Archive of SID

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 11, No. 2, Summer 2015, p. 181-190

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۱۹۰-۱۸۱

بررسی اثر مدت زمان نگهداری بر برخی پارامترهای کیفی (فیزیکی و مکانیکی) پرتقال رقم والنسیا

علی اکبر دادور[۱]، مهدی خجسته پور[۲*]، حسن صدرنیا[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۲/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۹/۵

چکیده

تغییرات ظاهری و درونی در میوه‌ها طی مدت زمان نگهداری تحت تاثیر عوامل مختلف به وجود می‌آید که می‌توان با اندازه‌گیری پارامترهای کیفی(فیزیکی و مکانیکی)، برخی از این موارد را مطالعه نمود. بدین منظور در این تحقیق اثر مدت زمان نگهداری بر برخی خواص فیزیکی و مکانیکی پرتقال رقم والنسیا بررسی شد. آزمایش ها بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گردید. تجزیه تحلیل نتایج نشان داد اثر مدت زمان نگهداری بر تمامی پارامترهای فیزیکی پرتقال والنسیا معنی‌دار است. با افزایش زمان، چگالی حقیقی پرتقال افزایش یافته در حالی که دیگر پارامترهای فیزیکی مورد بحث کاهش یافتند. نسبت پوسته و محتوای رطوبتی میوه با افزایش اندازه پرتقال‌ها، افزایش و چگالی حقیقی میوه کاهش یافت. همچنین تاثیر مدت زمان نگهداری و اندازه میوه بر نیرو و تغییر شکل گسیختگی درسطح یک درصد معنی‌دار شد. میانگین نیروی گسیختگی برای ۲ روز نگهداری در انبار ۲۰۶/۰۵ نیوتن، برای ۳۲ روز نگهداری ۱۳۹/۶۴ نیوتن و برای ۶۲ روز نگهداری ۲۲۱/۰۷ نیوتن بدست آمد. افزایش اندازه میوه افزایش مقادیر نیرو و تغییرشکل گسیختگی را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: پرتقال، خواص فیزیکی و مکانیکی، مدت زمان انبارمانی، بارگذاری استاتیکی

مقدمه

تولید بیشتر میوه‌ها از جمله پرتقال به صورت فصلی است اما تقاضا برای مصرف آنان در تمام طول سال وجود دارد. بنابراین طبیعی است که از شیوه نگهداری و ارقام مناسب برای تامین پیوسته بازار استفاده شود. تنفس، تعرق و سایر فعالیت‌های زیستی موجب تغییرات مداوم ظاهری و درونی در محصول برداشت شده می‌گردند. به طور میانگین نرخ تنفس پرتقال ۴-۲ ml CO_2/kg.hr در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد است که در نتیجه تغییرات فیزیکی و شیمیایی را موجب می‌شود. تعرق و در پی آن از دست دادن آب می‌تواند کاهش سریع کیفیت را از طریق پژمردگی و چروکیدگی محصول موجب شود.

Sing و همکاران (۲۰۰۶) اثر مدت زمان نگهداری را بر خواص فیزیکی و مکانیکی پرتقال رقم ناگپور ماندارین[۴] مورد بررسی قرار دادند و گزارش نمودند که مقاومت کششی پوست، مدول الاستیسیته و انرژی برش در طول زمان نگهداری کاهش می‌یابد. همچنین پس از ۱۷ روز نگهداری پرتقال ها در محیط (رطوبت نسبی ۵۸ درصد و دما ۲۸ درجه سانتی‌گراد) و یخچال (رطوبت نسبی ۷۸ درصد و دما ۷ درجه سانتی‌گراد) به ترتیب ۱۹/۴ درصد و ۷/۳ درصد کاهش وزن داشته‌اند.

Henriod (۲۰۰۶) مشخصه‌های پس از برداشت پرتقال ناول را، در شرایط رطوبت بالای نگهداری و حمل و نقل، مطالعه نمود و بیان نمود که کاهش وزن برای پرتقال ها در شرایط نگهداری با رطوبتی بالا (۹۸ درصد رطوبت نسبی) و دمای کمتر از ۵ درجه سانتی گراد به مدت ۵۵ روز مقدار ۳ درصد خواهد بود که نسبت به نتایج تحقیق Sing و همکاران (۲۰۰۶) مقدار بسیار کمتری را دارد. همچنین گزارش نمود سفتی پرتقال کامل از ۱۳۸/۵ نیوتن به ۱۳۲/۳ نیوتن با افزایش مدت نگهداری از ۵۶ به ۷۷ روز، کاهش می‌یابد. کاهش سفتی در طول مدت نگهداری میوه‌ها و سبزی‌ها (Ketelaere *et* al.، 2009؛ East *et* al.، 2006؛ Zhang *et* al.، 2010؛ Jha *et* al.، 2010) اساساً به دلیل از دست دادن رطوبت حاصل می‌گردد،

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکترا، دانشیار و استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(* - نویسنده مسئول: Email: mkhpour@.um.ac.ir)

4- Nagpur Mandarin

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین به علت تنفس و شکسته شدن کربوهیدرات‌های پلی‌مری بویژه ترکیبات پکتینی است.

Camarena و همکاران (۲۰۰۷) پارامترهای متاثر از خشک شدن پوست پرتقال رقم ناولینا[1] را در مدت زمان نگهداری طولانی ۸۴ روز مورد مطالعه قرار دادند. نتایج تحقیق ایشان نشان دادکه در مدت زمان نگهداری در محیط (رطوبت نسبی ۵۲-۴۵ درصد و دما ۲۳-۲۰ درجه سانتی‌گراد) ضخامت پوست پرتقال از ۴/۳ به ۲/۹ میلیمتر کاهش یافت همچنین خشک شدن پوست از ۰/۰۶ به ۲/۵۲ کیلوگرم بر مترمربع افزایش داشت.

