بررسی تاثیر ارتفاع سقوط و جنس سطح برخورد بر سطح کوفتگی خرمالو رقم *Fuyo*

محسن آزادبخت[۱*]، ندا تجری[۲]، سبلان علی محمدزاده[۲]

۱_ استادیار گروه مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشکده آب، خاک وماشین، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۲_ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشکده آب، خاک وماشین، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

*نویسنده مسئول: azadbakht@gau.ac.ir

چکیده

میوه خرمالو یکی از میوه های حساس به ضربه می باشد، از زمان برداشت تا عرضه به مشتری این محصول تحت بارهای مختلف قرار می گیرد. کوفتگی در طی مراحل مختلف جابه جایی، حمل و نقل، بسته بندی به سبب ضربه رخ می دهد. در این تحقیق برخی از عوامل موثر بر میزان سطح کوفتگی خرمالو از جمله ارتفاع سقوط، جنس سطح برخورد و همچنین برخی از خواص فیزیکی این محصول قبل و بعد از آزمایش ضربه و انبارمانی در دمای اتاق مورد بررسی قرار گرفت. تاثیر این عوامل بر کوفتگی خرمالو با استفاده از طرح کاملا تصادفی با آزمایش فاکتوریل در سه سطح ارتفاع سقوط ۱۵، ۳۰، ۴۵ سانتی متر، سه سطح برخورد چوب، پلاستیک، فولاد با ضخامت یکسان ۶ میلی متر و در سه تکرار با مجموع ۲۷ تیمار مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر ارتفاع سقوط و جنس سطح برخورد بر روی سطح کوفتگی در سطح ۵ درصد معنی دار بود. بعد از ۶ روز نگهداری خرمالو در دمای اتاق طول از ۷۴/۴۴ به ۷۱/۱۶ میلی متر، عرض از ۷۲/۸۲ به ۶۹/۱۴ میلی متر، ضخامت ۴۸/۸۷ از به ۴۵/۰۹ میلی متر، جرم از ۱۷۵/۹۸ به ۱۶۵/۲۳ گرم، قطر میانگین حسابی از ۶۵/۳۸ به ۶۱/۸۰ میلی متر، قطر میانگین هندسی از ۶۴/۲۰ به۶۰/۵۱ میلی متر، ضریب کرویت از ۰/۸۶ به ۰/۸۵ مساحت رویه از ۱۲۹/۷۴ به۱۱۵/۲۷سانتی متر مربع ، حجم از ۱۳۹/۳۵ به ۱۱۶/۷۲ سانتی متر مکعب و دانسیته از ۱/۲۶ به ۱/۴۱ ($^{gr}/_{cm^3}$) تغییر یافت.

واژه های کلیدی: ارتفاع سقوط، جنس سطح برخورد، خرمالو، خواص فیزیکی، صدمه مکانیکی

مقدمه

خرمالو از خانواده Ebenaceae بوده و نام علمی آن Diospyros kaki است. منشا درخت خرمالو کشور چین است که بعدها از آنجا به ژاپن و کره و در دهه ۱۹۷۰ به آمریکا برده شد. این میوه در جنگل های شمال و جنوب ایران نیز می روید و در تهران و شهرهای دیگر آن را پرورش می دهند. کشور چین بیشترین میزان تولید میوه خرمالو در دنیا را دارد به طوریکه این کشور در سال

۲۰۰۷ موفق به تولید بیش از ۱۶۵۵۰۰۰ تن میوه خرمالو شد. طبق آمار، میزان تولید خرمالو در ایران بالغ بر ۱۰۰۶۴۰۶ تن وسطح زیر کشت سالانه خرمالو در ایران ۲۴۴۴۲۹/۶ هکتار می باشد(صفی یاری و همکاران، ۱۳۹۱).

