اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال بیست و پنجم، شمارهٔ ۹۸، تابستان ۱۳۹۶

برآورد تأثیر تحقیقات کشاورزی در رشد بهره‌وری غلات در ایران

مجید وطن پور [۱]، علیرضا کوچکی [۲]، مهدی نصیری محلاتی [۳]، محمد قربانی [۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۶/۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۳/۲۶

چکیده

در این مقاله تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید، کارایی فنی و تغییرات تکنولوژیکی در غلات، با و بدون درنظر گرفتن تحقیقات کشاورزی با استفاده از روش مالم کوئیست تجزیه و تحلیل شد. نتایج مطالعه نشان داد که رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در غلات روند افزایشی داشته است . این روند با وارد کردن عامل تحقیقات به متغیرهای الگو کاهش یافته که این موضوع نشان دهنده ناکارآمدی تحقیقات از بعد انتقال نتایج به سطح مزرعه از یک سو و زمانبر بودن نتایج تحقیقات به لحاظ اعتماد ازآثار آن برای انتقال به مزرعه ازسوی دیگردر این بخش است. کارایی فنی در دوره مطالعه با میانگین ۱/۰۰۵ نسبت به تغییرات تکنولوژیکی رشد کمتری دارد و به همین دلیل کمتر در تغییرات بهره‌وری سهیم است. با توجه به یافته ها پیشنهاد می‌شود برای افزایش بهره‌وری بخش تحقیقات مدیریت صحیح و دقیق اعمال گردد.

۱. دانشجوی دکتری رشته آگرواکولوژی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲. استاد گروه زراعت، دانشگاه فردوسی مشهد (نویسندهٔ مسئول) e-mail:akooch@ ferdowsi.um.ac.ir

۳. استاد گروه زراعت، دانشگاه فردوسی مشهد

۴. استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

طبقه بندی JEL: Q16 , O47 , C14

کلیدواژه‌ها:

بهره‌وری، کارایی فنی، تغییرات تکنولوژیکی، غلات، تحقیقات

مقدمه

محدودیت منابع و امکانات تولید چالشی جهانی می باشدکه حتی در شرایط کنونی و با توسعه روز افزون علوم و فنون هنوز نمود جدی دارد. به همین دلیل استفاده صحیح و حداکثری از امکانات موجود در جهت دستیابی به تولید حداکثر یکی از مهم‌ترین راه حل های ممکن جهت کاهش شکاف بین عرضه و تقاضاست. در شرایط کنونی بهره‌وری بالاتر و استفاده کارآمد از امکانات موجود عملاً از یک انتخاب فراتر رفته و به یک ضرورت تبدیل شده است. در برخی از کشورهای در حال توسعه از جمله ایران پایین بودن نرخ بهره‌وری، مشکل کمبود منابع برای سرمایه‌گذاری را دو چندان ساخته است (امامی میبدی، ۱۳۷۹). به عبارت دیگر بهره‌وری پایین کشاورزی چالشی برای سرمایه‌گذاری در این بخش ایجاد کرده است که خود نیازمند تدبیر در این حوزه می باشد به نحوی که قانون بهره‌وری کشاورزی برای نشان دادن این مهم توسط مجلس شورای اسلامی و تبصره ۳۵ قانون برنامه دوم (محاسبه و ارتقای بهره‌وری) تصویب شده است.

طبق نظر پژوهشگران (ایوانز، ۲۰۰۹؛ فیشر و همکاران، ۲۰۰۹؛ سانجی و رزگرانت، ۲۰۰۹) نگرانی گسترده ای وجود دارد که قیمت مواد غذایی ممکن است در دهه‌های آینده به دلیل افزایش جمعیت، محدودیت زمین و آب ، افزایش تقاضای غذا در هر فرد به طور قابل ملاحظه ای افزایش یابد. ایوانیک و مارتین (۲۰۰۸) بیان کردند که افزایش بالقوه در تقاضای سوخت‌های زیستی و تغییرات آب و هوایی می توانند به افزایش قابل توجه قیمت مواد غذایی، با پیامدهای بالقوه نامطلوب فقر، منجر شود. همان‌طور که قیمت مواد غذایی افزایش می‌یابد، تأثیر جدی بر فقر در کشورهای در حال توسعه خواهد گذاشت. با توجه به این تأثیر

منفی، دولت ها باید با افزایش سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی و افزایش بهره‌وری باعث کاهش فقر در کشورهای در حال توسعه شوند (شیرر، ۲۰۱۱، ۵).

در حالی که شواهد کاهش سرعت در بهره‌وری کشاورزی را نشان می‌دهد (فگلی، ۲۰۰۸؛ آلستون و همکاران، ۲۰۰۹)، اما از دیدگاه مارتین و میترا (۲۰۰۱) شواهد قابل توجهی وجود دارد که رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی نسبت به بقیه بخش های اقتصادی در دوره انقلاب سبز بیشتر بوده است. محققین (فیشر و همکاران، ۲۰۰۹) نیز بر این باورند که امکانات علمی برای افزایش بیشتر بهره‌وری وجود دارد. تازه ترین تجزیه و تحلیل از ایوانیک و مارتین (۲۰۱۰) نشان می‌دهد که بهره‌وری کشاورزی بالاتر ناشی از افزایش سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه می تواند این اثرات را جبران کند و فقر را کاهش دهد (شیرر، ۲۰۱۱، ۵).

افزایش بهره‌وری در پدیده های اصلی اقتصادی، اجتماعی و سیاسی جامعه، مانند کاهش تورم، ارتقای سطح رفاه عمومی، افزایش سطح اشتغال و توان رقابت سیاسی و مانند اینها تأثیرات وسیعی دارد. امروزه تقریباً تمامی کشورهای توسعه یافته و بسیاری از کشورهای در حال توسعه موفق، سرمایه گذاری های زیادی در جهت ارتقای بهره‌وری انجام می دهند (امینی، ۱۳۸۳، ۴۳).

دولت‌ها بر اساس برنامه‌ریزی‌های داخلی، همواره بخشی از سیاست‌های خود را برای افزایش تولید در کشاورزی اختصاص می دهند.یکی از این سیاست‌ها دخالت در تحقیقات کشاورزی از طریق سرمایه‌گذاری دولتی است (سوینن و همکاران،۲۰۰۰، ۲۲)، به همین دلیل تشخیص میزان تأثیر این سرمایه‌گذاری و ارزیابی نرخ بازده تحقیقات می تواند شرایطی را ایجادکند تا برنامه ریزی دقیق‌تری برای سرمایه‌گذاری در بخش تحقیقات شکل گیرد. این ارزیابی موضوع بسیاری از مطالعات بوده است به طوری‌که بسیاری ازمحققین به دسته بندی این پژوهش ها پرداخته اند تا بتوانند فراتحلیل جامعی از مقدار، آمایش و برآوردی از نرخ بازده تحقیقات به دست آورند. در این پژوهش‌ها اغلب بر تأثیر تحقیقات بر بهره‌وری

کشاورزی تأکید شده است. سرمایه‌گذاری در امر تحقیقات می‌تواند به بهبود روند تأثیرگذاری پژوهش در این بخش کمک کند.

