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

بررسی تأثیر زمان، دامنه و فرکانس ارتعاش بر جداسازی انجیر سبز استهبان

فرزانه خورسندی کوهانستانی[۱]، محمد لغوی[۲]، سعادت کامگار[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه شیراز

۲- استاد بخش مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه شیراز

۳. استادیار بخش مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه شیراز

چکیده

به منظور تعیین اثر دامنه و فرکانس ارتعاش بر میران جداسازی انجیر سبز استهبان (*Ficus carica cv. Sabz*) از یک شیکر دستی با موتور بنزینی تک سیلندر با امکان تنظیم دامنه و فرکانس استفاده شد. آزمایشات در قالب یک طرح کاملاً تصادفی فاکتوریل ۳×۳ با سه تکرار انجام شد. تاثیر سه سطح دامنه نوسان ۲۰، ۳۲/۵ و ٤۵ میلی متر و سه سطح فرکانس ۱۰، ۱۲ و۱٤ هرتز در طی مدت زمان ۵ ثانیه و با فاصله زمانی نیم ثانیه بر درصد جداسازی میوه بررسی گردید. با انجام تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن مشخص شد که اثر دامنه و فرکانس بر جداسازی میوه رسیده معنی دار می‌باشد. در دامنه ٤۵ میلی‌متر و فرکانس ۱٤ هرتز ۱۰۰٪ میوه های رسیده برداشت می شوند و این در حالی بود که درصد نسبتاً بالای ۱٦.۹۲٪ از میوه‌های نارس نیز برداشت شد. دامنه ٤۵ میلی متر و فرکانس ۱۰ هرتز با برداشت ۹۳/۳۳٪ میوه رسیده و ۹/٤٤٪ میوه نارس به عنوان دامنه و فرکانس مناسب پیشنهاد گردید. بررسی نمودارهای تجمعی درصد برداشت نشان داد که در طی ٤ ثانیه از آغاز برداشت تقریباً تمام محصول مورد نظر برداشت می‌شود و بنابراین مدت ۵ ثانیه به عنوان حداکثر زمان مورد نیاز برای برداشت توصیه می‌شود. با توجه به نمودار درصد برداشت در هر نیم ثانیه نیز مشاهده می‌شود که که حداکثر محصول برداشت شده در سه فرکانس و دامنه ۳۲/۵ میلی‌متردر ۱/۵ ثانیه پس از برداشت رخ می‌دهد که بیشترین مقدار آن مربوط به فرکانس ۱٤ هرتز می‌باشد و نموار درصد تجمعی برداشت در هر سه سطح دامنه و فرکانس ۱٤ هرتز نشان می‌دهد که با کاهش دامنه به ۲۰ میلی‌متر حداکثر مقدار محصول در زمان ۲ ثانیه پس از برداشت رخ می‌دهد.

واژگان کلیدی: شیکر، انجیر، برداشت، زمان، دامنه، فرکانس.

مقدمه

انجیر *Ficus carica* عضو خانواده توت سانان *Moraceae* است که هم اکنون در پنج قاره جهان جهت مصرف داخلی یا به عنوان یک محصول صادراتی کشت و پرورش داده می شود. این محصول در نواحی گرمسیری و نیمه گرمسیری و در بسیاری از مناطق معتدله کشت می شود. بیشترین سطح زیر کشت انجیر در نواحی حوزه مدیترانه، دریای سرخ و خلیج فارس می‌باشد که مقدار زیادی از انجیر خود را به صورت خشک یا خمیر انجیر صادر می‌کنند(فقیه و سروستانی۱۳۸۰). ایران با تولید ۸۸۰۰۰ تن انجیر بعد از مصر با ۳۰٤۰۰۰ تن و ترکیه با ۲۰۵۰۰۰ تن به عنوان سومین تولید کننده در دنیا محسوب می‌گردد(*FAO 2008*).

