



Decomposition of total factor productivity growth in rice production in the main producing provinces of Iran

S. Nikan^{1*}, GH. Dashti², J. Hosseinzad³

¹ Master Graduated. Department of Agricultural Economics. University of Tabriz. Tabriz. Iran.

² Professor. Department of Agricultural Economics. University of Tabriz. Tabriz. Iran.

³ Assistant Professor. Department of Agricultural Economics. University of Tabriz. Tabriz. Iran.

*Corresponding author: samanehnikan73@gmail.com

Received date: 2024.10.01

Accepted date: 2025.01.21

Abstract

Rice is one of the strategic cereals in the agricultural sector and is considered one of the most consumed crops in the country, which requires an increase in the production of this product and an improvement in the productivity of its factors of production. Therefore, the aim of this study is to analyze the productivity growth of the total factors of rice production in the main rice producing provinces of Iran. For this purpose, the data coverage analysis approach (Malmquist index) was used. The required data for the period 2000-2020 were prepared by the Ministry of Agricultural Jihad and the Statistical Centre of Iran. The results of the calculation of the Malmquist index showed that the total productivity of the factors of production increased by 13% during the years considered, which was mainly due to the change in technology. According to the results, the productivity growth of production factors has been positive in all provinces, which indicates the proper performance of these provinces in managing the use of production inputs. Khuzestan province has the highest rate of productivity growth among the provinces studied, followed by Mazandaran, Gilan, Fars and Golestan provinces. Since technological change has a significant contribution in improving the productivity of factors in this approach, it is recommended to use technological symbols including modern and advanced machines, improved seeds and suitable fertilizers for nutrition in rice production process.

Keywords: Scale Change, Efficiency Change, Technological Change, Malmquist Index, Efficiency.



تجزیه رشد بهره‌وری عوامل تولید محصول برنج در استان‌های عمده‌ی تولیدکننده ایران

شماره صفحات
۱۴۷-۱۶۰

سمانه نیکان^{۱*}، قادر دشتی^۲، جواد حسین زاد^۳

(۱) دانش آموخته کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

(۲) استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

(۳) استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

* ایمیل نویسنده مسئول: samanehnikan73@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۰۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۱۰

چکیده

برنج یکی از غلات راهبردی بخش کشاورزی است و از پرمصرف‌ترین محصولات زراعی کشور محسوب می‌شود که لازمه‌ی افزایش تولید این محصول بهبود بهره‌وری عوامل آن می‌باشد. از این رو هدف مطالعه حاضر تجزیه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید محصول برنج در استان‌های عمده تولیدکننده برنج ایران می‌باشد. برای این منظور از رهیافت تحلیل پوششی داده‌ها (شاخص مال‌م کوئیست) بهره‌گرفته شد. داده‌های موردنیاز برای دوره زمانی ۱۳۷۹-۱۳۹۹ از وزارت جهاد کشاورزی و مرکز آمار ایران تهیه گردید. نتایج محاسبه شاخص مال‌م کوئیست نشان داد که بهره‌وری کل عوامل تولید طی سال‌های مدنظر ۱۳ درصد رشد داشته است که عمدتاً ناشی از تغییر تکنولوژی بوده است. بر طبق یافته‌ها، رشد بهره‌وری عوامل تولید در تمامی استان‌ها مثبت بوده است که نشان دهنده‌ی عملکرد مناسب این استان‌ها در مدیریت استفاده از نهاده‌های تولید می‌باشد. استان خوزستان بالاترین میزان رشد بهره‌وری تولید را در میان استان‌های مورد مطالعه داشته و بعد از آن به ترتیب استان‌های مازندران، گیلان، فارس و گلستان بیشترین مقدار رشد بهره‌وری کل عوامل تولید را تجربه کرده‌اند. از آنجائی‌که تغییر تکنولوژی سهم قابل ملاحظه‌ای را در ارتقای بهره‌وری عوامل در این رهیافت دارا می‌باشد لذا توصیه می‌شود که در فرایند تولید محصول برنج از نمادهای تکنولوژی شامل ماشین‌آلات مدرن و پیشرفته، بذره‌های اصلاح شده و کودهای مناسب جهت تغذیه استفاده گردد.

واژه‌های کلیدی: تغییر مقیاس، تغییر کارایی، تغییر تکنولوژی، شاخص مال‌م کوئیست، کارایی.

