

ارزیابی پیش از اجرای تحقیقات کشاورزی در شرایط خطر در پهنه‌های دشت ساحلی خزری، مرکزی خشک و شمال غربی

سید صفدر حسینی، نور محمد آبیاری، حبیب الله سلامی و غلامرضا پیکانی^۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۵/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۶/۰۶

چکیده

در دهه‌های اخیر سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی کشورهای رو به توسعه کاهش یافته و نظام‌های تحقیقات کشاورزی در این کشورها از جمله ایران با چالش تامین مالی نیازهای پژوهشی بخش کشاورزی رو به رو شده‌اند. در چنین شرایطی تامین مالی این نوع تحقیقات نیازمند ارائه شواهد مستند از منافع آن به سیاستگذاران و برنامه‌ریزان اقتصادی است. بدون مستندسازی شفاف و متقاعدکننده سودمندی(منافع)، تحقیقات کشاورزی حمایت مالی پایدار را به دست نخواهد آورد. لذا این تحقیق برای برآورد سودمندی تحقیقات به‌نژادی در شرایط خطر(ریسک) در سه پهنه کشاورزی-اقلیمی مرکزی خشک، دشت ساحلی خزری و شمال غربی ایران انجام شده است که نتایج آن ضمن ایجاد آگاهی، می‌تواند مجموعه سیاستگذاری و برنامه‌ریزی اقتصادی کشور را برای حمایت شایسته از تحقیقات کشاورزی متقاعد و مجاب کند. برای انجام این تحقیق از الگوی مازاد اقتصادی پیش از اجرا استفاده شده است که خروجی‌های سودمند و موثر برای نتیجه‌گیری منافع تحقیقات تولید می‌کند. بر پایه یافته‌ها، تحقیقات به‌نژادی هر سه پهنه، به رغم نبود حتمیت و خطرپذیری فعالیت-های کشاورزی نرخ بازده ۱۷ تا ۷۰ درصد دارند. لذا کاربست فناوری (بذر و نهال اصلاح شده) منتج از آنها می‌تواند در افزایش تولید و عرضه محصولات راهبردی کشاورزی نقش اساسی ایفا کند. این شواهد بر ضرورت حمایت و تامین مالی تحقیقات کشاورزی به ویژه تحقیقات به‌نژادی تاکید دارد. افزون بر این، بر پایه یافته‌های تحقیق، رتبه یا اولویت تحقیقات به‌نژادی هر یک از پهنه‌ها در تخصیص بودجه یا هزینه تحقیق تعیین شد.

طبقه بندی JEL : G17, D61, Q18

واژه‌های کلیدی: تحقیقات به‌نژادی، ارزیابی پیش از اجرا، پهنه‌های اقلیمی- کشاورزی، شاخص کارایی

^۱ به ترتیب: استاد اقتصاد کشاورزی، دانشجوی دکتری و استادان دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی دانشگاه تهران

مقدمه

سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی با افزایش کمی و کیفی تولیدات و کاهش هزینه‌ها به تامین امنیت غذایی، کاهش فقر، حفظ منابع آب، خاک و پوشش گیاهی مساعدت می‌کند. بدون تحقیقات رشد اقتصادی پایدار وجود نخواهد داشت (ماسترز، ۱۹۹۷). با این حال و با وجود نقش تحقیقات کشاورزی در رشد و توسعه اقتصادی، در دهه‌های اخیر نظام‌های تحقیقات کشاورزی بخش عمومی (دولتی) به ویژه در کشورهای رو به توسعه وارد عصر کمیابی منابع شده و با چالش تامین مالی پروژه‌های پژوهشی بخش کشاورزی مواجه شده‌اند (نورتون و همکاران، ۲۰۰۰، بینتاما، ۲۰۱۲ و پاردی و همکاران، ۲۰۱۳). در چنین شرایطی مستند کردن سودمندی تحقیقات کشاورزی لازمه اطمینان از یک سطح مناسب حمایت عمومی است. بدون مستندسازی شفاف و متقاعدکننده سودمندی، تحقیقات حمایت مالی پایدار را کسب نخواهد کرد. بنابراین با کاهش منابع و بودجه تحقیقات کشاورزی، ارزیابی آثار و منافع آن اهمیت فزاینده‌ای دارد. با ارزیابی منافع تحقیقات کشاورزی، مدیران و محققان می‌توانند فعالیت‌هایشان را توجیه و برای دستیابی به بیشینه سودمندی (منافع) هدفمند سازند. ارزیابی تدوین و هدف‌گذاری برنامه‌های تحقیقاتی را بهبود می‌بخشد، گرایش به کاربری علم در نظام تصمیم‌گیری و تخصیص منابع را افزایش می‌دهد. ضمن اینکه با ایجاد آگاهی، می‌تواند حمایت سیاسی را متقاعد و تضمین کند (ماردیا و همکاران، ۲۰۰۰). سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی نهاد ملی تحقیقات کشاورزی ایران است که بیش از ۹۵ درصد اعتبارات تحقیقات کشاورزی در آن هزینه می‌شود (مهرابی، ۱۳۸۸). مانند دیگر کشورهای در حال توسعه این سازمان نیز به علت گستردگی وظایف پژوهشی و محدودیت اعتبارات با چالش‌های جدی روبه‌رو است (سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۱۳۹۰ و شریف زاده و عبدالله زاده، ۱۳۹۰). بر پایه شواهد آماری، میزان رشد سالانه اعتبارات این سازمان به قیمت‌های واقعی در دوره ۱۰ ساله ۸۱-۱۳۷۱ به‌طور میانگین ۱۸/۷ درصد بوده، اما در دوره ۱۰ ساله ۹۱-۱۳۸۲ نه تنها افزایشی نداشته، بلکه میانگین کاهش سالانه ۰/۰۴ درصدی را تجربه کرده است (قانون بودجه سال‌های مختلف). این مسئله موجب شده که در سال‌های اخیر شمار پروژه‌های تحقیقاتی این سازمان کاسته شود. برای مثال شمار پروژه‌های تحقیقاتی در دست اجرای موسسه تحقیقات اصلاح بذر و نهال به عنوان مهم‌ترین موسسه تحقیقاتی تابعه این سازمان از ۲۵۶۳ فقره در سال ۱۳۸۴ به ۱۹۲۷ فقره در

ارزیابی پیش از اجرای تحقیقات... ۵۹

سال ۱۳۹۲ رسیده که بیانگر کاهش حدود ۲۵ درصدی است. بنابراین مدیران این سازمان برای رویارویی با محدودیت منابع مالی و انجام تام و کمال تعهدات پژوهشی، باید سیاستگذاران و برنامه-ریزان اقتصادی کشور را برای تامین نیازهای اعتباری پروژه‌های تحقیقاتی مورد نیاز بخش کشاورزی متقاعد کنند. در چنین شرایطی ارزیابی سودمندی اقتصادی و اجتماعی پروژه‌های تحقیقاتی این سازمان، می‌تواند مدیران آن را در ارائه شواهد مستند از سودمندی تحقیقات کشاورزی به برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران اقتصادی کشور یاری کند.