سالیانه درصد قابل توجهی از میوه ها به دلایل مختلفی از جمله صدمات مکانیکی تلف می شوند. میوه ها از مرحله برداشت تا رسیدن به دست مشتری ممکن است فرایندهایی مانند چیدن، جابه جایی، بسته بندی، درجه بندی، انبارداری و حمل ونقل را پشت سر بگذارند که در هریک از این مراحل می توانند در معرض بارهای مختلف استاتیکی و دینامیکی قرار گرفته و صدمه ببینند(طباطبایی کلور وهمکاران، ۱۳۹۰). غالبا کوفتگی (Bruise) در طی مراحل جابه جایی، حمل ونقل و بسته بندی به سبب ضربه رخ می دهد. ضربات مکانیکی به عنوان عامل موثر و اصلی در تلفات پس از برداشت محصولات شناخته شده اند. در طی مراحل پس از برداشت بارهای دینامیکی در ایجاد کوفتگی در محصولات بیشتر موثرند چون بارهای دینامیکی از لحاظ مقدار و وقوع اثری بیش از بارهای استاتیکی دارند. همچنین میزان و وجود کوفتگی نقش کلیدی در مرحله تفکیک محصولات سالم ودرجه بندی ایفا می کند(کفاشان وهمکاران، ۱۳۸۷).

به برخی از تحقیقات مرتبط با تحقیق انجام شده اشاره می شود: طباطبایی کلور و همکاران (۱۳۹۰)، برخی از عوامل موثر بر میزان سطح وحجم کوفتگی سیب رقم "گلدن دلیشز" از جمله ارتفاع سقوط، جنس سطح برخورد و سرعت حرکت خطی سیب بر روی نوار نقاله را بررسی کردند. نتایج آزمایش آنها نشان داد که تاثیر ارتفاع سقوط و جنس سطح برخورد بر روی سطح کوفتگی در سطح ۱ درصد معنا دار بود در حالی که حجم کوفتگی تنها تحت تاثیر جنس سطح برخورد قرار داشت. (Idah *et al*., 2007)، خسارت ناشی از ضربه وارد بر گوجه فرنگی تازه را با تعیین اثرات سقوط از ارتفاع، جنس سطوح و تاثیر رسیدگی و اندازه میوه روی خرابی محصول را بررسی کردند. آنها نتیجه گرفتند که بیشترین خرابی ناشی از ضربه حاصل سقوط محصول روی سطح فلزی بوده است و انرژی ناشی از ضربه تحت تاثیر ارتفاع سقوط و جرم میوه است.

محمدی آیلار و همکاران(۱۳۸۹)، برخی از خواص مکانیکی میوه گوجه فرنگی تحت آزمون بارگذاری ضربه ای، اثر فاکتورهای ارتفاع سقوط، رقم و زمان پس از برداشت بر نحوه گسیختگی و ایجاد ضایعات مکانیکی در میوه های گسیخته نشده طی سه روز انبار داری را بررسی کردند. اثر ارتفاع سقوط و زمان پس از برداشت بر متغیرهای درصد گسیختگی و ضایعات مکانیکی محل ضربه دیده در میوه های گسیخته نشده معنی دار بود. حزباوی و همکاران(۱۳۸۷)، ویژگی های فیزیکی و مکانیکی خرمالو که مورد نیاز برای طراحی تجهیزات درو، فرآوری و حمل ونقل، دسته بندی و بسته بندی بوده را اندازه گیری کردند. (Altuntas *et al*., 2010)، خواص فیزیکی و شیمیایی خرمالو رقم Fuyu را اندازه گیری کردند. (Hasanpour Kahnamuyi *et al*., 2013)، برخی از خواص فیزیکی، شیمیایی و هیدرودینامیکی دو رقم خرمالو Diospyros kaki و Diospyros virginiana در حال رسیدن را مورد بررسی قرار دادند.

تعیین خواص فیزیکی محصولات کشاورزی مبنایی برای طراحی وساخت ماشین های برداشت، بسته بندی و فرآوری محصولات کشاورزی است. و همچنین به سبب کاهش صدمات مکانیکی وارد به محصول در طی مرحله برداشت و پس از برداشت میوه خرمالو بررسی رفتار بر اثر سقوط از ارتفاع و برخورد با سطوح مختلف اهمیت ویژه ای دارد. به همین علت در این تحقیق خواص فیزیکی و کوفتگی ناشی از سقوط میوه خرمالو بر روی سطوح مختلف مورد مطالعه قرار گرفت.

