
Estimation of Water and Energy Indicators and Economic Value of Water in Apple Production: Lake Urmia Basin

Seyed Habibollah Mosavi^{1*}, Donya Miri², Mehrdad Mohammadi²

1. Associate Professor Department of Agricultural Economics, Tarbiat Modares University
2. Ph.D. Student, Agricultural Economics, Tarbiat Modares University

Keywords:

Energy efficiency, Water,
Economical value, apple, Urmia

Abstract

Introduction: Apple production as a productive sector in horticultural economy is of special importance and has export potential and has a special place in agricultural planning. Therefore, the increase in demand for food due to nutritional diversity and population growth has caused the agricultural sector to increase its production compared to other economic sectors, which increases the use of water resources and inputs such as fertilizers and chemical pesticides that consume more energy. They do, it is possible. Urmia city With 26,000 hectares of apple orchards has taken the first place in the production of this product in the country. On the other hand, excessive use of chemical fertilizers and pesticides in the production of this product not only causes non-optimal use of energy, but also causes irreparable damage to the environment and water resources. Therefore, since water is one of the most valuable natural resources and the main inputs in the production of agricultural products and has an effective role in the sustainable development of the agricultural sector; Determining the economic value of water in the Urmia catchment area helps a lot to increase the productivity of water resources in the region and save consumers and properly manage demand.

Materials and Methods: In this study, the efficiency of energy consumption and the economic value of water were estimated to investigate the amount of energy and water consumption in apple production. **Findings:** The results showed that the energy ratio of the inputs to the product, which indicates the energy efficiency, was not at the optimal level and the amount of energy consumption should be considered. Also, the final production of water input in apple production is 0.15 and the final production value of water is 29,141.7 rials, which means that the consumption of each cubic meter of water creates a value equal to 29,141.7 rials.

Conclusion: It is suggested that the government improves the consumption of this input by using optimal pricing tools.

*Corresponding author: Seyed Habibollah Mosavi

Address: Department of Agricultural Economics, Tarbiat Modares University

Tell: 09128458794

Email: shamosavi@modares.ac.ir

Extended Abstract

Introduction

The limited water resources in the Lake Urmia basin, rapid population growth, and the need to produce more food have caused the agricultural sector to use more water and energy than other economic sectors. Although the exploitation of water resources has partially satisfied the need for food, it has also led to environmental degradation and the loss of natural resources, including water resources. Lake Urmia is one of these important natural resources. However, considering the limited natural resources and the impact of the use of various water and energy sources on the environment and human health, it is necessary to study the pattern of water and energy consumption in agriculture (2) Hatirli et al 2005 In addition to the growing demand for water and the increasing instability in its supply, the available water is continuously decreasing. In most countries where irrigated lands play an important role, farmers consider it their right to pay a small price for water, and this belief is usually reflected in their political systems (3) (Abu-Zeid., 2001). Iran, with an average rainfall of 250 milliliters per year, is facing the problem of water scarcity and uneven distribution in the field of water resources. Water scarcity on the one hand and huge costs of water supply on the other hand have raised the issue of increasing the productivity and value of water consumption as one of the most important national goals. This requires appropriate decisions within the framework of integrated water resources management policies for optimal allocation of resources at the watershed level. Undoubtedly, one of the most important tools in optimal water allocation is the economic valuation of water. In economic studies, the real value of water and its efficiency and productivity will be estimated. However, in order for this market to operate more efficiently, it is necessary to have appropriate infrastructure and careful monitoring (4) Ester et al, 1998). Apple belongs to the Pomaceae family and its scientific name is *Malus Communis*. The apple tree product is one of the garden products of Iran that has occupied a high position in the field of job creation and foreign exchange.

Materials and Methods

In the study area of this study, the energy input sources for apple production were human labor, diesel fuel, machinery, chemicals, and manure. While the energy output sources were apple fruit. It should be noted that solar energy is not considered either as radiation or as heat, because it is considered as a free subsidy in the energy or economic analysis of agricultural systems (13) (Slessor, 1973). In order to convert the values of inputs and outputs to their energy equivalents, energy equivalent coefficients are provided. Also in this study the economic value of water consumption in apple production was calculated. There are many methods for calculating the economic value of water in agriculture, in the present study the parametric method and the production function were used. The production function is a technical relationship between production factors and the product, which represents the maximum product that can be obtained from the set of inputs assuming that other conditions are constant. The production function is in the form of equation (15) (Chambers, 1988).

$$y = f(x, z)$$

Findings

The results showed that the ratio of energy inputs to output, which indicates energy efficiency, was not at the desired level and the amount of energy consumption should be considered. Also, the final production of water input in apple production is 0.15 and the final production value of water is 29,141.7 Rials, meaning that each cubic meter of water consumption creates a value of 29,141.7 Rials.

