Original Article

Journal of Drought and Climate change Research (JDCR)

Fall 2023, Vol.1, No.3, pp 15-34

10.22077/JDCR.2023.6219.1021

Investigating the Trend of Changes in the Economic Value of Water Consumed by Agricultural Crops in Khorasan Razavi Province

Shojaat Zare*[1], Seyyed Abolghasem Haghayeghi Moghaddam [2]

1. Assistant Professor of Razavi Khorasan Agricultural and Natural Resources Research Center (AREEO), Mashhad, Iran.
2. Assistant Professor of Razavi Khorasan Agricultural and Natural Resources Research Center (AREEO), Mashhad, Iran.

***Corresponding Author: sh.zare@areeo.ac.ir**

Keywords:
Water economic productivity, added value, Production cost, Agricultural and horticultural products

Received:
15 Mar 2023

Revised:
14 May 2023

Accepted:
20 Jun 2023

Extended Abstract

Introduction

As a result of drought and decline in water resources, water input has become the most important input of agricultural product composition and area cultivated in Razavi Khorasan. Finding effective solutions to solve this crisis before it turns into a national disaster is not only a priority, but a national necessity. So all sectors, especially the agricultural sector, should play an effective role in solving the water crisis problem. The agricultural sector is the largest water consumer, and as a result, it is most affected by its challenges. Therefore, checking water efficiency in this sector is a prerequisite for reforming water exploitation management. In this study, the economic productivity and the economic value of water consumed by crops were compared in one year and over the years. This provided a clear picture of management solutions for policy-making and choosing the right option.

Materials and Methods

To calculate physical water productivity, the statistical yearbook of the Agriculture Organization of Khorasan Razavi province was Investigated during 2013-2016. In order to estimate the Physical Water Productivity in agricultural and horticultural crops of the province in the current situation, the average yield of crops and water consumption of each product per hectare were estimated by calculating the net irrigation requirement of plants in the province's cultivation pattern that gets from the national water docu-

How to cite this article:
Shojaat, Z., & Haghayeghi Moghaddam, A. (2023). Investigating the trend of changes in the economic value of water consumed by agricultural crops in Khorasan Razavi province. Journal of Drought and Climate change Research, 1(3), 15- 34. 10.22077/JDCR.2023.6219.1021.

Copyright: © 2022 by the authors. Licensee Journal of *Drought and Climate change Research* (JDCR). This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

ment, and considering irrigation efficiency (54% on average in the province) and deficit irrigation (15-30%). Furthermore, the estimated physical water productivity was compared with the existing research results and confirmed to be accurate. In relation to the sale price and production costs of agricultural products, the official statistics provided in the statistical yearbook of the Ministry of Agriculture Jihad and the Iranian statistics center were analyzed. The economic water productivity used in agronomical and horticultural crops was calculated by the Irrigation Economic Water Use Index (IEWI). In order to estimate the economic value of water in crop production, the Basic Residual Method was used. The required information was also used from last 15 years of the agricultural production cost system (2006 to 2020) from the Agriculture Organization.

Results and Discussion

Comparing the changes in the economic value of water over time with the economic water productivity showed that for most crops, the economic value of water fluctuates but has a positive trend, and the economic productivity of each crop has fluctuations over many years that are influenced by effective factors on economic productivity. According to some crops have been introduced as low-consumption and some as high-consumption of water, a comparison of the economic productivity ranking of crops between 2015 and 2019 showed that products such as rice, potatoes and onions are in the top ranks and strategic crops such as wheat and barley are in the middle ranks of the table. Meanwhile, these two crops obtain part of their water requirement from rain. The average rating of economic productivity of crops during the considered years is presented in table 1.

Table 1. The average economic productivity rating of the studied crops during the years 2006 to 2020

Product	Average productivity	Rank	Product	Average productivity	Rank
Paddy rice	16.6	1	Sugar beet	3.93	10
potatoes	11.6	2	Alfalfa	3.88	11
onion	11.09	3	Wheat	3.76	12
tomato	6.89	4	Sunflower	3.62	13
cucumbers	5.33	5	Cotton	3.62	14
watermelon	5.22	6	Rapeseed	3.28	15
silage corn	5.06	7	Barley	3.13	16
seed corn	4.56	8	Red bean	3.02	17
pea	4.3	9	Lentil	2.42	18

Rice, potatoes and onions are in the first to third ranks, and barley, beans and lentils are in the last three ranks. The average economic productivity of water (gross income per cubic meter of water consumed) in the main agronomical crops of the province is currently 8840 rials per cubic meter. The economic efficiency of water in the main horticultural crops of the province in the current situation is estimated at 32500 rials per cubic meter. The reason for the higher economic water productivity in the province's horticultural crops is that nearly 60% of the province's horticultural lands are made up of saffron and pistachio. This means that the economic productivity of water in them is much higher than other crops in the province's cultivation pattern.

Conclusion

The results of the study showed that the product price, as a variable outside the control of farmers, plays an important role in changing the economic productivity index, and establishing stability in the relative price of agricultural products depends on the formation of value chains in parallel with the implementation and modification of the crop pattern that has been notified by the Agriculture Organization.

مقاله پژوهشی

مجلـه
پژوهش‌های خشکسالی و تغییر اقلیم

دوره اول، شماره سوم، پیاپی ۳، پاییز ۱۴۰۲، صفحات ۳۴ - ۱۵

doi 10.22077/JDCR.2023.6219.1021

بررسی روند تغییرات ارزش اقتصادی آب مصرفی محصولات زراعی در استان خراسان رضوی

شجاعت زارع*[1]، سید ابوالقاسم حقایقی مقدم[2]

۱. استادیار و عضو هیات علمی بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

۲. استادیار و عضو هیات علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

*نویسنده مسئول: sh.zare@areeo.ac.ir

واژه‌های کلیدی:

بهره‌وری اقتصادی آب، ارزش افزوده، هزینه تولید، محصولات زراعی و باغی

چکیده

تداوم خشکسالی‌ها و کاهش منابع آبی باعث شده تا نهاده آب به عنوان مهم‌ترین نهاده موثر بر تعیین ترکیب و میزان سطح زیر کشت محصولات کشاورزی در الگوی کشت استان خراسان رضوی مطرح باشد. در واقع بهره‌وری اقتصادی آب مصرفی هر محصول زراعی، نقش محوری و تعیین کننده در ترکیب الگوی کشت دارد. از این رو در این مطالعه وضعیت بهره‌وری اقتصادی آب مصرفی طی سال‌های گذشته مورد بررسی قرار گرفت. اطلاعات مورد نیاز جهت برآورد این شاخص برای محصولات اصلی زراعی، از سیستم هزینه تولید محصولات زراعی طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۹ و جهت برآورد شاخص بهره‌وری اقتصادی آب، از روش ارزش اصلی پسماند استفاده شد. به منظور محاسبه بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب مصرفی کلیه محصولات زراعی و باغی نیز از آمار و اطلاعات ۴ سال زراعی ۹۶-۱۳۹۳ استفاده شد. نتایج مطالعه نشان داد که قیمت محصول به عنوان یک متغیر خارج از کنترل کشاورزان، نقش مهمی در تغییر شاخص بهره‌وری اقتصادی دارد و ایجاد ثبات در قیمت نسبی محصولات زراعی در گرو تشکیل زنجیره‌های ارزش همگام با اجرا و اصلاح الگوی کشتی می‌باشد که توسط وزارت جهاد کشاورزی ابلاغ گردیده است.

تاریخ دریافت:

۱۴۰۱/۱۲/۲۴

تاریخ ویرایش:

