اثر بسامد و طول زمان ارتعاش بر جداسازی مکانیزه میوه رسیده سه رقم پرتقال و دو رقم نارنگی

محمد حسین موذنی[۱]، محمد لغوی[۲]، محمد حسین رئوفت[۳]

۱– دانش آموخته مقطع کارشناسی ارشد، گروه مهندسی ماشینهای کشاورزی، دانشگاه شیراز

۲و۳– استاد گروه مهندسی ماشین های کشاورزی، دانشگاه شیراز

چکیده

در این پژوهش ، نوعی شاخه تکان به منظور برداشت میوه پرتقال های والنسیا ، تانجلو و خونی و نارنگی های کینو و یافا مورد ارزیابی قرار گرفت . ماشین انتخابی دارای قابلیت تغییر بسامد در سطوح ۱۰ ، ۲۰ و ۲۵ هرتز بوده و دامنه نوسان آن ثابت و برابر ۳۲/۵ میلی متر بود . به منظور تعیین تاثیر بسامد نوسان ، زمان ارتعاش و انتخاب مناسبترین ترکیب بر میزان جداسازی میوه از شاخه ، آزمایش فاکتوریل در قالب یک طرح کاملا تصادفی انجام گردید. آزمایش در سه سطح بسامد (۱۰ ، ۱۵ و ۲۰) هرتز و دو سطح زمان ارتعاش (۱۰ و ۱۵ ثانیه) با سه تکرار انجام گردید . نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ها نشان از معنی دار بودن تاثیر سطوح مختلف بسامد و زمان ، بر جداسازی میوه رسیده سه رقم پرتقال و دو رقم نارنگی داشت . همچنین در مورد اثر تعاملی نتایج حاکی از آنست که بین میانگین‌های بسامد ارتعاش و زمان ارتعاش روابطی موجود است که بر درصد برداشت میوه رسیده تأثیر می‌گذارند .

ضمناً بصورت متوسط مناسبترین بسامد ارتعاش و بهترین زمان برداشت بترتیب ۲۰ هرتز و ۷ ثانیه می باشد .

کلید واژه : برداشت پرتقال ، درصد برداشت میوه رسیده ، نرخ برداشت

مقدمه

اتخاذ روش برداشت میوه به شکل مکانیکی برای جمع آوری پرتقال ، یکی از اهداف مهم صنعت مرکبات است. برای بکارگیری و طراحی ماشین های برداشت میوه ، عموما خواص فیزیکی و مکانیکی اجزای درخت و میوه آن مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار میگیرد و پس از آن مکانیزمی سریع وآسان با قابلیت حمل ونقل راحت طراحی میگردد که شخص باغ دار و یا اپراتور استفاده کننده از دستگاه بتواند به سهولت و با حداقل زمان و بدون کمترین خطر احتمالی به برداشت محصول اقدام کند.

براساس آمار سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد ، ایران رتبه هفتم تولید مرکبات در جهان را به خود اختصاص داده است. ایران از نظر سطح زیر کشت مرکبات رتبه نهم جهانی و از نظر عملکرد در واحد سطح رتبه نهم تولید مرکبات جهان را به خود اختصاص داده است. براساس این گزارش از مجموع ۱۰۳.۸۰۰.۰۰۰تن مرکبات در جهان، ۸۲ درصد آن توسط ۱۵ کشور تولیدکننده انبوه این محصول تولید می‌شود و مرکبات در ۱۲۵ کشور جهان تولید می‌شود (Fao , 2008) .

عملیات برداشت محصول به واسطه نیاز به نیروی کارگری بالا، یکی از پرهزینه ترین مراحل تولید میوه می‌باشد . ابتدایی‌ترین روشی که برای استفاده از ارتعاش جهت تکاندن میوه درختان صورت پذیرفته است را می‌توان ایجاد ارتعاش در تنه یا شاخه درختان با نیروی دست و یا پا دانست . با افزایش سطح زیر کشت درختان میوه و تقاضا جهت بهبود کیفیت محصولات برداشت شده ، کارشناسان به فکر استفاده از دستگاه هایی افتادند که ضمن تسریع کار برداشت ، به کیفیت محصول آسیبی نرساند و از ضایعات میوه کاسته و بازار پسندی آنها را هم حفظ نماید.

