

Document Type

Case Study

مطالعه موردی

نوع مقاله

Assessing the Economic Value of Water in Basic Industries for Water Tariff Determination (Case Study: Zayandehroud Basin)

Sh. Ghobadi¹, A. Moridi^{2*}, R. Khalili³

1- Ph.D. Student, Department of Civil Engineering, Faculty of Environmental Engineering – Water and Wastewater, University of Tehran, Tehran, Iran.

2- Associate Professor, Department of Water, Wastewater and Environmental Engineering, Faculty of Civil, Water and Environmental Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

3- Ph.D. Student, Department of Water, Wastewater and Environmental Engineering, Faculty of Civil, Water and Environmental Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

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

Received ▶ 06-09-2025
Revised ▶ 30-11-2025
Accepted ▶ 04-12-2025
Available online ▶ 16-03-2026

بررسی ارزش اقتصادی آب در صنایع پایه به منظور تعیین تعرفه آب (مطالعه موردی: حوضه زاینده رود)

شهرام قبادی^۱، علی مریدی^{۲*}، رضا خلیلی^۳

۱- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی محیط زیست – آب و فاضلاب، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۲- دانشیار، گروه مهندسی آب، فاضلاب و محیط زیست، دانشکده مهندسی عمران، آب و محیط زیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

۳- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی آب، فاضلاب و محیط زیست، دانشکده مهندسی عمران، آب و مهندسی محیط زیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

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

تاریخ دریافت ▶ ۱۴۰۴/۰۶/۱۵
تاریخ بازنگری ▶ ۱۴۰۴/۰۹/۰۹
تاریخ پذیرش ▶ ۱۴۰۴/۰۹/۱۳
تاریخ انتشار ▶ ۱۴۰۴/۱۲/۲۵

Abstract

Estimating the economic value of water plays a fundamental role in the efficient management of water resources and in making informed decisions for water supply planning. It is regarded as one of the main pillars in resource allocation, the design of pricing systems, and the development of sustainable water markets. In this study, the economic value of water was estimated using the Residual Value Method, based on data from the Statistical Center of Iran's Census plan for industrial enterprises with 10 or more employees during the years 2002 to 2019. The results indicate that the economic value of water varies significantly across major industrial sectors in the Zayandeh-Rud Basin, with an average value of 5,254,702 rials per cubic meter, based on the producer price index, for the year 2024. These findings can be considered in the economic assessments of water supply projects for large industries in the basin. Furthermore, according to the research results, the average cost of water in the industrial production process was less than 0.2% of total production costs, and the ratio of this cost to the economic value of water estimated to be below 0.02. These findings highlight the necessity for a review of the industrial water pricing system, the enhancement of statistical data quality in the industrial sector, and the incorporation of the true economic value of water into water allocation and investment policies in the country.

Keywords: Water Resource Management, Water Scarcity, Valuation, Zayandehroud Basin, Large Industries.

چکیده

برآورد ارزش اقتصادی آب نقش بنیادینی در مدیریت کارآمد منابع آب و تصمیم‌گیری‌های آگاهانه در برنامه‌ریزی تأمین آب ایفا می‌کند و به‌عنوان یکی از ارکان اصلی در تخصیص منابع، طراحی نظام‌های قیمت‌گذاری و توسعه بازارهای پایدار آب در نظر گرفته می‌شود. در این پژوهش، ارزش اقتصادی آب با استفاده از روش ارزش باقیمانده و بر اساس داده‌های طرح سرشماری مرکز آمار ایران برای کارگاه‌های صنعتی با ۱۰ نفر کارکن و بیشتر، در سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۸، برآورد شد. نتایج نشان می‌دهد ارزش اقتصادی آب در بخش‌های مختلف صنایع حوضه، به‌طور قابل توجهی متفاوت بوده و میانگین آن بر اساس شاخص قیمت تولید کننده، برای سال ۱۴۰۳، معادل ۵,۲۵۴,۷۰۲ ریال به ازای هر مترمکعب برآورد می‌شود. این یافته‌ها می‌تواند در ملاحظات اقتصادی طرح‌های تأمین آب صنایع بزرگ حوضه زاینده‌رود، مدنظر قرار گیرد. همچنین بر اساس نتایج پژوهش، هزینه پرداختی برای آب در فرایند تولید صنعتی به‌طور میانگین کمتر از ۰/۲ درصد کل هزینه‌های تولید بوده و نسبت آن به ارزش اقتصادی آب کمتر از ۰/۰۲ درصد برآورد شده است. این نتایج بر لزوم بازنگری در نظام قیمت‌گذاری آب صنعتی، ارتقای کیفیت داده‌های آماری بخش صنعت و لحاظ ارزش واقعی آب در سیاست‌گذاری‌های تخصیص و سرمایه‌گذاری آبی کشور تأکید دارد.