۱۴۰۲/۰۲/۲۴

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۲/۰۳/۳۰

مقدمه

اکنون که مسئله آب به صورت یک معضل فراگیر در سطح جهان، منطقه و کشور گسترش دارد، یافتن راهکارهای موثر برای حل این بحران قبل از آن که به فاجعه‌ای ملی بدل شود، نه تنها یک اولویت، بلکه یک ضرورت ملی است و کلیه بخش‌ها، به‌ویژه بخش کشاورزی، می‌بایست نقشی موثر در راستای حل معضل بحران آب داشته باشند. زیرا بخش کشاورزی بیشترین مصرف‌کننده آب است و در نتیجه بیشترین تاثیرپذیری از چالش آن را دارد و از طرفی راهکارهای رفع بحران در این بخش امکان‌پذیرتر، اقتصادی‌تر و آسان‌تر است و با زمینه پذیرش بیشتر از سوی ذی‌نفعان روبروست و هر گونه صرفه‌جوئی آب در این بخش می‌تواند منجر به توسعه سایر بخش‌های اقتصادی شود. اهمیت آب در تولید محصولات کشاورزی به حدی است که می توان آن را جزء یکی از عوامل اصلی وجود خلاء بین عملکرد واقعی و پتانسیل تولید محصولات دانست بطوری که وجود شبکه‌های مدرن آبیاری به دلیل مدیریت دقیق تر منابع آبی منجر به کاهش خلاء تولید محصولات شده است(Youssef gomrokchi, 2021). همچنین نتایج شبیه‌سازی بلندمدت در ۱۰ شهرستان استان خراسان رضوی نشان داد عملکرد واقعی تولید چغندر قند (۳۳/۵ تن در هکتار) تنها یک‌سوم عملکرد قابل دستیابی (۹۷/۳ تن در هکتار) در مناطق مورد بررسی بوده که ۴۸ درصد از این خلاء عملکرد به‌دلیل محدودیت آب است. نداشتن مدیریت صحیح آبیاری، باوجود مصرف بالای آب در برخی از شهرستان‌ها موجب کاهش بهره‌وری مصرف آب و وقوع تنش خشکی در طول فصل رشد گردید(Mohammadi et al., 2019). بنابراین بالا بودن شکاف بین وضعیت موجود و وضعیت پتانسیل نشان از نقاط ضعف قابل توجه در مدیریت تولید کشاورزی و مدیریت آبیاری دارد. این شکاف همچنین نشان می‌دهد که فرصت‌های بالقوه‌ای برای ارتقای بهره‌وری آب و کاهش فشار به منابع آب و افزایش امنیت غذایی وجود دارد. در استان قزوین. متوسط شاخص بهره‌وری نسبی آب (نسبت بهره‌وری فعلی به بهره‌وری پتانسیل) نیز برای گندم، جو و ذرت به‌ترتیب ۰/۳۷، ۰/۵۴ و ۰/۳۹ درصد برآوردگردید. (Jenab and Nazari, 2017). افزایش برداشت از منابع آب زیرزمینی در اغلب مناطق از حد نصاب و مجاز گذشته و هزینه‌های نهایی تامین آب اضافی از منابع سطحی شتابی فزاینده پیدا کرده‌است. لذا حرکت برای ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای آب تنها با تکیه بر بعد مدیریت عرضه و تکیه بر تاسیسات جدید و جنبه‌های سخت افزاری فناوری نمی‌تواند مشکلات را تخفیف داده یا از عهده آنها برآید. از طرفی بر اساس آخرین آمار منتشر شده، سهم اراضی آبی در تولید غلات در کشور حدود ۷۷ درصد و در تولید تمام محصولات زراعی و همچنین باغی حدود ۹۳ درصد می‌باشد(Agriculture Organization, 2022). محدودیت‌های کمی و کیفی آب، محدودیت توسعه اراضی دیم کاری و مشکلات مالی توسعه منابع آب، باعث شده تا راهبرد اساسی و مشخص حل بحران آب کشور، صرفه‌جویی در مصرف آب از طریق افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌ها است. شاخص بهره‌وری آب در حدود ۱/۴۵ کیلوگرم بر مترمکعب آب برآورد می‌شود(Abbasi et al., 2017; Abbasi et al., 2017) و لازم است در سال‌های آینده حداقل با نرخ رشد متوسط ۱/۵ درصد در سال ارتقا پیدا کند. نظر به اهمیت این شاخص، مطالعات زیادی نیز در زمینه برآورد و راهکارهای افزایش آن انجام شده است. کشاورز و دهقانی سن ایچ (Keshavarz and Dehghani Sanij, 2012) با بررسی میزان بهره ور آب کشاورزی در کشوربه این نتیجه رسیدند که میزان این شاخص در کشور در حدود ۰/۸۸ کیلوگرم به ازای مترمکعب مصرف آب برآورد می‌شود و با برنامه‌ریزی بلندمدت باید تا سال ۱۴۰۴ به مقدار حداقل ۲ کیلوگرم در مترمکعب افزایش یابد. حیدری (Heidari, 2012) در تحقیق خود متوسط بهره‌وری مصرف آب در مناطق کرمان، همدان، مغان، گلستان و خوزستان برای محصولات گندم، چغندرقند، سیب‌زمینی، ذرت علوفه‌ای، پنبه، یونجه، جو، نخود آبی و نیشکر به ترتیب ۰/۷۳، ۴/۵۶، ۲/۱۸، ۵/۵۸، ۰/۷۱، ۱/۴۶، ۰/۵۶، ۰/۱۸، ۲/۹۴ کیلوگرم در مترمکعب آب برآورد. زوارت و بستیانسین (Zwart and

Bastiaanssen, 2004) با مطالعه ۸۴ منبع تحقیقاتی در سال‌های ۲۰۰۴-۱۹۷۹ میلادی در سطح جهان نشان دادند که متوسط شاخص بهره‌وری آب محصولات گندم، برنج، پنبه (دانه)، پنبه (تولید وش) و ذرت به ترتیب ۱/۰۹، ۱/۰۹، ۰/۶۵، ۰/۲۳ و ۱/۸ کیلوگرم بر مترمکعب آب مصرفی بوده است. ایبراگیموو (Ibragi-mov et al., 2007) طی تحقیقی ۳ ساله نشان داد که با کاربرد روش آبیاری قطره‌ای نسبت به روش آبیاری شیاری، بهره‌وری مصرف آب ۱۰۳-۳۵ درصد افزایش یافته است. غلامی و همکاران (Gholami et al. 2016) با مقایسه بهره‌وری آب آبیاری در سیستم‌های آبیاری بارانی و سطحی در دشت قزوین، حداقل و حداکثر بهره‌وری اقتصادی آب در آبیاری سطحی به‌ترتیب برابر ۳۸۲ و ۵۰۵۰ و در آبیاری بارانی به‌ترتیب برابر ۶۷۳ و ۵۴۲۰ ریال بر مترمکعب برآورد کردند. باغانی و همکاران (Baghani et al.,2018) با بررسی نتایج تبدیل آبیاری سطحی به قطره‌ای در دو مطالعه در استان خراسان نشان دادند که در مطالعه اول در کشت‌های تابستانه، میانگین آب مصرفی بین ۳۴ تا ۴۹ درصد و در مطالعه دوم، آب مصرفی کلیه محصولات الگوی کشت به جز ذرت علوفه‌ای، بین ۲۲ تا ۵۲ درصد و به طورکلی با تغییر روش آبیاری، مقدار آب مصرفی کل کشت‌ها در واحد سطح، ۲۷/۵ درصد کاهش یافته است. حقایقی (Haghayeghi, 2019) با تکمیل پرسشنامه و بررسی ۲۰۵ چاه در دشت نیشابور، میانگین شاخص بهره‌وری مصرف آب برای گیاهان الگوی کشت این دشت را برابر با ۰/۹۷۵ کیلوگرم بر متر مکعب برآورد کرد. مقایسه بهره‌وری اقتصادی آب نشان داد که کشت زعفران در نیشابور با ۸۶۲۳ ریال سود خالص به ازای هر متر مکعب آب مصرفی بالاترین بهره‌وری اقتصادی و زراعت گوجه‌فرنگی نیز با وجود مصرف آب زیاد از بهره‌وری اقتصادی آب بالا (۲۴۶۱ ریال بر متر مکعب) برخوردار بود؛ در حالی که آب زیرزمینی در دشت نیشابور بسته به زمان و مکان به طور میانگین مبلغ ۸۳۰ ریال خرید و فروش شده بود. وفابخش و همکاران (et al., 2016 vafabakhsh) با انجام مصاحبه با بهره‌برداران و تکمیل پرسشنامه، و همچنین برخی اندازه‌گیری‌های مزرعه‌ای (شامل اندازه‌گیری دبی و شوری آب) در ۴۱۷ حلقه چاه در سه دشت مهم استان خراسان رضوی شامل: دشت‌های مشهد-چناران، فریمان- تربت‌جام و فیض‌آباد- مه‌ولات، شاخص بهره‌وری فیزیکی آب را ۳۶/۱ کیلوگرم بر مترمکعب بدست آوردند. در بین محصولات مورد مطالعه، زعفران و پسته بالاترین بهره‌وری اقتصادی آب را به خود اختصاص دادند. برخی صاحب نظران معتقدند که آب یک کالای اقتصادی معمولی نیست بلکه یک کالای سیاسی اقتصادی پیچیده بوده و خصوصیاتی دارد که باعث می‌شود تئوری‌های اقتصادی درباره آب به راحتی قابل استفاده نباشد. (Grimble, 1999). در واقع مدیریت منابع آب بیشتر به دنبال افزایش بازده فیزیکی آب است، در حالی که افزایش بهره‌وری اقتصادی یک مفهوم گسترده تر بوده و به دنبال آن است که از طریق اقدامات فیزیکی و مدیریتی بالاترین ارزش اقتصادی مصرف آب به دست آید بدیهی است که رابطه بین کارایی فیزیکی و بهره‌وری اقتصادی همیشه واضح نبوده و هر کدام از آنها ما را به سیاستهای متفاوتی هدایت می‌کند(Cai et al., 2003). کارایی اقتصادی در واقع برنامه کنترل منابع آبی و ابزار تحقق اهداف زیست محیطی بوده و کاراتر از کارایی هزینه است. (Bajčetić et al., 2016). براساس گزارش بانک جهانی در سال ۲۰۰۶ میانگین بهره‌وری آب در بخش کشاورزی ایران ۰/۲ دلار به ازای هر مترمکعب آب بوده که نسبت به میانگین جهانی آن اختلاف معنی‌دار و با کشورهایی مانند فرانسه که بهره وری آب در بخش کشاورزی آن ۸/۸ دلار به‌ازای هر مترمکعب آب می‌باشد، اختلاف بسیار زیادی دارد(World Bank, 2006). توجه به اثرات زیست محیطی همراه با افزایش بهره‌وری اقتصادی آب می‌توانند با استفاده از مدل‌های ریاضی شبیه‌سازی شده و میزان تخصیص و تجارت آن را مشخص سازد. بطور مثال با شبیه‌سازی جریان برداشت آب از رودخانه چوشویی در تایوان، بهره‌وری اقتصادی استفاده از آب رودخانه حداکثر شد(Hung et al., 2014). فان و همکاران (Fan et al., 2018) با استفاده از بانک اطلاعات ملی آمریکا و یک مدل رگرسیونی، تاثیر هزینه آب و سایر عوامل غیراقتصادی بر تصمیم کشاورزان در

