

اندازه‌گیری و تحلیل تأثیر سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه (R&D) بین‌المللی کشاورزی بر بهره‌وری کل عوامل تولید کشاورزی در ایران

تاریخ دریافت: ۸۹/۰۹/۲۵

تاریخ تأیید: ۹۰/۰۴/۱۵

اکبر کمیجانی^۱

استاد اقتصاد دانشگاه تهران

علی باقرزاده^۲

استادیار اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی

چکیده

امروزه یکی از مهم‌ترین شاخص‌های لازم برای تصمیم‌گیری به منظور سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه (R&D) کشاورزی بین‌المللی مفهوم نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری در آن است. به رغم اهمیت تحقیق و توسعه کشاورزی در انباشت دانش و ایجاد نوآوری در محصولات بخش کشاورزی در پژوهش حاضر با استفاده از رهیافت آلمون و با جمع‌آوری داده‌های پژوهش از طریق سایت‌ها و منابع آماری داخلی و خارجی نظیر جهاد کشاورزی، بانک مرکزی و سازمان فائو برای بازه زمانی (۱۳۸۷-۱۳۵۸)، به بررسی تأثیر تحقیق و توسعه کشاورزی بین‌المللی بر بهره‌وری کل عوامل تولید کشاورزی در ایران پرداخته شد.

نتایج مطالعه نشان داد که اثر تحقیق و توسعه شرکای تجاری (بین‌المللی) در بهره‌وری کشاورزی مثبت و معنی‌دار بوده و بعد از گذشت چهار سال از سرمایه‌گذاری در آن، اثر خود را نمایان می‌کند و این اثر تا سه سال در بخش کشاورزی ادامه می‌یابد. بر اساس یافته‌های این تحقیق، میزان کشش بلندمدت تحقیقات کشاورزی بین‌المللی (شرکای تجاری) بر بهره‌وری کل این بخش در ایران ۰/۱۸ برآورد شده است. همچنین با استفاده از روش‌شناسی محاسبه IRR، میانگین نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه کشاورزی بین‌المللی در طی دوره مورد مطالعه ۳۸ درصد برای بخش کشاورزی کشور برآورد شد که در مقام مقایسه با میانگین آن برای کشورهای در حال توسعه یعنی رقم ۵۲ درصد کمیته پایینی است. در نهایت می‌توان گفت علت پایین بودن نرخ بازگشت سرمایه تحقیقاتی شرکای تجاری در ایران برای بخش کشاورزی از یک طرف کم توجهی در انتخاب شرکای تجاری مناسب از نظر سرریز دانش کشاورزی و از طرف دیگر ارتباطات کم بخش کشاورزی کشور با مراکز تحقیقات کشاورزی معتبر جهانی است.

واژگان کلیدی: تحقیق و توسعه کشاورزی بین‌المللی، بهره‌وری کل عوامل تولید، وقفه دو جمله‌ای آلمون، نرخ بازگشت

سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی شرکای تجاری (IRR)

طبقه‌بندی موضوعی: O44, J21, Q18

1. Email: komijani@ut.ac.ir

2. Email: bagherzadeh_eco58@yahoo.com

مقدمه

مطالعات اقتصاددانان بیانگر آن است که رشد درآمد سرانه را نمی‌توان به تنهایی مربوط به افزایش نیروی کار و موجودی سرمایه شاغل و به کار رفته در این بخش تلقی کرد (صلاحی، ۱۳۸۶: ۷۸). اجماع کلی در این نکته وجود دارد که بخش مهمی از رشد مشاهده شده نتیجه مسلم پیشرفت‌های فنی در جهان است، به طوری که اکنون برخورداری از منابع اولیه رایگان و نیروی کار ارزان رفته رفته اهمیت خود را به عنوان مزیت نسبی در تولید و تجارت از دست داده است. بنابراین تمام کشورها تلاش می‌کنند تا با روش‌های تولید از طریق گسترش قابل ملاحظه فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی و جذب تحقیقات خارجی به تدریج ظرفیت‌های اقتصادی خود را به تولید محصولات متنوع‌تر اختصاص دهند. امروزه تحقیقات در قلب فعالیت‌های علمی جهان جای دارد، به طوری که برخی از کشورهای توسعه‌یافته و حتی در حال توسعه سهم قابل توجهی از درآمد و نیروی کار خود را از طریق مؤسسات 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 توسعه محصول خود را در شکل تکنولوژی، ابداع و تغییرات فنی وارد تابع تولید می‌نماید. وارد شدن این متغیر در تابع تولید و مدل‌های رشد اقتصادی، ضمن اینکه در ساختارهای اقتصادی، اجتماعی و فنی جامعه اثر می‌گذارد و آن‌ها را متحول می‌سازد، در بهره‌وری نهاده‌های تولید نیز مؤثر است و مسلماً موفقیت هر کشور برای کسب تکنولوژی برتر در بخش کشاورزی در گرو جذب R&D داخلی و خارجی و نیروی انسانی متخصص است. لذا مسئله بررسی چگونگی سرمایه‌گذاری مطلوب در تحقیقات کشاورزی با هدف بالا بردن سطح بهره‌وری امری ضروری خواهد بود. چرا که گسترش تحقیقات و ورود تکنولوژی‌های جدید می‌تواند در ارتقاء سطوح تولیدی بخش کشاورزی کاملاً مؤثر باشد. در این راستا و بر اساس نظریه‌های تولید، رشد تولید از دو طریق ممکن می‌شود. اول، افزایش بکارگیری عوامل تولیدی و دوم، افزایش استفاده از فن‌آوری‌های پیشرفته، کارآمدتر و بهره‌گیری از عوامل تولید مؤثرتر. در ایران و در اغلب جوامع در حال توسعه مسئله کمبود آب و دیگر نهاده‌ها، افزایش تولید به روش اول را در دراز مدت محدود می‌سازد، لذا توجه به روش دوم یعنی بالا بردن بهره‌وری عوامل تولید ضرورتی اجتناب‌ناپذیر برای افزایش عرضه محصولات کشاورزی است. به همین خاطر است که در برنامه پنج ساله چهارم توسعه اقتصادی - اجتماعی (۱۳۸۴-۱۳۸۸) تکالیف مهمی برای ارتقاء بهره‌وری در سطح کل اقتصاد و بخش‌های اقتصادی از جمله بخش کشاورزی تعیین شده است. در این برنامه میانگین رشد ارزش

افزوده بخش کشاورزی سالانه برابر ۶/۵ درصد در نظر گرفته شده است که ۴/۳ درصد آن از طریق افزایش سرمایه‌گذاری جدید (استفاده بیشتر از نهاده‌های سرمایه و نیروی کار) و ۲/۲ درصد از طریق رشد TFP بایستی حاصل شود و این رشد ممکن نمی‌شود مگر با بکارگیری تکنولوژی‌های جدید و این تکنولوژی‌ها چیزی جز تبدیل دانش به شکل فن‌آوری‌های نوین نیست. دانش کشاورزی ابتدا بایستی به شکل تحقیق و توسعه درآمده و سپس در قالب فن‌آوری در تابع تولید جریان باید تا از این طریق بهره‌وری، رشد نماید. لذا بخش کشاورزی محتاج تحقیقات پایه‌ای و کاربردی می‌باشد تا از ورای آن رشد TFP حادث شود. بدیهی است که این سرمایه‌گذاری‌ها بایستی همراه با چارچوب‌های علمی مشخص صورت پذیرد به طوری که دارای بازدهی معین و مشخص باشد.