واژه‌های کلیدی: مدیریت منابع آب، کمبود آب، ارزش‌گذاری، حوضه زاینده‌رود، صنایع بزرگ.

How to cite this article:

Ghobadi, Sh., Moridi, A., & Khalili R. (2026). Assessing the Economic Value of Water in Basic Industries for Water Tariff Determination (Case Study: Zayandehroud Basin). Journal of Water and Sustainable Development, 12(4), 141-158. <https://doi.org/10.22067/jwsd.v12i4.2509-1456>

به خصوص از منابع غیرمتعارف آب از جمله انتقال آب از خلیج فارس و دریای عمان و طرح های استفاده مجدد از آب، معطوف شود.

استفاده از آب در صنعت سبب ایجاد ارزش افزوده در محصول نهایی یا خدمات می شود و این ارزش افزوده در واقع، ارزش آبی است که در این فرآیند استفاده می شود و نشان دهنده پرداخت مؤثر توسط مصرف کنندگان برای استفاده از منابع است. دانستن ارزش اقتصادی آب امکان مدیریت مناسب و کارآمد آب را فراهم می کند (Meran و همکاران، ۲۰۲۱)؛ زیرا ابزاری فن محور را برای سرمایه گذاری های آینده در اختیار تصمیم گیرندگان مسائل آب قرار می دهد که یکی از مؤلفه های اصلی در بودجه زیرساخت های عمومی است. همچنین، امکان تعیین اینکه جامعه (شرکت ها) از پروژه های آب رسانی منتفع می شوند را فراهم می کند و در نهایت ارزش گذاری اقتصادی آب در ارزیابی طراحی و اجرای سیاست های عمومی مفید است، نه لزوماً از نظر سرمایه گذاری در ساخت و ساز بلکه مدیریت کارآمدتر آب. در ایران، مطالعات متعددی برای بررسی ارزش اقتصادی آب در مصارف خانگی و کشاورزی انجام شده است. باین حال گسترش این پژوهش ها به بخش صنعت بسیار محدود بوده است، در حالی که ارزش گذاری اقتصادی آب در بخش صنعت، برای اتخاذ تصمیمات مدیریت منابع آب، بسیار ضروری و مهم است. اهمیت این موضوع در حوضه زاینده رود باتوجه به استقرار صنایع بزرگ استراتژیک و مسائل کمیابی منابع آب؛ دوچندان شده است. لذا هدف از این مقاله محاسبه ارزش پولی آب در تولید محصولات صنایع بزرگ حوضه زاینده رود است که همچنین امکان مقایسه ارزش های متفاوت آب در صنایع مختلف را نیز فراهم می کند. تعیین ارزش اقتصادی آب در صنایع بزرگ حوضه زاینده رود نه تنها تمام منافع بالقوه فوق را در بردارد بلکه به طور ویژه می تواند به دقت در ملاحظات اقتصادی طرح های توسعه منابع آب و همچنین استفاده از منابع غیرمتعارف در این صنایع کمک نماید. در خصوص کارهای قبلی که در زمینه ارزش گذاری اقتصادی آب در مصارف صنعتی انجام شده است می توان به مطالعات انجام شده مهندسین مشاور یکم، (۱۳۹۲) اشاره کرد که مربوط به کار مشاور یکم در سال ۱۳۹۱ است. در آن مطالعه بر اساس داده های صنعت در بازه سال های ۱۳۸۵-۱۳۸۰، میزان متوسط ارزش اقتصادی آب در بخش صنعت حوضه گاوخونی برآورد شده است. در مطالعات دیگری که تحت عنوان پروژه مدیریت یکپارچه رودخانه زاینده رود در سال های ۱۳۸۹-۱۳۹۴ انجام شده است در گزارش مهندسین مشاور اینتر ۳، (۱۳۹۲) در خصوص ارزش اقتصادی آب، برای برآورد ارزش اقتصادی آب در بخش صنعت حوضه زاینده رود از تعمیم نمونه های جهانی استفاده شده است و محاسباتی در این زمینه به شکل مختص منطقه و به تفکیک شاخه های صنعت انجام نشده است. به این ترتیب کار ارزش گذاری اقتصادی آب در مصارف