انجیر در استهبان از اوایل مرداد ماه شروع به رسیدن می‌کند. برداشت محصول از نیمه دوم مردادماه تا اواسط مهر ماه به طول می انجامد، انجیر سبز که بیشتر به صورت خشک برداشت می‌شود، معمولا باغداران آنرا بر روی درخت نگه داشته تا خشک شود و پس از خشک شدن انجیرها ریزش می‌کنند. باغداران هر چند روز یک بار (معمولاً هفته ای یک بار) اقدام به جمع آوری میوه خشک از زیر درختان نموده و سپس در محلی به نام اشپنگ ریخته تا خشک شوند. مدت زمانی که محصول در اشپنگ می‌ماند با توجه به رطوبت انجیر برداشت شده متفاوت ولی معمولاً ٤-۳ روز می‌باشد که در این مدت انجیر در معرض آفتاب قرار داشته تا کاملاً خشک شود. طول مدت برداشت انجیر در مناطق مختلف یکسان نبوده و از حدود یکماه تا بیشتر از ۱/۵ ماه به طول می انجامد، بنابراین با توجه به اینکه باغداران هر هفته یکبار نسبت به برداشت محصول خود اقدام می‌نمایند عملیات برداشت انجیر بر خلاف بسیاری از میوه ها بسیار طولانی بوده و باغداران انجیر مجبور به اقامت در باغات خود به مدت حدود ۱/۵ ماه می‌باشند. با توجه به توضیحات فوق الذکر تعداد دفعات برداشت انجیر خشک معمولاً از ۵ تا ۷ نوبت متغیر می‌باشد، ولی در سالهایی که خطر بارندگی وجود دارد باغداران به منظور کم کردن خسارت خود، تعداد دفعات برداشت را افزایش داده که در این صورت ممکن است دفعات برداشت تا ۱۰ نوبت نیز افزایش یابد. به علت اینکه انجیر به تدریج می رسد بنابراین برداشت انجیر طولانی و در چندین نوبت انجام می‌گیرد. هزینه برداشت انجیر نیز در مقایسه با بسیاری از میوه‌ها بیشتر می‌باشد و همانطور که دکر گردید یکی از مسایل مهم برداشت انجیر، آفتابی بودن هوا در فصل برداشت می‌باشد و در سالهایی که بارندگی در طول فصل برداشت وجود داشته باشد به علت اینکه میوه انجیر حساسیت

بسیار زیادی به رطوبت دارد شدیداً خراب، سیاه و خاک آلود شده و بنابراین قیمت محصول در این گونه موارد ممکن است به یک پنجم قیمت اصلی نیز کاهش یابد (فقیه و سروستانی ۱۳۸۰).

برداشت به طریق سنتی از طریق ضربه زدن به درخت با یک تکه چوب و یا تکان دادن درخت توسط کارگر می‌باشد که این روش بسیار خسته کننده است و احتمال آسیب رسیدن به درخت بالا می‌باشد و همچنین با توجه به اینکه با طولانی شدن فصل برداشت امکان بارش باران و آسیب رسیدن به محصول بالا می‌رود ضرورت برداشت مکانیکی آشکار می‌گردد.

مقدار محصول درختان انجیر به عوامل مختلفی نظیر سن، منطقه، فاصله درختان، عملیات باغبانی، شرایط آب و هوایی، میزان بارندگی، نوع خاک، وجود یا عدم وجود آفات و بیماریها و ... بستگی دارد. شروع ثمردهی درختان انجیر معمولاً ۵-٤ سالگی است ولی در شرایط دیم در این سن مقدار محصول بسیار ناچیز می باشد و در سن ۱۵- ۱۰ سالگی انجیر ارزش اقتصادی دارد. با مسن شدن درختان مقدار محصول نیز افزایش می یابد. بنابراین محصول درختان انجیر از کمتر از ۱ کیلو تا ۱۰۰ کیلوگرم انجیر خشک متفاوت است. البته تعداد درختانی که ۱۰۰ کیلوگرم انجیر می‌دهند بسیار نادر است و اغلب درختان معمولی محصولشان از چند کیلوگرم تجاوز نمی کند. در شهرستان استهبان به طور متوسط از هر درخت حدود ۱۵- ۱۰ کیلوگرم انجیر خشک برداشت می شود.

مروری بر تحقیقات پیشین

برداشت ارتعاشی

ابتدایی ترین روشی که برای استفاده از ارتعاش جهت تکاندن میوه درختان صورت پذیرفته است را می توان ایجاد ارتعاش در تنه یا شاخه درختان با نیروی دست و یا پا دانست. درا بتدا جهت لرزانیدن تنه اصلی و یا شاخه‌های فرعی از ضربات چوب دستی استفاده می‌شد(محسنی ۱۳۸۰). اولین تلاش جهت مکانیزه کردن برداشت درختان میوه را به *fairbak* (۱۹٤٦)نسبت می دهند. *Adrian* و *Fridley*(*1965*) برداشت ارتعاشی را به عنوان یک روش مناسب برای برداشت معرفی کردند. برای این منظور از درخت تکان های اینرسیایی استفاده می شود که در دو طرح ساخته می شود(*Thomsa 1988*):

۱- مکانیزم وزنه های خارج از مرکز که بیشتر برای ارتعاش تنه به کار می رود.

