

برآورد تعداد ماشین‌های کشاورزی مورد نیاز تولید برنج بر پایه شاخص‌های

مکانیزاسیون در نواحی شرقی و غربی استان گیلان

روح اله یوسفی^{۱*}، علیرضا علامه^۱، سیدمرتضی صداقت حسینی^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۰۷

۱- موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران.

۲- مرکز آموزش عالی امام خمینی (ره)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

E-mail: r.yousefi1348@gmail.com

* مسئول مکاتبه: روح اله یوسفی

چکیده

به منظور آگاهی از وضعیت موجود مکانیزاسیون به شاخص‌ها و معیارهای تعریف شده و معنی‌داری نیاز است. شناخت و ارزیابی این شاخص‌ها، می‌تواند در برآورد صحیح تعداد ماشین و انجام به‌موقع عملیات کشاورزی استفاده کرد. در این مطالعه، با جمع‌آوری اطلاعات و داده‌ها از طریق تکمیل پرسشنامه و با مراجعه به منابع آماری موجود، شاخص‌های تعیین‌کننده وضعیت مکانیزاسیون برنج (شامل: درجه، سطح و ظرفیت مکانیزاسیون، سطح اجرایی)، روزهای کاری و بازده مزرعه‌ای محاسبه شد. تعداد ماشین‌های کشاورزی مورد نیاز برای انجام عملیات مکانیزه در مراحل مختلف از تولید برنج با استفاده از روش فرصت زمانی برآورد گردید. نتایج نشان داد، در نواحی شرقی و غربی به ترتیب؛ درجه مکانیزاسیون ۷۴/۸ و ۶۶/۹ درصد، سطح مکانیزاسیون ۳/۹۵ و ۳/۵۴ اسب‌بخار بر هکتار، متوسط ظرفیت مکانیزاسیون ۳۹۰/۴۸ و ۳۹۱/۸۰ اسب‌بخار-ساعت بر هکتار بود. همچنین بطور متوسط در نواحی شرقی و غربی به ترتیب به ازای هر ۲۹ و ۲۷ هکتار یک تراکتور، ۳ و ۴ هکتار یک تیلر، ۲۹ و ۲۵ هکتار یک نشاکار، ۸۱ و ۱۸۹ هکتار یک وجین کن و هر ۳۹ و ۷۷ هکتار یک کمباین موجود است. تعداد ماشین‌های موجود نواحی شرقی در خاک‌ورزی ۸۱/۵، نشاکاری ۲/۵، سمپاشی ۷۱ و برداشت ۳۸/۵ درصد بیشتر و در وجین ۹ درصد کمتر و نواحی غربی در خاک‌ورزی ۸۰/۶، نشاکاری ۱۵/۹، سمپاشی ۷۰/۸، وجین ۴۲/۳ و برداشت ۵۱/۵ درصد بیشتر از تعداد برآورد شده است.

واژه‌های کلیدی: بازده مزرعه‌ای، روزهای کاری، سطح اجرایی، عملیات، فرصت زمانی

How to cite:

R Yousefi, A Allameh, M Sedaghat Hosseini. 2024. Estimation of the number of agricultural machines required for rice production based on mechanization indexes in the eastern and western regions of Guilan province *Journal of Agricultural Mechanization* 9 (1):41-52.

Estimation of the number of agricultural machines required for rice production based on mechanization indexes in the eastern and western regions of Guilan province

Roohollah Yousefi^{1*}, Alireza Allameh¹, Morteza Sedaghat Hosseini²

Received: December 30, 2023

Accepted: August 28, 2024

1- Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran.

2- Imam Khomeini Higher Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

*Corresponding Author: r.yousefi1348@gmail.com

Abstract

To realize the current state of mechanization, defined and meaningful indices and standards are needed. Evaluation of these indices can be used for correct estimation and optimal use of agricultural machines. In this study, by collecting data through questionnaires and available statistical sources, the indices determining the status of rice mechanization (including the degree, level and capacity of mechanization, executive level), working days and farm productivity were calculated. The number of agricultural machines needed to perform mechanized operations in different stages of rice production were estimated using the time opportunity method. The results showed that in the eastern and western regions the degree of mechanization was 74.8 and 66.9%, the level of mechanization was 3.95 and 3.54 horsepower per hectare, the average mechanization capacity was 390.48 and 391.80 horsepower per hectare, respectively. Also, there were a tractor for every 29 and 27 hectares, a tiller for 3 and 4 hectares, a transplanter for 29 and 25 hectares, a weeder for 81 and 189 hectares, and a combine for every 39 and 77 hectares, on average. The number of machines available in the eastern regions in tillage are 81.5%, Transplanting 2.5%, spraying 71%, and harvesting 38.5% more and in weeding 9% less than the estimated number. the number of machines available in the western regions in tillage are 80.6%, Transplanting 15.9%, spraying 70.8%, weeding 42.3% and harvesting 51.5 % more than the estimated number.

Keywords: Executive level, Field Efficiency, Operation, Time opportunity, Working days

کشاورزی نتوانسته از جایگاه واقعی و در خور شایسته خود در کشور برخوردار باشد (Abbasi et al., 2014).

برنامه‌ریزی برای توسعه مکانیزاسیون از مهم‌ترین مؤلفه‌ها در برنامه توسعه بخش کشاورزی است. لازمه برنامه‌ریزی صحیح در مورد مکانیزاسیون کشاورزی، شناخت کافی از وضعیت موجود آن است. به‌منظور مشخص نمودن وضعیت موجود، عرضه مدل و برنامه مناسب، توسعه مکانیزاسیون و همچنین مقایسه وضعیت مکانیزاسیون، به شاخص‌ها و معیارهای تعریف شده و معنی‌داری نیاز است که داشتن اطلاعات این شاخص‌ها مبنایی برای بررسی و مشخص نمودن وضعیت مکانیزاسیون است (Yousefi, 2012).

مقایسه شاخص‌های مکانیزاسیون کشاورزی مناطق غرب و شرق ایالت اوتار پرادش هند نشان داد، شاخص‌های سطح و ظرفیت مکانیزاسیون در منطقه غرب نسبت به منطقه شرق بالاتر بوده؛ اما توان انسانی در منطقه شرق بیشتر از منطقه غرب است. درجه مکانیزاسیون در منطقه غرب در مقایسه با منطقه شرق در اکثر عملیات بیشتر بود (Maheshwari & Tripathi, 2019).

۱- مقدمه

مکانیزاسیون یکی از عوامل اصلی در توسعه کشاورزی و اساساً به‌مثابه رویکردی است که نیل بخش کشاورزی به مرحله تولید صنعتی و تجاری را ممکن می‌سازد. برنامه‌ریزی برای توسعه مکانیزاسیون از مهم‌ترین مؤلفه‌ها در توسعه بخش کشاورزی است (Bagheri & Moazzen, 2008)؛ بنابراین، آگاهی از وضعیت موجود و فاصله رسیدن به حد مطلوب در خصوص مکانیزاسیون هر منطقه می‌تواند به برنامه‌ریزان کمک کند تا روش‌های اصولی برنامه‌ریزی متناسب با شرایط اقتصادی، فناوری، محیطی، اجتماعی و فرهنگی آن منطقه را به‌منظور کمک به رفع نابسامانی‌ها و نابرابری‌ها به کار گیرند (Keshvari & Marzban, 2019).

علی‌رغم اهمیتی که توسعه مکانیزاسیون کشاورزی در توسعه بخش کشاورزی داشته و دارد، به دلیل کمبود تحقیقات کاربردی لازم و عدم تبیین و شفاف‌سازی نقش مکانیزاسیون کشاورزی در تولید محصولات کشاورزی و میزان این اثرگذاری، تاکنون مکانیزاسیون

اصلی مکانیزاسیون کشاورزی است. توسعه مکانیزاسیون کشاورزی تا حدود زیادی تابع تعداد و چگونگی به کارگیری و استفاده از ماشین های کشاورزی است. اگر برآورد تعداد ماشین به درستی انجام شود، می توان عملیات را در محدوده زمانی مناسب با کمترین هزینه اجرا نمود (Shorkpor & Asakereh, 2021).