تحقیقات کشاورزی یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین کننده توسعه کشاورزی است به طوری که درکشورهای توسعه یافته، این اعتقاد وجود دارد که تکنولوژی و نوآوری های جدید نتیجه تحقیقات دانشمندان در مؤسسات تحقیقات دولتی و خصوصی می باشد(حسن زاده و همکاران، ۱۳۸۰، ۵۹). محصول هزینه های تحقیق و توسعه به شکل تکنولوژی، ابداع و تغییرات فنی وارد تابع تولید می‌شود. با تحقیقات کشاورزی، بهره‌وری منابع افزایش می یابد و نهاده های جدید با بهره‌وری بالاتر تولید می‌شود (دشتی و یزدانی، ۱۳۷۵).

در سال های ۲۰۰۲ – ۱۹۸۰، ۳۰ درصد از تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید در چین نتیجه تحقیق و توسعه بود. همچنین یک درصد افزایش در مخارج تحقیق و توسعه، ۰/۲۷ درصد بهره‌وری کل عوامل تولید را افزایش داد (ژنگ، ۲۰۰۴، ۲۴۲). در بررسی رابطه بین تحقیق و توسعه و بهره‌وری در بنگاه های صنعتی ایتالیا نشان داده شد که ارتباط مثبت و معنی دار بین انواع تحقیق و توسعه و بهره‌وری کل عوامل تولید وجود دارد (مدا و پیگا، ۲۰۰۳، ۱۰). با استفاده از شاخص مالم کوئیست برای ۱۸ کشور آسیایی نشان داده شد که به رغم رشد سریع در تولیدات کشاورزی، در نیمی از این کشورها طی سال‌های ۱۹۹۶-۱۹۶۰ بهره‌وری کاهش یافته است (سارینتو۲۰۰۱، ۳۷۶). در بررسی رشد بهره‌وری و تحقیق و توسعه در ۱۷۰ بنگاه تولیدی در انگلستان، ارتباط مثبت دیده شد و نرخ بازدهی تحقیق و توسعه در بنگاه های نوآور نسبت به بنگاه های غیر نوآور بیشتر بود (وکلین، ۲۰۰۱، ۱۰۷۹). انباشت تحقیق و توسعه، سرریز تحقیق و توسعه و تجارت نقش اساسی را در رشد کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته ایفا می کند (بایومی و همکاران، ۱۹۹۹، ۳۹۹).

ربیعی(۱۳۸۷، ۳۵) نشان داد تحقیق و توسعه در ایران از طریق مستقیم و اثر نوآوری ، بر روی تولید و رشد اثر قابل توجهی ندارد. اما از طریق غیر مستقیم یعنی تقلید فناورانه نیز اثر کمی بر رشد تولید دارد. شاه آبادی(۱۳۸۶، ۹۹)نشان داد انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی

و خارجی بر بهره‌وری کل عوامل اقتصاد ایران تأثیر مثبت دارد. قلی زاده و صالح(۱۳۸۴، ۱۱۳۱) نشان دادند به‌رغم نبود تغییرات کارایی تکنولوژیکی و مقیاس، تغییرات بهره‌وری عوامل تولید در بخش کشاورزی به دلیل افزایش کارایی مدیریتی مثبت می باشد. اکبری و رنجکش (۱۳۸۲، ۴۳) به بررسی رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی ایران طی دوره ۱۳۴۵ – ۷۵ پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی دارای نوسان زیادی بوده و سطوح این بهره‌وری نیز روند صعودی داشته است. حسن زاده و حیدری(۱۳۸۰، ۵۹) معتقدند نقش مخارج تحقیق و توسعه در افزایش رشد اقتصادی و ظرفیت تولیدی کشورها قابل ملاحظه بوده و میزان این اثرگذاری در کشورهای در حال توسعه در مقایسه با کشورهای توسعه یافته از شدت بالاتری برخوردار است. حیدری(۱۳۷۸، ۵۷) با استفاده از شاخص تورن کوئیست در استان مرکزی نشان داد بهره‌وری کل عوامل برای هر دو نوع گندم آبی و دیم منفی است. رفعتی و نجفی (۱۳۷۵، ۹) نشان دادند که رابطه مستقیمی بین هزینه تحقیقات اصلاح بذر و درآمد ناخالص گندم کاران وجود دارد.

به طور کلی به نظر می رسد توجه به بهره‌وری و محاسبه آن بتواند تصویری در اختیار برنامه ریزان قرار دهد تا با آن برنامه ریزی‌های لازم برای ارتقای بهره‌وری بخش کشاورزی ممکن شود. همچنین حضور مؤلفه تحقیقات کشاورزی در ساختار محاسبه بهره‌وری کشاورزی، زمینه اعتبار سنجی بهره‌وری را آماده می‌کند . همان‌طور که مشاهده می‌شود، در پژوهش‌های داخلی انجام گرفته بهره وری یا به صورت تک محصولی و یا به صورت کل بخش کشاورزی بررسی شد و مطالعه روی زیر بخش‌ها به تفکیک صورت نگرفته است. ویژگی این تحقیق آن است که بخش غلات به صورت منفک از سایر زیر بخش ها مطالعه و سعی شده است که تأثیر تحقیقات زیر بخش غلات مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به این مهم در این مقاله ضمن بررسی بهره‌وری غلات با استفاده از شاخص مالم کوئیست، اثر تحقیقات کشاورزی بر رشد بهره‌وری غلات برای دوره زمانی ۱۳۹۰- ۱۳۷۹ بررسی شد.

مواد و روش ها

بهره‌وری کل عوامل تولید را می توان با استفاده از روش‌های پارامتری یا ناپارامتری محاسبه کرد. در روش پارامتری از یک تابع تولید، هزینه یا سود جمعی استفاده می‌شود. این روش مورد تردید اقتصاددانان قرار دارد، زیرا در آن فرضیات جمع پذیری، مشکلات انتخاب فرم تبعی و نقض فرض های کلاسیک برای بر آورد ضرایب وجود دارد. اما در روش ناپارامتری نیازی به تصریح مدل و فرضیات فوق نیست اندازه‌گیری با اطلاعات اندک امکانپذیر است (آرنید، ۱۹۹۴، ۱). این آزمون‌ها که از آنها با عنوان آزمون‌های بدون پیش فرض نیز یاد می‌شود به هیچ پیش فرض خاصی نیاز ندارد. در روش‌های ناپارامتری لازم نیست که فرض شود متغیر تصادفی جمعیت دارای توزیع احتمال خاصی است. این روش‌ها بر مبنای توزیع نمونه‌گیری هستند، امادر شکل توزیع نمونه‌گیری لازم نیست که شکل خاصی برای توزیع احتمال جمعیت فرض گردد. در این مطالعه، روش معروف ناپارامتری مالم-کوئیست به کار رفته است.