Discussion and Conclusion

At a statistical glance, it can be seen that the share of the agricultural sector in Urmia County is about 33 percent or even slightly more, which indicates the high importance of the agricultural sector in this county. Apple production is also of particular importance as a productive sector in the horticultural economy. The issue of water scarcity and energy-intensiveness of agricultural activities in this county is also important, for this reason, the issue of optimal allocation of water resources

is of particular importance. Optimal allocation of water depends on the price of water being proportional to its economic value. There is no extensive market mechanism for water in Iran, and having information on the economic value of water is valuable for future policymaking. For this reason, the purpose of this study is to determine water and energy indicators and determine the economic value of water in apple production in the Urmia Lake basin. Indicators such as energy efficiency, specific energy, energy productivity and specific energy, and the water and energy consumption index were calculated in the assessment of energy inputs and outputs. In addition, renewable, non-renewable, direct, and indirect energy sources were calculated. The results showed that the total energy of inputs and output was 11545.08 and 30813.60 megajoules per hectare, respectively, and the share of renewable and non-renewable energy emissions was 44.72 and 55.28 percent. Also, the final production of water consumption and the economic value of water in apple production were calculated. The economic value of water is actually the price that producers have to pay for the average consumption of other inputs and based on the principle of optimal use of them. In general, the results of data analysis and research

findings showed that the economic value of each cubic meter of water in apple production is less than the average exchange value of water in the region. Therefore, gradual reform of the price of water or the price received from producers in the region over time will help to better allocate this input between different products and use it more economically, and will lead to improvement of water efficiency in the production of agricultural products. Therefore, it is suggested that by gradually eliminating the price difference, the value of water will be brought closer to its real position and the consumption of this input in apple production in the studied area will be economized.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All subjects full fill the informed consent.

Authors' contributions

Design and ideation: Seyyed Habibollah Mousavi, Donya Miri, Mehrdad Mohammadi; Methodology and data analysis: Seyyed Habibollah Mousavi, Mehrdad Mohammadi, Donya Miri; Supervision: Seyyed Habibollah Mousavi and final writing: Donya Miri.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest

برآورد شاخص‌های آب و انرژی و ارزش اقتصادی آب در تولید سیب: حوضه دریاچه ارومیه

سید حبیب اله موسوی^{۱*}، دنیا میری^۲، مهرداد محمدی^۲

۱. گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۲. گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

چکیده

مقدمه و هدف: تولید سیب به عنوان بخش مولد در اقتصاد باغبانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و دارای توان صادراتی بوده و در برنامه‌ریزی‌های کشاورزی جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است. از این رو افزایش تقاضا برای مواد غذایی به دلیل تنوع تغذیه‌ای و رشد جمعیت باعث شده بخش کشاورزی نسبت به سایر بخش‌های اقتصادی تولیدات خود را افزایش دهد، که این امر با افزایش استفاده از منابع آب و نهاده‌هایی مثل کود و سموم شیمیایی که انرژی بیشتری مصرف می‌کنند، میسر می‌گردد. شهرستان ارومیه با دارا بودن ۲۶۰۰۰ هکتار باغ سیب، رتبه اول تولید این محصول در سطح کشور را از آن خود کرده است. از طرفی استفاده بیش از حد از کود و سموم شیمیایی در تولید این محصول نه تنها باعث استفاده غیر بهینه از انرژی گردیده بلکه خسارات جبران ناپذیری به محیط زیست و منابع آبی وارد می‌کند. لذا از آنجاییکه آب یکی از ارزشمندترین منابع طبیعی و نهاده‌های اصلی در تولید محصولات کشاورزی می‌باشد و نقش موثری در توسعه پایدار بخش کشاورزی دارد؛ تعیین ارزش اقتصادی آب در حوزه آبریز ارومیه به افزایش بهره‌وری منابع آب منطقه و صرفه‌جویی مصرف‌کنندگان و مدیریت صحیح تقاضا کمک بسیاری می‌کند. **مواد و روش‌ها:** در این مطالعه برای بررسی میزان انرژی مصرفی و مصرف آب در تولید محصول سیب کارایی مصرف انرژی و ارزش اقتصادی آب برآورد گردید. **یافته‌ها:** نتایج نشان داد نسبت انرژی نهاده‌ها به محصول که نشان‌دهنده کارایی انرژی می‌باشد، در سطح مطلوب نبوده و بایستی میزان مصرف انرژی مورد توجه قرار گیرد. همچنین تولید نهایی نهاده آب در تولید سیب ۰/۱۵ و ارزش تولید نهایی آب ۲۹،۱۴۱/۷ ریال می‌باشد یعنی مصرف هر مترمکعب آب ارزشی برابر ۲۹،۱۴۱/۷ ریال ایجاد می‌کند. **بحث و نتیجه‌گیری:** پیشنهاد می‌شود دولت با به کارگیری ابزارهای قیمت گذاری بهینه، موجب بهبود مصرف این نهاده گردد.

