداف مورد نظر فرایند می‌تواند در حفظ کمی و کیفی محصول تأثیر بسزایی داشته باشد. همچنین در طراحی ماشین‌های جداکننده، بالابرها، شستشو دهنده‌ها و فرآوری محصولات کشاورزی، تعیین خصوصیات فیزیکی این محصولات کاربرد فراوان دارد (Peleg, 1985, Sitkei, 1986).

در تعیین و اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی محصولات کشاورزی، روش‌های مکانیکی و خودکار متعددی تدوین شده است که در این میان، روش‌های بینایی‌سنجی و ویدیویی تازه‌ترین آنهاست (Sistler, 1983). تعیین ابعاد، حجم، و چگالی نقش مهمی در فرایند نگهداری، طراحی سیلوها و مخازن، درجه‌بندی، و جدا کردن مواد خارجی دارد و در این خصوص تحقیقات متعددی صورت گرفته است (Fraeser et al., 1987; Marvin et al., 1987; McGlone et al., 2002).

محققان، خواص فیزیکی محصولات مختلفی را اندازه‌گیری کرده‌اند. که از آن جمله می‌توان به میوه گیلاس (Calisir & Aydin, 2004)، میوه زردآلو (Gezer et al., 2002)، میوه گلابی (Hazbavi et al., 2008)، میوه سیب (Puchalski et al., 2002)، میوه هلو (Bovi & Spiering, 2002)، و میوه انبه (Jha et al., 2006) اشاره کرد.

بررسی منابع انتشار یافته نشان می‌دهد که هیچ تحقیقی در مورد اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی شلیل انجام نشده است. هدف از این تحقیق، ارزیابی برخی

بررسی و تعیین خواص فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی...

تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال اندازه‌گیری و گزارش شد. pH نیز با دستگاه دیجیتالی مدل 691 Metrohm اندازه‌گیری شد (Anon, 1984).

روش اندازه‌گیری ویژگی‌های مکانیکی

برای تعیین ویژگی‌های مکانیکی میوه شلیل از دستگاه آزمون مواد ساخت شرکت روکدال انگلستان^۲ با Load cell ۲۵۰۰ نیوتن طی آزمون فشاری تک محوری استفاده شد. هدف از آزمون فشار تک محوری، رسم منحنی‌های نیرو - تغییر شکل میوه دست نخورده بین دو صفحه موازی و با سرعت ۱۰ میلی‌متر بر دقیقه است (Jha et al., 2006). در هر آزمایش با توجه به نمودار نیرو- تغییر شکل، نقطه شکست، تعیین گشت و نیروی شکست نمونه با استفاده از دستگاه آزمون مواد قرائت شد (شکل ۳). با محاسبه سطح زیر منحنی نیرو- تغییر شکل انرژی مصرفی (بر حسب ژول) برای شکست نمونه نیز به دست آمد و با تقسیم میزان انرژی شکست بر حجم هر نمونه، مقدار چگرمگی (کیلوژول بر متر مکعب) محاسبه شد. ضریب اصطکاک ایستا (μ_s) با اندازه‌گیری زاویه‌ای محاسبه می‌شود که محصول در آستانه حرکت روی سطوح مواد مختلف مانند چوب، ورق گالوانیزه، ورق آلومینیومی ایجاد می‌کند. برای اندازه‌گیری این پارامتر، میوه‌ها داخل یک جعبه که با سطح هیچ‌گونه تماسی ندارند، روی هر سطح قرار داده می‌شوند. پس از آن، سطح با سرعت یکنواخت شروع به حرکت دورانی حول یک محور لولایی می‌کند، تانژانت زاویه‌هایی که میوه روی آن در آستانه شروع به حرکت قرار می‌گیرد، برابر با ضریب اصطکاک ایستاست (Mohsenin, 1978).