تخصیص زمین به کشت محصولات ذرت و سویا را بررسی کردند. نشان مطالعه نشان داد که تغییر هزینه برداشت آب‌های سطحی تاثیری بر میزان آب مصرفی ندارد اما تغییر زیاد هزینه آب زیرزمینی تاثیر منفی بر میزان آب استفاده شده در سویا دارد. فان و همکاران (Fan et al., 2014) به منظور کاهش مصرف آب و افزایش درآمد کشاورزان، کارایی زراعی و اقتصادی آب مصرفی هشت محصول زراعی در شمال غرب چین را با نمونه‌گیری از خانوارهای روستایی و تکمیل پرسشنامه بررسی و مقایسه کردند. نتایج مطالعه نشان داد با وجودی که کارایی فیزیکی آب مصرفی در برخی محصولات بالاتر است اما کارایی اقتصادی آنها کمتر بوده، لذا حذف آنها از ترکیب کشت بطور معناداری میانگین درآمد خانوارها را افزایش می‌داد. زمانی و همکاران (zamani et al., 2014) با بررسی بهره‌وری اقتصادی محصولات زراعی در دشت بهار استان همدان در سال زراعی ۸۸-۸۹ نشان دادند که بهره‌وری اقتصادی در محصولات زراعی (به استثنای خیار) در روش‌های نوین بیش از سنتی می باشد. محمدپور هنگروانی و ارسلان بد (Mohammadpour Hangarvani and Arsalanbod, 2014) با بررسی بهره‌وری اقتصادی و فیزیکی محصولات زراعی در شهرستان ارومیه نشان دادند که محصول آفتابگردان با ۴۲۷/۳۴ و محصول گندم با ۶۴/۲۴ تومان بر مترمکعب به ترتیب بیشترین و کمترین بهره‌وری اقتصادی آب مصرفی را داشتند. قدمی فیروز آبادی و سیدان (Ghadami Firouzabadi and Seyedan, 2019) با بررسی بهره‌وری فنی و اقتصادی استفاده از آب در آبیاری محصول یونجه در۱۶ مزرعه در شهرستان همدان نشان دادند که سامانه آبیاری بارانی با کاهش ۳۷ درصدی در آب مصرفی باعث افزایش ۶۹ درصدی در بهره‌وری مصرف آب شده است. تحلیل اقتصادی نتایج نشان داد که نسبت منفعت به هزینه در سامانه آبیاری بارانی در شرایط کمک های بلاعوض دولت و بدون کمک های دولتی به‌ترتیب ۳/۸ و ۳/۲ است. کریمی و جلینی (Karimi and Jolaini, 2016) با بررسی شاخص های بهره‌وری آب در دشت مشهد نشان دادند، کشت‌هایی با مصرف آب بالا و بازده اقتصادی پائین مانند یونجه بایستی از الگوی کشت حذف شده تا ضمن کاهش مصرف آب، منافع اقتصادی کشاورزان و بهره‌برداران کشاورزی تامین گردد. زارع (Zare, 2018) با بررسی تأثیر سیاست کاهش برداشت آب در استان خراسان رضوی بر تعادل بخشی آبهای زیرزمینی نشان داد که این سیاست اگرچه می‌تواند باعث ایجاد تعادل برداشت آب گردد و مصرف انرژی را تا ۲۵ درصد کاهش دهد، اما موجب کاهش تولید محصولات مهمی مانند گندم و افزایش هزینه‌های اجتماعی بخصوص کاهش درآمدکشاورزان و افزایش واردات می‌شود.

بررسی منابع نشان داد که مقایسه بهره‌وری فیزیکی بین محصولات مختلف به دلیل اینکه میزان عملکرد محصولات با هم تفاوت زیادی داشته و این محصولات هم جنس نیستند صحیح نبوده و تنها میتوان هر محصول را با خودش و جهت بررسی تغییر در طی زمان و یا جهت بررسی تاثیر پارامترهای مختلف بر آن مانند روش کاشت و یا اقدامات به زراعی مقایسه نمود بنابراین جهت مقایسه هر محصول با محصولات دیگر، لازم است با یک پارامتر ارزشی مانند ارزش تولید و یا انرژی حاصله هم جنس شده و با هم مقایسه شوند. از طرفی تخصیص آب به محصولات تابع هزینه آب و ارزش اقتصادی آن می باشد از این رو در این مطالعه بهره‌وری اقتصادی و ارزش اقتصادی آب مصرفی محصولات با هم در یک سال و طی سالها و همچنین روند تغییر بهره‌وری مقایسه شد تا مشخص شود روند تغییر بهره‌وری چگونه بوده و کدام محصولات بهره‌وری اقتصادی بالاتری داشته‌اند تا تصویر روشنی از راهکارهای مدیریتی برای سیاست‌گزاری و انتخاب گزینه مناسب ارائه شود.

مواد و روش‌ها

به منظور محاسبه بهره‌وری فیزیکی آب از آمار و اطلاعات ۴ سال زراعی ۹۶-۱۳۹۳ سالنامه آماری سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی استفاده شد. برای برآورد بهره‌وری فیزیکی آب در محصولات زراعی و باغی استان در وضع موجود، میانگین عملکرد محصولات (صورت کسر بهره‌وری آب) و برای آب مصرفی هر محصول در واحد هکتار (مخرج کسر بهره‌وری آب)، از اعداد نیاز خالص آبیاری گیاهان الگوی

کشت استان در سند ملی آب استفاده شده و با در نظر گرفتن بازده آبیاری (میانگین ۵۴ درصد در استان) و میزان کم‌آبیاری (۱۵-۳۰ درصد) برآوردها انجام شد. همچنین اعداد برآورد شده آب با اعداد تحقیقاتی موجود سنجیده شده و صحت آنها مورد تایید قرار گرفته است(Baghani et al., 2018; vafabakhsh et al., 2016; Haghayeghi, 2019). در رابطه با قیمت فروش و هزینه‌های تولید محصولات کشاورزی از آمار رسمی ارائه شده در سالنامه آماری وزارت جهاد کشاورزی و مرکز آمار ایران استفاده گردید. با توجه به اینکه بهره‌وری اقتصادی آب می‌تواند هم تحت تاثیر آبیاری باشد و هم تحت تاثیر عوامل موثر بر ارزش تولید مانند عملکرد، قیمت و هزینه تولید، بر این اساس دالتون و همکاران (Dalton et al., 2001) چهار شاخص مقایسه اقتصادی را تعریف کردند:

۱- شاخص ارزش اقتصادی تولید آب مصرف شده (GPEWI[1]) این شاخص ارزش تولید به ازای کل آب مصرفی را نشان می دهد.

۲- شاخص اقتصادی آب استفاده شده در آبیاری (IEWI[2]) بیانگر ارزش تولید آب آبیاری استفاده شده است.

۳- شاخص اقتصادی آب استفاده شده در آبیاری نهایی (MIEWI[3]) بیانگر ارزش تولید آب استفاده شده با توجه به آبیاری است

۴- شاخص اقتصادی آب استفاده شده محصول (CEWI[4]) بیانگر ارزش تولید محصول به ازای میزان تبخیر و تعرق است.

در صورتی که به جای ارزش، از مقدار فیزیکی تولید در هر یک از چهار شاخص اخیر استفاده شود، شاخص‌های زراعی کارایی آب بدست خواهد آمد. از دید اقتصادی میزان بهینه مصرف آب جایی است که ارزش نهایی هر واحد آب با قیمت آن برابر شود. در این مطالعه بهره‌وری اقتصادی آب مصرف شده در محصولات زراعی و باغی با استفاده از شاخص IEWI محاسبه گردید. این شاخص به دو شکل درآمد و سود محاسبه شد.

رابطه (۱) درآمد و رابطه (۲) سود هر مترمکعب آب آبیاری را نشان می‌دهد:

$$IEWIb = TR/Twi \quad (۱)$$

$$IEWIp = \pi/TWi \quad (۲)$$

TR ، کل درآمد حاصل از کشت یک محصول زراعی یا باغی، TWi کل آب آبیاری و π سود یا درآمد خالص هر محصول می‌باشد.

بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در محصولات زراعی و باغی استان در وضع موجود (سال پایه ۱۳۹۶) بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب و ریال بر متر مکعب برآورد گردید.

به منظور برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید محصولات زراعی از روش اصلی پسماند[5] (رابطه ۳) استفاده شد. اطلاعات مورد نیاز نیز از اطلاعات ۱۵ سال اخیر سیستم هزینه تولید محصولات کشاورزی (۱۳۸۵ تا ۱۳۹۹) وزارت جهاد کشاورزی استفاده شد.

$$(P_W.X_W) = (Y.P_Y) - [(P_M.X_M) + (P_H.X_H) + (P_K.X_K) + (P_L.X_L)] \quad (۳)$$

در این رابطه X میزان نهاده، P قیمت نهاده یا ستاده و Y مقدار تولید است. اندیس (m)مواد و تجهیزات مصرفی، (h) نهاده نیروی انسانی ، (k) سرمایه، (l سایر منابع طبیعی مانند زمین و) (w جز باقی مانده که آب می‌باشد. قسمت اول رابطه، ($P_W.X_W$)، ارزش اقتصادی آب مصرفی می‌باشد(Ministry of energy, 2015). این شاخص بیانگر میزان ارزش حاصل از مصرف آب در تولید محصولات مورد نظر می باشد و نشان میدهد آب مصرفی به چه میزان درآمد خالص ایجاد کرده است.

