



برداشت زیتون به وسیله شاخه‌تکان پنوماتیک

علی رضایی^۱، محمد لغوی^۲، سعادت کامگار^۳ و داریوش زارع^۴

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار، استاد و دانشیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه شیراز
ایمیل مکاتبه کننده: alirezaei59@yahoo.com

چکیده

در این تحقیق یک دستگاه شاخه‌تکان پنوماتیک قابل حمل و سبک برای برداشت زیتون ساخته شد. برای تعیین عملکرد شاخه‌تکان آزمون مزرعه‌ای با ۳ سطح بسامد (۸، ۱۲ و ۱۶ هرتز) و ۳ دامنه (۵۰، ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌متر) و در مدت زمان ثابت ۵ ثانیه در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام گردید. همچنین برای تعیین نیروی استاتیکی جداسازی میوه از شاخه و مقایسه آن با نیروی دینامیکی ناشی از اعمال ارتعاش آزمایش‌هایی انجام گردید. نتایج نشان داد که در سطح اطمینان یک درصد بسامد و دامنه تأثیر معنی‌داری بر ریزش زیتون دارند. با مقایسه میانگین‌ها مشخص گردید در دامنه‌های نوسان ثابت با افزایش بسامد درصد ریزش زیتون افزایش می‌یابد. همچنین در بسامدهای ثابت با افزایش دامنه نوسان از ۵۰ میلی‌متر به ۸۰ میلی‌متر اختلاف معنی‌داری بین درصد ریزش زیتون مشاهده نگردید. اما زمانی که دامنه نوسان از ۸۰ به ۱۰۰ میلی‌متر افزایش می‌یابد درصد ریزش زیتون به طور معنی‌داری افزایش یافت. در نهایت با توجه به این‌که با اعمال بسامد ۱۶ هرتز و دامنه نوسان ۱۰۰ میلی‌متر در مدت زمان ۵ ثانیه، ۹۰ درصد زیتون‌ها از شاخه جدا شدند، به عنوان بهترین دامنه، بسامد و زمان ارتعاش انتخاب گردید.

واژه‌های کلیدی: "زیتون"، "ارتعاش"، "بسامد"، "دامنه"، "کنترل کننده منطقی برنامه‌پذیر"

۱. مقدمه

زیتون (با نام علمی: *Olea europaea*) شامل تقریباً ۲۰ گونه درختان کوچک از خانواده *Oleaceae* می‌باشد. باید این نکته را در نظر داشت که ایران با دارا بودن پتانسیل‌های بالا- بطوری‌که حدود ۲۳ استان آن قادر به تولید محصول زیتون می‌باشد- بازار جهانی اندکی را به خود اختصاص داده است؛ لذا مکانیزه کردن تولید زیتون و تشویق به توسعه تجارت زیتون از راهکارهای مؤثر بر این بازار می‌باشد (میرموسوی و اکبری، ۱۳۸۹). براساس گزارش IOOC^۱ تولید روغن زیتون در ایران و جهان در سال ۲۰۰۸-۲۰۰۹ به ترتیب ۳ و ۲۸۶۶/۵ هزار تن بوده است (یوسفی و همکاران، ۱۳۸۹). بوسیله ماشین‌های برداشت مناسب می‌توان میوه زیتون را در زمان ایده‌آل، بطور سالم برداشت کرد. از تاریخ رسیدگی زیتون به بعد هرچه در برداشت میوه تأخیر شود، بر اثر افزایش میزان اسیدیته و

1- International Olive Oil Council



کاهش پلی‌فن‌ها کیفیت آن تقلیل می‌یابد. همچنین در اثر کاهش رطوبت، از وزن میوه نیز کاسته می‌شود. علاوه بر این، قدرت تحمل دم میوه‌ها نیز کاهش پیدا می‌کند به طوری که بر اثر وزش کمترین بادی بر زمین می‌ریزند. در حال حاضر برداشت محصول زیتون در ایران به وسیله‌ی دست انجام می‌شود. گرانی نیروی کار و تأمین کارگر، به عنوان بزرگ‌ترین مشکل در برداشت زیتون به حساب می‌آید (یوسفی و همکاران، ۱۳۸۹).

