DOI: 10.22034/IAES.2019.95624.1640

اقتصاد کشاورزی/جلد ۱۲/شماره۴/صفحه های ۱۴۸-۱۲۷

# شناسایی تأثیر متقابل بین مکانیزاسیون و اشتغال‌زایی در بخش کشاورزی ( مطالعه موردی استان خراسان رضوی)

فهیمه عباسی، آرش دوراندیش، محمد مظهری، محمد قربانی[۱]

تاریخ دریافت: 1397/07/22 تاریخ پذیرش: 1397/10/15

## چکیده

امروزه استفاده از ماشین‌ها و ادوات کشاورزی لازمه توسعه است و لذا تعیین مناسب سطح مکانیزاسیون در فعالیت-های مختلف کشاورزی برای دسترسی به هدف‌های مربوط به تولید، اشتغال، توزیع درآمد و محیط‌زیست از مصادیق این توجه است. افزون بر این، یکی از دغدغه‌های اصلی در بخش کشاورزی موضوع اشتغال و میزان تأثیرپذیری آن از عامل‌های اقتصادی در حال تغییر است. هدف از این پژوهش، بررسی اثر متقابل مکانیزاسیون و اشتغال در بخش کشاورزی استان خراسان رضوی است. برای این منظور از الگوی نظام معادله‌های همزمان داده‌های ترکیبی( پانل دیتا) برای ۱۹ شهرستان استان خراسان رضوی و طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۱ استفاده شده است. نتایج تحقیق بیانگر آن است که اشتغال و مکانیزاسیون اثرهای متقابل، منفی و معنی‌دار بر یکدیگر دارند، هر چند که مکانیزاسیون اثرهای به مراتب بیشتری را بر اشتغال بر جای می‌گذارد. همچنین تولید، واحدهای خدمات مکانیزه و درآمد ناخالص تأثیر مثبت و معنی‌دار بر مکانیزاسیون کشاورزی دارد. از سوی دیگر هزینه نهاده‌های مصرفی (شامل بذر، سم و کودهای شیمیایی و حیوانی) و دستمزد تأثیر منفی و معنی‌دار و سطح زیرکشت تأثیر مثبت و معنی‌دار بر اشتغال دارد. پیشنهاد می‌شود با تأسیس و گسترش شرکت‌های خدمات ماشین‌های کشاورزی، وضعیت مکانیزاسیون را می‌توان بهبود بخشید و با به‌کارگیری نیروی‌کار متخصص در این شرکت‌ها، اشتغال را افزایش داد. افزون بر این، با پرداخت‌های حمایتی در جهت کاهش هزینه‌های تولید و افزایش درآمد ناخالص، می‌توان کشاورزان را به ماندن در روستاها ترغیب کرد، و زمینه را برای افزایش اشتغال کشاورزی مساعدتر ساخت.

**طبقه‌بندی JEL:** Q16، J23، O33

**واژه‌های کلیدی:** اشتغال، پانل دیتا، خراسان رضوی، نظام معادله‌های همزمان، کشاورزی، مکانیزاسیون

[۱] به ترتیب کارشناس ارشد و دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد(نویسنده مسئول)، استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی،سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد و استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

Email: dourandish@um.ac.ir

**مقدمه**

توسعه کشاورزی فرآیندی است که عامل‌های تغییرپذیری مانند شرایط محیطی، اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی بر آن تأثیر می‌گذارند. بخشی از این تغییرپذیری‌ها ناشی از به‌کارگیری فناوری‌های نوین در زمینه تولید محصول‌های کشاورزی است (مطیعی لنگرودی و همکاران، ۱۳۹۲). یکی از مصادیق فناوری، امر مکانیزاسیون در فعالیت های کشاورزی است. مکانیزاسیون کشاورزی استفاده از ابزار و ادوات مکانیکی و به عبارت کلی‌تر استفاده از فناوری‌های روز در کشاورزی برای افزایش بهره‌وری و رسیدن به توسعه پایدار است (آبشار، ۱۳۸۸). مکانیزاسیون از جمله عامل‌های اصلی در توسعه کشاورزی و در مبنا رویکردی است که تحول بخش کشاورزی از مرحله تولید معیشتی و دستی به مرحله تولید صنعتی و تجاری را ممکن ساخته و از ارکان کشاورزی مدرن به شمار می‌آید (ابراهیمی و سجادی، ۱۳۹۲). مکانیزاسیون می‌تواند با کاهش زمان، افزایش بازدهی نیروی‌کار و زمین، انجام به موقع عملیات زراعی، دقت در انجام عملیات، کاهش هزینه‌های تولید، کاهش سختی‌کار و افزایش وقت آزاد کشاورز، منجر به افزایش تولید و درآمد و در نتیجه برخورداری از رفاه اجتماعی بیشتر جامعه کشاورزان شود (نعمتی، ۱۳۷۷).

از دیگر عامل‌هایی که در تولید محصول‌های کشاورزی نقش دارد، نیروی‌کار است. به‌رغم مزیت-های نسبی اقتصادی چشمگیر بخش کشاورزی در ایجاد اشتغال از جمله اقتصادی‌تر بودن ایجاد اشتغال در بخش کشاورزی نسبت به صنعت، نیاز کمتر اشتغال‌زایی بخش کشاورزی به سرمایه‌گذاری ارزی، آسانگری بیشتر ادغام بخش کشاورزی در بازارهای جهانی، نیاز به نسبت کمتر شاغلان کشاورزی به آموزش‌های حرفه‌ای و تخصصی و در نهایت نگهداری جمعیت روستایی در روستاها، این بخش از حیث توسعه اشتغال و کاهش بیکاری به‌طور معمول بخشی فروکاهنده و دارای محدودیت‌های جدی ارزیابی می‌شود (طیبی و ترکمانی، ۱۳۸۶). از سوی دیگر، بازار کار بخش کشاورزی با دیگر بخش‌ها تفاوت بنیادی دارد. به گونه‌ای که فصلی بودن فعالیت کشاورزی باعث می‌شود که اشتغال همانند دیگر بخش‌های اقتصادی سالانه نبوده و انگیزه لازم برای حضور در آن نباشد (باقرآبادی، ۱۳۹۱). بنابراین به‌کارگیری بهینه و مطلوب نیروی‌کار، شناسایی عامل‌های مؤثر بر تقاضای نیروی‌کار در این بخش و لزوم استفاده از این منبع تجدید شدنی دارای اهمیت بسیاری است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۱).

نظریه‌های مختلفی در زمینه ارتباط میان مکانیزاسیون و اشتغال کشاورزی و اثرهای متقابل آنها بر همدیگر وجود دارد. گروهی بر این باورند با بهبود مکانیزاسیون، زمین‌های بیشتری زیرکشت

می‌رود و اشتغال بیشتری ایجاد می‌شود و گروهی باور دارند که میان مکانیزاسیون و اشتغال به سبب جانشینی فناوری به‌کار گرفته شده به جای نیروی‌کار، رابطه منفی وجود دارد (مهرابی بشرآبادی، ۱۳۷۶). به‌طورکلی در کشورهای توسعه یافته مکانیزاسیون برای کاهش هزینه‌ها صورت می‌گیرد ولی در کشورهای در حال توسعه کاربرد آن برای افزایش تولید و کاهش بیکاری است (آلام[1]، ۲۰۰۵). لذا در کشورهای در حال توسعه که سرمایه کم و نیروی‌کار فراوان است، استفاده از مکانیزاسیون به دلیل جانشینی ماشین به جای نیروی‌کار می‌تواند باعث کاهش اشتغال در بخش کشاورزی شود. به باور کلاین[2]، مکانیزاسیون کشاورزی هنگامی‌که با برنامه‌ریزی و به میزان لازم انجام شود می‌تواند زمینه‌ساز افزایش اشتغال باشد و چنانچه بیش از میزان مطلوب (که در نظام‌های بهره‌برداری مختلف، متفاوت است و با شاخص‌هایی همچون افزایش تولید، افزایش اشتغال، کاهش ضایعات محصول و غیره قابل احصاء است.) انجام شود، موجب کاهش اشتغال خواهد شد (کلاین، ۱۹۷۷). در نتیجه برای ارائه الگوهای بهینه مکانیزاسیون در منطقه‌های مختلف باید عامل‌های مختلف مؤثر بر آن در قالب کلی و جامع بررسی و ارزیابی شود. بدون شناخت امکانات، قابلیت و ظرفیت‌های یک منطقه، نه تنها برنامه‌ریزی سودمند نخواهد بود بلکه وقت و سرمایه نیز هدر خواهد رفت.