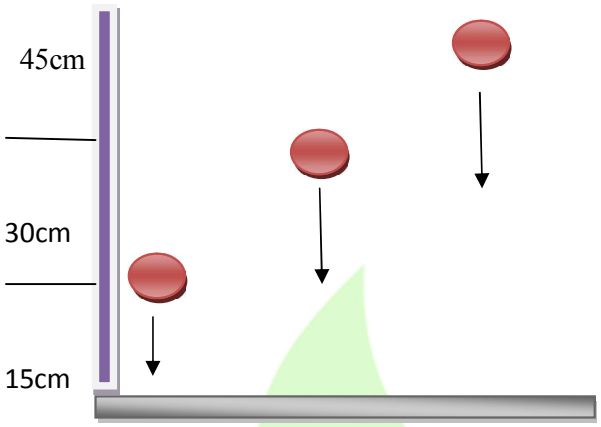
مواد وروش ها

تهیه نمونه

خرمالو رقم *Fuyo* از باغ واقع در شهر علی آباد کتول استان گلستان تهیه شد. رطوبت اولیه با خشک کردن در آون در دمای ۲±۸۰ بدست آورده شد که برابر ۷۴/۹۹٪ بوده است. تعداد ۲۷ عدد خرمالو سالم در حال رسیدن از بین آنها انتخاب گردید. ابتدا جرم نمونه ها توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه گیری شد و نمونه ها در سه دسته وزنی تقسیم بندی گردیدند. هنگام تکرار آزمایش مربوط به هر تیمار از هر دسته یک نمونه برای هر آزمایش انتخاب شد.

ابزار و وسایل مورد نیاز

برای محاسبه طول، عرض و ضخامت از کولیس با دقت ۰/۰۱ میلی متر و برای اندازه گیری جرم از ترازو دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم استفاده شد. و به منظور بررسی تاثیر پارامترهای ارتفاع و جنس سطح برخورد بر روی کوفتگی خرمالو از مدلی شبیه شکل نشان داده شده استفاده شد. طبق مدل نشان داده شده روی تیرکی ارتفاع های ۱۵، ۳۰ و ۴۵ سانتی متر مشخص شده و سپس سه سطح مختلف چوب، پلاستیک و فولاد با ضخامت یکسان ۶ میلی متر با تیرک جفت شده و میوه خرمالو از ارتفاع های مذکور بر روی سطوح مختلف رها شد.



شکل **۱**_ مدل سقوط خرمالو، سطح افقی نشان دهنده سطح برخورد از جنس فولاد، چوب و پلاستیک و سطح عمودی ارتفاع سقوط ۱۵، ۳۰ و ۴۵ سانتی متر

روش آزمایش

ابتدا برخی از خواص فیزیکی از جمله طول (L)، عرض (W)، ضخامت (T)، جرم (M)، قطرمیانگین حسابی (d_a)، قطرمیانگین هندسی (d_g)، قطرمعادل(d_{eq})، حجم (V)، دانسیته (ρ)، ضریب کرویت (Sphericity) و سطح (S) طبق روابط زیر محاسبه شد.

$$d_a = \frac{L+W+T}{3}$$ (رضوی و اکبری، ۱۳۸۵) (۱)

$$d_g = (LWT)^{1/3}$$ (رضوی و اکبری، ۱۳۸۵) (۲)

$$d_{eq} = 2r = 2[\frac{3V}{4\pi}]^{1/3}$$ (رضوی و اکبری، ۱۳۸۵) (۳)

$$V = \frac{\pi LWT}{6}$$ (محسنین، ۱۹۸۶) (۴)

$$\rho = \frac{M}{V}$$ (رضوی و اکبری، ۱۳۸۵) (۵)

$$\text{Sphericity} = \frac{(LWT)^{1/3}}{L}$$ (محسنین، ۱۹۸۶) (۶)

$$S = \pi d_g^{\,2}$$ (رضوی و اکبری، ۱۳۸۵) (۷)