برای تعریف شاخص مالم کوئیست تغییر بهره‌وری، باید مفهوم تابع فاصله محصول مشخص شود (دیتون، ۱۹۷۹). بر اساس دیدگاه شپارد (۱۹۷۰) و کاوز و همکاران (۱۹۸۲) تابع فاصله در زمان t به صورت زیر تعریف می شود:

$$D_0^t\left(x^t, y^t\right) = \inf\left\{\theta : \left(x^t, y^t / \theta\right) \in S^t\right\} \qquad (۱)$$

که در آن S^t بیانگر تکنولوژی تولید برای دوره زمانی $t = 1,...,T$ می باشد. این مجموعه تکنولوژیکی، بردار نهاده‌ها $x^t = \left(x_1^t,...,x_M^t\right) \in R_M^+$ را به بردار ستاده $y^t = \left(y_1^t,...,y_N^t\right) \in R_N^+$ تبدیل می کند.

تابع فاصله $D_0^t(.)$ به طور متقابل حداکثر توسعه بردار محصول دوره t $\left(y^t\right)$ را در سطح نهاده $\left(x^t\right)$ در شرایطی نشان می دهد که مشاهدات در مرز دوره زمانی t قرار گیرد. بر اساس نظریه فارل (۱۹۵۷) این تابع به طور کامل تکنولوژی را در شرایطی مشخص می کند که

$D_0^t(x^t, y^t) \le 1$ باشد اگر و تنها اگر $(x^t, y^t) \in S^t$ باشد. علاوه بر آن $D_0^t(x^t, y^t) = 1$ است اگر و تنها اگر مشاهدات به لحاظ فنی کارا باشند.برای کامل شدن شاخص بهره‌وری مالم کوئیست ، لازم است تابع فاصله بالا با توجه به دو دوره زمانی مثل $D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ و $D_0^{t+1}(x^t, y^t)$ تعریف شود. اگر $D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1}) > 1$ باشد ، بهبود فنی وجود دارد در حالی که اگر $D_0^{t+1}(x^t, y^t) > 1$ باشد ، برگشت فنی وجود خواهد داشت. بر اساس توابع فاصله محصول تعریف شده در بالا تحت تکنولوژی مرجع بازده متغیر نسبت به مقیاس، کاوز و همکاران (۱۹۸۲) شاخص‌های بهره‌وری مالم کوئیست ستاده محور را برای دوره t و $t+1$ به صورت زیر تعریف کرده اند:

$$M_0^t(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \qquad (۲)$$

$$M_0^{t+1}(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \qquad (۳)$$

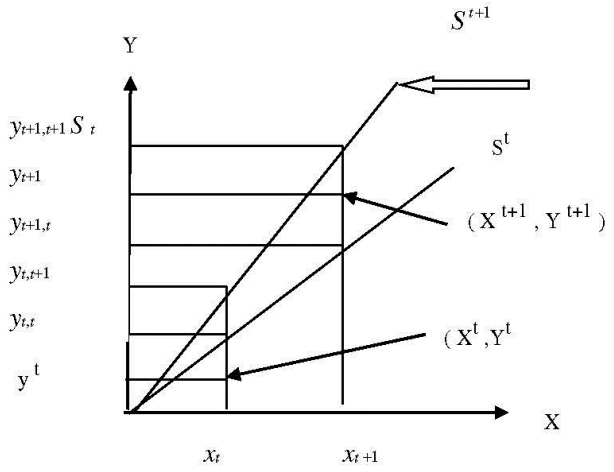
هر یک از شاخص‌های بهره‌وری مبتنی بر محصول فوق، در صورتی شاخص بهره‌وری متفاوتی ایجاد می کند که تکنولوژی مرجع ، برای ستاده هیکس خنثی باشد. برای اجتناب از اعمال این محدودیت یا تصمیم بر روی یکی از تکنولوژی ها، برخی از نویسندگان شاخص بهره‌وری افزوده را به صورت میانگین هندسی این دو شاخص تعریف می کنند (فیشر،۱۹۲۲)؛ به عبارت دیگر، شاخص تغییر بهره‌وری مالم کوئیست مبتنی بر محصول را به صورت میانگین هندسی دو شاخص بهره‌وری مالم کوئیست تعریف می کنند.

باتوجه به اینکه شاخص بهره‌وری مالم کوئیست فیر و همکاران (۱۹۹۴) اجازه می دهد تا ناکارایی وجود داشته باشد لذا در چنین شرایطی این امکان فراهم می شود تا رشد بهره‌وری به پیشرفت تکنولوژیکی و تغییر کارایی تجزیه شود. برای حالت محصول محور، این تجزیه به صورت زیر بیان می شود:

$$M_{oc}(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{D_{oc}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{oc}^t(x^t, y^t)} \left[\left(\frac{D_{oc}^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{oc}^t(x^t, y^t)} \right) \left(\frac{D_{oc}^t(x^t, y^t)}{D_{oc}^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \qquad (۴)$$

که در آن نسبت اول تغییر در کارایی نسبی بین دوره t و $t+1$ (تغییر کارایی) را نشان می دهد. میانگین هندسی دو نسبت داخل کروشه تغییر یا حرکت تکنولوژی بین دوره های t و $t+1$ (تغییر فنی) را نشان می دهد. $M_{OC}(.)$ بزرگ‌تر از یک نشان می دهد که بهره‌وری بین دوره t و $t+1$ افزایش یافته است. این افزایش می تواند بر اساس بهبود کارایی فنی و یا پیشرفت فنی توضیح داده شود.

تجزیه فوق می تواند بر اساس نمودار۱ برای یک محصول و یک نهاده با تکنولوژی بازده ثابت نسبت به مقیاس نشان داده شود که در آن پیشرفت تکنولوژیکی $\left(S^t \subset S^{t+1}\right)$ از t به $t+1$ روی می دهد.