به منظور محاسبه بهره‌وری اقتصادی هر واحد هزینه آب (بهره‌وری جزیی) از رابطه ارزش افزوده استفاده شد (رابطه ۴).

$$PR_W=(P_W.X_W)/C_W \quad (۴)$$

در این رابطه PR_W بهره‌وری اقتصادی هر واحد هزینه و C_W هزینه آب می‌باشد. این شاخص نشان می‌دهد به ازای هر واحد (ریال) هزینه آب چه میزان درآمد حاصل می‌شود این نسبت اکر کمتر از یک باشد نشان دهنده آن است که استفاده از آب

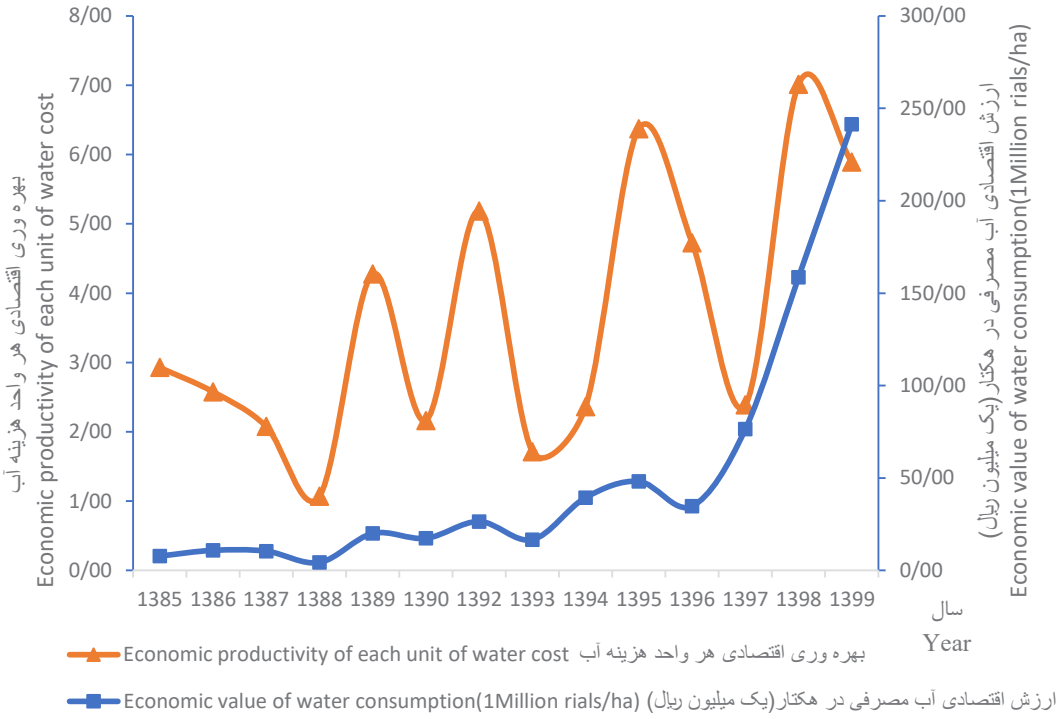
[1] Gross Production Economic Water Use Index
[2] Irrigation Economic Water Use Index
[3] Marginal Irrigation Economic Water Use Index
[4] Crop Economic Water Use Index

[5] The Basic Residual Method

در فعالیت مذکور(تولید محصول زراعی) فاقد توجیه اقتصادی است. مقایسه این شاخص در دو محصول یا فعالیت مختلف نشان خواهد داد که کدام فعالیت از نظر اقتصادی ارجحیت دارد. این شاخص فاقد واحد می‌باشد. آمار و اطلاعات سیستم هزینه تولید سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی شامل محصولات مهم زراعی است که از طریق نمونه گیری هر ساله تهیه می‌شود. اساس این نمونه گیری بر انتخاب بهره‌بردار و تکمیل پرسشنامه از هزینه تولید کلیه محصولاتی است که کشت کرده است. از این رو برخی محصولات در برخی سالها ممکن است فاقد نمونه باشند. همچنین اطلاعات هزینه تولید محصولات زراعی استان در سال ۱۳۹۱ از سوی وزارت جهاد کشاورزی جمع آوری نشده بنابراین فاقد اطلاعات می‌باشد.

نتایج و بحث

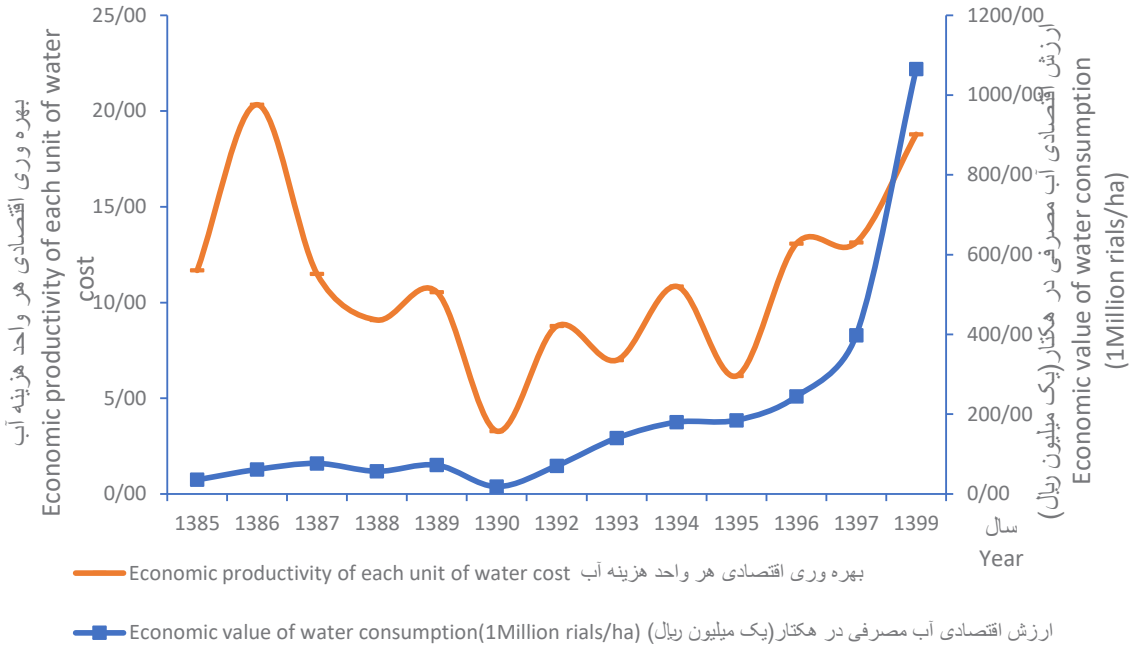
با توجه به تعدد محصولات، نتایج چند محصول منتخب بصورت مبسوط ارائه و برای سایر محصولات خلاصه آن نشان داده خواهد شد. شکل (۱) وضعیت این شاخص ها را در کشت پنبه آبی نشان می‌دهد. ارزش اقتصادی آب برای این محصول نوسان کمی داشته و روند مثبتی دارد اما بهره‌وری اقتصادی آب برای پنبه دارای حرکت سینوسی اما مثبت است. در اینجا نیز برآیند عوامل موثر منجر به این وضعیت شده است. بطور مثال در سال ۱۳۹۸ نسبت به سال ۱۳۹۷ قیمت و عملکرد افزایش و هزینه ها کاهشی شده است که نتیجه آن افزایش قابل ملاحظه ارزش اقتصادی و بهره‌وری اقتصادی آب در کشت پنبه بوده است اما در سال بعد علیرغم افزایش قیمت به بیش از ۷۰ درصد، به علت کاهش عملکرد و افزایش هزینه تولید و هزینه آب، اگر چه ارزش اقتصادی آب افزایش یافته اما شاخص بهره‌وری آب کاهش یافته است.



شکل ۱. ارزش اقتصادی و بهره‌وری اقتصادی آب مصرف شده در کشت پنبه طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۹

Fig 1. Economic value and economic productivity of water used in cotton cultivation during 2006 to 2020

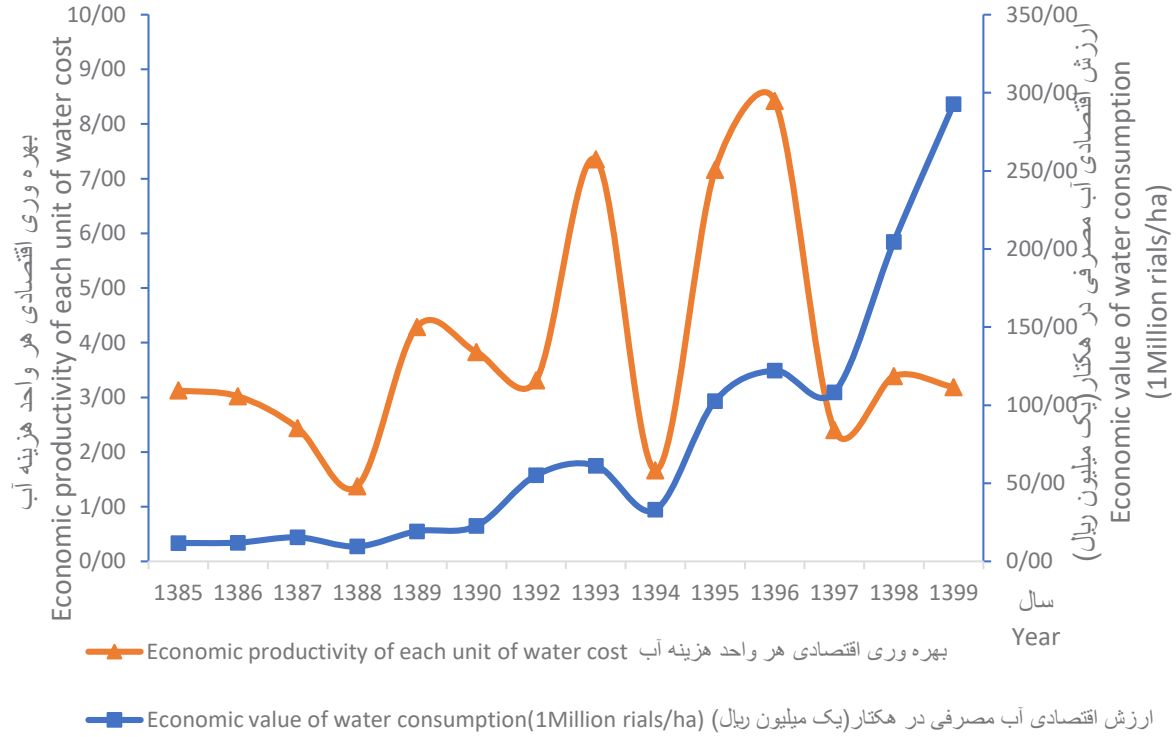
شکل (۲) وضعیت این شاخص ها را در کشت پیاز نشان می‌دهد. ارزش اقتصادی آب مصرفی تا سال ۱۳۹۶ دارای نوسان کم بوده و بعد از آن صعودی می‌شود اما بهره‌وری اقتصادی آب دارای نوسان نسبتا زیادی است که تحت تاثیر عوامل تاثیر گذار بر آن قرار دارد.