۲- مکانیزم لنگ و لغزنده که بیشتر برای ارتعاش شاخه به کار می روند.

کپنر و همکاران در سال ۱۹۸۷ اصل اولیه برای جداسازی میوه از شاخه را، بزرگتر شدن نیروی اینرسی از نیروی اتصال میوه به شاخه بیان کردنده‌اند. برای ریزش میوه بسامد نوسان باید در حد بسامد طبیعی شاخه باشد تا در این وضعیت میوه با کمترین مقدار آسیب از شاخه جدا شود(گلپیرا۱۳۷۷). مهمترین عیب برداشت ارتعاشی آسیبی است که به میوه می‌رسد *(Domingan et al., 1988)*. شیکرهای مکانیکی برای برداشت گستره وسیعی از میوه‌ها و خشکبار به کار می‌رود. به طور کلی تجهیزات لازم برای برداشت ارتعاشی شامل شیکر، واحد جمع آوری و وسیله حمل ونقل در مزرعه می‌باشد که مجموعاً بر روی یک وسیله خودرو که معمولاً تراکتور می‌باشد به کار می‌رود*(Mbuge and Langat, 2008)*. ارتعاش دهنده قابل حمل با دست نوع خاصی از ارتعاش دهنده ضربه زن است که در باغهای کوچک و برای محصولات دانه ای مورد استفاده قرار می-گیرد. در این نوع ارتعاش دهنده از یک سیلندر پنوماتیک که به انتهای جک آن یک میله بلند متصل است استفاده می شود (خیریه ۱۳۸۵). در استفاده از شیکر دستی به منظور برداشت هلو نشان داده شد که حدود ۸۳٪ تا ۹۵٪ از میوه ها با کمتر ۲/٤٪ آسیب جدی برداشت شده‌اند*(Torregrosa et al., 2008)*.

دامنه و فرکانس

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 در بیاید *(Kececioglu, 1975)*. یک شیکر اینرسیایی برای برداشت میوه انبه مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که به منظور برداشت بیشترین درصد میوه و کمترین میزان آسیب باید شیکر را در دامنه ٧٦ تا ۱۰۲ میلی‌متر و فرکانس ۱۱ تا ۱۳ برای مدت زمان ٤ ثانیه به کاربرد *(Parameswarakumar and Gupta 1991)*. بزرگترین مشکل در برداشت خرما اختلاف در زمان رسیدن است. تحقیقات انجام شده نشان دادند که بیشترین درصد میوه رسیده و کمترین مقدار میوه نارس در دامنه ٦۰ میلی‌متر و فرکانس ۵ هرتز به دست می‌آید و میوه رسیده بیشتری در ارتعاش عمودی نسبت به ارتعاش افقی برداشت می‌شود *Loghavi, Abounajmi.(2001)*. به منظور برداشت زردآلو از یک شاخه تکان هیدرولیکی که توان خود را از محور توان دهی تراکتور دریافت می‌کرد، استفاده شد. شاخه در ۵ دامنه ٦۰،۵۰،٤۰،۳۰،۲۰ میلی‌متر و فرکانس ۱۵،۲۰ و ۱۰ هرتز به ارتعاش در آمد و در نهایت دامنه ٤۰ میلی‌متر و فرکانس ٤۰ هرتز و مدت زمان ۵ ثانیه به عنوان بهترین دامنه و فرکانس و زمان ارتعاش پیشنهاد گردید*(Erdogan 2003)*. سه فرکانس ۷.۵،۵ و۱۰هرتز و سه دامنه نوسان ٤۰،۲۰و ۸۰ میلی‌متر در یک شاخه تکان پشت تراکتوری برای برداشت لیمو مورد بررسی قرار گرفتند و دامنه ۸۰ میلی‌مترفرکانس ۱۰ هرتز به عنوان بهترین ترکیب با ۹۵٪