معیاری که عموماً برای توصیف شکل میوه، به کار می‌رود ضریب کرویت است که از رابطه^۲ محاسبه می‌شود (Mohsenin, 1978).

$$\phi = \frac{D_g}{a} \times 100 \quad (2)$$

مساحت سطح^۱ از رابطه^۳ محاسبه می‌شود (Mohsenin, 1978).

$$S = \pi D_g^2 \quad (3)$$

حجم میوه برای تعیین چگالی آن یا چگالی جامد (ρ_t)، با استفاده از روش جابه‌جایی مایع (آب) طب (Mohsenin, 1978).

$$\rho_t = \frac{m_t}{V_t} \quad (4)$$

که در آن، m_t = جرم نمونه (گرم)؛ و V_t = حجم جامد معادل آب (مایع) جابه‌جا شده (سانتی‌متر مکعب) است.

روش اندازه‌گیری ویژگی‌های شیمیایی

آزمایش‌های شیمیایی نظیر تعیین درصد کل مواد جامد انحلال‌پذیر (TSS)، میزان قندهای احیا کننده، درصد رطوبت، و میزان اسیدیته نیز روی نمونه‌ها صورت گرفت (Leonard et al., 1987). آزمایش‌ها روی ۳۰ میوه و با ۴ تکرار اجرا و اسیدیته با ۳ تکرار انجام اندازه‌گیری شد. درصد رطوبت نمونه‌ها به روش تقطیر با حلال، درصد کل مواد جامد انحلال‌پذیر با استفاده از رفراکتومتر دستی مدل (Carl Zeiss, Germany)، قندهای احیا کننده با روش فهلینگ، و میزان اسیدیته به روش



شکل ۳- تعیین ویژگی‌های بافتی میوه
شلیل با دستگاه آزمون مواد

آنالیز آماری

معیار وزن مخصوص میوه‌ها حاکی از یکنواختی مطلوب رقم است.

میانگین و انحراف معیار خصوصیات اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم افزار اکسل (۲۰۰۳) محاسبه شد.

نتایج بررسی خواص شیمیایی میوه شلیل نشان می‌دهد که میزان رطوبت، قندهای احیا کننده، و مواد جامد انحلال پذیر میوه به ترتیب برابر ۷۸، ۱۱، ۱۳/۱ درصد و اسیدیته و pH آن به ترتیب برابر با ۱/۳ و ۶/۹ است. از نظر ویژگی‌های ظاهری میوه شلیل رقم ایندیندس قرمز رنگ و دارای عطر زیاد و طعم ترش است.

نتایج و بحث

در تحقیق حاضر جرم، حجم، سه قطر عمود بر هم، قطر متوسط هندسی، وزن مخصوص، و درصد کرویت میوه‌ها مطابق جدول ۱، تعیین شدند. ناچیز بودن انحراف

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی شلیل رقم ایندیندس

انحراف معیار	حداقل	حداکثر	میانگین	پارامترهای فیزیکی
۳/۳۱	۴۸/۴۷	۸۱/۲۳	۶۱/۰۳	قطر بزرگ (میلی‌متر)
۳/۶۳	۴۶/۸۸	۷۹/۱	۵۹/۱۲	قطر متوسط (میلی‌متر)
۳/۱۴	۴۶/۴۹	۷۸/۰۲	۵۷/۲۳	قطر کوچک (میلی‌متر)
۳۴/۶۷	۵۷/۹۴	۱۸۸/۲۹	۹۷/۷۴	جرم (گرم)
۲۹/۷۴	۸۱/۷۹	۲۱۷/۰۵	۱۲۳/۱۷	حجم (سی سی)
۰/۰۰۷۳	۰/۸۳	۱/۰۱۲	۰/۹۹	وزن مخصوص (گرم بر سانتی متر مکعب)
۴/۴۵	۴۳/۹۶	۶۵/۳۸	۵۱/۱۰	میانگین هندسی قطرها (میلی‌متر)
۳/۱۲	۹۱	۹۸	۹۷	ضریب کرویت (درصد)
۲۱/۸۷	۷۵/۵۶	۱۳۶/۲۱	۱۰۲/۳۰	مساحت سطح (سانتی‌متر مربع)

بررسی و تعیین خواص فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی...

