

چارچوبی نوین برای توسعه مکانیزاسیون تولید خرما

احمد مستعان^{۱*}

۱- عضو هیئت علمی پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری

*نویسنده مسئول: ahmadmostaan@yahoo.com

چکیده

فرآیند مکانیزاسیون تولید خرما به دلایل عمده‌ای همچون ناهمگونی ساختاری، مغفول ماندن عوامل اقتصادی - اجتماعی، تفکر خطی در دسترسی به تاج نخل و فقدان شاخص‌های کاربردی طی ۵ دهه گذشته در عمل موفق نبوده است. مرور موانع توسعه و راهکارهای موجود نشان می‌دهد که به منظور توسعه مکانیزاسیون تولید خرما، همراه با اصلاح ساختار و توجه به عوامل اقتصادی - اجتماعی به صورت منطقه‌ای، تغییر نگرش نسبت به دسترسی به تاج و روش اجرای عملیات آن الزامی است. بدین منظور در این مقاله برای نخستین بار تئوری عامل مکانیزاسیون نخیلات و شاخص وابسته به ارتفاع عملیات به عنوان چارچوبی نوین برای ایجاد تحول و توسعه مکانیزاسیون تولید خرما ارائه گردید.

کلمات کلیدی: نخل خرما، مکانیزاسیون، تولید خرما، شاخص عملیاتی

مقدمه

نخل خرما به قدمت تاریخ بشر، با وجود توسعه جوامع و تغییر در عادات غذایی، کماکان از جایگاه ویژه‌ای در عادات غذایی، فرهنگ و اقتصاد جوامع تولیدکننده آن برخوردار است. در سال ۲۰۱۲ حدود ۷/۵ میلیون تن خرما از سطحی بالغ بر ۱/۱ میلیون هکتار نخیلات گسترده در بیش از ۳۰ کشور جهان برداشت شده است (Faostat, 2015). با وجود ارزش غذایی بسیار، امروزه به دلایلی همچون نقش کم‌رنگ در زنجیره غذایی و قیمت بالای آن در اثر هزینه‌های عمدتاً کارگری تولید، از توسعه بازمانده است (مستعان، ۱۳۹۰ ب).

نخل خرما گیاهی تک‌لپه از خانواده Palmacea که با برگ‌های مرکب از برگچه‌هایی در اطراف رگبرگ میانی، دارای یک نقطه رشد انتهایی در بالای تنه شناخته می‌شود که می‌تواند تا ۱۰ سال و بیشتر و تا ارتفاعی نزدیک به ۳۰ متر رشد کند. تولید خرما در بردارنده مجموعه عملیاتی است که جملگی آنها را می‌توان در سه ناحیه متمایز عملیاتی پای نخل، تنه و تاج دسته‌بندی نمود. تاج، مهم‌ترین ناحیه عملیاتی نخل است که مجموعه عملیات آن در اکثر کشورهای جهان به صورت دستی و با تکیه بر نیروی کارگر و صعود از نخل اجرا می‌شوند (Seelig, 1974). برای تولید خرما در هر فصل حداقل ۱۰ نوبت صعود از نخل الزامی بوده و این امر در وهله اول مستلزم وجود کارگر ماهر کافی و مایل به صعود از نخل است (Zaid & De Wet, 2002). کار در ارتفاع همراه با مخاطرات سقوط و خطرات آسیب‌دیدگی از سوی خاراها و برخی موجودات گزنده همچون مار و عقرب بوده و از این رو هزینه کارگران بالارو نخل به طور مشخصی بیشتر از کارگران معمولی بوده و در نهایت سبب بالا رفتن قیمت تمام‌شده محصول می‌گردد. این امر با توجه به توسعه جوامع و کاهش شدید نیروی کار ماهر و مایل به کار در نخیلات بویژه در سال‌های اخیر تشدید و به عاملی محدودکننده در مسیر توسعه تولید خرما بدل شده است. از این رو امروزه اجتماعی همگانی در خصوص لزوم توسعه کاربرد مکانیزاسیون برای تولید خرما و کاهش وابستگی این صنعت به نیروی کار ماهر انسانی بوجود آمده است.

