Journal of Water and Sustainable Development. September 2026
Volume 13. Issue 2 (Serial No. 40). Pages 75 to 84

نشریه آب و توسعه پایدار. شهریور ماه ۱۴۰۵
سال سیزدهم. شماره دوم (پیاپی ۴۰). صفحات ۷۵ تا ۸۴

Document Type: Case Study

نوع مقاله: مطالعه موردی

Estimating the Economic Value of Water in the Industrial Sector: A Case Study of the Basic Metals and Non-Metallic Mineral Products Industries

S. Jahangiri[1*], M. R. Nazari[2]

1, 2- M.Sc. Graduate in Environmental Education and Assistant Professor, Department of Resources and Environmental Economics, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran. Iran.

*** Corresponding, Author Email:** Mo_nazari@sbu.ac.ir

Received ▶ 03-02-2026
Revised ▶ 26-07-2026
Accepted ▶ 27-07-2026
Available online ▶ 16-09-2026

Abstract

Given the increasing scarcity of water resources and its vital role as an input in industrial production processes, this study estimates the economic value of water in two industries: the manufacture of basic metals and the manufacture of non-metallic mineral products. The research employs the production function approach based on the panel data econometric framework, using data from the Statistical Center of Iran for industrial establishments with 10 or more employees over the period 2004-2020 across six provinces, namely Khuzestan, Kermanshah, Kurdistan, Lorestan, Markazi, and Hamedan.The results indicate that the economic value of one cubic meter of water in the manufacture of non-metallic mineral products is estimated at 2,882.96 thousand Rials, while in the manufacture of basic metals it is approximately 1,380.2 thousand Rials. In contrast, the production cost of one cubic meter of water is approximately 64.6 thousand Rials, whereas the tariff paid by industrial users is only 27.0 thousand Rials per cubic meter. These figures reveal a substantial gap between the actual economic value of water in the industrial sector, its production cost, and the tariff paid by industries. Specifically, the average ratio of the economic value of water to its production cost in the industrial sector is 33, while the ratio of the water tariff paid to its economic value is less than 1.27%. These findings highlight the necessity of reforming the water pricing system and promoting the efficient use of water resources in order to reduce water consumption and improve water productivity in the industrial sector.

Keywords: Economic Value, Production Function, Water Tariff, Metal and Non-Metal Industries, Iran.

برآورد ارزش اقتصادی آب در بخش صنعت: مطالعه موردی صنایع تولید فلزات پایه و فرآورده‌های معدنی غیرفلزی

صدف جهانگیری[۱]، محمدرضا نظری[۲*]

۱ و ۲- به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد آموزش محیط‌زیست و استادیار گروه اقتصاد منابع و محیط‌زیست، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

***رایانامه نویسنده مسئول:** Mo_nazari@sbu.ac.ir

تاریخ دریافت ◀ ۱۴۰۴/۱۱/۱۴
تاریخ بازنگری ◀ ۱۴۰۵/۰۵/۰۴
تاریخ پذیرش ◀ ۱۴۰۵/۰۵/۰۵
تاریخ انتشار ◀ ۱۴۰۵/۰۶/۲۵

چکیده

با توجه به کمیابی روزافزون منابع آبی و نقش حیاتی آن به عنوان یک نهاده در فرآیندهای تولید بخش صنعت، در این پژوهش به برآورد ارزش اقتصادی آب در دو صنعت تولید فلزات پایه و فرآورده‌های معدنی غیرفلزی پرداخته شده است. این تحقیق با استفاده از روش تابع تولید و بر اساس رهیافت اقتصادسنجی داده‌های تلفیقی و با استفاده از داده‌های مرکز آمار ایران برای کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر (دوره زمانی ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۹) در سطح ۶ استان کشور شامل خوزستان، کرمانشاه، کردستان، لرستان، مرکزی و همدان انجام شده است. نتایج نشان می‌دهند که ارزش اقتصادی هر مترمکعب آب در صنعت تولید فرآورده‌های معدنی غیرفلزی معادل ۲۸۸۲/۹۶ هزار ریال و در صنعت تولید فلزات پایه حدود ۱۳۸۰/۲ هزار ریال می‌باشد. این در حالی است که بهای تمام‌شده هر مترمکعب آب در حدود ۶۴/۶ هزار ریال و تعرفه پرداختی صنعت برای هر مترمکعب آن تنها ۲۷/۰ هزار ریال می‌باشد. این ارقام نشان‌دهنده وجود یک شکاف قابل‌توجه بین ارزش واقعی اقتصادی آب در بخش صنعت با قیمت تمام شده و همچنین با تعرفه پرداختی توسط صنایع است. به‌طور خاص، میانگین نسبت ارزش اقتصادی آب به بهای تمام‌شده آن در بخش صنعت معادل ۳۳ بوده و نسبت تعرفه پرداختی برای آب به ارزش اقتصادی آن کمتر از ۱/۲۷ درصد می‌باشد. این یافته‌ها بر لزوم اصلاح نظام تعرفه‌گذاری و بهره‌برداری بهینه از منابع آبی به منظور کاهش مصرف آب و بهبود بهره‌وری آن در بخش صنعت تأکید دارد.

واژه‌های کلیدی: ارزش اقتصادی، تابع تولید، تعرفه آب، صنایع فلزی و غیرفلزی، ایران.

How to cite this article:

Jahangiri, S. and Nazari, M. R. (2026). Estimating the Economic Value of Water in the Industrial Sector: A Case Study of the Basic Metals and Non-Metallic Mineral Products Industries. Journal of Water and Sustainable Development, 13(2), 75-84. https://doi.org/10.22067/jwsd.v13i2. 2602-1496

مقدمه

بحران جهانی کمبود آب، یکی از اساسی‌ترین چالش‌ها در راستای نیل به توسعه اقتصادی-اجتماعی و تحقق اهداف توسعه پایدار شناخته می‌شود (Dolan و همکاران،۲۰۲۱). این بحران در نتیجه رشد سریع جمعیت، افزایش مصرف سرانه، گسترش شهرنشینی و توسعه فعالیت‌های کشاورزی، به یک چالش چندبعدی و پیچیده بدل شده است (Zare و همکاران، ۲۰۲۲) که تحقق توسعه پایدار را به‌طور جدی با تهدید مواجه می‌سازد (Maaboudi و Hasanvand، ۲۰۱۹). از آنجا که آب منبعی چندکارکردی با هزینه‌های بالا و اثرات خارجی گسترده است، مدیریت پایدار آن مستلزم توسعه چارچوب‌های نهادی کارآمد و به‌کارگیری ابزارهای اقتصادی برای بهینه‌سازی تخصیص این منبع کمیاب می‌باشد.

کمیابی منابع آبی و ناتوانی انسان در تولید و جایگزینی آن بر خلاف دیگر نهاده‌ها، موجب شده است که فاصله بین عرضه و تقاضای آب به ویژه در دهه‌های اخیر به شدت زیاد شده و در بیشتر مناطق جهان کمبود عرضه به وجود آید (بلالی و کسبیان، ۱۴۰۱). در این میان، یکی از پرسش‌های کلیدی در سیاست‌گذاری آب آن است که منابع محدود آب چگونه باید میان فعالیت‌های مختلف تولیدی تخصیص یابد تا حداکثر کارایی و منفعت اقتصادی حاصل شود. نیل به این هدف مستلزم آگاهی دقیق از مقدار منابع، الگوهای مصرف (Tobarra-González،۲۰۱۸)، و به‌ویژه اطلاع از ارزش اقتصادی آب در بخش‌های مختلف رقیب در مصرف است؛ دانشی که می‌تواند زیربنای تصمیم‌گیری‌های اثربخش در سطوح بنگاه تا حوضه آبریز را فراهم آورد. با وجود این اهمیت، تصمیم‌گیری‌های گذشته در ایران متاسفانه عمدتاً مبتنی بر اطلاعات ناکافی از ارزش اقتصادی آب بوده‌اند و به‌ویژه در بخش صنعت، خلأ داده‌های دقیق و قابل اعتماد مشهود است.

