بررسی برخی خواص فیزیکی و مکانیکی سه رقم انگور

ایمان کارگر[1*]، حمیده رئیسی وانانی [1]، رحیم ابراهیمی[2]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه شهرکرد kargar.iman@gmail.com
۲- استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه شهرکرد

چکیده

به منظور کاهش تلفات و حفظ کیفیت محصولات در هنگام عملیات برداشت و پس از برداشت و همچنین برای طراحی دستگاه-های جدید با مشخصات کیفی اصلاح شده، لازم است که خواص مختلف آن‌ها مورد بررسی قرار گیرد و در این میان شناخت خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات کشاورزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. لذا در تحقیق حاضر با استفاده از دستگاه تست یونیورسال (اینسترون) و آزمون نفوذ، فشار حبه و فشار گوشت، خواص مکانیکی سه رقم انگور به نام‌های ریش بابا، عسگری سفید و قرمز قزوین تعیین و مقایسه شد. از آزمون نفوذ و فشار حبه، نیروی شکست، انرژی شکست و سفتی پوست و حبه و از آزمون فشار گوشت تنش گسیختگی، کرنش گسیختگی، انرژی گسیختگی، نیروی شکست و چقرمگی گوشت محاسبه شد. نتایج نشان داد از نظر سفتی سه نوع انگور اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند. از نظر انرژی شکست و نیروی شکست انگور قرمز قزوین اختلاف معنی‌داری با دو انگور دیگر دارد و مقدار آن نسبت به دو نوع دیگر بیشتر است. همچنین خواص فیزیکی سه رقم مذکور شامل: قطر، میانگین هندسی، کرویت و مساحت رویه نیز تعیین شد. نتایج نشان داد که سه انگور از لحاظ ارتفاع و ضریب کرویت تفاوت معنی داری با یکدیگر داشتند. انگور عسگری سفید از لحاظ وزن و حجم و میانگین هندسی و مساحت سطح رویه تفاوت معنی داری با انگور ریش بابا و قرمز قزوین داشت در حالی که دو نوع انگور قرمز و ریش بابا با یکدیگر تفاوت معنی داری نداشتند.

کلمات کلیدی: انگور، خواص فیزیکی و مکانیکی

مقدمه

فعالیت‌های اخیر در زمینه‌ی مکانیزه کردن برداشت، بسته‌بندی و فرآوری محصولات کشاورزی باعث شده تا تحقیقات قابل توجهی در زمینه بررسی خواص مکانیکی این محصولات انجام گیرد. به طور کلی آگاهی از ویژگی‌های مکانیکی محصولات کشاورزی به منظور طراحی مناسب ماشین‌های فرآوری امری لازم و ضروری است.

انگور یکی از مهم‌ترین میوه‌هایی است که کاشت و تولید آن در کشور ما از سابقه بسیار طولانی برخوردار است سالیانه بیش از ۱۷۰۰۰۰۰تن انگورتولید می شود (Anonymous, 1998 and 2003). انگور به علت دارا بودن پوست نازک و بافتی نرم در برابر صدمات مکانیکی وارده در هنگام برداشت، حمل ونقل و... حساس است (Anonymous , 2008). صدمات مکانیکی وارده به این

محصول در فاصله‌ی برداشت تا مصرف، اصلی‌ترین عامل کاهش کیفیت و بازار پسندی می‌باشد(Abbott and R.Lu, 1996) مجموعا چنین صدماتی کیفیت محصول را کاهش و ضایعات آن را به دلیل فساد افزایش می‌دهد(Considine and Kriedemann, 2000).

تعیین خصوصیات فیزیکی محصولات کشاورزی در طراحی ماشین‌های جدا کننده، بالابرها، شستشو دهنده‌ها و فرآوری کاربرد فراوان دارد(Datta *et al.,* 1988 and Fraeser and Muir.,1978). روش‌های مکانیکی و خودکار متعددی در تعیین و اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی محصولات کشاورزی تدوین شده است(Fabrizio *et al.,*2010) تعیین ابعاد، حجم و چگالی، نقش مهمی در فرایند نگهداری، طراحی سیلوها و مخازن، درجه بندی و جدا نمودن مواد خارجی داشته و در این خصوص تحقیقات متعددی صورت گرفته است(. Fridlet *et al.,*1966; Galili *et al.,* 1998 and Kabas and Ozmerzi 2008).

به منظور پیدا کردن بهترین روش برداشت، جابه‌جایی، انبارداری و حمل و نقل ،مطالعه‌ی خواص مکانیکی میوه‌ها و سبزی‌ها یک امر ضروری است . خواص مکانیکی ممکن است در حین رشد میوه و دوران رسیدگی دستخوش تغییرات واقع شود. به کارگیری دانش حاصل از این مطالعه ضمن کاهش صدمات وارده در طی عملیات مورد نیاز، درافزایش عمر ماندگاری نیز مفید می-باشد (Li and Wang, 1998).

در مطالعه‌ای روشی را به جای مشاهدات مزرعه‌ای برای اندازه گیری فشار داخلی مورد نیاز برای پارگی میوه انگور به منظور ارزیابی مقاومت به تقسیم درابداع کردند. مشاهدات آزمایشگاهی با مشاهدات مزرعه‌ای هم‌زمان بود(Mohsenin, 1986). در تحقیقی خواص مکانیکی شامل متوسط نیروی شکست، انرژی تغییر شکل، تغییر شکل مخصوص و مدول الاستیسیته را در گوجه فرنگی گیلاسی تعیین کردند (Marvin *et al.,* 1987).

