



دانشگاه گیلان
سازمان آموزشی و تحصیلات تکمیلی

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی

گروه آموزش مهندسی و معماری

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
رشته مهندسی مکانیک بیوسیستم گرایش طراحی و ساخت ماشین های کشاورزی

بررسی برخی عوامل بر خواص مکانیکی چهار رقم زیتون در طول دوره نگهداری

پژوهشگر:

محمد رجبی سرخنی

استاد راهنما:

عبداله گل محمدی

استاد مشاور:

علیرضاقنبری

حسنملکیلاجیر

دی ماه ۱۳۹۷

بررسی برخی عوامل بر خواص مکانیکی چهار رقم زیتون در طول دوره نگهداری/محمد

عنوان و نام پدیدآور:

رجبی سرخنی

عبداله گلمحمدی

دکتر علیرضا قنبری-دکتر حسن ملکی لاجری

۱۳۹۷/۱۰/۲۳

ص. ۵۸

مهندسی بیوسیستم/

چکیده:

هدف: هدف از این تحقیق اندازه‌گیری برخی خواص مکانیکی زیتون در طول دوره انبارداری و بررسی نحوه تأثیر درصدهای مختلف محلول سود و سرعت‌های بارگذاری متفاوت بر خواص مکانیکی زیتون می‌باشد.

روش‌شناسی پژوهش: به‌منظور تعیین خواص مکانیکی زیتون، از آزمون بارگذاری فشاری تک محوره و منحنی نیرو - تغییر شکل مستخرج از آن استفاده شد. در این تحقیق برای هر نمونه، برخی خواص مکانیکی زیتون شامل نیروی گسیختگی و تغییر شکل آن اندازه‌گیری و نمودار مربوطه در نرم‌افزار اکسل رایانه‌ای که به دستگاه کشش-فشار وصل بود، ترسیم شد. با انترگرال‌گیری از منحنی نیرو-تغییر شکل از نقطه شروع بارگذاری تا نقطه گسیختگی میوه، مقدار انرژی گسیختگی (Eb) محاسبه شد. چگرمگی از تقسیم انرژی گسیختگی بر حجم هر نمونه به دست آمد. داده‌های به دست آمده بر پایه آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با چهار عامل شامل سه سرعت بارگذاری (۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌متر بر دقیقه)، چهار رقم زیتون (زرد، ماری، شنگه و گرده)، چهار دوره انبارداری (۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ روز) و ۵ سطح محلول سود (۱۰، ۱۳، ۱۶، ۱۹ و ۲۲ درصد) در ۳ تکرار با استفاده از نرم‌افزار MinTab تجزیه تحلیل شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که تمامی اثرات اصلی و اثرات دوگانه برای نیروی گسیختگی، تغییر شکل در نقطه گسیختگی، انرژی گسیختگی و چگرمگی زیتون در سطح ۱ درصد معنی‌دار است و همچنین اثر سه‌گانه دوره انبارداری، سرعت بارگذاری و رقم برای نیروی گسیختگی، تغییر شکل در نقطه گسیختگی و انرژی گسیختگی زیتون در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. بیشترین نیروی گسیختگی در دوره چهارم، سرعت ۱۲۰ میلی‌متر بر دقیقه و برای رقم گرده برابر با ۲۲۵ نیوتن به دست آمد. کمترین نیروی گسیختگی در دوره چهارم، سرعت ۴۰ میلی‌متر بر دقیقه و برای رقم شنگه برابر با ۱۱۲ نیوتن به دست آمد. بیشترین تغییر شکل در نقطه گسیختگی در دوره چهارم، سرعت ۸۰ میلی‌متر بر دقیقه و برای رقم زرده برابر با ۹/۳ میلی‌متر به دست آمد همچنین کمترین تغییر شکل در نقطه گسیختگی در دوره اول، سرعت ۴۰ میلی‌متر بر دقیقه و برای رقم گرده برابر با ۵/۲ میلی‌متر به دست آمد. بیشترین انرژی گسیختگی در دوره سوم، سرعت ۸۰ میلی‌متر بر دقیقه و برای رقم زرده برابر با ۱۲۰۶ میلی‌ژول به دست آمد همچنین کمترین انرژی گسیختگی در دوره اول، سرعت ۴۰ میلی‌متر بر دقیقه و برای رقم گرده برابر با ۲۳۲ میلی‌ژول به دست آمد. نتایج این تحقیق نشان داد که رقم شنگه در تمامی سرعت‌ها دارای چگرمگی بیشتری است و رقم زرد دارای کمترین چگرمگی می‌باشد. همچنین برای تمامی ارقام با افزایش سرعت از ۴۰ به ۸۰ میلی‌متر بر دقیقه چگرمگی افزایش یافته است و سپس با افزایش سرعت از ۸۰ به ۱۲۰ میلی‌متر بر دقیقه کاهش یافته است.

نتیجه‌گیری: با افزایش درصد محلول سود نیروی گسیختگی، انرژی گسیختگی و چگرمگی در تمامی ارقام زیتون افزایش پیدا می‌کند. این روند بیانگر این نکته است که افزایش محلول سود در محدوده مورد مطالعه تأثیر مثبتی بر خواص فیزیکی و ماندگاری زیتون‌ها دارد. با افزایش دوره انبارداری چگرمگی تمامی ارقام زیتون افزایش می‌یابد، همچنین با افزایش دوره انبارداری تا دوره چهارم برای دو رقم گرد و ماری انرژی گسیختگی افزایش می‌یابد اما برای دو رقم زرد و شنگه افزایش نیروی گسیختگی تا دوره سوم اتفاق می‌افتد و پس از آن کاهش می‌یابد. نتایج این تحقیق نشان داد رقم زرده دارای بافت سفت‌تری می‌باشد اما در طول دوره انبارداری خاصیت ماندگاری پایین‌تری داشته و به مرور زمان نیروی گسیختگی آن کاهش می‌یابد اما رقم گرده خاصیت ماندگاری بیشتری داشته و با گذر زمان نیروی گسیختگی آن تغییر خاصی نمی‌کند. در میان ارقام مورد آزمایش رقم شنگه دارای کمترین نیروی گسیختگی و انرژی گسیختگی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: انرژی گسیختگی، تغییر شکل در نقطه گسیختگی، چگرمگی، زیتون، محلول سود

