

سرویس مکانیکی درخت خرما (۹۵)

سید میثم مظلوم زاده^۱، محسن عبدی ور^۲، محسن شمسی^۲، سید ناصر علوی^۲

چکیده

به دلیل وجود نداشتن روش مکانیزه کاملی که تمام نیاز نخل داران را برآورده کند، اکثر اعمال زراعی نخل خرما در سراسر دنیا به صورت دستی انجام می شود. در این تحقیق یک بالابر پشت تراکتوری دوکاره سرویس نخل خرما که به یک سکوی U شکل و یک ربات الکترومکانیکی مجهز بود طراحی و ساخته شد. دستگاه ساخته شده می تواند بطور جداگانه توسط ربات بدون سکو و کارگر بر روی سکو مورد استفاده قرار گیرد. ماشین همچنین می تواند به سه نقطه اتصال هر نوع تراکتوری متصل شود. معیارهای طراحی بر اساس یک مطالعه جامع در باغات خرمای استان کرمان انتخاب شدند. ماشین می تواند به ارتفاع کاری ۹ متر برسد طول، عرض و ارتفاع دستگاه به ترتیب ۱۰۰ و ۷۰ و ۲۵۰-۲۰۰ سانتیمتر بودند. دستگاه قادر بود ماکزیمم وزن ۱۳۰ کیلوگرم را جابجا نماید که مجموع وزن کارگر و خرمای جمع آوری شده توسط او می باشد. هزینه تمام شده بالابر و ربات مکانیکی ۶۰۰۰۰۰ تومان و وزن کلی دستگاه ۱۵۰ کیلوگرم می باشد. دستگاه توسط کارگر در ۳ دقیقه به بیشترین ارتفاع کاری خود می رسد. در این تحقیق بررسی شده است که آیا می توان اعمال سرویسی نخل را از راه دور و توسط ربات مکانیکی ساده ای به جای انسان که با بالابر به تاج نخل می رسد انجام داد. در اطراف ربات ساخته شده دوربین هایی وجود داشت که اپراتور پایین نخل در تلویزیون آن را کنترل می نمود. محدوده کاری ۱۰۰ سانتیمتر، طول اعضای ربات (بازو و ساعد) هر کدام ۴۰ سانتیمتر، طول میج ۲۰ سانتیمتر و سرعت دورانی اعضاء ۲/۳۷ دور بر دقیقه مشخص شد. بررسی قیمت عرضه بالابر ساخته شده نشان داد که این قیمت حدود ۲۰٪ قیمت بالابر EHS 1000 که نزدیک ترین نمونه به این بالابر است، می باشد. این قیمت هم چنین ۵٪ میانگین قیمت بالابر های همه کاره موجود در ایران می باشد. نتایج آزمایش های مربوط به مدت زمان برداشت یک نخل خرما توسط بالابر ساخته شده نشان داد، این مدت زمان به احتساب بازه مزرعه ۷۵٪، با دو کارگر برابر ۱۱/۲ دقیقه می باشد. آزمایشات نشان داد مدت زمان برداشت یک نخل خرما با استفاده از بالابر و یک کارگر، برابر ۱۳/۵ دقیقه می باشد. به طور کلی مدت زمان برداشت با ماشین ساخته شده از تمامی روش های برداشت خرما که تا کنون گزارش شده اند به جز روش برداشت در آمریکا، کوتاه تر می باشد. ارزیابی اقتصادی ماشین نشان داد نقطه سر به سر اقتصادی برای دو روش دستی و استفاده از بالابر، برداشت باغی با ۱۴۰۰ اصله نخل خرما می باشد.

کلیدواژه: مکانیزاسیون سرویس نخل خرما، بالابر، بالابر پشت تراکتوری، ربات الکترو مکانیکی سرویس نخل خرما

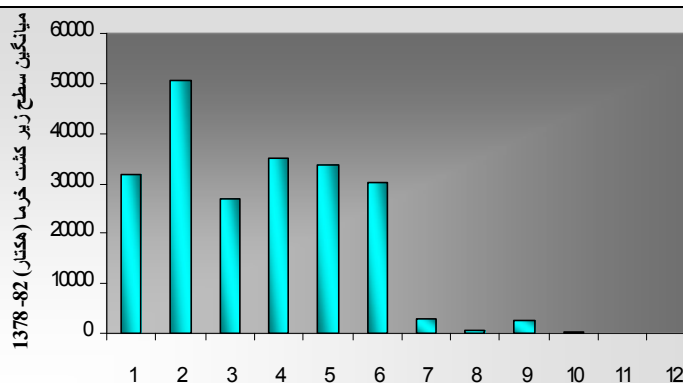
۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان، پست الکترونیک: mazloumzadeh@gmail.com

۲- استادیار بخش مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان

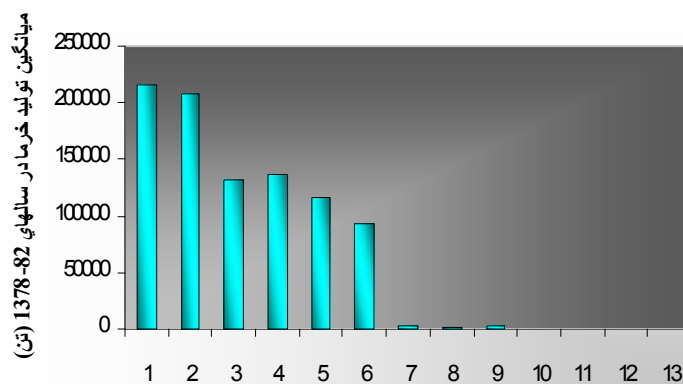
مقدمه

محصول سالانه خرماى جهان تقریباً ۶/۸ میلیون تن و تولید سالیانه خرما در ایران تقریباً ۸۸۰ هزار تن می باشد [۸]. برای بیشتر از ۴۰۰۰ سال قبل، مردم خرما را در امتداد رودهای کارون و کرخه می‌کاشتند و خرما یک غذای ضروری برای هزاران سال در مناطق بیابانی جهان بوده است [۷].