شکل ۱. شاخص بهره‌وری مالم کوئیست

در نمودار ۱، واحد مولد به ترتیب در مجموعه نهاده و ستاده $\left(x^t, y^t\right)$ و $\left(x^{t+1}, y^{t+1}\right)$ در زمان‌های t و $t+1$ عمل می کنند. بر حسب فواصل محور y، تجزیه رابطه فوق معادل تغییر کارایی فنی و تغییر فنی است یعنی :

$$\text{تغییر کارایی فنی} = \frac{y^{t+1} \Big/ y^{t+1,t+1}}{y^t \Big/ y^{t,t}} \qquad (۵)$$

$$\text{تغییر فنی} = \frac{\dfrac{y^{t+1}}{y^{t+1,t}}}{\dfrac{y^{t+1}}{y^{t+1,t+1}}} \times \frac{\dfrac{y^{t}}{y^{t,t}}}{\dfrac{y^{t}}{y^{t,t+1}}} \qquad (۶)$$

که در آن $y^{t,t}$، $y^{t,t+1}$، $y^{t+1,t}$ و $y^{t+1,t+1}$ حداکثر سطح قابل حصول ستاده برای سطوح x^t و x^{t+1} از نهاده برای هر مجموعه تکنولوژیکی $\left(S^t, S^{t+1}\right)$ مورد نظر را بیان می‌کند. شاخص بهره‌وری مالم کوئیست با روش برنامه‌ریزی خطی ناپارامتری (تحلیل فراگیر داده) محاسبه می‌شود.

فیر و همکاران (۱۹۹۴) نشان داده اند که تحت فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس و وجود داده های طولی مناسب این شاخص قابل برآورد است. برای برآورد تغییر بهره‌وری کل عوامل تولید هر بنگاه بین زمان های t و $t+1$ ، لازم است چهار مسئله برنامه ریزی خطی مختلف(توابع فاصله ای) برای $D_{oc}^{t}\left(x^t, y^t\right)$، $D_{oc}^{t+1}\left(x^t, y^t\right)$، $D_{oc}^{t+1}\left(x^{t+1}, y^{t+1}\right)$ و $D_{oc}^{t}\left(x^{t+1}, y^{t+1}\right)$ حل شود که عبارت‌اند از:

$$\begin{aligned}
&\left[D_{oc}^{t}\left(x^t, y^t\right)\right]^{-1} = \max_{\phi,\lambda} \phi, \\
&st \\
&-\phi y^{it} + Y^t \lambda \geq 0, \\
&x^{it} - X^t \lambda \geq 0, \\
&\lambda \geq 0
\end{aligned} \qquad (۷)$$

$$\begin{aligned}
&\left[D_{oc}^{t+1}\left(x^{t+1}, y^{t+1}\right)\right]^{-1} = \max_{\phi,\lambda} \phi, \\
&st \\
&-\phi y^{it+1} + Y^{t+1} \lambda \geq 0, \\
&x^{it+1} - X^{t+1} \lambda \geq 0, \\
&\lambda \geq 0
\end{aligned} \qquad (۸)$$

$$\begin{aligned}&\left[D_{oc}^{t}\left(x^{t+1},y^{t+1}\right)\right]^{-1}=\max_{\phi,\lambda}\phi,\\&st\\&-\phi y^{it+1}+Y^{t}\lambda\geq 0,\\&x^{it+1}-X^{t}\lambda\geq 0,\\&\lambda\geq 0\end{aligned}\qquad(۹)$$

$$\begin{aligned}&\left[D_{oc}^{t+1}\left(x^{t},y^{t}\right)\right]^{-1}=\max_{\phi,\lambda}\phi,\\&st\\&-\phi y^{it}+Y^{t+1}\lambda\geq 0,\\&x^{it}-X^{t+1}\lambda\geq 0,\\&\lambda\geq 0\end{aligned}\qquad(۱۰)$$

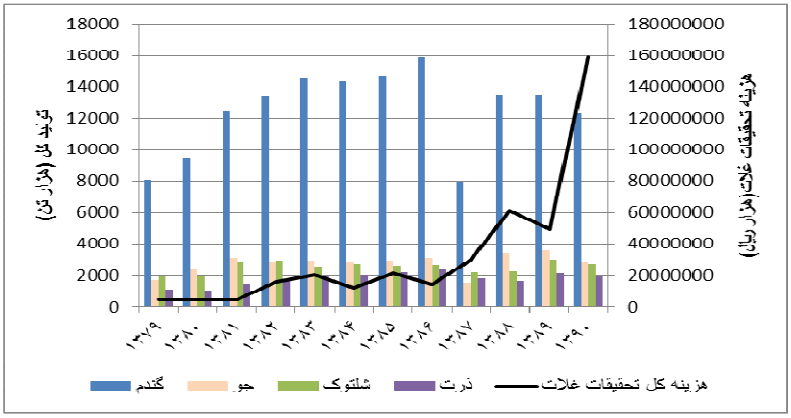
که در آن ϕ یک اسکالر و λ بردار $n\times 1$ از اعداد ثابت است که وزن های مجموعه مرجع را نشان می دهد.

شایان ذکر است که به منظور بررسی ارتباط بین هزینه تحقیقات و تولید غلات از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد.

داده‌های مورد استفاده در تحقیق حاضر عبارت‌اند از: عوامل تولید غلات(گندم، جو، ذرت و برنج) شامل هزینه‌های بذر، کود، زمین، نیروی کار، سم، آب، سایر هزینه‌های تولید، تعداد طرح های تحقیقاتی و هزینه انجام آن به تفکیک محصول که از سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی برای دوره زمانی ۱۳۹۰-۱۳۷۹ بدست آمده است و در صورت لزوم در برخی محاسبات به روش جمعی سازی تجمیع شده اند به این شکل که محصولات مختلف به واحد مشابهی تبدیل شده است. به عنوان مثال دو کیلو گرم گندم با دو کیلوگرم جو قابل جمعی سازی نیست لذا با توجه به قیمت ها به یک واحد تبدیل شده است. یادآور می‌شود که در ابتدا بازه زمانی مورد مطالعه با در نظر گرفتن سه دوره برنامه پنج ساله تنظیم شده بود که به دلیل فقدان داده در بعضی از سال‌ها به سه دوره چهار ساله تبدیل شد.

نتایج و بحث

در نمودار ۱، هزینه تحقیقات در مقایسه با میزان تولید چهار محصول عمده غلات (گندم، جو، ذرت و برنج) در دوره ۱۲ ساله مورد مطالعه نشان داده شده است. روند هزینه تحقیقات در این دوره افزایشی است و این افزایش در سال‌های پایانی بسیار شدت گرفته اما روند تولید غلات از این رشد تبعیت نکرده است. همان طور که نمودار مذکور نشان می دهد، تنها میزان تولید گندم از سه محصول دیگر شاخص تر است ضمن اینکه هم میزان تولید و هم هزینه تحقیقات دارای نوسان زیادی است و آن‌هم احتمالاً به دلیل سیاست هایی است که در سال‌های اخیر در قبال تولید گندم و رسیدن به خودکفایی در قالب برنامه های ۵ ساله اجرا شده است. بر اساس نتیجه آزمون همبستگی پیرسون (جدول ۱)، ارتباط معنی‌داری بین هزینه تحقیقات و میزان تولید هر یک از محصولات وجود ندارد.



