The Journal of PLANNING & BUDGETING
Indexed In ISC
Vol. 25 | No. 3 | Autumn 2020
PP 145-166 | ISSN: 2251-9092

Productivity and Efficiency of Meadow Mushroom Cultivation in Selected Provinces of the Country: Data Envelopment Analysis Approach

Erfaneh Rasekh Jahromi[1] | rasekh83@pnu.ac.ir
Samaneh Norani Azad[2] | noraniazad@pnu.ac.ir

Abstract The main purpose of this article is to evaluate the productivity and efficiency in meadow mushroom cultivation industry. To achieve this goal, by using the growth of total factors productivity in meadow mushroom farms in the six selected (Fars, Qazvin, Tehran, Alborz, Khorasan Razavi and Esfahan) provinces this has been calculated using the Malmquist index and data envelopment analysis (DEA) method for the period 2008-2018. By dividing the index into two effects of change in technology and change in technical efficiency, this study evaluates the total productivity of production factors. Moreover, this study attempts to evaluate the progress and recession rates of productivity. The results indicated that Isfahan province has the highest productivity of 15.8% Per year (positive growth) and Alborz province was facing a decrease in productivity of 1.6% per year (negative growth). On the other hand, the ratio of technological changes to productivity was more than the ratio of efficiency to productivity. So, to increase meadow mushroom productivity, it is necessary to improve technical efficiency and scale efficiency. In order to achieve these important goals, the present study provides some executive and research suggestions.

Keywords: Productivity, Efficiency, Malmquist Index, Data Envelopment Analysis, Meadow Mushroom Cultivation Industry.

JEL Classification: Q12, C31, Q16.

1. Faculty Member, Department of Economics, Payame Noor University, Tehran, Iran. (Corresponding Author).
2. Assistant Professor, Department of Economics, Payame Noor University, Tehran, Iran.

ارزیابی بهره‌وری و کارایی پرورش قارچ خوراکی استان‌های منتخب کشور: رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها

عرفانه راسخ جهرمی | rasekh83@pnu.ac.ir
مربی، گروه اقتصاد، دانشگاه پیام‌نور، تهران، ایران (نویسنده مسئول).
سمانه نورانی آزاد | noraniazad@pnu.ac.ir
استادیار، گروه اقتصاد، دانشگاه پیام‌نور، تهران، ایران.

مقاله پژوهشی
دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۱۴ | پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۳

چکیده: هدف محوری این پژوهش، ارزیابی بهره‌وری و کارایی صنعت پرورش قارچ خوراکی است. برای تحقق این هدف، با بکارگیری شاخص مالم‌کوئیست و با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در صنعت قارچ خوراکی شش استان منتخب (فارس، قزوین، تهران، البرز، خراسان رضوی، و اصفهان) در بازه زمانی ۱۳۹۷-۱۳۸۸ محاسبه می‌شود. این پژوهش با تجزیهٔ شاخص به دو اثر تغییر در فناوری و تغییر در کارایی فنی، بهره‌وری کل عوامل تولید را مورد سنجش و ارزیابی قرار می‌دهد. نتایج پژوهش بیانگر آن است که استان اصفهان بالاترین بهره‌وری را به میزان ۱۵/۸ درصد در سال (رشد مثبت) دارد و استان البرز با کاهش بهره‌وری ۱/۶ درصدی در سال (رشد منفی) مواجه است. با گذشت زمان، نوسان‌هایی در بهره‌وری کل عوامل تولید مشاهده می‌شود، به‌طوری که اثر تغییرهای فناوری بر بهره‌وری بیش‌تر از تغییرهای کارایی فنی است. از این‌رو، برای افزایش بهره‌وری لازم است کارایی فنی و کارایی مقیاس بهبود یابد که در راستای رسیدن به این مهم، پژوهش حاضر دارای پیشنهادهای اجرایی و پژوهشی است.

کلیدواژه‌ها: بهره‌وری، کارایی، شاخص مالم‌کوئیست، DEA، صنعت قارچ خوراکی
طبقه‌بندی JEL: Q12, C31, Q16.

فصلنامه علمی - پژوهشی برنامه‌ریزی و بودجه
شاپا (چاپی) ۹۰۹۲-۲۲۵۱ | نمایه در ISC
سال بیست و پنجم | شماره ۳ | پاییز ۱۳۹۹ | ص‌ص ۱۶۶-۱۴۵

مقدمه

بخش کشاورزی به عنوان منبع اصلی درآمد بیش‌تر کشورهای جهان در مجموعه فعالیت‌های اقتصادی از اهمیت کلیدی برخوردار است. از این‌رو، سرمایه‌گذاری صنعت فرآوری محصولات غذایی یکی از مهم‌ترین گروه‌های صنعتی کشورهای درحال‌توسعه است که نقش مهمی در توسعه اقتصادی این کشورها بازی می‌کند. در این صنایع به دلیل ارزبری کم‌تر، نیروی کار ارزان‌تر، و سرمایه کم‌تر موجب چند برابر شدن ارزش‌افزوده محصولات کشاورزی می‌شود و برای کشورهای صادرکننده ارزش صادرات را افزایش می‌دهد، که این امر یک مزیت در تجارت بین‌الملل محسوب می‌شود. از آن‌جایی که این صنایع نقش اساسی در تامین زنجیره مواد غذایی و نیازهای مردم جامعه دارند، جزو بخش‌های اولویت‌دار هر کشور محسوب می‌شوند (Tombe, 2015). در سال‌های اخیر در بین مواد و محصولات غذایی، قارچ یکی از محصولاتی است که توجه زیادی به آن می‌شود و در سطح جهانی محبوبیت چشمگیری دارد (www.fao.org). ازجمله دلایل رشد تجارت این محصول در بازارهای جهانی می‌توان به افزایش آگاهی‌های مردم جهان نسبت به مزایای بهداشتی و سلامتی این محصول و گرایش به سمت مصرف غذاهای ارگانیک اشاره کرد (Banasik *et al.*, 2017). نکته قابل‌توجه در مورد پرورش قارچ خوراکی این است که برای تولید این محصول و فراهم نمودن بستر کشت آن از ضایعات و پسماند کشاورزی نظیر گندم به عنوان مواد اولیه استفاده می‌شود که این مواد در داخل کشور به‌وفور وجود دارد. بسیاری از ضایعات گندم در سال‌های پیشین توسط کشاورزان سوزانده می‌شد که آثار منفی بر محیط‌زیست و خاک کشاورزی داشت. امروزه کاه و کلش گندم به عنوان یک منبع درآمد جانبی برای گندم‌کاران است، زیرا کاه و کلش گندم توسط واحدهای تولید به عنوان بستر کشت قارچ خوراکی از کشاورزان خریداری می‌شود و برای تولید قارچ خوراکی مصرف می‌گردد. علاوه بر این مورد، پسماند حاصل از قارچ که سرشار از مواد غذایی است، برای خاک بسیار سودمند است و جایگزین بسیار خوبی برای کودهای حیوانی است. ضمن این‌که برخلاف کودهای حیوانی عاری از آلودگی است. به‌طور کلی، حدود ۹۸ درصد مواد اولیه تولید قارچ خوراکی[1] در کشور تولید می‌شود. کشت و پرورش قارچ خوراکی در کشور دارای مزایای متعددی است، برخی از مهم‌ترین این مزایا می‌توان به اشتغال‌زایی، تولید طبقاتی، و استفاده از کم‌ترین زمین، محیط کنترل‌شده، و کاهش خسارت ناشی از شرایط اقلیمی تولید در تمام فصول با میزان مصرف آب کم در واحد تولید، بهره‌گیری از ضایعات

۱. نیاز به یادآوری است که در این پژوهش، منظور از کشت و پرورش قارچ خوراکی، قارچ دکمه‌ای است که ۸۵ درصد تولید قارچ کشور را به خود اختصاص می‌دهد و جزو مهم‌ترین قارچ‌های خوراکی دنیا محسوب می‌شود.

و پسماندهای کشاورزی به عنوان مواد اولیه، و نبود نیاز به واردات نهاده‌ها از خارج کشور و جلوگیری از خروج ارز اشاره کرد (سعیدی و همکاران، ۱۳۸۶). طبق آمار فائو[1] (۲۰۱۹)، صنعت تولید قارچ خوراکی ایران در بین کشورهای جهان رتبه ششم و در بین کشورهای خاورمیانه رتبه اول را داراست. همچنین، سهم بازاری ایران در تولید جهانی صنعت قارچ خوراکی ۱/۶۷ درصد است (www.fao.org). در ایران سه هزار واحد بزرگ و کوچک اقتصادی فعال به تولید سالانه ۱۸۰ هزار تن قارچ خوراکی مشغول هستند. از این مقدار، ۱۳۰ هزار تن مربوط به شش استان منتخب (فارس، قزوین، تهران، البرز، خراسان رضوی، و اصفهان) است که حدود ۷۲ درصد از کل تولید کشور را به خود اختصاص می‌دهند (آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی[2]، ۱۳۹۸).