سپس برای بررسی اثر سطح کوفتگی طبق مدل بالا میوه خرمالو را از سه ارتفاع ۱۵ ، ۳۰ و ۴۵ سانتی متر بر روی سطوحی از جنس چوب و پلاستیک و فولاد با ضخامت یکسان ۶ میلی متر در حالت عمود رها شد. خواص هر یک از مواد توسط (Lewis *et al*., 2007) مطابق جدول ۱ گزارش شده است. سپس به منظور ظاهر شدن نقاط آسیب دیده نمونه ها به مدت ۷۲ ساعت در دمای اتاق نگهداری شدند. از آنجا که در این آزمایش سطوح کوفتگی به صورت بیضوی بودند، بعد از ظهور نقاط آسیب دیده قطر بزرگ وکوچک سطوح آسیب دیده اندازه گیری شد. سطح کوفتگی در نقطه برخورد توسط برخی محققان (Mohsenin,1986؛ Lewis *et al*., 2008) با استفاده از روش "ضخامت کوفتگی بیضوی" محاسبه می شود. سطح کوفتگی با استفاده از روش ضخامت کوفتگی بیضوی توسط فرمول ۸ محاسبه شد.

$$S = \pi ab$$ (۸)

که در آن a برابر نصف قطر بزرگ بیضی و b نصف قطر کوچک بیضی است. ۳ و ۶ روز بعد از آزمایش ضربه خواص فیزیکی محصول به روش قبل محاسبه شد.

جدول ۱_ خواص مواد مورد استفاده در سطح برخورد

جنس ماده	ضخامت (mm)	مدول الاستیک، E (Gpa)	نسبت پواسون، v
فولاد (Steel)	۶	۲۰۰	۰/۳
چوب (Wood)	۶	۸/۸۹	۰/۳۴۱
پلاستیک (Plastic)	۶	۰/۱	۰/۵

جهت تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار spss و برای رسم نمودارها از نرم افزار excel استفاده شد.