برای تعیین تعداد ماشین های کشاورزی مورد نیاز پیشنهاد شد ابتدا سطح زیر کشت هر محصول و زمان اجرای عملیات مشخص گردد و پس از آن ظرفیت اجرای عملیات با ماشین های مختلف محاسبه و ماشین مناسب انتخاب شود (Modarres Razavi, 2008).

در صورتی که تعداد ماشین پیش بینی شده برای انجام عملیات در محدوده زمانی، کافی نباشد، هزینه های به موقع انجام نشدن کار را خواهیم داشت و در صورتی که تعداد محاسبه شده بیشتر از نیاز عملیات مورد نظر باشد منجر به تحمیل هزینه های اضافی خواهد گردید (Oghbaey et al., 2018).

اگر تعداد و ظرفیت ماشین های زراعی کافی نباشند عملیات کشاورزی به موقع انجام نخواهند گرفت. هزینه به موقع انجام نشدن عملیات متأثر از زمان بندی عملیات زراعی است. با تعیین دقیق هزینه های به موقع انجام نشدن عملیات کشاورزی با استفاده از روابطی در شرایط واقعی، سامانه ماشینی مناسب تری انتخاب می شود (Khani et al., 2013).

برخی از محققین بر این باور هستند که تعداد ماشین مورد نیاز برای عملیات کشاورزی بستگی مستقیم به اندازه قطعات زمین زراعی دارد. بدین ترتیب چنانچه ابعاد زمین بزرگ باشد می توان از ماشین با عرض کار بیشتر و تعداد کمتر استفاده نمود و بالعکس (Hosseinzad et al., 2009).

شناخت و ارزیابی شاخص های توسعه مکانیزاسیون برنج برای انتخاب صحیح و استفاده بهینه از ماشین های برنج و انجام به موقع و با کیفیت عملیات کشاورزی از ضروریات است تا به عنوان اطلاعات مبنا و بنیادی در محاسبه پروژه های مکانیزاسیون برنج و تحلیل های اقتصادی مورد استفاده قرار گیرد. در این تحقیق شاخص های مکانیزاسیون برنج در نواحی شرقی و غربی استان گیلان با هدف برآورد تعداد ماشین مورد نیاز در کشت برنج مورد مطالعه قرار گرفت.

۲- مواد و روش ها

استان گیلان یکی از استان های شمالی کشور با مساحت ۱۴۷۱۱ کیلومتر مربع است. این استان با دارا بودن ۳۱ درصد سطح برداشت برنج در جایگاه دوم کشور قرار دارد (Anonymous, 2023). بر اساس آخرین تقسیمات کشوری، این استان دارای ۱۷ شهرستان، ۵۲ شهر و ۴۳ بخش، ۱۰۹ دهستان و ۲۵۸۳ آبادی دارای سکنه است. مناطق مورد مطالعه در نواحی شرقی، شهرستان های رودسر، املش، سیاهکل، لنگرود، لاهیجان و آستانه اشرفیه با سطح زیر کشت برنج به مساحت

مقایسه شاخص های مکانیزاسیون کشاورزی ترکیه و اتحادیه اروپا نشان داد، درجه مکانیزاسیون ترکیه کمتر از میانگین اتحادیه اروپا بود. سرانه توان تراکتوری برای هر هکتار در ترکیه ۲/۲۸ و در اتحادیه اروپا ۸/۱۶ اسب بخار می باشد. در ترکیه به ازای هر ۲۴/۸ هکتار یک تراکتور و در اتحادیه اروپا به ازای هر ۱۱/۳۰ هکتار یک تراکتور در دسترس بود (Gokdogan, 2012).

با بررسی وضعیت توان موتور و ماشین آلات خودگردان ویژه کشت برنج در استان گیلان، متوسط توان در واحد سطح برای سه منطقه شرق، مرکز و غرب استان گیلان به ترتیب ۲/۲۲، ۲/۰۷ و ۳/۰۹ اسب بخار در هکتار به دست آمد. نیاز مکانیزاسیون کل برای آماده سازی زمین، نشاکاری، وجین و برداشت به ترتیب صفر، ۷۳/۳۹، ۹۹/۲۸ و ۵۲/۴۷ درصد تعیین گردید. مساحت به ازای نشاکار، وجین کن و کمباین برنج به ترتیب ۱۱۱/۳۸، ۳۷۷۷/۹۷ و ۳۵۸/۹۹ هکتار محاسبه شد (Firouzi, 2015).

با بررسی وضعیت توان موتور و ماشین آلات خودگردان کشت برنج در شهرستان لنگرود استان گیلان، متوسط توان در واحد سطح برابر ۱/۳۷ اسب بخار در هکتار به دست آمد. نیاز مکانیزاسیون کل برای آماده سازی زمین، نشاکاری، وجین و برداشت به ترتیب صفر، ۸۵/۵۰، ۹۴/۹۷ و ۴۳/۲۰ درصد تعیین گردید. مساحت به ازای هر تراکتور چهارچرخ، نشاکار، وجین کن و کمباین برنج به ترتیب ۱۷۶/۴۲، ۴۱۶/۳۶، ۲۰۸۱/۸۰ و ۸۸/۲۱ هکتار محاسبه شد (Firouzi, 2014). در بررسی شاخص های مکانیزاسیون برنج در استان مازندران، درجه مکانیزاسیون خاکورزی اولیه و ثانویه ۹۹/۷ و ۹۹/۳ درصد، کاشت با نشاکار ۲۱/۶۹ درصد و برداشت مکانیزه برنج با دروگر و کمباین برنج ۷۲/۸ درصد است. کمترین درجه مکانیزاسیون مربوط به عملیات وجین ۸ درصد بدست آمد. سطح مکانیزاسیون برنج در استان ۲/۶۳ اسب بخار بر هکتار، میانگین بازده اقتصادی ۱/۸۷ تن بر اسب بخار و متوسط ظرفیت مکانیزاسیون ۲۳۵ اسب بخار-ساعت بر هکتار بود. کل ساعات کار مفید ماشین های بکار گرفته شده در تولید برنج استان ۲۱۳۰ ساعت بر هکتار بوده است (Vahedi et al., 2018).

در بررسی عدالت و توازن منطقه ای در برخورداری از امکانات و خدمات کشاورزی در گروه شاخص های ابزار آلات و فناوری های کشاورزی در بین شهرستان های استان گیلان، رشت، صومعه سرا، لاهیجان و طوالش در سطح اول، آستانه اشرفیه، رودسر، بندر انزلی، شفت و فومن در سطح دوم و لنگرود، املش، سیاهکل، رودبار، رضوانشهر، ماسال و آستارا در سطح سوم از توسعه یافتگی قرار دارند (Ghanbari et al., 2022).

یکی از اهداف مکانیزاسیون، افزایش تولید و کسب سود بیشتر است. ماشین یکی از ابزارهای مهم در فرایند تولید محصولات کشاورزی و مکانیزاسیون بشمار می رود و برای رسیدن به تولید بهینه و پایدار باید آن را درست و مناسب انتخاب کرد. انتخاب نوع و اندازه مناسب ماشین های کشاورزی و سرمایه گذاری صحیح در این زمینه از مسائل

شامل نوع عملیات، مشخصات ماشین مورد استفاده در عملیات، مالکیت ماشین، ساعت شروع و پایان عملیات، تعداد دفعات، تاریخ شروع و پایان عملیات و تعداد نیروی انسانی لازم برای عملیات است. برای جمع‌آوری اطلاعات مربوط به سطح زیر کشت ارقام برنج در شهرستان‌ها، ماشین‌های خودگردان و ماشین‌های کشاورزی فعال در برنجکاری هر شهرستان، مشخصات فنی ماشین‌های کشاورزی مورد استفاده، تقویم فعالیت‌های زراعی برنج و عملکرد برنج در هر شهرستان، از آمار مراکز معتبری مانند سازمان جهاد کشاورزی استان (اداره فناوری مکانیزه کشاورزی، مدیریت امور زراعت و اداره آمار و فناوری اطلاعات و تجهیز شبکه)، مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان‌ها، مراکز خدمات جهاد کشاورزی و از آمارنامه‌های وزارت جهاد کشاورزی (سال ۱۳۹۹-۱۴۰۰ و ۱۴۰۱-۱۴۰۰) استفاده گردید.