دستاورد های مکانیزاسیون تولید خرما

بحث‌های جدی در خصوص لزوم توسعه مکانیزاسیون تولید خرما در سال ۱۹۲۸ و در گزارش‌های موسسه خرماکاران ایالات متحده آمریکا به میان آمده است. گزارش‌های سال ۱۹۴۱ نشان داده که بیش از ۷۰ درصد هزینه‌های تولید خرما از نوع کارگری بوده و عملیات برداشت به تنهایی ۳۸٪ از کل هزینه‌های کارگری را به خود اختصاص داده است. مهم‌ترین دستاوردهای مکانیزاسیون در تولید خرما از سال‌های ابتدایی توسعه آن تا کنون شامل موارد زیر است (مستعان، ۱۳۹۰ الف):

۱) ساخت جداساز پاچوش، خردکن برگ و سکوی برداشت (۱۹۴۶)

- ۱) ارائه گرده افشان‌های ساده تیرکی (۱۹۵۲ و ۱۹۵۷)
 - ۲) توسعه سیستم‌های برداشت مکانیزه (۱۹۶۱)
 - ۳) برداشت مکانیزه خرما در ۸۰ از نخیلات ایالات متحده در سال ۷-۱۹۶۶
 - ۴) توسعه روش‌های مکانیزه گرده افشانی با هواپیما (۱۹۶۹)
 - ۵) توسعه روش‌های زمینی گرده افشانی (۱۹۷۰)
 - ۶) ساخت دستگاه استخراج گرده (۱۹۷۵)
 - ۷) معرفی پیش‌نیازهای ۱۰ گانه فائو برای توسعه مکانیزاسیون تولید خرما (۱۹۸۱)
- با گذشت زمان تحقیقات مکانیزاسیون تولید خرما در ایالات متحده متوقف و کارهای بسیاری مشابه با آنچه در دانشگاه کالیفرنیا انجام شده، در سطح کشورهای خرماخیز جهان همچون ایران، عراق، عربستان، امارات، عمان و رژیم اشغالگر قدس انجام گردید. با این وجود هیچ یک از تحقیقات انجام شده و دستگاه‌ها و روش‌های تحقیقاتی توسعه یافته عملاً به مرحله کاربرد تجاری راه نیافته و کماکان مکانیزاسیون تولید خرما در سطح ابتدایی و وابسته به صعود و عملیات کارگر باقی مانده است.

موانع مکانیزاسیون تولید خرما

بنا بر اذعان بسیاری از محققان تولید خرما، عوامل محدود کننده بسیاری در مسیر توسعه مکانیزاسیون تولید خرما قرار دارند با این وجود مهمترین عوامل محدود کننده توسعه مکانیزاسیون تولید خرما را می‌توان در ۵ مورد زیر دسته‌بندی نمود:

ناهمگونی بستر تولید

بنا بر گزارش‌های فائو پیش‌نیازهای ۱۰ گانه در نخیلات کشورهای در حال توسعه فراهم نیست. از این رو وجود عوامل متغیر بسیار محیطی و عملیاتی، چالش‌های بسیاری را فراروی محققین مکانیزاسیون قرار داده و در نهایت پیچیدگی فرآیند توسعه مکانیزاسیون را سبب شده است. به منظور مقابله با این امر، سه رهیافت اساسی زیر پیش روی محققین مکانیزاسیون بوده که دو مورد اول آن مورد متابعت جدی قرار گرفته است:

- ۱) توصیه توسعه باغات مدرن و توسعه ماشین‌آلات عمومی همچون انواع بالابرها
- ۲) چالش با پیچیدگی‌های موجود از طریق استفاده از فناوری‌های پیشرفته و روباتیک
- ۳) کاهش پیچیدگی عملیات از طریق توسعه ابزار عملیاتی اختصاصی

محدودیت‌های اقتصادی و اجتماعی

تفاوت در شرایط اقتصادی و اجتماعی کشورهای مختلف اغلب در تحقیقات مکانیزاسیون مورد غفلت واقع شده است. در حالی که کاربرد مکانیزاسیون در کشورهای توسعه یافته به سبب نبود نیروی کار و به منظور حفظ سطح تولید است، هدف از کاربرد مکانیزاسیون در کشورهای در حال توسعه پر کردن خلاءهای محتمل در نیروی کار، کاهش هزینه‌های تولید و توسعه کشت و کار خرما می‌باشد. بر این اساس اگرچه ممکن است کاربرد ماشین‌های هوشمند حتی با افزایش هزینه‌های تولید در کشورهای توسعه یافته موجه باشد، کاربرد این گونه ماشین‌آلات در کشورهای در حال توسعه به مانند استفاده از ماشین‌های لوکس برای خرده‌فروشی و دوره‌گردی رخ می‌نماید.