ماشین‌های برداشت میوه با سامانه‌های مختلف از اواسط قرن بیستم در کشورهای توسعه یافته مورد استفاده قرار گرفته‌اند. از رایج‌ترین نوع ماشین‌های برداشت میوه سامانه‌های ارتعاشی می‌باشند که با تولید نیروی ارتعاشی و اعمال آن به تنه یا شاخه درخت موجب ارتعاش اجزاء مختلف درخت و در نتیجه جداشدن میوه‌ها از درخت می‌گردند (Loghavi and Rahimi , 2007) .

بیشتر برداشت کننده‌های مکانیکی امروزی امکان انتخاب میوه رسیده از میان میوه‌های نارس را ندارند. این ماشین‌ها به منظور جداسازی کلیه محصول رسیده بر روی درخت در فصل برداشت جاری با اولین بار برداشت ، طراحی و ساخته می‌شوند . برداشت یکباره محصول این عیب را دارد که بخش عمده‌ای از محصول برداشت شده کیفیت لازم را ندارد . به این دلیل که میوه‌های نارس به کیفیت لازم نرسیده‌اند و میوه‌هایی که بیش از حد رسیده‌اند در معرض خراب شدن قرار دارند (Sanders , 2005) .

ظهور تنه تکان، طرح نوینی از استفاده لرزش چند جهتی به منظور بهبود بخشیدن به انتقال ارتعاش در طول تمام شاخه‌ها ، مستقل از موقعیت آنها نسبت به برداشت کننده را فراهم کرد . مکانیزم اصلی برای تولید لرزش چند جهتی شامل دو وزنه خارج از مرکز دوار است که در دو جهت مخالف وبا سرعت‌های مختلف رانده می‌شوند (O,Brien *et al*., 1983) .

اگر چه در تنه‌تکان‌های تجاری امکان تنظیم دستگاه بر اساس مرحله رسیدگی میوه وجود ندارد اما برای کشاورزان یک روش آسان، تغییر دادن شرایط کاری شیکر می باشد. این روش شامل تغییر مدت زمان ارتعاش واستفاده از چندین ارتعاش برای هر درخت با هدف برداشت بیشترین میوه می‌باشد. استفاده از این روش‌ها ممکن است موجب شکستن شاخه‌ها، آسیب به تنه وکاهش محصول در سال بعد گردد (Blanco – Roldan *et al*., 2009) .

اولین تلاش جهت مکانیزه کردن برداشت درختان میوه به روش شاخه تکان در سال ۱۹۴۶ انجام شد . در این وسیله از یک سیستم خارج مرکز که از محور توان‌دهی تراکتور نیرو می‌گیرد و توسط کابلی به شاخه درخت متصل است ، استفاده می‌شود . اشکال وارد بر این دستگاه اعمال شوک‌های شدید به درخت می‌باشد که برای رفع این نقیصه در طرح‌های بعدی از دستگاه‌های با بوم یکپارچه استفاده گردید ؛ در این صورت بسامد نوسان لرزش درخت با نوسان‌های مکانیزم خارج از مرکز برابر شده و تنش‌های وارد بر درخت کاهش یافت (Fairbank ,1946) .

ارتعاش‌دهنده ضربه‌زن نیز نوعی از ارتعاش‌دهنده های ساخته شده است . در این سیستم از بالشتکی لاستیکی که در انتهای بوم قرار دارد ، به منظور وارد آوردن ضرباتی به شاخه که در نهایت موجب لرزاندن شاخه می‌گردد ، استفاده می‌شود (Coppock , 1974) .