از اطلاعات به‌دست‌آمده شاخص‌های مکانیزاسیون شامل درجه مکانیزاسیون، سطح مکانیزاسیون، ظرفیت مکانیزاسیون، ظرفیت (سطح) اجرایی ماشینی به همراه ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر، بازده مزرعه‌ای ماشین و روزهای کاری محاسبه شدند.

روش محاسبه هر یک از شاخص‌های مکانیزاسیون به شرح زیر است (Almassi et al., 2015):

۲-۱- درجه مکانیزاسیون

این شاخص بیانگر کمیت استفاده از ماشین در عملیات است و از نسبت سطح عملیات اجرا شده توسط ماشین به کل سطح زیر کشت آن محصول به دست می‌آید. درجه مکانیزاسیون با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد.

$$MD = \frac{A_m}{A_t} \times 100 \quad (1)$$

که در آن: MD درجه مکانیزاسیون بر حسب درصد؛ A_m سطح کار شده با ماشین بر حسب هکتار؛ A_t کل سطح زیر کشت محصول بر حسب هکتار است.

۲-۲- سطح مکانیزاسیون

این شاخص کیفیت مکانیکی را در مکانیزاسیون بررسی می‌کند و از نسبت مجموع کل توان کششی موجود فعال در کشاورزی هر منطقه به مجموع کل سطح زمین‌های زراعی قابل کشت مکانیزه در آن منطقه به دست می‌آید. سطح مکانیزاسیون بر حسب اسب بخار بر هکتار است. سطح مکانیزاسیون با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد.

$$ML = \frac{P_t}{A_t} \times r \quad (2)$$

که در آن: ML سطح مکانیزاسیون بر حسب اسب بخار بر هکتار؛ P_t مجموع کل توان‌های کششی موجود در کشاورزی منطقه بر حسب اسب بخار؛ A_t کل سطح زیر کشت بر حسب هکتار؛ r ضریب تبدیل است. این ضریب برای تراکتورهای کمتر از ۱۳ سال عمر ۷۵ درصد و

۷۵۰۶۶ هکتار، ۳۱/۵۴ درصد برنج‌کاری و نواحی غربی، شهرستان‌های آستارا، تالش، رضوانشهر، ماسال، صومعه‌سرا، فومن و شفت با سطح زیر کشت برنج به مساحت ۹۲۲۷۰ هکتار، ۳۸/۷۷ درصد برنج‌کاری استان گیلان را به خود اختصاص داده‌اند (شکل ۱).



شکل ۱- نواحی مورد مطالعه

Fig 1. eastern and western regions study

برای تعیین شاخص‌های تعیین‌کننده روند توسعه مکانیزاسیون در استان گیلان باهدف برآورد تعداد ماشین موردنیاز در کشت برنج مطالعه‌ای طی سال‌های زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ و ۱۴۰۱-۱۴۰۰ انجام شد.

روش میدانی یا مطالعه میدانی، که روش‌های پهنانگر (کل‌گرا) و ژرفانگر (عمق‌نگر) زیر مجموعه‌های آن، و پرسش و مشاهده ابزار آن است، اساس بررسی‌ها و گردآوری داده‌ها در این پژوهش بوده است. اطلاعات و داده‌های موردنیاز از طریق تکمیل پرسشنامه و با مراجعه به منابع آماری موجود و با بررسی‌های میدانی و مصاحبه با بهره‌برداران جمع‌آوری گردید. جامعه آماری این تحقیق شامل شالی‌کاران نواحی شرقی و غربی استان گیلان به ترتیب به تعداد ۷۲۱۹۲ و ۷۳۹۳۷ بهره‌بردار بودند (Anonymous, 2017). حجم نمونه برای شالی‌کاران با استفاده از فرمول کوکران برای هر یک از نواحی شرقی و غربی ۳۸۲ کشاورز تعیین شد. پرسشنامه از دو بخش ویژگی‌های فردی و حرفه‌ای شالی‌کاران و مکانیزاسیون تشکیل شده است. روش نمونه‌گیری چند مرحله‌ای بود که پس از انتخاب روستاها، افراد نمونه به صورت تصادفی از هر یک از روستاها انتخاب شدند. در بخش ویژگی‌های فردی و حرفه‌ای شالیکاران، متغیرها شامل جنسیت، سن، سطح سواد، سابقه فعالیت کشت برنج، نوع برنج کشت شده، مساحت زمین زیر کشت، مقادیر مصرفی کود و سم، متوسط اندازه قطعات، نوع مالکیت زمین و تعداد اعضای خانوار بودند. در بخش ویژگی‌های مکانیزاسیون، متغیرها

$$C_{ep} = \frac{N_m \times T_o}{T_{ha}} \quad (۴)$$

که در آن: C_{ep} سطح اجرایی بالقوه بر حسب هکتار؛ N_m تعداد ماشین های فعال؛ T_o زمان موجود یا در اختیار برای عملیات بر حسب ساعت؛ T_{ha} زمان مورد نیاز برای اجرای عملیات در یک هکتار بر حسب ساعت بر هکتار است.

زمان موجود یا در اختیار برای اجرای عملیات در یک هکتار با استفاده از رابطه ۵ محاسبه شد.

$$T_o = D_h \times W_d \quad (۵)$$

که در آن: D_h تعداد ساعات کار در هر روز و W_d تعداد روزهای کاری مناسب است.

تعداد روزهای کاری مناسب با استفاده از رابطه ۶ محاسبه شد.

$$W_d = W D_c - W N D_c \quad (۶)$$

که در آن: $W D_c$ تعداد روزهای کاری طبق تقویم زراعی و $W N D_c$ تعداد روزهای غیر قابل انجام کار در محدوده تقویم زراعی است.

تعداد روزهای غیر قابل کار کردن در محدوده تقویم زراعی با استفاده از رابطه ۷ محاسبه شد.

$$W N D_c = W n r + (n \times W n n) \quad (۷)$$

که در آن: $W N D_c$ تعداد روزهای غیر قابل انجام کار در محدوده تقویم زراعی؛ $W n r$ تعداد روزهای محدود شده با عوامل محدود کننده مؤثر (بارندگی، باد، گرما و...) در محدوده تقویم زراعی؛ n تعداد دفعات بارندگی، باد، گرما و... مؤثر در محدوده تقویم زراعی و $W n n$ تعداد روزهای غیر قابل کار پس از هر بار بارندگی، باد، گرما و... در محدوده تقویم زراعی است.

۲-۵- روزهای کاری

برای انجام دادن کار در زمان معین، مهم ترین فاکتور تخمین تعداد روزهای کاری است. تعداد روزهای کاری در هر منطقه باتوجه به عوامل محدود کننده یا بازدارنده متفاوت است، باتوجه به این عوامل در هر منطقه روزهای کاری باید مشخص گردد. به منظور تخمین تعداد روزهای کاری محتمل به منابع اطلاعاتی مانند آمار هواشناسی و نظر افراد باتجربه نیاز است. برای اجرای عملیات کشاورزی در هر منطقه، محدوده زمانی مناسبی به منظور اجرای آن عملیات وجود دارد. عملیات مربوط چنانچه به دلیل عوامل محدود کننده در آن محدوده زمانی مناسب اجرا نشود افت در میزان عملکرد ایجاد خواهد شد (Yousefi, 2015).

احتمال روزکاری؛ نسبت روزهای قابل انجام دادن کار به کل روزهای موجود در طول فصل کاری برای عملیات مورد نظر است (Khani et al., 2019). مهم ترین کاربرد احتمال روزکاری در محاسبه ظرفیت مزرعه ای مورد نیاز ماشین های کشاورزی است.