میوه جدا شده و مقدار قابل اغماض ریزش برگ، گزارش شد(*Loghavi and Mohseni, 2006*). در برداشت زیتون که به وسیله یک شاخه تکان پنوماتیکی و استفاده از یک محلول نشدید کننده لایه سواگر انجام شد، نشان داده شد که بیشترین مقدار برداشت در فرکانس ٢٤ هرتز و استفاده از ٦/٢٥ قسمت در میلیون از محلول تشدید کننده لایه سواگر به امکان پذیر می-باشد(*Sessiz, . Ozcan,2006*). یک شاخه تکان هیدرولیکی که قدرت خود را از محور توان‌دهی دریافت می‌کرد برای برداشت پسته مورد ارزیابی قرار گرفت. در این آزمایش شاخه‌ها با دامنه ٤٠،٥٠، و ٦٠ میلی‌متر و فرکانس‌های ١٠، ١٥و ٢٠ هرتز به لرزش درآمدند. مشخص شد که این ماشین قادر است در دامنه ٦٠ میلی‌متر و فرکانس ٢٠هرتز ١٠٠٪ از پسته‌ها را برداشت کند. با توجه به اینکه کارکرد ماشین در دامنه بالا منجر به ایجاد ارتعاش شدید در اسکلت دستگاه می‌گردید دامنه ٥٠ میلی‌متر و فرکانس ٢٠ هرتز با برداشت ٩٥٪ به عنوان دامنه و فرکانس مناسب پیشنهاد داده *شد*(*Polat et al., 2007)* . یکی دیگر از مواردی که تاثیر مهمی بر افزایش یا کاهش درصد برداشت میوه دارد زمان برداشت مناسب است. البته زمان برداشت با ماشین همان زمان برداشت مرسوم منطقه است و لی محققین زمان برداشت مناسب را زمانی ذکر کرده اند که تعداد میوه های بیش رسیده با تعداد میوه های نابالغ برابر باشد(خیریه ١٣٨٥).

مطالعات انجام شده نشان داد که تاکنون هیچ گزارشی در رابطه با امکان برداشت ارتعاشی انجیر منتشر نشده است لذا هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثر دامنه، فرکانس و مدت زمان ارتعاش بر جداسازی میوه و تغیین دامنه ، فرکانس و زمان بهینه برای جداسازی موثر میوه می‌باشد.

مواد وروش ها

آزمایش‌های مزرعه‌ای در طول فصل برداشت سال ١٣٨٨ در باغ انجیر مرکز تحقیقات انجیر استهبان انجام شد. شهر استهبان در فاصله ٧٧٧ کیلومتری در جنوب غربی تهران و در استان فارس در"٣٠ ′٠٢ ° ٥٤ غربی و "٠٧ ′٢٩ ° ٤٥ شمالی و در ارتفاع ١٧٦٠ متری از سطح دریا واقع شده است.

درخت‌های انجیر غالباً در دامنه کوه قرار گرفته اند بنابراین برداشت با استفاده از شیکرهای پشت تراکتوری امکان پذیر نمی-باشد. از یک شیکر ساخت شرکت *Scoutimax* کشور ایتالیا که یک موتور بنزینی با قدرت KW ١.٢ توان مورد نیاز شیکر تامین می کرد استفاده شد. وزن کل شیکر به همراه بوم ١.٨ متری ١٤ کیلو گرم بود. دامنه نوسان شیکر ثابت و برابر ٣٢.٥ میلی‌متر و حداکثر فرکانس نوسان برابر Hz ٢٢.٥ بود. برای ثابت نگه داشتن فرکانس ارتعاش اهرم گاز را در یک موقعیت

ثابت نگه داشته می‌شد و برای تغییر دادن دامنه نوسان یک مکانیزیم که در شکل ۱ نشان داده شده است، طراحی و ساخته شد.

شکل ۱. شیکر به کاررفته در آزمایش‌ها به همراه مکانیزم تغییر دامنه (قلاب شیکر در تصویر نشان دلده نشده)

واحد جمع آوری

یکی از مهمترین معایب برداشت مکانیکی آسیب دیدگی محصولات است. به منظور رفع این مشکل بهترین راه استفاده از یک واحد جمع آوری زیر درخت است(*Fridley et al 1964*). برای این منظور یک واحد جمع آوری به شکل دایره طراحی و ساخته شد(شکل۲). آزمایش‌های اولیه نشان داد که بیش از ۹۵٪ از محصول جدا شده از یک شاخه در دایره‌ای به شعاع ۱ متر می‌ریزند. اسکلت واحد جمع آوری از جنس فنر انعطاف پذیر و ضد زنگ به شکل یک دایره و به همراه ٤ پایه برای قرار دادن فریم در وضعیت تراز بر روی زمین، ساخته شد و بر روی آن یک لایه از پارچه برزنتی قابل شستشو و سبک مورد استفاده قرار گرفت. دو مزیت عمده این واحد جمع آوری وزن بسیار سبک و همچنین قابلیت جمع کردن آن تا قطر ۷۰

(ب) (الف)

سانتی متر است، که حمل و نقل آن را بسیار آسان می‌کند.