از آنجا که سرمایه‌گذاری تحقیقات کشاورزی در ایران دارای روند کند و با صرف هزینه‌های اندک آن هم از ناحیه دولت همراه است، لذا دانش کشاورزی می‌تواند در قالب تحقیقات کشاورزی شرکای تجاری وارد کشور شود.

از نظر تئوری‌های تجارت و رشد اقتصادی، سطوح بهره‌وری کشورها به سه دلیل با هم مرتبط می‌شود.

۱- تقلید تکنولوژی خارجی و تطبیق آن‌ها با شرایط داخلی کشورها؛

۲- یادگیری دو جانبه الگوهای تولید بخش کشاورزی؛

۳- بکارگیری دامنه وسیعی از محصولات واسطه‌ای در بین کشورها.

بنابراین درکل با تجارت کالاهای کشاورزی شاهد نتایج زیر هستیم:

۱- دسترسی به تولیدات کشاورزی خارجی که تجسم دانش خارجی می‌باشد و برای ما مفید خواهد بود.

۲- تجارت سبب دسترسی به اطلاعات مفید می‌شود که کسب آن‌ها برای ما هزینه‌بر است.

لذا برای تبیین تأثیر سرمایه‌گذاری تحقیقات کشاورزی بین‌المللی بر بهره‌وری و تولیدات

کشاورزی، از مفهومی به نام نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه کشاورزی (IRR)

که اولین بار توسط بوتملی^۱ (۱۹۹۰) ارائه گردید و بعداً توسط روزگرانت و اقبال^۲ (۲۰۰۵)

گسترش یافت، استفاده می‌کنیم. مطابق دیدگاه آن‌ها برای اندازه‌گیری میزان بازگشت سرمایه‌گذاری

در تحقیق و توسعه کشاورزی از حاصل ضرب کشش تحقیق و توسعه در بهره‌وری متوسط استفاده

می‌شود. این واژه به ما می‌گوید که هر یک دلار سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه کشاورزی دارای

چقدر عایدی و یا برگشت بر روی ارزش محصولات بخش کشاورزی است. به طوری که بازگشت

(بازده) سالانه سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه کشاورزی بین‌المللی یکی از مهم‌ترین شاخص‌های

لازم برای تصمیم‌گیری در مورد انتخاب شرکای تجاری کشاورزی است.

1. Bottomley (1990)

2. Iqbal & Rosegrant (2005)

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 بخش مختصراً به آن‌ها اشاره می‌کنیم.

گوتیرز^۱ (۲۰۰۵)، در یک مقاله به بررسی ارتباط دراز مدت بین بهره‌وری کل عوامل تولید و موجودی سرمایه تحقیق و توسعه داخلی و خارجی با استفاده از روش همگرایی برای بخش کشاورزی ۴۷ کشور در دوره زمانی (۱۹۹۵-۱۹۷۰) پرداختند. نتایج پژوهش نشان داد که بهره‌وری بخش کشاورزی به طور مثبت و معنی‌دار تحت تأثیر موجودی سرمایه R&D داخلی و خارجی هر کشور است، اما میزان این تأثیر بسته به نوع منطقه جغرافیایی متفاوت است.

اقبال^۲ (۲۰۰۷)، در یک مطالعه به بررسی تأثیر تحقیقات کشاورزی خارجی بر بهره‌وری کشاورزی پاکستان پرداختند. وی از اطلاعات سی ساله اقتصاد پاکستان و کشورهای شریک تجاری به صورت سری زمانی استفاده کرده و مدل با وقفه آلمون را برای کار تحقیقاتی خویش انتخاب نمود. بر اساس مطالعات اقبال نشان داده شد که در طول سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۳ بهره‌وری کل عوامل تولید کشاورزی پاکستان ۰/۹ درصد به طور میانگین رشد داشته است. شاخص مورد استفاده در مطالعه فوق شاخص ترنکوئیست - تایل است. بر این اساس اندازه تحقیق و توسعه شرکای تجاری به شکل دولتی در طی زمان روند رو به رشدی را طی کرده است. تحقیق و توسعه بین‌المللی در پاکستان بر روی بخش کشاورزی به علت کاربردی بودن آن دارای وقفه زمانی چهار ساله است. وی اندازه نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه کشاورزی شرکای تجاری را ۴۸ درصد برآورد کرد.

در یک مطالعه دیگر شوجات و همکاران^۳ (۲۰۰۶)، به بررسی نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه بین‌المللی کشاورزی هندوستان پرداختند. روش محاسباتی آن‌ها مبتنی بر استفاده از محاسبه شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید بوده است. به طوری که برای یک دوره ۲۷ ساله نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه کشاورزی خارجی را ۴۳ درصد محاسبه کردند.

اما در ایران مطالعه‌ای برای بررسی انباشت تحقیق و توسعه کشاورزی خارجی و ارتباط آن با بهره‌وری و نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری به طور کامل وجود ندارد. ولیکن تنها مطالعه‌ای که به نظر جالب و مهم می‌رسد، مطالعه ترکمانی و شکوهی (۱۳۸۴) است. در این تحقیق به بررسی تأثیر انواع سرمایه‌گذاری‌ها و اشتغال در بخش کشاورزی بر ارزش افزوده این بخش پرداخته می‌شود. ویژگی بارز این اثر این است که به تفکیک انواع سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی می‌پردازد. در این

1. Gutierrez, L. (2005)
2. Mohammad & Iqbal (2007)
3. Shujat (2006)

تحقیق با استفاده از روش ARDL به برآورد رابطه بلندمدت متغیرها پرداخته شد که نتایج مهمی از آن استخراج شده است. اولین نتیجه این تحقیق رابطه مثبت و معنی‌دار مابین سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی و ارزش افزوده کشاورزی است. اندازه ضریب به دست آمده ۰/۰۵ است. اثر این متغیر (تحقیق و توسعه) بر ارزش افزوده در تابع کاب - داگلاس مورد استفاده کمتر از سایر متغیرها (سرمایه‌گذاری تجهیزاتی و غیرتجهیزاتی) می‌باشد، چرا که بعد از مدتی به علت بکارگیری فن‌آوری‌ها و نوآوری‌ها جدید اثرگذاری تحقیقات بر تولید کاهش می‌یابد. دومین نتیجه مطالعه این است که از آنجا که فعالیت‌های کشاورزی در ایران دیر بازده است، لازم است این شق از سرمایه‌گذاری‌ها توسط دولت انجام گیرد و یا حداقل توسط دولت کنترل و نظارت شود. در هر حال هدف از این تحقیق شناسایی عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل عوامل تولید کشاورزی و به ویژه نقش تحقیق و توسعه بین‌المللی در بهره‌وری کشاورزی است. علاوه بر آن در این مطالعه به استخراج نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه بین‌المللی پرداخته می‌شود.

۱- روش‌شناسی پژوهش

امروزه برای تحلیل و اندازه‌گیری نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی از روش‌شناسی و متدولوژی مشترک آلستون و اونسون^۱ (۲۰۰۷)، استفاده می‌شود که بر مبنای تداوم کار بوتلمی و سایر اقتصاددانان کشاورزی طرح‌ریزی شده است. برای این منظور بایستی از مفهوم بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی استفاده کرد و یک ارتباط منطقی و علی بین بهره‌وری کشاورزی و تحقیق و توسعه در آن پیدا کرد. در این صورت می‌توان به محاسبه نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه کشاورزی پرداخت. لذا ابتدا بایستی رابطه نظری بین تحقیق و توسعه کشاورزی با بهره‌وری عوامل تولید تحلیل و سپس به شیوه محاسبه نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی با استفاده از آن پرداخته شود.

