

Technical evaluation of three methods of manual, semi-mechanized and mechanized peanut harvesting in Moghan

Jabraeil Taghinazhad^{1*}, Seffat Alloh Rahmani²

- 1- Academic member, Department of Agricultural Engineering Research, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ardabil, Iran. Taghinazhad55@gmail.com
- 2- Academic member, Department of Agricultural Engineering Research, AREEO, Tehran, Iran

Introduction

Harvesting stage is the most important stage of peanut production. In other words, one of the critical stages of production of this product is the harvest stage. This stage, while having its own difficulties, is associated with significant losses, which are considered by experts due to its high economic value. In recent years, this product has also been considered by farmers in the Moghan Plain due to the special conditions of the Iranian economy. In this study, three methods of peanut harvesting were investigated in two stages including manual, tractor-mounted thresher (semi-mechanized) and Harvesting with pull type combine in 2020. The first stage involves the complete removal of the plants from the soil and the second stage is the drying and separation of the peanut pod from the plant in Moghan.

Methods and Materials:

The experiment was performed based on a split plot design in the form of randomized complete blocks with four replications. Main plot includes soil moisture at harvest time in three levels: a1-21%, a2-18% and a3-15% and sub-plot includes separation of peanut pod from plant at three levels were: b1- combine harvesting b2 - harvesting with a tractor-mounted thresher, b3 - manual harvesting. Therefore, in this study, while evaluating important harvest indicators such as quantitative loss (first and second stage losses), actual field capacity, harvest time, number of labor required and final the best harvesting system was introduced

Results and Discussion:

The results showed that the most suitable soil moisture content for the first stage harvest was 18%. The difference between most parameters between treatments was significant at 1%. The maximum and minimum farm capacities for pull type combine and manual harvesting method were 0.46 and 0.006 ha ha⁻¹, respectively. The lowest and highest

total losses with 5.95 and 10.58%, respectively, were related to harvesting with manual and pull type combine method. Also, the manual harvesting method required more labors than other methods.

Conclusion:

According to the obtained results, it was determined for the early harvesting of peanuts a pull type combine and suitable quality of the obtained product peanut with manual method is recommended for Moghan region.

Keywords: Combine, Harvesting method, Peanut losses, Yield

ارزیابی فنی سه روش برداشت دستی، نیمه مکانیزه و مکانیزه بادام زمینی در مغان

جبرائیل تقی نژاد^۱، صفت اله رحمانی^۲

۱. استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)- سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران (نویسنده مسئول) Taghinazhad55@gmail.com

۲- استادیار گروه اقتصادی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

چکیده

مرحله برداشت مهم‌ترین مراحل تولید بادام زمینی است. برداشت بادام زمینی بصورت دو مرحله‌ای است مرحله اول شامل درآوردن کامل بوته‌ها از خاک است که به صورت یکسان انجام شد و مرحله دوم خشک کردن و جداکردن غلاف بادام زمینی از بوته گیاهی است. در این پژوهش، سه روش برداشت بادام زمینی در مرحله دوم بررسی شد. آزمایش بر پایه طرح کرت‌های خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. کرت اصلی شامل میزان رطوبت خاک در زمان برداشت در سه سطح: $a_1 - 21\%$ ، $a_2 - 18\%$ و $a_3 - 15\%$ و کرت فرعی شامل جداکردن غلاف بادام زمینی از بوته گیاهی در سه سطح: b_1 - استفاده از کمباین کششی مخصوص بادام زمینی، b_2 - کوبش با خرمن کوب پشت تراکتوری، b_3 - روش دستی بود. پارامترهای اندازه‌گیری شده شامل ظرفیت مزرعه‌ای موثر، زمان مورد نیاز برداشت، درصد تلفات مرحله اول و دوم برداشت، درصد تلفات کل و تعداد کارگر مورد نیاز بود. نتایج نشان داد مناسب‌ترین محتوی رطوبتی خاک برای شروع برداشت مرحله اول 18% بود. تفاوت اکثر پارامترها در میان تیمارها در سطح یک درصد معنی‌دار بودند. بیشترین و کمترین ظرفیت مزرعه‌ای موثر به ترتیب برای کمباین کششی و روش برداشت دستی برابر با $0/46$ و $0/06$ هکتار در ساعت بود. کمترین و بیشترین تلفات کل به ترتیب با $5/95$ و $10/58$ درصد مربوط به روش دستی

و برداشت با کمباین کشتی مخصوص بادامزمینی بود. بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده کمباین مخصوص کشتی برای برداشت زودهنگام بادامزمینی و روش دستی از لحاظ کیفیت مناسب محصول بدست آمده برای منطقه توصیه می شود.