مقدمه

افزایش نیازهای غذایی جمعیت در حال رشد و محدود بودن عوامل تولید، اهمیت و ضرورت توجه به بهره‌وری را در فرایند توسعه پایدار، نمایان می‌سازد. بهره‌وری در اصل یک مفهوم و معیاری برای مقایسه عملکرد شرکت‌ها یا بنگاه‌ها در یک نقطه زمانی یا در طول زمان است. افزایش بهره‌وری در پدیده‌های اقتصادی، اجتماعی و سیاسی جامعه، ازجمله کاهش تورم، افزایش اشتغال و افزایش درآمد افراد تاثیر بسیاری دارد (O'Donnell, 2010). دستیابی به رشد مناسب بهره‌وری در بخش‌های اقتصادی از جمله بخش کشاورزی مستلزم داشتن تصویری روشن از میزان و رشد بهره‌وری کل عوامل تولید و بهره‌وری هر یک از منابع تولیدی به‌طور جداگانه در این بخش‌ها می‌باشد. همچنین بهره‌وری به عنوان یکی از مهمترین شاخص‌ها در ارزیابی عملکرد مطرح بوده و در سطح ملی تنها با آگاهی از چگونگی عملکرد بخش‌های مختلف است که می‌توان سیاست اقتصادی موثری را برای کاستی‌ها در راستای دستیابی به اهداف توسعه تدوین کرد. لذا محاسبه بهره‌وری به تفکیک بخش‌های مختلف اقتصادی از طریق یک معیار کمی مناسب بسیار با اهمیت و ضروری است (Ansari et al., 2017). رشد بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP)^۱، به عنوان نسبت ستاده کل به تمامی نهاده‌های بکار رفته در فرآیند تولید بوده و کارایی همه عوامل تولید را می‌سنجد (Houedjofonon et al., 2020). رشد بهره‌وری چندعاملی یا کل عوامل (MFP یا TFP)^۲ درواقع، تفاوت بین تغییرات میزان تولید و تغییرات نهاده‌ها است که اغلب به عنوان جمع تغییرات در کارایی خالص، تغییرات تکنولوژی و اندازه‌گیری خطاها تعبیر می‌شود (FAO, 2017-23). تغییرات بهره‌وری ترکیبی از تغییر تکنولوژیکی، تغییر کارایی و تغییر مقیاس بوده و تغییرات این سه جزء تعیین‌کننده نرخ رشد بهره‌وری می‌باشد (Li et al., 2017). کند بودن رشد بهره‌وری کل در حال حاضر، یکی از مهمترین چالش‌های اقتصادی است که بسیاری از اقتصادها با آن مواجه هستند (Duernecker & Sanchez-Martinez, 2023). از همین‌رو، افزایش بهره‌وری در همه بخش‌ها به ویژه بخش کشاورزی مدنظر برنامه‌ریزان و متولیان امر می‌باشد، زیرا افزایش بهره‌وری در این بخش با توجه به ساختار ویژه اقتصادی کشورها می‌تواند ضمن تامین نیازهای غذایی به رشد اقتصادی نیز کمک نماید. برنج پس از گندم دومین محصول پرمصرف کشاورزی بوده که نقش بارزی در تغذیه، تامین انرژی و کالری موردنیاز جوامع بشری داشته و از دیرباز در بسیاری از کشورهای جهان و به ویژه ایران کشت می‌شود و از ابعاد تغذیه‌ای و اقتصادی در ایران اهمیت بالایی دارد (FAO, 2020). بر مبنای اطلاعات موجود در سال زراعی ۱۴۰۰ - ۱۳۹۹ برنج پس از گندم و جو بیشترین سطح زیرکشت و تولید را در میان غلات ایران به خود اختصاص داده است؛ به طوری که، سطح زیرکشت این محصول از ۵۶۳ هزار هکتار در سال ۱۳۸۸ به ۶۵۰ هزار هکتار در سال ۱۳۹۹ افزایش پیدا کرده است. عملکرد محصول برنج طی سال‌های

^۱ Total Factor Productivity^۲ Multifactor Productivity



۱۳۸۹-۱۳۹۹ روند صعودی یعنی رشد ۲۳/۳ درصد را تجربه کرده به طوری که از ۳۵۷۱ کیلوگرم در هکتار در سال ۱۳۸۹ به ۴۶۶۰ کیلوگرم در هکتار در سال ۱۳۹۹ رسیده است (Ministry of Jihad Agriculture, 2022). سطح زیرکشت برنج در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ برابر با ۶۵۰ هزار هکتار بوده که نسبت به سال ۹۹-۱۳۹۸ (۸۵۴ هزار هکتار) کاهش قابل توجهی داشته است. بیشترین سطح زیرکشت (۳۹ درصد) مربوط به استان مازندران با حدود ۲۵۴ هزار هکتار می‌باشد. استان‌های گیلان، خوزستان، گلستان و فارس به ترتیب مقام‌های دوم تا پنجم را به خود اختصاص داده‌اند. در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ میزان تولید برنج کشور سه میلیون تن بوده که بیشترین مقدار آن را استان مازندران با تولید ۱/۲۸ میلیون تن دارا بوده است. پنج استان مازندران، گیلان، خوزستان، گلستان و فارس در مجموع ۹۵/۴ درصد محصول برنج کشور را در سال زراعی مذکور تولید کرده‌اند (Ministry of Jihad Agriculture, 2022). در رابطه با بهره‌وری عوامل تولید و مولفه‌های آن مطالعات متعددی در داخل و خارج از کشور انجام شده است. در مطالعه بهره‌وری کل عوامل تولید برنج و عوامل مؤثر بر آن در استان‌های عمده تولیدکننده برنج (مازندران، گیلان و گلستان) با استفاده از روش ناپارامتری مالم کوئیست طی سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۹۶ به این نتیجه رسیدند که متوسط رشد سالانه بهره‌وری کل عوامل تولید ۱/۵ درصد بوده است. بررسی نشان داد که کارایی مقیاس تنها در استان گلستان بیش از دو جزء دیگر در افزایش بهره‌وری نقش دارد و در استان‌های مازندران و گیلان پیشرفت تکنولوژی تأثیر بیشتری نسبت به دو جزء دیگر در افزایش بهره‌وری داشته است (Rezapoort et al., 2011). مطالعات نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) ارقام مختلف برنج در استان‌های مختلف ایران طی سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۸۶ و تجزیه آن از طریق روش ناپارامتری و شاخص مالم کوئیست نشان داد که میانگین رشد بهره‌وری کل عوامل تولید استان‌ها مثبت بوده و وضعیت آنها در کشور بهبود یافته است و تغییر تکنولوژی عامل اصلی رشد بهره‌وری برنج استانها مطرح شده است (Tahami Pour et al., 2014). تحلیل رشد بهره‌وری عوامل تولید صنعت مرغداری گوشتی ایران با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)^۱ و شاخص مالم کوئیست طی سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۷۵ بیان کرد که بهره‌وری کل عوامل تولید رشدی معادل ۱۷/۷ درصدی را تجربه کرده است و تغییر تکنولوژی مهم‌ترین عامل مؤثر در افزایش بهره‌وری مرغداری‌های گوشتی می‌باشد (Vahidi et al., 2022). در تحلیل پوششی داده‌ها و شاخص مالم کوئیست به بررسی سطوح و روند تولید و بهره‌وری کشاورزی در ۹۳ کشور توسعه یافته و در حال توسعه طی سال‌های ۱۹۸۰-۲۰۰۰ نشان داد که تغییرات تکنولوژی و تغییرات کارایی تأثیر مثبتی بر بهره‌وری کل عوامل تولید داشته است به طوری که بهره‌وری کل عوامل تولید، تغییر تکنولوژی و تغییر کارایی به ترتیب سالانه برابر با ۰/۲۱، ۰/۱۲ و ۰/۰۹ درصد بوده است (Coelli and Rao, 2003). بررسی رشد TFP با روش ناپارامتری شاخص مالم کوئیست

