مروری بر توسعه و ماشینی کردن مراحل داشت و برداشت خرما

مجتبی افشاری پور[۱،*]،محسن شمسی[۲]

۱- بخش مکانیک بیوسیستم دانشگاه شهید باهنر کرمان.
(mafsharipour@yahoo.com)
۲- بخش مکانیک بیوسیستم دانشگاه شهید باهنر کرمان
(shamsi@uk.ac.ir)

چکیده

برای بالا رفتن از درختان مسن خرما که ارتفاع زیادی دارند بدون هیچ وسیله‌ای و با استفاده از دست و پا و طناب کار سخت، طاقت فرسا و خطرناکی است. همچنین پیدا کردن کارگر ماهر، هزینه بالای کارگر و امکان سقوط کارگر از مشکلات دیگر آن می‌باشد. مکانیزاسیون خرما به معنای استفاده از ابزار آلات برای افزایش کمی و کیفی محصول و افزایش درآمد مالی کشاورز می‌باشد. تاکنون دستگاه‌های مختلفی برای رسیدن به تاج خرما و بالا رفتن از نخل خرما طراحی و یا ساخته شده است. در این مقاله مروری به بررسی تلاش محققان و دانشمندان جهت کاهش مشکلات، از قبیل هرس، گرده افشانی ، سمپاشی ، نازک شدن ، هرس ترتیب خوشه‌ها و قرارگیری پایه‌های ضد شکستگی ، پوشاندن و درنهایت برداشت میوه خرما پرداخته شده است.

کلمات کلیدی: خرما، مکانیزاسیون خرما، ربات بالارونده

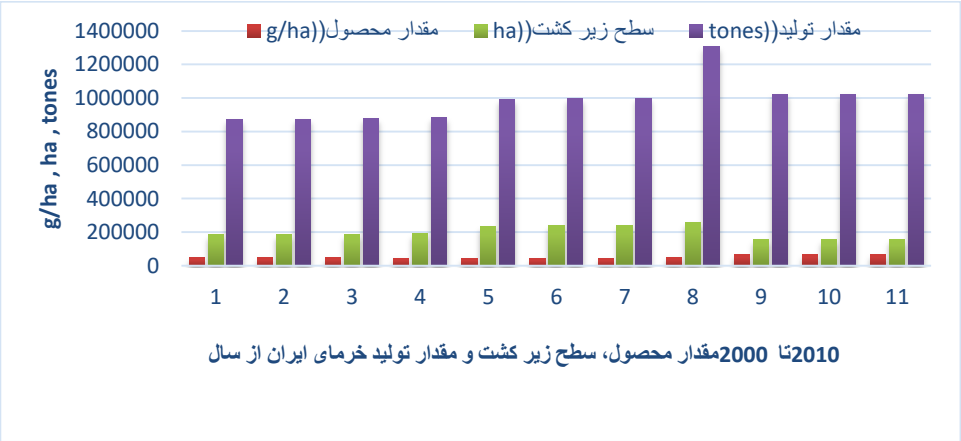
* نویسنده مسئول: mafsharipour@yahoo.com

مروری بر توسعه و ماشینی کردن مراحل داشت و برداشت خرما

مقدمه:

درخت خرما معمولا ۱۰ تا ۱۵ متر رشد می‌کند و شامل تنه‌های بلند و باریک ۳۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌متر در قطر با برگ‌های ریش ریش در تاج درخت است. خرما در خوشه‌هایی در یک حلقه حدود ۱/۲ مترقطر حلقه، رشد می‌کند. حدود ۵ تا ۶ نمونه خوشه وجود دارد که ۶ تا ۱۰ کیلوگرم وزن خوشه‌های هر درخت است. نخل‌های خرما معمولا با آب پمپ شده از چاه‌های عمیق آبیاری سیلی می‌شوند، زیرا در طول فصل رشد بارندگی در مکان‌هایی که خرما رشد می‌کند، کم است [۶].

تولید سالانه خرما در جهان تقریباً ۵۲۱۱ هزار تن (فائو ، ۲۰۰۰) . مقدار محصول، سطح زیر کشت و مقدار تولید خرمای کشور ایران از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ در شکل شماره ۱ داده شده است [۱۲].



شکل ۱ : نمودار مقدار محصول، سطح زیر کشت و مقدار تولید خرمای کشور ایران از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰

نخل خرما به ویژه در سطح تاج نیاز به مراقب‌های ویژه دارد ، از قبیل هرس درختان، گرده افشانی، سمپاشی، نازک شدن ، هرس ترتیب خوشه‌ها و قرارگیری پایه‌های ضد شکستگی، پوشاندن و درنهایت برداشت میوه خرما. همه این عملیات‌ها هنوز به صورت دستی انجام می‌شوند که به زمان و هزینه زیادی نیاز دارد و همچنین خطر صعود نیز وجود دارد. برداشت میوه خرما به عنوان مهم‌ترین عملیات کشاورزی خرما محسوب می‌شود [۱۶].

در همین چارچوب ، محققین تلاش می‌کنند که دستگاه‌هایی را توسعه دهند تا دسترسی به بالای درخت‌ها جهت عملیات مربوط به تاج خرما برای کارگر آسان‌تر شود.

در این مقاله به بررسی انواع روش‌های برداشت خرما پرداخته شده است.

روش‌های برداشت خرما در گذشته

عمده‌ترین اعمال زراعی نخل خرما عبارت‌اند از ۱- گرده افشانی ۲- تنک کردن خوشه‌ها ۳-کیسه کردن خوشه‌ها ۴- جابجایی خوشه‌ها ۵- سم‌پاشی و استفاده از آفت‌کش‌ها برای کنترل حشرات و آفت‌ها ۶- برداشت محصول که هر کدام از این عملیات در یک زمان خاصی از طول فصل رشد انجام می‌شوند و نیاز به بالا رفتن از نخل دارند.