در سال‌های بین ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۱ به ترتیب کشورهای مصر، ایران و عربستان سعودی، ۶۱ درصد کل خرماى جهان را تولید کرده‌اند و کشورهای عراق، الجزایر، امارات، عمان و سودان نیز ۲۹ درصد کل تولید خرماى جهان را به خود اختصاص داده‌اند [۱۹]. ایران یکی از بزرگ‌ترین کشورهای تولید کننده خرما در جهان است. ۱۳ درصد سطح زیر کشت محصولات میوه‌ای کشور ایران را خرما تشکیل می‌دهد. امکان تولید خرما در ۱۳ استان کشور وجود دارد و از نظر سطح زیر کشت رتبه نخست در سطح جهان متعلق به ایران است [۸]. همان‌طور که شکل ۱ نشان می‌دهد استان هرمزگان بیشترین میانگین تولید را در سالهای اخیر به خود اختصاص داده، در صورتی‌که در شکل ۲ میانگین سطح زیر کشت این استان در سال‌های اخیر در رتبه چهارم قرار دارد. شکل‌های ۱ و ۲ همچنین نشان می‌دهند استان کرمان در سالهای اخیر با بیشترین میانگین سطح زیر کشت خرما، همواره رتبه دوم تولید خرما را دارا بوده است.



شکل ۱: نمودار میانگین تولید خرما در ۱۳ استان ایران در سال‌های ۱۳۷۸-۸۲



شکل ۲: نمودار میانگین سطح زیر کشت خرما در ۱۳ استان ایران در سال‌های ۱۳۷۸-۸۲

با توجه به مسایل و مشکلات مطرح شده در زمینه برداشت سنتی خرما، در مناطقی از ایران از جمله استان کرمان که دومین تولید کننده خرما در ایران می‌باشد، بعضی از بالابره‌های همه‌کاره در جهت برداشت برخی از ارقام خرما به کار گرفته شده‌اند، و تلاش‌هایی در جهت مکانیزاسیون برداشت خرما در حال انجام می‌باشد.

هدف کلی این تحقیق عبارت است از:

طراحی، ساخت و ارزیابی سیستمی در راستای سرویس و برداشت مکانیکی خرما متناسب با شرایط باغ‌های با کاشت

سنتی استان کرمان.

بررسی منابع

عملیات کشاورزی نخل خرما:

اعمال زراعی نخل خرما در زمان‌های متفاوتی در طول فصل رشد انجام می‌شوند که عمده ترین این عملیات عبارتند از : - مرتب کردن ته برگها ۲- گرده افشانی ۳- تنک کردن خوشه ها ۴- کیسه گرفتن خوشه ها ۵- جابجایی خوشه ها ۶- سم پاشی و استفاده از آفت کشها برای کنترل حشرات و آفتها ۷- برداشت محصول. طبیعت و ذات بی همتای نخل خرما نیازمند به عملیات باغی شدید و کاربر تحت شرایط پر مخاطره و خطرناک می‌باشد. به دلیل این که در بعضی ارقام خرما مانند مضافتی همه میوه‌ها در زمان مشابه در خوشه نمی‌رسند، انجام چندین برداشت در طول فصل برداشت لازم می‌باشد. اگر خرماها هنگامی که رسیده‌اند برداشت نشوند، دچار کم آبی شده و استعداد برای هجوم حشرات که از بیشترین مشکلات است افزایش می‌یابد.

روشهای انجام اعمال زراعی نخل خرما

روش‌های سنتی:

برای بالا رفتن از درخت خرما جوان و یا ارقام پا کوتاه مشکلی در میان نیست، ولی بیشتر نخل‌های مسن و قدیمی بلند هستند و برای انجام اعمال زراعی باید بر آنها صعود کرد. چنان‌که معمول است کارگر با پای برهنه از درخت بالا رفته که کاری خسته کننده و خطرناک است، حمل وسایل برداشت بر بالای درخت و استفاده از آنها در بالای نخل بسیار دشوار است. بنا بر نوشته نیکسون^۱ [۱۵] برخی از کارگران ماهر برای کمک در امر بالا رفتن از نخل، از برآمدگی‌های تنه درخت استفاده می‌کنند. بدین منظور در قاعده برگ‌های مسن هرس شده، قسمتی از ته‌برگ را باقی می‌گذارند و به هنگام بالا رفتن از درخت از آن استفاده می‌کنند، در این روش کارگران ماهر می‌توانند با پای برهنه و بدون استفاده از وسیله‌ای خاص به سرعت از درخت بالا روند. در ارقامی مانند شاهانی که ارتفاع نخل به ۱۰ تا ۲۰ متر می‌رسد، بالا رفتن از درخت کاری طاقت فرسا می‌باشد. این روش در نخلستان‌های قدیمی و بلند بعضی از کشورهای تولید کننده عمده خرما مانند عراق، ایران و کشورهای آفریقایی مرسوم است. داوسون^۲ [۱۳] می‌نویسد گاهی اوقات کارگر ماهر از کمر بند طنابی ساده‌ای برای صعود از درخت استفاده می‌کند. داوسون [۱۳] گزارش می‌دهد وصله^۳ (به معنای عام وصل) که در لیبی به کار می‌رود نوع بهتر طناب ساده است و از یک طناب محکم که نخل را احاطه می‌کند و تعداد زیادی طناب‌های کوچک، شبیه به تنگ زین اسب که کارگر نخل از پشت به آن تکیه می‌کند تشکیل یافته است. نخل کاران از این کمر بند در الجزایر نیز استفاده می‌کنند. استفاده از فروند^۴ در کشور عراق کاربرد بیشتری دارد، گمان می‌رود که کلمه فروند ماخوذ از کلمه فارسی پروند به معنای طناب باشد. فروند در اصل نوع پیشرفته وصله است و در برخی از نقاط خرماخیز ایران نیز از این وسیله استفاده می‌شود. فروند فعلی که در عراق استفاده می‌شود، دارای طنابی سیمی است که نخل را احاطه می‌کند و کمر بند لیفی فراخی به آن متصل است، انتهای طناب به گل میخی چوبی بسته می‌شود که آن هم داخل حلقه طناب قرار می‌گیرد [۱۳]. در ارقام پایه بلند خرما، مانند شاهانی و ربی که طول تنه آنها به ۲۰-۱۰ متر می‌رسد، بالا رفتن از درخت کار آسانی نیست و تنها افراد ماهر با کمک طناب و یا کمر بندهای مخصوص می‌توانند از درخت بالا بروند. یکی از این کمر بندها پربند^۵ است که در مناطق نخل کاری ایران به ویژه جنوب بلوچستان کاربرد وسیعی یافته است. این کمر بند از الیاف خرما به طرز محکمی بافته شده است که در وسط به صورت یک نوار پهن در آمده و در دو طرف به صورت طناب بافته می‌شود، کارگر در حالی که طناب را به دور درخت خرما حلقه زده بر قسمت نوار مانند آن تکیه زده و سر آن را گرفته و به راحتی به بالای درخت می‌رود. به هر حال استفاده از این روش احتیاج به تجربه و تمرین دارد و خطراتی نیز در پی دارد [۱۴].

