ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران (کرج)
۲٤ و ۲۵ شهریور ۱۳۸۹

ویژگی های خمشی و برشی شاخه درخت انگور و زیتون

محمد علی ابراهیمی[۱]، سلمان حبیبی[۱]، سید سعید محتسبی[۲]، علی رجبی پور[۳]

۱:دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه تهران،۲و۳:به ترتیب استاد و دانشیار گروه مهندسی ماشین های کشاورزی دانشگاه تهران
ebrahimi_mae65@yahoo.com

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی ویژگی های خمشی و برشی شاخه درخت انگور و زیتون و تاثیرسرعت تیغه برش، محتوای رطوبتی و قطر نمونه بر خواص مکانیکی این دو محصول بود. آزمایش ها در دو سطح رطوبتی(بر پایه تر)۷۸/۰۰ و ۲۲ درصد برای انگور و۵۲/۹۰و۳۰/٤ درصد برای زیتون و سرعت تیغه برش ۲۰، ۳۰ و ٤۰ میلیمتر بر دقیقه صورت گرفت . بر این اساس میزان متوسط تنش برشی، مدول برشی، انرژی برشی مخصوص و مدول الاسیتیسیته برای شاخه زیتون به ترتیب برابر ۵/۵۷ مگا پاسکال ،۱/۰۷ مگاپاسکال،۱۷/۵۲میلی ژول بر میلیمتر مربع ،۱۲٤۸/۸ مگاپاسکال در حالت خشک و ۳/٦۵ مگاپاسکال،۰/۵۲ مگاپاسکال،۱۱/۱۵میلی ژول بر میلیمتر مربع ،٦۸٤ مگاپاسکال در حالت مرطوب بدست آمد. برای شاخه انگور نیز به ترتیب برابر ۳/۲٤ مگاپاسکال،۰/۸۷ مگاپاسکال ،۹/۸۷ میلی ژول بر میلیمتر مربع ،۱۸۷۳/۹٦ مگاپاسکال درحالت خشک و۲/٦٤ مگاپاسکال، ۰/۷٤ مگاپاسکال،۱۰/٤۳ میلی ژول بر میلیمتر مربع، ۲۵۵ مگاپاسکال در حالت مرطوب محاسبه شد.

واژه‌های کلیدی: سرعت تیغه برش، محتوای رطوبتی،قطر نمونه، انگور، زیتون

۱. مقدمه

شناخت خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات کشاورزی و مواد غذایی همواره مورد توجه و علاقه متخصصین کشاورزی و صنایع غذایی بوده است. این مسأله بویژه در رابطه با ماشینهای کشاورزی، از لحاظ تاثیری که در بخشهای مختلف ماشین در مراحل برداشت، حمل و نقل،ذخیره سازی و فرآوری بر محصول ایجاد می کند، حائز اهمیت است (Por Azarang. 2002).

استفاده از ماشین‌های برداشت مکانیکی میوه‌ها، درکشاورزی مکانیزه به طور روزافزونی اهمیت پیدا می‌کند. اکثر ماشین های برداشت میوه به شاخه یا تنه‌ی درخت نیروی ارتعاشی اعمال می‌کنند. آگاهی از خواص و رفتار مکانیکی درخت، یکی از فاکتورهای مهم در طراحی تکاننده‌های مناسب و یا اصلاح تکاننده‌های موجود می‌باشد.

درخت انگور که درخت مو نیز نامیده می شود درختچه ای است بالا رونده که از دیوار و درختان مجاور بالا می رود. ساقه آن گره دار و دارای برگهای متناوب است. برگهای انگور دارای پنج لوب دندانه دار و به رنگ سبز تیره می باشد. گلهای آن کوچک ، مجتمع و به صورت خوشه ظاهر می شوند. عمر درخت انگور به طور متوسط ۷۵ تا ۸۰ سال است. درخت انگور به ۲ تا ۳ ماه سرمای زمستانی نیاز دارد. برای تامین این نیاز سرمایی دمایی بین ۷ تا ۱۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲ تا ۳ ماه لازم است . انگور در برابر سرما مقاوم است و می تواند در زمستان تا ۱۸- درجه سانتیگراد را تحمل کند ولی دمای پایین تر از این باعث خشک شدن شاخه ای انگور می شود.به منظور تربیت مناسب بوته ی انگور به طرف پشته از سال سوم به بعد اقدام به هرس بوته ها می کنند که این کار در زمستان زمانی که دمای محیط بیش از ۵ درجه باشد یا در بهار پس از بیدار شدن بوته ها از خواب زمستانی (زمانی که بوته ها تازه شروع به جوانه زدن می کنند) انجام می گیرد.