شکل ۲. ارزش اقتصادی و بهره‌وری اقتصادی آب مصرف شده در کشت پیاز طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۹

Fig 2. Economic value and economic productivity of water used in onion cultivation during 2006 to 2020

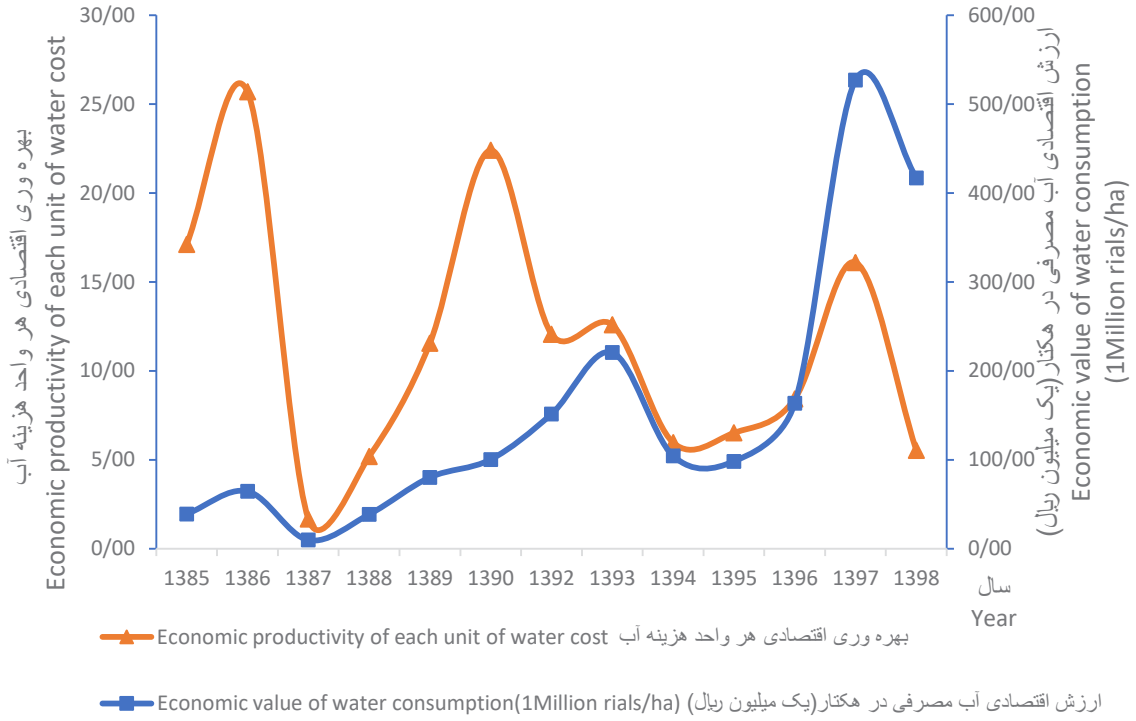
شکل (۳) وضعیت شاخص های اقتصادی را در کشت چغندر قند نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود اگر چه شاخص ارزش اقتصادی آب مصرفی و بهره‌وری اقتصادی آب هر دو دارای نوسان است اما ارزش اقتصادی آب مصرفی روند صعودی دارد بخصوص از سال ۱۳۹۵ که افزایش عملکرد در هکتار چغندر قند. قابل توجه و پایدار شده است. اما شاخص بهره‌وری اقتصادی آب علیرغم افزایش عملکرد دوباره کاهش یافته و معادل سال‌های ۱۳۸۵ شده است که بیانگر افزایش هزینه ها و بخصوص هزینه آب است.



شکل ۳. ارزش اقتصادی و بهره‌وری اقتصادی آب مصرف شده در کشت چغندر طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۹

Fig 3. Economic value and economic productivity of water used in sugar beet cultivation during 2006 to 2020

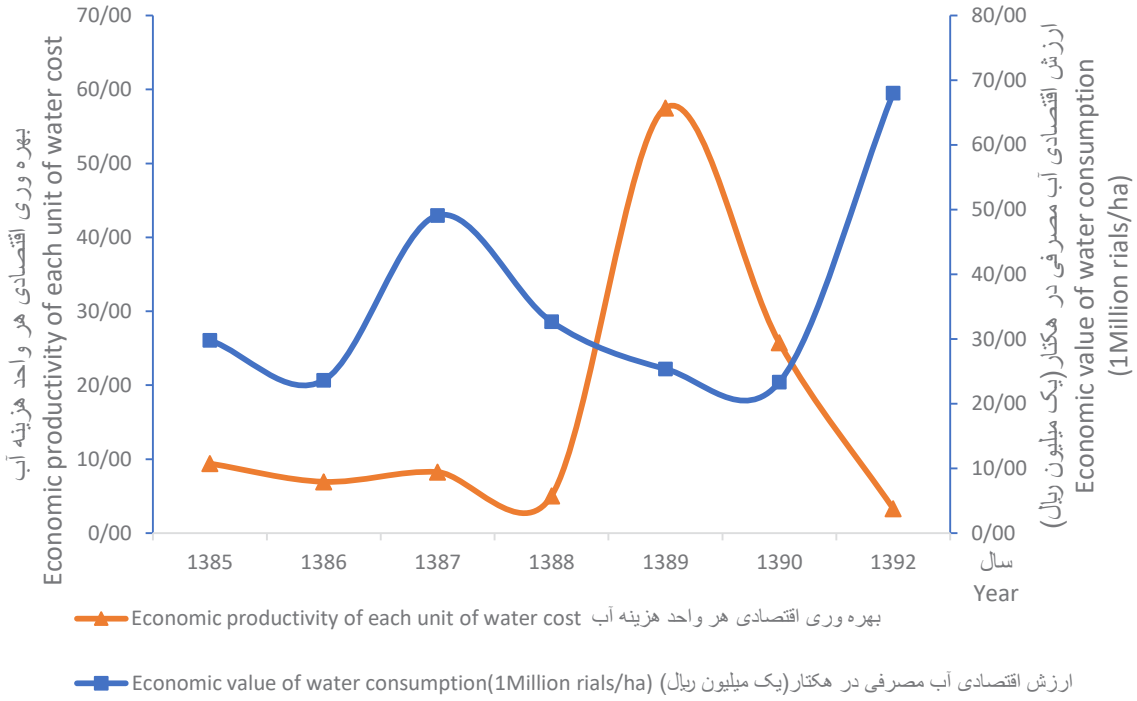
شکل (۴) وضعیت شاخص‌های اقتصادی در کشت سیب زمینی را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می شود علیرغم نوسان زیاد این دو شاخص، روند تغییرات شاخص بهره‌وری اقتصادی آب و ارزش اقتصادی آب تقریبا همسو بوده است.



شکل ۴. ارزش اقتصادی و بهره‌وری اقتصادی آب مصرف شده در سیب زمینی طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۸

Fig 4. Economic value and economic productivity of water used in potato cultivation during 2006 to 2019

شکل(۵) وضعیت شاخص های اقتصادی در کشت شلتوک را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود ارزش اقتصادی آب در طی سالها دارای نوسان بوده که تحت تاثیر عوامل موثر بر آن و بخصوص عملکرد و قیمت برنج قرار داشته است اما شاخص بهره‌وری اقتصادی آب به استثنای سال‌های ۸۹ و ۹۰ که شاخص بهره‌وری اقتصادی آب عدد بالایی است در بقیه سالها به طور نسبی بسیار کم بوده و دارای نوسان کمی است.