برای بالا رفتن از درخت خرمای جوان و یا ارقام پا کوتاه مشکلی برای بالا رفتن از درخت 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 برخی از کارگران ماهر برای بالا رفتن از نخل، از برآمدگی‌های ایجاد شده بر روی تنه درخت استفاده می‌کنند. برای این منظور در هنگام هرس برگ‌های مسن قسمتی از تەبرگ 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 [۱۵]. این روش در نخلستان‌های قدیمی و بلند بعضی از کشورهای تولید کننده عمده خرما مانند عراق، ایران و کشورهای آفریقایی مرسوم است. گاهی اوقات کارگر ماهر از کمربند طنابی ساده‌ای برای صعود از درخت استفاده می‌کند [۱۰].

برخی از کارگران ماهر از کمربندهای مخصوصی براب بالا رفتن استفاده می‌کنند. یکی از این کمربندها پربند نام دارد که در مناطق نخل کاری ایران به ویژه جنوب بلوچستان کاربرد وسیعی یافته است. این کمربند از الیاف خرما به طرز محکمی بافته‌شده است که در وسط به‌صورت یک نوار پهن در آمده و در دو طرف به‌صورت 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 [۱۰].

استفاده از فروند[۱] (شکل۲) در کشور عراق کاربرد بیشتری دارد، 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 کمربند لیفی فراخی به آن متصل است، انتهای طناب به گل میخی چوبی بسته می‌شود که آن هم داخل حلقه طناب قرار می‌گیرد[۱۰].

شکل ۲: نمونه‌ای از فروند مورد استفاده در کشور عراق

برخی باغداران آفریقایی به‌خصوص 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[۳].

۱Farwand

به دلیل 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 روش‌های برداشت مکانیکی خرما نیز مورد آزمایش قرار گرفته است و تلاش‌هایی در جهت مکانیزاسیون برداشت خرما در حال انجام می‌باشد[۴].

در حال حاضر ، برداشت خرما نیاز به تلاش دستی از کشاورز با بالا رفتن از درخت نخل برای بریدن ساقه‌ها دارد و کل زیرساخت‌ها را با طناب بریده شده توسط یک کارگر روی زمین پایین می‌آورد. با این حال ، این روش برای فردی که از درخت بالا می‌رود بسیار دشوار و خطرناک است. علاوه بر این ، در دسترس بودن نیروی ماهر (کوهنوردان) با توجه به افزایش تعداد درختان و هزینه بالای عملیات برداشت ، بیشترین محدودیت برای کشاورزان محسوب می‌شود [۱۶].

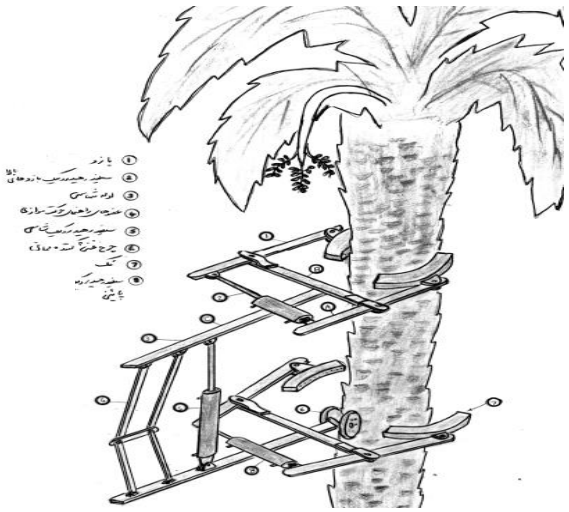
در واقع ، هیچ ادبیات مفصلی در مورد دستگاه خرما برداشت تاکنون پیدا نشده است، مگر اینکه یک دستگاه کوهنوردی برای برداشت و خدمات خرما درختان تهیه و آزمایش شده باشد [۲۰].

مواد و روش‌ها:

توسعه ماشین‌های مختلف جهت برطرف کردن مشکلات موجود در زمینه‌های داشت و برداشت خرما مورد بررسی قرار گرفت. به طور کلی دو سیستم مختلف برای رسیدن به ارتفاع درخت وجود دارد الف) دستگاه‌هایی که از تنه درخت برای رسیدن به تاج استفاده می‌نمایند. ب) سیستم‌هایی که بدون استفاده از تنه درخت کار می‌کنند. که به بررسی هر دو سیستم پرداخته شده است. همچنین برای برداشت میوه رسیده از میوه کال از شیکر استفاده می‌گردد.

ماشین هیدرولیکی

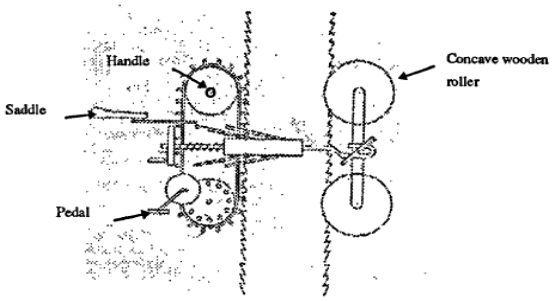
این ماشین بالارو از نخل خرما به صورت هیدرولیک عمل می‌کند(شکل ۳). عملکرد ماشین شبیه یک میمون می‌باشد که با باز و بسته کردن دست‌ها و پاها از درخت بالا می‌رود [۲۰].



شکل ۲ : طرح ماشین هیدرولیکی

ماشین زنجیری بالا رو از درخت

شمسی در تحقیقی دیگر یک ماشین بالارو از درخت خرما برای سرویس‌دهی طراحی کرد. قسمت اصلی این ماشین یک زنجیر مخصوصی است که شبیه زنجیرهای به کار رفته در تانک‌های جنگی و یا بلدزرها روی تنه درخت حرکت می-کند و توان خود را از رکاب‌هایی که به وسیله کارگر می‌چرخد می‌گیرد. در طرف مقابل زنجیر دو قرقره مخصوص که اتکا به درخت را تامین می‌کنند و از انحرافات جانبی ماشین جلوگیری می‌کنند روی قاب مخصوصی طراحی شده‌اند. برای اتصال ماشین به تنه زنجیر را به تنه چسبانده و از طرف مقابل، قاب قرقره‌ها را در محل مخصوص خود قرار داده و پیچ های دو طرف آن محکم می‌شوند کارگر روی زین می‌نشیند و دستگیره را می‌گیرد و با رکاب زدن از درخت بالا می‌رود (شکل ۴) [۲۱].