از مسائل مهم داشت گیاه هرس درخت می باشد هرس در زیتون باعث می شود تا درختان جوان زودتر به بار بنشینند محصول تولیدی یکنواخت باشد سال آوری در آن کاهش یابد عمر درخت و در نتیجه طول دوره بهره دهی آن افزایش یابد غالباً هرس پس از برداشت محصول آغاز می شود در باغهائی که میوه زیتون در مرحله ای رسیده سبز به منظور کنسرو سازی برداشت می گردد هرس در ماههای آبان و آذر انجام میشود در مناطقی که خطر سرمازدگی زمستانه وجو دارد در فصل سرد باید از هرس اجتناب کرد زیرا حجم بیشتر تاج درخت هرس نشده، یک سپر حفاظتی ایجاد می کند که خطر سرما زدگی را کاهش میدهد در بیشتر باغهای و زیتون مناطق مدیترانه هرس هر دو سال یکبار انجام می شود.

برداشت زیتون یکی از مراحل طاقت فرسا، پرهزینه و زمان بر در تولید زیتون است. برداشت نادرست زیتون، موجب بروز خسارات جبران ناپذیری به این محصول می شود و کم بار شدن درخت آن در سال های بعد را به دنبال خواهد داشت. ماشین برداشت نوع ارتعاشی یا شیکرهای متصل به تراکتور به دلیل ایجاد ارتعاش کمتر آسیب کمتری به درخت وارد می کنند. محرک به یک تراکتور (معمولاً با قدرت ۸۵ اسب بخار) متصل می شود و از یک پمپ هیدرولیک برای انتقال توان به هد لرزاننده استفاده می کند. تورهای جمع کننده زیتون زیر درخت قرار داده می شوند و اپراتور تنه درخت را با ماشین گرفته و به مدت ۱۰ تا ۱۵ ثانیه می لرزاند و زیتون ها به داخل تورهای جمع کننده ریخته می شوند.

از میان تحقیقاتی که در زمینه برش ساقه و برگ محصولات کشاورزی ودرختان صورت گرفته است می توان به موارد زیر اشاره کرد:

ال هاگ وهمکاران (۱۹۷۱) در یک تحقیق، تاثیر رطوبت، جرم مخصوص ماده خشک، و سرعت بارگذاری را روی مقاومت برشی نهایی ساقه پنبه بررسی کردند. میانگین مقاومت برشی نهایی به ازای رطوبت ۵۲/۵ و ۱۳/۲درصد به ترتیب ۱۳/۷۵ و ۱۹/۹۸ مگا پاسکال به دست آمد(El Hag et al.,1971).

ایای وکلارک(۱۹۸۹) در تحقیقی تاثیر میزان رطوبت و سرعت تیغه برش را بر میزان انرژی برشی مخصوص دانه بلال مورد بررسی قرار دادند. آن ها در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که با افزایش سرعت تیغه برش ،میزان انرژی برشی مخصوص به طور خطی افزایش و با افزایش رطوبت مقدار آن کاهش می یابد (IAYI & CLARKE ,1989).

شیرنشان و همکاران(۱۳۸۷)در تحقیقی مقدار مقاومت برشی برای برگ توت را ۲۶/۸ کیلوپاسکال، برگ چنار۳۲/۵ کیلوپاسکال، برگ نارون۲۱/۲ کیلوپاسکال، برگ بید ۱۵/٤ کیلوپاسکال و برگ زبان گنجشک ۲۱/٤ کیلوپاسکال و مقدار مقاومت برشی برای ساقه برگ توت ۳ مگاپاسکال، ساقه برگ چنار۲/۱ مگاپاسکال، ساقه برگ نارون۳/۳ مگاپاسکال، ساقه برگ بید ۱/۲ مگاپاسکال و ساقه برگ زبان گنجشک ۰/٦ مگاپاسکال بدست آوردند.

