Journal of Agricultural Economics Research

Spring 2024. Vol 16. Issue 1

ISSN (Print): 2008-6407 - ISSN (Online): 2423-7248

Research Paper

Economic Impact Assessment of Technical Knowledge of Transgenic Potato Production Resistant to Potato Willow

Noormohammad Abyar[1*], Hasan Rahnama[2]

1- Assistant Professor of Agricultural Economics, GolestanProvince Agricultural and Natural Resources Research and Education Center. AREEO.

2- Associate Professor of Agricultural Bioechnology Research Institute of Iran. AREEO.

Received:2021/11/02
Accepted:2022/04/19
PP:61-74

Use your device to scan and read the article online

DOI:
10.30495/JAE.2024.29317.2300

Keywords:
Economic Impact Assessment, Biotechnology, Transgenic Potato, Benefit to Cost Ratio

Abstract

Introduction: The present research aims to evaluate the economic effects of the application of the technical knowledge of the production of transgenic (genetically modified) potatoes resistant to willow pest in the potato fields of ten major potato producing provinces as the potato fields of the whole country.

Materials and Methods: In the present study, the economic surplus analysis was used to evaluate the potential economic benefits of applying the technical knowledge of producing transgenic potato resistant to potato willow pest in the country's potato fields.

Findings: Based on the findings of the research, the internal rate of return (IRR) of the cultivation of transgenic potato seeds resistant to willow pest in the country's potato fields is 97%, the benefit cost ratio is greater than one and equal to 41.4, and the net present value of its benefits is also predicted to be about 497 billion Rials.

Conclusion: The findings show that investing in research projects resulting in this technical knowledge is economically justifiable and its application is expected to increase the economic and social benefits of producers, consumers and food security while reducing yield damage and the cost of potato production.

Citation: Abyar N., Rahnama H. (2024). Economic Impact Assessment of Technical Knowledge of Transgenic Potato Production Resistant to Potato Willow. Journal of Agricultural Economics Research.16(1):61-74

***Corresponding Author:** NoormohammadAbyar
Address: Assistant Professor of Agricultural Economics, GolestanProvince Agricultural and Natural Resources Research and Education Center. AREEO.
Tell:09119698561
Email:n.abyar@areeo.ac.ir

Extended Abstract

Introduction:

Potato is one of the most important crops in most regions of the world especially in developing countries. This crop, like most agricultural products and even more than them, is subject to the attack of pests and plant pathogenic agents and weeds. The most important pest of this product is the potato willow. This pest was reported for the first time in 2014 in Karaj region and at the same time in the central and southern provinces of the country, and it is present in most of the potato production areas in Iran, and economically, it reduces the quantity and quality of potatoes in the pre-harvest and post-harvest stages and causes heavy damage to the farm and warehouse (8). Chemical control of potato willow pest alone is not enough. The integrated management of this pest also does not have a great effect on damage prevention due to its specific biology. In this situation, the appropriate solution to overcome the limitations and improve the integrated management of pests is the development of varieties resistant to potato willow based on genetic engineering (10). This study was carried out using the method of economic surplus analysis and with the aim of evaluating the economic benefits of "Technical knowledge of producing transgenic potatoes resistant to potato willow pest" in order to determine the financial benefits of the investment in this research project. In other words, this study is an attempt to deepen the literature on the subject and resolve political doubts regarding the economic and social effects of transgenic crops.

Materials and Methods

In this research, the method of economic surplus analysis was used to evaluate the economic effects of using Dash technique to produce transgenic potatoes resistant to potato willow pest. This method, which has wide acceptance (18), can produce useful outputs for inferring the benefits of agricultural research. In addition, due to more flexibility, less collection of information and application in a wide range and having the theoretical foundations of economics, it has superiority and advantage over other methods.

Findings

Based on the research findings, the internal rate of return of the investing in research plan resulting in the technical knowledge of transgenic potato production is 97% and more than the minimum acceptable rate of return or the opportunity cost of capital (20%). The benefit-to-cost ratio of the research project is higher than one and equal to 41.4, which means that the benefits of technical knowledge are significantly superior to its costs.

Discussion and Conclusion

The economic effects of the application of the technical knowledge of transgenic potato production indicate its potential profitability and confirm the economic justification of the allocated credits. Although the findings of this research can be presented as documented evidence of the significant economic benefits of this technical knowledge to the country's policy makers and convince them of the necessity of paying attention to transgenic crops and removing the limitations of research and development of their cultivation, however, the application of this, technical knowledge has not been currently used in agricultural operations due to various reasons, especially the concerns of the country's top officials about the environmental effects and safety (health) of transgenic products. But the experiences of different countries show that today such concerns are less relevant and many countries have gone beyond this category to cultivate and produce transgenic crops or are seeking to develop their cultivation.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All subjects full fill the informed consent.

Funding

This work was supported by the agriculture, education and extension organization (areeo), Iran

Authors' contributions

Design and conceptualization: noormohammadabyar; Methodology and data analysis: noormohammadabyar; Supervision: noormohammadabyar and final writing: noormohammadabyar

Conflicts of interest

The author declared no conflict of interest

فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات اقتصاد کشاورزی

بهار ۱۴۰۳.دوره ۱۶. شماره ۱

شاپا چاپی: ۶۴۰۷ -۲۰۰۸ – شاپا الکترونیکی: ۲۴۲۳-۷۲۴۸

مقاله پژوهشی

ارزیابی آثار اقتصادیدانش فنی تولید سیب‌زمینی تراریخته مقاوم به آفت بید سیب‌زمینی

نورمحمد آبیار[1*]، حسن رهنما[2]

۱- استادیار پژوهش اقتصاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی(AREEO)، تهران، ایران

۲- دانشیار فیزیولوژی گیاهی ، پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی (ABRII)کرج ، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۱۱

تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۰۱/۳۰

شماره صفحات:۷۴-۶۱

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید

DOI:
10.30495/JAE.2024.29317.2300

واژه‌های کلیدی:
ارزیابی آثار اقتصادی، بیوتکنولوژی، سیب‌زمینی تراریخته، نسبت فایده به هزینه

چکیده

مقدمه و هدف: این پژوهش با هدف ارزیابی آثار اقتصادی کاربرد دانش فنی تولید سیب‌زمینی تراریخته (اصلاح ژنتیکی شده) مقاوم به آفت بید در مزارع سیب‌زمینی‌کاری ده استان عمده تولیدکننده سیب زمینی کشور انجام شده است.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش، از تحلیل مازاد اقتصادی برای ارزیابی مزایای اقتصادی بالقوه استفاده از دانش فنی تولید سیب‌زمینی تراریخته مقاوم به آفت بیدسیب‌زمینی در مزارع سیب‌زمینی کشور استفاده شد.

یافته‌ها: بر مبنای یافته‌های پژوهش، نرخ بازده داخلی کشت بذور سیب‌زمینی تراریخته مقاوم به آفت بید درمزارع سیب‌زمینی‌کاری کشور ۹۷٪ ، نسبت فایده به هزینه بیش‌تر از یک و برابر ۴۱/۴ و ارزش کنونی خالص منافع آن نیز حدود ۴۹۷ میلیارد ریال پیش بینی شده است

بحث و نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج،سرمایه‌گذاری در پروژه‌های پژوهشی منتج به دانش فنی تولید سیب زمینی تراریخته ازنظر اقتصادی توجیه‌پذیربوده و بنابراین، کاربرد این دانش فنی ضمن کاهش خسارت عملکرد و هزینه تولید سیب‌زمینی،منافع اقتصادی و اجتماعی تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان این محصول را افزایش و در دستیابی به امنیت غذایی نقش شایسته‌ای را ایفا خواهد کرد.

* **نویسنده مسوول:** نورمحمد آبیار

نشانی: استادیار پژوهش اقتصاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، تهران، ایران

تلفن: ۰۹۱۱۹۶۹۸۵۶۱

پست الکترونیکی: n,abyar@areeo.ac.ir

مقدمه

کاربرددانش بیوتکنولوژی (زیست‌فناوری) به ویژه دانش تولید محصولات تراریخته[1] (اصلاح ژنتیکی شده)با وجود چالش‌های موجود، به عنوان یکی از راهکارهای تامین نیازهای غذایی جمعیت فزاینده جهان مورد توجه قرار گرفته است. گیاهان تراریخته حاوی ژن‌های جدیدی هستند که به آنها خصوصیات سودمندی همچون تحمل تنش‌های محیطی و مقاومت در برابر بیماری‌ها و آفات را می‌دهد (۱). بیوتکنولوژی کشاورزی مجموعه‌ای از روش‌های علمی مانند انتقال ژن است که توانایی تولیدکنندگان برای پیشرفت در تولید محصولات زراعی، باغی و دامی را افزایش می‌دهد. دانش انتقال ژن از یک ارگانیسم به ارگانیسم دیگر را اصلاح ژنتیکی[2] (GM)، مهندسی ژنتیک[3] (GE) و یاپیشرفت و توسعه ژنتیکی می‌نامند. بیوتکنولوژی با بازار حدود ۳۰۰ میلیارددلاری به عنوان اصلی‌ترین تجلی فناوری‌های نوین نقش منحصر به فردی را در عرصه‌های گوناگون به ویژه کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست ایفا می‌کند. بازار جهانی بیوتکنولوژی در بخش کشاورزی حدود ۳۰ میلیارد دلار در سال است(پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی پیشرو در فناوری‌های نوین کشاورزی).پذیرش جهانی محصولات تراریخته از ۲/۸ میلیون هکتار در سال ۱۹۹۶ به ۶۷/۷ میلیون هکتاردر سال ۲۰۰۳ (۲) و ۱۸۰ میلیون هکتار در سال ۲۰۱۴ رسیده است(۳).