شکل ۲. واحد جمع آوری. (الف) :اسکلت فنری و پایه‌ها. (ب): شکل کامل با روکش برزنتی

قبل از انجام آزمایش طول شاخه را اندازه گیری شد. فاصله ۱/۳ طول شاخه از محل اتصال شاخه به درخت نقطه اتصال قلاب شیکر به درخت می‌باشد. قطر شاخه در این نقطه به وسیله یک کولیس اندازه گیری شد با توجه به اینکه قطر دهانه قلاب ٤٠ میلی متر است، شاخه هایی انتخاب شدند که قطرشان در نقطه اتصال شیکر بین ۳۰تا ٤٠ میلی‌متر بود. قبل از انجام آزمایش تعداد انجیرهای رسیده و نارس برروی شاخه شمارش می‌شدند و پس از اعمال تیمار مورد نظر انجیرهای ریخته شده بر روی واحد جمع آوری و همچنین باقیمانده بر روی شاخه به تفکیک شمارش و توزین می-شدند. برای محاسبه درصد میوه‌های برداشت شده رابطه‌های زیر استفاده گردید:

$$P_u = 100\frac{M_{uu}}{M_{ru}+M_{uu}} \qquad \text{و} \qquad P_r = 100\frac{M_{rr}}{M_{rr}+M_{ur}}$$

در این رابطه‌ها: Pr درصد میوه رسیده برداشت شده ، M_{rr} وزن میوه رسیده جدا شده ، M_{ur} وزن میوه رسیده جدا نشده ، P_u درصد میوه نارس برداشت شده، M_{ru} وزن میوه نارس جدا شده و M_{uu} وزن میوه نارس جدا نشده است. فرکانس ارتعاش به وسیله یک ارتعاش سنج مدل *TV300* ساخت شرکت *Time Group* کشور چین اندازه‌گیری شد.

نرخ برداشت

به منظور اندازه گیری نرخ جداسازی میوه در حین برداشت از دوربین دیجیتال *Sony* مدل *DSC-H10* که قادر بود بصورت پیوسته در هر نیم ثانیه یک تصویر بردارد استفاده شد. دوربین بر روی یک پایه به نحوی قرار می‌گرفت که قادر بود به طور کامل از واحد جمع آوری و انجیرهای ریخته شده بر روی آن عکس برداری کند. به محض آغاز به کار شیکر تصویر برداری دوربین نیزآغاز می‌شد و با توجه به این‌که تصویر بردای هر نیم ثانیه یک بار انجام می‌شد، در طی ۵ ثانیه ارتعاش ۱۰ عکس توسط دوربین ضبط می‌گردید.

نتایج و بحث

معنی داری اثر دامنه و فرکانس و اثر متقابل شان بر جداسازی میوه در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. در شکل ۳ مقایسه بین مقادیر میانگین میوه‌های رسیده جدا شده در ترکیب‌های مختلف دامنه و فرکانس را نشان می‌دهد. در پائین‌ترین سطح فرکانس (۱۰هرتز) و در سطح معنی داری ۹۵٪ با افزایش دامنه نوسان به طور معنی داری میزان جداسازی میوه‌ها نیز افزایش پیدا می‌کند واین در حالی است که در سطوح بالاتر فرکانس با افزایش دامنه تغییر چندانی در درصد میوه جدا شده

مشاهده نمی‌شود. نتایج تجزیه واریانس برای بررسی اثر سطوح مختلف دامنه و فرکانس بر روی جداسازی میوه‌های نارس نشان داد که تفاوت معنی داری در سطح ۹۹٪ بین سطوح مختلف فرکانس وجود دراد ولی اثر دامنه و اثر متقابل دامنه و فرکانس معنی دار نمی‌باشد. این نتیجه ناشی از این حقیقت است که نیروی دینامیکی که به محل اتصال ساقه به میوه و یا ساقه به درخت وارد می‌شود با توان دوم فرکانس متناسب است و این در حالی است که با دامنه رابطه خطی دارند. مقایسه میانگین کل میوه‌های نارس جدا شده در ترکیبات مختلف دامنه و فرکانس در شکل ٤ نمایش داده شده است. انتخاب یک دامنه و فرکانس با درصد ریزش میوه رسیده بالای ۹۰٪ و نارس پائین ۱۰٪ به نظر منطقی می‌رسد. بنابراین فرکانس ۱۰ هرتز و دامنه ٤٥ میلی‌متر به عنوان ترکیب مناسب با ریزش میوه رسیده ۹۳/۳٪ و میوه نارس ۹/٤٪ منطقی به نظر می‌رسد.