در ادبیات رشد اقتصادی و در قالب مدل‌های رشد درونزا برخلاف مدل‌های نئوکلاسیکی به نقش عوامل درونزا مثل انباشت سرمایه انسانی و فعالیت‌های R&D به عنوان موتور اصلی رشد اقتصادی اهمیت زیادی داده شده است. بر اساس مطالعات گرلیچیز و مقدم^۲ در سال ۱۹۹۵ نشان داده می‌شود که انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده بهره‌وری کل عوامل تولید یک اقتصاد است. کو و هلپمن^۳ (۱۹۹۷) نیز بیان می‌کنند که رشد اقتصادی تابع استفاده از منابع، نرخ رشد جمعیت، نرخ پس‌انداز، انباشت سرمایه (R&D) داخلی و خارجی

1. Alston & Evenson (2007)
2. Griliches & Mogadam (1995)
3. Coe & Helpman (1997)

می‌باشد، تئوری رشد نئوکلاسیکی پیشرفت تکنولوژیکی را به صورت یک فرایند برونزا در نظر گرفته و بر روی انباشت سرمایه 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 جهت‌گیری آن‌ها بر فعالیت‌های ابداع و نوآوری است، با این نگرش که ابداعات تابع $R \& D$ انباشته شده و ذخیره دانش می‌باشد، در نتیجه نظریه رشد جدید بیان می‌کند که بهره‌وری کل عوامل تولید یک اقتصاد به فعالیت‌های $(R \& D)$ انباشته شده و ذخیره دانش بستگی دارد. بنابراین هرگاه مدل زیر را با فرض یک تابع کاب - داگلاس در بخش کشاورزی داشته باشیم، می‌توان تابع تولید بخش کشاورزی را چنین نوشت (Gutierrez, 2005: 29).

$$Y = AK^\alpha L^\beta \sum (X_j^k)^{1-\alpha-\beta} \quad \alpha, \beta > 0 \ \& \ \alpha + \beta > 0 \quad (1)$$

که در رابطه شماره (۱) داریم:

$$X_j^k = \sum \lambda^k X_{jk} \quad (2)$$

در رابطه (۲)، X_{jk} مقدار J امین نهاده واسطه‌ای مورد استفاده در فرایند تولید است. λ نیز یک ضریب است که به عنوان تعدیل‌گر کیفیت کالای واسطه‌ای به کار می‌رود، مقدار $\lambda > 1$ است، یعنی داریم:

$$K = 0, 1, 2, \dots, kj \Rightarrow \lambda^0, \lambda^1, \lambda^2, \dots, \dots, \lambda^{kj} \quad (3)$$

در اینجا Kj نمایشگر بالاترین کیفیت در بخش J است، افزایش Kj در نتیجه افزایش $R \& D$ است. Kj نماینده درجه کیفیت کالای واسطه‌ای است که افزایش $R \& D$ سبب افزایش آن می‌شود. در این مدل نیز قیمت انحصاری برای Kj برابر است با:

$$P_{jkj} = \left[\frac{1}{1-\alpha-\beta} \right] \quad (4)$$

و مقدار Kj نیز برابر است با:

$$X_{jkj} = \alpha + \beta \sqrt[\alpha + \beta]{(1-\alpha-\beta)^2 A K^\alpha L^\beta \lambda^{kj(1-\alpha-\beta)}} \quad (5)$$

با جایگذاری این رابطه در تابع تولید کشاورزی ما نهایتاً به تابع زیر می‌رسیم:

$$Y = F K^a L^b$$

می‌رسیم که در آن F به شکل زیر است:

$$F = \alpha + \beta \sqrt[\alpha + \beta]{A(1-\alpha-\beta)^{2(1-\alpha-\beta)}} \cdot In \quad (6)$$

در رابطه بالا In کیفیت و نوآوری در تولید نهاده‌های واسطه‌ای است و مقدار آن برابر است با:

$$In = \sum \lambda^{\frac{kj(1-\alpha-\beta)}{\alpha+\beta}} \quad (7)$$

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

$$In(t) = \theta \int_0^t R \& D(t) dt \quad (8)$$

در رابطه شماره (۸)، ضریب ارتباط می‌باشد که عددی بین صفر و یک است. اکنون که رابطه بین بهره‌وری و تحقیقات کشاورزی شناسایی شد، می‌توان بر اساس مطالعات کو و هلپمن^۱ (۱۹۹۶)، تککز^۲ (۲۰۰۴) رابطه ضمنی زیر را برای تحلیل ارتباط بین بهره‌وری کل عوامل تولید بخش کشاورزی و تحقیق و توسعه کشاورزی مورد استفاده قرار داد.

$$TFP = F(R \& D_F) \quad (9)$$

اکنون بعد از بررسی ارتباط بین بهره‌وری کشاورزی و تحقیق و توسعه در آن به تحلیل و محاسبه میزان نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه کشاورزی بین‌المللی می‌پردازیم.

واژه نرخ بازده سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی (IRR)^۳ در ادبیات نظری ابتدا توسط بوتلمی^۴ (۱۹۹۰)، فرناندز و شاموی^۵ (۱۹۹۷)، اونسون و روزگرنانت^۶ (۲۰۰۰)، اقبال و شوجات (۲۰۰۵) به کار برده شد و سپس توسط آلستون و اونسون (۲۰۰۷)، گسترش داده شد. این اصطلاح نشان می‌دهد که هر یک ریال سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه کشاورزی چقدر عایدی و برگشتی دارد و چقدر ارزش افزوده کشاورزی را متأثر می‌سازد. طبیعی است که هر قدر بازدهی سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه کشاورزی بالا باشد میزان تمایل به استفاده از این سرمایه‌گذاری‌ها نیز افزایش می‌یابد.

مطابق دیدگاه نظری آلستون (۲۰۰۷)، برای تحلیل و اندازه‌گیری میزان بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه 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 رابطه (۱۰)، اندازه تولید نهایی مخارج $R \& D$ کشاورزی (بهره‌وری نهایی مخارج تحقیقات کشاورزی) به شکل زیر استخراج می‌کنیم. در این رابطه، γ همان کشش بهره‌وری کل عوامل تولید نسبت به تحقیق و توسعه کشاورزی است.

1. Coe & Helpman (1996)
 2. Tokoz (2004)
 3. Internal Rate of Return (MIRR)
 4. Bottomley (1990)
 5. Fernandez & Shumway (1997)
 6. Evenson & Rosegrant (2000)

$$MTFP = \gamma \frac{TFP_t}{R \& D_{t-T}} \quad (10)$$

با ضرب طرفین رابطه (۱۰) در عبارت $\frac{\partial Y_t}{\partial TFP_t}$ (y ارزش افزوده بخش کشاورزی است). VMP یا همان ارزش تولید نهایی بخش کشاورزی به ازای تغییرات در مخارج تحقیق و توسعه به دست می‌آید.

$$VMP_{t,t-T} = \frac{TFP_t}{R \& D_{t-T}} \cdot \frac{\partial Y_t}{\partial TFP_t} \cdot \gamma \quad (11)$$

رابطه فوق تأثیر مخارج R & D کشاورزی در دوره t-T را بر ارزش تولید کشاورزی برای دوره t اندازه‌گیری می‌کند. این رابطه به ما می‌گوید که هر یک ریال سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه کشاورزی دارای چقدر 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 دوره t-T نرخ تنزیلی است که برابری زیر را ایجاد می‌کند.

$$\Delta R \& D_{t-T} = \sum_{i=0}^m \frac{\Delta Y_{t-T+i}}{(1+r)^i} \quad (12)$$