نوع دیگری از سیستم ضربه‌ای نوع پاندولی است که در آن انتقال ارتعاش حاصل از ضربه پاندول به درخت در دفعات متوالی باعث ریزش میوه می‌شود میزان نیروی اعمالی به درخت و دامنه نوسان بستگی به وزن پاندول وارتفاع رها شدن آن دارد (O,Brien *et al.*,1983) .

ارتعاش دهنده قابل حمل با دست ، نوع خاصی از ارتعاش دهنده ضربه زدن است که در باغهای کوچک مورد استفاده قرار می‌گیرد ؛ در این نوع ارتعاش دهنده از یک سیلندر پنوماتیک که به انتهای جک آن یک میله بلند متصل است ، استفاده می‌شود . عمل رفت و برگشت با کورس کم آن باعث می‌گردد که بیشتر برای میوه‌های کوچک و سبک مورد استفاده قرار گیرد (گلپیرا، ۱۳۷۷).

آزمایش‌های انجام شده بر روی برخی از میوه ها نشان دهنده‌ی این است که وقتی ارتعاشات در صفحات عمودی اعمال شود ، نسبت به لرزش در صفحات افقی میوه را بهتر وکاملتر از شاخه جدا می‌سازد (Justars *et al.*, 1966) .

در مورد خرمای شاهانی نشان داده شد که بیشترین درصد میوه رسیده وکمترین مقدار میوه نارس در دامنه ۶۰ میلی‌متر و فرکانس ۵ هرتز به دست می‌آید و میوه رسیده بیشتری در ارتعاش عمودی نسبت به ارتعاش افقی برداشت می‌شود (Loghavi and Abounajmi , 2001) .

در هر دو نوع درخت تکان (تنه تکان و شاخه تکان) جدا شدن میوه از شاخه بر اساس شتاب دادن به میوه می‌باشد ، به طوریکه نیروی اینرسی (F= ma) بزرگتر از نیروی اتصال دهنده بین میوه وشاخه باشد (Fnidley and Adrian , 1966) .

نوع درخت و شکل شاخه‌ها ، تعیین کننده چگونگی استفاده از درخت تکان‌های فوق می‌باشد. تنه‌تکان‌ها روی درختان با شاخه‌های خشبی و محکم بازده خوبی دارند اما روی درختانی که شاخه‌های آنها نرم است (مانند لیمو ترش) به دلیل میرایی ارتعاش ، بازده

خوبی ندارند زیرا ارتعاش آنها توسط انحنای شاخه‌ها جذب می‌شود و انرژی قبل از رسیدن به میوه مستهلک می‌گردد (Fridle et.al. , 1974) .

بطور تئوری محاسبه شد که برای ریزش عملی میوه بسامد نوسان داده شده به شاخه باید با بسامد نوسان طبیعی شاخه برابر باشد. در این وضعیت دامنه ارتعاش آنقدر افزایش می‌یابد تا میوه با کمترین مقدار پرتاپ شدن از شاخه جدا شود (Stafford and Diener, 1972) .

آزمایش‌هایی با دستگاه ارتعاش دهنده آزمایشگاهی به منظور برداشت خرما انجام شد و نتایج این آزمایش‌ها نشان داد که تأثیر سطوح مختلف دامنه و بسامد نوسان و همچنین اثر متقابل این دو فاکتور معنی‌دار بود . دراین تحقیق مناسب‌ترین دامنه و بسامد نوسان (به منظور بازده وکیفیت برداشت بالا) به ترتیب ۶۰ میلی‌متر و ۵ هرتز گزارش شد (ابو نجمی ، ۱۳۷۸) .