در مطالعه‌ای آزمایشاتی برای تعیین خواص مکانیکی سه رقم سیب انجام شد نتایج نشان داد که اثر متقابل رقم در موقعیت معنی‌دار نبوده است(Rong *et al.,* 2004). در یک تحقیق بر روی خواص مکانیکی انگور مطالعاتی انجام شد نتایج نشان داد، ضخامت پوست حبه پارامتری است که قند در حبه را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Rolle *et al.,*2008). محققان در مطالعه‌ای به تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای از خواص مکانیکی دو نوع انگور پرداختند. این مطالعه نشان داد که خواص مکانیکی انگور قرمز و سفید به میزان قابل توجه‌ای متفاوت است(Sistler *et al.,*1983).

محققان کیفیت انگور را با به کارگیری آنالیز بافت ارزیابی نمودند و ضمن اشاره به اهمیت انتخاب زمان برداشت و اثر آن درکیفیت محصولات فرآوری شده گزارش کردند که موقعیت حبه روی خوشه تاثیری در میزان سختی پوست ندارد، ولی سختی پوست در قسمت‌های بالایی، پهلویی وپایینی یک حبه‌ی انگور متفاوت است(Sitkei,1986).

مواد و روش ها

در این تحقیق، آزمون ها بر روی سه رقم انگور به نام های ریش بابا، سفید عسگری و قرمز قزوین که از منطقه فرخ شهر واقع در استان چهارمحال و بختیاری تهیه شده بودند، صورت گرفت. نمونه‌های مورد آزمایش به صورت تصادفی از چندین درخت مو در

شرایط یکسان برداشت شدند. از هر نمونه ۶۰ عدد حبه سالم و بدون نقص و آسیب دیدگی ظاهری از خوشه‌ها به همراه دم جدا گردید و پس از اندازه‌گیری خواص فیزیکی از هر نمونه ۲۰ عدد برای آزمون نفوذ، ۲۰ عدد برای آزمون فشارحبه و۲۰ عدد برای آزمون فشار گوشت مورد استفاده قرار گرفت. قبل از انجام آزمایشات دم تمامی حبه‌ها با یک تیغ تیز جدا گردید.

اندازه گیری خواص فیزیکی

خواص فیزیکی انگور شامل ابعاد هندسی، حجم واحد و جرم واحد برای هر حبه اندازه گیری و سپس ضریب کرویت، چگالی و میانگین هندسی قطرها محاسبه شد.ابعاد هندسی انگور در سه جهت عمود بر هم a، b وc تعیین شد، که به ترتیب بزرگترین قطر، بزرگترین قطر عمود برa، و بزرگترین قطر عمود بر a وb هستند. ابعاد فوق به کمک کولیس با دقت۰/۰۲اندازه گیری شد. مقادیر میانگین هندسی قطرها(D_g)و ضریب کرویت(φ)از روابط زیر استخراج شد(Valizade and Moghadam., 2000):

(۱)

$$D_g = \sqrt[3]{abc}$$

(۲)

$$\varphi = \frac{D_g}{a}$$

مساحت رویه ی میوه با رابطه ی زیر محاسبه شد. (Mohsenin,1986)

(۳)

$$S = \pi D_g^2$$

برای تعیین جرم از ترازوی دیجیتالی با دقت۰/۰۱ گرم استفاده شد. حجم انگور بر اساس نیروی وارده بر اجسام شناور درون آب بدست آمد، بدین صورت که ابتدا ظرف مناسب محتوی آب را به همراه میله و نخی روی ترازو گذاشته و عدد روی ترازو قرائت گردید سپس انگور را به نخ بسته و به آرامی درون آب قرار می‌دهیم، پس از به تعادل رسیدن آب درون ظرف، عدد ترازو قرائت گردید حجم انگور از رابطه زیر محاسبه می شود(Valizade and Moghadam., 2000):

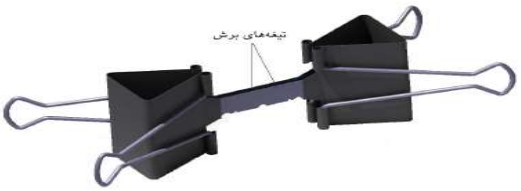
(۴) (جرم ظرف + جرم آب) – (جرم ظرف + جرم آب + جرم انگورغوطه ور) = جرم آب جابجا شده

(۵) (جرم مخصوص آب) / (جرم آب جابجا شده) = حجم انگور

که در این روابط مقادیرجرم برحسب گرم، حجم برحسب سانتی‌متر مکعب بوده و جرم مخصوص آب برابر یک گرم بر سی سی در نظر گرفته شد.

ابزاربرش

برای تهیه ی برش از مقطع عرضی حبه از دو تیغه ی تیز موازی با فاصله قابل تنظیم (۲ تا ۴ میلیمتری) استفاده شد (شکل ۱). نمونه ی پوست و گوشت حبه‌ی انگور از برش‌های تهیه شده جدا گردید. بدین منظور خراشی بسیار جزئی در روی پوست ایجادکرده و سپس با دقت زیاد پوست از گوشت جدا شد. گوشت استوانه‌ای شکل حاصل برای انجام آزمون رهایی تنش تراکمی مورد استفاده قرارگرفت (شکل ۲).