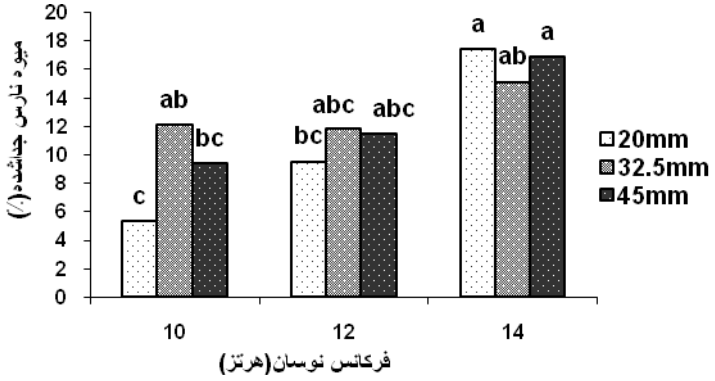
جدول ۱ تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد برداشت میوه رسیده در سطوح مجتلف دامنه وفرکانس

منابع	درجه آزادی	مجموع مربعات	F
دامنه	۲	۷٦۰.۸۱	٤۷.۱٦**
فرکانس	۲	٦۰۸.۱٤	۳۷.۷۰**
دامنه × فرکانس	٤	۷۹.۹٤	٤.۹٦**
خطا	۱۸	۱٦.۱۳۲	
کل	۲٦		

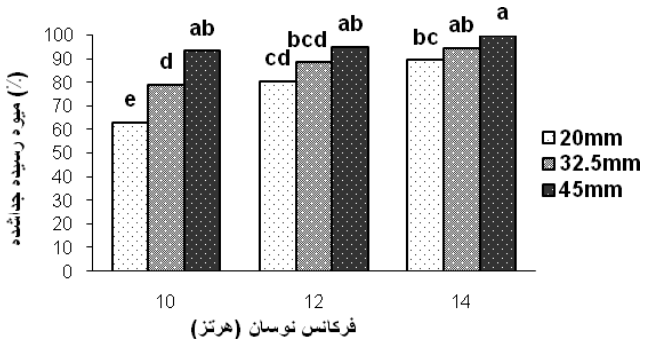
جدول ۲ تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد برداشت میوه نارس در سطوح مجتلف دامنه وفرکانس

منابع	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
دامنه	۲	۱۲/۸۳	۱/۱٤۱ns
فرکانس	۲	۱۳۷/٤۷	۱۲/۲۲٦**
دامنه × فرکانس	٤	۱٥/٥٦	۱/۳۸٤ns
خطا	۱۸	۱۱/۲٤	
کل	۲٦		

معنی درای در سطح ۹۹٪**



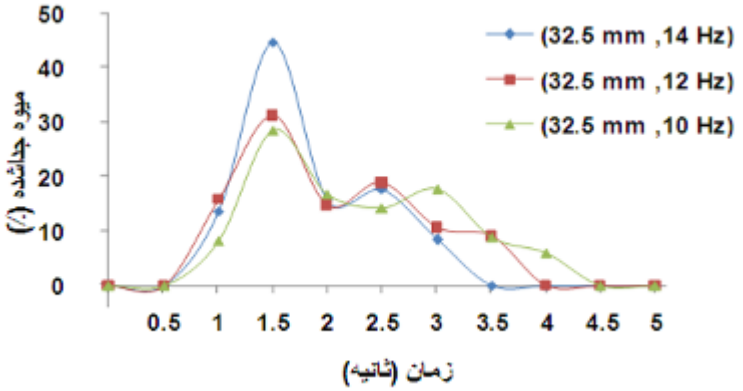
شکل ۳. تاثیر دامنه و فرکانس ارتعاش بر جداسازی میوه رسیده، حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۰/۹۵ می باشد.



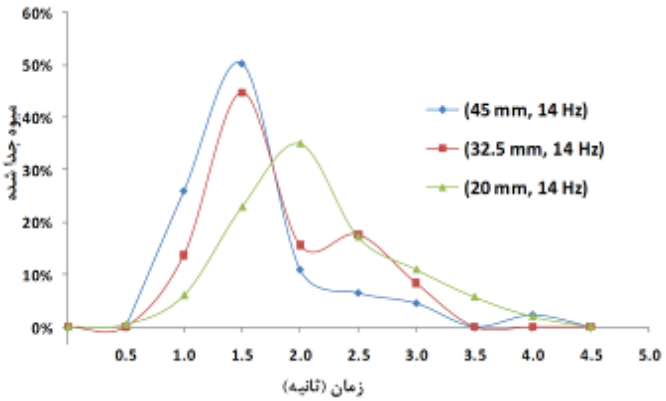
شکل ٤. تاثیر دامنه و فرکانس ارتعاش بر جداسازی میوه نارس، حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۹۵ ٪ می باشد.