به منظور بدست آوردن مناسب‌ترین دامنه و بسامد ارتعاش شاخه جهت برداشت مکانیکی برای میوه لیموی ترش، از یک ارتعاش دهنده تراکتوری استفاده گردید. در این آزمایش تاثیر سه سطح بسامد (۵، ۷/۵ و ۱۰ هرتز) و سه سطح دامنه ارتعاش (۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌متر) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که اثر بسامد ارتعاش بر جداسازی میوه معنی‌دار بوده ولی اثر دامنه و اثرهای متقابل آن‌ها معنی‌دار نبود و با افزایش بسامد ارتعاش درصد میوه‌های جدا شده به طور معنی‌داری افزایش یافت. ولی در مجموع ترکیب دامنه ارتعاش ۸۰ میلی‌متر با بسامد ارتعاش ۱۰ هرتز مناسب‌ترین حالت برای جداسازی میوه شناخته شد. زیرا در دامنه های بالاتر (۱۲۰ میلیمتر) منجر به ریزش برگ ها می‌گردید (Loghavi and Mohseni , 2006) .

در پژوهشی ، زمان های مختلف تکاندن (4s, 5s, 10s) و بسامد های مختلف (4.1 Hz , 3.8Hz , 3.6 Hz) مورد بررسی قرار گرفت که آیا کاهش در مدت زمان یا میزان بسامد ، موجب کاهش در میزان ضربه های صدمه زننده بر روی درختان پرتقال والنسیا در محدوده ی زمانی بعد از ۱۰ ثانیه میباشد یا خیر. نتیجه حاکی از کاهش قابل توجه له شدگی در مقایسه با میزان کنترل شده ی آن در چیدن با دست ، در محدوده ی ۲۰ تا ۵۰ درصد بود (Futch and Roka , 2005) .

در این تحقیق اهداف ذیل مورد استفاده قرار گرفت :

۱- بررسی اثر سطوح مختلف بسامد ارتعاشی بر جداسازی میوه رسیده

۲- بررسی اثر طول زمان ارتعاشی بر جداسازی میوه رسیده

مواد و روش‌ها

سیستم برداشت محصول :

مرکبات ایران غالبا به صورت دستی برداشت می‌شوند و باغداران به منظور برداشت محصول از نیروی انسانی استفاده می‌کنند. موقعیت درختان پرتقال و نارنگی به دلیل طول شاخه‌های آن ، به صورت چتری می‌باشد که باعث رشد درختان در عرض می‌شود (شکل ۱) . لازم به ذکر است که برخی از درختان در مناطقی با شرایط ناهموار واقع بودند ؛ بنابراین امکان استفاده از شیکرهای پشت تراکتور وجود نداشت و نهایتاً از یک شیکر دستی ساخت شرکت Scoutimax کشور ایتالیا مدل SC9000 استفاده شد .

شکل ۱ . موقعیت قرارگیری درختان به صورت چتری و تراکم آنها

دستگاه ارتعاش‌دهنده از نوع شاخه‌تکان بوده و به صورت دستی، مورد استفاده قرار گرفت (شکل ۲) . توان کاری ماشین از طریق یک موتور تک سیلندر بنزین سوز با قدرت ۱/۲ کیلو وات تامین شد . وزن کل لرزاننده به همراه بوم ۱/۸ متری ، ۱۴ کیلوگرم بود. همچنین دامنه نوسان لرزاننده ثابت و برابر ۳۲/۵ میلی‌متر و حداکثر فرکانس نوسان برابر ۲۵ هرتز بود .