طبیعت متغیر فرآیندهای عملیاتی تولید خرما

عمر اقتصادی یک نخل فراتر از یک نسل انسانی و بیش از ۴۰ سال است. این امر دربردارنده دوره‌های مختلفی در تولید است که با توجه به افزایش تدریجی ارتفاع نخل تغییراتی تدریجی در نحوه اجرای عملیات را سبب می‌گردد. نمونه این امر تغییر در نحوه عملیات با افزایش ارتفاع نخل است که در سنین اولیه بدون نیاز به صعود از نخل است لیکن با ارتفاع یافتن نخل تا حدود ۴ الی ۵ متری استفاده از نردبان‌های ساده موجه‌تر بوده و پس از آن صعود الزامی می‌شود. از این رو می‌توان نتیجه گرفت که هر یک از روش‌های عملیاتی عمر مفیدی داشته و به احتمال زیاد نمی‌توان از یک روش خاص برای کلیه دوره‌های تولید خرما استفاده نمود.

این امر سبب می‌گردد تا تفکر برای ارائه ماشینی عام برای سرویس نخل خرما ایده‌ای نامناسب جلوه نماید که با توجه به تغییرات شدید در ارتفاع نخل‌های درون یک باغ تشدید می‌گردد.

تفکر خطی در صعود از نخل

اصرار بر ارسال کارگر به تاج نخل برای انجام عملیات تولید خرما تفکر غالب در تحقیقات مکانیزاسیون بوده است. این امر با وجود عدم دستیابی به کارایی قابل توجه ماشین‌های عرضه شده در مقایسه با کارایی نیروی کارگری موجود، به ایده‌ای ناکارآمد بدل شده است. این امر بر مبنای محاسبات هزینه عملیات با استفاده از رابطه ۱ به دلیل سربار شدن هزینه‌های ماشین، به روشنی قابل تشخیص است. در این رابطه (C_o) هزینه کل عملیات، (t_i) زمان کل اجرای عملیات، (N) تعداد نخل‌های کار شده، (n_w) تعداد کارگر اکپ عملیات، (C_w) دستمزد کارگر و (C_e) هزینه ماشین می‌باشند.

$$C_o = \frac{t_i}{N} \times [(n_w \times C_w) + C_e] \quad (1)$$

البته رابطه فوق رابطه‌ای عام می‌باشد که به مقایسه روش‌ها از دیدگاه هزینه کمک می‌نماید لیکن قادر به ارائه راهکاری برای تغییر در طراحی ماشین‌های کنونی و یا بیان تاثیر سایر متغیرهای تصمیم‌گیری همچون سرعت اجرای عملیات و عوامل ایمنی و ارگونومیک نیست. همچنین لازم به ذکر است که افزون بر هزینه سایر عوامل همچون مدیریت بهتر تولید، ایمنی کار و یا وابستگی کمتر به نیروی کار انسانی می‌توانند بسته به شرایط اقتصادی-اجتماعی منطقه تولید، به صورت غیرمستقیم در تغییر توازن این رابطه موثر باشند.

فقدان شاخص‌های مکانیزاسیون

شاخص‌های مکانیزاسیون مبنایی مشترک برای ارزیابی دستاوردها و جهت‌گیری فرآیندهای تحقیق و توسعه و بهینه‌سازی فرآیندها و ماشین‌ها فراهم می‌سازند. متأسفانه در حال حاضر هیچ شاخص یا مبنای مشترکی برای مقایسه طیف متنوع دستاوردهای به دست آمده تا کنون، وجود ندارد و از این رو فرآیند توسعه مکانیزاسیون تولید خرما فاقد راهنمای مسیر توسعه است.