دهکردی و چگینی(۱۳۸۷) اثرات زاویه مایل و سرعت برش بر مقاومت برشی و انرژی مصرفی در واحد سطح ساقه گل رز را مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق میانگین مقاومت برشی و انرژی مصرفی در واحد سطح ساقه ها به ترتیب ۱/٦۳ مگا پاسکال و ۵/۱٦ میلی ژول برمیلی مترمربع برآورد شد. زاویه مایل تیغه تاثیر معنی داری در سطح ۱٪ بر مقاومت برشی و انرژی مصرفی در واحد سطح ساقه نشان داد. با افزایش سرعت برش از ۱۰ تا ۵۰۰ میلی متر بر دقیقه، مقاومت برشی و انرژی مصرفی در واحد سطح ساقه کاهش یافت.

اگرچه تحقیقات فراوانی در زمینه تعیین خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات کشاورزی و مواد غذایی صورت گرفته است اما تحقیقات در زمینه تعیین خواص مکانیکی شاخه درختان مانند(نیروی برش،مدول برش،مدول الاستیسیته و انرژی برش) که عواملی مهم در طراحی ماشین های هرس به شمار می رود، و همچنین بررسی تاثیر پارامترهایی مانند سرعت تیغه و رطوبت بر این عوامل بسیار ناچیز است. در این تحقیق پارامترهای ذکر شده، برای شاخه دو نوع درخت انگور و زیتون تعیین و تاثیر سرعت برش ومحتوای رطوبتی بر این عوامل بررسی شده است.

۲. مواد و روش ها

آزمایش در دو سطح رطوبتی خشک و مرطوب صورت گرفت. نمونه ها پس از تهیه به آزمایشگاه خواص فیزیکی ومکانیکی دانشکده مهندسی بیوسیستم دانشگاه تهران انتقال و درون یخچال در دمای ٤ درجه سانتیگراد نگهداری شدند.برای انجام آزمایش نمونه ها از یخچال خارج و جهت هم دمایی با محیط مدتی در دمای اتاق قرار گرفتند .

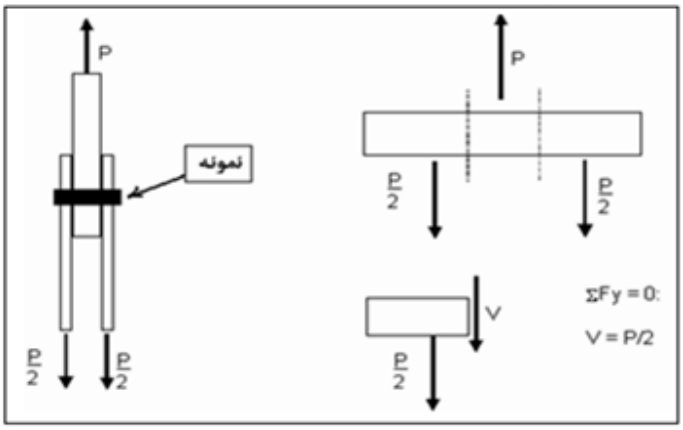
بـرای تعیـین میـزان رطوبـت نمونـه هـا مقـداری از آن هـا را درون آون در دمـای ۱۰۵ درجـه بـه مـدت ٤٨ سـاعت قـرار دادیم، سپس قطعاتی از نمونـه را بریـده وپـس از شـماره گـذاری و انـدازه گیـری قطـر تحـت دو نـوع بارگـذاری خمشـی و برشی قرار دادیم.آزمایش ها توسط دستگاه تست یونیورسال با لودسل ۵۰۰ کیلو گرم نیرو انجام شد.

۱.۲. تنش برشی

جهت محاسبه تنش برشـی نمونـه هـا را مطـابق شـکل(۱) تحـت بارگـذاری برشـی قـرار دادیـم ، ایـن بارگـذاری تـا بـرش کامـل شـاخه ادامـه یافـت. سـپس میـزان تـنش برشـی بـه دلیـل ایجـاد بـرش مضـاعف در نمونـه از رابطـه زیـر محاسـبه شد(Mohsenin, 1970):

$$\tau = \frac{F_{S\,max}}{2A} \qquad (۱)$$

در اینجـا :τ تـنش برشـی برحسـب (مگـا پاسـکال)،$F_{S\,max}$ میـزان نیـروی برشـی مـاکزیمم بـر حسـب نیـوتن ، A سـطح مقطع برش بر حسب میلیمتر مربع.



