

«مدیریت بهره وری»

سال نهم - شماره 33 - تابستان 1394

ص ص 76 - 47

تاریخ دریافت مقاله: 93/08/03

تاریخ پذیرش نهایی مقاله: 94/04/30

بررسی اثر سرریز تحقیقات بر بهره‌وری (مطالعه موردی بخش کشاورزی ایران)

دکتر سید صفدر حسینی¹

دکتر حبیب شهبازی^{2*}

اکرم عباسی‌فر³

چکیده

تحقیقات به عنوان راهبردی مناسب برای افزایش تولید و عرضه محصولات کشاورزی و رفع فقر و کمبود مواد غذایی می‌باشد. تحقیقات به اشکال گوناگونی بر تولید و بهره‌وری بخش کشاورزی اثرگذار می‌باشد. سرریز تحقیقات از سایر بخش‌ها و کشورها، بخش مهمی از ارتقای بهره‌وری بخش کشاورزی را در برمی‌گیرد. در این پژوهش با استفاده از روش حداقل مربعات و الگوی وقفه‌گیری آلمون، به بررسی و ارزیابی اثر تحقیقات و سرریزهای آن برای سال‌های 1339 تا 1391 پرداخته شد. نتایج نشان می‌دهد که کشش تحقیقات بخش کشاورزی 0/311، تحقیقات سایر بخش‌های اقتصادی 0/109، تحقیقات ناشی از کالاهای وارداتی سرمایه‌ای، 0/057 و تحقیقات ناشی از کالاهای وارداتی واسطه‌ای 0/0462 می‌باشد. ضریب جابجایی عرضه ناشی تحقیقات بخش کشاورزی 0/193، تحقیقات سایر بخش‌های اقتصادی 0/068، تحقیقات ناشی از کالاهای وارداتی سرمایه‌ای، 0/035 و تحقیقات ناشی از کالاهای وارداتی واسطه‌ای 0/029 برآورد شده است. بنابراین تحقیقات بخش کشاورزی، بیشتر از تحقیقات سایر بخش‌ها (سرریزها) بر بهره‌وری بخش کشاورزی اثرگذار می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تحقیقات کشاورزی، بهره‌وری بخش کشاورزی، سرریز و ایران.

¹ - استاد، گروه اقتصاد کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، البرز hosseini_safdar@yahoo.com

² - استادیار، گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه سید جمال‌الدین اسدآبادی، اسدآباد، همدان (نویسنده مسؤل)

habib_susa@yahoo.com

³ - کارشناس ارشد اقتصاد کشاورزی، کارشناس دفتر بررسی‌های اقتصادی سازمان حمایت مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان

zahir_1379@yahoo.com

مقدمه

یکی از سیاست‌های دولت‌ها در بخش کشاورزی، تحقیقات می‌باشد (الیس¹، 1992، 25). تحقیقات به عنوان راهبردی مناسب برای افزایش تولید و عرضه محصولات کشاورزی است. با توجه به اینکه افزایش تولید و عرضه محصولات کشاورزی می‌تواند نقش مهمی در رفع فقر و کمبود مواد غذایی داشته باشد، سیاست تحقیقات کشاورزی می‌تواند به این امر کمک نماید. هاگبلید² (2007، 2) سه دلیل اصلی برای سرمایه‌گذاری در تحقیقات بخش کشاورزی را نقش این بخش در «رشد اقتصادی»، «کاهش فقر» و «پایداری رشد اقتصادی» می‌داند. نگاهی به تعداد و درصد افراد فقیر در گروه کشورهای جهان نشان می‌دهد که در کشورهای در حال توسعه تعداد و درصد افراد فقیر در بین سال 1990 تا 1999 کاهش یافت و پیش‌بینی می‌شود که تا سال 2015 این روند کاهشی ادامه داشته باشد (بانک جهانی³، 2007).

با توجه به اتخاذ سیاست‌های مختلف برنامه‌ریزان در جهت رفع فقر، الیس (1992) مجموعه سیاست‌های کشاورزی را در کشورهای در حال توسعه به هشت دسته سیاست‌های قیمتی، بازاررسانی، نهاده‌ها، اعتبارات، مکانیزاسیون، اصلاحات ارضی، آبیاری و تحقیقات تقسیم می‌کند که در سه گروه سیاست‌های قیمتی، فناوری و نهادی طبقه‌بندی می‌شوند. سیاست نهادی و فناوری یکی از سیاست‌های تخصصی است که مهم‌ترین آن سرمایه‌گذاری دولت در تحقیقات کشاورزی است. تحقیقات کشاورزی، سرمایه‌گذاری‌ای با هدف توسعه رفاه کشاورزان و مصرف‌کنندگان با کاهش هزینه‌ها، افزایش تولید، توسعه کیفیت تولیدات و ایجاد تولیدات جدید است. به طوری که پاسور و جانسون⁴ (1982، 301) و کیلی⁵ (1996، 10) معتقدند که تحقیق و توسعه بخش کشاورزی، سرمایه‌گذاری‌ای جذاب برای جامعه است. بنابراین شناخت اهمیت این سرمایه‌گذاری و نقش دولت در آن می‌تواند به کمی‌کردن سرمایه‌گذاری در تحقیقات و ارزیابی نظام تحقیقات کشاورزی کمک کند.

¹. Ellis

². Hoggblade

³. World Bank

⁴. Pasour and Johnson

⁵. Kealey

لزوم سرمایه‌گذاری در تحقیقات در همه بخش‌های اقتصادی در دنیای خوبی درک شده است. در سال 2011، کشورها 2/11 درصد از GDP دنیا را به تحقیقات اختصاص داده‌اند. این میزان در سال 1996 حدود 2/00 درصد بوده است. البته با وجود کشورهای با درآمد بالا بیشترین رشد را داشته‌اند بطوری که از 2/21 درصد در سال 1996 به 2/55 درصد در سال 2011 رسیده‌اند. سهم بودجه تحقیقات از تولید ناخالص ملی در سال 2011 در کشورهای اروپایی نظیر سوئد 3/40، اتریش، 2/76، بلژیک، 2/21، دانمارک 2/97، فنلاند 3/79، فرانسه 2/24، آلمان 2/89 و ایسلند 2/30 درصد، در کشورهای آسیایی نظیر ژاپن 3/39، کره جنوبی 4/03، سنگاپور 2/61، تایوان 2/63 درصد، در کشورهای آمریکایی نظیر کانادا 1/78 و ایالات متحده 2/76 درصد، در کشورهای خاورمیانه نظیر اسرائیل 3/97 درصد و کشورهای آفریقایی نظیر آفریقای جنوبی 0/7 درصد بوده است. این در حالی است که برای ایران این سهم کمتر از یک درصد و برابر 0/12 درصد می‌باشد (بانک جهانی، 2014).

در بخش کشاورزی، سرمایه‌گذاری در تحقیقات در دنیا از 14/24 میلیارد دلار در سال 1981 به 31/7 میلیارد دلار در سال 2008 رسیده است. در سال 2008، ایالات متحده با سهم 19 درصدی بیشترین سهم را در سرمایه‌گذاری تحقیقات در دنیا داشته است. بعد از ایالات متحده، کشورهای چین و هند با 13 و 7 درصد، بیشترین سهم را در سرمایه‌گذاری تحقیقات دنیا داشته‌اند (بینتاما و دیگران¹، 2012، 2). این در حالی است که در سال 1981، سهم کشور چین تنها 4 درصد بوده است (آلستون و دیگران²، 2010، 540). بررسی بودجه تحقیقات بخش کشاورزی کشور به قیمت جاری نشان می‌دهد که از 1184 میلیون ریال در سال 1351 به 2576547 میلیون ریال در سال 1391 رسیده است که بیانگر میانگین رشد سالانه 19/6 درصدی می‌باشد. بودجه تحقیقات بخش کشاورزی به قیمت ثابت (سال 1376) از 125286 میلیون ریال در سال 1351 به 3154069 میلیون ریال در سال 1391 رسیده است که بیانگر میانگین رشد سالانه 2/85 درصدی می‌باشد. در طی سال‌های مورد بررسی بودجه تحقیقات بخش کشاورزی بطور متوسط 33/8 درصد بودجه تحقیقات کشور را داشته است اما روند آن فزاینده همراه با

¹. Beintema & et al

². Alston & et al

نوسان بوده است، بطوری که از 31 درصد در سال 1351 به 25 درصد در سال 1391 رسیده است.

اما سهم تحقیقات از تولید ملی در ایران بسیار ناچیز است سهم مخارج تحقیقاتی از تولید ناخالص داخلی کشور را برای دوره 1354-1383، معادل 0/25 درصد بیان می‌کند. در مطالعه حاضر، این سهم برای دوره 1339-1391، حدود 22 درصد و برای دوره 1354-1391، معادل 24 درصد بدست آمده است. اکثر ارزیابی‌های اقتصادی به عمل آمده از تحقیقات و توسعه در کشورهای پیشرفته نشان داده‌اند که بازده سرمایه‌گذاری در این بخش بسیار بالاست. از این روی جایگاه تحقیقات و توسعه در این کشورها رو به صعود دارد و بودجه‌های تحقیقاتی این کشورها از روندی فزاینده برخوردار است.