در بررسی ادبیات و پژوهش‌های پیشین، در مورد محصولات باغی و کشاورزی ملاحظه می‌شود که هرچند در زمینه بهره‌وری و انواع کارایی به روش‌های پارامتریک و غیرپارامتریک پژوهش‌هایی انجام شد، در خصوص قارچ خوراکی می‌توان اذعان کرد که با وجود اهمیت تولید قارچ خوراکی به عنوان ماده غذایی ارزشدار (جایگزین گوشت حیوانی) و همچنین، به دلیل استفاده از ضایعات کشاورزی و صنعتی در تولید آن و ایجاد پسماندهای گیاهی سرشار از مواد مغذی، هرچند پژوهش‌های اندکی در زمینه سودآوری واحدهای تولیدی قارچ خوراکی انجام شده، اما به صورت جزئی و دقیق به مسئله بهره‌وری کل عوامل تولید و انواع کارایی این محصول پرداخته نشده است. از این‌رو، با توجه به این‌که یکی از اهداف برنامه توسعه کشور افزایش بهره‌وری از راه سرمایه‌گذاری و بهبود کیفیت صنعت قارچ خوراکی است، پژوهش حاضر درصدد ارزیابی بهره‌وری و کارایی به روش غیرپارامتریک تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)[3] در این صنعت است تا به این پرسش پاسخ دهد که میزان کارایی فنی، تغییرهای فناوری، و کارایی مقیاس در این زیربخش به چه اندازه است؟ بدین منظور، از داده‌های آماری وزارت جهاد کشاورزی مربوط به شش استان برتر کشور در تولید قارچ در سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۸۸ استفاده می‌شود تا ضمن اندازه‌گیری شاخص مالم‌کوئیست[4] میزان کارایی فنی، تغییرهای فناوری، و کارایی مقیاس در بازه زمانی ده‌ساله پوشش داده شود و مورد سنجش و ارزیابی قرار گیرد.

در ادامه، ادبیات پژوهش شامل مبانی نظری روش ارزیابی بهره‌وری با استفاده از شاخص مالم‌کوئیست به بحث گذاشته می‌شود و سپس پژوهش‌های انجام‌شده در داخل و خارج کشور مرور

1. http://www.fao.org
2. https://www.maj.ir/Dorsapax/userfiles/Sub65/amarnamehj2-1398-site.pdf
3. Data Envelopment Analysis (DEA)
4. Malmquist

می‌شود. در بخش سوم پژوهش، به روش‌شناسی و معرفی مدل، و تجزیه‌وتحلیل نتایج پرداخته می‌شود و با بهره‌گیری از روش تحلیل پوششی داده‌ها، ضمن ارزیابی بهره‌وری صنعت پرورش قارچ خوراکی در شش استان کشور، این بخش مورد بررسی قرار می‌گیرد. و در نهایت، در بخش پایانی به جمع‌بندی و ارائه راهکارهای عملی برای بهبود بهره‌وری پرداخته می‌شود.

مبانی نظری پژوهش

با توجه به این‌که پژوهش حاضر درصدد سنجش کارایی و بهره‌وری عوامل تولید در صنعت تولید قارچ است، ضروری است که با توجه به ماموریت پژوهش دو مفهوم کارایی و بهره‌وری، و نحوه ارتباط آن‌ها از بُعد نظری پرداخته شود و تنها اندازه‌گیری شاخص مالم‌کوئیست و روش تحلیل پوشش داده‌ها به بحث گذاشته شود. واژه بهره‌وری[1] به معنای قدرت تولید و مولد بودن است و معیاری است که بیانگر نحوه ترکیب و بکارگیری عوامل تولید در راستای تحقق اهداف تعیین‌شده بنگاه است، به‌طوری که بیش‌ترین بازده و کم‌ترین هزینه به‌دست آید. در بحث بهره‌وری بسته به این‌که یک یا چند عامل در فرایند تولید مد نظر باشد، دو گروه بهره‌وری جزئی[2] و کلی[3] وجود دارد. در بهره‌وری جزئی تنها یک عامل در فرایند تولید دخیل است، در حالی که بهره‌وری کل عبارت است از نسبت ستاده (ارزش‌افزوده واقعی) به میانگین وزنی نهاده‌ها، که این وزن‌ها منعکس‌کننده سهم هر یک از نهاده‌ها از کل هزینه تولید است (Krugman, 1994). از سوی دیگر، کارایی مفهومی است که به نحوه بکارگیری منابع، استفاده از آن، و اتلاف نکردن منابع اشاره دارد. به عبارت دیگر، کارایی نسبت بازدهی واقعی به بازدهی مورد انتظار است. فارل[4] (۱۹۵۷)، سه نوع کارایی فنی[5]، تخصیصی[6]، و اقتصادی[7] را معرفی می‌کند. در کارایی فنی، چگونگی تبدیل نهاده‌ها به محصولات مطرح است و با ساختار فناوری ارتباط دارد. به عبارت دیگر، در بحث کارایی فنی اگر محور بحث بر تغییر میزان تولید متمرکز باشد، به آن کارایی ستاده‌مدار[8] می‌گویند، و در صورتی که با توجه به سطح ثابت محصول از یک یا چند عامل تولید

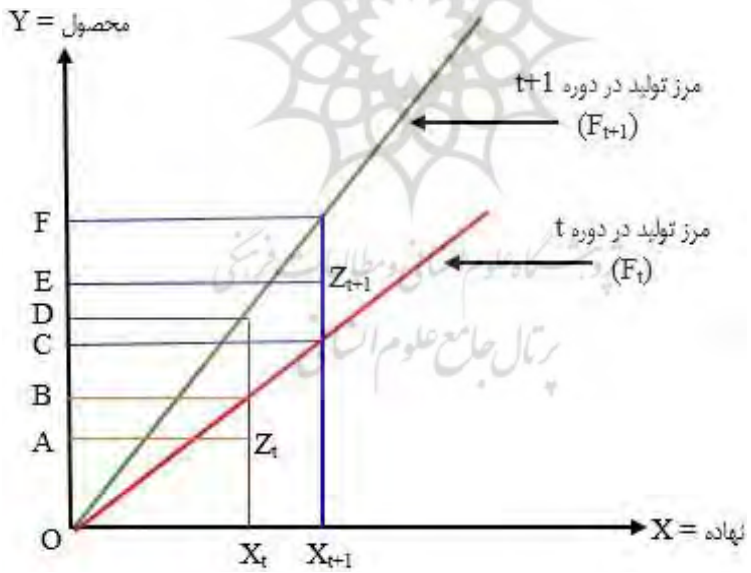
1. Productivity
2. Partial Factor Productivity
3. Total Factor Productivity
4. Farrell
5. Technical Efficiency
6. Allocative
7. Economic
8. Output Oriented

کم‌تر استفاده شود، به آن کارایی نهاده‌مدار[1] گفته می‌شود. کارایی فنی ارتباطی با قیمت عوامل ندارد و در مواردی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد که نتوان قیمت عوامل را به‌درستی ارزشگذاری کرد. کارایی تخصیصی، توانایی یک واحد اقتصادی در استفاده از ترکیب بهینه عوامل با توجه به قیمت‌های آن‌هاست. کارایی اقتصادی، از حاصل‌ضرب کارایی فنی و تخصیصی به‌دست می‌آید و به توانایی واحد اقتصادی در به‌دست آوردن سود بیشینه با توجه به قیمت و سطح نهاده‌ها اشاره دارد. بنابراین، به‌طور کلی به واسطه بهره‌وری می‌توان به مقایسه کارایی یک بنگاه در دو زمان متفاوت یا مقایسه کارایی دو بنگاه نسبت به یکدیگر در یک زمان پرداخت. در ادبیات اقتصادی بهره‌وری و کارایی به دو روش پارامتریک و غیرپارامتریک قابل سنجش و ارزیابی است. در روش غیرپارامتریک که یکی از روش‌های متداول و کاربردی، و روش برگزیدهٔ موسسه‌های تولیدکننده آمارهای رسمی شناخته می‌شوند، به‌طور معمول از شاخص‌هایی مانند شاخص ابتدایی سولو[2]، شاخص کندریک[3]، شاخص تورنکویست‌تیل[4]، و شاخص مالم‌کوئیست برای سنجش میزان بهره‌وری عوامل و کارایی در اقتصاد یا در هر بخش استفاده می‌شود.