تا کنون پژوهش‌های زیادی در خارج و داخل از کشور به بررسی در زمینه مکانیزاسیون و اشتغال کشاورزی پرداخته‌اند که به ترتیب در جدول (۱) به برخی از آنها اشاره می‌شود.

**جدول (۱) بررسی‌های خارجی و دا Table (1) Survey of external and internal studies related to research title خلی مرتبط با عنوان پژوهش**

| نویسندگان مقاله Article Writers | متغیرهای کنترل Control variables | الگوی پژوهش Research pattern | نتایج پژوهش Research results |
|---|---|---|---|
| مُطلب[3] و همکاران (۲۰۱۶) Mottaleb et all(2016) | مکانیزاسیون و گستره کشتزار Mechanization and field extension | پروبیت چندجمله‌ای Polynomial probit | به‌کارگیری ماشین‌ها با مقیاس مناسب باعث افزایش استفاده از زمین و افزایش اشتغال می‌شود. The use of machines at the appropriate scale would increase land use and increase employment. |
| یاماواچی[4] (۲۰۱۶) Yamauchi (2016) | دستمزد، مکانیزاسیون و اشتغال Wages, mechanization and employment | داده‌های ترکیبی Panel Data | افزایش دستمزدها باعث جانشینی ماشین‌ها به‌جای نیروی‌کار می‌شود. Wage increases make machines substitute for labor force. |

[1] Alam
[2] Cline
[3] Mottaleb
[4] Yamauchi

**ادامه جدول (1) بررسی‌های خارجی و داخلی مرتبط با عنوان پژوهش**

**Table (1) Survey of external and internal studies related to research title**

| نویسندگان مقاله Article Writers | متغیرهای کنترل Control variables | الگوی پژوهش Research pattern | نتایج پژوهش Research results |
|---|---|---|---|
| چیم چون[1] و همکارانش (۲۰۱۵) Chim Chhun et all (2015) | اشتغال غیرکشاورزی و مکانیزاسیون Non-agricultural employment and mechanization | توبیت ابزاری Ivtobit | افزایش اشتغال خارج از کشتزار باعث افزایش نرخ سرمایه‌گذاری در ماشین های کشاورزی است. Increasing employment outside the field increases the rate of investment in agricultural machinery. |
| رحمان[2] و همکاران (۲۰۱۱) Rahman et all (2011) | مکانیزاسیون و اشتغال Mechanization and employment | پانل تصادفی Stochastic Panel | در کشتزار مکانیزه در مقایسه با کشتزار سنتی، نیروی-کار کمتری در هر هکتار مورد نیاز است. In a mechanized field in comparison with the traditional field, the less laborers per hectare is required. |
| اورانزِب[3] و همکاران (۲۰۰۷) Aurangzeb et all (2007) | تقاضای نیروی‌کار و مکانیزاسیون Labor demand and mechanization | بیشینه‌سازی تخصیص نهاده‌ها Maximize allocation of inputs | یک بار استفاده از ماشین‌ها، نیاز به نیروی‌کار را سه بار کاهش می‌دهد Once the use of machines reduces the need for labor three times |
| اختیاری (۱۳۹۵) Ekhtiary (1395) | اشتغال، مکانیزاسیون، تولید و قدرت خرید مردم Employment, mechanization, production and purchasing power of people | پانل دیتا Panel Data | قدرت خرید مردم، میزان تولید و درجه تمرکز، رابطه مثبت و معنی‌دار با اشتغال و اعتبارات پرداختی بانک‌ها و مکانیزاسیون رابطه منفی و معنی‌دار با اشتغال دارد The purchasing power of people, the amount of production and the degree of concentration have positive and significant relationship with employment, and the bank credits and mechanization have a negative and significant relationship with employment. |
| برآبادی و همکاران (۱۳۹۵) Borabadi et all (1395) | اشتغال، ارزش‌افزوده، بیمه و هزینه‌های حمل و نقل Employment, Value Added, Insurance and Transportation Costs | پانل دیتا Panel Data | میزان بارندگی بر اشتغال تأثیری نداشته، ارزش افزوده و شمار بیمه‌شدگان بخش کشاورزی رابطه مثبت و هزینه‌های حمل-ونقل و انبارداری تأثیرمنفی بر اشتغال بخش کشاورزی دارد Rainfall has no effect on employment, there is a positive relationship between the value added and the number of farmers insured in agricultural sector with agricultural employment and the costs of transportation and storing have a negative effect on agricultural employment. |

[1] Chim Chhun
[2] Rahman
[3] Aurangzeb

**ادامه جدول (۱) بررسی‌های خارجی و داخلی مرتبط با عنوان پژوهش**

**Table (1) Survey of external and internal studies related to research title**

| نویسندگان مقاله<br>Article Writers | متغیرهای کنترل<br>Control variables | الگوی پژوهش<br>Research pattern | نتایج پژوهش<br>Research results |
|---|---|---|---|
| نجفی و همکاران (۱۳۹۵)<br>Najafi et all (1395) | مکانیزاسیون، تولید و درآمد<br>Mechanization, production and income | تحلیل‌های همبستگی<br>Correlation analysis | استفاده از مکانیزاسیون کشاورزی موجب افزایش تولید و درآمد شده است<br>Agricultural mechanization has increased production and income |
| محمودی و محمودی (۱۳۹۴)<br>Mahmoudi and Mahmoudi (1394) | مکانیزاسیون و اشتغال<br>Mechanization and employment | خودتوضیح با وقفه گسترده<br>Autoregressive Distributed-lagged | در کوتاه‌مدت و بلند مدت نرخ رشد فناوری ماشینی با نرخ رشد اشتغال نیروی‌کار در بخش کشاورزی رابطه منفی دارد<br>In the short and long run, the growth rate of machine technology has a negative correlation with the growth rate of labor force employment in agriculture. |
| مافی و همکاران (۱۳۹۱)<br>Mafi at all (1391) | مکانیزاسیون، اشتغال و درآمد کشاورزی<br>Mechanization , employment and agricultural income | الگوی تصحیح خطای برداری<br>Vector Error Correction Model | جانشینی میان نهاده‌های ماشین و نیروی‌کار تأیید می‌شود<br>Substitution between machinery and labor inputs is confirmed |
| محمدی و همکاران (۱۳۹۱)<br>Mohammadi et all (1391) | مکانیزاسیون، اشتغال، تولید و اعتبارات پرداختی<br>Mechanization, employment, production and credit payments | مدل‌های اقتصادسنجی داده‌های ترکیبی و دینامیکی<br>Panel data and dynamic model of econometric models | تولید تأثیر مثبت و درجه تمرکز مکانیزاسیون و اعتبارات پرداختی در بلند-مدت تأثیر منفی و معنی-داری بر اشتغال بخش کشاورزی دارد<br>The production has positive effect and the degree of centralization of mechanization and payment of credits in the long run have a negative and significant effect on agricultural employment. |