برای ایجاد برآورد منطقی از کل زمان در دسترس برای اجرای عملیات زراعی، روش های مختلفی توسعه یافته اند. از دو روش استفاده

برای تراکتورهای بیش از ۱۳ سال عمر ۵۰ درصد در نظر گرفته شد (Vahedi et al., 2018).

۲-۳- ظرفیت مکانیزاسیون

ظرفیت مکانیزاسیون ترکیبی از کمیت و کیفیت کار در اجرای عملیات مکانیزه است. ظرفیت مکانیزاسیون، مقدار انرژی مکانیکی مصرف شده در واحد سطح را بیان می کند. واحد آن اسب بخار ساعت بر هکتار یا کیلووات ساعت بر هکتار است. مقدار این شاخص از رابطه ۳ محاسبه شد.

$$M C = \frac{P_T \times h}{A} \quad (۳)$$

که در آن: $M C$ ظرفیت مکانیزاسیون بر حسب اسب بخار ساعت بر هکتار؛ P_T مجموع توان های واقعی مصرفی بر حسب اسب بخار؛ h ساعات کارکرد منابع توان بر حسب ساعت؛ A سطح زیر کشت بر حسب هکتار است.

۲-۴- سطح اجرایی ماشینی

این شاخص نشان می دهد که آیا تراکتورها و یا ماشین های کشاورزی موجود در منطقه آیا پاسخگوی نیاز واقعی مکانیزاسیون منطقه برای آن عملیات خاص هستند یا نه، و باتوجه به سطح زیر کشت، روزهای کاری و ظرفیت مزرعه ای مؤثر با چه تعداد تراکتور یا ماشین دیگر می توان این کمبود را جبران کرد. به عبارت دیگر، سطح اجرایی ماشینی شاخصی است که ظرفیت و توانایی اجرایی را به صورت هکتار برای تراکتورها و انواع ماشین های کشاورزی در انجام عملیات زراعی در مقاطع مختلف زمانی را در یک فصل زراعی بیان می کند. در تجزیه و تحلیل این شاخص دو موضوع مطرح است:

۲-۴-۱- سطح اجرایی واقعی (عملی) ماشین

سطح اجرایی واقعی ماشین میزان مساحت زیر کشت موجود منطقه است که عملیات ماشینی در آن پیش می رود.

۲-۴-۲- سطح اجرایی بالقوه

این شاخص مفهوم عملی و ارزیابی سطح اجرایی هر منطقه است که می تواند به صورت یک شاخص سنجش، ظرفیت اجرای عملیات یک منطقه یا مزرعه را باتوجه به عوامل تعداد تراکتور، زمان موجود یا در اختیار برای کار و زمان لازم برای کار در یک هکتار، مشخص کند. سطح اجرایی بالقوه ماشین عبارت است از بیشترین میزان سطحی که یک ماشین یا مجموعه ماشین های موجود در یک منطقه باتوجه به فرصت زمانی برای اجرای عملیات و روزهای کاری با در نظر گرفتن عوامل محدود کننده، توانایی انجام دادن آن کار را دارند. سطح اجرایی بالقوه از رابطه ۴ بر حسب هکتار محاسبه شد (Almassi et al., 2015).

از جدول تراکم عملیاتی و روزهای کاری و نیز بر اساس فرصت زمانی و ظرفیت عملی ماشین‌های مورد استفاده در هر مرحله، می‌توان تعداد مورد نیاز هر ماشین را برآورد نمود. برای محاسبه تعداد مورد نیاز ماشین بر اساس فرصت زمانی از رابطه ۱۰ استفاده می‌شود (Almassi *et al.*, 2015).

$$MN = \frac{A}{EFC \times W_d \times H_d} \quad (10)$$

که در آن: MN تعداد ماشین؛ A سطح کار بر حسب هکتار؛ W_d تعداد روزهای کاری ممکن بر حسب روز؛ H_d ساعات کاری در روز بر حسب ساعت بر روز؛ EFC ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر بر حسب هکتار بر ساعت.

۳- نتایج و بحث

در جدول ۱ درجه مکانیزاسیون عملیات مختلف زراعی در کشت برنج در نواحی شرقی و غربی استان گیلان نشان داده شده است. بیشترین درجه مکانیزاسیون برنج در نواحی شرق و غرب گیلان برای عملیات خاک‌ورزی است. درصد بالای درجه مکانیزاسیون به دلیل واجب و اجتناب ناپذیر، سنگینی و انرژی بر بودن آن است که امکان انجام آن بدون ماشین و ادوات خاک‌ورزی غیر ممکن می‌باشد. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد درجه مکانیزاسیون برای عملیات خاک‌ورزی در شخم اول (با استفاده از گاواهن برگرداندار تیلری و تراکتوری و روتیواتور تراکتوری)، شخم دوم (با استفاده از روتیواتور و گاواهن تیلری و روتیواتور تراکتوری)، گلخراپی (با استفاده از خاک همزن و روتیواتور تیلری و روتیواتور و پادلر تراکتوری) و تسطیح (با استفاده از ماله تیلری و تراکتوری) ۱۰۰ درصد است.

درجه مکانیزاسیون عملیات نشاکاری در نواحی شرقی و غربی به ترتیب ۷۱/۸۱ و ۷۴/۷۷ درصد است که نسبت به پایان برنامه ششم توسعه (۵۴ درصد) در وضعیت مطلوبی است.

درجه مکانیزاسیون عملیات سمپاشی در نواحی شرقی و غربی به ترتیب ۳۱/۱۸ و ۱۶/۰۶ درصد است. عملیات سمپاشی اغلب به‌وسیله سمپاش‌های پشتی موتوری انجام می‌شود.

پایین‌ترین درجه مکانیزاسیون مربوط به عملیات وجین بوده که در نواحی شرق و غرب گیلان به ترتیب ۴/۱۳ و ۶/۲۸ درصد است که نسبت به پایان برنامه ششم توسعه (۱۱ درصد) در وضعیت نامطلوبی است. به علت شرایط خاص و باتلاقی بودن شالیزارها و نبود ماشین وجین‌کن، بیشتر وجین‌کاری در شالیزارهای این نواحی به صورت دستی است.

درجه مکانیزاسیون عملیات برداشت در نواحی شرقی و غربی به ترتیب ۹۲/۱۰ و ۸۱/۶۲ درصد است. در نواحی غربی جهت رسیدن به پیش‌بینی صورت گرفته در پایان برنامه ششم (۹۰ درصد) نیاز به تقویت و ورود ماشین‌های برداشت بیشتری است. برداشت با

از آمار واقعی روزهای کاری و برآورد امکان‌پذیری عملیات در سال‌های گذشته برای تعیین احتمال روزکاری در عملیات کشاورزی استفاده می‌شود (Khani *et al.* 2018).

در این مطالعه، تعداد روزهای کاری، با در نظر گرفتن آمار ده ساله هواشناسی و عوامل محدودکننده برای اجرای هر عملیات در بازه زمانی براساس تقویم فعالیت‌های مکانیزه محاسبه شد. برای محاسبه، ابتدا برای هر عامل محدودکننده تعداد روزهای کاری به صورت جداگانه تعیین شد. پس از آن تعداد روزهای کاری برای هر عملیات، برابر با کمترین تعداد روز به دست آمده از اعمال انفرادی محدودیت‌ها به دست آمد. به‌منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات فوق همراه به شش قسمت پنج روزه تقسیم گردید (ستون آخر ۶ روزه است) سپس، با توجه به محدوده مجاز عوامل محدودکننده تعداد روزهای کاری مناسب در هر ماه تعیین گردید. با توجه به نوع فرضیه و جنس متغیرها، از آزمون t برای تعیین حدود احتمالی میانگین‌ها استفاده شد. پس از تجزیه و تحلیل داده‌ها، روزهای مناسب کاری به‌منظور اجرای عملیات با احتمال تخمین زده شد (Yousefi, 2001).