نمودار ۱. مقایسه روند هزینه تحقیقات و میزان تولید غلات

جدول۱. نتیجه آزمون همبستگی بین هزینه تحقیقات و تولید غلات

محصول / آزمون	ذرت	برنج	جو	گندم
ضریب همبستگی پیرسون	۰/۲۵^{n}	۰/۲۰^{n}	۰/۲۲^{n}	۰/۰۷^{n}
سطح معنی‌داری	۰/۲۲	۰/۲۷	۰/۲۵	۰/۴۲

مأخذ: یافته های تحقیق n : در سطح ۰/۰۱ و ۰/۰۵ معنی دار نیست

کارایی فنی غلات

بر اساس نتایج جدول۲، در دوره ۸۶-۱۳۸۳، میانگین کارایی فنی تحت فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس در سال t ابتدا کاهش و سپس افزایش یافته است. حداکثر کارایی فنی تحت فرض بازده ثابت در سال t-1 و t به ترتیب۲/۱۵۳ و ۰/۹۹۵می باشد. این مقدار در سال t+1 برابر ۱/۴۵۷ برآورد شده است. به عبارت دیگر حداکثر کارایی فنی نوسانی بین ۱۱۵/۳تا ۰/۵- درصد را نشان داد. براساس نتایج، کارایی فنی غلات در سال t نسبت به سال‌های دیگر افت داشته است. میانگین کارایی فنی با فرض بازده ثابت معادل عدد ۱/۲۵۷ (۲۵/۷ درصد) است. این میزان کارایی بسیار پایین است که بیانگر محقق نشدن پتانسیل بالقوه تولید در این بخش است. چنین وضعیتی می تواند ناشی از عدم مدیریت صحیح منابع از یک سو و عدم آشنایی و دسترسی بهره برداران به تکنولوژی یکسان تولید از سوی دیگر باشد. آموزش ناکارآمد یا عدم آموزش نیز یکی دیگر از عوامل مؤثر در کارایی پایین این بخش است. در همین راستا ، قربانی و حسینی (۱۳۸۴) در پژوهش خود نشان دادند که کارایی فنی تحت دو فرض فوق در مورد گندم دیم در دوره ۸۱ – ۱۳۷۷ حدود ۳۷ درصد است. همچنین شیرانی و همکاران (۱۳۹۳) به این نتیجه رسیدند که پس از رشد ۱۵٪ کارایی فنی در سال ۱۳۸۰، رشد کارایی فنی کاهش یافت و در سال ۱۳۸۵ به رشد ۴۲ درصدی رسید و در سال ۱۳۸۹ کاهش پیداکرد. مقدار تغییرات فناوری کل کشور در سال ۱۳۸۷ کاهش شدید ۷۱ درصدی داشته که این امر سبب کاهش تولید گندم نیز در این سال شده است.

جدول۲. کارایی فنی غلات تحت فرض بازده ثابت و متغیر

(بدون در نظر گرفتن فاکتور تحقیقات)

دوره	تحت فرض ثابت (CRS)			تحت فرض متغیر(VRS)
	t-1	t	t+1	
۱۳۷۹-۸۲	۰	۰/۹۸۵	۱/۰۵۷	۱
۱۳۸۳-۸۶	۱/۳۶۸	۰/۹۸۳	۱/۴۵۷	۰/۹۸۶
۱۳۸۷-۹۰	۲/۱۵۳	۰/۹۹۵	۰	۱
میانگین	۱/۷۶۱	۰/۹۸۸	۱/۲۵۷	۰/۹۹۵

مأخذ: یافته های تحقیق

در جدول ۳ کارایی فنی غلات تحت فرض بازده ثابت و متغیر با در نظر گرفتن عامل هزینه و تعداد تحقیقات انجام شده در بخش غلات ارائه شده است. بر اساس نتایج، این عامل بر کارایی فنی در سال t هیچ تأثیری نداشته و به عبارت دیگر روند افزایش یا کاهش کارایی فنی در این سال تحت تأثیر هزینه تحقیقات قرار نگرفته است. اما در سال t-1 و در بازه زمانی ۸۶-۱۳۸۳ تأثیر مثبتی به جای گذاشته است. در سال t+1 روند افزایش شکل گرفته به طوری که حداکثر کارایی فنی به رقم۱/۵۱۴ رسیده است. میانگین کل کارایی فنی با در نظر گرفتن فرض بازده ثابت رقم ۱/۴۲۱ (۴۲/۱ درصد) را نشان داد که در مقایسه با میانگین کارایی فنی غلات بدون در نظر گرفتن عامل تحقیقات بیانگر آن است که حضور عامل تحقیقات در تحلیل داده‌ها در برخی موارد بر کارایی فنی می تواند تأثیر گذار باشد. علت رشد بازده در این مورد می‌تواند به افزایش تغییرات فنی و کاربری بهتر از ماشین‌آلات و آگاهی بیشتر بهره برداران و آموزش و انتقال یافته های علمی حاصل از تحقیقات به بهره بردار و سطح مزرعه مرتبط باشد.

جدول ۳. کارایی فنی غلات تحت فرض بازده ثابت و متغیر

(با در نظر گرفتن فاکتور تحقیقات)

دوره	تحت فرض ثابت (CRS)			تحت فرض متغیر(VRS)
	t-1	t	t+1	
۱۳۷۹-۸۲	۰	۰/۹۸۵	۱/۳۲۷	۱
۱۳۸۳-۸۶	۱/۴۲۳	۰/۹۸۳	۱/۵۱۴	۱
۱۳۸۷-۹۰	۲/۱۵۳	۰/۹۹۵	۰	۱
میانگین	۱/۷۸۸	۰/۹۸۸	۱/۴۲۱	۱

مأخذ: یافته های تحقیق

در مطالعه‌ای مشابه، بشر آبادی و جاودان (۱۳۹۰) برای سال‌های ۸۶-۱۳۵۳ نتیجه گرفتند که در کوتاه مدت و بلندمدت مخارج تحقیق و توسعه تأثیر مثبتی بر رشد و بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی ایران دارد. این متغیر با کششی برابر ۰/۱ گویای این واقعیت است که با افزایش یک درصدی در مخارج تحقیق و توسعه در بخش کشاورزی، رشد بخش به میزان ۰/۱ درصد افزایش خواهد داشت. نتایج تحقیق خاکسار آستانه و کرباسی (۱۳۸۹) نشان داد که یک درصد افزایش در سرمایه‌گذاری تحقیقات به میزان ۰/۰۸۰۹۷۴ درصد و یک درصد افزایش در سرمایه گذاری ترویج و آموزش به میزان ۰/۰۳۸۳۹۸ درصد بهره‌وری بخش کشاورزی را افزایش می دهد.