از این‌رو ارزش‌گذاری اقتصادی آب در بخش صنعت به دلیل تشدید بحران منابع آب و پیش‌بینی تغییر روند تخصیص به نفع بخش‌های شرب و صنعت، اهمیت فزاینده‌ای دارد (Eslami و Rahimi، ۲۰۱۹). این اطلاعات علاوه بر تسهیل تصمیم‌گیری‌های تخصیصی، می‌تواند مبنای علمی و اقتصادی برای سیاست‌گذاری‌های قیمتی نیز فراهم کند (خیابانی و همکاران، ۱۳۹۶)، به‌ویژه آنکه بخش صنعت به دلیل توان مالی بالاتر، ظرفیت به مراتب بالاتری نسبت به بخش‌های کشاورزی و شرب در پذیرش اصلاحات قیمتی دارد. در شرایطی که قیمت‌گذاری کنونی به دلیل اعطای یارانه‌ها (Marston و Cai،۲۰۱۶؛ Abounoori و Mehrali،۲۰۱۲) و نبود تقارن اطلاعاتی، بازتاب‌دهنده ارزش واقعی منابع نیست، استفاده از شاخص‌های دقیق‌تر ضروری می‌نماید. همچنین، کمبود داده‌های معتبر درباره ارزش آب در بخش صنعت، مانعی جدی برای سیاست‌گذاری اثربخش و مشارکت فعال بخش خصوصی در پروژه‌های مدیریت منابع آب ایجاد کرده است (باقری و شوریان ،۱۴۰۴). در این راستا برخی مطالعات نشان می‌دهند که در مدیریت منابع آب صنعتی، توجه به تفاوت‌های بخشی و منطقه‌ای در ارزش و بهره‌وری آب ضروری است. برای مثال در کره جنوبی، نتایج تحلیل ارزش اقتصادی آب در صنایع مختلف بر لزوم تعرفه‌گذاری هدفمند تأکید دارد (Ku و Yoo، ۲۰۱۲). در چین، اثربخشی بالاتر سیاست‌های تشویقی نسبت به محدودیت‌های زیست‌محیطی برجسته شده است (Fei و همکاران، ۲۰۱۹). Mardones و Orellana (۲۰۲۳) با برآورد تابع ترانسلوگ برای صنایع شیلی نشان دادند که کشش قیمتی تقاضای آب در این بخش بالا بوده (۱/۱) و سیاست تعرفه‌گذاری می‌تواند ابزاری مؤثر برای کاهش مصرف آب صنعتی باشد. به‌طور مشابه، Tehami Pour (۲۰۱۷) با برآورد ارزش اقتصادی آب در صنایع شیمیایی ایران، اختلاف معناداری میان ارزش واقعی (۳۷۰۷۱ ریال) و هزینه پرداختی (۵۶۸۵ ریال) گزارش کرده است و بر نقش کلیدی تعرفه‌گذاری هدفمند در مدیریت تقاضای آب صنعتی تأکید شده است. Fahimi و همکاران (۲۰۱۸) با ارزش‌گذاری اقتصادی خدمات بوم‌نظام رودخانه زاینده‌رود، نشان دادند که اختلاف چشم‌گیری میان ارزش واقعی آب و قیمت پرداختی آن، به‌ویژه در بخش کشاورزی، وجود دارد. این مطالعه بر ضرورت اصلاح تدریجی قیمت آب و افزایش بهره‌وری مصرف به‌ویژه در صنایع آب‌بر مانند فولاد تأکید دارد که هدف اصلی آن، بهبود تخصیص منابع آب و ارتقای کارایی در استفاده از آن از طریق سیاست‌گذاری قیمتی است.

برخی مطالعات دیگر نیز در سطح جهانی در رابطه با ارزش‌گذاری اقتصادی آب در صنایع مختلف و به روش‌های متفاوتی انجام شده است که نتایج آن‌ها ضمن تأکید بر نقش نسبی آب در رشد تولید بخش صنعت، ضرورت اصلاح سیاست‌های تعرفه‌گذاری بخش آب را به‌عنوان مبنایی برای سیاست‌گذاری منطقه‌ای و تنظیم ارزش‌محور آب در شرایط کم‌آبی ارائه می‌دهند (Wang و همکاران، ۲۰۲۴؛ Renzetti و Dupont، ۲۰۰۳؛ Jia و همکاران،۲۰۰۶؛ Valdivia Alcalá و همکاران، ۲۰۱۱؛ Vásquez-Lavín و همکاران، ۲۰۲۰؛ Rodríguez و همکاران، ۲۰۲۱). این برآوردها ابزار تحلیلی دقیقی برای سیاست‌گذاران در جهت طراحی تعرفه‌گذاری هوشمند، بهینه‌سازی تخصیص و افزایش بهره‌وری مصرف آب صنعتی فراهم می‌سازد.

پژوهش حاضر با هدف پرکردن این خلأ، به برآورد ارزش اقتصادی آب در مصارف صنعتی فلزات پایه و فراورده‌های معدنی غیرفلزی می‌پردازد. یافته‌های این مطالعه می‌توانند به‌عنوان مبنایی علمی برای تحلیل‌های تخصیص بهینه منابع آب، سیاست‌گذاری در حوزه قیمت‌گذاری در سطح بخشی و منطقه‌ای، و همچنین در توجیه اقتصادی و مالی طرح‌های تأمین آب برای بخش صنعت مورد استفاده قرار گیرند.

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شامل شش استان لرستان، همدان، کرمانشاه، کردستان، خوزستان و مرکزی است که در بخش غربی کشور و در منطقه زاگرس میانی واقع شده‌اند (شکل ۱). این ناحیه به دلیل منابع معدنی، صنایع نفت و گاز، پتروشیمی، کشاورزی و صنایع تبدیلی، از قطب‌های صنعتی کشور محسوب می‌شود. از نظر جغرافیایی، این منطقه در دامنه‌های رشته‌کوه زاگرس قرار داشته و با داشتن رودخانه‌های پرآب و مجاور با مرزهای غربی، اهمیت زیست‌محیطی و اقتصادی ویژه‌ای دارد.



شکل ۱- محدوده جغرافیایی مورد مطالعه

روش شناسی پژوهش

آب به‌عنوان یک نهاده اساسی در فرایندهای تولید صنعتی، نقشی محوری در بهره‌وری و پایداری اقتصادی ایفا می‌کند. افزایش تقاضا برای آب در بخش‌های مختلف و محدودیت منابع تجدیدپذیر آن، ضرورت اتخاذ رویکردهای علمی برای تخصیص بهینه این منبع کمیاب را دوچندان ساخته است. ارزش‌گذاری اقتصادی آب، روشی برای تعیین ارزش واقعی آن در فرایندهای تولید است که می‌تواند به سیاست‌گذاری‌های کارآمدتر و بهبود تخصیص منابع منجر شود (Young، ۲۰۰۵). در میان رویکردهای موجود، رهیافت تابع تولید جایگاه ویژه‌ای دارد؛ زیرا از طریق مدل‌سازی نقش آب به‌عنوان یکی از نهاده‌های تولید در کنار سایر عوامل تولید (مانند نیروی کار و سرمایه)، امکان تحلیل ارتباط میان نهاده‌ها و ستاده‌ها را فراهم می‌سازد (Coelli و همکاران، ۲۰۰۵). این رهیافت با برآورد فرم‌های مختلف، توابع تولید (مانند کاب-داگلاس، ترانسلوگ و فرم‌های درجه دوم) را به‌عنوان مشتق جزئی تابع تولید نسبت به مصرف آب محاسبه می‌کند. محاسبه ارزش سایه‌ای آب بر مبنای این روش، اطلاعات دقیق‌تری در خصوص بهره‌وری اقتصادی نهاده‌ها ارائه می‌دهد و چارچوبی قابل‌اتکا برای تحلیل سیاست‌های صنعتی و مدیریت منابع آب فراهم می‌سازد (Gibbons، ۱۹۸۶).

