

ارزیابی تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید کشاورزی در ایران، کاربرد شاخص‌های مختلف

بهره‌وری

حسنت‌اله قلی‌زاده*

شهریار نصیبیان**

رضا مقدسی***

علیرضا امینی****

چکیده

تأمین غذا یکی از چالش‌های اصلی جوامع آینده بشری محسوب می‌شود و برنامه‌ریزی صحیح در بخش کشاورزی می‌تواند موجب کاهش تهدیدات و چالش‌ها در این بخش گردد. بر این اساس کشاورزی از دیرباز یکی از پایه‌های اصلی و امنیت ملی هر کشوری بوده و در ارزش افزوده و اشتغال سهم بسزایی داشته است. هدف این پژوهش ارزیابی تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید کشاورزی در ایران و کاربرد شاخص‌های بهره‌وری «مالم کوئیست»، «فار- پریمونت» و «هیکس- مورستین» در فاصله زمانی ۱۳۶۶-۱۳۹۵ بوده که با استفاده از داده‌های طرح آمارگیری نمونه‌ای وزارت جهاد کشاورزی و اطلاعات کلان بخش کشاورزی از مراکز رسمی آمار، با روش ناپارامتری انجام شده است. بر طبق نتایج محاسبات متوسط تغییرات بهره‌وری کل در کشاورزی ایران برای شاخص مالم کوئیست «۲۰/۴ درصد افزایش»، «فار- پریمونت «۸/۸ درصد افزایش»، «هیکس- مورستین «۲ درصد افزایش» داشته است. متوسط افزایش تغییرات بهره‌وری نشان‌دهنده افزایش تغییرات تکنولوژیکی در دوره مذکور بوده است و برای افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی

* دانشجوی دکتری علوم اقتصادی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی
gholizadeh.1726@gmail.com

** دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی (نویسنده مسئول مقاله)
sh_nessabian@iauctb.ac.ir

*** دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی تهران
moghaddasireza@yahoo.com

**** دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی
aramini2005@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۱/۰۸

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۸/۲۱

فصلنامه راهبرد اقتصادی، سال ششم، شماره بیست‌ودوم، پاییز ۱۳۹۶، صص ۱۰۳-۷۳

با به‌کارگیری از تکنولوژی جدیدتر و مصرف بهینه نهاده‌ها در تولید محصولات کشاورزی می‌توان در جهت افزایش بهره‌وری در تولید به‌عنوان یک راهبرد اجرایی اقدام کرد.
واژه‌های کلیدی: بهره‌وری کل عوامل تولید، کاربرد شاخص‌های بهره‌وری، کشاورزی

ایران

طبقه‌بندی JEL: O49, D24, Q19

مقدمه

امنیت غذایی و دسترسی به توسعه اقتصادی مقوله‌ای مهم با جایگاهی ویژه است و برای دسترسی به رشد بهره‌وری و جایگاه مناسب در عرصه بین‌المللی باید برنامه‌ریزی دقیقی انجام داد. امروزه بهره‌وری به‌عنوان یک دیدگاه مبتنی بر استراتژی از مهم‌ترین اهداف کشورهای پیشرو است که در پرتو این استراتژی با ارتقا و رشد بهره‌وری عوامل تولید برای سودآوری بیشتر تلاش می‌کنند.

بنابراین توجه به مقوله بهره‌وری در شرایط کنونی اقتصاد کشاورزی ایران و محدودیت منابع آبی و تولیدی کاملاً محسوس است. از طرفی رشد تولید در بخش کشاورزی با به‌کارگیری یا افزایش بهره‌وری عوامل تولید موجود امکان‌پذیر است؛ ولی برای افزایش تولید محصولات کشاورزی با روش به‌کارگیری عوامل تولید بیشتر در درازمدت محدودیت وجود دارد؛ به همین دلیل استفاده از فناوری و به‌کارگیری از عوامل تولیدی مؤثرتر و ارتقای بهره‌وری عوامل تولید ضرورت دارد، اقدام همه‌جانبه‌ای در جهت افزایش محصولات به‌ویژه محصولات کشاورزی صورت پذیرد.

امروزه رقابت در عرصه تولید و تجارت جهان به‌واسطه کم‌رنگ شدن مرزهای اقتصادی، ابعاد ویژه‌ای یافته است و کوشش در جهت بهبود و ارتقای بهره‌وری سبب توسعه و پیشرفت کشور و تأمین امنیت غذایی می‌شود و تولید محصولات کشاورزی در کشور و نقش آن در غذای انسان و در سفره مردم بسیار مهم است. با توجه به اینکه در سال‌های زراعی «۱۳۹۵-۱۳۶۶» کل تولید بخش کشاورزی (زراعی، باغبانی، دام و طیور، شیلات) در کشور نزدیک به ۱۲۰ میلیون

تن بوده است،^۱ با افزایش جمعیت، نیاز به افزایش تولید این محصولات هر روز بیشتر می‌شود. از طرفی با عدم تأمین بعضی از این محصولات در داخل به علت محدودیت منابع تولید و ضرورت واردات در جهت رفع کمبودها، ارزش زیادی از کشور خارج می‌گردد و فقط با برنامه‌ریزی مناسب الگوی کشت و افزایش بهره‌وری در واحد سطح می‌توان جوابگوی کمبود این تولیدات بود.

محدودیت منابع تولید و مسئله بحران آب در کشور و مصرف نهاده‌ها برای تولید محصولات کشاورزی اهمیت بهره‌وری را بیشتر مورد توجه همگان و به‌خصوص سیاست‌گذاران بخش کشاورزی قرار داده است. برای رشد بهره‌وری در اقتصاد کشاورزی ایران باید همه عوامل و دانش و تکنولوژی نوین تولید به کار گرفته شود. از دیدگاه اقتصادی، شاخص بهره‌وری، مطلوب‌ترین معیار سنجش عملکرد در تمام ارزیابی‌ها است. اقتصاددانان پیوسته در تلاش‌اند دلایل واقعی رشد و توسعه اقتصادی کشورها را کشف کنند. بر اساس یافته‌های آنان، کشورهایی که برای توسعه اقتصادی به افزایش بهره‌وری بیش از افزایش منابع طبیعی و فیزیکی خود تکیه کرده‌اند، رشد سریع‌تری داشته‌اند (ترابی و بخشوده، ۱۳۸۶). از نظر اقتصادی بهره‌وری معیاری است که رابطه ستانده با نهاده را نشان می‌دهد، تفاوتی ندارد که این رابطه چه سطوحی از کارکردهای اقتصادی را در بر می‌گیرد (سلامی، ۱۳۷۶). «سازمان همکاری و توسعه اقتصادی»^۲ بهره‌وری را نسبت خروجی به یکی از عوامل تولید تعریف می‌کند و «سازمان بین‌المللی کار»^۳ بهره‌وری را نسبت ستانده به یکی از عوامل تولید می‌داند.

در این مقاله محاسبه بهره‌وری با استفاده از داده‌های طرح آمارگیری نمونه‌ای وزارت جهاد کشاورزی^۴ در بازه زمانی ۱۳۹۵-۱۳۶۶ انجام و منابع رسمی آمار (بانک مرکزی، مرکز آمار ایران، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی) جمع‌آوری شده است. همچنین از اطلاعات ۳۰ ساله محصولات کشاورزی و روش ناپارامتری و

1. info@maj.ir

2. Organization for Economic Co_ operation and Development (OECD)

3. International Labor Organization (ILO)

4. info@maj.ir

کاربرد شاخص مرسوم سنتی «مالم کوئیست»^۱ و شاخص‌های نوین «فار-پریمونت»^۲ و «هیکس-مورستین»^۳ برای تجزیه و تحلیل داده‌های این دوره کشاورزی ایران و برای متغیرهای کل تولید بخش کشاورزی، ارزش افزوده، موجودی سرمایه، تعداد شاغلین، نزولات جوی، انرژی مصرفی جهت محاسبه شاخص‌های بهره‌وری استفاده گشته است. بهره‌مندی از شاخص‌های نوین بهره‌وری فار-پریمونت و هیکس-مورستین جهت محاسبه بهره‌وری کشاورزی ایران با نرم‌افزار اکسل دارای «نوآوری» است؛ زیرا اکثریت محاسبات بهره‌وری انجام شده در کشاورزی ایران با شاخص مرسوم و سنتی مالم کوئیست به انجام رسیده و استفاده از شاخص‌های نوین بهره‌وری (فار-پریمونت، هیکس-مورستین) به ندرت در مقالات علمی و پژوهشی مشاهده شده است. کاربرد روش‌های جدید شاخص‌های بهره‌وری زمینه را برای مطالعات علمی و پژوهشی بیشتر در کشور ایجاد می‌کند و به کارگیری این مطالعات موجب رشد بهره‌وری در افزایش تولید محصولات کشاورزی می‌شود.

۱. ادبیات موضوع

افزایش بهره‌وری و دستیابی به رشد اقتصادی از اهداف مهم تمام کشورها است و تغییرات بهره‌وری یکی از مسائل مهم در مباحث اقتصادی است که در اکثر کشورها توجه خاصی به آن شده و به همین منظور مطالعات زیادی در ایران و دیگر کشورها در این باره انجام شده است.

«وطن پور و همکاران» (۱۳۹۶) در مطالعه‌ای تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید، کارایی فنی و تغییرات تکنولوژیکی در غلات را با و بدون در نظر گرفتن تحقیقات کشاورزی با استفاده از روش مالم کوئیست تجزیه و تحلیل کرده و نتایج نشان داده که رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در غلات روند افزایشی و کارایی فنی با میانگین یک درصد نسبت به تغییرات تکنولوژیکی رشد کمتری داشته است

1. Malmquist Index

2. Fare-Primont

3. Hicks - Moorsteen

و پیشنهاد نموده که برای افزایش بهره‌وری، در بخش تحقیقات مدیریت صحیح و دقیق اعمال گردد.

«عطر کار روشن و همکاران» (۱۳۹۴) در مطالعه‌ای برای دستیابی به مزیت‌های نسبی در سطح داخلی و خارجی بهره‌وری را به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل رشد اقتصادی مطرح و سطح بهره‌وری را در تولید صنعتی، به‌مثابه یکی از معیارهای مهم و تعیین‌کننده قدرت در فعالیت صنعتی مورد ارزیابی قرار داده است و نتایج حاصل از محاسبه بهره‌وری جزئی عوامل تولید، دوره مورد مطالعه، میانگین بهره‌وری نیروی کار در سطح کل صنعت $3/7$ بوده و میانگین بهره‌وری سرمایه در سطح کل صنعت $0/7$ بوده است.

«یداله زاده طبری و همکاران» (۱۳۹۰) مطالعه‌ای در خصوص بازدهی بنگاه‌ها انجام داده و اینکه یکی از مهم‌ترین اهداف مدیران در بنگاه‌های اقتصادی، به دست آوردن حداکثر بازدهی از منابع موجود و دستیابی به سطوح بالاتر بهره‌وری بوده است. نتایج نشان داده که روند بهره‌وری کل عوامل تولید شرکت‌ها، نهایتاً کاهش یافته است؛ چون بهره‌وری متوسط بالاتر از بهره‌وری نهایی است، این شرکت در ناحیه دوم تولید قرار گرفته است.

«شیرانی بیدآبادی و همکاران» (۱۳۹۴) با بررسی بهره‌وری عوامل تولید گندم از شاخص مالم کوئست در سه استان شمالی کشور و مقایسه آن با کل کشور نشان داده است که در استان گلستان تغییرات بهره‌وری کل بیشتر و در استان‌های مازندران و گیلان این تغییرات تحت تأثیر تکنولوژی و کارایی فنی است.

«خیاوی و همکاران» (۱۳۹۱) با استفاده از روش ناپارامتریک و شاخص مالم کوئست رشد بهره‌وری کل عوامل تولید چغندر قند را در ایران تحلیل کرده و نشان داده است که چغندر قند در بهره‌وری کل عوامل تولید دارای رشد مثبت بوده و تغییرات تکنولوژی باعث بهبود بهره‌وری کل عوامل تولید شده است.

«خزایی و همکاران» (۱۳۹۵) با استفاده از شاخص مالم کوئست پژوهشی درباره تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید گوجه‌فرنگی در ایران انجام داده و نتیجه گرفته است که برای افزایش کارایی فنی، گسترش برنامه‌های ترویجی و

به‌کارگیری تکنولوژی و اهدای تسهیلات جهت خرید ماشین‌آلات پیشرفته برای افزایش بهره‌وری لازم و ضروری است.

«کیانی» (۲۰۱۵) بهره‌وری، کارایی و تغییر تکنولوژی متداول و زیست‌محیطی در بخش کشاورزی ایران را با شاخص مالم کوئیست «لونبرگر» و داده‌های تابلویی از ۲۸ استان، برای دوره زمانی ۱۳۸۷-۱۳۷۹ محاسبه کرده و نشان داده است که میانگین سالانه شاخص موازنه نیتروژن به‌عنوان تقریبی از آلودگی نیتروژن، ۳۲/۷ کیلوگرم در هکتار و میانگین کارایی مصرف نیتروژن در کشور ۶۲ درصد بوده است. به‌طور میانگین شاخص‌های بهره‌وری، کارایی و تغییر تکنولوژی متداول برابر با ۰/۹۶۸۷، ۰/۹۶۱۰ و ۱/۰۰۸ و شاخص‌های متناظر زیست‌محیطی آن‌ها به ترتیب ۰/۹۷۱۶، ۰/۹۷۳۸ و ۰/۹۹۷۷ بوده است؛ بنابراین نادیده گرفتن آلودگی در محاسبه شاخص‌های بهره‌وری به برآورد بیش از حد یا کمتر از حد مقدار واقعی آن‌ها منجر می‌شود.

«ماک هیرجی و همکاران»^۱ (۲۰۱۷) بهره‌وری کل محصولات غذایی (برنج و ذرت) و فاکتورهایی را که به این رشد کمک می‌کند، در ایالت تالانگانای هند بررسی و نتیجه‌گیری کرده‌اند که «بهره‌وری کل عوامل» (TFP)^۲ برنج به دلیل رشد مؤلفه تغییرات فنی تا ۷/۷ درصد بهبود یافته و میزان TFP برای ذرت حدود ۰/۱ رشد داشته و میانگین شاخص TFP در این ایالت از ۱/۰۷ درصد تا ۷/۷ درصد بهبود یافته است.

«لاتروف و همکاران»^۳ (۲۰۱۸) در خصوص تغییرات بهره‌وری در کشاورزی فرانسه، پژوهشی را با استفاده از شاخص فار-پرمونت در شش نوع مزارع کشاورزی انجام و نشان داده‌اند تمام مزارع در طول دوره پیشرفت بهره‌وری کل عوامل را تجربه کرده‌اند.

«شی آو»^۴ (۲۰۱۹) در پژوهشی بهره‌وری کل عوامل تأثیرگذار کشاورزی را

1. Mukherjee, D. N., Vasudev, N., Kumari, R. V., & Suhasini, K

2. Total Factor Productivity (TFP)

3. Latruffe, L., Dakpo, K. H., Desjeux, Y., & Jeanneaux, P

4. Shao, S

در ۳۱ استان چین بررسی و نشان داده که میانگین رشد سالانه بهره‌وری ۲/۱ درصد بوده است.

«نواک و همکاران»^۱ (۲۰۱۵) مطالعه‌ای اثربخشی فنی، کارایی فنی کشاورزی و عوامل تعیین‌کننده در ۲۷ کشور اتحادیه اروپا ارزیابی کرده‌اند. این مطالعه نشان داده که سطح بهره‌وری فنی کشاورزی در اتحادیه اروپا متنوع است و بین کشورها و دولت‌های اتحادیه، تفاوت از بالاترین تا کمترین کارایی به حدود ۴۰ درصد می‌رسد.

«ولونتزس و همکاران»^۲ (۲۰۱۴) پژوهشی درباره برآورد انرژی در کشاورزی و بهره‌وری در کشورهای اتحادیه اروپا انجام و نتیجه‌گیری کرده‌اند، انرژی در بعضی از کشورهای اتحادیه اروپا به علت پایین بودن سطح تکنولوژی، کارایی کمتری دارد.

«مکونن و همکاران»^۳ (۲۰۱۵) در پژوهشی کارایی فنی را در کشاورزی ۲۹ کشور در حال توسعه در آفریقا بررسی نموده‌اند که میزان کارایی ۶۸ درصد بوده است. بر اساس نتایج این مطالعه سیستم نوآوری عملکرد کارایی فنی و بهره‌وری را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

۲. مبانی نظری

امامی میبدی (۱۳۸۴) بهره‌وری را درجه استفاده مؤثر از عوامل تولید بیان می‌کند که نشانگر یک دید فکری است و همواره سعی دارد وضعیت موجود را بهبود بخشد؛ پس روش‌های متنوعی برای محاسبه بهره‌وری در اقتصاد وجود دارد که در ذیل خلاصه‌ای از شاخص‌های به‌کاررفته در این پژوهش، ارائه می‌شود.

۱- شاخص مالم کوئیست: در این شاخص، ستانده و نهاده‌ها ساخته و شاخص بهره‌وری محاسبه می‌شود. «شپارد»^۴ (۱۹۵۳) «تابع فاصله‌ای»^۵ را با عنوان

1. Nowak, A., Kijek, T., & Domańska, K.
2. Vlontzos, G., Niavis, S., & Manos, B.
3. Mekonnen, D. K., Spielman, D. J., Fonsah, E. G., & Dorfman, J. H.
4. Shephard
5. The distance function

مبنای ورودی برای کارایی ایجاد می‌نماید و «فارل»^۱ (۱۹۵۷) با ترکیب شاخص کارایی ورودی در طی زمان، شاخص بهره‌وری را محاسبه می‌کند. همچنین «فار و گروسکوف»^۲ (۱۹۹۶) با اثبات خروجی‌ها، در قبال ورودی، نسبت حداقل مورد نیاز ورودی‌ها برای تولید سطح معینی از خروجی‌های به‌کاررفته را به‌عنوان معیاری برای بهره‌وری فنی به کار می‌گیرد.

$$L'(y) = \{x : x \text{ can produce } y\}. \quad (۱)$$

$$ISOQL'(y) = \{x : \frac{x}{\lambda} \notin L'(y), \text{ for } \lambda > 1\}. \quad (۲)$$

$$D'_i(y, x) = \max\{\lambda : \frac{x}{\lambda} \in L'(y)\}. \quad (۳)$$

$$L'(y) = \{x : \sum_{k=1}^K z'_k x'_{kn} \leq x_n, n=1, \dots, N, \sum_{k=1}^K z'_k x'_{km} \geq y_m, m=1, \dots, M, z'_k \geq 0, k=1, \dots, K\}. \quad (۴)$$

$$1/D'_i(y, x) = \max_{z, \lambda} \{\lambda^{-1} : \sum_{k=1}^K z'_k x'_{kn} \leq \lambda^{-1}, n=1, \dots, N,$$

$$\sum_{k=1}^K z'_k x'_{km} \geq y_{om}, m=1, \dots, M, z'_k \geq 0, k=1, \dots, K\}. \quad (۵)$$

$$MALM = \sqrt{\frac{D_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_i^{t+1}(y^t, x^t)} x \frac{D'_i(y^{t+1}, x^{t+1})}{D'_i(y^t, x^t)}} \quad (۶)$$

$$MALM = \frac{D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D'_i(x^t, y^t)} x \sqrt{\frac{D'_i(x^t, y^t)}{D_i^{t+1}(x^t, y^t)} x \frac{D'_i(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}} \quad (۷)$$

در «فرمول ۷» کسر خارج از رادیکال تغییرات کارایی ($EFFCH = \frac{D_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D'_i(y^t, x^t)}$) و

کسر رادیکال ($TECH = \sqrt{\frac{D'_i(y^t, x^t)}{D_i^{t+1}(y^t, x^t)} x \frac{D'_i(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}}$) به‌عنوان تغییرات

تکنولوژی نشان داده می‌شود و «معیار ارزش‌گذاری» آن برای EFFCH, TECH, Malmquist چنانچه کمتر از «عدد ۱» باشد رشد بهره‌وری (افزایش) و برعکس چنانچه بیشتر از «عدد ۱» باشد عدم رشد بهره‌وری (کاهش) را نشان می‌دهد که ضرر در

1. Farrell4

2. Färe, R., Grosskopf, S6.

کارایی و پیشرفت در تکنولوژی را به همراه دارد. فار و گروسکوف نشان داده‌اند که چگونه می‌توان شاخص تغییرات تکنولوژی را به سه شاخص تغییرات تکنولوژی (OBTECH)، تغییرات تکنولوژی با دخالت در تغییرات ورودی (IBTECH)، اندازه تغییرات تکنولوژی (MATECH) و سپس TECH را محاسبه کرد.

$$OBTECH = \sqrt{\frac{D'_i(y^{t+1}, x^{t+1})}{D'_i(y^t, x^t)} \times \frac{D_i^{t+1}(y^t, x^t)}{D_i^t(y^t, x^t)}}, \quad IBTECH = \sqrt{\frac{D_i^{t+1}(y^t, x^t)}{D_i^t(y^t, x^t)} \times \frac{D'_i(y^t, x^t)}{D'_i(y^{t+1}, x^{t+1})}} \quad (8)$$

$$MATECH = \frac{D'_i(y^t, x^t)}{D_i^{t+1}(y^t, x^t)}, \quad TECH = OBTECH \times IBTECH \times MATECH. \quad (9)$$

۲- شاخص فار- پریمونت^۱: از این شاخص می‌توان برای برآورد توابع فاصله‌ای استفاده کرد و عوامل ورودی قابل مشاهده را که بیشترین اثر را در تولید دارند و بر رشد بهره‌وری کل اثرگذارند، به دست آورد و تغییرات رشد بهره‌وری کل عوامل را با توجه به نوسانات آن‌ها در طول زمان محاسبه کرد. x و y به ترتیب بردارهای نهاده و ستانده و t متغیر روند زمانی است.

$$\Psi_t = \left[(x^t, y^t) \in R_+^{K+Q} \mid x^t \text{ can produce } y^t \right] \quad (10)$$

و x^t می‌تواند تولیدی از y^t باشد و بر اساس شپارد ورودی^۲ (D_t^I) و خروجی^۳ (D_t^0) به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$D_t^I(x, y) = \text{Sup}_{\theta} \left[\theta > 0 \mid \left(\frac{x}{\theta}, y \right) \in \Psi_t \right]$$

$$D_t^0(x, y) = \text{Inf}_{\phi} \left[\phi > 0 \mid \left(\frac{y}{\phi}, x \right) \in \Psi_t \right] \quad (11)$$

که x و y به ترتیب بردارهای نهاده و ستانده و t متغیر روند زمانی است؛ بنابراین با استفاده از فاصله مسافت و تعریف ورودی و خروجی برای TFP داریم:

1. Fare-Primont (FP)
2. Input
3. output

$$TFP_t = \frac{Y(y^t)}{X(x^t)} \quad (12)$$

TFP نسبت یک شاخص کمیت خروجی به یک شاخص کمیت ورودی است که در آن $Y(y^t)$ و $X(x^t)$ سطح کل خروجی و ورودی است. با توجه به $Y(0)$ و $X(0)$ برای شاخص فار- پریمونت و استفاده از تابع «فاصله مسافت»^۱ فرمول (۹) برای هر بردار مرجع ثابت ورودی و خروجی \bar{x}, \bar{y} در یک دوره ثابت \bar{t} داریم:

$$TFP_t = \frac{D_t^0(\bar{x}, y^t)}{D_t^t(x^t, \bar{y})} \quad (13)$$

$$TFP_{t,t+1} = \frac{TFP_{t+1}}{TFP_t} = \frac{D_t^0(\bar{x}, y^{t+1})}{D_t^t(x^{t+1}, \bar{y})} \times \frac{D_t^t(x^t, \bar{y})}{D_t^0(\bar{x}, y^t)} \quad (14)$$

دیدگاه «اودونل»^۲ (۲۰۰۸) برای شاخص فار- پریمونت با استفاده از تجزیه چندین کارایی برای خروجی و ورودی:

OTE^۳: خروجی تغییرات کارایی؛ OSE^۴: خروجی مقیاس کارایی؛ OME^۵: خروجی ترکیبات باقیمانده؛ ROSE^۶: کارایی خروجی باقیمانده؛ RME^۷: کارایی ترکیبات باقیمانده است. بهره‌وری و کارایی TFP یعنی TFPE، شامل بهره‌وری و

حداکثر بهره‌وری مشاهده شده به صورت زیر است:

$$\left\{ \begin{array}{l} TEPE_t = \frac{TFP_t}{TFP_t^*} \quad (15) \\ TFPE_t = OTE_t \times OME_t \times ROSE_t \\ TFPE_t = OTE_t \times OSE_t \times RME_t \\ TFPE_t = ITE_t \times IME_t \times RISE_t \\ TFPE_t = ITE_t \times ISE_t \times RME_t \end{array} \right.$$

محاسبه ورودی و خروجی اجزای TFPE را به عنوان ابزار هندسی داریم:

1. Distance function
2. O'donnell, O.A., Wagstaff, A
3. OTE (respectively, ITE) is the output (respectively, input) technical³.
4. OSE (respectively, ISE) is the output (respectively, input) scale efficiency
5. OME (respectively, IME) is the output (respectively, input) mix efficiency
6. ROSE (respectively, RISE) is the residual output (respectively, input) efficiency
7. RME is the residual mix efficiency

$$TFPE_t = (OTE_t \times ITE_t)^{\frac{1}{2}} \times (OME_t \times IME_t)^{\frac{1}{2}} \times (ROSE_t \times RISE_t)^{\frac{1}{2}} \quad (۱۶)$$

$$TFPE_t = (OTE_t \times ITE_t)^{\frac{1}{2}} \times (OSE_t \times ISE_t)^{\frac{1}{2}} \times RME_t \quad (۱۷)$$

شاخص تغییرات بهره‌وری، میزان کارایی (EC) و تغییرات تکنولوژی (TC) در دوره t و t+1 به این صورت است.

$$FPP_{t,t+1} = \frac{TFP_{t+1}}{TFP_t} = \frac{TFPE_{t+1}}{TFPE_t} \times \frac{TFP_{t+1}^*}{TFP_t^*} \quad (۱۸)$$

$$TFPE_{t+1} / TFPE_t \quad (۱۹)$$

$$TFP_{t+1}^* / TFP_t^* \quad (۲۰)$$

$$EC_{t,t+1} = \frac{(OTE_{t+1} \times ITE_{t+1})^{\frac{1}{2}}}{(OTE_t \times ITE_t)^{\frac{1}{2}}} \times \frac{(OME_{t+1} \times IME_{t+1})^{\frac{1}{2}}}{(OME_t \times IME_t)^{\frac{1}{2}}} \times \frac{(ROSE_{t+1} \times RISE_{t+1})^{\frac{1}{2}}}{(ROSE_t \times RISE_t)^{\frac{1}{2}}} \quad (۲۱)$$

$$\frac{OME_{t+1}}{OME_t} = 1 \quad (۲۲)$$

$$EC_{t,t+1} = \frac{(OTE_{t+1} \times ITE_{t+1})^{\frac{1}{2}}}{(OTE_t \times ITE_t)^{\frac{1}{2}}} \times \frac{(OSE_{t+1} \times ISE_{t+1})^{\frac{1}{2}}}{(OSE_t \times ISE_t)^{\frac{1}{2}}} \times \frac{RME_{t+1}}{RME_t} \quad (۲۳)$$

۳- شاخص هیکس - مورستین: با هدف اندازه‌گیری اثر بخشی با حداقل ورودی‌ها و برای حداکثر خروجی‌ها و با بهره‌گیری از روش باقیمانده «سولو»^۱ (۱۹۵۷) برای اندازه‌گیری بهره‌وری کل عوامل و تغییرات TFP که نمادی از رشد اقتصادی است را مد نظر دارد. لذا با توجه به مطالعات انجام شده در این زمینه با «رویکرد تصادفی مرزی»^۲ و «ایگنر و همکاران»^۳ (۱۹۹۷)، «کیوز و همکاران»^۴ (۱۹۸۲) و «تجزیه و تحلیل پوششی داده‌ها»^۵ و «چارنس و همکاران»^۶ (۱۹۷۸) و روش مالم

1. Solow, R.M
2. Stochastic Frontier Approach (SFA)
3. Aigner, D., Lovell, C.A.K. and Schmidt, P
4. Caves, D.W., Christensen, L.R. and Diewert, W.E
5. Data Envelopment Analysis (DEA)
6. Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E

کوئیست، شاخصی به نام هیکس-مورستین را «اودونل و همکاران»^۱ (۲۰۱۰) پیشنهاد داد. که می‌توان بهره‌وری کل عوامل را از ترکیب کارایی تجربه کرد و بطور همزمان کارایی و بهره‌وری کل عوامل را محاسبه کرد. در این مدل با فرض N واحد تصمیم‌گیری در دوره T و متغیر ورودی و خروجی به صورت زیر باشد:

$$q_{it} = (q_{1t}, q_{2t}, \dots, q_{nt}) \quad , \quad x_{it} = (x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{mt})$$

کل متغیر ورودی $X_{it} = X(x_{it})$ و کل متغیر خروجی $Q_{it} = Q(q_{it})$

$$Tech_{it} = Q_{it} / X_{it} \quad (24)$$

$$TFPE_{it} = \frac{Tech_{it}}{Tech_t^*} = \frac{Q_{it} / X_{it}}{Q_t^* / X_t^*} \quad (25)$$

TFPE به کارایی بهره‌وری کل عوامل اشاره دارد و X_t^* و Q_t^* به ترتیب ورودی

کل و خروجی کل، وقتی TFP به حداکثر می‌رسد داریم:

$$ITE_{it} = \frac{Q_{it} / X_{it}}{Q_{it} / \bar{X}_{it}} = \frac{\bar{X}_{it}}{X_{it}} \leq 1 \quad (26)$$

$$ISE_{it} = \frac{Q_{it} / X_{it}}{Q_{it} / X_{it}^{\%}} \leq 1 \quad (27)$$

$$RME_{it} = \frac{Q_{it}^{\%} / X_{it}^{\%}}{Q_{it}^* / Q_t^*} \quad (28)$$

که \bar{X}_{it} به حداقل ورودی کل در k دوره مشاهدات و $X_{it}^{\%}$ و $Q_{it}^{\%}$ ورودی و خروجی کل هستند. لذا برای مقدار TFP برای هر واحد i در دوره t برابر است با:

$$TFP_{it} = Tech_t^* . TFPE_{it} \quad (29)$$

مقدار TFP برای هر واحد h در دوره s برابر است با:

$$TFP_{it} = Tech_t^* . TFPE_{it} \quad (30)$$

$$TFP_{hs} = Tech_s^* . TFPE_{hs} \quad (31)$$

و مقدار TFP با استفاده از شاخص هیکس - مورستین:

$$TFP_{hs,it} = \frac{Tech_t^*}{Tech_s^*} \cdot \frac{TFPE_{it}}{TFPE_{hs}} \quad (32)$$

و به‌طور کلی می‌توان TFP در قالب واحد تصمیم‌گیری به طریق زیر بیان کرد:

$$TFP_{hs,it} = \left(\frac{D_0(x_{hs}, q_{it}, s) \cdot D_1(x_{hs}, q_{it}, s) \cdot D_1(x_{it}, q_{it}, t) \cdot D_1(x_{hs}, q_{it}, t)}{D_0(x_{hs}, q_{hs}, s) \cdot D_1(x_{it}, q_{hs}, s) \cdot D_1(x_{it}, q_{hs}, t) \cdot D_1(x_{it}, q_{it}, t)} \right)^{1/2} \quad (33)$$

که $D_0(\bullet)$ و $D_1(\bullet)$ عملکرد ورودی و خروجی است. لذا بر اساس شیپارد (۱۹۷۰)

$$TFP_{hs,it} = \frac{Tech_t^*}{Tech_s^*} \cdot \frac{ITE_{it}}{ITE_{hs}} \cdot \frac{ISE_{it}}{ISE_{hs}} \cdot \frac{RME_{it}}{RME_{hs}} \quad (34)$$

$Tech_t^* / Tech_s^*$ تغییرات تکنولوژی را نشان می‌دهد که نسبت به دو دوره t, s می‌تواند افزایشی و یا کاهشی باشد.

و ITE_{it} / ITE_{hs} تغییرات تولید را نشان می‌دهد که نسبت به دو دوره t, s می‌تواند افزایشی و یا کاهشی باشد.

و ISE_{it} / ISE_{hs} شاخص بهره‌وری مقیاس نسبت به دو دوره t, s می‌باشد.

و RME_{it} / RME_{hs} شاخص دامنه بهره‌وری^۱ و تغییرات آن در دو دوره t, s را نشان می‌دهد.

۳. مقایسه اجمالی شاخص‌های به کار گرفته شده در پژوهش

۱- در محاسبه بهره‌وری معمولاً از دو روش اقتصادسنجی (پارامتری) و غیر پارامتری استفاده می‌شود.

۲- در روش اقتصادسنجی با استفاده از برآورد یک تابع تولید یا هزینه، بهره‌وری را محاسبه می‌کنند؛ ولی در روش غیر پارامتری از یک برنامه‌ریزی ریاضی یا محاسبه عدد شاخص تعیین می‌شود.

۳- شاخص مالم کوئیست با تشکیل ستانده و نهاده‌ها و تابع فاصله‌ای، کارایی را ایجاد و با ترکیب این کارایی بهره‌وری را محاسبه می‌نماید و با ثابت کردن خروجی‌ها در قبال ورودی، نسبت حداقل مورد نیاز ورودی‌ها، برای تولید سطح معینی از خروجی‌های به‌کاررفته را با عنوان معیاری جهت بهره‌وری فنی به کار می‌گیرد. بهره‌وری و تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید از روش تجزیه و تحلیل

1. refers to index of scope productivity

پوششی داده‌ها است؛ با این مزیت که به فرد امکان می‌دهد، عملکرد واحدهای تصمیم‌گیری را که تولید می‌شود اندازه‌گیری کند؛ یعنی چندین خروجی را با استفاده از چندین ورودی که به‌طور هم‌زمان انجام شده به کار گیرد. یکی از نقاط ضعف این روش استفاده از فرضیات غیر مرتبط در روش‌های تصادفی برای تخمین کارایی است که با خطا همراه بوده و نقطه‌ضعف دیگر اینکه همه انحرافات واحدهای تصمیم‌گیری را با عملکرد برخی از روش‌ها به بهترین روش ناکارآمدی ایجاد می‌کند که این انحرافات ممکن است به دلیل خطای تصادفی باشد. در فرمول «شماره ۷» معیار ارزش‌گذاری روش مالم کوئیست برای EFFCH, TECH, Mالم چنانچه کمتر از «عدد ۱» باشد رشد بهره‌وری (افزایش) و برعکس چنانچه بیشتر از «عدد ۱» باشد عدم رشد بهره‌وری (کاهش) را نشان می‌دهد که ضرر در کارایی و پیشرفت در تکنولوژی را به همراه دارد و معیار ارزش‌گذاری این شاخص، با دو شاخص در پژوهش مذکور متفاوت است که نشئت‌گرفته از مبانی نظری در هر یک از شاخص‌ها است.

۴- در شاخص فار- پریمونت با استفاده از توابع فاصله‌ای، عوامل ورودی قابل مشاهده را که بیشترین اثر را در تولید دارند و بر رشد بهره‌وری کل تأثیر می‌گذارند، به دست آورده، تغییرات رشد بهره‌وری کل عوامل را با توجه به نوسانات آن‌ها در طول زمان و کاربرد منابع ایجاد می‌کنند، با ورودی (D_t^1) و خروجی (D_t^0) محاسبه می‌نمایند. محاسبه TFP نسبت یک شاخص کمیت خروجی به یک شاخص کمیت ورودی است. استفاده از تابع «فاصله مسافت»^۳ فرمول شماره ۹ برای هر بردار مرجع ثابت ورودی و خروجی \bar{x}, \bar{y} در یک دوره ثابت \bar{t} است و با توجه به تعریف تک‌تک متغیرهای به‌کارگرفته‌شده و مزیت این شاخص، تغییرات بهره‌وری، میزان کارایی (EC) و تغییرات تکنولوژی (TC) در دوره t و $t+1$ با توجه به ابزار هندسی مورد نظر به‌دقت به محاسبه شاخص‌های بهره‌وری می‌پردازد.

1. 7.Input

2. output

3. Distance function

۵- با هدف اندازه‌گیری اثربخشی با حداقل ورودی‌ها و برای حداکثر خروجی‌ها، با بهره‌گیری از روش باقیمانده سولو و مطالعات در زمینه رویکرد تصادفی مرزی و تجزیه و تحلیل پوششی داده‌ها، با شاخص هیکس-مورستین که «اودونل» پیشنهاد داد، می‌توان بهره‌وری کل عوامل را از ترکیب کارایی تجزیه و به‌طور هم‌زمان کارایی و بهره‌وری را محاسبه کرد و کل متغیرهای ورودی و خروجی و کارایی بهره‌وری را وقتی TFP به حداکثر می‌رسد، به دست آورد.

۶- در تمام این شاخص‌ها، انتظار نمی‌رود که نتایج این شاخص‌ها همه در یک راستا (افزایش یا کاهش) باشد، بلکه هر یک از شاخص‌ها با توجه به مبانی نظری اشاره‌شده و فرمول‌های مربوط به خود، نتایجی خاص دارد.

۷- به نظر می‌رسد استفاده از شاخص‌های جدید، ضمن پوشش کلی شاخص‌های سنتی و به‌کارگیری تعاریف ورودی‌ها و خروجی‌ها و روش‌های جدیدتری از توابع ورودی‌ها و خروجی‌ها را برای محاسبه شاخص‌های بهره‌وری ایجاد کرده و دقت بهتری را در محاسبات و شاخص‌های بهره‌وری و اجزای آن می‌دهد که در مقالات روز دنیا به این روش‌ها اشاره شده است.

۴. برآورد شاخص‌ها و تجزیه و تحلیل

در تمام جدول‌ها سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۵ معادل سال‌های زراعی ۱۳۶۷-۱۳۶۶ الی ۱۳۹۶-۱۳۹۵ شمسی برای کل بخش کشاورزی هستند.

۴-۱. برآورد شاخص مالم کوئیست

جدول ۱. شاخص جمعی (تولید، نهاده) و بهره‌وری کل عوامل تولید بخش کشاورزی (شاخص مالم کوئیست)

سال	شاخص جمعی تولید	شاخص جمعی نهاده	بهره‌وری کل عوامل تولید	سال	شاخص جمعی تولید	شاخص جمعی نهاده	بهره‌وری کل عوامل تولید
۱۳۶۶	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱۳۸۱	۱/۰۶۰	۰/۳۸۹	۲/۷۳۴
۱۳۶۷	۱/۱۸۹	۰/۸۹۰	۱/۳۳۵	۱۳۸۲	۰/۹۸۹	۰/۸۷۱	۱/۱۳۵
۱۳۶۸	۰/۸۰۶	۰/۲۶۳	۳/۱۳۵	۱۳۸۳	۱/۰۲۹	۰/۸۸۱	۱/۱۶۷
۱۳۶۹	۱/۱۵۷	۰/۶۰۴	۱/۹۱۵	۱۳۸۴	۰/۹۶۱	۰/۸۷۰	۱/۱۰۴
۱۳۷۰	۱/۰۲۲	۰/۹۷۲	۱/۰۵۱	۱۳۸۵	۰/۹۵۲	۰/۵۵۱	۱/۷۲۸
۱۳۷۱	۱/۰۱۵	۰/۹۴۵	۱/۰۷۴	۱۳۸۶	۲/۰۰۵	۱/۰۸۲	۱/۸۵۲
۱۳۷۲	۱/۰۸۱	۰/۹۰۲	۱/۱۹۸	۱۳۸۷	۰/۶۵۳	۰/۳۷۵	۱/۷۴۱
۱۳۷۳	۱/۰۳۱	۰/۷۸۶	۱/۳۱۱	۱۳۸۸	۰/۷۱۹	۰/۷۶۹	۰/۹۳۴

۱/۳۶۳	-/۹۵۳	۱/۲۹۹	۱۳۸۹	۱/۰۶۱	-/۹۶۳	۱/۰۲۳	۱۳۷۴
۰/۹۹۸	-/۹۱۷	-/۹۱۵	۱۳۹۰	۱/۱۴۹	-/۹۵۳	۱/۰۹۵	۱۳۷۵
۱/۰۴۱	-/۹۴۵	-/۹۸۴	۱۳۹۱	۱/۰۶۲	-/۷۱۲	-/۷۵۷	۱۳۷۶
۱/۲۳۱	-/۷۳۲	-/۹۰۱	۱۳۹۲	۱/۶۳۹	-/۹۹۲	۱/۶۱۱	۱۳۷۷
۱/۰۳۰	-/۸۹۵	-/۹۲۳	۱۳۹۳	۱/۲۲۲	-/۹۶۸	۱/۱۸۵	۱۳۷۸
۱/۴۰۷	-/۶۱۰	-/۸۵۹	۱۳۹۴	-/۹۹۵	-/۶۹۸	-/۶۹۵	۱۳۷۹
۱/۰۸۱	۱/۱۷۰	۱/۲۵۶	۱۳۹۵	۱/۰۸۵	-/۷۲۳	-/۷۸۵	۱۳۸۰
۱/۳۵۸	-/۸۱۳	۱/۰۳۱	-	-	-	-	متوسط

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۱ شاخص‌های جمعی (تولید، نهاده) و بهره‌وری کل عوامل تولید در دوره زمانی ۱۳۹۵-۱۳۶۶ برای شاخص مالم کوئیست را نشان می‌دهد. در این شاخص بر اساس معیار ارزش‌گذاری در مبانی نظری بیان‌شده این شاخص فقط برای تغییرات بهره‌وری و اجزای آن یعنی تغییرات (تکنولوژیکی و کارایی) اعداد بزرگ‌تر از یک دلالت بر کاهش و برعکس شاخص بهره‌وری و اجزای آن اعداد کوچک‌تر از یک دلالت بر افزایش در بهره‌وری است که متوسط شاخص جمعی تولید برابر ۱/۰۳۱ (بیشتر از یک و به میزان ۳/۱ درصد افزایش) و متوسط شاخص جمعی نهاده برابر ۰/۸۱۳ (کمتر از یک و به ۱۸/۷ صد کاهش) و متوسط بهره‌وری کل عوامل تولید برابر ۱/۳۵۸ (بیشتر از یک و به میزان ۳۵/۸ درصد کاهش) است و با اینکه متوسط شاخص جمعی تولید دارای افزایش است، شاخص جمعی نهاده در حال کاهش و بر این اساس بهره‌وری کل عوامل تولید کاهش داشته است.

بنابراین در طی دوره مذکور کاهش بهره‌وری کل عوامل تولید برای اکثر سال‌ها را به همراه داشته و فقط در سال‌های ۸۸ (برابر ۶/۶ درصد) و در سال ۹۰ (برابر ۲ درصد) افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید بوده است و برای شاخص جمعی تولید در سال ۷۲ (برابر ۰/۶۵۳) دارای کمترین و به میزان ۳۴/۷ درصد کاهش و برای سال ۷۱ (برابر ۲/۰۰۵) دارای بیشترین و به میزان ۱۰/۵ درصد افزایش و برای شاخص جمعی نهاده برای سال ۶۸ (برابر ۰/۲۶۳) دارای کمترین و به میزان ۷۳/۷ درصد کاهش و برای سال ۹۵ (برابر ۱/۱۷۰) دارای بیشترین و به میزان ۱۷ درصد افزایش است. کاهش بهره‌وری کل عوامل تولید شامل کاهش نهاده‌های مصرفی مانند عدم به‌کارگیری از بذور جدید، عدم مصرف بهینه بذر، کود، سم، آب مصرفی و ماشین‌آلات و نیروی کار ماهر و آموزش و بی‌توجهی به کارهای ترویجی است.

جدول ۲. تغییرات بهره‌وری کل بخش کشاورزی و عوامل تشکیل‌دهنده (شاخص مالم کوئیست)

سال	تولید	نهاده	بهره‌وری کل	تکنولوژیکی	سال	تولید	نهاده	بهره‌وری کل	تکنولوژیکی
۱۳۶۶	-	-	-	-	۱۳۸۱	۰/۹۴۲	۲/۵۶۸	۰/۳۶۷	۰/۳۶۷
۱۳۶۷	۰/۸۰۰	۱/۱۰۱	۰/۷۲۰	۰/۷۲۰	۱۳۸۲	۱/۰۱۰	۱/۱۴۲	۰/۸۸۴	۰/۸۸۴
۱۳۶۸	۱/۲۳۰	۳/۵۲۱	۰/۳۶۰	۰/۳۶۰	۱۳۸۳	۰/۹۷۱	۱/۱۳۴	۰/۸۵۶	۰/۸۵۶
۱۳۶۹	۰/۸۱۰	۱/۶۲۵	۰/۵۳۵	۰/۵۳۵	۱۳۸۴	۱/۰۳۴	۱/۱۴۰	۰/۹۰۷	۰/۹۰۷
۱۳۷۰	۰/۹۷۶	۱/۰۱۰	۰/۹۵۵	۰/۹۵۵	۱۳۸۵	۱/۰۵۳	۱/۸۱۴	۰/۵۸۰	۰/۵۸۰
۱۳۷۱	۰/۹۸۷	۱/۰۱۱	۰/۹۴۰	۰/۹۴۰	۱۳۸۶	۰/۴۹۸	۰/۹۲۳	۰/۵۳۹	۰/۵۳۹
۱۳۷۲	۰/۹۹۵	۱/۰۷۱	۰/۹۳۰	۰/۹۳۰	۱۳۸۷	۱/۵۳۱	۱/۶۳۳	۰/۵۷۵	۰/۵۷۵
۱۳۷۳	۰/۹۶۹	۱/۲۷۱	۰/۷۶۳	۰/۷۶۳	۱۳۸۸	۱/۳۹۰	۱/۲۹۸	۱/۰۷۰	۱/۰۷۰
۱۳۷۴	۰/۹۲۰	۱/۰۵۱	۰/۸۷۵	۰/۸۷۵	۱۳۸۹	۰/۷۶۱	۱/۰۴۹	۰/۷۲۵	۰/۷۲۵
۱۳۷۵	۰/۹۱۷	۱/۰۴۳	۰/۸۷۰	۰/۸۷۰	۱۳۹۰	۱/۰۹۲	۱/۰۹۰	۱/۰۰۱	۱/۰۰۱
۱۳۷۶	۱/۳۲۱	۱/۴۰۲	۰/۹۴۲	۰/۹۴۲	۱۳۹۱	۱/۰۱۵	۱/۰۵۷	۰/۹۶۰	۰/۹۶۰
۱۳۷۷	۰/۶۰۳	۱/۰۰۱	۰/۶۰۲	۰/۶۰۲	۱۳۹۲	۱/۰۵۱	۱/۲۹۷	۰/۸۱۱	۰/۸۱۱
۱۳۷۸	۰/۸۴۳	۱/۰۳۱	۰/۸۲۰	۰/۸۲۰	۱۳۹۳	۱/۰۸۳	۱/۱۱۶	۰/۹۷۱	۰/۹۷۱
۱۳۷۹	۱/۴۲۷	۱/۴۳۱	۱/۰۰۵	۱/۰۰۵	۱۳۹۴	۱/۱۶۳	۱/۶۳۷	۰/۷۱۰	۰/۷۱۰
۱۳۸۰	۱/۲۷۳	۱/۳۸۲	۰/۹۲۱	۰/۹۲۱	۱۳۹۵	۰/۷۹۸	۰/۸۹۵	۰/۸۹۱	۰/۸۹۱
متوسط	-	-	-	-	-	۱/۰۱۶	۱/۳۲۷	۰/۷۹۶	۰/۷۹۶

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۲، دوره ۱۳۹۵-۱۳۶۶ را برای شاخص مالم کوئیست نشان می‌دهد که شامل تغییرات (تولید، نهاد، بهره‌وری کل، تکنولوژیکی) است. بر اساس معیار ارزش‌گذاری در مبانی نظری بیان‌شده، این شاخص فقط برای تغییرات بهره‌وری و اجزای آن یعنی تغییرات (تکنولوژیکی و کارایی) اعداد بزرگ‌تر از یک دلالت بر کاهش و برعکس شاخص بهره‌وری و اجزای آن اعداد کوچک‌تر از یک دلالت بر افزایش در بهره‌وری است. نتایج نشان می‌دهد متوسط تغییرات بهره‌وری کل ۰/۷۹۶ و کمتر از یک است؛ یعنی متوسط بهره‌وری کل به میزان ۲۰/۴ درصد افزایش داشته که ناشی از افزایش تغییرات تکنولوژی بوده است و متوسط تغییرات تولید برابر با ۱/۰۱۶ (که بیشتر از یک و به میزان ۱/۶ درصد افزایش) و متوسط تغییرات نهاد برابر ۱/۳۳۷ (که بیشتر از یک و به میزان ۳۳/۷ درصد افزایش) به همراه داشته است. با توجه به اینکه اندک افزایش تغییرات تولید در بعضی از سال‌ها و افزایش تغییرات نهاد که در اکثر سال‌ها اتفاق افتاده است، بهره‌وری کل را هم در اکثر سال‌ها به همراه داشته است. کمترین تغییرات بهره‌وری کل در سال ۸۸ به میزان ۷ درصد کاهش و بیشترین تغییرات بهره‌وری کل در سال ۶۸ به میزان

۶۴ درصد افزایش بوده است و در سال‌هایی که تغییرات تکنولوژی افزایش یافته، بهره‌وری را به دنبال داشته است؛ یعنی تغییرات تکنولوژی عامل مؤثری در افزایش بهره‌وری بوده است. افزایش تغییرات تکنولوژی شامل به‌کارگیری ماشین‌آلات جدید کشاورزی در تولید و توسعه ماشین‌آلات کشاورزی در داخل و رفع کمبود ماشین‌آلات از طریق خرید، واردات و به‌کارگیری آن‌ها در امر تولید است.

۴-۲. برآورد شاخص فار- پریمونت

جدول ۳. شاخص جمعی (تولید، نهاده) و بهره‌وری کل عوامل تولید بخش کشاورزی (شاخص فار- پریمونت)

سال	شاخص جمعی تولید	شاخص جمعی نهاده	بهره‌وری کل عوامل تولید	سال	شاخص جمعی تولید	شاخص جمعی نهاده	بهره‌وری کل عوامل تولید
۱۳۶۶	۱/۰۴۵	۱/۴۳۴	۰/۷۳۴	۱۳۸۱	۰/۴۰۸	۰/۶۵۹	۰/۶۱۹
۱۳۶۷	۰/۹۹۳	۱/۳۵۳	۰/۷۳۴	۱۳۸۲	۰/۳۸۰	۰/۶۲۶	۰/۶۰۶
۱۳۶۸	۰/۹۴۳	۱/۲۸۵	۰/۷۳۴	۱۳۸۳	۰/۳۵۳	۰/۵۹۵	۰/۵۹۳
۱۳۶۹	۰/۸۹۶	۱/۲۲۱	۰/۷۳۴	۱۳۸۴	۰/۳۲۸	۰/۵۵۳	۰/۵۹۳
۱۳۷۰	۰/۸۵۱	۱/۱۶۰	۰/۷۳۴	۱۳۸۵	۰/۳۰۵	۰/۵۱۵	۰/۵۹۳
۱۳۷۱	۰/۸۰۹	۱/۱۰۲	۰/۷۳۴	۱۳۸۶	۰/۲۸۴	۰/۴۹۷	۰/۵۹۳
۱۳۷۲	۰/۷۶۸	۱/۰۴۶	۰/۷۳۴	۱۳۸۷	۰/۲۶۴	۰/۴۴۵	۰/۵۹۳
۱۳۷۳	۰/۷۳۰	۰/۹۹۴	۰/۷۳۴	۱۳۸۸	۰/۲۴۵	۰/۴۱۴	۰/۵۹۳
۱۳۷۴	۰/۶۷۹	۰/۹۴۴	۰/۷۱۸	۱۳۸۹	۰/۲۲۸	۰/۳۸۵	۰/۵۹۳
۱۳۷۵	۰/۶۳۱	۰/۸۹۷	۰/۷۰۳	۱۳۹۰	۰/۲۰۸	۱/۱۲۴	۰/۱۸۵
۱۳۷۶	۰/۵۸۷	۰/۸۵۲	۰/۶۸۸	۱۳۹۱	۰/۱۸۹	۱/۰۲۳	۰/۱۸۵
۱۳۷۷	۰/۵۴۶	۰/۸۱۰	۰/۶۷۴	۱۳۹۲	۰/۱۷۲	۰/۹۳۱	۰/۱۸۵
۱۳۷۸	۰/۵۰۸	۰/۷۶۹	۰/۶۶۰	۱۳۹۳	۰/۱۵۶	۰/۸۴۷	۰/۱۸۵
۱۳۷۹	۰/۴۷۲	۰/۷۳۱	۰/۶۴۶	۱۳۹۴	۰/۱۴۲	۰/۷۷۱	۰/۱۸۵
۱۳۸۰	۰/۴۳۹	۰/۶۹۴	۰/۶۳۲	۱۳۹۵	۰/۹۰۴	۱/۰۸۵	۰/۸۳۳
متوسط	-	-	-	-	۰/۵۱۵	۰/۸۵۸	۰/۳۹۵

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۳ برای شاخص‌های جمعی (تولید، نهاده) و بهره‌وری کل عوامل تولید در دوره ۱۳۶۶-۱۳۹۵ بر طبق شاخص فار- پریمونت است که در این شاخص بهره‌وری و اجزای آن اعداد بزرگ‌تر از یک دلالت برافزایش و برعکس شاخص بهره‌وری و اجزای آن، اعداد کوچک‌تر از یک دلالت بر بهره‌وری کل عوامل تولید

برابر ۰/۳۹۵ است که کمتر از یک و به میزان ۶۰/۵ درصد کاهش را به همراه داشته است. این امر نشان می‌دهد که در تمامی سال‌های مذکور میزان بهره‌وری کل عوامل تولید کمتر از یک و دارای سیر نزولی بوده است و با اینکه شاخص جمعی نهاده در بعضی از سال‌ها بیشتر از یک بوده، با کاهش متوسط تغییرات تولید، کاهش بهره‌وری کل را به همراه داشته است که نشان‌دهنده عدم استفاده بهینه از نهاده‌های مصرفی در تولید است و بیشترین بهره‌وری کل عوامل تولید در سال ۹۵ (برابر ۰/۸۳۳) به میزان ۱۶/۷ درصد کاهش و کمترین در سال‌های ۹۰ تا ۹۴ (برابر ۰/۱۸۵) به میزان ۸۱/۵ درصد کاهش و بیشترین شاخص جمعی تولید برای سال ۶۶ به میزان ۴/۵ درصد افزایش و کمترین در سال ۹۴ به میزان ۵۸/۸ درصد کاهش و بیشترین شاخص جمعی نهاده برای سال ۶۷ برابر ۶۴/۷ درصد افزایش و کمترین در سال ۸۹ به میزان ۶۱/۵ درصد کاهش داشته است. متوسط شاخص جمعی نهاده ۱۴/۲ درصد و متوسط شاخص جمعی تولید ۴۵/۵ درصد کاهش داشته است؛ یعنی از نهاده‌ها به نحوی مناسب در تولید مورد بهره‌برداری قرار نگرفته است که باعث کاهش بهره‌وری کل عوامل تولید به میزان ۶۰/۵ درصد شده است.

جدول ۴. تغییرات بهره‌وری کل بخش کشاورزی و عوامل تشکیل‌دهنده (شاخص فار- پریمونت)

سال	تولید	نهاده	بهره‌وری کل	تکنولوژیکی	سال	تولید	نهاده	بهره‌وری کل	تکنولوژیکی
۱۳۶۶	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱۳۸۱	۰/۸۵۲	۰/۷۱۴	۱/۱۸۵	۱/۱۸۵
۱۳۶۷	۰/۸۱۲	۱/۱۱۲	۰/۷۳۵	۰/۷۳۵	۱۳۸۲	۰/۸۶۳	۰/۷۱۰	۱/۲۱۴	۱/۲۱۴
۱۳۶۸	۱/۰۲۵	۱/۰۲۵	۱/۰۲۵	۱/۰۲۵	۱۳۸۳	۰/۸۳۷	۰/۷۳۹	۱/۱۳۴	۱/۱۳۴
۱۳۶۹	۰/۹۱۲	۰/۸۶۲	۱/۰۳۰	۱/۰۳۰	۱۳۸۴	۰/۸۶۳	۰/۷۳۱	۱/۱۸۱	۱/۱۸۱
۱۳۷۰	۰/۸۶۵	۰/۷۳۰	۱/۱۳۴	۱/۱۳۴	۱۳۸۵	۰/۹۰۹	۰/۷۵۳	۱/۲۰۸	۱/۲۰۸
۱۳۷۱	۰/۸۹۵	۰/۷۴۰	۱/۱۹۵	۱/۱۹۵	۱۳۸۶	۰/۴۵۳	۰/۵۸۳	۰/۷۷۶	۰/۷۷۶
۱۳۷۲	۰/۸۹۰	۰/۷۵۴	۱/۱۸۰	۱/۱۸۰	۱۳۸۷	۰/۶۹۴	۰/۷۵۰	۰/۹۲۵	۰/۹۲۵
۱۳۷۳	۰/۸۶۱	۰/۷۳۳	۱/۲۰۴	۱/۲۰۴	۱۳۸۸	۰/۹۷۶	۰/۷۵۰	۱/۳۰۰	۱/۳۰۰
۱۳۷۴	۰/۸۰۱	۰/۶۹۰	۱/۱۵۷	۱/۱۵۷	۱۳۸۹	۰/۷۴۲	۰/۷۶۵	۰/۹۷۴	۰/۹۷۴
۱۳۷۵	۰/۷۳۲	۰/۶۶۸	۱/۱۰۴	۱/۱۰۴	۱۳۹۰	۰/۸۱۵	۰/۷۹۸	۱/۰۲۰	۱/۰۲۰
۱۳۷۶	۰/۹۶۳	۰/۷۷۱	۱/۲۵۳	۱/۲۵۳	۱۳۹۱	۰/۸۲۴	۰/۷۷۷	۱/۰۵۹	۱/۰۵۹
۱۳۷۷	۰/۵۲۱	۰/۶۳۲	۰/۹۳۰	۰/۹۳۰	۱۳۹۲	۰/۸۶۶	۰/۸۳۴	۱/۰۳۸	۱/۰۳۸
۱۳۷۸	۰/۴۹۳	۰/۵۲۹	۰/۸۶۵	۰/۸۶۵	۱۳۹۳	۰/۹۳۸	۰/۸۱۵	۱/۱۴۹	۱/۱۴۹
۱۳۷۹	۰/۷۱۹	۰/۷۱۶	۱/۰۰۲	۱/۰۰۲	۱۳۹۴	۱/۰۹۱	۰/۸۶۹	۱/۲۵۵	۱/۲۵۵
۱۳۸۰	۰/۹۴۵	۰/۷۲۹	۱/۲۴۰	۱/۲۴۰	۱۳۹۵	۰/۸۷۱	۰/۷۴۴	۱/۱۷۱	۱/۱۷۱
متوسط	-	-	-	-	-	۰/۸۳۴	۰/۷۴۲	۱/۰۸۸	۱/۰۸۸

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۴ تغییرات بهره‌وری کل تولید ذرت دانه‌ای در دوره ۱۳۹۵-۱۳۶۶ برای شاخص فار- پرمونت را نشان می‌دهد که شامل سال، تغییرات (تولید، نهاده، بهره‌وری کل، تکنولوژیکی) است و در این شاخص بهره‌وری و اجزای آن اعداد بزرگ‌تر از یک دلالت برافزایش و برعکس شاخص بهره‌وری و اجزای آن اعداد کوچک‌تر از یک دلالت بر کاهش در بهره‌وری است. متوسط تغییرات تولید ۰/۸۳۴ و متوسط تغییرات نهاده ۰/۷۴۲ و متوسط تغییرات بهره‌وری کل ۱/۰۸۸ و متوسط تغییرات تکنولوژیکی ۱/۰۸۸ است که برای دوره مذکور در تمامی این سال‌ها متوسط تغییرات (تولید ۱۶/۶ درصد کاهش) داشته است؛ ولی متوسط تغییرات بهره‌وری کل ۸/۸ درصد، متوسط تغییرات تکنولوژیکی (۸/۸ درصد) افزایش را به همراه داشته‌اند. بیشترین تغییرات بهره‌وری کل در سال ۸۸ با افزایش ۳۰ درصد و کمترین در سال ۶۷ با ۲۶/۵ درصد کاهش بوده است. افزایش در تغییرات بهره‌وری کل در اکثر سال‌ها ناشی از افزایش تغییرات تکنولوژی بوده و بیشترین تغییرات تولید در سال ۹۴ به میزان ۹/۱ درصد افزایش و کمترین در سال ۷۸ به میزان ۵۰/۳ درصد کاهش و بیشترین تغییرات نهاده در سال ۶۷ به میزان ۱۱/۲ درصد افزایش و کمترین در سال ۷۸ به میزان ۴۷/۱ درصد کاهش داشته است. افزایش در بهره‌وری کل ناشی از تغییرات تکنولوژیکی بوده است؛ یعنی استفاده مناسب از ماشین‌آلات جدید و مصرف بهینه نهاده‌های مصرفی شامل بذور و واریته‌های جدید و مصرف کود و سم مناسب در هر هکتار و استفاده از آبیاری نوین که هر سال روند افزایشی را در وزارت جهاد کشاورزی در واحد سطح دارد و با انجام کارهای آموزش و ترویج کشاورزی در جامعه و بخش کشاورزی و به کار بردن ماشین‌آلات و ادوات کشاورزی سبک و سنگین باعث شده که تغییرات تکنولوژی و بهره‌وری کل افزایش داشته باشد.

۴-۳. برآورد شاخص هیکس - مورستین

جدول ۵. شاخص جمعی نهاده، بهره‌وری کل عوامل تولید و حداکثر بهره‌وری کل عوامل تولید و کارایی فنی

کل بخش کشاورزی (شاخص هیکس - مورستین)

سال	شاخص جمعی نهاده	بهره‌وری کل عوامل تولید	حداکثر بهره‌وری کل عوامل تولید	کارایی فنی
۱۳۶۶	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
۱۳۶۷	۰/۳۰۲	۳/۳۰۱	۵/۸۱۳	-/۵۲۰
۱۳۶۸	۰/۴۸۱	۲/۰۷۸	۲/۰۷۹	۱/۰۰۰
۱۳۶۹	۰/۷۰۰	۱/۴۲۶	۱/۴۲۶	۱/۰۰۰
۱۳۷۰	۰/۸۹۶	۱/۱۱۵	۱/۱۸۸	-/۹۳۹
۱۳۷۱	۰/۸۱۰	۱/۲۳۴	۱/۲۷۰	-/۹۳۴
۱۳۷۲	۰/۸۸۲	۱/۱۳۳	۱/۱۹۳	-/۹۴۹
۱۳۷۳	۰/۸۵۵	۱/۱۶۹	۱/۱۶۹	۱/۰۰۰
۱۳۷۴	۰/۹۲۵	۱/۰۸۰	۱/۰۸۰	۱/۰۰۰
۱۳۷۵	۰/۸۲۹	۱/۲۰۵	۱/۲۶۳	-/۹۵۳
۱۳۷۶	۰/۸۹۴	۱/۱۱۷	۱/۱۷۶	-/۹۵۰
۱۳۷۷	۰/۷۰۷	۱/۴۱۲	۱/۴۱۲	۱/۰۰۰
۱۳۷۸	۰/۹۳۶	۱/۰۷۹	۱/۰۷۹	۱/۰۰۰
۱۳۷۹	۰/۹۰۰	۱/۱۵۹	۱/۲۹۳	-/۸۹۶
۱۳۸۰	۰/۸۵۳	۱/۱۷۱	۱/۲۶۳	-/۹۲۷
۱۳۸۱	۰/۵۹۳	۱/۶۸۶	۱/۶۸۶	۱/۰۰۰
۱۳۸۲	۰/۶۳۴	۱/۵۷۵	۲/۱۸۷	-/۷۲۰
۱۳۸۳	۰/۸۷۲	۱/۱۴۶	۱/۱۴۶	۱/۰۰۰
۱۳۸۴	۰/۹۰۶	۱/۱۰۳	۱/۱۰۴	-/۹۹۸
۱۳۸۵	۰/۷۶۳	۱/۳۱۰	۱/۳۱۰	۱/۰۰۰
۱۳۸۶	۰/۵۸۰	۱/۷۲۱	۱/۷۲۱	۱/۰۰۰
۱۳۸۷	۰/۶۰۱	۱/۶۶۱	۱/۶۶۱	۱/۰۰۰
۱۳۸۸	۰/۸۳۷	۱/۲۰۸	۱/۵۶۲	-/۷۷۳
۱۳۸۹	۰/۹۵۰	۱/۰۵۲	۱/۰۵۲	۱/۰۰۰
۱۳۹۰	۰/۸۴۱	۱/۱۸۸	۱/۴۰۰	-/۸۴۹
۱۳۹۱	۰/۹۱۵	۱/۰۹۲	۱/۱۴۶	-/۹۵۳
۱۳۹۲	۰/۸۰۱	۱/۲۴۸	۱/۲۴۸	۱/۰۰۰
۱۳۹۳	۰/۸۱۹	۱/۲۲۰	۱/۴۴۶	-/۸۴۴
۱۳۹۴	۰/۷۱۹	۱/۳۹۰	۱/۳۹۰	۱/۰۰۰
۱۳۹۵	۰/۹۰۱	۱/۱۰۸	۱/۱۰۸	۱/۰۰۰
متوسط	۰/۷۸۹	۱/۲۴۶	۱/۴۹۱	۱/۲۴۱

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۵ شاخص جمعی نهاده، بهره‌وری کل عوامل تولید، حداکثر بهره‌وری کل عوامل تولید و کارایی فنی در دوره ۱۳۹۵-۱۳۶۶ را برای شاخص هیکس - مورستین نشان می‌دهد که در این شاخص بهره‌وری و اجزای آن اعداد بزرگ‌تر از

یک دلالت بر افزایش و برعکس شاخص بهره‌وری و اجزای آن اعداد کوچک‌تر از یک دلالت بر کاهش در بهره‌وری است. متوسط شاخص جمعی نهاده برابر $0/789$ (کمتر از یک و به میزان $21/1$ درصد کاهش) و متوسط شاخص جمعی بهره‌وری کل عوامل تولید برابر $1/246$ (بیشتر از یک و به میزان $24/6$ درصد افزایش)، متوسط شاخص جمعی حداکثر بهره‌وری کل عوامل تولید $1/491$ (بیشتر از یک و به میزان $49/1$ درصد افزایش) و متوسط کارایی فنی $1/241$ (بیشتر از یک و دارای به میزان $24/1$ درصد افزایش) است. بیشترین شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید در سال ۶۷ و برابر $3/301$ (به میزان $230/1$ درصد افزایش) و کمترین در سال ۸۹ برابر $5/2$ درصد افزایش و بیشترین شاخص حداکثر بهره‌وری کل عوامل تولید در سال ۶۷ برابر $5/813$ (به میزان $481/3$ درصد افزایش) و کمترین در سال ۸۹ برابر $5/2$ درصد افزایش و بیشترین شاخص کارایی فنی در سال‌هایی که برابر یک و بدون درصد تغییر است (مانند سال ۶۶ و ۶۸ یا امثال آن) و کمترین در سال ۶۷ برابر $0/52$ (به میزان ۴۸ درصد کاهش) و بیشترین شاخص جمعی نهاده در سال‌های ۸۹ و برابر $0/95$ (به میزان ۵ درصد کاهش) و کمترین در سال ۶۷ برابر $0/302$ (به میزان $69/8$ درصد کاهش) است. حداکثر بهره‌وری کل عوامل تولید یعنی حداکثر بهره‌وری کل عوامل تولید مورد انتظار است؛ یعنی اگر از تمام نهاده‌ها به‌طور مطلوب استفاده می‌شد، بهره‌وری مورد انتظار به دست می‌آمد.

بنابراین در سال‌هایی که حداکثر بهره‌وری کل عوامل تولید بیشتر از بهره‌وری کل عوامل تولید است، مانند سال‌های ۶۷، ۶۸، ۷۰، ۷۱، ۷۲، ۷۳، ۷۵، ۷۶، ۷۹، ۸۰، ۸۲، ۸۴، ۸۸، ۹۰، ۹۱، ۹۳ بهره‌وری بیشتری به دست آمده است؛ یعنی محصول تولید شده، بیشتر از مقدار محصول مورد انتظار بوده است که ناشی از به‌کارگیری مناسب از نهاده‌های مصرفی کود، آب، بذر، سموم و به‌کارگیری تکنولوژی مناسب و فراگیری آموزش‌های ترویجی بوده است. به همین علت در سال‌هایی که به علت به کار نگرفتن حداکثر نهاده‌ها و تکنولوژی تولید، حداکثر بهره‌وری کل عوامل تولید کمتر از حد انتظار بوده است. و در سال‌های ۶۹، ۷۳،

۷۴، ۷۷، ۷۸، ۸۱، ۸۳، ۸۵، ۸۶، ۸۷، ۸۹، ۹۲، ۹۴، ۹۵ که حداکثر بهره‌وری کل عوامل تولید با بهره‌وری کل عوامل یکسان است، یعنی مقدار محصول تولیدی که انتظار می‌رفت، حاصل شده و در واقع، دقیقاً از نهاده‌های مصرفی، استفاده بهینه و مطلوب به عمل آمده است.

جدول ۶. تغییرات بهره‌وری کل بخش کشاورزی و عوامل تشکیل‌دهنده (شاخص هیکس-مورستین)

سال	تولید	نهاده	بهره‌وری کل	تکنولوژیکی	کارایی	کارایی ترکیب باقی‌مانده
۱۳۶۶	-	-	-	-	-	-
۱۳۶۷	-/۸۱۱	-/۴۲۱	۱/۹۲۴	۳/۹۵۱	-/۶۳۰	-/۶۳۰
۱۳۶۸	۱/۲۰۱	۱/۶۰۲	-/۷۴۹	-/۷۴۹	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
۱۳۶۹	-/۸۰۲	۱/۱۳۸	-/۷۰۵	-/۷۰۴	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
۱۳۷۰	-/۹۸۳	-/۹۲۱	۱/۰۶۷	۱/۱۱۴	-/۹۳۹	-/۹۳۹
۱۳۷۱	-/۹۹۰	-/۹۱۹	۱/۰۸۹	۱/۰۷۷	-/۹۱۶	-/۹۱۶
۱۳۷۲	-/۹۹۵	-/۹۲۵	۱/۰۵۳	۱/۱۰۸	-/۹۴۹	-/۹۴۹
۱۳۷۳	-/۹۶۲	۱/۰۸۳	-/۸۸۸	-/۸۸۸	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
۱۳۷۴	-/۹۵۶	-/۹۱۱	۱/۰۴۸	۱/۰۴۸	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
۱۳۷۵	-/۹۱۳	-/۸۷۰	۱/۰۴۸	۱/۰۹۹	-/۹۵۳	-/۹۵۳
۱۳۷۶	۱/۳۲۱	۱/۲۵۵	۱/۰۵۲	۱/۱۰۷	-/۹۵۰	-/۹۵۰
۱۳۷۷	-/۶۰۱	-/۷۱۰	-/۸۴۶	-/۸۴۶	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
۱۳۷۸	-/۸۴۳	-/۹۳۶	-/۹۰۰	-/۹۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
۱۳۷۹	۱/۴۳۷	۱/۲۸۰	۱/۱۲۲	۱/۲۵۳	-/۸۹۴	-/۸۹۴
۱۳۸۰	۱/۲۳۵	۱/۱۸۵	۱/۰۴۲	۱/۱۶۹	-/۹۱۳	-/۹۱۳
۱۳۸۱	-/۹۰۱	۱/۳۲۹	-/۶۷۸	-/۶۷۸	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
۱۳۸۲	۱/۰۱۳	-/۷۲۱	۱/۴۰۶	۱/۹۱۶	-/۷۴۱	-/۷۴۱
۱۳۸۳	-/۹۷۱	-/۹۹۸	-/۹۷۳	-/۹۷۳	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
۱۳۸۴	۱/۰۳۴	۱/۰۳۳	۱/۰۰۱	۱/۰۰۲	-/۹۹۸	-/۹۹۸
۱۳۸۵	۱/۱۱۵	۱/۳۱۲	-/۸۴۹	-/۸۴۹	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
۱۳۸۶	-/۴۹۰	-/۵۴۴	-/۹۰۰	-/۹۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
۱۳۸۷	۱/۵۱۵	۱/۷۰۰	-/۸۹۱	-/۸۹۱	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
۱۳۸۸	۱/۳۹۰	۱/۰۲۵	۱/۲۹۳	۱/۵۶۲	-/۸۲۷	-/۸۲۷
۱۳۸۹	-/۷۶۹	۱/۰۰۴	-/۷۶۵	-/۷۶۵	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
۱۳۹۰	۱/۰۹۲	-/۹۲۰	۱/۱۸۷	۱/۴۰۶	-/۸۴۳	-/۸۴۳
۱۳۹۱	۱/۰۱۵	-/۹۶۸	۱/۰۴۹	۱/۱۰۰	-/۹۵۳	-/۹۵۳
۱۳۹۲	۱/۱۲۶	۱/۱۰۵	۱/۰۱۹	۱/۰۱۹	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
۱۳۹۳	۱/۰۸۳	-/۹۱۲	۱/۱۸۸	۱/۴۶۳	-/۸۴۲	-/۸۴۲
۱۳۹۴	۱/۱۶۳	۱/۲۵۱	-/۹۳۹	-/۹۳۹	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
۱۳۹۵	-/۷۹۱	-/۸۵۸	-/۹۲۲	-/۹۲۲	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
متوسط	۱/۰۱۷	۱/۰۳۱	۱/۰۲۰	۱/۱۵۱	-/۹۴۳	-/۹۴۳

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۶ تغییرات بهره‌وری کل تولید ذرت دانه‌ای در دوره ۱۳۶۶-۱۳۹۵۴ برای

شاخص هیکس-مورستین را نشان می‌دهد که شامل تغییرات (تولید، نهاده، بهره‌وری کل، تکنولوژیکی، کارایی و کارایی ترکیب باقیمانده) است؛ که در این شاخص بهره‌وری و اجزای آن اعداد بزرگ‌تر از یک دلالت برافزایش و برعکس شاخص بهره‌وری و اجزای آن اعداد کوچک‌تر از یک دلالت بر کاهش در بهره‌وری است. متوسط تغییرات بهره‌وری کل برابر $1/0.20$ (بیشتر از یک و به میزان ۲ درصد افزایش) و متوسط تغییرات تکنولوژیکی برابر $1/1.51$ (بیشتر از یک و به میزان $15/1$ درصد افزایش) و متوسط تغییرات کارایی و کارایی ترکیب باقی‌مانده برابر $0/934$ (به میزان $6/6$ درصد کاهش) و متوسط تغییرات نهاده $1/0.31$ (بیشتر از یک و به میزان $3/1$ درصد افزایش) و متوسط تغییرات تولید برابر $1/0.17$ (بیشتر از یک و به میزان $1/7$ درصد افزایش) است. بیشترین تغییرات بهره‌وری کل در سال ۶۷ برابر $1/924$ (بیشتر از یک و با $92/4$ درصد افزایش) و کمترین در سال ۶۸ برابر $0/749$ (کمتر از یک و با $25/1$ درصد کاهش) و بیشترین تغییرات تکنولوژیکی در سال ۶۷ برابر $3/951$ (بیشتر از یک و با $295/1$ درصد افزایش) و کمترین در سال ۶۹ برابر $0/704$ (کمتر از یک و $29/6$ درصد کاهش) و بیشترین تغییرات کارایی و تغییرات ترکیب باقی‌مانده در سال‌هایی مانند ۶۸ یا امثال آن که برابر یک هستند (بدون تغییر) و کمترین در سال ۶۷ برابر $0/63$ (کمتر از یک و با 37 درصد کاهش) است.

افزایش تغییرات بهره‌وری کل در سال‌های ۶۷، ۷۰، ۷۱، ۷۲، ۷۵، ۷۶، ۷۹، ۸۰، ۸۲، ۸۸، ۹۰، ۹۱، ۹۳ به دلیل افزایش تغییرات تکنولوژی بوده و نه به سبب تغییرات کارایی و همچنین کاهش تغییرات بهره‌وری کل در سال‌های ۷۱، ۷۲۹، ۷۴، ۷۵، ۷۶، ۷۹، ۸۰، ۸۲، ۸۴، ۸۸، ۹۰، ۹۱، ۹۲، ۹۳ به علت کاهش تغییرات تکنولوژیکی و همچنین در بعضی از سال‌هایی که کاهش تغییرات کارایی (کمتر از یک) بوده باعث کاهش بهره‌وری کل شده است؛ مانند سال‌های ۶۷، ۷۰، ۷۱، ۷۲، ۷۵، ۷۶، ۷۷، ۷۹، ۸۰، ۸۲، ۸۴، ۸۸، ۹۰، ۹۱، ۹۳. در بعضی از این سال‌ها تغییرات کارایی برابر یک و بدون تغییر بوده که تأثیری در بهره‌وری کل نداشته است. در تمامی این سال‌ها تغییرات کارایی با تغییرات ترکیبات باقی‌مانده برابر است.

جدول ۷. مقایسه نتایج متوسط سه شاخص برای کل بخش کشاورزی

شاخص	شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید	تغییرات بهره‌وری کل	تغییرات تکنولوژیکی
مالم کوئست	۱/۳۵۸	۰/۷۹۶	۰/۷۹۶
فار- پریمونت	۰/۳۹۵	۱/۰۸۸	۱/۰۸۸
هیکس- مورستین	۱/۳۴۶	۱/۰۲۰	۱/۱۵۱

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۷ مقایسه نتایج متوسط سه شاخص در دوره زمانی ۱۳۹۵-۱۳۶۶ را نشان می‌دهد که شامل متوسط شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید، تغییرات بهره‌وری کل و تغییرات تکنولوژیکی است. در شاخص مالم کوئست بر اساس معیار ارزش‌گذاری در مبانی نظری بیان شده «فرمول ۷» برای این شاخص فقط برای تغییرات بهره‌وری و اجزای آن، یعنی تغییرات (تکنولوژیکی و کارایی) اعداد بزرگ‌تر از یک دلالت بر کاهش و برعکس شاخص بهره‌وری و اجزای آن اعداد کوچک‌تر از یک دلالت بر افزایش در بهره‌وری است؛ ولی در شاخص فار- پریمونت و هیکس- مورستین برعکس است. در این جدول برای شاخص مالم کوئست متوسط شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید برابر ۱/۳۵۸ بیشتر از یک (۳۵/۸ درصد کاهش) و متوسط تغییرات بهره‌وری کل برابر ۰/۷۹۶ کمتر از یک (۲۰/۴ درصد افزایش) را نشان می‌دهد که ناشی از تغییرات تکنولوژی است.

در شاخص فار- پریمونت متوسط شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید برابر ۰/۳۹۵ کمتر از یک (۶۰/۵ درصد کاهش) و متوسط تغییرات بهره‌وری کل برابر ۱/۰۸۸ بیشتر از یک (۸/۸ درصد افزایش) را نشان می‌دهد که ناشی از تغییرات تکنولوژی است.

در شاخص هیکس- مورستین متوسط شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید برابر ۱/۲۴۶ بیشتر از یک (۲۴/۶ درصد افزایش) و متوسط تغییرات بهره‌وری کل برابر ۱/۰۲۰ بیشتر از یک (۲ درصد افزایش) را نشان می‌دهد که ناشی از تغییرات تکنولوژی است.

در جدول ۷ شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید شاخص مالم کوئست ۳۵/۸ درصد کاهش)، شاخص فار- پریمونت (۶۰/۵ درصد کاهش) و شاخص هیکس- مورستین (۲۴/۶ درصد افزایش) یافته است. یعنی نهاده‌های مصرفی در مراحل

تولید، هرچه کمتر باشد (کاهش) باعث افزایش بهره‌وری کل و برعکس نهاده‌های مصرفی در مراحل تولید هرچه بیشتر باشد (افزایش) باعث کاهش بهره‌وری کل می‌شود. که برای دو شاخص مالم کوئیست و شاخص فار- پریمونت شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید کاهش دارد ولی تغییرات بهره‌وری کل افزایش دارد. و برای شاخص شاخص هیکس- مورستین شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید افزایش دارد ولی تغییرات بهره‌وری کل افزایش اندکی دارد. یعنی هرچه ستانده بیشتر و نهاده کمتر باشد بهره‌وری کل افزایش دارد.

به این ترتیب در هر سه شاخص افزایش متوسط تغییرات بهره‌وری کل ناشی از افزایش تغییرات تکنولوژیکی است که برای شاخص مالم کوئیست (۲۰/۴ درصد افزایش)، برای شاخص فار- پریمونت (۸/۸ درصد افزایش) و شاخص هیکس- مورستین (۱۵/۱ درصد افزایش) است که این افزایش تکنولوژی در دوره زمانی مذکور از طرف بهره‌برداران کشاورزی با به‌روز نمودن تجهیزات و ادوات و ماشین‌آلات کشاورزی و توسعه تولید ماشین‌آلات کشاورزی در داخل از جانب شرکت‌های دولتی یا خصوصی یا نیاز به تأمین آن از طریق واردات و همچنین آموزش‌های ضروری از طرف وزارت جهاد کشاورزی و استفاده از نهاده‌های مصرفی که شامل استفاده بهینه از کود، سم، بذور جدید و اصلاح‌شده و استفاده بهینه از آب بوده است.

نتیجه‌گیری

هدف از مطالعه تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید در کشاورزی ایران و کاربرد شاخص‌های «مالم کوئیست»، «فار- پریمونت»، «هیکس- مورستین» در دوره زمانی ۱۳۹۵-۱۳۶۶ بوده است. نتایج نشان داده که متوسط شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید شاخص مالم کوئیست «۲۵/۸ درصد کاهش»، شاخص فار- پریمونت «۶۰/۵ درصد کاهش» و شاخص هیکس- مورستین «۲۴/۶ درصد افزایش» داشته است و متوسط تغییرات بهره‌وری کل برای شاخص مالم کوئیست «۲۰/۴ درصد افزایش»، شاخص فار- پریمونت «۸/۸ درصد افزایش» و شاخص هیکس- مورستین «۲ درصد افزایش» داشته است. تغییرات هر سه شاخص ناشی از افزایش در تغییرات تکنولوژیکی در طول

دوره مذکور برای کل بخش کشاورزی بوده است که این تغییرات تکنولوژی برای شاخص مالم کوئیست «۲۰/۴ درصد افزایش»، شاخص فار- پرمونت «۸/۸ درصد افزایش» و شاخص هیکس- مورستین «۱۵/۱ درصد افزایش» را نشان می‌دهد. این موضوع ناشی از استفاده بهره‌برداران بخش کشاورزی از ماشین‌آلات کشاورزی و آموزش‌های لازم از طرف وزارت جهاد کشاورزی و استفاده بهینه از نهاده‌های مصرفی شامل استفاده بهینه از کود، سم، بذور جدید و اصلاح شده، مصرف بهینه آب و اجرای توسعه آبیاری نوین در اکثر مراحل کاشت، داشت، برداشت بوده است.

همچنین علاوه بر تولید ماشین‌آلات در داخل کشور، کمبود آن با توجه به منابع اختصاص داده شده در هر سال از طریق واردات رفع و زمینه برای بهبود تولیدات در کشور تا حدی فراهم شده و نتایج استفاده بیشتر از این ماشین‌آلات در برداشت محصولات بخش کشاورزی و بهره‌وری هرچند اندک حاصل گشته است. شاخص بهره‌وری در بخش کشاورزی ایران پایین است؛ به همین علت از نظر کاربردی ارتقای بهره‌وری محصولات کشاورزی با افزایش مستمر تولید محصولات و برنامه‌ریزی مدون ایجاد می‌شود. از طرفی مهم‌ترین چالش کشور بحران آب در کشاورزی است که ارتقای بهره‌وری و بهینه‌سازی در مصرف آب به رشد اقتصادی کمک می‌کند تا کشور سریع‌تر به رشد و توسعه اقتصادی برسد؛ موضوعی که در چهارمین کنگره بین‌المللی آبیاری در سال ۹۸ به‌صراحت اعلام شده است. باید از خرد نشدن و یکپارچگی اراضی کشاورزی دفاع کرد؛ زیرا این امر برای سرمایه‌گذاری بخش کشاورزی و ارتقای بهره‌وری توجیه اقتصادی ندارد. استفاده از فناوری، تکنولوژی جدید ماشین‌آلات، ایجاد زیرساخت‌های روستایی، الگوی کشت مناسب، ایجاد بازارهای الکترونیکی، سوق دادن سرمایه و سرمایه‌گذار به تولید باکیفیت، جلوگیری از کاهش ضایعات محصولات کشاورزی، اصلاح بذور، حضور کارشناسان در عرصه کشاورزی، ایجاد بانک اطلاعاتی در بخش کشاورزی، ایجاد بازاری شفاف و جلوگیری از قاچاق کالا و صادرات خام محصولات کشاورزی، گسترش صنایع تبدیلی و تکمیلی، آموزش بهره‌برداران بخش کشاورزی به صورت عملی و در عرصه میدانی به ارتقای بهره‌وری بخش کشاورزی و رشد و توسعه اقتصادی کمک می‌کند.

منابع

- امامی مبینی، علی (۱۳۸۴). اصول اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری (علمی-کاربردی). تهران: مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی.
- ترابی دستگردی، سارا. بخشوده، محمود (۱۳۸۶). بررسی روند تغییر بهره‌وری بخش کشاورزی در کشورهای اسلامی. *مجله توسعه و بهره‌وری*، (۶)، صص ۱۶-۱۰. سلامی، حبیب‌الله (۱۳۷۶). مفاهیم و اندازه‌گیری بهره‌وری در کشاورزی. *مجله اقتصاد کشاورزی و توسعه*، (۱۸)، صص ۷-۳۱.
- وطن‌پور، مجید. کوچکی، علیرضا. نصیری محلاتی، مهدی. قربانی، محمد (۱۳۹۶). برآورد تأثیر تحقیقات کشاورزی در رشد بهره‌وری غلات در ایران. *مجله اقتصاد کشاورزی و توسعه*، (۹۸) ۲۵، صص ۱۹۳-۲۱۶.
- عطرکار روشن، صدیقه. موسوی، میرحسین. رسولی، فاطمه (۱۳۹۴). تجزیه تحلیل رشد بهره‌وری و ارزیابی عملکرد صنعت و زیر بخش‌های آن استان کردستان. *سیاست‌های راهبردی و کلان* (۹)، صص ۹۷-۱۲۱.
- خلیق خیای، پریسا. مقدسی، رضا. اسکندرپور، بهروز (۱۳۹۱). تحلیل رشد بهره‌وری کل عوامل تولید چغندر قند ایران با استفاده از شاخص مالم کوئیست. *دوفصلنامه چغندر قند*، (۱) ۲۸، صص ۱۰۵-۹۵.
- خزاعی، جواد. امرایی، بهزاد. اصفهانی، سید محمدجعفر (۱۳۹۴). بررسی روند تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید گوجه‌فرنگی در ایران با استفاده از شاخص مالم کوئیست. *فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات اقتصاد کشاورزی*، (۲۸) ۸، صص ۷۹-۸۳.
- شیرانی بیدآبادی، فرهاد. احمدی کلیجی، سینا. امین‌روان، مرضیه (۲۰۱۵). بررسی بهره‌وری کل عوامل تولید محصول گندم دیم در شمال کشور. *فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات اقتصاد کشاورزی* (۲۵) ۷، صص ۱۵۵-۱۳۷.
- یداله زاده طبری، ناصرعلی. خوشابی، سیده زهرا (۱۳۹۰). اندازه‌گیری بهره‌وری کل عوامل تولید شرکت نوشابه‌سازی خوش‌نوش. *فصلنامه علمی-پژوهشی مدل‌سازی اقتصادی*، (۱۴) ۵، صص ۱۴۶-۱۳۱.
- غلامحسین کیانی. (۱۹۹۲). اندازه‌گیری بهره‌وری زیست‌محیطی بخش کشاورزی ایران.

فصلنامه علوم محیطی، ۱۱ (۴)، صص ۶۳-۷۲.

- Aigner, D. Lovell, C.A.K. and Schmidt, P. (1977) Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models. *Journal of Econometrics*, 6, 21-37. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(77\)90052-5](https://doi.org/10.1016/0304-4076(77)90052-5).
- Caves, D.W., Christensen, L.R. and Diewert, W.E. (1982) Multilateral Comparisons of Output, Input, and Productivity Using Superlative Index Numbers. *The Economic Journal*, 92, 73-86. <https://doi.org/10.2307/2232257>. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8).
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6), 429-444.
- Farrell, M.J. 1957. The Measurement of Productive Efficiency, *Journal of the Royal Statistical Society Series A, General*, 120, Part 3, 253-281.
- Färe, R., Grosskopf, S. 1996. *Intertemporal Production Dynamic* EA. Kluwer Academic Publishers, Boston/London/Dordrecht
- Latruffe, L., Dakpo, K. H., Desjeux, Y., Jeanneaux, P. (2018). Productivity, efficiency and technological change in French agriculture during 2002-2014: AF re-Primont index decomposition.
- Mukherjee, D. N., Vasudev, N., Kumari, R. V., & Suhasini, K. (2017). Nonparametric Estimation and Decomposition of Total Factor Productivity of Rice and Maize in Telangana State. *Bull. Env. Pharmacol. Life Sci*, 6, 26-31.
- O'donnell, O.A., Wagstaff, A. (2008) *Analyzing Health Equity Using Household Survey Data: A Guide to techniques and Their Implementation*. World Bank, 86, 816-816.
- O'Donnell, C. J. (2010). Measuring and decomposing agricultural productivity and profitability change. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 54: 527-560.
- Shephard, RW. (1953). *Cost and production functions*. Princeton University Press, Princeton. Tauer LW, 1998. Productivity of New York dairy farms measured by nonparametric Malmquist index. *Journal of Agricultural Economics* 49:234-249.
- Shepherd, R.W. (1970) *Theory of cost and production function*. Princeton Univ Press USA.
- Shao, S. (2019). China's Agricultural Total Factor Productivity and Its

Influencing Factors An Empirical Analysis Based on Provincial Panel Data from 2005 to 2016. In 3rd International Conference on Culture, Education and Economic Development of Modern Society (ICCESE). Atlantis Press.

Solow, R.M. (1957) Technical Change and the Aggregate Production Function. *The Review of Economics and Statistics*, 39, 312-320. <https://doi.org/10.2307/1926047>.

Nowak, A., Kijek, T., & Domańska, K. (2015). Technical efficiency and its determinants in the European Union. *Agricultural Economics*, 61(6), 275-283

Mekonnen, D. K., Spielman, D. J., Fonsah, E. G., & Dorfman, J. H. (2015). Innovation systems and technical efficiency in developing-country agriculture. *Agricultural economics*, 46(5), 689-702.

Vlontzos, G., Niavis, S., & Manos, B. (2014). A DEA approach for estimating the agricultural energy and environmental efficiency of EU countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40, 91-96.