شکل ۱ . ابزار برش

شکل ۲. مراحل آماده سازی نمونه های گوشت انگور

آنالیز بافت

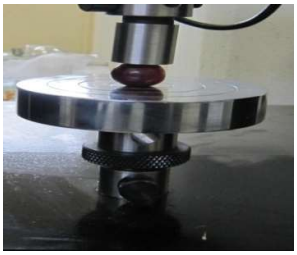
برای انجام آزمایشات مکانیکی از یک ماشین تست یونیورسال (اینسترون) استفاده شد .جزییات تنظیم دستگاه و نوع پروب های مورد استفاده و پارامترهای مکانیکی اندازه‌گیری شده درجدول ۱ آورده شده است.

آزمون‌های نفوذ و فشار حبه‌ی کامل

آزمون‌های فوق با استفاده از دستگاه تست یونیورسال (اینسترون) مدل STM برای اندازه گیری تنش گسیختگی، کرنش گسیختگی و چقرمگی بکار گرفته شد. برای سنجش مشخصات مکانیکی حبه‌ی کامل، حبه‌ها به طور افقی روی صفحه‌ی فلزی

دستگاه قرار گرفته و آزمون نفوذ با پروب استوانه‌ای۲ میلی‌متری و فشارحبه‌ی کامل با پروب استوانه‌ای ۲۵ میلی‌متری اجرا گردید . همان‌طوری که در جدول ۱ ملاحظه می‌شود در آزمون‌های فوق با توجه به نمودارهای نیرو- تغییر شکل، بزرگترین مقدار نیرو در هر دو آزمون فوق به عنوان نیروی شکست، شیب منحنی در ابتدای آن به عنوان سفتی و مساحت زیر نمودار تا نقطه‌ی شکست به عنوان مقدار انرژی شکست تعیین گردید.

الف



ب

شکل ۳ . الف) آزمون نفوذ ب) آزمون فشار

آزمون فشار گوشت

برای مطالعه رفتار مکانیکی گوشت ابتدا یک نمونه استوانه‌ای به ضخامت سه میلی‌متری به وسیله یک کولیس دیجیتالی با ابزار برش (شکل ۲)برش زده شده و سپس آزمون تک محوری فشاری با پروب ۲۵ میلی‌متری اجرا شد. در آزمون‌های تک محوری اجرا شده روی گوشت میوه، با استفاده از نمودارهای نیرو – تغییرشکل حاصل از دستگاه اینسترون، با در نظر گرفتن ابعاد نمونه‌ها (سطح مقطع و طول) مقاومت نهایی از روی بزرگترین مقدار نیرو ، مدول الاستیسیته به وسیله شیب منحنی در ابتدای نمودار و چقرمگی توسط مساحت زیر منحنی تا نقطه‌ی شکست محاسبه گردید.

جدول۱. تنظیمات دستگاه آنالایزر بافت، نوع پروبهای مورد استفاده و پارامترهای مکانیکی اندازه گیری شده

نوع آزمون	نوع پروب	نوع بارگذاری	سرعت آزمون	تغییر شکل	کمیت	علائم	واحد
آزمون نفوذ	استوانه ۲ میلی متری	فشاری	60mm/min	6mm	نیروی شکست پوست انرژی شکست پوست سفتی	F_{PSK} W_{PSK} S_{PSK}	N mj N/mm
آزمون فشار حبه		فشاری	60mm/min	6mm	نیروی شکست حبه انرژی شکست حبه سفتی حبه	F_{bc} W_{bc} S_{bc}	N mj N/mm
آزمون فشار گوشت		فشاری	30mm/min	2mm	تنش گسیختگی کرنش گسیختگی انرژی گسیختگی نیروی شکست چقرمگی	σ_{skt} ε_{skt} w_{skt} F_{skt} U_{skt}	MPa - Mj N mj/mm^3

نتایج و بحث آزمون‌های فیزیکی

جدول شماره ۲ مقادیر مربوط پارامترهای فیزیکی برای سه رقم انگور را نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود بیش‌ترین میانگین هندسی برای رقم ریش بابا با متوسط ۲.۱۷۱۹۶ میلی‌متر و کم‌ترین آن برای رقم عسگری سفید با متوسط ۲.۰۶۶۶۹ میلی‌متر می‌باشد. بیش‌ترین مقدار ضریب کرویت برای رقم عسگری سفید با متوسط ۸۶.۴۴۳۲ درصد و کم‌ترین مقدار ضریب کرویت برای رقم ریش بابا با متوسط ۷۹.۸۹۱۴ درصد می‌باشد. بیش‌ترین مقدار جرم برای رقم ریش بابا برابر ۶.۳۸۷۵ گرم و کم-ترین مقدار آن برای رقم عسگری برابر ۵.۷۶۴۳ گرم می‌باشد. بیش‌ترین مقدار حجم برای رقم ریش بابا برابر ۶.۲۲۲۵ سی سی و کم‌ترین آن برای رقم عسگری با متوسط ۵.۶۰۷۳ سی سی می‌باشد.