۲-۶- ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر

ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر بر حسب هکتار بر ساعت که ظرفیت کارکرد واقعی دستگاه را نشان می‌دهد از رابطه ۸ تعیین شد (Almassi *et al.*, 2015).

$$EFC = \frac{A}{T_t} \quad (8)$$

که در آن: EFC ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر بر حسب هکتار بر ساعت؛ A مساحت کار شده بر حسب هکتار؛ T_t کل مدت زمان اجرای کار بر حسب ساعت است که شامل مدت زمان‌های مفید و غیر مفید (تلف شده) نیز هست.

۲-۷- بازده مزرعه‌ای

بازده مزرعه‌ای عبارت است از نسبت ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر به ظرفیت مزرعه‌ای نظری. این بازده شامل آثار زمان تلف شده در مزرعه و کوتاهی در استفاده از عرض کامل ماشین می‌شود. بازده مزرعه‌ای از رابطه ۹ بر حسب درصد محاسبه شد (Almassi *et al.*, 2015).

$$FE = \frac{EFC}{TFC} \times 100 \quad (9)$$

که در آن: FE بازده مزرعه‌ای بر حسب درصد؛ EFC ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر بر حسب هکتار بر ساعت؛ TFC ظرفیت مزرعه‌ای نظری بر حسب هکتار بر ساعت.

۲-۸- تخمین تعداد ماشین‌های مورد نیاز

برآورد تعداد و ظرفیت ماشین‌ها باید بر اساس جدول تراکم عملیاتی و روزهای قابل کار برای ماشین‌ها بنا شود؛ بنابراین با استفاده

به ترتیب ۳/۹۵ و ۳/۵۴ اسب بخار بر هکتار محاسبه شده است که از سطح مکانیزاسیون برنج در استان مازندران (۲/۶۳ اسب بخار بر هکتار) بالاتر می باشد. از دلایل بالا بودن سطح مکانیزاسیون برنج در این نواحی می توان به استفاده مشترک توان ماشین های نیروی محرکه برای شالیزار و دیگر محصولات، سطح زیر کشت پایین برنج و تعداد زیاد تیلر و تراکتور، عدم وجود شرکت های ارائه خدمات مکانیزه، زمان اندک در اختیار کشاورزان برای انجام عملیات تهیه زمین، کاشت، داشت و برداشت اشاره نمود.

جدول ۲- مقایسه سطح مکانیزاسیون در نواحی شرقی و غربی

استان گیلان

Table 2. Comparison of mechanization level in eastern and western regions of Guilan province

سطح مکانیزاسیون level of mechanization (hp.ha ⁻¹)		سطح زیر کشت برنج rice cultivated area (ha)		مجموع توان کششی Tensile power (hp)	
غربی western	شرقی Eastern	غربی western	شرقی Eastern	غربی western	شرقی Eastern
3.54	3.95	92270	75066	326802	296550

بررسی ها نشان می دهد تراکتور و تیلر که مهم ترین منبع تأمین توان هستند، در این نواحی به صورت یکنواخت توزیع نشده است. توزیع تراکتور و دیگر ماشین های خودگردان بدون در نظر گرفتن مساحت سطوح زیر کشت و شرایط اقتصادی، اقلیمی، و فرهنگی بهره برداران بوده است. تمایل کشاورزان خرده مالک به داشتن ماشین خودگردان شخصی باعث شده است توان بیش از اندازه نیاز در مناطق روستایی بدون استفاده بماند و تنها در مدت زمان کمی از سال از آن استفاده شود و گاهی از تراکتورها و تیلرها استفاده های غیر مرتبط (مانند جابه جایی) شود.

در جدول ۳، بازده مزرعه ای عملیات مختلف ماشینی در تولید برنج در نواحی شرق و غرب استان گیلان نشان داده شده است. بازده مزرعه ای روتیواتور تراکتوری در پادلینگ با حداکثر زمان غیر مفید ۴۳/۷۵ درصد و تسطیح با مالۀ تیلری با حداکثر زمان مفید ۷۸/۲۶ درصد به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار است.

کمباین های برنج از نوع تغذیه کننده کل محصول^۱، نوع تغذیه کننده خوشه^۲ و دروگر برنج صورت می گیرد. که در بین آنها از کمباین تغذیه کننده کل محصول بیشتر استفاده می شود.

بر اساس نتایج به دست آمده، در عملیات نشاکاری مکانیزه و برداشت مکانیزه، وضعیت مکانیزاسیون نواحی شرقی و غربی استان گیلان در مقایسه با استان مازندران (Vahedi et al., 2018)، از وضعیت مطلوب تری برخوردار بوده و در عملیات خاک ورزی و وجین مکانیزه دارای وضعیت مشابهی هستند.

میانگین درجات مکانیزاسیون محصول برنج در نواحی شرقی و غربی گیلان به ترتیب ۷۴/۸ و ۶۶/۹ درصد است. برای محاسبه درجه مکانیزاسیون برنج، ابتدا درجه مکانیزاسیون مربوط به هر عملیات به صورت جداگانه با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد (برای عملیات داشت، میانگین عملیات سمپاشی، کودپاشی و وجین در نظر گرفته شد) و در نهایت برای محاسبه میانگین درجات مکانیزاسیون محصول برنج از مقادیر درجه مکانیزاسیون عملیات خاک ورزی، کاشت، داشت و برداشت میانگین گرفته شد (Hardani et al., 2020).

جدول ۱- درجه مکانیزاسیون زراعت برنج در نواحی شرقی و غربی

استان گیلان

Table 1. The degree of mechanization of rice cultivation in eastern and western regions of Guilan province

درجه مکانیزاسیون (درصد) Degree of mechanization (%)		عملیات operation
نواحی غربی western region	نواحی شرقی Eastern region	
100	100	خاک ورزی Tillage
74.77	71.81	نشاکاری Transplanting
16.06	31.18	سمپاشی spraying
6.28	4.13	وجین Weeder
11.20	17.65	داشت Protection
81.62	92.10	برداشت harvesting
66.90	74.80	درجه مکانیزاسیون برنج Degree of mechanization of rice

در جدول ۲، مقایسه سطح مکانیزاسیون برنج در نواحی شرق و غرب استان گیلان نشان داده شده است. برای تبدیل توان اسمی تراکتورهای بالای ۱۳ سال به توان کششی از ضریب تبدیل ۵۰ درصد و سایر موارد از ضریب تبدیل ۷۵ درصد استفاده شده است (Vahedi et al., 2018).

² - Head feeding Type Combine

¹ - Whole Crop Type Combine

71.13	کمباین مخصوص برنج (کل محصول) rice whole-crop combine harvester
73.21	کمباین مخصوص برنج (هد فید) rice head-feed combine harvester
70.20	بیلر baler

در جدول ۴، تقویم فعالیت‌های مکانیزه به همراه فرصت زمانی و روزهای کاری در نواحی شرقی و غربی استان گیلان نشان داده شده است. عوامل محدود کننده عملیات کشاورزی به طور مستقیم (مانند باران، دما، باد و رطوبت نسبی) یا غیر مستقیم (مانند رطوبت خاک)، تحت تأثیر شرایط آب و هوایی هستند، از این رو برای تعیین تعداد روزهای کاری عملیات کشاورزی برنج، با استفاده مستقیم از آمار هواشناسی امکان پذیری عملیات قضاوت گردید. برای تعیین روزهای کاری هر فعالیت، موانع عملیات مشخص گردید، برای هر عامل محدود کننده، تعداد روزهای کاری به صورت جداگانه تعیین شد و تعداد روزهای کاری برای هر عملیات، برابر با کمترین تعداد روز به دست آمده از اعمال انفرادی محدودیت‌ها منظور شد.