با توجه به موارد یادشده، این نوشتار در پی ارزیابی سودمندی تحقیقات بهنژادی زیر بخش زراعت در شرایط نبود حتمیت در سه پهنه کشاورزی- اقلیمی مرکزی خشک، دشت ساحلی خزری و شمال غربی است. تحقیقات بهنژادی در فعالیتهای پژوهشی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی اهمیت داشته و همواره بیش از پنجاه درصد تحقیقات زیربخش زراعت را به خود اختصاص داده‌اند (کمالی و همکاران، ۱۳۹۱). یافته‌های این تحقیق می‌تواند شواهد مستند از سودمندی تحقیقات کشاورزی به برنامه‌ریزان و سیاستگذاران اقتصادی ارائه و آنها را نسبت به ضرورت حمایت و تامین منابع مالی آن مجاب کند.

روش تحقیق

در این نوشتار سودمندی بالقوه تحقیقات بهنژادی گندم آبی و دیم، جو آبی و دیم، دانه‌های روغنی، ذرت، سیب‌زمینی، حبوبات، برنج، چغندر قند و پنبه در سه پهنه اقلیمی-کشاورزی مرکزی خشک، دشت ساحلی خزری و شمال غربی با روش مازاد اقتصادی در افق زمانی ۱۵ ساله ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۷ که در آن سودمندی‌ها انتظار می‌رود رخ دهند، ارزیابی و محاسبه شدند. با توجه به تنوع و گستردگی پهنه‌ها، از هر پهنه یک استان به عنوان نماینده^۱ گزینش شد که به ترتیب استان‌های اصفهان، گلستان و آذربایجان شرقی‌اند. محصولات مورد بررسی نقش مهمی در اقتصاد کشاورزی این پهنه‌ها ایفا می‌کنند و در نقشه جامع علمی بخش کشاورزی به عنوان محصولات راهبردی تعیین شده‌اند (سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۱۳۹۰).

^۱ Representative

کارکرد روش مازاد اقتصادی پیش از اجرا، اندازه‌گیری سودمندی بالقوه تحقیقات است که از آن برای ارائه شواهد مستند، تخصیص منابع محدود، تدوین برنامه آتی تحقیقات و نیز اولویت‌بندی تحقیقات استفاده می‌شود. بنابراین تحلیل پیش از اجرا بخش جدایی‌ناپذیر برنامه‌ریزی تحقیقات کشاورزی است (وسلر و همکاران، ۲۰۰۷). بر پایه روش مازاد اقتصادی پیش از اجرا، کاربست فناوری منتج از تحقیقات کشاورزی به جابه‌جایی منحنی عرضه به سمت راست منجر شده و مازاد اقتصادی کل (ΔTS) را افزایش می‌دهد که بیانگر سودمندی‌های اجتماعی تحقیق است. در پی پذیرش فناوری جدید منتج از یک فعالیت تحقیقاتی در شرایط اقتصاد باز، اندازه تغییر مازاد اقتصادی کل (ΔTS) از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\Delta TS_t = K_t P_w Q_0 [1 + 0.5 K_t \varepsilon] \quad (1)$$

که در آن ΔTS_t تغییر در مازاد اقتصادی کل یا سودمندی اجتماعی برنامه تحقیقاتی و K_t پارامتر جا به جایی نسبی منحنی عرضه در سال t است که به صورت تغییر نسبی در قیمت یا هزینه واحد تولید اندازه‌گیری می‌شود. P_w و Q_0 به ترتیب قیمت جهانی و تولید محصول پیش از تحقیق و ε کشش قیمتی عرضه محصول است. در ارزیابی پیش از اجرای تحقیقات کشاورزی، P_w باید به قیمت‌های ثابت باشد، زیرا تغییرپذیری‌های مازاد اقتصادی یا سودمندی اجتماعی تحقیق نسبت به یک مبدا زمانی معین پیش از تحقیق محاسبه می‌شوند. دشواری ارزیابی مازاد اقتصادی پیش از اجرا، محاسبه پارامتر جابه‌جایی به عنوان مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده سودمندی تحقیقات است. این پارامتر اثر خالص رشد بهره‌وری (افزایش عملکرد و کاهش هزینه‌های تولید) منتج از تحقیق را نشان می‌دهد که با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود (آلستون و همکاران، ۱۹۹۵):

$$K_t = \left[\frac{YI}{\varepsilon} - \frac{E(C)}{1 + E(YI)} \right] Pr \times A_t \times (1 - \delta_t)^t \quad (2)$$

در رابطه بالا YI افزایش عملکرد محصول پس از پذیرش فناوری (رقم‌های جدید بذر و نهال) جدید، ε کشش عرضه محصول، $E(C)$ تغییر نسبی در هزینه تولید محصول بعد از پذیرش فناوری جدید، Pr احتمال تحقق افزایش عملکرد در مزارع کشاورزان پذیرنده فناوری جدید، A_t نرخ پذیرش و $(1 - \delta_j)$ عامل استهلاک تحقیق است. برای برآورد پارامتر جابه‌جایی، پیشاپیش مقادیر $E(C)$ ، E ، $E(Y)$ ، δ_j و t ، Pr ، باید به شیوه‌ای مناسب برآورد شوند.

ارزیابی پیش از اجرای تحقیقات... ۶۱

محصول تحقیقات بهنژادی یک فناوری جدید به شکل بذر(رقم) با عملکرد بیشتر است (فارسی و باقری، ۱۳۸۵). اما افزایش عملکرد ارقام (YI) منتج از تحقیقات بهنژادی که نقش تعیین کننده‌ای در سودمندی‌های تحقیقات بهنژادی دارد، به علت ماهیت مخاطره‌آمیز فعالیت‌های کشاورزی، نامطمئن و دارای توزیع احتمال است. بنابراین سودمندی تحقیقات کشاورزی باید با در نظر گرفتن نبود حتمیت و خطرپذیری این افزایش عملکرد ارزیابی شود. در این شرایط مقادیر احتمالی این متغیر باید به روش مناسب شبیه‌سازی^۱ (هماندسازی) شده و ارزیابی آثار با قرار دادن این مقادیر احتمالی به جای YI در رابطه (۲) انجام پذیرد.