شکل ۲ . دستگاه لرزاننده مورد آزمایش

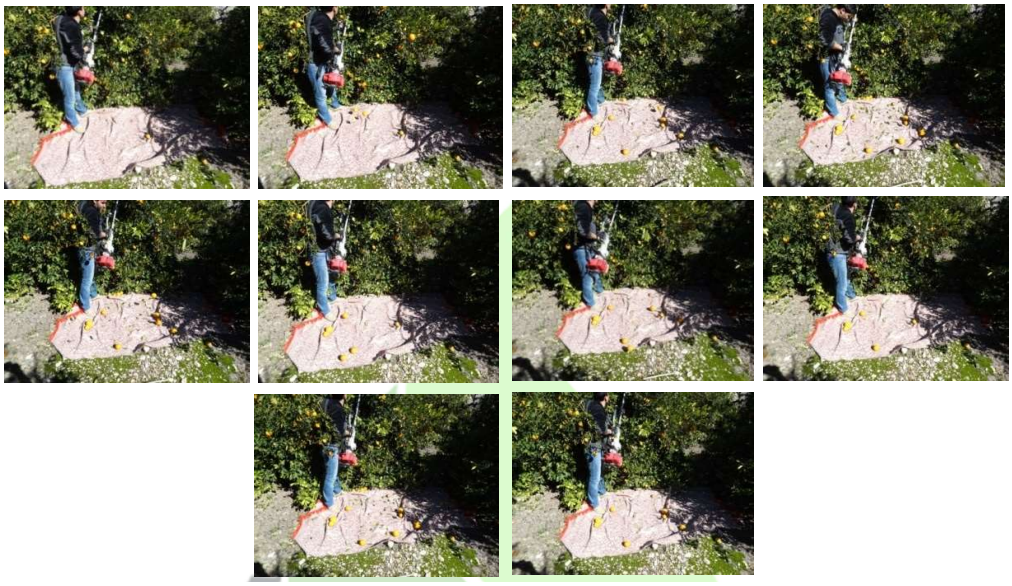
درصد ریزش میوه رسیده :

قبل از انجام آزمایش تعداد پرتقال‌ها و نارنگی‌های رسیده و نارس بر روی شاخه شمارش می‌شد و پس از اعمال تیمار مورد نظر میوه‌های ریخته شده بر روی واحد جمع آوری و همچنین باقیمانده بر روی شاخه به تفکیک شمارش می‌شد.

نرخ برداشت :

جهت اندازه‌گیری نرخ برداشت از دو دوربین Canon IXY-930i و Sony DSC-HX9V استفاده شد. بدین ترتیب که به محض آغاز به کار شیکر ، تصویر برداری دوربین نیز آغاز می‌شد و با توجه به این که تصویربرداری هر نیم ثانیه یک بار انجام

می‌شد ، در طی زمان‌های ارتعاش ۱۰ و ۱۵ ثانیه ، به ترتیب ۲۰ و ۳۰ عکس و ۱۰ و ۱۵ ثانیه فیلم توسط دو دوربین ضبط می‌شد (شکل ۳) .



شکل ۳ . تصاویر زنجیره‌ای ضبط شده توسط دوربین در هر نیم ثانیه برای زمان ۱۰ثانیه

مشخصات محل انجام آزمایش ها :

آزمایش‌های باغی در طول فصول برداشت (پاییز و زمستان) سال ۱۳۹۱ و آزمایش‌های اولیه در سال ۱۳۹۰در باغ مرکبات متعلق به آقای همایونی واقع در شهرستان کازرون انجام شد (شکل ۴). شهر کازرون در فاصله ی ۱۲۰ کیلومتری در غرب شیراز و در استان فارس در موقعیت جغرافیایی"۴۵ '۳۳ °۵۱ شرقی و "۲۸ '۴۸ °۲۹ شمالی و در ارتفاع ۸۶۰ متری از سطح دریا واقع شده است که با میانگین دمای سالانه ۲۱/۷۸ درجه سانتیگراد و میانگین بارش ۵۲۲ میلی‌متر در سال و با ۱۵ روز یخبندان در سال شرایط مناسب را برای پرورش مرکبات فراهم آورده است .