منبع: یافته‌های تحقیق Source: Research finding

استان خراسان رضوی در تولید بسیاری از محصول‌های زراعی، باغی و دامی دارای جایگاه اول تا سوم در کشور است و سهم شایان توجهی از تولیدهای بخش کشاورزی کشور را به خود اختصاص داده است. این استان در سال ۱۳۹۵ رتبه سوم تولید محصول‌های کشاورزی کشور را به خود اختصاص داده است و بیش از ۶ ٪ محصولات کشاورزی کشور را تولید می‌کند. در استان خراسان رضوی، زعفران رتبه نخست صادرات و خربزه رتبه نخست تولید را به خود اختصاص داده اند. طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۱، به‌طور میانگین، سالانه ۵/۷ میلیون تن محصول‌های زراعی در استان تولید شده که شامل حدود ۴۵ محصول زراعی است. علاوه بر این ۷۱ ٪ اراضی قابل کشت استان شامل کشت آبی و ۲۹ ٪ کشت دیم است و درآمد ناخالص بخش کشاورزی استان حدود ۴ هزار میلیارد ریال بوده است که ۶۱ ٪ آن مربوط به حوزه زراعی و باغی می‌باشد. در نتیجه بخش کشاورزی این استان جایگاه تعیین‌کننده ای در اقتصاد ملی و استان داشته و نقش مهمی در تأمین نیازهای حیاتی جامعه، امنیت غذایی، تأمین مواد اولیه مورد نیاز صنایع و ایجاد اشتغال ایفا کرده است. بنابر آمار سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی، ۲۲ ٪ اشتغال و ۱۵ ٪ ارزش افزوده اقتصادی در این استان مربوط به بخش کشاورزی است. بررسی روند تغییرپذیری‌های سطح مکانیزاسیون کشاورزی در این استان نشان می‌دهد که سطح مکانیزاسیون طی دوره ۹۵-۱۳۹۱ روند افزایشی داشته و از ۱/۰۱ اسب بخار بر هکتار در سال ۱۳۹۱ به ۱/۴۹ اسب بخار بر هکتار در سال ۱۳۹۵ رسیده است (سالنامه آماری بخش کشاورزی استان خراسان رضوی، ۱۳۹۵). همچنین بررسی روند تغییرپذیری‌های سهم اشتغال کشاورزی در این استان نشان می‌دهد که سهم اشتغال در این سال‌ها روندی افزایشی داشته و از ۲۲/۲ ٪ در سال ۱۳۹۱ به ۲۳/۶ ٪ در سال ۱۳۹۵ رسیده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). با توجه به اهمیت موضوع، هدف این پژوهش شناسایی رابطه متقابل میان مکانیزاسیون کشاورزی و اشتغال نیروی‌کار در بخش کشاورزی استان خراسان رضوی است. همچنین در راستای بررسی‌های گسترده و جامع استانی برای برنامه‌ریزی افزایش سهم اشتغال کشاورزی و در نتیجه افزایش درآمد کشاورزان و بهبود معیشت آنان، نیاز به بررسی رابطه میان مکانیزاسیون کشاورزی و اشتغال نیروی‌کار در بخش کشاورزی این استان احساس شد.

## روش تحقیق

در این پژوهش برای شناسایی اثرهای متقابل مکانیزاسیون و اشتغال کشاورزی بر یکدیگر از نظام معادله‌های همزمان داده‌های ترکیبی[۱] استفاده شده است که در ادامه به تفصیل شرح داده خواهد شد.

در این بررسی به علت نوع داده‌های مورد ارزیابی که دارای دو بعد زمان و مکان است، روش داده‌های ترکیبی (تابلویی) استفاده می‌شود. روش داده‌های تابلویی، روشی برای تلفیق داده‌های مقطعی و دوره‌زمانی است (بالتاجی[۲]، ۲۰۰۵). در بررسی‌هایی که از داده‌های ترکیبی استفاده می‌شود، پیش از ورود به بحث برآورد و تجزیه و تحلیل مدل، لازم است در آغاز این مسئله بررسی شود که آیا مدل با توجه به داده‌های گردآوری شده بهتر است به چه صورت (دوره‌زمانی برای هر مقطع، به‌صورت مقطعی در هر سال و یا به‌صورت تلفیقی از دوره‌زمانی و مقطعی، "پانل") برآورد شود؟

برای تعیین نوع مدل مورد استفاده در داده‌های ترکیبی باید از آزمون‌های مختلفی استفاده شود. این آزمون‌ها شامل، آزمون اف- لیمر[۳] (آزمون چاو[۴])، آزمون هاسمن[۵] و آزمون ضریب لاگرانژ[۶] می‌باشد.

- آزمون چاو: این آزمون که به آزمون معنی‌دار بودن اثرهای ثابت[۷] و نیز به آزمون معنی‌داری مقطع معروف است، الگوی تلفیق شده (تجمیعی[۸]) را در مقابل الگوی اثرهای ثابت بررسی می‌کند. فرضیه صفر این آزمون الگوی تلفیقی و فرضیه مقابل آن الگوی اثرهای ثابت است. فرضیه صفر برمبنای میزان‌های مقید و فرضیه مقابل آن برمبنای مقادیر نامقید است. آماره آزمون چاو برمبنای مجموع مربعات خطای مدل مقید و مدل غیرمقید به‌صورت زیر است:

$$F=\frac{(RRSS-URSS)/N-1}{URSS/NT-N-K} \qquad (۱)$$

---

[1] Simultaneous Equations System of Panel Data
[2] Baltagi
[3] F-Leamer
[4] Chow test
[5] Hausman test
[6] Lagrange Multiplier
[7] Fixed Effect
[8] Pooled Regression

این آماره دارای توزیع $F$ با $N-1$ و $NT-N-K$ درجه آزادی است (زراءنژاد و انواری، ۱۳۸۴). اگر ارزش آماره‌ی $F$ محاسبه شده از ارزش آماره‌ی $F$ جدول بیشتر باشد، در سطح معنی‌داری تعیین شده، فرضیه صفر رد می‌شود و اثر معنی‌داری برای مقاطع وجود خواهد داشت.

- آزمون ضریب لاگرانژ: برای تعیین مدل اثرهای تصادفی[1] در مقابل مدل تلفیقی از آزمون $LM$ بروش- پاگان[2] استفاده می‌شود. از آنجا که این آزمون از لحاظ محاسبه آسان است، کاربرد فراوانی دارد. این آماره تنها به برآورد پسماندهای حداقل مربعات معمولی ($OLS$)[3] نیاز دارد. فرضیه صفر این آزمون الگوی تلفیقی و فرضیه مقابل آن الگوی اثرهای تصادفی است. برای محاسبه‌ی آماره از خطای برآورد تلفیقی به‌صورت زیر استفاده می‌شود:

$$\mathrm{LM}=\frac{NT}{2(T-1)}\left[\frac{T^2\sum \bar{e}_{i0}^2}{\sum\sum e_{it}^2}-1\right]^2 \approx \chi_1^2 \qquad (۲)$$

با درستی فرضیه‌ی اول این آماره دارای توزیع $\chi_1^2$ با یک درجه آزادی است (زراءنژاد و انواری، ۱۳۸۴).

- آزمون هاسمن: رایج‌ترین آزمون برای تعیین نوع مدل داده‌های ترکیبی یعنی تعیین نوع اثر متغیرهای توضیحی، آزمون هاسمن است. در چگونگی تعیین نوع این اثر با دو اثر تصادفی و ثابت مواجه هستیم (یافی[4]، ۲۰۰۳). فرضیه صفر (اثرهای تصادفی) به این معنی است که ارتباطی بین جزء اخلال مربوط به عرض از مبدأ و متغیرهای توضیحی وجود ندارد و آنها از یکدیگر مستقل هستند. درحالی‌که فرضیه مقابل (اثرهای ثابت) به این معنی است که بین جزء اخلال موردنظر و متغیر توضیحی همبستگی وجود دارد (بالتاجی، ۲۰۰۵). حال در آزمون فرضیه اگر مقدار آماره محاسباتی از مقدار بحرانی جدول بزرگ‌تر باشد، فرضیه صفر رد می‌شود. به‌عبارتی روش اثرهای ثابت سازگار و روش اثرهای تصادفی ناسازگار است و باید از روش اثرهای ثابت استفاده کرد (قربانی و شایان‌مهر، ۱۳۹۵).

برای برآورد یک رگرسیون با ضریب‌های قابل اعتماد و برای جلوگیری از به‌وجود آمدن رگرسیون ساختگی[5] (کاذب)، از آزمون‌های پایایی[6] استفاده می‌شود (خدادادکاشی و همکاران، ۱۳۹۲). در

---

[1] Random Effect
[2] Breusch- Pagan LM Test
[3] Ordinary Least Square
[4] Yafee
[5] Spurious
[6] Stationary

این پژوهش از آزمون لوین، لین و چاو[1] (*LLC*) برای بررسی پایایی متغیرها استفاده شده است. به زعم بالتاجی (۲۰۰۵)، آزمون‌های *LLC* برتری نسبی در داده‌های دارای دوره زمانی محدود در مقایسه با دیگر روش‌ها برای کنترل پایایی داده‌های ترکیبی برخوردارند. این آزمون مبتنی بر تصریح دیکی‌فولر تعمیم‌یافته[2] (*ADF*) به شکل رابطه (۳) می‌باشد:

$$\Delta y_{it}=\alpha_i y_{it-1}+\sum_{j=1}^{p_i}\beta_{ij}\Delta y_{it-j}+x_{it}'\delta+\varepsilon_{it} \qquad (۳)$$

که $i$ مقطع و $t$ دوره زمانی را نشان می‌دهد، $p_i$ شمار وقفه‌های انتخابی ADF و $x_{it}'$ بردار متغیرهای برونزای الگو را بازنمایی می‌کنند. آزمون *LLC* فرض می‌کند که ضریب خود رگرسیون ($\alpha$) در بین همه مقاطع یکسان است. فرضیه صفر در این آزمون یعنی ریشه واحد وجود دارد و فرض مقابل به معنای نبود ریشه واحد است.