^۱ Data Envelopment Analysis (DEA)

در کشاورزی کارایی و آمریکای لاتین طی سال‌های ۲۰۰۷-۱۹۶۱ مؤید آن بود که بیشترین میزان رشد بهره‌وری کل متأثر از افزایش تغییرات کارایی و تغییرات تکنولوژی‌های جدید بوده است (Ludena, 2010). اندازه‌گیری و تحلیل بهره‌وری کل عوامل تولید در چین طی سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۰۸ با استفاده از شاخص مال‌کوئیست و تجزیه اجزای آن نشان داد که شاخص بهره‌وری کل تولید رشد سالانه ۷/۹ درصدی داشته است. همینطور کارایی فنی و تغییر تکنولوژی سالانه به ترتیب ۴/۷ و ۳/۱ درصد رشد داشته‌اند. بنابراین، تغییرات کارایی فنی اصلی‌ترین منبع رشد بهره‌وری کل در چین شناخته شده است (Lu & Xu, 2019). بررسی تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید طبق رویکرد حفاظت از محیط زیست در دستیابی به رشد بهره‌وری پایدار در کشاورزی سوئد طی سال‌های ۲۰۱۶-۲۰۱۰ از طریق تحلیل مرزی تصادفی و شاخص مال‌کوئیست نتایج نشان داد که TFP طی سال‌های مورد مطالعه رشد مثبت معادل با ۷۱ درصد را تجربه کرده است؛ به طوری که اثر مقیاس، تغییر کارایی و تکنولوژی اثر مثبت بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید داشته‌اند (Koiry & Huang, 2023). رشد بهره‌وری یکی از مؤلفه‌های کلیدی توسعه پایدار اقتصادی به شمار می‌آید و نقشی حیاتی در افزایش تولید و بهبود عملکرد اقتصادی کشورها ایفا می‌کند. در اقتصادهای پیشرفته، بخش عمده‌ای از رشد اقتصادی به جای افزایش منابع مصرفی، از طریق ارتقای بهره‌وری حاصل می‌شود. این موضوع نه تنها منجر به استفاده بهینه‌تر از منابع محدود می‌گردد، بلکه زمینه‌ساز کاهش هزینه‌های تولید، افزایش رقابت‌پذیری در بازارهای جهانی، و بهبود سطح رفاه اجتماعی می‌شود. در زمینه کشاورزی، به ویژه تولید برنج که یکی از محصولات استراتژیک و پرمصرف در ایران محسوب می‌شود، بررسی عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری از اهمیت دوچندانی برخوردار است. به رغم رشد عملکرد این محصول در سال‌های اخیر، شناخت دقیق عوامل محرک رشد بهره‌وری نظیر کارایی، تغییر مقیاس، و تغییرات تکنولوژی می‌تواند به سیاست‌گذاران و مدیران کشاورزی کمک کند تا برنامه‌های توسعه‌ای هدفمندتر و اثربخش‌تری را طراحی و اجرا کنند. مطالعه این عوامل از طریق روش‌های پیشرفته‌ای مانند شاخص مال‌کوئیست و تحلیل پوششی داده‌ها امکان‌پذیر است. این رویکردها توانایی ارائه یک تحلیل جامع از نحوه عملکرد واحدهای تولیدی را دارند و می‌توانند نقاط قوت و ضعف آن‌ها را به طور دقیق مشخص کنند. نتایج این تحقیقات می‌تواند به تدوین سیاست‌های بهینه در تخصیص منابع، سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین، و ارتقای بهره‌وری در سطح استان‌ها و کشور کمک شایانی نماید؛ بنابراین، توجه به این موضوع نه تنها از منظر بهره‌برداری بهینه از منابع موجود، بلکه به عنوان یک راهبرد کلیدی در تضمین امنیت غذایی، کاهش وابستگی به واردات، و توسعه پایدار اقتصادی، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است.

روش تحقیق

شاخص مال‌کوئیست مشتق شده از روش DEA، یک روش برنامه‌ریزی خطی برای ساخت یک سطح غیرپارامتری است که قادر به تحلیل مؤلفه‌ها در بازه زمانی و بازگویی نحوه تغییر ارزش مؤلفه‌ها در آن بازه می‌باشد. این ویژگی تکنیک مال‌کوئیست را به یک ابزار بسیار مفید برای درک تغییرات و روند آن تبدیل می‌کند. در ارزیابی تلفیقی تحلیل پوششی داده‌ها و مال‌کوئیست،