حال اگر طرفین رابطه بالا را در $\Delta R \& D$ تقسیم کنیم، به رابطه (۱۳) می‌رسیم.

$$\frac{\Delta R \& D}{\Delta R \& D} = \sum_{i=0}^m \frac{\frac{\Delta Y_{t-T+i}}{\Delta R \& D}}{(1+r)^i} \quad (13)$$

$$1 = \sum_{i=0}^m \frac{VMP_{t-T+i,t-T}}{(1+r)^i} \quad (14)$$

و در نهایت به رابطه اصلی می‌رسیم.

$$\sum_{i=0}^m \frac{VMP_{t-T+i,t-T}}{(1+r)^i} - 1 = 0 \quad (15)$$

در حقیقت از رابطه شماره (۱۵)، اندازه نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه کشاورزی بین‌المللی (r) قابل استخراج است. همان‌طور که گفتیم این رابطه میزان بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه کشاورزی شرکای تجاری را تبیین می‌کند و هرچه اندازه آن بالا باشد نشان‌دهنده تمایل بیشتر دولت‌ها و بخش خصوصی برای استفاده از این سرمایه‌گذاری‌ها در گسترش رشد تولید و بهره‌وری کشاورزی است.

۲- بحث و نتایج تجربی پژوهش

بر اساس مدل نظری ارائه شده در بخش ادبیات نظری نشان دادیم که بهره‌وری کل کشاورزی تحت تأثیر مخارج تحقیق و توسعه بین‌المللی قرار دارد. به منظور ارائه ارتباط بین رشد بهره‌وری کل عوامل تولید و تحقیق و توسعه کشاورزی و نیز شناسایی عوامل دیگر مؤثر برگسترش رشد بهره‌وری در کنار تحقیقات کشاورزی، از تلفیق مدل اقبال - شوجات^۱ (۲۰۰۸)، کو و هلپمن (۱۹۹۷) و گوتیرز^۲ (۲۰۰۵) با کمی تغییرات استفاده می‌کنیم، لذا رابطه (۱۶) را داریم.

$$Q_t = A W_t^s R \& D_{f,t-i}^\beta H_t^\theta \Pi X_{it}^{ai} \quad (16)$$

که در آن Q_t محصول کل بخش کشاورزی (ارزش افزوده بخش کشاورزی)، A مقدار ثابت، X_{it} ها نهاده‌هایی نظیر نیروی کار، سرمایه و انرژی بوده و $R \& D_{f,t-i}$ میزان تحقیق و توسعه کشاورزی بین‌المللی به شکل باوقفه است. همچنین W_t نمایانگر شاخص آب و هوا، H_t متغیر سرمایه انسانی در این پژوهش است که بر روی TFP کشاورزی می‌تواند تأثیرگذار باشد. در این مدل متغیر W_t به صورت میزان بارندگی در نظر گرفته می‌شود که بر حسب میلیمتر است، حال بر اساس رابطه بهره‌وری کل عوامل تولید از طریق شاخص دیویژیا داریم.

$$TFP = \frac{Q_t}{\prod_{i=1}^n X_{it}^{ai}} = A W_t^s R \& D_{f,t-i}^\beta H_t^\theta \quad (17)$$

با لگاریتم‌گیری از رابطه (۱۷) می‌توان رابطه (۱۸) را به دست آورد.

$$\log TFP = \log A + \varepsilon \log W_t + \beta \log R \& D_{f,t-i} + \theta \log H_t \quad (18)$$

در رابطه (۱۸) پارامتر β_i اثر مخارج $R \& D$ داخلی در بخش کشاورزی را به شکل T دوره قبل بر بهره‌وری دوره جاری اندازه‌گیری می‌کند. از آنجا که مخارج تحقیق و توسعه در این مدل به شکل باوقفه به کار برده شده است، لذا با یک حالت پویا روبرو خواهیم شد.

بر اساس یافته‌های اقیون و آلتون (۲۰۰۶)، تحقیق و توسعه بین‌المللی به شکل همزمان و بلافاصله بر رشد بهره‌وری عوامل تولید اثر نمی‌گذارد. این مسئله در مورد رشد بخش کشاورزی بسیار بارز و آشکار است. $R \& D$ کشاورزی به دلایل گوناگونی به شکل با تأخیر وارد مدل‌های رشد و بهره‌وری می‌شود که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

اولاً، مدت زمان زیادی برای کامل شدن طرح‌های تحقیقاتی طول می‌کشد، این مدت برای تحقیقات پایه و توسعه‌ای بیشتر از همه است.

1. Iqbal & Shujat (2008)
2. M Gutierrez (2004)

ثانیاً، در صورت کامل شدن طرح تا هنگام اجرای آن مدت زمانی لازم خواهد بود که این مدت برای کشورهای در حال توسعه بیشتر از کشورهای توسعه یافته است. ثالثاً، از زمان اجرای طرح تا زمان اثرگذاری تحقیقات بر فرایند تولید و بهره‌وری مدت زمانی طول خواهد کشید، این مسئله به دانش و آگاهی عمومی کشاورزان و بهره‌برداران و عوامل اقتصادی - اجتماعی (نظیر دولت‌های کارآمد) دیگر بستگی دارد. از آنجا که در کشورهای در حال توسعه اکثر شاغلان در بخش کشاورزی دارای شیوه‌های سنتی در فرایند تولید بوده‌اند، لذا قبول تحقیق و توسعه و تکنولوژی‌های نوین در اثر سرریز تحقیقات قدری زمان بر است. همه مسائل ارائه شده دلیلی است بر ورود مقوله وقفه در مدل‌های ارتباطی تحقیق و توسعه و رشد اقتصادی، لذا به این ترتیب وارد مدل‌های پویا در تئوری اقتصادی می‌شویم. برای بیان موضوع پویایی محقق به نام شرلی آل‌مون^۱ دیدگاه تازه‌ای را ارائه کرد که بر اساس روش وی می‌توان ضرایب مدل را به عنوان تابعی از طول وقفه (i) در نظر گرفت. آل‌مون معتقد است که اگر مدل با وقفه توزیعی زیر را داشته باشیم.

$$Y_t = a + \sum_{i=0}^k \beta_i X_{t-i} + U_t \quad (19)$$

بر طبق قضیه ریاضی ویرشتراس^۲ β_i ها را به وسیله چند جمله‌ای با درجه مناسب از i (طول وقفه) می‌توان تقریب زد. به طور مثال می‌توان چند جمله‌ای مربوطه را به صورت زیر نوشت.

$$\beta_i = a_0 + a_1 i + a_2 i^2 \quad (20)$$

رابطه (۲۰) یک چند جمله‌ای درجه دوم از طول وقفه است. این مسئله قابل تعمیم به چند جمله‌ای درجه m نیز می‌باشد. بر اساس تحلیل اونسون، آلستون و پاردی (۲۰۰۴) در بخش کشاورزی درجه چند جمله‌ای آل‌مون، از نوع فرم درجه دو می‌باشد. این مسئله به خاطر ماهیت سرمایه‌گذاری در R & D کشاورزی است، به طوری که ابتدا اثر تحقیق و توسعه شرکای تجاری بر رشد و بهره‌وری کشاورزی به علت ناشناخته بودن فن‌آوری‌های جدید و زمان بر بودن تطبیق آن‌ها با شرایط محیطی و بومی کم خواهد بود ولیکن 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 تکنولوژی حاصل از تحقیقات جوابگوی نیازهای بخش کشاورزی نبوده و میزان کاربرد آن کاهنده می‌شود که با تحقیقات نو این پروسه به شکل پویا ادامه می‌یابد. اکنون بر اساس مدل تأخیری تعریف شده از نوع درجه دوم برای ضرایب تحقیقات کشاورزی بین‌المللی (شرکای تجاری)، مدل آل‌مون را در تابع بهره‌وری وارد می‌کنیم، لذا داریم.