¹ Nixon² Dawson^۳ Wasla^۴ Farwand^۵ Parband

برخی باغداران آفریقایی به خصوص در الجزایر، برای بالا رفتن کارگران از نخل خرما حفره‌هایی در تنه درخت به فواصل معین ایجاد می‌کنند، این حفره‌ها شبیه به حفره‌هایی است که در داخل چاه‌ها و قنات‌ها برای پایین رفتن ایجاد می‌شود، به هر حال کارگران به کمک این حفره‌ها از درخت بالا می‌روند [۲]. نیکسون [۱۵] گزارش داد برخی از باغداران ایالت کالیفرنیا در آمریکا برای بالا رفتن از درخت خرما از نردبانی به طول ۱۰-۵ متر استفاده می‌کنند، استفاده از این وسایل سرعت کار را زیاد و احتیاج به کارگر حرفه ای را برای بالا رفتن از درخت کم می‌کند. نخستین نخل کاران، زمانی برای برداشت از نخل‌های جوان از نردبان‌های سه پله‌ای سه پایه استفاده می‌کردند. امروزه برای انجام اعمال زراعی نخل‌های جوان از نردبان‌های آلومینیومی سبک استفاده می‌شود [۳].

در بعضی مناطق سکوه‌های چوبی که متصل به نردبان با زنجیره‌هایی از تاج درخت آویزان بودند نیز مورد آزمایش قرار گرفته، اما با افزایش ارتفاع درخت کاربرد آنها بسیار مایه زحمت بوده است. نردبان دراز شونده با چرخ‌های تراکتوری که مسیر مدوری را بر دور درخت می‌پیماید ابداعی دیگر بوده، زنجیری از بالای نردبان، نخل را تا نیمه دور می‌زده و مانع از سقوط نردبان که بطور اریب دور نخل قرار داشته می‌شده است، اما این وسیله هم بسیار سنگین و انتقال آن از درختی به درخت دیگر خیلی وقت‌گیر بوده است [۳]. در برخی از مناطق خرما خیز آمریکا، نردبان‌های ثابت دائمی در کنار درخت نیز مورد آزمایش قرار گرفته است [۱].

روش‌های مکانیکی:

پیشرفت‌هایی که از دهه‌های گذشته در زمینه مکانیزاسیون اعمال زراعی نخل خرما بوجود آمده بر محوریت برداشت مکانیکی بوده است. بنا به اعلام الکفاف [۹]، هزینه برداشت میوه خرما در تمام نقاط خرماخیز دنیا زیاد است و تا قبل از سال ۱۹۶۶ که استفاده از نیروی ماشین چندان رواج نداشت، هزینه برداشت میوه متجاوز از ۴۵٪ کل مخارج نخلستان را تشکیل می‌داد اما با استفاده از نیروی ماشین، هزینه برداشت به وسیله کارگر به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت. مثلاً در آمریکا تا آنستند متجاوز از ۸۰٪ از محصول خرما را با ماشین برداشت کنند و استفاده از کارگر ۲۰٪ تقلیل دهند.

براون^۲ و پرکینز^۳ [۱۶] اعلام کردند در ابتدا از ماشین‌های دستی سبک وزن (۷-۸ کیلوگرم) برای برداشت میوه استفاده می‌کردند، قدرت این ماشین‌ها نسبتاً زیاد (۱۴۰۰ دو در دقیقه) بود. کارگر ماشین را با خود به بالای درخت می‌برد و انتهای خوشه میوه را با کمک اهرم و قلاب‌هایی به ماشین وصل می‌کرد سپس ماشین را روشن می‌کرد، در اثر ارتعاشات شدیدی که به خوشه وارد می‌آمد میوه‌های رسیده به داخل سبد می‌ریخت. از این روش اصولاً برای برداشت میوه‌های رسیده استفاده می‌شده، اما در ایران کارگران از پا یا قطعه چوب برای این کار استفاده می‌کنند.