ابتدا شاخص کارایی برای واحدها ارزیابی شده و سپس شاخص مالم کوئیست برای هر یک برآورد می‌شود، لذا ابزار مالم کوئیست با استفاده از برآورد اولیه روش تحلیل پوششی داده‌ها، به روند تغییرات آن در بازه زمانی مشخص اقدام می‌کند (Li et al., 2017). برای ارزیابی شاخص مالم کوئیست تغییر بهره‌وری، از مفهوم تابع فاصله استفاده می‌شود. در تعریف این شاخص، تابع فاصله با در نظر گرفتن ترکیب زمان تعدیل می‌شود. بنابراین، بر مبنای دیدگاه شفارد تابع فاصله در زمان t به صورت رابطه (۱) بیان می‌شود (Mitropoulos, 2022):

$$D_0^t(x^t, y^t) = \inf\{\theta: (x^t, y^t | \theta) \in S^t\} \quad (۱)$$

در رابطه (۱)، D تابع فاصله، t دوره زمانی، θ پارامتر، S^t تکنولوژی تولید برای دوره زمانی $t=1, \dots, T$ می‌باشد. این مجموعه، بردار نهاده‌ها $x^t = (x_1^t, \dots, x_M^t) \in R_M^+$ را به بردار ستاده‌ها $y^t = (y_1^t, \dots, y_N^t) \in R_N^+$ ربط می‌دهد و به صورت رابطه (۲) قابل ارائه می‌باشد:

$$S^t = \{(x^t, y^t): x^t \rightarrow y^t\} \quad (۲)$$

بر مبنای نظریه (Farrell, 1957) این تابع به‌طور کامل تکنولوژی را در شرایطی مشخص می‌کند که $D_0^t(x^t, y^t) \leq 1$ باشد، اگر و تنها اگر $(x^t, y^t) \in S^t$ باشد. افزون بر آن $D_0^t(x^t, y^t) = 1$ است اگر تنها مشاهده‌ها به لحاظ فنی کارا باشند. برای کامل شدن شاخص بهره‌وری مالم کوئیست، لازم است تابع فاصله بالا با توجه به دو دوره زمانی مثل $D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ و $D_0^{t+1}(x^t, y^t)$ تعریف شود (Mitropoulos, 2022). شاخص بهره‌وری مالم کوئیست را می‌توان به دو مؤلفه تجزیه کرد: تغییر کارایی (Effch)^۱ و تغییر تکنولوژی (Techch)^۲ که هر کدام از این مؤلفه‌ها می‌توانند شواهدی از منابع تغییر بهره‌وری باشند (Qasim Qazi & Yulin, 2012). در صورتی که داده‌های مورد بررسی از نوع پانل باشد، امکان محاسبه شاخص بهره‌وری مالم کوئیست به‌وسیله رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها میسر خواهد بود (Berg et al., 1992). در واقع شاخص مالم کوئیست تغییر TFP بین دو نقطه داده را با محاسبه نسبت فاصله‌های هر نقطه داده نسبت به یک تکنولوژی مشترک محاسبه می‌کند (Coelli et al., 2005). در صورت استفاده از این شاخص امکان تفکیک بهره‌وری کل عوامل تولید به اجزاء آن شامل تغییرات کارایی فنی، تغییرات تکنولوژی، تغییرات کارایی خالص و تغییرات کارایی مقیاس وجود خواهد داشت (Vahidi et al., 2022). اندازه‌گیری شاخص مالم کوئیست مبتنی بر ستاده را می‌توان به صورت رابطه (۳) نوشت (Zheng, 2021):

$$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{D_c^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_c^t(x^t, y^t)} \times \left[\frac{D_v^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_v^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \left(\frac{D_v^t(x^t, y^t)}{D_v^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2} \quad (۳)$$

$$= \text{Effch} * \text{Techch}$$

^۱ Efficiency Change

^۲ Technical change

به طوری که، (x^t, y^t) و (x^{t+1}, y^{t+1}) به ترتیب بردار نهاده و ستاده در زمان‌های t و $t+1$ ، D^t و D^{t+1} تابع فاصله در همان دوره‌ها است. $Techch$ ، تغییر تکنولوژی را در فاصله‌ی بین دوره‌ی t و $t+1$ اندازه‌گیری می‌کند. اگر $Techch$ بزرگتر از یک باشد نشان‌دهنده‌ی جهش مثبت یا پیشرفت تکنولوژی بوده و اگر مقدار آن کوچکتر از یک باشد، بیانگر پسرفت تکنولوژی می‌باشد. بنابر این $Techch$ بیانگر میزان تاثیر تغییرات تکنولوژی در رشد بهره‌وری کل عوامل واحد مورد بررسی است. تغییرات کارایی فنی ($Effch$) اگر بزرگتر از یک باشد، نشان‌دهنده‌ی افزایش کارایی و هرگاه کوچکتر از یک باشد بیانگر کاهش کارایی خواهد بود. به عبارت دیگر $Effch$ نشان‌دهنده میزان سهم کارایی واحد در رشد بهره‌وری کل عوامل آن واحد است (Khoshroo *et al.*, 2022). بر این اساس، $Effch$ را به دو جزء دیگر یعنی، تغییرات کارایی فنی خالص ($PTEC$)^۱ و تغییرات در کارایی مقیاس (SEC)^۲ به صورت رابطه (۴) تقسیم می‌شود:

$$\frac{D_c^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_c^t(x^t, y^t)} = \frac{D_v^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_v^t(x^t, y^t)} \times \frac{SE^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{SE^t(x^t, y^t)} \quad (۴)$$

بطوری که v تکنولوژی بازده نسبت به مقیاس و c تکنولوژی بازده ثابت نسبت به مقیاس را نشان می‌دهد. با توجه به تجزیه‌ی تغییرات بهره‌وری به دو قسمت تغییر در کارایی فنی و تغییر تکنولوژی و نیز تجزیه‌ی تغییرات کارایی فنی به دو جزء تغییر در کارایی مقیاس و تغییر در کارایی فنی خالص، تغییرات بهره‌وری کل را می‌توان به صورت معادله (۵) نوشت:

$$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = PTEC \times SEC \times Techch \quad (۵)$$

پس از محاسبات مربوط به شاخص مال‌م کوئیست و تجزیه آن، اگر $EC > 1$ باشد آنگاه واحد مذکور در بین دو دوره افزایش کارایی داشته و هرگاه $EC < 1$ کاهش کارایی مشخص می‌شود. به عبارت دیگر مقدار EC نشان‌دهنده میزان سهم کارایی واحد در رشد بهره‌وری کل عوامل آن واحد است. چنانچه $TC > 1$ باشد، آنگاه پیشرفت تکنولوژی و دانش فنی وجود داشته است و هرگاه $TC < 1$ موضوع عکس خواهد بود. بنابر این TC بیانگر میزان تاثیر تغییرات تکنولوژی و دانش فنی در رشد بهره‌وری کل عوامل واحد مورد بررسی است. در نهایت مقدار بیشتر از یک در شاخص رشد بهره‌وری مال‌م کوئیست به معنای رشد مثبت TFP و مقدار کمتر از یک رشد منفی آن را نشان می‌دهد (Li *et al.*, 2017). آمار و داده‌های مورد نیاز در این مطالعه از وزارت جهاد کشاورزی و مرکز آمار ایران تهیه شده است. استان‌های مورد مطالعه شامل مازندران، گیلان، گلستان، خوزستان و فارس می‌باشد.