واژه‌های کلیدی:

کارایی انرژی، آب، ارزش اقتصادی سیب، ارومیه

* نویسنده مسئول: سید حبیب اله موسوی

نشانی: گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

تلفن: ۰۹۱۲۸۴۵۸۷۹۴

پست الکترونیکی: shamosavi@modares.ac.ir

مقدمه

تولید سیب به عنوان بخش مولد در اقتصاد باغبانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در بیشتر کشورهای درحال توسعه این بخش رشد چشمگیری داشته، دارای توان صادراتی بوده و در برنامه‌ریزی‌های کشاورزی جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است (۱). شهرستان ارومیه با دارا بودن ۲۶۰۰۰ هکتار باغ سیب رتبه اول تولید این محصول در سطح کشور را به خود اختصاص داده است. از سویی دیگر محدودیت منابع آبی در حوضه دریاچه ارومیه، رشد سریع جمعیت و نیاز به تولید غذای بیشتر مواد غذایی سبب شده است که بخش کشاورزی نسبت به سایر بخش‌های اقتصادی از آب و انرژی بیشتری استفاده کند. اگرچه بهره‌برداری از منابع آبی، بخشی از نیاز به غذا را مرتفع نمود؛ اما در کنار این امر، منجر به تخریب محیط‌زیست و از بین رفتن منابع طبیعی از جمله منابع آبی شد. دریاچه ارومیه یکی از این منابع مهم طبیعی می‌باشد. با این حال، با توجه به منابع طبیعی محدود و تاثیر استفاده از منابع مختلف آب و انرژی بر محیط‌زیست و سلامت انسان مطالعه الگوی مصرف آب و انرژی در کشاورزی ضروری است (۲). افزون بر رشد تقاضا برای آب و نبود ثبات فزاینده در عرضه آن، آب قابل دسترسی به صورت پیوسته در حال کاهش است. در بیشتر کشورها جایی که اراضی آبی نقش مهمی را ایفا می‌کند، کشاورزان پرداخت ناچیز آب بها را حق خود می‌دانند و این باور به گونه معمول در سیستم‌های سیاسی آنان منعکس می‌شود (۳). کشور ایران با متوسط بارندگی ۲۵۰ میلی‌لیتر در سال با مسئله کم آبی و توزیع غیریکنواخت در زمینه منابع آبی روبروست. کميابی آب از یک طرف و هزینه های هنگفت تامین آب از طرفی دیگر، افزایش بهره‌وری و ارزش مصرف آب را به صورت یکی از مهم ترین هدف‌های ملی مطرح کرده است. این مهم نیازمند تصمیم‌گیری‌های مناسب در چهارچوب سیاست‌های مدیریت یکپارچه منابع آب در جهت تخصیص بهینه منابع در سطح حوضه آبریز است. بی‌شک یکی از مهم‌ترین ابزارها در تخصیص بهینه آب ارزش‌گذاری اقتصادی آب است. در مطالعات اقتصادی ارزش واقعی آب و کارایی و بهره‌وری آن برآورد خواهد شد. اما برای اینکه این بازار بتواند به شکل کاراتری فعالیت نماید، لازم است زیرساخت‌های مناسب و نظارت دقیقی وجود داشته باشد (۴). سیب از خانواده Malus Communis بوده و نام علمی آن می‌باشد. محصول سیب‌درختی ازجمله محصولات باغی کشور ایران است که در زمینه اشتغال‌زایی و ارزآوری جایگاه بالایی را به خود اختصاص داده است.

پیشینه ی پژوهش

مطالعات متعددی در مورد انرژی مصرفی و ارزش اقتصادی آب برای تولید محصولات مختلف در ایران و سایر کشورها انجام شده است که به برخی از این مطالعات اشاره می‌شود. (۵) انرژی نهاده‌ها و انتشارات زیست‌محیطی تولید انگور را در آذربایجان غربی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد کل انرژی نهاده‌ها و محصول در تولید این محصول به ترتیب ۳۹۹۶۸/۴۹ و ۲۱۸۷۱۳ مگاژول بر هکتار می‌باشد. (۶) انرژی نهاده‌ها و انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید نیشکر را در ژاپن ارزیابی کردند. نتایج نشان داد مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای به ترتیب ۶/۸۹-۷/۲۲ مگاژول برلیترو ۰/۶۶۷-۰/۶۱۷ کیلوگرم دی‌اکسید کربن برلیتر است و بیشترین میزان مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای مربوط به نهاده کودهای شیمیایی می‌باشد. نتایج مطالعه (۷) نشان داد که کل انرژی مصرفی در مزارع با کشت گندم آبی و دیم به ترتیب ۵۳۰۸۲/۹ و ۱۵۶۰۳/۳ مگاژول بر هکتار کارایی انرژی ۳ و ۳/۸۵، انرژی ویژه، ۱۱/۳۸ و ۱۰/۷۵ مگاژول بر کیلوگرم، بهره‌وری انرژی ۰/۰۹۲ و ۰/۰۹۸ کیلوگرم بر مگاژول و انرژی خالص، ۱۰۳۶۲۴/۱ و ۴۴۵۲۴/۴ مگاژول بر هکتار می‌باشد. (۸) در مطالعه تجزیه‌وتحلیل انرژی نهاده‌ها و محصول در تولید انگور ارگانیک در استان آدیامان ترکیه کل انرژی ورودی و خروجی را به ترتیب ۲۴۸۷۵/۰۶ و ۱۶۳۴۳۰ مگاژول بر هکتار و کارایی انرژی، بهره‌وری انرژی و انرژی ویژه و انرژی خالص را به ترتیب ۶/۵۷، ۰/۵۶ کیلوگرم بر مگاژول، ۱/۷۹ مگاژول بر کیلوگرم و ۱۳۸۵۵۴/۹۴ مگاژول بر هکتار برآورد کردند. براساس مطالعه (۹) سوخت دیزل با سهم ۷۷ درصد بیشترین مصرف انرژی را به خود اختصاص داده است. همچنین مطالعاتی نیز در مورد ارزش اقتصادی آب صورت گرفته است. (۱۰) مطالعه‌ای با هدف تعیین یک طرح قیمت گذاری کارآمد برای آب آبیاری در شرایط استفاده نامحدود، در منطقه چوکاس واقع در کشور آلبانی با استفاده از اطلاعات نامتقارن و بازیابی هزینه کل انجام دادند. نتایج نشان داد که استفاده از یک سری قراردادهای می‌تواند به بهتر شدن رفاه عمومی در منطقه آبی منجر شود. (۱۱) در مطالعه‌ای بر روی ارزش اقتصادی آب در مزارع برنج استان خوزستان، مزارع را بر اساس خوشه‌بندی به دو دسته تقسیم بندی کرده و با استفاده از توابع تولید متفاوت ارزش اقتصادی آب را ۰/۴۷۸۳ دلار و ۰/۵۴۷۹ دلار محاسبه کردند. آنها اصلاح سیستم تعرفه‌ای فعلی و کاهش شکاف قیمت آب به منظور کاهش تلفات مزارع برنج و افزایش بهره‌وری آب را به عنوان بهترین راه حل برای افزایش بهره