در زمان برداشت بطور طبیعی پراکندگی در خواص فیزیکی و مکانیکی یک محصول کشاورزی وجود دارد. این اختلاف‌ها می‌تواند رفتار پس از برداشت متفاوتی را در نمونه‌های جمع آوری شده یک رقم از محل یکسان، نشان دهد. شریفی و همکاران (۲۰۰۷) خواص فیزیکی سه اندازه کوچک، متوسط و بزرگ پرتقال رقم تامسون را بررسی نموده‌اند و گزارش دادند که افزایش اندازه پرتقال موجب کاهش چگالی می‌گردد. در تحقیق ایشان چگالی پرتقال‌های کوچک، متوسط و بزرگ به ترتیب ۱/۰۴۶، ۱/۰۱۳ و ۰/۹۹۹ گرم بر متر مکعب بدست آمد . Pallottino و همکاران (۲۰۱۱)، خواص مکانیکی میوه پرتقال رقم تاروکو را در بارگذاری بوسیله صفحات موازی مطالعه نمودند، نتایج تحقیقات ایشان نشان داد افزایش اندازه پرتقال‌ها موجب افزایش نیروی شکست می‌شود.

Topuz و همکاران (۲۰۰۵) خواص فیزیکی چهار رقم پرتقال آلانیا، فینیک، ناول و شاموتی را بررسی کرده‌اند. آنان ابعاد، حجم، قطر میانه هندسی، سطح تصویر، چگالی حقیقی، چگالی توده، تخلخل، فاکتور بسته‌بندی و ضریب اصطکاک را گزارش نمودند. در تحقیق ایشان رقم ناول دارای کمترین نسبت پوسته به مقدار ۲۲/۹۵ درصد بود. طباطبایی‌فر و همکاران (۲۰۰۰) خواص فیزیکی ده رقم پرتقال تولید داخل شامل پارسون براون، هاملین جنوب و شمال، مارس زود رس و شمال، سالوسیتانا، محلی جنوب و محلی شمال، تامسون و پاین اپل را بررسی نمودند و توانستند جرم پرتقال‌ها را بر اساس ابعاد مدلسازی نمایند.

با توجه به بررسی منابع انجام شده، پژوهش‌های اندکی در زمینه تاثیر مدت زمان نگهداری بر خواص فیزیکی و مکانیکی پرتقال رقم والنسیا انجام گرفته است. بنابراین هدف از تحقیق حاضر بررسی تغییرات برخی خواص فیزیکی و مکانیکی میوه پرتقال رقم والنسیا طی مدت نگهداری در انبار است. به این منظور، مدت زمان نگهداری میوه در انبار بر خواص فیزیکی و مکانیکی میوه کامل پرتقال از قبیل جرم، حجم، چگالی حقیقی، نسبت پوسته، محتوای رطوبتی، نیروی گسیختگی و تغییرشکل گسیختگی مورد بررسی قرار گرفت.

1- Navelina

مواد و روش‌ها

به منظور تهیه نمونه‌های سالم و بدون آسیب دیدگی، نمونه‌ها مستقیماً از باغی در شهرستان تنکابن در سه اندازه کوچک متوسط و بزرگ تهیه شدند. نمونه‌ها سپس به یخچال منتقل و در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۹۰-۸۵ درصد پس از طی ۲ ، ۳۲ و ۶۲ روز نگهداری در یخچال مورد آزمایش قرار گرفتند. به طور مرتب نمونه‌ها مورد بازبینی قرار می‌گرفتند و در صورت مشاهده بیماری و یا آسیب به بیرون یخچال منتقل می‌گردیدند.

به منظور تهیه اطلاعات از تغییرات خواص فیزیکی و رفتار نیرو-تغییرشکل میوه کامل پرتقال در مدت نگهداری در یخچال دو دسته آزمایش یکی برای تعیین خواص فیزیکی و دیگری برای تعیین خواص مکانیکی بر روی میوه پرتقال انجام گردید. آزمایش‌ها به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۸ تکرار انجام گرفت و اثرات اندازه در سه گروه کوچک، متوسط و بزرگ (در سه سطح جرمی با میانگین ۱۰۴، ۱۶۲ و ۲۰۶ گرم) و مدت زمان نگهداری میوه در انبار در سه سطح (۲، ۳۲ و ۶۲ روز پس از برداشت) بر خواص فیزیکی (جرم، حجم، چگالی حقیقی، نسبت پوسته، محتوای رطوبتی) و علاوه بر فاکتورهای فوق الذکر جهت بارگذاری (در دو جهت طولی و عرضی) بر خواص مکانیکی (نیروی گسیختگی F_u و تغییر شکل گسیختگی D_u) پرتقال مطالعه شدند.

الف) خواص فیزیکی

جرم میوه‌ها بوسیله ترازوی حساس با دقت ۰/۱ گرم تعیین شد. برای تعیین حجم میوه پرتقال از روش جرم جابجایی آب استفاده شد. برای این منظور هر یک از میوه‌ها را در بشر حاوی مقداری آب که بر روی ترازو قرار داده شده است غوطه‌ور نموده و بوسیله ترازو وزن آب جابجا شده که مبین حجم جسم است از فرمول زیر تعیین گردید:

$$V = \frac{M_d}{\rho_w} \qquad (۱)$$

که در آن v حجم پرتقال (cm^3)، M_d جرم آب جابجا شده (g) و ρ_w چگالی آب (g/cm^3) می‌باشد. چگالی حقیقی میوه پرتقال از رابطه زیر بدست می‌آید (Mohsenin, 1986).

$$SD = \frac{M}{V} \qquad (۲)$$

که در آن SD چگالی حقیقی (g/cm^3)، M جرم میوه (g) و V حجم میوه (cm^3) می‌باشند. نسبت پوسته عبارت است از (2007. *et* Sharifi al):

$$R_s = \frac{M_s}{M_f} \times 100 \qquad (۳)$$

که در آن R_s نسبت پوسته(٪) ، M_s جرم پوسته (g) و M_f جرم

www.SID.ir

Archive of SID

میوه (g) می‌باشند (تاپوز و همکاران ، ۲۰۰۵). درصد محتوای رطوبتی از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$M.C. = \frac{M - M_d}{M} \times 100 \quad (۴)$$

که در آن M.C. درصد محتوای رطوبتی، M جرم میوه (g) و M_d جرم میوه خشک شده (g) می‌باشند(Mohsenin, 1986).

