اقتصاد کشاورزی/ جلد ۵/ شماره‌ی ۲/ صفحه‌های ۲۰۲-۱۷۸

اندازه‌گیری و تحلیل نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی ایران[۱]

علی باقرزاده و اکبر کمیجانی[**]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۱/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۲۳

چکیده

امروزه یکی از مهم‌ترین شاخص‌های لازم برای تصمیم‌گیری به منظور سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی مفهوم نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری داخلی است. بر اساس این مفهوم اقتصادی می‌توان اظهار نظر کرد که هریک واحد پولی سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی دارای چه میزان عایدی و یا بازده بر روی ارزش محصولات بخش کشاورزی است. به رغم اهمیت تحقیقات کشاورزی در انباشت دانش و ایجاد نوآوری در محصولات بخش کشاورزی در پژوهش حاضر با استفاده از رهیافت آلمون و با جمع‌آوری داده‌های پژوهش به روش سایت‌ها و منابع آماری جهاد کشاورزی، بانک مرکزی و سازمان فائو برای بازه‌ی زمانی ۱۳۸۷- ۱۳۵۸، به بررسی تاثیر تحقیقات کشاورزی داخلی بر بهره‌وری کل عوامل تولید کشاورزی در ایران پرداخته شد. نتایج مطالعه نشان داد که اثر تحقیقات کشاورزی بر بهره‌وری کل کشاورزی معنی‌دار و مثبت است. به طوری که میزان کشش بلندمدت تحقیقات کشاورزی داخلی بر بهره‌وری کل این بخش ۰/۱۷٪ بوده است. علاوه بر آن در راستای اهداف تحقیق با استفاده از روش‌شناسی محاسبه‌ی نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری داخلی، میانگین نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی برای دوره‌ی مورد مطالعه (۱۳۸۷- ۱۳۵۸)، ۳۶٪ برآورد شد که در مقام مقایسه با میانگین آن برای کشورهای در حال توسعه یعنی رقم ۵۱٪ کمیت پایینی است. با توجه به نتایج این مطالعه پیش‌نهاد می‌شود که دولت به منظور ارتقای جایگاه تحقیقات کشاورزی در گسترش تولید و افزایش بهره‌وری کشاورزان اقدام به تخصیص منابع مالی بیش‌تر برای انباشت سرمایه در تحقیقات کشاورزی نماید به طوری که با نزدیک شدن مقدار این سرمایه‌گذاری‌ها به حد استانداردهای جهانی (یعنی تا میزان ۲٪ از تولید ناخالص کشاورزی) شاهد افزایش نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی کشور باشیم.

طبقه بندی JEL: O۴۵ , J۲۳ , Q۱۸

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری کل عوامل تولید، نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی، وقفه‌ی چند جمله‌یی آلمون

---

[۱] این مقاله برگرفته از رساله‌ی دکترای نگارنده‌ی نخست در رشته علوم اقتصادی است که در دانشکده‌ی اقتصاد و مدیریت دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم وتحقیقات تهران به راهنمایی نگارنده‌ی دوم به انجام رسیده است.

[**] به ترتیب دکتری علوم اقتصادی و استاد دانشکده‌ی اقتصاد دانشگاه تهران

Email : bagherzadeh_eco۵۸@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

بر اساس آمار بانک جهانی (۲۰۰۸)، درآمد سرانه‌ی بخش کشاورزی در کشورهای در حال توسعه از دو دهه‌ی پیش افزایش قابل توجهی داشته است. مطالعات اقتصاددانان بیان‌گر آن است که رشد درآمد سرانه را نمی‌توان به تنهایی مربوط به افزایش نیروی کار و موجودی سرمایه‌ی شاغل و به‌کار رفته در این بخش تلقی کرد، توافق کلی به این نکته وجود دارد که بخش مهمی از رشد مشاهده شده نتیجه مسلم پیشرفتهای فنی است، به‌طوری‌که اکنون برخورداری از منابع اولیه‌ی رایگان و نیروی کار ارزان رفته‌رفته اهمیت خود را به عنوان مزیت نسبی در تولید و تجارت از دست داده است (امینی، ۱۳۸٦). بنابراین تمام کشورها تلاش می‌کنند تا با روش‌های تولید از طریق گسترش قابل ملاحظه‌ی فعالیت‌های تحقیق و توسعه‌ی داخلی و جذب تحقیقات خارجی به تدریج ظرفیت‌های اقتصادی خود را به تولید محصولات متنوع‌تر اختصاص دهند (شاه‌آبادی، ۱۳۸٤). امروزه تحقیقات در مرکز فعالیت‌های علمی جهان جای دارد، به‌طوری‌که برخی از کشورهای توسعه یافته و حتا در حال توسعه سهم قابل توجهی از درآمد و نیروی کار خود را از راه موسسات غیرانتفاعی و واحدهای تولیدی، به فعالیت‌های تحقیقات پایه و کاربردی اختصاص می‌دهند. پس آموزش و تربیت نیروی کار و سازماندهی تحقیقات در راستای تحقق بخشیدن به رشد و توسعه اقتصادی امری موجه و ضروری به نظر می‌رسد. هزینه‌های تحقیق و توسعه‌ی محصول خود را در شکل فن‌آوری، ابداع و تغییرات فنی وارد تابع تولید می‌نماید. وارد شدن این متغیر در تابع تولید و مدل‌های رشد اقتصادی، ضمن این که در ساختارهای اقتصادی، اجتماعی و فنی جامعه اثر می‌گذارد و آن‌ها را متحول می‌سازد، در بهره‌وری نهاده‌های تولید نیز موثر است و مسلما موفقیت هر کشور برای کسب فن‌آوری برتر در بخش کشاورزی در گرو جذب R&D داخلی و خارجی و نیروی انسانی متخصص است. بنابراین مساله‌ی بررسی چگونگی سرمایه‌گذاری مطلوب در تحقیقات کشاورزی با هدف بالا بردن سطح بهره‌وری امری ضروری خواهد بود. چرا که گسترش تحقیقات و ورود فن‌آوری‌های جدید می‌تواند در ارتقای سطوح تولیدی بخش کشاورزی کاملا موثر باشد. در

Archive of SID

www.SID.ir

این راستا و بر اساس نظریه‌های تولید، رشد تولید از دو طریق ممکن می‌شود. اول، افزایش به‌کارگیری عوامل تولیدی و دوم، افزایش استفاده از فن آوری‌های پیش‌رفته، کارآمدتر و بهره‌گیری از عوامل تولید موثرتر. در ایران و در اغلب جوامع در حال توسعه مساله‌ی کمبود آب و دیگر نهاده‌ها، افزایش تولید به روش اول را در دراز مدت محدود می‌سازد، بنابراین توجه به روش دوم یعنی بالا بردن بهره‌وری عوامل تولید ضرورتی اجتناب ناپذیر برای افزایش عرضه‌ی محصولات کشاورزی است. به همین خاطر است که در برنامه‌ی چهارم توسعه‌ی اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی (۸۸-۱۳۸٤) تکالیف مهمی برای ارتقای بهره‌وری در سطح بخش‌های اقتصادی از جمله بخش کشاورزی تعیین شده است. در این برنامه میانگین رشد ارزش افزوده‌ی بخش کشاورزی سالانه برابر ٦/٥٪ در نظر گرفته شده است که ٤/٣٪ آن باید از راه افزایش سرمایه‌گذاری جدید (استفاده‌ی بیش‌تر از نهاده‌های سرمایه و نیروی کار) و ۲/۲٪ از راه رشد TFP حاصل شود و این رشد ممکن نمی‌شود مگر با به‌کارگیری فن‌آوری‌های جدید و این فن‌آوری‌ها چیزی جز تبدیل دانش به شکل فن‌آوری‌های نوین نیست. دانش کشاورزی ابتدا باید به شکل تحقیق و توسعه درآید و سپس در قالب فن‌آوری در تابع تولید جریان یابد تا از این راه بهره‌وری رشد نماید. بنابراین بخش کشاورزی محتاج تحقیقات پایه‌یی و کاربردی است تا از ورای آن رشد TFP حادث شود. بدیهی است که این سرمایه‌گذاری‌ها باید همراه با چارچوب‌های علمی مشخص صورت پذیرد به طوری که دارای بازدهی معین و مشخص باشد (صالحی، ۱۳۸٦).