اساس عمل جدا شدن میوه از شاخه‌ی درخت بر پایه‌ی ایجاد شتاب در میوه بر اثر لرزش است. جدا شدن میوه‌ها زمانی رخ می‌دهد که نیروی اینرسی اعمال شده در میوه بر اثر لرزش بزرگتر از نیروی کششی لازم برای جداسازی میوه در حالت استاتیکی گردد. اگر نیروی کششی لازم برای جداسازی میوه در حالت استاتیکی را به عنوان معیار فرض کنیم، برای برای برداشت ارتعاشی میوه‌ها ترکیبی از دامنه و بسامد نوسان که نیروی اینرسی برابر یا بزرگتر از نیروی کشش استاتیکی ایجاد نماید (Parchomchuk & Coke, 1972).

انتقال ندادن مناسب ارتعاشات، رشد متراکم شاخه‌های اصلی، بالا بودن میزان میرایی و مقاومت‌های ذاتی از نقطه نظر اینرسی را می‌توان از دلایل مشکلات جداسازی میوه از درخت نام برد (O'Brien et al., 1983, Fridley and Adrian, 1966, Hoag et al., 1970). علاوه بر این می‌توان گفت که خصوصیات درخت نیز بر روی حرکت نوسانی بی‌تأثیر نمی‌باشد به عنوان مثال در میوه زیتون راندمان دو نوع حرکت لرزشی ساده و چند راستایی $^{\circ}$ ، ۵۰-۸۰ درصد تابع خصوصیات درخت بوده است (Proietti et al. 1994). نوع حرکت نوسانی با توجه به نحوه اتصال میوه به درخت و دینامیک آن نیز بر عملکرد یک تکاننده اثر مستقیم دارد. به عنوان مثال در تحقیقات انجام شده مشخص شد که مرکبات در زاویه ۴۵ درجه بهتر جدا می‌شوند (Coppock et al., 1969). در اسپانیا مشخص شد که ارتعاش عمودی مؤثرتر از ارتعاش افقی در برداشت زیتون می‌باشد (Gimenez & Gracia, 1979).

اولین تلاش جهت مکانیزه کردن برداشت درختان میوه را به Fairbak (1946) نسبت می‌دهند. در دستگاه ساخته شده از یک سیستم خارج مرکز که از محور توان دهی تراکتور نیرو می‌گیرد و توسط کابلی به شاخه درخت متصل است، استفاده می‌شود. اشکال وارد بر این دستگاه اعمال شوک‌های شدید به درخت می‌باشد. برای رفع این نقیصه در طرح‌های بعدی از دستگاه‌های با بوم یکپارچه استفاده گردید، که در این صورت بسامد نوسان لرزش درخت با نوسان‌های مکانیزم خارج از مرکز برابر شده و تنش‌های وارد بر درخت کاهش یافت (Fairbak, 1946).

در سال ۱۹۷۱ از یک شاخه‌تکان خود کششی برای برداشت پرتقال والنسیا بدون استفاده از محلول تشدید کننده لایه سواگر استفاده شد. درختان به نحوی تکان داده شدند که در طی سه فصل برداشت کمترین میزان میوه نارس برداشت شود. در این روش حدود ۸۶ درصد از میوه با نرخ برداشت ۶ درخت در ساعت برداشت شد (Coppock, 1971).

در پژوهشی یک شیکر اینرسیایی به منظور برداشت زیتون مورد استفاده قرار گرفت و نتایج نشان داد که برای جداسازی بهینه میوه، درخت باید در محدوده فرکانس ۲۰ تا ۲۸ هرتز و دامنه ۲۰ تا ۳۰ میلی‌متر برای مدت زمان ۱۰ ثانیه به ارتعاش درآید (Kececioglu, 1975).



گلیپرا (۱۳۷۷) دستگاه ارتعاش دهنده شاخه را در ایران طراحی کرده و به مرحله ساخت در آورد. آزمایش‌هایی را بر روی درخت زیتون انجام داد.

در مکانیزمی یک سیستم پنوماتیک شامل پمپ باد و جک مورد استفاده قرار گرفت، که جک به انتهای تیرک ارتعاش دهنده متصل و عمل رفت و برگشت پیستون جک با کورس کم موجب ارتعاش می‌گردد (Coppoc, 1974). اوزکان و سسیز^۳ (۲۰۰۶) یک دستگاه شاخه‌تکان پنوماتیکی پشت تراکتوری ساختند و آزمایش‌هایی را جهت برداشت زیتون به وسیله‌ی این شاخه‌تکان انجام دادند.

یک شاخه‌تکان هیدرولیکی توسط برای برداشت مکانیکی پسته طراحی شده است. این شاخه‌تکان قادر به برداشت میوه‌ی شاخه‌های با قطر بالای ۱۸۰ میلی‌متر می‌باشد (Polat et al., 2007).