واژه‌های کلیدی: بادامزمینی، روش برداشت، کمباین کشتی، عملکرد

مقدمه

بادامزمینی گیاهی است که در مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر کشت می شود و از نظر کیفیت روغن و پروتئین بسیار غنی بوده و در روغن گیری و مصارفی مانند آجیل، در وعده غذایی انسان ها مورد استفاده قرار می گیرد. این گیاه بوته ای، یک ساله و از خانواده نخودیان و از جنس آراچیز (*Arachis*) و دارای یک ریشه اصلی و مستقیم می باشد (Blum, 1999). به طور کلی این محصول بیشتر با هدف تولید روغن و پروتئین کشت می شود که میزان روغن بادامزمینی ۴۳-۵۵ درصد و میزان پروتئین آن ۲۵-۲۸ درصد است (Reddy *et al.*, 2003). پروتئین بادامزمینی می تواند نقش مهمی در بهبود تغذیه مردم کشورهای فقیر داشته باشد. پوست آن نیز به عنوان سوخت، تولید کمپوست و مقوا کاربرد دارد. کنجاله بادامزمینی و علوفه آن برای تغذیه دام و طیور کاربرد دارد (Safarzadeh Vishkaei, 2006).

در سطح جهان، سالانه ۲۵/۷ میلیون تن بادامزمینی از ۲۱ میلیون هکتار زمین زراعی تولید می شود که آسیا با داشتن ۱۷/۹ میلیون تن حدود ۷۰ درصد از تولید این محصول را به خود اختصاص داده است. آفریقا و آمریکا نیز به ترتیب با ۵/۲ و ۲/۶ میلیون تن حدود ۱۰ و ۲۰ درصد از تولید این محصول را دارند. در کشور ما تا چند سال قبل، رتبه اول کشت بادامزمینی مربوط به شهرستان آستانه اشرفیه (استان گیلان) بود که میانگین عملکرد بادامزمینی آن حدود ۳۴۰۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین سطح زیر کشت حدود ۲۵۵۵ هکتار بوده گزارش شده است (Emadi *et al.*, 2014). در حالی که در سال زراعی ۱۳۹۸ رتبه اول سطح زیر کشت بادامزمینی با افزایش چشمگیر (حدود ۷۰۰۰ هکتار) در شهرستان پارس آباد مغان اتفاق افتاد که با متوسط عملکرد ۴۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بیش از ۳۰۰۰۰ تن محصول تولید گردید. کشت بادامزمینی از سال زراعی ۹۱-۹۰ در الگوی کاشت منطقه مغان قرار گرفته است و به دلیل سازگاری مطلوب با شرایط آب و هوایی مغان و صرفه اقتصادی بالا، مورد استقبال کشاورزان قرار گرفته است. با توجه به رشد جمعیت، افزایش تولید این محصول و کاهش تلفات آن در جلوگیری از واردات این محصول اهمیت ویژه ای دارد. در حال حاضر کاشت بادامزمینی و بیشتر مراحل داشت این محصول در منطقه مغان به صورت مکانیزه در کوتاه ترین زمان مناسب و صرفه اقتصادی بالا انجام می شود. ولی روش های برداشت مختلفی در بین کشاورزان مرسوم است که هر کدام از این روش ها مزایا و معایب خاصی دارند. از طرفی تلفات بادامزمینی در مرحله برداشت بیشترین تلفات محصول را به خود اختصاص داده است بنابراین کاهش تلفات در این مرحله ضروری است و این امر مستلزم برداشت به موقع محصول، جداسازی غلاف بادامزمینی از بوته گیاهی با کمترین تلفات، به دست آوردن محصول با کیفیت بالا و انتخاب روش مناسب برداشت است. همچنین بر اساس تحقیقات انجام شده در نقاط مختلف دنیا، عملکرد قابل حصول بادامزمینی و سایر فراورده های آن و نیز میزان افت محصول در حین برداشت،

تابعی از زمان و روش برداشت است. میزان رطوبت مناسب دانه در زمان برداشت به دستگاه‌ها و ماشین‌های برداشت مورد استفاده بستگی دارد. عملیات متداول برداشت بادام زمینی در منطقه طی دو مرحله بیرون کشیدن ریشه‌های حاوی پگ (Peg) به‌همراه غلاف و مرحله بعدی جداسازی غلاف از پگ می‌باشد. مرحله نخست فرایند برداشت با استفاده از دستگاهی با تیغه‌های V-شکل انجام می‌گردد. این تیغه‌ها در خاک بستر گیاه نفوذ کرده و با شل کردن خاک و قطع ریشه اصلی زیر غلاف، بوته‌های گیاه به‌همراه پگ و غلاف‌های محصول روی هر ردیف قرار گرفته سپس توسط نیروی کارگری از خاک شل بیرون کشیده شده و در معرض نور آفتاب قرار می‌دهند تا با خشک شدن به رطوبت مد نظر برسد. در مرحله نهایی عملیات برداشت، جداسازی غلاف‌های حاوی مغز بادام از پگ‌های بوته گیاه با سه روش متفاوت انجام می‌گیرد (Taghinezhad, 2019).

