Water and Soil Management and Modeling

Online ISSN: 2783 - 2546

University of Mohaghegh Ardabili

Evaluating the impact of water pricing on macroeconomic variables in Iran using dynamic computable general equilibrium models

Reyhaneh Arabpour[1]*, Sayyed Abdolmajid Jalaee[2], Mehdi Nejati[3]

[1] Graduated Ph.D. Student, Department of Economics, Faculty of Management and Economics, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
[2] Professor, Department of Economics, Faculty of Management and Economics, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
[3] Associate Professor, Department of Economics, Faculty of Management and Economics, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

Extended Abstract

Introduction

But by the end of the 20th century, most of the water resources have been exploited, and increasing the use of resources increases financial costs and environmental costs. Currently, water demand management is becoming important. The task of demand management is the physical storage of water and economic savings by increasing each product unit with less water and less water pollution. This management is possible through various policy measures. For example, we can refer to economic incentives to preserve water resources, price reform, and reduction of subsidies. Water prices transfer production costs to consumers, and setting appropriate tariffs is a powerful tool to manage consumption, improve allocation, and encourage the conservation of water resources. Pricing is recognized as an important tool to solve water shortage problems. It necessary to modify the pricing of agricultural water for developing countries and move towards sustainable agriculture. Pricing was considered to be one of the most important tools for demand management and it was suggested that the effects of implementing this policy should be investigated by authorities and policymakers in different regions. The results show that before implementing water policies, there is a need for a technical, economic, social, and environmental study based on sustainable development. As studies show, concerns about water scarcity are global and water price reform is essential. Because water is a basic input for production, modifying the price of water affects production costs and, as a result, the amount of production and economic variables. According to global concerns about water shortage and the geographical location of Iran, in this article, with the help of dynamic calculable general equilibrium models, the effect of water pricing in agriculture and industry sectors on macroeconomic variables has been seen.

Materials and Methods

In this study, dynamic general equilibrium models have been used. The data required to simulate the scenario proposed in this research is taken from the ninth version of GTAP-E. According to the research objectives, the regions are divided into Iran and the rest of the world. Economic sectors include agriculture, coal, oil, gas, industry, petrochemicals, electricity, water and services. Factors of production include skilled labor, unskilled labor, land, natural resources, and capital. In this study, two scenarios are defined. In the first scenario, an impact of 30 % on the price of water in the industrial sector is considered. In the second scenario, an effect of 30 % on the cost of water in the agricultural sector is considered. Due to the structure of the policy patterns, momentum from 2022 has been of interest for the next 10 years.

Results and Discussion

Pricing policy, like other forms of policy, seeks to achieve specific goals, the most important of which is economic welfare, which includes a number of different variables. Certainly, one of the main features of computable general equilibrium models is to specify the effect of shocks in economic models .Therefore, the achievement of the models estimated in this research is to determine the reaction rate of the targeted variables to the change in water price. Based on this, two scenarios have been defined in this research. In the first scenario, a

Water and Soil Management and Modeling

Online ISSN: 2783 - 2546

University of Mohaghegh Ardabili

30 % increase in the price of water in the industrial sector, and in the second scenario, a 30 % increase in the price of water in the agricultural sector is considered .The obtained results showed that in the coming years, the effects of realizing the price of water in the industry and agriculture sectors on the economic welfare from 2022, from the numerical value of -87.11 to -1158.03 in 2032. Also, economic growth and investment also have negative effects .Changes in GDP growth in the country are almost equally affected by the price of water in two sectors. But gradually over time, the impact of the agricultural sector on the growth of GDP has increased. The change in the price of water affects all economic sectors and has caused a decrease in the production of these sectors. The production in the oil and gas sectors is such that when the production of the industry and agriculture sectors is affected due to the price of water, the oil and gas sectors will have the opportunity to produce more. Water pricing policy has an adverse effect on investment changes.

Conclusion

In this study, the 30 % water price shock in the agriculture and industry sectors has been considered. The results of the estimation of the model show that the effect of the increase in the price of water has strongly affected the growth of GDP and welfare and has significant negative effects on investment. The important point is that the negative effects of realizing the price of water are more in the agricultural sector than in the industrial sector. This means that by implementing the scenario of a 30 % increase in water price in the agricultural sector, economic welfare, production value and the amount of investment have had more negative effects than the increase in water price in the industry. This issue shows that in Iran's economy, the agricultural sector has a decisive role in the country's economy, regardless of its share in the total added value. Therefore, paying attention to the issue of pricing and inter-sectoral imbalances can provide a suitable basis for water policies.

Keywords: Dynamic Computable General Equilibrium Models, Economic Sectors, Investment, Water pricing, Welfare

Article Type: Research Article

*Corresponding Author, E-mail: ryhn.arabpour@aem.uk.ac.ir

Citation: Arabpour, R., Jalaee, S.A., & Nejati, M. (2023). Evaluating the impact of water pricing on macroeconomic variables in Iran using computable general equilibrium dynamic models. *Water and Soil Management and Modelling*, 3(4), 260-269.
DOI: 10.22098/mmws.2023.12091.1204
DOR: 20.1001.1.27832546.1402.3.4.17.1

Received: 12 January 2023, Received in revised form: 02 February 2023, Accepted: 02 February 2023, Published online: 02 February 2023
Water and Soil Management and Modeling, Year 2023, Vol. 3, No. 4, pp. 260-269

Publisher: University of Mohaghegh Ardabili
© Author(s)

مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک

شاپا الکترونیکی: ۲۵٤٦-۲۷۸۳

ارزیابی تأثیر قیمت‌گذاری آب بر متغیرهای کلان اقتصاد در ایران با استفاده از مدل‌های پویای تعادل عمومی قابل محاسبه

ریحانه عرب‌پور [۱*]، سیدعبدالمجید جلائی [۲]، مهدی نجاتی [۳]

[۱] دانش‌آموخته دکتری، گروه اقتصاد، دانشکدهٔ اقتصاد و مدیریت، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
[۲] استاد، گروه اقتصاد، دانشکدهٔ اقتصاد و مدیریت، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
[۳] دانشیار، گروه اقتصاد، دانشکدهٔ اقتصاد و مدیریت، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