جدول ۲. مقادیر پارامترهای فیزیکی برای سه انگور

رقم	پارامترهای فیزیکی	میانگین	حداکثر	حداقل	انحراف معیار	ضریب تغییرات
ریش بابا	a(mm)	۲۷.۱۴۱۵	۲۹.۷۸	۲۳.۷۴	۱.۲۴۷۱	۰.۰۴۵۹۴۸۰۹
	b(mm)	۱۹.۷۹۹۵	۲۲.۸۶	۱۵.۸۶	۱.۶۲۹۷۶	۰.۰۸۲۳۱۳۱۹
	c(mm)	۱۸.۹۷۱۲۵	۲۲.۶	۱۵.۸	۱.۵۸۰۹۶	۰.۰۸۳۳۳۴۵۲
	جرم(gr)	۶.۳۸۷۵	۷.۹	۴.۵	۰.۷۹۷۸۱	۰.۱۲۴۹۰۱۷۶
	میانگین هندسی	۲۱.۶۶۴۲۹	۲۴.۸۷۱۵۷	۱۸.۸۸۵۵۶	۱.۲۱۲۹	۰.۰۵۵۹۸۶۱۴
	ضریب کرویت(%)	۷۹.۸۹۱۴	۸۸.۲۶۹۲	۷۰.۲۵۸۸	۴.۴۹۶	۰.۰۵۶۲۷۶۴
	حجم(cc)	۶.۲۲۲۵	۷.۸	۴.۳	۰.۸۲۸۱۹	۰.۱۳۳۰۹۶۰۲
	چگالی	۱۰۲۸.۰۶۲	۱۲۱۵.۶۸۶	۱۰۰۰	۳.۲۳۷۸	۰.۰۰۳۱۴۹۴۲
	مساحت سطح رویه	۱۴۷۸.۷۷۳	۱۹۴۲.۳۳۸	۱۱۱۹.۹۲۶	۱.۷۵۱۹	۰.۰۰۱۱۸۴۷
سفید عسگری	a(mm)	۲۳.۸۷۲۲۵	۲۷.۷۷	۲۱.۰۷	۱.۱۹۱۳۶	۰.۰۴۹۹۰۵۶۴
	b(mm)	۱۹.۴۰۲	۲۲.۹	۱۷.۶۱	۰.۸۴۸۱۵	۰.۰۴۳۷۱۴۵۷
	c(mm)	۱۸.۹۷۲۲۵	۲۱.۹۱	۱۶.۵۹	۰.۷۹۸۲۲	۰.۰۴۲۰۷۳۰۳
	جرم(gr)	۵.۷۶۴۲۵	۸.۳۷	۳.۶۸	۰.۵۷۳۴	۰.۰۹۹۴۷۵۲۱
	میانگین هندسی	۲۰.۶۳۲۲	۲۴.۰۶۳۰۸	۱۸.۳۲۶۹۵	۱.۵۱۳۱۶۷	۰.۰۷۳۳۴۰۰۷
	ضریب کرویت(%)	۸۶.۴۴۳۲	۸۹.۶۱۲۷	۸۰.۱۷۴۴	۲.۰۰۹۳	۰.۰۲۳۲۴۴۱۶
	حجم(cc)	۵.۶۰۷۲۵	۷.۸۶	۳.۴	۰.۵۸۷۳۸	۰.۱۰۴۷۵۳۶۷
	چگالی	۱۰۲۷.۴۰۲	۱۰۸۲.۳۵۳	۱۰۰۰	۱.۵۶۹۳	۰.۰۰۱۵۲۷۴۴
	مساحت سطح رویه	۱۳۴۳.۶۷۱	۱۸۱۸.۱۶	۱۰۵۴.۶۵۴	۹.۶۰۴۳	۰.۰۰۷۱۴۷۸۱
قرمز قزوین	a(mm)	۲۵.۴۱۴۷۵	۲۷.۷۸	۲۲.۷۸	۱.۹۳۱۱۰	۰.۰۷۵۹۸۳۴۳
	b(mm)	۱۹.۹۵۳	۲۱.۵۸	۱۸.۱۶	۱.۳۸۶۲۴	۰.۰۶۹۴۷۵۲۷
	c(mm)	۱۹.۵۲۹۲۵	۲۱.۴۶	۱۷.۶۹	۱.۳۳۹۱۴	۰.۰۶۸۵۷۰۹۹
	جرم(gr)	۶.۰۵۲۷۵	۷.۱	۴.۹	۰.۸۹۶۷۴	۰.۱۴۸۱۵۴۱۴
	میانگین هندسی	۲۱.۴۶۶۳۸	۲۳.۱۱۲۵۱	۱۹.۸۵۶۳۶	۱.۲۸۷۶	۰.۰۵۹۹۸۲۱۷
	ضریب کرویت(%)	۸۴.۵۷۱۷	۹۳.۴۹۳۵	۷۶.۶۰۰۷	۳.۲۸۲۱۲۶	۰.۰۳۸۸۰۸۸
	حجم(cc)	۵.۹۱۸۷۵	۷	۴.۸	۰.۸۸۳۴۰	۰.۱۴۹۲۵۴۴۹
	چگالی	۱۰۲۳.۱۵۴	۱۰۵۰.۸۶	۱۰۰۰	۲.۳۵۴۰	۰.۰۰۲۳۰۱۲۱
	مساحت سطح رویه	۱۴۴۸.۴۸۲	۱۶۷۷.۳۵۱	۱۲۳۸.۰۲۴	۱.۷۱۷۵	۰.۰۰۱۱۸۵۵۷۲

برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن بهوسیله نرم افزار SPSS استفاده شد(Yurtlu and Erdogan., 2005).جدول ۳ این نتایج را برای پارامترهای فیزیکی هر سه رقم انگور نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود ضریب کرویت در سه نمونه با یکدیگر تفاوت معنی¬داری دارد. مقدار میانگین هندسی و مساحت سطح رویه دو نمونه ریش بابا و انگور قرمز با یکدیگر تفاوت معنی–داری نداشته ولی با رقم عسگری سفید تفاوت معنی‌داری در سطح ۵درصد دارند. نکته قابل ذکر این است که مقدار ضریب کرویت عسگری سفید از دو نمونه دیگر بیش‌تر بوده درحالی که چگالی آن با دو نمونه دیگر برابر است. جرم دو نمونه انگور عسگری سفید و ریش بابا با یکدیگر تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد دارند ولی انگور قرمز با هیچ‌کدام تفاوت معنی‌داری ندارد.

جدول۳. نتایج مقایسه میانگین‌های پارامترهای فیزیکی سه رقم انگور به روش آزمون دانکن

رقم	a(mm)	b(mm)	C(mm)	جرم(gr)	میانگین هندسی	ضریب کرویت(%)	حجم	چگالی	مساحت سطح رویه
ریش بابا	۲۷/۱۴۱a	۱۹/۷۵۹a	۱۸/۹۷۱a	۶/۳۸۷a	۲/۱۷۱۹a	۷۹/۸۹۱۴c	۶/۲۲۳a	۱۰۲۸/۰۶a	۱/۴۷۸۸a
سفید عسگری	۲۳/۸۷۲c	۱۹/۴۰۴a	۱۸/۹۷۲a	۵/۷۶۴b	۲/۰۶۶۶b	۸۶/۴۴۳۲a	۵/۶۰۷b	۱۰۲۷/۴۰a	۱/۳۴۳۷b
قرمز قزوین	۲۵/۴۱۵b	۱۹/۹۵a	۱۹/۵۲۹a	۶/۰۳ab	۲/۱۳۷۵a	۸۴/۵۶۸۳b	۵/۸۹ab	۱۰۲۴/۰۹a	۱/۴۴۸۴a

میانگین‌های دارای حروف مشترک از لحاظ آماری اختلاف معنی داری در سطح ۵درصد با هم ندارند.

نتایج آزمون خواص مکانیکی

همانطور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود در آزمون نفوذ بیشترین نیروی شکست برای انگور قرمز قزوین با میانگین ۳.۴۲۱۹۹ نیوتن و کمترین نیروی شکست برای انگور عسگری سفید با میانگین ۲.۱۷۷۹۸ نیوتن می‌باشد. بیشترین انرژی شکست مربوط به انگور قرمز با میانگین ۹.۸۲۴۶۳ و کمترین انرژی شکست مربوط ریش بابا با میانگین ۵.۷۹۶۰۴ می‌باشد. بیشترین سفتی برای انگور قرمز با میانگین ۰۶۵۲۳۰۶ و کمترین سفتی برای عسگری سفید با میانگین ۰.۳۲۱۹۵۶ می باشد.

جدول ۴. مقادیر خواص مکانیکی برای آزمون نفوذ

رقم	خواص مکانیکی	میانگین	حداکثر	حداقل	انحراف معیار	ضریب تغییرات
ریش بابا	نیروی شکست	۲.۵۴۹۶۵	۳.۸۵	۱.۳۱	۰.۸۰۷۵۱۳	۰.۳۱۶۷۱۵۲۴
	انرژی شکست	۵.۷۹۶۰۴	۱۱.۵۶۱۳	۱.۱۵۰۴۷	۲.۷۹۴۰۹۶	۰.۴۸۲۰۶۹۸۳
	سفتی	۰.۵۱۳۳۸۱	۰.۹۰۹۷۶۱۰	۰.۲۹۹۱۹۸	۰.۱۶۶۸۶۵	۰.۳۲۵۰۳۱۵۱
سفید عسگری	نیروی شکست	۲.۱۷۷۹۸	۳.۰۴۵۷۶	۱.۱۹۸۱۷	۰.۴۷۱۱۰۴	۰.۲۱۶۳۰۳۱۸
	انرژی شکست	۶.۷۱۶۹	۱۱.۰۵۵	۳.۷۰۵۶	۱.۴۷۳۱۰۴	۰.۲۱۹۳۱۳۰۸
	سفتی	۰.۳۲۱۹۵۶	۰.۷۶۲۸۴۲	۰.۰۳۵۸۵۴	۰.۱۵۸۹۳۱	۰.۴۹۳۶۴۱۹۹
قرمز قزوین	نیروی شکست	۳.۴۲۱۹۹	۵.۵۶۲۷	۲.۰۸۶۱	۱.۰۳۱۶۷۹	۰.۳۰۱۴۸۵۱
	انرژی شکست	۹.۸۲۴۶۳	۲۰.۱۶۲۷	۴.۱۴۹۳۷	۴.۲۵۸۵۵۳	۰.۴۳۳۴۵۶۸۳
	سفتی	۰۶۵۲۳۰۶	۱.۲۴۸۱۰۳	۰.۳۱۸۹۷۵	۰.۲۲۳۲۵۳	۰.۳۴۲۲۵۱۹۲