فار و همکاران[5] (۱۹۹۴)، نشان می‌دهند که می‌توان با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها شاخصی از بهره‌وری کل عوامل تولید به‌دست آورد که به آن شاخص مالم‌کوئیست گفته می‌شود. در ابتدا مبنای این شاخص بر اساس بازده ثابت به مقیاس تولید است، تا این‌که این شاخص با فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس تولید ارائه می‌شود و مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این شاخص، برخلاف دیگر شاخص‌های مهم سنجش بهره‌وری عوامل تولید، نظیر تورنکویست تیل، نیازی به داشتن قیمت نهاده‌ها و ستاده‌ها نیست. همچنین، در این شاخص تغییرهای کل بهره‌وری عوامل تولید به دو مولفه تغییر فناوری و تغییر در کارایی فنی تفکیک‌پذیر است. از طرفی، در استفاده از شاخص مالم‌کوئیست که روش غیرپارامتریک ارزیابی بهره‌وری نامیده می‌شود، از یک عدد شاخص با برنامه‌ریزی ریاضی برای تعیین مرز تولید استفاده می‌شود. در این روش، که بر پایه تابع فاصله بنا می‌شود، با بهره‌گیری از روش تحلیل پوششی داده‌ها میزان بهره‌وری کل عوامل تولید محاسبه می‌گردد. از مزایای این شاخص آن است که: بر اساس مقادیر داده‌ها ساخته می‌شود و نیازی به آمار و اطلاعات قیمت‌ها در محاسبه آن نیست؛ این روش برای حالتی مناسب است که در آن فناوری تولید

1. Input Oriented
2. Solow›s Elementary Index
3. Kendrick Index
4. Tornqvist-Teal Index
5. Färe *et al.*

پیچیده است (چند ستاده و چند نهاده)؛ در آن نیازی به رفتار بیشینه‌سازی منفعت وجود ندارد؛ و این روش علاوه بر فرضیه آزادی وجود امکانات، این اجازه را می‌دهد که تمامی مشاهده‌های مرتبط به واحدهای کارا توسط بخش‌های مختلف منحنی با هم مرتبط شوند. این شاخص نیازی به برآوردهای اقتصادسنجی ندارد، در نتیجه محدودیت‌های تکنیکی و آماری وجود ندارد که به‌طور معمول در این روش‌ها بروز می‌کند. در حالی که در روش پارامتریک مرز کارایی تولید با استفاده از تکنیک‌های اقتصادسنجی و تابع تولید و هزینه برآورد مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. بنابراین، با توجه به ویژگی‌های یادشده، شاخص مالم‌کوئیست در پژوهش حاضر برای اندازه‌گیری بهره‌وری کل عوامل تولید مورد استفاده قرار می‌گیرد. در واقع، این شاخص (M) می‌تواند ضمن اندازه‌گیری تغییرهای بهره‌وری کل عوامل، تغییرهای کارایی E (که توسط نزدیکی یا دوری از مرز تولید در دوره t نمایش داده می‌شود)، را از تغییرهای فناوری A (که توسط جابه‌جایی مرز تولید در دوره t+1 اندازه‌گیری می‌شود) متمایز کند. این مفهوم در شکل (۱) نمایش داده می‌شود.



شکل ۱: تغییرهای بهره‌روی با گذشت زمان (Färe *et al.*, 1994)

شکل (۱)، بیانگر یک واحد تولیدی است که در شرایط بازدهی ثابت نسبت به مقیاس، یک واحد محصول توسط یک نهاده تولید می‌کند. بنابراین، تابع تولید در زمان t توسط تابع F^t تشریح می‌شود. در حالی که در دوره بعدی، بر اثر پیشرفت فناوری این تابع جابه‌جا می‌شود و به F_{t+1} تبدیل می‌گردد. از طرفی، به دلیل آن‌که به‌طور معمول کارایی بیشینه به‌دست نمی‌آید، تولید اولیه توسط نقطه Z_t و در تولید دوره دوم توسط Z_{t+1} نمایش داده می‌شود. در این واحد تولیدی، بهره‌وری بخش تولید بین زمان t و $t+1$ افزایش می‌یابد. زیرا این واحد تولیدی، منابع کم‌تری برای هر واحد تولید نسبت به دوره پیش استفاده می‌کند. حال اگر دو مولفه A_t و E_t که به‌ترتیب بیانگر پیشرفت فناوری و کارایی فنی در دوره t هستند، در دوره t+1 به صورت A_{t+1} و E_{t+1} در نظرگرفته شود، در این صورت عامل افزایش کارایی فنی و پیشرفت فناوری به‌ترتیب $e=E_{t+1}/E_t$ و $a=A_{t+1}/A_t$ هستند. از این‌رو، می‌توان عامل افزایش بهره‌وری کل عوامل را به صورت رابطه (۱) تعریف نمود که حاصل دو مولفه تغییرهای کارایی فنی و پیشرفت فناوری است.

$$PTF=e\times a \qquad (۱)$$

حال اگر در رابطه (۱)، a و e بالاتر از (کم‌تر از) یک باشند، این امر به این معناست که بهبود (وخامت) فناوری یا کارایی نسبی وجود دارد و اگر حاصل‌ضرب این دو عامل بالاتر از (کم‌تر از) یک باشد، به معنای افزایش (کاهش) بهره‌وری کل عوامل تولید است. از طرفی، با توجه به این‌که کارایی فنی در دوره t و $t+1$ به‌ترتیب برابر با E_t=OA/OB و E_{t+1}=OE/OF هستند، می‌توان عامل افزایش کارایی فنی را از نسبت کارایی فنی دو دوره به صورت e=(OE/OF)/(OA/OB) به‌دست آورد. همچنین، میانگین هندسی پیشرفت فناوری خالص (ستاده‌مدار) اندازه‌گیری‌شده در دو دوره t و t+1 که به‌ترتیب برابر با A_t=OD/OB و A_{t+1}=OF/OC هستند، برابر $a=[(OA/OC)*(OD/OB)]^{1/2}$ است. بنابراین، ضریب افزایش بهره‌وری به صورت رابطه (۲) تعریف می‌شود.

$$M=\left[(OE/OF)/(OA/OB)\right]\times\left[(OA/OC).(OD/OB)\right]^{1/2} \qquad (۲)$$

از طرفی، برای تشریح شاخص مالم‌کوئیست (نهاده‌محور)، در محاسبه بهره‌وری عوامل تولید از اطلاعات داده‌ها استفاده می‌شود و نسبت مسافت هر مجموعه از داده‌ها در مقایسه با فناوری مشترک به صورت رابطه (۳) استفاده می‌شود.

$$M_{it}=\frac{D_i^t\left(x_i^{t+1},y_i^{t+1}\right)}{D_i^t\left(x_i^t,y_i^t\right)} \qquad (۳)$$

اگر مرز مرجع F^t باشد، در رابطه (۳) تابع مسافت $D_i^t\left(x_i^{t+1},y_i^{t+1}\right)$ تغییرهای نهاده لازم نسبت به فناوری را در زمان t اندازه‌گیری می‌کند. همچنین، اگر مرز F^{t+1} مرجع باشد، خواهیم داشت:

$$M_i^{t+1} = \frac{D_i^{t+1}\left(x_i^{t+1}, y_i^{t+`}\right)}{D_i^{t+1}\left(x_i^{t}, y_i^{t}\right)} \qquad (۴)$$

به‌طوری که نماد $D_i^{t+1}\left(x_i^{t+1}, y_i^{t+1}\right)$ به تابع مسافت مشاهده‌ها در دوره t+1 تا فناوری دوره t اشاره دارد. از طرفی، مقادیر بالاتر از یک برای M_i نشان‌دهنده وجود رشد بهره‌وری عوامل تولید و مقادیر کم‌تر از یک نشان‌دهنده کاهش بهره‌وری کل عوامل تولید است. فار و همکاران (۱۹۹۸)، نشان می‌دهند که اگر فناوری به صورت خنثی هیکسی[1] باشد، دو شاخص مالم‌کوئیست بالا معادل هستند. در این صورت می‌توان تابع مسافت را به صورت $D_i^t\left(x^t, y^t\right) = A(t)D_i\left(x^t, y^t\right)$ نوشت. برای اجتناب از تحمیل دیگر قیود لازم برای کاربرد هر یک از دو فرمول (۳) و (۴)، اغلب شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید برحسب میانگین هندسی دو رابطه اشاره‌شده به صورت رابطه (۵) بیان می‌شود.

$$PTF_{i,t} = \left(M_i^t * M_i^{t+1}\right)^{\frac{1}{2}} \qquad (۵)$$

این شاخص مشابه با روابط (۳) و (۴) تفسیر می‌شود. یکی از اشکال‌های اساسی رابطه (۵) آن است که تغییر در رشد بهره‌وری کل عوامل تولید که از دو مولفه تغییر در فناوری تولید و کارایی فنی نشئت می‌گیرد، به صورت یک عدد نشان می‌دهد. بنابراین فار و همکاران (۱۹۹۴)، برای رفع این نقیصه رابطه رشد بهره‌وری عوامل تولید را به صورت رابطه (۶) نشان می‌دهند.

$$PTF_{i,t} = \underbrace{\frac{D_i^{t+1}\left(y^{t+1}, x^{t+1}\right)}{D_i^{t+1}\left(y^{t}, x^{t}\right)}}_{\Delta EEF_i} \underbrace{\left[\left(\frac{D_i^{t}\left(y^{t+1}, x^{t+1}\right)}{D_i^{t+1}\left(y^{t+1}, x^{t+1}\right)}\right)\left(\frac{D_i^{t}\left(y^{t}, x^{t}\right)}{D_i^{t+t}\left(y^{t+1}, x^{t+1}\right)}\right)\right]^{\frac{1}{2}}}_{\Delta Tech_i} \qquad (۶)$$