شکل ۴ . محل انجام آزمایش ها

چگونگی انجام آزمایش

قبل از انجام آزمایش ، تعداد پرتقال ها و نارنگی های رسیده و نارس بر روی شاخه شمارش می شد و پس از اعمال تیمار مورد نظر میوه های ریخته شده بر روی واحد جمع آوری و همچنین باقیمانده بر روی شاخه به تفکیک شمارش و توزین می شد . برای محاسبه درصد برداشت شده از رابطه (۵) استفاده شد (Loghavi and Mohseni, 2006) .

$$\mathrm{P}r = 100\frac{\mathrm{M}rr}{\mathrm{M}rr + \mathrm{M}ur}$$

شکل ۵ .

در این رابطه ها تمام جرم ها بر حسب کیلوگرم می باشند :

Pr : درصد میوه ی رسیده برداشت شده ، Mrr : جرم میوه ی رسیده جدا شده ، Mur : جرم میوه ی جدا نشده

آنالیز آماری

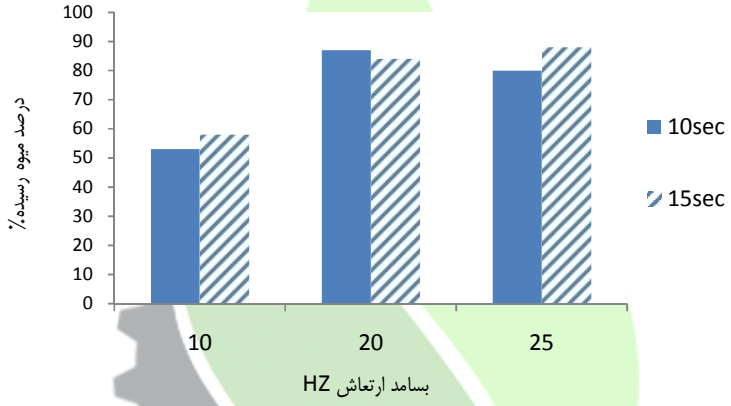
به منظور بررسی رابطه بین بسامد ارتعاش با درصد برداشت میوه ی رسیده ارقام مرکبات یاد شده ، از روش آماری رگرسیون استفاده شد . نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد برداشت میوه رسیده نشان داد که بین بسامد ارتعاش و درصد برداشت ، رابطه معنی‌داری وجود دارد و با افزایش بسامد ارتعاش (در بازه مشخص شده تا ۲۵ هرتز) ، درصد برداشت میوه های مورد نظر افزایش می‌یابد .

در مورد رابطه بین زمان ارتعاش با درصد برداشت میوه ی رسیده ارقام مرکبات اندازه گیری شده ، می توان نتیجه گرفت که بین زمان ارتعاش و درصد برداشت این نوع ارقام رابطه معنی‌داری وجود دارد . بر اساس نتایج حاصله ، با افزایش زمان ارتعاش (در بازه زمانی مشخص شده تا ۱۵ ثانیه) ، درصد برداشت میوه های مورد نظر افزایش می‌یابد.

در مورد اثر تعاملی (بسامد * زمان) می‌توان نتیجه گرفت که بین میانگین‌های بسامد ارتعاش و زمان ارتعاش تعاملی موجود است و بر درصد برداشت میوه رسیده تأثیر می‌گذارند . بر مبنای آزمون توکی که بر اساس آزمون واریانس دو طرفه اجرا می گردد ، در پی آن هستیم که بدانیم تعامل کدام بازه زمانی با بازه بسامدی ، به بیشترین درصد برداشت میوه های رسیده منجر می شود (شکل ۶).