1. Almon, S
2. Weierstrass Theory

$$\log TFP = \log A + \prod_{i=0}^m (\alpha_0 + \alpha_1 i + \alpha_2 i^2) \log R \& D_{t-i} + \theta \log H_t + \varepsilon \log W_t + u_t$$

و در نهایت بعد از جایگذاری به رابطه (۲۱) می‌رسیم.

$$\log TFP = \log A + \alpha_0 \prod_{i=0}^m \log R \& D_{t-i} + \alpha_1 \prod_{i=0}^m i \log R \& D_{t-i} + \alpha_2 \prod_{i=0}^m i^2 \log R \& D_{t-i} + \theta \log H_t + \varepsilon \log W_t + u_t \quad (21)$$

اکنون با فرض برابری‌های زیر:

$$\log z_0 = \prod_{i=0}^m \log R \& D_{t-i}, \log z_1 = \prod_{i=0}^m i \log R \& D_{t-i}, \log z_2 = \prod_{i=0}^m i^2 \log R \& D_{t-i}$$

می‌توانیم با جایگذاری آن‌ها در تابع بهره‌وری رابطه زیر را به دست آوریم.

$$\log TFP = \log A + \alpha_0 \log z + \alpha_1 \log z_1 + \alpha_2 \log z_2 + \theta \log H_t + \varepsilon \log W_t + u_t \quad (22)$$

در اینجا سه متغیر جایگزین مخارج تحقیق و توسعه کشاورزی شرکای تجاری مقادیر $\log z$, $\log z_1$ و $\log z_2$ می‌باشند. اکنون می‌توان رابطه (۲۲) را به صورت یک مدل خطی و در قالب روش‌های معمول اقتصادسنجی مورد بررسی و تخمین قرار داد.

برای تخمین مدل ارائه شده اطلاعات مربوط به بهره‌وری کل عوامل تولید کشاورزی از مطالعه و محاسبات کمیجانی و باقرزاده (۱۳۸۹) اخذ می‌شود. سایر داده‌های لازم یعنی متغیرهای سرمایه انسانی و تحقیق و توسعه کشاورزی شرکای تجاری و میزان بارندگی از جهاد کشاورزی، فائو، مؤسسه تحقیقات بین‌المللی غذایی (ASTI) و سازمان هواشناسی کشور اخذ گردیده است. اکنون برای جلوگیری از شکل‌گیری رگرسیون کاذب بین بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی، تحقیق و توسعه با وقفه و سایر متغیرهای الگو ابتدا ایستایی متغیرها مورد بررسی واقع می‌شود، برای این منظور از آزمون دیکی - فولر تعمیم‌یافته (گسترش یافته) استفاده می‌کنیم. نتایج به دست آمده از این آزمون در جدول (۱) خلاصه شده است.

همان‌طور که در جدول (۱) ملاحظه می‌کنیم متغیرهای تحقیق و توسعه داخلی، بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی با یک بار تفاضل‌گیری مانا شده‌اند، به بیان دیگر در واحد سطح متغیرهای اشاره شده ایستا نیستند، ولیکن بقیه متغیرها در واحد سطح مانا می‌باشند. از آنجا که استفاده از تفاضل‌گیری باعث از دست دادن روابط بلندمدت متغیرها می‌شود، لذا هم‌انباشتگی راه‌حل ساده‌ای برای حل این مسئله است.

جدول (۱): خلاصه محاسبات ریشه واحد سری‌ها به کمک نرم افزار (۵) Eviews

نام متغیر	اندازه وقفه	اندازه جبری	آماره ADF	مقادیر مک کینون			وضعیت سری
				%۱	%۵	%۱۰	
$\Delta LR \& Df$	۳	عرض از مبدأ	-۴/۶۵	-۳/۶	-۲/۹	-۲/۶	مانا I(1)
LH	۲	عرض از مبدأ و روند	-۳/۵۸	-۴/۳۰	-۳/۵۷	-۳/۲۱	مانا I(0)
LW	۲	عرض از مبدأ و روند	-۶/۹۵	-۴/۳۰	-۳/۵۷	۳/۲۲	مانا I(0)
$\Delta LTFP$	۲	عرض از مبدأ	-۴/۵۴	-۳/۶۹	-۲/۹۸	-۲/۶۲	مانا I(1)

مأخذ: یافته‌های پژوهش

یک روش سریع و ساده دیگر برای پی بردن به وجود همگرایی (هم‌انباشستگی) و عدم وجود رگرسیون کاذب بین متغیرهای مدل حاضر روش CRDW است. روش انجام آزمون به این صورت است که در اینجا از کمیت آماره دوربین - واتسن مربوط به رگرسیون هم‌جمعی استفاده می‌شود. فرضیه H_0 برای این روش به صورت زیر طراحی می‌شود:

$$\begin{cases} H_0: d = 0 \\ H_1: d > 0 \end{cases} \quad (۲۳)$$

کمیت بحرانی مربوط به این آزمون توسط سارگان و بارگاوا^۱ محاسبه شده است. این مقادیر بحرانی در جدول (۲) گزارش شده است.

جدول (۲): مقادیر بحرانی آزمون CRDW

سطح معنی‌دار بودن	کمیت بحرانی
%۱	۰/۵۱۱
%۵	۰/۳۶۸
%۱۰	۰/۳۲۳

مأخذ: یافته‌های پژوهش

اکنون اگر کمیت آماره آزمون دوربین - واتسن مربوط به مدل کمتر از مقادیر بحرانی بود، فرضیه H_0 پذیرفته می‌شود، یعنی جملات اخلال ناپایا و دارای گام تصادفی است. با توجه به آماره DW مدل برآوردی که مقدار آن در حدود ۲/۰۹ است و مقایسه آن با کمیت‌های بحرانی سارگان و

بارگاو، مشاهده می‌شود که مقدار دوربین - واتسن مدل از هرکدام از کمیت‌های سارگان و بارگاو در سطوح مختلف بیشتر است لذا می‌توان چنین استنباط کرد که فرضیه H_0 رد شده و یک رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرهای الگوی چند جمله‌ای باوقفه تخمینی وجود دارد.

حال که مسئله رابطه بلندمدت بین متغیرهای ناپایستا به دقت مورد بررسی قرار گرفت، در مرحله بعد به سراغ تحلیل مدل آلمون برای رابطه بین هزینه‌های تحقیق و توسعه کشاورزی و بهره‌وری کل عوامل تولید در این بخش می‌رویم. ابتدا نتایج مدل چند جمله‌ای باوقفه از نوع آلمون در جدول (۳) به دقت آورده می‌شود.

همان‌طور که در جدول با توجه به آماره‌های t ملاحظه می‌کنیم، همه متغیرهای توضیح‌دهنده مدل توریخ دو جمله‌ای آلمون برای بهره‌وری کشاورزی در سطوح ۵ و ۱۰ درصد معنی‌دار است. متغیرهای جانشین تحقیق و توسعه کشاورزی شرکای تجاری هر سه در سطح ۱۰ درصد معنی‌دار بوده و متغیر سرمایه انسانی و شرایط آب و هوایی (میزان بارندگی) در سطح پنج درصد معنی‌دار است. متغیر روند زمانی که جانشینی برای متغیرهایی است که به دلایل اقتصادسنجی (نظیر معنی‌دار نبودن ضرایب، خلاف انتظار بودن علامت‌های آن‌ها و سایر مشکلات اقتصادسنجی) داخل الگو نشده‌اند^۱، در سطح پنج درصد معنی‌دار و مطابق انتظار تئوریک است. الگو دارای آماره $F=6/8$ بوده که در ۹۶ درصد اطمینان معنی‌دار است، لذا فرضیه صفر بودن همزمان تمامی ضرایب الگو رد می‌شود. مقدار ضریب تعیین مدل در حدود ۸۶ درصد است.