چکیده

از نگاه اقتصادی وقتی منبع و یا نهادهٔ تولید با کمبود مواجه می‌شود، قیمت آن تحت تأثیر قرار می‌گیرد. این قیمت می‌تواند بر اساس قیمت‌های جهانی یا طبق هزینه‌های اقتصادی و اجتماعی مورد توجه واقع شود. در همین راستا، یکی از ابزارهای مهم برای تخصیص منابع آب، قیمت و ساختار قیمت‌گذاری آب در بخش‌های مختلف است. بنابراین، این پژوهش به‌دنبال پاسخ به این سؤال است که حرکت به سمت واقعی کردن قیمت آب در بخش‌های اقتصادی، چگونه متغیرهای کلیدی اقتصادی را در آینده متأثر می‌سازد. برای مشخص کردن تأثیر قیمت‌گذاری آب بر متغیرهای اقتصادی، از مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه پویا استفاده شده است. در این پژوهش تکانهٔ ۳۰ درصدی قیمت آب (براساس مطالعات انجام شده بین قیمت واقعی و قیمت پرداختی مصرف‌کننده) برای بخش کشاورزی و بخش صنعت لحاظ شده است. به‌دلیل ساختار الگوهای سیاستی، تکانه از سال ۲۰۲۲ به‌مدت ۱۰ سال آینده مورد توجه بوده است. خروجی مدل نشان داد که افزایش قیمت آب بر رشد اقتصادی و سرمایه‌گذاری اثر منفی دارد. هر چند که آثار مثبت ناچیزی بر تولید بخش انرژی خواهد داشت. نکتهٔ مهم این‌که آثار منفی واقعی کردن قیمت آب در بخش کشاورزی بیش از بخش صنعت است. این مسأله نشان از وابستگی ساختاری اقتصاد کشور به بخش کشاورزی است. بنابراین، سیاست قیمت‌گذاری آب آثار منفی بلندمدت در پی دارد. نتایج مطالعهٔ حاضر می‌تواند راهنمای سیاست‌گذاری‌های آب برای آینده اقتصاد ایران باشد.

واژه‌های کلیدی: بخش‌های اقتصادی، رفاه، سرمایه‌گذاری، قیمت‌گذاری آب، مدل‌های تعادل عمومی‌قابل محاسبه پویا

نوع مقاله: پژوهشی

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ryhn.arabpour@aem.uk.ac.ir

استناد: عرب‌پور، ریحانه، جلائی، سیدعبدالمجید، و نجاتی، مهدی (۱۴۰۲). ارزیابی تأثیر قیمت‌گذاری آب بر متغیرهای کلان اقتصاد در ایران با استفاده از مدل‌های پویای تعادل عمومی قابل‌محاسبه. *مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک*، ۳(۴)، ۲۶۹-۲۶۰.
DOI: 10.22098/mmws.2023.12091.1204
DOR: 20.1001.1.27832546.1402.3.4.17.1

تاریخ دریافت: ۱۰/۲۲/ ۱۴۰۱، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۱/۱۳، تاریخ پذیرش: ۱۱/۱۳/ ۱۴۰۱، تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۱۱/۱۳
مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک، سال ۱۴۰۲، دوره ۳، شماره ۴، صفحه ۲۶۰ تا ۲۶۹
ناشر: دانشگاه محقق اردبیلی

© نویسندگان

۱- مقدمه

آب منبع اساسی برای حفظ زندگی است. تقریباً یک پنجم جمعیت جهان در مناطقی زندگی می‌کنند، که این مناطق با کمبود آب مواجه است. به‌دلیل رشد جمعیت، شهرنشینی، افزایش تعداد خانوار، مصارف صنعتی و تغییر اقلیم، مشکلات کمبود آب در حال افزایش است (Molinos-Senante, 2014). در طول تاریخ شایع‌ترین واکنش به افزایش تقاضای آب، تأمین منابع جدید بوده است. اما تا پایان قرن بیستم اکثر منابع آبی، مورد بهره‌برداری قرار گرفته و افزایش استفاده، موجب افزایش هزینه‌های مالی و محیط زیستی می‌شود (Meinzen, 2006). در حال حاضر مدیریت تقاضای آب اهمیت می‌یابد. وظیفهٔ مدیریت تقاضا، ذخیرهٔ فیزیکی آب و صرفه‌جویی اقتصادی به کمک افزایش هر واحد محصول با مقدار آب کم‌تر و آلودگی کم‌تر آب است. این مدیریت از طریق اقدامات سیاستی مختلف امکان‌پذیر است. برای مثال می‌توان به مشوق‌های اقتصادی برای حفظ منابع آب، اصلاح قیمت‌گذاری و کاهش یارانه‌ها اشاره کرد (Marston and Cai, 2016). قیمت آب هزینه‌های تولید را به مصرف‌کننده انتقال می‌دهد و تعریف تعرفه‌های مناسب، ابزاری قوی برای مدیریت مصرف، بهبود تخصیص و تشویق به حفاظت منابع آبی است (Khiabani et al., 2017).

امروزه استفاده و مدیریت کارآمد و پایدار منابع آب، به‌ویژه در مناطق تحت تنش آبی، به‌طور فزآینده‌ای اهمیت پیدا کرده است. مدیریت منطقی اقتصاد آب، نیاز به درک روابط بین مؤلفه‌های مختلف آن دارد، اما تلاش‌های محدودی در چارچوب اقتصاد کلان صورت گرفته است (Tsur and Zemel, 2016). تصمیم‌گیران هنگام انتخاب از میان گزینه‌های مختلف در مورد نحوهٔ تخصیص آب بین کاربران، کاربری‌ها، مکان‌ها و در طول زمان، با اهداف متعدد و اغلب متناقض روبه‌رو می‌شوند (Grafton et al., 2020). بنابراین، ضرورت ارزیابی و نظارت بر این تصمیمات از اهمیت بالایی برخوردار است. در این راستا، Wheeler et al. (2017) یک چارچوب اولیه برای بررسی سیاست‌ها و اصلاحات مربوط به آب ارائه دادند که شامل سه مرحله است؛ ۱) ارزیابی نیازهای هیدرولوژیکی و نهادی، ۲) ارزیابی بازار و مسائل مربوط به توسعه و اجرا و ۳) نظارت مستمر و بررسی نیازهای آینده. نتایج مطالعهٔ آن‌ها نشان داد که این برنامه می‌تواند اطلاعات کلیدی را در اختیار برنامه‌ریزان آب جهت مدیریت بهتر کمبود قرار دهد. برنامه‌ریزی آب، نقش حیاتی در مدیریت منابع آبی دارد. برای رفع مشکلات کمبود آب، قیمت گذاری به‌عنوان ابزاری مهم شناخته شده است. اما مکانیسم قیمت‌گذاری نیاز فوری به ارتقاء و تطبیق امکانات آبیاری و اندازه‌گیری و سازکارهای مدیریتی دارد (Zhang and Oki, 2023). انتظار بر این است که تعرفه‌ها به تخصیص بهتر منابع کمک کرده و از هدررفتن این منابع جلوگیری کند (Suárez-Varela et al., 2015). بنابراین، طراحی ساختار قیمت آب برای دست‌یابی به تخصیص کارآمد منابع کمیاب آب، مسئلهٔ مهمی از نظر اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی است. در ادامه، Zhang and Oki (2023) اصلاح قیمت‌گذاری آب کشاورزی در کشورهای در حال توسعه و حرکت به سمت کشاورزی پایدار را ضروری می‌دانند. آن‌ها معتقدند که قیمت‌گذاری آب کشاورزی در چین به نتایج قابل‌توجهی در زمینهٔ صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش بهره‌وری مصرف آب دست یافته که الهام‌بخش کشورهای در حال توسعه از منظر سیاست قیمت‌گذاری آب است.