روش تحقیق

در منطقه مورد مطالعه این پژوهش منابع انرژی ورودی برای تولید سیب نیروی انسانی، سوخت دیزل، ماشین آلات، مواد شیمیایی و کود دامی بود. در حالی که منابع انرژی خروجی میوه سیب می‌باشد. لازم به ذکر است که انرژی خورشیدی چه به عنوان تابش و چه به عنوان گرما در نظر گرفته نشده است، زیرا به عنوان یک یارانه رایگان در تحلیل انرژی یا اقتصادی سیستم‌های کشاورزی در نظر گرفته می‌شود (۱۳) Slesser, (1973) به منظور تبدیل مقادیر نهاده‌ها و خروجی به معادل انرژی خود، ضرایب معادل انرژی در جدول ۱ ارائه شده است.

وری آب پیشنهاد کردند. (۱۲) با بررسی ردپای اکولوژیکی و ارزش اقتصادی آب، متوسط ارزش اقتصادی آب مجازی گوجه فرنگی در ایران را ۰/۷۸ دلار در هر متر مکعب محاسبه کردند که به ترتیب بالاترین (۱/۶۸ دلار بر متر مکعب) و پائین‌ترین (۰/۲۹ دلار بر متر مکعب) مربوط به بوشهر و کهگیلویه و بویراحمد است. با بررسی مطالعات پیشین مشاهده می‌شود مطالعه‌ای در مورد شاخص‌های آب و انرژی نهاده‌ها و ارزش اقتصادی آب در تولید محصول سیب در ارومیه صورت نگرفته است. لذا در مطالعه حاضر جهت پرکردن این خلاء تحقیقاتی به برآورد شاخص‌های انرژی و ارزش اقتصادی آب در تولید سیب شهرستان ارومیه پرداخته شده است.

جدول (۱) معادل انرژی نهاده‌ها و محصول در تولید سیب در ارومیه

منبع	معادل انرژی (مگاژول/واحد)	واحد	نهاده
(۱۴)	۱/۹۶	ساعت	نیروی کار
(۱۵)	۶۲/۷	ساعت	ماشین آلات
(۱۶)	۵۶/۳۱	لیتر	سوخت دیزل
کودهای شیمیایی			
(۱۷)	۶۰/۶	کیلوگرم	نیتروژن
(۱۷)	۱۱/۱	کیلوگرم	فسفر
(۱۸)	۱۲۰	کیلوگرم	کود کامل
(۱۹)	۰/۳	کیلوگرم	کود دامی
سموم شیمیایی			
(۲۰)	۲۳۸	کیلوگرم	حشره کش
(۲۰)	۲۱۶	کیلوگرم	قارچ کش
	۱۰۱	کیلوگرم	علف کش
(۱۵)	۱/۰۲	متر مکعب	آب آبیاری
محصول			
(۲۱)	۲/۴	کیلوگرم	سیب

انرژی نهاده‌ها (کارایی مصرف انرژی)، بهره‌وری انرژی، انرژی ویژه و انرژی خالص، بهره‌وری آب و شاخص بهره‌وری آب و انرژی با استفاده از روابط (۱) تا (۶) محاسبه شد (۲۲).