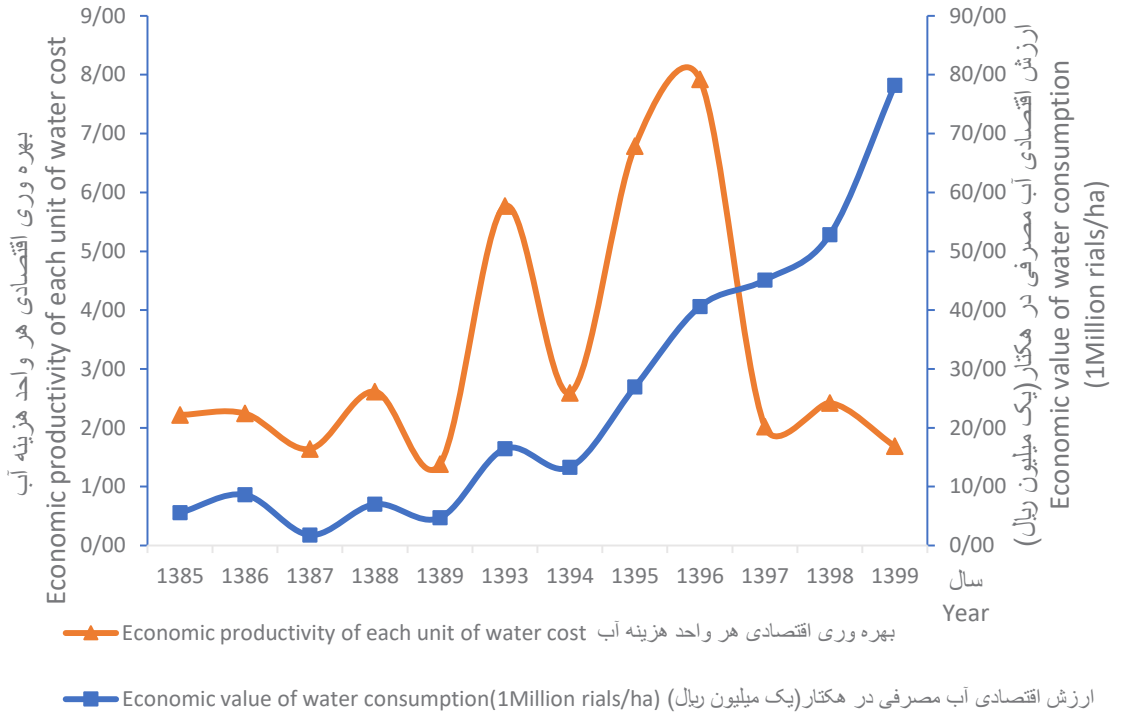


شکل ۵. ارزش اقتصادی و بهره‌وری اقتصادی آب مصرف شده در شلتوک طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۲

Fig 5. Economic value and economic productivity of water used in paddy rice cultivation during 2006 to 2013

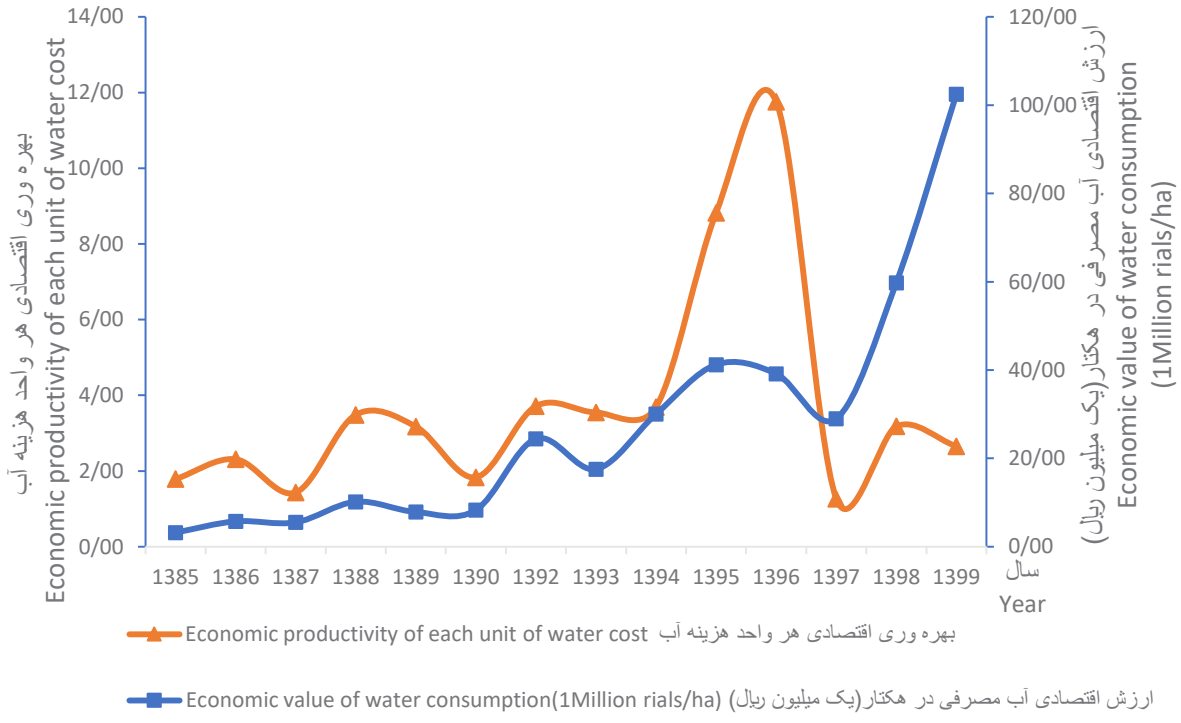
شکل (۶) وضعیت شاخص های اقتصادی در کشت کلزا را نشان می‌دهد. شاخص بهره‌وری اقتصادی آب و ارزش اقتصادی آب نیز تا سال ۱۳۹۶ همسو بوده است. شاخص بهره‌وری اقتصادی آب دارای نوسان و از سال ۱۳۹۶ نزولی و ارزش اقتصادی آب با نوسان کم و افزایشی بوده است. این تغییرات ناشی از تغییر عوامل دخیل در آن مانند قیمت محصول، هزینه تولید و عملکرد در هکتار بوده است.

شکل (۷) وضعیت شاخص های اقتصادی در کشت گندم را نشان می‌دهد. اگر چه شاخص بهره‌وری اقتصادی آب، با ارزش اقتصادی آب همسو است، اما شاخص بهره‌وری اقتصادی آب به استثنای سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶، در بقیه سالها کم و دارای نوسان می‌باشد. ارزش اقتصادی آب نیز با نوسان کم و افزایشی است.



شکل ۶. ارزش اقتصادی و بهره‌وری اقتصادی آب مصرف شده در کلزا طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۹

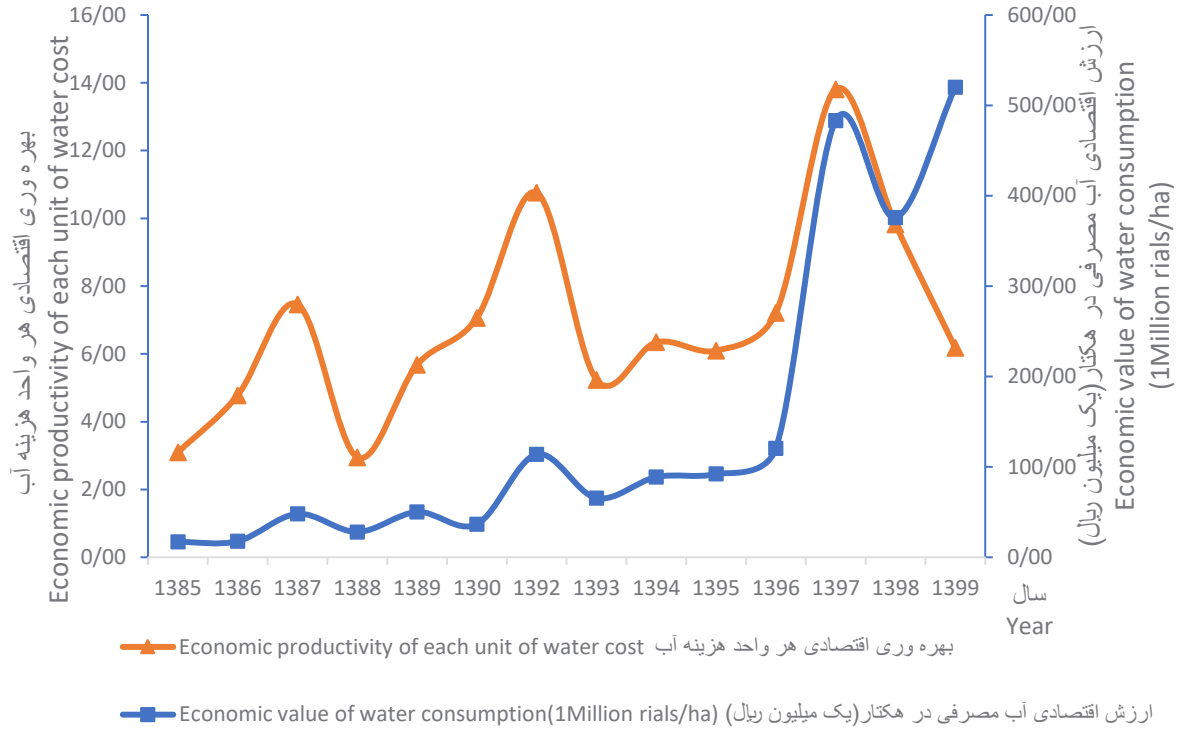
Fig 6. Economic value and economic productivity of water used in canola cultivation during 2006 to 2020



شکل ۷. ارزش اقتصادی و بهره‌وری اقتصادی آب مصرف شده در گندم طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۹

Fig 7. Economic value and economic productivity of water used in wheat cultivation during 2006 to 2020