با توجه به مطالعات انجام شده از سویی و کمبود منابع اطلاعاتی در داخل کشور از سوی دیگر، تحقیقی با هدف طراحی و ساخت یک دستگاه شاخه‌تکان پنوماتیک قابل حمل دستی، دارای مانورپذیری بالا؛ ارزیابی دستگاه طراحی شده در برداشت زیتون و در نهایت تعیین مناسب‌ترین بسامد و زمان نوسان جهت برداشت زیتون انجام گردید. نوآوری به عمل آمده در این تحقیق استفاده از کنترل‌کننده منطقی برنامه‌پذیر می‌باشد.

۱- مواد و روش‌ها

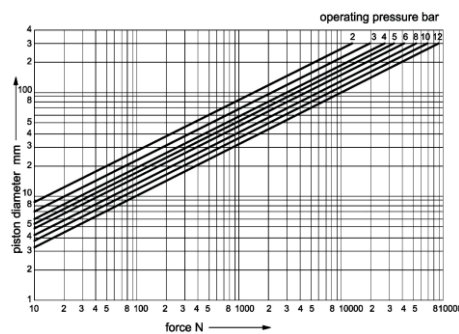
دستگاه مورد نظر از دو قسمت کلی تشکیل گردیده است: الف- مجموعه مخزن باد (هوا) و مولد الکتریکی ب- بازوی ارتعاشی قابل حمل.

مجموعه مخزن باد و موتور الکتریکی مطابق شکل (۱) ساخته شد. برای ساخت مجموعه‌ی بازوی ارتعاشی، دو آزمایش کشش و خمش ساقه انجام گردید. برای انجام آزمایش کشش ساقه یک نیروسنج فنری در فاصله ۶ میلی-متری (تقریباً ۰/۲۵ اینچی) از محل اتصال ساقه به انتهای میوه بسته شد. نیروسنج در یک دست و میوه در دست دیگر قرار گرفت. با کشیدن آرام نیروسنج، نیرو به تدریج افزایش می‌یابد تا در نهایت میوه از ساقه جدا شود. در این هنگام حداکثر نیروی اعمالی بر روی نیروسنج فنری خوانده و به عنوان نیروی جداسازی ثبت گردید. جهت آزمایش خمش، نیرو در زاویه ۴۵° نسبت به محور ساقه میوه و در فاصله ۱۲/۵ میلی‌متری (تقریباً ۰/۵۰ اینچی) نسبت به محل اتصال ساقه به میوه اعمال گردید. در این آزمایش نیز میوه با یک دست گرفته شده و با دست دیگر نیرو اعمال گردد. نیرو تا لحظه جدا شدن میوه به ساقه اعمال گشته و مقدار ماکزیمم نیروی اعمالی در لحظه جداسازی به عنوان نیروی جداسازی ثبت شد (Barnees, 1969). در آزمایش کشش و خمش انجام شده حداکثر نیروی ۳۶۲/۴۰ نیوتن ثبت و مبنای محاسبات قرار گرفت. با توجه به افت فشار ناشی از چند اتصال زانویی و طویل بودن طول لوله‌ی رابط بین مجموعه‌ی ارتعاشی و مخزن؛ همچنین افت نیروی ناشی از بکارگیری مجموعه‌ی پاندوگراف، با استفاده از نمودار شکل ۲ یک جک پنوماتیک دوطرفه با قطر سطح مقطع ۳۲ میلی‌متر و قطر میله‌ی ۱۲ میلی‌متری با طول کورس ۲۰۰ میلی‌متر انتخاب گردید (شکل ۳).



شکل ۱- مجموعه مخزن باد (هوا) و مولد الکتریکی

۱- باتری ۱۲ ولت، ۲- دینام آلترناتوری، ۳- موتور بنزینی ۵/۵ اسب بخار، ۴- سفت کن تسمه‌ی کمپرسور که در هنگام استارت زدن با فشردن فنر بالای آن بار اعمالی از طرف کمپرسور بر روی موتور را کاهش می‌دهد و به روشن شدن موتور کمک می‌کند، ۵- کمپرسور پیستونی، ۶- شیر تابع فشار مکانیکی، ۷- مخزن ۱۰۰ لیتری، ۸- شاسی.