ب) خواص مکانیکی:

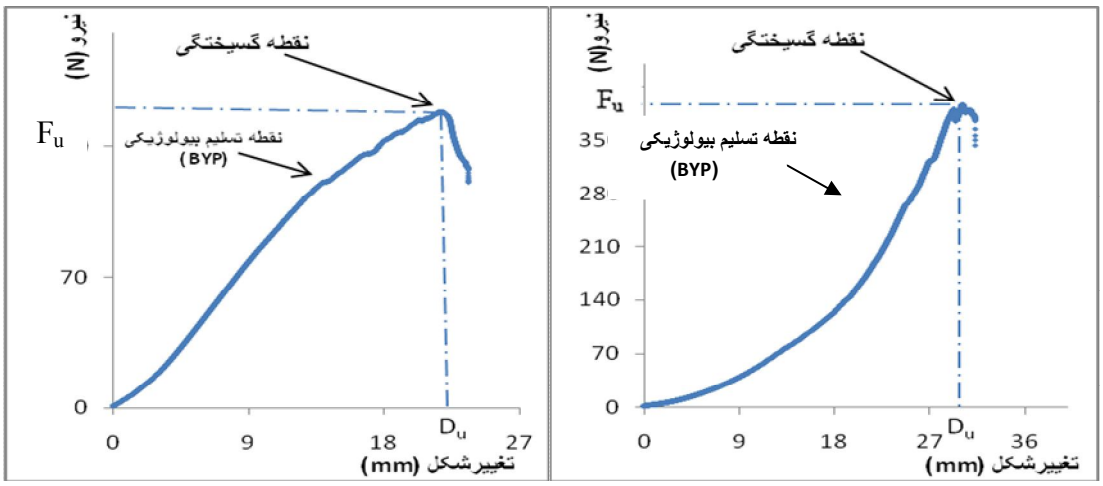
به منظور تعیین رفتار نیرو-تغییرشکل پرتقال، نیروی وارده به میوه توسط دو صفحه مسطح در دو جهت طولی و عرضی اعمال گردید. منظور از بارگذاری طولی در این آزمایش، همراستا بودن بردار نیرو در جهت محور سر و دم نمونه است. بارگذاری عرضی نمونه در جهت عمود بر بارگذاری طولی نمونه صورت گرفت. برای بارگذاری نمونه‌ها از دستگاه کشش – فشار مدل z-۲۵۰ ساخت کشور آلمان استفاده گردید. دستگاه دارای دو فک می‌باشد که فک پایینی ثابت و فک بالایی متحرک است.سرعت بارگذاری ۱۰ میلیمتر بر دقیقه، مطابق استاندارد انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا برای آزمون مواد غذایی، انتخاب گردید (ASAE, 2006). آزمایش فشاری تا مشاهده اولین ترک در پوسته میوه ادامه پیدا می‌کرد. در تمام آزمایش‌ها منحنی‌های نیرو تغییرمکان حاصله مشابه با منحنی‌های شکل ۲، غیرخطی مشاهده شد. این رفتار غیرخطی احتمالا به دلیل تغییرشکل هندسی میوه حین بارگذاری است که از عوامل رفتار غیرخطی سازه‌ها نیز به شمار می‌رود. مطابق شکل ۲ نیروی حداکثر در نمودار بیان کننده نیروی گسیختگی (F_u) و تغییر شکل معادل با این نیرو تغییر شکل گسیختگی (D_u) میوه پرتقال می‌باشد.

نتایج و بحث

الف) خواص فیزیکی

خواص فیزیکی پرتقال مانند جرم، حجم، چگالی حقیقی، نسبت پوسته و محتوای رطوبتی در سه زمان پس از برداشت در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس نتایج جدول ۱، پرتقال اندازه بزرگ در زمان ۲ روز پس از برداشت با جرم ۲۰۵/۸۷ گرم، حجم ۲۳۵/۰۴ سانتیمترمکعب و نسبت پوسته ۳۰/۲۸٪ ، و پرتقال اندازه کوچک در ۶۲ روز پس از برداشت با جرم ۸۱/۲۳ گرم، حجم ۸۴/۲۰ سانتیمترمکعب و نسبت پوسته ۲۱/۰۷٪ ، دارای بیشترین و کمترین جرم، حجم و نسبت پوسته می باشند. بیشترین چگالی حقیقی میوه مربوط به پرتقال‌های اندازه کوچک در زمان ۶۲ روز پس از برداشت به مقدار ۰/۹۶۵ گرم بر سانتیمترمکعب و کمترین چگالی حقیقی میوه مربوط به اندازه بزرگ پرتقال‌ها در زمان ۲ روز پس از برداشت به مقدار ۰/۸۷۸ گرم بر سانتیمترمکعب می‌باشد. پرتقال اندازه بزرگ در زمان ۳۲ روز پس از برداشت با محتوای رطوبتی ۸۳/۸٪ بیشترین محتوای رطوبتی و پرتقال اندازه کوچک در ۶۲ روز پس از برداشت با درصد رطوبت ۷۸/۸٪ کمترین محتوای رطوبتی را در مقایسه با سایر نمونه‌ها و زمان‌ها داشته است.