۱-۱-۱- مقدمه

۱-۱-۱- نام علمی و اهمیت زیتون

میوه زیتون با نام علمی *Olea europaea L* و از تیره‌ی *Oleaceae* درختی همیشه‌سبز می‌باشد که متعلق به مناطق نیمه گرمسیری بوده و ارزش اقتصادی فراوانی دارد و در دو دهه‌ی اخیر مناطق مستعد وسیعی به زیر کشت این محصول رفته است. هدف از کشت زیتون تا حدی بر طرف کردن نیاز به واردات روغن خوراکی بوده است. کشت زیتون در زمین‌های بایر، کم بازده و دارای شیب زیاد توانایی کمک‌رسانی به استقلال کشور از واردات روغنرا داراست (سیفی و حسین آوا، ۱۳۹۳). سالیان متمادی در مناطقدارای اقلیم مدیترانه‌ایدرخت زیتون تأمین‌کننده روغن خوراکی مردم بوده است. در حال حاضر نیز صنایع مرتبط با زیتوناز سودآوری اقتصادی بالایی در این کشورها برخوردار است. با توجه به آمارهایمنتشرشده ۱۸ درصد از باغات زیتون جهان در مناطق مذکورقرار دارند (Alfonso and Owen, 2002). استفاده از زیتون و روغن آن در سبذ غذایی مردمان مدیترانه‌نهادینه شده است و مزایای بیولوژیکی، غذایی و درمانی زیتون مورد تأییدمراجع مختلف می‌باشد و در کشورهایی که روغن زیتون به عنوان منبع روغن خوراکی در نظر گرفته می‌شود ابتلا به بیماری‌های قلبی و عروقی بسیار کمتر است (حیدری و همکاران، ۱۳۹۵).

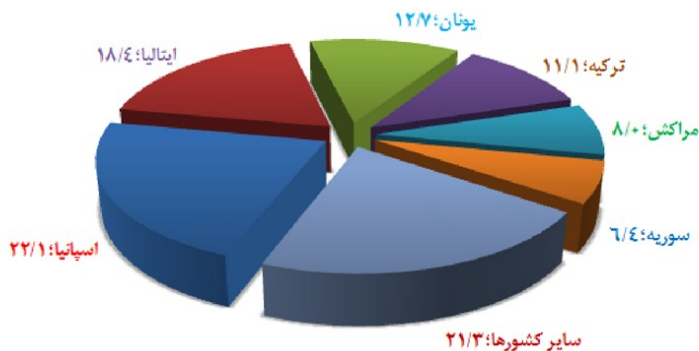
۱-۱-۲- خصوصیات درخت زیتون

درخت زیتوناز یک تنه‌ی بزرگ تشکیل شده است که به سه یا چهار شاخه‌ی اصلیتقسیم شده و هر شاخه‌ی اصلی به چند شاخه‌یفرعی و هر شاخه‌یفرعی به چند شاخه‌ی کوچک وصل شده است. میوه‌ها توسط دمگل‌هابه‌این شاخه‌های کوچک متصل هستند (Bentaher et al. 2013). درخت زیتون رشد بسیار آهسته‌ایدارد. ارتفاع ایندرخت به ۵-۸ متر، قطر آن یک متر و قطر تاج آن ۲-۵ متر می‌باشد. در بهترین شرایط اقلیمی و رشدی، ارتفاع این درخت ۱۲-۱۵ متر و قطر تاج آن تا ۵ متر نیز گزارش شده است (میرنظامی ضیابری، ۱۳۷۷). کاشت این درخت در شیب‌ها برای جلوگیری از فرسایش خاک و همچنین ایجاد فضای سبز نیز مناسب است (محمدی و دانش، ۱۳۸۵).

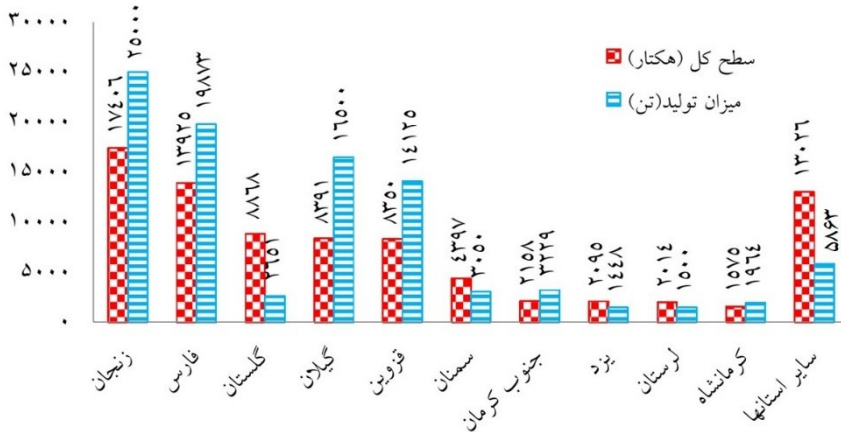
۱-۱-۳- مهم‌ترینکشورهای تولیدکننده‌ی زیتون در جهان

طبق آمار فائو مهم‌ترین کشورهای تولیدکننده زیتوناسپانیا، ایتالیا و یونان می‌باشند

که سهم آن‌ها از کل محصول زیتون دنیا (۹۱ میلیون تن) برابر با نصف این مقدار می‌باشد. کشورهای عربی ترکیه، مراکش، سوریه نیز سهم بالایی در تولید این محصول با ارزش دارند (شکل ۱-۱). زیتونی تولیدی کشور برابر با ۹۵۱۴۹ تن می‌باید که حدود ۰/۵ درصد زیتون جهان را شامل می‌شود (anonymous, 2012). در سال ۱۳۹۳ سطح باغ‌های تجاری زیتون کشور ۴۴۸۰۳ هکتار می‌باشد که حدود ۲ درصد باغ‌های تجاری کشور را تشکیل می‌دهد و تولید تجاری زیتون ۹۵۱۴۹ تن بوده که شامل ۰/۶ درصد از تولید باغی کشور می‌باشد. همچنین مساحت باغات تجاری زیتون (بارور) (۴۴۸۰۳ هکتار) و غیر بارور (۳۷۴۰۲ هکتار) (۸۲۲۰۵ هکتار) می‌باشد، در شکل (۱-۲) مقدار زیتون برداشت شده در استان‌های مختلف به نمایش گذاشته شده است (آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۷). ۸۰ درصد از روغن مورد نیاز کشور توسط واردات روغن خام و یا گیاهان روغنی تأمین می‌شود و یکی از اهداف بلندمدت وزارت جهاد کشاورزی افزایش سطح زیر کشت زیتون در مناطق مستعد بوده که در نهایت به کاهش میزان واردات روغن خام منجر خواهد شد (آهنگر بنادکوکى و همکاران، ۱۳۹۲).