^۱ Pure Technical Efficiency Change

^۲ Scale Effect Change

^۳ Efficiency Change

^۴ Technology Change



متغیرهای مورد استفاده در این مطالعه قیمت و مقدار محصول برنج تولید شده، قیمت‌ها و مقادیر نهاده‌ها شامل سطح زیرکشت، کود شیمیایی، کود حیوانی، سموم، نیروی کار و بذر می‌باشد که برای دوره زمانی ۱۳۷۹-۱۳۹۹ تهیه شده است. در این پژوهش برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و اطلاعات جمع‌آوری شده از نرم‌افزار Excel 2017 استفاده گردید و برای محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید با استفاده از شاخص مالم کوئیست از نرم‌افزار DEAP 2.2 استفاده شد. جدول (۱) خلاصه‌ی آماری تعدادی از داده‌های استان مازندران را طی سال‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که برای چهار استان دیگر نیز از داده‌های مشابه استفاده شده است.

جدول ۱: آمار هزینه نهاده‌های بذر، کود، کود حیوانی و نیروی کار در استان مازندران طی سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۹۹ (ریال)

سال	هزینه نهاده بذر	هزینه نهاده کود	هزینه نهاده کود حیوانی	هزینه نهاده نیروی کار
۱۳۷۹	۱۷۳۰۸/۳۸	۱۱۵۴۹۹۹/۵۵	۴۸۳۲/۱۰۷۶۲۵	۱۱۱۱۴۳۷/۶
۱۳۸۰	۱۷۱۷۱/۵	۹۲۴۷۵۴/۵	۱۹۰۱/۸۴۷۱۰۳	۱۰۱۶۵۴۱
۱۳۸۱	۲۳۲۸۳/۹	۲۲۰۲۱۹/۲	۱۰۶/۹۲۸	۱۳۳۶۳۸۶/۸
۱۳۸۲	۲۱۴۳۷/۹۹	۶۰۳۰۵۵/۳	۳۹۹/۱۴۲۵	۱۳۶۸۲۵۲/۶
۱۳۸۳	۲۷۵۷۷/۲	۱۱۷۲۰۵۲	۴۲۶	۲۹۲۴۴۴۸/۲
۱۳۸۴	۲۴۱۲۲/۴	۱۱۹۹۳۳۸/۸	۱۰۰۸۰/۵۷۶	۳۰۲۵۹۷۹/۲
۱۳۸۵	۲۰۰۱۵/۵۲	۴۳۲۶۵۷/۷۵	۲۷۲۶/۹۲۸۷۵	۲۵۶۰۰۰۰
۱۳۸۶	۳۹۴۳۷/۱۶	۲۵۶۲۷۸۸/۷۳۵	۲۲۳۰/۵۳۳۲۵	۴۳۴۳۲۰۰
۱۳۸۷	۸۳۱۹۳/۴۶	۴۸۰۲۶۹۶/۲۵	۸۴۹/۴۹۴۲۵	۴۶۴۰۸۸۰
۱۳۸۸	۴۵۴۹۱/۶	۱۲۳۴۳۰۹/۸	۸۳۶۴/۱۳۵۵	۴۶۰۲۸۱۶
۱۳۸۹	۴۵۴۹۱/۶	۱۲۳۴۳۰۹/۸	۸۳۶۴/۱۳۵۵	۴۶۰۲۸۱۶
۱۳۹۰	۷۵۳۱۲	۳۷۱۵۱۶۹/۱۲۴	۳۴۱۳/۲۷۵۵۲۱	۵۰۴۲۵۸۰
۱۳۹۱	۱۲۹۹۴۰/۶۵	۱۴۶۱۴۲۷۶/۸۲	۱۷۲۱۰/۶۰۱	۳۸۱۹۰۶۰
۱۳۹۲	۱۰۹۶۷۴/۹	۶۶۱۶۷۱۲/۸	۶۰۰/۹۹۹	۸۱۵۱۲۲۵
۱۳۹۳	۲۱۰۶۲۳/۲	۳۹۷۴۲۵۳/۶۰۶	۲۴۹۸۷/۱۹۱۳۴	۶۸۴۰۰۸۹
۱۳۹۴	۲۴۹۸۸۴/۱۱	۱۳۸۵۰۶۰۷/۱۵	۶۳۹۹/۷۲۹۵۲۵	۸۳۸۲۸۶۷/۵
۱۳۹۵	۳۰۳۵۸۴/۷۶	۳۱۵۳۹۸۱۲/۶۵	۷۶۱۳۵/۳۰۲۹۷	۱۰۳۶۸۶۵۲/۶
۱۳۹۶	۲۸۰۹۳۷/۵۴	۱۲۰۳۸۶۷۸/۹۶	۱۲۲۹/۹۶۷۲	۱۳۰۵۰۰۳۱/۷
۱۳۹۷	۳۲۴۱۴۹/۱۲	۱۰۵۷۸۹۸۰/۶	۱۱۷۹۹/۷۵۴۸	۱۶۴۰۹۷۳۸/۹
۱۳۹۸	۴۵۶۰۰۸/۲۸	۷۶۵۳۴۴۷۳/۹۶	۱۷۸۶۵/۱۹	۲۲۲۴۷۵۴۴
۱۳۹۹	۴۷۷۴۱۰/۷۲۴	۵۷۹۲۱۴۶۶/۵۵	۷۴۳۱۷/۸۴	۲۲۷۳۴۰۸۱/۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج و بحث