به‌طوری که اولین عبارت، تغییرهای میزان کارایی فنی ΔEFF_i و دومین عبارت، میزان تغییرهای پیشرفت فناوری را نشان می‌دهد. کولی و والدینگ[2] (۲۰۰۶)، برای محاسبه شاخص بهره‌وری مالم‌کوئیست که در رابطه (۶) تشریح شده است، با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها که روشی غیرپارامتریک است و از مدل برنامه‌ریزی خطی استفاده می‌کند، به برآورد چهار تابع مسافت در رابطه (۷) می‌پردازند.

$$D_i^t\left(y^t, x^t\right), D_i^{t+t}\left(y^{t+1}, x^{t+1}\right) D_i^t\left(y^{t+1}, x^{t+1}\right), D_i^{t+1}\left(y^{t+1}, x^{t+1}\right) \qquad (۷)$$

در واقع، در روش تحلیل پوششی داده‌ها که از الگوهای چارنز و همکاران[3] (۱۹۷۸) (ستاده‌مدار با بازدهی به مقیاس ثابت)، و الگوی بانکر و همکاران[4] (۱۹۸۴) (ستاده‌مدار با بازدهی به مقیاس متغیر)

1. Hicksian
2. Coelli & Walding
3. Charens *et al.*
4. Banker *et al.*

سرچشمه می‌گیرد، فرض می‌شود که N نهاده و M ستاده برای هر واحد تولیدی i وجود دارند. x_{ni} و y_{mi} بیانگر بردار نهاده‌ها و ستاده i امین واحد تولیدی است. در این صورت، مسئله برنامه‌ریزی خطی ریاضی با توجه به الگوی چارنز و همکاران (۱۹۷۸) به صورت رابطه (۸) است.

$$\left[D_i^t\left(y^t, x^t\right)\right]^{-1} = \max\ \theta_0 \qquad (۸)$$

با توجه به قیود

$$\theta_0 y^t_{m,i} \le \sum_{i=1}^{n} \lambda_i^t y^t_{m,i} \qquad m = 1,...,M$$

$$\sum_{i=1}^{n} \lambda^t_{i\,n,i} \le x^t_{n,i} \qquad n = 1,...,N$$

$$\lambda_i \ge 0 \qquad i = 1,...,n$$

در رابطه (۸)، θ یک اسکالر و λ یک بردار $i \times 1$ از مقادیر ثابت است. مقدار θ بیانگر امتیاز کارایی i امین واحد است، و اگر مقدار $\theta \le 1$ باشد، نشان‌دهنده مرز کارای فنی فارل (۱۹۵۷) است. در حالی که در الگوی بانکر و همکاران (۱۹۸۴)، قید محدب $\sum_{k=1}^{k} \lambda_k^t = 1$ به الگو اضافه می‌شود. به عبارت دیگر، در فرایند تولید با بازدهی ثابت نسبت به مقیاس فقط دو منبع رشد بهره‌وری، یعنی تغییرهای کارایی و فناوری وجود دارد. اما در فرایند تولید با بازدهی متغیر نسبت به مقیاس علاوه بر دو منبع بالا، اثرهای کارایی فنی خالص[1] و کارایی مقیاس[2] به عنوان منبع رشد بهره‌وری در نظرگرفته می‌شوند. بنابراین، کارایی فنی خالص به صورت رابطه (۹) است.

$$PTECH = \frac{D_{ov}^{t+1}\left(x_i^{t+1}, y_i^{t+1}\right)}{D_{ov}^{t}\left(x_i^{t}, y_i^{t}\right)} \qquad (۹)$$

همچنین، اثر کارایی مقیاس به صورت میانگین هندسی دو مقیاس کارایی با توجه به فناوری، زمان t و t+1 است.

$$SECH = \left(\frac{\dfrac{D_{ov}^{t+1}\left(x_i^{t+1}, y_i^{t+1}\right)}{D_{oc}^{t+1}\left(x_i^{t+1}, y_i^{t+1}\right)}}{\dfrac{D_{ov}^{t}\left(x_i^{t}, y_i^{t}\right)}{D_{oc}^{t}\left(x_i^{t}, y_i^{t}\right)}} * \frac{\dfrac{D_{ov}^{t+1}\left(x_i^{t}, y_i^{t}\right)}{D_{oc}^{t}\left(x_i^{t}, y_i^{t}\right)}}{\dfrac{D_{ov}^{t+1}\left(x_i^{t}, y_i^{t}\right)}{D_{oc}^{t}\left(x_i^{t}, y_i^{t}\right)}} \right)^{0.5} \qquad (۱۰)$$

که در آن اندیس V و C به‌ترتیب به بازدهی متغیر و ثابت نسبت به مقیاس اشاره دارد.

1. Pure Technology Efficiency
2. Scale Efficiency

پیشینه پژوهش

پژوهش‌های زیادی در داخل و خارج کشور در خصوص بررسی رشد بهره‌وری عوامل تولید در زیربخش‌های مختلف اقتصاد با استفاده از روش‌های پارامتریک و غیرپارامتریک انجام شده است. لی و همکاران[1] (۲۰۱۸)، به بررسی کارایی فنی در بخش کشاورزی چین می‌پردازند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان می‌دهد که کارایی فنی با حرکت از مناطق ساحلی به مناطق غیرساحلی در بخش کشاورزی کاهش می‌یابد و ارتباط قابل‌توجهی بین کارایی و موقعیت جغرافیایی وجود دارد. پرادهان[2] (۲۰۱۸)، با بررسی کارایی فنی در بخش کشاورزی هند به این نتیجه می‌رسد که نهاده‌های اصلی در بخش کشاورزی بیش از اندازه استفاده می‌شود و امکان کاهش مصرف نهاده‌های بذر و کود شیمیایی وجود دارد. چو و جانگ[3] (۲۰۱۷)، به بررسی روابط متقابل کارایی و اثربخشی مدیریتی، تحرک‌پذیری، و ایمنی جاده در آمریکا می‌پردازند. آن‌ها در پژوهش خود درمی‌یابند که میان عوامل موثر بر کارایی، اثربخشی مدیریتی بیش‌ترین اثرگذاری را بر کارایی دارد. همچنین، کارایی اثر مثبت و معناداری بر اثربخشی مدیریتی دارد، در حالی که بر وضعیت جاده اثر منفی می‌گذارد. تعداد اتومبیل، شرایط جاده‌ای، و ایمنی اثر منفی بر اثربخشی مدیریتی دارند و به کاهش آن منجر می‌شوند. آکامین و همکاران[4] (۲۰۱۷)، با تجزیه‌وتحلیل کارایی و بهره‌وری گیاهان دارویی در مناطق گرمسیری کامرون نشان می‌دهند که کشاورزان به دلیل افزایش اندازه مزرعه کارایی کم‌تری دارند و همچنین، دسترسی کشاورزان خرده‌مالک به کود و افزایش مشارکت زنان در کاشت سبزیجات مزایای زیادی در کارایی تولید سبزیجات در کامرون دارد. باران و گورسکا (۲۰۱۵)، در پژوهشی به ارزیابی بهره‌وری حمل‌ونقل دریایی کشورهای منتخب آسیا، اروپا، و آمریکا در سال ۲۰۱۲ می‌پردازند. آن‌ها در پژوهش خود درمی‌یابند که در بین ۱۸ پایانه دریایی مورد مطالعه، ۷ پایانه دارای بازدهی نسبت به مقیاس فزاینده، ۳ پایانه بازدهی کاهنده، و بقیه پایانه‌ها بازدهی ثابت نسبت به مقیاس دارند. همچنین، دو کشور هلند و هنگ‌کنگ دارای بالاترین نرخ رشد بهره‌وری هستند. یو و همکاران[5] (۲۰۱۵)، با بررسی الگوی مصرف نهاده‌ها در بخش کشاورزی کشور چین نشان می‌دهند که میانگین کارایی فنی در میان مناطق گوناگون تفاوت قابل‌توجهی دارد و داده‌های به‌دست‌آمده مقدار کاهش مورد انتظار را در مصرف

1. Li *et al.*
2. Pradhan
3. Choi & Jung
4. AKamin *et al.*
5. Yu *et al.*

نهاده‌های نیروی کار، مکانیزاسیون، کود شیمیایی، آفت‌کش، و آبیاری برای تولید ارزش ثابتی از محصول در راستای بهینه‌سازی مشخص می‌کند. آلرفایی و همکاران[1] (۲۰۱۵)، به تحلیل ظرفیت رشد و ارزیابی تغییرهای بهره‌وری در صنایع تولید پلاستیک کشور اردن می‌پردازند. نتایج بیانگر ناکارایی در این صنعت است. بنابراین، آن‌ها در جهت افزایش کارایی فنی آموزش درونی، گسترش فرایندهای عملیاتی موثر، و افزایش فرایندهای کیفی را ضروری می‌دانند. همچنین، آن‌ها نتیجه می‌گیرند که با بکارگیری فناوری جدید می‌توان تغییرهای فناوری و میزان بهره‌وری را افزایش داد. چو و همکاران (۲۰۱۵)، به بررسی رشد بهره‌وری در بخش‌های مختلف حمل‌ونقل آمریکا در سال‌های ۲۰۱۱-۲۰۰۴ می‌پردازند. نتایج پژوهش بیانگر رشد مثبت و معنادار بهره‌وری در تمامی سال‌ها به‌جز سال‌های ۲۰۰۷، ۲۰۰۸، و ۲۰۱۰ است که آمریکا با بحران مالی مواجه بود. همچنین، در بین زیربخش‌های حمل‌ونقل، حمل‌ونقل ریلی و دریایی بیش‌ترین بهره‌وری را در سال ۲۰۱۱ داشته است.