اولویت‌های به کارگیری روش‌های مکانیزه در مراحل تولید محصول با توجه به شرایط فنی، اقتصادی و اجتماعی هر جامعه مشخص می‌شود. عموماً در کشورهای توسعه یافته کاربرد مکانیزاسیون برای کاهش هزینه‌ها است اما در کشورهای در حال توسعه برای افزایش تولید است (Reshad Sedghi and Zabolostani, 2003). یکی از مراحل مهم تولید این محصول که به شدت هزینه‌بر و نیازمند کار کارگری بیشتری است و تاثیر زیادی بر بازارپسندی و قیمت تمام شده و کیفیت آن دارد، مرحله برداشت می‌باشد (Gulluoglu et al. 2016; Zou et al. 2019). عملیات برداشت بادام زمینی برای بدست آوردن حداکثر عملکرد، درجه و کیفیت محصول به دلیل طبیعت باردهی غیر محدود آن بسیار حائز اهمیت است (Jordan et al. 2008). این مرحله از تولید محصول بادام زمینی همانند برخی از گیاهان لیفی بسیار دشوار بوده و همراه با تلفات می‌باشد (Sharifi et al. 2015). تلفات علاوه بر هزینه‌های ناشی از کاهش درآمد بواسطه از دست دادن محصول، هزینه‌های پنهان دیگری نیز از جمله از هزینه آب، زمین، انرژی و سایر منابع مصرفی برای کاشت و داشت محصول از دست رفته را نیز به دنبال دارد (FAO, 2015).

در پژوهشی که توسط سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد با عنوان "آنالیز تلفات غذایی: علل و راه حل‌ها؛ مطالعه موردی زنجیره تولید محصول بادام زمینی در کشور آفریقای مالاوی" انجام یافته، بررسی تلفات زنجیره تولید این محصول در شش مرحله درآوری غلاف‌ها از داخل خاک، خشک کردن، جداسازی غلاف از پگ، حمل غلاف‌ها، انبارداری و غلاف کنی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین تلفات کمی مربوط به مراحل انبارداری و جداسازی غلاف‌ها از پگ‌ها به ترتیب با مقادیر ۱۵ و ۱۴ درصد و کمترین تلفات کمی مربوط به مرحله حمل با مقدار ۱/۵ درصد می‌باشد. در این پژوهش علت بالا بودن تلفات در مرحله برداشت (جداسازی غلاف‌ها از پگ‌ها)، با توجه به برداشت دستی، نبود ماشین‌آلات برداشت نهایی در این کشور و استفاده متداول از کودکان زیر سن قانونی و نیروی کار اجاره‌ای غیرقابل اعتماد و وجود علف هرز فراوان بیان شده است (FAO, 2018). محققین در پژوهشی ضمن تحلیل اقتصادی با مقایسه تلفات برداشت بادام‌زمینی دو روش ماشینی و دستی نشان دادند به‌جز درصد غلاف‌های حفر نشده (موجود در سطح خاک)، بقیه متغیرها اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ داشتند. مجموع درصد تلفات غلاف‌ها در برداشت دستی و ماشینی به ترتیب ۳/۴۸۷، ۲۰/۲۳ درصد گزارش کردند. همچنین نتایج نشان داد،

برداشت بادامزمینی در محتوی رطوبت خاک ۱۹/۹٪ (لومی-رسی) کمترین درصد تلفات را داشتند. نتایج بررسی اقتصادی نشان داد که برداشت ماشینی بادامزمینی (استفاده از خرمنکوب پشت تراکتوری) نسبت به برداشت دستی، باعث کاهش هزینه‌های برداشت و افزایش هزینه‌های تلفات می‌گردد. مقایسه هزینه‌های کاهشی یا افزایشی در روش‌های برداشت ماشینی نشان داد، استفاده از این برداشت کننده باعث افزایش خسارت می‌شود و استفاده مجدد از آن با شرایط حاضر برای منطقه مورد مطالعه توصیه نمی‌گردد (Azmoudeh Mishamandani *et al*, 2013). هدف از این پژوهش بررسی فنی روش‌های مختلف برداشت بادامزمینی با محتوی رطوبتی متفاوت برای انتخاب روش مناسب‌تر و ارائه راهکارهای لازم برای کشاورزان منطقه مغان است.