برای تبیین این مساله از مفهومی به‌نام نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی (MIRR) که اولین بار توسط بوتملی (۱۹۹۰) ارایه گردید و بعدا توسط آلستون و اونسون (۲۰۰۷) گسترش یافت، استفاده شد. مطابق دیدگاه آن‌ها برای اندازه‌گیری میزان بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی از حاصل‌ضرب کشش تحقیق و توسعه در بهره‌وری متوسط استفاده می‌شود. این واژه به ما می‌گوید که هر یک ریال سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی دارای چه‌قدر عایدی و یا برگشت بر روی ارزش محصولات بخش کشاورزی

Archive of SID

www.SID.ir

است. به طوری که بازگشت (بازده) سالانه‌ی سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی یکی از مهم‌ترین شاخص‌های لازم برای تصمیم‌گیری و سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی است.

به دلیل اهمیت تحقیق و توسعه در بخش کشاورزی و بازگشت سرمایه‌گذاری در آن، مطالعات متعددی توسط اقتصاددانان کشاورزی بر روی این موضوع انجام شده است که در این جا مختصرا به آن‌ها اشاره می‌کنیم.

لین و هافمن (۲۰۰٦)، آثار تحقیقات کشاورزی دولتی، ترویج و برخی عوامل زیرساختی را با استفاده از روش‌شناسی مدل‌های رگرسیونی باوقفه بر بهره‌وری کشاورزی آمریکا بررسی کردند. هدف آن‌ها از این مطالعه بررسی اثر سرمایه‌گذاری تحقیقات کشاورزی در دیگر ایالت‌ها بر بهره‌وری کشاورزی هر ایالت بود. نتایج نشان داد که متغیر موجودی سرمایه تحقیقاتی دیگر ایالت‌ها به طور تقریبی در همه‌ی مناطق اثر مثبتی بر بهره‌وری داشته است. بنابراین موسسات باید برای رسیدن به اهداف ملی در امر تحقیقات هماهنگ عمل کنند.

شیمل فنینگ و همکاران (۲۰۰٦)، با استفاده از شاخص تایل به محاسبه‌ی بهره‌وری کل عوامل تولید برای برخی محصولات کشاورزی مصر در دوره‌ی زمانی ۲۰۰٤ – ۱۹۵۷ پرداختند و مدل بهره‌وری را برای بخش کشاورزی این کشور تخمین زدند. آن‌ها نشان دادند که بهره‌وری کشاورزی بر اثر افزایش مخارج تحقیقات رشد می‌یابد.

آزام و همکاران (۲۰۰٦)، به بررسی نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی هندوستان پرداختند، روش محاسباتی آن‌ها مبتنی بر استفاده از محاسبه‌ی شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید بود، به طوری که برای یک دوره‌ی ۲۷ ساله نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی را ٤۳٪ محاسبه کردند.

گوتیرز (۲۰۰۷)، در پژوهشی به بررسی ارتباط درازمدت میان بهره‌وری کل عوامل تولید و موجودی سرمایه تحقیق و توسعه داخلی و خارجی با استفاده از روش هم‌گرایی برای بخش کشاورزی ۵۳ کشور در دوره‌ی زمانی ۲۰۰۱ – ۱۹۷۰ پرداخت. نتایج پژوهش نشان داد که

Archive of SID

www.SID.ir

بهره‌وری بخش کشاورزی به طور مثبت و معنی‌دار تحت تاثیر موجودی سرمایه‌ی R&D داخلی و خارجی هر کشور است، اما میزان این تاثیر بسته به نوع منطقه جغرافیایی متفاوت است.

شوجات و اقبال (۲۰۰۷)، در مطالعه‌یی به بررسی تاثیر تحقیقات کشاورزی بر بهره‌وری کشاورزی پاکستان پرداختند. آن‌ها از اطلاعات سی ساله‌ی اقتصاد پاکستان به صورت سری زمانی استفاده و مدل باوقفه‌ی آلمون را برای کار تحقیقاتی خویش انتخاب کردند. بر اساس مطالعات اقبال و شوجات نشان داده شد که در طول سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۳ بهره‌وری کل عوامل تولید کشاورزی پاکستان به طور میانگین ۰/۹٪ رشد داشته است. شاخص مورد استفاده در مطالعه‌ی فوق شاخص ترنکویست – تایل است. بر این اساس تحقیق و توسعه‌ی بخش کشاورزی به شکل دولتی در طی زمان نیز روند رو به رشدی را طی کرده است. تحقیق و توسعه در پاکستان در بخش کشاورزی به علت کاربردی بودن آن دارای وقفه‌ی زمانی ٤ ساله است. تابع تولید مورد استفاده برای تبیین رابطه‌ی تولید و نهاده‌های کشاورزی کاب – داگلاس است. شوجات و همکاران وی اندازه‌ی نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی پاکستان را ٤۸٪ برآورد کردند.

ترکمانی و شکوهی (۱۳۸٤)، نیز در مطالعات خود به بررسی تاثیر انواع سرمایه‌گذاری‌ها و اشتغال در بخش کشاورزی بر ارزش افزوده‌ی این بخش پرداختند. ویژگی بارز این مطالعه این است که در آن به تفکیک انواع سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی پرداخته می‌شود. در این تحقیق با استفاده از روش ARDL به برآورد رابطه‌ی بلندمدت متغیرها پرداخته شد که نتایج مهمی از آن استخراج شده است. اولین نتیجه‌ی این تحقیق رابطه‌ی مثبت و معنی‌دار میان سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی و ارزش افزوده‌ی کشاورزی است. اندازه‌ی ضریب به‌دست آمده ۰/۰۵ است. اثر این متغیر (تحقیق و توسعه) بر ارزش افزوده در تابع کاب– داگلاس مورد استفاده کم‌تر از دیگر متغیرها (سرمایه‌گذاری تجهیزی و غیر تجهیزی) است، چرا که اثرگذاری تحقیقات بر تولید بعد از مدتی به علت به‌کارگیری فن‌آوری‌ها و نوآوری‌های جدید کاهش می‌یابد. دومین نتیجه‌ی مطالعه

Archive of SID

www.SID.ir

این است که از آن‌جا که فعالیت‌های کشاورزی در ایران دیربازده است، لازم است این شق از سرمایه‌گذاری‌ها توسط دولت انجام گیرد و یا دست کم توسط دولت کنترل و نظارت شود.