از معمول‌ترین روش‌های شبیه‌سازی، روش مونت کارلو است که در همه علوم از فیزیک هسته‌ای تا ژنتیک و اقتصاد کاربرد دارد. برای این‌که به یک روش عنوان مونت کارلو اطلاق شود، کافی است که در آن از شیوه‌های تولید اعداد تصادفی استفاده شده باشد (کارسن و بنکس، ۱۳۹۱). در رهیافت مونت کارلو، معمول‌ترین روش برای تولید اعداد تصادفی، تبدیل معکوس است^۲. مفهوم تبدیل معکوس در واقع معکوس تابع توزیع تجمعی یک متغیر تصادفی است.

در روش تبدیل معکوس، در هر بار شبیه‌سازی مقادیر احتمالی متغیر X ، یک عدد تصادفی U ، بین صفر و یک از تابع توزیع یکنواخت $U(0,1)$ ، تولید و سپس این مقدار به معادله تابع توزیع تجمعی آن $F(X)$ ، اعمال می‌شود تا عدد تصادفی X متناظر با آن را با استفاده از رابطه زیر تولید و شبیه‌سازی کند.

$$X = F^{-1}(U) \quad (3)$$

برای شبیه‌سازی مقادیر احتمالی یک متغیر باید توزیع احتمال و پارامترهای مختلف آن مشخص شوند. بر پایه بررسی‌های آلستون و همکاران (۱۹۹۵) و ماتانگادورا و نورتون (۱۹۹۸) مناسب‌ترین توزیع احتمال برای متغیر افزایش عملکرد ارقام اصلاحی منتج از تحقیقات بهنژادی، توزیع احتمال مثلثی^۳ است. توزیع مثلثی برتری‌هایی در توصیف ماهیت تصادفی افزایش عملکرد دارد و به طور قابل ملاحظه‌ای انعطاف‌پذیر است. پارامترهای قابل تفسیر از راه برهانی (میزان کمینه، محتمل‌ترین،

¹ Simulation.

² Inverse Transformation.

³ Triangular Probability Distribution.

بیشینه و میانگین انتظاری) دارد. از این رو پذیرش و محبوبیت قابل توجه میان الگوسازان شبیه‌سازی و تحلیل‌گران خطر کسب کرده است (کارسن و بنکس، ۱۳۹۱).

روش مورد استفاده در این تحقیق برای شبیه‌سازی مقادیر احتمالی افزایش نسبی عملکرد (YI) رقم‌های منتج از تحقیقات به‌نژادی محصولات مورد بررسی، باز تولید ماهیت تصادفی این متغیر است که دارای تابع توزیع احتمال مثلثی و تابع توزیع تجمعی معین است. برای این منظور مقادیر احتمالی YI با تبدیل معکوس از تابع توزیع تجمعی آن تولید و شبیه‌سازی و سپس این مقادیر در رابطه (۲) به جای YI قرار داده می‌شوند تا مقادیر احتمالی پارامتر جابه‌جایی منحنی عرضه محصولات تولید و شبیه‌سازی و با اجراهای تکراری الگوی مازاد اقتصادی مقادیر احتمالی نرخ بازده داخلی، شاخص کارائی و ارزش کنونی خالص منافع یا سودمندی متناظر با YI شبیه‌سازی شوند. در این تحقیق پارامترهای توزیع احتمال مثلثی متغیر افزایش عملکرد ارقام اصلاحی که کمینه (YI_l)، بیشینه (YI_h) و محتمل‌ترین افزایش (YI_m) عملکرد هستند از نتایج تحقیقات به‌نژادی در دست اجرا و مصاحبه با محققین مجری آنها در مراکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان‌های مذکور تهیه شدند. مراحل مختلف شبیه‌سازی مقادیر احتمالی افزایش عملکرد رقم‌های اصلاحی (YI) با توزیع احتمال مثلثی از روش تبدیل معکوس به شرح رابطه‌های زیر خواهد بود:

$$F(YI) = \frac{(YI - YI_l)^2}{(YI_h - YI_l)(YI_m - YI_l)} \quad \text{if } YI_l < YI < YI_m \quad (4)$$

$$F(YI) = 1 - \frac{(YI_h - YI)^2}{(YI_h - YI_l)(YI_h - YI_m)} \quad \text{if } YI_m < YI < YI_h \quad (5)$$

در رابطه‌های بالا، F(YI) تابع توزیع احتمال تجمعی و YI_l، YI_h و YI_m به ترتیب مقادیر بیشینه، کمینه و مد متغیر افزایش عملکرد رقم‌های اصلاح شده منتج از تحقیقات به‌نژادی است. پیش از آن که مقادیر احتمالی متغیر افزایش عملکرد از تبدیل معکوس تابع توزیع تجمعی آن شبیه‌سازی شوند، ضروری است تا مقدار بحرانی U* به صورت زیر تعریف شود که دو معادله تبدیل معکوس را در مقادیر بیشتر و کمتر از YI_m جدا می‌کند.

$$U^* = \frac{(YI_m - YI_l)}{(YI_h - YI_l)} \quad (6)$$

ارزیابی پیش از اجرای تحقیقات... ۶۳

پس از تعیین مقدار بحرانی U^* با توجه به مقدار U در دامنه صفر تا یک و دارای توزیع یکنواخت، یکی از معادله‌های زیر باید برای تبدیل معکوس تابع توزیع تجمعی و شبیه‌سازی مقادیر احتمالی YI استفاده شود.

$$YI = YI_l + \sqrt{U(YI_h - YI_l)(YI_m - YI_l)} \quad \text{if } U \leq U^* \quad (8)$$

$$YI = YI_l + \sqrt{1-U(YI_h - YI_l)(YI_h - YI_m)} \quad \text{if } U^* < U \leq 1 \quad (9)$$