انرژی در کشاورزی به منابع انرژی مستقیم و غیرمستقیم و تجدیدپذیر و غیرقابل تجدید تقسیم می‌شود. معادل انرژی نهاده‌ها و محصول، در جدول (۱)، برای ارزیابی مقادیر انرژی مورد استفاده نشان داده شده است. نسبت انرژی محصول به

تخمینی و ε_t جزء خطا با میانگین صفر و واریانس ثابت σ^2 است.

در این تحقیق داده‌ها از ۷۳ باغ سیب شهرستان ارومیه (استان آذربایجان غربی) به دست آمد. ارومیه در حوضه دریاچه ارومیه قرار دارد. دریاچه ارومیه به دلایل مختلف در حال خشک شدن است که به نوبه خود کشاورزی منطقه را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

حجم نمونه بر اساس فرمول کوکران، همانطور که در معادله (۱۱) ارائه شده است، محاسبه شد. (۲۴).

$$n = \frac{\frac{z^2 \times p \times q}{d^2}}{1 + \frac{1}{N} \left(\frac{z^2 \times p \times q}{d^2} - 1 \right)} \quad (11)$$

در این رابطه n تعداد نمونه و N تعداد کل کشاورزان سیب کار منطقه، Nh تعداد کشاورزان از طبقه h ، واریانس طبقه h ، خطای مجاز انحراف از میانگین جامعه $(\bar{x} - X)$ ، z ضریب اطمینان (۱/۹۶ که نشان دهنده اطمینان ۹۵ درصد است)، $D^2 = d^2 / z^2$ خطای مجاز در جمعیت نمونه که با اطمینان ۹۵ درصدی ۰/۰۵ تعریف شد.

نتایج و بحث

جدول ۲ میزان انرژی مصرف شده توسط نهاده‌ها و تولید شده توسط محصول در فرآیند تولید سیب را نشان می‌دهد. میانگین کل انرژی مصرفی ورودی‌ها ۱۱۵۴۵/۰۸ مگاژول در هکتار و به طور متوسط انرژی خروجی ۳۰۸۱۳/۶۰ مگاژول در هکتار محاسبه شد. نتایج نشان داد که بیشترین مصرف انرژی در کل انرژی ورودی شامل کود شیمیایی، (۲۳/۱۳) درصد، نیتروژن، (۱۱/۰۱) درصد، میکرو، (۴/۷) درصد، آب برای آبیاری (۳۴/۸۸) درصد، کود دامی، (۸/۷۹) درصد و سوخت دیزل (۸/۷۷) درصد بوده است. سهم انرژی در کودها نشان می‌دهد که کشاورزان توجه کمتری به مسائل زیست‌محیطی دارند و به جای کودهای حیوانی از کودهای شیمیایی استفاده می‌کنند.

همچنین کشاورزان این منطقه انرژی زیادی را برای آبیاری باغ خود صرف می‌کنند. این امر خسارات قابل توجهی به محیط‌زیست وارد می‌کند. سهم سایر ورودی‌ها در کل انرژی ورودی کمتر از ۶ درصد بود. همانطور که از جدول ۲ می‌توان نتیجه گرفت، سهم منابع انرژی تجدیدپذیر، انرژی تجدیدناپذیر، انرژی مستقیم و غیرمستقیم به ترتیب ۴۳/۴۸٪، ۵۶/۵۲٪، ۴۴٪/۴۹ و ۵۵/۵۱٪ است. سهم انرژی غیرمستقیم بیشتر از انرژی مستقیم است و این با کشاورزی پایدار سازگار نیست.

(۱) کل انرژی نهاده‌ها (مگاژول بر هکتار / کل انرژی محصول (مگاژول در هکتار) = کارایی مصرف انرژی

(۲) انرژی نهاده‌ها (مگاژول بر هکتار) / عملکرد سیب (کیلوگرم بر هکتار) = بهره‌وری انرژی

(۳) عملکرد سیب (کیلوگرم بر هکتار) / انرژی نهاده‌ها (مگاژول بر هکتار) = انرژی ویژه

(۴) انرژی نهاده‌ها (مگاژول بر هکتار) - انرژی محصول (مگاژول بر هکتار) = انرژی خالص

(۵) آب مصرفی (مترمکعب) / عملکرد سیب (کیلوگرم) = بهره‌وری آب

(۶) آب مصرفی $\times$ انرژی آب / عملکرد سیب = بهره‌وری آب و انرژی

همچنین در این مطالعه ارزش اقتصادی مصرف آب در تولید سیب محاسبه شد. روش‌های زیادی برای محاسبه ارزش اقتصادی آب در کشاورزی وجود دارد که در مطالعه حاضر از روش پارامتری و تابع تولید استفاده شده است. تابع تولید یک رابطه فنی بین عوامل تولید و محصول می‌باشد که معرف حداکثر محصولی است که می‌توان با فرض ثابت بودن سایر شرایط از مجموعه نهاده‌ها بدست آورد. تابع تولید به صورت رابطه (۷) می‌باشد (۲۳).