شکل ۱- ایجاد برش مضاعف در شاخه درخت

۲.۲. مدول برش

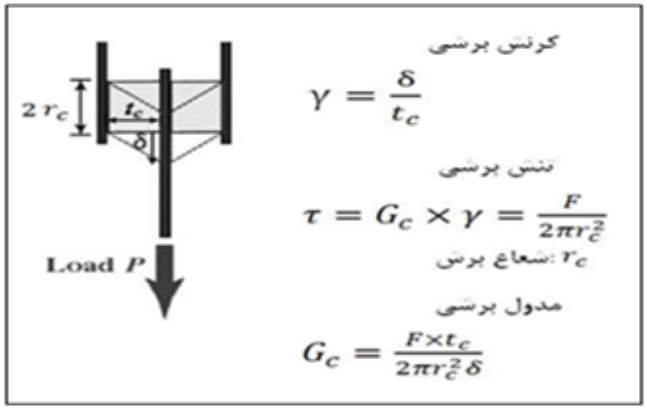
مدول برشی نمونه ها بـا توجـه بـه مقـدار تـنش برشـی محاسـبه شـده و کـرنش برشـی قابـل محاسـبه اسـت. بـا توجـه بـه شکلγ را می توان از رابطه زیر تعیین کرد(Wada.2003):

$$\gamma = \frac{\delta}{t_c} \qquad (۲)$$

$$\tau = G_c \times \gamma = \frac{F}{2\pi r_c^2} \quad (۳)$$

$$G_c = \frac{F \times t_c}{2\pi r_c^2 \delta} = \frac{t_c}{2\pi r_c^2}\left(\frac{dF}{d\delta}\right) \quad (٤)$$

در اینجا : G مدول برش برحسب مگا پاسکال، γ کرنش برشی بی بعد، δ جابه جایی عرضی بر حسب میلیمتر، t_c فضای بین دو صفحه برش و تکیه گاه بر حسب میلیمتر .



شکل۲- نحوه محاسبه مدول برشی

۳.۲. مدول الاسیتیسیته

برای محاسبه تنش برشی نمونه ها را مطابق شکل تحت بارگذاری خمشی قرار دادیم ،سپس میزان مدول الاسیتیسیته در نمونه ها از رابطه زیر محاسبه شد(Persson, 1987; Gu¨ zel & Zeren, 1989):

$$E = C \times \frac{L^3}{I}\left(\frac{dp}{d\delta}\right) \quad (٥)$$

$$I = \frac{\pi d^4}{32} \quad (٦)$$

مقدارC در آزمایش خمش صورت گرفته در این تحقیق برابر $(\frac{1}{48})$ می باشد.

در اینجا: E مدول الاسیتیسیته نمونه بر حسب مگا پاسکال،P نیروی خمشی بر حسب نیوتن،δ جابه جایی در وسط نمونه بر حسب میلیمتر، Iگشتاور دوم سطح بر حسب mm^4، d قطر نمونه بر حسب میلیمتر،$\frac{dp}{d\delta}$ شیب نمودار نیرو-جابه جایی در ابتدای بارگذلاری(ناحیه خطی نمودار).

٤.٢. انرژی برش

یکی از پارامتر های مهم در تست برش یک محصول میزان انرژی مصرف شده برای ایجاد برش می باشد.انرژی برشی یک ماده برابر سطح زیر نمودار نیرو جابه جایی است. (Chattopadhyay & Pandey,1999 ;Chen et al., 2004) .

$$E_c = \int_0^{\delta_c} F\, dx \qquad (٧)$$

با توجه به مقدار بدست آمده برای انرژی برش انرژی برشی مخصوص از رابطه زیر قابل محاسبه می باشد(به دلیل برش مضاعف رابطه به ۲ تقسیم شده است).