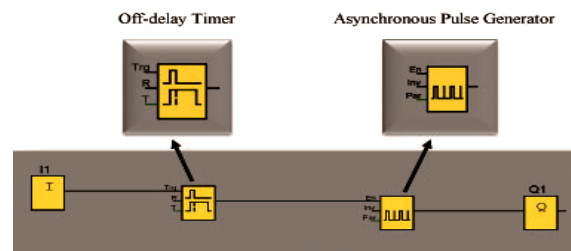
شکل ۲- تعیین قطر سیلندر بر حسب فشار و نیرو (Shirkhorshidan, 2010)



شکل ۳- مجموعه جک و شیر برقی کنترل جهت جریان، ساخته شده

جهت قطع و وصل سولنوئید شیر کنترل جهت جریان از یک کنترل‌کننده منطقی برنامه‌پذیر^۴ از نوع مینی پی‌ال‌سی^۵ ساخت شرکت زیمنس^۶ آلمان با نام اختصاری لوگو^۷ و مدل 12/24RC، که منبع تغذیه آن برق ۱۲ ولت جریان مستقیم (12DC) می‌باشد مورد استفاده قرار گرفت و برنامه‌ای مطابق شکل ۴ برای آن نوشته شد.

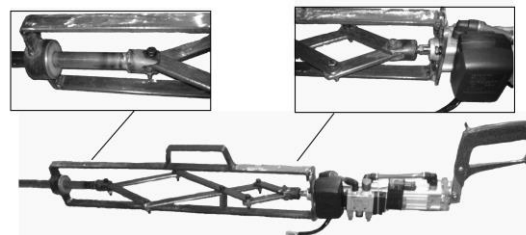
1- Programmable Logic Controller
2- Mini PLC
3- Siemens
4- LOGO



شکل ۴- برنامه نوشته شده برای لوگو (LOGO) و نماد توابع تعریف شده

جهت تغییر دامنه نوسان از یک پانتوگراف که توسط خورسندی (۱۳۸۹) ارائه شد، استفاده گردید (شکل ۵). در یک پانتوگراف اگر L_1 طول بازوی ورودی (نزدیک به شیکر)، L_2 طول بازوی خروجی (نزدیک به بوم و قلاب)، S_1 طول جابه جایی خروجی شیکر و S_2 جابه جایی بوم و قلاب باشد، آنگاه رابطه ذیل برقرار است:

$$S_2 = \frac{L_2}{L_1} (S_1)$$



شکل ۵- مجموعه ارتعاشی ساخته شده به همراه قسمت پانتوگراف جهت تغییر دامنه

دستگاه پس از طراحی و ساخت جهت ارزیابی، به یکی از باغ‌های زیتون واقع در کیلومتر ۵ جاده سروستان - فسا در استان فارس انتقال داده شد (شکل ۷). درصد ریزش میوه زیتون به صورت فاکتوریل 3×3 در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در سه بسامد ۸، ۱۲ و ۱۶ هرتزی و سه دامنه ۵۰، ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌متری در مدت زمان ارتعاش ۵ ثانیه؛ در نهایت بهترین دامنه و بسامد نوسان برای برداشت زیتون توسط این دستگاه در شهرستان سروستان انتخاب گردید.

برداشت در اواسط آبان‌ماه که ۹۵ تا ۱۰۰ درصد زیتون‌ها سیاه شده بود، انجام گرفت. به منظور کاهش خطای حاصله، سعی شد تا گیره تکاننده در فاصله یکسانی از تنه اصلی درخت به شاخه‌ها با وضعیت و خصوصیات فیزیکی مشابه متصل گردد. به منظور جمع‌آوری میوه‌های ریخته شده، پیش از شروع آزمون، سفره‌ای پارچه‌ای زیر شاخه‌های زیتون پهن گردید. پس از هر بار عمل تکانیدن شاخه‌ها، میوه‌های ریخته شده در اثر نوسان، جمع‌آوری و به دقت شمرده شد. سپس میوه‌های باقیمانده روی شاخه درخت نیز به صورت دستی چیده و شمرده شد و با استفاده از معادله (۱) بازده تکانیدن (درصد ریزش میوه‌ها توسط شاخه‌تکان) محاسبه گردید (Polat et al., 2007):

$$P = \frac{m_r}{m_r + m_u} \times 100 \quad (1)$$



که در آن: m_r : تعداد یا جرم میوه‌های جدا شده، m_{ii} : تعداد یا جرم میوه‌های جدا نشده از درخت، P : درصد جدا شدن میوه از درخت است.