جدول (۳): نتایج مدل چند جمله‌ای با وقفه آلمون برای بهره‌وری کل عوامل تولید کشاورزی

متغیر	ضریب	آماره t
ضریب ثابت	-۲۲/۹۹	-۳/۶۵
لگاریتم متغیر جایگزین مخارج تحقیق و توسعه کشاورزی (LZ)	-۰/۴۹۹۴	-۱/۸۰
لگاریتم متغیر جایگزین مخارج تحقیق و توسعه کشاورزی (LZ1)	۰/۲۰۷۲	۱/۸۷
لگاریتم متغیر جایگزین مخارج تحقیق و توسعه کشاورزی (LZ2)	-۰/۰۳۲۴	-۱/۸۳
متغیر سرمایه انسانی (LH)	۰/۳۴۲۳	۲/۲۰
متغیر میزان بارندگی (LW)	۰/۱۶۱۳	۱/۹۵
روند زمانی (T)	-۱/۰۶	-۱/۸۴
Diagnostic Test		
$R^2 = 0/86$ $DW = 2/091$		$serialcorrelation : chsq(1) = 3/6(0/07)$ $normality : chsq(2) = 2/27(0/37)$ $heteroscedasticity : chsq(1) = 4/5(0/069)$
$AIC = -16/5$ $F = 6/8(0/004)$		

مأخذ: یافته‌های پژوهش

۱. رجوع شود به اقتصادسنجی پایه، تألیف دامودار گجراتی

این ضریب نشان می‌دهد که متغیرهای مستقل مدل توانسته‌اند درصد بالایی از تغییرات متغیر وابسته را توضیح دهد. مقدار آماره دوربین - واتسن مدل ۲/۰۹ است که در محدوده قابل قبول قرار دارد. آزمون‌های تشخیصی از طریق نرم افزار Microfit4 و با استفاده از آماره LM نشان می‌دهد که مدل دارای مشکل واریانس ناهمسانی نیست، چرا که با در نظر گرفتن سطح خطای ۵٪ و مقایسه آن با حداقل سطح معنی‌داری (۰/۷) فرضیه صفر مبنی بر واریانس همسانی رد نشده و فرضیه مقابل رد می‌شود.

در بخش بعدی پژوهش از ضرایب به دست آمده برای متغیرهای جایگزین مخارج تحقیق و توسعه کشاورزی شرکای تجاری در جدول (۴) و با توجه به الگوی دو جمله‌ای آلمون برای بخش کشاورزی ضریب اصلی متغیر R&D با وقفه را به دست می‌آوریم. بنابراین معادله زیر رابطه بین تعداد وقفه و ضریب متغیر مخارج تحقیق و توسعه را برای الگو نشان می‌دهد.

$$\beta_i = -0/0324 i^2 + 0/207i - 0/499 \quad (24)$$

با قرار دادن وقفه‌های مختلف در رابطه بالا ضرایب مقادیر با وقفه متغیر مخارج تحقیق و توسعه به دست می‌آید. لازم به یادآوری است که مطابق با مطالعات آلتون و پاردی طول وقفه زمانی برای تحقیقات کاربردی بین دو تا هفت سال است. بر این اساس بهترین طول وقفه برای الگو که دارای حداقل مقدار آکائیک و یا شوارتز - بیزین باشد، طول وقفه شش سال است یعنی مخارج تحقیقات کشاورزی شرکای تجاری احتمالاً تا شش سال در بهره‌وری کشاورزی تأثیر دارد. در الگو ملاحظه می‌شود که اولین اثر مثبت تحقیق و توسعه کشاورزی بر روی بهره‌وری وقفه چهار سال است.

جدول (۴): آثار کوتاه‌مدت و بلندمدت تحقیق و توسعه کشاورزی بر بهره‌وری آن بخش

ضریب β_i	طول وقفه (i)
۰/۰۵۴۹۶۳	لگاریتم مخارج تحقیق و توسعه کشاورزی بین‌المللی با ۴ سال تأخیر (i=۴)
۰/۰۷۵۹۲	لگاریتم مخارج تحقیق و توسعه کشاورزی بین‌المللی با ۵ سال تأخیر (i=۵)
۰/۰۲۹۹۵۵	لگاریتم مخارج تحقیق و توسعه کشاورزی بین‌المللی با ۶ سال تأخیر (i=۶)
۰/۱۸۰۸۴۰	مجموع مخارج تحقیق و توسعه کشاورزی (کشش بلندمدت تحقیقات روی بهره‌وری)

مأخذ: یافته‌های پژوهش

به تعبیر دیگر مخارج R&D کشاورزی بعد از گذشت چهار سال از سرمایه‌گذاری در بهره‌وری کل عوامل تولید آن بخش تأثیر می‌گذارد. قابل ذکر است که این اثر بر اساس الگو تا سه سال بعد باقی می‌ماند.

۱. البته گریلیجین معتقد است که کسی به دقت نمی‌تواند به سؤالات موجود درباره ساختار و طول وقفه زمانی میان متغیر مخارج تحقیق و توسعه و بهره‌وری پاسخ قانع‌کننده بدهد.

در جدول (۴) وضعیت اثرگذاری تحقیق و توسعه شرکای تجاری بخش کشاورزی بر بهره‌وری را ملاحظه می‌کنیم. نتایج به دست آمده از تخمین الگو نشان می‌دهد که کشش‌های مخارج تحقیق و توسعه بین‌المللی برای وقفه‌های ۴، ۵، ۶ به ترتیب ۰/۰۵۴، ۰/۰۷۵، ۰/۰۲۹ است. بر اساس این مقادیر می‌توان نتیجه گرفت که یک درصد افزایش در مخارج $R \& D$ کشاورزی داخلی پس از گذشت چهار سال ۰/۰۵۴ درصد، پس از گذشت پنج سال ۰/۰۷۵ درصد، پس از گذشت شش سال تقریباً ۰/۰۳ درصد بهره‌وری کل عوامل کشاورزی را افزایش می‌دهد. از جمع کشش‌های به دست آمده در کوتاه‌مدت می‌توان اثر بلندمدت تحقیق و توسعه کشاورزی بین‌المللی را بر روی بهره‌وری کل کشاورزی بررسی کرد که این رقم با محاسبات پژوهش منطبق بر جدول (۴) تقریباً برابر ۰/۱۸ درصد محاسبه شده است. بنابراین می‌توان اظهار نظر کرد که در دراز مدت یک درصد سرمایه‌گذاری در $R \& D$ کشاورزی شرکای تجاری سبب افزایش ۰/۱۸ درصد در بهره‌وری کل کشاورزی ایران خواهد شد.