شکل ۱-۱- درصد محصول زیتون برداشت شده در کشورهای جهان در سال ۲۰۱۲ میلادی



شکل ۱-۲- مقایسه‌ی مساحت باغات زیتون و تولید زیتون در ۱۰ استان برتر کشور در سال ۱۳۹۷ (آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۷)

۱-۱-۴- تقسیم‌بندی ارقام

مهم‌ترین ویژگی‌ها برای انتخاب ارقام تجاری و سودمند شامل موارد ذیل می‌باشند: پر محصول بودن، غلبه بر بیماری‌ها و شرایط نامساعد جوی، نسبت بالای جرم روغن نسبت به فیبر میوه و کیفیت خوراکی روغن استحصالی، کرویت میوه و تقارن هندسی میوه و کوچک بودن هسته نسبت به بافت میوه (هماپور و همکاران، ۱۳۹۳). ارقام زیتون کشت شده در کشور را می‌توان به دو دسته بومی و خارجی تقسیم نمود. ارقامومیاز جمله زرد، روغنی، ماری، شنگه، زرد گلوله، فیشمی، دزفولی می‌باشند که در داخل کشور اصلاح ژنتیکی شده‌اند و ارقام خارجی شامل رقم‌های با منشایی از کشورهای اسپانیا، یونان، فرانسه، ایتالیا و سوریه هستند که با شرایط اقلیمی ایران سازگاری خوبی دارند. مهم‌ترین ارقام خارجی شامل موارد ذیل می‌باشد: کنسروالیا، والانولیا، سویلانا، آربیکن، لچینو، ابوسطل، جلث، کروتایکی، بلیدی و آمیگندا لولیا (زارع و همکاران، ۱۳۹۳). در تقسیم‌بندی دیگر زیتون را می‌توان به سه دسته روغنی مانند آربیکن، آمفیسیس، روغنی، کروناکی، لچینوو کنسروی مانند مانزانیا، آمیگدالولیا، ابوسطل، تخم کبکی، دراک، شیراز، کالامون و دومنظوره مانند میشن، ماری، کنسروالیا، بلیدی، کراتینا، پیکوال و زرد تقسیم نمود (زینالو، ۱۳۸۹).

۱-۱-۵- خواص زیتون

زیتون درختی سازگار با اقلیم مناطق نیمه‌گرمسیری می‌باشد که به علت داشتن ترکیبات مفید و دارویی محبوبیت زیادی در مصارف دارویی و غذایی دارد. زیتون به علت

اینکه روغن متبوع و مرغوبی از آن استحصال می‌شود به یکی از مفیدترین درختان اقلیم مدیترانه‌ای تبدیل شده‌است (طباطبایی، ۱۳۷۴) مهم‌ترین موارد استفاده زیتون تولید روغن خوراکی و زیتون فرآوری شده‌است و به همین دلیل در سال‌های اخیر باغات زیرکشت زیتون افزایش یافته است (بنیانپور و جلیلی، ۱۳۸۴) میوه زیتون شامل مواد مغذی فراوانی می‌باشد از جمله گلوکز، پکتین، عناصر معدنی آهن و پتاسیم، ویتامین‌های A و B اسیدهای آلی مانند اسید سیتریک، اسید گالیک، اسید مالیک، اسید اگزالیک، اسید لاکتیک و همچنین اسیدهای تری‌کربوکسیلیک موجود در گوشت میوه، همچنین میوه زیتون شامل محتوای سرشاری از ترکیبات فنلی می‌باشد (Kiritsakis and Markakis, 1988). زیتون و روغن استحصالی آن دارایفواید غذایی و دارویی زیادی هستند، اگر میوه زیتونمصرف خوراکی داشته باشد دارای ترکیبات مغذی، آرام‌بخش و مسهلی ملائمخواهد بود و امراضی مانند زخم معده و بیماری‌های دستگاه گوارش را درمان خواهد کرد. روغن زیتون نیز دارای خواص ملین است و از دیرباز برای درمان پاره‌ای از قولنج‌ها، مشکلات مثانه و امراض جلدی و زخم‌ها بکار گرفته شده است (میر منصوری، ۱۳۷۴).

۱-۲- ضرورت و اهمیت پژوهش

مبختاین تحقیق از دریچه‌ای نو به ماهیت فرآوری میوه‌می پردازد، میوه‌ای که با تلاش و پشتکار فراوانمحصول داده است و در صورتی که کشاورز امکان فرآوری صحیح محصول را نداشته باشد خسارت سنگین به محصول وارد شده و بخش قابل توجهی از محصول از بین خواهد رفت و یا تغییر رنگ شدید میوهباعث کاهش بازارپسندی آن می‌گردد. این پژوهش به ارزیابی تأثیر عواملگوناگونو تأثیر آن‌ها بر یکدیگر در دوره انبارداری محصول می‌- پردازد تا کشاورز با تلفات کمتری مواجه شود و محصولی مرغوب‌تر و با ارزش افزوده بیشتر به بازار ارائه دهد. مشکلی که امروزه بیشتر باغداران سنتی کار با آن دست به گریبان هستند، عدم رعایت اصول صحیح انبارداری و شرایط نامساعد نگهداری محصول پس از برداشت است و درصد قابل توجهی از محصول خود را به این دلیل از دست می‌- دهند و گاه مجبورند محصول خود را به خاطر از دست ندادن (نرم شدن محصول) با قیمت بسیار پایین عرضه کنند.