نتایج و بحث

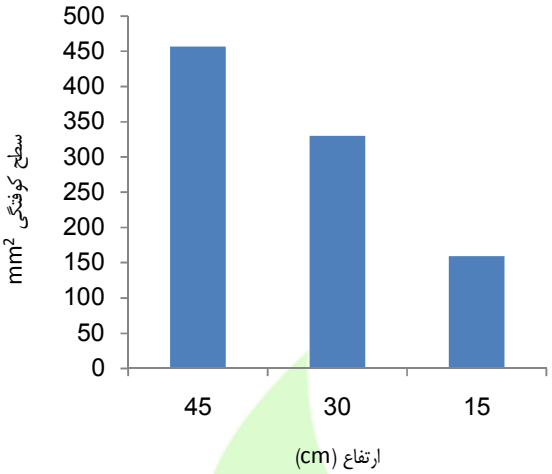
سطح کوفتگی

نتایج تجزیه واریانس مربوط به بررسی ارتفاع سقوط و سطح برخورد همرا با اثرات متقابل آن ها بر روی سطح کوفتگی خرمالو در جدول ۲ آورده شده است. مشاهده می شود تاثیر ارتفاع و جنس سطح برخورد بر سطح کوفتگی در سطح ۵ درصد معنا دار است($p< ۰/۰۵$). شکل ۲ تغییرات سطح کوفتگی با تغییر ارتفاع را نشان می دهد، بین سطح کوفتگی در سطوح مختلف ارتفاع سقوط (۱۵، ۳۰ و ۴۵ سانتی متر) تفاوت معنی دار وجود دارد. همانطور که مشاهده می شود با کاهش ارتفاع سطح کوفتگی نیز کمتر می شود. در ارتفاع ۴۵cm سطح کوفتگی برابر $۴۵۶/۴۲mm^2$ و در ارتفاع ۱۵cm برابر mm^2 ۱۵۹/۶۳ است. این نتایج شبیه نتایج طباطبایی کلور وهمکاران (۱۳۹۰) است که گزارش کردند کاهش ارتفاع سقوط از ۳۰ به ۱۰ سانتی متر برای سیب رقم گلدن دلیشز سطح کوفتگی را ۲۸ درصد کاهش داد. همچنین مشاهده شد که با تغییر سطح برخورد از فولاد به پلاستیک سطح کوفتگی از $۴۶۵/۸۷mm^2$ به mm^2 ۱۶۸/۳۴ تغییر نمود و این مشابه (Lewis *et al.*, (2007 است که گزارش کردند استفاده از جنس کارتنی و چوبی به جای فولاد در سطح برخورد میزان سطح کوفتگی را به ترتیب ۲۶ و ۷ درصد کاهش داد. میوه خرمالو بسیار حساس به ضربه است و با رسیده تر شدن این میوه حساسیت آن بسیار بالاتر میرود، پس لزوم داشتن سیستم مناسب برداشت، حمل ونقل، و بسته بندی اهمیت بالایی دارد. ارتفاع سقوط و جنس سطح برخورد به عنوان عوامل تاثیرگذار در سطح کوفتگی باید با دقت بالا تعیین شوند.

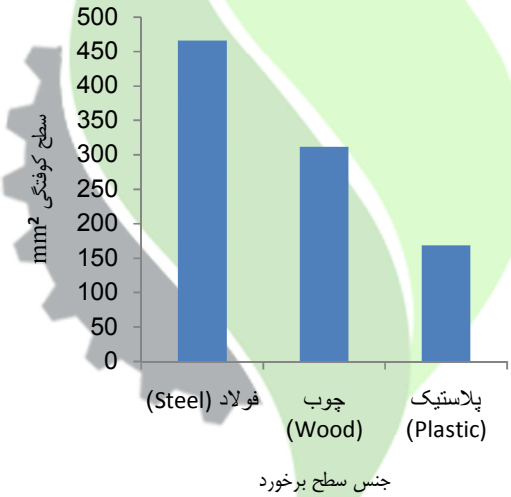
جدول **۲**_ تجزیه واریانس مربوط به عوامل اصلی و اثرات متقابل آنها بر روی سطح کوفتگی خرمالو رقم Fuyo

منبع تغییر (Source of variation)	درجه آزادی (df)	مقدار احتمال (Sig)	مجموع مربعات (sum of squares)	میانگین مربعات (Mean square)	مقدار F (F_ value)
سطح برخورد	۲	۰/۰۳۸	۳۹۸۵۰۳/۰۲۱	۱۹۹۲۵۱/۵۱۱	۳/۹٤٥*
ارتفاع قوط	۲	۰/۰۳۸	۳۹۹۲۹۱/۰۸۸	۱۹۹٦٤٥/٥٤٤	۳/۹٥۳*
سطح * ارتفاع	٤	۰/۳۷۱	۲۲۹۷۰٦/۰۱٦	٥۷٤۲٦/٥۰٤	۱/۱۳۷ns
خطا	۱۸		۹۰۹۱۲۸/٤۲۷	٥۰٥۰۷/۱۳٥	
کل	۲۷		٤٦۲۱۸۰۸/۱۱٥		

*معنی دار در سطح ۵٪ و ns معنی دار نیست.