شهنوازی (۱۳۹۹)، با تعیین کارایی‌های فنی، تخصیصی، هزینه، و سود زراعت سیب‌زمینی و نهاده‌های مورد استفاده در تولید سیب‌زمینی در ایران نشان می‌دهد که امکان افزایش تولید از راه بهبود کارایی وجود دارد. سردار شهرکی و همکاران (۱۳۹۸)، با ارزیابی روند کارایی و بهره‌وری باغ‌های انگور منطقه سیستان در بازه زمانی ۱۳۹۵-۱۳۹۰ نشان می‌دهند که بهره‌برداران شهرستان زابل، هیرمند، و زهک در تولید انگور ناکارا هستند. همچنین، بیش‌ترین میانگین بهره‌وری برای شهرستان زهک در دوره اشاره‌شده است. در این پژوهش پیشنهاد می‌شود که برای افزایش کارایی و بهره‌وری محصول انگور در منطقه از فناوری جدید کشاورزی (یکپارچه‌سازی باغ‌ها و استفاده از آبیاری نوین) استفاده شود. نورانی آزاد و خدادادکاشی (۲۰۱۹)، به بررسی و ارزیابی کارایی و رشد بهره‌وری ۱۲ شرکت فعال در صنعت هوایی ایران در سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۹۰ می‌پردازند. در این پژوهش، بیش‌ترین ضریب نرخ رشد بهره‌وری مربوط به سال ۱۳۹۳ است و بیان می‌کنند که با افزایش سهم بازاری هر شرکت، ناکارایی در این صنعت کاهش می‌یابد. اوشنی (۱۳۹۷)، کارایی ۳۹ شرکت توزیع برق ایران را مورد بررسی قرار می‌دهد. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که شرکت‌های توزیع برق تبریز، تهران بزرگ، اهواز، خراسان شمالی، و سمنان دارای بهترین عملکرد از حیث کارایی هستند. عبدپور و همکاران (۱۳۹۶)، به تخمین کارایی فنی، مقیاسی، تخصیصی، و اقتصادی در واحدهای کشاورزی تولیدکننده خرما در شهرستان بم می‌پردازند. بررسی کثرت مصرف نهادهای مصرفی بیانگر این امر است که همه نهادهای تولیدی بیش‌تر از مقدار استفاده می‌شوند و بیش‌ترین اختلاف مصرف به‌ترتیب

1. Al-Refaie *et al*.

در نهادهای کود حیوانی، کود شیمیایی استفاده از ماشین‌آلات، و آب است. سراج‌الدین و همکاران (۱۳۹۵)، با بررسی کارایی مصرف آب آبیاری و کارایی نهاده‌ها در تولید نیشکر در شش شرکت کشت و صنعت در استان خوزستان به این نتیجه می‌رسند که مقدار کارایی مصرف آب و نهادها کاهشی است. نهاده‌های مصرفی در پژوهش مورد نظر آب، سم، کود، و نیروی کار است. کم‌ترین کارایی استفاده از آب آبیاری در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱ و کم‌ترین کارایی کل نهاده‌ها در سال زراعی ۱۳۸۵-۱۳۸۴ گزارش می‌شود. بر اساس یافته‌های این پژوهش، امکان تولید جاری با مصرف آب کم‌تر وجود دارد. سپهردوست و معصومی (۱۳۹۵)، بیان می‌کنند که میزان ناکارایی فنی در بخش حمل‌ونقل را می‌توان به عواملی از قبیل فرسودگی، محدود بودن ناوگان، و نبود توسعه میزان خطوط راه‌آهن کشور ایران نسبت داد که باعث اتلاف انرژی و وقت می‌شوند. سجادی‌فر و همکاران (۲۰۱۶)، با بررسی کارایی انرژی در ایران و ۱۸ کشور همجوار بیان می‌کنند که روند تغییرهای کارایی برای ایران و کشورهای مورد بررسی روند نزولی دارد و جایگاه ایران از نظر کارایی انرژی در مقایسه با سایر کشورها مطلوب نیست. خزاعی و همکاران (۱۳۹۴)، با بررسی بهره‌وری کل عوامل تولید گوجه‌فرنگی در استان‌های آذربایجان شرقی، بوشهر، کرمان، خوزستان، و فارس نشان می‌دهند که روند بهره‌وری کل عوامل تولید در استان‌های بوشهر و کرمان صعودی است، و در بقیه استان‌ها روند نزولی دارند. زرانژاد و همکاران (۱۳۹۱)، به ارزیابی کارایی فنی در صنایع کارخانه‌ای ایران در سطح کدهای چهاررقمی می‌پردازند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان می‌دهد که صنایع فعال در زمینه تولید محصولات اساسی مسی و تولید فرآورده‌های نفتی تصفیه‌شده از سطح کارایی فنی بالاتری در مقایسه با دیگر فعالیت‌های صنعتی برخوردار هستند. در مقابل، صنایع فعال در زمینه تولید آجر، آماده‌سازی، آرد کردن غلات، و حبوبات دارای پایین‌ترین میزان کارایی فنی هستند. همچنین، بررسی عوامل موثر بر کارایی صنایع کارخانه‌ای نشان می‌دهد که با وجود افزایش شدت انرژی و افزایش ناکارایی صنایع، افزایش اندازه صنایع کارخانه‌ای ایران سطح ناکارایی صنایع را کاهش نمی‌دهد و مالکیت دولتی صنایع کارخانه‌ای اثری بر سطح ناکارایی آن‌ها ندارد. زارع و همکاران (۱۳۸۷)، با ارزیابی رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در زراعت پنبه در ایران نشان می‌دهند که متوسطه رشد سالانه بهره‌وری کل عوامل تولید در زراعت پنبه ایران در کل مثبت ولی کم است.

روش‌شناسی پژوهش و معرفی مدل

با توجه به این‌که هدف محوری این پژوهش اندازه‌گیری تغییرهای بهره‌وری کل عوامل تولید

و مولفه‌های کارایی فنی، پیشرفت فنی، کارایی مدیریتی، و کارایی مقیاس با استفاده از شاخص مالم‌کوئیست (رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها) در صنعت قارچ خوراکی است، از این‌رو جامعه آماری پژوهش، استان‌های فعال در تولید قارچ خوراکی و نمونه مورد بررسی شش استان منتخب ایران شامل فارس، قزوین، تهران، البرز، خراسان رضوی، و اصفهان است. در این پژوهش، داده‌ها و اطلاعات از آمارنامه جهاد کشاورزی[1] و مرکز آمار ایران[2] در سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۸۸ است تا بتوان نسبت به اندازه‌گیری شاخص مالم‌کوئیست در چارچوب الگوی ستاده‌محور، شامل یک ستاده و چهار نهاده اقدام نمود. دلیل انتخاب استان‌های اشاره‌شده این است که بر اساس آمارها و داده‌های وزارت جهاد کشاورزی این استان‌ها به عنوان اصلی‌ترین استان‌های تولید و پرورش قارچ خوراکی شناخته می‌شوند. این استان‌ها بیش‌ترین مقدار تولید قارچ خوراکی را در کشور نسبت به سایر استان‌ها به خود اختصاص می‌دهند (حدود ۷۲ درصد).

از آن‌جا که در ادبیات اقتصادی برای سنجش بهره‌وری و انواع کارایی رویکردهای پارامتریک و غیرپارامتریک مختلفی وجود دارد، این پژوهش درصدد ارزیابی بهره‌وری و مولفه‌های کارایی به روش تحلیل پوششی داده‌هاست که از مسئله برنامه‌ریزی خطی نشئت می‌گیرد. در واقع فار و همکاران (۱۹۹۴)، برای اولین بار نشان می‌دهند که می‌توان با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها شاخصی از بهره‌وری به‌دست آورد که به آن شاخص مالم‌کوئیست گفته می‌شود. شایان اشاره است که در روش غیرپارامتریک نرخ بهره‌وری عوامل تولید از سه مولفه اساسی تغییرهای کارایی فنی، پیشرفت فنی، و کارایی مقیاس تشکیل می‌شود که در محاسبه آن‌ها تنها دسترسی به مقادیر نهاده و ستاده کفایت می‌کند. در این رویکرد، همان‌طور که در بخش مبانی نظری اشاره شد، برای محاسبه نرخ افزایش بهره‌وری عوامل تولید از دو مولفه تغییرهای کارایی فنی و پیشرفت فنی استفاده می‌شود.

$$PTF = e \times a \qquad (۱۱)$$

در رابطه (۱۲)، تغییرهای کارایی فنی اولین عبارت و میزان پیشرفت فنی دومین عبارت را نشان می‌دهد.