از جمله پارامترهای مهم در کیفیت میوه زیتون، حفظ رنگ میوه در طول دوره انبارداری می‌باشد که متأسفانه به علت فعالیت آنزیمی باتغییر رنگ میوه به قهوه‌ای، رنگ

مناسب تخریب می‌شود. این اتفاق پس از برداشت میوه به علت ضربات وارده بر میوه و زخمی شدن میوه‌ها ضمن برداشت و نیز طی تیمارهای تکنولوژی متعاقب و فرآوری محصول جهت برطرف کردن تلخی زیتون صورت می‌پذیرد (Goupy et al. 1991). شرایط نامناسب انبارداری زیتون همچنین سبب تشدید تغییرات آنزیمی- شیمیایی و فعالیت میکروارگانیسم‌ها می‌گردد. رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌ها باعث تنزل کیفیت میوه و نیز ماندگاری پایداری می‌شود و طعم کپک‌زدگی در روغن استحصالی از زیتون محسوس خواهد شد (میرنظامی ضیابری، ۱۳۷۷). از زمانی که کشت زیتون به عنوان یک میوه مفید و با ارزش غذایی بالا در دنیا مطرح شد، پژوهش‌های وسیعی در خصوص فرایندهای فرآوری، نگهداری و بهینه کردن شرایط انبارمانی زیتون صورت گرفته‌است. روش‌های استفاده شده برای فرآوری و بهبود کیفیت زیتون در زمان پس از برداشت، شامل کنسروسازی زیتون به روش سنتی و نوین (استفاده از سود)، فرآیند تخمیر صنعتی، تخمیر طبیعی، نگهداری در سردخانه و انبارهای دارای اتمسفر کنترل شده می‌باشند (Bencic et al. 2010).

یکی از خصوصیات آسیب‌پذیر میوه‌ها مشکلات پیش‌آمده در رابطه با صدمات مکانیکی وارد به میوه از جمله صدمات ایجاد شده به علت ضربه و فشار در فرآیند برداشت، انبارداری و فرایندهای مربوط به دسته بندی می‌باشد که این صدمات به شکل قابل توجهی کیفیت و بازار پسندی میوه را کاهش می‌دهند (Steenkamp, 1997). همچنین یکی از روش‌های سنتی تعیین میزان رسیدگی میوه حس لامسه و فشار دادن میوه با انگشتان دست است که روشی غیرعلمی بوده که تحت تأثیر مهارت لمس کننده قرار گرفته و در اکثر موارد نتایج نادرستی به همراه دارد، بنابراین آگاهی از معیارهای مکانیکی استاندارد شده به شناسایی زمان دقیق رسیدگی میوه کمک خواهد کرد (Singh & Reddy, 2006). آزمونگرهای مکانیکی گوناگون میوه امکان کمی‌سازی این تشخیص را فراهم می‌کنند و شاخصی برای بررسی میزان رسیدگی میوه ارائه خواهند داد که با استفاده از چنین شاخص‌های می‌توان زمان مناسب برداشت را تعیین نمود (USDA, 2003).

مهم‌ترین مرحله در تدوین استانداردهای کیفی برای محصولات کشاورزی و باغی و همچنین بهبود ابزارهای مختلف فرآوری، کسب دانش در مورد انواع خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات است، همچنین با شناسایی محدوده‌های آسیب‌رسان اعمال نیرو می‌توان از صدمات وارده بر محصول جلوگیری کرد (مسعودی و همکاران، ۱۳۸۴). بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات کشاورزی این امکان را فراهم خواهد کرد که

دستگاه‌های نوین و سیستم‌های فرآوری مطابق با محدوده آسیب‌رسان به میوه ساخته شود به گونه‌ای که تلفات وارده به میوه در اثر فشارهای مکانیکی کاهش یافته و میوه با کیفیت‌تری به بازار عرضه شود (توکلی هاشجین، ۱۳۸۲). رتبه‌بندی معیارهای فیزیکی شامل شکل، اندازه، ابعاد، چگالی و رنگ باعث خواهد شد که در فرایندهای حمل‌ونقل و انتقال محصول دقت بالایی بکار گرفته شود و تلفات محصول به علت عملکرد نادرست ماشین‌ها کاهش یابد (Mohsenin, 1986). سالانه بخش قابل توجهی میوه و سایر محصولات کشاورزی در اثر صدمات مکانیکی وارد شده در هنگام برداشت، حمل‌ونقل، درجه‌بندی و بسته‌بندی کیفیت خود را از دست داده ضرر مالی مهمی به کشاورز وارد می‌کنند. چنین صدماتی در اثر بارهای استاتیکی و دینامیکی در فرایندهای مختلف پس از برداشت ایجاد می‌شوند. محدوده نیروهای آسیب‌رسان به میوه‌ها و میزان خسارت وارد بر میوه می‌تواند با ارزیابی خواص مکانیکی آن‌ها مشخص شود (صدرنیا و همکاران، ۱۳۹۱).

به‌طور کلی، کمی‌سازی خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات در تعیین عوامل مهم اثرگذار بر خواص کمی و کیفی میوه‌ها طی انبارمانی نقش بسزایی خواهد داشت.

۱-۳- هدف از این پژوهش

اندازه‌گیری برخی خواص مکانیکی (نیروی گسیختگی، چغرمگی، انرژی گسیختگی و تغییر شکل در نقطه گسیختگی) چهار رقم‌زیتون (ماری، زرد، شنگه و گرد) در طول دوره انبارداری و بررسی نحوه تأثیر درصدهای مختلف محلول سود در سرعت‌های بارگذاری متفاوت بر خواص مکانیکی زیتون می‌باشد، همچنین تعیین اثر متقابل بین متغیرهای مستقل (رقم، سرعت بارگذاری، درصد محلول سود و دوره انبارداری) است.

۲-۱- مقدمه

شناسایی محدوده آسیب‌رسان خواص مکانیکی محصولات کشاورزی‌توانایی طراحی ماشین‌ها و فرآیندهای جدید با توجه به شرایط و ویژگی‌های مکانیکی محصولات را فراهم خواهد کرد و بنابراین می‌تواند موانع بر محصول کاهش و بازده فرایندهای فرآوری افزایش خواهد یافت. بیشتر خدمات در مراحل جابه‌جایی و انبارداری ایجاد می‌گردد، به این دلیل که در طی فرآیند انتقال و بسته‌بندی تنش‌های مکانیکی (شامل ضربه، کشش یا فشار) به محصول وارد گردیده و در نتیجه کیفیت محصول فرآوری شده را تقلیل می‌دهد (افکاری سیاح و مینایی، ۱۳۸۸). نکته قابل توجه این مورد می‌باشد که با افت رطوبت محصول قبل از انبارمانی می‌تواند درجه آسیب‌پذیری محصول را در مراحل مختلف فرآوری کاهش داد. بنابراین بررسی خواص مکانیکی محصولات کشاورزی دارای اهمیت قابل توجهی می‌باشد و متعاقباً باعث پیشرفت این علم نوین در دهه‌های اخیر گردیده است. بنابراین با اطمینان بالایی می‌توان اظهار کرد که مبحث مکانیک محصولات کشاورزی زیربنای مهندسی کشاورزی است (توکلی هشتجین، ۱۳۸۲).