در مورد نارسایی‌های مربوط به وجود ناهمسانی واریانس در مدل‌ها در شرایطی که دوره‌زمانی بررسی‌ها محدود و واحدهای مقطعی پرشمار باشد احتمال بیشتری در وجود ناهمسانی واریانس بین‌گروهی وجود خواهد داشت (گرین[3]، ۲۰۰۰). برای آزمون وجود ناهمسانی واریانس بین‌گروهی آماره‌هایی ارائه شده است که از آن جمله، آزمون لاگرانژ (*LM*) است. این آماره با استفاده از داده های تلفیقی قابل محاسبه خواهد بود:

$$\mathrm{LM}=\frac{T}{2}\sum\left(\frac{S_i^2}{S^2}-1\right)^2\approx\chi^2 \qquad (۴)$$

اگر مقدار آماره محاسباتی از مقدار بحرانی جدول بزرگ‌تر باشد، فرضیه صفر رد می‌شود. به‌عبارتی ناهمسانی بین واحدهای مقطعی تأیید می‌شود که باید برای رفع آن برمبنای روش‌های موجود اقدام کرد. روش حداقل مربعات تعمیم‌یافته (*GLS*)[4] از جمله روش‌های کارا برای برآورد مدل در شرایط وجود ناهمسانی واریانس خواهد بود.

در مدل‌های رگرسیونی هنگامی‌که نه تنها متغیر وابسته تابعی از متغیر توضیحی است، بلکه متغیر توضیحی نیز تابعی از متغیر وابسته است، رابطه‌ای دو سویه بین متغیر وابسته و متغیر

---

[1] Levin, Lin and Chu
[2] Augmented Dickey-Fuller
[3] Green
[4] Generalized Least Squares

توضیحی وجود دارد، بدان مفهوم که هر دوی متغیرها هم علّت و هم معلول هستند. در واقع نظام معادله‌های همزمان هنگامی مورد استفاده است که بین چند متغیر وابسته، وابستگی متقابل وجود دارد. بنابراین بایستی چند معادله یا یک نظام معادله‌ای برای آنها تعریف کرد. نظام معادله‌های همزمان به لحاظ ساختاری متفاوت با رگرسیون های چند متغیره بوده و ممکن است تأمین کننده فرض‌های کلاسیک حاکم بر رگرسیون‌های چند متغیره نباشد (گجراتی[1]، ۲۰۰۳). در چنین شرایطی استفاده از برآوردگرهای $OLS$ منجر به نتایجی می‌شود که نه‌تنها اریب است، بلکه ناسازگار نیز می‌باشد. لذا باید از روش‌های سامانه‌ای در برآورد این‌چنین الگوهایی استفاده کرد (عباسی‌نژاد و تشکینی، ۱۳۸۹).

این پژوهش به دنبال بررسی اثر متقابل مکانیزاسیون و اشتغال کشاورزی بر یکدیگر است و لذا نیاز به برآورد مدل ترکیبی همزمان به‌وجود می‌آید. از آنجایی که همزمانی در الگوهای مبتنی بر داده‌های تابلویی یا ترکیبی، موضوع نوینی است که در این مقاله به آن پرداخته می‌شود، بحث مختصری راجع به مبانی نظری این الگوها ارائه می‌شود. معادله‌ای با فرم زیر در نظر گرفته می شود:

$$y_{it}=Y_{it}\gamma+X_{1it}\beta+\mu_i+v_{it}=Z_{it}\delta+\mu_i+v_{it} \qquad (۵)$$

که در آن $y_{it}$ متغیر وابسته، $\mathrm{Y_{it}}$ بردار $1\times g_2$ از مشاهده‌ها روی $g_2$ متغیر درون‌زایی است که به عنوان متغیر توضیحی وارد مدل شده‌اند و این متغیرها می‌توانند با $v_{it}$ مرتبط باشند. $X_{1it}$ یک بردار $1\times k_1$ از مشاهده‌ها روی متغیرهای برون‌زایی است که به عنوان متغیر توضیحی در مدل هستند و بردارهای $Z$ و $X$ نیز به صورت $Z_{it}=[Y_{it} \quad X_{it}]$ و $X_{it}=[X_{1it} \quad X_{2it}]$ می‌باشند. $\gamma$ بردار $g_2\times 1$ از ضریب‌ها، $\beta$ بردا $k_1\times 1$ از ضریب‌ها و $\delta$ نیز یک بردار $K\times 1$ از ضریب‌ها و با ابعاد $K=g_2+k_1$ است. با فرض اینکه یک بردار $1\times k_2$ از مشاهده‌ها روی $k_2$ متغیر ابزاری در $X_{2it}$ وجود داشته باشد، شرط رتبه‌ای برای مشخص بودن معادله‌های مدل هنگامی برقرار است که $k_2\leq g_2$ باشد. برآورد کننده اثرهای تصادفی حداقل مربعات دومرحله‌ای تعمیم‌یافته ($G2SLS$)[2]، $\mu_i$ را به‌عنوان متغیر تصادفی که مستقل و به‌صورت عادی ( نرمال) توزیع شده است در نظر می‌گیرد. همچنین $v_{it}$ دارای توزیع عادی (نرمال) با میانگین صفر بوده و دارای هیچ‌گونه ارتباطی با متغیرهای $X_{it}$ نمی‌باشد (درست مانند هنگامی‌که هیچ متغیر درون‌زایی در مدل وجود نداشته باشد). برآورد

[1] Gujarati
[2] Generalized Two-Stage Least Squares

کننده $GLS$ اثرهای تصادفی، نسبت به برآورد کننده‌های درون گروهی کاراتر است، هر چند اگر $\mu_i$ با متغیرهای $X_{it}$ دارای ارتباط باشد، یک برآورد کننده ناسازگار خواهد بود. به همین دلیل هنگام برآورد مدل بهتر است از متغیرهای ابزاری استفاده شود. $Xtivreg$ (روش داده‌های ترکیبی با متغیرهای ابزاری)، برای مدل‌های $2SLS$ (حداقل مربعات دو مرحله‌ای) با جزء خطای یک طرفه برآورد کننده دارد. در چارچوب مدل‌های با جزء خطای یک سویه، دو جزء واریانس برای برآورد کردن وجود دارد؛ یکی واریانس $\mu_i$ و دیگری واریانس $v_{it}$ (رفعت و بیک‌زاده، ۱۳۹۱). از آنجایی که اجزاء واریانس ناشناخته اند، برای آنکه روش $OLS$ ناسازگار نباشد باید از $GLS$ کاربردی استفاده شود. به این ترتیب روش $G2SLS$ برای داده‌های تابلویی روشی سازگار و کاراست و نیازی به آزمون هاسمن برای آزمون سازگاری روش الگوهای تصادفی در این روش وجود ندارد (گرین، ۲۰۰۴).