جدول ۴- تقویم فعالیت های مکانیزه برنج به همراه روزهای کاری در نواحی شرقی و غربی استان گیلان
Table 4. Calendar of mechanized rice activities along with working days in eastern and western regions of Guilan province

روزهای کاری Working day (day)	فرصت زمانی Time opportunity (day)	پایان عملیات The end of operation	شروع عملیات The start of operation	عملیات Operation
80	89	۲۹ اسفند 19 March	۱ دی 22 December	شخم اول (زمستانه) Primary tillage (Winter)
28	31	۳۱ فروردین 20 April	۱ فروردین 21 March	شخم اول (بهاره) Primary tillage (Spring)
26	27	۲۰ اردیبهشت 10 May	۲۵ فروردین 14 April	شخم دوم Secondary tillage
27	27	۲۱ اردیبهشت 11 May	۲۶ فروردین 15 April	مرزکشی Bouding
26	27	۲۳ اردیبهشت 13 May	۲۸ فروردین 17 April	گلخراپی و تسطیح Puddling and Leveling
35	36	۵ خرداد 26 May	۱ اردیبهشت 21 April	نشاکاری Transplanting

جدول ۳- بازده مزرعه‌ای عملیات مختلف ماشینی در تولید برنج در شهرستان‌های شرق و غرب استان گیلان

Table 3. Field efficiency of different machine operations in rice production in western regions of Guilan province

بازده مزرعه‌ای Field efficiency (%)	ماشین Machine	نوع عملیات Type of operation	آمده‌سازی زمین (خاک‌ورزی) Tillage
69.44	گاواهن برگرداندار reversible plow	تیلر Tiller	
72.23	گاواهن برگرداندار Reversible plow		شخم اول Primary tillage
73.32	روتیواتور Rotivator	تراکتور Tractor	
73.89	گاواهن دیسکی‌دوار Disc plow Rotary		
70.12	روتیواتور Rotivator		
70.65	گاواهن تک‌خیش Single bottom plow	تیلر Tiller	شخم دوم Secondary tillage
75.12	روتیواتور Rotivator	تراکتور Tractor	
75.00	مرزکش Border	تراکتور Tractor	مرزبندی Lister
74.67	خیش دوطرفه furrower	تیلر Tiller	
58.00	روتیواتور Rotivator		گلخراپی (پادلینگ) Puddling
43.75	روتیواتور Rotivator	تراکتور Tractor	
45.00	پادلر Puddler		
78.26	ماله leveller	تیلر Tiller	تسطیح Leveling
74.44	ماله leveller	تراکتور Tractor	
63.91	نشاکار ۴ ردیفه برنج 4 row rice transplanter		
63.75	نشاکار ۶ ردیفه برنج - نوع راه رونده 6 row walking-type rice transplanter		نشاکاری Transplanting
73.33	نشاکار ۶ ردیفه برنج - نوع سوارشونده 6 row riding-type rice transplanter		
69.80	سمپاش پشتی موتوری Motorized backpack sprayer		
48.80	سمپاش زنبه‌ای Stationary sprayer		
48.80	سمپاش پشت تراکتوری tractor rear-mounteds prayer		داشت Plant Protection
73.34	دو ردیفه 2 row	وجین کن power weeder	
71.67	سه ردیفه 3 row		
70.10	پنج ردیفه 5 row		
77.30	دروگر برنج Rice reaper		برداشت Harvester

86817.3	94161.4	روتیواتور Rotivator	بهر Tiller	شخم دوم Secondary tillage	42	42	۳۰ خرداد 20 June	۲۰ اردیبهشت 10 May	وجین کردن weeding					
26675.6	35855.0	گاواهن تک خیش (کاول) Single bottom plow	بهر Tiller		44	52	۳۰ تیر 21 July	۱۰ خرداد 31 May	کنترل آفات و بیماری ها Control of Pests and Diseases					
124747.6	167675.0	روتیواتور Rotivator	تراکتور Tractor		24	32	۱۰ شهریور 1 September	۱ مرداد 23 July	برداشت Harvesting					
50121.3	54361.2	خیش دو طرفه Furrower	بهر Tiller	گلجری (پادینگ) Pudding	77867.1	84454.0	روتیواتور Rotivator	123570.7	166093.2	روتیواتور Rotivator	15275.5	19768.3	پادلر Puddler	
322208.6	349465.0	ماله leveller	بهر Tiller		سطح Leveling	68704.5	240535.4	ماله leveller	69001.0	99845.8	نشاکار ۴ ردیفه برنج 4 row rice transplanter	5880.0	6742.4	نشاکار ۶ ردیفه برنج - نوع راه رونده 6 row walking-type rice transplanter
68704.5	240535.4	ماله leveller	تراکتور Tractor			3049.2	3234.0	نشاکار ۶ ردیفه برنج - نوع سوارشونده 6 row riding-type rice transplanter	177115.0	253478.5	سمپاش پشتی موتوری Motorized backpack sprayer	70793.2	35944.1	سمپاش زنبه ای Stationary sprayer
14230.1	89532.9	دروگر برنج Rice reaper		داشتن Plant Protection	132561.2	80711.2	کمباین مخصوص برنج (کل محصول) rice whole-crop combine harvester	4078.5	3224.8	کمباین مخصوص برنج (هد فید) rice head-feed combine harvester				
132561.2	80711.2	کمباین مخصوص برنج (کل محصول) rice whole-crop combine harvester			داشتن Harvester	4078.5	3224.8	کمباین مخصوص برنج (هد فید) rice head-feed combine harvester						

بیشترین مقدار ظرفیت مکانیزاسیون در این نواحی مربوط به شخم اول (بهاره) با گاواهن برگرداندار تراکتوری و کمترین انرژی ماشینی صرف شده برای عملیات وجین با وجین کن سه ردیفه است. این موضوع از این بابت منطقی به نظر می رسد که مصرف انرژی در زمان شخم با گاواهن برگرداندار بیشتر از وجین کاری است. متوسط ظرفیت مکانیزاسیون برنج در نواحی شرقی ۳۹۰/۴۸ و در غرب ۳۹۱/۸۰

42	42	۳۰ خرداد 20 June	۲۰ اردیبهشت 10 May	وجین کردن weeding
44	52	۳۰ تیر 21 July	۱۰ خرداد 31 May	کنترل آفات و بیماری ها Control of Pests and Diseases
24	32	۱۰ شهریور 1 September	۱ مرداد 23 July	برداشت Harvesting

در جدول ۵، سطح اجرایی بالقوه عملیات ماشینی برای کشت برنج در نواحی شرقی و غربی استان گیلان ارائه شده است. برای محاسبه شاخص توان اجرایی بالقوه، روزهای کاری با توجه به عوامل محدود کننده به منظور اجرای هر عملیات مشخص شده است. ساعات کار روزانه برای اجرای هر یک از عملیاتها به غیر سمپاشی (۴ ساعت در روز) ۸ ساعت در روز در نظر گرفته شده است. با توجه به ظرفیت مزرعه ای مؤثر، ساعت لازم برای اجرای عملیات در هکتار تعیین شده است. توان اجرایی واقعی میزان مساحت زیر کشت موجود منطقه است که عملیات ماشینی در آن اجرا می شود.

جدول ۵- مقایسه سطح اجرایی بالقوه در نواحی شرق و غرب استان گیلان

Table 5. Comparison of the potential executive level in the eastern and western regions of Guilan province

نوع عملیات Type of operation	سطح اجرایی بالقوه Potential executive level (ha)		ماشین Machine	نوع عملیات Type of operation
	شرق East	غرب West		
شخم اول (زمستانه) Primary tillage (Winter)	27840.0	29529.6	گاواهن برگرداندار Reversible plow	بهر Tiller
	41808.0	52208.0	گاواهن برگرداندار Reversible plow	تراکتور Tractor
	68764.8	92476.8	روتیواتور Rotivator	
شخم اول (بهاره) Primary tillage (Spring)	48720.0	51676.8	گاواهن برگرداندار یکطرفه reversible plow	بهر Tiller
	97552.0	121794.4	گاواهن برگرداندار Reversible plow	تراکتور Tractor
	120402.2	161834.4	روتیواتور Rotivator	

برداشت (دروگر، کمباین، بیلر) ۵۱/۵ درصد بیشتر از تعداد برآورد شده است.