بود، و از این رو شلیل از نظر شکل بیشتر بیضی است. به عبارت دیگر، حجم تخمینی توسط بیضی نسبت به حجم تخمینی توسط کره بسط یافته و کره دو سر پهن بالاترین همبستگی و کمترین انحراف استاندارد را دارد. نتایج آزمایش‌های شیمیایی و کیفی روی میوه شلیل در جدول ۵ نشان داده شده است.

با توجه به ضریب همبستگی بالاتر از ۹۰ درصد بین برخی از ویژگی‌های فیزیکی شلیل، روابط در جدول ۲ ارائه شد. نظر به اهمیت تعیین حجم میوه، رابطه بین قطرهای متقاطع و حجم مختلف به طور جداگانه در جدول ۳ ارائه شده است. همبستگی مقادیر حجم واقعی با حجم تخمینی بیضی‌گون مطابق جدول ۴ بیشتر از تشابه با دیگر شکل‌ها

جدول ۲- رابطه خطی بین ویژگی‌های فیزیکی میوه شلیل

رگرسیون خطی	خطای استاندارد	R^2
$M = -0.076 + 1.005 V$	۲/۹۳	۹۸
$M = -31.0/33 + 3/53 a + 3/0.10 b + 0/61 C$	۱۲/۰۷	۹۷
$V = -312/0.1 + 3/763 a + 3/29 b + 0/42 C$	۱۱/۳۶	۹۰

V = حجم، M = جرم، G_m = قطر متوسط هندسی، S = مساحت رویه، و a ، b ، c به ترتیب طول، عرض، و ارتفاع میوه است.

جدول ۳- رابطه بین حجم و سه قطر عمود بر هم میوه شلیل

ضرایب ثابت	a	b ₁	B ₂	b ₃
$\ln V = a + b_1 \ln a + b_2 \ln b + b_3 \ln c$	۸/۰۰۲	۱/۴۳۳	۱/۱۷۶	۰/۱۶۰

جدول ۴- مقایسه حجم واقعی با حجم تخمینی توسط تشابه اشکال

تشابه شکل	ضریب همبستگی (درصد)	خطای استاندارد	انحراف استاندارد
کره بسط یافته	۸۷	۲۳/۲۱	۲۰/۷۶
کره دو سر پهن	۹۵	۲۷/۴۴	۱۴/۸۸
بیضی	۹۷	۲۵/۱۸	۱۲/۹۵

جدول ۵- ویژگی‌های شیمیایی میوه شلیل رقم ایندیندانس

شکل میوه	رنگ پوسته	رنگ گوشت	عطر	طعم	اسیدیته	pH	درصد قند	مواد جامد انحلال پذیر (TSS)	درصد رطوبت
گرد	قرمز	قرمز	معطر	ترش مزه	۱/۳	۶/۹	۱۱	۱۳/۱	۷۸

ضریب اصطکاک ایستایی برای سه سطح با جنس‌های ورق گالوانیزه، چوب چند لایه، و آلومینیم محاسبه شد. میانگین ضریب اصطکاک ایستایی روی سطح چوب چند لایه برابر با ۰/۳۸۹، روی سطح گالوانیزه برابر با ۰/۳۵۶، و روی سطح آلومینیمی برابر ۰/۳۲۱ اندازه‌گیری شد (جدول ۶).

همانطور که در جدول ۷ مشاهده می‌شود میانگین نیروی شکست، میزان تغییر مکان، انرژی شکست و میانگین چغرمگی برای میوه شلیل در سرعت بار گذاری ۱۰ میلی‌متر بر دقیقه به ترتیب برابر با ۵۸/۹ نیوتن، ۱۰ میلی‌متر، ۰/۳ ژول و ۱/۳۴ کیلوژول بر متر مکعب به دست آمد.