در جدول (۲)، میانگین تغییرات تکنولوژی، مقیاس، کارایی و بهره‌وری کل عوامل با استفاده از شاخص مالم کوئیست طی سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۹۹ آمده است. همانطور که مشاهده می‌شود در استان مازندران میانگین بهره‌وری کل عوامل تولید طی سال‌های مورد مطالعه رشد مثبت سالانه برابر با ۱۷ درصد داشته است. در این استان به دلیل بالا بودن سطح زیرکشت و سابقه

طولانی در تولید این محصول بهره‌وری رشد قابل قبولی داشته است. تغییرات کارایی، تکنولوژی و مقیاس در تولید برنج استان مثبت و به‌ترتیب برابر با ۱/۰۳، ۱/۰۹ و ۱/۰۳ برآورد گردیده است.

تغییر بهره‌وری کل عوامل در استان گیلان رشدی مثبت داشته و سالانه برابر با ۱۰ درصد بوده است. این افزایش میزان بهره‌وری وابسته به دو عامل تغییر تکنولوژی و مقیاس بوده بطوری که به‌ترتیب برابر با ۱۶ درصد و ۴ درصد برآورد شده است. اثر کارایی نیز بر رشد بهره‌وری منفی و بازدارنده بوده است چرا که مقدار عددی مربوط کوچکتر از یک می‌باشد.

تغییرات کارایی در استان گلستان طی سال‌های مورد مطالعه صفر بوده است. بنابراین، میزان تغییرات بهره‌وری کل تحت تاثیر تغییر تکنولوژی و تغییر مقیاس این استان بوده است بطوری که تغییر تکنولوژی مثبت و برابر با ۸ درصد و تغییر مقیاس نیز مثبت و برابر با ۲ درصد بوده است. همانطور که مشاهده می‌گردد در این استان تغییر تکنولوژی بیشترین تاثیر را بر بهره‌وری کل داشته است.

استان فارس دیگر استانی است که رشد بهره‌وری کل آن مثبت و برابر با ۱۰ درصد ارزیابی شده است. تغییر تکنولوژی و مقیاس در این استان مثبت و به ترتیب برابر با ۱۱ و ۱ درصد برآورد شده است. تغییر کارایی در این استان تاثیر مثبتی بر بهره‌وری عوامل نداشته است. همانطور که مشاهده شد تغییر تکنولوژی در این استان اصلی‌ترین عامل رشد بهره‌وری کل بوده است.

رشد بهره‌وری کل عوامل تولید استان خوزستان نیز مثبت و برابر با ۲۴ درصد برآورد گردیده است. این تغییر در بهره‌وری کل عوامل مربوط به هر سه مولفه‌ی تغییر تکنولوژی، مقیاس و کارایی بوده است که به‌ترتیب برابر با ۱/۱۲۶، ۱/۰۲۹ و ۱/۰۲۳ می‌باشند. در این استان نیز بیشترین عامل رشد بهره‌وری مربوط به تغییر تکنولوژی می‌باشد. همانطور که در جدول ملاحظه می‌گردد استان خوزستان بالاترین میزان رشد بهره‌وری را میان استان‌های مورد مطالعه دارد با وجود این که از نظر سطح زیرکشت برنج چهارمین استان می‌باشد.

در مجموع میانگین تغییرات تکنولوژی، مقیاس، کارایی و رشد بهره‌وری کل طی سال‌های مورد مطالعه برای تمامی استانهای مدنظر به‌ترتیب برابر با ۱/۱۱، ۱/۰۲، ۰/۹۹۶ و ۱/۱۳ می‌باشند. از این رو گفته می‌شود تغییر تکنولوژی و استفاده از تکنولوژی‌های نوین بیشترین تاثیر را در ارتقای بهره‌وری عوامل تولید داشته است. ضمن اینکه تغییر کارایی نه تنها تاثیر مثبتی بر رشد بهره‌وری نداشته بلکه سبب کاهش رشد بهره‌وری گردیده است.



جدول (۲): میانگین تغییرات در تکنولوژی مقیاس، کارایی و رشد بهره‌وری کل عوامل در استان‌ها با استفاده از شاخص مالم کوئیس

استان	تغییر کارایی	تغییر تکنولوژی	تغییر مقیاس	رشد بهره‌وری کل عوامل
مازندران	۱/۰۳	۱/۰۹	۱/۰۳	۱/۱۷۱
گیلان	۰/۹۴۴	۱/۱۶۴	۱/۰۴	۱/۱۰۶
گلستان	۱	۱/۰۸	۱/۰۲	۱/۰۵
فارس	۰/۹۸	۱/۱۱۷	۱/۰۱	۱/۱۰۶
خوزستان	۱/۰۲۳	۱/۱۲۶	۱/۰۲۹	۱/۲۴۳
میانگین	۰/۹۹۶	۱/۱۱	۱/۰۲	۱/۱۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج تحقیق نشان داد که تغییر تکنولوژی تأثیر منفی بر هزینه دارد به این معنی که بهبود تکنولوژی باعث افزایش تولید و لذا کاهش هزینه می‌شود. بطوری‌که تغییر تکنولوژی در هر پنج استان بزرگتر از یک بدست آمد و موید اثر مثبت بر رشد بهره‌وری کل می‌باشد که نشان دهنده‌ی تأثیر مثبت تکنولوژی‌های جدید بر تولید محصول برنج می‌باشد. (Dashti et al. (2015). (2022) Vahidi et al., Bragagnolo et al. (2010) و Djoumessi (2022) نیز در تحقیقات خود نتایجی مشابه گرفتند و تغییرات تکنولوژی را عامل اصلی رشد بهره‌وری کل توصیف نمودند.