مرور ادبیات موضوع نشان می‌دهد که روش‌های مختلفی برای قیمت‌گذاری آب وجود دارد؛ از جمله مدل برنامه‌ریزی ریاضی اقتصادسنجی (Marques and Fragoso, 2015) و مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه (Berck et al., 1991; He and Chen, 2004; He et al., 2006; Jun et al., 2010; Tian et al., 2021) قیمت‌گذاری بلوکی (Ruijs et al., 2008)، مدل‌های اقتصادسنجی (Reyndaud, 2003) روش‌های متاآنالیز (Marzano et al., 2018) و روش‌های ریاضی مانند مدل‌های بهینه‌سازی (Chu and Grafton, 2020)، مدل‌های فازی (Duan and Liu, 2016) و مدل‌های عامل محور (Lika et al., 2017) اشاره کرد. در پژوهشی، Jun et al. (2010) تأثیر سیاست‌های آب در شهر پکن را بر تغییر تولید ناخالص و تولید صنایع مختلف با مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه بررسی کرده‌اند. نتایج مطالعهٔ آن‌ها نشان داد که صنعت کشاورزی نسبت به تغییرات قیمت آب، حساس‌تر است و برخی از صنایع با استفاده از تکنولوژی بهتر به صرفه‌جویی در مصرف آب کمک می‌کنند. در پژوهش دیگری، Ghazali et al. (2009) چندین مدل تجربی از برجسته‌ترین مدل‌های قیمت‌گذاری آب شامل مدل تعادل جزئی، مدل تعادل عمومی، قیمت‌گذاری بر اساس هزینهٔ متوسط، قیمت‌گذاری بر اساس هزینهٔ نهایی را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان داد، تحلیل تعادل جزئی می‌تواند در یک بخش خاص مانند کشاورزی مورد توجه باشد، اما تحلیل تعادل عمومی اغلب شامل مسیرهای پایدار و رویکردی از اقتصاد کلان است. مقایسهٔ این دو مدل نشان می‌دهد که مدل‌های تعادل عمومی به این دلیل که شامل هزینه‌ها می‌شوند بهتر هستند. در ادامه، Currais Monteiro (2005) مدل‌های مربوط به قیمت‌گذاری آب و هزینه‌ای که باید برای آب پرداخت شود را مورد بررسی قرار دادند. در مطالعهٔ ایشان بررسی طرح‌های قیمت‌گذاری نشان می‌دهد، قیمت‌گذاری حاشیه‌ای آب به‌عنوان بهترین راه برای قیمت‌گذاری آب به‌شمار می‌رود، اما اجرای آن بستگی به عرضه و تقاضای آب

دارد. قیمت‌گذاری، با هدف کارایی، توسط الزامات درآمدی محدود می‌شود. با این حال، مشخص نیست که بهترین راه برای انجام این کار تعرفه‌های دو بخشی یا ساز و کار دیگری از قیمت‌گذاری است. نقش قیمت‌گذاری بلوکی که به‌طور فزآینده‌ای در روش‌های قیمت‌گذاری واقعی رایج است هنوز به‌طور کامل بررسی نشده است. در مطالعه‌ای، Hassani et al. (2021) یکی از مهم‌ترین ابزارهای مدیریت تقاضا را قیمت‌گذاری می‌دانند و بیان می‌کنند که اثرات اجرای این سیاست باید توسط مقامات و سیاست‌گذاران در مناطق مختلف بررسی شود. اتخاذ خط‌مشی مذکور دارای اثرات متقابل مشترکی است (مانند اثرات نامطلوب اقتصادی و اجتماعی و اثرات مثبت محیط زیستی) که ناآگاهی از این موارد می‌تواند آثار نامناسبی به‌همراه داشته باشد. بنابراین، نتایج نشان می‌دهد که قبل از اجرای سیاست‌های آب، به مطالعهٔ فنی، اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی بر پایهٔ توسعهٔ پایدار نیاز است.

در سایر پژوهش‌ها، نتایج مطالعهٔ Asadi et al. (2007) نشان می‌دهد آب بهای پرداختی درصد ناچیزی از این هزینه‌های آب را جبران می‌کند. پیشنهاد شده است که سیستم تخصیص آب اصلاح شود و نرخ آب آبیاری به‌تدریج افزایش یابد تا هم از مصرف بی‌رویهٔ آب جلوگیری شود و هم بازدهی آبیاری افزایش یابد. هم‌چنین، مطالعهٔ Esmaeili Moakhar Fordoei et al. (2018) که برای استان مرکزی انجام گرفته است، نشان می‌دهد که در بخش کشاورزی، قیمت پرداختی آب توسط کشاورزان با قیمت واقعی آب تفاوت دارد. در این مطالعه ارزش اقتصادی آب براساس مساحت تحت کشت، حجم آب مصرفی و میزان درآمد هر محصول (گندم، یونجه، جو و ذرت علوفه‌ای) به‌دست آمده است. در نهایت،Tahami Pour Zarandi et al. (2020) در مطالعه‌ای نشان دادند که فاصلهٔ معناداری بین قیمت پرداختی توسط مصرف‌کننده و ارزش اقتصادی آب در بخش صنعت وجود دارد. در این مطالعه از روش پسماند استفاده شده است. در این روش ابتدا تمامی نهاده‌های واسطه‌ای به‌غیر از هزینهٔ آب از ارزش ستانده کسر می‌شود تا ارزش افزوده که در آن ارزش مربوط به آب نیز مستتر است، به‌دست آید.