متغیرهایی که در این تحلیل بررسی شده اند در مجموع شامل هشت متغیرند. در ادامه به توضیح هر یک از این متغیرها می‌پردازیم. سطح مکانیزاسیون یا ضریب مکانیزاسیون شاخصی است که کیفیت مکانیکی را در زمینه‌های مکانیزاسیون بررسی می‌کند. این ضریب به مفهوم نیروی‌محرکه موجود به ازای هر هکتار بوده و واحد آن اغلب به صورت اسب بخار بر هکتار بیان می‌شود. اشتغال به وضعیتی اطلاق می‌شود که در آن به‌ازاء شرکت مستقیم و فعال در جریان تولید و انجام خدمات، پاداش یا دستمزد پرداخت می‌شود. در اینجا منظور از اشتغال همان تقاضای نیروی‌کار است و شمار آن برمبنای نفر- روز بیان می‌شود. تولید به مجموعه تولید محصول‌ها گفته می‌شود که در یک سال زراعی در یک کشتزار به‌دست می‌آید و بر حسب واحد تن بیان می‌شود. به گستره‌ای که توسط یک بهره‌بردار در یک سال زراعی برای تولید یک محصول خاص به زیرکشت می‌رود، سطح زیرکشت می‌گویند و واحد آن هکتار است. منظور از دستمزد پرداخت هزینه ایست که به جبران فعالیت‌های نیروی‌کار در هر مؤسسه یا بنگاه اقتصادی پرداخت می‌شود. در این مقاله دستمزد بر مبنای واحد ده ریال بیان می‌شود. یکی از مهم‌ترین الزام‌های پیوستگی و رونق فعالیت‌های بخش کشاورزی، تأمین نیروی محرکه مورد نیاز درچهارچوب فناوری‌های تولید مرسوم کشورست. در این میان شرکت‌های ارائه خدمات مکانیزه کشاورزی در قالب تشکیلات دولتی و تعاونی می‌توانند بازوی توانمند اجرای هدف‌های مکانیزاسیون کشاورزی باشند. همچنین، یکی از مهم‌ترین عامل‌ها در پایداری فعالیت‌های کشاورزی کسب درآمد مناسب توسط کشاورزان است. درآمد ناخالص از کسر هزینه‌های کل از درآمد کل (قیمت محصول × میزان تولید) به‌دست

می‌آید و در این پژوهش با واحد ده ریال بیان می‌شود. هزینه نهاده‌های مصرفی شامل بذر، سم و کودهای شیمیایی و حیوانی است که در هر هکتار محاسبه شده و واحد اندازه‌گیری این هزینه‌ها ده ریال است.

همان‌طور که بیان شد به منظور بررسی اثرمتقابل مکانیزاسیون و اشتغال کشاورزی از الگوی نظام معادله‌های همزمان ترکیبی استفاده شده است. شکل ساختاری الگو به‌صورت زیر ارائه شدنی است:

$$Ln(Mec_{it}) = \alpha_0 + \alpha_1 Ln(Emp_{it}) + \alpha_2 Ln(Yield_{it}) + \alpha_3 Ln(Revenue_{it}) + \alpha_4 Ln(Services_{it}) + \varepsilon_{it} \quad (۶)$$

$$Ln(Emp_{it}) = \beta_0 + \beta_1 Ln(Mec_{it}) + \beta_2 Ln(Land_{it}) + \beta_3 Ln(Wage_{it}) + \beta_4 Ln(Cost_{it}) + \varepsilon_{it} \quad (۷)$$

در این رابطه‌ها، $i$ نشان‌دهنده هر شهرستان و $t$ زمان است. متغیرهای درونزای مدل عبارت‌اند از: $Ln(Mec_{it})$، لگاریتم سطح مکانیزاسیون (اسب بخار بر هکتار) و $Ln(Emp_{it})$ ، لگاریتم اشتغال (نفر- روز). همچنین متغیرهای برونزای مدل شامل $Ln(Land_{it})$، لگاریتم سطح زیرکشت (هکتار)؛ $Ln(Revenue_{it})$، لگاریتم درآمد ناخالص در هر هکتار (ده ریال)؛ $Ln(Services_{it})$، لگاریتم شمار واحدهای خدمات مکانیزه (عدد)؛ $Ln(Cost_{it})$، لگاریتم هزینه نهاده‌های مصرفی در هر هکتار (ده ریال)؛ $Ln(Yield_{it})$، لگاریتم میزان تولید (تن) و $Ln(Wage_{it})$، لگاریتم دستمزد نیروی‌کار (ده ریال) است. معادله‌های (۶) و (۷) بیش از حد مشخص‌اند زیرا در هر دو معادله رابطه $K-k=3>m-1=1$ برقرار است. همچنین، شرط رتبه‌ای نیز در معادله‌های یادشده تأمین می‌شود. اگر هر یک از معادله‌ها در یک نظام معادله‌های همزمان بیش از حد مشخص باشند، می‌توان آنها را با روش حداقل مربعات دو مرحله‌ای (*2SLS*) برآورد کرد.

در جدول (۲)، نشانه‌های مورد انتظار هر یک از متغیرها در مدل نشان داده شده است.

**جدول (۲) توضیح داده‌های آماری و نشانه‌های مورد انتظار در مدل**

**Table (2) explanation the statistical data and expected signs in the model**

| معادله مکانیزاسیون/Mechanization Equation | | | معادله اشتغال/Employment Equation | | |
|---|---|---|---|---|---|
| متغیر/Variable | تعریف متغیر variable definition | نشانه مورد انتظار The expectedsign | متغیر/ Variable | تعریف متغیر variable definition | نشانه مورد انتظار The expected sign |
| $Ln(Emp_{it})$ | لگاریتم اشتغال (نفر-روز) Log of Employment (man-day) | - | $Ln(Mec_{it})$ | لگاریتم مکانیزاسیون Log of Mechanization | - |

**جدول (۲) توضیح داده‌های آماری و نشانه‌های مورد انتظار در مدل**

**Table (2) explanation the statistical data and expected signs in the model**

| معادله اشتغال/Employment Equation | | | معادله مکانیزاسیون/Mechanization Equation | | |
|---|---|---|---|---|---|
| نشانه مورد انتظار The expected sign | تعریف متغیر variable definition | متغیر/ Variable | نشانه مورد انتظار The expectedsign | تعریف متغیر variable definition | متغیر/Variable |
| − | لگاریتم هزینه نهاده‌های مصرفی (ده‌ریال) Log of Consumption inputs cost(toman) | $\mathrm{Ln(Nahadeh}_{it})$ | + | لگاریتم تولید (تن) Log of Production(ton) | $\mathrm{Ln(Yield}_{it})$ |
| + | لگاریتم سطح زیرکشت (هکتار) Log of land under cultivation(hectar) | $\mathrm{Ln(Land}_{it})$ | + | لگاریتم درآمد ناخالص (ده‌ریال) Log of gross income(toman) | $\mathrm{Ln(Revenue}_{it})$ |
| − | لگاریتم دستمزد (ده‌ریال) Log of Wage(toman) | $\mathrm{Ln(Wage_{it})}$ | + | لگاریتم واحدهای خدمات مکانیزه (عدد) Log of the mechanized service units(number) | $\mathrm{Ln(Services}_{it})$ |

منبع: یافته‌های تحقیق Source: Research finding

داده‌ها و اطلاعات آماری استفاده شده در این پژوهش از سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی، مرکز آمار ایران و بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران گردآوری شده است. جامعه آماری این تحقیق شامل کشاورزان در سطح شهرستان‌های بردسکن، تایباد، تربت‌جام، تربت‌حیدریه، چناران، خلیل‌آباد، خواف، درگز، رشتخوار، سبزوار، سرخس، فریمان، قوچان، کاشمر، کلات، گناباد، مشهد، مه‌ولات و نیشابور استان خراسان رضوی طی سالهای ۹۵-۱۳۹۱ است. متغیرهایی که در این تحلیل بررسی شده‌اند در مجموع شامل هشت متغیر می‌شوند. متغیرهای درون‌زا عبارت‌اند از: سطح مکانیزاسیون و تقاضای نیروی‌کار. همچنین متغیرهای برون‌زای الگو عبارت‌اند از: سطح زیرکشت، میزان تولید، شمار واحدهای خدمات مکانیزه، درآمد ناخالص، هزینه نهاده‌های مصرفی (شامل بذر، سم و کودهای شیمیایی و حیوانی) و دستمزد.

## نتایج و بحث

در بررسی‌هایی که از داده‌های ترکیبی استفاده می‌کنند، لازم است نوع روش برآورد در داده‌های ترکیبی مشخص شود. از سویی این مقاله به‌دنبال بررسی اثر متقابل مکانیزاسیون و اشتغال بر یکدیگر است و لذا نیاز به برآورد مدل ترکیبی همزمان به‌وجود می‌آید. الگوهای موردنظر با به‌کارگیری داده‌های تابلویی با الگوی اثرهای تصادفی و با استفاده از روش حداقل مربعات دومرحله‌ای برآورد می‌شود.