در این پژوهش، برای ارزش‌گذاری اقتصادی آب در صنایع مورد نظر، از رهیافت تابع تولید استفاده شد. این رهیافت امکان تحلیل نقش آب به‌عنوان یکی از نهاده‌های تولید و محاسبه ارزش سایه‌ای آن را فراهم می‌سازد. برای هر یک از فعالیت صنعتی منتخب در سطح کدهای ISIC دو رقمی، توابع تولید با فرم‌های مختلف تابعی، تصریح و برآورد شده است. در این روش، تابع تولیدی که در آن نهاده آب در کنار سایر نهاده‌های تولید (نیروی کار، سرمایه، انرژی، و نهاده‌های مصرفی) به‌عنوان متغیر مستقل در آن به کار رفته است، تخمین زده می‌شود و ارزش تولید نهایی نهاده آب به عنوان ارزش اقتصادی آن تعیین می‌گردد. فرم ضمنی تابع تولید برای هر فعالیت صنعتی به‌صورت رابطه (۱) بیان می‌شود.

$$Y = y(X_1, X_2, \dots, X_{n-1}, wat) \qquad (۱)$$

که در آن Y مقدار کل محصول تولید شده، متغیر وابسته y، مقدار ستانده فعالیت‌های صنعتی، و متغیرهای مستقل شامل wat مقدار مصرف آب بر حسب مترمکعب و X_1 تا X_{n-1} دیگر نهاده‌های تولید مورد استفاده در آن صنعت (نیروی کار،انرژی، مواد اولیه، و ..) است. با برآورد تابع تولید مذکور و مشتق‌گیری از این تابع نسبت به نهادهٔ آب، تولید نهایی آب (MP) و با ضرب آن در قیمت هر واحد محصول تولیدی آن صنعت، ارزش تولید نهایی هر مترمکعب آب یا همان ارزش اقتصادی آن برآورد می‌شود (Gibbons، ۱۹۸۶).

برای اینکه یک تابع تولید بتواند نظریه تولید نئوکلاسیک‌ها را نشان دهد، باید از مجموعه ویژگی‌هایی برخوردار باشد. از جمله این ویژگی‌ها، قابلیت دو بار مشتق‌گیری، پیوستگی، محدوده غیرمنفی بودن، و تأمین شروط ضرورت، تقعر و یکنواختی است. بنابراین لازم است برای هر فعالیت صنعتی کلیه اشکال توابع تولید برآورد شوند و سپس از بین این مدل‌ها با انجام آزمون‌های اقتصادسنجی و بررسی برخی معیارهای انتخاب مدل، بهترین فرم تابعی انتخاب گردد. توابع تولیدی که در این پژوهش برای هر یک از دو فعالیت صنعتی مورد مطالعه برآورد گردیده‌اند در جدول (۱) گزارش شده است. برای این منظور پنج فرم تابعی خطی، درجه دوم، درجه دوم تعمیم یافته، کاب-داگلاس و ترانسلوگ برآورد شده است که در زیر، شکل تصریح هر یک از این توابع به‌طور مختصر توضیح داده شده است (جدول ۱). در ادبیات اقتصادسنجی، توابع تولید با درجات متفاوتی از انعطاف‌پذیری جهت مدل‌سازی رابطه نهاده‌ها و ستانده‌ها به‌کار گرفته می‌شوند.

تابع خطی به‌عنوان ساده‌ترین فرم، فرض‌های چون جانشینی کامل بین نهاده‌ها و بازدهی ثابت نسبت به مقیاس را مفروض می‌دارد و عمدتاً در تحلیل‌های مقدماتی کاربرد دارد. توابع درجه دوم و نوع تعمیم‌یافته آن، با لحاظ جملات مربعی و اثرات متقابل، امکان شناسایی اثرات غیرخطی و برآورد بازدهی نهایی متغیرها را فراهم می‌سازند. تابع کاب-داگلاس، به‌دلیل ساختار نیمه‌پارامتریک، کشش جانشینی واحد و قابلیت خطی‌سازی لگاریتمی، در بسیاری از مطالعات تجربی مرجع است. در مقابل، تابع ترانسلوگ به‌عنوان تعمیم انعطاف‌پذیر کاب-داگلاس، ساختار فراپارامتریک داشته و امکان آزمون فرضیات محدودکننده مدل‌های خاص‌تر را فراهم می‌سازد (Debertin، ۲۰۱۲؛ Li و همکاران،۲۰۲۳؛ Pishbahar و Yazdani، ۲۰۰۴).

جدول ۱- معرفی توابع تولید مورد استفاده در برآورد ارزش اقتصادی آب در بخش صنعت

نام تابع	فرم تابعی	تولید نهایی نهاده i ام
خطی	$Y = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{n} \beta_i X_i$	β_i
کاب-داگلاس	$Y = \alpha_0 \prod_{i=2}^{n} X_i^{\beta_i}$	$\alpha\beta_i X_i^{-1} \prod_{i=1}^{n} X_i^{\beta_i}$
درجه دوم	$Y = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{n} \beta_i X_i + \sum_{i=1}^{n} \gamma_{ii} X_i^2$	$\beta_i + 2\gamma_{ii}(x_i)$
درجه دوم تعمیم یافته	$Y = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{n} \beta_i X_i + \sum_{i=1}^{n} \gamma_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \gamma_{ij} X_i X_j$	$\beta_i + \gamma_{ii}(x_i) + \sum_{j=2}^{n} \gamma_{ij}(x_j)$
ترانسلوگ	$Y = \alpha_0 \prod_{i=1}^{n} X_i^{\beta_i} \prod_{i=1}^{n} X_i^{\frac{1}{2}\sum_{j=1}^{n} \gamma_{ij} \ln X_j}$	$(\beta_i + \gamma_{ii}(\ln x_i) + \sum_{j=2}^{n} \gamma_{ij}(\ln x_j))(Y/x_i)$

انتخاب فرم تابع تولید مستلزم تلفیق ملاحظات نظری با معیارهای اقتصادسنجی است، به‌گونه‌ای که ویژگی‌هایی نظیر قابلیت تفسیر اقتصادی، حداقل‌سازی تعداد پارامترها، برازش آماری مناسب، و توان پیش‌بینی درون‌نمونه و برون‌نمونه‌ای به‌طور هم‌زمان تأمین شود. در ساختار مدل‌های آشیانه‌ای، آزمون F چارچوب مناسبی برای ارزیابی توابع متداخل همچون خطی، درجه دوم، و درجه دوم تعمیم‌یافته با هم و کاب-داگلاس و ترانسلوگ با یکدیگر را فراهم می‌سازد:

$$F = \frac{R2_{UR} - R2_R / j}{(1 - R2_{UR})/(N - K)} \qquad (۲)$$

که در آن R_{UR}^2 و R^2_R به ترتیب ضریب تعیین مدل‌های غیرمقید و مقید، j اختلاف تعداد کل پارامترهای دو مدل مقید و غیرمقید، k تعداد پارامترهای مدل غیرمقید و n تعداد کل مشاهدات می‌باشند.