آستانه و کرباسی (۱۳۸۸)، در پی بررسی عوامل موثر بر بهره‌وری عوامل تولید کشاورزی به نقش هزینه‌های تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی در ارتقای بهره‌وری بخش کشاورزی می‌پردازند. علاوه بر این آن‌ها با استفاده از ره‌یافت حداقل مربعات معمولی به تبیین اهمیت متقابل سرمایه‌ی انسانی با تحقیقات کشاورزی نیز می‌پردازند.

با توجه به اهمیت سرمایه‌گذاری‌های تحقیقات کشاورزی در رشد بهره‌وری و ارتقای تولید، به نظر می‌رسد که بررسی بازدهی و عایدی این نوع از سرمایه‌گذاری‌ها به منظور تشویق سرمایه‌گذاران به سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی و ایجاد موسسات تحقیق و توسعه‌ی قوی در کنار بخش کشاورزی به منظور کمک به منظور ورود نوآوری و انواع فن‌آوری‌های جدید در این بخش امری اجتناب‌ناپذیر است. بنابراین هر چه نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی درصد کمّی بالایی به خود گیرد، شاهد سرمایه‌گذاری بیش‌تری در تحقیقات کشاورزی خواهیم بود. با بررسی مطالعات انجام یافته درباره‌ی اهمیت سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی در این تحقیق با استفاده از مدل‌های باوقفه‌ی آلمون و با کمک گرفتن از روش شناسی بوتملی (۱۹۹۰) و آلستون (۲۰۰۷) به استخراج اندازه‌ی نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی در ایران پرداخته شد. بنابراین هدف مطالعه‌ی فوق بررسی و اندازه‌گیری نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی و مقایسه‌ی آن با نرخ سرمایه‌گذاری این نوع تحقیقات در دیگر کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته است.

Archive of SID

www.SID.ir

روش تحقیق

امروزه برای تحلیل و اندازه‌گیری نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی از روش‌شناسی و متدولوژی مشترک آلستون و اونسون (۲۰۰۷)، استفاده می‌شود که بر مبنای تداوم کار بوتملی و دیگر اقتصاددانان کشاورزی طرح ریزی شده است. برای این منظور بایستی از مفهوم بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی استفاده کرد و یک ارتباط منطقی و علی میان بهره‌وری کشاورزی و تحقیق و توسعه در آن پیدا کرد. در این صورت می‌توان به محاسبه‌ی نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی پرداخت. بنابراین ابتدا باید رابطه‌ی نظری میان تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی با بهره‌وری عوامل تولید تحلیل و سپس به شیوه‌ی محاسبه‌ی نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی با استفاده از آن پرداخته شود.

در ادبیات رشد اقتصادی و در قالب مدل‌های رشد درون‌زا بر خلاف مدل‌های نوکلاسیکی به نقش عوامل درون‌زا مثل انباشت سرمایه‌ی انسانی و فعالیت‌های R&D به عنوان موتور اصلی رشد اقتصادی اهمیت زیادی داده شده است. بر اساس مطالعات گرلیچیز و مقدم در سال ۱۹۹۵ نشان داده شد که انباشت سرمایه‌ی تحقیق و توسعه‌ی داخلی مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده‌ی بهره‌وری کل عوامل تولید یک اقتصاد است. کو و هلپمن (۱۹۹۷) نیز بیان می‌کنند که رشد اقتصادی تابع استفاده از منابع، نرخ رشد جمعیت، نرخ پس‌انداز، و انباشت سرمایه‌ی (R&D) داخلی وخارجی است. تئوری رشد نوکلاسیکی پیش‌رفت فن‌آوری را به صورت یک فرآیند برون‌زا در نظر می‌گیرد و بر روی انباشت سرمایه‌ی فیزیکی به عنوان منبع اصلی تولید تمرکز می‌کند، اما رشد مبتنی بر پژوهش و توسعه با وجود یک بخش تجارت خارجی، مسیر جدیدی از مدل‌های رشد را فراهم می‌آورد که جهت گیری آن‌ها بر فعالیت‌های نوآوری است، با این نگرش که نوآوری‌ها تابع R&D انباشته شده و ذخیره‌ی دانش است، در نتیجه نظریه رشد جدید بیان می‌کند که بهره‌وری کل عوامل تولید یک اقتصاد به فعالیت‌های (R&D) انباشته شده و ذخیره‌ی دانش بستگی دارد. بنابراین هرگاه مدل زیر

Archive of SID

www.SID.ir

را با فرض یک تابع کاب- داگلاس در بخش کشاورزی داشته باشیم، می‌توان تابع تولید بخش کشاورزی را چنین نوشت (گوتیرز، ۲۰۰۷).

$$Y = AK^{\alpha}L^{\beta}\sum(\widetilde{X}_J)^{1-\alpha-\beta} \quad \alpha,\beta>0 \quad \& \quad \alpha+\beta>0 \qquad (۱)$$

که در رابطه‌ی (۱) داریم:

$$\widetilde{X}_J = \sum \lambda^K X_{JK} \qquad (۲)$$

در رابطه‌ی (۲)، Xj مقدار J امین نهاده‌ی واسطه‌یی مورد استفاده در فرایند تولید است. λ نیز یک ضریب است که به عنوان تعدیل‌گر کیفیت کالای واسطه‌یی به‌کار می‌رود، مقدار $\lambda >$ ۱ است، یعنی داریم:

$$K = 0,1,2,...,K_J \Rightarrow \lambda^0,\lambda^1,\lambda^2,.....,\lambda^{kj} \qquad (۳)$$

در این‌جا Kj نمایش‌گر بالاترین کیفیت در بخش j است. افزایش Kj در نتیجه‌ی افزایش R&D است. Kj نماینده‌ی درجه‌ی کیفیت کالای واسطه‌یی است که افزایش R&D سبب افزایش آن می‌شود. در این مدل نیز قیمت انحصاری برای Xjkj برابر است با:

$$P_{jkj} = \left[\frac{1}{1-\alpha-\beta}\right] \qquad (٤)$$

و مقدار Xj نیز برابر است با:

$$X_{jkj} = \sqrt[\alpha+\beta]{[(1-\alpha-\beta)^2 AK^{\alpha}L^{\beta}\lambda^{kj(1-\alpha-\beta)}} \qquad (٥)$$

با جای‌گذاری این رابطه در تابع تولید کشاورزی در نهایت به تابع زیر می‌رسیم.

$$Y = FK^{a}L^{b} \qquad (٦)$$

که در آن F به شکل زیر است.

$$F = \sqrt[\alpha+\beta]{A(1-\alpha-\beta)^{2(1-\alpha-\beta)}.In} \qquad (٧)$$

Archive of SID

www.SID.ir

در رابطه‌ی بالا In کیفیت و نوآوری در تولید نهاده‌های واسطه‌یی است و مقدار آن برابر است با:

$$In = \sum \lambda^{\frac{kj(1-\alpha-\beta)}{\alpha+\beta}} \qquad (۸)$$

از طرف دیگر می‌دانیم که نوآوری و کیفیت در نهاده‌ها تحت تاثیر تحقیقات کشاورزی است یعنی داریم:

$$In(t) = \theta \int_0^t R\&D(t)dt \qquad (۹)$$

در رابطه‌ی (۹)، θ ضریب ارتباط است که عددی بین صفر و یک است. اکنون که رابطه‌ی بین بهره‌وری و تحقیقات کشاورزی شناسایی شد، می‌توان براساس مطالعات کو و هلپمن (۱۹۹٦)، اونسون (۲۰۰۱) و تککز (۲۰۰٤)، رابطه‌ی ضمنی زیر را برای تحلیل ارتباط بین بهره‌وری کل عوامل تولید بخش کشاورزی و تحقیقات کشاورزی مورد استفاده قرار داد.

$$TFP = F(R\&D_d) \qquad (۱۰)$$

اکنون بعد از بررسی ارتباط میان بهره‌وری کشاورزی و تحقیق و توسعه در آن به تحلیل و محاسبه‌ی میزان نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی می‌پردازیم.