کسب دانش در مورد خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات کشاورزی پیش نیاز اساسی در طراحی ماشین‌های برداشت، حمل و نقل، فرآوری و ساخت سازه‌های مناسب برای انبارمانی محصول است. عملیات‌های برداشت، درجه‌بندی، بسته‌بندی و انتقال از حیاتی‌ترین و حساس‌ترین مراحل فرآوری محصول هستند، جهت حفظ خواص کیفی و ارائه محصولات سازگار با ذائقه مصرف‌کنندگان، فرآوری محصولات کشاورزی گران قیمت، به یکی از رین معیارهای بخش تولیدات مواد غذایی بدل شده است. در این شیوه هم‌زمان امکان حفظ کیفیت محصول و تطابق کیفیت محصول با خواسته‌های مشتریان وجود دارد.

در این خصوصاً گاهیدر مورد خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات کشاورزی در درجه-بندی کیفیت، تقلیل صدمات ناشی از حمل و نقل و در نهایت در طراحی مناسب تجهیزات مرتبط با فرآوری نقش مؤثری ایفا خواهد کرد (لهراسی، ۱۳۸۲).

استحکام بافت میوه معیاری اساسی جهت تعیین کیفیت میوه‌هاست. اندازه‌گیری استحکام بافت میوه روشی مطلوب برای نظارت بر نرم شدن میوه و پیش‌بینی صدمات ایجاد شده در اثر کوفتگی طیمرحله برداشت و پس از برداشت می‌باشد. اساساً تشخیص استحکام بافت میوه‌ها وابسته به فشار ترگر و مقاومت مکانیکی دیواره سلولی است (Duprat et al. 2007; Van Zeebroeck et al. 2004; Landahl et al. 1997). در واقع استحکام بافت میوه بیانگر مقاومت بافت میوه در برابر نیروهای خارجی است و کاهش استحکام بافت میوه طی دوره رسیدگی، انبارداری و ساختار مناسب مخازن ذخیره میوه دارای اهمیت قابل توجهی می‌باشد.

مهم‌ترین روش‌های تشخیص استحکام بافت میوه شامل آزمون‌های مخرب (نفوذ در بافت محصول و آزمون مگنس-تیلور) و غیر مخرب (بازتابش نور از بافت یا انعکاس صوت) می‌باشد (Chen et al. 1996). آزمون مگنس-تیلور روشی مخرب جهت تعیین استحکام بافت میوه است. چنین رویکردی یک آزمون تخریبی خواهد بود و هدف از آن ارزیابی استحکام بافت میوه به واسطه اندازه‌گیری شاخص استاندارد سفتی مگنس-تیلور می‌باشد. در آزمون مگنس-تیلور، لایه‌ای از پوست میوه به وسیله تیغ برداشته می‌شود و سپس به وسیله فشاری یکنواخت و ممتد، میله‌ای به داخل بافت میوه نفوذ می‌کند (Hertog et al. 2004). در آزمون نفوذسنجی نفوذگر دستگاه تست فشار به داخل میوه نفوذ می‌کند و نیروی مورد نیاز جهت نفوذ در عمق معینی از بافت میوه اندازه‌گیری می‌شود و به‌عنوان شاخص استحکام بافت میوه معرفی می‌گردد (رضوی و اکبری، ۱۳۸۵).

۲-۲- کلیات و تعاریف

محصولات بیولوژیکی شامل میوه‌ها و سبزیجات دارای خصوصیاتیکتایی هستند که باعث تمایز آن‌ها از مواد مهندسی می‌شود. شکل نامتقارن محصولات کشاورزی باعث پیچیدگی مطالعه رفتار آن‌ها در شرایط محیطی مختلف می‌شود، محصولات کشاورزی دارای ذاتاً بافتی ناهمگون هستند و غالباً بافتی لزج و کشسان دارند و از نظر مقاومت به کشش و فشار در حالت استاتیکی و دینامیکی و لرزشی رفتار مقاومتی متغیری در آن‌ها

مشاهده می‌شود (Stroshine and Hamann, 1994). سرپیل و سروت (Serpil and Servet, 2006) خواص محصولات کشاورزی به گونه زیر گروه‌بندی کرده‌اند:

- ◇ خصوصیات فیزیکی (شامل شکل، اندازه، جرم، حجم، چگالی حقیقی، چگالی توده)
- ◇ خصوصیات مکانیکی (نیروی شکست، چغرمگی، نیروی گسیختگی، انرژی گسیختگی، تغییر شکل در نقطه گسیختگی)
- ◇ خصوصیات گرمایی (مانند گرمای ویژه)
- ◇ خصوصیات نوری (مانند رنگ، میزان جذب دفع نور)
- ◇ خصوصیات الکتریکی (مانند هدایت الکتریکی و خصوصیات دی‌الکتریک)

۲-۳- خواص فیزیکی

طراحی مناسب ماشین‌های برداشت و فرآوری، انتقال و ساخت انبارهای مناسب محصولات کشاورزی مستلزم دانشی جامع از خصوصیات فیزیکی و مکانیکی محصولات کشاورزی می‌باشد، اندازه‌گیری و کمی‌سازی شاخصه‌های فیزیکی محصولات کشاورزی در فرآیندهای پس از برداشت امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. این ویژگی‌ها شامل موارد متعددی می‌باشند از جمله اندازه، شکل، چگالی، خصوصیات جذب و دفع رطوبت، خواص حرارتی، ویژگی‌های اصطکاکی، خصوصیات هیدرودینامیکی و آئرودینامیکی، سطح رویه، حجم، تخلخل، رنگ و ظاهر (Sahin and Sumnu, 2006). مطالعه چنین خواص مهم‌ترین جنبه تحقیقات مهندسان کشاورزی و مهندسان فرآوری مواد غذایی می‌باشد. در ادامه برخی از این ویژگی‌ها به اختصار توصیف شده‌اند.

۲-۳-۱- شکل و اندازه

شکل و اندازه فیزیکی محصولات کشاورزی در تفکیک آن‌ها از مواد خارجی و همچنین تفکیک بر اساس اندازه به کار گرفته شده‌است و در هنگام طبقه‌بندی محصولات کشاورزی غالباً بارزترین خصوصیت شکل و اندازه محصول است. شکل و اندازه دو عامل تأثیرگذار در شناسایی اجسام هستند. برای مشخص کردن شکل دقیق یک جسم باید تعدادی از ابعاد هندسی آن اندازه‌گیری شوند (توکلی هشتجین، ۱۳۸۲).