به منظور بررسی اثر فاکتورهای اندازه و مدت زمان انبارمانی پرتقال پس از برداشت این محصول، نتایج تجزیه واریانس داده‌ها تعیین و در جدول ۲ گزارش شده‌اند. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تاثیر فاکتورهای اصلی اندازه و مدت زمان پس از برداشت بر مقادیر جرم، حجم، چگالی حقیقی، نسبت پوسته و محتوای رطوبتی معنی‌دار بوده است.



شکل ۲- نمودار نیرو تغییرشکل برای پرتقال در بارگذاری استاتیکی در جهت طولی (سمت راست) و عرضی (سمت چپ) (قطر صفحه فشار ۱۵ سانتی‌متر و سرعت حرکت فک بالایی دستگاه ۱۰mm/min)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- خواص فیزیکی پرتقال در سه زمان مختلف پس از برداشت

اندازه پرتقال	مدت زمان نگهداری (روز)	جرم (g)	حجم (cm^3)	چگالی حقیقی (g/cm^3)	نسبت پوسته (٪)	محتوای رطوبتی (٪)
کوچک	۲	۱۰۳/۷۳	۱۱۱/۲۸۰	۰/۹۳۴	۲۵/۱۱۸	۸۲/۴۲۲
	۳۲	۹۹/۶۷۵	۱۰۶/۱۴۳	۰/۹۴۱	۲۲/۸۱۳	۸۰/۰۷۱
	۶۲	۸۱/۲۳۰	۸۴/۲۰۳	۰/۹۶۵	۲۱/۰۷۲	۷۸/۸۱۲
	میانگین	۹۴/۸۸	۱۰۰/۵۴	۰/۹۴۷	۲۳/۰۰۱	۸۰/۴۳۵
متوسط	۲	۱۶۱/۳۱۱	۱۷۹/۴۲۹	۰/۹۰۰	۲۹/۵۷۹	۸۲/۱۱۳
	۳۲	۱۴۱/۲۴۴	۱۵۶/۰۲۱	۰/۹۰۶	۲۴/۸۰۵	۸۰/۷۸۱
	۶۲	۱۲۸/۵۹۰	۱۴۰/۲۷۱	۰/۹۱۸	۲۱/۱۹۳	۸۰/۵۸۵
	میانگین	۱۴۳/۷۲	۱۵۸/۵۷	۰/۹۰۸	۲۵/۱۹۲	۸۱/۱۶۰
بزرگ	۲	۲۰۵/۸۶۸	۲۳۵/۰۳۶	۰/۸۷۸	۳۰/۲۷۷	۸۳/۵۳۱
	۳۲	۱۹۳/۹۶۱	۲۱۸/۱۱۴	۰/۸۹۰	۲۵/۵۵۲	۸۳/۷۹۹
	۶۲	۱۶۷/۳۷۸	۱۸۶/۸۷۴	۰/۸۹۶	۲۴/۳۳۱	۸۱/۶۱۸
	میانگین	۱۸۹/۰۷	۲۱۳/۳۴	۰/۸۸۸	۲۶/۷۲۰	۸۲/۹۸۳

با توجه به اینکه اثرات متقابل فاکتورها بر چگالی حقیقی، نسبت پوسته و محتوای رطوبتی معنی‌دار نمی‌باشد بنابراین با مقایسه میانگین خواص یادشده در هر زمان می‌توان نتیجه گرفت پرتقال‌های اندازه بزرگتر چگالی حقیقی کمتر و نسبت پوسته و محتوای رطوبتی بالاتری دارند (شکل ۳) که با نتیجه تحقیق شریفی و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد. آنان دریافتند چگالی حقیقی پرتقال‌های رقم تامسون با افزایش اندازه کاهش یافته و نسبت پوسته پرتقال‌های رقم مذکور افزایش می‌یابد. کاهش نسبت پوسته با افزایش مدت زمان نگهداری در انبار به دلیل خروج رطوبت از پوسته پرتقال است و افزایش چگالی حقیقی با افزایش مدت زمان نگهداری در انبار نشان می‌دهد خروج رطوبت تاثیر بیشتری بر کاهش حجم پرتقال نسبت به جرم آن دارد. لذا باید مدت زمان نگهداری در انبار را طوری در نظر گرفت که حجم کم یا ظاهر پرتقال مانع بازارپسندی این محصول نگردد.

روند کاهشی نسبت پوسته همزمان با افزایش مدت زمان نگهداری میوه در شکل ۳ مشاهده می‌گردد. به دلیل آنکه جرم کل پرتقال در مدت نگهداری در هرسه اندازه مطابق جدول ۱ کاهش یافته است لذا از روند کاهشی نسبت پوسته در مدت نگهداری میوه می‌توان نتیجه گرفت خروج رطوبت ابتدا از پوسته پرتقال در مدت نگهداری انجام می‌شود. با توجه به شکل ۳ مشاهده می‌شود با افزایش مدت زمان نگهداری میوه محتوای رطوبتی پرتقال کاهش می‌یابد که تحقیق سینق و ردی (۲۰۰۶) نتایج مشابهی را گزارش نمودند. همچنین مطابق شکل ۳ کاهش رطوبت پرتقال در اندازه بزرگتر در مدت زمان نگهداری میوه بیشتر از کاهش رطوبت در اندازه کوچکتر در همان مدت زمان نگهداری میوه است. این نتیجه احتمالا به دلیل بزرگتر بودن سطح جانبی در معرض هوای پرتقال‌های اندازه بزرگتر می‌باشد زیرا تبادل رطوبت میوه با هوا از سطح پوسته آن صورت می‌گیرد. همچنین با توجه به شکل ۳ با افزایش مدت زمان نگهداری میوه محتوای رطوبتی کاهش می‌یابد. این نتیجه با قانون دالتون در مورد مبادلات رطوبت میوه با هوا مطابقت دارد. در قانون دالتون رطوبت خارج شده از میوه در واحد زمان متناسب است با مساحت سطح جانبی میوه که در تماس با هوای محیط قرار دارد (Sitkei, G., 1986).