جدول ۶- ضریب اصطکاک ایستایی میوه شلیل

نوع سطح	مقدار
ورق گالوانیزه	۰/۳۵۶ ± ۰/۰۲۱
ورق آلومینیمی	۰/۳۲۱ ± ۰/۰۱۴
چوب چندلایه	۰/۳۸۹ ± ۰/۰۳۱

جدول ۷- ویژگی‌های مکانیکی میوه شلیل

ویژگی‌های مکانیکی	مقدار
نیروی شکست	۵۸/۹ نیوتن
تغییر مکان	۱۰ میلی‌متر
انرژی شکست	۰/۳ ژول
چغرمگی	۱/۳۴ کیلوژول بر متر مکعب

میانگین طول، عرض، ارتفاع و قطر میانگین هندسی میوه شلیل وارپته ایندیندندس به ترتیب برابر با ۶۱ میلی‌متر، ۵۹ میلی‌متر، ۵۷ میلی‌متر و ۵۹/۱۰ میلی‌متر به دست آمد از لحاظ طول که کمتر از از طول میوه انار (۶۵/۵ میلی‌متر) در رطوبت بر پایه تر ۵۱/۵۷ درصد، میوه انبه (۶۶/۸ میلی‌متر) و میوه پرتقال (۶۹/۲۱ میلی‌متر) در رطوبت بر پایه تر ۸۹ درصد، میوه گلابی (۷۱/۹۳ میلی‌متر) و بیشتر از طول و ارتفاع میوه هلو ۵۰/۲ و ۴۸/۵ میلی‌متر است. (Bovi & Spiering, 2002; Topuz *et al.*, 2005; Jha *et al.*, 2006; Kabas *et al.*, 2006)

ضریب اصطکاک ایستایی برای سه سطح با ورق‌هایی از جنس گالوانیزه، چوب چند لایه، و آلومینیم محاسبه شد.

رطوبت، قندهای احیا کننده، و مواد جامد انحلال‌پذیر و میوه به ترتیب برابر با ۷۸، ۱۱، ۱۳/۱ درصد و اسیدیته PH آن برابر ۱/۳ و ۶/۹ است. در زمینه خواص کیفی و شیمیایی تاکنون تحقیقاتی روی شلیل و محصولات مشابه آن از جمله هلو و زردالو نشده است.

حجم تخمینی توسط بیضی، در مقایسه با نسبت به حجم تخمینی توسط کره بسط یافته و کره دو سر پهن، بالاترین همبستگی و کمترین انحراف استاندارد را نشان می‌دهد. در این خصوص برای محصولات دیگر تحقیقاتی شده مثلاً در مورد تخمین حجم میوه هلو (Bovi & Spiering, 2002). نتایجی مشابه با نتایج این تحقیق ارائه شده است.

بررسی و تعیین خواص فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی...

مقدار نیروی شکست برای میوه شلیل رقم ایندیندانس (۵۸/۹/۷) بیشتر از مقدار گزارش شده برای میوه انبه (۳۲/۹۶ نیوتن) و میوه سیب رسیده (۳۳ نیوتن) و کمتر از میوه هلو (۵۹/۶ نیوتن) تعیین شد (Bovi & Spiering, 2002; Puchalski *et al.*, 2002; Jha *et al.*, 2006).

نتیجه گیری

اولین گام در جهت تدوین استانداردهای کیفی برای محصولات باغی نظیر شلیل و همچنین بهبود خطوط مختلف فرآوری این محصول، دانستن ویژگی‌های متنوع این میوه و تغییرات آنها در اثر عوامل گوناگون است. در این تحقیق برخی از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی میوه شلیل بررسی شد. بر اساس یافته‌های این تحقیق می‌توان نتایج زیر را کسب کرد:

ضریب کرویت بر اساس اندازه میوه، تغییر اندکی دارد چون شکل ظاهری میوه تغییر چندانی نمی‌کند. بیشترین ضریب اصطکاک ایستایی روی سطح چوب چند لایه و برابر با ۰/۳۸۹ و کمترین آن روی سطح آلومینیمی و برابر با ۰/۳۲۱ محاسبه شد که کاملاً منطقی است چون سطح چوب چند لایه، زبرتر و سطح آلومینیمی صاف‌تر از بقیه است. میانگین نیروی شکست، تغییر شکل، انرژی شکست، و چغرمگی برای میوه شلیل به ترتیب برابر با ۵۸/۹ نیوتن، ۱۰ میلی‌متر، ۰/۳ ژول و ۱/۳۴ کیلو ژول بر متر مکعب محاسبه شد.

میانگین ضریب اصطکاک ایستایی روی سطح چوب چند لایه برابر با ۰/۳۸۹، روی سطح گالوانیزه برابر با ۰/۳۵۶ و روی سطح آلومینیمی برابر ۰/۳۲۱ اندازه‌گیری شد (جدول ۶)؛ این مقادیر بیش از مقداری است که برای میوه پرتقال روی سطح آهن گالوانیزه (۰/۲۴۷) و روی سطح چوب (۰/۲۵۸) اندازه‌گیری شده است؛ این ضریب همچنین بیشتر از ضریب اصطکاک ایستایی میوه گلابی روی سطح گالوانیزه (۰/۲۴۳) و روی سطح چوب ۰/۲۶۱ است (Topuz *et al.*, 2005; Kabas *et al.*, 2006).

محققان متعدد ضریب اصطکاک استاتیکی را برای انواع دانه‌ها نظیر نخود فرنگی و فندق اندازه‌گیری کرده‌اند (Aydin, 2003; Konak *et al.*, 2002).

زاویه ریپوز نیز در برخی میوه‌ها مثل گلابی اندازه‌گیری شده است (Hazbavi *et al.*, 2008)، ولی تاکنون هیچ گزارشی از اندازه‌گیری زاویه ریپوز برای شلیل منتشر نشده است.

از نتایج جدول ضریب اصطکاک میوه شلیل بر ۳ سطح چوب چند لایه، ورق گالوانیزه، و آلومینیم مشخص است که میوه شلیل روی سطح ورق آلومینیم کمترین ضریب اصطکاک را داراست که به طور معنی‌داری از تیمارهای دیگر کمتر است و برای انتقال با زاویه شیب کمتری منتقل می‌شود. بیشترین ضریب اصطکاک سطح ایستایی مربوط به چوب چند لایه است که نشان‌دهنده چسبندگی این رقم با سطح چوب است.

قدردانی

از حمایت دانشگاه تهران و دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار که همکاری لازم را جهت اجرای طرح داشتند، تشکر و قدردانی می‌شود.

مراجع

- Anon. 1984. Official Methods of Analysis. 14th Ed. Association of Official Analytical Chemists. AOAC. Washington. DC.
- Anon. 2005. Agriculture Statistics Book. Agricultural Ministry Statistics and Information Bureau. (in Farsi)