مواد روشی‌ها

این پژوهش برای ارزیابی و مقایسه روش‌های مختلف برداشت بادامزمینی در منطقه مغان انجام شد. برداشت بادامزمینی در دو مرحله انجام می‌شود مرحله اول شامل درآوردن کامل بوته‌ها از خاک است که تابع محتوی رطوبتی خاک است. مرحله دوم نیز شامل خشک کردن و جدا کردن غلاف‌های بادامزمینی از بوته گیاهی است که بیشترین هزینه را برای کشاورزان دارد. از مرحله اول برداشت حدود یک هفته زمان لازم است تا بوته‌ها و غلاف‌ها رطوبت اولیه را به همراه محتوی رطوبتی خاک از دست بدهند تا مرحله دوم برداشت شروع شود. در این راستا، آزمایشی بر پایه طرح کرت‌های خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. کرت اصلی شامل میزان رطوبت خاک در زمان برداشت در سه سطح: $a_1 - 15$ درصد، $a_2 - 18$ درصد و $a_3 - 21$ درصد و کرت فرعی نیز شامل روش جداسازی غلاف بادامزمینی از بوته‌ها در سه سطح: b_1 - استفاده از کمباین کششی مخصوص (ساخت کشور ترکیه مدل BACANAKLAR)، b_2 - کوبش با خرمن کوب پشت تراکتوری (شرکت دزفول ماشین)، b_3 - روش دستی برداشت محصول بود. سطوح تیمار رطوبت خاک بر مبنای تحقیقات آزموده می‌شامندامی و همکاران در سال ۱۳۹۲ در استان گیلان (انتخاب دو سطح رطوبتی) و بررسی وضعیت خاک منطقه مغان در زمان برداشت انتخاب شده است. در جدول (۱) مشخصات ماشین‌های استفاده شده در روش‌های مختلف برداشت بادامزمینی آورده شده است. شکل (۱) مرحله اول و شکل (۲ و ۳) مرحله دوم برداشت ماشینی بادامزمینی را در منطقه مغان نشان می‌دهد.

جدول ۱ - مشخصات ماشین‌های استفاده شده در سه روش مختلف برداشت بادامزمینی

Table 1. Characteristics of machines used in three different methods of peanut harvesting

نام ماشین یا ادوات مورد استفاده Machine name or equipment used	کشور سازنده Manufacturing Country	عرض کار (متر) Working width (m)	نوع اتصال Connection type	توان کششی مورد نیاز (اسب بخار) Required drawbar power (hp)
تیغه V شکل V-shaped Blade	ایران Iran	1.5	سوار Mounted	75
بادام‌کن Peanut digger	ترکیه Turkey	2.25	سوار Mounted	>75
کمباین کششی Pull type combine	ترکیه Turkey	3	سوار Mounted	>75
خرمن کوب پشت تراکتوری Tractor-mounted thresher	ایران Iran	3	سوار Mounted	75



شکل ۱ - کندن ریشه بادام زمینی در زیر خاک با بادام کن و مکانیزه ردیف کردن

Fig 1. Digging underground peanut roots with fully mechanized removing and aligning peanuts



شکل ۲- کندن ریشه بادامزمینی در زیر خاک توسط تیغه‌های شمشیری (تیغه V شکل)

Fig 2. Digging underground peanut roots with sword blades (V-shaped)



شکل ۳- برداشت نیمه‌مکانیزه بادامزمینی با خرمن کوب پشت تراکتوری

Fig 3. Semi-mechanized harvesting of peanuts by tractor-mounted thresher



شکل ۴- برداشت مکانیزه بادامزمینی با کمباین کششی مخصوص

Fig 4. Mechanized harvesting of peanuts by special pull type combine

این روش‌ها از نقطه نظر تأثیر آن‌ها بر ظرفیت مزرعه‌ای موثر، زمان مورد نیاز برداشت، درصد تلفات مرحله اول و دوم برداشت، درصد تلفات کل و تعداد کارگر مورد نیاز برای برداشت محصول بادام‌زمینی بود. روش‌های اندازه‌گیری این پارامترها به شرح ذیل است.

درصد رطوبت خاک

برای اندازه‌گیری درصد محتوی رطوبتی خاک، نمونه‌های خاک در عمق‌های معین (تا جایی که غلاف‌های بادام‌زمینی در خاک موجود است) با اوگر نمونه برداری و در آزمایشگاه وزن شده و در آونی با درجه حرارت ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت. سپس نمونه خاک خشک‌شده را توزین و در نهایت با استفاده از رابطه ۱ رطوبت خاک بر مبنای وزن خشک به دست آمد.

$$MC = \frac{W_w - W_d}{w_d} \times 100 \quad (1)$$

که در این رابطه MC درصد رطوبت، W_w = جرم خاک مرطوب و W_d = جرم خاک خشک برحسب گرم (g) است.

ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای

ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای ماشین‌ها و سیستم‌های مختلف برداشت بادام‌زمینی بر مبنای سطح برداشت شده و زمان مورد نیاز و با استفاده از رابطه ۲ محاسبه گردید (Almassi et al., 2001).

$$FC = \frac{A}{T_t} \quad (2)$$

که در آن A سطح برداشت‌شده برحسب هکتار، T_t جمع کل زمان مفید و غیرمفید صرف شده برای برداشت بادام‌زمینی برحسب ساعت و FC ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای برحسب هکتار در ساعت است.