پیش از ارائه نتایج الگوی برآورد شده، درآغاز لازم است پایایی متغیرهای مدل بررسی شوند. در این پژوهش از آزمون $LLC$ استفاده شد که نتایج آن در جدول (۳) آمده است:

**جدول (۳) نتایج آزمون پایایی لگاریتم متغیرها**

**Table (3) The results of stationary test for logarithm of variables**

| LLC | | متغیرها/ Variables |
|---|---|---|
| P-Value | آماره/ The statistics | |
| ۰/۰۰۰ | -۱۳/۴۹ | لگاریتم ضریب مکانیزاسیون/ Log of mechanization coefficient |
| ۰/۰۰۰ | -۶/۹۵ | لگاریتم اشتغال/ Log of employment |
| ۰/۰۰۰ | -۶/۳۷ | لگاریتم سطح زیرکشت/ Log of land under cultivation |
| ۰/۰۰۰ | -۴/۶۱ | لگاریتم تولید/ Log of production |
| ۰/۰۰۱ | -۳/۰۶ | لگاریتم واحدهای خدمات مکانیزه/Log of the mechanized service units |
| ۰/۰۰۰ | -۵/۴۴ | لگاریتم دستمزد/Log of wage |
| ۰/۰۰۰ | -۶/۹۳ | لگاریتم درآمد ناخالص/Log of gross income |
| ۰/۰۰۰ | -۲۱/۰۸ | لگاریتم هزینه نهاده‌های مصرفی/Log of Consumption inputs cost |

منبع: یافته‌های تحقیق Source: Research finding

از آنجایی که لگاریتم ($Ln$) متغیرهای مورد نظر در مدل برآورد خواهد شد؛ لذا در بررسی پایایی متغیرها نیز از لگاریتم این متغیرها استفاده خواهد شد. با توجه به فرضیه صفر مبنی بر وجود ریشه واحد و ناپایایی متغیرها، مشاهده می‌شود که برای همه متغیرهای مورد بررسی فرضیه صفر رد شده و در نتیجه لگاریتم همه متغیرها در سطح ایستا هستند.پس از بررسی پایایی متغیرها، بایستی ترکیبی بودن داده‌ها مورد آزمون قرارگیرند. برای هر یک از معادله‌ها، نتایج آزمون‌های چاو، بروش- پاگان و هاسمن در جدول (۴) ارائه شده است:

**جدول (۴) نتایج آزمون‌های تشخیص داده‌های ترکیبی**

**Table (4) The Results of panel data determination tests**

| P-Value | آزمون هاسمن Husman Test | P-Value | آزمون LM Lagrange Multiplier Test | P-Value | آزمون چاو Chow Test | معادله |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰/۳۶۲۱ | $\chi^2$=۴/۳۴ | ۰/۰۰۰۰ | $\chi^2$=۲۹/۰۷ | ۰/۰۰۰۰ | F=۴/۹۲ | معادله مکانیزاسیون Mechanization Equation |
| ۰/۲۶۷۹ | $\chi^2$=۵/۲۰ | ۰/۰۰۰۰ | $\chi^2$=۶۶/۲۴ | ۰/۰۰۰۰ | F=۹/۶۴ | معادله اشتغال Employment Equation |

منبع: یافته‌های تحقیق Source: Research finding

همان‌طور که در جدول (۴) مشاهده می‌شود، برمبنای آزمون چاو، برای هر دو معادله، مدل تجمیعی رد شده و الگوی ترکیبی با اثرهای ثابت پذیرفته می‌شود. همچنین در هر دو معادله، فرض صفر آزمون بروش- پاگان رد شده و در نتیجه مدل ترکیبی با اثرهای تصادفی رد نمی‌شود. حال برای انتخاب بین مدل ترکیبی با اثرهای ثابت و یا ترکیبی با اثرهای تصادفی از آزمون هاسمن استفاده می‌شود که با توجه به نتایج جدول (۴) برای هر دو معادله مورد بررسی این فرض پذیرفته شده، بنابراین مدل ترکیبی با اثرهای تصادفی رد نمی‌شود.

نتایج بدست آمده از آزمون ناهمسانی واریانس در جدول (۵) ارائه شده است:

**جدول (۵) نتایج آزمون نسبت راستنمایی و بررسی ناهمسانی واریانس**

**Table (5) The results of the Likelihood ratio test and Heterogeneity variance**

| معادله/Equation | نتیجه/Results | آزمون/Test | آماره $\chi^2$ | P-Value |
|---|---|---|---|---|
| معادله مکانیزاسیون Mechanization Equation | ناهمسانی واریانس Heterogeneity variance | Likelihood Ratio Test | ۲۳۶/۸۷ | ۰/۰۰۰۰ |
| معادله اشتغال Employment Equation | ناهمسانی واریانس Heterogeneity variance | Likelihood Ratio Test | ۴۳۸/۱۹ | ۰/۰۰۰۰ |

منبع: یافته‌های تحقیق Source: Research finding

همان‌گونه که مشاهده می‌شود برای هر دو معادله مکانیزاسیون و اشتغال فرضیه صفر با وجود همسانی واریانس بین اجزاء اخلال بین گروهی در دوره مورد بررسی رد شده و مدل رگرسیونی دارای ناهمسانی واریانس است. لذا در ادامه، هر دو معادله به روش *G2SLS* برآورد خواهند شد. از آنجایی که اجزاء واریانس ناشناخته هستند، برای آنکه روش *OLS* ناسازگار نباشد از روش *GLS* کاربردی استفاده می‌شود.

نتایج بدست آمده از برآورد الگوی نظام معادله‌های ترکیبی برای معادله‌های مکانیزاسیون و اشتغال در جدول (۶) نشان داده شده است:

**جدول (۶) نتایج برآورد الگوی نظام معادله‌های همزمان ترکیبی تصادفی به روش *G2SLS* برای معادله‌های مکانیزاسیون و اشتغال**

**Table (6) The results of estimating simultaneous equations system with panel data and G2SLS method for mechanization and employment**

| متغیرهای مستقل Independent variables | متغیرهای وابسته/Dependent variables | | | |
|---|---|---|---|---|
| | مکانیزاسیون/Mechanization | | اشتغال/Employment | |
| | ضریب/Coefficient | P-Value | ضریب/Coefficient | P-Value |
| لگاریتم اشتغال/Log of employment | -۰/۰۷۵ | *۰/۰۷۰ | - | - |
| لگاریتم تولید/Log of production | ۰/۱۲۰ | ***۰/۰۰۰ | - | - |
| لگاریتم واحدهای خدمات مکانیزه Log of the mechanized service units | ۰/۰۸۷ | *۰/۰۵۴ | - | - |
| لگاریتم درآمد ناخالص/Log of gross income | ۰/۲۶۸ | ***۰/۰۰۰ | | |

**ادامه جدول (۶) نتایج برآورد الگوی نظام معادله‌های همزمان ترکیبی تصادفی به روش *G2SLS* برای معادله‌های مکانیزاسیون و اشتغال**

**Table (6) The results of estimating simultaneous equations system with panel data and G2SLS method for mechanization and employment**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| لگاریتم مکانیزاسیون/ Log of mechanization | - | - | -۰/۱۳۳ | **۰/۰۲۶ |
| لگاریتم سطح زیرکشت Log of land under cultivation | - | - | ۰/۱۵۰ | **۰/۰۲۳ |
| لگاریتم هزینه نهاده‌های مصرفی Log of Consumption inputs cost | - | - | -۰/۱۵۱ | ***۰/۰۰۵ |
| لگاریتم دستمزد/ Log of Wage | - | - | -۰/۰۵۶ | ***۰/۰۰۰ |
| عرض از مبدأ/Intercept | -۰/۳۲۴ | ۰/۵۷۵ | ۰/۴۰۱ | ۰/۴۸۰ |
| $\chi^2$ | ۹۴/۷۶ | ۰/۰۰۰ | ۱۰۷/۸۳ | ۰/۰۰۰ |

منبع: یافته‌های تحقیق (* و **، *** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰ درصد، ۵ درصد و ۱ درصد)

Source: Research finding

نکته شایان توجه این است که به دلیل لگاریتمی بودن مدل، ضریب‌های برآورد شده هر یک از متغیرها را می‌توان به عنوان کشش آن‌ها استفاده کرد. مقدارهای آماره $\chi^2$ و همچنین احتمال صفر مربوط به آن نشان از معنی‌داری کلی رگرسیون می‌باشد.

