نشریه مکانیزاسیون کشاورزی/ دوره ۷ شماره ۳/ سال ۱۴۰۱/ صفحه‌های ۵۴-۴۵

DOI: https://dx.doi.org/10.22034/jam.2023.15908

تحلیل اقتصادی و فنی برداشت مکانیزه ذرت بذری- مطالعه موردی کشت و صنعت دامپروری پارس (شهرستان پارس‌آباد مغان)

جبرائیل تقی نژاد[۱*]، ترحم مصری[۲]، بابا قادری و غلامحسین شاهقلی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۶/۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۲۷

۱- بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

۲- گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

* مسئول مکاتبه taghinazhad55@gmail.com

چکیده

بیش از ۸۰ درصد ذرت بذری کشور در مغان تولید و فرآوری می‌شود. یکی از چالش‌های تولید ذرت بذری، برداشت بلال ذرت با پیکرهاسکرهای خودرو و کششی است که طی سال‌های اخیر در مقایسه با روش دستی بر کیفیت بذر تولیدی کشور تأثیرگذار بوده است. در این راستا پژوهشی برای ارزیابی سه روش برداشت بذر ذرت هیبرید رقم ۷۰۴ در سال زراعی۱۴۰۰-۱۳۹۹ در شرکت ملی کشت و صنعت دامپروری پارس انجام شد. آزمایش‌ها بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای این پژوهش شامل برداشت بلال با پیکرهاسکر خودگردان، پیکرهاسکر کششی و برداشت دستی بلال ذرت بذری بود. پارامترهای فنی و زراعی مورد بررسی شامل درصد رطوبت بذر زمان برداشت، ظرفیت ماده‌ای و مزرعه‌ای ماشین، نرخ تلفات بلال و در نهایت میزان شکستگی دانه در فرایند تولید ذرت بذری بود. برای ارزیابی اقتصادی از روش بودجه‌بندی جزئی استفاده شد. نتایج نشان داد بیشترین و کمترین ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر به‌ترتیب برای پیکرهاسکر خودرو و کششی برابر با ۱/۲۶و ۰/۲۵ هکتار در ساعت محاسبه شد. کمترین و بیشترین تلفات کل بلال به ترتیب ۳/۸ و ۵/۴ درصد و مربوط به برداشت به روش دستی و کمباین بلال چین کششی بود. تحلیل اقتصادی نشان داد که نرخ بازده نهایی استفاده از کمباین بلال چین خودرو با سایر تیمارها بیشتر از ۸۰/۱۳ درصد است. سود خالص هکتاری و هزینه متغیر کاربرد این تیمار برداشت به‌ترتیب۱۹۱۹۰۰ و ۹۱۶۰۰ هزار ریال برآورد گردید که نسبت به تیمارهای برداشت با پیکرهاسکر پشت تراکتوری و دستی به‌ترتیب ۶/۳۰ و ۱۰/۰۴ درصد افزایش سودآوری داشت.

واژه‌های کلیدی: ذرت بذری، پیکرهاسکر، برداشت، هزینه تولید

Techno-Economic Analysis of the Mechanized Seed Corn Harvesting: A Case Study of Pars Agriculture and Animal Husbandry Industry (Parsabad Moghan, Iran)

Jabraeil Taghinazhad[1*], Tarahom Mesri Gundoshmian[2], Baba Gaderi[2], Golamhossien Shahgoli [2]

Received: 24 Aug 2022 Accepted: 17 Jan 2023

1- Department of Agricultural Engineering Research, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ardabil, Iran

2- Department of Biosystems Engineering, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

*Corresponding author: taghinazhad55@gmail.com

Abstract

More than 80% of the Iran corn seeds are produced in the Moghan region. One of the challenges in seed corn production is harvesting corn cobs with tractor pulled and self-propelled picker husker compared to manual method, which in recent years affects the quality of seeds produced in the country. In 2020, this study was conducted to evaluate the methods of harvesting hybrid maize 704 cultivar seeds in Pars agriculture and animal husbandry industry. The experiment was performed based on a randomized complete block design with four replications. The treatments included: 1) Cob harvesting with self-propelled harvester 2) Harvesting with tractor pulled picker husker 3) Manual cob harvesting. The technical and agronomic parameters included the percentage of seed moisture at harvest time, effective field capacity, harvester capacity and measuring the corn cob losses. For economic evaluation, partial budgeting method (benefit-to-cost ratio) was used. The results showed that the maximum and minimum farm capacities for the self-propelled and tractor pulled harvesters were 1.26 and 0.25 ha h^{-1}, respectively. The lowest and highest total losses in the field were 3.8% and 5.4%, respectively, related to harvest by manual method and self-propelled harvester. The results of economic analysis showed that the final efficiency of replacing the application of self-propelled harvester with other treatments is more than 80.13%. Net profit and variable costs of using this harvester were estimated at 191.9 and 91.6 million Rials, respectively, which increased by 6.30% and 10.04%, compared to the tractor pulled picker and manual harvesting, respectively.

Keywords: Seed corn, picker husker, harvester, costs, benefits

How to cite:

Taghinazhad, J., Mesri Gundohmain, T., Gaderi, B., and Shahgoli, G. 2023. Techno-Economic Analysis of the Mechanized Seed Corn Harvesting: A Case Study of Pars Agriculture and Animal Husbandry Industry (Parsabad Moghan, Iran). *Journal of Agricultural Mechanization* 7 (3): 45−54.

۱- مقدمه

ذرت یکی از غلات مهم در جهان است که از نظر سطح کشت بعد از گندم و برنج سومین غله مهم در تغذیه به‌حساب می‌آید. بیش از ۴۵ درصد ذرت دنیا در آمریکا کشت و تولید می‌شود. در سال ۲۰۰۴ میزان تولید دانه ذرت جهان ۷۲۱ میلیون تن بوده است و به‌طورکلی، ۱۴۷ میلیون هکتار به کشت این محصول اختصاص یافته است و متوسط عملکرد ۴۹۰۷ کیلوگرم در هکتار داشته است (Anonymous, 2007). مهم‌ترین مناطق کشت ذرت در ایران استان‌های اردبیل، مازندران، گرگان، و اطراف تهران می‌باشد. بر اساس آمار سال ۱۳۹۸ سطح کشت ذرت بذری در شهرستان پارس‌آباد ۳۸۷۵ هکتار بود که میزان محصول برداشت شده بیش از ۱۰ هزار تن تخمین زده می‌شود. آمارهای موجود در وزارت جهاد کشاورزی نشان می‌دهد که سالانه حدود ۱۰ هزار تن بذر ذرت هیبرید ذرت در مغان تولید می‌شود. در شرایط امروزی، اگر قیمت هر کیلو بذر هیبرید ذرت ۳۰۰۰۰۰ ریال در نظر گرفته شود در خوش‌بینانه‌ترین حالت سالیانه حدود ۳۰۰۰-۲۵۰۰ تن از بذرهای تولید شده در حین فرایند تولید دچار شکستگی یا ترک‌خوردگی و یا بلال تلف‌شده در سطح مزرعه تلف شده و حدود ۷۵۰ میلیارد ریال از درآمد تولیدکنندگان بذر از بین می‌رود (Anonymous, 2020). در مجموع خسارت ناشی از درصد شکستگی و ترک‌خوردگی بذرها در حین فراوری در برداشت با کمباین که تا چند سال پیش رواج داشت به‌ترتیب حدود ۲۰ درصد و در کل متوسط ۴۰ درصد تلفات و ضایعات به‌صورت تلفات بلال ذرت، بذر شکسته و خردشده داشت. لذا این میزان تولید بذر در عمل از خط تولید خارج می‌شد اما در محصول نهایی باقی می‌مانند. از سوی دیگر به‌دلیل آسیب‌دیدگی احتمالی جنین یا تجمع قارچ‌ها و عوامل بیمارهای گیاهی در بذرهای ترک‌دار، کاربرد این‌گونه بذرها ریسک جوانه‌زنی بذر و ظاهر شدن گیاهچه را افزایش داده و گاهاً منجر به عدم ظهور گیاهچه یا بد سبزی خواهد شد (Taghinazhad & Esmaeil, 2020).