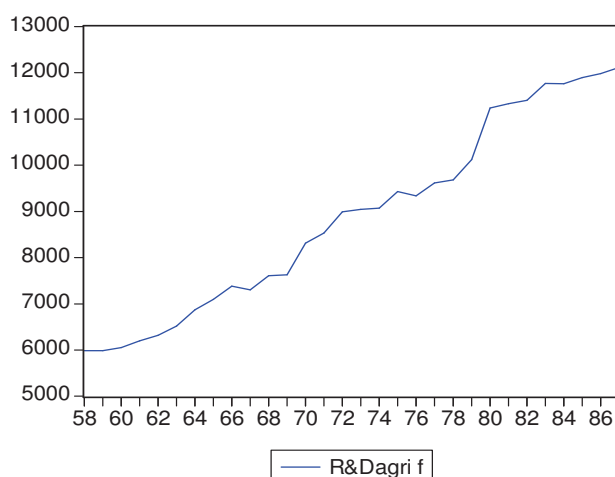
این نکته را یادآوری می‌کنیم که شرکای تجاری ایران در بخش کشاورزی شامل بیست کشور آسیایی، اروپایی و آمریکای جنوبی است که در تولید نهاده‌های واسطه‌ای بخش کشاورزی و نیز تولید محصولات با کیفیت بالا در این بخش فعالیت اساسی دارند.^۱ برای محاسبه مخارج سرمایه $R \& D$ شرکای تجاری از فرمول کو و هلپمن استفاده شده است. این فرمول به قرار زیر است.

$$R \& D_i^f = \sum \frac{m_{ij}}{m_i} R \& D_j^d \quad (۲۵)$$

بدین ترتیب که ابتدا نسبت مقدار واردات هر یک از کشورها را در کل واردات برای سال‌های مختلف محاسبه و حاصل را در میزان مخارج تحقیق و توسعه داخلی کشورها ضرب می‌کنیم حال آنچه که به دست می‌آید سری زمانی تحقیق و توسعه خارجی برای کشاورزی است. در شکل (۵)، متغیر تحقیق و توسعه بین‌المللی دارای روند منظم و باثبات، همراه با حرکت صعودی فزاینده در طی سال‌های مورد مطالعه بوده است. سری زمانی ترسیم شده برای تحقیقات خارجی همان طور که قبلاً اشاره شد بر اساس رابطه کو و هلپمن استخراج شده است. طبیعی است که روند فزاینده سری زمانی به خاطر مخارج بالای تحقیقات کشاورزی برای کشورهای اروپایی و کشورهایی مثل ژاپن، چین و برزیل بوده است.

۱. این کشورها عبارتند از: آلمان، آرژانتین، پاکستان، تایلند، انگلیس، هندوستان، فرانسه، امارات متحده عربی، چین، ژاپن، لبنان، برزیل، کره جنوبی، ایتالیا، هلند، روسیه، استرالیا، مالزی، مکزیک، سوئیس.

بر اساس یافته‌های مقاله حاضر، میزان میانگین مخارج تحقیق و توسعه کشاورزی به ارزش افزوده آن در بین مهم‌ترین شرکای تجاری ایران به ترتیب برای ژاپن ۱/۸۷، آلمان ۱/۸۹، انگلیس ۱/۹۳، کره جنوبی ۱/۶۵، برزیل ۱/۲، هلند ۱/۷۷، پاکستان ۱، هندوستان ۱/۴، چین ۱/۴۵ و ترکیه ۰/۸۷ برآورد شده است.



شکل (۵): روند مخارج سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی شرکای تجاری (بین‌المللی)

مأخذ: یافته‌های پژوهش

از دیگر متغیرهای مدل متغیر سرمایه انسانی است که در این مقاله به صورت نسبت شاغلان دارای تحصیلات عالی از نوع آموزش در بخش کشاورزی در نظر گرفته شده است. همان طور که در برآورد مشخص شد ضریب کشش متغیر سرمایه انسانی دارای مقدار ۰/۳۴ است. این متغیر نیز مانند متغیرهای دیگر مدل معنی‌دار بوده و نشان‌دهنده اهمیت سرمایه انسانی و آموزش در بخش کشاورزی است، به طوری که ده درصد تغییر مثبت در این متغیر سبب تغییر مثبت ۳/۴ درصدی در افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید کشاورزی در ایران می‌شود.

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. بر اساس دیدگاه گوتیرز (۲۰۰۵) یکی از عوامل اصلی مؤثر بر بهره‌وری کشاورزی شرایط آب و هوایی است. کشور ما، در یک منطقه تقریباً خشک قرار دارد و میانگین بارش در طی دوره مورد مطالعه ۲۵۶ میلی لیتر بوده است که در مقایسه با کشورهای مثل انگلیس و فرانسه میزان بارش و برف رقم اندکی را نشان می‌دهد. لازم است بدانیم

که میانگین بارندگی در ده کشور اصلی تولیدکننده محصولات کشاورزی در حدود ۴۵۸ میلی لیتر است در این مطالعه تأثیر شرایط آب و هوایی و بارش در ارتقای بهره‌وری کشاورزی ۰/۱۶ برآورد شده است. بی‌شک در بخش‌های شمال و شمال غرب کشور به علت بارش بیشتر تأثیر این متغیر بیشتر از این می‌تواند باشد. در هر صورت هر یک درصد تغییر در میزان بارش ۰/۱۶ درصد بر بهره‌وری کشاورزی اثرگذار خواهد بود. متغیر روند زمانی نیز بیانگر اثر منفی سایر عوامل مؤثر بر بهره‌وری کشاورزی است که بنا به دلایل اقتصادسنجی وارد مدل نشده‌اند.

اکنون با توجه به یافته‌های مدل، مقدار متوسط بهره‌وری نهایی تحقیقات کشاورزی برای وقفه چهار ساله (چهار سال بعد) ۰/۰۰۱۷۲۴، وقفه پنج ساله (پنج سال بعد) ۰/۰۰۸۵۹۵ و برای وقفه شش ساله (شش سال بعد) ۰/۰۰۴۷۴۳ محاسبه می‌گردد. بعد از محاسبه بهره‌وری نهایی تحقیق و توسعه کشاورزی داخلی برای دوره سه ساله تأثیرگذاری تحقیقات بر بهره‌وری که از سال چهارم آغاز و در سال ششم این اثر به حداقل خود می‌رسد، با توجه به رابطه آلاستون (۲۰۰۷) اقدام به محاسبه ارزش بازگشت نهایی سرمایه تحقیقات کشاورزی بر روی تولیدات کشاورزی می‌کنیم. با استفاده از مقدار میانگین بهره‌وری کل (۷/۵) که از شاخص دیویژیا به دست آمده است و میانگین ارزش افزوده کشاورزی (۳۱۰۹۷ میلیارد ریال)، VMPR&D برای وقفه‌های مختلف به شکل جدول (۵) به دست می‌آید.

جدول (۶): اندازه بازگشت سرمایه R&D کشاورزی در طول دوره اثرگذاری بر بهره‌وری

طول وقفه	بازگشت سرمایه تحقیق و توسعه کشاورزی
۴ سال بعد	۱۹/۳۵
۵ سال بعد	۳۰/۴۷
۶ سال بعد	۱۴/۷۴
میانگین	۲۱/۰۵

مأخذ: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که نشان داده می‌شود مقدار بازگشت سرمایه تحقیقات کشاورزی در دوره 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.

در نهایت با توجه به رابطه شماره (۲۶) می‌توان به محاسبه IRR پرداخت. بدین ترتیب با حل رابطه (۲۸) مقدار نرخ بازدهی (بازگشت) تحقیق و توسعه کشاورزی به صورت ارزش فعلی قابل محاسبه است.

$$\sum_{i=0}^m \frac{VMP_{t-T+i}}{(1+r)^i} \quad (26)$$

$$\frac{19/35}{(1+r)^4} + \frac{30/47}{(1+r)^5} + \frac{14/74}{(1+r)^6} - I = 0 \quad (27)$$

با بررسی رابطه (۲۷)، مقدار نرخ بازدهی ارزش فعلی تحقیقات کشاورزی به صورت میانگین برای دوره مورد مطالعه تقریباً ۳۸ درصد محاسبه می‌شود.