شکل ۴: ماشین زنجیری بالا رو از درخت

ماشین چرخ‌دار بالا رو از درخت نمونه مکاترونیکی

در تحقیقی دیگر در دانشگاه کرانفیلد یک ماشین چرخ‌دار توسط شمسی مورد آزمایش قرار گرفت. این ماشین (شکل ۵) کنترل از راه دور بوده و قادر به بالابردن ۱۰۰ کیلوگرم با خود بود. ماشین به درخت بسته شده و از تنه درخت به عنوان تکیه‌گاه برای بالا رفتن استفاده می‌کند. نوع موتور آن الکتریکی می‌باشد. این ماشین 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 رود. 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 [۲۰].

شکل ۵: ماشین چرخ‌دار بالا رو از درخت نمونه مکاترونیکی

مدل لیفتینگ پیشنهادی برای ماشین‌های سرویس خرما

یکی دیگر از ماشین‌های طراحی شده، بالارو هیدرولیکی مکاترونیکی بود که توسط کرامت جهرمی طراحی شد. مطابق شکل ۶ پنجه‌های چنگالی به تنه درخت متصل می‌شود و پنجه‌ها طوری طراحی شدند که به تنه درخت آسیبی نرسد. این پنجه‌ها برای محدوده حداکثر و حداقل قطر درخت یعنی حداکثر قطر در پایین ۲۱۵سانتی‌متر و حداقل قطر در بالا ۱۳۴/۲سانتی‌متر ،قابلیت باز و بسته شدن دارند مکانیزم این دستگاه از یک اهرم رفت‌وبرگشتی تشکیل شده که منجر به بازبسته شدن و گیر کردن چنگال‌ها به تنه درخت می‌شود که این مکانیزم توسط [۱۹] معرفی شد[۱۴].

این دستگاه شامل چهار پنجه است که در دو قسمت بالا و پایین قرار دارد و در هر قسمت یک جک هیدرولیکی برای بازبسته شدن پنجه‌ها وجود دارد. پنجه‌های پایین به قاب به طور مستقیم متصل شده‌اند و پنجه‌های بالا به کمک جک اتصالی یا رابط حرکت بالا و پایین انجام می‌دهند و نیروی چسبندگی به تنه توسط سیستم الکتروهیدرولیک کنترل می‌شود همچنین سنسورهای هیدرولیکی برای تنظیم نیروی پنجه‌ها روی تنه درخت با توجه به تنوع در قطر تنه و همچنین با توجه به شرایط آب و خاک و فعالیت‌های کشاورزی به ویژه آبیاری استفاده می‌شود.

شکل ۶ : مدل بالارو هیدرولیکی، مکاترونیکی

جرم بحرانی این دستگاه نیز با توجه به مقاومت خمشی، فشاری و محوری و با توجه به نیروی قابل تحمل تنه و وزن سرنشین و تعداد پنجه‌ها تعیین شد. حداکثر بار محوری شامل مجموع تاج، سرنشین، ماشین و تجهیزات از جمله اره، میوه‌ها و غیره است که اگر درخت را به عنوان یک ستون بلند در نظر بگیریم حداکثر بار به کار رفته از رابطه اویلر محاسبه می‌شود (ضریب ایمنی=۲/۷۴) [۱۴].

$$P_{max} = \frac{\pi^2 E_c I}{4L^2} \quad (۱)$$

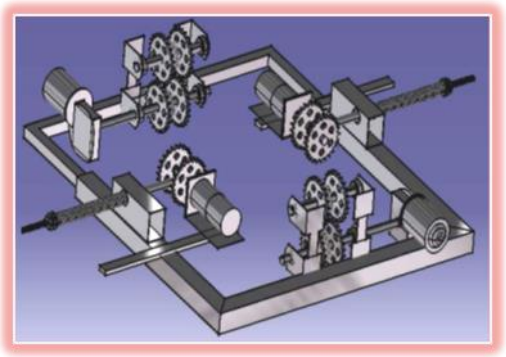
$$M_{max} = \frac{\pi^3 E_c D^4}{701.44L^2} \quad (۲)$$

که رابطه۱ بار بیشینه، رابطه ۲ جرم بحرانی، E مدول الاستیسیته، D قطر درخت و L ارتفاع درخت است [۸].

نتایج نشان داد که جرم بحرانی به صورت غیر خطی در مقابل افزایش سن درختان با همان قطر کاهش می‌یابد. بار بحرانی که درخت می‌تواند تحمل کند بین ۷۳/۱۰ تا ۱۴۴/۲۲ کیلوگرم است و وزن دستگاه ۱۰۰ کیلوگرم تخمین زده شد. از آنجا که تکیه‌گاه ماشین تنه درخت است منجر به کاهش وزن و حجم دستگاه نسبت به دستگاهی است که تکیه‌گاه آن زمین است و توصیه می‌شود برای استفاده این دستگاه از کنترل از راه دور استفاده شود نه سرنشین چون ایمن‌تر است [۱۴].

ربات بالارونده از درخت با شاسی تلسکوپی خودتنظیم و سیستم تعادل الکترونیکی

ساخت ماشین‌های سیار مثل ربات‌های بالارونده، ربات‌های خزنده در لوله‌های آب و کانال‌های آب و فاضلاب و ربات-های قدم زننده برای انجام ماموریت‌های خاص امر مهمی است که توسط پژوهشگران رباتیک به چالش کشیده شده است. ربات‌های بالارونده گروهی از ربات‌ها هستند که قادرند از سطوح عمودی یا شیبدار بالا روند. ربات‌های بالارونده کاربردهای زیادی در صنعت دارند از جمله می‌توان به ربات‌های بالارونده از درختان بلند برای برداشت محصول، ربات‌های شیشه شور در برج‌های بلند، ربات‌های بازرس سطح مخازن نفتی، ربات‌های هرس کننده درختان اشاره کرد[۲]. یک ربات ۴ چرخ که قادر به بالا رفتن از درخت می‌باشد در شکل ۷ نشان داده شده است [۲].