شکل **۲**_ تاثیر ارتفاع سقوط بر روی سطح کوفتگی خرمالو



شکل **۳**_ تاثیر جنس سطح برخورد بر روی سطح کوفتگی خرمالو

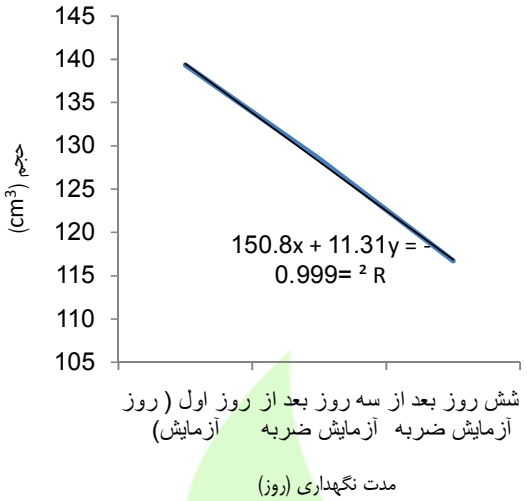
بررسی تغییرات خواص فیزیکی

همانطور که در جدول ۳ مشاهده می شود بعد از آزمایش ضربه و انبارمانی در دمای اتاق جرم، طول، عرض، ضخامت، قطر میانگین حسابی، قطر میانگین هندسی، قطر معادل، ضریب کرویت و مساحت رویه و حجم کاهش یافته است. این نتایج شبیه نتایج صفی یاری وهمکاران(۱۳۹۱) است که گزارش کردند نگهداری میوه خرمالو (افزایش زمان انبارمانی)، خصوصیات فیزیکی طول، عرض، ضخامت، قطر میانگین حسابی، قطرمیانگین هندسی، قطر معادل، ضریب کرویت، ضریب رعنایی، مساحت و حجم را به شکل معنی داری کاهش داد.

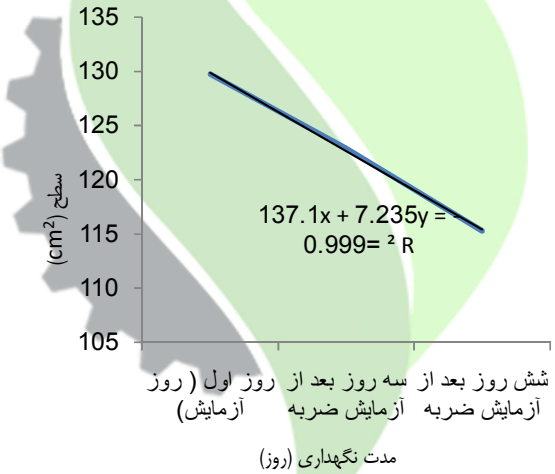
جدول **۳** _ میانگین خصوصیات فیزیکی میوه خرمالو در مدت زمان نگهداری بعد از آزمایش ضربه

موارد	روز اول (قبل از آزمایش ضربه)	۳ روز بعد از آزمایش ضربه	۶ روز بعد از آزمایش ضربه
جرم (گرم)	۱۷۵/۹۸	۱۷۰/۳۴	۱۶۵/۲۳
طول (میلی متر)	۷۴/۴۴	۷۲/۵۸	۷۱/۱۶
عرض (میلی متر)	۷۲/۸۲	۷۱/۰۷	۶۹/۱۴
ضخامت (میلی متر)	۴۸/۸۷	۴۷/۳۸	۴۵/۰۹
قطر میانگین حسابی (میلی متر)	۶۵/۳۸	۳۸/۶۷	۶۱/۸۰
قطر میانگین هندسی (میلی متر)	۶۴/۲۰	۶۲/۴۹	۶۰/۵۱
قطر معادل (میلی متر)	۶۴/۲۰	۶۲/۴۹	۶۰/۵۱
ضریب کرویت	۰/۸۶۲۹	۰/۸۶۱۶	۰/۸۵۰۷
مساحت رویه کرویت (cm^2)	۱۲۹/۷۴	۱۲۲/۹۱	۱۱۵/۲۷
حجم رویه احت (cm^3)	۱۳۹/۳۵	۱۲۸/۴۶	۱۱۶/۷۲
چگالی حجم (gr/cm^3)	۱/۲۶	۱/۳۲	۱/۴۱

همانطور که در شکل ۴ و ۵ مشخص است با افزایش زمان نگهداری سطح و حجم میوه خرمالو به صورت خطی کاهش یافته است.