ارزیابی مخارج تحقیقات در بخش کشاورزی نخستین بار توسط شولتر¹ (1953)، (225) برای ایالات متحده برای دوره 1910-1950 با استفاده از روش نوآورانه تابع تولید مطرح شد. گرلیچ² (1958، 419-431)، به ارزیابی هزینه و فواید اجتماعی مخارج تحقیقات ذرت هیبرید برای دوره 1940-1955 و برآورد نرخ بازده تحقیقات با استفاده از روش ابداعی مازاد اقتصادی پرداخت. بعد از این مطالعه، گرلیچ³ (1964، 961-974)، با وارد کردن متغیر آموزش بر تابع تولید، به برآورد بازده تحقیقات بخش کشاورزی ایالات متحده پرداخت. پترسون³ (1967، 566-669) از این روش برای ارزیابی مخارج تحقیقات در بخش دامپروری استفاده کرد. در سال 1973، اونسون و کیسلف⁴ (1973، 1309-1329)، متغیر دیگری در تابع تولید وارد کردند که به عنوان سرریز تحقیقات (بصورت درون‌ریز و برون‌ریز) محسوب می‌شود. آن‌ها معتقد بودند که بخشی از افزایش بهره‌وری در بخش کشاورزی ناشی از مخارج در تحقیقاتی است که در سایر بخش‌ها (کشورها) صورت می‌گیرد. بعدها در بررسی‌ای که آلستون و دیگران (2010، 554) از 292 مطالعه با 1886 محصول انجام دادند، مشاهده شد در 291 محصول، اثر درون‌ریز و در 70 محصول، اثر برون‌ریز و در مجموع 361 محصول، اثر سرریز (حدود 19 درصد) در نظر گرفته شده است. بعدها اراجی و دیگران⁵ (1995، 263-276)، رهیافتی را مطرح

1. Schultz

2. Griliches

3. Peterson

4. Evenson and Kislev

5. Arajji & et al

کردند که به آن ارزیابی پیش از اجرا مشهور شد. از این رهیافت بیشتر برای اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری استفاده می‌شد. نورتون و دیویس¹ (1981، 686) با توجه به روند تحقیقات کشاورزی، به دسته‌بندی روش‌های ارزیابی اقتصادی تحقیقات کشاورزی پرداختند که این دسته‌بندی همچنان مورد استفاده و تأیید است.

در ایران بررسی اثر سرمایه‌گذاری تحقیقات بر تولید بخش کشاورزی برای یک محصول، با مطالعه نوری‌نائینی (1365، 29-39) آغاز شد. پس از این مطالعه یزدی صمدی (1367)، رفعتی و نجفی (1375، 9-33)، رحمانی کرمی (1378)، ابولحسنی (1380)، حسینی و خالدی (1383، 1-11)، حسینی و حسن‌پور (1385، 1-11)، حسینی و دیگران (1386، 79-92 و 2009، 1446-1452) و حسینی و شهبازی (1391، 16-24 و 1393، 23-40) به تبیین روش‌شناسی برای تحلیل سیاست تحقیقات بر روی محصولات مختلف پرداختند.

با وجود قدمتی حدود 90 ساله (از 1302) برای تحقیقات کشاورزی و ارزیابی اثر تحقیقات (از 1365) هنوز تحلیلی جامع در مورد ارزیابی نظام تحقیقات کشاورزی ایران و اثر سرریزها صورت نگرفته است (شهبازی، 1391، 17). مطالعه حاضر به دنبال تحلیل و ارزیابی مناسبی برای اثر تحقیقات کشاورزی ایران و اثر سرریزها با رویکرد ارزیابی پس از اجرا است.

ابزار و روش

به منظور تعیین اثر مخارج تحقیقات، تدوین الگوی مناسب تحلیل مهم‌ترین مسأله است. این الگو می‌بایست با وضع کشور، بخش کشاورزی و مطالعات نظری گذشته سازگار باشد. اثر تحقیقات را می‌توان از دیدگاه‌های مختلف اقتصادی، نهادی، اجتماعی و زیست‌محیطی مورد ارزیابی قرار داد. اما در این پژوهش ارزیابی اقتصادی مورد توجه است. ارزیابی آثار اقتصادی تحقیقات کشاورزی به دو گروه پس از اجرا و پیش اجرا تقسیم می‌شود. در ارزیابی‌های پس از اجرا، روش‌هایی چون (1) روش مازادهای اقتصادی (2) روش تابع تولید (3) روش درآمد ملی و (4) روش آثار تغذیه‌ای و در ارزیابی‌های پیش از اجرا، روش‌هایی مانند (1) روش‌های رتبه‌بندی (2) روش هزینه-

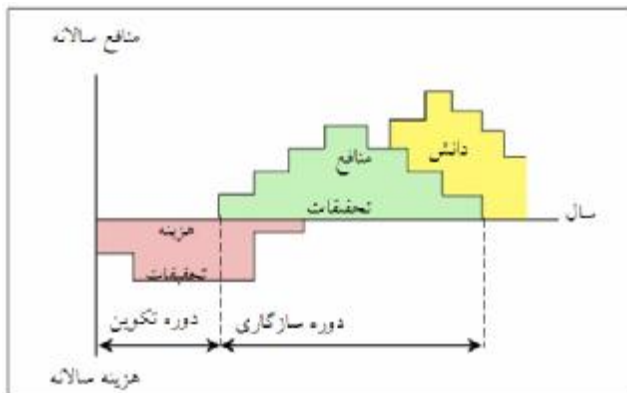
¹. Norton and Davis

فایده، (3) روش شبیه‌سازی و (4) روش برنامه‌ریزی ریاضی مطرح است (نورتون و دیویس، 1981، 686). هر کدام از این روش‌ها دارای ویژگی‌ها و محدودیت‌هایی هستند. در این پژوهش از روش تابع تولید برای ارزیابی نظام تحقیقات کشاورزی ایران و اثر سرریزها استفاده می‌شود. در روش تابع تولید، اثر تحقیقات، ترویج، آموزش و سایر عوامل بر بهره‌وری یا تولید بخش به صورت روش اقتصادسنجی دیده می‌شود. سپس به بررسی نرخ بازده تحقیقات و سرریزهای آن پرداخته می‌شود.

در مباحث بهره‌وری بخش کشاورزی ناشی از تحقیقات، بهره‌وری را تابعی از بودجه تحقیقات نشان داده شده است (آلستون و دیگران، 2000، 67)، یعنی،

$$G_{St,PI} = f(R_t) \quad (1)$$

که در آن، $G_{St,PI}$ بهره‌وری بخش کشاورزی، R_t سطح بودجه تحقیقات و $f(\cdot)$ تابع بهره‌وری است در این رابطه $t=1,2,K,T$ دوره زمانی می‌باشد. تحقیقات، بهره‌وری در دوره‌های بعد و عمدتاً با وقفه زمانی افزایش می‌دهد. آلستون و دیگران (2000، 67) وقفه اثر تحقیقات بر ایجاد منافع را به صورت شکل (1) نشان دادند.



شکل (1). وقفه اثر تحقیقات

همانطور که مشاهده می‌شود، پس از اجرای برنامه‌های تحقیقاتی (بودجه تحقیقات) که به آن دوره تکوین می‌گویند، زمانی با عنوان زمان سازگاری طول می‌کشد که منافع ایجاد شود. این سازگاری به صورت وقفه‌های زمانی است که توزیعی چند

جمله‌ای به شکل درجه دوم دارد. یعنی تحقیقات ابتدا در دوره‌های اول بهره‌وری را به مقدار کمی افزایش داده و با گذشت زمان افزایش می‌یابد. سپس بعد از یک زمانی، بهره‌وری را کمتر افزایش می‌دهد (آلستون و دیگران، 2000، 67). این شکل وقفه توزیعی را وقفه توزیعی آلمون می‌گویند. رابطه بهره‌وری و بودجه تحقیقات با وقفه، به صورت زیر نشان داده می‌شود (وایت و هاولیسک¹، 1981، 50، توماس و دیگران²، 2000، 11، کیانی و دیگران³، 2008، 90):

$$G_{st,PI} = \prod_{i=1}^L R_{t-1-i} \omega_i \quad (2)$$

که در آن، $G_{st,PI}$ بهره‌وری بخش کشاورزی، R_t سطح بودجه تحقیقات و ω_i کشف بهره‌وری تحقیقات است. در این رابطه $t=1,2,K,T$ دوره زمانی، $i=1,2,K,L$ وقفه تحقیقات می‌باشد. همانطور که مشاهده می‌شود، بهره‌وری بخش کشاورزی تابعی از بودجه تحقیقات در سال‌های گذشته است. اما در برخی مطالعات، متغیرهای دیگری را نیز بر بهره‌وری بخش کشاورزی مؤثر دانسته‌اند برای مثال وایت و هاولیسک (1981، 50) و سلامی (1996)، متغیر آموزش و آب و هوا، گریلچز (1958، 525)، اونسون و کیسلف (1973، 1215)، هافمن و اونسون⁴ (1993، 93)، ارجی و دیگران (1995، 268)، ماردینا و دیگران⁵ (1996، 165)، سلامی (1996)، تراکسلر و بیرلی⁶ (2001، 239)، پارادی و بینتما⁷ (2001، 35)، پارادی و دیگران (2006، 11)، تحقیقات در سایر کشورها به عنوان درون‌زیر تحقیقات در نظر گرفته شده است. بنابراین رابطه (3) را با اضافه کردن متغیرهای بودجه تحقیقات در سایر کشورها در بخش کشاورزی، بودجه تحقیقات در سایر بخش‌های اقتصادی کشور، متغیر سطح آموزش و متغیر آب و هوا به رابطه (2) می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$G_{st,PI} = \prod_{i=1}^L R_{t-1-i} \omega_i \prod_{o=1}^O FSIR_{t-o-1} \nu_o \prod_{v=1}^V ISIR_{t-v-1} \varepsilon_v E_t^{p_1} W_t^{p_2} \quad (3)$$

¹. White and Havlicek

². Tomas & et al

³. Kiani & et al

⁴. Huffman & et al.

⁵. Maredia & et al.