با این روش می‌توان مقادیر احتمالی متغیر افزایش عملکرد (YI) را تولید و شبیه‌سازی کرد. در کاربست رابطه (۲) داده‌های نرخ پذیرش (A_1)، احتمال موفقیت تحقیق (Pr)، کشش قیمتی عرضه (ε) و استهلاک تحقیق ($1-\delta_j$) نیز مورد نیازند. اندازه جابه‌جایی منحنی عرضه به نرخ پذیرش فناوری جدید در میان کشاورزان نیز بستگی دارد. از آن‌جا که تحلیل از نوع پیش از اجرا است، می‌توان از نرخ پذیرش رقم‌های اصلاح شده در سال‌های گذشته استفاده کرد و آن را به نرخ پذیرش رقم‌های امیدبخش و در آستانه آزادسازی و معرفی تعمیم داد. عملکرد رقم‌های اصلاح شده جدید به دلایل مختلف از جمله شکسته شدن مقاومت آنها در برابر تنش‌های زنده و محیطی در طول زمان به‌طور کامل پایدار نیست. بنابراین با اعمال عامل استهلاک، ($1-\delta_j$) در رابطه (۲)، سودمندی تحقیقات در سال‌های مختلف تعدیل و کاسته می‌شود. بر پایه تجربیات محققان و مروجان کشاورزی، کاهش سالانه یک درصد ($\delta_j = 0.1$) برای عملکرد این رقم‌ها در پنج سال پایانی دوره پذیرش آنها در نظر گرفته شد. در این تحقیق از کشش‌های عرضه برآورد شده در تحقیقات داخلی اعم از استانی و ملی استفاده گردید. پس از تعیین مشخصه‌های مذکور و قرار دادن متوالی مقادیر شبیه‌سازی شده YI در رابطه (۲) پارامتر جابه‌جایی منحنی عرضه متناظر نیز تولید و شبیه‌سازی شد.

برای محاسبه تغییر مازاد اقتصادی کل یک فعالیت تحقیقاتی، افزون بر محاسبه پارامتر جابه‌جایی، هزینه‌های سالانه تحقیق، قیمت و مقادیر تولید محصول پیش از تحقیق و نرخ تنزیل (کمینه نرخ بازگشت سرمایه قابل قبول) باید تهیه شوند. در این تحقیق نرخ تنزیل یا کمینه نرخ بازگشت سرمایه قابل قبول، نرخ سود تسهیلات بلند مدت کشاورزی و ۱۷ درصد سال ۱۳۹۳ در نظر گرفته شد. هر چند که برای سرمایه‌گذاری در تحقیقات بخش عمومی نرخ‌های کمتری نیز قابل قبول هستند، به

ویژه هنگامی که از قیمت‌های ثابت نیز استفاده می‌شود. اما برای اطمینان بیشتر برنامه‌ریزان و سیاستگذاران اقتصادی کشور از سودمندی تحقیقات به‌نژادی مورد بررسی، نرخ تنزیل یا کمینه نرخ بازگشت سرمایه قابل قبول ۱۷ درصد مد نظر قرار گرفت. از آن‌جا که الگوی مازاد اقتصادی در شرایط اقتصاد باز مدنظر است، میانگین قیمت جهانی و میزان تولید محصولات در چهار سال پیش از تحقیق مورد استفاده قرار گرفتند تا اثرات نوسان قیمت و تولید حذف شوند.

تهیه داده‌های هزینه‌های تحقیق، (C_t) ، از دشوارترین وظایف ارزیابی آثار تحقیقات است. در این نوشتار هزینه سالانه هر تحقیق به‌نژادی شامل سهم آن از اعتبارات هزینه‌ای، تملک سرمایه‌ای، درآمدهای اختصاصی مراکز و نیز اعتبارات پژوهشی تخصیصی موسسه‌های تحقیقاتی ملی مرتبط و هزینه‌های ترویج است. پس از تهیه این داده‌ها با استفاده از رابطه (۱) مقادیر احتمالی مازاد اقتصادی کل (ΔTS_t) متناظر با مقادیر احتمالی YI تولید و شبیه‌سازی شد.

پس از محاسبه هزینه‌های سالانه (C_t) و شبیه‌سازی مقادیر احتمالی تغییر مازاد اقتصادی کل هر یک از تحقیقات به‌نژادی در افق زمانی ۱۲ تا ۱۵ سال آتی، می‌توان سودمندی احتمالی آن‌ها را اندازه‌گیری کرد. یک معیار مناسب برای تعیین این که آیا سرمایه‌گذاری در یک تحقیق قابل قبول است، نرخ بازده داخلی و شاخص کارایی^۱ آن تحقیق است. نرخ بازده داخلی نرخ سودی است که در آن ارزش کنونی خالص سودمندی تحقیق برابر صفر می‌شود. شاخص کارایی تحقیق بیانگر منافع خالص هر واحد هزینه صرف شده برای آن است. از رابطه (۱۰) می‌توان نرخ بازده داخلی را در هر یک از مقادیر احتمالی ΔTS_t محاسبه کرد:

$$\sum_{i=1}^t \frac{(\Delta TS_t - C_t)}{(1-r)^t} = 0 \quad (10)$$

در رابطه بالا ΔTS_t تغییر مازاد اقتصادی یا منافع کل و C_t هزینه سالانه تحقیق و r نرخ بازده داخلی یا منافع بالقوه تحقیق است. برای آن که سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی از نظر اقتصادی قابل قبول باشد، این نرخ باید از کمینه نرخ بازگشت سرمایه قابل قبول (هزینه فرصت سرمایه) بیشتر باشد. مقادیر احتمالی شاخص کارایی هر یک از تحقیقات نیز با استفاده از رابطه (۱۱) محاسبه می‌شود:

^۱ Efficiency Index

$$EI = \frac{NPV}{\sum_{t=1}^t \frac{C_t}{(1+r)^t}} \quad (11)$$

که در آن NPV ارزش کنونی خالص منافع، C_t هزینه سالانه و EI شاخص کارایی تحقیق است.