واژه نرخ بازده سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی (MIRR) در ادبیات نظری ابتدا توسط بوتملی (۱۹۹۰)، فرناندز و شاموی (۱۹۹۷)، اونسون و روزگرانت (۲۰۰۰)، و اقبال و شوجات (۲۰۰۵) به‌کار برده شد و سپس توسط آلستون و اونسون (۲۰۰۷)، گسترش داده شد. این اصطلاح نشان می‌دهد که هر یک ریال سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی چه‌قدر عایدی و برگشتی دارد و چه‌قدر ارزش افزوده‌ی کشاورزی را متاثر می‌سازد. طبیعی است که هر قدر بازدهی سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی بالا باشد میزان تمایل به سرمایه‌گذاری نیز افزایش می‌یابد.

Archive of SID

www.SID.ir

مطابق دیدگاه نظری آلستون (۲۰۰۷)، برای تحلیل و اندازه‌گیری میزان بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی از حاصل ضرب کشش تحقیق و توسعه در بهره‌وری متوسط استفاده می‌کنیم، بدین جهت ابتدا بهره‌وری متوسط از تقسیم مقادیر بهره‌وری کل هر سال بر رقم سرمایه‌گذاری R&D کشاورزی در سال‌های مورد مطالعه را محاسبه می‌کنیم.

سپس از رابطه‌ی (۱۱)، کشش بهره‌وری کل عوامل تولید کشاورزی نسبت به تحقیق و توسعه را محاسبه می‌کنیم.

$$\gamma = \frac{\partial \log TFP_t}{\partial \log R\&D_{t-T}} = \frac{\partial TFP_t}{\partial R\&D_{t-T}} \times \frac{R\&D_{t-T}}{TFP_t} \qquad (۱۱)$$

در رابطه‌ی شماره (۱۱)، γ همان کشش بهره‌وری کل عوامل تولید نسبت به تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی است. حال اندازه‌ی تولید نهایی مخارج R&D کشاورزی (بهره‌وری نهایی مخارج تحقیقات کشاورزی) به شکل رابطه‌ی (۱۲) قابل استخراج است

$$MTFP = \gamma \frac{TFP_t}{R\&D_{t-T}} \qquad (۱۲)$$

با ضرب دو طرف رابطه‌ی (۱۲) در عبارت $\frac{\partial Y_t}{\partial TFP_t}$ (y ارزش افزوده‌ی بخش کشاورزی است)، VMP یا همان ارزش تولید نهایی بخش کشاورزی به ازای تغییرات در مخارج تحقیق و توسعه به‌دست می‌آید.

$$VMP_{t,t-T} = \frac{TFP_t}{R\&D_{t-T}} \times \frac{\partial Y_t}{\partial TFP_t} \times \gamma \qquad (۱۳)$$

رابطه‌ی فوق تاثیر مخارج R&D کشاورزی در دوره‌ی t-T را بر ارزش تولید کشاورزی برای دوره‌ی t اندازه‌گیری می‌کند. این رابطه به ما می‌گوید که هر یک ریال سرمایه‌گذاری در تحقیق و

Archive of SID

www.SID.ir

توسعه‌ی کشاورزی دارای چه‌قدر عایدی و یا برگشت بر روی ارزش محصولات بخش کشاورزی است، به تعبیر دیگر این موضوع همان نرخ بازگشت سرمایه R&D کشاورزی است.

اما نرخ بازده داخلی (r) برای مخارج اضافی R&D کشاورزی در دوره‌ی t-T نرخ تنزیلی است که برابری زیر را ایجاد می‌کند

$$\Delta R\&D_{t-T} = \sum \frac{\Delta Y_{t-T+i}}{(1+r)^i} \qquad (۱٤)$$

حال اگر دو طرف رابطه‌ی بالا را در ΔR&D تقسیم کنیم، به رابطه‌ی (۱۵) می‌رسیم.

$$\frac{\Delta Y_t}{\Delta R\&D} = \sum \frac{\frac{\Delta Y_t}{\Delta R\&D_t}}{(1+r)^i} \qquad (۱۵)$$

$$1 = \sum \frac{VMP_{t-T+i,t-T}}{(1+r)^i} \qquad (۱٦)$$

و نهایتا به رابطه‌ی اصلی می‌رسیم.

$$\sum \frac{VMP_{t-T+i,t-T}}{(1+r)^i} - 1 = 0 \qquad (۱۷)$$

در حقیقت از رابطه‌ی (۱۷)، اندازه‌ی نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی (r) قابل استخراج است. همان طور که گفتیم این رابطه میزان بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی را تبیین می‌کند و هرچه اندازه‌ی آن بالا باشد نشان دهنده‌ی تمایل بیش‌تر دولت و بخش خصوصی برای سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی است.

بر اساس مدل نظری ارایه شده نشان داده شد که بهره‌وری کل کشاورزی تحت تاثیر مخارج تحقیق و توسعه قرار دارد. به منظور نشان دادن ارتباط میان رشد بهره‌وری کل عوامل تولید و

Archive of SID

www.SID.ir

تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی و نیز شناسایی عوامل دیگر موثر بر گسترش رشد بهره‌وری در کنار تحقیقات کشاورزی، از تلفیق مدل کو و هلپمن (۱۹۹۷) و گوتیرز (۲۰۰٤) با کمی تغییرات استفاده می‌کنیم، بنابراین رابطه‌ی (۱۸) را داریم.

$$Q_t = AW_t^{\varepsilon} H_t^{\theta} R\&D_{dt-i}^{\beta} \prod_{i=1}^{n} X_{it}^{\alpha i} \qquad (۱۸)$$

که در آن Q_t محصول کل بخش کشاورزی (ارزش افزوده‌ی بخش کشاورزی)، A مقدار ثابت، X_i نهاده‌هایی نظیر نیروی کار، سرمایه و انرژی است و $R\&D_{dt-t}$ میزان تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی به شکل باوقفه است. هم‌چنین W نمایانگر شاخص آب و هوا، H متغیر سرمایه‌ی انسانی در این پژوهش است که بر روی TFP کشاورزی می‌تواند تاثیرگذار باشد. در این مدل متغیر W به‌صورت میزان بارندگی در نظر گرفته می‌شود که برحسب میلی متر است، حال بر اساس رابطه‌ی بهره‌وری کل عوامل تولید از طریق شاخص دیویژیا داریم.

$$TFP = \frac{Q_t}{\prod_{i=1} X_{it}^{\alpha i}} = AW_t^{\varepsilon} H_t^{\theta} R\&D_{dt-i}^{\beta} \qquad (۱۹)$$

با لگاریتم گیری از رابطه‌ی (۱۹) می‌توان رابطه‌ی (۲۰) را به‌دست آورد.

$$\log TFP = \log A + \varepsilon \log Wt + \theta \log Ht + \beta LogR\&D_{dt-i} \qquad (۲۰)$$

در رابطه‌ی (۲۰) شاخص βi اثر مخارج R&D داخلی در بخش کشاورزی را به شکل T دوره‌ی قبل بر بهره‌وری دوره‌ی جاری اندازه‌گیری می‌کند. ازآن جا که مخارج تحقیق و توسعه در این مدل به شکل با وقفه به‌کار برده شده است، بنابراین با یک حالت پویا روبه‌رو خواهیم شد.

