

## برآورد مدل عملکرد محصولات اساسی بر پایه شاخص سطح مکانیزاسیون کشاورزی در ایران

کامبیز عباسی<sup>۱\*</sup> - مرتضی الماسی<sup>۲</sup> - علی محمد برقمی<sup>۳</sup> - سعید مینایی<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۱

تاریخ پذیرش: ۹۲/۴/۲۵

### چکیده

مکانیزاسیون یکی از راه‌های گذر از کشاورزی سنتی به کشاورزی پایدار است. مواجه شدن با منابع محدود در تولید و نهاده‌ها و همچنین افزایش روز افزون جمعیت از طرفی دیگر، جایگاه مکانیزاسیون را بیش از پیش در توسعه امنیت غذایی کشور نشان می‌دهد. بنابراین می‌بایست با دیدی وسیع و فراتر از یک نهاده به مکانیزاسیون نگریست چرا که به کمک آن می‌توان ضمن مدیریت نهاده‌های بذر، کود و سم و حتی مدیریت آب و خاک اقدام به تولید پایدار و اقتصادی نمود. در این مطالعه که در سطح استان‌های ایران صورت پذیرفته است ابتدا موجودی تراکتورهای زراعی و کمباین‌های برداشت غلات کشور از طریق توزیع پرسش‌نامه در بین اداره امور فناوری‌های مکانیزه سازمان‌های جهاد کشاورزی سراسر کشور و به‌صورت سرشماری جمع‌آوری گردید. سپس تراکتورها در چهار رده توانی کمتر از ۴۵، ۴۵ تا ۸۰، ۸۰ تا ۱۱۰ و بیش از ۱۱۰ اسب بخار و همچنین کمباین‌های برداشت غلات در سه رده توانی، ۱۰۰ تا ۱۱۰، ۱۱۰ تا ۱۵۵ و ۱۵۵ تا ۲۱۰ اسب بخار تقسیم‌بندی گردید. عمر نیرو محرکه‌ها نیز در سه رده سنی تا ۱۳ سال، ۱۳ تا ۲۰ سال و بیش از ۲۰ سال در نظر گرفته شد. فاکتورهایی نظیر سطح زیر کشت، میزان تولید و عملکرد محصولات اساسی نیز از آمارنامه‌های وزارت جهاد کشاورزی به‌دست آمد و سپس اقدام به محاسبه شاخص سطح مکانیزاسیون کشاورزی (اسب بخار بر هکتار) ۳۰ استان گردید. سپس ۴ محصول عمده و اساسی گندم آبی، گندم دیم، جو آبی و جو دیم که دارای شرایط لازم برای ورود به مدل بودند، مورد بررسی و تجزیه و تحلیل‌های آماری قرار گرفتند. جهت دستیابی به یک مدل کارا برای برقراری ارتباط میان عملکرد محصول با شاخص سطح مکانیزاسیون کشاورزی، آنالیز همبستگی انجام پذیرفت. ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که بین این دو متغیر همبستگی مستقیم و معنی‌داری وجود دارد. در ادامه به‌منظور دستیابی به یک مدلی که دارای توانمندی لازم برای پیش‌بینی عملکرد از طریق شاخص سطح مکانیزاسیون باشد، از طریق نمودار پراکنش و برآورد خطوط رگرسیون در سطح احتمال یک درصد، نقاط داده‌های پرت و دورافتاده شناسایی و پس از حذف آن‌ها، مدل کارا برای چهار محصول عمده ایران با ضریب تعیین قابل قبول ۰/۸۵۱/۲۰۰۰ بدوین گردید.

واژه‌های کلیدی: اسب بخار بر هکتار، شاخص مکانیزاسیون، عملکرد، مدل رگرسیون

### مقدمه

تبیین مشخص و شفاف نقش مکانیزاسیون کشاورزی در تولید محصولات کشاورزی و میزان این اثرگذاری، تاکنون مکانیزاسیون کشاورزی نتوانسته از جایگاه واقعی و در خور خود برخوردار باشد. به‌عبارت دیگر مکانیزاسیون یکی از راه‌های گذر از کشاورزی سنتی و خود معیشتی به کشاورزی پایدار است و مسلماً با گذر زمان و محدودیت در منابع، نهاده‌ها و عوامل تولید و افزایش روز افزون جمعیت، نقش و جایگاه مکانیزاسیون از نمود بیشتری برخوردار می‌گردد و می‌بایست با دیدی وسیع و فراتر از یک نهاده به مکانیزاسیون نگریست چرا که به کمک آن می‌توان ضمن مدیریت نهاده‌های بذر، کود و سم و حتی مدیریت آب و خاک اقدام به تولید پایدار و اقتصادی نمود.