نتایج و بحث

در این تحقیق ۱۰۰ میزان احتمالی افزایش عملکرد ارقام اصلاح شده منتج از تحقیقات بهنژادی مورد بررسی هر یک از پهنه‌ها با نرم‌افزار الحاقی @RISK در محیط صفحه گسترده Excel به روش مونت کارلو شبیه‌سازی و سپس مقادیر متناظر نرخ بازده داخلی، ارزش کنونی خالص منافع و شاخص کارایی آن‌ها در ۱۰۰ وضعیت خطرپذیری (ریسکی) محاسبه شد. در جدول‌های (۱) تا (۳) مقادیر کمینه، بیشینه و میانگین انتظاری نرخ بازده داخلی و شاخص کارایی این تحقیقات بیان شده‌اند. بر پایه این یافته‌ها ملاحظه می‌شود که بنا به ماهیت تصادفی تحقیقات کشاورزی، نرخ بازده داخلی و شاخص کارایی این تحقیقات از حتمیت برخوردار نیستند. یقیناً این نبود حتمیت در شرایط کشاورزان که عوامل متعددی مانند تغییرات آب و هوایی (بی‌ثباتی تولید)، تفاوت سطح مدیریت، ناکافی بودن فعالیت‌های ترویجی، تدارک ناکافی نهاده‌ها، نبود تسهیلات زیرساختی و بازاریابی بر فعالیت‌های آن‌ها تاثیرگذار است، بیشتر خواهد بود. بنابراین استنباط قطعیت سودمندی تحقیقات کشاورزی منطقی نیست. این یافته‌ها به خوبی ماهیت تصادفی و احتمالی سودمندی یا بازده تحقیقات کشاورزی را نشان می‌دهند. برای مثال بر پایه داده‌های جدول (۱)، در استان گلستان، انتظار بر آن است که نرخ بازده داخلی تحقیقات بهنژادی سیب‌زمینی از ۱۴/۳ درصد تا ۵۱/۲ درصد و شاخص کارایی آن از ۰/۵۹- تا ۸/۶ ریال متغیر باشد. این ماهیت تصادفی سودمندی در تحقیقات بهنژادی دیگر محصولات نیز مشاهده می‌شود. این موضوع بر توجه هر چه بیشتر بر پدیده مخاطره نهفته در فعالیت‌های کشاورزی و ضرورت ارائه راهکارهای کاهش آن دلالت می‌کند.

بر پایه داده‌های جدول (۱) در پهنه دشت ساحلی خزری (استان گلستان)، بیشترین و کمترین میانگین انتظاری نرخ بازده داخلی و شاخص کارایی به ترتیب از آن تحقیقات بهنژادی گندم آبی و

نخود دیم است. میانگین انتظاری نرخ بازده داخلی و شاخص کارایی تحقیقات بهنژادی گندم آبی ۷۰/۴ درصد و ۱۸/۹ ریال است، حال آن که این مقادیر برای تحقیقات بهنژادی نخود دیم ۵/۷ درصد و ۱/۱- ریال است. این نتایج بیانگر سودمندی چشمگیر تحقیقات بهنژادی گندم آبی و نبود توجیه اقتصادی تحقیقات بهنژادی نخود دیم در این پهنه است. شاخص کارایی تحقیقات بهنژادی گندم آبی در این پهنه نشان می‌دهد هر یک ریال سرمایه‌گذاری در تحقیق و ترویج این محصول راهبردی ۱۸/۹ ریال سودمندی اقتصادی ایجاد خواهد کرد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با وجود مخاطره‌آمیز بودن فعالیت‌های کشاورزی، کاربست ارقام اصلاح شده منتج از تحقیقات بهنژادی این محصول، موجب افزایش تولید و عرضه آن شده و سودمندی قابل توجهی را عاید تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان خواهد کرد. در این پهنه به غیر از تحقیقات بهنژادی نخود دیم، گندم دوروم و ذرت تحقیقات بهنژادی دیگر محصولات دارای سودمندی اقتصادی و اجتماعی قابل قبول و بیشتر از ۱۷ درصد هستند. بنابراین تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان از کاربست بذرهای جدید و اصلاح شده منتج از این تحقیقات بهره‌مند می‌شوند. هر چند در ارزیابی تحقیقات کشاورزی، میزان بازگشت سرمایه قابل کمتر از ۱۷ درصد نیز در نظر گرفته شود، زیرا برای سرمایه‌گذاری در تحقیقات و یا پروژه‌های بخش عمومی (دولتی) نرخ‌های کمتری نیز قابل قبول هستند، به ویژه هنگامی که از قیمت‌های ثابت نیز استفاده می‌شود. اما برای اطمینان بیشتر برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران اقتصادی کشور از منافع تحقیقات بهنژادی، حداقل نرخ بازگشت سرمایه قابل قبول، ۱۷ درصد در نظر گرفته شد.

در رابطه با سودمندی اندک تحقیقات به‌نژادی ذرت‌دانه‌ای، نخود دیم و گندم دوروم لازم به توضیح است که اگرچه ممکن است که بازده یا درآمد تولید در هکتار آنها زیاد باشد، اما سودمندی تحقیقات متفاوت از سودمندی تولید در هکتار است. سودمندی تحقیقات کشاورزی به میزان جابه‌جایی منحنی عرضه محصول منتج از آن تحقیق بستگی دارد. میزان جابه‌جایی منحنی عرضه نیز متأثر از عوامل گوناگون مانند نرخ پذیرش، قیمت محصول، میزان تولید یا سطح کشت محصول پیش از تحقیق بستگی دارد. بنابراین با وجود نتایج قابل قبول در سطح ایستگاه‌های تحقیقاتی، تا زمانی که فناوری منتج از یک تحقیق کشاورزی توسط تعداد زیادی از کشاورزان به کار گرفته نشود، آن تحقیق فاقد

ادامه جدول (۱) نرخ بازده داخلی و شاخص کارایی تحقیقات به‌نژادی در پهنه دشت ساحلی خزری (استان گلستان)

۱۴/۶	۲۴/۷	۰	گندم	۴۸	۵۱	۴۲	سویا
-۰/۲۵	۰/۶۲	-۱/۴۵	دوروم	۱۶/۸	۲۶/۹	۹/۳۶	
۵/۷	۱۰	۰	نخود دیم	۴۰/۶۱	۴۶/۸	۳۵/۶	کلزا
-۱/۱	-۰/۴۴	-۱/۱۱		۵/۳۸	۹/۲	۰/۷۲	
				۳۹/۶	۵۱/۲	۱۴/۳	سیب
				۳/۹۴	۸/۶	-۰/۵۹	زمینی

* اعداد واقع در ردیف اول و دوم برای هر محصول به ترتیب نرخ بازده داخلی و شاخص کارایی تحقیق‌اند.