بنا بر نتایج جدول (۶)، در سطح شهرستان‌های مورد بررسی، همه ضریب‌ها از نظر آماری و تئوری اقتصادی معنی‌دار هستند. نتایج هر دو معادله مکانیزاسیون و اشتغال بیانگر آن است که متغیرهای ضریب مکانیزاسیون و تقاضای نیروی‌کار اثرهای متقابل، منفی و معنی‌داری بر یکدیگر دارند، هر چند که ضریب مکانیزاسیون اثرات به مراتب بیشتری را بر اشتغال بر جای می‌گذارد. به‌طوری‌که با یک درصد افزایش در ضریب مکانیزاسیون در معادله اشتغال، تقاضای نیروی‌کار حدوداً ۰/۱۳ ٪ کاهش می‌یابد. این در حالی است که در معادله مکانیزاسیون با کاهش یک درصدی در تقاضای نیروی‌کار، ضریب مکانیزاسیون در حدود ۰/۰۷ ٪ افزایش می‌یابد. در واقع رابطه میان اشتغال و مکانیزاسیون یک رابطه جانشینی است و نرخ جانشینی اشتغال به‌جای مکانیزاسیون کمتر از نرخ جانشینی مکانیزاسیون به‌جای اشتغال است. از جمله دلایل منفی بودن تأثیر اشتغال بر مکانیزاسیون می‌توان به این موضوع اشاره کرد که در سال‌های اخیر نیروی‌کار شاغل در بخش کشاورزی به دلایل بسیاری از جمله خشکسالی‌های پیاپی، درآمد پایین و نبود امکانات رفاهی، به هدف یافتن شغل‌های پر درآمدتر، تحصیلات، ازدواج و یا غیره؛ مجبور به ترک روستاها و مهاجرت به شهرها و یا روی آوردن به شغل‌های غیرکشاورزی در روستاها شده‌اند. این موضوع سبب می‌شود که کشاورزان دیگر نتوانند به منبع‌های دردسترس نیروی‌کار اعتماد کنند، که این امر کشاورزان را ناگزیر به سرمایه‌گذاری بیشتر در ماشین‌های کشاورزی برای حفظ تولید و

بهره‌وری می‌گرداند. از سوی دیگر می‌توان گفت به این دلیل که هزینه سرمایه‌گذاری در ماشین‌ها (هزینه‌های خرید، تعمیرات و نگهداری) بسیار بالا بوده است، لذا پس از انجام این سرمایه‌گذاری و خرید ماشین‌ها و اداوت کشاورزی، به آسانی نمی‌توان نیروی‌کار را جایگزین مکانیزاسیون کرد در نتیجه نرخ جایگزینی اشتغال به‌جای مکانیزاسیون کم است. به این نکته اشاره می‌شود که آشکاراست که افزایش ضریب مکانیزاسیون تأثیر منفی و معنی‌داری بر تقاضای نیروی‌کار و در واقع اشتغال دارد، اما اشتغالی که با توسعه مکانیزاسیون کاهش می‌یابد، اشتغال غیر اقتصادی است. روشن است اشتغالی که در آن کاری که یک ماشین مکانیزه در مدتی کوتاه انجام می‌دهد به شمار فراوانی نیروی‌کار واگذار شود، نمی‌تواند در جهان امروز بقا و دوام داشته باشد. اصرار بر حفظ اشتغال غیر اقتصادی، بهره‌وری را در بخش کشاورزی به شدت کاهش می‌دهد و قدرت رقابت را از این بخش سلب می‌کند. سخن پایانی اینکه اشتغال در بخش کشاورزی باید اقتصادی و پایدار باشد و این امر منافاتی با توسعه مکانیزاسیون در این بخش ندارد.

در معادله مکانیزاسیون، متغیر درآمد ناخالص نسبت به دیگر متغیرهای مستقل تأثیر مثبت و معنی‌دار بیشتری بر ضریب مکانیزاسیون داشته است و نشان می‌دهد که با یک درصد افزایش در درآمد ناخالص، درحدود ۰/۲۶ ٪ به ضریب مکانیزاسیون افزوده می‌شود. دو متغیر تولید و شمار واحدهای خدمات مکانیزه تأثیر مثبت و معنی‌دار ولی ضعیف‌تری نسبت به تأثیر میزان درآمد ناخالص، بر ضریب مکانیزاسیون دارند. آن‌طور که نتایج نشان می‌دهد، افزایش یک درصدی در متغیرهای میزان تولید و شمار واحدهای خدمات مکانیزه به ترتیب به اندازه ۰/۱۲ و ۰/۰۸ ٪ ضریب مکانیزاسیون را افزایش می‌دهند.

در معادله اشتغال، متغیر سطح زیرکشت تأثیر مثبت و معنی‌دار بر تقاضای نیروی‌کار داشته است و با افزایش یک درصد در سطح زیرکشت ، تقاضای نیروی‌کار حدود ۰/۱۵ ٪ افزایش نشان می‌دهد. متغیر هزینه نهاده‌های مصرفی تأثیر منفی و معنی‌دار بر تقاضای نیروی‌کار دارد و با افزایش یک درصد در هزینه نهاده‌های مصرفی، نزدیک‌به ۰/۱۵ ٪ از تقاضای نیروی‌کار کاسته می‌شود. همچنین، متغیر دستمزد تأثیر منفی و معنی‌دار بر میزان اشتغال دارد که با مبانی نظری نیز سازگار است.

## نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هدف اصلی از انجام این مقاله بررسی رابطه متقابل میان مکانیزاسیون و اشتغال‌زایی کشاورزی در بخش کشاورزی استان خراسان رضوی است. لذا با انتخاب شهرستان‌های منتخب در بازه زمانی ۹۵-۱۳۹۱ و استفاده از روش نظام معادله‌های همزمان داده‌های تابلویی به برآورد الگو پرداخته شد. نتایج تحقیق دلالت بر این دارد که اشتغال و مکانیزاسیون اثرهای متقابل، منفی و معنی‌داری بر یکدیگر دارند، به عبارتی این دو متغیر جانشین یکدیگر می‌شوند و نرخ جانشینی اشتغال نسبت به مکانیزاسیون کمتر است. همچنین میزان تولید، شمار واحدهای خدمات مکانیزه و درآمد ناخالص تأثیر مثبت و معنی‌دار بر مکانیزاسیون کشاورزی دارند. از سوی دیگر هزینه نهاده‌های مصرفی (شامل بذر، سم و کودهای شیمیایی و حیوانی) و دستمزد تأثیر منفی و معنی-دار و سطح زیرکشت تأثیر مثبت و معنی‌دار بر اشتغال دارند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده برای بهینه سازی برنامه توسعه مکانیزاسیون نخستین راه که پیشینه زیادی در محافل علمی دارد، یکپارچه کردن زمین‌های کوچک کشاورزی است. بدیهی است با افزایش سطح زیرکشت، عملکرد ماشین ها در کشتزار بهتر شده و بازده کار بالاتر خواهد رفت. هم‌اکنون به دلیل کم بودن سطح زیرکشت در بیشتر جاهای استان خرید ماشین‌ها مقرون به صرفه اقتصادی نیست. همچنین، تأکید بر این است با تأسیس و گسترش شرکت‌های خدمات ماشین‌های کشاورزی و ارائه خدمات تضمینی (گارانتی) و تعمیرات و نظرهای کارشناسی برای رفع نیاز کشاورزان می‌توان وضعیت مکانیزاسیون را بهبود بخشید و از سویی با در اختیار داشتن ادوات فنی در چنین شرکت‌هایی نیاز به کار متخصصان این بخش بیشتر احساس شده و افزون بر اشتغال، به عمر مفید دستگاه‌ها افزوده می‌شود. بنابراین ضرورت دارد جنبه‌های احتیاط در ورود فناوری ماشینی با توجه به رابطه منفی آن  با اشتغال رعایت شود و به معیارهای لازم در این رابطه توجه شود. هم‌چنین نتایج تحقیق نشان داد که قیمت بالای نهاده‌ها و هزینه‌های بالای تولید، باعث کاهش شدید درآمد ناخالص کشاورزان می‌شود، بنابراین تأکید می‌شود  با برنامه‌ریزی مناسب و پرداخت‌های حمایتی برای نهاده های غیرمنقول مانند برق کشاورزی و یا پرداخت در قبال تولید و در دسترس قرار دادن آنها، می‌توان هزینه های تولید را کاهش و درآمد ناخالص کشاورزان را افزایش داد.

## منبع‌ها

Ebrahimi, Ms. And Sajjadi, S. (1392) Factors Affecting Sustainable Development of Agricultural Mechanization of Iran. The 6th Research Conference on Agriculture, Kurdistan.