منابع جهانی آب، به دلیل افزایش تقاضا با کمبود شدید مواجه شده اند. شهرنشینی سریع در سراسر جهان نگرانی ها را در مورد کمبود آب تشدید می کند. موضوعاتی چون رشد فزاینده جمعیت (Abbas و همکاران، ۲۰۲۳)، عدم ثبات در مدیریت آب (Elmulthum و همکاران، ۲۰۲۳)، چارچوب های نظارتی ناقص (Parra-orobio و همکاران، ۲۰۲۳)، زیرساخت های ناکافی، عدم استفاده بهینه از آب و افزایش رقابت برای منابع آب در حوزه های مختلف جمعیت (Vadez و همکاران، ۲۰۲۳)، همگی نقش های حیاتی در کمبود آب دارند. از سوی دیگر، آلودگی منابع آب به تهدید دیگری برای تأمین آب تبدیل شده است (Mishra و همکاران، ۲۰۲۳). آب یکی از عمده ترین مواد مصرفی در صنعت تولید است، اما عدم آگاهی از ارزش آن می تواند مشکلات کمبود این منبع را افزایش داده و اتخاذ تصمیمات آگاهانه در مدیریت فرآیندهای اقتصادی را دچار اختلال نماید. از این رو (Irfeey و همکاران، ۲۰۲۳) نیاز فوری جهانی به حفظ منابع آب و اهمیت درک مصرف کنندگان از ارزش واقعی آب به منظور درک اهمیت و کمبود آن را مورد تأکید قرار داده است. در بیشتر کشورهای در حال توسعه، آب بهای پرداختی در بخش های مختلف مصرف آب، از جمله در فرآیندهای تولید صنعتی، لزوماً نشان دهنده کمبود آب در حوضه های آبریز و یا منعکس کننده هزینه های استحصال، انتقال و تصفیه آب نیست، بنابراین، هزینه آب به درستی محاسبه نمی شود (Revollo-Fernández و همکاران، ۲۰۱۸).

محدودیت منابع آبی در ایران و مشکلات پیش روی تأمین منابع آب جدید باعث شده است اهمیت این نهاد در تولید بیشتر مورد توجه قرار گیرد. حوضه آبریز زاینده رود یکی از مهم ترین حوضه های آبریز ایران است (Enteshari و همکاران، ۲۰۲۰). این حوضه با اهمیت اجتماعی-اقتصادی بالا در دهه های اخیر با مسائل کمیابی منابع آب مواجه بوده است. کم آبی باعث تداوم بحران در این حوضه در طی دو دهه گذشته شده است. تداوم این بحران حتی در سال های با میزان بارش نرمال یا بیش از نرمال نشان می دهد این بحران نه موقتی و نه ناشی از خشک سالی است. این یک بحران دائمی است که منطقه مرکزی کشور را از نظر اکولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی تهدید می کند (Ziaei، ۲۰۲۰). از سوی دیگر، صنعت استان اصفهان و به ویژه صنایع بزرگ حوضه زاینده رود که سهم قابل توجهی از ارزش ستانده صنعت تولید محصولات کارخانه ای کشور را به خود اختصاص داده اند؛ در زمره صنایع بزرگ آب بر قرار دارند و بخش قابل توجهی از مصرف آب حوضه به این صنایع اختصاص یافته است؛ بنابراین، تلاش ها برای حفظ و پایداری این صنایع در شرایط کمبود آب در حوضه زاینده رود سبب شده است تا توجه سیاست ها به گزینه های استحصال آب از منابع جدید و