شکل ۷: شاسی تلسکوپی و سیستم چرخ و موتور ربات بالا رونده

در این ربات از یک موتور dc به عنوان محرک برای هر یک از مجموعه چرخ‌ها استفاده شده است. موتورهای استفاده شده برای چرخ‌های بالابر قوی‌تر انتخاب شد و برای چرخ‌های تعادل ربات از موتورهای کوچک‌تر و ضعیف‌تر استفاده گردید.

این سیستم چند مزیت بسیار مهم دارد:

۱. در اثر تغییر ابعاد قطر درخت هنگام بالا رفتن، این فنر باز و جمع می‌شود و در واقع ابعاد شاسی ربات را به صورت اتوماتیک تنظیم می‌کند.
۲. هنگام عبور از ناهمواری‌ها این مکانیزم مانند یک کمک فنر عمل کرده و حرکت ربات را کاملاً نرم و یکنواخت می‌کند.
۳. فشار ایجاد شده از طرف چرخ به درخت، در این سیستم در مقایسه با طرح‌های قبلی بسیار بیشتر بوده درنتیجه اصطکاک بیشتری برای بالا رفتن ربات ایجاد می‌کند.
۴. فشار ایجاد شده از طرف چرخ به درخت رابطه مستقیم با میزان پیچیده شده مهرهٔ روی پیچ دارد و اپراتور می‌تواند آن را به‌سادگی تنظیم کند.

مهم‌ترین مسئله درباره ربات‌های بالارونده حفظ تعادل و بالانس آن‌ها در هنگام بالا رفتن است. این مسئله در مورد ربات‌های بالارونده از درخت به علت عدم یکنواختی وناهمواری سطح درخت و متغیر بودن شکل و ابعاد تنه درخت بسیار بیشتر است. یکی دیگر از عوامل مؤثر در بر هم خوردن تعادل ربات سرعت دوران موتورهای الکتریکی باوجود داشتن مشخصات و کارخانه تولید یکسان در زیر بار است. کج شدن ربات در اثر بالاتر قرار گرفتن یک ضلع ربات نسبت به اضلاع دیگر ربات اتفاق می‌افتد. برای حل این مشکل به دستگاهی نیاز داریم تا سرعت موتورهای DC را نسبت به زاویه کج شدن ربات طوری کنترل کند که ربات همیشه در حالت بالانس قرار گیرد. این سیستم شامل یک عدد سنسور برای اندازه‌گیری میزان کج شدگی شاسی، یک عدد میکروکنترلر برای دریافت اطلاعات سنسور و محاسبه سرعت مناسب برای هر موتور و یک نرم‌افزار برای میکروکنترلر برای انجام محاسبات و آنالیز داده‌ها می‌باشد. از میکروکنترولر ATmega64 به عنوان واحد پردازش ریاضی و منطقی استفاده گردید. این ربات در شرایط آزمایشگاهی و شرایط مزرعه بر روی درخت تست گردید و توانست با موفقیت از درخت بالا رود. شکل ۸ این ربات را در حال آزمایش در مزرعه نشان می‌دهد.

شکل ۸: ربات در حال بالا رفتن از درخت در مرحله تست در مزرعه

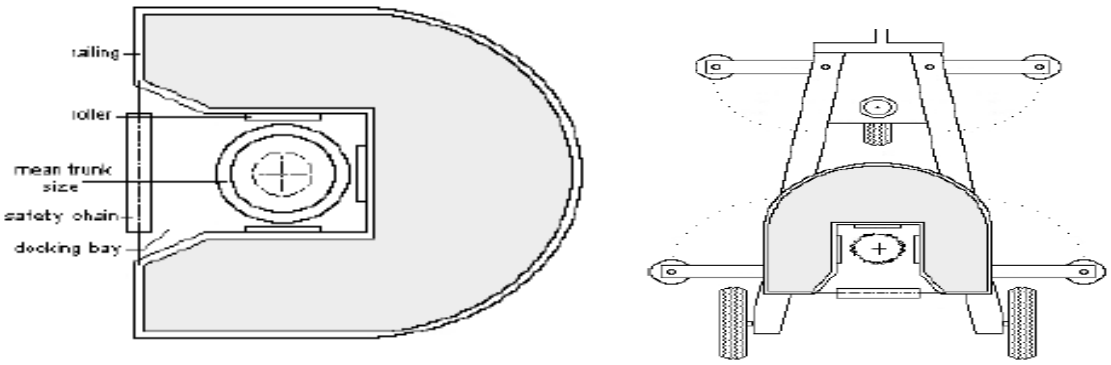
مینا رستمی زاده ۱۳۹۲ به طراحی، ساخت و ارزیابی مدل یک ماشین بالارو از درخت خرما جهت برداشت و سرویس‌دهی پرداخت. در این تحقیق یک ماشین بالارو آزمایشگاهی که تکیه‌گاه آن تنه درخت می‌باشد، به منظور سرویس درخت خرما ساخته شد. این ماشین دارای یک شاسی دوتیکه کشویی روبروی هم و یک جفت چرخ غلتک مانند است. این مکانیزم کشویی به کمک یک جفت فنر با بزرگ‌تر و کوچک‌تر شدن قطر درخت همیشه غلتک‌ها را به درخت چسبانده نیروی تراکشن مورد نیاز را تامین می‌کند. هر یک از غلتک‌ها از یک موتور الکتریکی DC ،۱۲ولت، ۱۰۰ وات، انرژی می‌گیرند. پس از طراحی و ساخت، ماشین روی یک تنه درخت خرما مورد آزمایش قرار گرفت. مدت زمان اتصال ماشین به نخلی به ارتفاع ۲/۵m ، به طور متوسط حدود یک دقیقه است و به راحتی به وسیله دست قابل حمل و جابه‌جا کردن است و به علت کشویی بودن شاسی، اتصال و جدا شدن آن از درخت سریع و آسان است. این ماشین با سرعت متوسط ۰/۱ m/s بدون بار از درخت بالا می‌رود(شکل ۹) [۱].