بنا به گزارش براون و پرکینز [۱۱] از نقاله متحرک در نخلستان‌های آمریکا برای برداشت میوه استفاده می‌شد. پرکینز و براون [۱۷] نشان دادند برای برداشت ۱۲ تن خرما از یک هکتار نخلستان با روش معمولی در آمریکا (۱۰ کارگر که روزانه ۶ ساعت کار کنند) ۶۰ ساعت کار مداوم لازم است، اما با استفاده از روش برج‌های نقاله‌ای که با سیستم تمام اتوماتیک کار می‌کند، بیشتر از ۴ ساعت کار لازم نیست. با مقایسه این روش‌ها و به کار گرفتن سیستم‌های ساده می‌توان به اندازه قابل ملاحظه‌ای از هزینه برداشت میوه کم کرد و درآمد باغداران را بالا برد.

شمسی [۱۹] یک ماشین سبک چهارچرخ که از درخت بالا می‌رود را در دانشگاه کرانفیلد انگلستان ساخته است که قابلیت حل مشکلات برداشت و نیز گرده افشانی را دارا می‌باشد. این ماشین با قدرت خود می‌تواند روی زمین و در بین درختان خرما حرکت نماید و از تنه درخت نیز بالا می‌رود. این ماشین نسبت به ماشین‌های دیگر از ویژگی‌های برتری مانند بالا رفتن از درخت با سرعت مناسب و وزن کم برخوردار است و توانایی برداشت یک درخت را در ۲۲ دقیقه داشته و خطری نیز برای کارگر و درخت ندارد.

^۱ Alkhafaf

^۲ Brown

^۳ Perkins

در ایران انواع بالابرهای هیدرولیکی و مکانیکی با امکانات و تجهیزات مختلف ساخته شده است که بیشتر در صنایع و تاسیسات برق و غیره کاربرد دارند. بالابرهای کارخانه‌های بالان صنعت [۵]، لجور [۶] و اهرم وزین [۴] از کارایی نسبی در زمینه مکانیزاسیون اعمال زراعی نخل خرما برخوردار می‌باشند.

مواد و روشها:

به دلیل کمبود کارگران ماهر در ماطق خرماخیز برای انجام اعمال زراعی نخل خرما و ناتوان بودن کارگران معمولی در انجام این عملیات از قبیل بالا رفتن از درخت با سرعت متوسط $0/31$ متر بر ثانیه [۱۹]، گام نهادن در زمینه مکانیزاسیون این اعمال یکی از نیازهای ضروری صنعت تولید خرما محسوب می‌شود. با توجه به این که تمامی اعمال زراعی نخل خرما بدون حضور کارگر در بالای درخت امکان پذیر نمی‌باشد (خم کردن و بستن خوشه ها و تنک کردن میوه های اضافه)، یک بالابر پشت تراکتوری دوکاره سرویس نخل خرما (شکل ۳ الف) به گونه ای طراحی و ساخته شد که بتوان بعضی از اعمال را بدون بالا رفتن کارگر از راه دور انجام داد و برای دیگر اعمال کارگر به بالای درخت برسد. برای انجام عملیات زراعی نخل خرما یک ربات الکترومکانیکی به گونه ای ساخته شد که توسط ۳ دوربین که اطراف ربات نصب شده بودند از راه دور کنترل می‌شد (شکل ۳ ب). بالابر ساخته شده می‌توانست به سه نقطه اتصال هر نوع تراکتوری متصل شود. ربات الکترومکانیکی و بالابر پشت تراکتوری با شماره های ۳۶۸۹۷ و ۴۳۱۹۸ در اداره کل ثبت شرکتهای و مالکیت صنعتی به ثبت رسیده اند



(ب)



(الف)

شکل ۳: الف) ربات بر روی بالابر در حال تست ب) ربات الکترو مکانیکی ساخته شده (عکس از مولف)

نتایج و بحث

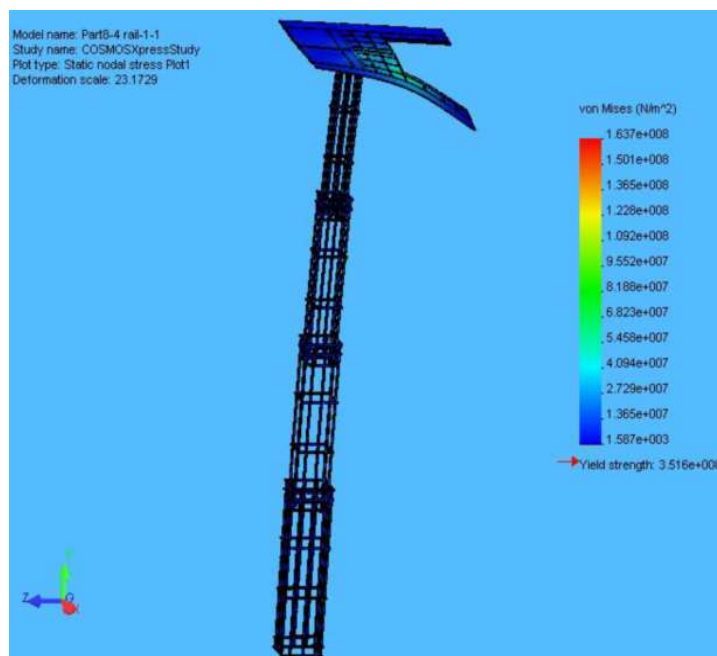
مشکلات و محدودیت‌های نخلستان‌های سنتی:

پس از بررسی مطالعه سیستماتیک مجموع ۱۴ نخلستان خرما در شهرستان‌های بم و شهداد در نوبت‌های مختلف، نتایج کلی زیر در مورد وضعیت نخلستان‌های با کاشت سنتی استان کرمان به‌دست آمدند.