رشد بهره‌وری غلات

درجدول ۴ نتایج تغییر بهره‌وری، پیشرفت تکنولوژی و تغییر کارایی فنی بدون در نظر گفتن عامل تحقیقات ارائه شده است. همان طور که نتایج نشان می‌دهد تغییرات بهره‌وری در دوره دوم (۸۶-۱۳۸۳) و دوره سوم (۹۰-۱۳۸۷) مورد مطالعه روند افزایشی دارد و به‌طور میانگین رقم ۱/۱۶۹ را نشان می‌دهد. این روند افزایشی در تغییرات تکنولوژیکی و تغییرات کارایی فنی نیز کاملاً مشخص است. نتایج بیانگر آن است که افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید ناشی از افزایش تغییرات تکنولوژیکی و تغییر کارایی فنی است. میانگین تغییر

تکنولوژیکی و تغییرات کارایی فنی به ترتیب ۱/۱۶۳ و ۱/۰۰۵ برآورد شده است. اما با توجه به میانگین‌ها می‌توان نتیجه گرفت تغییرات تکنولوژیکی در افزایش بهره‌وری مؤثرتر بوده است.

یادآوری می‌شود که تغییرات تکنولوژیکی می‌تواند ناشی از طرح‌های دولت در زمینه خود کفایی گندم و یا سیاست‌های حمایتی از جمله اختصاص یارانه به نهاده‌های زراعت آبی باشد (شیرانی و همکاران،۱۳۹۳، ۱۴۵).

جدول۴. تغییر بهره‌وری، پیشرفت تکنولوژیکی و تغییر کارایی فنی (بدون در نظر گرفتن تحقیقات)

دوره	تغییر بهره‌وری کل عوامل تولید	تغییر فنی	تغییر کارایی فنی
۱۳۷۹-۸۲	-	-	-
۱۳۸۳-۸۶	۱/۱۳۳	۱/۱۳۵	۰/۹۹۸
۱۳۸۷-۹۰	۱/۲۰۶	۱/۱۹۱	۱/۰۱۳
میانگین	۱/۱۶۹	۱/۱۶۳	۱/۰۰۵

مأخذ: یافته های تحقیق

یافته‌های پژوهش شیرانی و همکاران (۱۳۹۳) نشان می‌دهد که روند تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید گندم دیم در کشور در دوره ۸۹-۱۳۷۹ نوسانات زیادی داشته و این تغییرات هم ناشی از تغییرات کارایی فنی و هم تغییرات تکنولوژیکی بوده است. نتایج این تحقیق نشان دهنده تأثیر بیشتر تغییرات تکنولوژی در بهره‌وری کل عوامل تولید در تولید محصول گندم است. همچنین نتایج تحقیق قلی‌زاده و صالح (۱۳۸۴) بیانگر آن است که علی‌رغم عدم تغییرات کارایی تکنولوژیکی و مقیاس، تغییرات بهره‌وری عوامل تولید در بخش کشاورزی به دلیل افزایش کارایی مدیریتی، مثبت می باشد.

در جدول ۵ نتیجه برآورد تغییرات بهره‌وری غلات تحت تأثیر عامل تحقیقات نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که هزینه تحقیقات انجام شده نه تنها نتوانسته موجب افزایش بهره‌وری شود بلکه کاهش آن را موجب شده به طوری که میانگین تغییرات بهره‌وری

به ۱/۱۰۶ کاهش یافته است البته این موضوع کاملاً مشخص است که با ثابت ماندن میانگین تغییرات کارایی فنی و کاهش تغییرات تکنولوژیکی، عامل اصلی کاهش بهره‌وری تغییرات تکنولوژیکی است به طوری که ملاحظه می‌شود میانگین تغییرات فنی از ۱/۱۶۳ به ۱/۱۰۰ کاهش یافته است.

با توجه به نتایج جدول ۵ و نمودار ۲، در دوره ۸۶-۱۳۸۳ رشد ۳/۸ درصدی بهره‌وری کل عوامل تولید توانسته است تولید غلات را از میانگین ۱۷/۱ در دوره اول به میانگین ۲۲/۵۵ میلیون تن افزایش دهد. رشد بهره‌وری در این دوره بیشتر تحت تأثیر تغییرات فنی بوده که بیانگر استفاده بهتر از ادوات کشاورزی و نهاده هاست. در دوره بعد (۹۰-۱۳۸۷) به رغم افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید، کاهش میانگین تولید به ۱۹/۰۵ میلیون تن ملاحظه می‌شود. علت اصلی این کاهش می تواند خشکسالی اوایل دوره (۸۸-۸۷) باشد به طوریکه میزان تولید در این سال به ۱۳/۴ میلیون تن رسید، اما با توجه به افزایش ۱۷/۹ درصدی بهره‌وری، کاهش تولید سریعاً ترمیم شده و به میانگین ۱۹/۰۵ رسیده است.

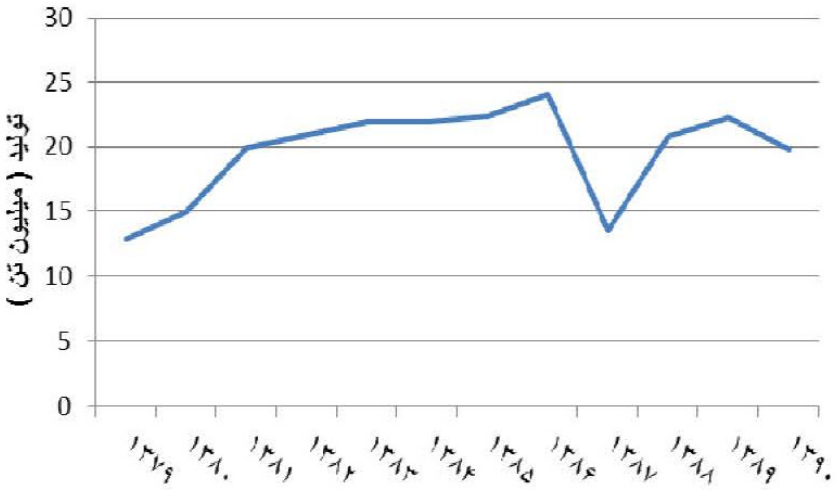
جدول ۵. تغییر بهره‌وری، پیشرفت تکنولوژیکی و تغییر کارایی فنی

(با در نظر گرفتن تحقیقات)