شکل ۹: ماشین آزمایشی هنگام بالا رفتن از درخت

ماشین سرویس‌دهی نخل خرما با تکیه‌گاه زمین

سکو و تریلر

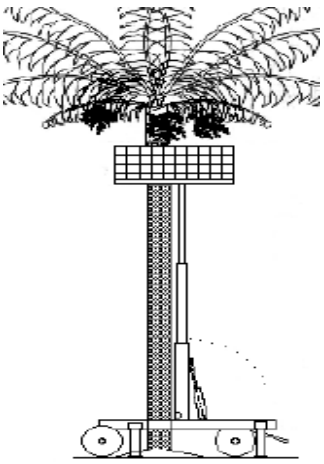
برای سیستم سرویس‌دهی خرما تعدادی طرح در نظر گرفته شد که هر کدام تفاوت اندکی از دیگری داشت. شکل ۱۰ یک سکوی عمودی را نشان می‌دهد که یک محیط امن در طول سرویس‌دهی را برای اپراتور فراهم می‌کند و روی یک تریلر قرار دارد که می‌تواند بوسیله شاسی تراکتور یا کامیون یدک کشیده شود [۲۲].



شکل ۱۰: سکو و تریلر ماشین سرویس‌دهی درخت خرما

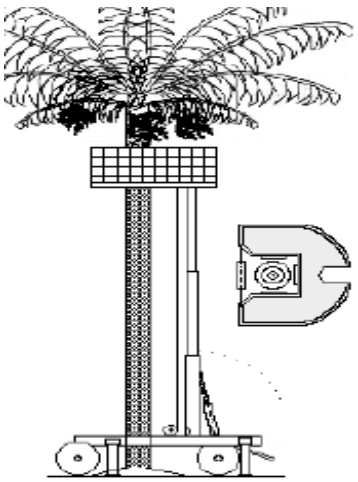
طرح اول A- pss[۲] در شکل۱۱ نشان داده شده است. این طرح از یک بوم چند پله‌ای هیدرولیکی سوار شده بر روی تریلر تشکیل شده است. اتصال بین سکو و نوک پله سوم طوری است که بعضی از حرکت‌های انتقالی افقی امکان‌پذیر است و بعضی حرکات چرخشی حول محور عمودی نیز امکان‌پذیر است.

2 palm service system = pss



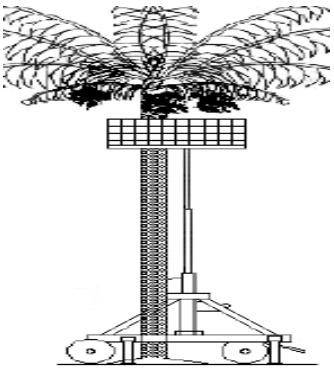
شکل ۱۱ : بوم چند پله‌ای هیدرولیکی سوار شده بر روی تریلر

طرح دوم pss-C در شکل ۱۲ نشان داده شده است. این دستگاه یک بوم تلسکوپی چند پله‌ای هیدرولیکی دارد که بر روی تریلر سوار شده است. پله سوم مجهز به یک سیستم قرقره‌ای است و استوانه طناب کش روی تریلر، سکو را بلند می‌کند.



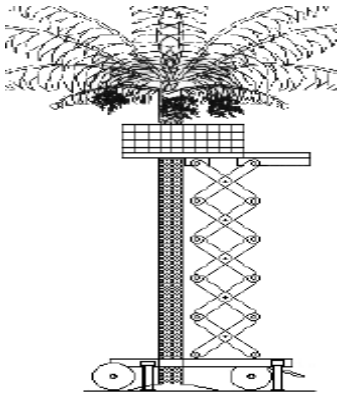
شکل ۱۲ : بوم تلسکوپی چند پله‌ای هیدرولیکی مجهز به سیستم قرقره‌ای و استوانه طناب‌کش

طرح سوم pss-D در شکل ۱۳ نشان داده شده است. این طرح از یک بوم چند پله‌ای هیدرولیکی سوار شده روی تریلر تشکیل شده است. این بوم می‌تواند در جهت ساعت‌گرد تا زاویه ۹۰ درجه بچرخد و بالا بیاید (به حالت عمودی) [۷].



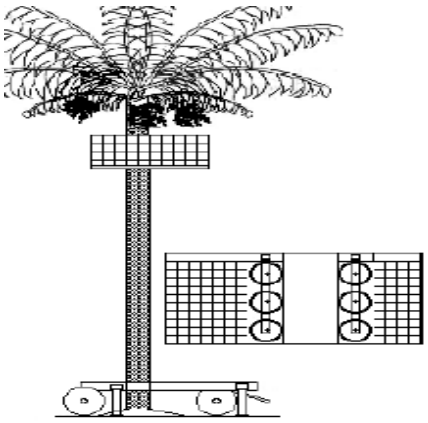
شکل ۱۳: بوم چند پله‌ای هیدرولیکی قادر به چرخش ۹۰درجه روی تریلر

طرح چهارم pss-F در شکل۱۴ نشان داده شده است. این طرح از یک سیستم قیچی مانند با توان هیدرولیکی تشکیل شده که روی تریلر سوار است و سکو نیز در نوک سیستم قیچی سوار است.



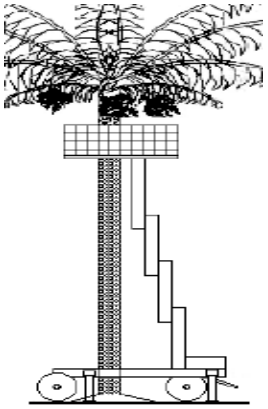
شکل ۱۴: بالا رفتن به وسیله سیستم قیچی مانند

طرح پنجم pss-G در شکل۱۵ نشان داده شده است. این طرح به این صورت که یک درشکه سبک خود پیشران دارد و با یک موتور بنزینی کار می‌کند. این موتور کامل شده با کلاچ، ترمز و کاهنده سرعت، سیستم کشش برای بالا و پایین رفتن، سکوی سرویس با تجهیزات متوقف کننده و یک تریلر برای حمل و نقل درشکه و توان موتور 3hp تا 5 hp برای موتور رضایت‌بخش است.