$$E_{sc} = \frac{E_c}{2A} \qquad (٨)$$

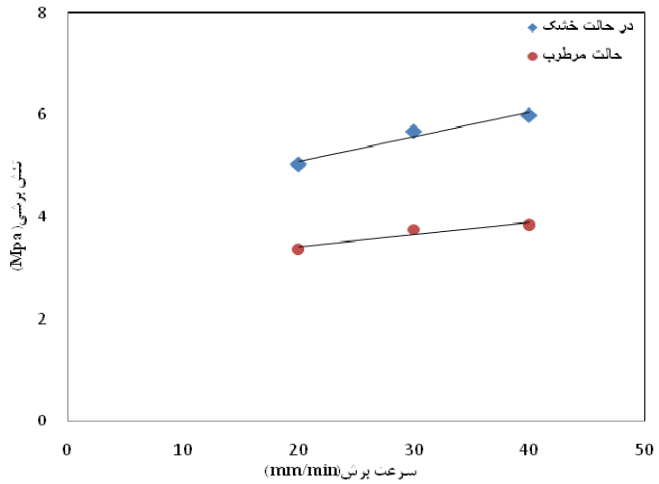
در اینجا: E_{sc} انرژی برشی مخصوص برحسب میلی ژول بر میلیمتر مربع ، E_c انرژی برش بر حسب میلی ژول، δ_c جابه جایی فک در نقطه گسیختگی بر حسب میلی متر.

۳. نتایج و بحث

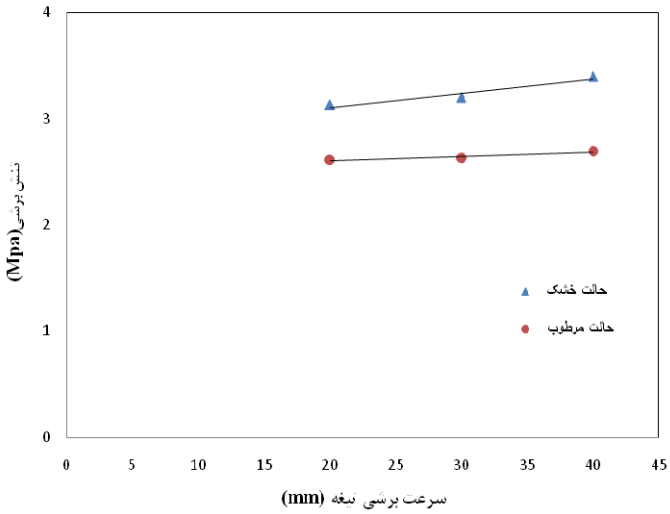
۳-۱- تنش برشی:

تنش برشی گسیختگی نمونه ها با استفاده از رابطه (۱) دردو سطح رطوبتی و با سرعت های ۲۰،۳۰ و ٤٠میلیمتر بر دقیقه محاسبه شد. نتایج حاصل نشان می دهد که تنش برشی نمونه خشک بیشتر از نمونه تر بوده و با افزایش سرعت تیغه برش در هر دو سطح رطوبتی تنش برشی نیز افزایش می یابد. مطابق با نمودار شماره (۱) برای زیتون و نمودار (۲) برای شاخه انگور، این تغییر در تنش برشی به طور خطی گزارش شد.

میزان متوسط تنش برشی برای شاخه زیتون در حالت خشک۵/۵۷ مگا پاسکال و در حالت مرطوب ۳/٦٥ مگا پاسکال گزارش شد. این پارامتر برای شاخه انگور نیز در حالت خشک و مرطوب به ترتیب۳/۲٤ و ۲/٦٤ مگا پاسکال محاسبه شد.