جدول ۵ اطلاعات مربوط به فشار حبه می‌باشد. بیشترین نیروی شکست مربوط به انگور ریش بابا با میانگین ۱۴.۴۰۳۱ و کمترین نیروی شکست مربوط به انگورسفید عسگری با میانگین ۶.۶۹۷۷ می‌باشد. بیشترین انرژی شکست مربوط به ریش بابا با میانگین ۵۱.۱۶۵ و کمترین انرژی شکست مربوط به عسگری سفید با میانگین ۳۰.۰۵۸۴ می‌باشد. بیشترین سفتی برای قرمز قزوین و برابر ۱.۳۲۲۷۸۳ و کمترین سفتی برای انگور عسگری با میانگین ۰.۸۱۵۸۱۱ می‌باشد.

جدول ۵ . مقادیر خواص مکانیکی برای آزمون فشار حبه

رقم	خواص مکانیکی	میانگین	حداکثر	حداقل	انحراف معیار	ضریب تغییرات
ریش بابا	نیروی شکست	۱۴.۴۰۳۱	۱۷.۸۸	۱۱.۰۶	۱.۶۴۷۴۳۷	۰.۱۱۴۳۸۰۷۲
	انرژی شکست	۵۱.۱۶۵	۶۵.۸۰۶۱	۳۲.۹۵۹۳	۸.۴۱۶۹۰۱	۰.۱۶۴۵۰۵۰۵
	سفتی	۰.۹۳۲۸۰۸	۱.۶۸۸۳۷۴	۰.۳۵۰۳۳	۰.۳۴۳۰۳	۰.۳۶۷۷۳۹۱۳
سفید عسگری	نیروی شکست	۶.۶۹۷۷	۸.۳۶	۵.۵۰۵	۰.۸۱۹۷۳	۰.۱۲۲۳۸۹۷۸
	انرژی شکست	۳۰.۰۵۸۴	۴۰.۲۴۲	۱۶.۸۶۲۱	۶.۷۲۲۶۴۳	۰.۲۲۳۶۵۲۷۲
	سفتی	۰.۸۱۵۸۱۱	۱.۱۸۶۷۸۹	۰.۷۰۴۶۹۲	۰.۱۱۳۵۲	۰.۱۳۹۱۴۹۸۸
قرمز قزوین	نیروی شکست	۱۳.۱۹۵۷	۱۶.۵۳	۱۰.۰۵۶۷	۱.۵۳۹۵۹۸	۰.۱۱۶۶۷۴۲۲
	انژی شکست	۳۷.۹۵۴۷	۵۶.۹۲۱۷	۲۷.۸۰۹۶	۷.۰۰۴۳۲۴	۰.۱۸۴۵۴۳۱
	سفتی	۱.۳۲۲۷۸۳	۱.۶۶۹۹۵۴	۰.۹۴۶۹۸۶	۰.۱۷۲۵۹۳	۰.۱۰۷۷۹۷۷۳

اطلاعات حاصل از جدول ۶ نشان می‌دهد بیشترین چقرمگی و انرژی گسیختگی به ترتیب برابر ۴.۰۸۲۱۷۶ و ۲۹.۴۱۸ برای انگور ریش بابا و کمترین آن ها مربوط به انگور قرمز و برابر ۱.۴۱۱۹۳ و ۸.۸۷۵۲۱ می‌باشد. بیشترین نیروی شکست و کرنش گسیختگی و تنش گسیختگی مربوط به انگور قرمز، برابر ۴۰.۹۹ و ۰.۵۵۷۳ و ۰.۱۴۵۳۸ می‌باشد. کمترین نیروی شکست برای سفید عسگری و برابر ۱۱.۰۹۲۳ می‌باشد. کمترین کرنش گسیختگی متعلق به انگور ریش بابا و برابر ۰.۳۳۵۹ می‌باشد.کمترین تنش گیسختگی نیز مربوط به سفید عسگری و برابر ۰.۰۳۸۹۴ می‌باشد.