⁶. Traxler and Byerlee

⁷. Pardey and Beintema

که در آن، $G_{St,PI}$ بهره‌وری بخش کشاورزی، R_t سطح بودجه تحقیقات بخش کشاورزی، $FSIR_t$ بودجه تحقیقات در سایر کشورها در بخش کشاورزی (به عنوان سرریز تحقیقات)، $ISIR_t$ بودجه تحقیقات در سایر بخش‌های اقتصادی کشور (به عنوان سرریز تحقیقات)، E_t متغیر سطح آموزش و W_t متغیر آب و هوا می‌باشند. در این رابطه، α کشش بهره‌وری تحقیقات، ν_0 کشش بهره‌وری تحقیقات در سایر کشورها در بخش کشاورزی، ε_v کشش بهره‌وری تحقیقات در سایر بخش‌های اقتصادی کشور، P_1 کشش بهره‌وری سطح آموزش و ρ_2 کشش بهره‌وری آب و هوا است. در این رابطه $t = 1, 2, K, T$ دوره زمانی، $l = 1, 2, K, L$ وقفه بودجه تحقیقات کشاورزی، $o = 1, 2, K, O$ وقفه بودجه تحقیقات در سایر کشورها در بخش کشاورزی، $v = 1, 2, K, V$ وقفه بودجه تحقیقات در سایر بخش‌های اقتصادی کشور می‌باشد.

برای برآورد رابطه (3)، سه پرسش مطرح است. نخست، بهره‌وری بخش کشاورزی چگونه محاسبه شود؟ دوم، الگوی وقفه توزیعی چگونه باید باشد؟ سوم، تعداد وقفه تحقیق یافته چگونه تعیین می‌شود؟

برای پاسخ به پرسش اول، بهره‌وری کل عوامل تولید به معنی نسبت کل محصولات به کل نهاده‌ها است. بنابراین بایستی تمامی تولیدات به صورت یک تولید و تمامی نهاده‌ها جمع‌سازی شوند. سپس از تقسیم تولیدات جمع‌سازی شده به نهاده‌های جمع‌سازی شده، بهره‌وری کل عوامل تولید را به دست می‌آید. آنچه در اینجا مطرح است، رشد بهره‌وری کل عوامل تولید است. در این مطالعه متغیر شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید با استفاده از الگوی رشد مانده سولو (1957)، برآورد گردیده است. الگوی رشد مانده سولو، دارای فروزی مانند فرض وجود بازده ثابت به مقیاس، وجود هدف حداکثر سود برای تولیدکننده، رقابت کامل، قیمت‌پذیر بودن تولیدکنندگان، می‌باشد. همچنین ابتدا می‌بایست ضرایب سهم نهاده‌ها برآورد گردد. در برآورد ضرایب سهم نهاده‌ها از تابع تولید کابداگلاس بخش کشاورزی با فرض بازده ثابت به مقیاس استفاده شده است. یعنی ابتدا تابع تولید بخش کشاورزی برآورد گردیده است. سپس با استفاده از ضرایب به دست آمده و الگوی رشد مانده سولو¹ (1957، 312-320)، رشد بهره‌وری کل عوامل تولید محاسبه می‌شود.

¹. Solow residual model

پرسش دوم، در برآورد رابطه بهره‌وری بخش کشاورزی، انتخاب روش الگوی وقفه توزیعی است. در پیشینه موضوع، عمدتاً از الگوی وقفه توزیعی آلمون استفاده شده است. در روش وقفه توزیعی آلمون فرض می‌شود که ضریب (کشش بهره‌وری تحقیقات) تابعی از وقفه است، یعنی:

$$\omega_L = g(l) \quad (4)$$

که در آن، ω ضریب (کشش) بهره‌وری تحقیقات، l وقفه و $P(Q_{AD})$ شکل تابعی آن است. در این رابطه، ضریب بهره‌وری به صورت تابعی پیوسته از وقفه است. چنانچه $l = 0, 1, \mathbf{K}, L$ باشد، شکل چندجمله‌ای آن با درجه r به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$g(l) = a_0 + a_1 l + \mathbf{K} + a_r l^r \quad (5)$$

که در آن، $g(\cdot)$ شکل تابعی وقفه، $l = 0, 1, \mathbf{K}, L$ وقفه، r درجه چندجمله‌ای و a_0, a_1 و a_r ضرایب برآوردی هستند. مسأله اساسی در اینجا تعیین درجه چندجمله‌ای (r) است. دیودسون و مک‌کینون¹ (1993، 158) برای این کار چندین روش را پیشنهاد کردند که شامل بررسی بر اساس نظریه، حداکثر \bar{R}^2 ، حداقل معیار اطلاعات آکائیک² (1973)، حداقل معیار اطلاعات بی‌زین شوارتز³ (1978، 461-464) است. براساس شکل (1) و سابقه موضوع شکل درجه دوم برای این مسأله منطقی به نظر می‌رسد، بنابراین:

$$g(l) = a_0 + a_1 l + a_2 l^2 \quad (6)$$

که در آن، $g(\cdot)$ شکل تابعی وقفه، $l = 0, 1, \mathbf{K}, L$ وقفه و a_0, a_1 و a_2 ضرایب برآوردی هستند. چنانچه بهره‌وری تنها تابعی از تحقیقات بخش کشاورزی باشد، رابطه (2) به صورت زیر باز نویسی می‌شود:

$$G_{st,PI} = \prod_{l=1}^L R_{t-1-l} a_0 + a_1 l + a_2 l^2 = \prod_{l=1}^L R_{t-1-l} a_0 \prod_{l=1}^L R_{t-1-l} a_1 l \prod_{l=1}^L R_{t-1-l} a_2 l^2 \quad (7)$$

¹. Davidson and MacKinnon

². Akaike

³. Schwarz

که در آن، $G_{st,PI}$ بهره‌وری بخش کشاورزی، R_t سطح مخارج تحقیقات، $l=0,1,K,L$ وقفه، $t=1,2,K,T$ دوره زمانی و a_0, a_1, a_2 ضرایب برآوردی هستند. رابطه (3) را می‌توان به صورت زیر برآورد کرد:

$$G_{st,PI} = IR_0^{a_0} IR_1^{a_1} IR_2^{a_2} \quad (8)$$

که در آن، $G_{st,PI}$ بهره‌وری بخش کشاورزی، IR_0 برابر IR_1 برابر $\prod_{i=1}^L R_{t-1+i}^1$ و IR_2 برابر $\prod_{i=1}^L R_{t-1+i}^2$ است. یعنی پس از محاسبه IR_0 ، IR_1 و IR_2 می‌توان رابطه (7) را برآورد کرد. بنابراین می‌توان شکل درجه دوم را به الگوی وقفه توزیعی مانند آنچه در شکل (1) نشان داده شده است را ایجاد کرد. این عمل را می‌توان برای سایر متغیرهای مستقل در تابع بهره‌وری اجرا کرد. بنابراین به پرسش دوم در مورد چگونگی وارد کردن وقفه متغیر مخارج تحقیقات بر تابع بهره‌وری پاسخ داده شد.

پرسش سوم، چگونگی تعیین تعداد وقفه بهینه برای تحقیقات است. در ادبیات تعیین وقفه بهینه، روش‌های مختلفی مطرح است. استفاده از نظریه‌های اقتصادی، استفاده از مطالعات پیشین، حداکثر R^2 ، حداقل معیار اطلاعات آکائیک (1973)، حداقل معیار اطلاعات بیزین شوارتز (1978، 461-464) معیار حداقل خطای استاندارد تایل (1981) اشاره کرد. با توجه به معیارهای مطرح شده و پیشینه موضوع می‌توان تعداد وقفه تحقیق یافته متغیر سرمایه‌گذاری تحقیقات بر بهره‌وری را بدست آورد که پاسخی به پرسش سوم است.

بنابراین در این مطالعه، با توجه به پاسخ سه پرسش مطرح شده، به برآورد تابع بهره‌وری بخش کشاورزی (ارزیابی پس از اجرا) رابطه (3) پرداخته می‌شود. به منظور تعیین اثر تحقیقات نیاز به برآورد کشش عرضه ناشی از تحقیقات است. کشش تحقیقات را می‌توان با گرفتن لگاریتم از تابع بهره‌وری (3) به دست آورد. با گرفتن لگاریتم از (3) رابطه زیر به دست می‌آید:

$$G'_{st,PI} = \sum_{l=1}^L \omega_l R'_{t-1+l} + \sum_{o=1}^O \nu_o FSIR'_{t-o-1} + \sum_{v=1}^V \epsilon_v ISIR'_{t-v-1} + \rho_1 E'_t + \rho_2 W'_t \quad (9)$$

که در آن، $G'_{st,PI}$ لگاریتم بهره‌وری بخش کشاورزی (رشد بهره‌وری)، R'_t لگاریتم سطح مخارج تحقیقات در بخش کشاورزی، $FSIR'_t$ اثر سرریز تحقیقات داخلی (لگاریتم مخارج تحقیقات در سایر کشورها در بخش کشاورزی، $ISIR'_t$ اثر سرریز تحقیقات خارجی (لگاریتم مخارج تحقیقات در سایر بخش‌های اقتصادی کشور)¹، E'_t لگاریتم مخارج آموزش و ترویج کشاورزی و W'_t لگاریتم متغیر آب و هوا می‌باشند. در این رابطه، ω_1 کشش بهره‌وری تحقیقات، ω_0 کشش بهره‌وری تحقیقات در سایر کشورها در بخش کشاورزی، ε_v کشش بهره‌وری تحقیقات در سایر بخش‌های اقتصادی کشور، ρ_1 کشش بهره‌وری سطح آموزش و ρ_2 کشش بهره‌وری آب و هوا است. $o = 1, 2, K, O$ وقفه مخارج تحقیقات، $l = 1, 2, K, L$ وقفه مخارج تحقیقات در سایر کشورها در بخش کشاورزی، $v = 1, 2, K, V$ وقفه مخارج تحقیقات در سایر بخش‌های اقتصادی کشور می‌باشد.²

برای بدست آوردن ضریب جابجایی تحقیقات (ضریب انتقال تابع عرضه بخش کشاورزی)، می‌توان رابطه بهره‌وری (بعنوان متغیر انتقال‌دهنده عرضه) را در تابع عرضه بخش کشاورزی قرار داد و کشش عرضه نسبت به متغیر تحقیقات در وضع موجود را به عنوان ضریب جابجایی مخارج تحقیقات در وضع موجود ($\phi'_{PI,R}$) محسوب نمود. یعنی چنانچه رابطه (1) در لگاریتم رابطه عرضه قرار گیرد، ضریب جابجایی تحقیقات به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\phi'_{PI,R} = \frac{\Delta Q_t^S}{\Delta R'_t} = \frac{\Delta Q_t^S}{\Delta G'_{St,PI}} \frac{\Delta G'_{St,PI}}{\Delta R'_t} = \theta_{PI} \omega_1 \quad (10)$$

که در آن، $\phi'_{PI,R}$ ضریب جابجایی مخارج تحقیقات، Q_t^S لگاریتم عرضه محصولات کشاورزی، R_t^S لگاریتم مخارج تحقیقات کشاورزی، ω کشش بهره‌وری تحقیقات، θ_{PI} کشش بهره‌وری عرضه بخش کشاورزی، $G_{st,PI}$ بهره‌وری بخش کشاورزی

¹ - اثر سرریز تحقیقات خارجی، می‌تواند بصورت "واردات کالاهای سرمایه" و "واردات کالاهای واسطه‌ای" اثرگذار باشد. بنابراین در الگوی برآوردی از این دو متغیر بعنوان اثر سرریز تحقیقات خارجی به داخل کشور استفاده شده است.