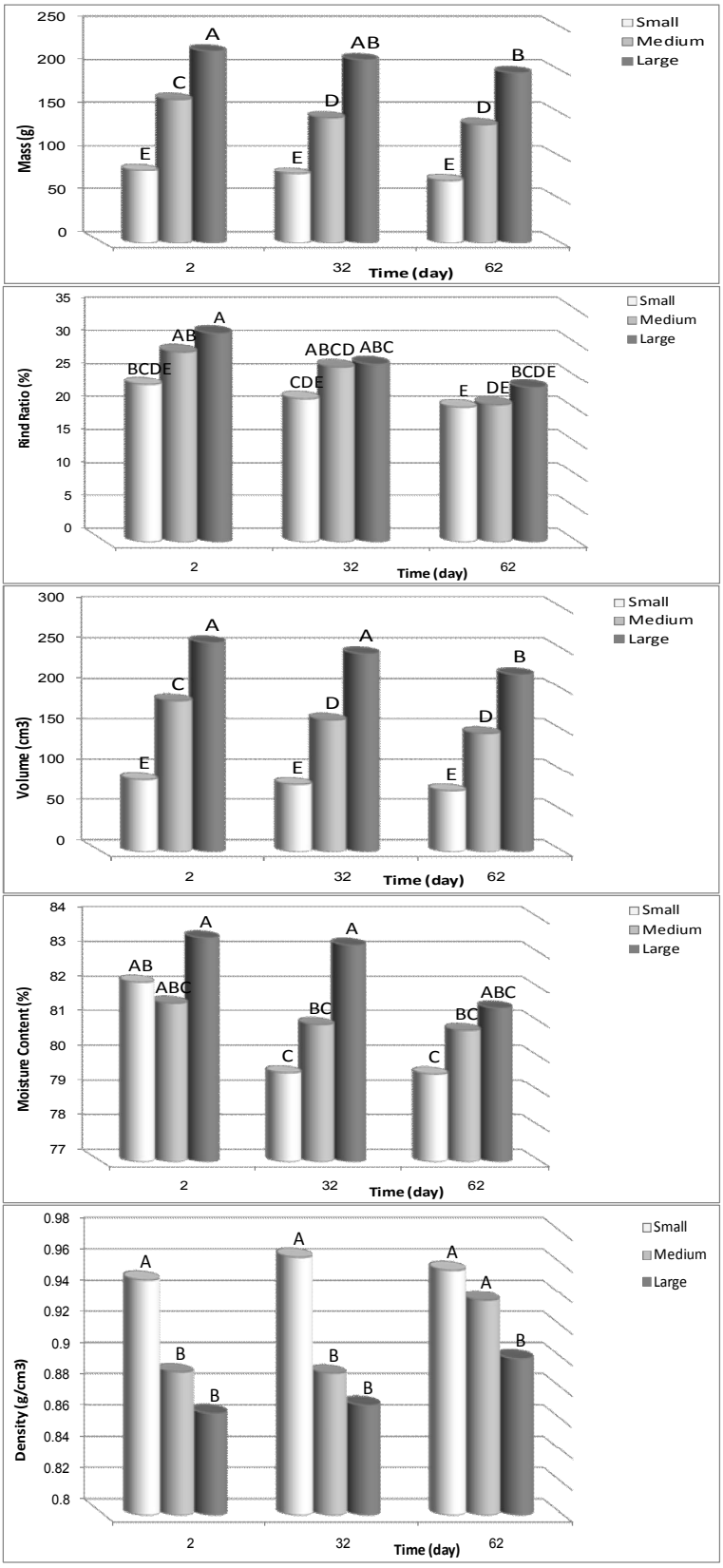
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تاثیر اندازه و مدت زمان پس‌از برداشت بر خواص فیزیکی پرتقال

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		جرم	حجم	چگالی‌حقیقی	نسبت پوسته	محتوای رطوبتی
زمان A	۲	۱۰۵۷۶۷/۹۷**	۱۵۱۹۱۱/۲۹**	۰/۰۳۹**	۱۷۷/۶۹**	۳۲/۹۹**
اندازه B	۲	۲۹۴۵/۵۳**	۵۷۶۴/۳۶**	۰/۰۰۶**	۲۵۹/۸۰**	۲۰/۳۸**
A*B	۴	۸۶۶/۶۷ ns	۲۰۱۰/۰۸ ns	۰/۰۱ ns	۷۷/۰ ns	۱۹/۰۵ ns

** اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۱، * اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، ns اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۳- تغییرات جرم، حجم، چگالی، نسبت پوسته و محتوای رطوبتی با زمان نگهداری پرتقال های کوچک، متوسط و بزرگ

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۳- مقادیر نیرو و تغییرشکل گسیختگی پرتقال