همان‌گونه که مطالعات نشان می‌دهند نگرانی‌ها در مورد کمبود آب جهانی وجود دارد و اصلاح قیمت آب امری ضروری است. به این دلیل که آب یک نهادهٔ اساسی برای تولید است، اصلاح قیمت آب بر هزینه‌های تولید و در نتیجه بر مقدار تولید و بر متغیرهای اقتصادی تأثیرگذار است. با توجه به نگرانی‌های جهانی در مورد کمبود آب و جایگاه جغرافیایی کشور ایران، در این مطالعه، با کمک مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه پویا تأثیر قیمت‌گذاری آب در بخش‌های کشاورزی و صنعت بر متغیرهای کلان اقتصادی دیده شده است.

۲- مواد و روش‌ها

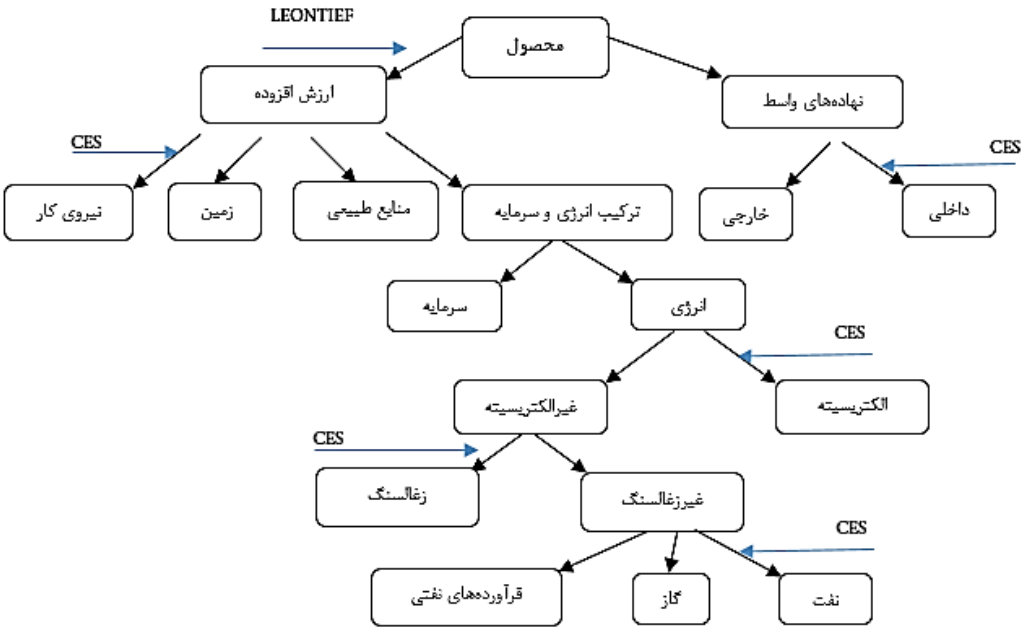
مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه[1](CGE) ابزاری قوی برای تحلیل روابط پیچیده هستند. الگوی استاندارد GTAP یک تعادل عمومی است که بر پایهٔ ماتریس حسابداری اجتماعی طراحی شده است. مدل GTAP توسط تعداد زیادی از پژوهش‌گران در سراسر دنیا به‌کار گرفته شده، و صحت نتایج آن مورد آزمون قرار گرفته است. هم‌چنین، همراه با مدل مذکور، داده‌های سازگار با چارچوب یک مدل تعادل عمومی استاندارد ارائه شده و هر چند سال یک‌بار به‌روز می‌شود، که بروزرسانی اطلاعات یکی دیگر از مزیت‌های استفاده از مدل مذکور است. این مدل برای تحلیل بسیاری از سیاست‌ها در سطح کلان اقتصادی به‌کار می‌رود. برای حل این الگو از نرم‌افزار GEMPACK که در آن می‌توان با توجه به‌هدف پژوهش کشورها یا مناطق خاصی را در نظر گرفت، استفاده می‌شود. هم‌چنین، مدل‌ساز می‌تواند بخش‌های اقتصادی و عوامل تولید را تجمیع (Aggregate) کند.

در الگوی استاندارد GTAP انرژی لحاظ نشده است. با توسعهٔ این مدل‌ها و در نظر گرفتن انرژی یک نسخهٔ توسعه یافته به نام GTAP-E به‌وجود آمد که در آن، انرژی به‌عنوان یک نهادهٔ تولید در روابط لحاظ می‌شود. داده‌های موردنیاز برای شبیه‌سازی سناریوی مطرح شده در این پژوهش از نسخهٔ نهم GTAP-E گرفته شده است. الگوی پروژهٔ تحلیل تجارت جهانی انرژی محورِ پویا (GDynE) که توسط Golub (2013) ارائه شده است، از ترکیب الگوی پروژهٔ تحلیل تجارت جهانی انرژی محور ایستا (GTAP-E) و الگوی پروژهٔ تحلیل تجارت جهانی پویا (GDyn) تشکیل شده است. این الگو تقریباً تمامی کشورهای جهان را شامل می‌شود. در این مطالعه از نسخهٔ پویای مدل استفاده شد. این نسخه دربرگیرندهٔ جهانی با ۱۴۰منطقه یا کشور از جمله ایران و ۵۷ بخش اقتصادی است. داده‌ها از ماتریس حسابداری اجتماعی ۱۴۰ منطقه و ۵۷ بخش به‌دست آمده است. با توجه به اهداف پژوهش مناطق به ایران و سایر نقاط جهان تقسیم شد و بخش‌های اقتصادی شامل کشاورزی، زغال‌سنگ، نفت، گاز، صنعت، پتروشیمی، الکتریسته، آب و خدمات است. عوامل تولید شامل نیروی کارماهر، نیروی کار غیرماهر، زمین، منابع طبیعی و سرمایه است. در این پژوهش دو سناریو تعریف شد. در سناریوی اول تکانهٔ ۳۰ درصد بر قیمت آب در بخش صنعت، در سناریوی دوم تکانهٔ ۳۰ درصد بر قیمت آب در بخش کشاورزی لحاظ شده است. تکانهٔ ۳۰ درصدی قیمت آب بر اساس مطالعات Esmaeili Moakhar Fordoei et al.

[1] Computable general equilibrium models

(2018) و Tahami Pour Zarandi et al. (2020) است.

ساختار آشیانه‌ای در شکل ۱ ارائه شده است.