برای اندازه‌گیری نیروی جداسازی استاتیکی میوه از یک دستگاه نیرو سنج مدل FG-5100 ساخت شرکت لوترون^۱ با دقت ۰/۱ نیوتن و حداکثر ظرفیت ۹۸۰ نیوتن استفاده گردید (شکل ۶). سپس این میوه‌ها بارکدبندی شده و در کیسه‌های نایلونی به آزمایشگاه منتقل شده و به وسیله یک ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم به صورت تک‌تک توزین گردید.



شکل ۶- بدست آوردن نیروی استاتیکی جداسازی میوه با استفاده از نیروسنج

نیروی دینامیکی ناشی از ارتعاش طبق معادله (۲) به دست آمد و با نیروی جداسازی استاتیکی مقایسه گردید (Murphy, 1950).

$$F = \frac{S}{2} m \omega^2 \quad (2)$$

در این رابطه: m : جرم میوه بر حسب کیلوگرم؛ S : دامنه نوسان بر حسب متر؛ ω : بسامد ارتعاش بر حسب رادیان بر ثانیه می‌باشد.



شکل ۷- ارزیابی دستگاه ساخته شده

۲- نتایج و بحث

۳-۱- اثر بسامد و دامنه نوسان بر جداسازی میوه

در جدول ۱ تأثیر بسامد ارتعاشی و دامنه نوسان، روی بازده شاخه‌تکان نمایش داده شده است. نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که متغیرهایی مانند بسامد ارتعاشی و دامنه نوسان اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد روی بازده شاخه‌تکان داشتند، در حالی‌که اثرات متقابل دوگانه غیرمعنی‌دار بود. گلیپرا (۱۳۷۷) آزمایش‌هایی را به منظور

1- Lotron



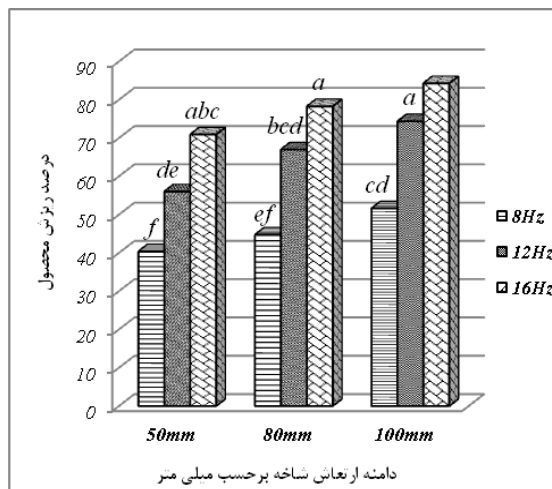
تعیین بهترین دامنه و بسامد نوسان برای میوه زیتون انجام داد. نتیجه‌ی تجزیه واریانس آزمایش‌های او نشان داد، تأثیر سطوح مختلف دامنه و بسامد نوسان بر جداسازی میوه زیتون معنی‌دار بوده، در حالی که این دو عامل تأثیر متقابل بر هم نداشته‌اند. اردوغان و همکاران^۹ (۲۰۰۳) اعلام نمودند درصد ریزش میوه بادام در مدت نوسان ۱۰ ثانیه با افزایش فرکانس و دامنه افزایش یافته است. آزمون‌های مزرعه‌ای آنها نشان داد که بیشترین برداشت میوه (۱۰۰٪) در دامنه ۵۰ میلی‌متر و فرکانس ۲۰ هرتز به دست آمد. در حالی که ریزش میوه برای دامنه ۵۰ میلی‌متر و بسامد ۱۵ هرتز، ۹۷/۷٪ بود. خورسندی و همکاران (۱۳۸۹) نیز در برداشت انجیر با استفاده از شاخه‌تکان قابل حمل به نتایج مشابهی رسیدند. دلیل افزایش درصد ریزش را می‌توان ناشی از افزایش نیروهای دینامیکی و تنش‌های نوسانی وارد بر نقطه‌ی اتصال دم میوه به شاخه دانست.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر دامنه و بسامد ارتعاش بر درصد ریزش زیتون