در نواحی شرقی و غربی تعداد ماشین‌های مرکزکش، نشاکار ۶ ردیفه اپراتور پیاده و بیلر کمتر از آنچه که نیاز است وجود دارد. در وجین با توجه به سطح زیر کشت برنج در نواحی شرقی تعداد ماشین‌های برآورد شده (وجین کن) به عنوان آنچه که برای انجام به موقع عملیات وجین در بازه زمانی ممکن مورد نیاز است، کمتر از تعدادی است که در منطقه وجود دارد. در برداشت با کمباین مخصوص برنج (کل محصول) (هول کراپ) با توجه به سطح زیر کشت برنج در نواحی غربی تعداد برآورد شده به عنوان آنچه که برای انجام به موقع عملیات برداشت در بازه زمانی ممکن مورد نیاز است، کمتر از تعدادی است که در منطقه وجود دارد.

جدول ۶- تعداد ماشین موجود و مورد نیاز برای محصول برنج در نواحی شرقی و غربی استان گیلان

Table 6. The number of machines available and required for rice production in the eastern and western regions of Guilan province

نواحی غربی western regions		نواحی شرقی Eastern regions		ماشین Machine
مورد نیاز required	موجود available	مورد نیاز required	موجود available	
1030	3845	837	3625	گاواهن برگرداندار تیلری reversible plow tiller
213	1673	175	1340	گاواهن برگرداندار تراکتوری Reversible plow tractor
929	2357	747	1886	روتیواتور تراکتوری Rotivator tractor
1097	4667	893	4303	روتیواتور تیلری Rotivator tiller
31	24	26	2	مرزکش تراکتوری Bounding tractor
53	176	44	136	پادلر تراکتوری Puddler tractor
861	9334	702	8606	ماله تیلری Leveller tiller
431	1726	350	493	ماله تراکتوری Leveller tractor
2907	3496	2366	2416	نشاکار ۴ ردیفه برنج 4 row rice transplanter

اسب‌بخار - ساعت بر هکتار است. این شاخص نشان می‌دهد که به طور میانگین در هر هکتار از اراضی در شرق ۳۹۰/۴۸ و در غرب ۳۹۱/۸۰ اسب‌بخار - ساعت انرژی مکانیکی مصرف می‌شود که در مقایسه با استان مازندران (۲۳۵ اسب بخار-ساعت) (Vahedi et al., 2018) بیشتر می‌باشد.

جهت مشخص نمودن نحوه توزیع ماشین‌های خودگردان در سطوح مزارع، از شاخص نسبت هکتار بر ماشین‌های خودگردان استفاده می‌شود. نحوه توزیع ماشین‌های خودگردان با توجه به سطوح زیر کشت در برخی از شهرستان‌های نواحی شرقی و غربی درست نبوده است، به طوری که در نواحی شرقی و غربی به ترتیب به‌ازای هر ۱۰۰ بهره بردار ۲ و ۳ تراکتور، ۱۵ و ۲۰ تیلر، ۲ و ۳ نشاکار، ۰/۱۶ و ۰/۱۶ وجین‌کن و ۱/۳۸ و ۱ کمباین موجود است. در نواحی شرقی و غربی به ترتیب به‌ازای هر ۲۹ و ۲۷ هکتار یک تراکتور، ۳ و ۴ هکتار یک تیلر، ۲۹ و ۲۵ هکتار یک نشاکار، ۸۱ و ۱۸۹ هکتار یک وجین‌کن و هر ۳۹ و ۷۷ هکتار یک کمباین موجود است.

برآورد تعداد ماشین‌های موردنیاز در مراحل خاک‌ورزی، کاشت، داشت و برداشت با استفاده از روش فرصت زمانی و با توجه به جدول تراکم عملیاتی انجام گردید. بدین ترتیب تعداد ماشین برآورد شده برای هر مرحله، تعدادی است که عملیات مورد نظر می‌تواند با آن ماشین انجام شود. به‌عنوان مثال در مرحله خاک‌ورزی تعداد برآورد شده برای تراکتور و تیلر به‌صورت جداگانه بوده و برای استفاده ترکیبی از هر دو ماشین باید درصد استفاده هر کدام لحاظ شود که در محاسبه این درصد، باید عواملی چون سطح زیر کشت هر منطقه، تعداد راننده حرفه‌ای موجود در منطقه، جنبه‌های اقتصادی و اجتماعی، وضعیت توپوگرافی در مزارع و نیز متوسط سطح واحدهای زارعی در نظر گرفته شود (Kougir Chegini, 2015).

در جدول ۶، تعداد ماشین‌های مورد نیاز برای محصول برنج به تفکیک عملیات‌های مختلف در نواحی شرقی و غربی استان گیلان آورده شده است. در مرحله خاک‌ورزی با توجه به سطح زیر کشت برنج در نواحی مذکور تعداد ماشین‌های برآورد شده به عنوان آنچه که برای انجام به موقع عملیات خاک‌ورزی در بازه زمانی ممکن مورد نیاز است، کمتر از تعدادی است که در این نواحی وجود دارد. البته باید در نظر داشته باشیم که از ماشین‌های موجود در فعالیت‌های غیر از کشاورزی نیز استفاده شود، یا اینکه برای محصولات دیگر بکار روند. کم بودن بهره‌وری استفاده از ماشین‌ها نیز می‌تواند دلیل دیگری برای این امر باشد. با توجه به نتایج، تعداد ماشین‌های موجود نواحی شرقی در خاک‌ورزی (شخم اول و شخم دوم، گلخراپی و تسطیح) ۸۱/۵، نشاکاری ۲/۵، داشت (سمپاشی) ۷۱ و برداشت (دروگر، کمباین، بیلر) ۳۸/۵ درصد بیشتر و در داشت (وجین) ۹ درصد کمتر و نواحی غربی در خاک‌ورزی (شخم اول و شخم دوم، گلخراپی و تسطیح) ۸۰/۶، نشاکاری ۱۵/۹، داشت (سمپاشی) ۷۰/۸، داشت (وجین) ۴۲/۳ و

درجه مکانیزاسیون عملیات کاشت نسبت به آنچه برای پایان برنامه ششم در نظر بوده روند خوبی داشته‌اند. درجه مکانیزاسیون عملیات برداشت نسبت به آنچه برای پایان برنامه ششم در نظر بوده، در نواحی شرقی روند خوبی داشته و در نواحی غربی نیاز به تقویت و ورود ماشین‌های بیشتری برای ارتقای درجه مکانیزاسیون است. درجه مکانیزاسیون عملیات وجین در نواحی شرقی و غربی نسبت به آنچه برای پایان برنامه ششم پیش‌بینی شده نیاز مبرم به برنامه‌ریزی برای ورود ماشین‌های مناسب با توجه به سطوح زیر کشت و توزیع آنها بین شهرستان‌های نواحی شرقی و غربی برای ارتقای درجه مکانیزاسیون خواهد بود.

نحوه توزیع ماشین‌های خودگردان با توجه به سطوح زیر کشت در برخی از شهرستان‌های نواحی شرقی و غربی درست نبوده است. به دلیل بالا بودن هزینه خرید ماشین‌های خودگردان و کوچک بودن اراضی، متوسط نسبت ماشین خودگردان به بهره‌بردار مناسب نمی‌باشد، این باعث گردیده قدرت تصمیم‌گیری بهره‌برداران در انجام عملیات در زمان مناسب پایین باشد.

مقایسه شرایط کنونی این نواحی با برآورد انجام شده، بیانگر عدم وجود برنامه‌ریزی صحیح در تأمین و توزیع ماشین‌های کشاورزی می‌باشد. بر این مبنای ضرورت برنامه‌ریزی لازم برای برقراری تعادل و توازن بیشتر به منظور ایجاد شرایط مناسب و همگن توزیع ماشین‌های کشاورزی در نواحی مورد مطالعه دیده می‌شود. نحوه توزیع ماشین‌های خودگردان با توجه به سطوح زیر کشت باید بررسی گردد. با توجه به متوسط استانی در برخی از شهرستان‌ها توزیع ماشین‌های خودگردان و ماشین‌های کشاورزی به درستی انجام نشده است.

سپاس‌گزاری

این مقاله بخشی از یافته‌های پروژه تحقیقاتی به شماره مصوب: ۴-۲۰۴-۰۴-۵۳-۰۶۹۰۶۹ در موسسه تحقیقات برنج کشور می‌باشد. نویسندگان مراتب قدردانی خود را بابت حمایت‌های اداری و مالی ابراز می‌نمایند.

منابع

- Abbasi, K., Almassi, M., Borghee, A. M., & Minaei, S. (2014). *Modeling of Yield Estimation for The Main Crops in Iran Based on Mechanization Index*. Journal of Agricultural Machinery, 4(2), 344-351. (In Persian).
- Almassi, M., Kiani, S., & Loveimi, N. (2015). *Principles of Agricultural Mechanization*. Goftehan Andishieh Maaser Press. Iran. (in Persian).
- Anonymous. (2023). *Agricultural statistics of crops*, Vol. 1. Crop year 2021-22. Statistics and Information Unit of the Ministry of Jihad Agriculture. (In Persian).

نشاکار ۶ ردیفه برنج- نوع راه رونده 6 row walking-type rice transplanter نشاکار ۶ ردیفه برنج- نوع سوارشونده 6 row riding- type rice transplanter سمپاش پشتی موتوری Motorized backpack sprayer سمپاش زنبه‌ای Stationary sprayer سمپاش پشت تراکتوری tractor rear- mounted prayer وجین کن موتوری power weeder دروگر برنج Rice reaper کمباین مخصوص برنج (کل محصول) rice whole- crop combine harvester کمباین مخصوص برنج (هد فید) rice head-feed combine harvester بیلر Baler	150	172	187	20	33	16	20	1630	6891	1326	4815	287	558	233	1099	267	25	218	129	109	189	89	81	187	1919	153	305	1250	1127	1017	1851	58	68	48	86	333	605	272	188
---	-----	-----	-----	----	----	----	----	------	------	------	------	-----	-----	-----	------	-----	----	-----	-----	-----	-----	----	----	-----	------	-----	-----	------	------	------	------	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----

۴- نتیجه‌گیری نهایی

تحقیق حاضر با هدف برآورد تعداد ماشین موردنیاز در کشت برنج در نواحی شرقی و غربی استان گیلان بر پایه شاخص‌های تعیین‌کننده روند توسعه مکانیزاسیون شامل درجه مکانیزاسیون، سطح مکانیزاسیون، ظرفیت مکانیزاسیون، ظرفیت (سطح) اجرایی ماشینی به همراه ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر، بازده مزرعه‌ای ماشین و روزهای کاری انجام گرفته است.

براساس نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه، درجه مکانیزاسیون عملیات خاک‌ورزی با توجه به انرژی‌بر بودن این عملیات، به صورت ماشینی است و در تمام نواحی شرقی و غربی استان ۱۰۰ درصد است.

conference on modern ideas in agriculture and natural resources. Nov.14. Faculty of Agriculture and Natural Resources (Moghan). University of Mohaghegh Ardabili. Iran. (in Persian).

- Khani, M., Payman, S. H., & Pirmoradian, N., (2019). *Compilation and calibration of a computer model to determine the probability of a working day for rice harvesting operations*. Sixth International Conference on Applied Research in Agricultural Sciences. Feb.15. Tehran. Iran. (in Persian).
- Kougir Chegini, Z., (2015). *Management of agricultural mechanization development in Guilan province using geographical information system (Case study: mechanization of rice production)*. (Master's thesis, Ferdowsi University of Mashhad Faculty of Agriculture).
- Maheshwari, T. K., & Tripathi, A. (2019). *Comparison of agricultural mechanization indicators between western and eastern region of Uttar Pradesh, India*. International Journal of Agricultural Engineering. 12(2), 208-216.
- Modarres Razavi, M. (2008). *Farm Machinery Management*. Ferdowsi University of Mashhad Pub. Mashhad. Iran. (In Persian).
- Oghbaey, L., Keyhani, A., & Akram, A., (2018). *Study of Mechanical Power Use in Shahriyar Agricultural Zone (Tehran Province)*. Iranian Journal of Biosystems Engineering. 4 (49). 533-545. (in Persian).
- Shorkpor, S., & Asakereh, A. (2021). *Evaluation of Conventional Tractors in Terms of Agricultural and Climatic Conditions in Saral Region in Divandarreh County*. Journal of Agricultural Mechanization 6 (2): 21-29. (in Persian).
- Vahedi, A., Younesi Alamouti, M., & Sharifi Malvajerdi, A., (2018). *Assessment of Current Status and Determination of Rice Mechanization Indices (Case Study in Mazandaran Province)*. Journal of Agricultural Mechanization and Systems Research. 70(19), 25-40. (in Persian).
- Yousefi, R., (2012). *Agricultural Mechanization*. Tehran. Iran. Agricultural Jihad Institute of Applied Scientific Higher Education. (in Persian).
- Yousefi, R. (2015). *A Model for determination of Tillage Probability Working Day(pwd) (Case Study: Ghazvin Province) (Ph. D. Thesis)*, Islamic Azad University, Science and Research Branch Tehran, Iran. (in Persian).
- Anonymous. (2017). *Summary of the results of the agriculture statistics plan*. Presidency, Organization of Program and Budget of the country. Iran Statistics Center. (In Persian).
- Bagheri, N., & Moazzen, S.A. (2008). *optimal strategy for agricultural mechanization development in Iran*. (Conference presentation, In Persian). 5th National Congress of Agricultural Machinery and Mechanization Engineering . Iran. Khorasan Razavi - Mashhad.
- Firouzi, S., (2014). *An assessment of rice cultivation mechanization in Northern Iran (Langarud county in Guilan province)*. International Journal of Biosci. (IJB). 5(3), 110-115.
- Firouzi, S., (2015). *A survey on the current status of mechanization of paddy cultivation in iran: case of Guilan province*. International Journal of Agricultural Management and Development (IJAMAD). 5(2), 117-124.
- Ghanbari, Y., Dalvandi, S., & Riyahi, M. (2022). *Measuring the degree of development of the cities of Guilan province in the agricultural sector*. Journal: Development Strategy. 3(71), 50-77.
- Gokdogan, O., (2012). *Comparison of Indicators of Agricultural Mechanization Level of Turkey and the European Union*. Journal of Adnan Menderes University Agricultural Faculty, 9(2), 1-4.
- Hardani, S., Ghasemi Mobtaker, H., & Khanali, M., (2020). *Investigating the Status of Some Mechanization Indicators in Strategic Crops using Fuzzy Logic (Case Study: Ahvaz City)*. Iranian Journal of Biosystem Engineering. 51 (3), 527-538. (in Persian).
- Hosseinzad, J., Aref, T., & Dashti, GH. (2009). *Determination of Optimum Size for Rice Farms in Guilan Province*. Journal of Agricultural Economics and Development, 23(2), 117-127. (In Persian).
- Keshvari, A., & Marzban, A. (2019). *Prioritizing the Power Arrival in Khuzestan Province Agriculture using FAHP and FTOPSIS*. Journal of Agricultural Machinery. 9(1), 235-251. . (In Persian).
- Khani, M., Keyhani, A. Sharifnasab, H. & Alimardani, R. (2013). *Development a planting operation scheduling model based on timeliness cost optimization*. In: Proceedings of 8th National Congress on Agriculture Machinery Engineering (Biosystem)& Mechanization. Ferdowsi University of Mashhad. Mashhad. Iran. 3662-3676 . (in Persian).
- Khani, M. Payman, S. H. & Pirmoradian, N. (2018). *An overview of methods for determining the probability of a working day for agricultural operations. The first national*