نتایج پژوهشگران دانشگاه آیووا بیانگر این واقعیت است که بیشترین افت برداشت در قسمت جلوی کمباین اتفاق می‌افتد که شامل خوشه‌های افتاده توسط ماشین برداشت و افت دانه‌ها توسط غلتک‌های کشنده در قسمت دماغه کمباین می‌باشند. در رطوبت بین ۱۹ تا ۲۳ درصد دانه، کمترین اتلاف برداشت گزارش شده است و در مزارعی که بوته‌ها ورس کرده باشند یا مزرعه حاوی علف هرز بیشتری باشد نیز تلفات افزایش می‌یابد (Hanna & Fossen, 1995). در ارزیابی و تعیین ضریب تلفات برداشت ذرت دانه‌ای و میزان مصرف انرژی نیز پیشگر-کمله و همکاران گزارش کرده است که مجموع تلفات قبل از برداشت و کمباینی ذرت دانه‌ای ۹/۳ درصد بود که حدود ۸/۵۶ درصد از آن مربوط به تلفات کمباینی با نرخ تغذیه ۲/۴۸ کیلوگرم در ثانیه و بیشترین تلفات در قسمت کوبنده و برابر ۵/۳۹ درصد بود. میزان مصرف انرژی برداشت ذرت دانه‌ای نیز برابر ۱/۸ گیگا ژول در هکتار برآورد شده است که حدود ۷۰ درصد آن مربوط به مصرف سوخت دیزل بوده است (Pishgar-Komleh *et al.*, 2013).

پژوهشی دیگر توسط Abbasgholipour (2020) برای بررسی اثر زمان برداشت بر تلفات ذرت دانه‌ای پیش‌بینی را با منطق فازی در کمباین جان دیر مدل ۱۱۶۵ در منطقه مغان انجام گردید. نتایج نشان داد که تلفات برداشت تابعی از زمان برداشت است و از لحاظ آماری زمان برداشت در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد. با توجه به مقایسه میانگین با استفاده از آزمون دانکن، کمترین تلفات در زمان برداشت ۱۷ آبان ماه ساعت ۱۶-۱۴ به مقدار ۱۰/۰۵٪ بود و بیشترین آن مربوط به ۲۰ آبان ساعت ۱۰-۸ به مقدار ۱۲/۷۸٪ بود. رطوبت بالای هوا و پایین بودن دمای هوا از دلایل افزایش تلفات تعبیر شده است. در ادامه تحقیق با توجه به تأثیر زمان برداشت در میزان تلفات، برای پیش‌بینی مناسب‌ترین زمان برداشت اقدام به طراحی یک سیستم خبره فازی گردید که در آن تلفات واحد فرآوری، واحد جمع‌آوری و رطوبت هوا به‌عنوان ورودی‌های سیستم و زمان برداشت به‌عنوان خروجی آن در نظر گرفته شد. برای ایجاد سیستم خبره فازی از موتور استنتاج ممدانی با فازی‌ساز منفرد و غیرفازی‌ساز میانگین مراکز استفاده شد. ضریب تبیین ۰/۹۸ نشان‌دهنده همبستگی زیاد نتایج پیش‌بینی بهترین زمان برداشت با مقادیر اندازه‌گیری شده بود. بنابراین سیستم فازی طراحی‌شده با دقت بالایی زمان برداشت ذرت را پیش‌بینی می‌کند (Abbasgholipour, 2020). پیترکوسکی و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی به بررسی اقتصادی ذرت و فرآوری آن در مناطقی از شرق کنیا انجام داده و بدین منظور برای تلفات پس از برداشت در دره ریفت و مناطق شرق پایین کنیا در بین ۱۶۵ و ۱۴۹ کشاورز مورد نمونه استفاده کردند و از آزمون دقیق فیشر و آزمون t استفاده کرده به این نتیجه رسیدند که طول فرآوری از ۵۸۵ کیلوگرم ذرت مقدار ۲۰ کیلوگرم به‌دلیل پوسیدگی و ۹۰ کیلوگرم به‌دلیل نداشتن بنیه کافی غیرقابل استفاده می‌باشد و گاهی حدود ۹۰ درصد محصول غیرقابل استفاده می‌شود که علل آن استفاده از روش‌های ضعیف پس از برداشت و سطح آگاهی کم در بین کشاورزان ذرت کار می‌باشد (Peter Koskei *et al.*, 2020).

Taghinazhad & Esmaeili (2020) در گزارشی به بررسی و ارزیابی فنی- اقتصادی روش‌های مختلف برداشت و فرآوری بذر هیبرید ذرت پرداختند و بدین منظور، آن‌ها کمباین بلال چین ذرت (پیکرهاسکر) بر پایه طرح آزمایشی کرت‌های خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار را انجام دادند. کرت‌های اصلی شامل میزان رطوبت ذرت بذری در سه سطح:۱) ۲۹ ٪، ۲) ۲۵ و ۳) ۲۱ ٪ و کرت‌های فرعی شامل روش برداشت در چهار سطح: ۱) برداشت بلال با پیکرهاسکر خودگردان ساخت شرکت بورگوئن فرانسه، ۲) برداشت بلال با پیکرهاسکر کششی ساخت داخل، ۳)