منبع: یافته‌های پژوهش

یافته‌های بیان شده در جدول (۲) نتایج ارزیابی تحقیقات به‌نژادی استان آذربایجان شرقی را نشان می‌دهند که بیانگر ماهیت احتمالی سودمندی تحقیقات به‌نژادی محصولات زراعی در استان هستند. بر این اساس بیشترین و کمترین دامنه تغییرات نرخ بازده داخلی به ترتیب از آن تحقیقات به‌نژادی گندم دیم و آفتابگردان است. با این حال سودمندی انتظاری تحقیقات به‌نژادی همه محصولات مورد بررسی این پهنه بیشتر از کمینه نرخ بازگشت سرمایه قابل قبول یعنی ۱۷ درصد بوده و متضمن سودمندی اقتصادی و اجتماعی است. هر چند در ارزیابی سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی بخش عمومی (دولتی)، نرخ‌های بازگشت سرمایه کمتری نیز پذیرفتنی هستند. اما در این تحقیق برای اطمینان بیشتر برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران اقتصادی کشور از سودمندی تحقیقات به‌نژادی، نرخ تنزیل یا حداقل نرخ بازگشت سرمایه قابل قبول ۱۷ درصد مد نظر قرار گرفت. در این پهنه بیشینه و کمینه میانگین انتظاری نرخ بازده داخلی به ترتیب مربوط به تحقیقات به‌نژادی گندم دیم و کلزای آبی است که به ترتیب ۴۹/۵ و ۱۷ درصد است. میانگین انتظاری شاخص کارایی این تحقیقات به ترتیب ۷/۱ و ۰/۱ ریال است. بنابراین هر یک ریال سرمایه‌گذاری در تحقیقات به‌نژادی گندم دیم ۷/۱ ریال و کلزا آبی ۰/۱ ریال سودمندی اقتصادی ایجاد خواهد کرد.

بنابراین با توجه به نرخ‌های بازده داخلی محاسبه شده در این استان می‌توان دریافت که تحقیقات به‌نژادی گندم دیم، گندم آبی، سیب زمینی، نخود دیم، جو آبی، لوبیای آبی، جو دیم، آفتابگردان، پنبه، گلرنگ و کلزای آبی به ترتیب در رتبه یا اولویت‌های اول تا یازدهم تخصیص بودجه یا هزینه تحقیقات قرار دارند. افزون بر این، نتایج می‌تواند در تدوین سیاست‌های حمایتی محصولات کشاورزی

ارزیابی پیش از اجرای تحقیقات...۶۹

کاربری داشته باشد. بنابراین می‌توان محصولاتی که تحقیقات آنها سودمندی و بازده کمتری دارند، از حمایت‌های بیشتری بهره‌مند شوند.

جدول (۲) میزان بازده داخلی و شاخص کارائی تحقیقات کشاورزی در پهنه شمال غربی (استان آذربایجان شرقی)

تحقیقات بهنژادی	حداقل	حداکثر	میانگین انتظاری	تحقیقات بهنژادی	حداقل	حداکثر	میانگین انتظاری
گندم	۸/۳	۵۹/۵	۴۹/۵	جو دیم	۲۵/۷	۴۰/۸	۳۴/۲
دیم*	-۲/۹	۱۲	۷/۱	جو دیم	-۰/۳	۲/۹	۱/۶
گندم آبی	۳۱/۵	۵۴	۴۴/۵	آفتابگردان	۳۲/۲	۳۵/۴	۲۹/۴
سیب	۸/۴	۵۰/۳	۴۴/۳	پنبه	۰/۹	۵/۲	۲/۶
زمینی	-۰/۴	۴/۹	۲/۴	پنبه	۱۹/۱	۲۹/۵	۲۶
نخود دیم	۲۱/۸	۴۴/۵	۳۹/۸	گلرنگ	۲/۳	۲۲/۳	۱۸
جو آبی	۰/۶	۱۵	۹/۵	گلرنگ	-۰/۸	-۰/۸۲	۰/۲
جو آبی	۳۴	۴۹/۳	۳۹/۳	کلزا آبی	۱۱	۲۲	۱۷
لوبیا آبی	۱/۵	۵	۲/۴	کلزا آبی	-۰/۴	۰/۶	۰/۱
	۲۴	۴۱	۳۶				
	۱	۹/۴	۵/۸				

* اعداد واقع در ردیف اول و دوم برای هر محصول به ترتیب نرخ بازده داخلی و شاخص کارائی تحقیق‌اند.

منبع : یافته‌های پژوهش

یافته‌های مندرج در جدول (۳) نیز نشان می‌دهند که کاربست رقم‌های اصلاح شده منتج از تحقیقات بهنژادی پهنه خشک مرکزی (استان اصفهان) با وجود نبود حتمیت و مخاطره‌آمیز بودن فعالیت‌های کشاورزی متضمن سودمندی یا منافع قابل قبول و دارای توجیه اقتصادی خواهد بود. در این استان تحقیقات بهنژادی سیب‌زمینی و گلرنگ با ۶۴/۶ و ۱۷/۴ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین میانگین انتظاری نرخ بازده داخلی را دارند. نرخ بازدهی دیگر تحقیقات بهنژادی در دامنه مقادیر یادشده قرار دارند. بنابراین نرخ بازدهی همه تحقیقات بهنژادی مورد بررسی در این استان بیشتر از ۱۷ درصد است. اما با توجه به این که این تحقیقات توسط دولت یا بخش عمومی انجام می‌پذیرد، نرخ‌های بازدهی کمتر از ۱۷ درصد هم قابل قبول خواهد بود.

همان طور که در بخش‌های پیشین بیان شد از یافته‌های ارزیابی برای تعیین اولویت یا رتبه تحقیقات به‌نژادی از نظر تخصیص بودجه یا هزینه تحقیق می‌توان استفاده کرد. بنابراین با توجه به نرخ‌های بازده داخلی محاسبه شده می‌تواند دریافت که در این استان تحقیقات به‌نژادی سیب زمینی، گندم آبی، جو آبی، برنج، چغندر قند، ذرت، گندم دوروم، پنبه، آفتابگردان، کلزای آبی و گلرنگ به ترتیب در رتبه یا اولویت‌های اول تا یازدهم تخصیص بودجه یا هزینه تحقیق قرار دارند. افزون بر این، نتایج می‌تواند در تدوین سیاست‌های حمایتی محصولات کشاورزی کاربری داشته باشد. بنابراین راهکارهای حمایتی به گونه‌ای طرح‌ریزی و تدوین شوند که محصولاتی که تحقیقات به‌نژادی آنها منافع و سودمندی کمتری دارند، از حمایت‌های بیشتری بهره‌مند شوند.