شکل۳- تاثیر سرعت تیغه برش و محتوای رطوبتی بر میزان تنش برشی شاخه زیتون

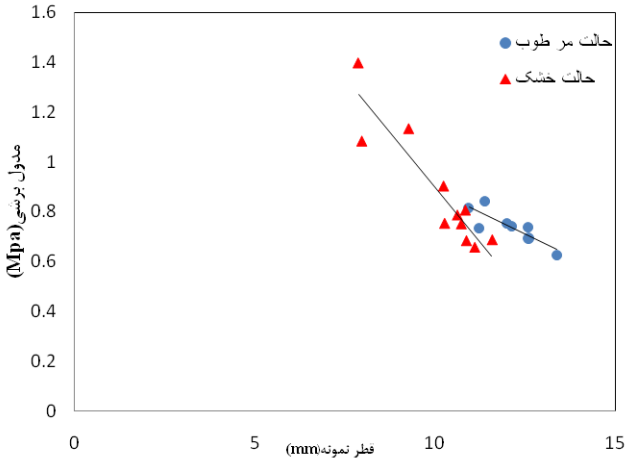


شکل٤- تاثیر سرعت تیغه برش و محتوای رطوبتی بر میزان تنش برشی شاخه انگور

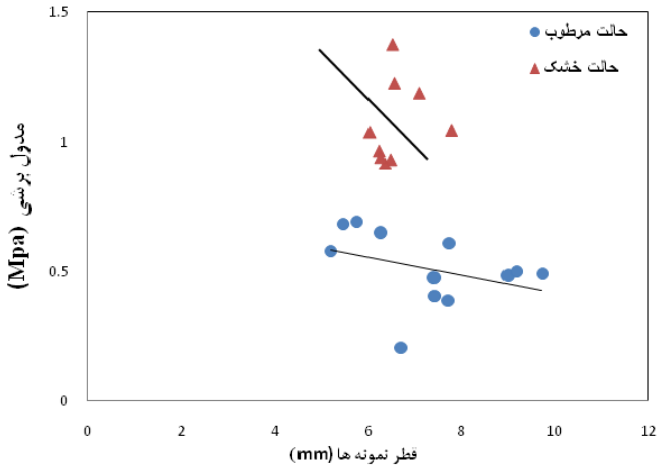
۳-۲- مدول برشی

مدول برشی شاخه زیتون و انگور در دوسطح رطوبتی و قطر های مختلف محاسبه شد.محاسبه مدول برشی شاخه زیتون و انگور نشان داد که این مدول برای نمونه مرطوب کمتر از نمونه خشک بوده و با افزایش قطر نمونه ها میزان مدول برشی

کاهش یافت.میزان متوسط مدول برشی برای شاخه زیتون وانگور به ترتیب ۱/۰۷ و ۰/۸۷ مگا پاسکال برای حالت خشک و۰/۵۲ و ۰/۷٤ مگا پاسکال برای حالت مرطوب محاسبه شد.



شکل ۵- تاثیر قطر شاخه و محتوای رطوبتی بر مدول برشی شاخه انگور

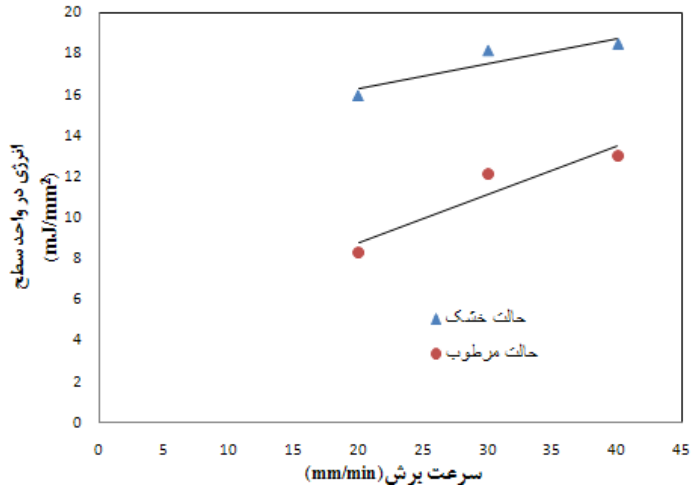


شکل٦- تاثیر قطر شاخه و محتوای رطوبتی بر مدول برشی شاخه زیتون

۳-۳- انرژی برشی مخصوص:

میزان انرژی مورد نیاز برای برش شاخه انگور و زیتون با استفاده از رابطه (۷) محاسبه شد اما این پارامتر به دلیل متفاوت بودن قطر نمونه های مورد آزمایش نمی تواند معیار مناسبی برای تحلیل برش مواد قرار بگیرد بدین سبب از پارامتر دیگری به عنوان انرژی برشی مخصوص که برابر تقسیم انرژی برشی به سطح نمونه می باشد استفاده کردیم. انرژی برشی مخصوص نیز مانند تنش برشی برای نمونه خشک بیشتر از نمونه مرطوب محاسبه شد که با افزایش سرعت تیغه برش مطابق نمودار (۵) برای