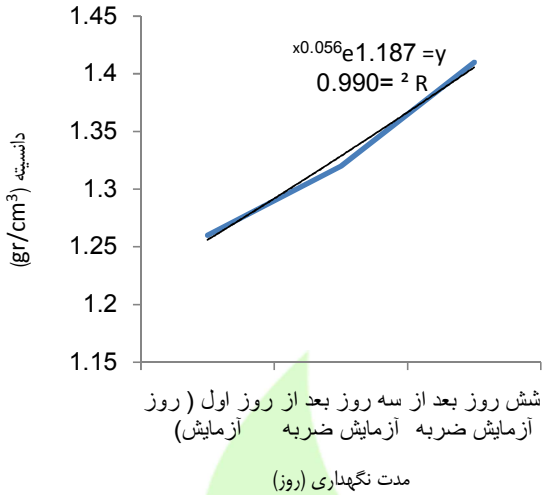


شکل **۴**_ نمودار تغییرات حجم بعد از آزمایش ضربه و نگهداری در دمای اتاق



شکل **۵**_ نمودار تغییرات سطح بعد از آزمایش ضربه و نگهداری در دمای اتاق

دانسیته میوه خرمالو با گذشت زمان همانطور که در شکل ۶ مشخص است به صورت نمایی تغییر نمود، در روز اول برابر $۱/۲۶ gr/cm^3$ و بعد از آزمایش ضربه و انبارمانی ۳ و ۶ روز به ترتیب به $۱/۳۲ gr/cm^3$ و $۱/۴۱ gr/cm^3$ افزایش یافت.



شکل ۶_ نمودار تغییرات دانسیته بعد از آزمایش ضربه و نگهداری در دمای اتاق

نتیجه گیری کلی

با تغییر ارتفاع و جنس سطح برخورد میزان سطح کوفتگی تغییر کرده است، با افزایش ارتفاع از ۱۵ به ۳۰ و ۴۵ سانتی متر و همچنین با تغییر جنس سطح برخورد از پلاستیک به چوب و فولاد افزایش سطح کوفتگی مشاهده شد. خواص فیزیکی محصول با انبارمانی بعد از آزمایش ضربه تغییر یافت. بعد از ۶ روز نگهداری خرمالو در دمای اتاق طول از ۷۴/۴۴ به ۷۱/۱۶ میلی متر، عرض از ۷۲/۸۲ به ۶۹/۱۴ میلی متر، ضخامت ۴۸/۸۷ از به ۴۵/۰۹ میلی متر، جرم از ۱۷۵/۹۸ به ۱۶۵/۲۳ گرم، قطر میانگین حسابی از ۶۵/۳۸ به ۶۱/۸۰ میلی متر، قطر میانگین هندسی از ۶۴/۲۰ به۶۰/۵۱ میلی متر، ضریب کرویت از ۰/۸۶ به ، ۰/۸۵ مساحت رویه از ۱۲۹/۷۴ به۱۱۵/۲۷سانتی متر مربع ، حجم از ۱۳۹/۳۵ به ۱۱۶/۷۲ سانتی متر مکعب و دانسیته از ۱/۲۶ به ۱/۴۱ ($^{gr}/_{cm^3}$) تغییر یافت. با انتخاب سطح و ارتفاع مناسب آسیب وارده به محصول به حداقل می رسد.

منابع

۱- حزباوی، ع.، س. مینایی، ب. قبادیان و ش. کاظمی (۱۳۸۷). مطالعه رفتار میوه خرمالو تحت بارگذاری. پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون، مشهد مقدس، ایران.

۲- رضوی، س. م. ع. و ر. اکبری (۱۳۸۵). خواص بیوفیزیکی محصولات کشاورزی و مواد غذایی. نشردانشگاه فردوسی مشهد، ۳۰۴صفحه: ص۶۵-۱۳.

۳- صفی یاری، ح.، ع. زمردیان، ح. رحمانیان و ف. سلمانی زاده (۱۳۹۱). بررسی روند تغییرات خواص فیزیکی میوه خرمالو (رقم خرمندی) در طول دوره انبارمانی در شرایط محیطی. نشریه پژوهش های علوم وصنایع غذایی ایران. جلد۸: شماره ۴، ص. ۴۲۶-۴۱۷.