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معنی‌داری
بسامد ارتعاش	۱۹۸۵/۳۸	۲	۹۹۲/۴۹	۳۳/۷۵	۰/۰۰۰
زمان ارتعاش	۱۸۵۴/۵۸	۱	۸۵۵/۶۵	۲۶/۸۱	۰/۰۰۰
بسامد * زمان	۱۸۲۵/۳۵	۲	۸۹۸/۲۴	۲۸/۴۲	۰/۰۰۰
خطا	۳۶۵/۷۴	۱۲	۳۱/۳۲		
کل	۲۲۵۴۵/۸۶	۱۸	–		

شکل ۶ . نمونه ای از تحلیل واریانس دوطرفه درصد میوه رسیده در سطوح مختلف زمان و بسامد

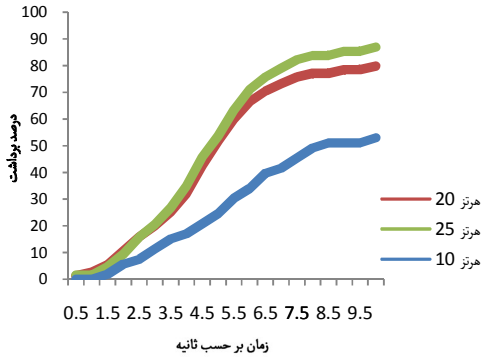


شکل ۷ . تاثیر بسامد و زمان ارتعاش بر درصد جدا شدن میوه رسیده

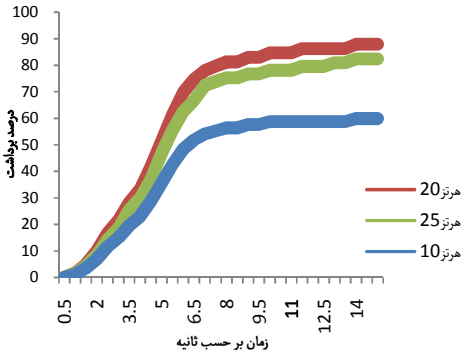
با توجه به شکل ۷ و میزان برداشت میوه ی رسیده در بسامد های ۱۰ ، ۲۰ و ۲۵ هرتز ؛ میتوان نتیجه گرفت که هرچه بسامد افزایش می یابد ، درصد برداشت هم افزایش می یابد .

نرخ برداشت

نتایج حاصل از نرخ برداشت توسط دوربین در بازه های ۱۰ و ۱۵ ثانیه نشان دهنده معنی داری اثر زمان بر درصد برداشت میوه می باشد و هرچه زمان افزایش می یابد درصد برداشت هم افزایش می یابد .



شکل۸. نمونه ای از نرخ برداشت به صورت تابعی از زمان برای زمان ۱۰ ثانیه



شکل ۹. نمونه ای از نرخ برداشت به صورت تابعی از زمان برای زمان ۱۵ ثانیه

با توجه به شکل ۸ و ۹ ، **مشاهده می شود هرچه زمان افزایش می یابد درصد برداشت هم به همان اندازه افزایش می یابد** هرجند **که این روند بصورت خطی نبوده و پس از طی زمان معینی نرخ برداشت بطور محسوسی کاهش یافته و** شیب منحنی بسیار کوچک میگردد.

جمع بندی نتایج

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد:

با افزایش بسامد ارتعاش (در بازه مشخص شده تا ۲۵ هرتز)، **درصد برداشت میوه مورد نظر افزایش می‌یابد.**

با افزایش زمان ارتعاش (در بازه زمانی مشخص شده تا ۱۵ ثانیه) ، درصد برداشت **میوه مورد نظر افزایش می‌یابد.**

برداشت میوه رسیده به طور معنی‌داری تحت تاثیر زمان و بسامد نوسان می‌**باشد و هر چه زمان و بسامد نوسان افزایش یابد** ، درصد **برداشت میوه رسیده نیز افزایش** می‌یابد و البته این افزایش به صورت خطی نمی باشد.

با گذشت زمان و در هر بسامدی نرخ برداشت محصول بیشتر می‌شود. **ولی شیب افزایش در ابتدا زیاد بوده و در نهایت کم می شود.**

با توجه به نمودار نرخ برداشت و نزدیکی خطوط برداشت در بسامد های ۲۰ و ۲۵ هرتز و میزان حداکثری برداشت در بازه ی ۰ تا ۷ ثانیه و با توجه به ثابت بودن دامنه (۳۲/۵ میلی متر) و نمودار **اثر تعاملی بسامد در زمان برداشت** ، بهترین طول زمان اعمال ارتعاش ۷ ثانیه و **بهترین بسامد ارتعاش** ۲۰ هرتز اعلام می شود .