اندازه و شکل غالباً در زمان توصیف محصولات صیفی، میوه‌ها و دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشند. اندازه را می‌توان با اندازه‌گیری ابعاد سطح تصویر شده توسط تعریف سه بعد محوری (طول، عرض و ضخامت) توصیف کرد (Mohsenin, 1986) ابعاد محصولات

کشاورزی بر اساس فصل رشد، مکان پرورش و رقم متغیر است. امکان تعیین ابعاد محصول با استفاده از کولیس و تجهیز اتصویر برداری وجود دارد. البته با توجه به ناهمگنی ذاتی در محصولات کشاورزی، تعداد نمونه‌های مورد بررسی را تا حد امکان باید افزایش داد و با میانگین‌گیری داده‌های به دست آمده به یک مقدار متوسط رسید (Stroshine, 2004).

در خصوص دانه‌ها و بذور اغلب طول، عرض و ضخامت کاربرد دارند؛ بنابراین تعاریف بکاررفته در صنعت می‌توانند بر اساس استانداردهای تعیین شده برای درجه بندی میوه‌ها و سبزیجات باشند. اندازه و ابعاد فیزیکی محصولات دانه‌ای اساس تفکیک چنین موادی به وسیله روش الک کردن هستند.

۲-۳-۲- حجم، چگالی و تخلخل

حجم و چگالی واقعی و ظاهری محصولات کشاورزی اهمیت بسیاری در فرآیندهای گوناگون پس از برداشت دارد از جمله چنین فرایندهای می‌توان به این موارد اشاره کرد: فرایند ارزیابی کیفیت محصولات، خشک کردن، طراحی سیلوها و مخازن نگهداری، متراکم کردن مکانیکی علوفه، تفکیک مواد ناخالص، درجه بندی کیفی، شناسایی مرحله بلوغ و بررسی سفتی میوه‌ها و دانه‌ها. راه‌های مختلفی برای اندازه‌گیری حجم محصول وجود دارد از جمله: جابه‌جایی حجم مایع یا گازی که محصول در آن رها شده است یا اندازه‌گیری نیروی شناوری وارد بر میوه هنگام غوطه‌وری در مایع. روش جابه‌جایی مایع در مواردی مناسب است که محصول شکل مشخصی ندارد، باید به این نکته توجه شود از مایع استفاده شود که قابلیت نفوذ کمی در بافت محصول دارد (مانند تولوئن) به این منظور که خطای اندازه‌گیری حد اقل برسد یا میوه با سرعت بیشتری در مایع رها شود تا مایع فرصت نفوذ نداشته باشد. چگالی عبارتست از جرم جسم تقسیم بر حجم آن و به عنوان جرم بر واحد حجم بیان می‌شود. چگالی محصولات کشاورزی عموماً به دو صورت چگالی توده و چگالی حقیقی تعریف شده است (Wilhelm et al. 2005). تخلخل به عنوان درصد هوای میان ذرات توده محصول به حجم توده تعریف می‌شود. تخلخل نیز از مشخصات اساسی در محصولات کشاورزی است که توسط اندازه‌گیری مجزای چگالی توده و چگالی حقیقی قابل محاسب است.

۲-۳-۳- ضریب اصطکاک استاتیکی

ضریب اصطکاک استاتیکی عبارتست از: نسبت بین نیروی افقی مورد نیاز برای حرکت

جسم بر روی سطوح اجسام به نیروی عمودی وارد بر جسم، نیروی افقی به علت چسبندگی بین ذرات محصول و سطح تماس ایجاد می‌شود و با افزایش آن ضریب اصطکاک استاتیکی نیز افزایش خواهد یافت. عوامل تأثیرگذار بر افزایش ضریب اصطکاک استاتیکی عبارتند از: رطوبت جسم و سطح درگیر، نوع محصول، نوع و جنس سطح تماس (Wilhelm et al. 2005).

۲-۴- خواص مکانیکی

خواص مکانیکی مواد خواصی هستند که بیانگر رفتار مواد تحت تاثیر نیروها پیورده هستند. عموماً به منظور اندازه‌گیری و تشریح ویژگی‌های مکانیکی مواد از آزمون «کشش- فشار» و منحنی «نیرو- تغییر شکل» (تنش- کرنش) استفاده گردیده است (Ramirez et al. 2009). واکنش درونی مواد در مقابل نیروهای خارجی به عنوان خواص مکانیکی مواد تعریف شده است. محصولات کشاورزی بهنگام انجام عملیات برداشت و فرایندهای پس از برداشت با عوامل مکانیکی گوناگون نیمانند نیروی‌های فشاری، کششی، ضربه و ارتعاشات سروکار دارند، این عوامل سبب می‌شوند که محصولات دچار تغییر شکل شوند زمانی که تغییر شکل از حد معینی فراتر رود، گسیختگی، کوفتگی و آسیب‌های مکانیکی مختلفی در محصول ایجاد می‌شود و باعث افت کیفیت محصول می‌شود. مهم‌ترین گام در جهت اجتناب از بروز صدمات مکانیکی، تعیین خصوصیات مکانیکی محصول تحت بارگذاری‌های مختلف است برای کسب چنیدانشی انجام آزمون‌های استاندارد تحت شرایط کنترل شده‌های ضروری است. رویکردها یا اجزای آزمون مکانیکی به دلیل استفاده می‌شوند که ماهیت مشابه مراحل برداشت، انتقال و فرآوری محصول دارند. مهم‌ترین متداول‌ترین خواص مکانیکی معرف بافت محصول توسط آزمونگر کشش- فشار قابل دستیابی هستند. مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر خواص مکانیکی محصولات کشاورزی عبارتند از ساختار و بافت محصول، رطوبت محصول، سرعت بارگذاری، نوع بارگذاری و مدت زمان بارگذاری (کرمانی، ۱۳۸۸).

۲-۴-۱- ساختمان و بافت محصول

محصولات کشاورزی دارای خواص بسیار ناپایداری هستند در نتیجه بررسی عملی این مواد شامل پیچیدگی‌هایی بسیاری است. بنابراین شناسایی خواص مکانیکی به منظور تحلیل بافت و کسب دانش بیشتر در مورد کیفیت محصول مهم خواهد بود. با

تحلیل ویژگی‌های مکانیکی بافت محصول امکان بهینه‌سازی فرآیندهای پست از برداست و ساخت بهتر مخازن جهت ذخیره‌سازی محصول فراهم می‌شود (Razavi and Bahrampour, 2007).