برداشت دستی بلال و ۴) برداشت مستقیم با کمباین بود. نتایج ارزیابی فنی نشان داد متوسط شکستگی بذر در برداشت با پیکرهاسکر خودگردان و کششی به‌ترتیب ۷/۱۱ و ۷/۱۴ درصد و در یک سطح آماری قرار داشتند. بیشترین میانگین شکستگی با ۱۵/۶۶ درصد در استفاده از کمباین معمولی بود. نتایج کلی بیانگر اختلاف معنی‌دار روش بلال‌چینی نسبت به روش برداشت مستقیم با کمباین از لحاظ کیفیت فیزیکی و فیزیولوژیکی بذر هیبرید ذرت بود. نتیجه بررسی اقتصادی با روش بودجه‌بندی بخشی نشان داد برداشت ذرت بذری با پیکرهاسکر خودگردان جدید در میزان رطوبت ۲۵ درصد سودآورترین روش برداشت بود (Taghinazhad & Esmaeili, 2020). Mobasser & Niamanesh (2017) در تحقیقی به بررسی کارآمدترین راهکار برداشت و فرآوری بذر هیبرید ذرت با تکیه‌بر تحلیل اقتصادی با چهار روش برداشت بذر هیبرید ذرت، یعنی برداشت با دست، برداشت با کمباین ویژه غلات، برداشت با دستگاه پیکرهاسکر خود کششی و پشت تراکتوری پرداختند. به‌منظور تحلیل اقتصادی، ابتدا با استفاده از روش بودجه‌بندی جزئی، اقتصادی بودن یا نبودن جایگزینی هر روش به‌جای سایر روش‌ها بررسی شد و سپس با استفاده از تجزیه و تحلیل ارجحیت سرمایه‌گذاری، نتایج پروژه مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده برداشت ذرت با پیکرهاسکر خود کششی سودآورترین روش برداشت بوده و پس از آن برداشت با پیکرهاسکر پشت تراکتوری و برداشت با دست در رتبه‌های بعدی قرار دارند، ولی از آنجائی که در منطقهٔ مورد مطالعه (دشت مغان) نیروی کار ماهر و ارزان به‌وفور در دسترس می‌باشد و کشاورزان ذرت کار به لحاظ ضعف مالی توانائی سرمایه‌گذاری اولیه به‌منظور خرید و تهیه پیکرهاسکر خود کششی یا پشت تراکتوری را ندارند، از این‌رو روش برداشت با دست، اقتصادی‌ترین و سودآورترین روش برداشت شناخته شد (Mobasser & Niamanesh, 2017). در پژوهشی که Goldsmith *et al.* (2015) با عنوان تحلیل اقتصادی ذرت بذری در مناطقی از برزیل به این نتیجه رسیدند که تلفات برداشت ۶ درصد و تلفات کوتاه مدت ۲ درصد، به‌عنوان یک هزینه فرصت، ممکن است در وهله اول به نظر نیاید اما با توجه به درآمد و هزینه کشاورزان این رقم زیاد است و از سود آن‌ها کاهش می‌یابد نتایج دیگر حکایت از آن دارد که تأثیر گرما در نوع و کیفیت دانه‌ها بسیار بالاست و همچنین در محیط‌های که دارای رطوبت بالا می‌باشند کاهش کیفیت مطرح است و در زمین‌های که وسیع می‌باشند به‌دلیل عدم کنترل آسیب‌های جدی به محصول وارد می‌شود (Goldsmith *et al.*, 2020).

Pishgar-Komleh *et al.* (2012) در مطالعه‌ای تعادل انرژی و تجزیه و تحلیل اقتصادی بین ورودی و خروجی تولید ذرت دانه‌ای را با روش‌های مختلف برداشت در استان البرز ارزیابی کردند. مقادیر نسبت سود به هزینه برای برداشت با پیکرهاسکر، کمباین و برداشت با پلات به‌ترتیب ۱/۵۴، ۱/۵۳ و ۱/۳۲ بود که نتایج نشان داد برداشت با پیکرهاسکر بهره‌وری اقتصادی بیشتری داشته است. ایشان در مقاله دیگر نیز برای ارزیابی تلفات کمباینی دانه ذرت در سه سطح سرعت پیشروی (۳، ۴ و ۵ کیلومتر در ساعت) و سه سطح سرعت کوبنده (۴۰۰، ۵۰۰ و ۶۰۰ دور در دقیقه) به‌منظور بهینه‌سازی تلفات برداشت با استفاده از روش پاسخ سطح گزارش کردند که حداقل تلفات ذرت دانه‌ای با ۲۰۹/۸۸ کیلوگرم در سرعت پیشروی ۳ کیلومتر در ساعت و دور کوبنده ۶۰۰ دور در دقیقه به‌دست آمد (Pishgar-Komleha *et al*,. 2012). در تحقیقی برای ارزیابی اقتصادی کمباین‌های مختلف برداشت گندم در استان تهران از روش‌های (الف) ارزش کنونی منافع هر یک از تیمارها، (ب) روش بودجه‌بندی جزئی، (ج) تجزیه و تحلیل ارجحیت سرمایه‌گذاری و (د) تجزیه‌وتحلیل نرخ بازده نهایی سرمایه‌گذاری استفاده کردند. نتایج آن‌ها نشان داد در شرایط میانگین برداشت، کمباین جاندیر ۹۹۵ نسبت به سایر سطوح تیمار دارای سود بیشتر و هزینهٔ کمتر است نرخ بازده نهایی جایگزینی کاربرد کمباین جاندیر ۹۹۵ با سایر سطوح ۷۳/۹ درصد و بیشتر از نرخ جایگزینی سایر سطوح تیمار است. در شرایط حداکثر برداشت کمباین نیوهلند نسبت به سایر سطوح تیمار دارای سود بیشتری است (Asadi & Mostofi-Sarkari, 2018).

Taghinazhad & Dehghan (2021) در تحقیقی با هدف تعیین هزینه و درآمد کمباین‌داران و ارزیابی سودآوری استفاده از کمباین‌ها در راستای منافع کشاورزان انجام دادند. در این پژوهش تعداد ۴۹ دستگاه کمباین، شامل کمباین‌های رایج (جاندیر ۹۵۵، جاندیر۱۰۵۵و کلاس اس۶۸) و کمباین جدید نیوهلند۵۰۸۰ TC در شهرستان‌های استان اردبیل بررسی‌شده است. نتایج نشان داد بالاترین ظرفیت کمباینی (۵/۱۴ تن در هکتار دانه) و ظرفیت مزرعه‌ای (۱/۱۶ ساعت در هکتار) با استفاده از کمباین نیوهلند۵۰۸۰ TC به‌دست می‌آید. همچنین کمترین ظرفیت کمباینی مربوط به کمباین جاندیر و کلاس (به‌ترتیب با میانگین ۲/۱۶ و ۲/۵۱ تن در هکتار) بوده است. در شرایط متوسط و حداکثر سطح برداشت شده، به‌ترتیب کمباین جاندیر ۹۵۵ و نیوهلند۵۰۸۰TC نسبت به سایر کمباین‌ها سود بیشتر و هزینه کمتری داشته‌اند. نرخ بازده نهایی جایگزینی برای کمباین جاندیر ۹۹۵ با سایر کمباین‌ها بالاتر از ۶۴/۷۰٪ و برای کمباین نیوهلند۵۰۸۰ TC با سایر کمباین‌ها بالاتر از ۶۰/۶۳٪ و بیشتر از نرخ جایگزینی سایر کمباین‌ها محاسبه شد (Taghinazhad & Dehghan, 2021). هدف از این پژوهش، تعیین تلفات روش‌های مختلف برداشت بلال چینی برداشت ذرت بذری از نظر کیفیت و ارزیابی و تعیین اقتصادی‌ترین روش تولید ذرت بذری در شهرستان پارس مغان است.