شکل ۱۵ : بالا رفتن به کمک موتور

طرح ششم pss-I در شکل ۱۶ نشان داده شده است که دارای یک سیستم چند پله‌ای تلسکوپی سوار بر روی تریلر مانند pss-A است. عامل منحصربه‌فرد بلند کننده تلسکوپی یک حالت منشوروار موزون دارد که مجهز به کانال‌های U شکل برای غلتک‌های راهنما است.



شکل۱۶ : سیستم چند پله‌ای تلسکوپی منشوروار موزون سوار بر روی تریلر

جدول ۱ خلاصه‌ای از ارزیابی ۶ ماشین توصیف شده pass-A تا pass-I مطابق با معیارهای طراحی است.

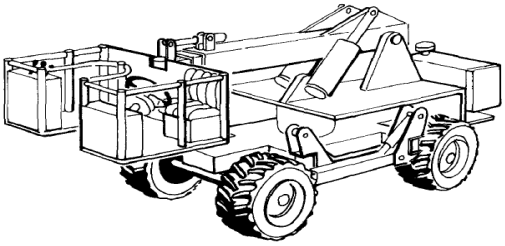
جدول ۱. بررسی و انتخاب بهترین طرح

PSS	Navigability	Criterion			Merit Function Y=P(N+A+R)
		Affordability-A	R and S-R	Performance - P	
A	3.0	1.8	2.5	3	21.9
C	3.0	1.8	1.6	3	19.2
D	3.0	2.0	3.0	3	24.0
F	3.0	1.3	2.9	3	21.6
G	3.0	2.9	1.6	3	22.5
I	3.0	1.8	2.9	3	23.1
KSU DSM	0.0	0.0	2.5	2.0	5.0

از این جدول به این نتیجه رسیدند که تمام دستگاه‌های ارائه شده در شرایط مناسب و قابل قبولی هستند و انتخاب نهایی برای طراحی بوسیله عوامل مکمل از جمله سهولت طراحی و ساخت، در دسترس بودن قطعات و لوازم یدکی در سراسر مناطق انتخاب می‌شود. در این تحقیق طرحD با بیشترین امتیاز طبق جدول ۱ انتخاب شد.

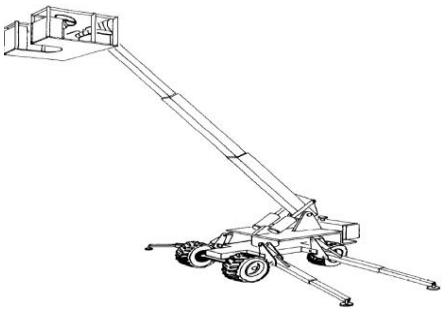
ماشین سرویس خرما با بوم تلسکوپی

این ماشین توسط السهیبانی و همکاران طراحی شد که در شکل ۱۷در وضعیت حمل و نقل نشان داده شده است[۶].



شکل ۱۷ : ماشین در وضعیت حمل و نقل

و در شکل۱۸ در وضعیت مزرعه و کار است که شاسی آن می‌تواند ۳۶۰ درجه به همه جهات بچرخد. چهار پای تلسکوپی ماشین استحکام خوبی به ماشین در هر موقعیتی می‌دهند. وقتی که بوم تلسکوپی حامل سبد، باز است هر کدام از پاها قادر به max حمل هستند (با اپراتور و ۲۰۰kg خرما در سبد).



شکل ۱۸: ماشین در وضعیت کار

بالابر پشت تراکتوری دوکاره سرویس نخل خرما

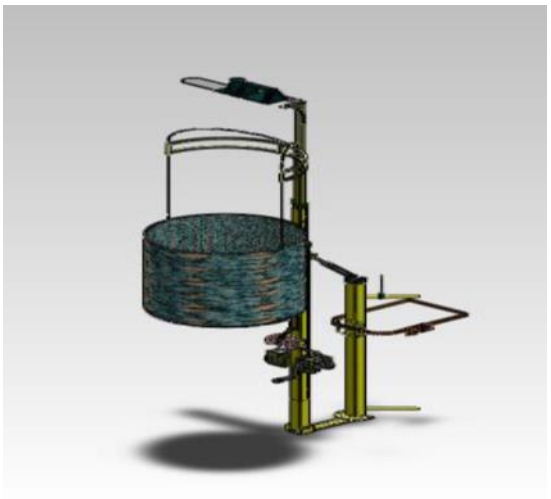
در تحقیقی دیگر یک بالابر پشت تراکتوری دوکاره سرویس نخل خرما که به یک سکوی U شکل و یک ربات الکترومکانیکی مجهز بود طراحی و ساخته شد[۴]. دستگاه ساخته شده در شکل ۱۹ می‌تواند هم به صورت ساده که کارگر روی سکو سوار شود و هم به صورت استفاده از ربات ساخته شده به جای کارگر، مورد استفاده قرار گیرد. دستگاه قادر است ماکزیمم وزن ۱۳۰ کیلوگرم را جابجا نماید که مجموع وزن کارگر و خرمای جمع آوری شده توسط او می‌باشد. ماشین می‌تواند به ارتفاع کاری ۹ متر برسد طول، عرض و ارتفاع دستگاه به ترتیب ۱۰۰ و ۷۰ و۲۵۰-۲۰۰ سانتی‌متر بودند. محدوده کاری ۱۰۰ سانتیمتر، طول اعضای ربات (بازو و ساعد) هر کدام ۴۰ سانتیمتر، طول مچ ۲۰ سانتیمتر و سرعت دورانی اعضاء ۲/۳۷ دور بر دقیقه مشخص شد.