مطابق شاخص مالم کوئیس تغییر مقیاس تأثیر جزئی بر بهبود بهره‌وری عوامل داشته است. در نتیجه افزایش مقیاس تولید (سطح زیرکشت) این محصول تا حد بهینه موجب کاهش قیمت و افزایش بهره‌وری کل عوامل می‌گردد. Mohammad (2013). Rezazadeh et al. (2014). Kohansal, Raei et al. (۲۰۲۱) و همچنین Pechrová and Medonos (۲۰۱۶) نیز در مطالعات خود اثر مقیاس را عاملی مؤثر در تغییر بهره‌وری عنوان کردند. میانگین اثر مقیاس در استان‌های مازندران، گیلان، گلستان، فارس و خوزستان به ترتیب برابر با ۱/۰۳، ۱/۰۴، ۱/۰۲، ۱/۰۱ و ۱/۰۲۹ برآورد گردید. بدین ترتیب بر اساس این رهیافت تغییر مقیاس به افزایش بهره‌وری کمک نموده است.

تغییرات کارایی در روش ناپارامتری طی سال‌های مورد مطالعه تأثیری منفی بر افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید داشته و به صورت جزئی سبب کاهش آن شده است. (Coelli & Rao (2003), Ludena (2010) و Yang et al (2016) نیز در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که افزایش کارایی تأثیر بسیار کمی بر بهره‌وری کل عوامل تولید داشته است. تغییرات کارایی در روش ناپارامتری طی سال‌های مورد مطالعه در استان‌های مازندران و خوزستان مثبت و سالانه به ترتیب برابر با سه و دو درصد

برآورد شده است. همچنین در استان‌های گیلان و فارس تغییرات کارایی دارای تاثیر منفی بوده و سالانه به ترتیب حدود پنج و دو درصد کاهش را تجربه کرده است. استان گلستان طی سال‌های مورد مطالعه با عدم تغییر کارایی مواجه بوده و کارایی هیچ تاثیری بر رشد بهره‌وری کل نداشته است. عدم رشد کارایی به معنی عدم مدیریت درست واحدهای تولیدی در ترکیب نهاده‌ها و استفاده نکردن از نهاده‌های موجود در زمان صحیح آن و یا استفاده نکردن از نهاده‌ها به اندازه‌ی مشخص باشد.

رشد بهره‌وری کل عوامل تولید برنج در استان‌های مازندران، گیلان، گلستان، فارس و خوزستان به ترتیب ۱۰، ۵، ۱۰، ۱۷ و ۲۴ درصد طی سال‌های مورد مطالعه رشد داشته است بطوری که رشد بهره‌وری کل استان‌های برابر با ۱۳ درصد بوده است. بنابر این میتوان گفت که بهره‌وری کل عوامل تولید در طول سال‌های مورد مطالعه در تمام استان‌ها افزایش یافته است که عمده این رشد ناشی از تغییرات تکنولوژی بوده است.

نتیجه‌گیری

رشد و توسعه اقتصادی در جوامع مختلف نهفته در نرخ رشد بهره‌وری آنها است. برای دستیابی به آینده‌ی بهتر باید رشد بهره‌وری را همواره دنبال نمود. برنج جایگاه ویژه‌ای در تغذیه خانوارهای ایرانی دارد لذا تولید و افزایش بهره‌وری عوامل تولید این محصول از اهمیت بسزایی برخوردار است. یکی از بهترین راه‌های افزایش تولید این محصول، ارتقای بهره‌وری کل عوامل تولید و بهبود مولفه‌های اثرگذار بر آن می‌باشد، بنابراین نتایج مطالعه حاضر و نیز مطالعات مشابه می‌تواند به عنوان الگویی در برنامه‌ریزی و مدیریت بهره‌وری کل عوامل در بخش کشاورزی مورد توجه برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران بخش قرار گیرد. در این تحقیق به منظور محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید برنج در استان‌های عمده تولیدکننده از جمله مازندران، گیلان، گلستان، فارس و خوزستان در طی دوره ۲۱ ساله (۱۳۷۹-۱۳۹۹) از روش شاخص مالم کوئیست استفاده شد. در هر استان رشد بهره‌وری کل عوامل تولید به اجزای آن تفکیک گردید و تغییرات کارایی، تغییر تکنولوژی و تغییر مقیاس مورد ارزیابی قرار گرفتند. بدین منظور از سه نهاده‌ی قیمت‌های نیروی کار، کود حیوانی، کود شیمیایی، مقدار محصول و تکنولوژی جهت محاسبه شاخص مالم کوئیست برای محصول برنج استفاده شد. نتایج نشان داد که رشد بهره‌وری کل عوامل طی سال‌های مورد بررسی در کل استان‌ها افزایش پیدا کرده است و تغییر تکنولوژی مهم‌ترین عامل اثرگذار بر آن شناخته شد. با عنایت به نتایج تحقیق، به منظور بهبود بهره‌وری در تولید محصول برنج در استان‌های عمده‌ی تولیدکننده پیشنهاد می‌گردد، از آنجایی که تغییر تکنولوژی تاثیر مثبت بر بهره‌وری عوامل تولید برنج دارد لذا توجه به تکنولوژی‌های جدید از جمله ماشین‌آلات جدید، بذر اصلاح شده و کاربرد مکمل‌های غذایی در مزارع توصیه می‌شود. آموزش کشاورزان جهت آگاهی بیشتر نسبت به شیوه‌های جدید کشت، مدیریت مزرعه و نهاده‌ها و استفاده از دانش‌های نوین از جمله راه‌های ترویج علوم و فنون جدید جهت بالابردن بهره‌وری می‌باشد که باید به آن پرداخته



شود چراکه بکارگیری تکنولوژی نه تنها باعث افزایش بهره‌وری تولیدات می‌گردد بلکه موجب گسترش اطلاعات کشاورزی و افزایش توانایی کشاورزان برای انجام بهتر فعالیت‌های کشاورزی آنها می‌گردد.