$$PTF_{i,t} = \underbrace{\frac{D_i^{t+1}\left(y^{t+1},x^{t+1}\right)}{D_i^{t+1}\left(y^{t},x^{t}\right)}}_{\Delta EEF_t} \underbrace{\left[\left(\frac{D_i^{t}\left(y^{t+1},x^{t+1}\right)}{D_i^{t+1}\left(y^{t+1},x^{t+1}\right)}\right)\left(\frac{D_i^{t}\left(y^{t},x^{t}\right)}{D_i^{t+t}\left(y^{t+1},x^{t+1}\right)}\right)\right]^{\frac{1}{2}}}_{\Delta Tech_t} \qquad (۱۲)$$

1. https://www.maj.ir
2. https://www.amar.org.ir

در این روش، ابتدا با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی غیرپارامتریک کولی و والدینگ (۲۰۰۶) چهار تابع مسافت به صورت رابطه (۱۳) محاسبه می‌شود:

$$D_i^{t+1}\left(y^{t+1},x^{t+1}\right)\ ،\ D_i^{t}\left(y^{t+1},x^{t+1}\right)\ D_i^{t+t}\left(y^{t+1},x^{t+1}\right)،\ D_i^{t}\left(y^{t},x^{t}\right) \qquad (۱۳)$$

همچنین، با بهره‌گیری از الگوهای چارنز و همکاران (۱۹۷۸) (ستاده‌مدار با بازدهی به مقیاس ثابت) و الگوی بانکر و همکاران (۱۹۸۴) (ستاده‌مدار با بازدهی به مقیاس متغیر) محاسبه کارایی فنی خالص و کارایی مقیاس با استفاده از رابطه (۴) انجام می‌شود.

$$\left[D_i^{t}\left(y^{t},x^{t}\right)\right]^{-1}=\max\ \theta_0 \qquad (۱۴)$$

با توجه به قیود

$$\theta_0 y^{t}_{m,i} \le \sum_{i=1}^{n}\lambda_i^{t} y^{t}_{m.i} \qquad \mathrm{m}=1,...,\mathrm{M}$$

$$\sum_{i=1}^{n}\lambda_{i\,n,i}^{\ t} \le x^{t}_{n.i} \qquad \mathrm{n}=1,...,\mathrm{N}$$

$$\lambda_i \ge 0 \qquad \mathrm{i}=1,...,\mathrm{n}$$

به‌طوری که در رابطه (۱۴) θ یک اسکالر و λ یک بردار $i\times1$ از مقادیر ثابت است. N بیانگر نهاده و M ستاده، برای هر واحد تولیدی i، x_{ni} و y_{mi} بیانگر بردار نهاده‌ها و ستاده i امین واحد تولیدی هستند. بنابراین، کارایی فنی خالص به صورت رابطه (۱۵) است.

$$PTECH=\frac{D_{ov}^{t+1}\left(x_i^{t+1},y_i^{t+1}\right)}{D_{ov}^{t}\left(x_i^{t},y_i^{t}\right)} \qquad (۱۵)$$

همچنین، اثر کارایی مقیاس به صورت میانگین هندسی دو مقیاس کارایی با توجه به فناوری، زمان t و t+1 است.

$$SECH=\left(\frac{\dfrac{D_{ov}^{t+1}\left(x_i^{t+1},y_i^{t+1}\right)}{D_{oc}^{t+1}\left(x_i^{t+1},y_i^{t+1}\right)}}{\dfrac{D_{ov}^{t}\left(x_i^{t},y_i^{t}\right)}{D_{oc}^{t}\left(x_i^{t},y_i^{t}\right)}}*\frac{\dfrac{D_{ov}^{t+1}\left(x_i^{t},y_i^{t}\right)}{D_{oc}^{t}\left(x_i^{t},y_i^{t}\right)}}{\dfrac{D_{ov}^{t+1}\left(x_i^{t},y_i^{t}\right)}{D_{oc}^{t}\left(x_i^{t},y_i^{t}\right)}}\right)^{0.5} \qquad (۱۶)$$

که در آن اندیس V و C به‌ترتیب به بازدهی متغیر و ثابت نسبت به مقیاس اشاره دارد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

تعریف عملیاتی متغیرهای پژوهش

- تعداد بهره‌بردار فعال (متغیر جانشین سرمایه[1]): منظور از تعداد بهره‌برداران فعال در هر استان همان تعداد واحدهای تولیدی هر استان است که در تولید قارچ خوراکی فعالیت دارند (www.amar.org.ir, 1396).

- تعداد افراد شاغل با حقوق و دستمزد (نیروی کار): شامل افراد اعم از کارگر یا کارمند می‌شود که برای واحد پرورش قارچ کار می‌کنند و در ازای کاری که انجام می‌دهند، مزد و حقوق معینی دریافت می‌کنند (www.amar.org.ir, 1396).

- سطح زیرِ کشت (برحسب متر مربع): منظور از سطح زیرِ کشت در پرورش قارچ خوراکی مساحت زیرِ کشت برحسب متر مربع است.

- کمپوست مصرفی (برحسب تن): کمپوست نوعی کود گیاهی است که ترکیبی از کاه، کلش گندم، و کود مرغی است، و به عنوان بستر کشت قارچ مورد استفاده قرار می‌گیرد. به‌طور متوسط از هر تن کمپوست می‌توان حدود ۱۵۰ تا ۳۰۰ کیلو قارچ به‌دست آورد (www.amar.org.ir, 1396).

- تولید قارچ خوراکی: منظور از تولید قارچ خوراکی مقدار قارچی است که برحسب تن برای هر استان در واحدهای تولیدی فعال تولید می‌شود.

تجزیه‌وتحلیل یافته‌های پژوهش

همان‌طور که بیان شد، برای برآورد از یک مدل ستاده‌مدار شامل یک ستاده (تولید قارچ خوراکی) و چهار نهاده (بهره‌بردار فعال، افراد شاغل با حقوق و دستمزد، سطح زیرِ کشت، و کمپوست مصرفی) در بازه زمانی ۱۳۹۷-۱۳۸۸ استفاده می‌شود که شش استان کشور (فارس، قزوین، تهران، البرز،

۱. اگرچه سرمایه یک نهاده مهم در تولید انبوه این محصول است، ولی داده‌های سرمایه مصرفی به تفکیک سال و استان برای این محصول در دسترس نیست. هرچند می‌توان از اجاره سرمایه و اجاره انتصابی به عنوان متغیر سرمایه استفاده کرد، ولی متاسفانه دسترسی به این اطلاعات ممکن نشد. بنابراین، به‌ناچار تصمیم بر این شد که به نمایندگی سرمایه از متغیر پروکسی (جایگزین) استفاده شود و این پروکسی چیزی جز تعداد واحدهای تولیدی فعال در پرورش قارچ خوراکی نیست. تعداد واحدهای تولیدی (بهره‌برداران) فعال همبستگی بالایی با متغیر سرمایه دارد، چرا که واحدهای تولیدی و بهره‌برداران با تجهیزات بیش‌تر موجودی سرمایه بالاتری دارند. بنابراین، نویسندگان پژوهش تلاش می‌کنند که از متغیر پروکسی تعداد بهره‌برداران (واحدهای تولیدی) فعال استفاده کنند تا متغیر سرمایه را پوشش دهند.

خراسان رضوی، و اصفهان) را پوشش می‌دهند. سپس، با توجه به داده‌ها نسبت به برآورد توابع مسافت و اندازه‌گیری بهره‌وری عوامل تولید اقدام می‌شود. نیاز به یادآوری است که برای محاسبه و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزار DEAP2 استفاده می‌شود.

جدول ۱: تغییرهای کارایی فنی، پیشرفت فنی، کارایی فنی خالص، کارایی مقیاس، و بهره‌وری کل عوامل تولید در سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۸۸

استان	تغییرهای کارایی فنی	تغییرهای پیشرفت فنی	تغییرهای کارایی مدیریتی	تغییرهای کارایی مقیاس	تغییرهای بهره‌وری کل عوامل تولید
فارس	۱/۰۰۰	۱/۰۰۲	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۲
خراسان رضوی	۱/۰۱۱	۱/۰۲۹	۱/۰۰۰	۱/۰۱۱	۱/۰۴۰
تهران	۰/۹۹۶	۱/۰۷۶	۰/۹۹۶	۱/۰۰۰	۱/۰۷۳
البرز	۱/۰۰۵	۰/۹۷۹	۱/۰۰۰	۱/۰۰۵	۰/۹۸۴
اصفهان	۰/۹۹۹	۱/۱۶۰	۱/۰۰۰	۰/۹۹۹	۱/۱۵۸
قزوین	۰/۹۹۲	۱/۱۱۳	۱/۰۰۰	۰/۹۹۲	۱/۱۰۴
میانگین	۱/۰۰۰	۱/۰۵۸	۰/۹۹۹	۱/۰۰۱	۱/۰۵۸

نتایج جدول (۱) نشان می‌دهد که مقدار کارایی فنی با گرایش نهاده‌مدار در دوره مورد مطالعه برای سه استان فارس، البرز، و اصفهان تقریباً برابر یک است. استان‌های تهران و قزوین کم‌تر از یک، و فقط استان خراسان رضوی کارایی فنی بیش‌تر از یک را تجربه می‌کنند. تغییرهای پیشرفت فنی (فناوری) در همه استان‌ها به‌جز استان البرز بیش‌تر از یک است. استان اصفهان با داشتن کارایی تقریباً ثابت (برابر یک) ۱۶ درصد افزایش در تغییرهای پیشرفت فنی بین استان‌های مورد بررسی بالاترین میزان بهره‌وری را در بازه زمانی مورد مطالعه تجربه می‌کند. استان البرز با داشتن کارایی تقریباً ثابت (برابر یک) به دلیل داشتن پیشرفت فنی کم‌تر از یک با کاهش بهره‌وری عوامل تولید ۱/۶ درصدی مواجه است.