صنعتی، در حوضه زاینده رود با استفاده از داده‌های آماری صنعت در بازه زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۸ با استفاده از روش باقیمانده برای کل صنعت استان اصفهان و همچنین به تفکیک چهار کد ISIC دورقمی، برای اولین بار توسط این مطالعه انجام شده است و سابقه قبلی ندارد. از سوی دیگر، باتوجه به اینکه در زمینه تعیین ارزش اقتصادی آب صنعتی، مطالعات اندکی در مناطق مختلف کشور انجام شده است و در نتیجه، داده‌های محدودی نیز در این خصوص وجود دارد؛ این امر امکان انجام مطالعات جامع باهدف بررسی زمینه‌های اصلاح ساختار تعرفه آب و افزایش بهره‌وری آب کشور را محدود یا ناممکن می‌سازد. لذا این مطالعه که به نوبه خود یکی از اولین مطالعات با این هدف بوده است و در صورت انجام مطالعات مشابه آینده برای سایر مناطق کشور، می‌توانند داده‌های لازم را برای مطالعات ملی در این زمینه که سهم مهمی در سوگیری صحیح سیاست‌های اصلاحی در مدیریت آب کشور دارد؛ را فراهم نموده و به این ترتیب خلأ موجود را کاهش داده و مرتفع نمایند. در همین راستا، این پژوهش تلاش نموده است تا با برآورد ارزش آب برای صنعت تولید در حوضه رودخانه زاینده رود به عنوان یک منطقه که تحت استرس نسبی آب به همراه توسعه اقتصادی - اجتماعی قرار دارد، شکاف مطالعاتی موجود را تا حدی پرنماید.

مرور ادبیات

در ارزش گذاری اقتصادی آب، به دلیل تنوع شرایط مکانی، نوع کاربری و هدف تصمیم‌گیری، از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. Gibbons (۱۹۸۶) بر مبنای نوع کاربری، هفت گروه مصرف آب شامل شهری، آبیاری، صنعتی، جذب آلاینده، تفریحی، ناوبری و نیروگاه‌های برق‌آبی را معرفی کرده است. Loomis و Young (۲۰۱۴). نیز با رویکردی نظام‌مند، روش‌های ارزش گذاری را به دودسته کلی استقرایی^۱ و قیاسی^۲ تقسیم کرده‌اند. در روش‌های استقرایی از داده‌های مشاهداتی و تکنیک‌های آماری برای استنتاج استفاده می‌شود؛ مانند روش مشاهدات بازار^۳، توابع تولید و هزینه^۴، هزینه سفر^۵ (TCM)، ارزش هدانیک^۶ (HPM)، رفتار دفاعی^۷، هزینه خسارت^۸، ارزش گذاری مشروط^۹ (CVM)، مدل سازی انتخاب^{۱۰} (CM)، تقاضای آب شهری^{۱۱}، انتقال فایده^{۱۲} و انتقال تابع فایده/فرا تحلیل^{۱۳}. در مقابل، روش‌های قیاسی مبتنی بر مدل سازی نظری و فرضیات رفتاری (نظیر حداکثر سازی سود) هستند که شامل روش‌های باقیمانده^{۱۴}، برنامه ریزی ریاضی^{۱۵}، ارزش افزوده^{۱۶}، تعادل عمومی قابل محاسبه^{۱۷} (CGE) و هزینه جایگزین^{۱۸} می‌باشند. مطالعات بین‌المللی متعددی در زمینه ارزش گذاری اقتصادی آب در بخش صنعت انجام شده‌اند که در ادامه به برخی از نمونه‌های شاخص آن اشاره می‌شود:

در مطالعه Ktori و همکاران (۲۰۲۵) با عنوان "ارزیابی اقتصادی کارخانه‌های بازیابی آب و منابع: دیدگاهی نوین در مورد هزینه تراز شده" به بررسی و معرفی دو روش محاسبه جدید - رویکردهای تخصیص اقتصادی و تخصیص دوگانه -

و بحث در مورد ارزیابی عملکرد اقتصادی کارخانه‌های بازیابی منابع پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد در مقایسه با روش عدم تخصیص (روش رایج در ادبیات)، رویکرد تخصیص اقتصادی به‌طور قابل توجهی هزینه‌های تراز شده آب را تا ۸۱٪ و هزینه‌های NaCl را تا ۲۸٪ کاهش می‌دهد، درحالی که رویکرد تخصیص دوگانه هزینه‌های NaCl را بیش از ۶۰٪ کاهش می‌دهد. چنین کاهش‌هایی، مزایای عملی روش‌های هزینه‌یابی متناسب را در حمایت از اهداف اقتصاد چرخشی و پایداری بازار برجسته می‌کند.

مطالعه Grafton و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی مجموعه‌ای از سؤالات کلیدی اقتصادی در رابطه باقیمت و ارزش آب برای عرضه و تقاضای آب پرداخته است. این بررسی تأکید دارد که چگونگی قیمت‌گذاری آب و ارزش‌گذاری آب مستلزم آن است که هم قیمت‌های تنظیم شده و هم قیمت‌های بازار ارزش آب و همچنین همه جنبه‌های آب در نظر گرفته شود. قیمت‌گذاری و ارزش‌گذاری مؤثر، کارآمد و عادلانه آب، اگر به‌طور گسترده توسط تصمیم‌گیرندگان اتخاذ شود، می‌تواند بحران جهانی آب را کاهش دهد. نحوه قیمت‌گذاری و ارزش‌گذاری آب باید با شرایط سازگار شود. قیمت‌گذاری مؤثر آب و ارزش‌گذاری مناسب، همراه با مدیریت بهبود یافته آب، در مجموع مسیری را برای تأمین آب و بهداشت برای همه ارائه می‌دهند و درعین حال پایداری اکوسیستم‌های مرتبط با آب را تضمین می‌کنند.

Revollo-Fernández و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای با عنوان "ارزش اقتصادی آب در صنایع تولیدی واقع در حوضه دره مکزیک"، ارزش نهایی آب صنعتی با استفاده از اطلاعات ۶۹/۹۸۴ واحد اقتصادی مورد بررسی در سال ۲۰۱۳ و تابع تولید ترانسلوگ، تخمین زده شده است. نتایج نشان می‌دهد ارزش نهایی آب بسته به شاخه صنعت مورد بررسی از ۲/۳ دلار آمریکا بر مترمکعب برای بخش چوب تا ۲۰/۱ دلار آمریکا بر مترمکعب برای بخش نوشیدنی و دخانیات، متغیر بوده است. همچنین، Revollo-Fernández و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای با عنوان "ارزش اقتصادی آب در صنایع تولیدی در زیر منطقه هیدرولوژیکی رودخانه سن خوان، مکزیک"، ارزش نهایی آب صنعتی با استفاده از اطلاعات مربوط به تقریباً ۱۸۰۰۰ واحد اقتصادی مورد بررسی در سال ۲۰۱۳ و دو نوع تابع تولید شامل کاب-داگلاس و ترانسلوگ، تخمین زده شده است. نتایج نشان می‌دهد ارزش نهایی آب بسته به شاخه صنعت مورد بررسی بین ۰/۹ دلار آمریکا بر مترمکعب برای صنعت تجهیزات کامپیوتری تا ۱۵/۴ دلار آمریکا بر مترمکعب برای صنعت شیمیایی، متغیر بوده است.