$$y = f(x, z) \quad (7)$$

در رابطه بالا F یک بردار فرعی و x بردار ورودی‌های متغیر است، z بردار ورودی‌های ثابت و y نیز نشان‌دهنده بردار متغیرهای وابسته (عملکرد) است. با استخراج تابع تولید از هر نهاده، تولید نهایی آن نهاده به دست می‌آید. بنابراین، تولید نهایی آب با استخراج تابع تولید از ورودی آب بر اساس رابطه (۸) محاسبه می‌شود.

$$MPx_i = \frac{df(x)}{dx} \quad (8)$$

که MPx_i تولید نهایی آب مصرفی را نشان می‌دهد. اگر تولید نهایی نهاده در قیمت محصول ضرب شود، برآوردی از ارزش نهایی تولید، برابر با ارزش اقتصادی آب به دست می‌آید. (۹).

$$VMPx_i = P * MPx_i \quad (9)$$

P نشان دهنده قیمت محصول MPx_i ، تولید نهایی آب و $VMPx_i$ ارزش تولید نهایی آب است. در این تحقیق با توجه به انتخاب مدل برتر از جمله برازش خوب مدل و تعداد متغیرهای معنادار، تابع تولید کابداگلاس برآورد شده، که شکل کلی آن به شکل زیر است (۱۰).

$$\ln y_t = \ln \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i \ln(x_i) + \varepsilon_t \quad (10)$$

در جایی که y_t تابع تولید i است، x_i بردار ورودی‌های مورد استفاده در فرآیند تولید، β_0 مقدار ثابت، β_i نشان دهنده ضرایب

جدول (۲) مقدار و انرژی معادل ورودی و خروجی در تولید سیب

واحد	مقدار در واحد سطح	معادل انرژی کل	نهاده
نیروی کار	ساعت	۴۸/۴۷	۹۵/۰۰۵
ماشین آلات	ساعت	۳	۱۸۸/۲۸
سوخت دیزل	لیتر	۱۶/۰۲	۹۰۱/۹۷
کودهای شیمیایی			
نیتروژن	کیلوگرم	۴۴/۲۹	۲۶۸۳/۶۸
فسفر	کیلوگرم	۴۳/۸۸	۴۸۷/۰۲
کود کامل	کیلوگرم	۱۰/۶۵	۱۲۸۷/۱۶
کود دامی	کیلوگرم	۳۴۰۰	۱۰۲۰/۰۷
سموم شیمیایی			
حشره کش	کیلوگرم	۰/۸۱	۱۹۳/۰۵
قارچ کش	کیلوگرم	۲	۴۷۴/۷۷
علف کش	کیلوگرم	۰/۸۱	۱۷۵/۲۰۷
آب آبیاری	مترمکعب	۳۹۶۸/۴۸	۴۰۴۷/۸۵
محصول			
سیب	کیلوگرم	۱۲۸۳۹	۳۰۸۱۳/۶

در جدول ۳ شاخص‌های کارایی انرژی در تولید سیب را نشان می‌دهد، نسبت انرژی نهاده آب ۰/۳۵ و بهره‌وری آب ۳/۲۴ می‌باشد . کارایی انرژی و بهره‌وری انرژی به ترتیب ۲/۶۶ و ۱/۱۱ برآورد گردید

جدول (۳) شاخص‌های کارایی انرژی

واحد	مقدار	کارایی انرژی
بدون واحد	۲/۶۶	کارایی انرژی
kg.Mj ⁻¹	۱/۱۱	بهره‌وری انرژی
Mj.kg ⁻¹	۰/۹	انرژی ویژه
%	۰/۳۵	نسبت آب و انرژی
g/m ³ Mj ⁻¹	۰/۲۸	بهره وری آب و انرژی
Mj.ha-1	۱۹۲۰۹/۷۲	انرژی خالص
Kg.m3	۳/۲۴	بهره‌وری آب

این برآورد، عملکرد سیب به عنوان متغیر وابسته و نهاده‌ها، نیروی انسانی، ماشین آلات، کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌های

برای تعیین ارزش اقتصادی آب، تابع تولید کاب-داگلاس با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی تعیین و برآورد شد. در

شیمیایی و آب برای آبیاری به عنوان متغیرهای توضیحی مدل می‌باشند. نتایج برآورد شده در جدول (۴) نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که نیروی انسانی و ماشین‌آلات با عملکرد و سایر منابع به طور مستقیم با عملکرد رابطه معکوس دارند. همچنین ارتباط آب مصرفی با عملکرد مثبت و معنادار می‌باشد. نتایج برآورد تولید نهایی آب و همچنین ارزش تولید نهایی این نهاده که همان ارزش اقتصادی آب است در جدول (۵) آورده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود تولید نهایی آب

مصرفی ۰/۱۵ می باشد یعنی با مصرف یک متر مکعب آب اضافی ۰/۱۵ کیلوگرم بر میزان محصول افزوده می‌شود و تولید آب ورودی در مرحله دوم قرار می‌گیرد. در ستون ۴، جدول ارزش تولید نهایی (VMP) حاصل ضرب محدوده قیمت محصول در تولید نهایی آب است. ارزش نهایی تولید ۲۹۱۴۱/۷ ریال نشان می‌دهد که مصرف هر مترمکعب آب محصولی به ارزش ۲۹۱۴۱/۷ ریال تولید می‌کند.