نتایج نشان داد که در دامنه ۳۲/۵ میلی متر و در همه سطوح فرکانس بالاترین نرخ جداسازی میوه در ۱/۵ ثانیه بعد از شروع به کار دستگاه رخ می‌دهد(شکل ۵). بیشترین نرخ برداشت(٤٧٪) در دامنه ۳۲/۵ میلی‌متر و در بالاترین فرکانس(١٤هرتز) رخ می‌دهد را می توان به دلیل نیروی اینرسیایی بزرگتر و بیشترین تعدد سیکل ارتعاش دانست. .در شکل ٦ مقایسه سه سطح دامنه در فرکانس ١٤ هرتز مشاهده می‌شود که در کمترین دامنه (۲۰ میلی‌متر) مقدار حداکثر ریزش ۲ ثانیه پس از برداشت رخ می‌دهد که این را می‌توان نتیجه کاهش نیروی اینرسیایی در دامنه پائین‌تر دانست. با کاهش نیروی اینرسیایی تعداد سیکل بیشتری برای جداسازی انجیر مورد نیاز است و بنابراین مدت زمان بیشتری برای مورد نیاز است. نمودار درصد تجمعی میوه-

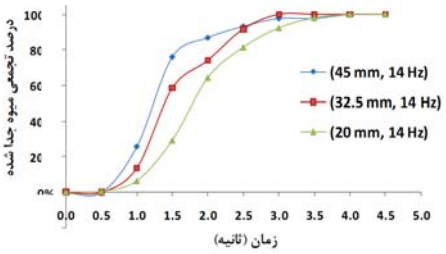
های برداشت شده نشان می‌دهد که نزدیک به ۱۰۰٪ از میوه‌ها در طی ٤ ثانیه اول ارتعاش، برداشت می‌شوند. به منظور کاهش خسارات وارده به درخت و همچنین کاهش درصد میوه‌های نارس برداشت شده حداکثر زمان ارتعاش ۵ ثانیه توصیه می‌شود.



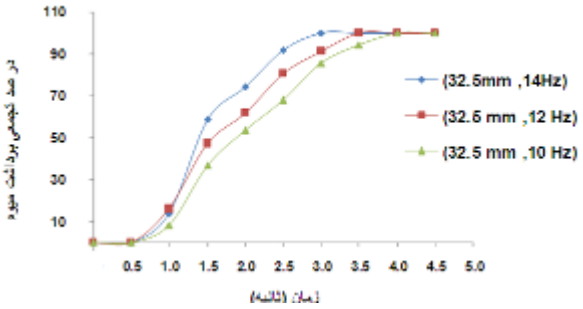
شکل ۵. نمودار ریزش لحظه ای میوه در دامنه ثابت ۳۲/۵ میلیمتر و سه فرکانس ١٤، ۱۲ و ۱۰ هرتز طی مدت زمان ۵ ثانیه از زمان آزمایش



شکل ٦ . نمودار ریزش لحظه‌ای میوه در فرکانس ثابت ١٤ هرتز و سه دامنه ۲۰, ۳۲/۵ و٤٥ میلی‌متر طی مدت زمان ۵ ثانیه از زمان آزمایش



(الف)



(ب)

شکل ۷ . نمودار درصد تجمعی میوه برداشت شده سمت راست: در فرکانس ثابت ١٤ هرتز و سه دامنه ۲۰, ۳۲/۵ و٤٥ میلی-متر- سمت چپ در دامنه ثابت ۳۲/۵ میلی‌متر و سه فرکانس ۱۰ , ۱۲ و١٤ هرتز طی مدت زمان ۵ ثانیه از زمان آزمایش

نتایج

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که:

۱- برداشت میوه رسیده به طور معنی داری تحت اثر فرکانس و دامنه نوسان می‌باشد و این در حالی است که جداسازی میوه‌هایی نارس فقط تحت اثر فرکانس نوسان می‌باشد.

۲- بهترین ترکیب دامنه و فرکانس برای برداشت حداقل ۹۰٪ از میوه‌های رسیده و حداکثر ۱۰٪ میوه نارس در دامنه ٤٥ میلی‌متر و فرکانس ۱۰ هرتز پیشنهاد می‌گردد.