هند، چین، پاکستان و فیلیپین چهار کشور آسیایی پیشرو در محصولات تراریخته می‌باشند. در سال ۲۰۱۱ درهند ۱۰/۸ میلیون هکتار از اراضی زراعی توسط ۷/۲ میلیون کشاورز کوچک به کشت پنبه Bt اختصاص داده شده بود که این امر به افزایش ۳/۲ میلیارد دلاری درآمد مزارع منجر شد. در چین کشاورزان کوچک با افزایش ۹/۶ درصدی سطح کشت محصولات تراریخته توانستند مصرف حشره‌کش‌ها را تا ۶۰ درصد کاهش دهند که پیامدهای مثبتی برا ی محیط زیست و سلامت کشاورزان داشت. هم‌چنین،کشاورزان خرده‌پا در فیلیپین با کشت ذرت Bt درسال ۲۰۰۴ درآمد مزرعه‌ای را حدود ۱۲۵ تا ۱۳۵ دلار در هر هکتار افزایش دادند(۴).

از مهم‌ترین محصولات زراعی اغلب مناطق جهان، سیب‌زمینی می‌باشد که توسعه کشت و تولید آن می‌تواند نقشی مهم در تامین نیازهای غذایی جمعیت فزاینده جهان به ویژه در کشورهای در حال توسعه ایفا نماید. سیب‌زمینی به علت دارا بودن نشاسته، ویتامین، پروتئین و نیز عملکرد بالا بعد از گندم و برنج به‌عنوان سومین منبع مهم غذایی محسوب می‌شود(۵). پیش‌بینی شده بود که تا سال ۲۰۲۰ بیش از ۲ میلیارد نفر در آسیا، آفریقا و آمریکای لاتین برای تامین غذا، تغذیه و درآمد خویش به این محصول وابسته باشند (۶). تولید جهانی این محصول بیش از ۳۰۰ میلیون تن در سال ۲۰۰۷ بوده و در دهه گذشته تولید آن بیش از ۱۵۳ درصد افزایش یافته است. براساس آمارهای رسمی فائو درسال ۲۰۱۸ ایران با تولید بیش از پنج میلیون و ۱۰۰ هزار تن سیب‌زمینی در سطح بیش از ۱۶۰ هزار هکتار،رتبه سیزدهم تولیدکنندگان جهان را به خود اختصاص داده است.

با وجود اهمیت سیب‌زمینی در نظام غذایی و صنعتی، متاسفانه این محصول مانند اغلب محصولات کشاورزی و حتی بیش‌تر از آنها در معرض حمله آفات و عوامل بیماری‌زای گیاهی و علف‌های هرز می‌باشد. مهم‌ترین آفت این محصول بید سیب‌زمینی است که موطن اصلی آن مناطق معتدل ونیمه گرمسیری آمریکا است.این آفت در بسیاری از نقاط جهان از جمله نواحی جنوب اروپا، شمال و جنوب آفریقا، هند واسترالیا با نقل و انتقال غده‌های آلوده گسترش یافته است(۷). این آفت برای اولین بار در سال ۱۳۶۴در منطقه کرج و همزمان با آن در استان‌های مرکزی و جنوبی کشور گزارش شده و هم اکنون در اغلب مناطق تولید سیب‌زمینی در ایران وجود دارد و از نظر اقتصادی کمیت و کیفیت سیب‌زمینی رادر مراحل پیش و پس از برداشت کاهش می‌دهد و خسارت سنگینیدر مزرعه و انبار به آن وارد می‌کند(۸).در ایران آمار دقیقی از ارزش خسارت این آفت وجود ندارد اما در انبارهای سیب‌زمینی دنیا در حدود ۴۰۰ میلیون دلار در سال برآورد شده است (۹) و سالانه حدود ۳،۳۲۴،۰۰۰ هکتار از اراضی سیب‌زمینی‌کاری جهان را از بین می‌برد که ظرفیت برداشت سالانه از این اراضی در حدود ۵۰،۸۳۳،۲۰۰ تن سیب‌زمینی می‌باشد.

امروزه برای کاهش خسارت عوامل بیماری‌زای مذکور، مزارع و انبارهای سیب‌زمینی به دفعات مورد مبارزه شیمیاییقرار می‌گیرندبه‌طوری که پس از پنبه، سیب‌زمینی بیش‌ترین میزان مصرف سم را دارد. مهار شیمیایی آفت بید سیب‌زمینی به دلیل پنهان بودن آن در درون برگ‌ها، ساقه‌ها و غده‌ها و بروز مقاومت سریع به حشره‌کش‌ها به تنهایی کافی نیست.مدیریت تلفیقی این آفتنیز به دلیل بیولوژی خاص آن تاثیر زیادی در پیشگیری از خسارت ندارد. در این شرایط راهکار مناسب برای غلبه بر محدودیت‌ها و بهبود مدیریت تلفیقی آفات، توسعه ارقام مقاوم به بید سیب‌زمینی با تکیه بر مهندسی ژنتیک است (۱۰).در این میاناستفاده از ژن Cry1Ab باکتری(BT) *Bacillus*

1 Genetically Modifieds Products
2 Genetic Modified
3 Genetic Enginering

turingiensis وانتقال آن به گیاه سیب زمینی یکی از بهترین و معمول‌ترین راه‌های مهار زیستی این آفت است. این ژن نوعی پروتئین کریستالی را کد می‌کند که سیستم گوارشی حشرات راسته پروانه‌ها را از کار می‌اندازد و اثر کشندگی بالایی بر روی لاروهای بید سیب‌زمینی دارد(۱۱).از اینرواز سال ۱۳۸۴یک طرح تحقیقاتی شامل هفت پروژه در پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی سازمان پژوهش‌ها، آموزش و ترویج کشاورزی تدوین و اجرا شده است.دستاورد مهم این طرح دانش فنی تولید سیب‌زمینی تراریخته (اصلاح ژنتیکی شده) مقاوم بهآفت بید است که در شرایط پژوهشی قادر به مهار و نابودی آفت مذکور بود. این طرح بر روی دو رقم سیب زمینی آگریا و مارفونا که از ارقام مهم زراعی سیب‌زمینی در ایران هستند، انجام شده است.

با وجود موفقیت در دستیابی به دانش فنی تولید سیب زمینی تراریخته مقاوم به آفت بید، تاکنون نسبت به عملیاتی نمودن این دانش در مزارع سیب‌زمینی‌کاری کشور اقدامی به عمل نیامده است. دلایل گوناگونی بر این امر مترتب است از آن جمله می‌توان به رویکرد نه چندان مناسب برخی سیاستگذاران و برنامه‌ریزان کلان کشور نسبت به محصولات تراریخته، نگرانی‌های زیست‌محیطی، ایمنی و نامعین بودن آثار اقتصادی و اجتماعی آن بر تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان اشاره نمود. این مسائل و تردیدها ارزیابی منافع اقتصادی و اثربخشی این دانش فنی را به یک ضرورت برای اثبات ارزشمندی اقتصادی پژوهش‌های بیوتکنولوژی، کسب حمایت سیاسی و تغییر رویکرد سیاست‌گذاران نسبت به اهمیت و اثربخشی دانش اصلاح ژنتیکی محصولات کشاورزی تبدیل نموده است. از این رو این مطالعه با کاربست رهیافت تحلیل مازاد اقتصادی و با هدف ارزیابی منافع اقتصادی "دانش فنی تولید سیب‌زمینی تراریخته مقاوم به آفت بید سیب‌زمینی" انجام شده است تا از این رهگذر مشخص شود که سرمایه‌گذاری و اعتبارات تخصیص‌یافته به این طرح پژوهشی منجر به چه فواید مالی برای بهره‌برداران(تولیدکنندگان و مصرف کنندگان سیب‌زمینی) و اقتصاد ملی و منطقه‌ای خواهد شد؟ به بیان دیگر، این مطالعه تلاشی در راستای تعمیق ادبیات موضوع و رفعتردیدهایسیاستی درخصوص آثار اقتصادی و اجتماعی محصولات تراریخته می‌باشد.