۲- مواد و روش‌ها

عملیات مزرعه‌ای پژوهش حاضر در سال زراعی۱۴۰۰-۱۳۹۹ در یکی از قطعات ۲۰ هکتاری شرکت کشت و صنعت دامپروری پارس واقع

در شهرستان پارس‌آباد مغان، برای ارزیابی برداشت بذر ذرت هیبرید رقم ۷۰۴ انجام شد. آزمایش‌ها بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای این پژوهش شامل برداشت بلال با پیکرهاسکر خودگردان، پیکرهاسکر کششی و برداشت دستی بلال ذرت بذری هیبرید بود. پارامترهای فنی و زراعی تحت بررسی شامل اندازه‌گیری درصد رطوبت بذر در زمان برداشت، ظرفیت مزرعه‌ای واقعی، ظرفیت ماده‌ای، میزان تلفات بلال، میزان شکستگی بذر در فرایند تولید ذرت بذری بود. ارزیابی اقتصادی فرایند به کمک روش بودجه‌بندی جزئی (نسبت فایده به هزینه) انجام شد. برخی از مشخصات فنی پیکرهاسکر (شکل ۱) برداشت ذرت بذری در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- مشخصات فنی پیکرهاسکرهای مورد استفاده

Table 1. Technical characteristics of the used Picker Huskers

ماشین برداشت Harvest Machine	ساخت Manufacture	تعداد ردیف Number of rows	سرعت پیشروی (کیلومتر در ساعت) Velocity (km hr^{-1})	ظرفیت مخزن (تن) Tank Capacity (ton)
پیکر هاسکر خودگردان Self-propelled Picker-Husker	شرکت بورگن فرانسه (Borgen France Company)	4	5.3-7.2	5
پیکرهاسکر کششی Tractor-pulled Picker -Husker	شرکت ایتالیایی Italian company	2	4.1-5.2	1.3

شکل ۰- دو روش برداشت ماشینی بلال ذرت بذری با پیکرهاسکر خودگردان و پشت تراکتوری

Fig 1. Two methods of seed corn cobs machine harvesting with a self-propelled and tractor pulled picker husker

۲-۱- اندازه‌گیری رطوبت دانه قبل از برداشت

برای اندازه‌گیری درصد رطوبت دانه مقدار مشخصی از دانه ذرت در داخل دستگاه رطوبت‌سنج ریخته شد. سپس میزان رطوبت دانه اندازی‌گیری گردید. در نقاط مختلف مزرعه این اندازه‌گیری تکرار و متوسط رطوبت مزرعه به‌دست آمد.

۲-۲- اندازه‌گیری ظرفیت مزرعه‌ای و سرعت پیشروی

هم‌زمان با شروع کار ماشین‌های برداشت در هر قطعه، آزمایشی برای هر یک از روش‌های مورداستفاده، زمان کل بازمان سنج اندازه‌گیری و ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر هر یک از ادوات با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد (Taghinazhad & Dehghan, 2021).

$$C_a = \frac{A}{h} \quad (۱)$$

که در آن، A مساحت مزرعه برحسب هکتار و h زمان کل صرف شده برحسب ساعت و C_a ظرفیت مزرعه‌ای واقعی کمباین برحسب هکتار در ساعت است.

۲-۳- اندازه‌گیری عملکرد و ظرفیت ماده‌ای کمباین

عملکرد دانه‌ای ذرت برحسب تن بر هکتار و پس از خشک شدن و جدا کردن دانه از چوب‌بلال بر اساس متوسط سطح برداشت‌شده برآورد و از رابطه (۲) محاسبه گردید:

$$Y = \frac{M}{A} \times 10 \quad (۲)$$

که در آن، Y عملکرد مواد دانه‌ای (تن بر هکتار)، M وزن مواد دانه‌ای (کیلوگرم) و A مساحت برداشت‌شده (مترمربع) می‌باشد. محاسبه ظرفیت ماده‌ای برحسب تن در ساعت با استفاده از رابطه (۳) محاسبه شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (Taghinazhad & Dehghan, 2021).

$$C_m = C_a Y \quad (۳)$$

که در آن، C_m ظرفیت ماده‌ای کمباین (تن بر ساعت)، C_a ظرفیت

مزرعه‌ای کمباین (هکتار بر ساعت) و Y عملکرد مواد دانه‌ای (تن بر هکتار) است.

۴-۲- فرایند خشک‌کردن اندازه‌گیری درصد شکستگی و ترک‌خوردگی بذر

در روش برداشت با پیکرهاسکرها و روش دستی، بلال‌های جمع‌آوری شده پس از خشک شدن در خشک‌کن توزین شدند. به‌منظور ایجاد شرایط ثابت در استوانه خشک‌کن، دستگاه به مدت ۳۰ دقیقه قبل از شروع فرایند روشن شد. نمونه‌ها تا حداکثر دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد اعمال تا این‌که رطوبت ۱۳ درصد بر پایه خشک حاصل گردید. سپس بلال‌های خشک شده وارد دستگاه شیلر شده و براساس روش مرسوم با سرعت سیلندر کوبنده در محدوده (۴۰۰-۳۰۰) دور در دقیقه دانه‌بندی شده سپس شاخص‌های کیفی بر روی نمونه‌ها اندازه‌گیری شد (Taghinazhad & Esmaeil, 2020). به‌منظور تعیین درصد شکستگی و ترک‌خوردگی بذرهای تیمارهای مورد بررسی، نمونه بذر انتقال‌یافته به آزمایشگاه تجزیه بذر قبل از اجرای آزمون جوانه‌زنی با استفاده از حواس پنج‌گانه ارزیابی شدند و درصد بذرهای شکسته تعیین شدند (Anonymous, 2007).

۴-۲- ارزیابی اقتصادی روش‌های برداشت

ارزیابی و تحلیل اقتصادی سیستم برداشت با استفاده از روش بودجه‌بندی جزئی انجام گرفت و سودآوری هر یک از تیمارها برآورد و در نهایت اقتصادی بودن یا غیراقتصادی بودن جایگزینی هر یک از تیمارها توسط سایر تیمارها بررسی شد. با استفاده از تحلیل ارجحیت سرمایه‌گذاری، اقتصادی‌ترین تیمار آزمایش انتخاب شد (Mobasser & Niamanesh, 2017). برای تعیین اقتصادی‌ترین تیمار مکانیزاسیون برداشت بذر هیبرید ذرت، هزینه‌های برداشت و نفع اقتصادی هر یک از تیمارهای مورد مطالعه برآورد شد. در این محاسبات ارزش اقتصادی دانه برداشت‌شده، ضرر مادی تلفات دانه‌ای سیستم‌های برداشت و سایر پارامترهای کمی اندازه‌گیری و ارزش‌گذاری شدند. در این محاسبات ارزش حال سود اقتصادی هر یک از تیمارها، بودجه‌بندی جزئی، تجزیه و تحلیل ارجحیت سرمایه‌گذاری و تجزیه و تحلیل نرخ بازده نهایی سرمایه‌گذاری محاسبه و به‌صورت ذیل ارزیابی شدند و شرط اقتصادی بودن کاربرد روش مکانیزاسیون به شرح ذیل است.