جدول (۳) نرخ بازده داخلی و شاخص کارایی تحقیقات به‌نژادی در پهنه مرکزی خشک (استان اصفهان)

تحقیقات به‌نژادی	حداقل	حداکثر	میانگین انتظاری	تحقیقات به‌نژادی	حداقل	حداکثر	میانگین انتظاری
سیب زمینی*	۲/۹	۷۹/۵	۶۴/۶	گندم	۱۸/۲	۳۰/۲	۲۶/۵
گندم آبی	۵۸/۶	۶۹/۷	۶۳/۲	دوروم	-۰/۱	۱/۳	۰/۸
جو آبی	۵۲/۵	۶۴	۵۹	پنبه	۱۹/۱	۲۹/۵	۲۰/۱
برنج	۶/۴	۱۲/۸	۹/۷	آفتابگردان	۰/۲	۲/۳	۱/۳۸
چغندر قند	۴۲/۸	۴۹	۴۶/۱	کلزای آبی	۱۱/۵	۲۴/۶	۱۷/۹
ذرت	۲۳/۷	۳۳/۸	۲۵/۶	گلرنگ	-۰/۴	۱/۲	۰/۱۳
	۲۰/۴	۲۷/۶	۲۳/۹		-۰/۲	۰/۲۵	۰/۰۴۶
	۰/۴	۲	۱/۰۸				

* اعداد واقع در ردیف اول و دوم برای هر محصول به ترتیب نرخ بازده داخلی و شاخص کارایی تحقیق‌اند.

منبع: یافته‌های پژوهش

مجموع یافته‌های این تحقیق بر سودمندی تحقیقات به‌نژادی در سه پهنه مورد بررسی و ضرورت تامین مالی آن دلالت دارد. این نتایج تأکیدی دیگر بر سودمندی و بازدهی مثبت و قابل قبول سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی است. از آنجا که محصولات مورد بررسی از محصولات راهبردی بخش کشاورزی به‌شمار می‌آیند، تامین نیازهای اعتباری آنها موجب رشد بهره‌وری عوامل و افزایش

ارزیابی پیش از اجرای تحقیقات... ۷۱

تولید و عرضه داخلی خواهد شد. بنابراین توجه ویژه به تحقیقات کشاورزی به ویژه تحقیقات بهنجاری موجب دگرگونی و توسعه بخش کشاورزی و به تبع اقتصاد ملی کشور خواهد شد. یافته‌های این تحقیق با نتایج فراتحلیل تحقیقات کشاورزی که توسط آلستون و همکاران در سال ۲۰۰۲ انجام شده و ارزیابی پیش از اجرای سودمندی بالقوه تحقیقات کنترل بیماری دام در اندونزی (پاتریک و ور، ۱۹۹۳)، تحقیقات لوبیا در برزیل (پاچیکو و همکاران، ۱۹۸۷)، تغییر پذیری زیست فناوریانه محصولات زراعی چندساله (گوتچ و هرمان، ۲۰۰۰)، تحقیقات بهنجاری در فیلیپین (یوروبه، ۲۰۰۶)، تحقیقات بهنجاری انبه (بایر و همکاران، ۲۰۰۸)، تحقیقات بهنجاری قهوه (بنین و لیانگ زو، ۲۰۰۷) و تحقیقات بهنجاری انبه در تایلند (ناپاسینتوونگ و تراسر، ۲۰۰۹) همخوانی دارد که در آن‌ها به منافع تحقیقات کشاورزی و نیز تحقیقات بهنجاری تاکید شده است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این نوشتار سودمندی اقتصادی بالقوه تحقیقات بهنجاری مراکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان‌های گلستان، اصفهان و آذربایجان شرقی با روش مازاد اقتصادی پیش از اجرا ارزیابی شدند. یافته‌ها نشان داد که با وجود نبود حتمیت و مخاطره‌آمیز بودن فعالیت‌های کشاورزی، تحقیقات بهنجاری مورد بررسی متضمن رشد بهره‌وری عامل‌های تولید و افزایش عرضه محصولات کشاورزی‌اند و از این رو افزایش منافع کشاورزان و مصرف‌کنندگان را به دنبال خواهند داشت. میانگین نرخ بازده داخلی تحقیقات بهنجاری در استان گلستان از ۱۷ تا ۷۰/۴، در استان آذربایجان شرقی از ۱۷ تا ۴۹/۵ و در استان اصفهان از ۱۷/۴ تا ۶۴/۶ درصد متغیر است. این یافته‌ها به عنوان شواهدی مستند از بازده اقتصادی سرمایه‌گذاری در تحقیقات بهنجاری بر اهمیت و ضرورت تامین مالی آنها تاکید دارد و اختصاص اعتبارات و سرمایه‌گذاری بیشتر در تحقیقات اصلاح و معرفی رقم‌های جدید و پر محصول را توجیه‌پذیر می‌کند. ضمن این که سیاستگذاران و برنامه‌ریزان اقتصادی را به ضرورت تامین مالی پایدار تحقیقات کشاورزی متقاعد و مجاب می‌کند. بنابراین بر پایه یافته‌های این تحقیق پیشنهاد می‌شود نسبت به تجهیز منابع استانی و ملی تحقیقات کشاورزی به ویژه تحقیقات بهنجاری در پهنه‌های مورد بررسی توجهی ویژه مبذول شود. مسلم است که سیاست‌های حمایتی برای معرفی و توسعه رقم‌های دارای عملکرد بیشتر، ضمن افزایش رفاه کل جامعه، میزان قابل توجهی صرفه‌جویی ارزی نیز ایجاد خواهد کرد.

از نتایج و یافته‌های این تحقیق می‌توان برای تعیین اولویت یا رتبه گزینه‌های تحقیقاتی از نظر تخصیص یا دریافت بودجه یا هزینه تحقیق نیز استفاده کرد. بر این پایه تحقیقات به‌نژادی هر یک از استان‌ها از نظر اولویت تخصیص یا دریافت بودجه‌های پژوهشی رتبه‌بندی شدند. بنابراین پیشنهاد می‌شود تخصیص بودجه به تحقیقات به‌نژادی مورد بررسی بر مبنای این رتبه‌بندی صورت پذیرد. افزون بر این، نتایج می‌تواند در تدوین سیاست‌های حمایتی محصولات کشاورزی کاربری داشته باشد. بنابراین پیشنهاد می‌شود محصولاتی که تحقیقات به‌نژادی آنها سودمندی و بازده کمتری دارند، از حمایت‌های بیشتری بهره‌مند شوند. در این زمینه زراعت ذرت، نخود دیم و گندم دوروم در استان گلستان، گلرنگ و کلزا در آذربایجان شرقی و آفتابگردان، گلرنگ و کلزا در استان اصفهان با راهکارهای حمایتی دیگری مانند قیمت‌گذاری، پرداخت یارانه قیمت و یا تعرفه نهاده‌های اصلی تولید مانند آب، کودهای شیمیایی و به ویژه بذر مورد توجه و حمایت بیشتری قرار گیرند.