² - لازم به ذکر است 'ها (پرایم‌ها) در رابطه (9) بیانگر لگاریتم متغیرهای رابطه (3) می‌باشند.

R_t سطح مخارج تحقیقات است. در این رابطه $t=1,2,K,T$ دوره زمانی، $L=1,2,K,L$ و l وقفه مخارج تحقیقات می‌باشد.

بنابراین با توجه به رابطه (9)، می‌توان کسش مخارج تحقیقات بخش کشاورزی، مخارج تحقیقات در سایر کشورها در بخش کشاورزی (بصورت انتقال مستقیم تحقیقات و بصورت کالاهای وارداتی)، مخارج تحقیقات در سایر بخش‌های اقتصادی کشور و آموزش را ارزیابی کرد. همچنین با توجه به رابطه (10)، می‌توان ضریب جابجایی عرضه ناشی از تحقیقات بخش کشاورزی، مخارج تحقیقات در سایر کشورها در بخش کشاورزی (به صورت انتقال مستقیم تحقیقات و بصورت کالاهای وارداتی) و مخارج تحقیقات در سایر بخش‌های اقتصادی کشور را تعیین کرد.

در این مطالعه، داده‌ها و اطلاعات مربوط به دوره 1339-1391 می‌باشد که شامل بودجه تحقیقات بخش کشاورزی به قیمت حقیقی (1376)¹، بودجه تحقیقات سایر بخش‌ها بخش کشاورزی به قیمت حقیقی (1376)²، تحقیقات از محل واردات کالا³، بودجه آموزش و ترویج بخش کشاورزی (عملکرد بودجه آموزش و ترویج سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج وزارت جهاد کشاورزی)، آب و هوا⁴ (بارندگی سالانه کشور بر حسب میلیمتر، بر گرفته از سازمان هواشناسی کشوری) برای برآورد رابطه بهره‌وری می‌باشد. داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه رشد شاخص بهره‌وری بخش

¹ - نگاهی به بودجه سنواتی این مراکز و مؤسسات نشان می‌دهد بیش از 95 درصد از مخارج تحقیقات بخش کشاورزی توسط سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج وزارت جهاد کشاورزی صورت می‌گیرد (مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور، محرابی، 1389). بنابراین با جمع، عملکرد بودجه این سازمان‌ها از گزارش بودجه سنواتی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست‌جمهوری، بودجه تحقیقات بخش کشاورزی محاسبه می‌شود. با تقسیم بودجه تحقیقات بخش کشاورزی به شاخص ضمنی قیمت بخش کشاورزی (برگرفته از گزارش حساب‌های ملی ایران، 1393) بدست می‌آید.

² - در این مطالعه، از کسر بودجه تحقیقات کشور از عملکرد بودجه تحقیقات سازمان‌های تحقیقاتی فعال در بخش کشاورزی، بودجه تحقیقاتی سایر بخش‌های اقتصادی بدست می‌آید.

³ - تحقیقات به صورت سرریز، می‌تواند بصورت واردات کالاهای سرمایه و واسطه‌ای بر بهره‌وری بخش کشاورزی اثرگذار باشد. برای این منظور از تشکیل سرمایه ثابت ناخالص از محل واردات (ساختمان و ماشین‌آلات) به عنوان سرریز تحقیقات از محل واردات کالاهای سرمایه‌ای استفاده شده است (برگرفته از گزارش حساب‌های ملی ایران، 1393). همچنین از مجموع ارزش ریالی کالاهای واسطه‌ای وارداتی کشاورزی که کاربرد نهاده واسطه‌ای دارند (برگرفته از گزارش سالانه تجارت خارجی ایران منتشرشده توسط گمرک ج.ا. ایران)، بعنوان سرریز تحقیقات از محل واردات کالاهای واسطه‌ای استفاده می‌شود.

⁴ - سلامی (1996) از میزان بارندگی سالانه برای متغیر آب و هوا استفاده کرده است.

کشاورزی، شامل ارزش افزوده بخش کشاورزی (برگرفته از گزارش حساب‌های ملی ایران، 1393)، نهاده سرمایه بخش کشاورزی، نهاده زمین، نیروی کار می‌باشد.

نهاده سرمایه به عنوان یکی از عوامل تولید و شامل آن بخش از کالای سرمایه‌ای است که در یک دوره تولید به مصرف می‌رسد. کالاهای سرمایه‌ای کالاهای بادوامی هستند که در یک دوره تولید تماماً مصرف نمی‌شوند بلکه تنها قسمتی از آنها مصرف می‌شود. به همین دلیل باید میان موجودی سرمایه و نهاده سرمایه تفاوت قائل شد. به منظور افزایش دقت برآورد شاخص بهره‌وری توصیه می‌شود از سری خدمات سرمایه (نهاده سرمایه) استفاده شود. در واقع جریان خدماتی که از بکارگیری موجودی سرمایه حاصل می‌شود، مستقیماً قابل مشاهده نیست. با اینحال می‌توان گفت که ارزش خدمات سرمایه با ارزش موجودی سرمایه متناسب است (خاوری نژاد، 1385، 33). در این مطالعه موجودی سرمایه خالص بخش کشاورزی به قیمت ثابت سال 1376، بر گرفته از گزارش «موجودی سرمایه در اقتصاد ایران»، بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران (1393) می‌باشد.¹ مطالعاتی نظیر اکبری و رنجکش (1382، 117-142)، امیر تیموری و خلیلیان (1386، 37-52)، تهامی پور و شاهمردای (1386، 317-332)، و بانک مرکزی ج. ا. ایران (1389، 12)، از موجودی سرمایه خالص برای محاسبه بهره‌وری استفاده کرده‌اند. برای محاسبه موجودی سرمایه از تشکیل سرمایه ثابت ناخالص استفاده می‌شود.

زمین یکی دیگر از نهاده‌هایی است که در محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید مورد استفاده قرار می‌گیرد. به منظور تعیین سطح زیر کشت بخش کشاورزی، با توجه به ناهمگنی زمین‌های کشت زراعی دیم، زراعی آبی، باغبانی، جنگل و مرتع، می‌بایست شاخص سطح زیر کشت بخش کشاورزی محاسبه گردد. بر اساس مطالعه صفری (1389، 68-69)، ضریب تبدیل زمین‌های زراعی دیم به آبی، 0/22 می‌باشد. بنابراین با این ضریب، مجموع سطح زیر کشت دیم و آبی، بر اساس سطح زیر کشت آبی بدست می‌آید. سپس هزینه زمین‌های آبی بر اساس حاصلضرب سطح زیر کشت زراعت آبی و اجاره زمین‌های آبی (بر اساس مطالعه صفری، 1389، 68-69) بدست می‌آید. هزینه زمین‌های باغی، بطور متوسط 7/6 درصد از ارزش تولیدات زیر بخش زراعت و باغبانی

¹ - در مطالعه بانک مرکزی، اطلاعات موجودی سرمایه تا سال 1353-1391 استخراج شده است. بنابراین در این مطالعه اطلاعات سال‌های 53-1338 با استفاده از روش ARIMA پیش‌بینی شده است.

است. بر اساس این ضریب می‌توان هزینه زمین‌های باغی را محاسبه نمود. همچنین هزینه زمین‌های جنگل و مرتع، بطور متوسط 11 درصد از ارزش تولیدات زیر بخش جنگل و مرتع است (صفری، 1389). بر اساس این ضریب می‌توان هزینه زمین‌های جنگل و مرتع را محاسبه نمود. با محاسبه هزینه زمین‌های زراعت (دیم و آبی)، باغبانی و جنگل و مرتع، سهم هزینه زمین‌های هر یک از زیربخش‌های بخش کشاورزی، کل هزینه زمین بدست می‌آید که به ترتیب، برای زمین‌های زراعت (دیم و آبی)، باغبانی و جنگل و مرتع، 53/6، 45/3 و 1/1 درصد می‌باشد. بر اساس سهم هزینه‌های زمین هر یک از زیر بخش‌های زمین‌های «زراعت (دیم و آبی)»، «باغبانی» و «جنگل و مرتع» مجموع وزنی سطح زیر کشت بخش کشاورزی (نهاده زمین) محاسبه می‌شود. در این مطالعه به دلیل عدم دسترسی به اطلاعات دقیق نیروی کار از تعداد شاغلین بخش کشاورزی (برگرفته از سالنامه آماری مرکز آمار ایران) برای محاسبه بهره‌وری استفاده شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

به منظور ارزیابی اثر تحقیقات بر شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید بخش کشاورزی، در این بخش به برآورد الگوی بهره‌وری بخش کشاورزی (رابطه 9) و از آن رو برآورد کشتش تحقیقات شامل تحقیقات در بخش کشاورزی، تحقیقات در سایر بخش‌های اقتصادی، تحقیقات (کشاورزی و غیر کشاورزی) در خارج از کشور (به عنوان سر ریز) پرداخته می‌شود. برآورد الگوی (9) با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی توسط نرم‌افزار شازم صورت گرفته است. آزمون دیکی‌فولر تعمیم‌یافته برای ایستایی متغیرها، آزمون تجزیه واریانس به منظور تعیین رابطه همخطی، آزمون بروش پاگان با هدف تعیین وجود ناهمسانی واریانس در جزء اخلاص و همچنین آزمون دوربین واتسون برای تعیین وجود خودهمبستگی در جزء اخلاص صورت گرفته است. به منظور آزمون معنی‌داری متغیرها از آزمون t استفاده شده است.

در این مطالعه متغیر شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید با استفاده از الگوی رشد مانده سولو (1957، 112-120)، برآورد گردید. در این تحقیق ابتدا تابع تولید بخش کشاورزی در دو حالت "با وجود نهاده زمین" و "بدون وجود نهاده زمین" برآورد گردیده است. در حالت "بدون وجود نهاده زمین"، تنها متغیر موجودی سرمایه خالص بخش

کشاورزی و نهاده نیروی کار (تعداد شاغلین) لحاظ شده است. بر اساس گزارش بانک مرکزی ج.ا. ایران (1393)، موجودی سرمایه خالص بخش کشاورزی با استفاده از تشکیل سرمایه ثابت ناخالص بخش کشاورزی به قیمت ثابت 1376 محاسبه شده است. بر اساس گزارش حساب‌های ملی ایران (بانک مرکزی ج.ا. ایران، 1393، 1-87) برای محاسبه تشکیل سرمایه ثابت ناخالص به قیمت ثابت 1376، از مجموع خرید یا تحصیل کالاهای بادوام غیر مصرفی (باستثنای زمین، ذخایر معدن، قلمستان‌ها و امثال آن) برای مصارف غیرنظامی، طرح‌های ساختمانی نیمه‌تمام، هزینه‌های مربوط به تعمیرات اساسی کالاهای سرمایه‌ای، اصلاح و عمران زمین‌های کشاورزی و توسعه مناطق مشجر، احداث باغات و تاکستانها و غیره (مشروط بر اینکه زمان بهره‌برداری از آنها بیش از یکسال باشد) و نیز خرید حیوانات بارکش و شیرده و خرید دام و طیور به منظور تشکیل سرمایه ثابت استفاده می‌گردد. همچنین هزینه‌های نقل و انتقال مربوط به خرید و فروش زمین، معدن و نظایر آن در این حساب منظور می‌شود.

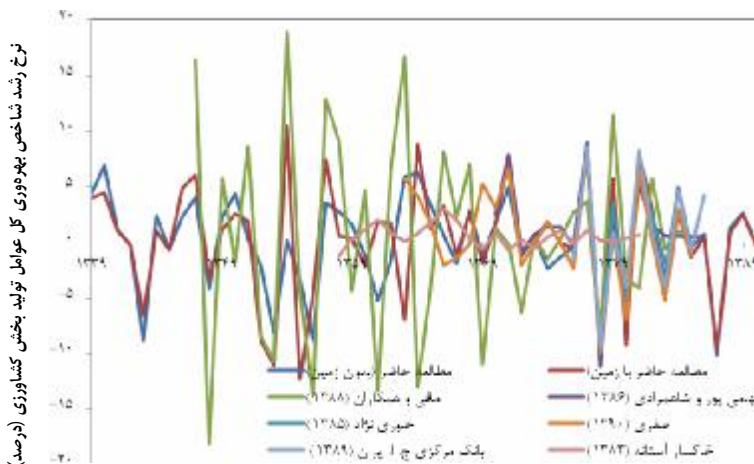
با این استدلال مطالعات داخلی مانند مطالعاتی نظیر اکبری و رنجکش (1382)، 117-142)، امیر تیموری و خلیلیان (1386، 37-52)، تهامی پور و شاهمرادی (1386، 328)، و بانک مرکزی ج.ا. ایران (1389، 12)، بهره‌وری بخش کشاورزی را تنها با استفاده از دو نهاده نیروی کار و موجودی سرمایه خالص محاسبه کرده‌اند.

با توجه به این مسأله، ابتدا تابع تولید بخش کشاورزی با دو متغیر موجودی سرمایه ثابت خالص به قیمت ثابت 1376 و نیروی کار (تعداد شاغلین) با فرض وجود بازده ثابت به مقیاس برآورد گردید. به این ترتیب ضریب برای متغیر موجودی سرمایه خالص (از محل ماشین‌آلات، ساختمان، دام، درختان و غیره)، $0/69$ و برای نهاده نیروی کار (تعداد شاغلین) $0/31$ به دست آمده است. در برخی مطالعات، روش‌های دیگری برای محاسبه سهم متغیر سرمایه و نیروی کار مطرح شده است. برای مثال تهامی‌پور و شاهمرادی (1386)، برای محاسبه سهم نیروی کار، از تقسیم "جبران خدمات کارکنان" بعلاوه نیمی از "درآمد مختلط خالص" به ارزش افزوده بخش کشاورزی با استفاده از جدول داده-ستانده پرداخته‌اند. همچنین ضریب موجودی سرمایه خالص را از کسر "سهم نیروی کار" محاسباتی از عدد یک، به دست آورده‌اند. بر این اساس با توجه به جدول داده-ستانده 1380 مرکز آمار ایران، تهامی‌پور و شاهمرادی (1386)، سهم نیروی کار را $38/9$ درصد محاسبه کرده‌اند. همچنین امینی (1384، 73-110) این روش

با استفاده از ماتریس حسابداری اجتماعی توصیه کرده است که بر اساس ماتریس حسابداری اجتماعی (1375) بانک مرکزی ج.ا. ایران سهم نیروی کار را 47/5 برآورد کرده است.

اما با توجه به اینکه خرید زمین در محاسبه موجودی سرمایه ثابت خالص، منظور نمی‌گردد، در حالت دوم تابع تولید بخش کشاورزی با سه متغیر "موجودی سرمایه خالص"، "نیروی کار (تعداد شاغلین)" و "زمین (سطح زیر کشت)" با فرض وجود بازده ثابت به مقیاس برآورد گردید. به این ترتیب ضریب برای متغیر موجودی سرمایه ثابت خالص (از محل ماشین‌آلات، ساختمان، دام، درختان و غیره)، 0/58، برای نهاده نیروی کار (تعداد شاغلین) 0/30 و زمین (سطح زیر کشت) 0/12 بدست آمده است.

پس از برآورد سهم نهاده، رشد شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید در دو حالت با و بدون وجود نهاده زمین بر اساس الگوی مانده سولو (1957، 112-120) مورد برآورد قرار گرفته است. شکل (1) روند رشد شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید برای بخش کشاورزی ایران (بر حسب درصد) نشان می‌دهد. لازم به ذکر است به منظور مقایسه روند رشد بهره‌وری این مطالعه (با زمین و بدون زمین) با سایر مطالعات، روند رشد بهره‌وری محاسبه شده توسط بانک مرکزی ج.ا. ایران (16، 1389)، صفری (1389، 114)، مافی و دیگران (1388) تهامی‌پور و شاهمرادی (328، 1386)، خاوری‌نژاد (1385، 33) و خاکسارآستانه (46، 1383) نشان داده شده است.



شکل (1) نرخ رشد شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید بخش کشاورزی در مطالعه حاضر و سایر مطالعات

به منظور مقایسه روند رشد بهره‌وری این مطالعه (با زمین و بدون زمین) با سایر مطالعات، روند رشد بهره‌وری محاسبه شده توسط مافی و دیگران (1388)، تهامی‌پور و شاهمرادی (1386)، صفری (1389، 114)، بانک مرکزی ج.ا.ایران (1389، 16)، خاوری‌نژاد (1385) و خاکسارآستانه (1383، 46) در جدول (1) به همراه نتایج این مطالعه آمده است.¹

همانطور که در جدول (1) مشاهده می‌شود، میانگین نرخ رشد شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید در دوره 1391-1339، در مطالعه حاضر در حالت بدون متغیر زمین 0/19 درصد و با متغیر زمین 0/25 درصد می‌باشد. این مقدار برای دوره 1385-1347 در حالت بدون و با متغیر زمین به ترتیب معادل 0/19 و 0/24 درصد می‌باشد که در مطالعه مافی و دیگران (1388)، 0/44 درصد به دست آمده است. در دوره 1385-1362، نرخ رشد شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید در مطالعه حاضر، در حالت بدون و با زمین به ترتیب 0/98 و 0/76 درصد به دست آمده است که در مطالعه صفری (1389)، 0/69 درصد و مافی و دیگران (1388)، 0/41 درصد می‌باشد. در دوره 1385-1370، نرخ رشد شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید در مطالعه حاضر در حالت بدون و با متغیر زمین به ترتیب، 0/4 و 0/72 درصد به دست آمده است که در مطالعه صفری (1389)، 0/25 درصد، تهامی‌پور و شاهمرادی (1386)، 1/01 درصد و مافی و دیگران (1388)، 0/21 درصد می‌باشد. در دوره 1384-1375، نرخ رشد شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید در مطالعه حاضر در حالت بدون و با زمین به ترتیب، 0/52 و 0/29 درصد به دست آمده است که در مطالعه خاوری‌نژاد (1385)، 0/50 درصد، صفری (1389)، 0/63- درصد، تهامی‌پور و شاهمرادی (1386)، 0/28 درصد و مافی و دیگران (1388)، 0/94 درصد می‌باشد.

¹ - با توجه به اینکه مطالعات مختلف دوره زمانی متفاوتی را ارزیابی کرده‌اند، میانگین دوره‌های مختلف برای مطالعات مختلف بررسی شده است.

جدول (1) مقایسه نتایج مطالعات مختلف در مورد رشد شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید بخش کشاورزی (درصد)

میانگین دوره		دوره مطالعه	مطالعه
برنامه چهارم	-0/72	1338-91	مطالعه حاضر (بدون زمین)
برنامه سوم	0/25	1338-91	مطالعه حاضر (با زمین)
برنامه دوم	-1/04	1376-86	بانک مرکزی ج.ا. ایران (16, 1389)
برنامه اول	1/27	1358-81	خاکسار آستانه (46, 1383)
58-81	0/69	1374-84	خاوری‌نژاد (33, 1385)
76-86	0/45	1361-85	صفری* (114, 1389)
75-84	0/52	1370-86	تهامی‌پور و شاهمادی (328, 1386)
70-85	0/40	1347-85	ملفی و دیگران (1388)
62-85	0/98		
47-85	0/19		
39-91	0/19		

* در مطالعه صفری (114, 1389)، از دو روش ارزش تولید و ارزش افزوده با دو نرخ استهلاک 18/5 و 13/5 درصد، بهره‌وری محاسبه شده است که در اینجا روش ارزش افزوده با نرخ استهلاک 18/5 درصد نشان داده شده است.

در دوره 1386-1376، نرخ رشد شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید در مطالعه حاضر در حالت بدون و با متغیر زمین به ترتیب، 0/45 و 0/16 درصد به دست آمده است که در مطالعه بانک مرکزی ج.ا. ایران (1389)، 0/72 درصد، صفری (1389)، 0/69- درصد، تهمامی‌پور و شاهمرادی (1386)، 0/33 درصد و مافی و دیگران (1388)، 0/22 درصد می‌باشد. در دوره 1381-1358، نرخ رشد شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید در مطالعه حاضر در حالت بدون و با متغیر زمین به ترتیب 0/69 و 0/87 درصد به دست آمده است که در مطالعه خاکسارآستانه (1383)، 0/62 درصد می‌باشد. همچنین مقایسه نرخ رشد شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید بخش کشاورزی در برنامه‌های اول، دوم، سوم و چهارم توسعه اقتصادی مشاهده می‌شود نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش کشاورزی در برنامه اول توسعه در مطالعه مافی و دیگران (1388) منفی و در سایر مطالعات مثبت ارزیابی شده است. نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش کشاورزی در برنامه دوم توسعه در مطالعه حاضر (با و بدون زمین)، مافی و دیگران (1388) و صفری (1389) منفی و در سایر مطالعات مثبت برآورد شده است. همچنین نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش کشاورزی در برنامه سوم توسعه تنها در مطالعه صفری (1389) منفی و در سایر مطالعات مثبت ارزیابی شده است. نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش کشاورزی در برنامه چهارم توسعه در مطالعه حاضر در هر دو حالت با و بدون زمین، منفی به دست آمده است. آنچه در مطالعات مختلف مشهود است، رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی طی سال‌های مطالعه است.

برای برآورد الگوی بهره‌وری بخش کشاورزی ایران (رابطه 9)¹، ابتدا متغیر تحقیقات بخش کشاورزی، متغیر تحقیقات سایر بخش‌های اقتصادی و متغیر تحقیقات ناشی از کالاهای وارداتی سرمایه‌ای و واسطه‌ای، با استفاده از رابطه (8) برای وقفه‌های مختلف (برای ایجاد شکل درجه دوم رابطه آلمون) ایجاد می‌شود. با توجه معیارهای حداکثر R^2 ، حداقل معیار اطلاعات آکائیک، حداقل معیار اطلاعات بیزین شوارتز و حداقل

¹- در برآورد رابطه بهره‌وری، متغیر وابسته رشد شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید (لگاریتم شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید) می‌باشد. اما بر اساس رابطه مانده سولو، نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بدست آمده است. برای این منظور ابتدا با استفاده از نرخ رشد محاسبه شده و با قرار دادن سال 1339 بعنوان سال پایه، شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید بدست آمد و با گرفتن لگاریتم از آن رشد بهره‌وری کل عوامل تولید (متغیر وابسته رابطه بهره‌وری) محاسبه گردید.

معیار حنان کوئین الگوی بهینه تعیین می‌شود. نتایج برآورد رابطه (9) بر اساس محاسبات رابطه (8) در جدول (2) ارائه شده است.

جدول (2) برآورد رابطه بهره‌وری بخش کشاورزی ایران (رابطه 9)

متغیر	ضریب	خطای استاندارد	آزمون t	Prob.
آب و هوا	0/0175	0/0137	1/27	0/131
آموزش	0/0234 ⁺	0/0144	1/62	0/068
متغیر وزنی ⁺ تحقیقات کشاورزی	0/0504 ^{***}	0/0104	4/87	0/002
وقفه اول متغیر وزنی تحقیقات کشاورزی	0/1109 ^{***}	0/0208	5/34	0/001
وقفه دوم متغیر وزنی تحقیقات کشاورزی	-0/0014	-0/0026	-0/53	0/286
متغیر وزنی تحقیقات در سایر بخش‌های اقتصادی	0/0177 ^{***}	0/0050	3/54	0/006
وقفه اول متغیر وزنی تحقیقات در سایر بخش‌های اقتصادی	0/0271 ^{***}	0/0061	4/46	0/003
وقفه دوم متغیر وزنی تحقیقات در سایر بخش‌های اقتصادی	-0/0002	-0/0008	-0/22	0/392
متغیر وزنی تحقیقات کشاورزی از محل واردات کالای سرمایه‌ای	0/0045 ⁺	0/0028	1/61	0/070
وقفه اول متغیر وزنی تحقیقات کشاورزی از محل واردات کالای سرمایه‌ای	0/0098 ^{***}	0/0030	3/23	0/007
وقفه دوم متغیر وزنی تحقیقات کشاورزی از محل واردات کالای سرمایه‌ای	-0/0009 ^{***}	-0/0004	-2/43	0/009
متغیر وزنی تحقیقات کشاورزی از محل واردات کالای واسطه‌ای	0/0073 ^{**}	0/0035	2/06	0/032
وقفه اول متغیر وزنی تحقیقات کشاورزی از محل واردات کالای واسطه‌ای	0/0025 ^{**}	0/0014	1/84	0/022
وقفه دوم متغیر وزنی تحقیقات کشاورزی از محل واردات کالای واسطه‌ای	-0/0001	-0/0002	-0/84	0/208
R²=0/9543				
$\bar{R}^2=0/9502$				
DW=2/1225				
HQ=0/1056				
RIC=0/1160				
SIC=0/1253				
SHIBATA=0/0107				
AIC=0/0092				

*, **, *** به ترتیب معنی‌داری در سطح ده، پنج و یک درصد

+ منظور از متغیر وزنی، مجموع وزنی متغیرها در حالت بدون وقفه و وقفه اول و دوم الگوی وقفه توزیعی آلمون است که در رابطه (8) توضیح داده شده است.

جدول (2) نتایج برآورد رابطه (9) بر اساس رابطه (8) را نشان می‌دهد. با توجه به رابطه (8)، ضریب متغیر تحقیقات بخش کشاورزی، متغیر تحقیقات سایر بخش‌های اقتصادی و متغیر تحقیقات ناشی از کالاهای وارداتی سرمایه‌ای و واسطه‌ای و وقفه‌های لحاظ شده در آن به صورت موزون (الگوی آلمون) بوده و بیانگر اثر واقعی تحقیقات نمی‌باشد (به دلیل محاسبات الگوی وقفه‌ای آلمون). بنابراین برای بررسی اثر تحقیقات،

ضریب تحقیقات بر اساس تعریف رابطه (8)، برای وقفه‌های مختلف محاسبه می‌شود که نتایج آن در جدول (3)، ارائه شده است. بر اساس جدول (2)، کشش متغیر آب و هوا بر بهره‌وری بخش کشاورزی 0/0137 برآورد شده است. این متغیر در سطح ده درصد معنادار نمی‌باشد. متغیر آموزش نیز کشش‌ناپذیر اما معنادار (در سطح یک درصد) می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد چنانچه بودجه آموزش و ترویج یک درصد افزایش یابد، شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید بخش کشاورزی 0/0144 درصد افزایش می‌یابد. خاکسارآستانه و کرباسی (1384، 135)، این کشش را 0/015 به دست آورده‌اند.

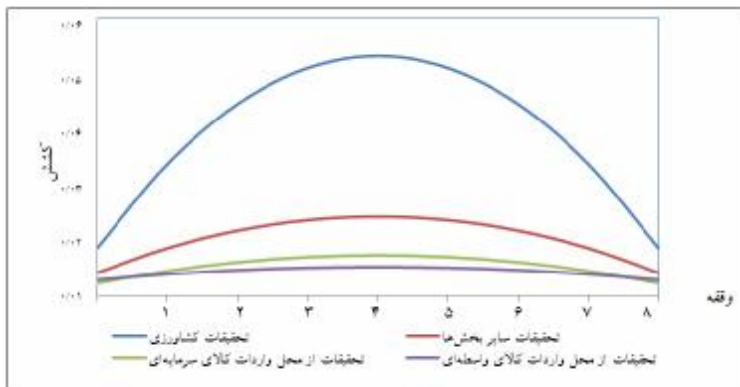
بر اساس نتایج جدول (2) و محاسبات جدول (3) مشاهده می‌شود وقفه اثر تحقیقات بخش کشاورزی، تحقیقات سایر بخش‌های اقتصادی و تحقیقات ناشی از کالاهای وارداتی سرمایه‌ای و واسطه‌ای بر رشد شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید بخش کشاورزی، 9 دوره می‌باشد که بر اساس الگوی آزمون و شکل (2)، شکل درجه دوم دارد. یعنی در زمان حال (وقفه صفر)، اثر تحقیقات کمترین اثر است و با گذشت زمان افزایش می‌یابد و پس از به حدکثر رسیدن در وقفه سوم و چهارم، اثر آن روند نزولی پیدا می‌کند که در وقفه هشتم، مجدداً کمترین اثر را خواهد داشت. شکل (2)، شکل درجه دوم الگوی آزمون را برای تحقیقات با استفاده از جدول (2) نشان می‌دهد.

جدول (3):

محاسبه ضریب کشش تحقیقات در وقفه‌های مختلف بر اساس الگوی آزمون (رابطه 8)

اثر	تحقیقات کشاورزی	تحقیقات سایر بخش‌ها	تحقیقات از محل واردات کالای سرمایه‌ای	تحقیقات از محل واردات کالای واسطه‌ای
بدون وقفه	0/0104	0/0050	0/0028	0/0035
وقفه اول	0/0285	0/0103	0/0054	0/0047
وقفه دوم	0/0415	0/0141	0/0073	0/0056
وقفه سوم	0/0493	0/0164	0/0084	0/0061
وقفه چهارم	0/0519	0/0172	0/0088	0/0063
وقفه پنجم	0/0493	0/0164	0/0084	0/0061
وقفه ششم	0/0415	0/0141	0/0073	0/0056
وقفه هفتم	0/0285	0/0103	0/0054	0/0047
وقفه هشتم	0/0104	0/0050	0/0028	0/0035
اثر کل	0/3111	0/1089	0/0568	0/0462
آزمون F	4/24***	2/88***	1/65*	2/36***

** و *** به ترتیب معنی‌داری در سطح پنج و یک درصد



شکل (2). شکل درجه دوم کشش تحقیقات

آنچه در شکل (2) مشاهده می‌شود این است که اثر تحقیقات بخش کشاورزی بر شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید در وقفه صفر (زمان حال) کمترین است. سپس با گذشت زمان (وقفه‌های بیشتر)، افزایش می‌یابد و در وقفه چهارم به حداکثر اثر خود می‌رسد. پس از وقفه چهارم، اثر آن کاهش می‌یابد تا کمترین اثر را مجدداً در وقفه هشتم داشته باشد. این روند برای اثر تحقیقات از سایر بخش‌ها، تحقیقات از محل واردات کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای نیز وجود دارد. اما شکل درجه دوم برای اثر تحقیقات بخش کشاورزی و تحقیقات سایر بخش‌های اقتصادی مشهودتر می‌باشد. با توجه به اینکه فناوری وارداتی از محل واردات کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای بخش کشاورزی در طی زمان اثرگذاری یکسانی را دارند، شکل یکنواخت‌تری در اثرگذاری تحقیقات از محل واردات کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای مشاهده می‌شود. در مطالعات مختلف وقفه اثر تحقیقات بر بهره‌وری بخش کشاورزی متفاوت بوده است بطوری که از صفر تا بینهایت مطرح شده است. در بررسی‌ای که آلستون و دیگران (2010، 552) بر 1886 مطالعه انجام داد، نشان داد 253 مطالعه وقفه بین صفر تا 10 سال، 537 مطالعه وقفه بین 11 تا 20 سال، 376 مطالعه وقفه بین 21 تا 30 سال، 178 مطالعه وقفه بین 31 تا 40 سال، 141 مطالعه وقفه بالای 40 سال را به دست آورده‌اند. خاکسارآستانه و کرباسی (1384، 135)، تعداد وقفه‌های اثرگذار تحقیقات کشاورزی بر رشد شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید بخش را، 8 به دست آورده‌اند. اثر کل تحقیقات بخش کشاورزی، تحقیقات سایر

بخش‌های اقتصادی و تحقیقات ناشی از کالاهای وارداتی سرمایه‌ای و واسطه‌ای بر رشد شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید بخش کشاورزی نشان می‌دهد که بیشترین اثر تحقیقات، مربوط به تحقیقات بخش کشاورزی است. نتایج نشان می‌دهد که یک درصد افزایش در بودجه تحقیقاتی بخش کشاورزی، $0/3111$ درصد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش کشاورزی را طی 9 دوره افزایش می‌دهد یعنی تولید به ازای هر واحد نهاده (شاخص بهره‌وری) را $0/3111$ درصد طی نه دوره افزایش می‌دهد. در بررسی خاکسار آستانه و کرباسی (1384، 135)، این کشش $0/277$ به دست آمده است. در بررسی‌ای که آلستون و دیگران (2010، 554) بر 1886 مطالعه انجام داد، نشان داد نرخ بازده تحقیقات از 100- درصد تا 5645 درصد به دست آورده‌اند که در آن، مطالعاتی که وقفه بین صفر تا 10 سال را به دست آورده‌اند، میانگین نرخ بازده تحقیقاتی $90/7$ درصد را نشان داده‌اند. میانگین نرخ بازده مطالعاتی که وقفه بین 11 تا 20 سال، 21 تا 30 سال، 31 تا 40 سال و بالای 40 سال را بدست آورده‌اند به ترتیب $58/5$ ، $152/4$ ، 64 و $29/3$ درصد بوده است. تحقیقات در سایر بخش‌های اقتصادی به عنوان سرریز از سایر بخش‌های اقتصادی به بخش کشاورزی دارد. کشش بودجه تحقیقاتی سایر بخش‌های اقتصادی، $0/1089$ می‌باشد. نتایج بیانگر معناداری آماری هر دو متغیر می‌باشد. تحقیقات کشاورزی در خارج از کشور به عنوان سرریز تحقیقاتی از محل واردات کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای بخش کشاورزی نشان می‌دهد، کشش تحقیقات بصورت کالاهای وارداتی سرمایه‌ای و واسطه‌ای، به ترتیب $0/0568$ و $0/0462$ می‌باشد. در بررسی‌ای که آلستون و دیگران (2010، 554) بر 1886 مطالعه انجام داد، نشان داد 291 مطالعه اثر درون ریز و 70 مطالعه اثر برون ریز (مجموع 361 مطالعه اثر سر ریز) را در نظر گرفته‌اند. نرخ بازده تحقیقات درون ریز از صفر درصد تا $729/7$ درصد در نوسان بوده است که در آن، میانگین نرخ بازده تحقیقات درون ریز $94/5$ درصد را نشان داده‌اند.

نتیجه گیری

در یک جمع‌بندی، مشاهده می‌شود تحقیقات اثر مثبت و معناداری بر بهره‌وری بخش کشاورزی دارد. اثر مثبت تحقیقات بخش کشاورزی، بیشتر از اثر تحقیقات سایر بخش‌های اقتصادی (به عنوان سر ریز از سایر بخش‌ها) بر بخش کشاورزی است. اثر

تحقیقاتی خارجی که بصورت کالاهای وارداتی سرمایه‌ای و واسطه‌ای به کشور منتقل می‌شود، نیز مثبت می‌باشد.

با توجه به مطالعه شهبازی (1391، 151) و حسینی و شهبازی (1392، 21)، ضریب اثر بهره‌وری بر عرضه بخش کشاورزی، 0/62 برآورد شده است. بنابراین بر اساس رابطه (11)، ضریب جابجایی عرضه ناشی تحقیقات بخش کشاورزی 0/193، تحقیقات سایر بخش‌های اقتصادی 0/068، تحقیقات ناشی از کالاهای وارداتی سرمایه‌ای، 0/035 و تحقیقات ناشی از کالاهای وارداتی واسطه‌ای 0/029 می‌باشد. در یک جمع بندی، مشاهده می‌شود اثر تحقیقات مثبت و معناداری بر بهره‌وری بخش کشاورزی دارد. اثر مثبت تحقیقات بخش کشاورزی، بیشتر از اثر تحقیقات سایر بخش‌های اقتصادی (به عنوان سر ریز از سایر بخش‌ها) بر بخش کشاورزی است اما اثر تحقیقاتی خارجی که بصورت تواردات کالاهای سرمایه‌ای است از تحقیقات به صورت واردات کالاهای واسطه‌ای بیشتر است. نتایج مطالعه بیانگر افزایش عرضه محصولات کشاورزی با افزایش تحقیقات می‌باشد بطوری که با افزایش یک درصدی تحقیقات بخش کشاورزی، عرضه بخش کشاورزی 0/193 درصد افزایش می‌یابد که نشان از جایگاه مهم تحقیقات بخش کشاورزی دارد. لذا لزوم سرمایه‌گذاری بیشتر در این بخش نمایان است. بیشتر تحقیقات در کشورهای توسعه یافته، توسط بخش خصوصی صورت می‌گیرد (حدود 51/5 درصد) اما در کشورهای در حال توسعه حدود 94/5 توسط بخش عمومی صورت می‌گیرد (آلستون و دیگران، 2000، 557). به نظر می‌رسد در کشورهای در حال توسعه نظیر ایران، فعالسازی بخش خصوصی در حوزه تحقیقات می‌تواند منجر به افزایش سرمایه‌گذاری در تحقیقات و از آن رو افزایش تولیدات و در نهایت تأمین غذا لازم برای جمعیت رو به افزایش کشور شود.

منابع:

- ابولحسنی، ل (1380)، نقش نیروی کار متخصص کشاورزی بر بهره‌وری کل عوامل تولید و موانع جذب آن‌ها در بخش کشاورزی در استان خراسان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس.
- اکبری، ن و م، رنجکش (1382)، بررسی رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی ایران طی دوره 75-1345، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره 43 و 44، صفحه 117-142.
- امیرتیموری، س و ص، خلیلیان (1386)، رشد بهره‌وری کل عوامل تولید و چشم‌انداز آن در برنامه چهارم توسعه، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره 59، صفحه 37-52.
- امینی، ع، 1384، اندازه‌گیری و تحلیل روند بهره‌وری به تفکیک بخش‌های اقتصادی ایران، مجله برنامه و بودجه، شماره 93، 73-110.
- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران (1389)، شاخص‌های بهره‌وری اقتصاد ایران 1376-1386، <http://www.cbi.ir>.
- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران (1393)، موجودی سرمایه در اقتصاد ایران 1353-1391، [cbi.ir](http://www.cbi.ir).
- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران (1393)، حساب‌های ملی ایران، [cbi.ir](http://www.cbi.ir).
- تهامی پور، مو م، شاهمرادی (1386)، اندازه‌گیری رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش کشاورزی و بررسی سهم آن از رشد ارزش افزوده بخش، فصلنامه اقتصاد کشاورزی، شماره 2 (1)، 317-332.
- حسینی، س، ص و م، خالدی (1383)، بررسی آثار اقتصادی تحقیقات کشاورزی ایران (مطالعه مورد ارقام پر محصول برنج)، مجله علوم کشاورزی ایران، شماره (35) 1: 1-11.
- حسینی، س، ص و م، حسن‌پور (1385)، ارزیابی اقتصادی تحقیقات کشاورزی در ایران؛ مطالعه موردی چغندر قند، مجله علوم کشاورزی ایران، شماره (37) 2: 1-11.
- حسینی، س، ص، م، حسن‌پور و س، ص، صادقیان (1386)، بررسی اثر تحقیقات چغندر قند روی انتقال عرضه شکر در ایران، مجله چغندر قند، شماره 23 (1) 79-92.
- حسینی، س، ص و ح، شهبازی (1391)، بررسی اثر تحقیقات بر رفع شکاف عرضه و تقاضای کشاورزی، مجله اقتصاد کشاورزی و توسعه، نشریه اقتصاد و توسعه، (1) 16-24.
- حسینی، س، ص و ح، شهبازی (1393)، تعیین میزان بهینه مخارج تحقیقات کشاورزی ایران، مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی، شماره 45 (1): 23-40.

- حسینی، س، ص و ح، شهبازی(1392)، برآورد عرضه و تقاضای جمعی بخش کشاورزی ایران 1386-1338، نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی، شماره (1)، 16-24.
- خاکسارآستانه، ح و ع، کرباسی(1384)، محاسبه نرخ نهایی بازده سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی ایران، مجله اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره 50، 125-137.
- خاوری‌نژاد، ا (1385)، شاخص‌های بهره‌وری اقتصاد ایران، فصلنامه حساب‌های اقتصادی ایران، سال اول، شماره 1، 24-39.
- رفعتی، م و ب، نجفی(1385)، تعیین نرخ بازده تحقیقات اصلاح بذر گندم در استان فارس، اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره 4 (15):9-33.
- رحمانی کرمی، ص(1378)، ارزیابی اقتصادی طرح محور گندم آبی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی، دانشگاه شهید بهشتی.
- شهبازی، ح(1391)، ارزیابی اقتصادی تحقیقات کشاورزی در ایران، رساله دکتری، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- شهنوازی، ع و س، حسینی(1390)، ارزیابی منافع اقتصادی تحقیق و ترویج ارقام بادام دیرگل در ایران، مجله اقتصاد و توسعه کشاورزی، جلد 24 (2)، 263-274.
- صفری، خ(1389)، اندازه‌گیری بهره‌وری زیر بخش‌های کشاورزی ایران، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- مافی، ح، ا، صالح و م، ارزنده(1388)، بررسی بهره‌وری کل عوامل تولید در زیر بخش‌های کشاورزی ایران، مجموعه مقالات هفتمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی، انجمن اقتصاد کشاورزی ایران، کرج، ایران.
- مرکز آمار ایران، سال‌های مختلف، سال‌نامه آماری کشور.
- محرابی، م(1389)، سیر تحول اعتبار پژوهشی در کشور، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور.
- معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری (سال‌های مختلف)، قانون بودجه، تهران.
- نوری‌نائینی، م، س(1365)، نقش تحقیق در توسعه کشاورزی، برنامه و توسعه، شماره (7):29-39.
- وجدانی طهرانی، ه و ع، رازینی رحمانی(1379)، بررسی اثر هزینه‌های تحقیقات کشاورزی بر ارزش افزوده و بهره‌وری، مجموعه مقالات سومین کنفرانس اقتصاد کشاورزی، انجمن اقتصاد کشاورزی ایران، مشهد، ایران.

- یزدی‌صمدی، ب(1367)، نقش و اهمیت تحقیقات در نیل به خود کفایی محصولات کشاورزی، مجموعه مقالات اولین کنگره ملی بررسی مسائل توسعه کشاورزی ایران، سازمان تحقیقات کشاورزی، تهران، ایران.

- Akaike, H(1973), Information Theory and an Extension of the Maximum Likelihood Principle, Second, International Symposium on Information Theory, Budapest: Akademiai Kiado.
- Alston, J, M (2000), Spillovers, Australian Journal of Agricultural Recourse Economics, 46(3):315-46.
- Alston, J, C, Chan-Kang, M, Marra, P, Pardey & and T, Wyatt, (2000), a Meta-Analysis of Rates of Return to Agricultural R&D: Ex Pede Herculem?, Research Report No. 1 13, International Food Policy Research Institute, Washington DC.
- Alston, J M, P G, Pardey, J S, James & M A, Andersen, (2010), the Economics of Agricultural R&D, Annual Review of Resource Economics, 1: 537-565.
- Araji, A A, F C White & J F Guentner, (1995), Spillovers and the Returns to Agricultural Research for Potatoes, Journal of Agricultural Resource Economics, 20(2):263-76.
- Beintema, N, G J, Stads, K, Fuglie & P Heisey, (2012), ASTI Global Assessment of Agricultural R&D Spending Developing: Countries Accelerate Investment, International Food Policy Research Institute, 1-24.
- Davidson, R, & J G, MacKinnon, (1993), Estimation and Inference in Econometrics, Oxford University Press.
- Ellis, F, (1992), Agricultural Policies in Developing Countries, Cambridge University Press
- Evenson, R E, & Y, Kislev, (1973), Research and Productivity in Wheat and Maize, Journal of Political Economic, 81:1309-29.

-
- Griliches, Z, (1958), Research Costs and Social Returns: Hybrid Corn and Related Innovations, *Journal of Political Economic*, 66(5):419-31.
 - Griliches, Z, (1964), Research Expenditures, Education and the Aggregate Agricultural Production Function, *American Economic Review*, 54(6):961-74.
 - Hoggblade, S, (2007), Returns to Investment in Agriculture, Policy Synthesis Food Security Research Project-Zambia, No.19 (available at <http://www.aec.msu.edu/agecon/fs2/zambia/index.htm>).
 - Hosseini, S S, E, Hassanpour & S Y, Sadeghian, (2009), an Economic Evaluation of Iranian Public Agricultural R&D Policy: The Case of Sugar beet, *Research Policy*, 38: 1446-1452.
 - Huffman, W E & R E, Evenson, (1993), *Science for Agriculture: A Long-Term Perspective*, Ames, IA: Iowa State Univ. Press.
 - Kealey, T ,(1996), *The Economic Laws of Scientific Research*, St. Martin's Press, New York.
 - Kiani, A K, M, Iqbal & T, Javad, (2008), Total Factor Productivity and Agricultural Research Relationship: Evidence from Crops Sub-Sector of Pakistan's Punjab, *European Journal of Scientific Research*, 23 (21). 87-97.
 - Maredia, M K, R, Ward & D, Byerlee, (1996), Econometric Estimation of a Global Spillover Matrix for Wheat Varietal Technology, *Agricultural Economics*, 14:159-73.
 - Norton, G W & J S, Davis, (1981), Evaluating Returns to Agricultural Research: A Review, *American Journal of agricultural Economics*, 63(4):685-99.
 - Thomas, G, G, Fox, J, Brinkman, J, Oxley, R, Gill & B, Junkins, (2001), an Economic Analysis of the Returns to Canadian Swine Research: 1974-97, *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 49:153-180.

-
- Pasour, Jr E C & M A, Johnson, (1982), Bureaucratic Productivity: the Case of Agricultural Research Revisited, *Public Choice*, 39 (2): 301-317.
 - Pardey, P G & N M, Beintema, (2001), *Slow Magic: Agricultural R&D a Century after Mendel*, Food Policy Report, Washington D.C.
 - Pardey, P G, J M, Alston & R R, (2006), *Agricultural R&D in the Developing World: Too Little, Too Late?* Washington, DC: International Food Policy Resource Institution.
 - Pardey, P G & J M, Alston, (2010), *US. Agricultural Research in a Global Food Security Setting*, A Report of the CSIS Task Force on Food Security, Center for Strategic and International Studies.
 - Peterson, W L, (1967), Returns to Poultry Research in the United States, *Journal of Farm Economics*, 49:656-669.
 - Salami, H, (1996), *Productivity and Technical Change in Iranian Crop Sector*, Ph.D Dissertation, University of Alberta.
 - Solow, R, (1957), Technical Change and Aggregate Production Function, *The Review of Economics and Statistics*, 39 (2), 312-320
 - Schultz, T W , (1953), *The Economic Organization of Agriculture*, New York: McGraw-Hill.
 - Schwarz, G, (1978), Estimating the Dimension of a Model, *Annals of Statistics*, 6: 461-464.
 - Theil, H, (1981), *Economic Forecasts and Policy*, 2nd Edition, Amsterdam: North-Holland Publishing Co.
 - Traxler, G & D, Byerlee, (2001), Linking Technical Change to Research Effort: an Examination of Aggregation and Spillovers Effects, *Agricultural Economics*, 24:235-46.
 - White, F C & J Jr, Havlicek, (1981), Optimal Expenditure for Agricultural Research and Extension: Implication of

Underfunding, American Journal of Agricultural Economics, 47-55.

- World Bank 2007 and 2014, World Bank Agricultural Research by Region, Washington, D.C. (available at http://www.worldbank.org/data/online_database.html).