۴- طباطبایی کلور، ر.، ع. کلوری، س. ج. هاشمی و ر. هادی پور (۱۳۹۰). بررسی تاثیر ارتفاع سقوط، سرعت حرکت نقاله و جنس سطح برخورد بر سطح و حجم کوفتگی سیب رقم گلدن دلیشز. نشریه ماشین های کشاورزی، جلد۲: شماره ۱، ص ۱۹-۲۷.

۵- کفاشان، ج.، ح. صدرنیا، ه. رامون و ب. تیسکینز (۱۳۸۷). خواص دینامیکی نقاط مختلف میوه در آزمون ضربه. پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون، مشهد مقدس، ایران.

۶- محمدی آیلار، س. الف.، س. مینایی و الف. ح. افکاری سیاح (۱۳۸۹). اثر خواص مکانیکی گوجه فرنگی تحت آزمون ضربه بر مراحل مختلف رسیدگی پس از برداشت. ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

7- Altuntas, A., R. Cangi and C. Kaya (2010). Physical and chemical properties of persimmon fruit. International Agrophysics. 25: 89-92.

8- Hasanpour Kahnamuyi, H., H. GHaffari, N. Marghoub and A. Alipasandi (2013). Study of some physical, chemical and hydrodynamic properties of two varieties persimmon in ripening. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. IJACS/5-13/1418-1423.

9- Idah, P. A. , E.S.A. Ajisegiri and M.G. Yisa (2007). An Assessment of Impact Damage to Fresh Tomato Fruits. AU J.T. 10(4): 271-275 .

10- Lewis, R., A. Yoxall, M.B. Marshall, and L.A. Canty (2008). Characterising pressure and bruising in apple fruit. Wear 264: 37-46.

11- Lewis, R., A. Yoxall, L.A. Canty, and E. Reina Romo (2007). Development of engineering design tools to help reduce apple bruising. Journal of Food Engineering 83: 365-365.

12- Mohsenin, N. N. (1986). Physical properties of plant and animal materials. Gordon Breach Sci. Presss, New York, USA.

Effect of fall height and impact surface material on the surface of persimmon brui *Fuyo var.*)

Mohsen Azadbakht[1*], Neda Tajari[2], Sabalan Alimohammadzadeh[2]

[1]Assistant Prof. Department of Agricultural Machinery Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
[2]M. Sc. Student, Department of Agricultural Machinery Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

*Corresponding Author: E-mail: azadbakht@gau.ac.ir

Abstract

Persimmon fruit is susceptible to injury, this fruit is under different loads from harvest to delivery to the customer. Bruise occurs due to injury during the various stages of handling, transport and packaging. In this study, some effective factors on level of bruise persimmon such as fall height and type of impact surface were studied. Also some physical and storage properties of this product before and after impact testing at room temperature were investigated. The effect of these factors on bruise persimmons were analyzed by using factorial experiment in a completely randomized design with three levels of fall height of 15, 30, 45 cm, three levels of hitting such as wood, plastic, steel with same thickness of 6 mm and a total of 27 treatments with three replications. Analysis of variance showed that the effect of fall height and impact surface material on the bruise level was significant at the 5% level ($p<5\%$). After 6 days storage of persimmons at room temperature the length from 44/74 to 16/71 mm, width from 82/72 to 14/69 mm, thickness from 87/48 to 09/45 mm, weight from 98/175 to 23/165 g, the arithmetic mean diameter from 38/65 to 80/61 mm, the geometric mean diameter from 20/64 to 51/60 mm, coefficient of sphericity from 86/0 to 85/0, surface area from 74/129 to 27 / 115 cm^2, volume from 35/139 to 72/116 cm^3 and density from 26/1 to 41/1 (gr /cm^3) changed.

Keywords: Fall height, Type of impact surface, Persimmon, Physical properties, Mechanica damage.