جدول۶ . مقادیر خواص مکانیکی برای آزمون فشار گوشت

رقم	خواص مکانیکی	میانگین	حداکثر	حداقل	انحراف معیار	ضریب تغییرات
ریش بابا	چقرمگی	۴.۸۲۱۷۶	۶.۸۳۱۰۴	۲.۹۲۳۰۹	۱.۰۹۳۴۳۳	۰.۲۲۶۷۷۰۵۲
	نیروی شکست	۲۲.۷۹۳	۲۹.۲۳	۱۴.۳۵	۴.۷۶۸۹۷۹	۰.۲۰۹۲۲۹۹۸
	کرنش گسیختگی	۰.۳۳۵۹	۰.۳۴۷۶۷	۰.۳۳۳۶	۰.۰۰۲۸۴۹	۰.۰۰۸۴۸۱۶۹
	انرژی گسیختگی	۲۹.۴۱۸	۳۷.۶۳۸۳	۱۷.۲۳۹۹	۵.۹۵۶۰۲۶	۰.۰۰۰۲۰۲۴۶
	تنش گسیختگی	۰.۰۸۰۲	۰.۱۱۸۷۱	۰.۰۵۲۳۶	۰.۰۱۸۲۲۳۳	۰.۲۲۷۳۴۴۱۴
سفید عسگری	چقرمگی	۱.۴۱۱۹۳	۲.۸۴۲۳	۰.۵۳۷۴۱	۰.۷۱۱۲۹۳	۰.۵۰۳۷۷۳۵۶
	نیروی شکست	۱۱.۰۹۲۳	۱۶.۳۷	۷.۱۸۵۸۴	۷.۰۳۷۴۷۹	۰.۶۳۵۰۱۹۷۲
	کرنش گسیختگی	۰.۴۹۵۱	۰.۶۳۴۴۳	۰.۳۳۵۷۳	۰.۱۴۴۶۱۳	۰.۲۹۲۰۸۸۴۷
	انرژی گسیختگی	۸.۸۷۵۲۱	۱۹.۵۳۳۳	۳.۲۷۸۲۲	۴.۵۵۵۴۳۸	۰.۵۱۳۲۷۶۶۴
	تنش گسیختگی	۰.۰۳۸۹۴	۰.۰۵۲۶۴	۰.۰۲۶۸۶	۰.۰۲۸۵۱۱	۰.۷۳۲۱۷۷۷۱
قرمز قزوین	چقرمگی	۴.۱۲۴۲	۵.۶۸۰۶۹	۲.۸۸۶۲۶	۰.۸۶۳۱۸۸	۰.۲۰۹۲۹۸۲۹
	نیروی شکست	۴۰.۹۹	۴۸.۲۸	۳۶.۳۶	۳.۷۹۷۶۳۹	۰.۰۹۲۶۴۷۹۴
	کرنش گسیختگی	۰.۵۵۷۳	۰.۶۹۵۵۷	۰.۴۵۹۷۳	۰.۰۸۹۹۲۵	۰.۱۶۱۳۵۸۳۳
	انرژی گسیختگی	۲۵.۰۲۳۷	۳۶.۸۱۰۹	۱۷.۳۵۱	۶.۰۴۶۴۱	۰.۲۴۱۶۲۷۳۴
	تنش گسیختگی	۰.۱۴۵۳۸	۰.۱۷۳۸۸	۰.۱۱۶۵۹	۰.۰۱۷۸۳۳	۰.۱۲۲۶۶۴۷۴

جداول ۷ و ۸ و ۹ مقایسه میانگین‌ها را برای آزمون‌های نفوذ و فشار حبه و فشار گوشت با استفاده از نرم افزار spss نشان می‌دهد. همان‌طور که در جدول ۷ نشان می‌دهد از نظر سفتی سه نوع انگور اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند. از نظر انرژی شکست و نیروی شکست انگور قرمز قزوین اختلاف معنی‌داری با دو انگور دیگر دارد و نسبت به آن دو نوع بیشتر است.

اطلاعات حاصل از جدول ۸ نشان می‌دهد که سه نوع انگور از لحاظ انرژی شکست و نیروی شکست اختلاف معنی داری با هم دارند اما از از نظر سفتی انگور قرمز اختلاف معنی‌داری نسبت به دو انگور دیگر اما دو نوع انگور دیگر در یک سطح قرار می-گیرند.

همان‌طور که مشاهده می‌شود سه انگور از لحاظ نیروی شکست و انرژی گسیختگی و تنش تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند. از نظر چقرمگی، سفید عسگری و از نظر کرنش گسیختگی، انگور ریش بابا تفاوت معنی داری را با دو نوع دیگر نشان داد.

جدول۷. نتایج میانگین‌های مقادیر آزمون نفوذ برای سه انگور به روش آزمون دانکن

رقم	چقرمگی	نیروی شکست	کرنش گسیختگی	انرژی گسیختگی	تنش
ریش بابا	۴.۸۲۱۸a	۲۲.۰۷۹۳b	۰.۳۳۵۹b	۲۹.۴۱۸a	۰.۰۸۰۲b
سفید عسگری	۱.۴۱۲b	۱۱.۰۹۲c	۰.۴۹۵۱a	۸.۸۷۵c	۰.۰۳۸۹c
قرمز قزوین	۴.۱۲۴a	۴۰.۹۹a	۰.۵۵۷۳a	۲۵.۰۲۳b	۰.۱۴۵a

میانگین‌های دارای حروف مشترک از لحاظ آماری اختلاف معنی داری در سطح ۵درصد با هم ندارند

جدول۸. نتایج میانگین‌های مقادیر آزمون فشاربرای سه انگور به روش آزمون دانکن

رقم	انرژی شکست	سفتی	نیروی شکست
ریش بابا	۵۱.۱۶a	۰.۹۳۲۸a	۱۴.۴۰a
سفید عسگری	۳۰.۰۵c	۰.۸۱۵۸a	۶.۶۹۷۷c
قزوین قرمز	۳۷.۹۵b	۱.۳۲۳b	۱۳.۱۹b

میانگین‌های دارای حروف مشترک از لحاظ آماری اختلاف معنی داری در سطح ۵درصد با هم ندارند

جدول۹. نتایج میانگین‌های مقادیر آزمون فشار حبه برای سه انگور به روش آزمون دانکن

رقم	انرژی شکست	سفتی	نیروی شکست
ریش بابا	۵.۷۹۶۶b	۰.۵۱۳۴b	۲.۵۴۹۶b
سفید عسگری	۶.۷۱۶۹b	۰.۳۲۱۹a	۲.۱۷۸۰b
قرمز قزوین	۹.۸۲۴۶a	۰.۶۵۲۳c	۳.۴۲۲۰a

میانگین‌های دارای حروف مشترک از لحاظ آماری اختلاف معنی داری در سطح ۵درصد با هم ندارند

منابع

1- Anonymous.1998 and 2003. FAO Statistics. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization.