مبانی و راهکارهای نوین مکانیزاسیون تولید خرما

تئوری مکانیزاسیون نخیلات

توجه به مزیت‌های عمده مکانیزاسیون همچون انجام به موقع عملیات، سرعت کار بیشتر، جایگزینی نیروی کار انسانی بانبروی ماشین و ... منجر به فرمول‌بندی رابطه‌ای عام برای بیان عوامل موثر در تصمیم‌گیری برای مکانیزه کردن عملیات تولید خرما می‌گردد. این رابطه بر مبنای مفهوم اساسی زمان بهینه عملیات و ضریب کاهش ارزش محصول استوار بوده و توسط رابطه ۲ قابل بیان می‌باشد که در آن (P) قیمت محصول، (Y) عملکرد و (C_{ri}) ضریب کاهش ارزش محصول هستند.

$$C_o = \frac{N^2 \times P \times F \times C_r}{2 \times R} + (t_i \times [(n_w \times C_w) + C_e]) \quad (2)$$

بر مبنای رابطه فوق دو رهیافت زیر برای توسعه مکانیزاسیون در دسترس می‌باشد.

کاهش تعداد کارگر و استفاده از تجهیزات ارزان‌تر از طریق تغییر در روش اجرای عملیات

افزایش ظرفیت عملیاتی از طریق استفاده از ماشین‌های کارا تر

مفهوم دسترسی به جاری صعود از نخل

در صورت تفکیک زمان کل عملیات به زمان‌های سه گانه مانور افقی (t_{mh}) ، زمان مانور عمودی (t_{mv}) و زمان اجرای عملیات باغی (t_{cp}) ، هزینه عملیاتی به صورت رابطه ۳ قابل محاسبه خواهد بود.

$$C_o = (t_{mh} + t_{mv} + t_{cp}) \times [(n_w \times C_w) + C_e] \quad (3)$$

در صورتی که اجرای عملیات از طریق دسترسی و بدون صعود از نخل انجام شود، می‌توان بخش عمده‌ای از زمان مانور عمودی را حذف نمود و از این رو افزون بر افزایش سرعت عملیات، زمینه کاهش هزینه‌های تولید را نیز فراهم ساخت. نمونه‌ای از

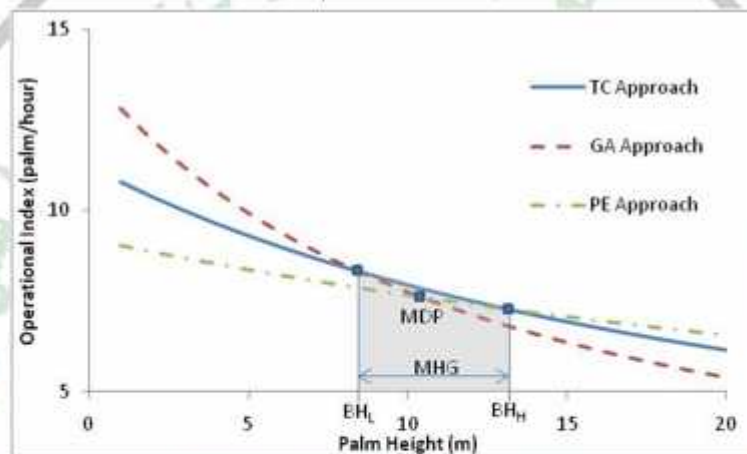
چنین مزیت‌هایی در کاربرد گرده‌افشان‌های تیرکی قابل مشاهده است که به واسطه حذف نیاز به صعود از نخل از کارایی چندین برابر نسبت به روش‌های مستلزم بالا رفتن از نخل برخوردارند. از این رو با تغییر نگرش نسبت به روش اجرای عملیات می‌توان برخی عملیات اساسی تولید خرما را بدون درگیر شدن با پیچیدگی صعود از نخل و مشکلات مترتب بر آن مکانیزه نمود.