[(نرخ بازده نهایی سرمایه‌گذاری) + (ارزش حال سود اقتصادی)]>) [(ارجحیت سرمایه‌گذاری) + (بودجه‌بندی جزئی)]

در این بررسی، سیستم برداشت (تیماری) مناسب خواهد بود که بیشترین نفع خالص، کمترین هزینه و بالاترین نرخ بازده نهایی را داشته باشد. برای بررسی جایگزینی هر یک از روش‌ها از تحلیل فرضیهٔ اقتصادی و غیراقتصادی بودن تیمارها استفاده شد تا تیمار برتر نسبت به تیمارهای دیگر، جدا شود و سپس بر اساس روابط (۴) تا (۹) نرخ بازده نهایی سرمایه‌گذاری و ارجحیت سرمایه‌گذاری، میزان تغییرات سود خالص و هزینه‌های متغیر منتج از جایگزینی یک تیمار به‌جای تیمار دیگر محاسبه و تحت عنوان سود خالص نهایی و هزینه متغیر نهایی معرفی شد (Dillon & Hardaker, 1993).

$$B.M = (B_{IS} - B_{TR}) \quad (۴)$$

$$N.B.M = (NB_{IS} - BN_{TR}) \quad (۵)$$

$$N.B_{TR} = (B_{TR} - C_{TR}) \quad (۶)$$

$$C.M = (C_{IS} - C_{TR}) \quad (۷)$$

$$N.B_{IS} = (B_{IS} - C_{IS}) \quad (۸)$$

$$MRR = (N.B.M / C.M)*100 \quad (۹)$$

که در آنها، B_{IS} سود مورد انتظار از تیمار بهینه (ریال در هکتار)، B_{TR} سود مورد انتظار از تیمار با درجهٔ اهمیت پایین‌تر (ریال در هکتار)، C_{IS} هزینهٔ تیمار بهینه (ریال در هکتار)، C_{TR} هزینهٔ تیمار با درجه اهمیت پایین‌تر (ریال در هکتار)، NB_{IS} سود خالص تیمار بهینه (ریال در هکتار)، $N.B_{TR}$ منافع خالص تیمار با درجه اهمیت پایین‌تر (ریال در هکتار)، $B.M$ منافع نهایی (هزار ریال در هکتار)، $C.M$ هزینهٔ نهایی (هزار ریال در هکتار)، $N.B.M$ منافع یا سود خالص نهایی (هزار ریال در هکتار) و MRR نرخ بازده نهایی سرمایه‌گذاری (درصد) است.

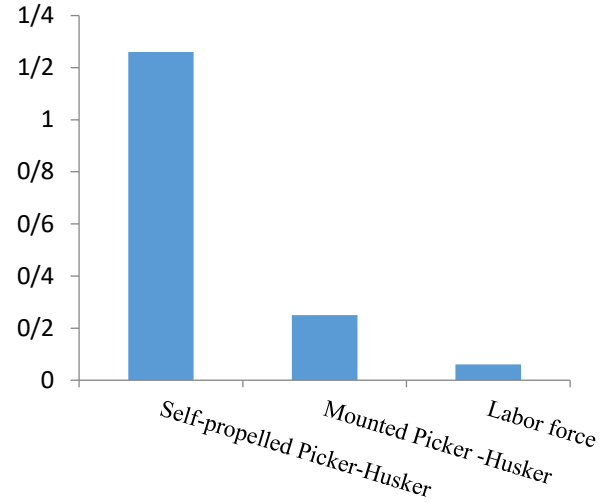
۳- بحث و نتایج

۳-۱- ظرفیت مزرعه‌ای و ماده‌ای کمباین

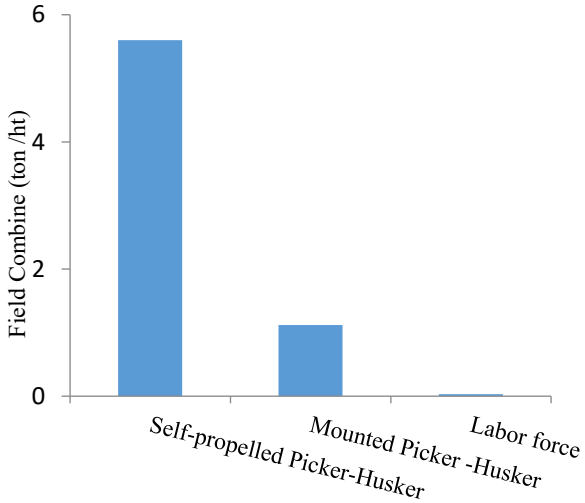
نتایج بررسی ظرفیت مزرعه‌ای ماشین با استفاده از سه روش برداشت ذرت بذری نشان داد که سامانه برداشت بذر هیبرید ذرت با پیکرهاسکر خودگردان بیشتر است. با توجه به این‌که حدود ۸۰ درصد بذر هیبرید ذرت کشور در مغان تولید می‌شود بر اساس نتایج مطالعه استفاده از مکانیزاسیون کامل و سیستم پیکرهاسکر خودگردان، ضمن برداشت به‌موقع نسبت بهروش‌های رایج، کیفیت بذر هسته اصلی ذرت کشور نیز مطلوب‌تر خواهد شد. مطابق شکل ۲ (الف) نتایج نشان داد که میانگین ظرفیت مزرعه‌ای پیکرهاسکر خودگردان با ۱/۲۶ هکتار در ساعت بیشترین ظرفیت مزرعه‌ای روش‌های مذکور را به‌خود اختصاص داده است درحالی‌که در روش برداشت با پیکرهاسکر کششی پشت تراکتوری حداکثر ظرفیت ۰/۲۵ هکتار در ساعت را داشت. سیستم برداشت بذر هیبرید ذرت با اتکای به نیروی انسانی نیازمند تأمین ۲۵ -۳۰ نفر کارگر که کاری سخت و طاقت فرسا بوده انجام می‌گیرد که در مقایسه با روش مکانیزه برداشت ظرفیت مزرعه‌ای ناچیز و در حدود ۰/۰۶ هکتار در ساعت را

به‌خود اختصاص داده است. این مطالعه با نتایج تحقیقات تقی نژاد و اسماعیلی در استفاده از کمباین بلال چین و مقایسه با روش مرسوم برداشت با کمباین غلات ذرت بذری همخوانی دارد (Taghinazhad & Esmaeil, 2020).

مطابق شکل ۲ (ب) ظرفیت مادهای روش‌های مختلف برداشت بذر هیبریددنشان می‌دهد که مشابه نتایج ظرفیت مزرعه‌ای، روش برداشت استفاده از پیکرهاسکر خودگردان ساخت شرکت بورگن فرانسه با ۵/۶ تن در ساعت بیشترین ظرفیت ماده‌ای را داشته است. روش پیکرهاسکر کششی پشت تراکتوری۱/۱۲ تن در ساعت بود و روش دستی به‌دلیل غیرمکانیزه بودن کمتر بود. تقی نژاد و اسماعیلی هم در تحقیقی دیگر برای برداشت بذر هیبرید ذرت نتایج مشابهی را گزارش کردند (Taghinazhad & Esmaeil, 2020).