شکل ۱- نمودار آشیانه‌ای تولید (Burniaux and Truong, 2002)

Figure 1- Production nesting diagram (Burniaux and Truong, 2002)

ساختار آشیانه‌ای به‌صورت رابطه‌های (۱) تا (۷) ارائه می‌شود. در بالاترین سطح، در لانهٔ اول، تولیدکنندگان با استفاده از ترکیب ارزش افزوده و سایر نهاده‌های واسطه‌ای به تولید می‌پردازند:

$$QOj.r = \left(\alpha_1 QVAj.r^{\frac{\sigma_y-1}{\sigma_y}} + \alpha_2 QINTi.j.r^{\frac{\sigma_y-1}{\sigma_y}}\right)^{\frac{\sigma_y}{\sigma_y-1}} \quad (۱)$$

در رابطهٔ بالا، QO تولید کل، QVA ارزش‌افزوده، QINT تقاضای نهاده‌های واسطه‌ای است. اندیس‌های i، j و r به‌ترتیب نهاده، بخش و کشور یا منطقهٔ مورد نظر است. θ_1، θ_2، βi، α_1، α_2، γ، γ_2، λ_1، λ_2 و $_1$ پارامترهای تابع که نشان‌دهندهٔ اهمیت نسبی متغیرها در هر یک از توابع هستند. σ نیز کشش جانشینی است. در سطح بعدی نهاده‌ها بر اساس تابع با کشش جانشینی ثابت (CES) به‌ترتیب از ترکیب نهاده‌های داخلی و خارجی، و ارزش افزوده بر اساس تابع CES از ترکیب سرمایه–انرژی، نیروی کار، منابع طبیعی، زمین به‌دست آمده است.

$$QINTi.j.r = \left(\delta_1 QFDi.j.r^{\frac{\sigma_D-1}{\sigma_D}} + \delta_2 QFMi.j.r^{\frac{\sigma_D-1}{\sigma_D}}\right)^{\frac{\sigma_D}{\sigma_D-1}} \quad (۲)$$

$$QVAj.r = \left(\sum_{i=0}^{4} \beta_i QFEi.j.r^{\frac{\sigma_{VA}-1}{\sigma_{VA}}}\right)^{\frac{\sigma_{VA}}{\sigma_{VA}-1}} \quad (۳)$$

در رابطهٔ (۲)، QFD تقاضای نهاده‌های داخلی و QFM تقاضای نهاده وارداتی است. در سطح بعد، از انرژی و سرمایه، ترکیب انرژی–سرمایه به‌دست آمده است:

$$QFCEi.j.r = \left(\theta_1 QFEC^{\frac{\sigma_L-1}{\sigma_L}} + \theta_2 QFEE^{\frac{\sigma_L-1}{\sigma_L}}\right)^{\frac{\sigma_L}{\sigma_L-1}} \quad (۴)$$

در رابطهٔ مذکور، QFEC تقاضا برای نهاده‌های تولید (انرژی و سرمایه) و QFEE تقاضای نهاده انرژی است. در سطح بعدی تولیدکنندهٔ انرژی الکتریسیته و انرژی غیرالکتریسیته را بر اساس یک تابع CES با هم ترکیب می‌کند.

$$QFEEi.j.r = \left(\lambda_1 QFEL^{\frac{\sigma_{el}-1}{\sigma_{el}}} + \lambda_2 QFENL^{\frac{\sigma_{el}-1}{\sigma_{el}}}\right)^{\frac{\sigma_{el}}{\sigma_{el}-1}} \quad (۵)$$

QFEL و QFENL به‌ترتیب تقاضای انرژی الکتریسیته و غیرالکتریسیته است. بر اساس تابع CES از ترکیب زغال‌سنگ، غیرزغال‌سنگ و انرژی غیرالکتریسیته سطح بعدی به‌دست می‌آید.

$$QFENL = \left(\gamma_1 QFCO^{\frac{\sigma_{nl}-1}{\sigma_{nl}}} + \gamma_2 QFNCO^{\frac{\sigma_{nl}-1}{\sigma_{nl}}}\right)^{\frac{\sigma_{nl}}{\sigma_{nl}-1}} \quad (۶)$$

در رابطهٔ بالا، QFCO تقاضای انرژی زغال‌سنگ و QFNCO تقاضای انرژی غیر زغال‌سنگ است در پائین‌ترین سطح،

تولیدکنندهٔ نفت، گاز و فرآورده‌های نفتی را بر اساس تابع CES باهم ترکیب می‌کند (Burniaux and Truong, 2002).

$$QFNCj.r = \left(\sum_{i=0}^{3} \epsilon i QFNi.j.r^{\frac{\sigma_{NC}-1}{\sigma_{NC}}}\right)^{\frac{\sigma_{NC}}{\sigma_{NC}-1}} \quad (7)$$

در الگوی پروژهٔ تحلیل تجارت جهانی GTAP رفاه اقتصادی با تغییرات معادل (Equivalent variations, EV) نشان داده می‌شود. تغییرات معادل (رفاه) از تخصیص درآمد ملی به مصرف خصوصی، مصرف دولت و پس‌انداز محاسبه می‌شود. در این راستا، Hertel and Huff (2001) محاسبهٔ تغییرات معادل را در الگوی GTAP انجام دادند. تغییرات به‌صورت رابطهٔ (۸) تعریف می‌شود.

$$EVr = INCOMEr\ (Ur + popr) \quad (8)$$

در رابطهٔ بالا، INCOMEr، Ur و popr به‌ترتیب سطح درآمد، درصد تغییر در مطلوبیت سرانه و نرخ تغییر جمعیت در منطقهٔ r است. تغییرات معادل از تفاوت مخارج مورد نیاز برای رسیدن به سطح مطلوبیت جدید (بعد از اعمال تکانهٔ سیاستی) در قیمت اولیه (Y_{EV}) و سطح مطلوبیت در تعادل اولیه به‌دست می‌آید.

$$EV = YEV - Y \quad (9)$$

۳- نتایج و بحث

یکی از اهداف مهم در تغییر قیمت آب و سیاست قیمت‌گذاری آب، بررسی اثرات این سیاست، بر شاخص‌های مهم اقتصادی است. در این قسمت تلاش شده در سناریوهای مختلف تأثیر آن بر رفاه، تولید ناخالص داخلی و سرمایه‌گذاری و تولید بخش‌های اقتصادی بررسی شود. یکی از ویژگی‌های مدل‌های تعادل عمومی بررسی تأثیر سیاست‌ها است. بر این اساس در این پژوهش دو سناریو تعریف شده است. در سناریوی اول تکانهٔ ۳۰ درصد بر قیمت آب در بخش صنعت و در سناریوی دوم تکانهٔ ۳۰ درصد بر قیمت آب در بخش کشاورزی در نظر گرفته شده است. در جدول ۱ تأثیر تکانهٔ قیمتی در هر دو سناریو بر تغییرات رفاه تا سال ۲۰۳۲ ارزیابی شده است. تغییرات رفاه اقتصادی با تغییرات معادل EV نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود تغییر به‌وجود آمده در قیمت آب در این دو بخش شاخص رفاه اقتصادی را به‌شدت تحت تأثیر قرار داده است. قابل ذکر است که تغییرات رفاه بر حسب میلیارد دلار و تغییرات بقیهٔ متغیرها برحسب درصد تغییرات است. اولین نتیجه‌ای که می‌توان از جدول ۱ گرفت این است که افزایش قیمت آب در این دو بخش کلیدی نمی‌تواند آثار رفاهی مطلوب، حتی در بلندمدت به‌همراه داشته باشد. و دوم این‌که آثار تبعی رفاهی تغییر در قیمت آب بخش کشاورزی بسیار بیش‌تر از بخش صنعت در ایران است و این بیان‌گر اثرگذاری خاص بخش کشاورزی بر شاخص‌های رفاه در اقتصاد ایران است.