جدول ۲: متوسط تغییرهای کارایی فنی، پیشرفت فنی، کارایی فنی خالص، کارایی مقیاس، و بهره‌وری کل عوامل تولید برای شش استان منتخب در سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۸۸

استان	تغییرهای کارایی فنی	تغییرهای پیشرفت فنی	تغییرهای کارایی مدیریتی	تغییرهای کارایی مقیاس	تغییرهای بهره‌وری کل عوامل تولید
۱۳۸۹	۰/۹۸۰	۱/۰۰۸	۰/۹۸۱	۰/۹۹۹	۰/۹۹۸
۱۳۹۰	۰/۹۷۲	۱/۱۲۱	۱/۰۰۴	۰/۹۶۷	۱/۰۸۹
۱۳۹۱	۰/۹۷۱	۱/۲۲۹	۰/۹۷۸	۰/۹۹۲	۱/۱۹۳
۱۳۹۲	۱/۰۸۹	۱/۰۲۹	۱/۰۳۷	۱/۰۵۰	۱/۱۲۰
۱۳۹۳	۱/۱۷	۰/۹۲۰	۰/۹۹۵	۱/۰۲۲	۰/۹۳۶
۱۳۹۴	۰/۹۰۲	۰/۹۸۳	۰/۹۴۸	۰/۹۵۲	۰/۸۸۷
۱۳۹۵	۱/۰۹۷	۰/۵۸۹	۱/۰۴۹	۱/۰۴۷	۰/۶۴۶
۱۳۹۶	۰/۳۷۲	۷/۷۳۹	۰/۹۳۱	۰/۴۰۰	۲/۸۸۰
۱۳۹۷	۲/۶۶۰	۰/۲۸۲	۱/۰۸۰	۲/۴۶۳	۰/۷۵۰
میانگین	۱/۰۰۰	۱/۰۵۸	۰/۹۹۹	۱/۰۰۱	۱/۰۵۸

نتایج جدول (۲) نشان می‌دهد که متوسط بهره‌وری کل عوامل تولید دوره مورد مطالعه با میانگین ۵/۸ درصدی مواجه است که این مهم ناشی از تغییر در پیشرفت فنی است. تغییر در فناوری بیش‌تر مربوط به سال‌های ۱۳۹۰، ۱۳۹۱، ۱۳۹۲، و ۱۳۹۶ و به‌ترتیب مربوط به استان‌های اصفهان، قزوین، تهران، و خراسان رضوی است. بیش‌ترین رشد بهره‌وری تولید مربوط به سال ۱۳۹۶ و کم‌ترین رشد بهره‌وری عوامل تولید مربوط به سال ۱۳۹۷ است. استان اصفهان با بالاترین رشد پیشرفت فنی بیش‌تر از ۱۰۰ درصد و استان البرز با کم‌ترین رشد پیشرفت فنی (منفی) ۲/۱ درصدی مواجه است.

جدول ۳: خلاصه نتایج درصد تغییر رشد بهره‌وری عوامل تولید و اجزای آن برای شش استان منتخب در سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۸۸

شرح	تغییرهای کارایی فنی	تغییرهای پیشرفت فنی	تغییرهای کارایی مدیریتی	تغییرهای کارایی مقیاس	تغییرهای بهره‌وری کل عوامل تولید
بیشینه	۱/۰۱۱	۱/۱۶۰	۱	۱/۰۱۱	۱/۱۷۳
کمینه	۰/۹۹۲	۰/۹۷۹	۰/۹۹۶	۰/۹۹۲	۰/۹۷۱
درصد استان‌های دارای تغییر مثبت	۱۶	۶۶	-	۱۶	۸۴
درصد استان‌های بدون تغییر	۵۰	۱۶	۷۵	۶۶	۱۶
درصد استان‌های دارای تغییر منفی	۳۰	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶

نتایج جدول (۳)، بیانگر این مطلب است که تغییرها در بهره‌وری عوامل تولید قارچ خوراکی ۸۴ درصد از استان‌های منتخب دارای رشدی مثبت، ۱۶ درصد دارای رشد منفی، و ۱۶ درصد بدون تغییر است.

بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با استفاده از شاخص بهره‌وری مالم‌کوئیست و روش تحلیل پوششی داده‌ها به بررسی تغییرهای بهره‌وری عوامل تولید کل و وضعیت کارایی در صنعت قارچ خوراکی شش استان منتخب کشور شامل فارس، قزوین، تهران، البرز، خراسان رضوی، و اصفهان در سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۸۸ می‌پردازد. از نتایج پژوهش، تشخیص روند تغییرهای بهره‌وری عوامل تولید کل و نقش هر یک از عوامل فنی و مدیریتی آن تغییرها و نحوه رسیدن به سطح مطلوب بهره‌وری و کارایی است.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، میانگین سالانه شاخص بهره‌وری مالم‌کوئیست ۵/۸ درصد است. این رقم در استان‌های مختلف متفاوت است، به‌طوری که استان اصفهان بالاترین رشد را به میزان ۱۵/۸ درصد در سال تجربه می‌کند که دلایل آن را می‌توان تولید کمپوست مصرفی (بستر کشت قارچ) توسط خود واحدهای تولیدی و استفاده از تجهیزات و ماشین‌آلات پیشرفته و مناسب در سالن‌های کشت (رطوبت‌ساز و دستگاه تهویه) عنوان کرد. استان البرز بالاترین کاهش ۱/۶ درصدی

(منفی) را در رشد بهره‌وری دارد که دلیل آن را می‌توان در استفاده نکردن از فناوری روز، تجهیزات، و ماشین‌آلات مناسب و پیشرفته در تولید قارچ یاد کرد. در مقایسه بین رشد کارایی فنی و رشد فناوری در بازه زمانی ده‌ساله پژوهش، متوسط رشد فناوری بیش‌تر از رشد کارایی فنی است. علت را می‌توان در سیاست‌های حمایتی دولت در این دوره از این صنعت با توجه به شرایط هر استان در جهت بهبود فناوری یادآور شد.

با توجه به نتایج استان‌های مختلف نوسان‌های بهره‌وری کل عوامل تولید را در این بازه زمانی می‌توان به تولید کم در مقیاس این صنعت نسبت داد. حال با توجه به میانگین ده‌ساله، تغییرهای کارایی فنی ثابت و برابر با یک است و قارچ‌کاران استان‌ها تغییرهای کارایی مقیاس و تغییرهای کارایی مدیریتی تقریباً ثابتی دارند. با توجه به ماهیت مدل (ستاده‌مدار)، فرض بر آن است که قارچ‌کاران توانایی کنترل نهاده‌های مورد استفاده را دارند. به عبارتی در این صنعت، قارچ‌کاران در استان‌های ناکارا برای رسیدن به کارایی فنی و مقیاس مطلوب باید در میزان استفاده از نهاده‌ها به میزان خاصی صرفه‌جویی کنند. یکی از راه‌های صرفه‌جویی، تهیه کمپوست مصرفی توسط خود واحدها و در نتیجه، کاهش هزینه و صرفه اقتصادی است. راه‌حل دیگر، ترکیب مناسب و بهینه نهاده‌هاست. همچنین، در صنعت پرورش قارچ تعدادی از واحدهای تولیدی غیرفعال هستند که می‌توان با حمایت دولت از این صنعت، واحدهای غیرفعال را فعال نمود تا میزان تولید و سطح زیرِ کشت افزایش و در نهایت بهره‌وری کل عوامل تولید افزایش یابد. می‌توان با سرمایه‌گذاری در این صنعت و انتقال فناوری به سالن‌های پرورش قارچ و بهبود سطح مدیریتی قارچ‌کاران در بکارگیری نهاده‌ها، امکان افزایش محصول همراه با کاهش هزینه در این صنعت در ایران به‌وجود آید.