(a)



(b)

شکل۲- (الف) ظرفیت مزرعه‌ای و (ب) ظرفیت کمباینی سه روش برداشت ذرت بذری در شرکت پارس

Fig 2. Field capacity (a) and field combine (b) of three seed corn harvesting methods in Pars Company

۳-۱-۱- تلفات بلال ذرت در مزرعه

نتایج نشان داد تلفات بلال ذرت در سطح زمین در بین روش‌های مختلف برداشت ذرت بذری در سطح ۱٪ اختلاف آماری معنی‌داری داشتند (جدول ۳). مقایسه میانگین تلفات بلال در سه روش بلال چینی ذرت بذری نشان داد کمترین و بیشترین تلفات کل بلال ذرت در مزرعه به‌ترتیب با ۳/۸ و ۵/۴ درصد مربوط به روش دستی و کمباین بلال چین کششی بود. همچنین تلفات بلال ذرت در روش جدید برداشت با پیکرهاسکر خودرو برابر با ۴/۳ درصد بود. به‌عبارتی در روش برداشت ماشینی هرچند میزان تلفات بلال در سطح مزرعه به‌طور متوسط حدود ۱ درصد افزایش داشته است اما به‌دلیل انجام به‌موقع عملیات برداشت ذرت بذری سبب کاهش هزینه‌ها و کاشت به‌موقع محصولات پاییزه در منطقه می‌گردد.

۳-۲- میزان شکستگی و ترک‌خوردگی بذرها

نتایج بررسی میزان شکستگی برای هر سه روش برداشت با میزان رطوبت یکسان بذر در زمان برداشت ذرت بذری انجام گرفت به‌طوری‌که بعد از اتمام فرایند تولید بذر (خشک‌کردن، بوجاری و جداسازی) از لحاظ آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول۲). برای تولید نهایی بذر بلال‌های خشک شده وارد دستگاه شیلر شده و بر اساس روش مشخصی با سرعت سیلندر کوبنده در محدوده دور در دقیقه معینی دانه‌بندی شدند. مقایسه میانگین درصد شکستگی در روش‌های مختلف برداشت بذر هیبرید ذرت نشان داد کمترین شکستگی بذر درروش دستی با ۳/۹۱ درصد بود. میانگین شکستگی بذر درروش برداشت با پیکرهاسکر خودگردان و کششی به ترتیب ۶/۴۸ و ۶/۲۸ درصد و در یک سطح آماری قرار داشتند (جدول ۳). نتایج این پژوهش با دیگر محققین در بررسی میزان شکستگی بذر هیبرید ذرت همخوانی دارد (Taghinazhad & Esmaeil, 2020; Mobasser & Niamanesh, 2017). نتایج بررسی میزان ترک‌خوردگی بذرها نشان داد در هر سه روش برداشت با میزان رطوبت یکسان بذر در زمان برداشت از لحاظ آماری روندی مشابه با میزان درصد شکستگی بذرها داشته است (جدول ۵). کمترین ترک‌خوردگی بذر در روش دستی با ۴/۳۰ درصد بود. متوسط ترک‌خوردگی بذر در روش برداشت با پیکرهاسکر خودگردان و کششی به‌ترتیب ۸/۴۲ و ۸/۰۶ درصد که در یک سطح آماری قرار داشتند. این ترک‌خوردگی شامل ترک‌های ریز تا ترک‌های درشت و قابل رؤیت با چشم غیرمسلح می‌باشد و نوع ترک‌ها و اندازه آن‌ها تأثیر متفاوتی بر جوانه‌زنی نهایی و خصوصیات گیاهی خواهند داشت. یافته‌های این تحقیق با تحقیقات محققان دیگر مطابقت دارد

(Mobasser & Niamanesh, 2017). نتایج بیانگر این است که مبالغ هنگفتی از منابع ارزی و ریالی کشور به هدر می‌رود که با ارائه راهکار مناسب برداشت بلال چینی به‌روش دستی یا ماشینی می‌توان بر این مشکل فائق آمد. با بررسی انجام شده مشخص گردید میزان تلفات و خسارت ناشی از بکار گیری کمباین پیکرهاسکر وارداتی از شرکت بورگن فرانسه ضمن برداشت به‌موقع و با ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر مطلوب بیش از یک هکتار در ساعت میزان اتلاف و ضایعات بذر هیبرید ذرت از ۴۰ درصد مجموع شکستی و ترک‌خوردگی و تلفات ناشی از برداشت با روش قبلی به متوسط ۱۵ درصد می‌رسد که نهایتاً حدود دوسوم بذر ذرت تولیدی به چرخه تولید برگشت داده می‌شود. مبصر و همکاران نیز در تحقیقاتی در زمینه برداشت ذرت بذری نتایج مشابهی ارائه نمودند (Niamanesh, 2017&Mobasser).

جدول ۲- تجزیه واریانس میزان تلفات و خسارت ذرت بذری در روش‌های مختلف برداشت

Table 2. Analysis of the variance of seed corn losses and damages in different harvesting methods

منابع تغییر (S.O.V)	درجه آزادی (Df)	میانگین مربعات (MS)		
		بلال تلف شده Cobs losses	دانه‌های شکسته شده Seed breakage	دانه‌های ترک خرده Seed cracking
تکرار Repeat	3	0.075^{ns}	0.62^{ns}	1.28^{ns}
روش برداشت Harvesting Method	2	182.14^{**}	201.37^{**}	928.27^{**}
خطا Error	6	2.10	1.24	1.19
جمع کل Total	11	-	-	-
ضریب تغییرات (C.V)	-	8.14	13.52	9.28

**اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد، * اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار

ns, * and **: Non-significant and significant at 5% and 1% level, respectively

جدول ۳- مقایسه میانگین تلفات بلال، دانه‌های شکسته و ترک خرده ذرت بذری در روش‌های مختلف برداشت

Table 3. Comparison of the average losses of cobs, broken and cracked seeds of seed corn in different harvesting methods

روش برداشت Harvest Method	کیفیت بذر characteristics of seeds		
	بلال تلف شده Cobs losses (%)	دانه‌های شکسته شده (درصد) Seed breakage (%)	دانه‌های ترک خرده (درصد) Seed cracking (%)
پیکرهاسکر خودگردان Self-propelled Picker-Husker	4.3 c	6.48 b	8.06 b
پیکرهاسکر کششی Tractor-pulled Picker -Husker	5.4 b	6.28 b	8.42 b
روش دستی Labor force	3.8 a	3.91 a	4.30 a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱درصد و *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد

۳-۳- تحلیل اقتصادی

هزینه‌های تولید یک هکتار بذر هیبرید ذرت دانه‌ای، شامل هزینه‌های آماده‌سازی زمین، هزینه تهیه نهاده‌ها، هزینه‌های کاشت، داشت و برداشت می‌شود. طبق نتایج جدول ۴، در سال مورد بررسی (۱۴۰۰-۱۳۹۹) متوسط هزینه تولید مشترک در هکتار بذر هیبرید ذرت دانه‌ای در منطقه مغان ۳۷۶۵۰۰ هزار ریال محاسبه گردید. به تفکیک متوسط هزینه اجاره بهاء زمین کشت شده بر اساس عرف منطقه ۲۵۰۰۰۰ هزار ریال، هزینه‌های آماده‌سازی زمین (دو بار شخم با تراکتور، سه بار دیسک، دو بار لولر و یک بار فارو کشی) جمعاً ۱۸۰۰۰ هزار ریال، هزینه تهیه نهاده‌ها (تهیه ۲۵ کیلوگرم بذر