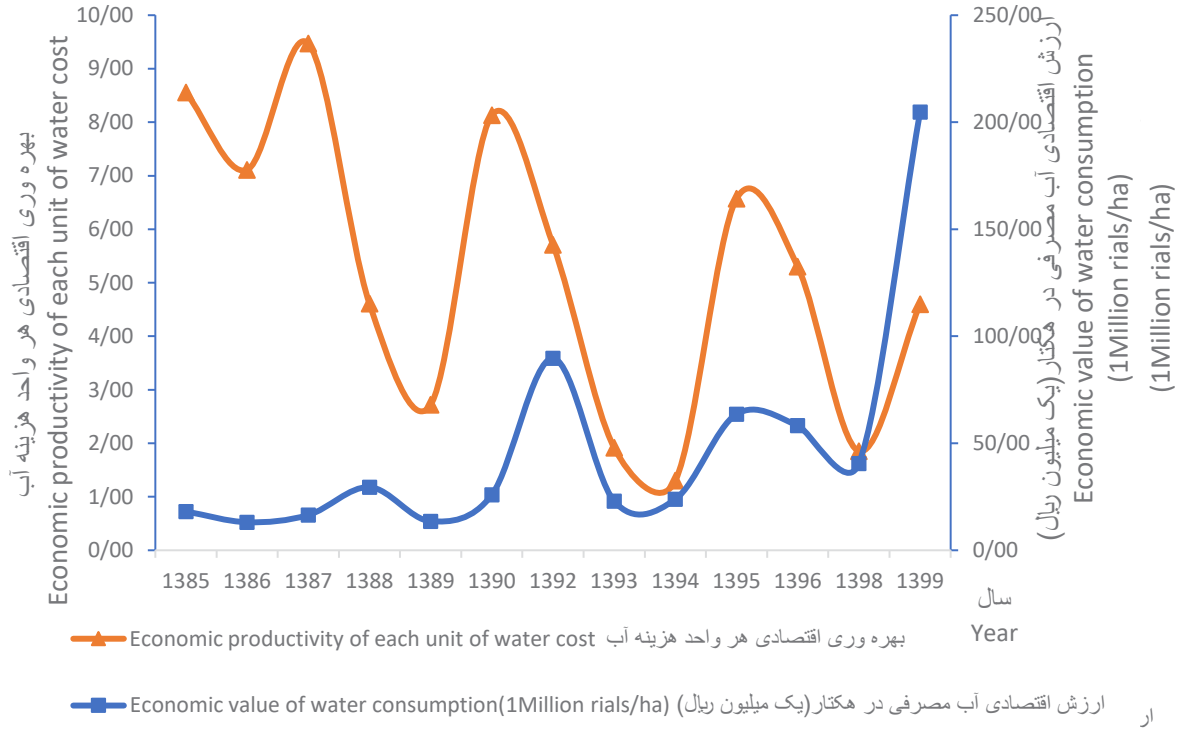
شکل (۸) وضعیت شاخص های اقتصادی در کشت گوجه فرنگی را نشان می‌دهد. اگر چه شاخص بهره‌وری اقتصادی آب و ارزش اقتصادی آب همسو است، اما شاخص ارزش اقتصادی آب تا سال ۱۳۹۶ دارای نوسان کم و بعد از آن با جهش مواجه شده است. شاخص بهره‌وری اقتصادی آب با نوسان بیشتر و بصورت دوره‌ای تقریبا سه ساله دارای فرود و فراز است بطور مثال از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۷ صعودی و بعد از نزول شدید در سال ۱۳۸۸، مجددا سه سال صعودی و بعد از نزول در سال ۱۳۹۳ و نوسان سه ساله مجددا در سال ۱۳۹۷ صعود و مجددا نزول کرده است.



شکل ۸. ارزش اقتصادی و بهره‌وری اقتصادی آب مصرف شده در گوجه فرنگی طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۹

Fig 8. Economic value and economic productivity of water used in tomato cultivation during 2006 to 2020

شکل(۹) وضعیت شاخص های اقتصادی در کشت هندوانه را نشان می‌دهد. شاخص بهره‌وری اقتصادی آب نوسانی و نزولی است. این شاخص و شاخص ارزش اقتصادی آب از سال ۱۳۸۹ همسو است. ارزش اقتصادی آب در سال ۱۳۹۲، به دلیل بالا رفتن قیمت و عملکرد افزایش یافته است. افزایش در بهره‌وری اقتصادی آب در سال ۱۳۸۷، بیشتر به دلیل افزایش عملکرد؛ در سال ۱۳۹۰ به دلیل افزایش قیمت و کاهش هزینه تولید و در سال ۱۳۹۵ به دلیل افزایش عملکرد و قیمت است.



شکل ۹. ارزش اقتصادی و بهره‌وری اقتصادی آب مصرف شده در هندوانه طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۹

Fig 9. Economic value and economic productivity of water used in watermelon cultivation during 2006 to 2020

مقایسه بهره‌وری اقتصادی آب در بین محصولات

همانطور که در جداول قبلی نیز مشهود بود میزان بهره‌وری اقتصادی هر محصول در طی سال‌های متمادی دارای نوساناتی است که تحت تاثیر عوامل موثر بر بهره‌وری اقتصادی قرار دارد. برخی محصولات به عنوان کم مصرف و برخی پرمصرف یا آب‌برمعرفی شده‌اند. بنابراین رتبه بهره‌وری اقتصادی محصولات بین سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۹ مورد مقایسه قرار گرفت. محصولاتی مانند شلتوک، سیب زمینی و پیاز بیشتر در رتبه‌های برتر قرار دارند. و محصولات استراتژیکی مانند گندم و جو در میانه جدول هستند. این در حالی است که این دو محصول بخشی از آب مورد نیاز خود را از باران تامین می‌کنند. میانگین رتبه محصولات طی سال‌های مورد نظر در جدول (۱) ذکر شده است. بر این اساس شلتوک، سیب زمینی و پیاز در رتبه‌های اول تا سوم قرار دارند و جو، لوبیا و عدس در سه رتبه آخر.

جدول ۱. میانگین رتبه بهره‌وری اقتصادی محصولات مورد مطالعه طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۹

Table 1. The average economic productivity rating of the studied products during 2006 to 2020

نام محصول Product	شلتوک Paddy rice	سیب زمینی potatoes	پیاز onion	گوجه فرنگی tomatoe	خیار cucumbers	هندوانه watermelon	ذرت علوفه ای fodder corn	ذرت دانه‌ای seed corn	نخود pea
میانگین بهره‌وری Average productivity	16.60	11.60	11.09	6.89	5.33	5.22	5.06	4.56	4.30
رتبه Rank	1	2	3	4	5	6	7	8	9
نام محصول Product	چغندرقند Sugar beet	یونجه alfalfa	گندم wheat	آفتابگردان sunflower	پنبه cotton	کلزا rapeseed	جو barley	لوبیا قرمز red bean	عدس lentil
میانگین بهره‌وری Average productivity	3.93	3.88	3.76	3.62	3.62	3.28	3.13	3.02	2.42
رتبه Rank	10	11	12	13	14	15	16	17	18

جدول ۲. مساحت، عملکرد، آب مصرفی و بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب محصولات زراعی استان خراسان رضوی

Table 2. Area, yield, water consumption and physical and economic water productivity of crops in Khorasan Razavi province

رتبه بهره‌وری اقتصادی The rank Of economic productivity of crops	بهره‌وری اقتصادی آب economical water productivity (ده‌ریال بر مترمکعب) (10 Rials/m^3)	بهره‌وری فیزیکی آب physical water productivity (کیلوگرم بر مترمکعب) (Kg/m^3)	قیمت هر کیلو محصول Product price (ده‌ریال) (10 Rials/ kg)	آب مصرفی con consumption (متر مکعب در هکتار) (m^3/ha)	عملکرد Yield (کیلوگرم در هکتار) (Kg/ ha)	سطح زیر کشت Area (هکتار) (Ha)	نام محصول product
1	3091	2.77	1116	9300	25755	1458	سبزیجات برگی Leafy vegetables
2	2891	3.05	948	6450	19675	576	سبزیجات غده‌ای Tuberous vegetables
3	2453	2.28	1076	8160	18625	1883	خیار Cucumber
4	2421	4.21	575	9950	41885	2421	پیاز onion
5	2121	2.38	891	7300	17385	34268	خربزه Melon
6	2057	2.34	879	7600	17790	1477	طالبی Cantaloupe
7	2010	2.72	739	11400	31025	5918	سیب زمینی Potato
8	1588	7.86	202	6000	47155	840	سورگوم Sorghum
9	۱۵۵۵	0.96	1620	6800	6520	6317	سایر محصولات Other products
10	1348	3.01	448	7000	21080	12234	هندوانه Watermelon
11	1284	3.95	325	5300	20910	4624	خصیل Cereal forage
12	1282	0.27	4747	13800	3715	1966	شلتوک Paddy rice
13	1258	3.16	398	11950	37790	13089	گوجه فرنگی Tomato
14	1244	0.18	6913	5250	920	1209	کنجد Sesame
15	1232	4.4	280	11510	50625	20913	چغندرقند Sugar beet
16	1221	0.17	7180	4300	730	13138	هندوانه بذری Watermelon seeds
17	1060	3.8	279	8500	32285	332	چغندر علوفه‌ای Fodder beet
18	1023	4.92	208	9670	47540	17335	ذرت علوفه ای Fodder corn
19	848	0.35	2424	5100	1760	1866	کلزا Canola
20	747	0.2	3736	8500	1675	736	آفتابگردان Sunflower
21	722	0.88	820	9100	8045	333	شبدر Clover
22	716	0.61	1173	5575	3410	175089	گندم Wheat
23	601	0.22	2734	10080	2190	24276	پنبه cotton
24	545	0.58	940	4590	2680	131723	جو barly
25	473	0.56	844	13825	7770	31509	یونجه Alfalfa
	884	1.46	1660	6886	10073	505630	میانگین Average

با توجه به اینکه آماری از میزان آب مصرفی محصولات مورد مطالعه طی سال‌های گذشته در دسترس نیست بنابراین مقدار مساحت، عملکرد، آب مصرفی، قیمت و بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در وضع موجود محصولات زراعی استان خراسان رضوی در جدول (۲) نشان داده شده است. بر این اساس، میانگین بهره‌وری اقتصادی آب (درآمد ناخالص بر متر مکعب آب مصرفی) در محصولات زراعی غالب استان در وضع موجود ۸۸۴ تومان بر مترمکعب است. بهره‌وری اقتصادی آب در محصولات غالب باغی استان در وضعیت موجود ۳۲۵۰ تومان بر مترمکعب برآورد گردیده است. علت بالاتر بودن بهره‌وری اقتصادی آب در محصولات باغی استان این است که نزدیک به ۶۰ درصد مساحت اراضی باغی استان را دو محصول زعفران و پسته تشکیل می‌دهند. بهره‌وری اقتصادی آب در زعفران و پسته بسیار بالاتر از سایر محصولات الگوی کشت استان است و همین مطلب موجب شده اعداد بهره‌وری اقتصادی آب محصولات باغی استان نسبت به محصولات زراعی بیش از ۳ برابر باشد.