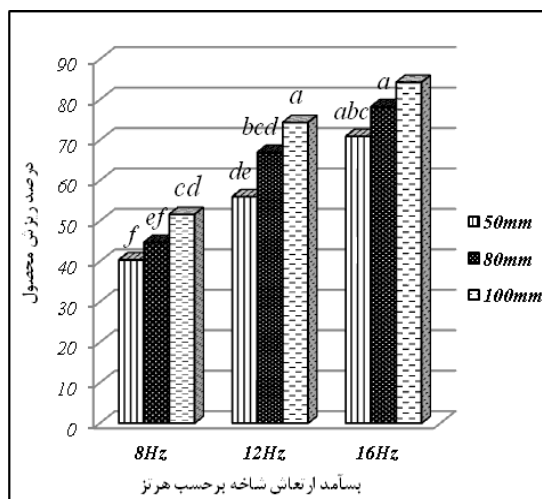
<i>F</i>	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	منابع تغییر
۴۸/۰۸**	۱۸۸۹/۴۵	۲	۳۷۷۸/۹۰	دامنه
۷۴/۴۶**	۲۹۲۵/۸۷	۲	۵۸۵۱/۷۳	بسامد
۰/۰۲ <i>n.s</i>	۰/۸۹	۴	۳/۵۵	بسامد × دامنه
	۳۹/۲۹	۲۷	۱۰۹۵/۱۳	خطا

** وجود اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۱٪؛ *n.s* عدم وجود اختلاف معنی‌دار

مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح یک درصد برای صفات بسامد و دامنه نوسان نشان داد: در دامنه‌های نوسان ثابت با افزایش بسامد درصد ریزش زیتون افزایش داشت و این موضوع برای تمامی دامنه‌ها و بسامدها صدق می‌کند (شکل ۸). همچنین در بسامدهای ثابت با افزایش دامنه نوسان از ۵۰ میلی‌متر به ۸۰ میلی‌متر اختلاف معنی‌داری بین درصد ریزش زیتون مشاهده نگردید. اما زمانی که دامنه نوسان از ۸۰ به ۱۰۰ میلی‌متر افزایش می‌یابد، درصد ریزش زیتون به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (شکل ۹). با توجه به تناسب نیروی دینامیکی ارتعاش با توان دوم بسامد و با توان اول دامنه نوسان انتظار می‌رود که فاصله‌ی چشم‌گیری بین خطوط برازش در شکل‌های (۱۲- الف) و (۱۲- ب) مشاهده گردد. اما با توجه به میزان میرایی، مدل ارتعاشی شاخه و محل اتصال گیره‌ی شاخه‌تکان، طبیعی است که بسامد و دامنه‌ی نوسان در طول شاخه به یک میزان نباشد. در نتیجه اختلاف زیادی بین تأثیر بسامد و دامنه‌ی نوسان بر درصد ریزش زیتون مشاهده نمی‌گردد.



شکل ۸- تأثیر بسامد نوسان در سطوح مختلف دامنه نوسان بر درصد ریزش میوه زیتون (حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد)



شکل ۹- تأثیر دامنه نوسان در سطوح مختلف بسامد نوسان بر درصد ریزش میوه زیتون (حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد)

۳-۲- نیروی استاتیکی و دینامیکی جداسازی میوه

میانگین سه ویژگی فیزیکی زیتون مورد آزمایش، در جدول ۲ مشاهده می‌شود. نیروی کشش ذکر شده در جدول، نیروی استاتیکی جداسازی زیتون با دم و یا بدون دم از شاخه می‌باشد؛ که توسط نیروسنج و قطعه‌ی ساخته شده، اندازه‌گیری شده است (شکل ۶).

جدول ۲- سه ویژگی فیزیکی زیتون مورد آزمایش

نیروی کشش (نیوتن)	وزن (نیوتن)	قطر متوسط هندسی میوه (میلی‌متر)
۰/۵۹	۰/۰۲۶	۱۷/۱۵



جدول ۳- میانگین نیروی دینامیکی محاسبه شده بسامدهای مختلف

بسامد ارتعاش (هرتز)	بسامد ارتعاش (ثانیه/رادیان)	میانگین جرم میوه (کیلوگرم)	دامنه نوسان (متر)	نیروی دینامیکی جداسازی میوه (نیوتن)	درصد ریزش زیتون
۸	۵۰/۲۴	۰/۰۰۲۷	۰/۰۸	۰/۱۷	۳۳/۸۳
۱۲	۷۵/۳۶	۰/۰۰۲۷	۰/۰۸	۰/۲۷	۴۶/۱۳
۱۶	۱۰۰/۴۸	۰/۰۰۲۷	۰/۰۸	۰/۳۴	۵۹/۱۲
			۰/۱۰	۰/۳۸	۴۸/۷۷
			۰/۱۰	۰/۶۱	۵۹/۷۳
			۰/۱۰	۰/۷۷	۷۳/۸۵
			۰/۰۵	۰/۶۸	۶۵/۱۵
			۰/۰۸	۱/۰۹	۷۷/۵۰
			۰/۱۰	۱/۳۶	۹۰/۰۳