منابع

۱) ابونجمی، م. ۱۳۷۸. طراحی وساخت یک دستگاه ارتعاش دهنده به منظور بررسی اثرات فرم، بسامد ودامنه ارتعاش برروی جدا سازی میوه خرما. پایان نامه کارشناسی ارشد مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

1- Blanco-Roldan, G. L., J. A. Gil-Ribes, K.Kouraba, and S.Castro-Garcia. 2009. Effects of trunk shaker duration and repetitions on removal efficiency for harvesting oil olives. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 25(3): 329-334.

2- Coppock. G. E. 1974. Development of lime shaker for harvesting Florida citrus. Trans of the ASAE, 17(2): 262-265.

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

4-Fridley R. B., and P. A. Adrian 1966. Mechanical Harvesting equipment for deciduous tree fruits. California Agr. Sta. Bull. 825 p.

5- Fridley R. B., H. T. Hartman, J. G. Mehlschau, P. Chen, and H. J.. Wisler. 1974. Olive harvest mechanization in California. Calif. Agric. Sta. Bull. 855p.

6- Futch, S.H. and. Roka, F.M. 2005. Trunk shaker mechanical harvesting systems. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. http://edis.ifas.ufl.edu.

7- Justars, P. J. and G. E. Coppock. 1966. Harvesting citrus fruit with an oscillating air blast. Trans of the ASAE. (6): 192-194.

8- Loghavi, M. and Rahimi. H. 2007. Effects of shaking amplitude and frequency on nut and cluster detachment of two varieties of pistachio, 11(40): 109-123. (In Farsi)

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

10- 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

11- O, Brien, M., R. B. Fridley, and B. F. Cargill. 1983. Principle and Practices for Harvesting and Handling Fruit and Nuts. AVI pub. Co., INC. Westport, Connecticut: 157-188.

12- Sanders, K. F. 2005. Orange harvesting systems review. Biosystems engineering, 90 (2): 115–124.

13- Sanders, K. F. 2005. Selective picking head for citrus harvesting Biosstems Engineering, 90(3): 279-285.

14- Stafford, J. R and R. G. Diener. 1972. Design criteria for minimizing pre-detachment fruit damage during mechanical shaking. Trans of the ASAE. 16(5): 840-843.

Effects of Frequency and Duration of Shaking on Mechanized Harvesting of Three Orange and Two Tangerine Cultivars

Mohamad hossein mozani[1],mohamad loghavi[2],Mohamad hossein raofat[3]

1- Graduated MA, Department of Agricultural Machinery Engineering, Shiraz University

2- Professor, Department of Agricultural Machinery Engineering, Shiraz University

Abstract :

In This investigation , a Characteristic Performante of a Fruit shaker for harvesting of valencia , tangelo and blood orange and also kino and jaffa tangerines was investigated . The shaker frequency could be set at 10 , 20 and 25 hertz .Whereas the domain of vibration was held constant at 32.5 mm . The effects of vibration frequency , vibration duration and rate of harvesting was studied .A completely randomized desiqn arranged factorial expriment was considered for evaluation purpose Three frequancy levels (10 and 15 seconds) with three repeats . The results from variance analysis and comparing the means show the significant effect of different duration and frequency levels on ripe fruit separation of the three orange types and the two tangerines types .Also the result of the combined effect (frequency × duration) shows that there exists a relatioship between the means of vibration frequency and vibration duration affecting the ripe fruit harvesting percentage . The study indicates that the best harvest duration and vibration frequency are 7 seconds and 20 Hz , respectively .

Keywords : Fruit harvest , Orange harvest , Vibration duration , Vibration frequency