دوره	تغییر بهره‌وری کل عوامل تولید	تغییر فنی	تغییر کارایی فنی
۱۳۷۹-۸۲	-	-	-
۱۳۸۳-۸۶	۱/۰۳۸	۱/۰۴۰	۰/۹۹۸
۱۳۸۷-۹۰	۱/۱۷۹	۱/۱۶۴	۱/۰۱۳
میانگین	۱/۱۰۶	۱/۱۰۰	۱/۰۰۵

مأخذ: یافته های تحقیق

براساس نتایج تحقیق، اسدی (۱۳۸۰) یک ریال مخارج در تولید رقم های مورد مطالعه گندم، ۲۵/۸ ریال منفعت ایجاد می کند و نرخ بازده مخارج تحقیقات ۷۷/۸ درصد است. افزون بر این با توجه به یافته‌های مطالعه ربیعی (۱۳۸۷) تحقیق و توسعه در ایران از طریق مستقیم و اثر نوآوری، بر روی تولید و رشد اثر قابل توجهی ندارد اما به طور غیرمستقیم یعنی تقلید فناورانه اثر کمی بر روی رشد تولید دارد.



نمودار ۲. میزان تولید غلات در دوره ۹۰-۱۳۷۹

به منظور بررسی دقیق‌تر موضوع، در جدول ۶ تغییرات بهره‌وری، پیشرفت تکنولوژی و تغییر کارایی فنی سالانه با در نظر گرفتن عامل تحقیقات ارائه شده است. همان‌طور که اطلاعات این جدول نشان می‌دهد در سال ۱۳۹۰ کاهش بهره‌وری اتفاق افتاده که در نتیجهٔ کاهش کارایی و تغییرات فنی بوده است. این افت می تواند به عدم مدیریت صحیح در تحقیقات مربوط باشد زیرا به رغم افزایش بسیار زیاد و ناگهانی بودجه تحقیقات غلات در این سال، بهره‌وری کل عوامل تولید، کارایی فنی و تغییرات فنی نه تنها رشدی را نشان ندادند بلکه کاهش یافتند.

جدول ۶. تغییر بهره‌وری، پیشرفت تکنولوژیکی و تغییر کارایی فنی سالانه (با درنظر گرفتن تحقیقات)

سال	تغییر بهره‌وری کل عوامل تولید	تغییر فنی	تغییر کارایی فنی
۱۳۸۳	۰/۹۸۱	۰/۹۸۱	۱
۱۳۸۴	۱/۱۰۱	۱/۰۳۴	۱/۰۶۵
۱۳۸۵	۰/۸۳۲	۰/۸۹۲	۰/۹۳۲
۱۳۸۶	۱/۲۹۳	۱/۲۹۳	۱
۱۳۸۷	۰/۹۴۸	۰/۹۴۸	۱
۱۳۸۸	۰/۸۶۵	۰/۸۸۲	۰/۹۸۱
۱۳۸۹	۱/۶۰۲	۱/۴۹۸	۱/۰۷۳
۱۳۹۰	۱/۴۷۲	۱/۴۷۲	۱

مأخذ: یافته های تحقیق

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج این تحقیق نشان داد که اولاً روند رشد تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید غلات در کشور افزایشی است، ثانیاً با وارد کردن عامل تحقیقات، تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید رشد کمتری داشته و این موضوع نشان می‌دهد که تحقیقات به خصوص از نظر افزایش کارایی فنی نتوانسته است عملکرد مناسبی داشته باشد. با توجه به هزینه‌های تحقیقات انجام شده، میزان افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید مطلوب نیست به طوری که رشد بهره‌وری کل عوامل تولید وقتی هزینه تحقیقات در نظر گرفته نمی‌شود بیشتر است. همچنین تغییرات بهره‌وری کل روند منظمی ندارد به طوری که افزایش میزان هزینه تحقیقات در برخی سال‌ها نتیجه عکس داشته است.

عوامل متعددی از جمله عدم وجود زیرساخت‌های لازم برای تولید، مثلاً در حوزه مکانیزاسیون کشاورزی، عدم پذیرش نتایج تحقیقات از سوی بهره‌برداران بخش کشاورزی،

منتقل نشدن بسیاری از نتایج به سطح مزرعه، طولانی شدن زمان دسترسی به برخی نتایج و اثربخش نبودن بعضی از تحقیقات در حوزه غلات در این مورد مؤثرند (خاکسار آستانه، ۱۳۸۳، ۱۱۵). بنابراین به نظر می‌رسد که در بخش غلات باید در نوع، نحوه اجرا و هزینه‌کرد تحقیقات و همچنین نحوه انتقال یافته‌ها به سطح مزرعه بازنگری اصولی صورت گیرد تا علاوه بر افزایش تغییرات تکنیکی موجب افزایش کارایی فنی گردد. پیشنهاد می‌شود برای حصول اطمینان بیشتر، نتایج این تحقیق در بازه زمانی طولانی‌تر نیز مورد بررسی قرار گیرد. همچنین بررسی بهره‌وری کل عوامل تولید هرساله انجام شود تا روند رشد بهره‌وری با توجه به تحقیقات صورت گرفته به طور دائم پایش گردد. علاوه بر غلات، برای سایر زیربخش‌های زراعی، بهره‌وری کل عوامل تولید بررسی شود؛ زیرا مقایسه بهره‌وری بین بخش‌های مختلف می‌تواند راهنمای مناسبی در زمینه ارتقای بهره‌وری با تأکید بر نقش تحقیقات باشد. لازم است که بازنگری در سیاست های آموزشی کشور در بخش کشاورزی به عمل آید تا موجب بهبود سطح تولید گردد. همچنین برای تأثیر گذار بودن تحقیقات باید بر افزایش کیفیت تحقیقات، انجام تحقیقات مبتنی بر نیاز و انتقال مناسب نتایج تحقیقات به سطح مزرعه تمرکز بیشتری کرد. شایان ذکر است که تحقیقات بدون کاربرد، جایگاه قابل توجیهی ندارند و نمی‌تواند در بهبود بهره‌وری تولید مؤثر باشند.

منابع

اسدی، ه. ۱۳۸۰. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی تعیین بازده اقتصادی در تولید ارقام اصلاح شده گندم آبی کشور. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، تهران.

اکبری، ن. و رنجکش، م. ۱۳۸۲. بررسی رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی ایران طی دوره ۷۵-۱۳۴۵. *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۱۱ (۴۳ و ۴۴)، ۱۱۷ -۱۴۲.

امامی میبدی، ع. ۱۳۷۹. اصول اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری. تهران: مؤسسه مطالعات و پژوهشهای بازرگانی، تهران

امیرتیموری، س. و خلیلیان، ص. ۱۳۸۶. رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی ایران و چشم انداز آن در برنامه چهارم توسعه. *فصلنامه اقتصادکشاورزی و توسعه*، ۱۵ (۵۹): ۳۷ -۵۲.