بر اساس مطالعات آلتون (۲۰۰۶)، میانگین نرخ بازگشت سرمایه تحقیق و توسعه شرکای تجاری کشاورزی برای کشورهای در حال توسعه ۵۲ درصد است که این رقم نسبت به میزان محاسبه شده برای ایران بالاتر است. مطالعات لین^۱ (۲۰۰۷) نیز نشان می‌دهد که مقدار نرخ بازگشت سرمایه تحقیقات کشاورزی بین‌المللی برای کشور مکزیک به ازای هر یک دلار، ۶۲ درصد خواهد بود. این میزان در مطالعه تگگوز^۲ (۲۰۰۶) برای کشاورزی آمریکا ۸۹ درصد است.

به هر صورت با مقایسه و تحلیل داده‌ها و اطلاعات موجود، می‌توان گفت علت پایین بودن نرخ بازگشت سرمایه تحقیقات بین‌المللی در کشاورزی ایران کم توجهی به این مقوله از جهات کمی و کیفی است. به طور کلی بر اساس رهیافت آلتون هرچه کشوری در گزینش شرکای تجاری خود در بخش کشاورزی دقت کافی را داشته باشد، در امر تداوم رشد پایدار کشاورزی داخلی موفق خواهد شد. این مسئله به معنی سرریز بیشتر آثار تحقیقات کشاورزی از کشورهای با دانش بالا به سوی کشورهای جنوب است.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه کشاورزی بر بهره‌وری کل عوامل تولید کشاورزی تأثیر مثبت دارد. همین طور در این مدل نشان داده شد که تحقیق و توسعه کشاورزی شرکای تجاری در ایران دارای یک وقفه چهار ساله است. یعنی اینکه تحقیقات کشاورزی بین‌المللی بعد از چهار سال از سرمایه‌گذاری در آن از سال چهارم اثر مثبت خود را بر بهره‌وری کشاورزی ایران نشان می‌دهد و این اثر تا سه سال باقی می‌ماند. شرکای تجاری کشورمان در این پژوهش بیست کشور اروپایی، آفریقایی، آسیایی و آمریکای لاتین می‌باشند که دارای روابط تجاری با کشورمان می‌باشند. مهم‌ترین واردات کشاورزی کشور در قالب ژن‌های گیاهی و جانوری، تجهیزات کشاورزی و کودهای شیمیایی می‌باشند که با خود دانش کشاورزی را در قالب تحقیق و توسعه وارد تولید کشاورزی کشور می‌کنند. همچنین در این مقاله متغیر سرمایه انسانی نیز معنی‌دار بوده و

1. Lin
2. Tokgoz (2006)

نشان‌دهنده اهمیت آموزش در بهره‌وری کشاورزی است. در نهایت با استفاده از الگوی چند جمله‌ای آلمون نشان داده شد که نرخ بازگشت سرمایه تحقیقات کشاورزی شرکای تجاری (بین‌المللی) در ایران در حدود ۳۸ درصد است که در مقایسه با مقادیر مشابه در سایر کشورها کمیت پایینی است. لذا برخی پیشنهادها برای ارتقای بازدهی سرمایه‌گذاری تحقیقات بین‌المللی در این بخش به شکل زیر است.

- ۱- سهم قابل توجهی از تولید ملی کشورها به هزینه‌های تحقیق و توسعه اختصاص یابد و بودجه تحقیقاتی بخش کشاورزی تا حد استانداردهای جهانی افزایش یابد.
- ۲- اصلاح ساختار بازار تحقیق و توسعه و ایجاد زمینه مناسب برای فعالیت مؤسسات تحقیق و توسعه کشاورزی بخش خصوصی، از آنجا که سهم بخش تحقیقات خصوصی کشاورزی در جهان کمتر از ۱۶ درصد است لذا زمینه‌سازی برای ورود آنان به عرصه تحقیقات کلان کشاورزی از وظایف دولت‌ها خواهد بود.
- ۳- جبران کمبود نیروی کار متخصص در بخش تحقیق و توسعه کشاورزی به منظور افزایش بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیقات بایستی در سرلوحه برنامه‌های دولت‌ها و نهادهای مشابه باشد.
- ۴- ارتباط هر چه بیشتر میان مراکز علمی و پژوهشی داخل و خارج از کشور جهت دستیابی به جدیدترین مطالعات و نتایج تحقیقات در دنیا جزء بسته‌های دیگر سیاستی این مقاله است.
- ۵- در انتخاب شرکای تجاری در بخش کشاورزی دقت کافی شود و کشورهایی با سرریز دانش کشاورزی بالا برای واردات کشاورزی مد نظر قرار گیرد.

منابع

الف- فارسی

۱. امینی، علیرضا؛ «اندازه‌گیری و تحلیل عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل اقتصاد ایران»، پیک نور، ۱۳۸۶، شماره ۴.
۲. ابریشمی، حمید؛ *اقتصادسنجی کاربردی*، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۲.
۳. بانک مرکزی ایران، آمارهای سری زمانی بخش کشاورزی، تهران، سال‌های مختلف.
۴. ترکمانی، جواد؛ «بررسی وضعیت سرمایه‌گذاری دولتی در بخش کشاورزی ایران»، فصل‌نامه اقتصاد کشاورزی، ۱۳۸۴، شماره ۴۱.
۵. رومر، دیوید؛ *اقتصاد کلان، مدل‌های رشد*، مترجم مهدی تقوی، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۱۳۸۸.
۶. شاه‌آبادی، ابولفضل، *منابع رشد اقتصادی ایران*، فصل‌نامه مفید، ۱۳۸۴، شماره ۶۴.
۷. صلاحی، جواد؛ «بررسی مدل‌های رشد درونزا با تأکید بر صنایع معدنی»، فصل‌نامه مفید، ۱۳۸۶، شماره ۶۴.
۸. نوفرستی، محمد؛ *ریشه واحد و هم‌جمعی در اقتصادسنجی*، انتشارات رسا، تهران، ۱۳۷۸.
۹. وزارت جهاد کشاورزی، آمارهای سرمایه‌گذاری در کشاورزی کشور، تهران، سال‌های مختلف.

ب- لاتین

10. Alston, J. M; G.P. Parday; "**Attribution and other problems in assessing the returns to agricultural R&D**", Agricultural Economics, Vol 25, 2007.
11. Aghion, P; W. Howitt; "**A model of growth through creative destruction**", Econometrica, Vol 12, 1995.
12. shujat, A; "**TFP growth in Pakistans agricultural**", Pakistan Development Review, 2006.
13. Coe, D; E.Helpman; "**International R&D spillovers**", European Economic Review, Vol 39, 1997.
14. Fernandez, G; Shamway, R; "**Research and Productivity in Mexican Agricultural**", American Journal of Agricultural Economics, 1997, No. 28.
15. FAO, **Report of R&D for Countries**, 2009. www.fao.org
16. Gutierrez, L; "**Agricultural Labour Productivity in Some Countries**", Agricultural Economics Review, 2005, No. 3.
17. Huffman, W; **Science for Agricultural**, Long-Term Perspective, Iowa State University Press, 2005.
18. Lin, Y. J; Huffman, W. E; "**Rate of return to public agricultural**", research in the presence of research spillovers, American Agricultural Economics, Chicago, 2006.
19. Almon, S; "**The Distributed Lag Between Capital Appropriations and Expenditures**", Econometrica, Vol. 3, 1965.
20. Tokgoz, S; R&D Spill Over in Agricultural Sector of USA and Turkey; "**spillovers in agricultural**", Working Paper 03-WP 344, 2006.