۱. فواصل بین نخل‌ها در محدوده ۲/۵ تا ۷/۳ متر متغیر می‌باشند (جدول). در صورتیکه در باغ‌های مکانیزه خرما، فواصل درختان خرما حداقل ۸ متر می‌باشد [۱۴].
۲. نخل‌ها روی خطوط و ردیف‌های منظم کشت نشده‌اند و در سطح نخلستان کانال‌های آبیاری عمیق یا زهکش‌های روباز که عبور از آنها الزامی باشد وجود دارد، این مساله سرعت حرکت ادوات کشاورزی را در نخلستان کند می‌نماید.
۳. نخل‌ها هم سن نیستند و این مساله در یک فصل، اعمال زراعی متفاوتی را برای یک باغ می‌طلبد.
۴. همه نخل‌ها از یک رقم نیستند، از این رو میوه‌ها هم‌زمان نمی‌رسند و این مساله بازده برداشت را کاهش می‌دهد.
۵. در بین نخل‌ها درختان پرتغال و زمین‌های یونجه کاشته شده که این مساله امکان حرکت ادوات سنگین را در نخلستان محدود می‌نماید.
۶. متأسفانه شرایط ذکر شده در اکثر نخلستان‌های ایران وجود دارد که تغییر آن عملاً غیر ممکن می‌باشد، از این رو ماشینی متناسب با این شرایط ساخته شد و مورد ارزیابی قرار گرفت.

تحلیل تنش استاتیکی بالابر در بحرانی‌ترین حالت:

بعد از انتخاب اجزاء و طراحی بعضی از قطعات بالابر، بالابر در بحرانی‌ترین حالت با استفاده از روش اجزاء محدود، مورد تحلیل استاتیکی قرار گرفت. بحرانی‌ترین حالت در وضعیتی صورت می‌گیرد که بالابر به ارتفاع بیشینه خود رسیده باشد و کارگر نیز در دورترین نقطه از سکوی U شکل قرار گرفته باشد. با توجه به این‌که برای بالابر بیشترین وزن بالابری ۱۳۰ کیلوگرم انتخاب شده بود، این نیرو در دورترین نقطه بالابر به آن وارد شد. نتایج به‌دست آمده از شکل ۴ نشان می‌دهد که برای طرح اولیه شده، ضریب اطمینان برابر $2/15 = 107 / 16370 \div 108 \pm 3/5160$ می‌باشد.



شکل ۴: تحلیل استاتیکی طرح نهایی بالابر در بحرانی‌ترین حالت

نتایج تحلیل تغییر مکان بالابر نشان داد در اثر نیروی ۱۳۰۰ نیوتونی بیشترین جابجایی برابر با ۲۸ میلی‌متر می‌باشد که در نوک سکوی U شکل اتفاق افتاده است.

تعیین مدت زمان برداشت:

با توجه به اینکه عملیات برداشت مهمترین جزء اعمال زراعی نخل خرما می باشد، سیستم ساخته شده در این زمینه مورد ارزیابی قرار گرفت. اهداف تعیین مدت زمان برداشت در روش سنتی و استفاده از دستگاه عبارتند از: ارزیابی و مقایسه سرعت برداشت خرما در این روش ها نسبت به روش های دیگر. مقایسه دستگاه ساخته شده با سیستم های برداشت دیگر کشورهای تولید کننده خرما. استفاده از این اطلاعات در ارزیابی اقتصادی ماشین.

مدت زمان برداشت درخت توسط کارگر در روش سنتی:

در این روش کل زمان برش خوشه های ۹ درخت توسط شمس [۴۸] اندازه گیری و ثبت شده است. در فصل برداشت، کارگر از درخت بالا رفته و پس از برش خوشه ها آنها را به طناب می بندد و به زمین هدایت می کند. در مرحله بعد که خوشه در روی زمین از طناب جدا شد طناب دوباره بالا کشیده می شود و این کار تا اتمام خوشه ها تکمیل می شود. با بازده مزرعه ۰/۷۵، مدت زمان متوسط واقعی برداشت خوشه های نخل خرما برابر ۱۶۴۱ ثانیه، معادل ۲۷/۳ دقیقه گزارش شده است.

تعیین مدت زمان برداشت خرما توسط کارگر با بالابر ساخته شده:

بالابر ساخته شده پس از سوار شدن بر سه نقطه اتصال تراکتور مورد آزمایش قرار گرفت به صورتی که در هر تکرار مسیر و فرد بالابرنده بالابر تعویض شدند.

جدول ۱: جزئیات و زمان کل برداشت خوشه های نخل خرما با استفاده از بالابر پشت تراکتور

زمان (ثانیه)				مراحل برداشت
متوسط	تکرار ۱	تکرار ۲	تکرار ۳	
۵۱/۱۶	۴۸/۴	۵۲/۶	۵۲/۵	مدت زمان جاگیری مناسب دستگاه در کنار درخت (ثانیه)
۲۰۵/۹	۱۹۸	۲۱۱/۵	۲۰۸/۱	مدت زمان بالا رفتن بالابر با ۸۰ کیلوگرم بار توسط کارگر (ثانیه)
		۷۰	۱۰/۲ = ۷۱/۷	مدت زمان برش خوشه های درخت توسط کارگر (ثانیه)
۱۶۵/۳	۱۴۴/۴ + ۱۵	۱۵۴/۲ + ۱۵	۱۵۲/۴ + ۱۵	مدت زمان پایین آمدن بالابر و خروج محصول و آمادگی برای رفتن به درخت دیگر (ثانیه)
۹/۷	۸/۷	۹/۲	۱۱/۲	مدت زمان حرکت و رسیدن به درخت بعدی (ثانیه)
		۵۰۳/۷۶		مدت زمان برداشت نخل خرما (ثانیه)

منظور از ردیف ۱ جدول بالا قرار گرفتن تراکتور در کنار درخت به گونه ای است که وسط بالابر روبروی مرکز تنه نخل خرما باشد تا سکوی U شکل نیز تنه درخت را در بر گیرد.