جدول (۴) نتایج مدل تخمینی

ضریب	انحراف معیار	t	P-value
lx1 نیروی کار	-۰/۱۰۷***	-۱/۰۸	۰/۲۸۴
lx2 ماشین آلات	-۰/۳۷۵	-۴/۱۸	۰/۰۰
lx3 کود شیمیایی	۰/۰۲۱**	۱/۶۲	۰/۱۱
lx4 سموم شیمیایی	۰/۰۲۴***	۱/۲۸	۰/۲۰۵
lx5 آب مصرفی	۰/۳۹۵	۴/۵۴	۰/۰۰
Constant	۷/۲۲۷	۸/۱۶	۰/۰۰
R ² ضریب تعیین	۰/۶۶		

مأخذ: یافته‌های تحقیق (* و ** و *** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰ درصد، ۵ درصد و ۱ درصد)

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در یک نگاه آماری مشاهده می‌شود میزان سهم بخش کشاورزی در شهرستان ارومیه حدود ۳۳ درصد یا حتی کمی بیشتر بوده که نشان از اهمیت بالای بخش کشاورزی در این شهرستان دارد. همچنین تولید سیب به عنوان بخش مولد در اقتصاد باغبانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مسئله کم آبی و انرژی بر بودن فعالیت‌های کشاورزی در این شهرستان نیز حائز اهمیت است، به همین دلیل مسئله تخصیص بهینه منابع آب اهمیت ویژه‌ای دارد تخصیص بهینه آب در گرو این است که بهای آب متناسب با ارزش اقتصادی آن باشد در ایران ساز و کار بازاری گسترده‌ای برای آب وجود ندارد و در اختیار داشتن اطلاعاتی از ارزش اقتصادی آب برای سیاستگذاری آینده ارزشمند است به همین دلیل هدف از این مطالعه تعیین شاخص‌های آب و انرژی و تعیین ارزش اقتصادی آب در تولید محصول سیب در حوضه آبریز دریاچه ارومیه می‌باشد. شاخص‌هایی مانند کارایی انرژی، انرژی خاص، بهره‌وری انرژی و انرژی ویژه و شاخص آب و انرژی مصرفی در ارزیابی ورودی‌ها و خروجی‌های انرژی محاسبه شد. علاوه بر این، منابع انرژی تجدیدپذیر، غیر قابل تجدید، مستقیم و غیرمستقیم محاسبه شد. نتایج نشان داد مجموع انرژی نهاده‌ها و محصول

به ترتیب ۱۱۵۴۵/۰۸ و ۳۰۸۱۳/۶۰ مگاژول بر هکتار و سهم انتشار انرژی تجدیدپذیر و تجدیدنپذیر ۴۴/۷۲ و ۵۵/۲۸ درصد می‌باشد. همچنین تولید نهایی آب مصرفی و ارزش اقتصادی آب در تولید محصول سیب محاسبه گردید. ارزش اقتصادی آب در واقع قیمتی است که تولیدکنندگان در متوسط مقادیر مصرف سایر نهاده‌ها و بر اساس اصول استفاده بهینه از آنها، باید آن را بپردازند. بطور کلی نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش نشان داد که ارزش اقتصادی هر متر مکعب آب در تولید سیب کمتر از متوسط ارزش مبادله‌ای آب در منطقه می‌باشد. بنابراین اصلاح تدریجی قیمت آب یا آب بهاء دریافتی از تولیدکنندگان منطقه در طول زمان به تخصیص بهتر این نهاده بین محصولات مختلف و استفاده اقتصادی‌تر از آن کمک نموده و موجب بهبود بهره‌وری آب در تولید محصولات کشاورزی می‌گردد. نابراین پیشنهاد می‌شود با حذف تدریجی اختلاف قیمت‌ها، ارزش آب را به جایگاه واقعی خود نزدیک کرده و در مصرف این نهاده در تولید محصول سیب در منطقه مطالعه شده صرفه‌جویی شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

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

مشارکت نویسندگان

طراحی و ایده پردازی: سیدحبیب‌اله موسوی، دنیا میری، مهرداد محمدی؛ روش‌شناسی و تحلیل داده‌ها: سید حبیب اله موسوی،

مهرداد محمدی، دنیا میری؛ نظارت: سیدحبیب اله موسوی و نگارش نهایی: دنیا میری.

تعارض منافع

مقاله حاضر در سیزدهمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی به صورت شفاهی ارائه شده است.