2- Anonymous . 2008. FAO Statistics available at http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx.

3- Abbott,J.A., and R.Lu. 1996. Anisotropic Mechanical Properties of Apples. Trans. of the ASAE (1971): 1451-1459

4- Considine J.,and P. Kriedemann.2000. Australian Journal of Agricultural Research 23(1) 17 – 23

5- Doumouya S., M. Lahaye, R. Symoneaux.,and R. Siret. 2012. Study and comparison of changes in mechanical properties of grapes from the Cabernet franc and Chenin (Vitis vinifera L.) during maturation. Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture 44(5), 310-317

6- Datta, SK., VK. Nema., and RK. Bhardwaj .1988. Physical properties of grain. J. of Agric. Eng.Res. 35(4): 277-234.

7- Fraeser, BM., SS. Verma., and WE. Muir .1978. Some physical properties of Paba bean. J. of Agric. Eng. Res. 23: 53-57.

8- Fabrizio, T., C. Enzo, G. Vincenzo,and R. Luca .2010. Mechanical properties, phenolic composition and extractability indices of Barbera grapes of different soluble solids contents from several growing areas. Analytica Chimica Acta. Pages 183–189

9- Fridlet, R.B., and P.A. Adrian .1966. Mechanical Properties of Peaches, Pears, Apricots, and Apples. Trans. of the ASAE (1968): 135-138,142.

10- Galili, N., I. Shmulevich., and N. Benichou. 1998. Acoustic testing of avocado for fruit ripeness evaluation. Transactions of the ASAE 41: 399–407.

11- Kabas, O., and A. Ozmerzi. 2008. Determining the mechanical properties of cherry tomato varieties for handling. Journal of Texture Studies 39: 199–209.

12- Li, X., and W. Wang. 1998. Study on compressive properties of apple. Journal of Northwestern agricultural university 26(2): 107-108.

13- Mohsenin, N.N. 1986. Physical Properties of Plant and Animal Materials: Structure, Physical Characteristics and Mechanical Properties. 2nd ed., Gordon Breach Science Publisher, New York.

14- Marvin, J.P., G.M. Hyde, and R.P. Cavalieri. 1987. Modeling potato tuber mass with tuber dimensions. Transactions of the ASAE 30(4): 1154-1159.

15- Rong, W., J. Qunying, and W. Deqiang. 2004. On the mechanical damage of grape using finite element analysis. An ASAE/CSAE Meeting presentation.

16- Segade, SR., L. Rolle, V. Gerbi., and I. Orriols, 2008. Phenolic ripeness assessment of grape skin by texture analysis. Journal of Food composition and Analysis 21: 644-649

17- 20-Sistler, F. E., M. E. Wright, and R. M. Watson. 1983. Measurement of physical properties of biological products with a video electronics applications. Transactions of the ASAE 27(2): 646–651.

18- Sitkei, G. 1986. Mechanics of Agricultural Materials.1st ed. Elsevier Science Pub. Co. 483p.New York, N.Y.

19- Valizade, M., and M. Moghadam. 2000. Experimental designs in agriculture. Publications Parivar Tabriz. p 635.

20- Yurtlu, Y. B., and Erdogan D. 2005. Effect of storage time on some mechanical properties and bruise susceptibility of pears and apples. Turk J agric For 29:469-482

Studying some physical and mechanical properties of three kinds of grape

Iman Kargar[1], Hamideh Reisi Vanani[1], Rahim Ebrahimi[2]

1-Master student, Department of Mechanical Engineering of Biosystem, Shahrekord University.
Email : kargar.iman@gmail.com
2-Assistant professor, Department of Mechanical Engineering of Biosystem. Shahrekord University.

Abstract

Studying different properties of crops is necessary for decreasing losses and maintaining crops quality during harvest and post-harvest operation and also for designing new machines in different industrial processes with improved qualitative feature. Among these, identifying physical and mechanical properties of agriculture crops is very important. Therefore, in the present study, mechanical properties of three kinds of grapes (Rish baba, white Asgari and Red ghazvin) were considered by universal test device (instron) and penetration test, pressure of a single grape and flesh pressure. Refraction force, refraction energy and hardness of skin and a single grape were calculated by penetration test and pressure of a single grape and rupture tension, rupture prostration, rupture energy, refraction force and flesh were calculated by pressure test. Calculated physical properties include diameter, geometric mean, sphericity and surface area. Results of test showed that mean and standard deviation of physical properties of there was a significant difference among 3 kinds of grape in terms of height and sphericity coefficient. White Agari grape differs from Rish baba and Red ghazvin in terms of weight, volume, geometric mean and surface area. White there was no significant difference between two kinds of red grape and Rish baba.

Keywords: grape, physical and mechanical properties.