بدون ارزیابی تعیین ارزش اقتصادی و اجتماعی دانش و فناوری حاصل از پژوهش دشوار خواهد بود (۱۲).بدون ارزیابی، ارائه شواهدی کمی از منافع و اثربخشی اقتصادی پژوهش‌ها میسر نمی‌باشد.ارزیابی آثار اقتصادی پژوهش‌های کشاورزی ازپیشینه‌ی بلندی در ادبیات اقتصادکشاورزی جهان برخوردار بوده و امروزه بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است. (۱۳) با ارزیابی آثار اقتصادی تولید پنبه و سویای تراریخته و تأثیر آنها بر مصرف سموم شیمیایی گزارش نمود که ارقام تراریخته منافع اقتصادی زیادی را برای کشاورزان به ارمغان آورده است. هم‌چنین، آثار زیست‌محیطی این دو محصول مثبت و تقریبا در همه موارد استفاده از حشره‌کش‌ها در پنبه تراریخته به‌طورقابل توجهی کم‌تر از مصرف آن در گونه‌های متعارف بوده است. ارزیابی آثار اقتصادی محصولات تراریخته نشان می‌دهد که ارزش تخمینی این نوآوری قابل توجه است، زیرا مصرف‌کنندگان و نوآوران به سهم بیش‌تر منافع خالص اذعان کرده‌اند. با اینحال، حفاظت حقوق مالکیت معنوی بر توزیع منافع تاثیرگذار است. ارگانیسم‌های اصلاح شده ژنتیکی جدید در حال ظهور به طور بالقوه کم‌تر بحث‌انگیز هستند و ممکن است منافع بیش‌تر برای همه ذینفعان در بخش کشاورزی داشته باشند. اما این دستاورد به توسعه یک نظام نظارتی مؤثر، قابل اعتماد و بین‌المللی بستگی دارد (۱۴). بر اساس نتایج مطالعه Brondani فناوری مهندسی ژنتیک به میزان ۳۴ درصد برای پنبه، ۱۲ درصد برای ذرت و ۳ درصد برای سویا عملکرد را افزایش می‌دهد و درمجموع ۱۳ میلیون هکتار زمین را از تبدیل شدن به اراضی کشاورزی در سال ۲۰۱۰ نجات داده و مانع از انتشار تقریبا یک هشتم گازهای گلخانه‌ای سالانه در ایالات متحده شده است(۱۵). بررسی آثار پذیرش فناوری پنبه Bt در شمال ایالت کارناتاکای هند نشان داد که عملکرد و بازده خالص پنبه Bt به ترتیب ۳۱ درصد و ۱۵۱ درصد بیش‌تر از پنبه مرسوم ثبت شده است. یافته‌های مطالعه نشان داده است کشت پنبه Bt موجب کاهش شیوع آفات و بیماری، افزایش درآمد، اشتغال،آموزش و استاندارد زندگی شده وخطرات سلامتی را کاهش داده است(۱۶).

با کاربرد بیوتکنولوژی کشاورزی در آرژانتین عملکرد پنبه تراریخته ۳۳ درصد افزایش و مصرف آفت‌کش‌ها و نیروی کار به ترتیب ۴۶ درصد و ۵ درصد کاهش یافته است. در حالیکه برای ایالات متحده، افزایش عملکرد ۱۱ درصد،کاهش آفت‌کش‌ها ۳۰ درصد و صرفه‌جویی در کار ۲ درصد بود. منافع مستقیم انباشته برای کشاورزان بین سال‌های ۱۹۹۷ و ۲۰۰۷ معادل ۴۴/۱ میلیارد دلار برآورد شده است(۲). بر اساس نتایج مطالعه Subramanian and Qaim کشاورزانی که پنبه اصلاح ژنتیکی شده را کشت می‌کنند، اغلب از راه کاهش خسارت محصول بهره‌مند می‌شوند. آنها دریافتند که کاربرد این دانش فنی با افزایش اشتغال کل و بهبود درآمد خانوارها به‌ویژه کشاورزان فقیر و آسیب‌پذیر به کاهش فقر و توسعه روستایی یاری می‌کند(۱۷).

در بررسی آثار اقتصادی، اجتماعی محصولات اصلاح ژنتیکی شده، یافته‌های ۴۱۰ مقاله بیانگر آن بود که آثار اقتصادی، اجتماعی این نوع محصولات محدود و اغلب برمجموعه محدودی از پارامترهای اقتصادی پولی متمرکز بوده و درمقایسه،مطالعات

تجربی بسیار اندکی در مورد جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی وجوددارد. این یافته‌ها به کمبود پژوهش‌های تجربی و جامع در مورد آثار اقتصادی، اجتماعی محصولات اصلاح ژنتیکی شده برای استفاده احتمالی درتصمیم‌گیری اشاره می‌کند(۱۸).

بررسی ادبیات موضوع و پیشینه این پژوهش عمدتا بر آثار اقتصادی و اجتماعی محصولات اصلاح ژنتیکی شده به ویژه دانش فنی تولید محصولات زراعی تراریخته در بخش کشاورزی دلالت دارند هرچند بر نگرانی‌ها و دغدغه‌هایی نیز اذعان می‌کنند. با این حال، به نظر می‌رسد جامعه جهانی از این نگرانی‌ها پا فراتر نهاده و به نقش مفید و تعیین‌کننده بیوتکنولوژی کشاورزی در تحقق اهداف توسعه‌ای امنیت غذایی، کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی و حفظ محیط زیست یقین حاصل نموده است. افزون بر این بررسی پیشینه پژوهش نشان می‌دهد که با وجود معرفی دانش فنی محصولات اصلاح ژنتیکی شده (تراریخته) در پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی کشور، تاکنون منافع و آثار اقتصادی محتمل و بالقوه آنها به صورت روشمند تحلیل و ارزیابی نشده است. لذا این پژوهش فتح بابی در حوزه پژوهش‌های ارزیابی آثار اقتصادی محصولات راریخته در کشور بشمار می‌رود.ضمن اینکه روش پژوهش آن نیز مرسوم ترین روش ارزیابی آثار پژوهش‌های کشاورزی است که که بر مبانی نظری (اقتصاد رفاه) استوار است. بدیهی است که این نوع ارزیابی اطلاعات ارزشمندی از منافع و آثار اقتصادی سرمایه‌گذاری در پژوهش‌های بیوتکنولوژی به ویژه ابداع دانش فنی محصولات تراریخته به برنامه‌ریزان و سیاستگذاران بخش کشاورزی و اقتصاد ملی ارائه خواهد نمود.

با توجه به مطالب بیان شده، در این پژوهش از تحلیل مازاد اقتصادی پیش از اجرا برای ارزیابی آثار یا منافع اقتصادی کاربست دانش فنی تولید سیب‌زمینی تراریخته مقاوم به آفت بیددر مناطق عمده کشت و تولید سیب‌زمینی کشور شامل استان‌های آذربایجان شرقی، اردبیل، اصفهان، جنوب استان کرمان، جهار و محال بختیاری، زنجان، فارس، کردستان، مرکزی و همدان استفاده شد. به عبارتی دیگر پژوهش در پی ارزیابی منافع بالقوه کشت ارقام سیب‌زمینی اصلاح ژنتیکی شده مقاوم به آفت بید در مزارع سیب‌زمینی مناطق عمده کشت این محصول بود. از این‌رو، در ادامه ابتدا الگوی ریاضی این روش مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد.

روش پژوهش

روش‌های گوناگونی برای ارزیابی آثار اقتصادی پژوهش‌های کشاورزی مورد استفاده قرار می گیرند، اما روش مرسوم تحلیل مازاد اقتصادی[1] می‌باشد که اصول و روش‌های اقتصادی را برای ارزیابی منافع پژوهش و توسعه کشاورزی مورد استفاده قرار داده و از این رو مقبولیت گسترده‌ای دارد (۱۹).این روش می‌تواند خروجی‌های مفید برای استنتاج منافع پژوهش‌های کشاورزی تولید کند. ضمن این که به دلیل انعطاف‌پذیری بیش‌تر، تجمیع کم‌تر اطلاعات و کاربرد در گستره‌ای وسیع و برخورداری از مبانی نظری علم اقتصاد، نسبت به دیگر روش‌ها برتری و مزیت دارد. بنابراین در این پژوهش از این رهیافت برای ارزیابی منافع اقتصادی بالقوه کاربرد دانش فنی تولید سیب‌زمینی تراریخته مقاوم به آفت بید سیب‌زمینی در مزارع سیب‌زمینی‌کاریکشور استفاده به عمل آمد. در ادامه مباحث این بخش، روش شناسی پژوهش به تفصیل ارائه و تشریح می‌شود.

در عبارت ((ارزیابی آثار اقتصادی[2])) پژوهش‌های کشاورزی، واژه‌ی ارزیابی به مفهوم قضاوت، ارزشیابی، تعیین منافع پژوهش و یا اثربخشی کاربست یافته‌های آن است. یافته‌های پژوهش‌های کشاورزی شامل فناوری یا دانش فنی (مانند بذر)، ابزارها و اقدامات مدیریتی و منابع انسانی مهارت‌یافته هستند که محیط نهادهای پژوهشی را از راه تعلیم و مشارکت و ذی‌نفعان پژوهش‌ها را از راه فناوری‌ها، دانش فنی و اطلاعات نوین تحت تاثیر قرار می‌دهند. واژه‌ی آثار نیز به اثرات گسترده و بلندمدت اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی حاصل از پژوهش‌ها اشاره می‌کند. این رهیافت چارچوب بازار را که در آن دستاورد پژوهش‌ها (دانش یا فناوری) باعث جابه‌جایی منحنی عرضه محصول می‌شود، مورد استفاده قرار می‌دهد، به‌طوری که منافع اقتصادی به عنوان مازاد تعلق گرفته به تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان محاسبه می‌شوند. با بهره‌گیری از این روش، تعیین منافع سرمایه‌گذاری در یک پژوهش با محاسبه افزایش مازاد (رفاه) تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان در جریان کاربرد دستاورد حاصل از آن (دانش یا فناوری) امکان‌پذیر می‌شود (۲۰).