بنابر این بر طبق قضیه‌ی ریاضی ویرشتراس ضرایب متغیر تحقیقات کشاورزی (R&D)، یعنی βiها را می‌توان به وسیله‌ی چند جمله‌یی با درجه‌ی مناسب از i (طول وقفه) تقریب زد.

$$\beta_i = \alpha_0 + \alpha_1 i - \alpha_2 i^2 \qquad (۲۱)$$

Archive of SID

www.SID.ir

رابطه‌ی (۲۱)، نشان دهنده‌ی یک چند جمله‌یی درجه‌ی دوم از طول وقفه است. بر اساس تحلیل پاردی (۲۰۰٤) در بخش کشاورزی درجه چند جمله‌یی آلمون، از نوع فرم درجه‌ی دو است. این مساله به خاطر ماهیت سرمایه‌گذاری در R&D کشاورزی است، به‌طوری‌که ابتدا اثر تحقیق و توسعه بر رشد و بهره‌وری کشاورزی به علت ناشناخته بودن فن‌آوری‌های جدید و زمان‌بر بودن تطبیق آن‌ها با شرایط محیطی کم خواهد بود ولی در سال‌های بعدی این اثر به حداکثر خود می‌رسد، اما در نهایت به علت تطبیق فن‌آوری‌ها و نوآوری جدید با شرایط محیط کاهش می‌یابد، چرا که بعد از مدت زمانی فن‌آوری حاصل از تحقیقات جواب‌گوی نیازهای بخش کشاورزی نیست و میزان کاربرد آن کاهنده می‌شود که با تحقیقات نو این فرآیند به شکل پویا ادامه می‌یابد.

اکنون می‌توان بر اساس مدل تاخیری تعریف شده از نوع درجه‌ی دوم برای ضرایب تحقیقات کشاورزی (R&D)، مدل آلمون را در تابع بهره‌وری وارد کرد.

$$\log TFP=\log A+\prod(\alpha_0+\alpha_1 i-\alpha_2 i^2)\log R\&D_{t-i}+\theta\log H_t+\varepsilon\log W_t+u_t \qquad (۲۲)$$

و نهایتا بعد از جای‌گذاری به رابطه‌ی (۲۳) می‌رسیم.

$$\log TFP = \log A+\alpha_0\prod \log R\&D_{t-i}+\alpha_1\prod i\log R\&D_{t-i} + \alpha_2\prod i^2\log R\&D_{t-i}+\theta\log H_t+\varepsilon\log W_t \qquad (۲۳)$$

با فرض برابری‌های زیر:

$$\log z_0=\prod \log R\&D_{t-i},\ \log z_1=\prod i\log R\&D_{t-i},\ \log z_2=\prod i^2\log R\&D_{t-i} \qquad (۲٤)$$

می‌توان با جای‌گذاری آن‌ها در تابع بهره‌وری رابطه‌ی زیر را به‌دست آورد.

Archive of SID

www.SID.ir

$$\log TFP=\log A+\alpha_0\log z+\alpha_1\log z_1+\alpha_2\log z_2+\theta\log H_t+\varepsilon\log W_t+u_t \qquad (۲۵)$$

در این‌جا سه متغیر جای‌گزین مخارج تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی مقادیر $\log z,\log z_1,\log z_2$ است. می‌توان رابطه‌ی (۲۵) را به صورت یک مدل خطی و در قالب روش‌های معمول اقتصادسنجی مورد بررسی و تخمین قرار داد.

داده‌های لازم برای برآورد مدل بهره‌وری کل عوامل تولید و نیز محاسبه‌ی نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی مانند متغیرهای سرمایه‌ی انسانی، تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی و میزان بارندگی از اطلاعات آماری جهاد کشاورزی، فائو، موسسه‌ی تحقیقات بین المللی غذایی (ASTI) و سازمان هواشناسی کشور گرفته شده است. علاوه بر این مقادیر سطح و رشد بهره‌وری کل عوامل تولید نیز به روش شاخص مانده‌ی سولو به‌دست آمده است.

در ادامه برای جلوگیری از شکل‌گیری رگرسیون کاذب میان بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی، تحقیق و توسعه‌ی باوقفه و دیگر متغیرهای الگو ایستایی متغیرها بررسی می‌شود، برای این منظور از آزمون دیکی- فولر تعمیم یافته (گسترش یافته) استفاده می‌کنیم.

نتایج و بحث

بر اساس روش‌شناسی پژوهش، جدول ۱ به بررسی وضعیت مانایی متغیرهای مورد استفاده در تحقیق می پردازد. مطابق با یافته‌های جدول متغیرهای تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی، بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی با یک بار تفاضل‌گیری مانا شده است، به بیان دیگر در واحد سطح متغیرهای اشاره شده ایستا نیست، ولی بقیه‌ی متغیرها در واحد سطح مانا است. از آنجا که استفاده از تفاضل‌گیری باعث از دست دادن روابط بلندمدت متغیرها می‌شود، بنابراین هم انباشتگی راه حل ساده‌یی برای حل این مساله است.

Archive of SID

www.SID.ir

روش ساده برای پی بردن به وجود هم‌گرایی (هم‌انباشتگی) و نبود رگرسیون کاذب میان متغیرهای مدل حاضر روش CRDW است. روش انجام آزمون به این صورت است که در این‌جا از کمیت آماره‌ی دوربین- واتسن مربوط به رگرسیون هم‌جمعی استفاده می‌شود.

جدول (۱). خلاصه‌ی محاسبات ریشه‌ی واحد سری‌ها به کمک نرم افزار Eviews ۵

نام متغیر	اندازه وقفه	اندازه جبری	آماره ADF	مقادیر مک کینون			وضعیت سری
				٪۱	٪۵	٪۱۰	
ΔLR& D	۲	عرض از مبدا	- ٤/ ٦٤	-۳ /٦	-۲/۹	-۲/٦	مانا I(۱)
LH	۲	عرض از مبدا و روند	-۳/۵۸	-٤/۳۰	-۳/۵۷	-۳/۲۱	مانا I(۰)
LW	۲	عرض از مبدا و روند	-٦/۹٤	-٤/۳۰	-۳/۵۷	۳/۲۲	مانا I(۰)
ΔLTFP	۲	عرض از مبدا	-٤/۵٤	-۳/٦۹	-۲/۹۸	-۲/٦۲	مانا I(۱)

ماخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به آماره‌ی DW مدل برآوردی که مقدار آن در حدود ۲/۱ است و مقایسه‌ی آن با کمیت‌های بحرانی سارگان و بارگاوا، مشاهده می‌شود که مقدار دوربین- واتسن مدل از هر کدام از کمیت‌های سارگان و بارگاوا در سطوح مختلف بیش‌تر است بنابراین می‌توان چونین استنباط کرد که فرضیه‌ی H۰ رد شده است و یک رابطه‌ی تعادلی بلندمدت میان متغیرهای الگوی چند جمله‌یی باوقفه‌ی تخمینی وجود دارد.