امینی، ع. ۱۳۸۳. اندازه گیری و تحلیل عوامل مؤثر در بهره‌وری کل عوامل دربخش صنعت و معدن. *پیک نور*، ۲(۴): ۴۷ -۷۳.

حسن زاده، ع. و حیدری، ح. ۱۳۸۰. بررسی نقش مخارج R&D در نرخ رشد اقتصادی. *فصلنامه پژوهش های اقتصادی ایران*، ۸: ۵۹ -۷۷۸.

حیدری، خ. ۱۳۷۸. بهره‌وری کل عوامل تولید گندم در استان مرکزی. *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۷ (۲۸):۵۷-۱۳۷.

خاکسارآستانه، ح. ۱۳۸۳. ارزیابی اقتصادی سرمایه گذاری در تحقیقات کشاورزی در ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل.

خاکسار آستانه، ح. و کرباسی، ع. ۱۳۸۹. بررسی سرمایه گذاری در تحقیقات و ترویج کشاورزی ایران، *اقتصاد و توسعه کشاورزی*، ۲۴(۱) : ۱۲۵ -۱۳۷.

دشتی، ق. و یزدانی، س.۱۳۷۵. تحلیل بهره‌وری و تخصیص بهینه عوامل تولید در صنعت طیور ایران. مجموعه مقالات اولین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، دانشکده کشاورزی زابل.

ربیعی، م. ۱۳۸۷. نقش تحقیق و توسعه در توسعه اقتصادی کشورها . *فصلنامه تخصصی پارک ها و مراکز رشد* ۱۵: ۳۵- ۴۰.

رفعتی، م.، و نجفی، ب. ۱۳۷۵. تعیین بازده تحقیقات اصلاح بذر گندم در فارس. *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۴(۱۵): ۹ – ۳۳.

شاه آبادی، ا. ۱۳۸۶. اثر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، تجارت بین الملل و سرمایه انسانی بر بهره‌وری کل عوامل اقتصاد ایران. *دوفصلنامه جستارهای اقتصادی*، ۷: ۹۹ -۱۳۴.

شیرانی بیدآبادی، ف.، احمدی کلیجی، س. و امین روان، م. ۱۳۹۳. بررسی بهره‌وری کل عوامل تولید محصول گندم دیم در شمال کشور. *مجله تحقیقات اقتصادکشاورزی*، ۱ (۷) : ۱۳۷ -۱۵۵.

قربانی، م. و حسینی، ص. ۱۳۸۴. رشد بهره‌وری کل عوامل تولید زیستی، پیشرفت فنی و تغییر کارایی در تولید گندم دیم. *مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران*، زاهدان، دانشگاه زاهدان.

قلی زاده، ح. و صالح، ا. ۱۳۸۴. بررسی بهره ری کل عوامل تولید در بخش اقتصاد ایران در دوره ۸۱-۱۳۵۷ (با تاکید بر بخش کشاورزی و نقش سرمایه). *مجله علوم کشاورزی ایران*، (۵)۳۶ : ۱۱۳۱ -۱۱۴۱.

Alston, J. M., Andersen, M. A., James, J. S. and Pardey, P. G. 2009. Persistence pays: U.S. agricultural productivity growth and the benefits from public R&D spending. New York: Springer Press.

Arnade, C. A.1994. Using data envelopment analysis to measure international efficiency and productivity. United States Department of Agricultural Economic Research Servic. *Technical Bulletin*, 1831: 1-30

Bayoumi, T., Coe, D. and Helpman, E. 1999. R&G spillovers and global growth. *Journal of International Economics*, 47:399-428.

Caves, D. W. Christensen, L. R. and Diewert, W. E. 1982. Multilateral comparison of output, input and productivity using superlative index numbers. *Econ. J*., 95(365):73-86.

Deaton, A. 1979. The distance function and consumer behavior with applications to index numbers and optimal taxation. *Rev. Econ. Stud*.,46: 391-405.

Evans, A. 2009 .Multilateralism for an age of scarcity: Building international capacity for energy, food and climate security. New York: Center on International Cooperation, New York University.

Färe, R., Grosskoff, S., Lindgren, B. and Roos, P. 1994. Productivity development in Swedish hospital : A Malmquist output index approach. in: A. Charnes, W. W. Cooper, A. Y. Lewin and L. M. Seiford,EDS., Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications. Boston: Kluwer Academic Publishers.

Farrell, M. J. 1957. The measurement of productive efficiency. *J. Royal . Stat. Soci., Series* A, 120: 253-281.

Fisher, I. 1922 . The making of index number. Boston: Houghton Mifflin.

Fisher, R.A., Byerlee, D. and Edmeades. G.O. 2009. Can technology deliver on the yield challenge to 2050?. FAO Expert Meeting on How to feed the World in 2050.

Fuglie, K. 2008. Is a slowdown in agricultural productivity growth contributing to the rise in commodity prices? *Agricultural Economics,* 39: 431–441.

Heisey, P.W. and Morris, M.L. 2002. Practical challenges to estimating the benefits of agricultural R&D: The case of plant breeding research. Paper Presented at the Annual Meeting of the American Agricultural Economics Association (AAEA). California: Long Beach.

Ivanic, M. and Martin, W. 2008. Implications of higher global food prices for poverty in low-income countries. Policy Research Working Paper Series 4594, The World Bank.

Martin, W and Mitra, M. 2001. Productivity growth and convergence in agriculture and manufacturing. Development Research Group, World Bank.

Medda, G. and Piga, C. 2003. On the relationship between R&D and productivity: A treatment effect analysis. Department of Economics. Rensselaer Polytechnic Institute.

Msangi, S. and Rosegrant, M. 2009. World agriculture in a dynamically-changing environment: IFPRI's long-term outlook for food and agriculture under additional demand and constraints. FAO expert meeting on how to feed the world in 2050. 24-26 .

Shearer, D. 2011. The effect of research on agricultural productivity in Indonesia. Australian Center for International Agricultural Research. Final report, 2011: 1-24

Shephard, R. W. 1970. Theory of cost and production function. Princeton: Princeton University Press.

Suhariyanto, K. 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, 13-18August 2000, 2001 : 376-382.

Swinnen, Johan F.M., Gorter, H. de. R., Gordon, C. R. and Anurag, N. B. 2000. The political economy of public research investment and commodity policies in agriculture: an empirical study. *Agricultural Economics:* 22(2):111-122.

Wakelin, K. 2001. Productivity growth and R&D expenditure in UK manufacturing firms. *Research Policy*, 30: (7):1079-1090.

Zheng, Y. 2004. R&D inputs and productivity growth in China. *MPRA Paper* No. 242.