۳- با انتخاب دامنه و فرکانس نوسان مناسب ۱۰۰٪ از میوه‌ها در طی ٤ ثانیه اول برداشت می‌شود.

منابع :

خیریه،مجتبی.۱۳۸۵. طراحی و ساخت یک شاخه تکان تراکتوری مجهز به بازوهای قابل انعطاف. پایان نامه کارشناسی ارشد مکانیک ماشینهای کشاورزی ، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز ، ایران

فقیه.حسین، ثابت سروستانی.جعفر،۱۳۸۰ .انجیر کاشت داشت برداشت. انتشارات راهگشا،۲۹۲صفحه

گل پیرا، ح ۱۳۷۷، طراحی ، ساخت و ارزیابی ماشین درخت تکان به منظور بررسی تاثیر دامنه و بسامد ارتعاش بر جدا سازی میوه. پایان نامه کارشناسی ارشد مکانیک ماشینهای کشاورزی ، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز ، ایران.

محسنی ،ش.۱۳۸۰. بررسی و تاثیر دامنه و بسامد ارتعاش بر جدا سازی میوه لیمو ترش. پایان نامه کارشناسی ارشد مکانیک ماشینهای کشاورزی ، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز ، ایران.

Adrian, P. A. and R. B. Fridley. 1965. Dynamics and design criteria of inertia type tree shakers. Trans. of the ASAE, 8(1), 12–14.

Cargill, B. F. 1999. Fruit and Vegetable Harvest Mechanization – Technological Implications, Rural Manpower Center, Michigan State University, Michigan.

Domingan, I. R., R. G. Diener, K. C. Elliot, S. H. Blizzard, P. E. Nesseelroad, S. Singa and M. Ingle. 1988. A fresh fruit harvester for apples trained on horizontal trellises, Journal of Agricultural Engineering Research, 41(4): 239-249

Erdogan, D., M. Gu¨ner, E. Dursun and I. Gezer. 2003. Mechanical harvesting of apricots. Biosystems Engineering, 85(1), 19–28.

FAO. 2008. Available from http://faostat.fao.org/faostat/collections?subset=agriculture.

Fridley R. B., H. Goehlich, L. L. Claypool and P. A. Adrian. 1964. Factors affecting impact injury to mechanically harvested fruit. Trans. of the ASAE, 7(4), 409–411

Kececioglu, G. 1975. Atalet kuvvet tipli sarsıcı ile zeytin hasadı imkanları uzerine bir arastırma [Research on olive harvesting possibilities with an inertia type shaker]. Department of Agricultural Machinery, Agricultural Faculty, Ege University. Izmir, Turkey.

Kepner, R. A., R. Bainer and E.L. Barger, 1987. Farm Machinery, CBS Publishers and Distributors, Daya Basti, Delhi.

Khonbani , J. 2009. Culturing, preservation, harvesting. Gardener July no. 31, 8-11.

Loghavi, M. and M. Abounajmi. 2001. Effects of shaking mode, frequency and amplitude on “Shahani” date fruit detachment ,II: field experiment. Iran Agricultural Research 21:1-14

Loghavi, M. and Sh. Mohseni. 2006. The Effects of shaking frequency and amplitude on detachment of lime fruit. Iran Agricultural Research, Vol. 24, No. 2 and Vol. 25, No. 1:27-38

Mbuge, D. O. and P. K. Langat. 2008. Principles of a mechanical shaker for coffee harvesting. CIGR Ejournal. Manuscript PM 07016, Vol. X.

Parameswarakumar, M. and C. P. Gupta. 1991. Design parameters for vibratory mango harvesting system. Transactions of the ASAE, 34(1):14–20.

Polat, R., I. Gezer, M. Guner, E. Dursun, D. Erdogan and H.C. Bilim. 2007. Mechanical harvesting of pistachio nuts. Journal of Food Engineering, 79:1131–1135.

Sessiz, A., and M. T. Ozcan. 2006. Olive removal with pneumatic branch shaker and abscission chemical. Journal of Food Engineering, 76,148–153.

Sirvastava, A. K., G. E. Georing, and R. P. Rohrbach. 1993. Engineering Principle of Agricultural Machines. ASAE, textbook No.6, ASAE. 601p.

Thomson, W.T., 1988. Theory of Vibration with Applications, 3rd Ed, New Jersey: Prentice Hall.

Torregrosa, A., B. Martín, J. García Brunton and J. J. Bernad. 2008. Mechanical Harvesting of Processed Peaches. Applied Engineering in Agriculture, Vol. 24(6): 723-729.