امروزه با توجه به اهمیت تولید و عملکرد محصولات کشاورزی همواره این سؤال مطرح است که سهم مکانیزاسیون کشاورزی در تولید چیست؟ و چه سهمی از تولید بر عهده مکانیزاسیون است؟ آیا با

مکانیزاسیون کشاورزی به‌عنوان یک رویکرد اساسی در تولید محصولات کشاورزی مطرح می‌باشد و اهدافی نظیر انجام به‌موقع عملیات کشاورزی، کاهش هزینه‌های تولید، کاهش سختی کار، مدیریت مصرف نهاده‌های کشاورزی، ایجاد جذابیت در فعالیت‌های کشاورزی، ارتقاء کمی و کیفی تولید و اصولاً موجبات اقتصادی نمودن تولید انبوه محصولات کشاورزی را فراهم می‌سازد. متأسفانه علی‌رغم تمامی اهمیتی که توسعه مکانیزاسیون کشاورزی در توسعه بخش کشاورزی داشته و دارد، به‌دلیل کمبود تحقیقات کاربردی لازم و عدم

۱- دانشجوی دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

\*- نویسنده مسئول: (Email: abasi\_kambiz@yahoo.ca)

۲ و ۳- استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

۴- دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

توسعه یافته را برای ارائه در کشورهای در حال توسعه پیشنهاد نمود. در تحقیق مشابهی دیگر، تغییرات فناوری در تولید ذرت علوفه‌ای برای هندوستان تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های سنتی و مدرن در استفاده از فن‌آوری را نشان می‌دهد، در واقع ورود فن‌آوری در تولید ذرت علوفه‌ای توانسته بود اثرات مثبت و معنی‌داری از خود نشان دهد. همچنین در بررسی بهره‌وری، افزایش ۴۵ درصدی بهره‌وری کل ناشی از دو عامل بوده، اول افزایش بهره‌وری در اثر ورود مستقیم فن‌آوری مکانیکی که باعث افزایش ۳۵ درصدی در بهره‌وری کشاورزان گردید و اثر مستقیم بالایی برای توجیه‌پذیری استفاده از این فن‌آوری را نشان می‌دهد و دوم اثر غیرمستقیم و یا اثر مکملی ورود مکانیزاسیون که باعث افزایش ۱۰ درصدی در بهره‌وری مورد استفاده از نهاده‌های دیگر نظیر بذر، کود شیمیایی و غیره گردیده است (Kiresur, 1995).

مرور ادبیات و سوابق مربوطه بیانگر نقش تأثیرگذار مکانیزاسیون کشاورزی در تولید محصولات کشاورزی، اهمیت بهره‌وری و مدیریت در مکانیزاسیون کشاورزی می‌باشد ضمن آن که نتایج به‌دست آمده در شرایط خاص مناطق مورد مطالعه حاصل گردیده به‌نحوی که به‌صورت کلی این اثرگذاری مورد تجزیه و تحلیل واقع شده است و به‌صورت مشخص بر پایه‌ی شاخص‌های توسعه مکانیزاسیون کشاورزی این ارزیابی‌ها صورت پذیرفته است و این بیانگر اهمیت تحقیق حاضر می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

با توجه به این که نتایج حاصل از تحقیق انجام گرفته در جهت حصول افزایش عملکرد محصولات استراتژیک کشاورزی از طریق توسعه مکانیزاسیون کشاورزی می‌باشد لذا می‌توان این‌گونه بیان کرد که تحقیق حاضر از لحاظ اهداف کاملاً کاربردی است. در ابتدا ضمن ترسیم وضعیت موجود بر پایه شاخص سطح مکانیزاسیون کشاورزی (اسب بخار بر هکتار) به تفکیک مناطق، ضمن بررسی همبستگی این شاخص و عملکرد محصولات اساسی نسبت به ارائه مدل اقدام می‌گردد. داده‌های مورد استفاده در این تحقیق از طریق توزیع و تکمیل پرسش‌نامه توسط کارشناسان اداره امور فن‌آوری‌های مکانیزه سازمان‌های جهاد کشاورزی استان‌ها و همچنین آمارنامه‌های رسمی وزارت جهاد کشاورزی به‌دست آمده است. بدین منظور پرسش‌نامه‌ای جهت جمع‌آوری موجودی تراکتورها و کمباین‌های برداشت غلات کشور طراحی گردید و به‌کمک سازمان‌های جهاد کشاورزی استان‌ها در سال زراعی ۹۰-۸۹ گردآوری شد. داده‌ها برای تراکتور در چهار رده توانی، تا ۴۵، ۴۵ تا ۸۰، ۸۰ تا ۱۱۰ و بیش از ۱۱۰ اسب بخار و برای کمباین‌های برداشت غلات در سه رده توانی، ۱۰۰ تا ۱۱۰، ۱۱۰ تا ۱۵۵ و ۱۵۵ تا ۲۱۰ اسب بخار در سه رده سنی ۱۳ سال، ۱۳ تا ۲۰ سال و بیش از ۲۰ سال جمع‌آوری گردید. جهت بررسی تاثیر ارتقاء

ارتقاء کمی و کیفی مکانیزاسیون، تولید هم به همان میزان ارتقاء می‌یابد؟ البته به‌عنوان مثال، نبود یک ماشین سم‌پاش و مدیریت عملیات سم‌پاشی در مرحله‌ای که محصول دچار هجوم آفات و بیماری‌ها است می‌تواند نقش بسیار مهمی در حفظ کل تولید داشته باشد و یا اینکه بدون مکانیزاسیون امکان انجام مناسب و به‌موقع عملیات خاک‌ورزی در سطوح وسیع میسر نیست. اگرچه محدودیت اقتصادی در زمینه توسعه مکانیزاسیون کشاورزی از جمله مواردی است که نیازمندی به اولویت‌بندی عملیات مکانیزه را موجب می‌گردد، اما در تحقیقی که توسط الماسی و کیانی (۱۳۸۴) در مورد تأثیر سطوح مکانیزاسیون بر توسعه مکانیزاسیون کشاورزی کشور انجام شد، به اهمیت انتخاب تکنولوژی مناسب با در نظر گرفتن ابعاد مختلف آن اشاره شده و ساختارهایی از قبیل نظام‌های بهره‌برداری از زمین، ماشین و آب، انرژی، جمعیت، شرایط اقلیمی، تأمین و پشتیبانی و نهایتاً محدودیت‌های اقتصادی مورد تأکید قرار گرفت.