باتوجه به سودمندی تحقیقات به‌نژادی برای جامعه، بخشی از منابع که می‌بایست برای حفظ و افزایش ظرفیت تولید اختصاص یابد، به منظور پیشرفت فناوری در تحقیقات کشاورزی هزینه شود تا از محدودیت و چالش‌های اعتباری نظام ملی تحقیقات کشاورزی کاسته شود. در این میان توجه ویژه به سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و فراهم‌سازی بسترهای مناسب در راستای انجام تام و کمال فعالیت‌های پژوهشی آن ضرورتی پرهیز ناپذیر در فرایند توسعه بخش کشاورزی ملی است. با توجه به نبود حتمیت بازده تحقیقات کشاورزی، راهکارهای مدون و علمی برای مدیریت و کاهش این نبود حتمیت در سطح بهره‌برداری‌های کشاورزی اندیشیده شود تا دستیابی به بیشینه سودمندی ممکن شود. در این راستا ارائه و تعمیق خدمات آموزشی و ترویجی و ایجاد زمینه‌های ترویج و پذیرش فناوری‌های منتج از تحقیقات، تدارک کافی و به هنگام نهاده‌ها، ارائه تسهیلات زیرساختی و اصلاح نظام بازاریابی محصولات کشاورزی می‌تواند در بیشینه‌سازی بازده سرمایه‌گذاری در تحقیق و ترویج کشاورزی تعیین کننده باشد.

منابع

- سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، دفتر بررسی و هماهنگی طرح‌های تحقیقاتی (۱۳۹۰)، نقشه جامع علمی بخش کشاورزی، محصولات راهبردی مصوب شورای راهبردی کشاورزی.
- شریف‌زاده، ا و عبدالله زاده، غ (۱۳۹۰)، شناسائی جایگاه کنونی و مطلوب دست اندرکاران مختلف در نظام تحقیقات کشاورزی کشور، فصلنامه علمی پژوهشی سیاست علم و فناوری، جلد (۱)، فارسی، م و باقری، ع (۱۳۸۵)، اصول اصلاح نباتات، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد. چاپ اول.
- کمالی، م، نجفی، ت (۱۳۹۱)، گندم: راهبردهای تحقیقاتی و مدیریتی در ایران. نشر آموزش کشاورزی، چاپ اول.
- بنکس، ج و کارسن، ج (۱۳۹۱)، شبیه‌سازی سیستم‌های گسسته-پیشامد، محلوجی، م، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف. تهران، چاپ دوم.
- معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، قانون بودجه، ماده واحده و جداول کلان منابع و مصارف، سال‌های مختلف. تهران.
- مهرابی، م و نیک‌سیر، ف (۱۳۸۸)، راهنمای موسسات تحقیق و توسعه در ایران، انتشارات مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور. تهران.
- Alston, J.M., Norton, G. and Pardey, P.G. (1998) Science under scarcity: Principles and practice for agricultural research evaluation and priority setting (2nd Edition). Wallingford, UK: CAB International.
- Bayer, J., Norton, G. and Falck, J. (2008) The cost of biotechnology regulation in the Philippines. Paper presented at the American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Orlando, Florida.
- Benin, S and You, L. (2007) Benefit-Cost Analysis of Uganda's Clonal Coffee Replanting Program: An Ex-Ante Analysis, IFPRI Discussion Paper 00744.
- Gierend, J. (1999) Integration of Risk and Multiple Objectives in Priority Setting for Agricultural Research: The Case of the National Dairy Research Program in Kenya, PhD Dissertation, University of Berlin.
- Gotsch, N. and Herrmann, R. (2000) Assessing the expected welfare effects of biotechnological change on perennial crops under varying economic environments: a dynamic model for cocoa in Malaysia, *Agricultural Systems*. 63: 211-228.
- Horstkotte-Wesseler, G., Maredia, M., Byrlee, D and Alex. A. (2007) Ex Ante Economic Analysis in AKIS Projects: Methods and Guidelines for Good Practice,

- WorldBank, Rural Development Family, Agricultural Knowledge & Information Systems (AKIS).
- Masters, W. A., Coulibaly, B., Sanogo, D., Sidibé, M. & Williams, A. (1996) The Economic Impact of Agricultural Research: A Practical Guide. Department of Agricultural Economics, Purdue University.
- Mardia, M., Byerlee, D. and Anderson, J. (2001) Ex Post Evaluation of the Economic Impacts of Agricultural Research Programs: Paper Presented to the Workshop on "the Future of Impact Assessment in CGIAR, Rome May- 3-5.
- Mutangadura, G. (1997) Meeting Development Objectives with Agricultural Research: Priority Setting in Zimbabwe, PhD Dissertation, Virginia Polytechnic Institute.
- Napasintuwong, O. and Traxler, G. (2009) Ex- ante impact assessment of GM papaya adoption in Thailand. *AgBioForum*, 12(2):, 209-217.
- Nienke Beintema, N., Gert-Jan Stads, G., Fuglie, K. and Heisey, P. (2012) ASTI Global Assessment of Agriculture R&D Spending: Developing Countries Accelerate Investment. International Food Policy Research Institute. Washington DC.
- Pachico, D., Lynam, J., Peter, K., and Jones, G. (1987) The distribution of benefits from technical change among classes of consumers and producers: An ex ante analysis of beans in Brazil. *Research Policy*. 16: 279-285.
- Pardey, P.G., Alston, J.M. and Chan-Kang, C. (2013) Public agricultural R&D over the past half century: an emerging new world order. *Agricultural Economics*. 44 :103–113
- Patrick, I. and D.T. Vere, D.T. (1994) Ex ante assessment of the returns to livestock disease control in Indonesia, *Agricultural Economics*, 11: 83-91.
- Yorobe, J.M. (2006) Ex ante economic impact assessment of the ring spot virus resistant papaya in the Philippines, In Projected Impacts of Biotechnology Products in Indonesia and the Philippines (ISAAA and ABSP-II Impact Study) Manila. The Philippines: ISAAA.