- Aydin, C. 2003. Physical properties of almond nut and kernel. *J. Food Eng.* 60(3): 315-320.
- Bovi, M. L. A. and Spiering, S. H. 2002. Estimating peach palm fruit surface area using allometric relationships. *Scientia Agricola.* 59(4): 717-721.
- Calisir, S. and Aydin, C. 2004. Some physico-mechanic properties of cherry laurel (*Prunus lauracerasus* L.) Fruits. *J. Food Eng.* 65(1): 145-150.
- Fraeser, B. M., Verma, S. S. and Muir, W. E. 1978. Some physical properties of Paba bean. *J. Agric. Eng. Res.* 23, 53-57.
- Gezer, I., Haciseferogullari, H. and Demir, F. 2002. Some physical properties of hacihaliloglu apricot pit and kernel. *J. Food Eng.* 56(8): 49-57.
- Hazbavi, E., Ghasemi, M., Kazemi, S. H., Ghasemi, S. H., Minaei, S. and Khoshtaghaza, M. H. 2008. Study of Asian pear behavior under loading. The 18th National Congress of Food Technology. Oct. 15-16. Mashhad. Iran. (in Farsi)
- Jha, S. N., Kingsly, A. R. P. and Chopra, S. 2006. Physical and mechanical properties of mango during growth and storage for determination of maturity. *J. Food Eng.* 72(1): 73-76.
- Kabas, O., Ozmerzi, A. and Akinci, I. 2006. Physical properties of cactus pear (*Opuntia ficus india* L.) grown wild in Turkey. *J. Food Eng.* 73(2): 198-202.
- Khoshkhoie, M., Shakibae, B. and Rohani, A. 1984. Principle of gardening. The 2nd Ed. Shiraz University Pub. (in Farsi)
- Konak, M., C`arman, K. and Aydin, C. 2002. Physical properties of chick pea seeds. *Biosys. Eng.* 82(1): 73-78.
- Leonard, W. A., Edwin woods, A. and Marion, R. W. 1987. Food composition and analysis. Van Nostrand Reinhold Company. USA.
- Marvin, J. P., Hyde, G. M. and Cavalieri, R. P. 1987. Modeling potato tuber mass with tuber dimensions. *Trans. ASAE.* 30(4): 1154-1159.
- McGlone, V. A., Jordan, R. B., Seelye, R. and Martinsen, P. J. 2002. Comparing density and NIR methods for measurement of Kiwifruit dry matter and soluble solids content. *J. Postharvest Biology. Technol.* 26, 191-198.
- Mohsenin, N. N. 1978. Physical properties of plant and animal materials. New York: Gordon and Breach.
- Peleg, K. 1985. Produce handling, packaging and distribution. The AVI Pub Company Inc. Westport. Connecticut.

بررسی و تعیین خواص فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی...

- Puchalski, C., Brusewitz, G. H., Dobrzański, B. and Rybczynski, R. 2002. Relative humidity and wetting affect friction between apple and flat surfaces. *Int. Agrophysics*. 16(1): 67-71.**
- Sistler, F. E., Wright, M. E. and Watson, R. M. 1983. Measurement of physical properties of biological products with a video electronics applications. *Trans. ASAE*. 27(2): 646-651.**
- Sitkei, G. 1986. *Mechanics of Agricultural Materials*. 1st ed. Elsevier Science Pub. New York. N. Y.**
- Topuz, A., Topakci, M., Canakci, M., Akinci, I. and Ozdemir, F. 2005. Physical and nutritional properties of four orange varieties. *J. Food Eng.* 66(3): 519–523.**

Assessment of Physical, Chemical and Mechanical Properties of Nectarines

M. Jouki* and N. Khazaei

* Corresponding Author: M.Sc. Student, Azad University, Young Researchers Club, P. O. Box: 37515-374. Shahre Ghods, Iran. E-mail: m.jouki@yahoo.com

It is essential obtain adequate data on the physical and mechanical properties of a crop to reduce crop loss and maintain the quality of crops at and after harvest and to design and optimize machines for post-harvest processing. In this investigation, the physical and mechanical properties of nectarines (var. Independence) from the Takestan region of Qazvin province were studied. The largest diameter (61 mm); mean diameter (59 mm); smallest diameter (57 mm); mass (97.74 g); volume (1123.17 cm³); density (0.99 g/cm³); geometric mean diameter (59.10 mm); surface area (102/30 cm²); and sphericity coefficient (97%). The chemical properties showed acidity for Independence nectarines to be 1.3% and sugar to be 11%, making it tart. The coefficient of friction for multi-layer materials (wood, aluminum, galvanized sheet metal) showed a static friction coefficient varying from 0.321 for an aluminum surface to 0.389 for a wood surface layer. In addition, the break force was 58.9 N, deformation was 10 mm, and fracture energy at break point 0.3 J and 1.34 kJm⁻³.

Key Words: Nectarine, Physical Properties, Pressure Test, Static Friction Coefficient