در ردیف چهارم نیز به دلیل عدم وجود درخت خرما از اطلاعات برداشت دستی خرما استفاده شد که متوسط خوشه های درخت خرما از بین ۹ نخل خرما برابر ۷ خوشه به دست آمد که از ضرب این مقدار در متوسط زمان برش خوشه ها که عدد ۱۰/۲ ثانیه می باشد، زمان ۷۱/۷ ثانیه برای برش خوشه ها در بالای درخت به دست آمد. مطمئناً وقتی کارگر بر روی بالابر قرار گیرد به دلیل قدرت مانور بیشتر، با سرعت عمل بیشتری قادر به چیدن خوشه ها خواهد بود.

در ردیف ۴ عدد ۱۵ ثانیه برای خروج محصول از سکوی بالابر در نظر گرفته شده و اعداد دیگر از آزمایش به دست آمده اند. با توجه به نتایج جدول بالا مدت زمان برداشت خرما برابر ۵۰۳/۷۶ ثانیه می باشد که معادل ۸/۴ دقیقه می باشد، با در نظر گرفتن بازده مزرعه ۰/۷۵ برای دستگاه ساخته شده، مدت زمان برداشت واقعی نخل خرما با دو کارگر برابر ۱۱/۲ دقیقه می باشد.

تعیین مدت زمان برداشت خرما با ربات مکانیکی سوار شونده بر روی بالابر

جدول ۳: جزئیات و زمان کل برداشت خوشه‌های نخل خرما با استفاده از ربات مکانیکی سوار شونده بر روی بالابر

زمان (ثانیه)				مراحل برداشت
متوسط	تکرار ۳	تکرار ۲	تکرار ۱	
۵۵/۵	۵۸/۲	۵۳/۷	۵۴/۶	مدت زمان جاگیری مناسب دستگاه در کنار درخت (ثانیه)
۱۵۵/۶	۱۵۴	۱۶۰/۶	۱۵۲/۲	مدت زمان بالا رفتن بالابر با ربات ۳۰ کیلوگرمی توسط کارگر (ثانیه)
	۷۰	۳۷=۲۵۹		مدت زمان برش خوشه‌های درخت توسط ربات مکانیکی (ثانیه)
۱۲۴/۴	۱۲۲/۶+۲۰	۱۳۷/۵+۲۰	۱۲۳+۲۰	مدت زمان پایین آمدن بالابر و خروج محصول و آمادگی برای رفتن به درخت دیگر (ثانیه)
۱۱/۲	۱۱/۸	۱۰/۵	۱۱/۴	مدت زمان حرکت و رسیدن به درخت بعدی (ثانیه)
		۶۰۵/۷		مدت زمان کلی برداشت نخل خرما (ثانیه)

در ردیف چهارم مدت زمان برش یک خوشه خرما با استفاده از ربات مکانیکی توسط شمسی در ۱۹۹۸ عدد ۳۷ ثانیه گزارش شده است. از ضرب این عدد در متوسط خوشه‌های درخت خرما از بین ۹ نخل خرما برابر ۷ خوشه به دست آمده، متوسط مدت زمان چیدن خوشه‌های یک درخت خرما برابر ۲۵۹ ثانیه می‌باشد.

در ردیف ۵ عدد ۲۰ ثانیه برای خروج محصول از سکوی بالابر در نظر گرفته شده و اعداد دیگر از آزمایش به دست آمده‌اند.

با توجه به نتایج جدول بالا مدت زمان برداشت خرما برابر ۶۰۵/۷ ثانیه می‌باشد که معادل ۱۰/۱ دقیقه می‌باشد، با در نظر گرفتن بازده مزرعه ۷۵٪ برای دستگاه ساخته شده، مدت زمان برداشت واقعی نخل خرما برابر ۱۳/۵ دقیقه می‌باشد.

جدول ۳: زمان کلی مورد نیاز برای تکمیل مراحل اصلی برداشت خرما توسط کارگر با استفاده از بالابر

شماره	تعریف کار	متوسط زمان (ثانیه)	درصد از کل زمان برداشت
۱	کل زمان برداشت	۵۰۳/۷۶	۱۰۰
۲	کل زمان بالا رفتن و پایین آمدن بالابر	۳۷۱/۲	۷۳/۷
۳	کل زمان برداشت خوشه‌های خرما	۷۱/۷	۱۴/۲
۴	کل زمان حرکت بین درختان و جاگیری مناسب بالابر در کنار درخت	۶۰/۸۶	۱۲/۱

زمان کلی مورد نیاز برای تکمیل مراحل اصلی برداشت خرما توسط ربات مکانیکی با استفاده از بالابر