تحلیل مازاد اقتصادی به دو روش پیش از اجرا[3] و پس از اجرا[4] انجام می‌پذیرد. در روش پیش از اجرا، طرح پژوهشی پیش از این که پیاده شده و مخارج و منافع آن محقق شود، بر اساس پیش‌بینی هزینه‌ها و منافع مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. روش ارزیابی پس از اجرا بعد از انجام پروژه پژوهشی و کاربرد یافته آن در عرصه‌های گوناگون تولید، فراوری و مصرف صورت می‌گیرد و معمولاً برای اطلاع از فواید و اثربخشی پژوهش‌های انجام شده در گذشته و کارایی نهادهای پژوهشی و به منظور بهره‌برداری برای آینده کاربرد دارد

1 Economic Surplus Analysis
2 Economic Impact Assessment
3 Ex-ante Evaluation
4 Ex-post Evaluation

نظریه رفاه مبنای رهیافت تحلیل مازاد اقتصادی است. مطابق این نظریه ارزش رفاه یا فواید اقتصادی یک سطح معین تولید (عرضه) و مصرف (تقاضا) یک محصول را می‌توان با استفاده از مفهوم مازاد اقتصادی اندازه‌گیری کرد. با عنایت به این موضوع، تحلیل مازاد اقتصادی این امکان را می‌دهد که تفاوت بین دو وضعیت با و بدون پژوهش با اندازه‌گیری تغییر مازاد اقتصادی (ارزش رفاه یا فواید اجتماعی) ارزیابی شود. تغییر مازاد اقتصادی به سبب پژوهش، بیانگر فواید اجتماعی آن است.

افزایش تولیدات کشاورزی حاصل از پیشرفت فناوری/دانش به صورت جابه‌جایی در منحنی عرضه محصول منعکس می‌شود. در واقع روش مازاد اقتصادی چارچوب بازار را برای استنتاج منافع پژوهش‌ها که در آن دستاوردهای پژوهش باعث جابه‌جایی منحنی عرضه محصول می‌شود، مورد استفاده قرار می‌دهد. سپس فواید اقتصادی به عنوان مازاد تعلق گرفته به تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان، منتج از تغییرات در قیمت و کمیت محصول(کالا)، محاسبه و آنگاه با جمع‌سازی این فواید در طول زمان و مقایسه آن با مخارج انجام شده، سنجه‌هایی مانند ارزش فعلی خالص منافع، نرخ بازده داخلی و نسبت فایده به هزینه پژوهش محاسبه می‌شود.

برای ارزیابی یا سنجش منافع (تغییر مازاد اقتصادی) پژوهش‌های کشاورزی در شرایط اقتصاد کوچک و باز رابطه زیر مورد استفاده قرار می گیرد(۲۱).

$$\Delta TS_t = \Delta PS_t = P_o * Q_o * K_t(1+0.5 * K_t \varepsilon) \quad (۱)$$

که در آنΔTS_tتغییر در مازاد اقتصادی کل یا منافع برنامه پژوهشی و ΔPS_t تغییر در مازاد اقتصادی تولیدکنندگان در سالt ، P_o قیمت جهانی محصول،K_t پارامتر جابه‌جایی نسبی منحنی عرضه محصول در سالt به‌واسطه پذیرش فناوری حاصل از پژوهش(در این پژوهش دانش فنی سیب‌زمینی تراریخته) و ε کشش عرضه محصول در سال t می‌باشد. در شرایط اقتصاد کوچک و باز همه منافع اقتصادی پژوهش عاید تولیدکنندگان می‌شود. به بیان دیگر، تغییر مازاد اقتصادی تولیدکنندگان برابر کل تغییر در مازاد اقتصادی منتج از پژوهش خواهد بود. پارامتر جابه‌جایی نسبی منحنی عرضه با کاربست رابطه زیر اندازه‌گیری می‌شود.

$$K_t = \left\{\frac{YI}{\varepsilon} - \frac{E(C)}{1-YI}\right\} * P_r * A_t * (1-\delta_t)^n \quad (۲)$$

K_tیک پارامتر مهم در اندازه‌گیری تغییر مازاد اقتصادی کل یا منافع اجتماعی یک برنامه پژوهشی بوده و YI تغییر نسبی مورد انتظار در عملکرد در هکتار سیب‌زمینی تراریخته نسبت به ارقام شاهد یا پیش از پژوهش است، E(C) تغییر نسبی در هزینه تولید سیب‌زمینی تراریخته نسبت به ارقام سیب‌زمینی مرسوم برای دستیابی به افزایش عملکرد، p_r احتمال تحقق افزایش عملکرد در مزارع سیب‌زمینی‌کاری تراریخته، A_t نرخ پذیرش ارقام سیب‌زمینی تراریخته در سال t ، و δ_t نرخ استهلاک (منسوخ شدن) دانش فنی سیب‌زمینی تراریخته مورد بررسی در سال t است. برای محاسبه پارامتر جابه‌جایی پیشاپیش مقادیر YI ، P ، E(C)، A_t ، δ_t و ε باید به شیوه‌ای مناسب اندازه‌گیری شوند.

دوره تکمیل پروژه‌های پژوهشی منتج به دانش فنی مورد بررسی از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۹و به مدت شش سال بوده است. نرخ پذیرش دانش فنی از نتایج مطالعه (۲۱) گرفته شد که مربوط به نرخ پذیرش یافته‌های پژوهش‌های بهنژادی سیب‌زمینی در سه استان آذربایجان شرقی، گلستان و اصفهان می‌باشد. احتمال موفقیت پژوهش (p_r)در این مطالعه بر پایه دیدگاه‌ها و تجربیات کارشناسان و مروجان سازمان‌های جهاد کشاورزی برخی استان‌ها، ۷۷ درصد لحاظ شد. بر این اساس احتمال اینکه نتایج کاربست دانش فنی مورد ارزیابی در مزارع سیب‌زمینی‌کاران همانند نتایج آزمایشگاهی و پژوهشی باشد، ۷۷ درصد درنظر گرفته شد. بر مبنای تجربیات و نیز یافته دیگر مطالعات ارزیابی اقتصادی پژوهش‌های کشاورزی، نرخ استهلاک (δ_t) دانش فنی مورد بررسی در مزارع سیب زمینی‌کاران پس از سال پنجم کاربست آن سالیانه ۵ درصد در نظر گرفته شد. به بیان دیگر، انتظار می‌رود که از سال پنجم سالانه پنج درصد از اثربخشی این دانش فنی در مهار آفت بید کاسته شود.

طول دوره پذیرش یافته‌های پژوهشی کشاورزی متغیر بوده و به عوامل گوناگونی از جمله سرعت نوآوری فناورانه در کشاورزی بستگی دارد. هر چه سرعت ابداع و معرفی دانش یا فناوری بیش‌تر باشد، فناوری‌های موجود در بازه زمانی کوتاه‌تری منسوخ شده و با فناوری‌های جدید جایگزین می‌شوند. بر اساس بررسی‌های انجام شده، میانگین دوره پذیرش یافته‌های پژوهش‌های بهنژادی (ارقام اصلاح شده) در کشور در چهار دهه گذشته به طور میانگین ۱۲سال بوده است(۲۱)، اما با توجه به گذشت زمان و پیشرفت علم و دانش در نقاط گوناگون جهان از جمله در کشور، دوره پذیرش دانش فنی در مزارع سیب‌زمینی‌کاری کشور، ۱۰ سال تعیین شد. بر این اساس انتظار می‌رود دانش فنی مورد بررسی پس از ده سال از نخستین سال معرفی آن منسوخ و با دانش فنی دیگری جایگزین شود.

کاهش هزینه تولید سیب زمینی متعاقب کاربست دانش فنی مورد استفاده حدود ۱/۴ درصد محاسبه شد. به بیان دیگر، متعاقب کشت بذور سیب‌زمینی تراریخته در مزارع کشاورزان از مصرف سموم آفت‌کش کاسته خواهد شد. بر اساس آمارنامه سال‌های زراعی ۹۵-۱۳۹۴ و ۹۲-۱۳۹۱ سهم نسبی هزینه سموم آفت‌کش و سمپاشی آن از میانگین هزینه تولید سیب‌زمینی در کشور حدود ۲/۷ درصد بوده که با محاسبات انجام شده کاهش نسبی مصرف

سموم آفت‌کش برابر ۱/۴ درصد معین شد. لازم به ذکر است که در سال‌های زراعی مذکور میانگین هزینه تولید سیب‌زمینی در کشور (بدون احتساب هزینه فرصت زمین) به ترتیب برابر ۷۰۱۹۱۲۳۰ و ۸۹۱۰۳۶۳۰ ریال بوده است.

در این مطالعه، نرخ تنزیل برابر نرخ بهره تسهیلات کشاورزی در نظام بانکی کشور برابر ۱۵ درصد در نظر گرفته شد. همان‌گونه که پیش‌تر بیان شد، این نرخ در واقع کم‌ترین نرخ بازده قابل قبول سرمایه‌گذاری در دانش فنی تولید سیب‌زمینی تراریخته مقاوم به آفت بید سیب زمینی و یا هزینه فرصت سرمایه می‌باشد. قیمت سیب زمینی برابر با میانگین قیمت آن در چهار سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ تا ۹۵-۱۳۹۴ در نظر گرفته شد.