شکل منحنی نیرو- تغییر شکل در مورد محصولات دانه‌ایسته به وضعیت بارگذاری دانه‌ها متفاوت خواهد بود (Sitki, 1986). توکلی و همکاران (Tavakoli et al. 2009) گزارش کردند که بافت محصول نقش قابل توجهی در چگونگی رفتار مکانیکی محصول ایفا می‌کند.

۲-۴-۲- رطوبت محصول

یکی از با اهمیت‌ترین ویژگی مواد بیولوژیکی میزان رطوبت موجود در بافت آن‌هاست که رفتار فیزیکی و مکانیکی آن‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات کشاورزی به ویژگی‌های سبزیجات به علت حجم زیاد آب ذخیره‌شده در بافت آن‌ها، به شدت تحت تأثیر مقدار رطوبت قرار می‌گیرد. قابلیت انبارمانی طیف وسیعی از محصولات به میزان رطوبت آن‌ها بستگی دارد که برای انبارمانی بهتر رطوبت مازاد باید با روش‌های طبیعی یا مصنوعی کاهش یابد. محصولاتی با ذخیره آب بالا، به راحتی آب میان بافتی خود را آزاد کرده که طی این فرایند فشار بین سلول‌ها کاهش خواهد یافت. فشار تورم سلولی بر خواص کشسانی و رابطه تنش- کرنش ماده اثر می‌گذارد. همچنین حساسیت محصول در برابر آسیب دیدگی تابعی از رطوبت محصول می‌باشد (توکلی هشتجین، ۱۳۸۲).

۲-۴-۳- سرعت بارگذاری

سرعت بارگذاری در هنگام اجرای آزمون‌های فشاری با توجه به حساسیت نمونه به سرعت بارگذاری در نظر گرفته می‌شود (ASAE, 2001). قسمت اول منحنی بار-تغییر شکل در آزمون بارگذاری فشاری برای اغلب محصولات کشاورزی در محدوده حالت الاستیک قرار دارد؛ اما با افزایش بار مواد خاصیت ویسکوالاستیک از خود نشان می‌دهند؛ بنابراین، افزایش حد الاستیک تابعی از زمان است و افزایش یا کاهش سرعت بارگذاری در این آزمون‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Tavakoli et al. 2010).

۲-۴-۴- طول مدت بارگذاری

وارد کردن نیروهای مازاد بر محصولات کشاورزی عموماً باعث ایجاد کرنش پلاستیک (برگشت‌ناپذیر) در آن‌ها می‌شود؛ بنابراین رفتار تنش-کرنش میوه‌ها تحت بارهای دوره‌ای

یا تکراری متغیر می‌باشد، زیرا بخشی عمده انرژی موردنیاز برای تغییر شکل محصول در بارگذاری‌های قبل فراهم گردیده است (Stroshine and Hamann, 1994).

۲-۴-۵- جهت بارگذاری

از آنجا که بافت محصول در جهات مختلف دارای ناهمگونی است، در نتیجه رفتار مکانیکی و میزان تغییر شکل و سایر ویژگی‌های مکانیکی میوه در جهات بارگذاری مختلف متغیر است.

۲-۵- آزمون‌های مکانیکی

به منظور اجتناب از بروز آسیب مکانیکی، شناسایی رفتار مکانیکی محصول، تحت شرایط مختلف، دارای اهمیت ویژه‌ای است. جهت دستیابی به شرایط مطلوب، لازم است تا آزمون‌های استاندارد در تحت شرایط کنترل شده انجام شود. تا به امروز آزمون‌های مختلفی، برای شناسایی خواص بافت بیولوژیک مواد مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند از جمله آزمون‌های مکانیکی بارگذاری فشاری-کششی. روش‌های مکانیکی به علت سادگی و شباهتی که از لحاظ ماهیت با مراحل برداشت و فرآوری پس از برداشت محصول دارند، از عمومیت بیشتری برخوردارند. این در حالی است که در روش مکانیکی بسته به نوع بارگذاری و ماهیت پژوهش و نیز فرضیاتی که پژوهشگر در مورد رفتار محصول مورد نظر لحاظ می‌نماید، با دامنه وسیعی از مشخصه‌های مکانیکی روبه‌رو خواهد شد. اگر هدف از پژوهش، دستیابی به دانش بنیادی در مورد ماهیت محصول جهت بهینه‌سازی بازارهای در تماس با محصول طی فرایندهای مختلف است، شاخص‌های مورد نظر باید در برگیرنده مهم‌ترین ویژگی‌های محصول باشند به گونه‌ای که در طراحی ماشین‌ها حفظ کیفیت محصول در نظر گرفته شود. در این خصوص، استفاده از آزمونگر فشاری تک‌محوری (شبه استاتیک) رایج‌ترین ابزار مورد استفاده می‌باشد (توکلی هشتجین، ۱۳۸۲).

۲-۵-۱- بارگذاری فشاری تک‌محوری (شبه استاتیک)

برای کسب دانش و استنتاج نتایج قابل استفاده از آزمون‌ها به صورت اطلاعات قابل درک جهت طراحی و آنالیز مهندسی، بررسی رفتار منحنی نیرو-کرنش محصولات کشاورزی تحت بارهای شبه استاتیک ضروری است. نیروی مورد نیاز برای شکست دانه تحت بارگذاری استاتیک شبه استاتیک، معیار مطلوب جهت طراحی ماشین‌آلات و ادوات کار و

کیفیتبالاستاز چنین معیاریمی توانبهعنوان اصول اولیه و الزامی در طراحیاجزای مختلف ماشینهای مرتبط با محصول، بهره برد (Bargale and Irudiyaraj, 1995).