میانگین‌های نیروی وارد بر میوه در ترکیب‌های مختلف دامنه و بسامد نوسان که در جدول ۳ درج گردیده است نشان می‌دهد که در اکثر موارد که منجر به جدا شدن قسمت اعظم میوه‌ها گردیده میانگین نیروی دینامیکی بزرگتر از نیروی استاتیکی (جدول ۲) لازم برای جداسازی میوه بوده است. به عبارت دیگر این تیمارها توانسته‌اند نیروی لازم جهت جداسازی را بر میوه وارد سازند. همان‌گونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود در بسامد ۱۶ و دامنه‌های ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌متر، نیروی دینامیکی محاسبه شده بزرگتر از نیروی استاتیکی برای جداسازی میوه می‌باشد، بنابراین انتظار می‌رود که ۱۰۰ درصد محصول از شاخه جدا شود؛ اما بایستی به این موضوع توجه داشت که این نیرو با این فرض محاسبه شده که تمامی شاخه متصل به دستگاه شاخه‌تکان با بسامد و دامنه نوسان قلاب شاخه‌تکان نوسان داشته باشند. در حالی که می‌دانیم بسته به فرم ارتعاشی که شاخه به خود می‌گیرد و با توجه به خاصیت میرایی شاخه، نقاط مختلف شاخه ممکن است دامنه نوسانی کوچکتر، مساوی و یا بزرگتر از محل اتصال گیره به شاخه داشته باشند و در نتیجه نیروی دینامیکی در هر نقطه از شاخه نیز متغیر خواهد بود، بنابراین تنها ۹۰ درصد میوه از شاخه جدا می‌گردد.

۳- نتیجه‌گیری

مطالعه بر روی شاخه‌های با قطر متوسط ۳۱ میلی‌متری نشان داد، که تأثیر تغییرات بسامد نوسان نسبت به تغییرات دامنه نوسان بر درصد ریزش زیتون بیشتر است، که با توجه به تناسب نیروی دینامیکی ارتعاش با توان دوم بسامد و با توان اول دامنه نوسان قابل پیش‌بینی بود. در نهایت نتیجه گردید، با اعمال بسامد ۱۶ هرتز و دامنه نوسان ۱۰۰ میلی‌متر در مدت زمان ۵ ثانیه، ۹۰ درصد زیتون‌ها از شاخه جدا می‌گردد.



در مجموع آزمایش‌های انجام داده نشان داد که دستگاه در کنار مزایای مختلفی مانند سبک بودن، مانورپذیری بالا، کاربرد در شیب، راحت بودن تغییر در بسامد و دامنه‌ی نوسان؛ دارای دو عیب می‌باشد: اول، شوک ناگهانی در لحظه‌ی شروع و اتمام ارتعاش. این شوک مربوط به طرز کار جک و موقعیت پیستون آن می‌باشد. دومین عیب مربوط به نیروی اینرسی شاخه‌های قطور می‌باشد که سبب برگشت بخشی از نیروی تولیدی بر روی دست اپراتور می‌گردد؛ این عیب را می‌توان با طراحی یک تکیه‌گاه رفع نمود.