در این پژوهش فرض شد آثار اقتصادی کاربست سیب‌زمینی تراریخته تا ۱۰ سال پس از نخستین سال پذیرش آن تداوم دارد. به بیان دیگر، دوره پذیرش دانش فنی سیب زمینی تراریخته۱۰ سال در نظر گرفته شده است. وقفه پژوهش یا سال‌های انجام پژوهش‌های اصلاح ژنتیکی منتج به دانش فنی سیب‌زمینی تراریخته در پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی نیز شش سال بوده است.

تهیه داده‌های مخارج پژوهش (C) از مشکل‌ترین وظایف ارزیابی آثار پژوهش‌های کشاورزی است. دراین پژوهش مخارج سالانه هر پروژه طرح پژوهشی یاد شده شامل سهم آن از اعتبارات هزینه‌ای،تملک سرمایه‌ای، درآمدهای اختصاصی پژوهشگاه پژوهش‌های بیوتکنولوژی کشاورزی می‌باشد. برای محاسبه میانگین مخارج یک پروژه پژوهشی طرح سیب‌زمینی تراریخته، مجموع اعتبارات پژوهشگاه در هر سال بر تعداد پروژه‌های پژوهشی در دست اجرای آن در همان سال تقسیم شد. سپس به حاصل این تقسیم مجموع سرانه مخارج ترویجی استان‌های دهگانه افزوده و بدین ترتیب میانگین مخارج پژوهش و ترویج دانش فنی مورد بررسی محاسبه شد. از آن‌جایی که دانش فنی مورد بررسی منتج از هفت پروژ پژوهشی می‌باشد، سرانه یا میانگین هزینه پژوهش و ترویج در عدد هفت ضرب و بدین ترتیب هزینه پژوهش و ترویج (EC)اندازه‌گیری شد.

بدین ترتیب منافع یا تغییر مازاداقتصادی (ΔTS_t) و مخارج (C_t) طرح پژوهشی منتج به دانش فنی مورد بررسی برای دوره تکمیل پژوهش‌ها و دوره پذیرش دانش فنی سیب‌زمینی تراریخته مشخص می‌گردد. پس از این مرحله منافع و مخارج پژوهش می‌بایست با بهره‌گیری از یک نرخ تنزیلمناسب (r) به ارزش سال پایه (سال آغاز پژوهش) تبدیل شوند تا درطول زمان با هم قابل جمع باشند. چنانچه منافع یا تغییر مازاد اقتصادی (ΔTS_t) سالانه طرح پژوهشی را با B_t و هزینه‌های سالانه آن باC_t نمایش داده شود که درآنها t بیانگرسال مورد نظر (نسبت به سال پیش ازپژوهش یا سال صفر) است، مجموع فواید (B) برابر ارزش حال جریان منافع و مجموع هزینه‌ها (C) نیز مساوی ارزش سال پایه مخارج کل دوره پژوهش خواهد بود.

با توجه به جمیع مطالب بیان شده، در این پژوهش با تجمیع فواید(منافع) و نیز مخارج طرح مورد بررسی، با استفاده از روابط (۳) تا (۷)، شاخص‌ها یا سنجه‌هایی برای اندازه‌گیری بازده یا فواید اقتصادی دانش فنی مورد بررسی مدنظر قرار گرفت که شامل نسبت فایده به هزینه، ارزش حال خالص فواید و نرخ بازده داخلی می‌باشند. نسبت فایده به هزینه‌ی بالاتر از یک به معنای آن است که مجموع منافع دانش فنی بیش از هزینه‌های آن و بدین ترتیب سرمایه‌گذاری در آن سودآور و دارای توجیه اقتصادی بوده است. این امر بدان معنی است که ارزش حال خالص فواید دانش فنی بزرگ‌تر از صفر خواهد بود. بر طبق این سنجه‌ها، یک پروژه پژوهشی سودآور است اگر نرخ بازده داخلی آن بزرگتر از هزینه فرصت سرمایه (نرخ تنزیل) یا نرخ سود موجود باشد.r نرخ تنزیل است که برای برگرداندن اقلام هزینه و فایده به زمال حال استفاده می‌شود و در عین حال کم‌ترین نرخ سودآوری مورد قبول می‌باشد که در این پژوهش برابر نرخ سود تسهیلات بلندمدت نظام بانکی (۲۰ درصد) در نظر گرفته شد.

$$B = \sum_{t=1}^{T} \frac{B_t}{(1+r)^t} \quad (۳)$$

$$C = \sum_{t=1}^{T} \frac{C_t}{(1+r)^t} \quad (۴)$$

$$\frac{B}{C} \quad (۵)$$

$$NPV = B - C \equiv \sum_{t=1}^{T} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} \quad (۶)$$

$$0 = \sum_{t=1}^{T} \frac{B_t - C_t}{(1+IRR)^t} \quad (۷)$$

نتایج

در این پژوهش آثار اقتصادی کاربست دانش فنی سیب‌زمینی تراریخته مقاوم به آفت بید مورد ارزیابی قرار گرفت. برای این منظور اراضی سیب‌زمینی کاری ده استان عمده سیب‌زمینی کاری کشور به مثابه کل اراضی سیب‌زمینی کاری کشور مورد توجه قرار گرفتند. سهم این ده استان از کل اراضی سیب زمینی کاری کشور عموما بیش از ۷۵ درصد می‌باشد. در محاسبات ارزیابی اطلاعات تولید سالانه سیب زمینی و نیز مخارج پژوهش و توسعه پروژه‌های منتج به دانش فنی مورد بررسی در این ده استان تجمیع شدند. در این بخش ابتدا به طور مختصر داده‌های مورد استفاده در الگوی ریاضی مازاد اقتصادی پیش از اجرا تشریح و آنگاه نتایج پژوهش به تفصیل ارائه خواهد شد. در پایان پس از نتیجه‌گیری و جمع‌بندی مطالب، پیشنهاداتی متناسب با یافته‌ها به منظور

کاربری در برنامه‌ریزی و بسط مطالعات ارزیابی آثار پژوهش‌های بیوتکنولوژی کشاورزی بیان می‌گردد.

نتایج ارزیابی آثار اقتصادی و اثرسنجی دانش فنی مورد بررسی

داده‌های مورد استفاده در ارزیابی بازده اقتصادی کاربرد دانش فنی سیب زمینی تراریخته در سال‌های گوناگون و نیز مقادیر اندازه‌گیری شده پارامتر جابه‌جایی و فواید (مازاد) اقتصادی، منافع اقتصادی بالقوه کاربست دانش فنی تولید سیب‌زمینی تراریخته مقاوم به آفت بید سیب‌زمینی در جداول (۱)، (۲) و (۳) آورده شده‌اند. نتایج تحلیل مازاد اقتصادی به صورت سنجه‌های سه‌گانه نرخ بازده داخلی، نسبت فایده به هزینه و ارزش حال خالص منافع بالقوه دانش فنی مورد بررسی در جدول (۴) ارائه شده‌اند. همان‌گونه که پیشتر در بخش روش پژوهش بیان شد، سنجه‌های یاد شده با کاربست روش تحلیل مازاد اقتصادی محاسبه و پیش‌بینی شدند.

نرخ بازده داخلی (IRR) دانش فنی تولید سیب زمینی تراریخته مقاوم به آفت بید

بر اساس یافته‌های مندرج در جدول (۴)، نرخ بازده داخلی اعتبارات تخصیصی به طرح پژوهشی منتج به دانش فنی تولید سیب زمینی تراریخته، ۹۷ درصد و بیش‌تر از حداقل نرخ بازده قابل قبول و یا هزینه فرصت سرمایه (۲۰درصد) می‌باشد. این یافته نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری در این طرح پژوهشی به لحاظ اقتصادی موجه بوده و کاربست دانش فنی منتج از آن با کاهش خسارات عملکردی متاثر از شیوع آفت بید در مزارع سیب‌زمینی مناطق گوناگون کشور و نیز کاهش مصرف سموم شیمیایی، موجبات تثبیت و یا به نوعی افزایش فواید (مازاد اقتصادی) سیب‌زمینی‌کاران را فراهم و به‌تبع بهبود رفاه اقتصادی و اجتماعی تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان این محصول را به دنبال خواهد داشت.

نسبت فایده به هزینه (BCR) دانش فنی تولید سیب زمینی تراریخته مقاوم به آفت بید

داده‌های جدول (۴) هم‌چنین، نشان‌دهنده نسبت فایده به هزینه بالقوه کاربست دانش فنی مورد بررسی در مزارع سیب‌زمینی‌کاران کشور می‌باشد. همان طور که مشاهده می‌شود این نسبت بالاتر از یک و برابر۴۱/۴ است که به منزله برتری چشمگیر منافع دانش فنی بر مخارج آن است. بر اساس این یافته پیش‌بینی می‌شود هر یک ریال تخصیص داده شده به طرح پژوهشی منتج به این دانش فنی به طور متوسط ۴۱/۴ریال منافع و فایده‌مندی اقتصادی عاید تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان سیب‌زمینی نماید. این نسبت می‌تواند متاثر از عوامل گوناگونی مانند ریسک پژوهش‌ها، سطوح مدیریت مزرعه، شرایط آب وهوایی و کمیت و کیفیت خدمات ترویجی و به‌ویژه نرخ پذیرش دانش فنی از سوی سیب‌زمینی‌کاران باشد.