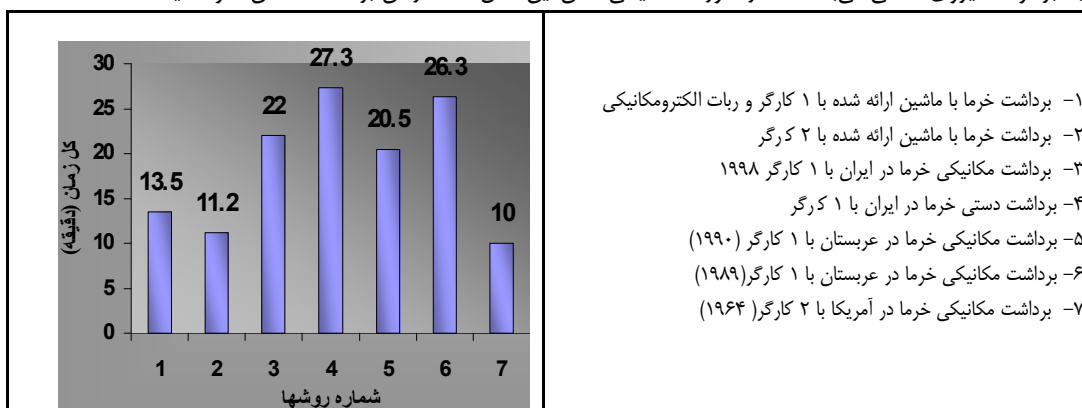
شماره	تعریف کار	متوسط زمان (ثانیه)	درصد از کل زمان برداشت
۱	کل زمان برداشت	۶۰۵/۷	۱۰۰
۲	کل زمان بالا رفتن و پایین آمدن بالابر	۲۸۰	۴۶/۲
۳	کل زمان برداشت خوشه خرما	۲۵۹	۴۲/۸
۴	کل زمان حرکت بین درختان و جاگیری مناسب بالابر در کنار درخت	۶۶/۷	۱۱

ارزیابی عملکرد دستگاه:

مقایسه مدت زمان برداشت خرما در ماشین ساخته شده با روش‌های موجود دستی و مکانیکی در دنیا

مدت زمان واقعی برداشت کامل نخل خرما برای بالابر ساخته شده توسط ۲ کارگر برابر ۱۱/۲ دقیقه و توسط کارگر و یک دست مکانیکی کنترلی برابر ۱۳/۵ دقیقه به دست آمد. برای ارزیابی زمان برداشت ماشین ساخته شده، مدت زمان برداشت خرما با این ماشین، با مدت زمان روش‌های مکانیکی و دستی دیگر که تا کنون در دنیا گزارش شده‌اند مقایسه شد (شکل ۵). پرکینز و برون [۴۲] در ۱۹۶۴ مدت زمان برداشت مکانیکی نخل خرما را توسط ۲ کارگر ۱۰ دقیقه اعلام کردند. السوهیبانی در ۱۹۹۳ [۱۸] گزارش داد که مدت زمان برداشت مکانیکی در سال‌های ۱۹۹۸ و ۱۹۹۹ در عربستان برابر ۲۶/۳ و ۲۰/۵ دقیقه می‌باشد. نتایج مطالعات در ایران نشان داد برداشت خرما در ایران توسط ۱ کارگر ۲۷/۳ دقیقه می‌باشد. شمسی [۴۸] در ۱۹۹۸ مدت

زمان برداشت خرما را توسط یک ماشین بالارونده از درخت ۲۲ دقیقه اعلام نمود. السوهیبانی تفاوت فاحش مدت زمان برداشت خرما با یک ماشین در سال های ۱۹۹۸ و ۱۹۹۹ را در وضعیت کاشت و کانال های آبیاری نخلستان های خرما عربستان اعلام کرد که مشابه نخلستان های ایران می باشد. دلیل سرعت بالای برداشت در نخلستان های خرما در آمریکا استفاده از ۲ کارگر و وضعیت کانال های آبیاری و کاشت نخل ها می باشد که با فواصل ۸ تا ۹ متر از یکدیگر قرار گرفته و ماشین به راحتی می تواند در بین آنها مانور دهد. همان طور که در شکل ۴-۱ نشان داده شده، مدت زمان برداشت ماشین ساخته شده با ۲ کارگر و یک کارگر و ربات به ترتیب ۱۶ و ۱۳/۸ دقیقه (۵۹٪ و ۵۰٪) از روش سنتی در ایران کوتاه تر می باشد. به طور کلی مدت زمان برداشت با ماشین ساخته شده از تمامی روش های برداشت که تاکنون گزارش شده اند به جز روش برداشت در آمریکا، کوتاه تر می باشد. مدت زمان برداشت خرما در بالابر ساخته شده با دو کارگر ۱/۲ دقیقه (۱۲٪) طولانی تر از روش مکانیکی آمریکا می باشد، که دلیل اصلی آن بالا رفتن بالابر توسط نیروی انسانی می باشد که در صورت مکانیکی شدن این عمل، مدت زمان برداشت کاهش خواهد یافت.



شکل ۵: مقایسه مدت زمان برداشت خرما در ماشین ساخته شده با روش های موجود دستی و مکانیکی در دنیا

مزایای ایجاد مکانیزاسیون سرویس و برداشت نخل خرما

جلوگیری از ضایعات محصول، کاهش خطرات جانی برای کارگران ماهر به ویژه جلوگیری از تلفات جانی، امکان انجام عملیات برداشت در شب به دلیل برخورداری از نورافکن، عدم نیاز به کارگر حرفه ای بالارو از درخت، استفاده از نیروی بالقوه زنان محلی برای سرویس و برداشت نخل خرما، سرعت و سهولت عملیات برداشت، کاهش هزینه های سرویس و برداشت نخل خرما، صرفه جویی در نیروی انسانی (زیرا مدت برداشت با ماشین نسبت به روش سنتی کمتر است).

نتیجه گیری

بررسی وضعیت سرویس و برداشت خرما در ایران نشان داد که اکثریت اعمال زراعی خرما در ایران به صورت سنتی می باشد و در بعضی از مناطق از نمونه هایی از بالابرها هم کاره در این زمینه استفاده شده است. با توجه به این که در مناطق کشاورزی تراکتورهای مختلف با انواع گوناگون موجود می باشد. بالابری پشت تراکتوری با قابلیت نصب بر پشت تمامی تراکتورها در جهت سرویس و برداشت درخت خرما با توجه به شرایط باغ های ایران طراحی و ساخته شد. با توجه به ناهمواری های موجود در سطح باغ ها، تراز کردن بالابر با استفاده از بازوهای وسط و چپ تراکتور که وظیفه تراز طولی و عرضی ادوات را بر عهده دارند از مزایای مهم استفاده از تراکتور می باشد. بررسی قیمت فروش بالابر نشان داد که این قیمت برابر ۸۴۰ هزار تومان می باشد که ۲۰٪ قیمت بالابر EHS 1000 است که مشابه ترین نمونه به این بالابر است و ۵٪ میانگین قیمت بالابرها هم کاره موجود در ایران می باشد.