طی فرایند بارگذاری- باربرداریموماً مقداری انرژیدر محصولات کشاورزیذخیره خواهد شد. بارها و ضربات وارد بر محصولدارای طیف سرعت وسیعی (سرعت کم (شبه استاتیک) و یا با سرعت زیاد (دینامیک)) می باشد. عکس العمل محصولات نسبت به سرعت بارگذار یاز خصوصیت هندسی (اندازه و شکل) و خصوصیت مادیمحصولات (جرم و ذرات تشکیل دهنده جسم) نشات می گیرد. مطالعه منحنی « نیرو- تغییر شکل» محصولات کشاورزی تحت بارگذاریشبه استاتیکیجهت دریافت نتایج مفید از آزمون های عینیو استنتاج اطلاعات قابل درک و بهره گیری از این اطلاعات در طراحی، بهینه سازی و آنالیز مهندسیامری ضروری و لازم می باشد؛ بنابراین برایمدل سازی رفتار مکانیکی مواد، آزمون هایباز جملهآزمونفشاری، کششی، خمشی و برشی بر روی محصولات سالم و کامل یا بر روینمونه های دارای شکل هندسی منظم اجرا می گردد (آشتیانی عراقی و همکاران، ۱۳۸۶ و افکاری سیاح و مینایی، ۱۳۸۸). چنین آزمون هایی، رویکردهای مناسبیجهت مطالعه خواص مکانیکی مواد کشاورزیهستند، نمونه مورد نظر تحت بارگذاری فشاریتک محوری (شبه استاتیک) قرار می گیرد و با استخراج منحنی « نیرو- تغییر شکل»، نیروی شکست و تغییر شکل در نقطه گسیختگی اندازه گیری می شوند و همچنیناز طریق محاسبه سطح زیر منحنی انرژی گسیختگی و مقدار چگرمگیمشخصمی گردد. همچنینبا استفاده از داده هایحاصله از آزمون فشاری امکان محاسبه ضریب کشسانی ظاهری و بیشینه نیروی فشارینیز وجود دارد (لهراسبی، ۱۳۸۲).

مقدار نیروی لازم برایتغییرشکل معین را می توانبه صورت کمیبررسی کرد. متداول ترینآزمون برایبررسی رفتار محصول تحت بار، آزمون بارگذاری فشاریاست. توسط اجرای اینآزمون و اطلاعات حاصله از آن امکان بررسیآسیب وارده در هنگام برداشت، حمل و نقل، فرآوری و انبارداری محصولات کشاورزی فراهم می گردد.

گرچه ذاتاً محصولات کشاورزی که مواد بیولوژیکی هستند، دارای پیچیدگی هایبویژه ای هستند و بررسی توزیع تنش-کنشایجاد شده در آن هابه علت شکل برآمده یا فرورفته امکان پذیر نیست، اما این واقعیترا باید نظر گرفت که محصولات کشاورزیاغلببه شکل طبیعی خود در مراحل برداشت، حمل و نقل و فرآوری تحت تنش های مکانیکیقرار می گیرند؛ بنابراین آزمایش بر روینمونه های استاندارد استخراج شده از محصولات کشاورزیامکان تعمیم به رفتار محصول در شرایط واقعیرا ندارند. بنابرایندر

Title and Author:

Investigation of some factors on the mechanical properties of four olive cultivars during storage period / MohammadRajabi

Supervisor:

Abdollah Golmohammadi

Graduation date: JAN 2019

Number of pages: 58

Abstract

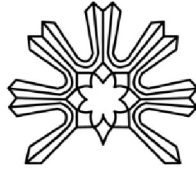
Research Aim: The purpose of this study was to measure some of the mechanical properties of olive fruit during storage and to study the effect of different percentages of different solutions in the loading rate on different mechanical properties of olive.

Research method: In order to determine the mechanical properties of olive, a compressive loading test and a curve of force-deformation derived from it were used. In this research, for some samples, some mechanical properties of olive, including rupture force and its deformation, were measured and the corresponding diagram was depicted in the Excel software that was connected to the santam device. By integrating the force-deformation curve from the point of beginning of loading to the point of the fruit failure, the amount of energy of the rupture (E_b) was calculated. Toughness was obtained by dividing the rupture energy by volume of each sample. The obtained data based on factorial experiment in a completely randomized design with four factors including three loading rates (40, 80 and 120 mm / min), four olives (yellow, Mary, sand and pollen), four storage periods (20, 40, 60 and 80 days) and five NaOH (10, 13, 16, 19 and 22%) solutions in 3 replicates were analyzed using MinTab software.

Findings: The results showed that all the main effects and dual effects were significant for rupture force, deformation at the point of rupture, rupture energy and toughness at 1% level. Also, the triple effects of storage period, loading speed and variety for rupture force, deformation at the point of rupture and rupture energy have been significant at 1% level. The highest rupture force for variety of gerdh was obtained equal to 225 N in the fourth period at a speed of 120 mm / min. Also, the lowest rupture force for the Shenge variety was obtained equal to 112 N in the fourth period, speed 40 mm / min. The highest deformation at the point of failure for variety of zardh was obtained equal to 9.2 mm in the fourth period at the speed of 80 mm / min. Also, the lowest deformation at the point of failure for variety of gerdeh was obtained equal to 5.2 mm in the first period at 40 mm / min. The highest rupture energy for variety of zardh was obtained equal to 1206 J in the third period at a speed of 80 mm/min. The lowest rupture energy for variety of gerdeh was obtained equal to 232 J in the first period at a speed of 40 mm/min. The results of this study showed that the variety of Shenge has higher toughness at all speeds. And the variety of zardeh has the least toughness. Also, for all cultivars, toughness has increased by increasing speed from 40 to 80 mm/min and then has decreased by increasing speed from 80 to 120 mm/min.

Conclusion: By increasing the NaOH solution, rupture force, rupture energy, and toughness increase in all olive cultivars. This trend indicates that increasing the NaOH solution in the studied area has a positive effect on the physical properties and shelf life of olive. The toughness of all olive cultivars increases with increasing storage period. Also, the rupture energy for two varieties of gerdeh and mari increase by increasing the storage period but for two zardeh and shengeh cultivars, the increase in rupture force occurs until the third period and then decreases. The results of this study showed that till the third period, variety of zardeh had the highest rupture force but during the fourth period, its rupture force declined and the gerdeh of zardeh had more rupture force. Among the cultivars tested, the variety of Shenge has the lowest rupture force and energy.

Keywords: rupture energy, deformation at the point of rupture, toughness, olives, NaOH solution



**University of Mohagheh Ardabili
Faculty of Agriculture and Natural Resources
Department of Biosystem Engineering**

Thesis submitted in partial fulfillment for the degree of
M.Sc.inMechanical Engineering of Biosystems

Investigation of some factors on the mechanical properties of four olive cultivars during storage period

By:
Mohammad Rajabi

Supervisor:
Abdollah Golmohammadi (Ph.D)

Advisor:
Alireza Ghanbari(Ph.D)
Hasan MalkiLajayer(Ph.D)

January 2019