برای مقایسه مدل‌های غیرآشیانه‌ای که فاقد رابطهٔ تحدیدی هستند، آزمون دیویدسون-مک‌کینون مبنای آزمون معناداری قدرت توضیح‌دهندگی نسبی مدل‌ها را تشکیل می‌دهد. به این صورت که مقادیر پیش‌بینی شده هر مدل (برای مثال درجه دوم) به‌عنوان یک متغیر مستقل اضافی در مدل دیگر (برای مثال ترانسلوگ) گنجانده شده و مدل‌ها به‌طور مجدد برازش می‌شوند. چنانچه ضریب این متغیر اضافی معنی‌دار باشد نشان می‌دهد که مدل اولی بر دومی ارجح است. پس از انتخاب بهترین فرم تابعی، ارزش اقتصادی هر مترمکعب آب از طریق مشتق‌گیری جزئی از تابع تولید منتخب نسبت به متغیر مقدار مصرف آب محاسبه می شود. این مشتق نشان‌دهنده تأثیر تغییرات یک واحدی در مصرف آب بر ارزش ناخالص تولید صنعت است. هم‌راستایی ضرایب و کشش‌های تخمینی با مبانی نظری نیز نقش مکملی در ارزیابی کفایت نظری تابع تولید ایفا می‌کند. بهره‌گیری از ابزارهای تحلیلی پیشرفته مانند EViews، زمینه را برای برآورد دقیق پارامترها، آزمون فروض و انتخاب ساختار تابعی بهینه بر پایه شواهد تجربی فراهم می‌آورد (Yavari و Iraj Pour، ۲۰۲۳).

برای برآورد تابع تولید در هر یک از این صنایع به اطلاعات سری‌زمانی یا مقطع زمانی از مقدار تولید این صنایع در سطح ۶ استان مورد مطالعه و مقدار نهاده‌های مصرف شده در تولید آن نیاز است. از آنجا که چنین اطلاعاتی مربوط به بنگاه‌های صنعتی وجود ندارد و به اطلاعات گستردهٔ میدانی نیاز دارد (مطالعات گذشته و نظرات کارشناسی نشان می‌دهد مطالعات میدانی در اخذ اطلاعات از صاحبان صنایع موفق نبوده است)، به ناچار از اطلاعات جمع‌آوری شده توسط مرکز آمار ایران در سطح استانی استفاده شده است. لذا در اینجا تابع تقاضا برای آب در صنایع فلزات پایه و صنعت فراورده‌های معدنی غیرفلزی برای کل شش استان به‌صورت داده‌های تابلویی برآورد شده است. بدیهي است فرض اساسي براي اين برآورد اين است كه تنوع و ماهيت فعاليت‌هاي صنعتي در همهٔ استان‌هاي مورد نظر همگن توزيع شده و تابع برآورد شده در سطح كل استان‌ها، قابل تعميم به هر ۶ استان است. در مجموعه اطلاعات كارگاه‌هاي صنعتي ۱۰ نفر كاركن و بيشتر كه توسط مركز آمار ايران منتشر مي‌شود، اطلاعات مربوط به انباشت سرمايه ثابت براي فعاليت‌هاي صنعتي استان‌ها در دسترس نمي‌باشد، بنابراين ابتدا با استفاده از روش نمايي از داده‌هاي تشكيل سرمايه ثابت، ارزش موجودي سرمايه برآورد شد و سپس با استفاده از فروض در نظر گرفته

شده، نهادهٔ سرمایه از آن استخراج شد. فرمول محاسبه ارزش موجودی سرمایه به‌صورت زیر می‌باشد:

$$k(t)=I(t)+(1-d)*I(t-1)_(1-d)^2*I(t-2)+... \quad (۳)$$

که در آن k(t) موجودی سرمایه در سال t، d نرخ استهلاک سالانه سرمایه (۴ درصد) و I(t) میزان تشکیل سرمایه ثابت ناخالص (سرمایه‌گذاری) در سال t است.

همچنین برای اجتناب از وجود هم خطی بین متغیرهای مستقل و درجه آزادی پایین در برآورد توابع تولید، همه انواع سوخت و انرژی (برق، نفت سفید، گازوئیل، بنزین، مازوت، و ...) بر اساس معادل بشکه نفت خام معادل‌سازی شده‌اند. همچنین با توجه به این‌که برای برخی دیگر از متغیرها از جمله ستانده‌ها، و سایر نهاده‌های مصرفی به مانند سایر نهاده‌های تولید (مثل آب، سوخت، و نیروی کار) ارقام مربوط به مقادیر مصرف دسترس نبوده به ناچار از ارقام ارزشی متناظر با آن‌ها استفاده شده است؛ اما برای اینکه اثر تورم سالانه از این مقادیر ارزش بیرون کشیده شود، ارقام مذکور با استفاده از شاخص‌های قیمت مرکز آمار ایران به قیمت ثابت تعدیل شده‌اند. بنابراین در همه توابع تولید مورد برآورد، متغیر وابسته ارزش ناخالص تولید واحدهای صنعتی (بر حسب میلیارد ریال به قیمت ثابت سال ۱۳۹۵) بوده و متغیرهای مستقل شامل متغیرهای تعداد نیروی کار (بر حسب نفر)، مقدار مصرف آب (برحسب مترمکعب)، مقدار مصرف انرژی (معادل بشکه نفت خام)، مقدار نهاده سرمایه (بر حسب میلیارد ریال)، و ارزش نهاده‌های مصرفی (بر حسب میلیارد ریال و به قیمت ثابت سال ۱۳۹۵) می‌باشد. پس از برآورد الگوهای یاد شده، آزمون‌های هم‌خطی، واریانس ناهمسانی، خودهمبستگی و آزمون نرمال بودن جملات خطا برای بررسی نقض فروض کلاسیک انجام شد. بر اساس نتایج، وجود هیچ یک از مشکلات فوق به‌جز فرض نرمال بودن جمله خطا در برخی از مدل‌های مورد برآورد تأیید نشد.

یافته‌های پژوهش

همانطور که پیش‌تر بیان شد در این پژوهش به منظور محاسبه ارزش اقتصادی آب در صنایع مورد بررسی، پنج تابع تولید خطی ساده، درجه دوم، کاب داگلاس، درجه دوم تعمیم یافته، و ترانسلوگ برآورد شدند. پس از برآورد این توابع، به‌منظور انتخاب بهترین شکل تابع تولید، با انجام آزمون‌های آماری مناسب و استفاده از برخی معیارهای رایج انتخاب مدل، برترین فرم تابعی برای هر یک از گروه‌های صنعتی انتخاب شده است. نتایج این برآوردها در این بخش مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد.

جدول (۲) وضعیت کلی صنایع مورد بررسی را برحسب متغیرهای مقدار مصرف نهاده و میزان تولیدات آنها (میانگین میزان اشتغال صنعتی، ارزش‌افزوده، تشکیل سرمایه، مصرف آب، مصرف انرژی و سایر نهاده‌های مصرفی) نشان می‌دهد. میانگین تعداد شاغلان در صنعت تولید سایر فرآورده‌های معدنی غیرفلزی و صنعت تولید فلزات پایه به ترتیب ۵۳۱۰ و ۸۸۵ نفر است که نشان‌دهنده تفاوت در ساختار نیروی انسانی آن‌هاست. از نظر ارزش ستانده کل، صنعت فرآورده‌های معدنی غیرفلزی با میانگین ۷۳۴۷ میلیارد ریال در سال از صنعت تولید فلزات پایه با ۳۵۷۰ میلیارد ریال عملکرد اقتصادی قوی‌تری دارد. همچنین، مصرف انرژی و آب در صنعت فرآورده‌های معدنی غیرفلزی به‌طور قابل‌توجهی بالاتر است (۱۶۶۲۲۵۰ بشکه نفت خام و ۲۵۹۰/۸ هزار مترمکعب آب) که اهمیت راهبردهای بهینه‌سازی مصرف را نشان می‌دهد.