جدول ۱- تغییرات معادل (میلیارد دلار)

Table 1- Equivalent changes (EV) (billions of dollars)

تغییرات رفاه	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
سناریوی اول	-87.11	-185.15	-290.7	-402.55	-516.87	-630.2	-747.38	-849.22	-956.22	-1058.72	-1158.03
سناریوی دوم	-194.75	-404.73	-626.16	-857.39	-1094.63	-1335.53	-1578.38	-1822.00	-2070.28	-2319.88	-2570.59

جدول ۲، تأثیر سناریوی ۳۰ درصد افزایش آب در بخش کشاورزی و صنعت را بر شاخص GDP نشان می‌دهد. همان‌طورکه مشاهده می‌شود، تغییرات رشد تولید ناخالص داخلی در کشور تقریباً به یک اندازه تحت تأثیر قیمت آب در دو بخش قرار گرفته است. ولی به‌تدریج در طی زمان تأثیر بخش کشاورزی بر رشد تولید ناخالص داخلی بیش‌تر شده است. این مسأله تأییدی بر نتایج جدول ۱ است.

جدول ۲- شاخص GDP (درصد تغییرات)

Table 2- GDP index (percentage of changes)

Qgdp	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
صنعت	0.00	-0.01	-0.02	-0.03	-0.03	-0.04	-0.05	-0.06	-0.07	-0.08	-0.09
کشاورزی	0.00	-0.01	-0.02	-0.03	-0.03	-0.06	-0.07	-0.08	-0.09	-0.1	-0.11

همان‌طورکه جدول ۳ نشان می‌دهد تغییر قیمت آب همهٔ بخش‌های اقتصادی را متأثر ساخته و باعث کاهش تولید این بخش‌ها شده است. از آن‌جا که آب در تمامی بخش‌ها، یک نهادهٔ تولید محسوب می‌شود. بنابراین، افزایش قیمت آب بر میزان تولید تأثیر می‌گذارد. افزایش قیمت آب منجر به افزایش هزینه‌های تولید می‌شود و افزایش هزینه، منجر به کاهش تولید می‌شود. به‌طور ذاتی تغییر در

قیمت آب در بخش‌های صنعت و کشاورزی می‌تواند تولید در بخش انرژی را تحت تأثیر قرار دهد. دلیل اول این‌که بخش‌های صنعت و کشاورزی به عنوان بخش‌های پیش‌رو هستند که تغییر در تولید آن‌ها می‌تواند بخش انرژی را متأثر سازد و دوم این‌که ارتباط بین بخش‌ها در اقتصاد نیز تنگاتنگ است و می‌تواند ساختار تولید را تحت تأثیر قرار دهد. نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که متوسط تأثیر تکانهٔ قیمت آب در بخش کشاورزی بر تولید بخش نفت و گاز بیش‌تر از تکانهٔ قیمت آب در بخش صنعت بوده است. نکتهٔ مهم مورد توجه در جدول ۳ واکنش بخش‌های نفت و گاز به تغییرات قیمت آب در بخش کشاورزی و صنعت است. بنابراین، فرآیند تولید در بخش‌های نفت و گاز به‌گونه‌ای است که وقتی تولید بخش‌های صنعت و کشاورزی به‌دلیل قیمت آب تحت تأثیر قرار می‌گیرند بخش‌های نفت و گاز فرصت تولید بیش‌تر خواهند داشت. البته به‌دلیل آثار مثبت ایجاد شده در تولید نفت و گاز، بخش پتروشیمی با چالش مواجه شده است و این به‌خاطر نقش جایگزینی بخش‌هاست. بنابراین، اگر بخش انرژی و توسعهٔ آن مورد توجه سیاست‌های اقتصادی باشد می‌توان قیمت‌گذاری آب با تکانه‌های آرام را مورد توجه قرار داد.

جدول ۳- تغییرات تولید در بخش‌های مختلف اقتصادی (درصد تغییرات)

Table 3- Production changes in different economic sectors (percentage of changes)

تغییرات تولید	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
کشاورزی با سناریوی اول	0.00	0.00	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.03	-0.03	-0.04	-0.04
کشاورزی با سناریوی دوم	-0.01	-0.06	-0.06	-0.07	-0.09	-0.09	-0.01	-0.11	-0.12	-0.14	-0.14
صنعت با سناریوی اول	-0.02	-0.04	-0.12	-0.12	-0.12	-0.15	-0.18	-0.021	-0.24	-0.26	-0.28
صنعت با سناریوی دوم	0.00	-0.03	-0.03	-0.04	-0.05	-0.5	-0.07	-0.08	-0.1	-0.12	-0.12
خدمات با سناریوی اول	-0.01	-0.01	-0.05	-0.05	-0.05	-0.06	-0.08	-0.09	-0.1	-0.11	-0.12
خدمات با سناریوی دوم	-0.01	-0.05	-0.05	-0.07	-0.08	-0.08	-0.01	-0.12	-0.13	-0.16	-0.16
نفت با سناریوی اول	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
نفت با سناریوی دوم	0.01	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
گاز با سناریوی اول	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
گاز با سناریوی دوم	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07
پتروشیمی‌با سناریوی اول	-0.01	-0.03	-0.07	-0.07	-0.07	-0.09	-0.01	-0.11	-0.12	-0.13	-0.14
پتروشیمی‌با سناریوی دوم	-0.02	-0.08	-0.08	-0.09	-0. 11	-0. 11	-0.13	-0.15	-0.16	-0.19	-0.19