حال که مساله‌ی رابطه‌ی بلندمدت بین متغیرهای ناایستا به‌دقت مورد بررسی قرار گرفت، در مرحله‌ی بعد به سراغ تحلیل مدل پویای آلمون برای بررسی رابطه‌ی میان هزینه‌های تحقیق و

Archive of SID

www.SID.ir

توسعه‌ی کشاورزی و بهره‌وری کل عوامل تولید در این بخش می‌رویم. ابتدا نتایج مدل جند جمله‌یی باوقفه‌ی آلمون درجدول۲ آورده می‌شود.

همان طور که در جدول با توجه به آماره‌های t ملاحظه می‌کنیم، همه‌ی متغیرهای توضیح دهنده‌ی مدل توزیع دو جمله‌یی آلمون برای بهره‌وری کشاورزی در سطوح ۵ و ۱۰٪ معنی‌دار است. متغیرهای جانشین تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی هر سه در سطح ۱۰٪ و متغیر سرمایه‌ی انسانی و شرایط آب و هوایی (میزان بارندگی) در سطح ۵٪ معنی‌دار است. متغیر روند زمانی که جانشینی برای متغیرهایی است که به دلایل اقتصاد سنجی (نظیر معنی‌دار نبودن ضرایب، خلاف انتظار بودن علامت‌های آن‌ها و دیگر مشکلات اقتصاد سنجی) داخل الگو نشده است (دامودار گجراتی)، در سطح ۵٪ معنی‌دار و مطابق انتظار نظری است. الگو دارای آماره‌ی F=٦/٨ است که در ۹٦٪ اطمینان معنی‌دار است، بنابراین فرضیه‌ی صفر بودن هم‌زمان تمامی ضرایب الگو رد می‌شود. مقدار ضریب تعیین مدل در حدود ۸۰٪ است.

این ضریب نشان می‌دهد که متغیرهای مستقل مدل توانسته است درصد بالایی از تغییرات متغیر وابسته را توضیح دهد. مقدار آماره‌ی دوربین- واتسن مدل (٢٤) که یک مدل بدون وقفه است در حدود ۲/۱ است که در محدوده‌ی قابل قبول قرار دارد. آزمون‌های تشخیصی از راه نرم افزار Microfit٤ و با استفاده از آماره‌ی LM نشان می‌دهد که مدل دارای مشکل واریانس ناهم‌سانی نیست، چرا که با در نظر گرفتن سطح خطای ۵٪ و مقایسه‌ی آن با حداقل سطح معنی‌داری (۷٪) فرضیه‌ی صفر مبنی بر واریانس هم‌سانی رد نشده است و فرضیه‌ی مقابل رد می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۲). نتایج مدل چند جمله‌یی با وقفه‌ی آلمون برای بهره‌وری کل عوامل تولید کشاورزی

متغیر	ضریب	آماره t
ضریب ثابت	-۲۷/۹۹	-۳/٦۸
لگاریتم متغیر جای‌گزین مخارج تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی (LZ)	-۰/٤۹۹٤	-۱/۷۰
لگاریتم متغیر جای‌گزین مخارج تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی (LZ۱)	۰/۲۵۷۲	۱/۸۵
لگاریتم متغیر جای‌گزین مخارج تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی (LZ۲)	-۰/۰۳۳٤	-۱/۷۳
متغیر سرمایه‌ی انسانی (LH)	۰/۳۷۲۳	۲/۳۰
متغیر میزان بارندگی (LW)	۰/۱۸۱۳	۱/۹۵
روند زمانی (T)	-۱/۰٦	-۱/۸٤
R^2 = ۰/۸۴ DW = ۲/۱ AIC = -۱۵/۴ F = ۶/۸ (۰/۰۰۴)	Diagnostic Test $serial\ correlation$: $chsq(۱)$ = ۳/۷(۰/۰۷) $normality$: $chsq\ (۲)$ = ۲/۳۷(۰/۳۷) $heteroscedasticity$: $chsq\ (۱)$ = ۴/۲(۰/۰۴۹)	

ماخذ: یافته‌های تحقیق

در خصوص مساله هم‌خطی نیز از آزمون هم‌بستگی دوبه‌دوی متغیرها و مقایسه‌ی آن با جذر ضریب تعیین مدل (۰/۹) استفاده شد که ضرایب هم‌بستگی متغیرهای مورد مطالعه کوچک‌تر از مقدار جذر ضریب تعیین بود و مدل فاقد مشکل هم خطی است.

Archive of SID

www.SID.ir

در بخش بعدی پژوهش با استفاده از ضرایب به دست آمده برای متغیرهای جای‌گزین مخارج تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی در جدول ۳ و با توجه به الگوی دو جمله‌یی آلمون برای بخش کشاورزی ضریب اصلی متغیر R&D با وقفه را به‌دست آوردیم.

بنابراین معادله‌ی زیر رابطه‌ی بین تعداد وقفه و ضریب متغیر مخارج تحقیق و توسعه را برای الگو نشان می‌دهد.

$$\beta_i = -0.449 + 0.257i - 0.0344\, i^2 \qquad (۲۶)$$

با قرار دادن وقفه‌های مختلف در رابطه‌ی بالا ضرایب مقادیر با وقفه‌ی متغیر مخارج تحقیق و توسعه به‌دست می‌آید. مطابق با مطالعات آلستون و پاردی طول وقفه‌ی زمانی برای تحقیقات کاربردی ۲ تا ۷ سال است. بر این اساس بهترین طول وقفه برای الگو که دارای حداقل مقدار آکاییک باشد، طول وقفه‌ی ٦ سال است یعنی مخارج تحقیقات کشاورزی داخلی احتمالا تا ٦ سال در بهره‌وری کشاورزی تاثیر دارد. (البته گریلیچیز معتقد است که کسی نمی‌تواند به سوالات موجود درباره‌ی ساختار و طول وقفه‌ی زمانی میان متغیر مخارج تحقیقات و رشد تولید و بهره‌وری پاسخ قانع کننده بدهد).

در الگو ملاحظه می‌شود که اولین اثر مثبت تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی بر روی بهره‌وری وقفه‌ی ٤ سال است. به تعبیر دیگر مخارج R&D کشاورزی بعد از گذشت ٤ سال از سرمایه‌گذاری در بهره‌وری کل عوامل تولید آن بخش تاثیر می‌گذارد. این اثر بر اساس الگو تا ۳ سال بعد باقی می‌ماند. با توجه به کاربردی بودن تحقیقات در امر کشاورزی این نتایج منطقی به‌نظر می‌رسد. در جدول ۳ وضعیت اثرگذاری تحقیق و توسعه بر بهره‌وری کشاورزی را ملاحظه می‌کنیم.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۳). آثار کوتاه‌مدت و بلندمدت تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی بر بهره‌وری آن بخش

طول وقفه (i)	ضریب β_i
لگاریتم مخارج تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی با ٤ سال تاخیر (٤ = i)	۰/۰۵٦۹٦۳
لگاریتم مخارج تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی با ۵ سال تاخیر (i =۵)	۰/۰۷۷۹۲
لگاریتم مخارج تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی با ٦ سال تاخیر (i =٦)	۰/۰۲۹۹۵۵
مجموع مخارج تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی (کشش بلندمدت تحقیقات روی بهره‌وری)	۰/۱۷۹۸٤۰

ماخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج به‌دست آمده از تخمین الگو نشان می‌دهد که کشش‌های متغیر مخارج تحقیق و توسعه برای وقفه‌های ٤، ۵، ٦ به ترتیب ۰/۰۵٦، ۰/۰۷۷، ۰/۰۳ است. بر اساس این مقادیر می‌توان نتیجه گرفت که یک درصد افزایش در مخارج R&D کشاورزی داخلی پس از گذشت ٤ سال ۰/۰۵٦٪، پس از گذشت ۵ سال ۰/۰۷۷٪، پس از گذشت ٦ سال ۰/۰۳٪ بهره‌وری کل عوامل کشاورزی را افزایش می‌دهد. همان طور که نتایج الگو نشان می‌دهد نوسانات اثرگذاری تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی بر بهره‌وری به دلیل پیروی از عبارت دو جمله‌یی آلمون است. به بیان دیگر این مساله یک منحنی درجه‌ی دوم ریاضی را نمایش می‌دهد که در سال ٤ افزایشی، در سال ۵ در بیشینه‌ی اثرگذاری و در سال ٦ میزان اثرگذاری تحقیقات کشاورزی بر بهره‌وری کاهشی خواهد بود. این مساله همان طور که در روش شناسی تحقیق ارایه گردید به علت ماهیت ذاتی مخارج تحقیقات کشاورزی است.