به‌منظور نشان‌دادن تأثیر انتخاب شکل‌های تابعی مختلف بر ارزش اقتصادی آب، در هر صنعت پنج شکل تابعی تولید شامل تابع تولید خطی، کاب داگلاس، درجه دوم، درجه دوم تعمیم یافته و ترانسلوگ انتخاب و با استفاده از نرم‌افزار Eviews برآورد شده است. نتایج مقایسه آزمون‌های آماری انتخاب مدل از بین توابع مختلف تولید در جداول (۳) و (۴) ارائه شده است. جدول (۳) نتایج آزمون F را برای انتخاب مدل برتر در میان مدل‌های متداخل توابع تولید صنایع نمایش می‌دهد. در تمامی صنایع، مقدار آماره F نشان‌دهنده‌ی معناداری بالای مدل‌ها بوده و رد فرضیه‌ی صفر بیانگر برتری مدل‌های انعطاف‌پذیرتر نسبت به مدل‌های خطی و کاب-داگلاس است. در هر دو صنعت فرآورده‌های معدنی غیرفلزی و فلزات پایه، مدل درجه دوم تعمیم‌یافته و ترانسلوگ به‌عنوان مدل‌های برتر نسبت به مدل‌های خطی و ترانسلوگ انتخاب شده‌اند که نشان‌دهنده‌ی رابطه‌ی غیرخطی قوی بین متغیرهای مورد بررسی است که این موضوع به انعطاف‌پذیری بیشتر این توابع در تحلیل جایگزینی نهاده‌های تولید اشاره دارد. لازم به ذکر است که این آزمون تنها برای مدل‌های متداخل انجام شده و در مراحل بعدی، تابع برتر نهایی از طریق آزمون بین توابع غیرمتداخل مورد ارزیابی قرار گرفته است.

نتایج برآورد تابع تولید ترانسلوگ برای هر دو صنعت در جدول (۵) گزارش شده است. با توجه به انتخاب این تابع به‌عنوان شکل برتر تابعی، این نتایج پایه محاسبات ارزش اقتصادی آب در این صنایع قرار گرفته است. مقدار بالای R^2 (بیش از ۰/۹۸) نشان می‌دهد که الگوی ترانسلوگ برآورد شده توانایی بالایی در توضیح تغییرات متغیر وابسته (ارزش تولیدات صنعتی به قیمت ثابت) دارد. همچنین، مقادیر DW نزدیک به عدد ۲، عدم وجود خودهمبستگی در باقی‌مانده‌ها را تأیید می‌کند. آماره F نیز معناداری کلی مدل‌ها را نشان می‌دهد. همچنین نتیجه آزمون ریشه واحد بر روی باقیمانده‌های مدل نشان داد که جمله اخلال (خطای تصادفی مدل[1]) کلیه رگرسیون‌های برآوردی ایستا می‌باشد. در مجموع، این مدل‌ها از نظر دقت، معناداری آماری و توان تبیین ارزش آب، بهترین گزینه‌ها هستند و انتخاب آن‌ها موجه و قابل استناد است.

جدول (۴) نتایج آزمون J را برای مقایسه و انتخاب بهترین تابع برازش از بین توابع غیرمتداخل در هر صنعت نمایش

می‌دهد. نتیجه در هر دو صنعت، بیانگر برتری مدل ترانسلوگ نسبت به مدل درجه دوم تعمیم یافته است. به عبارت دیگر تابع تولید ترانسلوگ توانایی بیشتری در مقایسه با تابع درجه دوم تعمیم یافته در برازش داده‌ها، بهینه‌سازی تخصیص نهاده‌ها و مدل‌سازی رفتار تولید در هر دو صنعت دارد.

جدول ۲- مقادیر آمارهای توصیفی متغیرهای مورد استفاده در توابع تولید صنایع مورد مطالعه

نام صنعت	متغیر	واحد	آماره ها			
			میانگین	حداکثر	حداقل	انحراف معیار
صنعت تولید سایر فرآورده‌های معدنی غیرفلزی	تعداد کل شاغلان	نفر	۵۳۱۰	۱۲۵۵۴	۱۶۹۳	۲۸۹۷
	ارزش ستانده کل (قیمت ثابت)	میلیاردریال	۷۳۴۷	۱۹۹۱۴	۱۹۰۰	۵۰۰۵
	ارزش نهاده مصرفی (قیمت ثابت)	میلیاردریال	۳۲۶۵	۹۰۴۵	۷۸۳	۲۲۷۱
	تشکیل سرمایه ثابت (قیمت ثابت)	میلیاردریال	۷۳۱	۶۰۲۰	۶۸/۸۲	۸۳۴
	سوخت مصرفی	معادل بشکه نفت خام	۱۶۶۲۲۵۰	۱۰۶۶۲۶۶۷	۱۴۶۶۸۲/۲	۱۳۸۹۸۹۲
	آب مصرفی	هزارمترمکعب	۲۵۹۰/۸	۱۳۲۳۹/۱	۱۱۲/۰۹	۲۸۸۹/۶
	بهره‌وری اقتصادی آب	هزار ریال بر مترمکعب	۲۸۳۵/۸	-	-	-
صنعت تولید فلزات پایه	تعداد کل شاغلان	نفر	۸۸۵	۱۷۵۶	۵۷	۴۳۳/۴
	ارزش ستانده کل (قیمت ثابت)	میلیاردریال	۳۵۷۰/۰۳	۹۴۶۳/۴	۸۶/۸	۵۹۳/۴
	ارزش نهاده مصرفی (قیمت ثابت)	میلیارد ریال	۲۷۲۱/۸	۷۶۹۴/۶	۵۲/۷	۲۰۴۷/۸
	تشکیل سرمایه ثابت(قیمت ثابت)	میلیارد ریال	۲۶۸/۲	۳۴۱۴/۲	۴/۴	۵۹۳/۴
	سوخت مصرفی	معادل بشکه نفت خام	۲۰۰۲۶۸/۳	۶۶۸۵۶۹/۳	۴۵۶۵/۲	۱۷۱۸۰۶/۲
	آب مصرفی	هزارمترمکعب	۲۲۶/۹	۱۰۸۶/۸	۶/۷	۲۲۰/۶
	بهره‌وری اقتصادی آب	هزار ریال بر مترمکعب	۱۵۷۳۴/۷	-	-	-

جدول ۳- نتیجه آزمون F جهت مقایسه و برازش توابع متداخل برای صنایع

نام صنعت	توابع مورد آزمون*	آماره F	نتیجه آزمون	مدل انتخابی
صنعت تولید سایر فرآورده‌های معدنی غیرفلزی	درجه دوم-خطی	۱/۱۶	قبول فرضیه صفر	مدل خطی مدل برتر است
	درجه دوم تعمیم یافته-خطی	۳/۶۲	رد فرضیه صفر	مدل درجه دوم تعمیم‌یافته مدل برتر است
	ترانسلوگ-کاب داگلاس	۱/۷۷	رد فرضیه صفر	مدل ترانسلوگ مدل برتر است
صنعت تولید فلزات پایه	درجه دوم-خطی	۰/۶۷	قبول فرضیه صفر	مدل خطی مدل برتر است
	درجه دوم تعمیم یافته-خطی	۲/۱۸	رد فرضیه صفر	مدل درجه دوم تعمیم یافته مدل برتر است
	ترانسلوگ-کاب داگلاس	۲/۱۳	رد فرضیه صفر	مدل ترانسلوگ مدل برتر است

* در همه ردیف‌ها نتیجه آزمون F دو به دو بین مدل‌های مقید و غیرمقید گزارش شده و فرضیه صفر برتری مدل دوم است.