مدت زمان نگهداری (روز)	وضعیت بارگذاری	اندازه	نیروی گسیختگی F_u (N)	تغییر شکل گسیختگی D_u (mm)
۲	طولی	کوچک	۱۸۲/۱۹۳	۲۱/۹۶۳
		متوسط	۲۰۸/۵۱۶	۲۵/۶۶۸
		بزرگ	۲۱۶/۸۳۲	۲۷/۸۳۴
	میانگین		۲۰۲/۵۱۴	۲۵/۱۵۵
	عرضی	کوچک	۱۷۲/۵۸۷	۲۱/۸۸۷
		متوسط	۲۱۰/۷۶۴	۲۷/۰۹۹
		بزرگ	۲۴۵/۳۹۱	۲۹/۴۹۶
	میانگین		۲۰۹/۵۸۱	۲۶/۱۶۱
میانگین			۲۰۶/۰۴۷	۲۵/۶۵۸
۳۲	طولی	کوچک	۱۱۹/۸۷۹	۱۷/۳۳۸
		متوسط	۱۲۳/۵۵۶	۲۰/۹۱۱
		بزرگ	۱۴۹/۷۸۴	۲۳/۵۲۳
	میانگین		۱۳۱/۰۷۳	۲۰/۵۹۱
	عرضی	کوچک	۱۱۰/۰۲۰	۱۹/۸۳۷
		متوسط	۱۵۱/۹۰۴	۲۵/۱۴۴
		بزرگ	۱۸۲/۶۷۳	۲۸/۳۳۹
	میانگین		۱۴۸/۱۹۹	۲۴/۴۴
میانگین			۱۳۹/۶۳۶	۲۲/۵۱۵
۶۲	طولی	کوچک	۲۰۷/۸۰۱	۲۰/۳۱۹
		متوسط	۲۳۲/۱۹۰	۲۶/۴۰۵
		بزرگ	۲۳۸/۸۸۵	۲۹/۶۹۳
	میانگین		۲۲۶/۲۹۲	۲۵/۴۷۲
	عرضی	کوچک	۲۴۱/۷۵۹	۲۲/۴۳۸
		متوسط	۳۰۵/۸۸۷	۲۸/۳۱۲
		بزرگ	۲۹۲/۸۶۸	۳۲/۱۲۸
	میانگین		۲۸۰/۱۷۱	۲۷/۶۲۶
میانگین			۲۲۱/۰۷۲	۲۶/۵۴۹

ب) خواص مکانیکی

مقادیر نیروی گسیختگی (F_u) و تغییر شکل گسیختگی (D_u) حاصل از بارگذاری میوه کامل پرتقال در دو جهت طولی و عرضی در جدول ۳ نشان داده شده است.

با توجه به جدول ۳ پرتقال اندازه متوسط در زمان ۶۲ روز پس از برداشت در جهت عرضی با تحمل ۳۰۵/۸۸۷ نیوتن بیشترین نیروی گسیختگی و همچنین پرتقال اندازه کوچک در زمان ۳۲ روز پس از برداشت در جهت عرضی با تحمل ۱۱۰/۰۲۰ نیوتن کمترین نیروی گسیختگی را در مقایسه با سایر نمونه‌ها نشان می‌دهد. بیشترین تغییر شکل گسیختگی مربوط به بارگذاری پرتقال اندازه بزرگ پس از ۶۲ روز انبارمانی در جهت عرضی به مقدار ۳۲/۱۲۸ میلیمتر و کمترین تغییر شکل گسیختگی مربوط به بارگذاری پرتقال اندازه کوچک پس از ۳۲ روز انبارمانی در جهت طولی به مقدار ۱۷/۳۳۸ میلیمتر ثبت شده است.

به منظور بررسی اثر فاکتورهای اندازه، مدت زمان انبارمانی و جهت بارگذاری بر نیروی گسیختگی و تغییر شکل گسیختگی میوه پرتقال، نتایج تجزیه واریانس داده‌ها تعیین و در جدول ۴ گزارش شده‌اند. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تاثیر فاکتورهای اصلی مدت زمان انبارمانی، اندازه و جهت بارگذاری بر مقدار نیروی گسیختگی، تغییرشکل گسیختگی و انرژی گسیختگی میوه پرتقال در سطح ۱٪ معنی‌دار بوده است. با توجه به اینکه اثرات متقابل فاکتورها بر نیرو، تغییرشکل و انرژی گسیختگی معنی‌دار نمی‌باشد، بنابراین با مقایسه میانگین نیروهای گسیختگی در هر مدت زمان انبارمانی می‌توان نتیجه گرفت پرتقال پس از ۶۲ روز انبارمانی در مقابل بارهای خارجی دارای تحمل بیشتری نسبت به مدت زمانهای ۲ روز و ۳۲ روز نگهداری در انبار است (شکل ۴).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- تجزیه واریانس تاثیر زمان، اندازه و جهت بارگذاری بر نیرو، تغییر شکل گسیختگی و انرژی گسیختگی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		نیروی گسیختگی	تغییر شکل گسیختگی	انرژی گسیختگی
زمان A	۲	۱۵۶۳۲۶/۹۰**	۲۱۵/۵۳ **	۱۹/۸۰**
اندازه B	۲	۲۹۶۸۳/۲۰**	۷۶۰/۳۴**	۲۰/۴۳ **
جهت بارگذاری C	۱	۲۴۳۸۱/۰۴ **	۱۹۶/۴۸ **	۳/۷ **
A*B	۴	۱۱۶۵/۷۰ ns	۸/۹۱ ns	۰/۴۲ ns
A*C	۲	۷۲۸۶/۸۴*	۲۴/۵۷ ns	۱/۱۹*
B*C	۲	۴۰۸۳/۸۴ ns	۶/۶۹ ns	۰/۸۴ ns
A*B*C	۴	۶۱۳/۴۶ ns	۱/۴۹ ns	۰/۱۴ ns

** اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۱، * اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، ns اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

وجود اثر متقابل مدت زمان انبارمانی در جهت بارگذاری بر نیروی گسیختگی نشان می‌دهد اثر فاکتور جهت بارگذاری بر نیروی گسیختگی تحت تاثیر مدت زمان انبارمانی تغییر می‌کند، بنابراین با توجه به شکل ۴ می‌توان نتیجه گرفت اثر متقابل جهت بارگذاری در ۶۲ روز نگهداری در انبار بر نیروی گسیختگی بیشتر از مدت زمان های دیگر انبارمانی پرتقال است.