ارائه شاخص‌های کاربردی ارزیابی عملیات

عملیات در محیط ۳ بعدی (سطح و ارتفاع) نخل خرما سبب ایجاد تفاوت‌های بنیادین میان مکانیزاسیون نخيلات و مکانیزاسیون عام نمود یافته در زراعت گشته و کاربرد شاخص‌های عمومی همچون ظرفیت مزرعه‌ای را ناکارآمد ساخته است. با توجه به شاخص اصلی ارتفاع نخل به عنوان عاملی تعیین کننده در ظرفیت عملیاتی، شاخص عملیاتی وابسته به ارتفاع نخل به شکل رابطه ۴ عرضه می‌گردد که در آن (x) ارتفاع و (c_h) ضریب ارتفاع عملیاتی می‌باشند.

$$R_{ox} = \frac{1}{t_{mh} + \frac{2x}{v_x} + t_{cp0}[1 + (c_h \times x)]} \quad (4)$$

نمونه‌ای از نمودار شاخص عملیاتی برای عملیات گرده‌افشانی برای اجرا به سه روش سنتی، بالابر و تیرکی که توسط رابطه فوق محاسبه شده در شکل ۱ آمده است. که شامل نقاطی بحرانی برای تصمیم‌گیری در خصوص روش بهینه اجرای عملیات می‌باشد.



شکل ۱: نمودار شاخص عملیاتی نمونه برای عملیات گرده‌افشانی نخل خرما

نتیجه‌گیری

مرور بیش از ۵ دهه تحقیق برای توسعه مکانیزاسیون تولید خرما نشان می‌دهد که این فرآیند به دلایل عمده‌ای همچون ناهمگونی ساختاری، مغفول ماندن عوامل اقتصادی-اجتماعی، تفکر خطی در دسترسی به تاج نخل و فقدان شاخص‌های کاربردی در عمل تاکنون موفق نبوده است. بدین منظور همراه با اصلاح ساختار و توجه به عوامل اقتصادی-اجتماعی به صورت منطقه‌ای، تغییر نگرش نسبت به دسترسی به تاج و روش اجرای عملیات آن الزامی است. بدین منظور تئوری عامل مکانیزاسیون نخيلات و شاخص وابسته به ارتفاع عملیات به عنوان چارچوبی نوین برای ایجاد تحول و توسعه مکانیزاسیون تولید خرما ارائه گردید.

فهرست منابع

۱. مستعان، الف.، گرشاسبی، م.، گلشن‌نفتی، الف و موسوی، الف. ۱۳۹۰. تحلیل زیربرنامه فرآوری و بسته‌بندی در برنامه راهبردی تحقیقات خرماي کشور. انتشارات کردگار، اهواز: ۶۷ص. شابک: ۷-۸۳-۵۳۷۳-۶۰۰-۹۷۸.
۲. مستعان، الف. ۱۳۹۰. تحلیل زیربرنامه تحقیقات مکانیزاسیون در برنامه راهبردی تحقیقات خرماي کشور. انتشارات کردگار، اهواز: ۴۸ص. شابک: ۰-۸۲-۵۳۷۳-۶۰۰-۹۷۸.

3. FAOSTAT. (2015). date palm production.

4. Seelig, R. A. (1974). Dates: Fruit and vegetables facts and pointer. : Washington, DC, USA.: United Fresh Fruit and Vegetable Association.

5. Zaid, A., & De Wet, P. (2002). Pollination and bunch management. In A. Zaid (Ed.), Date palm cultivation (2 ed., Vol. 156, pp. 144-158). Rome, Italy: Food and Agricultural Organization of the United Nations. (Reprinted from: 1).

A Novel Framework for Development in Mechanisation of Date Palm Cultivation

A. Mostaan^{1*}

1-Assistant professor, Date Palm and Tropical fruits Research Institute, Ahwaz, Iran

*Corresponding author: ahmadmostaan@yahoo.com

Abstract

The process of mechanization of production dates in last 5 decades was not successful due to structural heterogeneity, impacts of economic and social factors, changing nature of production cycle, linear thinking in crown access approach, and lack of mechanisation indices. Review of development obstacles indicates that along with structural reform and deep provision of regional economic-social factors, changing attitudes about crown access and the method of operation implementation is required to push date palm mechanization forward. In this regard a general theory of date palm cultivation mechanization and a height dependant operation index is presented for the first time in this article as a new framework for development of mechanization in date palm cultivation.

Key words: date palm, mechanization, production of dates, operation index