هزینه تمام شده بالابر و ربات مکانیکی ۶۰۰۰۰۰ تومان در سال ۱۳۸۵ و وزن کلی دستگاه ۱۵۰ کیلوگرم می‌باشد. دستگاه توسط کارگر در ۳ دقیقه به بیشترین ارتفاع کاری خود می‌رسد. نتایج آزمایش‌های مربوط به مدت زمان برداشت یک نخل خرما توسط بالابر ساخته شده نشان داد، این مدت زمان به احتساب بازده مزرعه ۷۵٪، با دو کارگر برابر 11.2 min می‌باشد.

(ب) (الف)

شکل۱۹ :الف) ربات الکترومکانیکی ساخته شده ب) ربات بر روی بالابر در حال تست

مدل برداشت محصول برای میوه خرما ساخته شد [۱۴]. دستگاه پیشنهادی در نرم‌افزار رایانه SolidWorks طراحی شده است. (شکل ۲۱) این دستگاه برداشت شامل چهار قسمت است که عبارت‌اند از: سکوی تثبیت‌کننده ، دستگاه بالابر ، دستگاه پائین و دستگاه برش برای برش و پایین آوردن کل خوشه‌ها بدون نیاز به بالا رفتن از آن استفاده کرد. و در کارگاه گروه GESAAF ، دانشگاه Firenze (ایتالیا) تولید شد (شکل۲۲).



شکل۲۱: طرح دستگاه برداشت خوشه خرما با نرم SolidWorks

شکل ۲۲. نمونه تولید شده برداشت خوشه

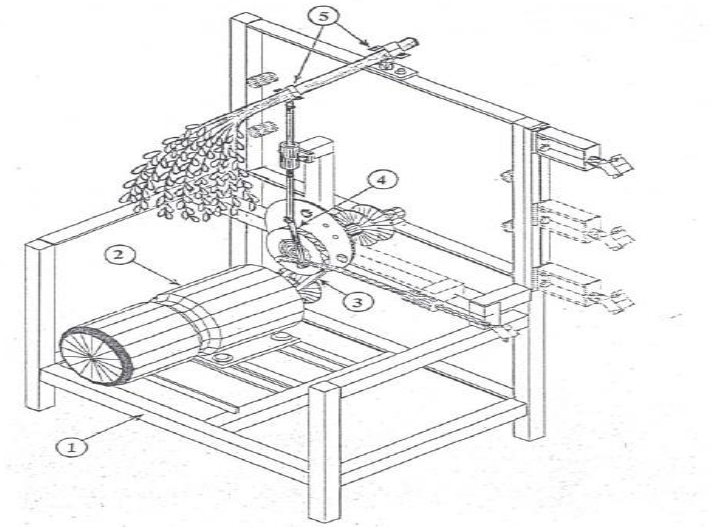
دستگاهی که برای برداشت کل خوشه‌های خرما از سطح زمین ساخته شده است، بدون نیاز به اپراتور برای بالا رفتن از درخت، از این رو از خستگی و خطرات ناشی از این عمل جلوگیری می‌کند و می‌تواند وسیله‌ای جالب برای کشاورزان باشد تا با کمبود نیروی ماهر روبرو نشوند. زمان مورد نیاز برای برداشت و هزینه آن ، آن را به گزینه‌ای مناسب برای برداشت دستی تبدیل کرده و می‌تواند نشان دهنده اتصال بین برداشت دستی و مکانیزه مکانیکی باشد.

توسعه خدمات نخل خرما با نصب دستگاه بر روی تراکتور انجام شد [۱۹]. مرحله اول این پروژه با هدف بررسی خصوصیات ظاهری ارقام نخل محلی صورت گرفته است. داده‌های جمع‌آوری شده برای طراحی سیستم مورد استفاده قرار گرفت. دو مرحله دیگر شامل طراحی و آزمایش آسانسور و مسائل ایمنی بود. اهداف اصلی سیستم بالا بردن کارگر و مکان‌یابی ایمن در جایی بود که بتواند تمرین فصلی را در منطقه تاج درخت نخل انجام دهد و علاوه بر این برخی از ابزارها را برای بهبود کیفیت میوه‌های برداشت شده محصول و بهره‌وری کارگر فراهم کند. برای جلوگیری از هزینه‌های بالا و عوارض فنی، این طرح بر استفاده از منابع موجود و فناوری سطح متوسط متمرکز شده است تا اجزای سیستم برای سایر کاربردها مورد استفاده قرار گیرد. از یک تراکتور فورد ، ۲۰۲۵ ، ۸۰ اسب بخار برای حمل سیستم در محور عقب خود استفاده شده و از منابع هیدرولیکی تراکتور برای هدایت محرک سیستم استفاده شده است که با استفاده از منبع تغذیه ۱۲ ولت DC تراکتور کنترل می‌شوند. (شکل ۲۳)

شکل ۲۳: توسعه خدمات نخل خرما با نصب دستگاه بر روی تراکتور

طراحی و توسعه یک شاخه شیکر ارتعاشی برای برداشت خرما

دستگاه نمونه اولیه جهت برداشت میوه خرما ساخته و آزمایش شده است[۵]. دسته شیکر از یک موتور با سرعت متغیر مداوم نیرو می‌گرفت. سرعت چرخش واحد برق می‌تواند با استفاده از ۰ تا ۱۴۰۰ دور در دقیقه به طور مداوم توسط یک دکمه قرار گرفته بر روی صفحه دیجیتال متغیر باشد. توان خروجی چرخشی موتور از طریق سیستم چرخ تسمه به یک چرخ فلک کوچک منتقل می‌شود ، که در آن توسط یک حرکت کشویی به یک حرکت متقابل تبدیل شده است. وسعت مکانیسم میل لنگ قابل تنظیم بود تغییر طول از ۲۰ ، ۴۰ ، ۸۰ ، ۱۰۰ و ۱۲۰ میلی‌متر را فراهم کنید. حرکت کشویی توسط یک بوم ۵۰۰ میلی‌متری ساخته شده از ۲۰ میلی‌متر به گیره شیکر منتقل شد. لرزش عمودی ، نتیجه حرکت مکانیسم کشویی میل لنگ به دسته میوه منتقل شد قدرت متوسط مورد نیاز برای لرزش دسته در حدود 1 kW تخمین زده شده است.(شکل ۲۴)



شکل ۲۴: دستگاه نمونه اولیه جهت برداشت میوه خرما

نتیجه گیری

برای بالا رفتن از درخت خرمای جوان و یا ارقام پا کوتاه مشکلی برای بالا رفتن از درخت 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.