یکی از متغیرهای مؤثر بر رشد اقتصادی پایدار، سرمایه‌گذاری است. نتایج نشان می‌دهد که اگر قیمت آب در بخش کشاورزی و صنعت با حرکت ۳۰ درصدی به سمت واقعی شدن برود؛ چه آثاری بر تغییرات سرمایه‌گذاری خواهد داشت. همان‌طورکه نتایج نشان می‌دهد تغییرات سرمایه‌گذاری منفی است. از آن‌جاکه سرمایه‌گذاری یک عامل مهم در مدل‌های رشد اقتصادی است؛ بنابراین، نتایج حاکی از تأثیر منفی سیاست قیمت‌گذاری، بر رشد اقتصادی است. بنابراین، آن‌چه از جدول ۴ می‌توان نتیجه گرفت این است که سیاست قیمت‌گذاری آب تأثیر نامطلوبی بر تغییرات سرمایه‌گذاری که به‌نوعی موتور رشد اقتصادی است دارد. نتایج این پژوهش با مطالعهٔ Jun et al. (2010) هم جهت است. در این مطالعه افزایش قیمت آب منجر به کاهش GDP و کاهش تولید بخش‌های مختلف اقتصادی شده است. پژوهش Marques and Fragoso (2015) نیز کاهش تولید در بخش کشاورزی به‌دلیل افزایش قیمت آب را تأیید می‌کند که با نتایج این پژوهش هم جهت است.

جدول ۴- تغییرات سرمایه‌گذاری کل (درصد تغییرات)

Table 4 - Changes in total investment (percentage of changes)

تغییرات سرمایه‌گذاری	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
تغییرات سرمایه‌گذاری با سناریوی اول	-0.04	-0.09	-0.21	-0.21	-0.21	-0.025	-2.27	-0.29	-0.3	-0.31	-0.31
تغییرات سرمایه‌گذاری با سناریوی دوم	-0.05	-0.21	-0.21	-0.25	-0.29	-0.29	-0.31	-0.34	-0.35	-0.37	-0.37

۴- نتیجه‌گیری

تحلیل اقتصاد آب و توجه به جریان جابه‌جایی نهاده‌های تولید از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بنابراین، مطالعه به‌دنبال پاسخ به این سؤال بوده است که در آینده حرکت به سمت واقعی‌کردن قیمت آب در بخش‌های اقتصادی چگونه متغیرهای کلیدی اقتصاد را متأثر می‌سازد. به‌همین دلیل برای این‌که بتوان آثار قیمت‌گذاری آب بر متغیرهای کلان اقتصادی را مشخص نمود، از ساختار معادلات هم‌زمان در مدل تعادل عمومی قابل محاسبهٔ پویا استفاده شده است. در همین راستا، متناسب با شرایط اقتصاد ایران و بر اساس فاصلهٔ بین قیمت‌های واقعی و اسمی، تکانهٔ ۳۰ درصدی قیمت آب در بخش‌های کشاورزی و صنعت مورد توجه قرار گرفته است. نتایج برآورد مدل نشان می‌دهد که تأثیر افزایش در قیمت آب رشد تولید ناخالص داخلی و رفاه را به‌شدت تحت تأثیر قرار داده و آثار منفی قابل توجهی بر سرمایه‌گذاری دارد. نکتهٔ مهم این‌که آثار منفی واقعی کردن قیمت آب در بخش کشاورزی بیش از بخش صنعت است. به این معنی که با اجرای سناریوی ۳۰ درصد افزایش قیمت آب در بخش کشاورزی رفاه اقتصادی ارزش تولید و میزان سرمایه‌گذاری آثار تبعی منفی بیش‌تری نسبت به افزایش قیمت آب در صنعت داشته‌اند. این مسأله نشان می‌دهد که در اقتصاد ایران بخش کشاورزی بدون توجه به سهم آن در ارزش افزوده کل، نقش تعیین‌کننده‌ای در اقتصاد کشور دارد. بنابراین، توجه به مسأله قیمت‌گذاری و عدم توازن‌های بین بخشی می‌تواند زمینهٔ مناسب را برای سیاست‌گذاری‌های زمینهٔ آب فراهم کند. در این مطالعه سیاست قیمت‌گذاری آب با افزایش تعرفه انجام گرفته است. پیشنهاد می‌شود که از روش‌های دیگر تأثیر این سیاست بر متغیرهای کلان اقتصادی ارزیابی شود. هم‌چنین، با توجه به این‌که قیمت‌گذاری آب دارای اثرات مختلفی است در پژوهش‌های دیگری آثار اجتماعی و آثار محیط زیستی این سیاست بررسی شود.

سپاسگزاری

از همکاری و مساعدت اشخاص حقیقی و حقوقی که در انجام مراحل مختلف پژوهش به ما یاری رسانده‌اند، سپاسگزاریم.

منابع

اسدی، هرمز، سلطانی، غلامرضا، و ترکمانی، جواد (۱۳۸۶). قیمت-گذاری آب کشاورزی در ایران مطالعه موردی اراضی زیر سد طالقان. *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۱۵(۲)، ۶۱-۹۱. doi: 10.30490/aead.2007.58892

اسماعیلی موخر فردویی، محمدعلی، ابراهیمی، کیومرث، عراقی‌نژاد، شهاب، و فضل‌الهی، هاجر (۱۳۹۷). تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی با رویکرد قیمت گذاری بر اساس نوع محصول در استان مرکزی. *مدیریت آب و آبیاری*، ۸(۱)، ۱۴۹-۱۶۳. doi: 10.22059/jwim.2018.254828.602

تهامی‌پور زرندی، مرتضی، خزایی، علیرضا، و کولیوند، فتانه (۱۳۹۸). تحلیل نظام تعرفه و ارزش اقتصادی آب در بخش صنعت ایران. *آب و توسعه پایدار*، ۶(۳)، ۱۹-۳۰. doi: 10.22067/jwsd.v6i3.76788

خیابانی، ناصر، باقری، سروش، و بشیری‌پور، امیر (۱۳۹۶). الزامات اقتصادی مدیریت منابع آب. *مجله آب و فاضلاب*، ۲۸(۱)، ۴۲-۵۶. doi: 10.22093/wwj.2017.39473

References

Asadi, H., Soltani, G., & Torkamaani, J. (2007). Irrigation water pricing in Iran (a case study on land downstream of Taleghan Dam). *Agricultural Economics and Development*, *15*(2), 61-91. doi:10.30490/aead.2007.58892 [In Persian]

Berck, P., Robinson, S., & Goldman, G. (1991). The use of computable general equilibrium models to assess water policies. Pp. 489-509, In: The economics and management of water and drainage in agriculture, Springer, Boston, MA.

Burniaux, J.M., & Truong, T.P. (2002). GTAP-E: an energy-environmental version of the GTAP model. GTAP Technical Papers, 18.

Chu, L., & Grafton, R.Q. (2020). Water pricing and the value-add of irrigation water in Vietnam: Insights from a crop choice model fitted to a national household survey. *Agricultural Water Management*, *228*, 105881. doi:10.1016/j.agwat.2019.105881

Currais Monteiro, H.P. (2005). Water pricing models: a survey. DINAMIA-Research Centre on Socioeconomic Change Working Paper, (2005/45).

Duan, Y., & Liu, G. (2016). Water resource pricing study based on water quality fuzzy evaluation: a case study of Hefei City. *Computational Water, Energy, and Environmental Engineering*, *5*(4), 99-111. doi: 10.4236/cweee.2016.54010

Esmaeili Moakhar Fordoei, M.A., Ebrahimi, K., Araghinejad, S., & Fazlolahi, H. (2018). Economic value determination of the agricultural water based on crop-type in Markazi Province, Iran. *Water and Irrigation Management*, *8*(1), 149-163. doi:10.22059/jwim.2018.254828.602 [In Persian]

Ghazali, M., Jalal, A., Ahmad, S., & Md, A.H. (2009). Review of water pricing theories and related models. *African Journal of Agricultural Research*, *4*(11), 1536-1544.

Golub, A. (2013). Analysis of climate policies with GDyn-E, GTAP Technical Papers 4292. Center for Global Trade Analysis, Department of Agricultural Economics, Purdue University.

Grafton, R.Q., Chu, L., & Wyrwoll, P. (2020). The paradox of water pricing: dichotomies, dilemmas, and decisions. *Oxford Review of Economic Policy*, *36*(1), 86-107. doi:10.1093/oxrep/grz030

Hassani, Y., & Shahdany, S.M.H. (2021). Implementing agricultural water pricing policy in irrigation districts without a market mechanism: comparing the conventional and automatic water distribution systems. *Computers and Electronics in Agriculture*, *185*, 106121. doi:10.1016/j.compag.2021.106121

He, J., & Chen, X. (2004). A dynamic computable general equilibrium model to calculate shadow prices of water resources: implications for China. *Water Resources Management*. *21*(9), 1517-1533.

He, J., Chen, X., & Shi, Y. (2006). A dynamic approach to calculate shadow prices of water resources for nine major rivers in China. *Journal of Systems Science and Complexity*, *19*(1), 76-87. doi:10.1007/s11424-006-0076-6

Hertel, T., & Huff, K. (2001). Decomposing welfare changes in the Gtap model. doi: 10.22004/ag.econ.28708

Jun, X., Qun, D., & Yangbo, S. (2010). Integrated water and CGE model of the impacts of water policy on the Beijing's economy and output. *Chinese Journal of Population Resources and Environment*, *8*(2), 61-67. doi:10.1080/10042857.2010.10684978

Khiabani, N., Bagheri, S., & Bashiripour, A. (2017). Economic requirements of water resources management. *Journal of Water and Wastewater; Ab va Fazilab*, *28*(1), 42-56. doi:10.22093/wwj.2017.39473 [In Persian]

Lika, A., Galioto, F., & Viaggi, D. (2017). Water authorities' pricing strategies to recover supply costs in the absence of water metering for irrigated agriculture. *Sustainability*, *9*(12), 2210. doi:10.3390/su9122210

Marques, C.A.F., & De Sousa Fragoso, R.M. (2015). Alternative irrigation water pricing policies: an econometric mathematical programming model. *New Medit: Mediterranean Journal of Economics, Agriculture and Environment= Revue Méditerranéenne d'Economie Agriculture et Environment*, *14*(4), 42-49.

Marston, L., & Cai, X. (2016). An overview of water reallocation and the barriers to its implementation. Wiley Interdisciplinary Reviews. *WIREs Water*, *3*(5), 658-677. doi:org/10.1002/wat2.1159

Marzano, R., Rouge, C., Garrone, P., Grilli, L., Harou, J.J., & Pulido-Velazquez, M. (2018). Determinants of the price response to residential water tariffs: Meta-analysis and beyond. *Environmental Modelling & Software*, *101*, 236-248. doi:10.1016/j.envsoft.2017.12.017

Meinzen-Dick, R. (2006). Water reallocation: Challenges, threats, and solutions for the poor (No. HDOCPA-2006-41). Human Development Report Office (HDRO), United Nations Development Programme (UNDP).

Molinos-Senante, M. (2014). Water rate to manage residential water demand with seasonality: peak-load pricing and increasing block rates approach. *Water policy*, *16*(5), 930-944. doi: 10.2166/wp.2014.180

Reyndaud, A. (2003). An econometric estimation of industrial water demand in France. *Environmental and Resource Economics*, *25*, 213–232. doi:10.1023/A:1023992322236

Ruijs, A., Zimmermann, A., & Van Den Berg, M. (2008). Demand and distributional effects of water pricing policies. *Ecological Economics*, *66*(2-3), 506-516. doi:10.1016/j.ecolecon.2007.10.015

Suárez-Varela, M., Martinez-Espineira, R., & González-Gómez, F. (2015). An analysis of the price escalation of non-linear water tariffs for domestic uses in Spain. *Utilities Policy*, *34*, 82-93. doi:10.1016/j.jup.2015.01.005

Tahami Pour Zarandi, M., Khazaei, A., & Kolivand, F. (2020). Analyzing the Tariff System and Economic Value of Water in Iran's Industry Sector. *Journal of Water and Sustainable Development*, *6*(3), 19-30. doi:10.22067/jwsd.v6i3.76788 [In Persian]

Tian, G.L., Wu, Z., & Hu, Y.C. (2021). Calculation of optimal tax rate of water resources and analysis of social welfare based on CGE model: A case study in Hebei Province, China. W*ater Policy*, *23*(1), 96-113. doi:10.2166/wp.2020.118

Tsur, Y., & Zemel, A. (2016). The management of fragile resources: A long term perspective. Environmental and Resource Economics, 65, 639–655. doi:10.1007/s10640-016-0005-7

Wheeler, S.A., Loch, A., Crase, L., Young, M., & Grafton, R.Q. (2017). Developing a water market readiness assessment framework. *Journal of Hydrology*, *552*, 807-820. doi:10.1016/j.jhydrol.2017.07.010

Zhang, C.Y., & Oki, T. (2023). Water pricing reform for sustainable water resources management in China's agricultural sector. *Agricultural Water Managemen*t, 275, 108045. doi:10.1016/j.agwat.2022.108045