منابع

- Ansari, V., Tahmasbinejad, A. and Salami, H. (2017).** Analysis of the productivity of production factors in Iran's agricultural sector in the framework of data-output model, *Agricultural Economics*, 1: 103-73. (In Persian)
- Berg, S. A., Førsund, F. R. and Jansen, E. S. (1992).** Malmquist indices of productivity growth during the deregulation of norwegian banking, 1980-89, *The Scandinavian Journal of Economics*. 94: 211-228.
- Bragagnolo, C., Spolador, H. F. and Barros, G. S. C. (2010).** Regional Brazilian agriculture TFP analysis: A stochastic frontier analysis approach, *Revista Economia*, 4: 217-242.
- Coelli, T. J. and Rao, D. P. (2003).** Total factor productivity growth in agriculture: A Malmquist index analysis of 93 countries, 1980–2000, *Agricultural Economics*. 32: 115-134.
- Coelli, T. J., Rao, D. S. P., O'Donnell, C. J. and Battese, G. E. (2005).** An introduction to efficiency and productivity analysis, springer science & business media.
- Dashti, G., Alefi, K., Ghahremanzadeh, M. and Hayati, B. (2015).** Technological changes, scale effects and total factor productivity growth of cotton in Iran, *Agricultural Economics and Development*, 23(1): 185-202. (In Persian)
- Djoumessi, Y. F. (2022).** New trend of agricultural productivity growth in Sub-Saharan Africa, *Scientific African*, 18: e01410.
- Duernecker, G. and Sanchez-Martinez, M. (2023).** Structural change and productivity growth in Europe past, present and future, *European Economic Review*. 151, 104329.
- Farrell, M. J. (1957).** The measurement of productive efficiency, *Journal of the Royal Statistical Society Series A: Statistics in Society*. 3: 253-281.
- Food and Agricultural Organization (FAO). (2017-23).** <www.fao.org>.
- Houedjofonon, E. M., Adjovi, N. R. A., Chogou, S. K., Honfoga, B., Mensah, G. A. and Khoshroo, A., Izadikhah, M. and Emrouznejad, A. (2022).** Total factor energy productivity considering undesirable pollutant outputs: A new double frontier based Malmquist productivity index, *Energy*. 258: 124819.
- Kohansal, M. (2014).** Investigation of technological change and scale economies of irrigated wheat production in Khorasan Razavi province, *Agricultural Economics and Development*, 1: 87-105. (In Persian)
- Koiry, S. and Huang, W. (2023).** Do ecological protection approaches affect total factor productivity change of cropland production in Sweden?, *Ecological Economics*. 209: 107829.

Li, N., Jiang, Y., Yu, Z. and Shang, L. (2017). Analysis of agriculture total-factor energy efficiency in China based on DEA and Malmquist index, *Energy Procedia*. 142: 2397-2402.

Lu, X. and Xu, C. (2019). The difference and convergence of total factor productivity of inter-provincial water resources in China based on three-stage DEA-Malmquist index model, *Sustainable Computing: Informatics and Systems*. 22: 75-83.

Ludena, C. E. (2010). Agricultural productivity growth, efficiency change and technical progress in Latin America and the Caribbean.

Ministry of Jihad Agriculture. (2022). Statistics yearbook of the agricultural sector for the years 2010-2020.

Mitropoulos, P. (2022). A metafrontier global Malmquist framework for hospitals productivity and quality measurement: evidence from the greek economic recession, *Euroup Journal on Decision Processes*. 10: 100018.

Mohammad Rezazadeh, N., Karbasi, A. and Pourmoghadam, A. (2013). Analysis of the productivity growth of the total factors of agricultural production in Iran, *Proceedings of the 8th Biennial Conference on Agricultural Economics of Iran*, Shiraz. (In Persian)

O'Donnell, C.J. (2010). Measuring and decomposing agricultural productivity and profitability change. *Australian Journal Agriculture Resources Economic*, 4:527-60.

Pechrová, M. and Medonos, T. (2016). Total factor productivity change in the Czech poultry sector, *The 10th International Days of Statistics and Economics*, Prague.

Qasim Qazi, A. Q. and Yulin, Z. (2012). Productivity measurement of hi-tech industry of China Malmquist productivity index-DEA approach, *procedia economics and finance*. 1:330-336.

Raei, S. S., Moradi, E. and Akbari, A. (2021). Decomposition of total factors productivity growth of wheat in Fars province: application of spatial-stochastic frontier analysis, *Agricultural Economics*. 4:57-86. (In Persian)

Rezapoor, S., Mortazavi, S. A. and Mojaverian, S. M. (2011). The study of main factors in productivity growth of paddy producer provinces in Iran, *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*. 4: 467-479 .(In Persian)

Tahami Pour, M., Saleh, I. and Nemati, M. (2014). Measure and decompose total factor productivity growth in varieties of Rice in Iran, *Applied Field Crops Research*. 27:96-104. (In Persian)

Vahidi, J., Dashti, Q. and Sa'i, F. (2022). Analysis of productivity growth of production factors, technical efficiency and technology change in Iran's Broiler industry, *Animal Science Research (Agricultural science)*. 2: 63-74. (In Persian)

Yang, Y., Yuan, Y., Zhang, X. and Li, S. (2016). A decade trend of total factor productivity of key state-owned forestry enterprises in China, *Forests*, 97: 1-12.

Zheng, Z. (2021). Energy efficiency evaluation model based on DEA-SBM-Malmquist index, *Energy Reports*. 7: 397-409.