والدین ذرت، کودها و سموم علف‌کش و حشره‌کش جمعاً حدود ۲۱۵۰۰ هزار ریال، کاشت (شامل یک‌بار سم‌پاشی علیه علف‌های هرز قبل از کاشت، یک‌بار کودپاشی قبل از کاشت، یک‌بار بذرکاری خطوط مادری، یک‌بار بذرکاری خطوط پدری اول و دوم) جمعاً حدود ۱۲۰۰۰ هزار ریال و هزینه داشت (شامل هزینه تأمین آب و حدود ۱۰-۹ بار آبیاری، هزینه وجین دستی، هزینه مربوط به مزارع بذری مانند حذف اوت کراس‌ها، تاسل کشی، حذف پایه پدری و ...) جمعاً حدود ۷۵۰۰۰ هزار ریال برآورد گردید. تمام هزینه‌های یادشده در بین سه روش (برداشت دستی، برداشت با پیکرهاسکر پشت تراکتوری و خودگردان) مشترک می‌باشند.

برای محاسبه هزینه تولید کل در هر تیمار بایستی هزینه‌های برداشت هر تیمار که متفاوت بود به هزینه‌های مشترک اضافه گردید. هزینه‌های برداشت تیمارهای مختلف، برداشت بذر ذرت با دست بر اساس عرف منطقه با تأمین به‌طور متوسط با ۳۰-۲۵ نفر نیروی انسانی در هکتار به ازای ۱۰۰۰۰ ریال برای هر کیلوگرم بلال بذرت هیبرید ذرت صورت می‌گیرد که با لحاظ ۲۰۰۰۰ هزار ریال هزینه به‌موقع انجام نشدن عملیات، جمعاً حدود ۷۰۰۰۰ هزار ریال در هکتار لحاظ گردید. عملکرد نهایی کل مزرعه ۲۰ هکتاری موردبررسی به‌طور متوسط (۴۲۰۰ کیلوگرم بلال ذرت) که حدود ۲۸۰۰ کیلوگرم در هکتار بذر بود. در شیوه برداشت با دست، ۴/۰۵ درصد محصول ضایع شد. در واقع در برداشت دستی حدود ۱۱۰ کیلوگرم بذر هیبرید از چرخهٔ تولید خارج می‌شود، بدین ترتیب بذر قابل استحصال ۲۶۳۰ کیلوگرم می‌باشد. در روش برداشت با پیکرهاسکر پشت تراکتوری، هزینه برداشت در سال مورد بررسی مبلغ معادل ۳۰۰۰۰ هزار ریال در هکتار و با ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای ۰/۴ هکتار در روز کاری و درصد ضایعات ۶/۱۷ درصد، یعنی متوسط حدود ۱۷۰ کیلوگرم بذر از دسترس خارج شد.

در روش برداشت جدید یعنی استفاده از پیکرهاسکر خودگردان بورگن فرانسه، با توجه به نتایج جدول ۳ ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای ۱/۲۶ هکتار در ساعت بود یعنی با پیکرهاسکر خودگردان فرانسه می‌توان به‌طور متوسط روزانه بیش از ۱۲ هکتار بذر هیبرید ذرت را برداشت نمود و هزینه به‌کارگیری آن برای یک هکتار در حدود ۲۵۰۰۰ هزار ریال بود. با توجه به نتایج این پروژه در این روش برداشت حدود ۵/۸۲ درصد ضایعات وجود دارد، یعنی متوسط حدود ۱۶۰ کیلوگرم بذر از دسترس خارج شد. نتایج تجزیه و تحلیل هزینه و منافع کاربرد روش‌های مختلف برداشت برای یک هکتار مزرعه بذر هیبرید ذرت نشان می‌دهد برداشت ذرت با پیکرهاسکر خودگردان ساخت فرانسه دارای بیشترین سودآوری و کمترین هزینه می‌باشد، چرا که سود خالص و هزینه متغیر کاربرد این تیمار برداشت به‌ترتیب ۱۹۱۹۰۰ و ۹۱۶۰۰ هزار ریال برآورد گردید که نسبت به تیمارهای برداشت با پیکرهاسکر پشت تراکتوری و دستی به‌ترتیب ۶/۳۰ و ۱۰/۰۴ درصد افزایش سودآوری داشت (جدول ۵). برای تحلیل اقتصادی این مطالعه، پس از استفاده از روش بودجه‌بندی جزئی، با استفاده از تحلیل ارجحیت سرمایه‌گذاری، اقتصادی و غیراقتصادی بودن جایگزینی هر یک از تیمارها توسط سایر تیمارها بررسی و اقتصادی‌ترین تیمار آزمایش انتخاب شد. بررسی تحلیل اقتصادی نشان می‌دهد نرخ بازده نهایی جایگزینی کاربرد کمباین بلال چین خودرو نسبت به سایر تیمارها بیشتر از ۸۰/۱۳ درصد است. از نظر روش مورد بررسی، جایگزینی تیمار برداشت بذر هیبرید ذرت با پیکر-هاسکر خودگردان توسط روش برداشت با دستگاه پیکرهاسکر پشت تراکتوری غیراقتصادی است، زیرا در صورت جایگزینی، هزینه افزایش و درآمد کاهش خواهد داشت. جایگزینی روش برداشت ذرت با پیکر-هاسکر خودگردان توسط روش دستی غیراقتصادی است، زیرا در صورت جایگزینی، افزایش هزینه بیشتر از افزایش درآمد خواهد بود. بنابراین سرمایه گذاری در روش برداشت بذر هیبرید ذرت با دستگاه پیکر-هاسکر خودگردان از جمله ساخت شرکت بورگن فرانسه ارجحیت دارد زیرا که سود خالص بیشتری را با هزینهٔ کمتری نسبت به سایر روش‌های برداشت دارد (جداول ۵ و ۶).