ارزش حال خالص منافع (NPV) دانش فنی تولید سیب‌زمینی مقاوم به آفت بید

ستون‌های ۵ و ۶ جدول (۴) به ترتیب بیانگر ارزش حال خالص منافع بالقوه و ارزش اسمی خالص منافع بالقوه دانش فنی مورد بررسی در مزارع سیب زمینی‌کاری کشور می‌باشد که هر دو مثبت است. این یافته نیز همانند سنجه‌های نرخ بازده داخلی و نسبت فایده به هزینه نشاندهنده سودآوری و اثربخشی بالقوه دانش فنی مورد مطالعه است. بر اساس داده‌های مندرج در این جدول، ارزش اسمی خالص فواید دانش فنی در دوره ۱۰ ساله پذیرش و کاربست آن در مزارع سیب‌زمینی مبتلابه آفت بید در کشور حدود ۲۳۷۱/۵ میلیارد ریال پیش‌بینی می‌شود. اما باید توجه داشت که این رقم نشاندهنده ارزش اسمی فواید دانش فنی است حال آن که منطق حکم می‌کند ارزیابی و تحلیل‌های اقتصادی با لحاظ نمودن اثر تغییر قیمت‌ها (شرایط تورمی) انجام شوند زیرا با توجه به شرایط تورمی مزمن حاکم بر اقتصاد کشور، افزایش منافع اقتصادی فقط متاثر از پژوهش‌ها و کاربست دستاوردهای آن نمی‌باشد و قطعا بخشی از آن متاثر از شرایط تورمی و افزایش قیمت محصول خواهد بود. از این رو به هنگام ارزیابی و قضاوت در اثرسنجی یک پروژه پژوهشی می‌بایست ارزش‌های واقعی (ثابت) و یا تورم‌زدایی شده مورد توجه و مبنا قرار گیرند. بر این اساس در این مطالعه ارزش حال خالص فواید دانش فنی مورد بررسی نیز محاسبه و پیش‌بینی شده است که در ستون (۵) جدول (۴) آورده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود این منافع خالص حدود ۴۹۶/۷ میلیارد ریال پیش‌بینی شده است که قابل توجه بوده و بیانگر آثار اقتصادی مثبت و اثربخش آن برای تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان سیب‌زمینی و دیگر ذینفعان در کشور می‌باشد. این یافته یک بار دیگر بر توجیه‌پذیری و سودآوری بالقوه اعتبارات تخصیص‌یافته به پژوهش‌های کشاورزی تاکید نموده و بر آن صحه می‌گذارد. باید توجه داشت که این ارزش واقعی به قیمت‌های ثابت بوده و باحذف اثرات تورمی از مقادیر اسمی ارزش فواید دانش فنی حاصل شده‌اند.

جدول ۱- محاسبه پارامتر جابه‌جایی منحنی عرضه سیب زمینی به واسطه کاربرد دانش فنی مورد ارزیابی

سال(۱)	کشش عرضه(۲)	افزایش نسبی عملکرد(۳)	تغییر نسبی هزینه تولید(۴)	نرخ پذیرش(۵)	عامل استهلاک پژوهش(۶)	احتمال موفقیت پژوهش(۷)	پارامتر جابجایی(۸)
Year	E	YI	E(C)	A_t	D_R	P_R	Kt
۱	۰/۸۱۳	۰/۱۶	-۰/۰۱۴	۰	۱	۰	۰
۲	۰/۸۱۳	۰/۱۶	-۰/۰۱۴	۰	۱	۰	۰
۳	۰/۸۱۳	۰/۱۶	-۰/۰۱۴	۰	۱	۰	۰
۴	۰/۸۱۳	۰/۱۶	-۰/۰۱۴	۰	۱	۰	۰
۵	۰/۸۱۳	۰/۱۶	-۰/۰۱۴	۰	۱	۰	۰
۶	۰/۸۱۳	۰/۱۶	-۰/۰۱۴	۰	۱	۰	۰
۷	۰/۸۱۳	۰/۱۶	-۰/۰۱۴	۰/۰۵	۱	۰/۷۷	۰/۰۰۸۰
۸	۰/۸۱۳	۰/۱۶	-۰/۰۱۴	۰/۰۷	۱	۰/۷۷	۰/۰۱۱۳
۹	۰/۸۱۳	۰/۱۶	-۰/۰۱۴	۰/۱۴	۱	۰/۷۷	۰/۰۲۲۵
۱۰	۰/۸۱۳	۰/۱۶	-۰/۰۱۴	۰/۲۲	۱	۰/۷۷	۰/۰۲۷۳
۱۱	۰/۸۱۳	۰/۱۶	-۰/۰۱۴	۰/۲۵	۱	۰/۷۷	۰/۰۴۰۲
۱۲	۰/۸۱۳	۰/۱۶	-۰/۰۱۴	۰/۳۳	۰/۹۵	۰/۷۷	۰/۰۴۴۳
۱۳	۰/۸۱۳	۰/۱۶	-۰/۰۱۴	۰/۲۱	۰/۹۰	۰/۷۷	۰/۰۳۰۴
۱۴	۰/۸۱۳	۰/۱۶	-۰/۰۱۴	۰/۱۷	۰/۸۵	۰/۷۷	۰/۰۱۹۱
۱۵	۰/۸۱۳	۰/۱۶	-۰/۰۱۴	۰/۱۱	۰/۸۰	۰/۷۷	۰/۰۰۹۰
۱۶	۰/۸۱۳	۰/۱۶	-۰/۰۱۴	۰/۰۳	۰/۷۵	۰/۷۷	۰/۰۰۳۶

منبع : یافته‌های پژوهش

جدول ۲- محاسبه مقادیر منافع (مازاد) اقتصادی دانش فنی مورد ارزیابی

سال	میانگین قیمت محصول پیش از پژوهش (ریال)(۲)	تولید محصول پیش از پژوهش (کیلوگرم)(۳)	کشش عرضه محصول(۴)	پارامتر جابه‌جایی(۵)	منافع(مازاد) اقتصادی به ریال(۶)
Year	P_0	Q_0	E	Kt	TSt
۱	۳۱۲۷	۳۵۰۳۵۲۳۰۰۰	۰/۸۱۳	۰	۰
۲	۳۱۲۷	۳۵۰۳۵۲۳۰۰۰	۰/۸۱۳	۰	۰
۳	۳۱۲۷	۳۵۰۳۵۲۳۰۰۰	۰/۸۱۳	۰	۰
۴	۳۱۲۷	۳۵۰۳۵۲۳۰۰۰	۰/۸۱۳	۰	۰
۵	۳۱۲۷	۳۵۰۳۵۲۳۰۰۰	۰/۸۱۳	۰	۰
۶	۳۱۲۷	۳۵۰۳۵۲۳۰۰۰	۰/۸۱۳	۰	۰
۷	۳۱۲۷	۳۵۰۳۵۲۳۰۰۰	۰/۸۱۳	۰/۰۰۸۰	۸۸۳۸۷۰۹۹۴۶
۸	۳۱۲۷	۳۵۰۳۵۲۳۰۰۰	۰/۸۱۳	۰/۰۱۱۳	۱۲۳۹۰۳۲۲۵۹۰۰
۹	۳۱۲۷	۳۵۰۳۵۲۳۰۰۰	۰/۸۱۳	۰/۰۲۲۵	۲۴۸۹۳۵۳۵۵۶۲۹
۱۰	۳۱۲۷	۳۵۰۳۵۲۳۰۰۰	۰/۸۱۳	۰/۰۲۷۳	۳۰۲۸۶۶۱۳۶۸۸۸
۱۱	۳۱۲۷	۳۵۰۳۵۲۳۰۰۰	۰/۸۱۳	۰/۰۴۰۲	۴۴۷۶۹۵۲۶۳۱۴۰
۱۲	۳۱۲۷	۳۵۰۳۵۲۳۰۰۰	۰/۸۱۳	۰/۰۴۴۳	۴۹۴۱۶۹۴۴۸۵۱۳
۱۳	۳۱۲۷	۳۵۰۳۵۲۳۰۰۰	۰/۸۱۳	۰/۰۳۰۴	۳۳۷۱۲۹۵۴۴۲۱۶
۱۴	۳۱۲۷	۳۵۰۳۵۲۳۰۰۰	۰/۸۱۳	۰/۰۱۹۱	۲۱۱۳۰۷۱۸۱۸۰۸
۱۵	۳۱۲۷	۳۵۰۳۵۲۳۰۰۰	۰/۸۱۳	۰/۰۰۹۰	۹۹۰۳۲۲۶۸۴۱۴
۱۶	۳۱۲۷	۳۵۰۳۵۲۳۰۰۰	۰/۸۱۳	۰/۰۰۳۶	۳۹۷۰۲۹۲۳۰۲۲

منبع : یافته‌های پژوهش

جدول ۳- سایر اطلاعات مورد نیاز در ارزیابی اقتصادی دانش فنی مورد بررسی

سال	مخارج پژوهش و ترویج به ریال (۲)	منافع(مازاد) اقتصادی به ریال(۳)	خالص منافع پژوهش به ریال(۴)	نرخ تنزیل(درصد)(۵)
YEAR	REX			Drate
۱	۲۲۲۲۹۸۳۰۰۰	۰	-۲۲۲۲۹۸۳۰۰۰	۱۵
۲	۲۳۰۵۳۴۵۰۰۰	۰	-۲۳۰۵۳۴۵۰۰۰	۱۵
۳	۳۹۹۳۹۹۰۰۰۰	۰	-۳۹۹۳۹۹۰۰۰۰	۱۵
۴	۳۸۱۴۰۵۵۰۰۰	۰	-۳۸۱۴۰۵۵۰۰۰	۱۵
۵	۳۰۷۷۳۹۶۰۰۰	۰	-۳۰۷۷۳۹۶۰۰۰	۱۵
۶	۳۸۸۹۸۰۲۰۰۰	۰	-۳۸۸۹۸۰۲۰۰۰	۱۵
۷	۲۶۴۶۴۰۰۰۰	۸۸۳۸۷۰۹۹۴۶	۸۸۱۲۲۴۶۹۹۴۶	۱۵
۸	۲۷۴۴۶۰۰۰۰	۱۲۳۹۰۳۲۲۵۹۰۰	۱۲۳۶۲۸۷۶۵۹۰۰	۱۵
۹	۴۷۵۴۸۰۰۰۰	۲۴۸۹۳۵۳۵۵۶۲۹	۲۴۸۴۵۹۸۷۵۶۲۹	۱۵
۱۰	۴۵۴۰۵۰۰۰۰	۳۰۲۸۶۶۱۳۶۸۸۸	۳۰۲۴۱۲۰۸۶۸۸۸	۱۵
۱۱	۳۶۶۳۷۰۰۰۰	۴۴۷۶۹۵۲۶۳۱۴۰	۴۴۷۳۲۸۸۹۳۱۴۰	۱۵
۱۲	۴۶۳۰۷۰۰۰۰	۴۹۴۱۶۹۴۴۸۵۱۳	۴۹۳۷۰۶۳۷۸۵۱۳	۱۵
۱۳	۰	۳۳۷۱۲۹۵۴۴۲۱۶	۳۳۷۱۲۹۵۴۴۲۱۶	۱۵
۱۴	۰	۲۱۱۳۰۷۱۸۱۸۰۸	۲۱۱۳۰۷۱۸۱۸۰۸	۱۵
۱۵	۰	۹۹۰۳۲۲۶۸۴۱۴	۹۹۰۳۲۲۶۸۴۱۴	۱۵
۱۶	۰	۳۹۷۰۲۹۲۳۰۲۲	۳۹۷۰۲۹۲۳۰۲۲	۱۵

منبع : یافته‌های پژوهش

جدول ٤- سنجه‌های بازده اقتصادی دانش فنی تولید سیب زمینی تراریخته

ارزش اسمی منافع دانش فنی (میلیارد ریال)(۶)	ارزش فعلی خالص منافع دانش فنی(میلیارد ریال)(۵)	نسبت فایده به هزینه دانش فنی(۴)	نرخ بازده داخلی دانش فنی(۳)	ارزش فعلی منافع دانش فنی (میلیارد ریال)(۲)	ارزش فعلی مخارج دانش فنی (میلیارد ریال)(۱)
۲۳۷۱/۵	۴۹۶/۷	۴۱/۴	٪۹۷	۵۰۹/۰۲	۱۲/۳

بحث، نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به پیش‌بینی افزایش جمعیت جهان و نیازهای تغذیه‌ای آن در چهل سال آینده، استفاده از محصولات تراریخته به عنوان یکی از راهکارهای مواجه با این چالش مورد توجه جامعه جهانی قرار گرفته است.بر مبنای یافته‌های این پژوهش، کشت سیب زمینی تراریخته مقاوم به آفت بید در مزارع سیب‌زمینی‌کاری کشور، دارای قابلیت و توانمندی ایجاد منافع و اثربخشی اقتصادی می‌باشد. زیرا کشاورزان با کشت این نوع محصولات و به‌واسطه کاهش مصرف حشره‌کش‌ها و افزایش عملکرد موثر اغلب از طریق کاهش خسارت محصول بهره‌مند خواهند شد.

نرخ بازده داخلی کاربست دانش فنی مورد بررسی بیش‌تر از نرخ بازگشت قابل قبول سرمایه (۲۰ درصد) پیش‌بینی شده است. این یافته به‌طورکلی نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری در پروژه‌های پژوهشی منتج به این دانش فنی از نظر اقتصادی توجیه‌پذیر و مقبول بوده است. بنابراین کشت بذور سیب زمینی تراریخته مقاوم به آفت بید می‌تواند ضمن کاهش خسارت عملکردی، منافع اقتصادی و اجتماعی عاید تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان این محصول کند.

یافته‌های این پژوهش نشان‌دهنده مطابقت نتایج آن با یافته‌های مطالعات ارزیابی آثار پژوهش‌های کشاورزی در ایران و گستره جهانی می‌باشد. میانگین نرخ بازده داخلی پژوهش و ترویج کشاورزی در سطح جهان و کشورهای گوناگون اعم از توسعه‌یافته و در حال توسعه را ٪۷۷ محاسبه شده است(۱۱). حال آنکه در این مطالعه نرخ بازده داخلی کاربست دانش فنی تولید سیب زمینی تراریخته ٪۹۷ پیش‌بینی شده است که قابل توجه و حاکی از سودآوری آن برای سیب‌زمینی‌کاران، مصرف‌کنندگان و دیگر ذینفعان این محصول می‌باشد. نرخ بازده داخلی پژوهش‌های گندم در کشور از ۳۹/۴ تا ۸۸ درصد ارزیابی شده است(۲۳، ۲۲، ۲۱، ۲۰).

همان‌گونه که نتایج نشان داد، نسبت فایده به هزینه دانش فنی مورد بررسی ۴۱/۴ پیش‌بینی شده است که بیانگر مقبولیت بازده و اثربخشی آن است. این یافته بیانگر آن است که هر یک ریال سرمایه‌گذاری در طرح منتج به دانش فنی مورد بررسی قابلیت

ایجاد ۴۱/۴ ریال بازده اقتصادی برای مجموعه سیب‌زمینی‌کاران، مصرف‌کنندگان و صنایع تبدیل و فرآوری سیب‌زمینی دارا می‌باشد. ضمن اینکه با نتایج مطالعات انجام شده در داخل و خارج کشور مطابقت دارد. اسدی نسبت فایده به هزینه پژوهش‌های گندم آبی و جوآبی را به ترتیب ۲۵/۸ و ۱۴/۹ گزارش نموده است. این نسبت برای پژوهش‌های گندم رقم مهدوی در مطالعه نیکویی برابر ۸/۱ محاسبه شده است(۲۲) و نسبت فایده به هزینه پژوهش‌های بهنژادی سیب‌زمینی در مناطق مهم کشت آن ۲/۱ تا ۷/۴ ارزیابی شده است(۲۰). این مقایسه تطبیقی بیانگر آثار اقتصادی چشمگیر پژوهش‌های اصلاح ژنتیکی محصولات کشاورزی می‌باشد.

اگرچه مقادیر آثار و بازده اقتصادی کاربست پژوهش‌های اصلاح زنتیکی و معرفی محصول سیب زمینی تراریخته بیانگر سودآوری آن است و به خوبی بر توجیه‌پذیری اقتصادی اعتبارات تخصیص‌یافته صحه می‌گذارد. با این‌حال،کاربرد دانش فنی مورد ارزیابی در حال حاضر به دلایل گوناگون به‌ویژه دغدغه‌مندی مسئولان کلان کشور در خصوص پیامدها و آثار زیست محیطی و ایمنی (سلامتی) محصولات تراریخته، در عمل، در بهره‌برداری‌های کشاورزی مورد استفاده قرار نگرفته است، اما بررسی ادبیات موضوع و تجربیات کشورهای گوناگون نشان می‌دهد که امروزه چنین نگرانی‌هایی کم‌تر موضوعیت داشته و بسیاری از کشورها با گذر از این مقوله به کشت و تولید محصولات تراریخته اقدام کرده و یا در پی توسعه کشت آن می‌باشند. رشد سطح کشت محصولات کشاورزی تراریخته در مناطق گوناگون جهان شاهدی برای این مدعاست. برای مثال، برزیل که دومین تولیدکننده محصولات بیوتکنولوژی در جهان است، با ایجاد یک محیط قانونی سختگیرانه نقشی مهم در توسعه سریع و تجاری‌سازی محصولات بیوتکنولوژی در این کشور ایفا کرده و به‌ویژه از سال ۲۰۰۵ ساز و کارهای امنیتی برای نظارت بر ارگانیسم‌های اصلاح ژنتیکی شده، ایجاد رویه‌های نظارت بر توسعه کشاورزی، تولید، پژوهش و تجاری‌سازی محصولات تراریخته را تعریف کرده است. به عنوان یک دستاورد این چارچوب قانونی و نظارتی، بیش از ۳۰۰ شرکت بر روی مجموعه‌ای وسیع از زمینه‌های زیست‌فناوری مانند سلامت انسان و دام،انرژی زیستی و کشاورزی فعالیت می‌کنند. این کشور در نتیجه پذیرش محصولات اصلاح ژنتیکی شده، تولیدات کشاورزی را ۳۵۰ درصد افزایش داده است که تاثیر قابل توجهی بر حفظ تنوع زیستی داشته و موجبات رشد کسب وکار کشاورزی را به عنوان یک صنعت فراهم کرده است(۳).

به‌طور کلی یافته‌های این مطالعه می‌تواند به عنوان شواهدی مستند از منافع و بازده اقتصادی قابل توجه و پذیرفتنی دانش فنی تولید محصولات تراریخته به‌ویژه سیب‌زمینی مقاوم به آفت بید به سیاست‌گذاران و مدیران کلان کشور ارائه و آنها را بر ضرورت توجه بیش‌تر به محصولات تراریخته و رفع محدودیت‌های پژوهش و توسعه کشت آنها مجاب کند. به بیان دیگر، سیاست‌گذاران بخش کشاورزی با توجه به اهداف کلان اقتصادی کشور به‌ویژه مقوله راهبردی امنیت غذایی و نیز حمایت از تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان، پژوهش‌های اصلاح ژنتیکی محصولات کشاورزی را باید در سرلوحه برنامه‌های خویش قراردهند. بدیهی است که در حالت کلی سیاست‌های حمایتی برای ایجاد نوآوری و پیشرفت فناورانه بیوتکنولوژی کشاورزی می‌تواند منافع و رفاه جامعه را افزایش دهد و تحولی در امنیت غذایی جامعه ایجاد نماید. در پایان متناسب با یافته‌های پژوهش پیشنهاد می‌شود :

دولت با اعمال سیاست‌های حمایتی مورد نیاز، هم از بعد تخصیص اعتبارات پژوهشی و هم از منظر ایجاد همگرایی در بین سیاست‌گذاران اقتصادی کشور در زمینه ایجاد باور بر نقش بنیادی و راهبردی پژوهش‌های بیوتکنولوژی در توسعه کشاورزی و اقتصاد ملی، بستر لازم برای توسعه پژوهش‌های مهندسی ژنتیک و اصلاح ژنتیکی محصولات کشاورزی و کاربرد یافته‌های آن را فراهم و هر چه بیش‌تر تسهیل کند. با توجه به اثربخشی و بازده اقتصادی بالقوه کشت و تولید محصولات تراریخته، فرهنگ‌سازی برای قرارگیری آنها در الگوی مصرف جامعه انجام شود. در این راستا اتخاذ حمایت‌های تشویقی برای برانگیختن مشارکت بخش خصوصی در ورود به پژوهش، تولید و تجارت این نوع محصولات مثمرثمر خواهد بود.

نرخ پذیرش دستاوردهای پژوهش‌های کشاورزی نقشی تعیین‌کننده در بازده اقتصادی آنها دارد. بنابراین، نشر و انتقال موفقیت‌آمیز دستاوردها اعم از فناوری و دانش واجد اهمیت است. در این میان مدیریت هماهنگی ترویج سازمان‌های جهاد کشاورزی استان‌ها نقش حلقه واسط پژوهش‌ها و بهره‌برداران را ایفا نموده و متولی نشر و کاربست موفقیت‌آمیز دستاوردهای پژوهشی به عرصه‌های گوناگون می‌باشد. از این رو پیوند بین پژوهش‌های بیوتکنولوژی، ترویج و بهره‌برداران در ابعاد کمی و کیفی می‌بایست هر چه بیش‌تر مدنظر قرار گیرد و تقویت شود. بررسی ادبیات موضوع و پیشینه پژوهش نشان داد که ارزیابی اقتصادی دستاوردهای پژوهشی بیوتکنولوژی کشاورزی در کشور کم‌تر مورد توجه قرار گرفته و مطالعات تجربی بسیار اندکی در مورد جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی آنها وجود دارد، از این رو پیشنهاد می‌شود در این راستا مطالعات افزون‌تری با کاربست رهیافت‌های روشمند انجام شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در این مطالعه فرم‌های رضایت‌نامه آگاهانه توسط تمامی آزمودنی‌ها تکمیل شد.

حامی مالی

این مقاله با حمایت مالی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان انجام شده که بدین‌وسیله سپاسگزاری می‌شود.

مشارکت نویسندگان

طراحی و ایده پردازی، روش‌شناسی و تحلیل داده‌ها، نظارت و نگارش نهایی : نورمحمد آبیار

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسنده این مقاله فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

Reference

1.Devilliers SM, Hoisington DA. The trends and future of biotechnology crops for insect pest control. African Journal of Biotechnolgy 10: 4677- 4681. 2011, http://www.academicjournals.org/AJB

2.Bennett AB, Chi-Ham C, Barrows G, Sexton S, Zilberman D. Agricultural biotechnology: Economics, Environment, Ethics, and the Future, Annu. Rev. Environ. Resour. 38:249–79, The Annual Review of Environment and Resources is online at 2013, http://environ.annualreviews.org.

3.Brondani A. Impact of biotechnology in brazilian agriculture sector. 2nd World Biotechnology Congress December. Sao Paulo, Brazil. 2017.

4.James C. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops. The International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA). Brief No.45. ISAAA: Ithaca, NY. 2014,https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/49/

5.Visser RGF, Bachem CWB, de Boer JM, Bryan GJ, Chakrabati SK, Feingold S, Gromadka R, van Ham RCH J, Huang S, Jacobs JME, Kuznetsov B, de Melo PE, Milbourne D, Orjeda G, Sagredo B, Tang X. Sequencing the potato genome: outline and first results to come from the elucidation of the sequence of the world's third most important food crop. Am. J. Pot. Res., 2009, 10.1007/s12230-009-9097-8.

6.Chong M. Perception of the Risks and benefits of Bt eggplant by Indian farmers, Journal of Risk Research, 2005, 8 (7–8): 617–634.

7.Chavez P, et al. Applying Multifractal Analysis to Remotely Sensed Data for Assessing PYVV Infection in Potato (*Solanum tuberosum L.*) Crops. 2004, https://Doi.org/10.3390/rs2051197

8.Khorshidi H R. Study of distribution and population changes of potato willow in Bushehr Province. Final report of the project, BushehrAgricultural Research Center,Agricultural Research, Education and Extension Organization. 1996.

9.Kiresur VR,Ichangi M. Socio-economic impact of Bt cotton — A case study of Karnataka. Agricultural Economics Research Review Vol. 24, pp: 67-81. 2011, https://EconPapers.repec.org/RePEc:ags:aerrae:109418

10.Rondon SI, DeBano SJ, Clough GH, Hamm PB, Jensen A, Schreiber A, Alvarez JM, Thornton M, Barbour J, Dogramaci M. Biology and management of thepPotatotuberworm in the pacific northwest. PNW.594, 2007.

11.RahnamaH. Cry1Ab gene transfer to potato plant. Agricultural Biotechnology Research School.2008.

12.Alston JM, Chan-Kang C, Marra M, Pardey P, Wyatt T. A Meta-Analysis of rates of return to agricultural R&D. International Food Policy Research Institute, Washington DC, Research Report, 2000, 1(13).

13.Traxler G. The Economic impacts of biotechnology-based technological innovations. Agricultural and Development Economics Division. The Food and Agriculture Organization of the United Nations. ESA Working Paper. 2004, No. 04-08.

14.Moschini G. Economic Benefits and costs of biotechnology innovations in agriculture. Center for Agricultural and Rural Development Iowa State University Working Paper 01-WP 264. 2001.

15.Brondani A. Impact of biotechnology in brazilian agriculture sector. 2nd World Biotechnology Congress December. Sao Paulo, Brazil. Journal of Biotechnology & Biomaterials. 2017, 7(6), | ISSN: 2155-952X.

16.Subramanian A, Qaim M. The Impact of Bt cotton on poor households in rural India, Nature Precedings: hdl:10101/npre.2008.1812.1.

17.Vargas G, Binimelis R, Myhr A, Wynne B. Socio-economic research on genetically modified crops: A study of the literature, agriculture and human values, 2017. https://Doi.org/10.1007/s10460-017-9842-4.

18.Masters WA, Coalibaly B, Sanogo D, Sidibe M, Williams A. The Eeconomic impact of agricultural research: A practical guide. Purdue University, West afayette, Indiana State, USA, 1996, p. 45.

19.Alston JM, Norton GW,Pardey PG. Science under Scarcity: Principles and Practice for Agricultural Research Evaluation and Priority Setting. Cornell University Press. 1995.

20.AbyarN, Hosseini S.S.Priority Setting of a Multi-criteriaModel for Agricultural research in Agricultural-climatic Zones of Iran. PhD Thesis,

Faculty of agricultural economics and development, University of Tehran. 2015.
21.Asadi H. Estimation of Investment Rate of Research on Modified Barley varieties Introduced varieties during 2001-2002. Final report of the research report, Cereal research department. Seed and plant Breeding and preparationResearch Institute. 2001.
22.Asadi H. Determining the rate of return on investment in research of different varieties of irrigated cereals (wheat and barley). Final report of the research project. Cereals Research Department, Seed and Plant Breeding Research Institute. Agricultural Research, Education and Extension Organization. 2003.
23.Nikoei A, Bagheri A, Ghandi A,zare A. Investment return on agricultural research: A case study of irrigated wheat research of Mahdavi cultivar in Isfahan province. Journal of Agricultural Sciences. 2006, 2: 251-260.