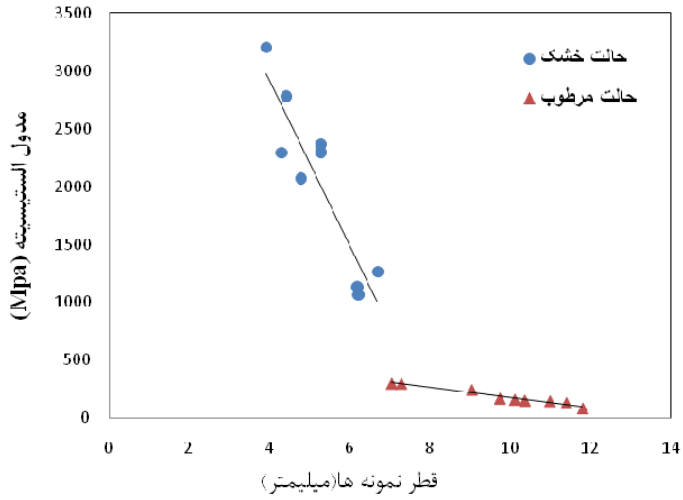
زیتون ،افزایش می یافت.اما افزایش سرعت تیغه برش تاثیر معنی دار بر میزان انرژی برشی مخصوص انگور نداشت و به دلیل تو خالی شدن نمونه در حالت خشک انرژی برشی مخصوص آن نیز کاهش می یافت. همچنین مقادیرمتوسط انرژی برشی مخصوص برای شاخه زیتون در حالت خشک۱۷/۵۲میلی ژول بر میلیمتر مربع و درحالت مرطوب۱۱/۱۵میلی ژول بر میلیمتر مربع گزارش شد. این پارامتر برای شاخه انگور نیز در حالت خشک و مرطوب به ترتیب ۹/۸۷و ۱۰/٤۳ میلی ژول بر میلیمتر مربع محاسبه شد.



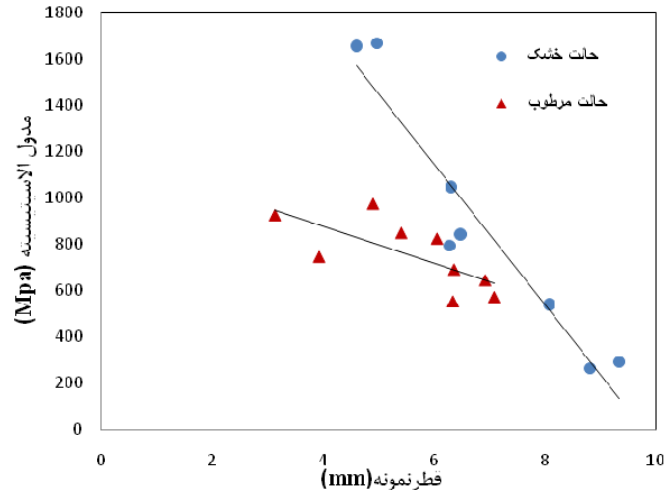
شکل۷- تاثیرسرعت تیغه برش و محتوای رطوبتی بر انرژی برشی مخصوص شاخه زیتون

۳-٤- مدول الاستیسیته:

یکی دیگر از پارامترهای مکانیکی تعیین کننده شاخه درختان مدول الاستیسیته می باشد این پارامتر با استفاده از تست برش قابل محاسبه نیست و توسط تست خمش محاسبه می شود. نتایج حاصل از تست خمش نشان داد که با افزایش قطر نمونه مطابق نمودار های (٦) و (۷) برای انگور و زیتون میزان مدول الاستیسیته کاهش می یابد. تاثیر قطر در حالت خشک بیشتر از حالت مرطوب مشاهده شد، همچنین این مدول برای نمونه مرطوب کمتر از نمونه خشک بدست آمد. میزان متوسط مدول الاستیسیته برای شاخه انگور۱۸۷۳/۹٦مگا پاسکال در حالت خشک و ۲۵۵ مگا پاسکال برای حالت مرطوب و برای شاخه زیتون ۱۲٤۸/۸ مگا پاسکال در حالت خشک و ٦۸٤ مگا پاسکال برای حالت مرطوب محاسبه شد.