به دلیل مشکلات مطرح شده در زمینه برداشت سنتی خرما، در مناطقی از ایران، بعضی از روش‌های برداشت مکانیکی خرما نیز مورد آزمایش قرار گرفته است و تلاش‌هایی در جهت مکانیزاسیون برداشت خرما در حال انجام می‌باشد.

رویکرد انتخابی برای برداشت مکانیزه خرما که ترکیبی از استفاده از وسایل بهبود یافته مکانیکی برداشت، برنامه بلوغ مناسب محصول و مدیریت آفات و بیماری‌ها است، بهترین استراتژی را برای موفقیت در بهبود شرایط کنونی داشت و برداشت این محصول را ارائه می‌دهد. استراتژی حاصل تعریف اقدامات لازم برای انتقال از وضعیت موجود به وضعیت آینده خواهد بود.

منابع

۱. رستمی زاده, مینا؛ محسن شمسی و مجید فولادی، ۱۳۹۲، طراحی، ساخت و ارزیابی آزمایشگاهی بالارو غلتکی جهت سرویس درخت خرما، *هشتمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی (بیوسیستم) و مکانیزاسیون ایران*، مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد.

۲. شکری پور, حامد و زهرا معزکریمی، ۱۳۸۹، طراحی و ساخت شاسی تلسکوپی خودتنظیم و سیستم تعادل الکترونیکی برای ربات بالا رونده از درخت، *ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون*، تهران، دانشگاه تهران،

۳. کاشانی، م. ۱۳۷۱. خرما. ناشر صندوق مطالعاتی خرما. مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی.

۴. مظلوم زاده، س.م. عبدی پور، م. شمسی، م. علوی، س.ن. ۱۳۸۷. سرویس مکانیکی درخت خرما. پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون.

5. Abounajmi, M. 2000. Design and Development of an experimental shaker for investigating the effects of shaking mode, frequency and amplitude on date fruit detachment. M.S. Thesis. Shiraz University, Shiraz, Iran.
6. 6. AI-Suhaibani, S. A. ; Babier, A. S. ; Kilgour, J. ; Flynn, J. C.1998 The design of a date palm service machine. Journal of Agricultural Engineering Research. 40: 143-157.
7. Akyurt,M. ; Rehbini,E. ; Bogis,H. ; Aljinaidi,A. A.2002. The 6th Saudi Engineering. Conference. A survey of mechanization efforts on date palm crown operations. Vol. 5. 475-489.
8. Beer, F. P. and E. R. Johnston. 1925. mechanics of material, 3rd Edition, The McGraw-Hill Companies, Inc.
9. Dawson, V. E. W and A. Aten. 1962. Dates handling, Processing and Packing Food and Agric. Organiz of United Nations.
10. Dawson, V. E. W and A. Aten. 1964. Dates in Iran. Food and Agric Organiz

of United Nations.
11. Fadel, M. "Development of a Tractor-Monted Date Palm Tree Service". *Emirates Journal of Food and Agriculture*, Vol. 17, no. 2, Oct. 2017, pp. 30-40,
12. FAOstat. FAO. Org
13. FAO,(2000). Bulletin of statistics, vol. 1 No. 2(2000).
14. Jahromi,k M. Mirasheh, R. and Jafari, A.2008. "Proposed Lifting Model for Gripper Date Palm Service Machines". Agricultural Engineering International: the CIGR E journal. manuscript PM 08 018. Vol. X. October 2008.
15. Nixon, R. W. 1966. Growing dates in the United States, U. S. Dep. Agr. Info. Ball. 207, 56p.
16. Nourani, A. and Pegna F. G. (2014). Proposed harvester model for palm date fruit. International Journal of Agricultural Technology 10(4):817-822.
17. Perkins. R. M., and G. K. Brown. 1967. Harvesting dates mechanically. Trans. of the ASAE (10):486-488.
18. Perkins. R. M. and G. K. Brown. 1964. Progress in mechanization of date harvesting. Date Growers Institute report 41; 19-23, P.O. Box 81, Thermal, Calif.
19. Sclater, N. and N. P. Chironis. 2001, Mechanisms and mechanical devices sourcebook, 3rd Edition, The McGraw-Hill Companies, Inc.
20. Shamsi, M.1985. Monkish date palm harvesting machine. Unpublished B. Sc. Thesis: Shiraz University, Department of agricultural machinery, Shiraz, Iran.
21. Shamsi, M .1990. Man power date harvesting machine. Report to Department of Scientific and Industrial Research: Kerman, Iran.
22. Thwainy, A. , Mehmet, A. , Abu-Mansour, T. M. 1993. Choice of a Service System for Palm rees. Journal of Islamic Academy of Sciences, 6:1, 73-81.

Overview of the development and mechanization of planting and harvesting dates

Mojtaba Afsharipour[1*] and Mohsen Shamsi[2]

1. Department of Biosystems Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman
2. Department of Biosystems Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman

Abstract

It is a dangerous and difficult task to climb tall trees that are very tall without any device and the use of hands and feet. Also, finding a skilled worker, the high cost of the worker, and the possibility of the worker falling off are other problems. Mechanization of dates means the use of tools to increase the quantity and quality of the crop and increase the farmer's financial income. Various devices have been designed or manufactured to reach date palm. This article reviews the efforts of researchers and scientists to reduce problems, such as pruning, pollination, spraying, thinning, pruning of clusters, and planting of antifriction, coating, and finally harvesting date fruits.

Keywords: Date, Date Mechanization, Upward Robot

*Corresponding author
E-mail mafsharipour@yahoo.com