جدول ۴- نتایج آزمون t جهت مقایسه توابع غیرمتداخل و انتخاب تابع برازش در هر صنعت

نام صنعت	توابع مورد آزمون*	آماره t	نتیجه آزمون	مدل انتخابی
صنعت تولید سایر فرآورده‌های معدنی غیرفلزی	درجه دوم تعمیم‌یافته-ترانسلوگ	۱/۸۱	قبول فرضیه صفر	مدل ترانسلوگ مدل برتر است
صنعت تولید فلزات پایه	ترانسلوگ-درجه دوم تعمیم‌یافته	۳/۹۰	رد فرض صفر	مدل ترانسلوگ مدل برتر است

* فرضیه صفر برتری مدل دوم است.

جدول ۵- نتایج برآورد توابع تولید منتخب برای هر صنعت مورد مطالعه

متغیر	ضرایب برآورد شده در الگو			
	صنعت تولید سایر فرآورده‌های معدنی غیرفلزی		صنعت تولید فلزات پایه	
	تابع ترانسلوگ		تابع ترانسلوگ	
	ضریب	آماره t	ضریب	آماره t
لگاریتم نیروی کار	-۱/۵۷	-۰/۱۲	۰/۲۹	۱/۱۴
لگاریتم نهاده‌های مصرفی	-۱۰/۰۳	-۱/۹۶	-۰/۱۳	-۲/۰۷
لگاریتم انرژی	۰/۹۲	۰/۱۹	۰/۰۹	۱/۱۶
لگاریتم آب	۶/۴۶	۲/۸۳	۰/۴۳	۲/۹۳
لگاریتم نهاده سرمایه	-۱/۲۱	-۱/۷	۰/۴۶	۱/۷۷
درجه دوم لگاریتم نیروی کار	-۱/۰۱	-۲/۴۹	-۰/۰۹	-۱/۵۷
درجه دوم لگاریتم نهاده مصرفی	۰/۲۲	۱/۸۵	۰/۱۴	۲/۵۲
درجه دوم لگاریتم انرژی مصرفی	-۰/۰۱	-۱/۲۴	۰/۰۱	۱/۴۱
درجه دوم لگاریتم آب مصرفی	۰/۰۴	۱/۷۳	-۰/۰۲	-۲/۱
درجه دوم لگاریتم نهاده سرمایه	۰/۰۰۳	۲/۲۱	۰/۰۰۴	۱/۳۴
لگاریتم نهاده مصرفی *لگاریتم سرمایه	۰/۰۰۴	۱/۴۹	-۰/۱	-۱/۸۹
لگاریتم نهاده مصرفی* لگاریتم نیروی کار	۰/۳۳	۲/۵۱	-۰/۲۳	-۲/۴۲
لگاریتم نهاده مصرفی* لگاریتم انرژی	-۰/۱۳	-۱/۵۲	-۰/۰۷	-۲/۱۳
لگاریتم نهاده مصرفی* لگاریتم آب	-۰/۳۲	-۲/۵۵	۰/۰۲	۱/۶۲
لگاریتم سرمایه* لگاریتم نیروی کار	-۰/۰۶	۱/۷۸	۰/۱۵	۱/۸۱
لگاریتم سرمایه* لگاریتم انرژی	-۰/۰۰۸	-۱/۱۸	۰/۰۱	۱/۲۸
لگاریتم سرمایه* لگاریتم آب	-۰/۰۴	-۱/۲	-۰/۰۱	-۱/۷۵
لگاریتم نیروی کار* لگاریتم انرژی	۰/۳۱	۲/۴۴	۰/۱۶	۰/۹۵
لگاریتم نیروی کار* لگاریتم آب	۰/۲۱	۲/۲	۰/۰۶	۱/۸۳
لگاریتم انرژی* لگاریتم آب	۰/۰۷	۱/۹	-۰/۰۴	-۱/۱۸
مقدار آماره R^2	۰/۹۸۴۰		۰/۹۹۵۴	
مقدار آماره DW	۱/۸۷		۲/۱۶	
مقدار آماره F	۱۶۲/۹۵		۲۰۷/۹۲	

نتایج به‌دست آمده برای ارزش تولید نهایی آب (ارزش اقتصادی هر مترمکعب آب) در بین این دو صنعت متفاوت بوده به‌طوری‌که مقدار این ارزش برای صنعت فرآورده‌های معدنی غیرفلزی برحسب قیمت‌های سال ۱۴۰۳ حدود ۲۸۸۲۹۶۳ ریال به‌ازای هر مترمکعب آب و برای صنعت تولید فلزات پایه حدود ۱۳۸۰۱۶۱ ریال در هر مترمکعب برآورد شده است. مطابق نتایج به‌دست آمده، میانگین ارزش اقتصادی هر مترمکعب آب در مجموعه این دو صنعت حدود ۲۱۳۱۵۶۲ ریال برآورد شده است که بر اساس نظریه‌های اقتصادی این مبلغ می‌تواند به عنوان قیمت سقف (حد بالایی قیمت) تعرفه آب صنعتی در نظر گرفته شود.

جدول۶- نتایج محاسبات ارزش اقتصادی نهایی هر مترمکعب آب در صنایع مورد مطالعه (ریال بر مترمکعب)

	صنعت تولید سایر فراورده‌هاي معدني غيرفلزي	صنعت تولید فلزات پایه
ارزش اقتصادی آب	۲۸۸۲۹۶۳	۱۳۸۰۱۶۱
میانگین ارزش اقتصادی آب	۲۱۳۱۵۶۲	
بهای تمام شده آب	۶۴۶۴۰	
تعرفه پرداختی آب	۲۷۰۰۰	

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی ارزش اقتصادی آب در صنایع مختلف نشان می‌دهد که این نهاده حیاتی سهم قابل‌توجهی در فرآیندهای تولیدی دارد و نقش تعیین‌کننده‌ای در بهره‌وری اقتصادی ایفا می‌کند. با توجه به نتایج ارائه‌شده، ارزش اقتصادی نهایی هر مترمکعب آب در صنعت تولید سایر فرآورده‌های معدنی غیرفلزی بر اساس قیمت‌های سال ۱۴۰۳ معادل ۲۸۸۲۹۶۳

ریال و در صنعت تولید فلزات پایه برابر با ۱۳۸۰۱۶۱ ریال در هر مترمکعب است (میانگین ارزش اقتصادی آب در این دو صنعت ۲۱۳۱۵۶۲ ریال است). مقایسه این ارقام با قیمت تمام شده هر مترمکعب آب صنعتی در سال ۱۴۰۳ (۶۴۶۴۰ ریال) و تعرفه پرداختی توسط صنایع برای هر مترمکعب آب (۲۷۰۰۰ ریال) نشان می‌دهد که نسبت ارزش اقتصادی آب به بهای تمام‌شده آن برابر با ۳۳ می‌باشد؛ بدین معنی که هر مترمکعب آبی که به صنعت تخصیص داده می‌شود، ارزشی که در تولید این صنایع ایجاد می‌کند، ۳۳ برابر قیمت تمام شده آب است و این یعنی تخصیص آب به این بخش بازده اقتصادی بسیار بالایی دارد. با این حال نسبت میانگین ارزش اقتصادی آب به تعرفه پرداختی آن برابر با ۷۹ است که نشان‌دهنده وجود یک فاصله بسیار قابل‌توجه بین قیمت پرداختی صنایع (به‌ازای هر مترمکعب آب) و ارزش واقعی آن در فرآیند تولید است. این نتیجه با یافته‌های تهامی‌پور و همکاران (۱۳۹۸) همخوانی دارد به‌طوری که در پژوهش آن‌ها نیز نسبت ارزش اقتصادی آب به تعرفه پرداختی توسط صنایع برای سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۲ بین ۱۳۴ تا ۴۴ برابر (به‌طور میانگین ۷۰ برابر) محاسبه شده است. مطالعه مجبی و همکاران (۱۴۰۱) نیز تأییدکننده نتایج پژوهش حاضر است به‌طوری که آن‌ها نیز با مقایسه ارزش تولید نهایی آب در ۱۱ کد صنعتی استان یزد با تعرفه پرداختی آن‌ها نشان دادند که قیمت پرداختی تمام صنایع به‌طور بسیار قابل توجهی کمتر از میانگین ارزش اقتصادی آب می‌باشد که پیامد آن نادیده انگاشتن عدالت توزیعی (دریافت رانت ویژه توسط برخی صنایع)، مصرف بیش از حد منابع، و توسعه صنایع آب‌بر بوده است. پرداختی صنایع برای آب نه تنها کسر کوچکی از ارزش اقتصادی آن است، بلکه این قیمت در حال حاضر کمتر از نصف قیمت تمام شده آب (حدود ۴۲ درصد) از دیدگاه اقتصاد ملی صرف نظر از هزینه‌های جانبی زیست‌محیطی و اجتماعی آن، است. چنانچه این هزینه‌های جانبی در تعیین هزینه کامل آب منظور شود، شکاف بین تعرفه پرداختی و هزینه کامل به مراتب بیش از ارقام ذکر شده خواهد بود. این شکاف قیمتی منجر به مصرف بیش از حد آب در صنایع و کاهش انگیزه آن‌ها برای اصلاح ساختار صنعتی و استفاده از فن‌آوری‌های آب اندوز و صرفه‌جو در مصرف آب شده است. نسبت بهای تمام‌شده آب به تعرفه پرداختی آن (۲/۴) نشان می‌دهد که هزینه تأمین آب بیش از دو برابر مبلغی است که صنایع برای آن پرداخت می‌کنند. این مسئله دلالت بر وجود یارانه‌های پنهان در تأمین آب دارد که ممکن است در بلندمدت پایداری تأمین منابع آبی را با چالش مواجه کند. این یافته‌ها بر لزوم اصلاح نظام تعرفه‌گذاری و سیاست‌های مدیریتی در بخش آب تأکید دارند تا ضمن حفظ تعادل اقتصادی، از هدررفت منابع جلوگیری شده و پایداری مصرف آب در صنایع تضمین شود.

تحلیل‌ها نشان می‌دهد که نظام قیمت‌گذاری آب در صنایع ایران دچار چالش‌های جدی است و یارانه پنهان آب موجب مصرف بی‌رویه، کاهش بهره‌وری و فشار بر منابع آبی شده است. بنابراین برای مدیریت پایدار منابع آب و استفاده کاراتر از این منبع کمیاب اصلاحات سیاستی زیر پیشنهاد می‌شود:

۱. اصلاح نظام تعرفه‌گذاری با واقعی‌سازی قیمت‌ها مبتنی بر ارزش اقتصادی و قیمت تمام‌شده آب.

۲. استفاده از فناوری‌های بازیافت و بازچرخانی آب، جایگزینی منابع غیرمتعارف مانند آب خاکستری، و ارائه مشوق‌های مالی برای صنایع کم‌مصرف.

۳. استقرار سیستم‌های هوشمند پایش مصرف، اعمال استانداردهای مدیریت پایدار و تعیین جریمه برای صنایع پرمصرف متناسب با ارزش اقتصادی آب.

۴. هم‌راستاسازی سیاست‌های صنعتی با مدیریت منابع آب، محدودسازی صنایع پرمصرف در مناطق کم‌آب و تشویق سرمایه‌گذاری در تأمین منابع پایدار.

۵. تخصیص بیشتر منابع کمیاب آب به صنایع با ارزش افزوده بالاتر ولی با دریافت تعرفه‌های بیشتر.

۶. با توجه به وجود یک شکاف بزرگ بین ارزش اقتصادی آب و تعرفه پرداختی صنایع، افزایش تعرفه آب در بخش صنعت می‌تواند انگیزه انتقال آب از بخش کشاورزی به بخش صنعت را از طریق بازار آب تحریک نموده و زمینه ارتقای عدالت توزیعی و تخصیص بهینه بین بخشی منابع آب را فراهم سازد. زیرا تعرفه نازل فعلی با اعطای یارانه پنهان، انگیزه صنایع برای ورود به بازار آب و خرید حقابه از کشاورزان را سرکوب کرده است؛ لذا با واقعی‌سازی تعرفه دولتی، صنایع مجاب می‌شوند تا نیاز آبی خود را از طریق معامله توافقی (بر مبنای تفاوت ارزش نهایی آب در دو بخش) تأمین نمایند. همچنین با توجه به وجود تفاوت قابل توجه ارزش اقتصادی آب در بین صنایع مختلف، به‌کارگیری سیاست قیمت‌گذاری پلکانی و با اعمال تبعیض قیمتی[۲] بین صنایع، می‌تواند قیمت‌ها را به مقادیر بهینه خود نزدیک‌تر نماید. با توجه به سهم اندک آب از کل هزینه بخش صنعت (کمتر از ۰/۵ درصد)، در اثر افزایش قیمت آب، اثرات قابل توجهی بر تولید و اشتغال این بخش قابل تصور نمی‌باشد.

سپاسگزاری

نویسندگان این پژوهش صمیمانه از حمایت‌ها و امکانات علمی ارائه شده توسط پژوهشکده علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی تهران قدردانی می‌نمایند. راهنمایی‌ها و همکاری‌های ارائه شده از سوی این پژوهشکده، سهم به‌سزایی در پیشبرد و تکمیل این پژوهش داشته است.

منابع

باقری، سعید، و شوریان، مجتبی. (۱۴۰۴). حکمرانی آب، چالش‌های اجتماعی، اقتصادی و نهادی در غیاب زیرساخت داده‌ای مناسب. نشریه حفاظت منابع آب و

خـــاک، ۱۵(۴)، ۱۶-۱. https://doi.org/10.83037/wsrcj.2026.1233674

بلالـی، حمیـد، و کسـبیان لعـل، فرزانـه. (۱۴۰۱). ارزش‌گـذاری اقتصادی منابع آب زیرزمینی در بخش کشاورزی (مطالعه موردی: دشت همدان-بهار). اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۳۶(۱)، ۳۷-۴۸. https://doi.org/10.22067/jead.2022.72334.1079

تهامی‌پور، مرتضی، خزائی، علیرضا، کولیوند، فتانه. (۱۳۹۸). تحلیل نظام تعرفه و ارزش اقتصادی آب در بخش صنعت ایـــــران. نشـــــریه آب و توســـــعه پایـــــدار، ۶(۳)، ۱۹-۳۰. https://doi.org/10.22067/jwsd.v6i3.76788

خیابـانی، ناصـر، بـاقری، سـروش، و بشـیری‌پور، امیـر. (۱۳۹۶). الزامـات اقتصـادی مـدیریت منـابع آب. آب و فاضـلاب، ۲۸(۱)، ۴۲-۵۶. https://doi.org/10.22093/wwj.2017.39473

محبی، حسن، انصاری سامانی، حبیب، حاج امینی، مهدی، و مرادی، غلامحسین. (۱۴۰۱). برآورد ارزش اقتصادی آب در صـنایع اسـتان یـزد، رهیافـت ارزش تولیـد نهـایی آب. فصلنامه سیاست‌های مالی و اقتصادی، ۱۰(۳۹)، ۱۴۱-۱۱۷. https://doi.org/10.52547/qjfep.10.39.117

Abounoori, A., & Mehrali, A. (2012). The analysis of elimination of subsidy on residential water demand case study: The City of Tehran. Economics Research, 12(45), 1-26.