با توجه به اینکه جهت بارگذاری بر تغییرشکل گسیختگی در سطح یک درصد معنی‌دار بوده است و اثرات متقابل اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهند می‌توان نتیجه گرفت که در هر سه مدت زمان انبارمانی، اثر فاکتور جهت بارگذاری مستقل از سایر فاکتورها به یک اندازه بر تحمل میوه در مقابل نیروهای خارجی موثر است. مقایسه میانگین‌های تغییرشکل گسیختگی در هر سه زمان انبارمانی به روش آزمون دانکن نشان می‌دهد در هر سه زمان مورد بررسی جهت عرضی میوه، تغییرشکل های بزرگتری را نسبت به جهت طولی در برابر بارهای خارجی برای گسیختگی لازم دارد (شکل ۴). این نتیجه می‌تواند به علت ضخیم بودن پوست در طوقه پرتقال باشد.

بررسی جدول تجزیه واریانس داده‌ها همچنین نشان می دهد که اثر اندازه بر تغییرشکل گسیختگی در سطح ۱٪ معنی‌دار است، بنابراین با توجه به مقادیر میانگین تغییرشکل گسیختگی می‌توان نتیجه گرفت با افزایش اندازه میوه پرتقال تغییر شکل گسیختگی افزایش می‌یابد (شکل ۴). Pallottino و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی خواص مکانیکی یک رقم خاص پرتقال نتایج مشابهی را ارائه دادند. این نتیجه با نتیجه بسیاری از تحقیقات بر روی خواص مکانیکی محصولات مختلف مطابقت دارد (صدرنیا و همکاران، ۱۳۸۵). بنابراین بصورت کلی می‌توان گفت با افزایش اندازه تغییرشکل گسیختگی افزایش یافته و با آن رابطه مستقیم دارد. علت این رابطه مستقیم بین تغییرشکل گسیختگی و اندازه پرتقال را می‌توان در متخلخل بودن بافت میوه پرتقال جستجو کرد به این ترتیب که هنگام بارگذاری تحت فشار ابتدا باید تخلخل یا حفره‌های درونی بافت پرتقال پر شوند و بعد از پر شدن این حفره‌ها نیروی فشاری تا نقطه گسیختگی باعث گسیختگی میوه پرتقال شود. بدیهی است اندازه بزرگتر میوه پرتقال تخلخل بیشتری نسبت به اندازه های کوچکتر دارد بنابراین تغییر شکل تا پر شدن این حفره‌ها ادامه پیدا کرده و سپس تغییر شکل دیگری تا نقطه گسیختگی اتفاق می‌افتد بنابراین تغییرشکل گسیختگی در پرتقالی با اندازه بزرگتر بیشتر از آن برای پرتقالی با اندازه کوچکتر می‌باشد.

نتیجه گیری

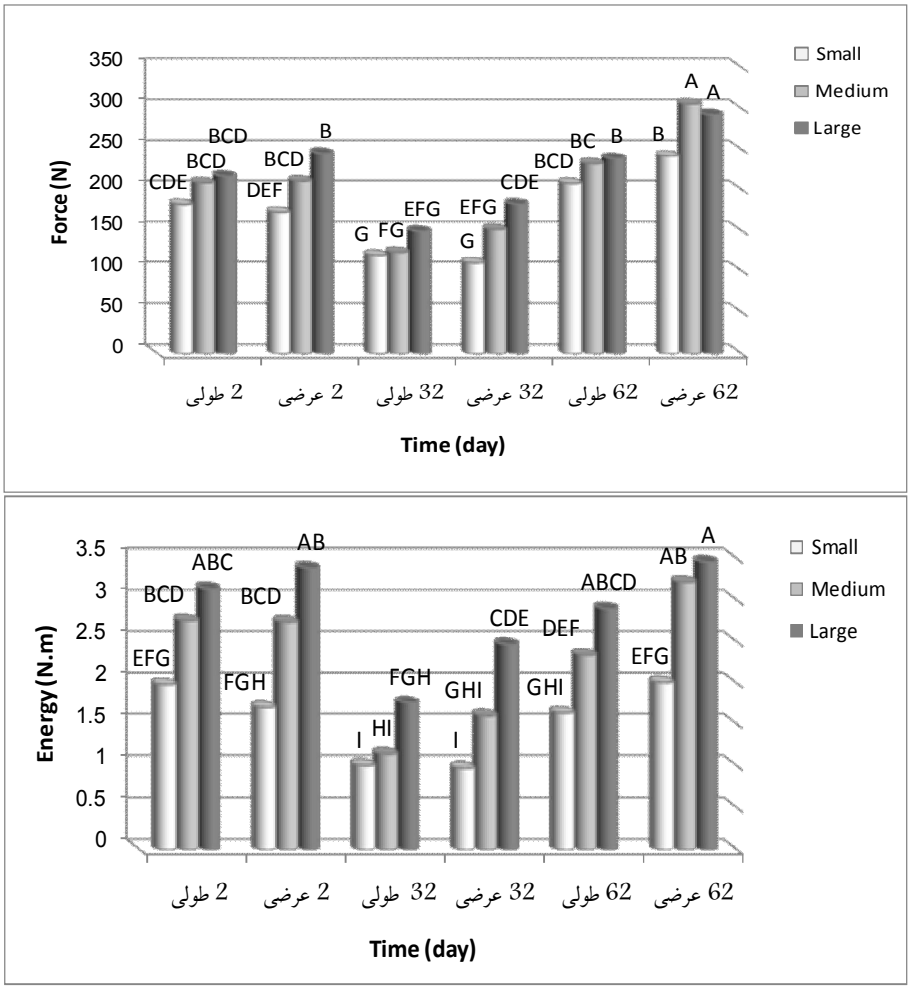
مقادیر جرم، حجم، چگالی حقیقی، نسبت پوسته و محتوای رطوبتی برای میوه کامل پرتقال بدست آمد. نتایج نشان دادند که نسبت پوسته و محتوای رطوبتی میوه با افزایش اندازه افزایش می یابد. مقادیر چگالی حقیقی میوه با افزایش اندازه کاهش می‌یابد. تمامی پارامترهای فیزیکی بجز چگالی میوه با افزایش زمان انبارمانی کاهش می‌یابند. افزایش چگالی حقیقی با افزایش مدت زمان نگهداری در انبار نشان می‌دهد خروج رطوبت تاثیر بیشتری بر کاهش حجم پرتقال نسبت به جرم آن دارد.