در ادامه می‌توان از جمع کشش‌های به دست آمده در کوتاه مدت اثر بلندمدت تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی را بر بهره‌وری کل کشاورزی بررسی کرد که این رقم با محاسبات پژوهش

Archive of SID

www.SID.ir

منطبق بر جدول ۳ تقریبا برابر ۰/۱۷٪ محاسبه شده است. بنابراین می‌توان بحث کرد که در بلندمدت یک درصد سرمایه‌گذاری در R&D کشاورزی سبب افزایش ۰/۱۷٪ در بهره‌وری کل کشاورزی خوهد شد.

از دیگر متغیرهای مدل متغیر سرمایه‌ی انسانی است که در این مقاله به صورت نسبت شاغلان دارای تحصیلات عالی در بخش کشاورزی در نظر گرفته شده است. همان طور که در برآورد مشخص شد ضریب کشش متغیر سرمایه‌ی انسانی دارای مقدار ۰/۳۷ است. این متغیر نیز مانند متغیرهای دیگر مدل معنی‌دار بوده و نشان دهنده‌ی اهمیت سرمایه‌ی انسانی و آموزش در بخش کشاورزی است، به طوری که ۱۰٪ تغییر مثبت در این متغیر سبب ۳/۷٪ تغییر مثبت در افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید کشاورزی در ایران می‌شود. بر اساس نظریات رشد اقتصادی جز باقی مانده‌ی رشد اقتصادی یعنی بهره‌وری کل عوامل تولید به طور مشخص تحت تاثیر سرمایه‌ی انسانی قرار دارد. با این تفسیر سرمایه‌ی انسانی در بخش کشاورزی می‌تواند از راه ترویج و به‌کارگیری شیوه‌های فن‌آورانه سبب ارتقای بهره‌وری تولید گردد.

متغیر شرایط آب و هوایی، متغیر دیگری است که در این مدل به علت وابسته بودن بخش کشاورزی به آب و بارندگی وارد الگو شده است. این متغیر روند بارش را به صورت میانگین برای کشور در طی سی سال گذشته نشان می‌دهد (اطلاعات این بخش از اداره هواشناسی استخراج شده است). در این مطالعه تاثیر شرایط آب و هوایی و بارش در ارتقای بهره‌وری کشاورزی ۰/۱۸ برآورد شده است. در هر صورت، هر یک درصد تغییر در میزان بارش ۰/۱۸٪ بر بهره‌وری کشاورزی اثرگذار خواهد بود. متغیر روند زمانی نیز بیان‌گر اثر منفی دیگر عوامل موثر بر بهره‌وری کشاورزی است که بنا به دلایل اقتصادسنجی وارد مدل نشده است.

اکنون با توجه به یافته‌های مدل، مقدار متوسط بهره‌وری نهایی تحقیقات کشاورزی برای وقفه‌ی ٤ ساله (چهار سال بعد) ۰/۰۰۱۸۲٤، وقفه‌ی ۵ ساله (پنج سال بعد) ۰/۰۰۸٤۹۵ و برای وقفه‌ی ٦ ساله (شش سال بعد) ۰/۰۰٤۸۵٤ محاسبه می‌گردد. بعد از محاسبه‌ی بهره‌وری نهایی تحقیق و

Archive of SID

www.SID.ir

توسعه‌ی کشاورزی داخلی برای دوره‌ی سه ساله تاثیرگذاری تحقیقات بر بهره‌وری که از سال چهارم آغاز و در سال ششم این اثر به حداقل خود می‌رسد، با توجه به رابطه‌ی آلستون (۲۰۰۷) اقدام به محاسبه‌ی ارزش بازگشت نهایی سرمایه‌ی تحقیقات کشاورزی بر روی تولیدات کشاورزی می‌کنیم. با استفاده از مقدار میانگین بهره‌وری کل (۷/۲) که از شاخص دیویژیا به‌دست آمده است و میانگین ارزش افزوده‌ی کشاورزی (۳۱۰۹۷ میلیارد ریال)، VMPR&D برای وقفه‌های مختلف به شکل جدول ٤ به‌دست می‌آید.

جدول (٤). اندازه‌ی بازگشت سرمایه‌ی R&D کشاورزی در طول دوره‌ی اثرگذاری بر بهره‌وری

طول وقفه	بازگشت سرمایه‌ی تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی
٤ سال بعد	۱۸/۳۵
۵ سال بعد	۳۲/٤۷
٦ سال بعد	۱۱/۷٤
میانگین	۲۰/۸۵

ماخذ: یافته‌های تحقیق

همان طور که نشان داده می‌شود مقدار بازگشت سرمایه‌ی تحقیقات کشاورزی در دوره‌ی اثرگذاری تحقیقات کشاورزی بر بهره‌وری کل عوامل تولید نزدیک به ۲۱ ریال است، بدین معنی که هر یک ریال سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی موجب ایجاد ۲۱ ریال ارزش افزوده در تولید کشاورزی می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

در نهایت با توجه به رابطه‌ی (۲۷) می‌توان به محاسبه‌ی MIRR پرداخت. بدین ترتیب با حل رابطه‌ی (۲۷) مقدار نرخ بازدهی (بازگشت) تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی به صورت ارزش فعلی قابل محاسبه است.

$$\sum \frac{VMP_{t-T+i,t-T}}{(1+r)^{i}} - 1 = 0 \qquad (۲۷)$$

$$\frac{18.35}{(1+r)^{4}} + \frac{32.47}{(1+r)^{5}} + \frac{11.74}{(1+r)^{6}} - 1 = 0 \qquad (۲۸)$$

با حل رابطه‌ی (۲۸)، مقدار نرخ بازدهی ارزش فعلی تحقیقات کشاورزی به صورت میانگین برای دوره‌ی مورد مطالعه تقریبا ۳۶٪ محاسبه می‌شود.

بر اساس مطالعات آلستون (۲۰۰۷)، میانگین نرخ بازگشت سرمایه‌ی تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی در کشورهای درحال توسعه ۵۲٪ است که این رقم نسبت به میزان محاسبه شده‌ی ایران بالاتر است. مطالعات لین (۲۰۰۷) نیز نشان می‌دهد که مقدار نرخ بازگشت سرمایه برای تحقیقات کشاورزی آرژانتین برای هر یک واحد پولی، ۶۲٪ است. این میزان در مطالعه‌ی تکگز (۲۰۰۷) برای کشاورزی آمریکا ۸۹٪ است.