۴- منابع و مآخذ

- ۱- حیدریان، ا. ۱۳۸۸. Mini PLC Logo، انتشارات قدیس، ص ۱۵۲.
- ۲- خورسندی کوهانستانی، ف. ۱۳۸۹. بررسی امکان برداشت نوسانی انجیر سبز استهبان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، ایران.
- ۳- گل‌پیرا، ح. ۱۳۷۷. طراحی، ساخت و ارزیابی ماشین درخت تکان به منظور بررسی تأثیر دامنه و بسامد نوسان بر جدا سازی میوه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، ایران.
- ۴- میرموسوی، س، ح، و اکبری، ح. ۱۳۸۹. امکان سنجی اقلیمی کشت زیتون در استان کرمانشاه. مجله چشم‌انداز جغرافیایی. شماره ۱۰.
- ۵- یوسفی، ز، الماسی، م، زینانلو، ع، ا، مقدسی، ر. و قلی‌یان، ا. ۱۳۸۹. مطالعه تطبیقی تکنیک‌های برداشت زیتون و تأثیرات آنها بر کارایی برداشت. اولین همایش ملی مکانیزاسیون و فناوری‌های نوین در کشاورزی. دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان.
- 6- Barnees, K. K. 1969. Detachment characteristics of lemons. Trans. of the ASAE. 11:41-45.
- 7- Coppock, G. E. 1971. Harvesting 'Valencia' oranges with a limb shaker. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 84, 84-88.
- 8- Coppock, G. E. 1974. Development of lime shaker for harvesting Florida citrus. Trans. of the ASAE, 17(2): 262-265.
- 9- Coppok, G. E., Hedden, S. L. & Lenker, D, H. 1969. Biophysical properties of citrus fruit related to mechanical harvesting. Trans. of the ASAE, 12(4): 561-563.
- 10- Erdoğan, D., Güner, M., Dursun, E. & Gezer, I. 2003. Mechanical harvesting of apricots. Biosystems Engineering, 85(1): 19-28.
- 11- Fairbank, J. P. 1946. Mechanical tree shaker and such. diamond walnut. News, 23(4), 4-6.
- 12- Fridley, R. B. & Adrian. P. A. 1966. Mechanical harvesting equipment for deciduous tree fruits. California Agr. Sta. Bull. 825 p.
- 13- Gimenez, L. & Gracia, P. 1979. Modeling of the fruit stem subsystem in olive. Ayial. (5): 119-153.
- 14- Hoag, D. L., Hutchinson, J. R. & Fridley, R. B. 1970. Effect of proportional and nonlinear damping on dynamics response of tree limbs. Trans. of the ASAE, (3): 879-884.
- 15- Kececioğlu, G. 1975. Atalet kuvvet tipli sarsıcı ile zeytin hasadı imkanları üzerine bir araştırma [Research on olive harvesting possibilities with an inertia type shaker]. Department of Agricultural Machinery, Agricultural Faculty, Ege University. Izmir, Turkey.
- 16- Murphy, G. 1950. Similitude in Engineering. Ronald Press Co Publishing. 302p.
- 17- O'Brien, M., Fridley, R. B. & Cargill. B.F. 1983. Principle and Practices for Harvesting and Handling Fruit and Nuts. AVI Pub. Co., INC. Westport, Connecticut. :157-188.
- 18- Parchomchuk, P. & coke, J. R. 1972. Vibratory harvesting: An experimental analysis of fruit- stem dynamics. Trans. Of the ASAE. 15(4): 598- 603.
- 19- Polat, R., Gezer, I., Güner, M., Dursun, E., Erdoğan, D. & Bilim, H. C. 2007. Mechanical harvesting of pistachio nuts. Journal of Food Engineering, 79: 1131-1135.
- 20- Proitti, P., Cartechini, A. & Palliotti, A. 1994. Olive mechanical harvesting belligerency in relation to vibration type and tree characteristics. Annali delia Facolta di Agraia, Universitadeyli studi, peria. Italy. No(45): 275-282.
- 21- Sessiz, A. & Özcan, M. T. 2006. Olive removal with pneumatic branch shaker and abscission chemical. Journal of Food Engineering, 76:148-153.



نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی

(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج



Olive harvest by branch pneumatic shaker

Abstract:

A portable and light pneumatic branch shake system was designed and manufactured in this research for harvesting fruits that can be harvested by shaking branch. Required air flow and electric current are provided for operating system from category containing electrical generator and air compressor on wheelbarrows and portable chassis. Vibration is equipped by programmable logic controller (PLC) for controlling frequency and it is equipped by pantograph system to change amplitude. Farm test was performed on olive with three levels of frequency (8, 12 and 16 Hertz) and three amplitudes of oscillation (50, 80 and 100 mm) for a fixed period of 5 s in completely randomized design with four reduplication for determining application of branch shake. Some experiments were done for determining static force separating fruit from branch and for comparing it with dynamic force due to performing vibration, as well. The result of indicator was based on meaningful effect of amplitude of oscillation on falling olive. And by comparing averages, it was given that falling olive is increased with increasing frequency in constant amplitudes of oscillation. Also, it was not observed meaningful differences between percent of falling olive with increasing amplitude of oscillation from 50 mm to 80 mm in constant frequencies. But when amplitude of oscillation increases from 80 mm to 100 mm, the percent of falling olive meaningfully increases. Finally, concerning by performing 16 Hz frequency and 100 mm amplitude of oscillation for 5 s, 90 percents of olive were separated from branches, therefore they were selected as the best amplitude, frequency and time of vibration.

Keywords: “Olive”, “Vibration”, “Frequency”, “Amplitude”, “PLC”.