منحنی نیرو- تغییر شکل در هر دو بارگذاری استاتیکی میوه کامل غیر خطی مشاهده شد. به طوری که ابتدا شیب آن زیاد و سپس شیب منحنی تا نقطه گسیختگی کاهش می‌یافت. مقادیر نیروی گسیختگی، تغییر شکل گسیختگی برای میوه کامل در بارگذاری استاتیکی بدست آمد. نتایج نشان دادند که تحمل پرتقال در برابر نیروهای خارجی با افزایش زمان انبارمانی ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یافت. جهت بارگذاری بر روی نیروی گسیختگی موثر بود. مقدار نیروی گسیختگی میوه پرتقال در جهت طولی، بطور معنی داری کمتر از مقدار آن در جهت عرضی بود. توصیه می‌شود موقعیت میوه پرتقال در حمل و نقل و انبار بگونه‌ای باشد که نیروهای بزرگ وارد

www.SID.ir

Archive of SID

شده به میوه پرتقال در جهت عرضی باشند.



شکل٤- تغییرات نیروی، تغییر شکل و انرژی گسیختگی با زمان نگهداری پرتقال های کوچک، متوسط و بزرگ.

منابع

American Society of Agricultural Engineering (ASAE)., 2006, ASAE standard, Compression Test of Food Material of Convex Shape. ASAE S368.4 DEC2000 (R2006).

Camarena, F., Mart´ınez-Mora, J.A., & Ardid, M., 2007. Ultrasonic study of the complete dehydration process of orange peel. *Postharvest Biology and Technology,* 43, 115-120.

East, A.R., Trejo Araya, X.I., Hertog, M.L.A.T.M., Nicholson, S.E. & Mawson, A.J., 2009. The effect of controlled atmospheres on respiration and rate of quality change in 'Unique' feijoa fruit. *Postharvest Biology and Technology,* 53, 66-71.

Henriod, R.E., 2006. Postharvest characteristics of navel oranges following high humidity and low temperature storage and transport. *Postharvest Biology and Technology,* 42, 57–64.

Jha, S.K., Sethi, S., Srivastav, M., Dubey, A.K., Sharma, R.R., Samuel, D.V.K., & Singh, A.K., 2010. Firmness characteristics of mango hybrids under ambient storage. *Journal of Food Engineering,* 97, 208-212.

Ketelaere, B.D., Howarth, M.S., Crezee, L., Lammertyn, J., Viaene, K., Bulens, I., & Baerdemaeker, J.D., 2006. Postharvest firmness changes as measured by acoustic and low-mass impact devices: a comparison of techniques. *Postharvest Biology and Technology,* 41, 275-284.

Mohsenin, N. N., 1986. Physical Properties of Food and Agricultural Materials.2nd Revised and Update Edition. Gordon and Breach Science Publishers. New York.

Pallottino, F., Costa, C., Paolo, M. & Moresi, M., 2011. Assessment of the mechanical properties of Tarocco orange

www.SID.ir

Archive of SID

fruit under parallel plate compression. *Journal of Food Engineering,* 103, 308-316.

Sadrnia, H., Rajabipour, A., Javadi, A., Jafari, A., & Mostofi, Y., 2006. Comparing physical and mechanical properties of two watermelon varieties: Charleston gray and crimson sweet. Journal od agriculture engineering research, 28, 151- 165.

Sharifi, M., Rafiee, S., Keyhani, A., Jafari, A., Mobli, H., Rajabipour, A., & Akram, A. 2007. Some physical properties of orange (var. Tompson). *Journal of International Agrophysics,* 21, 391-397.

Singh, K.K., & Reddy, B.S., 2006. Post-harvest physico-mechanical properties of orange peel and fruit. *Journal of Food Engineering,* 73, 112–120.

Sitkei, G., 1986, Mechanics of Agricultural Materials., Elsevier, Amsterdam., 111-116.

Tabatabaeefar A., Vefagh-Nematolahee A., and Rajabipour A., 2000. Modeling of orange mass based on dimensions. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 2, 299-305.

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

Zhang, L., Chen, F., Yang, H., Sun, X., Liu, H., Gong, X., Jiang, C., & Ding, C., 2010. Changes in firmness, pectin content and nanostructure of two crisp peach cultivars after storage. *LWT - Food Science and Technology,* 43, 26-32.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 11, No. 2, Summer 2015, p. 181-190

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۱۹۰-۱۸۱

Effect of storage time on some quality parameters (physical and mechanical) Valencia orange

A.A. Dadvar[1] – M. Khojastehpour[2*] – H. Sadrnia[3]

Received: 19-05-2013
Accepted: 26-11-2014

Abstract

External and internal changes in fruits during storage time are affected by the various factors that some of them can by studied by measuring the qualitative parameters (physical and mechanical). The effects of storage time on some physical and mechanical properties of Valencia orange were investigated. The experiment was performed as factorial based on completely randomized design. Analysis of experimental results showed a significant effect of storage time on all the physical parameters of Valencia orange. With increasing time, the true density of oranges increased while other physical parameters decreased. Rind ratio and moisture content increased and true density decreased with increasing the size of fruit. Also the effect of storage time and fruit size on the rupture force and deformation was significant at the level 0.01. The mean failure load for 2, 32 and 62 days storage were obtained 206.05, 139.64 and 221.07 N, respectively. Rupture force and deformation values were followed by increasing fruit size.

Keywords: orange, physical and mechanical properties, storage period, static load.

1, 2 and 3- pH.D Student, Associate Professor and Assistant Professor, Biosystem Engineering Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. Iran.
(* - Corresponding author Email: mkhpour@.um.ac.ir)

www.SID.ir