ارزایی اقتصادی ماشین نشان داد اگر باغدار تعداد بیشتر از ۱۴۰۰ اصله نخل داشته باشد برای او خرید و استفاده از ماشین در ۱ سال مقرون به صرفه می باشد و در ۱۴۰۰ اصله نخل هزینه های دو روش دقیقاً برابر می باشند (۱۴۰۰ اصله با توجه به متوسط ردیف های باغ های نخل بم تقریباً ۳/۵ هکتار می باشد).

نتایج آزمایش های مربوط به مدت زمان برداشت یک نخل خرما نشان داد، مدت زمان برداشت نخل خرما به احتساب بازده مزرعه ۷۵٪، با دو کارگر برابر ۱۱/۲ دقیقه می باشد و همچنین مدت زمان برداشت نخل خرما با استفاده از ربات و یک کارگر

نیز برابر ۱۳/۵ دقیقه می باشد. مدت زمان برداشت ماشین ساخته شده با ۲ کارگر و یک کارگر و ربات به ترتیب ۱۶ و ۱۳/۸ دقیقه (۵۹٪ و ۵۰٪) از روش سنتی در ایران کوتاه تر می باشد. به طور کلی مدت زمان برداشت با ماشین ساخته شده از تمامی روش های برداشت که تا کنون گزارش شده اند به جز روش برداشت در آمریکا، کوتاه تر می باشد. بالابر ساخته شده با دو کارگر ۱/۲ دقیقه (۱۲٪) طولانی تر از روش مکانیکی آمریکا می باشد، مهم ترین دلیل بالاتر بودن زمان برداشت بالا رفتن بالابر توسط نیروی انسانی می باشد که در صورت مکانیکی شدن این عمل، مدت زمان برداشت کاهش خواهد یافت.

منابع و ماخذ

۱. بندهی، سلیمان. ۱۳۷۹. بررسی مناسبترین روشهای برداشت سنتی و مکانیزه محصول خرما (سیستان و بلوچستان). پایان نامه کارشناسی ارشد باغبانی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. استان سیستان و بلوچستان.
۲. روحانی، ایرج، ۱۳۶۷. خرما. مرکز نشر دانشگاهی تهران. چاپ اول.
۳. سندگل، رضا، ۱۳۷۰. تولید و مراقبت خرما (ترجمه). مولف دکتر دوسن، انتشارات سازمان ترویج کشاورزی.
۴. کاتالوگ شرکت اهرم وزین: تهران، خیابان آزادی، بین شادمان و یادگار امام، پلاک ۵۲۵، تلفن: ۶۰۰۵۳۰۹ (۰۲۱)، نمابر: ۶۰۲۹۲۸۵
۵. کاتالوگ شرکت بالان صنعت: تهران، خیابان انقلاب، بین ابو ریحان و دانشگاه، روبروی سینما سپیده، ساختمان فروردی، طبقه پنجم، شماره ۱۸، صندوق پستی: ۳۷۵_۱۳۱۴۵، تلفن: ۶۴۱۷۱۷۱ (۰۲۱)، نمابر: ۶۴۶۰۷۷۵
۶. کاتالوگ شرکت لاجور: اراک، کیلومتر ۱۲ جاده تهران، صندوق پستی: ۳۸۱۳۵۱۶۵۹، تلفن: ۳۱۶۰۰۲۷ (۰۸۶)، نمابر: ۳۱۶۰۰۳۴
۷. کاشانی، محمد، ۱۳۷۱. خرما. ناشر صندوق مطالعاتی خرما. مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی.
۸. وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۶ <http://www.agri-jahad.ir>
9. Alkhafaf, A. M. 1970. Mechanization of palm cultivation and date processing in Iraq. 3rd FAO tech.
10. Al-Suhaibani, S.A., Babier, A.S., Kilgour, J., and Flynn, J. C., 1988. The design of a date palm service machine. J. Agricultural Engineering Research. 40 (2): 143-157.
11. Brown, G. K and Perkins, R. M. 1964. Mechanical Harvesting of Dates. ASAE paper No. PC-64-8.
12. Brown, G. K and Perkins, R. M. 1967. Harvesting Dates Mechanically, Transaction of the ASAE vol. 10, No 4, pp.486-488.
13. Dawson, V. E. W and A. Aten. 1962. Dates handling, Processing and Packing Food and Agric. Organiz of United Nations.
14. Dawson, V. E. W and A. Aten. 1964. Dates in Iran. Food and Agric Organiz of United Nations.
15. Nixon, R.W 1966. Growing dates in the United States, U. S. Dep. Agr. Info. Ball. 207, 56p.
16. Brown, G. K and Perkins, R. M. 1967. Harvesting Dates Mechanically, Transaction of the ASAE vol. 10, No 4, pp.486-488.
17. Perkins, R. M., and Brown, G.K 1964. Progress in mechanization of date harvesting. Dates Growers, Institute report 41; 19-23, P.O. Box 81, Thermal, Calif.
18. Saring, Y., Ziv, G., Shamruk, J and Abramovitz, B., 1989. An integrated mechanical system for date orchard operation, ASAE, Paper No. 89-1069.
19. Shamsi, M., 1998. Design and development of a date harvesting machine. Unpublished PhD thesis. Silsoe College, Cranfield University. UK.
20. Zaid, A., 2002. Date palm cultivation, FAO publication, No. 156, Rome.