اندازه‌گیری میزان تلفات محصول

برای تعیین میزان تلفات کمی در برداشت بادام‌زمینی کافی است بعد از برداشت کامل در هر کدام از روش‌ها، با انداختن تصادفی کادر فلزی ۵۰×۵۰ سانتی‌متر (در ۱۰ نقطه مزرعه) که دور از حاشیه و در مجاورت مسیر ارزیابی روش‌های برداشت است با جمع‌آوری بادام‌زمینی‌های موجود در خاک و روی زمین، نهایتاً تلفات کمی در هکتار برآورد شد. تلفات بادام‌زمینی شامل آن‌هایی است که بعد از درآوردن بوته‌ها از خاک و همچنین برداشت کامل بادام‌زمینی در درون یا روی خاک باقی می‌مانند، یا به عبارتی در برداشت ماشینی از دسترس کمباین خارج می‌شود. وزن دانه‌های جمع‌آوری شده بر زمین به‌عنوان تلفات کل بادام‌زمینی در نظر گرفته شد. برای این منظور با استناد به رابطه استفاده شده توسط بهروزی لار در زمینه محاسبه تلفات گندم و تعمیم

آن برای محصول بادام‌زمینی، با توزین غلاف‌های بادام‌زمینی میزان تلفات کل بادام‌زمینی و عملکرد به ترتیب از روابط ۳ و ۴ محاسبه شد (Padasht Dehgahei, 2016; Behrooz-Lar, 2000).

$$P_n = \frac{(W_b)}{(W_a + W_b)} \times 100 \quad (3)$$

در اینجا:

P_n = درصد تلفات کل غلاف بادام‌زمینی (%), W_a = وزن کل غلاف‌های موجود در درون خاک که به سطح خاک آورده می‌شود در واحد سطح (g), W_b = وزن غلاف‌های موجود که درون خاک می‌ماند و از دسترس خارج می‌شود در واحد سطح (g)

(۴)

$$Y_t = \frac{(W_a + W_b)}{n \times A_k} \times 10$$

در اینجا:

n = تعداد دفعات کاداندازی (در اینجا برابر ۱۰ است), A_k = مساحت کادر نمونه‌برداری (در اینجا ۰/۲۵ مترمربع), Y_t = کل غلاف‌های جمع‌آوری شده در واحد سطح ($kg\ ha^{-1}$).

آنالیز داده‌ها

داده‌های خام قبل از تجزیه توسط آزمون گراب برای شناسایی داده‌های پرت و نرمال بودن توزیع داده‌ها توسط آزمون شاپیرو-ویلک (Shapiro and Wilk, 1965) مورد بررسی قرار گرفت. سپس تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ (IBM Corporation, 2016) انجام و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد تفاوت سه روش برداشت از نظر تلفات کل برداشت (مجموع تلفات مرحله اول و دوم) در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). تلفات و ضایعات محصول از عوامل مهم در انتخاب روش برداشت هر محصولی منجمله بادام‌زمینی است. مطابق جدول (۳) مقایسه میانگین تلفات برداشت در مراحل مختلف نشان داد کمترین مقدار تلفات در روش برداشت دستی به ترتیب در مرحله اول، دوم و کل برابر با ۲/۸۹، ۳/۰۶ و ۵/۹۵ درصد بود. بیشترین تلفات کل بادام‌زمینی در روش برداشت با کمباین مخصوص بادام‌زمینی با ۱۰/۵۹ درصد بود. متوسط ضایعات برداشت بادام‌زمینی از میان روش‌های مورد بررسی در این تحقیق مربوط به برداشت با خرمکوب معمولی برابر با ۸/۶۸ درصد بود (جدول ۴).

در برداشت بادام‌زمینی علاوه بر مراحل رسیدگی غلاف‌ها محتوی رطوبتی خاک یکی از فاکتورهای مهم برداشت است. از لحاظ محتوی رطوبت خاک فقط مرحله اول برداشت موثر بود. کمترین مقدار تلفات و ضایعات بادام‌زمینی در این مرحله زمانی حادث شد که رطوبت خاک در زمان برداشت ۱۸ درصد

بود. به عبارتی مناسبترین رطوبت خاک برای درآوردن بوته‌های بادام‌زمینی از خاک در محتوی رطوبت تیمار دوم (۱۸درصد) با ۲/۹۸ درصد تلفات در مرحله اول برداشت بدست آمد (جدول ۳).

نتایج نشان داد تفاوت سه روش برداشت از نظر ظرفیت مزرعه‌ای در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود ولی از لحاظ تاثیر محتوی رطوبت خاک بر ظرفیت مزرعه‌ای اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نگردید (جدول ۲). منتهی ظرفیت مزرعه‌ای تیمار محتوی رطوبت ۱۸ درصد به دلیل راحتی کار ابزار مکانیکی در داخل خاک با ۱/۲۱ هکتار در ساعت بیشترین بود (جدول ۳). برآورد و مشاهدات نگارنده نشان داد بادام‌زمینی از جمله محصولات است که طول زمان برداشت (شروع تا پایان برداشت) در خوشبینانه‌ترین حالت ۱۰-۱۲ روز طول می‌کشد تا فرایند برداشت و کیسه‌گیری به اتمام برسد. ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر تابعی از عرض کار، سرعت پیشروی و زمان تلف شده است. معمولاً هنگام کار با کمباین استفاده از عرض کامل ماشین غیرممکن است و همیشه مقداری همپوشانی وجود دارد. منتهی در برداشت بادام زمینی و استفاده از کمباین کشتی به دلیل جمع‌آوری بوته‌های بادام‌زمینی در مرحله اول توسط نیروی کارگری شرایط متفاوتی را به وجود می‌آورد که عرض کار تقریباً برابر و حتی در برخی موارد عرض کار مفید بیشتر از عرض کار تئوری کمباین بکارگرفته می‌شود که شرایط منطقه، سطح آموزش کاربران و خدمات ارائه شده برای ماشین‌ها به شدت راندمان مزرعه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. با در نظر گرفتن این عوامل و ارزیابی یکسان روش‌های برداشت، بیشترین ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر در مرحله دوم مربوط به کمباین مخصوص برداشت بادام‌زمینی با ۰/۴۶ هکتار در ساعت بود. کمترین آن مربوط به روش دستی با ۰/۰۰۶ هکتار در ساعت بود که تقریباً این مرحله از برداشت با متوسط ۲۵-۲۰ کارگر با ۸ ساعت کاری یک هکتار بادام زمینی جمع‌آوری گردید. همچنین ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر در مرحله دوم برداشت در استفاده از خرمنکوب معمولی برابر با ۰/۱۵ هکتار در ساعت محاسبه شد (جدول ۴). از دلایل بالا بودن ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر کمباین مخصوص برداشت بادام‌زمینی می‌توان به عرض کار بیشتر و روش تقریباً مکانیزه کامل نسبت به دو روش دیگر برداشت اشاره کرد. یافته‌های محققین در زمینه کاربرد روش برداشت دستی در مقایسه با روش‌های مکانیزه و نیمه‌مکانیزه دیگر محصولات زراعی گزارش مشابهی ارائه کرده‌اند (Rahmati et al., 2014).

جدول ۲- آنالیز واریانس پارامترهای مورد بررسی و تلفات روش‌های برداشت در محتوی رطوبتی مختلف

Table 2. Variance analysis of the studied parameters and losses of harvesting methods in different moisture content

منابع تغییر (S.O.V)	درجه آزادی (D.F)	میانگین مربعات (MS)				
		تلفات مرحله اول برداشت (درصد) First stage harvest losses (%)	تلفات مرحله دوم برداشت (درصد) Second stage harvest losses (%)	تلفات کل (درصد) Total losses (%)	ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر (هکتار در ساعت) Field capacity (ha. hr ⁻¹)	تعداد کارگر مورد نیاز (نفر ساعت در هکتار) Number of workers required (Per hr . ha ⁻¹)
تکرار (R)	3	0.76	0.69	2.32	0.43	45.03
محتوی رطوبت خاک Soil moisture content	2	0.26*	0.32 ^{ns}	1.18 ^{ns}	0.45 ^{ns}	49.77 ^{ns}
خطا E(a)	6	0.024	.039	0.19	0.006	365.03
روش برداشت	2	0.64**	53.08**	65.21**	0.63**	202647.11**

Harvest method						
محتوی رطوبت × روش برداشت						
Soil moisture content × Harvest method	4	0.014 ^{ns}	0.024 ^{ns}	0.016 ^{ns}	0.0001 ^{ns}	180.44 ^{ns}
E(b) خطا	6	0.25	0.144	0.53	0.0004	146/37
جمع کل	35	-	-	-	-	-
ضریب تغییرات (C.V%)		6.83	6.25	4.86	1.20	3.24

* اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد، * اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد و ns عدم وجود اختلاف معنی دار.

جدول ۳- مقایسه میانگین پارامترهای مورد بررسی در میزان محتوی رطوبت مختلف خاک

Table 3. Mean comparison of the studied parameters in different soil moisture content

محتوی رطوبت خاک (درصد)	تلفات مرحله اول برداشت (درصد)	تلفات مرحله دوم برداشت (درصد)	تلفات کل (درصد)	ظرفیت مزرعه‌ای موثر (هکتار در ساعت)	تعداد کارگر مورد نیاز (نفر ساعت در هکتار)
Soil moisture content (%)	First stage harvest losses (%)	Second stage harvest losses (%)	Total losses (%)	Field capacity (ha. hr ⁻¹)	Number of workers required (Per hr . ha ⁻¹)
21	3.26 a	5.38 a	8.64 a	1.15 a	294.66 a
18	2.98 b	5.06 a	8.04 a	1.21 a	293.33 a
15	3.20 ab	5.30 a	8.50 a	1.13 a	290.66 a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارند

جدول ۴- مقایسه میانگین پارامترهای مورد بررسی در روش‌های مختلف برداشت

Table 4. Mean comparison of the studied parameters in different harvesting methods

روش برداشت	تلفات مرحله اول برداشت (درصد)	تلفات مرحله دوم برداشت (درصد)	تلفات کل (درصد)	ظرفیت مزرعه‌ای موثر (هکتار در ساعت)	تعداد کارگر مورد نیاز (نفر ساعت در هکتار)
Harvest method	First stage harvest losses (%)	Second stage harvest losses (%)	Total losses (%)	Field capacity (ha. hr ⁻¹)	Number of workers required (Per hr . ha ⁻¹)
کمباین کششی	3.32 a	7.25 a	10.58 a	0.46 a	191.33 c
کوبیدن با خرمن کوب پشت تراکتوری	3.24 a	5.42 b	8.65 b	0.15 b	248/00 b
برداشت دستی	2.89 b	3.06 c	5.95 c	0.006 c	439.32 a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارند

نتایج تجزیه و تحلیل تعداد کارگر مورد نیاز در روش‌های مختلف برداشت بادام‌زمینی در مرحله اول معنی‌دار نبود اما در مرحله دوم در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد کمباین کششی با ۱۹۱/۳۳ نفر ساعت در هکتار کمترین نیروی انسانی را در برداشت بادام‌زمینی داشته است ولی برداشت دستی با ۴۳۹/۳۲ نفر ساعت در هکتار بیشترین نیروی کارگری نیاز داشت (جدول ۴). به عبارتی در استفاده از کمباین کششی مقدار نیروی انسانی مورد نیاز به بیش از نصف کاهش می‌یابد به طوری که در روش دستی در مجموع هر دو مرحله برداشت با نیروی انسانی انجام می‌گیرد به طور متوسط ۵۵-۶۰ نفر کارگر در روز برای هر هکتار مورد نیاز است که حدود ۲۵-۲۰ نفر کارگر روز در هکتار برای هر سه روش برداشت بادام‌زمینی به طور یکسان در مرحله اول مورد استفاده می‌شود. مشخص شد که در روش برداشت با خرمکوب معمولی ۲۴۸ نفر ساعت در هکتار کار می‌کردند. نتایج کلی تاثیر فاکتورهای مورد بررسی نشان داد برداشت دستی حدود ۳/۷ درصد کاهش تلفات و محصولی با کیفیت مناسب‌تر نسبت به روش‌های ماشینی داشته است منتهی نیاز به زمان کافی و نیروی انسانی بیشتر برای برداشت دارد که بیشتر برای کشاورزان با سطح برداشت کمتر حدود ۳-۱ هکتار مناسب است. از طرفی برداشت ماشینی سبب برداشت محصول در کوتاهترین زمان و به صورت نیمه مکانیزه گردید. معمولاً کشاورزان با سطح کاشت بالاتر تمایل بیشتری به روش مکانیزه دارند تا محصول خود در اولین فرصت برداشت و زمین خود را برای کاشت پاییزه آماده کنند بنابراین استفاده از کمباین کششی را بیشتر ترجیح می‌دهند (جدول ۴).

نتیجه‌گیری

- ۱- با توجه به نتایج به دست آمده، روش برداشت محصول بادام زمینی با کمباین کششی مخصوص از نظر ظرفیت موثر مزرع‌های و صرفه جویی در وقت نسبت به روش برداشت دستی و استفاده از خرمکوب معمولی برتری دارد ولی افزایش تلفات و ضایعات محصول را به ترتیب با ۴/۶۳ و ۱/۹۳ درصد نسبت به روش دستی و خرمکوب معمولی داشته است. بیشترین ظرفیت مزرع‌های مؤثر در مرحله دوم برداشت مربوط به کمباین مخصوص بادام‌زمینی با ۰/۴۶ هکتار در ساعت بود. کمترین آن مربوط به روش دستی با ۰/۰۰۶ هکتار در ساعت بود.
- ۲- مناسب‌ترین زمان شروع برداشت مرحله اول بادام‌زمینی در محتوی رطوبت ۱۸ درصد با ۲/۹۸ درصد تلفات در این مرحله بود.
- ۳- علی‌رغم اینکه تعداد نیروی کارگری مورد نیاز در مرحله اول برداشت به طور متوسط ۲۹۰ نفر ساعت در هکتار مورد نیاز برای هر سه روش برداشت تقریباً یکسان بود ولی کمترین و بیشترین نیروی کارگری لازم در مرحله دوم برداشت به ترتیب برای کمباین کششی مخصوص و روش دستی با ۱۹۱/۳۳ و ۴۳۹/۳۲ نفر ساعت در هکتار لازم بود.
- ۴- به طور کلی برای برداشت زودهنگام بادام‌زمینی کمباین مخصوص کششی و از لحاظ کیفیت محصول استحصالی روش دستی برای منطقه مناسب است.

تشکر و قدردانی

از همکاران معاونت تولیدات گیاهی و اداره فناوری‌های مکانیزه سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل و مدیریت‌های جهاد کشاورزی شهرستان‌های تابعه به دلیل حمایت و همکاری در اجرای پروژه، صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

References

1. Almassi, M., Sh. Kiani, and Loveimi. N. 2001. Principles of agricultural mechanization, Hazrat Masumeh Press, 2: 248.
2. Anon. 1994. Test codes & procedures for farm machinery. Technical Series.No.12.
3. Azmoudeh Mishamandani, A., Navid, H. Abdollahpour, Sh. and Moghaddam Vahed, M. 2013. Comparison of peanut harvest losses in both machine and manual methods. 8th National Congress of Agricultural Machinery Engineering (Biosystems) and Mechanization of Iran, Mashhad, Ferdowsi University of Mashhad. (in Persian).
4. Behroozi-Lar, M. 2000. Principles of Design of Agricultural Machinery. Scientific Publish Center of Islamic Azad University. Tehran, Iran. (in Persian).
5. Blum A. 1999. Towards standard assay of drought resistance in crop plants. In: J. M. Ribaut & D. Poland. Molecular approaches for the genetic improvement of cereals for stable production in water- limited environments (final report). A strategic planning workshop, 21-25 June 1999. CIMMYT, El Batan, Mexico.
6. Emadi, B, Nikkhah A, Khojastehpour, M and Peyman, S.H. 2014. The effect of farm size on energy consumption and input costs of peanut production in Guilan province. Journal of Agricultural Machinery Volume 5, Number 1, First Semester 1394, pp. 217-227. (in Persian).
7. FAO, (2015). Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction. Available: <https://www.fao.org/3/i4068e/i4068e.pdf>
8. FAO, (2018). Food loss analysis: causes and solutions; Case study on the groundnut value chain in the Republic of Malawi. Rome. 50 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
9. Gulluoghlu, L., Bakal, H., Onat, B., Kurt, J. & Arioglu, H. (2016). The Effect of Harvesting on Some Agronomic and Quality Characteristics of Peanut Grown in the Mediterranean Region of Turkey. Turkish Journal of Field Crops. Vol. 21(2): 224-232
10. IBM Corporation. 2016. SPSS for Windows, version 24. IBM Corp Armonk (NY).
11. Jordan, D., Beasley, J. & Calhoun, S. (2008). Agricultural practices for peanut growing and harvesting. American Peanut Council Good Management Practices.
12. Padasht Dehgahei, M.N. 2016. Study of agronomic and morphological characteristics of peanut genotypes in Guilan province. Research Report, Oilseeds Research Department, Seed and Plant Breeding Research Institute, Karaj, Iran. . (in Persian).
13. Rahmati, M.H., Sohrabondi, G., Khodadadi, M. and Razdadi. A. M. 2014. Technical and economic study of rice harvesting methods in Shirvan Chardavol region. Journal of Agricultural Machinery Vol. 4, No. 2, Fall-Winter 2014, p. 378-386.
14. Reddy T.Y., Reddy V.R., Anbumozhi V. 2003. Physiological response of groundnut to drought stress and its amelioration: a critical review. Plant Growth Regulation, 41: 75-88.
15. Reshad Sedghi, A., and Zabolostani, M. 2003. Comparison of two methods mechanized and conventional of direct rice cultivation in terms of product performance and production costs, East Azarbaijan Research Center for Agriculture and Natural Resources Publications.
16. Safarzadeh Vishkaei, M. N. 2006. The effect of methanol on the growth and yield of peanuts. PhD Thesis Islamic Azad University, Research Sciences Branch, Tehran. (in Persian).
17. Shapiro, S. S., and Wilk, M. B. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). Biometrika 52, 591-611.

18. Sharifi, GH. J., Abbasi, M. R. & Fallah, S. N. (2015). Importance of peanut cultivation and its properties. Entesharate Noruzi. 1st Edition: 44-46.
19. Sims, B.G. & O'Neill D. H. 1994. Testing and evaluation of agricultural machinery and equipment: Principles and practices (No. 110). Food & Agriculture Org.
20. Taghinejad, J. 2019. Mechanization of peanuts in Moghan plain. Technical Journal. Publishing Committee of the Institute of Technical Research and Agricultural Engineering. Registration number 56307 . (in Persian).
21. Zou, Sh., Tseng, Y. C., Zare, A., Rowland, D. L., Tillman, B.L. & Yoon, S. Ch. (2019). Peanut maturity classification using hyperspectral imagery. Biosystems Engineering. Vol. 188: 165-177.