Abshar (1388) Investigating the factors affecting agricultural mechanization and providing a mathematical model for determining the degree of mechanization index in Gotvand city. Master's Degree Thesis, Shahid Chamran University of Ahvaz.

Ekhtiari, M. (1395) Analysis of Factors Affecting Agricultural Employment (Case Study of West Azarbaijan, East Azarbaijan, Ardebil, Kurdistan, Zanjan). Master's Degree Thesis, Saba Higher Education Institute.

Bagherabadi, S. (1391) Analysis of Factors Affecting Agricultural Employment (Case Study: Ilam Province, Kurdistan, Kermanshah, and Hamadan). Master's Degree Thesis, Islamic Azad University, Tehran Central Branch.

Barabadi, F, Rastegaripoor, F. And Karbasi, A. (1395) Investigating the Factors Affecting Employment in Agriculture in Iran. The Second National Conference on Passive Defense in Agriculture, Natural Resources and the Environment with Sustainable Development Approach, Tehran.

Khodadad Kakashi, F., ZeraeNezhad, M. And Yousefi Hajibad, R. (1392) Investigating the Effects of Market Structure on Innovation and R & D in Iran's Factory Industries. Quarterly Journal of Economic Research (Sustainable Growth and Development). 13 (4): 1-25.

Rafat, B. And Beikzadeh, s. (1391) Application of Simultaneous Equation Panel Data Model in Analysis of ECO Economic Role's on Growth and Employment. Quarterly *Journal of Economic Growth and Development Studies. 2 (8): 9-22.*

Zerae-Nezhad, M. And Anvari, A. (2005) Application of Combined Data in Econometric. *Quarterly Economic Reviews. 2 (4): 20-51.*

Agricultural Jihad Organization, Khorasan Razavi, Deputy Director of Planning and Economic Affairs, Agricultural and Agricultural Information Office, Statistical Yearbook of Agriculture, 1395.

Central Bank of the Islamic Republic of Iran. Economic data. Time series from 1391 to 1395.

Iranian Center for Statistics. Data and statistical information during the years 1391 to 1395.

Tayyibi, Z. And Turkmani, J. (1386) Factors of economic determinants in labor demand and employment in agriculture. Sixth Iranian Agricultural Economics Conference, Mashhad.

Abbasinezhad, H. And Tashkini, A. (1389) Applied Econometrics (Advanced). Faculty of Economics and Publication of Noor Ealm, Tehran.

Ghorbani M. And Shayan Mehr, S. (1395) Interaction of Energy Consumption, Economic Growth and Environmental Pollution: Application of Spatial Simultaneous Equation Modeling of Panel Data. *Iranian Energy Economics Researches. 5 (19): 179-216.*

Mafi, H., Hosseini, S.S. And fuzadi, A. (1391) The Effect of Development Plans on Iran's Mechanization Developments. *Iranian Journal of Biosystems (Iranian Agriculture Sciences). 43 (2): 105-110.*

Mohammadi, H., Falihi, N. And Bagerabadi, S. (1391) Analysis of Factors Affecting Agricultural Employment (Case Study: Ilam Province, Kurdistan, Kermanshah, and Hamadan). *Economics Quarterly. 7 (22): 115-135.*

Mahmoudi, M.H. And Mahmoudi, H.A. (1394) Investigating the Effect of Mechanization and Exports on Employee Employment in Agriculture (Case Study of the Southern Agricultural Division). International Conference on Applied Research in Agriculture, Tehran.

Motie Langroudi, S.H., Hesam M., Cheraghi, M. And Ashour, H. (1392) Analysis of Factors Affecting the Development of Mechanization in Rural Areas (Case Study: Ghani Biglu Township, Zanjan Township). *Journal of Rural Research. 4 (3): 481-503.*

Mehrabi Bashrabadi, H. (1376) The Effect of Agricultural Technology on the Status of Employment and Rural Women's Education in Iran (Collected Articles of Women's Participation, Participation and Agriculture, 1400). *Quarterly Journal of Agricultural Economics and Development. 3: 41-57.*

Najafi Kani, A.A., Shahkoui, A. And Mullai, M. (1395) Economic and Social Consequences of Agricultural Mechanization in Rural Settlements Case: Southern Estarabad Village in Gorgan County. *Quarterly journal of space economics and rural development. 5 (2): 73-96.*

Nemati, A. (1377) Factors Affecting Labor Demand in Agriculture (Case Study of Kermanshah Province). Master's Degree Thesis, Shiraz University.

Abdul Mottaleb, K., Krupnik, T. J. and Erenstein, O. (2016). Factors Associated with Small-Scale Agricultural Machinery Adoption in Bangladesh. *Census findings Journal of Rural Studies, 46: 155- 168.*

Alam, M.S., Alam, M.R. and Islam, K.K. (2005). Energy Flow in Agricultural Bangladesh. *American Journal of Environmental Sciences. 30(1): 213-220.*

Aurangzeb, M., Nigar, S. and Khan, M. (2007). Labour Requirements Model for the Wheat Crop Under Mechanized And Traditional Farming System in the NWFP: A Case Study of Peshawar District. Sarhad Journaal of Agriculture, 23 (1).

Baltagi, B. H. (2005). "Econometric Analysis of Panel Data", 3rd edition, John Wiley & Son Inc.

Chhun, C., Bora, B., and Sothy, E. (2015). Effect of Labour Movement on Agricultural Mechanisation in Cambodia. CDRI Working Paper Series,107.

Cline, W.R. (1977). Policy Instruments for Rural Income Distribution. In Frank, C.R.Webb, R.C., ed.,Income Distribution and Growth in the Less Developed Countries, The Brookings Inst, Washington. DC.

Rahman, M. S., Monayem Miah, M. A., Moniruzzaman, and Hossain, S. (2011). Impact of Farm Mechanization on Labour Use for Wheat Cultivation in Northern Bangladesh. *The Journal of Animal and Plant Sciences, 21 (3): 589- 594.*

Yaffee, R. (2003). "A Primer for Panel Data Analysis," New York University, Information Technology Services; available at: http: // www. nyu.edu/its/pubs/connect.

Yamauchi, F. (2016). Rising Real Wages, Mechanization and Growing Advantage of Large Farms: Evidence from Indonesia. *Food Policy, 58: 62– 69.*

DOI: 10.22034/IAES.2019.95624.1640

Agricultural Economics/Volume 12/Issue 4/1397

# Identifying the Interaction between Mechanization and Agricultural Employment in the Agriculture Section (Case Study: Khorasan Razavi Province)

*Fahimeh Abasi, Arash Dourandish, Mohammad Mazhari, Mohammad Ghorbani*[1]

**Received: 14 Oct.2018** **Accepted:5 Jan.2019**

## Abstract

Nowadays, the use of agricultural machines and implements is necessary for development. Therefore, it is necessary to determine the appropriate level of mechanization in different activities of agriculture in order to achieve production, employment, income distribution and environment goals. Furthermore, one of the main concerns in the agricultural sector is the issue of employment in this sector and its degree of influence on changing economic factors. The purpose of this study is to investigate the interaction of mechanization and employment in agricultural sector of Khorasan Razavi province. For this purpose, the model of the system of simultaneous equations of the panel data is used for 19 cities of Khorasan Razavi province during the years of 2012-16. The results of the research show that employment and mechanization have mutual, negative and significant effects on each other, although the mechanization has far more influence on employment. Production, mechanized service units and gross income have a positive and significant effect on agricultural mechanization. On the other hand, the cost of inputs (including seeds, pesticides and chemical and animal fertilizers) and the wages have a negative and significant effect on employment and crop area has a positive and significant effect on it. It is recommended to improve the mechanization situation by establishing and developing agricultural machinery services companies. So, the employment would be increased by employing specialist labor in these companies. Moreover, with supportive payments to reduce production costs and increase gross income, farmers can be persuaded to stay in the countryside, which will increase agricultural employment.

***JEL Classification:*** Q16, J23, O33

***Keywords:*** Employment, Panel Data, Khorasan Razavi, System of Simultaneous Equations, Agriculture, Mechanization

[1]Respectively: M.Sc & Associate professor of Agricultural Economics, Ferdowsi university of Mashhad(corresponding Author) , Asistant Professor,Khorasan-e-razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization(AREEO),Mashhad,Iran & Professor of Agricultural Economics, Ferdowsi university of Mashhad
Email:dourandish@um.ac.ir