References

1. Dehghanian, s. Ghorbani, m. (1382) Estimating the efficiency of apple producers in Khorasan province. Journal of production and processing of agricultural and horticultural products. 7 (3): 29-39 (in farsi)
2. Hatirli, S, Ozkan, B and Fert, C. (2005) An econometric analysis of energy input-output in Turkish agriculture. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 9(6), 608–623.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2004.07.001>
3. Abu-Zeid, M. (2001) Water pricing in irrigated agriculture. International Journal of Water Resources Development, 17(4), 527–538.
<https://doi.org/10.1080/07900620120094109>
4. Ester, M. Frommelt, A. Kriegel, H, and Sander, J. (1998) Algorithms for Characterization and Trend Detection in Spatial Databases. In KDD (pp. 44-50).
5. Mardani, A. Taghavifar, H. (2016) An overview on energy inputs and environmental emissions of grape production in West Azerbaijan of Iran. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 54, 918–924.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.073> (In Farsi)
6. Nakashima, T and Ishikawa, S. (2016) Energy inputs and greenhouse gas emissions associated with small-scale farmer sugarcane cropping systems and subsequent bioethanol production in Japan. NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences, 76, 43–53.
<https://doi.org/10.1016/j.njas.2015.11.003>
7. Mondani, F. Aleagha, S, Khoramivafa, M and Ghobadi, R. (2017) Evaluation of greenhouse gases emission based on energy consumption in wheat Agroecosystems. Energy Reports, 3, 37–45.
8. Baran, M. Lüle, F and Gökdoğan, O. (2017) Energy Input-Output Analysis of Organic Grape Production: A Case Study from Adiyaman ProvinceEnergiebilanz im ökologischen Weinanbau: Eine Fallstudie aus der Provinz Adiyaman. Erwerbs-Obstbau, 59(4), 275–279.
<https://doi.org/10.1007/s10341-017-0322-1>
9. Khanali, M, Kokei, D. Aghbashlo, M. Keyhani Nasab, F, Hosseinzadeh-Bandbafha, H, Tabatabaei, M, (2020). Energy Flow Modeling and Life Cycle Assessment of Apple Juice Production: Recommendations for Renewable Energies Implementation and Climate Change Mitigation.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118997> (In Farsi)
10. Lika, A. Galioto, F, Scardigno, A, Zdruli, P and Viaggi, D. (2016) Pricing unmetered irrigation water under asymmetric information and full cost recovery. Water (Switzerland), 8(12), 1–14.
<https://doi.org/10.3390/w8120596>
11. Kohzad, S, Moosavi, S. and Haghighi, S. (2020) Estimation the Economic Value of Irrigation Water for Rice Farms in Iran. Montenegrin Journal of Economics, 16(4), 109-121. (In Farsi)
12. Yahyazadeh, M. Bazrafshan, O and Esmaeilpour, Y. (2021) Assessing

- Spatio-temporal Changes of Ecological Water Footprint and Economic Value of Water in Tomato production at Iran. *Iranian Journal of Irrigation & Drainage*, 14(6), 2047-2059. (In Farsi)
13. Slessor, M. (1973) Energy subsidy as a criterion in food policy planning. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 24(10), 1193-1207.
14. Pishgar Komleh, S. H. Keyhani, A., Rafiee, S. and Sefeedpary, P. (2011) Energy use and economic analysis of corn silage production under three
15. Ghorbani, R, Mondani, F, Amirmoradi, S, Feizi, H, Khorramdel, S, Teimouri, M. Aghel, H. (2011) A case study of energy use and economical analysis of irrigated and dryland wheat production systems. *Applied Energy*, 88(1), 283–288. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.04.02> (In Farsi)
16. Khoshroo, A. Mulwa, R. Emrouznejad, A. and Arabi, B. (2013) A non-parametric Data Envelopment Analysis approach for improving energy efficiency of grape production. *Energy*, 63, 189–194. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.09.021> (In Farsi)
17. Cobanoglu, F. (2010) Analysis of energy use for fig production in Turkey. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 8(3–4 PART 2), 842–847.
18. Taylor, A. Callaghan, P. and Probert, S. (1993) Energy audit of an English farm. *Applied Energy*, 44(4), 315–335. [https://doi.org/10.1016/0306-2619\(93\)90022-H](https://doi.org/10.1016/0306-2619(93)90022-H)
19. Mohammadi, A. and Omid, M. (2010). Economical analysis and relation between energy inputs and yield of greenhouse cucumber production in Iran. *Applied Energy*, 87(1), 191–196. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.07.021> (In Farsi)
20. Esengun, K. Erdal, G, Gündüz, O and Erdal, H. (2007) An economic analysis and energy use in stake-tomato production in Tokat province of Turkey. *Renewable Energy*, 32(11),
21. Strapatsa, A. Nanos, G. and Tsatsarelis, C. (2006) Energy flow for integrated apple production in Greece. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 116(3–4), 176–180. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.02.003>
22. Khan, S. Khan, M. Hanjra, M, and Mu, J. (2009) Pathways to reduce the environmental footprints of water and energy inputs in food production. *Food Policy*, 34(2), 141–149. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2008.11.002>
23. Chambers R (1988) *Applied Production Analysis: A Dual Approach*. Cambridge University Press.
24. Cochran, W. (1977) *Sampling Techniques* (3rd ed.). New York: John Wiley and Sons. 1873–1881. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2006.07.005>