به هر صورت با تحلیل و مقایسه‌ی داده‌ها و اطلاعات موجود، می‌توان گفت علت پایین بودن نرخ بازگشت سرمایه‌ی تحقیقاتی ایران در کشاورزی کم توجهی به این مقوله از جهات کمی و کیفی است. منظور از جنبه‌های کمی، پایین بودن رقم بودجه‌ی تخصیص یافته به این نوع سرمایه‌گذاری‌ها است (در حدود ۰/۵٪ از تولید ناخالص ملی). جنبه‌های کیفی نیز مربوط به مشکلات بخش کشاورزی از قبیل کافی نبودن نیروی کار متخصص و ساختار نامناسب بازار تحقیقات است که باعث می‌شود بازده این نوع سرمایه‌گذاری‌ها کاهش یابد.

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه گیری و پیش‌نهادها

نتایج این پژوهش نشان داد که سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی در بلندمدت بر بهره‌وری کل عوامل تولید کشاورزی تاثیر مثبت (۰/۱۷) دارد. همین طور در این مدل نشان داده شد که تحقیق و توسعه‌ی کشاورزی در ایران دارای یک وقفه‌ی ۳ ساله است. یعنی این که تحقیقات کشاورزی بعد از سه سال از سرمایه‌گذاری در آن از سال چهارم اثر مثبت خود را بر بهره‌وری کشاورزی نشان می‌دهند و این اثر تا سه سال باقی می‌ماند. هم‌چونین در این مقاله متغیر سرمایه‌ی انسانی نیز معنی‌دار بود که نشان دهندیه اهمیت آموزش در بهره‌وری کشاورزی است. در نهایت با استفاده از الگوی چند جمله‌یی آلمون نشان داده شد که نرخ بازگشت سرمایه‌ی تحقیقات کشاورزی در ایران در حدود ۳۶٪ است که در مقایسه با مقادیر مشابه در دیگر کشورها رقم پایینی است. بنابراین دو پیش‌نهاد اصلی برای ارتقای بهره‌وری و بازدهی سرمایه‌گذاری در این بخش به شکل زیر است.

۱- سهم قابل توجهی از تولید ملی به هزینه‌های تحقیق و توسعه اختصاص یابد و بودجه‌ی تحقیقاتی بخش کشاورزی تا حد استانداردهای جهانی (یعنی در حدود ۲٪ از تولید ناخالص بخش کشاورزی) افزایش یابد. این مساله از یک طرف بر بهره‌وری بخش کشاورزی و از طرف دیگر نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری در این بخش را افزایش می‌دهد.

۲- به منظور افزایش بهره‌وری عوامل تولید و نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه در بخش کشاورزی بایستی اقدام به جبران کمبود نیروی کار متخصص (سرمایه‌ی انسانی) از راه آموزش کرد، به دلیل ضریب معنی‌دار و مثبت سرمایه‌ی انسانی بر بهره‌وری کشاورزی (۰/۳۷) هر چه تعداد فارغ التحصیلان دانشگاهی در این بخش افزایش یابد امکان قبول استفاده از فن‌آوری‌های نوین (R&D ایجاد شده) در بخش کشاورزی بالا می‌رود و این مساله سبب ارتقای بهره‌وری در آن می‌شود. به‌علاوه به دلیل تقاضا برای استفاده از عواید تحقیقات کشاورزی این موضوع سبب

Archive of SID

www.SID.ir

شکل‌گیری موسسات تحقیقات کشاورزی جدید در کشور می‌شود و چرخه‌ی تحقیقات کشاورزی به طور مرتب ادامه می‌یابد.

منابع

امینی، ع. (۱۳۸٦). اندازه‌گیری و تحلیل عوامل موثر بر بهره‌وری کل اقتصاد ایران. *پیک نور*، ۲ (٤): ۲۱-۳۲

ابریشمی، ح. (۱۳۸۲). اقتصاد سنجی کاربردی. انتشارات دانشگاه تهران.

بانک مرکزی ایران. (سال‌های مختلف)، آمارهای سری زمانی بخش کشاورزی، تهران.

ترکمانی، ج. (۱۳۸٤). بررسی وضعیت سرمایه‌گذاری دولتی دربخش کشاورزی ایران. *فصلنامه‌ی اقتصاد کشاورزی*، ٤۱: ۳٦-۱۸.

تشکینی، ا. (۱۳۸۷). اقتصاد سنجی کاربردی به کمک Microfit. انتشارات دیباگران تهران.

رومر، د. (۱۳۸۸). اقتصاد کلان، مدل‌های رشد. ترجمه تقوی، م. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

شاه آبادی، ا. (۱۳۸٤). منابع رشد اقتصادی ایران. فصل‌نامه‌ی نامه‌ی مفید، ۱۲۱:۹۸-٦٤.

صلاحی، ج. (۱۳۸٦). بررسی مدل‌های رشد درون‌زا با تاکید بر صنایع معدنی. *فصل‌نامه‌ی نامه‌ی مفید*، ٦٤: ٥٤-٤۰.

نوفرستی، م. (۱۳۷۸). ریشه‌ی واحد و هم‌جمعی در اقتصاد سنجی. انتشارات رسا، تهران.

وزارت جهاد کشاورزی. (سال‌های مختلف)، آمارهای سرمایه‌گذاری در کشاورزی کشور. تهران .

Alston , J. M. and Pardy, G.P. (۲۰۰۷). Attribution and other problems in assessing the returns to agricultural R&D. *Agricultural Economics*, ۲۵: ۲۱۲-۲٥٤

Aghion , P. and Howitt, P. (۱۹۹٥). A model of growth through creative destruction. *Econometrica*, ۱۲: ۱۲۰-۱۳٤

Archive of SID

www.SID.ir

Ali, S. (۲۰۰۷). TFP growth in Pakistans agricultural, Pakistan Development Review.

Coe, D.T. and Helpman, E. (۱۹۹۷). International R&D spillovers. *European Economic Review*, ۳۹: ٥٤-٦٧

Evenson, R. (۲۰۰۷). The Contribution of Agricultural Research to Agricultural Production. PhD Thesis , University of Chicago.

Fernandez , G. and Shamway, R. (۲۰۰۳). Research and Productivity in Mexican Agricultural. *American Journal of Agricultural Economics*, ۲۸: ۱۷٥-۱۸۹

FAO. (۲۰۰۹). Report of R&D for Countries, Site: www.fao.org

Gutierrez, L. (۲۰۰۷). Agricultural Labour Productivity in Some Countries. *Agricultural Economics Review*, ۳: ٦٦-۷٦

Huffman, W. (۲۰۰٥). Science for Agricultural; Long –Term Perspective. Iowa State University Press.

Lin, Y. J. and Huffman, W. E. (۲۰۰٦). Rate of return to public agricultural research in the presence of research spillovers. *American Agricultural Economics* , Chicago.

Shirly, A. (۱۹٦٥). The Distributed Lag Between Capital Appropriations and Expenditures . *Econometrica* , ۳: ۱۱۱-۱۳۱

Tokgoz, S. (۲۰۰٤). R&D spillovers in agricultural. Working Paper,۳ – WP ۳٤٤.

Thirtle, C. and Bottomley, P. (۱۹۹۰). The Rate of Return to Public Sector Expenditures R&D in the UK. *Applied Economics*, ۲۱: ٤٦-٥۹.

Archive of SID

www.SID.ir