شکل۸- تاثیر قطر شاخه و محتوای رطوبتی بر مدول الاستیسیته شاخه انگور



شکل۹- تاثیر قطر شاخه و محتوای رطوبتی بر مدول الاستیسیته شاخه زیتون

٤. نتیجه گیری

در این تحقیق آزمایش ها در دو سطح رطوبتی و سه سرعت برشی تیغه جهت بررسی خواص خمشی و برشی شاخه درخت انگور و زیتون صورت گرفت. نتایج حاصل از این بررسی مطابق با موارد زیر گزارش شد.

- ✓ با افزایش سرعت تیغه برش میزان تنش برشی به طور خطی افزایش یافت.
- ✓ میزان تنش برشی برای شاخه درخت زیتون بزرگتر از تنش برشی شاخه درخت انگورگزارش شد.
- ✓ با افزایش سرعت تیغه انرژی برشی مخصوص نیز برای شاخه زیتون به طور خطی افزایش یافت.

- ✓ با افزایش قطر نمونه ها مدول برشی کاهش می یافت. و مقدار آن در حالت خشک بیشتر از حالت مرطوب گزارش شد.
- ✓ شیب کاهش مدول برشی برای نمونه خشک بیشتر از نمونه مرطوب بود.
- ✓ با افزایش قطر نمونه ها مدول الاستیسیته نیز کاهش می یافت. و مقدار آن در حالت خشک بیشتر از حالت مرطوب گزارش شد.

۵. منابع و مآخذ

۱. شیرنشان،ع.قضاوی،م،ع. پورسینا ،م.(۱۳۸۷) تعیین مقاومت برشی برگ و ساقه برگ درختان چنار، بید، زبان گنجشک، نارون و توت. پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون.

۲. دهکردی ،ح. چگینی.غ. تعیین مقاومت برشی و نیروی کندن برگ گل رز (Rosa hybrids) . پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون.

3. Atsushi Wada , Takanori Kawasaki , Yuki Minoda , Atsushi Kataoka ,Susumu Tashiro , Hiroshi Fukuda. A method to measure shearing modulus of the foamed corefor sandwich plates.jornal of Composite Structures 60 (2003) 385–390
4. Por Azarang, H. (2002). Unit Operation in Agricultural Material Processing. 1st edn. Ferdowsi University of Mashhad Publication ,Mashhad, Iran
5. Gu¨ zel E; Zeren Y (1989). The theory of free cutting and rotarycutters. Proceedings of 11th International Congress on Agricultural Enginnering. Dublin, Ireland
6. Persson S (1987). Mechanics of Cutting Plant Material. ASAE Publications, Michigan
7. Mohsenin N N (1970). Physical Properties of Plant and Animal Materials. Gordon and Breach Science Publishing Co., New York pp 78-97180
8. Chattopadhyay P S; Pandey K P (1999). Mechanical propertiesof sorghum stalk in relation to quasi-static deformation.Journal of Agricultural Engineering Research, 73, 199–206
9. Chen Y; Gratton J L; Liu J (2004). Power requirements of hemp cutting and conditioning. Biosystems Engineering ,87(4), 417–424
10. O.A. A.IAYI;* B. CLARKE. High Velocity Shearing of Maize Kernels. J. agric. Engng Res. (1989) 42, 15-25

Abstract

The main Aim of this research is the evaluation of bending and shearing characteristics of branch of Grapes and Olives were determined. Effect of shear blades speed, moisture content and sample diameter in the mechanical properties was evaluated. The experiments were performed in two level of moisture content, 78 and 22 % w.b for Grapes and 52.9, 30.4 % w.b for Olives and three level of shear blades speed(20,30,40 mm/min). Average of mechanical properties were determined for olives among shearing stress, modulus of shearing, specific shearing energy, and modulus of elasticity, 5.57 Mpa,1.07 Mpa,17.52 mJ/mm^2 and 1248.8 Mpa in dry case,3.65 Mpa,0.52 Mpa,11.15 mJ/mm^2 and 684 Mpa in wet case, respectively. Also, These parameters for Grapes were determined, 3.24 Mpa,0.87 Mpa, 9.87 mJ/mm^2 and 1873.96 Mpa in dry case and 2.64Mpa, 0.74Mpa, 10.43 mJ/mm^2 and 255Mpa in wet case, respectively.

Key words: shear blade speed, moisture content, sample diameter, grapes, olives