Coelli, T., Rao, D.S.P., O'Donnell, C.J., & Battese, G.E. (2005). An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis. Springer, Boston, MA. https://link.springer.com/book/10.1007/b136381

Debertin, D.L. (2012). Agricultural Production Economics: The Art of Production Theory. Unknown. https://doi.org/10.22004/ag.econ.158320

Dolan, F., Lamontagne, J., Link, R., Hejazi, M., Reed, P., & Edmonds, J. (2021). Evaluating the economic impact of water scarcity in a changing world. Nature Communications, 12(1), 1915. https://doi.org/10.1038/s41467-021-22194-0

Eslami, R., & Rahimi, A. (2019). Policymaking and Water Crisis in Iran. Journal of Management and Strategic Planning, 7(27), 410–435. https://doi.org/10.32598/JMSP.7.3.5

Fahimi, E., Fattahi Ardakani, A. & Fehresti, M., (2018). A managerial model for economic valuation of water resource functions: Case study of Zayandeh Rud River. Agricultural Economics, 12(1), 79–94. https://doi.org/10.22034/iaes.2018.31375

Xu, W. A. N. G., & Fei, W. A. N. G. (2019). No resource or no motivation? Government subsidies, green innovation and incentive strategy selection. Science Research Management, 40(7), 131-139.

Gibbons, D. C. (1986). The economic value of water. Resources for the Future. [Baltimore]: Distributed by Johns Hopkins University Press, Washington, D.C. https://librarycatalog.ecu.edu/catalog/291789

Iraj Pour, K., & Yavari, G. (2023). The role of structural changes on the economic growth of the country. In: Proceedings of the 7th International Conference on Knowledge and Technology of the Third Millennium in Economics, Management, and Accounting, Tehran, Iran.

Jia, S., Yang, H., Zhang, S., Wang, L. & Xia, J. (2006). Industrial water use Kuznets curve: Evidence from industrialized countries and implications for developing countries. Journal of Water Resources Planning and Management, 132(3), 183–191. https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9496(2006)132:3(183)

Ku, S.J., & Yoo, S.H. (2012). Economic value of water in the Korean manufacturing industry. Water Resource Management, 26,.81–88.https://doi.org/10.1007/s11269-011-9905-z

Li, S., Swartworth, W.J., Takáč, M., Needell, D., & Gower, R.M. (2023). Using quadratic equations for overparametrized models. Order Up! The Benefits of Higher-Order Optimization in Machine Learning. New Orleans, Louisiana, USA, pp. 1–36.

Maaboudi, R., & Hasanvand, D. (2019). Relationship between economic value added and water consumption in agriculture and industry. Journal of Water and Wastewater Engineering, 4(1), 42–51. https://doi.org/10.22112/jwwse.2019.166520.1135

Mardones, C., & Orellana, A. (2023). Estimating production functions to determine the marginal economic value and price elasticity of water in the Chilean industrial sector. Utilities Policy, 85, 101677. https://doi.org/10.1016/j.jup.2023.101677

economic output for the metallic and non-metallic mineral products sector: An empirical analysis at the enterprise level. Advanced Sustainable Systems, 8(11), 2400279. https://doi.org/10.1002/adsu.202400279

Yazdani, S., & Pishbahar, E. (2004). Evaluation of the efficiency of cotton and sugar beet products in Iran using data envelopment analysis (DEA). Journal of Agriculture, 6(1), 57–67.

Young, R.A. (2005). Determining the Economic Value of Water: Concepts and Methods. Resources for the Future, Washington DC. ISBN 1891853988 (pbk.), 374 pp.

Zare, A., Haj Amini, M., & Feyzpour, M.A. (2022). Factors affecting industrial water demand in Iran and future challenges. Water and Sustainable Development, 9(2), 33–46. http://dx.doi.org/10.22067/jwsd.v9i2.2203.1129

پی‌نوشت‌ها

1- Error Term

۲- منظور از «تبعیض قیمتی» (price discrimination) در ادبیات اقتصادی، تعیین قیمت‌های متفاوت برای یک کالا یا نهاده یکسان برای گروه‌ها یا مصرف‌کنندگان مختلف، با توجه به تفاوت در شرایط اقتصادی، ارزش‌گذاری، توان پرداخت یا سایر ویژگی‌های مرتبط است. در مورد آب صنعتی نیز، از آنجا که نتایج پژوهش نشان داده است ارزش اقتصادی آب در یک صنعت می‌تواند با ارزش اقتصادی آب در صنعت دیگر متفاوت باشد، این یافته می‌تواند این پیام را به سیاستگذار بدهد که تعرفه آب را در بین صنایع به‌صورت متفاوت اعمال کند؛ به‌طوری‌که برای صنایعی که هر مترمکعب آب در آن‌ها ارزش اقتصادی بالاتری ایجاد می‌کند و توان پرداخت بالاتری دارند، قیمت بالاتری نسبت به صنایعی که ارزش اقتصادی آب یا توان پرداخت پایین‌تری دارند، تعیین شود. بنابراین، منظور از تبعیض قیمتی در این مطالعه، تعیین قیمت‌های متفاوت برای آب در صنایع مختلف با توجه به ارزش اقتصادی هر مترمکعب آب در آن صنایع، توان پرداخت و سایر ملاحظات مورد نظر سیاستگذار است.

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

Renzetti, S., & Dupont, D.P. (2003). The value of water in manufacturing. CSERGE, Working Paper ECM 03-03. University of East Anglia. Norwich, England.

Rodríguez-Tapia, L., Revollo-Fernández, D. A., Morales-Novelo, J. A., & Medina-Rivas, C. M. (2021). Water in Mexican industry: An economic value study. Applied Economics, 53(41), 4799–4809. https://doi.org/10.1080/00036846.2021.1908948

Tehami Pour Zarandi, M., 2017. Economic valuation: An approach for managing industrial water demand; case study: Chemical production industries. Journal of Water and Wastewater, 28(1), 74–83. https://doi.org/10.22093/wwj.2017.39476

Tobarra-González, M.Á. (2018). The value of water in the manufacture industry and its implications for water demand policies: The case of Chile. Studies of Applied Economics, 36(3), 945–960.https://doi.org/10.25115/eea.v36i3.2561

Valdivia Alcalá, R., Hernández Ortiz, J., Monroy Hernández, R., Rubiños Panta, J.E., Reyes Reyes, M., & Amaya Pérez, D. (2011). Valoración económica del agua en el sector industrial. Terra Latinoamericana, 29(4), 459–466.

Vásquez-Lavín, F., Vargas, L., Hernández, J.I. & Oliva, R.D.P., 2020. Water demand in the Chilean manufacturing industry: Analysis of the economic value of water and demand elasticities. Water Resources and Economics, 32, p.100159. https://doi.org/10.1016/j.wre.2020.100159

Wang, C., Shuai, C., Chen, X., Sun, J., & Zhao, B. (2024). Nexus between water consumption and