در ادامه برای رسیدن به هدف مطلوب در تولید قارچ خوراکی، با توجه به نتایج و واقعیت‌های مشهود، در زمینه تاثیر مثبت دانش فنی بر افزایش کارایی فنی کشاورزان، گسترش برنامه‌های ترویجی برای بکارگیری بهتر نهاده‌ها توسط قارچ‌کاران توصیه می‌شود. همچنین، نتایج پژوهش نشان‌دهنده ثابت بودن کارایی مقیاس است، از این‌رو برای افزایش کارایی مقیاس در واحدهای کشت قارچ، تولید طبقاتی یا قرار دادن چند قفسه روی هم برای افزایش سطح و حجم تولیدی پیشنهاد می‌شود. از آن‌جا که زمان برداشت قارچ در صنعت پرورش قارچ محدود است، دولت می‌تواند با راه‌اندازی صندوق خرید تضمینی و رونق دادن به صادرات، از نگرانی و دغدغهٔ خاطر تولیدکنندگان بابت مازاد قارچ تولیدی و کاهش قیمت در بازار بکاهد. در ادامه، نیاز به یادآوری است که وجود دلالان خرده‌پا در بخش تولید و پرورش قارچ خوراکی باعث نابسامانی بازار توزیع می‌شود. از این‌رو، توصیه می‌شود برای حمایت

از تولیدکنندگان قارچ و کاهش اثرگذاری حضور دلالان خرده‌پا، شرکت‌های بیمه‌ای برای حمایت از تولیدکنندگان این صنعت احداث شود. همچنین، برای حمایت از تولیدکنندگان باید قوانین مربوط به صادرات تسهیل گردد.

در پایان، مهم‌ترین محدودیت پژوهش این است که به دلیل در دسترس نبودن آمارهای رسمی قیمت نهاده‌های بکاررفته در تولید قارچ، امکان محاسبه کارایی تخصیصی در صنعت قارچ وجود نداشت.

منابع

الف) فارسی

اوشنی، محمد (۱۳۹۷). اندازه‌گیری کارایی شرکت‌های توزیع برق ایران در راستای تنظیم اقتصادی بازار برق ایران. *نشریه پژوهش‌های اقتصاد صنعتی*، ۲(۶)، ۶۴-۴۳. https://dx.doi.org/10.30473/indeco.2020.50950.1123

خزاعی، جواد؛ امرایی، بهزاد، و اصفهانی، سید محمدجعفر (۱۳۹۴). بررسی روند تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید گوجه‌فرنگی در ایران با استفاده از شاخص مالم‌کوئیست. *نشریه تحقیقات اقتصاد کشاورزی*، ۷(۴)، ۹۸-۸۳. http://jae.miau.ac.ir/article_1771.html

زارع، ابراهیم؛ چیذری، امیرحسین، و پیکانی، غلامرضا (۱۳۸۷). کاربرد روش فراگیر تحلیل پوششی داده‌ها در تحلیل رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در زراعت پنبه. *نشریه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، ۱۲(۴۳)، ۲۳۶-۲۲۷. http://jstnar.iut.ac.ir/article-1-835-fa.html

زرا نژاد، منصور؛ خداداد کاشی، فرهاد، و یوسفی حاجی‌آباد (۱۳۹۱). ارزیابی کارایی فنی صنایع کارخانه‌ای ایران. *نشریه اقتصاد مقداری*، ۹(۲)، ۴۸-۳۱. https://dx.doi.org/10.22055/jqe.2012.10564

سپهردوست، حمید، و معصومی، پرستو (۱۳۹۵). بررسی کارایی شبکه حمل‌ونقل ریلی ـ مسافری کشور با استفاده از رهیافت DEA. *نشریه پژوهشنامه حمل‌ونقل*، ۱۳(۲)، ۱۴۰-۱۲۹. http://www.trijournal.ir/article_38878.html

سراج‌الدین، افسانه؛ فتاحی، احمد؛ فهرستی ثانی، مسعود، و نشاط، اکرم (۱۳۹۵). تحلیل پویایی کارایی فنی مصرف آب در محصول نیشکر (رهیافت تحلیل پوششی داده‌ها). *نشریه اقتصاد کشاورزی*، ۱۰(۴)، ۱۸۸-۱۷۷. https://dx.doi.org/10.22034/iaes.2017.22601

سردار شهرکی، علی؛ احمدی، ندا، و لیانی، قاسم (۱۳۹۸). ارزیابی روند کارایی و بهره‌وری باغ‌های انگور در منطقه سیستان. *نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران*، ۵۰(۱)، ۶۳-۴۵. https://dx.doi.org/10.22059/ijaedr.2018.244523.668509

سعیدی، آزاده؛ صالح، ایرج، و یزدانی، سعید (۱۳۸۶). تعیین عوامل اقتصادی موثر بر سودآوری واحدهای تولیدی قارچ دکمه‌ای در استان تهران. *ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران*.

شهنوازی، علی (۱۳۹۹). تعیین کارایی تولید سیب‌زمینی در ایران. *نشریه تحقیقات اقتصاد کشاورزی*، ۱۲(۳)، ۱۸۸-۱۵۱. http://jae.miau.ac.ir/article_4203.html

عبدپور، علیرضا؛ اسدآبادی، احسان، و شعبانعلی فمی، حسین (۱۳۹۶). تحلیل نقش عوامل موثر بر کارایی تولید خرما در شهرستان بم با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها. *نشریه تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران*، ۴۸(۳)، ۵۱۸-۵۰۷. https://dx.doi.org/10.22059/ijaedr.2017.63969

ب) انگلیسی

Akamin, A., Bidogeza, J.-C., & Afari-Sefa, V. (2017). Efficiency and Productivity Analysis of Vegetable Farming within Root and Tuber-Based Systems in the Humid Tropics of Cameroon. *Journal of Integrative Agriculture, 16*(8), 1865-1873. https://doi.org/10.1016/S2095-3119(17)61662-9

Al-Refaie, A., Al-Tahat, M. D., & Najdawi, R. (2015). Using Malmquist Index Approach to Measure Productivity Change of a Jordanian Company for Plastic Industries. *American Journal of Operations Research, 5*(05), 384-400. http://dx.doi.org/10.4236/ajor.2015.55032

Banasik, A., Kanellopoulos, A., Claassen, G., Bloemhof-Ruwaard, J. M., & Van der Vorst, J. G. (2017). Closing Loops in Agricultural Supply Chains Using Multi-Objective Optimization: A Case Study of an Industrial Mushroom Supply Chain. *International Journal of Production Economics, 183*(1), 409-420. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.08.012

Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science, 30*(9), 1078-1092. https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078

Baran, J., & Górecka, A. (2015). Seaport Efficiency and Productivity Based on Data Envelopment Analysis and Malmquist Productivity Index. *Logistics & Sustainable Transport, 6*(1), 25-33. https://doi.org/10.1515/jlst-2015-0008

Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research, 2*(6), 429-444. https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8

Choi, J., Roberts, D. C., & Lee, E. (2015). Productivity Growth in the Transportation Industries in the United States: An Application of the DEA Malmquist Productivity Index. *American Journal of Operations Research, 5*(1), 1-20. http://dx.doi.org/10.4236/ajor.2015.51001

Choi, N., & Jung, K. (2017). Measuring Efficiency and Effectiveness of Highway Management in Sustainability. *Sustainability, 9*(8), 1347-1362. https://doi.org/10.3390/su9081347

Coelli, T., & Walding, S. (2006). Performance Measurement in the Australian Water Supply Industry: A Preliminary Analysis. *Performance Measurement and Regulation of Network Utilities,* Working Paper Series No. 01, 29-61.

Färe, R., Grosskopf, S., & Roos, P. (1998). Malmquist Productivity Indexes: A Survey of

Theory and Practice. In *Index Numbers: Essays in Honour of Sten Malmquist* (pp. 127-190): Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-011-4858-0

Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M., & Zhang, Z. (1994). Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries. *The American Economic Review, 84*(1), 66-83.

Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A* (General), 120(3), 253-281. https://doi.org/10.2307/2343100

Krugman, P. (1994). Defining and Measuring Productivity. *The Age of Diminishing Expectations.* https://people.utm.my/shari/wp-content/blogs.dir/1058/files/2016/06/OECD-PRODUCTIVITY.pdf

Li, N., Jiang, Y., Mu, H., & Yu, Z. (2018). Efficiency Evaluation and Improvement Potential for the Chinese Agricultural Sector at the Provincial Level Based on Data Envelopment Analysis (DEA). *Energy, 164*(1), 1145-1160. https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.08.150

Norani-Azad, S., & Khodadad-Kashi, F. (2019). Evaluating Efficiency and Productivity Growth in Passenger Transportation Industry: Application of Stochastic Frontier Function. *The Journal of Planning and Budgeting, 24*(2), 31-58. http://jpbud.ir/article-1-1834-fa.html

Pradhan, A. K. (2018). Measuring Technical Efficiency in Rice Productivity Using Data Envelopment Analysis: A Study of Odisha. *International Journal of Rural Management, 14*(1), 1-21. https://doi.org/10.1177/0973005217750061

Sajadifar, S. H., Asali, M., Fathi, B., & Mohamadbagheri, A. (2016). Measuring Energy Consumption Efficiency Using Data Envelopment Analysis (DEA) with Undesirable Factors. *The Journal of Planning and Budgeting, 20*(4), 55-70. http://jpbud.ir/article-1-1171-en.html

Tombe, T. (2015). The Missing Food Problem: Trade, Agriculture, and International Productivity Differences. *American Economic Journal: Macroeconomics, 7*(3), 226-258. http://dx.doi.org/10.1257/mac.20130108

Yu, L., Yan-Min, R., Yu-Chun, P., & Chao, S. (2015). Evaluation of Production Efficiency of the County-Level Crop Farming in He'nan Based on GIS and DEA. *Advance Journal of Food Science and Technology, 7*(3), 154-158.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی