Archive of SID

اقتصادکشاورزی و توسعه، سال یازدهم، شماره۴۳ و ۴۴، پاییز و زمستان ۱۳۸۲

براورد شاخص بهره‌وری مالم‌کوئیست برای محصولات راهبردی طی دوره زمانی ۱۳۶۹-۷۸

دکتر مجتبی مجاوریان*

چکیده

در این مقاله بهره‌وری کل عوامل تولید، کارایی فنی و تغییرات فناوری در محصولات راهبردی کشاورزی اندازه گیری و تحلیل شده است. روش تحقیق، ناپارامتری و استفاده از شاخص مالم‌کوئیست است. دوره مورد بررسی ۱۳۶۹- ۱۳۷۸ و محصولات مورد مطالعه گندم، جو، پنبه، برنج و چغندرقند بوده است. نتایج تحقیق نشان داد که بهره‌وری در تولیدات آبی (بجز جو) افزایش یافته و در مورد تمام محصولاتی که رشد بهره‌وری در آنها تحقق یافته، فناوری پیشرفته کرده است. تغییرات بهره‌وری به دلیل نوسانهای بیشتر کارایی فنی در محصولات منتخب، بیشتر تحت تأثیر آن قرار دارد و تنها استثناء مربوط به جو و چغندر قند است. در اغلب محصولات نوع تغییرات کارایی و فناوری عکس یکدیگر است، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کارایی فنی تولیدکنندگان در فناوری

* عضو هیئت علمی دانشگاه مازندران

E-mail: mmojaverian@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

جدیدتر کمتر از فناوری قدیمیتر است. در پایان پیشنهاد می شود سازمانهای متولی روی تحقیق، نوآوری و ترویج فناوری جدید در آموزش بهره‌گیری از این فناوری سرمایه‌گذاری کنند. همچنین در مطالعات بعدی اندازه‌گیری بهره‌وری در یک دوره زمانی طولانی‌تر انجام گیرد تا شوکهای کوتاهمدت تعدیل شود.

کلید واژه‌ها:

کشاورزی، بهره‌وری کل عوامل تولید، کارایی فنی، پیشرفت فناوری، شاخص مالم‌کوئیست

مقدمه

رشد اقتصادی در یک بخش مستلزم افزایش تولید در آن بخش است. بنا بر نظریه‌های تولید و عرضه، رشد تولید از دو طریق ممکن می‌شود: افزایش تولید با به کارگیری عوامل تولیدی بیشتر و افزایش تولید با استفاده از فناوری پیشرفته‌تر و کارامدتر و بهره‌گیری از عوامل تولیدی مؤثرتر .در ایران و اغلب جوامع درحال توسعه مسئله کمبود آب افزایش تولید به روش اول را در درازمدت محدود می سازد. لذا توجه به روش دوم یعنی بالا بردن بهره‌وری عوامل تولید، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر برای افزایش عرضه محصولات است.

در چند سال اخیر اهمیت بهره‌وری از سوی قانونگذاران نیز تشخیص داده شده است به نحوی که به موجب تبصره ۳۵ قانون برنامه دوم توسعه اقتصادی ، اجتماعی و فرهنگی ، مسئولان بخشهای اقتصادی کشور ازجمله بخش کشاورزی ملزم به محاسبه بهره‌وری و ارتقای سطح آن در طول هر یک از برنامه‌ها شده‌اند.

مطالعات مربوط به اندازه‌گیری بهره‌وری کل کشاورزی با چندین عامل تولید اغلب در کشورهای توسعه‌یافته بویژه در آمریکا انجام گرفته است. در مقایسه با این کشورها تعداد معدودی بررسی برای اندازه‌گیری این بهره‌وری در کشورهای در حال توسعه و کم توسعه صورت پذیرفته که معمولاً نتیجه مشترک آنها دال بر پایین بودن بهره‌وری حتی در مناطقی است که در آن انقلاب سبز در محصولات مهمی نظیر گندم و برنج اتفاق افتاده است(Fulginiti and Perrin, 1998) .

www.SID.ir

Archive of SID

تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید را می توان ناشی از تغییرات فناوری، کارایی فنی و یا تغییر در مقیاس تولید دانست. از آنجا که هر یک از علل فوق دارای منشأ متفاوتی است، بنابراین در سیاستگذاریهای کشاورزی، که در آن بهبود بهره‌وری عوامل جزو هدفها در نظر گرفته می‌شود، تجزیه و اندازه گیری سهم هر یک از علل پیشگفته اهمیت دارد.

این تحقیق تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولیدرا در محصولات راهبردی کشاورزی ایران با استفاده از روش ناپارامتری مالم‌کوئیست، که امکان تجزیه‌آن به اجزا را فراهم می‌سازد، اندازه‌گیری‌می‌کند.

طرح مسئله

در ادبیات اقتصادی، بهره‌وری کل به مقدار محصول به دست آمده از مقدار خاصی از نهاده‌ها گفته می‌شود. اهمیت موضوع مورد مطالعه دراین است که بهره وری یکی از دو منبع اساسی دستیابی به درآمد بیشتر است. منبع دیگر در این رابطه، پس انداز است که امکان به کارگیری نهاده‌های بیشتر را فراهم می کند.

طی ربع پایانی سده بیستم، ایران با بحرانهای سیاسی مهمی درگیر بوده است. هیجان انقلاب و پیامدهای داخلی و خارجی آن و سپس جنگ تحمیلی هشت‌ساله موجب وارد آمدن اثرات سوء بر اقتصاد کشور شده است. پس از جنگ و در دوران سازندگی، دولتمردان و برنامه‌ریزان کشور در پی هدف رشد اقتصادی، سیاستهای اصلاحی و متفاوت با دهه قبل اعمال کردند. در سیاستهای حمایتی، به دلیل فضای جدید، بخشهای غیر کشاورزی بیشتر مورد توجه قرار گرفت و سرمایه گذاری‌های وسیع در آنها انجام شد[1]. محدودیت منابع رشد موجب گردید تا موضوع رشد بهره‌وری و افزایش تولید از طریق آن اهمیت یابد. اما رشد بهره‌وری به خودی خود حادث نمی شود و نیاز به بستر مناسب

---

۱. طبیعی است که ماهیت مستقل بودن فعالیتهای کشاورزی نسبت به صنعت وهمچنین محدودیتهای ارزی، محاصره اقتصادی وبویژه امنیت غذایی ایجاب کرده بود که در دهه اول انقلاب بخش کشاورزی محور اقتصاد کشور در نظر گرفته شود.

www.SID.ir

Archive of SID

دارد. حال باید گفت که آیا این بستر در دوره پس از جنگ فراهم شده است؟ آیا برایند تمام سیاستگذاریها و برنامه‌ریزی‌ها برای بخش کشاورزی طی آن دوره، رشد بهره‌وری در تولید محصولات کشاورزی را در پی داشته است؟ در این میان سهم تغییرات فناوری و کارایی فنی از تغییرات بهره‌وری چقدر بوده است؟

از آنجا که بخش کشاورزی تولیدات متنوع و متفاوتی دارد، در این مطالعه به پاسخ سئوالات فوق برای محصولات راهبردی کشاورزی پرداخته شده است.

مروری بر مطالعات انجام‌شده

بلاک به تغییرات بهره‌وری کل عوامل در ۱۷ کشور آفریقایی پرداخت. روش کار وی مقایسه بین توابع تولید در مقاطع مختلف زمانی و اندازه‌گیری عرض از مبدأ این توابع بود. این محقق از سناریوهای الف) ارزش‌تولیدونرخ‌رسمی‌ارز، ب) نرخ ارزمحاسبه شده ازطریق‌قدرت خرید برابر (ppp)، ج و د) تغییرات عملکرد فیزیکی گندم استفاده کرد.در حالت سوم ۱۷ کشور و در حالت چهارم ۳۴ کشوردر نظرگرفته شد (Block,1994).

گرانت‌وایونسون‌تغییرات بهره‌وری را در هند، بنگلادش و پاکستان بررسی کردند. نتایج تحقیق آنها نشان داد در هند رشد بهره وری حدود ۱٪ بوده در حالی که نرخ رشد محصول طی این مدت ۳٪ براورد شده است. به بیان دیگر تنها یک سوم رشد بخش کشاورزی در هند طی مدت مورد بررسی مدیون رشد بهره‌وری بوده است(Grant & Evenson, 1992). شاینگ با استفاده از شاخص مالم‌کوئیست رشد بهره‌وری منابع را در چین مطالعه کرد. وی نشان داد که در طول‌سالها۱۹۹۱-۹۵ رشد بهره‌وری کل عوامل تولید درکشاورزی حدود ۷/۸ درصد بوده است(Shing, 1995)؛ به هرحال هنوز بحث اصلی کشاورزی چین پایین بودن کارایی فنی است که این کاهش عامل تضعیف اثر مثبت پیشرفت فناوری برروی بهره‌وری است.

فارو همکاران رشد بهره‌وری در ۱۷ کشور عضو OECD را طی سالهای۱۹۷۹- ۸۸ محاسبه کردند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که آمریکا رشد بهره‌وری بالاتر از متوسط در نمونه داشته که این

www.SID.ir

Archive of SID

خود مدیون پیشرفت تغییرات فناوری بوده است. ژاپن نیزکه در این نمونه از بالاترین میزان بهره‌وری برخوردار بوده، بیشترین تأثیررا از تغییر کارایی فنی تجربه کرده است(Fare & et al., 1994).

مطالعه پایس و همکاران روی کشاورزان مناطق مختلف بوتسوانا نشان داد که اولاً رشد بهره‌وری در مناطق دارای دامپروری بیشتر از سایر مناطق است و ثانیاً این رشد تنها مدیون تغییرات فناوری است، زیرا کارایی فنی کاهش یافته است. آزمونهای همگرایی این مطالعه نشان داد که در طول زمان شکاف بین مناطق فقیر و غنی افزایش پیدا کرده است (Piesse & et al., 2000).

تاوئر از شاخص مالم کوئیست برای اندازه‌گیری بهره‌وری تولید فراورده‌های شیری در ایالات مختلف آمریکا استفاده کرد. وی پس از محاسبه این شاخص آزمونهایی برای ارزیابی اثرعوامل‌مؤثربر بهره‌وری عوامل تولید با استفاده از رگرسیونهای یک‌متغیره انجام داد(Tauer, 1998).

فالجینیتی و پرین مطالعه‌ای مشابه مطالعات بالا روی ۱۸ کشور درحال‌توسعه طی دوره ۱۹۶۱ -۱۹۸۵ انجام دادند. آنها برای اندازه‌گیری بهره‌وری کل عوامل تولید از دو روش ناپارامتری (شاخص مالم‌کوئیست) و پارامتری (تابع تولید کاب داگلاس) استفاده کردند. نتایج نشاندهنده کاهش بهره‌وری عوامل تولید کشاورزی در اغلب این کشورها بود(Fulginiti & Perrin, 1998).

مائو و کو از طریق تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) بهره‌وری عوامل تولید، کارایی فنی و تغییرات فناوری را طی سالهای ۱۹۸۴-۱۹۹۳ برای کشاورزی چین محاسبه و بررسی کردند . دوره مورد مطالعه همزمان با برنامه اصلاحات اقتصادی در روستا بود. نتایج نشان دادکه بهره‌وری کل طی این دوره افزایش یافته و این رشد اغلب ناشی از رشد فناوری بوده است. کاهش کارایی فنی در بیشتر مناطق کشاورزی چین حاکی از پتانسیل وسیع رشد بهره‌وری از طریق بهبود کارایی فنی است. لذا سرمایه‌گذاری برای آموزش روستایی و تحقیق وتوسعه(R&D) درکشاورزی پیشنهاد شده است (Mao & Koo, 1997).

سارینتو بهره‌وری کل عوامل تولید را با استفاده از شاخص مالم کوئیست برای ۱۸ کشور آسیایی محاسبه کرد. وی نشان داد که به رغم رشد سریع در تولیدات کشاورزی، در نیمی از این کشورها طی سالهای ۱۹۶۰-۱۹۹۶، بهره‌وری کاهش یافته است(Suhariyanto, 2001).

www.SID.ir

Archive of SID

حیدری به اندازه‌گیری بهره‌وری کل عوامل تولید گندم در استان مرکزی با استفاده از شاخص تورن کوئیست پرداخت و نتیجه گرفت که بهره‌وری کل عوامل برای هر دو نوع گندم آبی و دیم منفی است (حیدری، ۱۳۷۸).

هدفها و فرضیه‌های تحقیق

هدف مطالعه حاضر ارزیابی تغییرات در بهره‌وری کل عوامل تولید محصولات مهم زراعی در دوران پس از جنگ است. در این راستا ضمن اندازه‌گیری بهره‌وری، میزان آن در محصولات مختلف مقایسه شد. این مقایسه بویژه بین محصولات دیم و آبی برای ارزیابی اثرات اقلیمی و بین محصولات تحت حمایت بسیار(غلات) با سایر محصولات به منظور ارزیابی تأثیر سیاستهای حمایتی انجام گرفت. همچنین مطالعه تغییرات بهره‌وری در طول زمان و نقش کارایی فنی و تغییرات فناوری در آن از دیگر هدفهای این مطالعه است.

فرضیه‌های تحقیق عبارت است از:

۱.رشد مثبت بهره‌وری کل عوامل تولید در محصولات منتخب وجود دارد.

۲. رشد کارایی فنی در محصولات منتخب وجود دارد.

روش تحقیق

برای اندازه‌گیری بهره‌وری کل عوامل تولید از داده‌های مربوط به هزینه تولید محصولات کشاورزی، که توسط اداره کل آمار و اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی منتشر می‌شود، استفاده شد. محصولات منتخب شامل گندم آبی، گندم دیم ، جو آبی، جو دیم ، برنج دانه بلند پرمحصول، پنبه آبی، پنبه دیم و چغندرقند است. محصولات فوق نقش اساسی در سبد غذایی خانوار دارند. دورهٔ زمانی، ۶۹ ۱۳ – ۷۸ در نظر گرفته شد. در سال زراعی ۱۳۷۷–۷۸ کل تولیدات زراعی کشور بالغ بر ۴۸/۳ میلیون تن و سهم محصولات منتخب از این میزان ۴۵ درصد بوده است (اداره کل آمارو اطلاعات وزارت جهادکشاورزی). نهاده‌های تولید نیز شامل بذر، کود، نیروی کار و زمین منظور شد.

www.SID.ir

Archive of SID

محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید را می توان از روشهای پارامتری یا ناپارامتری انجام داد. در روش پارامتری از یک تابع تولید، هزینه یا سود جمعی استفاده می‌شود. این روش مورد تردید اقتصاددانان قرار دارد، زیرا در آن فرضیات جمعپذیری، مشکلات انتخاب فرم تبعی و نقض فروض کلاسیکها برای براورد ضرایب وجود دارد. اما در روش ناپارامتری نیازی به تصریح مدل و فرضیات فوق نیست و اندازه‌گیری با اطلاعات اندک امکانپذیر است(Arnade, 1994).

در این مطالعه روش معروف ناپارامتری مالم کوئیست به کار رفته است. این شاخص یک شاخص مرکب عددی است. سابقه تاریخی شاخصهای عددی نظیر شاخصهای پاشه، لاسپیرز و تورن کوئیست به سده نوزدهم بر می‌گردد. در این قسمت ابتدا به شاخصهای عددی مختلف و سپس به روش ناپارامتری مالم کوئیست و تحلیل فراگیر داده‌ها پرداخته می‌شود.

شاخص بهره‌وری[1]

ابتدا شاخص بهره‌وری را در ساده‌ترین مورد یک نهاده و یک ستانده در نظر بگیرید که x_t ,x_s ,y_t , y_s مقدار ستانده و نهاده مشاهده شده در یک بنگاه در دو دوره t و s است با این فرض که فناوری تولید در دو دورهٔ t ,s با $f_s(x),f_t(x)$ ارائه شده باشد. شاخص بهره‌وری‌دراین مورد ساده نسبت ستانده به نهاده برای دو دوره خواهد بود:

$$TFP_{st} = \frac{y_t / y_s}{x_t / x_s} \qquad (۱)$$

اگر بنگاه درهر دوره از کارایی فنی برخوردار باشد، سطوح تولید اشاره به تابع تولید دارد. به طور کلی:

$$y_t = \lambda_t f_t(x_t) \qquad 0 \le \lambda \le 1 \qquad (۲)$$

اگر λ <1 باشد، بنگاه کارا نخواهد بود و اگر λ =1 باشد نشاندهنده کارایی فنی در تولید است. با جانشینی معادله ۲ در معادله ۱ خواهیم داشت:

$$TFP_{st} = \frac{\lambda_t}{\lambda_s} \cdot \frac{f_t(x_t) / X_t}{f_s(x_s) / X_s} \qquad (۳)$$

۱. قسمت اعظم مطالب این قسمت در منبع ۱ وجود دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

اگرسطح استفاده از نهاده در دودوره باهمدیگر برابرباشد ($x_t=x_s=x_0$) بهره‌وری این گونه تعریف می‌شود:

$$TFP_{st} = \frac{\lambda_t}{\lambda_s} \cdot \frac{f_t(x^\circ)}{f_s(x^\circ)} \qquad (۴)$$

در عبارت سمت راست رابطهٔ ۴ نسبت اول تغییردر کارایی فنی و نسبت دوم تغییر در فناوری را اندازه‌گیری می کند.

اگر میزان استفاده از نهاده دردو دوره مختلف باشد، به عبارت دیگراگر $X_T=KX_S$ (اغلب $K>1$) و تابع تولید همگن از درجه ε_tباشد، در این صورت:

$$TFP_{st} = \frac{\lambda_t}{\lambda_s} \cdot \frac{f_t(kx_s)/kx_s}{f_s(x_s)/x_s} \qquad (۵)$$

$$= \frac{\lambda_t}{\lambda_s} . K^{\varepsilon_{t-1}} . \frac{f_t(x_s)}{f_s(x_s)} \qquad (۶)$$

معادله۶توصیف کاملتری از اجزایTFP را ارائه می کندوقسمت‌اول آن بیانگر تغییردر کارایی فنی است و قسمت میانی اثر اندازه به مقیاس و نسبت آخر تغییرات فناوری را اندازه‌گیری می کند.

شاخص بهره‌وری مالم کوئیست

شاخص بهره‌وری مالم‌کوئیست بر اساس توابع فاصله تعریف شده است . در ابتدا توصیفی از توابع فاصله بیان می‌شود، سپس شاخص مالم کوئیست براساس این توابع تعریف می‌گردد.

تابع فاصله: در نظر بگیرید بااستفاده از N نهاده تولید انجام شود. می توان فضای N+1 بعدی را تصور کرد که حداکثر تولید ممکن درهر سطحی از نهاده ها در پوسته این حجم صورت می پذیرد. هر تولیدکننده با توجه به میزان مصرف نهاده‌ها و مقدار محصول به دست آمده، در نقطه‌ای از این فضا فعالیت می کند و در بهترین شرایط، نقطه فعالیتش روی پوسته این حجم قرار می گیرد. اکنون اگر حداقل فاصله این نقطه تا بهترین مکان ممکن را از عدد یک کم کنیم شاخصی به دست می آید که

www.SID.ir

Archive of SID

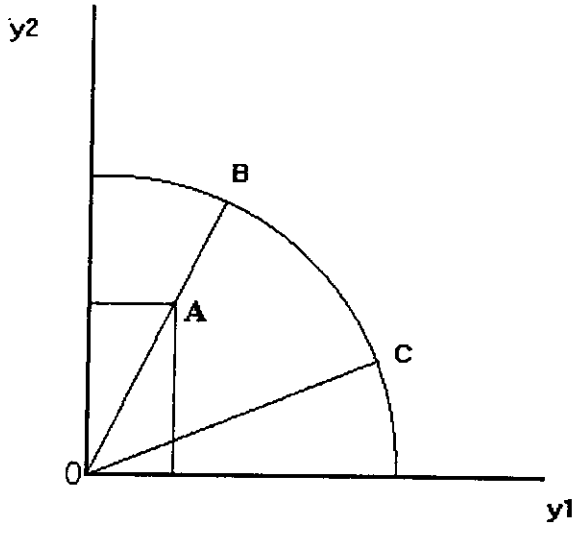
می‌توان از آن در نسبت بهره‌وری استفاده کرد. به طور کلی تابع فاصله محصول با توجه به مجموعه محصول P(x) (فضای پیشگفته) عبارت است از :

$$d(x,y) = \min\{\delta : (y/\delta) \in p_{(x)}\} \qquad (۷)$$

اگر y متعلق به مجموعه امکانات تولید x باشد($y \in p_{(x)}$) آنگاه: $d_0(x,y) \leq 1$

اگر y روی منحنی امکانات تولید باشد آنگاه: $d_0(x,y) = 1$

در نظر بگیرید در یک فرایند تولیدی با استفاده از بردار عامل تولید x بتوان دو محصول y_1 و y_2 را تولید کرد. فناوری تولید را می‌توان برای بردار عامل تولید معین در نمودار دو بعدی ۱ نشان داد. مجموعه قابل تولید P(x) عبارت است از: ناحیه محاط شده توسط منحنی امکانات تولید مرزی (PPC-$P_{(x)}$) و محورهای y_1، y_2. مقدار تابع فاصله برای بنگاهی که در نقطه A تولید می‌کند برابر با d_0=OA/OB است. این فاصله، در صورتی که امکانات تولید ثابت بماند، معکوس ضریبی است که تولید هر دو محصول می‌تواند به آن میزان افزایش داده شود. برای نقاط B و C ، که بر روی منحنی امکانات تولید قرار دارند، تابع فاصله برابر با یک است.



نمودار۱. تابع فاصله‌ای محصول و مجموعهٔ امکانات تولید

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص مالم‌کوئیست با استفاده از توابع فاصله به صورت زیر تبیین می‌شود:

$$M_O(y_s, x_s, y_t, x_t) = \left[\frac{d_O^s(y_t, x_t)}{d_O^s(y_s, x_s)} \cdot \frac{d_O^t(y_t, x_t)}{d_O^t(y_s, x_s)} \right]^{1/2} \qquad (۸)$$

در اینجا $d_O^s(y_t, x_t)$ نشاندهنده تابع فاصله محصول بر اساس میزان مصرف نهاده دوره t با استفاده از فناوری دوره s است. اگر مقدار $m_0>1$ باشد نشان می‌دهد که بهره‌وری کل عوامل طی زمان s تا t رشد مثبت دارد. تابع m_0 را به شکل زیر نیز می‌توان نشان داد:

$$M_O(y_s, x_s, y_t, x_t) = \frac{d_O^t(y_t, x_t)}{d_O^s(y_s, x_s)} \cdot \left[\frac{d_O^s(y_t, x_t)}{d_O^t(y_t, x_t)} \cdot \frac{d_O^s(y_s, x_s)}{d_O^t(y_s, x_s)} \right]^{1/2} \qquad (۹)$$

دراین‌معادله کسر خارج‌از کروشه تغییرات درکارایی‌فنی را درزمانهای s,t اندازه‌گیری می‌کند؛ یعنی نسبت کارایی در زمان t به کارایی در زمان s. قسمت داخل کروشه نیز تغییرات فناوری را به صورت میانگین هندسی‌دو دورهٔ s , t اندازه‌گیری می‌کند.

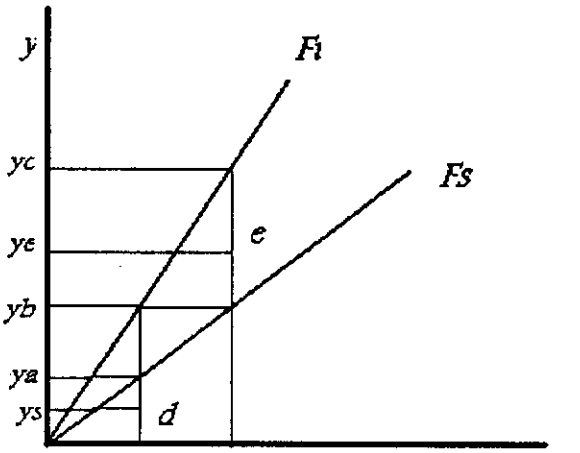
نمودار ۲، با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس، بنگاهی را با یک عامل تولید و یک محصول نشان می دهد. این بنگاه در زمانهای s , t به ترتیب در نقاط E, D تولید می‌کند. در هردو دوره میزان تولید پایینتر ازسطح فناوری آن دوره است، بنابراین در زمانهای s , t ناکارایی فنی وجود دارد. با استفاده از نمودار ۲ به نتایج زیر دست می‌یابیم:

$$\text{تغییرات کارایی} = \frac{y_e / y_c}{y_s / y_a} \qquad (۱۰)$$

$$\text{تغییرات فناوری} = \left[\frac{y_t / y_b}{y_t / y_c} \cdot \frac{y_s / y_a}{y_s / y_b} \right]^{1/2} \qquad (۱۱)$$

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار۲. تفکیک بهره وری کل

بنابراین لازم است برای هر بنگاه در هر زمان چهار تابع فاصله را محاسبه کرد که این کار با استفاده از تکنیک برنامه‌ریزی خطی امکانپذیر است . در این راستا می توان ازروش تحلیل فراگیر داده‌ها (DEA)[1] استفاده کرد. روش DEA، که تکنیک برنامه‌ریزی خطی را به کار می‌گیرد، از جمله روشهای ناپارامتریک تخمین توابع هم‌مقداری تولید (تولید یکسان) است.

در شرایطی که بنگاهها برای تولید محصول یا محصولات خود به بیش از دو عامل تولید نیاز داشته باشند (در این مدل) هر بنگاه با توجه به انواع و میزان عوامل تولید به مثابه نقطه‌ای در فضا در نظر گرفته می‌شود که ابعاد این فضا توسط تعداد عوامل تولید و مختصات نقطه توسط میزان استفاده از هر عامل تولید تعیین می گردد، آنگاه با انتخاب یک بنگاه تولیدی به عنوان بنگاه مورد بررسی به کمک برنامه‌ریزی خطی موقعیت این بنگاه تولیدی (نقطه) نسبت به سایر بنگاهها (نقاط دیگر موجود در فضا) سنجیده می شود. این عمل باید به تعداد بنگاهها تکرار شود.

روش DEA حالت چندمحصولی و چندعاملی تولید را به صورت ابتکاری، به حالت ساده یک عاملی و یک‌محصولی تبدیل می کند. اگر اطلاعات در مورد k عامل تولید و m محصول برای هر یک از n بنگاه‌وجود داشته باشد وبازده‌ثابت‌نسبت‌به‌مقیاس فرض شود، محاسبه زیر انجام می‌گیرد:

1 data envelopment analysis

www.SID.ir

Archive of SID

$$Max \frac{U'y_i}{V'x_i} = \frac{\text{مجموع وزنی محصولات}}{\text{مجموع وزنی عوامل تولید}} \qquad (۱۲)$$

$$\frac{U'y_i}{V'x_j} \le 1 \qquad j=1,...,N$$

$$U \ge 0, V \ge 0$$

U یک بردار m×۱ شامل وزنهای محصولات و v یک بردار ۱ ×k شامل وزنهای عوامل تولید و u' و v' ترانسپوزه u و v است. ماتریس x یک ماتریس k × n از عوامل تولید و ماتریس y یک ماتریس n ×m از محصولات است. این دو ماتریس نشاندهنده کلیه اطلاعات مربوط به n بنگاه خواهد بود.

در روابط فوق ، هدف به دست آوردن مقادیر بهینه u و v است به گونه ای که نسبت کل مجموع وزنی محصولات به مجموع وزنی عوامل تولید حداکثر شود مشروط بر اینکه اندازه کارایی هر بنگاه باید کوچکتر و یا مساوی واحد باشد. رابطه کسری بالا تعداد بی شماری راه حل بهینه دارد. برای مثال اگر v^* و u^* مقادیر بهینه باشد آنگاه $v^*\alpha$ و $u^*\alpha$ نیز برای مقادیر $\alpha > ۰$ بهینه خواهد بود. همچنین از آنجا که این مدل غیرخطی و محدب است برای برطرف کردن این مشکل مخرج کسر مساوی‌بایک‌قرارداده‌می‌شود ودرضمن محدودیت $vx_{i=1}$ به عنوان قید دیگری به مدل اضافه می گردد.

$$Max \mu' y_i$$

$$V'x_i = 1$$

$$\mu' y_i - x_i \le 0 \qquad i=1,...,N \qquad (۱۳)$$

$$\mu \ge 0, V \ge 0$$

الگوی فوق با کمک برنامه‌ریزی خطی حل شدنی است. در این باره می توان از تبدیل دوگان و محاسبات آن نیز بهره گرفت. استفاده از برنامه‌ریزی خطی برای حل مسئله دوگان به معنی نیاز به قیود کمتر نسبت به روش اولیه است. نکته جالبتر اینکه، فرم دوگان در واقع میزان کارایی فنی θ برای هر بنگاه را به تفکیک ارائه می کند.

$$Min \theta$$

$$-y_i + y\lambda \ge 0 \qquad (۱۴)$$

$$\theta x_i - x\lambda \ge 0$$

$$\lambda \ge 0$$

www.SID.ir

Archive of SID

λ یک بردار ۱ ×n شامل اعداد ثابت است که وزنهای مجموعه مرجع را نشان می دهد. مقادیر اسکالر به دست آمده برای θ کارایی بنگاه و تأمین کننده شرایط $\theta < ۱$است . در رابطه فوق اولین قید بیان می دارد که آیا مقادیر واقعی محصول تولید شدهٔ بنگاه iام با استفاده از عوامل تولید نمی‌تواند بیش از بنگاه مرجع باشد؟ محدودیت دوم دلالت بر این دارد که عوامل تولیدی که توسط بنگاه iام به کار می روند، حداقل باید به اندازه عوامل مورد استفادهٔ بنگاه مرجع باشد.

مدل برنامه ریزی خطی را باید n بار و هر بار برای یکی از بنگاهها حل کرد و در نتیجه، میزان کارایی (θ) برای هر بنگاه را به دست آورد. اگر $\theta = ۱$ باشد نشاندهنده نقطه‌ای روی منحنی هم‌مقداری تولید و یا تابع تولید مرزی و دارای کارایی نسبی ۱۰۰ در صد است.

نتایج و بحث

جدول ۱ تغییرات بهره‌وری و اجزای آن را به طور متوسط برای محصولات منتخب طی سالهای مختلف نشان می‌دهد. طبق این جدول، بهره‌وری و کارایی روند منظمی ندارند و در برخی از سالها بشدت افزایش و در سالهای دیگر بشدت پایین می‌آیند. گرچه نوسانهای بهره‌وری تحت تأثیر هر دو جزء قرار دارد اما به دلیل دامنه وسیعتر تغییرات کارایی، نوسانهای بهره‌وری کل عوامل بیشتر به دلیل تغییرات کارایی فنی است. در نتیجه برای افزایش بهره‌وری باید به آموزش و مشاوره بیش از ترویج فناوری جدیدتوجه کرد. نکته دیگر اینکه سالهایی که افزایش بهره‌وری درخور توجه است (مانند سالهای ۱۳۷۱ و۱۳۷۸)، کارایی بیشترین کاهش را دارد. این نکته اهمیت آموزش را در زمان بهره‌گیری از شیوه جدید تولید نشان می‌دهد. نکته سوم اینکه نوسانهای بهره‌وری و اجزای آن در طول زمان زیاد است و برای مطالعه دقیقتر باید اندازه‌گیری در دوره‌ای نسبتاً درازمدت صورت گیرد. به هر حال جدول ۱ تنها چشم اندازی کلی را نشان می دهد و برای تجزیه وتحلیل دقیقتر بهتر است روی هر محصول به طور جداگانه مطالعه انجام گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱. نرخ تغییرات سالانه شاخص بهره‌وری مالم‌کوئیست و اجزای آن

سال	تغییر بهره‌وری کل عوامل	تغییر فناوری	تغییر کارایی فنی
۶۹	–	–	–
۷۰	۰/۹۳	۰/۹۱	۱/۰۲۴
۷۱	۱/۲۲۳	۱/۳۶۷	۰/۸۹۵
۷۲	۱/۰۹۶	۱/۰۰۸	۱/۰۸۷
۷۳	۰/۹۶۸	۰/۹۹۱	۰/۹۷۷
۷۴	۱/۰۹۱	۰/۹۷۶	۱/۱۱۸
۷۵	۰/۹۰۳	۰/۹۷۸	۰/۹۲۳
۷۶	۰/۹۷۲	۱/۰۱	۰/۹۶۲
۷۷	۱/۱۱۸	۰/۹۸۷	۱/۱۳۳
۷۸	۰/۷۳۴	۱/۱۵۹	۰/۶۳۴

مأخذ: یافته های تحقیق

در جدول ۲ تغییرات بهره‌وری و کارایی به طور متوسط در طول دوره مورد مطالعه به تفکیک محصول نشان داده شده است.

جدول ۲. محاسبه متوسط شاخص مالم‌کوئیست هر محصول طی دوره مورد بررسی

محصولات	تغییر بهره‌وری کل عوامل	تغییر فناوری	تغییر کارایی فنی
گندم دیم	۰/۹۶۴	۰/۹۹۴	۰/۹۷
گندم آبی	۱/۰۰۱	۱/۰۱۱	۰/۹۹۰
جو دیم	۱/۰۱۷	۱/۰۲۳	۰/۹۸۶
جو آبی	۰/۹۷۷	۰/۹۷۷	۱
پنبه دیم	۰/۹۸۱	۱/۰۹۴	۰/۸۹۷
پنبه آبی	۱/۰۱۵	۱/۱	۰/۹۲۳
برنج	۱/۰۱۳	۱/۰۹۹	۰/۹۲۲
چغندر قند	۰/۹۸۷	۰/۹۸۷	۱

مأخذ: یافته های تحقیق

تولید گندم آبی، جو دیم، پنبه آبی و برنج از نظر بهره‌وری کل رشدی مثبت دارد. با توجه به اجزای متغیر بهره‌وری کل و محاسبه این اجزا برای چهار محصول ذکرشده مشاهده می شود که در همه آنها تغییرات فناوری سبب ارتقای بهره‌وری کل شده است هر چند این محصولات دارای

www.SID.ir

Archive of SID

ناکارایی فنی در تولید بوده‌اند. در مورد پنبه دیم به رغم بهبود سریع فناوری ، به دلیل کاهش زیاد کارایی فنی، بهره‌وری کل عوامل کاهش یافته است. در مورد گندم دیم از تمام اجزای بهره‌وری کاسته شده است، گرچه باید یادآوری شود که در تولیدات دیم به دلیل تأثیر زیادتر عوامل اقلیمی، اثر مدیریتی کمتر است و شاخصهای فوق تحلیل دقیقی ارائه نمی کنند. در ادامه، بررسی تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید به تفکیک محصول انجام می شود.

گندم آبی و دیم

نمودار۳ نشان می دهدکه بهره‌وری وکارایی درگندم دیم از نوسان زیادی برخوردار است، در حالی که تغییرات فناوری ثبات نسبی دارد. به همین دلیل فرم تغییرات بهره‌وری کل تابعی از تغییرات کارایی فنی است. امکان دارد نوسانهای سیکلی بهره‌وری ناشی از نوسانهای بارندگی باشد.

تغییرات بهره‌وری در گندم آبی تا حدودی مشابه گندم دیم است با این تفاوت که تغییرات کارایی فنی در کشت آبی در دوره‌های اولیه و درکشت دیم در دوره‌های آخر شدیدتر است که این موضوع را می‌توان ناشی از تغییرات بیشتر اقلیمی در سالهای پایانی دوره مورد بررسی دانست. نکات مهم در بررسی روند تغییرات معیارهای بهره‌وری عبارت است از:

۱.در تولید این محصول نیز به طور نسبی تغییرات کارایی بیشتر از فناوری است. به همین دلیل نوسانهای بهره‌وری کل از تغییرات کارایی تأثیر بیشتری می‌گیرد.

۲. تغییرات تقریباً معکوسی بین کارایی فنی و فناوری اتفاق افتاده است. به عبارت دیگر در زمان بهبود فناوری به دلیل نبود آموزش کافی یا تجربه، کارایی فنی در سطح پایینی قرار می‌گیرد.

جو آبی و دیم

برخلاف گندم در این محصول کارایی فنی در طول زمان بررسی دارای نوسان اندکی است. از آن جا که تغییرات فناوری در جو کمتر از گندم صورت پذیرفته است، لذا می‌توان نتیجه

www.SID.ir

Archive of SID

گرفت که شاید تجربه فعالیت موجب ثبات نسبی در کارایی شده است. ثبات کارایی در تولید جو آبی بیشتر از دیم است. از طرف دیگر ثبات نسبی در کارایی موجب شده که تغییرات بهره‌وری در تولید جو از تغییرات فناوری تأثیرپذیری بیشتری داشته باشد. خشکسالی سالهای آخر دوره بررسی بشدت بهره‌وری و کارایی را در این محصولات کاهش داده و این کاهش در تولید دیم بیشتر از آبی بوده است.

پنبه آبی ودیم

دامنه تغییرات سالانه بهره‌وری و کارایی در این محصولات بین ۵۰٪ افزایش یا کاهش بوده است. این دامنه در کشت آبی کمتر از دیم است. هر سه معیار محاسبه‌شده نوسان دارد، اما اولاً تا حدودی جهت تغییرات فناوری و کارایی عکس یکدیگر است و ثانیاً بهره‌وری کل در این محصولات نسبتاً از کارایی تأثیر بیشتری می گیرد. تمام شاخصهای بهره وری و کارایی این محصول همانند جو در سال پایانی دوره مورد بررسی تحت تأثیر خشکسالی کاهش یافته است.

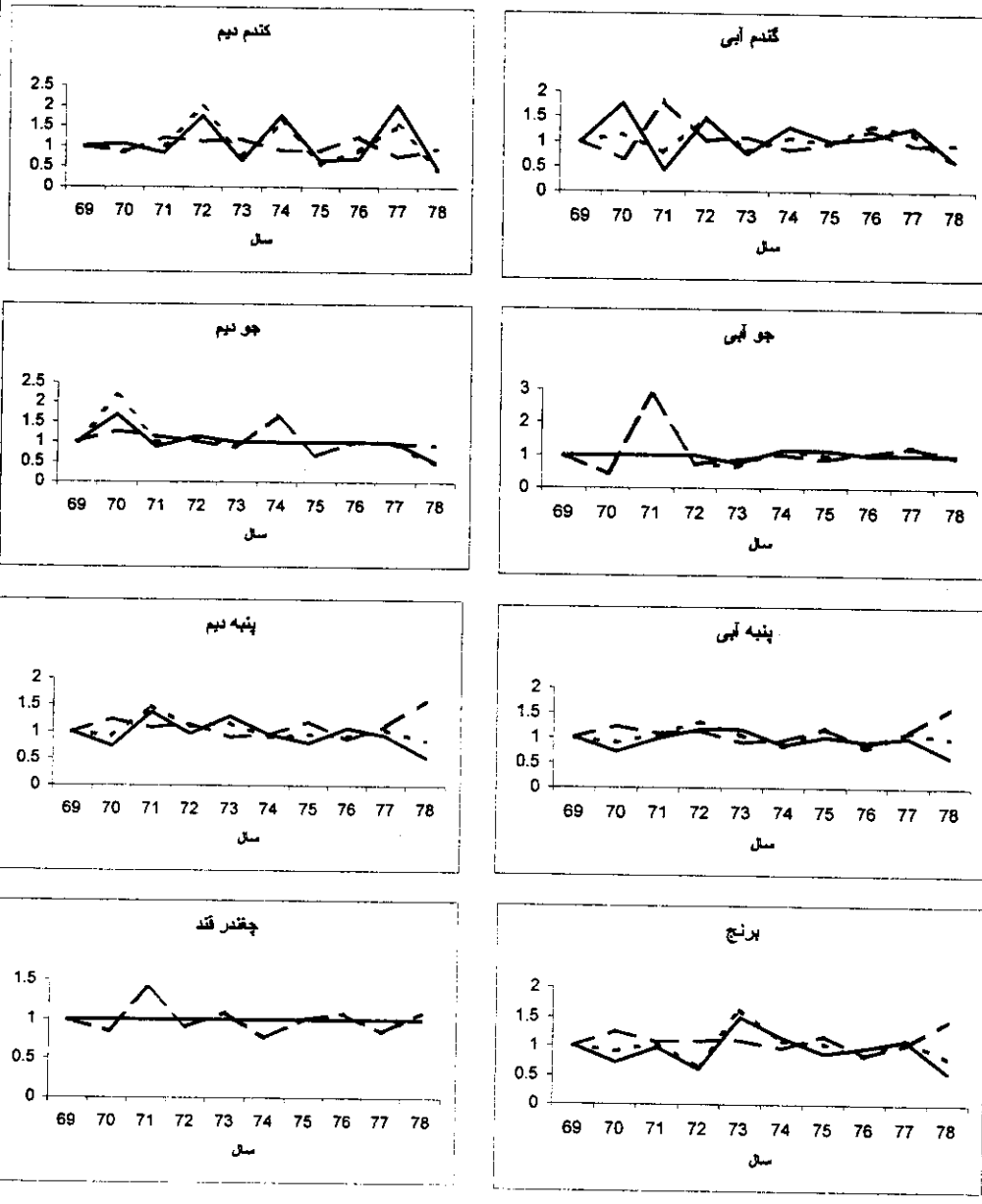
برنج

محصولی است که در ایران تنها به صورت آبی کشت می شود و از تمام محصولات منتخب ناهمگنی بیشتری دارد. در این مطالعه برنج پرمحصول دانه بلند انتخاب شد. همان گونه که نمودار ۳ نشان می دهد، تغییرات فناوری در این محصول عموماً مثبت (بیش از یک) و نشاندهنده بهبود مستمر فناوری تولید برنج و یا انتقال مداوم رو به بالای تابع مرزی است. برعکس، تغییرات کارایی نوسانهای زیاد و نامنظم دارد. همین امر موجب شده است که تغییرات بهره‌وری کل عوامل بشدت وابسته به نوع تغییرات کارایی باشد.

نکته آخر اینکه گرچه در تولید برنج نیز خشکسالی ۱۳۷۸ کارایی و بهره‌وری را کاهش داده، اما به دلیل پیشرفت فناوری، کاهش بهره‌وری کمتر از کاهش کارایی در این سال بوده است.

www.SID.ir

Archive of SID



تغییرات کارایی فنی ـــــ تغییرات فناوری ـــ ـــ تغییرات بهره وری کل ----

نمودار ۳. تغییرا ت کارایی، فناوری و بهره‌وری کل عوامل تولید به تفکیک محصول

www.SID.ir

Archive of SID

چغندر قند

کارایی فنی در این محصول از تمام محصولات منتخب کمتر است. به همین علت تغییرات آن کمترین اثر را در نوسانهای بهره‌وری دارد. تغییرات فناوری و به تبع آن تغییرات بهره‌وری، در سالهای اولیه بیش از سالهای پایانی دوره مورد بررسی بوده است.

در مجموع در بین تمام محصولات منتخب نوسانات کارایی در گندم بیشترین و در چغندرقند کمترین و تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید در پنبه و چغندرقند کمتر از غلات بوده است. گرچه تغییرات بهره‌وری از هر دو عامل کارایی و فناوری ناشی می‌شود اما به طور نسبی در تمام محصولات منتخب، بجز جو و چغندرقند که در آنها تغییرات فناوری بیشتر سبب تغییر در بهره‌وری شده، اثر تغییرات کارایی بیش از تغییرات فناوری بوده است.

نتیجه گیری و پیشنهاد

در این مقاله بهره‌وری کل عوامل تولید، کارایی فنی و تغییرات فناوری در محصولات راهبردی کشاورزی با استفاده از روش ناپارامتری مالم‌کوئیست اندازه‌گیری و تحلیل شد. در این شاخص نیاز به شناسایی و فرض درباره هدف تولیدکننده وجود ندارد. دوره مورد بررسی، ۱۳۶۹ – ۷۸ و محصولات مورد مطالعه گندم (آبی و دیم)، جو (آبی و دیم)، پنبه (آبی و دیم)، برنج و چغندرقند بوده است. نتایج نشان داد که در تولیدات آبی (بجز جو) بهره‌وری افزایش یافته و در تمام محصولاتی که بهبود بهره‌وری تحقق یافته، فناوری پیشرفت کرده است. تغییرات بهره‌وری به دلیل نوسانهای بیشتر کارایی فنی در محصولات منتخب، بیشتر تحت تأثیر آن قرار دارد و تنها استثناء مربوط به جو و چغندرقند است. در اغلب محصولات نوع تغییرات کارایی و فناوری عکس یکدیگر است، بنابراین می توان نتیجه گرفت که کارایی فنی تولیدکنندگان در فناوری جدیدتر کمتر از فناوری قدیمیتراست که تجربه، مهمترین توجیه این پدیده به شمار می‌آید. در همین راستا پیشنهاد می‌شود به آموزش تولیدکنندگان و مشاوره با آنها توجه بیشتری شود و سازمانهای متولی روی تحقیق، ابداع و ترویج فناوری جدید در آموزش بهره‌گیری از این فناوری سرمایه‌گذاری کنند؛ زیرا

www.SID.ir

Archive of SID

تحولات سریع در فناوری، فرصت تجربه‌اندوزی را از بین می‌برد. بر اساس نتایج این بررسی پیشنهاد می شود در مطالعات بعدی اندازه‌گیری بهره‌وری در دوره زمانی طولانی‌تر انجام گیرد تا شوکهای کوتاهمدت تعدیل شود.

منابع

۱.امامی میبدی، علی(۱۳۷۹)، اصول اندازه گیری کارایی و بهره وری، مؤسسه مطالعات و پژوهشهای بازرگانی، تهران.

۲.حیدری، خلیل(۱۳۷۸)، بهره وری کل عوامل تولید گندم در استان مرکزی، *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، شماره ۲۸.

۳.سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی(۱۳۷۷)، قانون برنامه دوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی.

۴.وزارت جهاد کشاورزی(بدون تاریخ)، هزینه تولید محصولات کشاورزی، سالهای ۱۳۶۹ تا ۱۳۷۸.

5. Arnade (1994), Using data envelopment analysis to measure international efficiency and productivity.

6. Block, S. A. (1994), A new view of agricultural productivity in sub – Saharan Africa, *Amer. J. of Agr. Econ.*, Vol.76(2): 619-624.

7.Charnes, A., W.Cooper and E. Rhodes(1978), Measuring the efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research*, Vol. (2): 429-444.

8.Coelli, T. J.(1996), A guide to DEAP v2.1 "A data envelopment analysis (computer program), CEPA Working Paper 96/08 Department of Economics" University of New England, Armidale, Australia.

www.SID.ir

Archive of SID

9.Fare, R., S. Grosskopf, M. Noirris and Z. Zhongyang (1994), Productivity growth, technical progress and efficiency change in industrialized countries, *Amer. Econ. Rev,* Vol. 84: 66-83.

10.Fulginiti and Perrin (1998), Agricultural productivity in developing countries, *Agricultural Economics,* Vol. 19: 45-51

11.Grant and Evenson (1992), Agricultural productivity and sources of growth in south Asia.

12.Mao, W. and W. W. Koo (1997), Productivity growth, technological progress and efficiency change in Chinese agriculture after rural economic reforms: A DEA approach, *China Economic Review,* Vol. 8(2): 157.174

13.Piesse, J., A. Lusigi, A. Suhariyanto, and C. Thirtle(2000), Multi factor agricultural productivity and convergence in Botswana, *www. Bbk.ac.uk.*

14.Shing, C. Y.(1995), Productivity growth, technical progress and efficiency chang in Chinese agriculture, *J.of Comparative Econ.* Vol. 21: 207 -229.

15. Suhariyanto (2001),Agricultural productivity growth in Asian countries: Tomorrow's agriculture: incentives, institutions, infrastructure and innovations, Proceedings of the Twenty-fourth International Conference of Agricultural Economists, Berlin, Germany, 13-18 August 2000, 2001 p.376-382

15.Tauer, L. W.(1998), Productivity of New York dairy farms measured by nonparametric Malmquist indices, *J. of Agr. Econ.*, Vol. 49: 234-49.

www.SID.ir