جدول ۴ - هزینه‌های تولید یک هکتار بذر هیبرید ذرت بذری در مغان در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹

Table 4. Costs of producing hybrid seed corn in Moghan in 2020-2021

روش برداشت Harvest Method	آماده‌سازی زمین (هزار ریال در هکتار) Land preparation (Thousand Rials per hectare)	تهیه نهاده‌ها (هزار ریال در هکتار) Preparation of inputs (Thousand Rials per hectare)	کاشت (هزار ریال در هکتار) planting (Thousand Rials per hectare)	داشت (هزار ریال در هکتار) Plants stage (Thousand Rials per hectare)	هزینه تلفات و برداشت (هزار ریال در هکتار) Cost of losses and harvest (Thousand Rials per hectare)
پیکرهاسکر خودگردان Self-propelled Picker-Husker	10500	285000	6000	75000	91600
پیکرهاسکر کششی Tractor-pulled Picker -Husker	10500	285000	6000	75000	101200
روش دستی Labor force	10500	285000	6000	75000	115800

جدول ۵- آزمون فرضیه اقتصادی و غیراقتصادی بودن جایگزینی پیکرهاسکر خودگردان با دیگر تیمارها

Table 5. Economic and non-economic hypothesis test of replacing self-propelled picker husker with other treatments

توجیه جایگزینی (Replacement of judgement)	تغییرات درآمد ناشی از جایگزینی (هزار ریال در هکتار) Income changes due to replacement (Thousand Rials per hectare)	تغییرات هزینه ناشی از جایگزینی (هزار ریال در هکتار) Cost changes due to replacement (Thousand Rials per hectare)	تیمارها Treatments
غیراقتصادی (Non-economic)	-12500	+14600	روش دستی Labor force
غیراقتصادی (Non-economic)	+2500	+9600	پیکرهاسکر کششی Tractor-pulled Picker -Husker

جدول ۶- تجزیه‌وتحلیل نرخ بازده نهایی کاربرد پیکرهاسکر خودگردان نسبت به سایر تیمارها

Table 6. Analysis of the final rate of the application of the self-propelled picker husker compared to other treatments

نرخ بازده نهایی (درصد) Marginal rate of return (%)	هزینه نهایی (هزار ریال در هکتار) The final cost (Thousand Rials per hectare)	سود خالص نهایی (هزار ریال در هکتار) Net profit Final (Thousand Rials per hectare)	هزینه‌ها (هزار ریال در هکتار) Costs (Thousand Rials per hectare)	سود خالص (هزار ریال در هکتار) Net profit (Thousand Rials per hectare)	تیمارها Treatments
-	-	-	468100	191900	پیکرهاسکر خودگردان Self-propelled Picker-Husker
126.04	9600	12100	477700	179800	پیکرهاسکر کششی Tractor-pulled Picker -Husker
80.13	14600	11700	492300	180200	روش دستی Labor force

برداشت بلال‌های ذرت بذری به‌صورت دستی یا با پیکرهاسکرها می‌تواند برداشت ذرت بذری را جلو بیاندازد. برداشت و تخلیه زود هنگام زمین در اوایل پائیز، موجب کشت به هنگام محصولات پائیزه خواهد شد. ظرفیت مزرعه‌ای ماشینی با استفاده از سه روش برداشت ذرت بذری نشان‌گر این بود پیکرهاسکر خودگردان ساخت شرکت بورگن فرانسه با ۱/۲۶ هکتار در ساعت و متوسط ۵/۶ تن در ساعت بیشترین ظرفیت را داشته است درحالی‌که در روش برداشت با پیکرهاسکر کششی پشت تراکتوری حداکثر می‌توان میانگین ۰/۲۵ هکتار در ساعت را برداشت نمود. نتایج بررسی اقتصادی با روش بودجه‌بندی جزئی نشان داد برداشت بذر هیبرید ذرت با پیکرهاسکر خودگردان جدید به‌دلیل برداشت زودهنگام و سریع مورد استقبال کشاورزان منطقه است.کمترین و بیشترین تلفات کل بلال ذرت در مزرعه به‌ترتیب با ۳/۸ و ۵/۴ درصد مربوط به روش دستی و کمباین بلال‌چین کششی بود. بررسی تحلیل اقتصادی نشان می‌دهد نرخ بازده نهایی جایگزینی کاربرد پیکرهاسکر خودگردان با سایر تیمارها بیشتر از ۸۰/۱۳ درصد است سودخالص و هزینه متغیر کاربرد این تیمار برداشت به‌ترتیب۱۹۱۹۰۰ و ۹۱۶۰۰ هزار ریال برآورد گردید که نسبت به تیمارهای برداشت با پیکرهاسکر پشت تراکتوری و دستی به‌ترتیب ۶/۳۰ و ۱۰/۰۴ درصد افزایش سودآوری داشت.

۴- تشکر و قدردانی

از مدیریت محترم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل و دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی به‌دلیل حمایت و همکاری در اجرای پروژه، صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

۵- منابع

Abbasgholipour, M. (2020). The effect of harvesting time in Moghan on corn losses and its prediction using Fuzzy Logic. *Journal of Agricultural Machinery*, 10(2): 229-240 (In Persian).

Anonymous. (2007). International rules for seed testing .*International seed testing association (ISTA)*, Zurich, Switzerland.

Anonymous, (2020). Agricultural statistics center for information and communication assistance of technology. *Planning and Econo* (In Persian).

Asadi, H., and Mostofi-Sarkari, M.R. (2018). Economical Assessment of different wheat harvesters in Tehran province. *Agricultural Mechanization and Systems Research*, 19(71): 55−64 (In Persian).

Dillon, J., Hardaker, L., and Brian, J. (1993). Farm management research for small farmer development. *FAO Farm systems management series. FAO*. No.6:302p

Goldsmith, P.D., Martins, A.G., and Moura, A.D. (2015). The economics of post-harvest loss: a case study of the new large soybean-maize producers in tropical Brazil. *Food Security*. In print, March, 31 pages .

Hanna, H.M., and Fossen, L.V. (1995). Profitable corn harvesting. Department of Agricultural and Biosystems Engineering, Iowa State University.

Mobasser, S. and H. Niamanesh. (2017). An analytical survey on the most efficient hybrid maize seed harvest and processing method emphasizing on economic value added method. *Iranian J. Seed Sci. Technol*, 6(1): 113−130 (In Persian, with English Abstract).

Mostofi-Sarkari, M.R., Shaker, M., and Mahdinia, A. (2011). Investigation and technical comparison of new and conventional wheat combines performance to improve and modification. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*. 13(3): 1−10 (In Persian).

Koskei, P., Bii, C.C., Musotsi, P., and Muturi Karanja, S. (2020). Postharvest storage practices of maize in rift valley and lower eastern regions of Kenya: A coss-sectional study" *Mycotoxin Research*, 31(1): 57–62.

Pishgar-Komleh, S.H., Keyhani, A., Mostofi-Sarkari M.R. and Jafari, A. (2012). Optimization of seed corn harvesting losses applying response surface methodology. *Iranian Journal of Energy & Environment*, 3(2): 134−142.

Pishgar-Komleh, S.H., Keyhani, A., Mostofi-Sarkari M.R., and Jafari A. (2013). Assessment and Determination of Seed Corn Combine Harvesting Losses and Energy Consumption. *Elixir Agriculture*, 54: 12631−12637.

Soltani, G.R., and Najafi, B. (1983). Agricultural Economic. Published University Center. University of Shiraz (In Persian).

Taghinazhad, J., and Dehghan, E. (2021). Economic analysis of new combines used in wheat harvesting, a case study in Ardabil province. *Journal of Researches in Mechanics of Agricultural Machinery*, 10(1): 59−67 (In Persian).

Taghinazhad, J., and Esmaeili, V. (2020). Assessment and evaluation of technical-economic on hybrid maize seed different harvesting and processing method. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 8(2): 141−153 (In Persian).

This is an open access article under the CC BY NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/)