در یک مطالعه موردی در هندوستان در زمینه برآورد شاخص مکانیزاسیون و اثرات آن بر روی میزان تولید و عوامل اقتصادی، بین توان مصرفی در مزرعه و میزان عملکرد محصولات مختلف مورد مطالعه ضمن تأیید وجود همبستگی مثبت، محقق مدلی رگرسیونی با ضریب تعیین ۰/۷۵ به‌دست آورد (Gyanendrasingh, 2006). همچنین در مطالعه‌ای موردی در کشور چین، اثر فن‌آوری بر روی تولید بخش کشاورزی مورد ارزیابی قرار گرفت و در آن عوامل تولید شامل نسبت زمین‌های فاریاب به کل زمین‌های زیر کشت، نیروی کار، کود شیمیایی و ماشین‌آلات بود، دوره منتخب شامل سال‌های ۱۹۹۸-۱۹۷۸ و نمونه مورد مطالعه شامل ۱۵ استان و کل کشور بود. براساس نتایج به‌دست آمده مشخص گردید که در طی دوره منتخب، ۴۵ درصد از رشد تولید بخش کشاورزی ناشی از رشد نهاده‌هایی همچون کود شیمیایی و مکانیزاسیون بوده است. سهم سایر عوامل شامل نیروی کار و نسبت آبیاری به ترتیب برابر با ۱۸/۳ و ۹/۸ درصد برآورد گردید. همچنین ۲۶/۳ درصد در تولید بخش کشاورزی نیز به رشد در بهره‌وری کل عوامل تولید نسبت داده شد (Deng and luo, 2005). در بررسی مکانیزاسیون کشاورزی در کشورهای در حال توسعه با وجود جمعیت بیش از ۶/۳ میلیارد نفری جهان و نرخ رشد بالای جمعیت در کشورهای در حال توسعه به خصوص کشورهای آسیایی، نیاز به افزایش تولیدات کشاورزی از راه ورود فن‌آوری نوین برای پاسخگویی به تقاضای مواد غذایی را امری اجتناب‌ناپذیر و ضروری می‌داند (Kishiaa, 2002).

کلارک (۲۰۰۰) در بررسی استراتژی‌های توسعه مکانیزاسیون و قوانین موجود برای بخش‌های خصوصی و دولتی، ضمن مقایسه سهم بخش‌های صنعت و کشاورزی در جریان توسعه، رشد بخش کشاورزی در روند توسعه عامل اساسی در حمایت رشد بخش صنعت دانست و ایجاد تعدیل ساختاری از فناوری‌های آزمون شده در کشورهای

است.

پس از ارزیابی‌های لازم مشخص گردید که از میان محصولات زراعی مورد بررسی تنها چهار محصول گندم آبی، گندم دیم، جو آبی و جو دیم از شرایط فوق برخوردار بودند، که از کفایت درجه آزادی، توزیع نرمال شاخص درجه مکانیزاسیون در مراحل خاک‌ورزی، کاشت، داشت و برداشت برخوردار بودند. اکثر محصولات استراتژیک دیگر در کمتر از ۱۲ استان وجود داشته‌اند (عدم کفایت درجه آزادی برای ورود به مدل). به‌منظور تدوین مدل رگرسیونی ارتباط میان متوسط عملکرد چهار محصول یاد شده و شاخص سطح مکانیزاسیون کشاورزی به‌عنوان متغیر مستقل، آنالیز همبستگی به‌روش پیرسون انجام گرفت. با توجه به معنی‌دار شدن ضریب همبستگی آنالیز رگرسیونی و به‌منظور برآورد مدل در گام اول با استفاده از نمودار پراکنش<sup>۱</sup> و از طریق برآورد خطوط رگرسیونی با میزان احتمال ۹۹ درصد، نقاط خارج از خطوط برآورد شده به‌عنوان داده‌های پرت شناسایی و حذف گردید و پس از حذف نقاط، مدل نهایی تدوین گردید. آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزار SPSS و نمودارها از طریق نرم افزار Excel انجام گرفته است.

## نتایج و بحث

تغییرات عملکرد محصولات زراعی متأثر از متغیرهای مختلفی از جمله مکانیزاسیون کشاورزی در مراحل مختلف فرآیند تولید اعم از خاک‌ورزی، کاشت، داشت و برداشت است. بدین منظور جهت دستیابی به یک مدل کارا بین عملکرد چهار محصول عمده و اساسی در ایران، ابتدا آنالیز همبستگی انجام پذیرفت و ضریب همبستگی پیرسون<sup>۲</sup> نشان داد که بین این دو متغیر همبستگی مستقیم و معنی‌دار وجود دارد (شکل ۱).

با توجه به نتایج به‌دست آمده (ضریب تعیین در جدول شماره ۱) می‌توان نتیجه‌گیری کرد که ۸۵/۱ درصد از تغییرات عملکرد از طریق شاخص سطح مکانیزاسیون قابل پیش‌بینی است و مستقل از ثابت مدل می‌توان نتیجه‌گیری کرد با توجه به ضریب بتا ( $\beta$ ) تنها با شاخص سطح مکانیزاسیون و مستقل از سایر عوامل ۹۲/۲ درصد از تغییرات عملکرد را پیش‌بینی نمود. شایان ذکر است که معنی‌دار شدن عدد ثابت به مفهوم آن است که علاوه بر شاخص سطح مکانیزاسیون عوامل دیگری نیز وجود دارد که در عملکرد محصول تأثیرگذار است که این امر هم بدیهی است. چنان‌که نتایج حاصل از تحقیق حاضر با نتایج گیندراسینگ (۲۰۰۶) در هندوستان در زمینه برآورد شاخص مکانیزاسیون کشاورزی و اثرات آن بر روی میزان تولید و عوامل اقتصادی مشابه به‌نظر می‌رسد. به‌نحوی که بین توان مصرفی در مزرعه و میزان عملکرد محصولات مختلف مورد مطالعه ضمن تأیید

شاخص مکانیزاسیون بر عملکرد محصولات اساسی و عمده کشاورزی، فاکتورهایی نظیر سطوح زیر کشت، میزان تولید و عملکرد محصولات اساسی نیز از آمارنامه‌های وزارت جهاد کشاورزی به‌دست آمد که در نهایت عملکرد به‌عنوان متغیرهای وابسته و شاخص سطح مکانیزاسیون (اسب بخار بر هکتار) به‌عنوان متغیر مستقل مورد ارزیابی قرار گرفتند. جهت برآورد رابطه بین متغیر مستقل و وابسته در این تحقیق، ابتدا توان موجود (اسب بخار) ۳۰ استان بر اساس رابطه (۱) تخمین زده شد.

$$P(\text{hp}) = C_y \sum_{i=1}^N F_i M_i \quad (1)$$

F: فراوانی هر طبقه

M: نمای هر طبقه

N: تعداد مشاهدات هر استان

C<sub>y</sub>: ضریب سنی

1=C<sub>Y1</sub>: تراکتورها و کمباین‌های با عمر زیر ۱۳ سال

2=C<sub>Y2</sub>: تراکتورها و کمباین‌های با عمر ۲۰-۱۳ سال

3=C<sub>Y3</sub>: تراکتورها و کمباین‌های با عمر بیش از ۲۰ سال

ضرایب سنی براساس میانگین نظرات متخصصین با تجربه و از طریق پرسش‌نامه جمع‌آوری گردیده است. با توجه به اینکه عمر تراکتورهای کشور دارای دامنه تغییرات زیادی می‌باشد، بنابراین از نظر متخصصین و کارشناسان خبره ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون استفاده گردید. قابل ذکر است با توجه به سن اقتصادی تراکتورها و کمباین‌های زیر ۱۳ سال ضریب ۱ در نظر گرفته شده است. این بدان معناست که تقریباً همه تراکتورهای با این سن، ۱۰۰ درصد قادر به انجام کار خواهند بود. این در حالی است که برای تراکتورهای ۱۳ تا ۲۰ سال ضریب ۰/۶ استفاده شده است. همچنین برای تراکتورها و کمباین‌های بالای ۲۰ سال ضریب ۰/۴ در نظر گرفته شده است. یعنی به‌ترتیب قابلیت اعتماد برای این دو گروه سنی نیرو محرکه‌ها ۶۰ و ۴۰ درصد در نظر گرفته شده است.

پس از محاسبه توان (hp) موجود در هر استان، شاخص سطح مکانیزاسیون براساس رابطه (۲) برای هر استان محاسبه گردید.

$$P = \frac{hp}{A} \quad (2)$$

P: شاخص سطح مکانیزاسیون کشاورزی

A: سطح زیر کشت محصولات زراعی هر استان برحسب هکتار

شروط لازم به‌منظور قرارگیری عملکرد محصولات زراعی به‌عنوان متغیر وابسته عبارت‌هستند از: کفایت درجه آزادی، توزیع نرمال، میزان نفوذ مکانیزاسیون کشاورزی بر اساس درجه مکانیزاسیون فرآیند تولید محصول موردنظر و مسلماً محصولاتی که در بیش از دوازده استان کشور بوده و از وضعیت درجه مکانیزاسیون نرمالی در مراحل مختلف تولید برخوردار بوده‌اند در مدل استفاده شده

1- Scatter diagram

2- Pearson

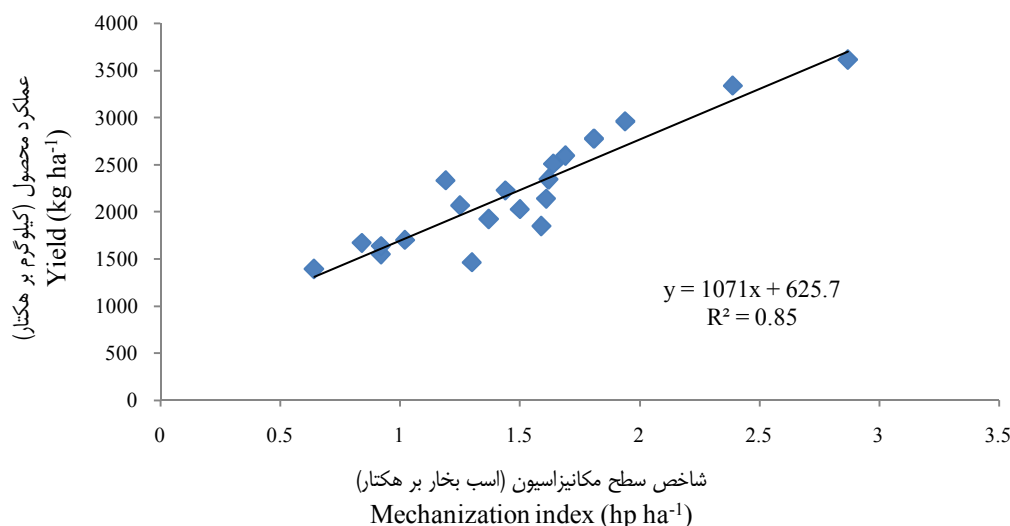
کاشت، داشت و برداشت و به عبارتی موجب ارتقاء درجه مکانیزاسیون عملیات مختلف گردیده و اثرات آن در تولید نمایان می‌گردد و اثراتی نظیر انجام به‌موقع این عملیات نیز مزید بر علت یاد شده موجب ارتقاء عملکرد و تولید می‌گردد. این نکته قابل توجه است که مکانیزاسیون در کشورهای در حال توسعه همچون ایران به دلیل پایین بودن نسبی شاخص سطح مکانیزاسیون، نقش مهمی در ارتقاء عملکرد محصولات زراعی دارد در حالی که در کشورهای توسعه‌یافته چون توانسته‌اند تا حد قابل قبولی این شاخص را ارتقا دهند بنابراین مکانیزاسیون برای کشاورزی آن‌ها صرفاً کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری تلقی می‌گردد. به عبارت دیگر می‌توان این‌گونه بیان کرد که توسعه شاخص سطح مکانیزاسیون که همانا استفاده و به‌کارگیری از تعداد تراکتورهای بیشتر و توان بیشتر در مزارع کشور است، کماکان می‌تواند به‌عنوان فاکتور مؤثر و مهم در ارتقاء کمی و کیفی محصولات کشاورزی مد نظر واقع گردد.

جهت دستیابی به یک مدل که دارای توانمندی لازم به‌منظور پیش‌بینی عملکرد از طریق شاخص سطح مکانیزاسیون باشد از طریق دیاگرام پراکنش و برآورد خطوط رگرسیون در سطح احتمال یک درصد، نقاط دور افتاده شناسایی و از بین ۳۰ استان ۱۰ استان به‌عنوان نقاط دور افتاده حذف شدند و ضریب تعیین بر پایه ۲۰ استان به اندازه قابل قبول ۰/۸۵۱ برآورد گردید که در جدول ۱ نشان داده شده است.

وجود همبستگی مثبت، محقق موفق به ارائه مدل با ضریب تعیین ۰/۷۵ گردید. در این مورد می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که در کشور ما به‌علت کشت گسترده گندم و جو در اکثر استان‌های کشور، کشاورزان به مرور زمان ماشین‌های مورد نیاز کشت این محصولات را تهیه نموده و عمده فعالیت‌های کشاورزی از مرحله خاک‌ورزی تا برداشت به روش مکانیزه و با ماشین انجام می‌گیرد ولیکن با توجه به خطی بودن رابطه هنوز هم می‌توان نسبت به ارتقاء سطح مکانیزاسیون به‌منظور ارتقاء درجه مکانیزاسیون مراحل مختلف و نهایتاً افزایش عملکرد اقدام نمود. این در حالی است که کشت بسیاری از محصولات کشاورزی هنوز از درجه مکانیزاسیون کمتری برخوردار است.

در شکل ۱ ارتباط میان عملکرد و شاخص سطح مکانیزاسیون کشاورزی نشان داده شده است.

با توجه به شکل ۱ و خط رگرسیون بین عملکرد و شاخص سطح مکانیزاسیون در محدوده سطح مکانیزاسیون ۰/۶۴ اسب بخار بر هکتار تا سطح مکانیزاسیون ۲/۷۸ اسب بخار بر هکتار، مدل تدوینی ارائه شده است که معادله‌ای خطی است و این به مفهوم آن است که هنوز می‌توان از طریق ارتقاء شاخص سطح مکانیزاسیون نسبت به افزایش عملکرد اقدام نمود. مسلماً ارتقاء سطح مکانیزاسیون موجب ارتقاء کیفیت و کمیت در عملیات مختلف فرآیند تولید اعم از خاک‌ورزی،



شکل ۱ - خط رگرسیون بین عملکرد (متغیر وابسته) و شاخص سطح مکانیزاسیون (متغیر مستقل)

Fig.1. Regression between yield (dependent variable) and mechanization index (independent variable)

جدول ۱ - خلاصه آماره‌های مدل

Table 1- Model summary

ضریب همبستگی	ضریب تعیین	تصحیح شده (R <sup>2</sup> )	خطای استاندارد تخمین	شاخص دوربین واتسون
R	R <sup>2</sup>	Adjusted R <sup>2</sup>	Std. error of the estimate	Durbin-Watson
0.922	0.851	0.843	244.57590	2.290

جدول ۲- تجزیه واریانس مدل تدوین شده

منبع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معنی داری
Source of variation	Sum of square	df	Mean of square		Significance
رگرسیون	6144041.172	1	6144041.172	102.8**	0.00
باقی مانده	1076712.713	18	59817.373		
کل	7220753.885	19			
Total					

جدول ۳- مقادیر ضرایب استاندارد شده و استاندارد نشده مدل

متغیر	ضرایب استاندارد نشده		ضرایب استاندارد شده	T	سطح معنی داری
	Unstandardized coefficients	خطای معیار	ضریب بتا		
Variable	شیب (B)	Std. error	Beta		Sig.
مقدار ثابت	625.713	165.459		**3.8	0.001
سطح مکانیزاسیون	1071.039	105.680	0.922	**10.1	0.000
hp ha <sup>-1</sup>					

این اتفاق نمی‌افتاد و مدل کارا نبود.

در شکل ۳ شاخص سطح مکانیزاسیون استان‌هایی که در مدل آورده شده‌اند ارائه شده که کهگیلویه و بویراحمد با متوسط ۰/۶ اسب بخار در هکتار از کمترین و یزد با ۲/۵ اسب بخار در هکتار و اصفهان با ۳ اسب بخار در هکتار از بیشترین مقدار سطح مکانیزاسیون (اسب بخار بر هکتار) برخوردار می‌باشند. به نظر می‌رسد استان اصفهان و یزد با توجه به داشتن کشاورزان پیشرو و همچنین ترویج بهتر توسعه ماشین‌های کشاورزی و جذب نیرو محرکه وضعیت بهتری را نسبت به سایر استان‌ها دارند. این در حالی است که استان‌های کهگیلویه و بویراحمد، خوزستان و ایلام و زنجان سطح مکانیزاسیونی کمتر از ۱ اسب بخار در هکتار دارند. دلیل این امر را می‌توان در توزیع نامناسب نیرو محرکه و تعداد تراکتورها و کمباین‌های فرسوده کمتر و یا وجود تشکل‌های مکانیزاسیون دانست.

در شکل ۴ مقدار برآورد شده شاخص سطح مکانیزاسیون کشاورزی استان‌های کشور در سه حالت، با اعمال توان تراکتورها و کمباین‌های زیر ۱۳ سال، با اعمال توان تراکتورها و کمباین‌های زیر ۱۳ سال و بخشی از تراکتورها و کمباین‌های بالای ۱۳ سال (۰/۶) توان ۱۳ تا ۲۰ ساله‌ها و ۰/۴ توان بیش از ۲۰ ساله‌ها) براساس روابط شماره ۱ و ۲ و نیز کل تراکتورها و کمباین‌های موجود کشور بدون اعمال هرگونه ضریبی، آورده شده است.

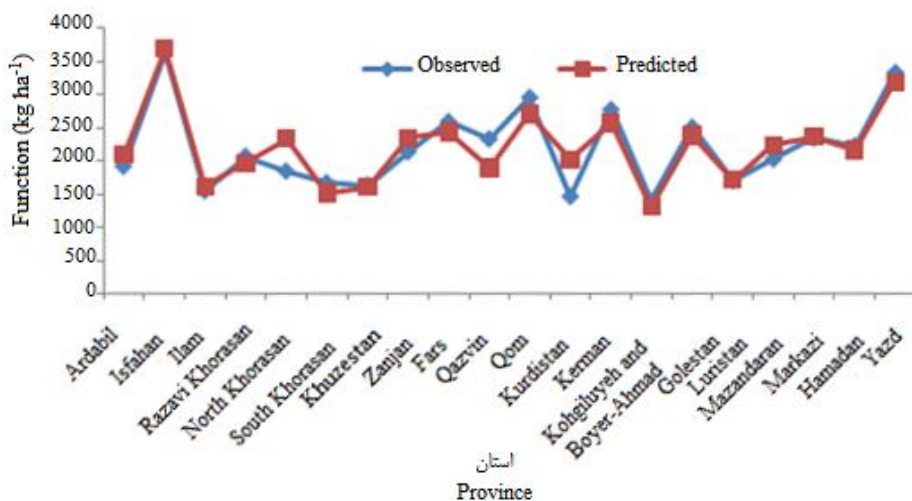
چنانچه از جدول ۲ مشخص است برآورد رگرسیون مدل طراحی شده در سطح یک درصد معنی‌دار شده است. و این بدان معنی است که مدل رگرسیون از کارایی لازم برخوردار می‌باشد و فرضیه مورد نظر در تحقیق انجام گرفته مورد تأیید قرار می‌گیرد.

باتوجه به مقادیر ضرایب استاندارد شده و استاندارد نشده مدل در جدول ۳، مشاهده می‌شود که پارامتر سطح مکانیزاسیون در سطح یک درصد معنی‌دار شده است. به این ترتیب فرضیه تحقیق حاضر به صورت علمی اثبات می‌گردد. همچنین تحلیل رگرسیون با توجه به جدول ۳ نشان داد که شیب خط (B) و مقدار ثابت هر دو در سطح یک درصد معنی‌دار شده است.

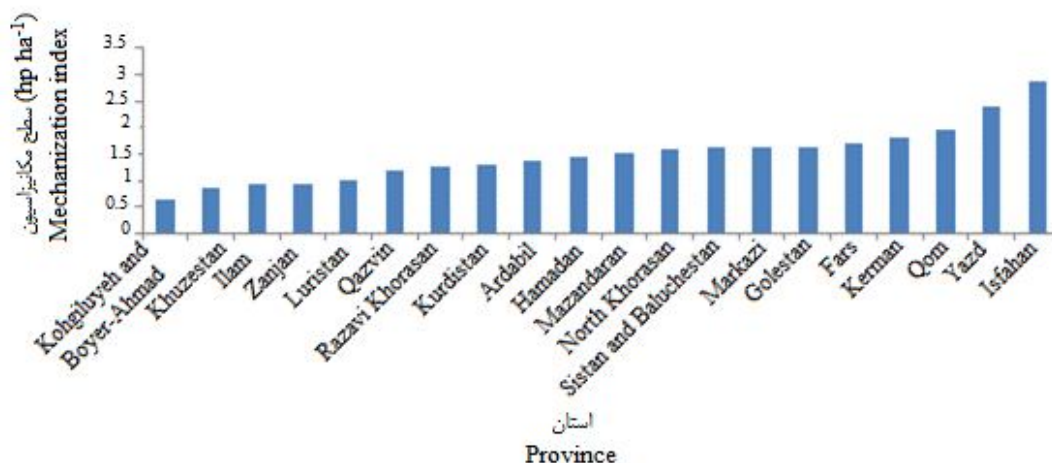
با توجه به مدل  $y=1071x+625.7$  و نیز محاسبه شاخص سطح مکانیزاسیون کشور، میانگین عملکرد چهار محصول ذکر شده ۲۱۱۴ کیلوگرم برآورد گردید که با میانگین کشور (۲۲۰۰ کیلوگرم) مطابقت دارد (آمارنامه رسمی وزارت جهاد کشاورزی). در شکل ۲ محاسبه مقادیر عملکرد مشاهده شده<sup>۱</sup> و عملکرد برآورد شده<sup>۲</sup> بیانگر آن است که با توجه به نزدیکی نقاط نظیر، مدل از کارایی لازم برخوردار است. این نمودار نشان می‌دهد که عملکرد محصولات مورد بررسی در تحقیق حاضر که به صورت مشاهده‌ای به دست آمده منطبق بر عملکرد برآورد شده می‌باشد و چنانچه ضریب تعیین مدل بالا نبود

1- Predicted

2- Observed



شکل ۲- مقایسه میزان عملکرد محصول (kg ha<sup>-1</sup>) مشاهده شده و برآورد شده توسط مدل، در استان‌های کشور  
 Fig.2. Comparison between predicted and observed yield in various provinces



شکل ۳- شاخص سطح مکانیزاسیون استان‌هایی که در مدل آورده شده‌اند  
 Fig.3. The Mechanization Index for provinces used in the Model

در شکل ۵ نیز مقادیر برآورد شده شاخص سطح مکانیزاسیون در سه حالت ذکر شده برای کشور محاسبه گردیده است. که شاخص مکانیزاسیون محاسبه شده کشور بر اساس روابط (۱) و (۲) عدد ۱/۳۹ اسب بخار بر هکتار می‌باشد. این مقدار در مقایسه با شاخص مکانیزاسیون در کشورهای دیگر به‌ویژه کشورهای با شرایط اقلیمی مشابه ایران همچون ترکیه عدد بسیار پایین‌تری محسوب می‌شود.

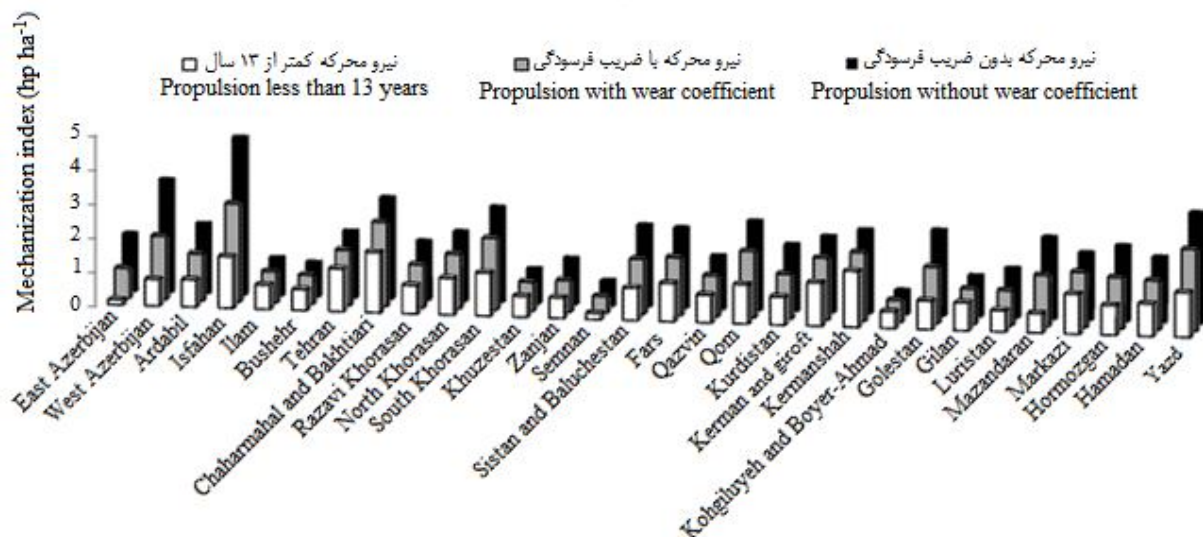
### نتیجه‌گیری

با توجه به مدل برآورد شده و خطی بودن مدل در شرایط مکانی

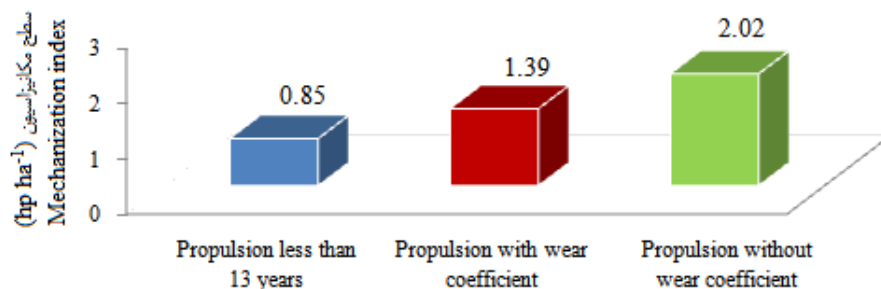
مسلماً در استان‌هایی که فاصله بین سطح مکانیزاسیون برآورد شده در دو حالت با اعمال توان تراکتورها و کمباین‌های زیر ۱۳ سال و نیز اعمال توان کل تراکتورها و کمباین بدون فرسودگی، زیاد باشد به معنی آن است که ماشین‌های فرسوده بیشتری در آن استان می‌باشد که اصفهان و آذربایجان غربی از آن جمله می‌باشند و در استان‌هایی که فاصله این دو سطح مکانیزاسیون برآورد شده کم می‌باشد بدین معنی است که در این استان‌ها ماشین‌های فرسوده کمتری وجود دارند و شاخص‌های برآورد شده به هم نزدیک می‌باشند، نظیر کهگیلویه و بویراحمد، خراسان شمالی، بوشهر و ایلام.

شاخص سطح مکانیزاسیون در مناطق به حد بهینه رسیده‌ایم. این بدان معنا است که شاخص سطح مکانیزاسیون از عمده عوامل اصلی در ارتقاء عملکرد کمی و کیفی محصولات زراعی کشور می‌باشد.

و زمانی انجام پژوهش می‌توان نتیجه‌گیری نمود که فعلاً در شرایط موجود، می‌توان نسبت به ارتقاء شاخص مکانیزاسیون و نفوذ بیشتر مکانیزاسیون در فرآیند تولید محصولات زراعی در کشور در جهت افزایش عملکرد اقدام نمود و چنانچه زمانی این مدل از حالت خطی خارج شود و غیر خطی گردد نشانگر آن است که در زمینه ارتقاء



شکل ۴- سطح مکانیزاسیون (اسب بخار بر هکتار) برآورد شده کلیه استان‌های کشور  
Fig.4. The estimated of mechanization index ( $hp\ ha^{-1}$ ) for the provinces



شکل ۵- سطح مکانیزاسیون (اسب بخار بر هکتار) برآورد شده کشور  
Fig.5. The estimated of mechanization index ( $hp\ ha^{-1}$ ) for the country

عملکرد و تولید می‌گردد، با توجه به مدل برآورد شده و نیز محاسبه شاخص سطح مکانیزاسیون کشور، میانگین عملکرد چهار محصول ذکر شده ۲۱۱۴ کیلوگرم برآورد گردید که با میانگین کشور مطابقت دارد و همچنین نتیجه‌گیری شد که به ازاء افزایش ۰/۱ اسب بخار در هکتار، میزان عملکرد غلات یاد شده ۱۰۷/۱ کیلوگرم در هکتار افزایش می‌یابد.

مسلماً بدون تغییر در ساختار فن آوری بر اساس شرایط موجود در هر کشور نمی‌توان انتظار تأثیر مثبت فن آوری را داشت. در بیشتر کشورهای در حال توسعه در حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد از نیروی مورد استفاده در روند تولیدات بخش کشاورزی به‌وسیله ماشین‌های

اگرچه تولید، تابع عوامل متعددی است ولی در این پژوهش مشخص گردید که همبستگی مستقیم و معنی‌داری بین عملکرد چهار محصول عمده گندم آبی، گندم دیم، جو آبی و جو دیم و شاخص سطح مکانیزاسیون وجود دارد و می‌توان با این مدل نسبت به پیش‌بینی عملکرد گندم و جو تولیدی کشور در ازاء تغییرات شاخص سطح مکانیزاسیون اقدام نمود. مسلماً ارتقاء سطح مکانیزاسیون موجب ارتقاء کیفیت و کمیت عملیات مختلف فرآیند تولید اعم از خاک‌ورزی، کاشت، داشت و برداشت و به‌عبارتی موجب ارتقاء درجه مکانیزاسیون عملیات مختلف گردیده و اثرات آن در تولید نمایان می‌گردد و اثراتی نظیر انجام به‌موقع این عملیات نیز مزید بر علت یاد شده موجب ارتقاء

افزایش بهره‌وری از عوامل تولید و درآمد کشاورزان را ایجاد نمود (Clarke, 2000).

کشاورزی تأمین می‌گردد. نتایج نشان داده که بخش کشاورزی کشورهای در حال توسعه پتانسیل لازم برای ورود مکانیزاسیون را داشته و می‌توان از این طریق افزایش عملکرد در واحد سطح با

## منابع

1. Almassi, M., Sh. Kiani, and N. Lovimi. 2006. Principles of agricultural mechanization. Tehran: Jungle Publication.
2. Kiresur, V. 1995. Technological chain in sorghum production, an economic study of Dharward farms in Karnataka. *Indian Journal of Agricultural Economics* 50 (2): 91-105.
3. Kishiaa, Y. 2002. Agricultural mechanization in developing countries and world agricultural machinery industry. President shin-nourish, cooled. Tokyo. japan.
4. Clarke, L. J. 2000. Strategies for Agricultural mechanization development: The roles of the private sector and government. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
5. Deng, X., Y. lu, S. Dong, and X. Yang. 2005. Impact of resource and technology on farm production in northwestern china. *Agricultural System* 84: 155-169.
6. Singh, G. 2006. Estimation of a mechanisation index and its impact on production and economic factors- a case study in India. *Biosystem Engineering* 93 (1): 99-106.