نتیجه گیری

نتایج مطالعه نشان داد که یکی از مولفه‌های موثر بر تغییر بهره‌وری اقتصادی آب مصرفی محصولات زراعی و باغی در استان خراسان رضوی، تغییر درآمد خالص محصولات می‌باشد.تغییر قیمت محصول به عنوان یک متغیر خارج از کنترل کشاورزان، نقش مهمی در تغییر درآمد خالص به عهده دارد. قیمت محصول تحت تاثیر میزان عرضه و تقاضا قرار دارد. عرضه و تقاضا نیز تحت تاثیر مولفه‌های اقتصادی و سیاست‌گزاری می‌باشد که برآیند آنها منجر به ایجاد الگوی کشتی می‌شود که کشاورزان تحت تاثیر آنها اقدام به اجرایی کردن الگوی کشت کرده‌اند. نوسانات قیمت محصول در سال‌های متمادی نشان می‌دهد که فرآیند مشخصی در انتقال اطلاعات صحیح به کشاورزان وجود ندارد تا بر اساس آن بهره برداران اطلاعات صحیحی دریافت کرده و اقدام به کشت کرده باشند زیرا کشاورزان به دنبال کسب حداکثر سود اقتصادی می‌باشند و اگر بهره‌برداری بداند محصولی که قصد کشت دارد، با بازار بدی مواجه می‌شود از اقدام به کشت آن خودداری می‌کند . بنابراین لازم است تا فرایند تعیین الگوی کشت در سطح کشور به گونه‌ای برنامه ریزی شود که ارزش محصول تولیدی به ازای هر متر مکعب برای تمام محصولات زراعی و باغی به سمتی حرکت کند که با هم مساوی شوند و در نهایت بهره‌وری‌های اقتصادی آب مصرفی محصولات موجود در الگوی کشت اختلاف معناداری نداشته باشند. انجام این کار در گرو تشکیل زنجیره‌های ارزش همگام با اجرا و اصلاح الگوی کشتی می‌باشد که توسط وزارت جهاد کشاورزی ابلاغ گردیده است.

منابع

Abbasi, F., Abbasi, N. & Tavakoli, A. (2017). Water productivity in agriculture; Challenges and prospects. journal of water and sustainable development, 4(1), 141-144. [In Persian].

Abbasi, F., Sohrab, F. & Abbasi, N. (2017). Evaluation of irrigation efficiencies in Iran. Irrigation and Drainage structures Engineering Research, 17(67), 113-128 [In Persian].

Baghani, J. Et al. (2018). Determining the water consumption of wheat in the country. The final report of the national research plan under the registration number 53636, Agricultural Engineering and Technical Research Institute, Karaj, Iran. [In Persian].

Bajčetić, M., Brnjas Z. & Drašković, B. (2016). Economic efficiency of water protection within environmentally friendly and integrated water resources management, International review, (1-2), 82-90.

Cai, X., Rosegrant, M.W. & Ringler, C. (2003). Physical and economic efficiency of water use in the river basin: Implications for efficient water management. Water Resources Research, 39(1), 1-11.

Dalton, P., S. Raine, & K. Broadfoot. (2001). Best management practices for maximising whole farm irrigation efficiency inthe Australian cotton industry. Final report to the Cotton Research and Development Corporation, National Centre for Engineering in Agriculture Report.

efficiency of irrigated cotton in Uzbekistan under drip and furrow irrigation. Agric. Water Manage, 90(1-2),112-120.

Jenab, M. & Nazari, b. (2017). The study of water productivity and yield gap of wheat, barley and maize in Qazvin province Iranian Journal of Soil and Water Research, 49(6), 1405-1417. [In Persian].

Karimi M. & Jolaini M. 2016. Evaluation of Agricultural Water Productivity Indices in Major Field Crops in Mashhad Plain (Technical Note). Journal of Water and Sustainable Development, 4(1), 133-138. [In Persian].

Keshavarz, A. & Dehghani Sanij. H. (2012). Water productivity index and solution for future of agricultural activities in Iran. Quarterly Journal of Economic Strategy, 1(1), 199-203. [In Persian].

Ministry of Agriculture. (2022). Agricultural statistics for the year 2021, Volume 1: Crops. Tehran: Ministry of Agriculture, Deputy Planning and Economic Affairs, Information and Communication Technology Center [In Persian].

Ministry of Agriculture. (2022). Agricultural statistics for the year 2021, Volume 3: Report on horticultural and greenhouse products. Tehran: Ministry of Agriculture Jihad, Deputy Planning and Economic Affairs, Information and Communication Technology Center [In Persian].

Ministry of energy. (2015). Theoretical and practical foundations of economic valuation of water in agricultural uses. Tehran: Ministry of Energy, Water and Wastewater Affairs Deputy, Office of Water and Wastewater Standards and Plans.

Mohammadi, A., Mahmoudi, A., Deihim Fard, R. & Nouri, A. (2019). Assessment of water productivity and supply demand ratio index in sugar beet (Beta vulgaris L.) in Khorasan Razavi province, Iran using growth simulation models. Iranian Journal of crop Sciences, 21(3), 268-286. [In Persian].

Fan, Y., Massey, R. & Park, S.C. (2018). Multi-crop production decisions and economic irrigation water use efficiency: the effects of water costs, pressure irrigation adoption, and climatic determinants, Water, 10(11), 1637, doi: 10.3390.w10111637.

Fan, Y., Wang, C. & Nan, Z. (2014). Comparative evaluation of crop water use efficiency, economic analysis and net household profit simulation in arid Northwest China. Agricultural Water Management, 146, 335-345.

Ghadami Firouzabadi A. & Seyedan S. M. (2019). Evaluation of irrigation water productivity and economic analysis of alfalfa production in sprinkler and surface irrigation systems. Journal of Irrigation and Water Engineering, 10(1), 135-148. [In Persian].

Gholami, Z., Ebrahimian, H. & Noori, H. (2016). Investigation of irrigation water productivity in sprinkler and surface irrigation systems (Case study: Qazvin Plain). Journal of Irrigation Science and Engineering, 39(3), 135-146. [In Persian].

Grimble, R. (1999). Economic instruments for improving water use efficiency: theory and practice. Agricultural Water Management, 40(1), 77-82.

Haghayeghi, S. A. (2019). Sustainable management of underground water with the perspective of optimal agricultural water consumption in Razavi Khorasan province. The final report of the research project of the Agricultural Engineering and Technical Research Institute, registration number 89.995. [In Persian].

Heidari, N. (2012). Determination and evaluation of water use efficiency of some major crops under farmers management in Iran. Journal of Water and Irrigation Management, 1(2), 43-57. [In Persian].

Hung, M.-F., Shaw, D. & Chie, B.-T.(2014). Water trading: locational water rights, economic efficiency, and third-party effect. Water, 6(3), 723-744.

Ibragimov, N., Evett, S. R., Esanbekov, Y., Kamilov, B. S., Mirzaev, L. & Lamers, J. P.A. (2007). Water use

Mohammadpour Hangarvani, M. & Arsalanbod, M. (2014). Investigating the economic efficiency of water and its more effective factors in major agricultural products; a case study of Urmia city. International conference on sustainable development with a focus on agriculture, environment and tourism. Tabriz, Iran. [In Persian].

vafabakhsh, c. , Haghayeghi, S.A., Khoshbazm, R., Shalforoshan, S.M. & Fatemi, S.M. (2016). Verification of water consumption and productivity in underground water sources in order to use its results in developing the crop pattern. The final report. [In Persian].

World Bank. (2006). World Development Indicators, Available at: www.worldbank.org

Youssef gomrokchi, A. (2021). Estimation of potential yield and yield gap of major crops in Qazvin irrigation network. Water Resources Engineering, 14(50), 75-88. [In Persian].

zamani, o., mortazavi, s. a. & balali, H.(2014). Economical Water Productivity of Agricultural Products in Bahar Plain, Hamadan. journal of Water Research in Agriculture, 28(1), 51-62. [In Persian].

Zare, S. (2018). Evaluation and comparison of water pricing policy with alternative options and their impact on the production, trade and crop pattern in Khorasan Razavi province. (Ph.D.), Faculty of agriculture, University of Zabol, zabol, Iran. [In Persian].

Zwart, S. J. & Bastiaanssen, W. G. M. (2004). Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton, and maize. Journal of Agricultural Water Management, 69,115-133.