Ku و Yoo (۲۰۱۲) در مقاله‌ای با عنوان "ارزش اقتصادی آب در صنعت تولید کره جنوبی"، با استفاده از داده‌های ۵۳/۹۱۲ کارخانه تولیدی در سال ۲۰۰۳، به تحلیل اهمیت تأمین پایدار آب در صنعت پرداختند. در این تحقیق، با استفاده از توابع تولید کاب-داگلاس و ترانسلوگ، ارزش نهایی آب صنعتی تخمین زده شده است. نتایج نشان می‌دهد ارزش نهایی آب

در صنعت تولید کره جنوبی برابر با ۱۱۵۶ وون به ازای هر مترمکعب آب است. این مقدار بسته به نوع صنعت متغیر بوده و از ۴۲۸ وون در صنایع ابزار دقیق تا ۱۳۷۶۰ وون در صنایع تجهیزات حمل و نقل متغیر است. این تحقیق بیان می‌کند نتایج می‌توانند مبنایی برای طراحی سناریوهای قیمت‌گذاری آب توسط دولت کره باشند.

Lall و Wang (۲۰۰۲) در مطالعه‌ای با عنوان "ارزش‌گذاری آب برای صنایع چین: تحلیل بهره‌وری نهایی"، با استفاده از تابع هزینه کاب-داگلاس، به برآورد ارزش اقتصادی آب در صنایع مختلف چین پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد ارزش اقتصادی آب در صنایع چین بین ۰/۵ تا ۲۶/۸ یوان به ازای هر مترمکعب متغیر بوده است. این مطالعه نیز تفاوت ارزش اقتصادی آب بین صنایع مختلف را بیان می‌نماید.

در ایران نیز مطالعاتی درباره ارزش‌گذاری اقتصادی آب در بخش‌های مختلف کشاورزی، صنعتی، شهری و خدمات اکوسیستمی انجام شده است. با این حال، مطالعات مربوط به بخش صنعت محدود بوده و تنها چند پژوهش محدود انجام پذیرفته است که در ذیل به آن اشاره می‌شود:

در مطالعه محبی و همکاران (۱۴۰۱) ارزش اقتصادی آب مصرفی در صنایع تولیدی استان یزد با استفاده از توابع تولید کاب-داگلاس، ترانسندنتال، ترانسلوگ، درجه دوم تعمیم یافته و لئونتیف و بر اساس داده‌های تابلویی برای ۱۱ صنعت در دوره ۱۳۷۵-۱۳۹۴ تخمین زده شدند. این مقادیر بسته به نوع صنعت و تابع مورد استفاده، متفاوت بوده و از ۷۶۰۹۲ ریال به ازای هر مترمکعب به وسیله تخمین تابع تولید ترانسندنتال در صنایع تولید مبلمان (کد ۳۱) تا میزان ۶۴۱۵۳۴ ریال در هر مترمکعب در صنایع تولید تجهیزات برقی (کد ۲۷) با تابع

تولید کاب-داگلاس، متغیر است. نتایج نشان دادند تعرفه آب در فعالیت صنعتی در استان یزد بسیار کمتر از ارزش تولید نهایی آب است.

در مطالعه Mousavi و همکاران (۲۰۲۱) برای برآورد ارزش اقتصادی آب در بخش صنعت در حوضه دریاچه ارومیه از روش باقیمانده استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد در سال ۱۳۹۷، ارزش اقتصادی آب در صنعت حوضه دریاچه ارومیه برابر ۳۳/۳۴۲ ریال به ازای هر مترمکعب بوده است.

تهامی‌پور و همکاران (۱۳۹۷) با استفاده از روش باقیمانده، متوسط وزنی ارزش اقتصادی آب صنعتی را طی سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۲ معادل ۸۷/۳۴۷ ریال به ازای هر مترمکعب برآورد کردند. این مقدار به‌طور قابل توجهی از تعرفه‌های پرداختی صنایع بالاتر بوده و نویسندگان پیشنهاد دادند تعرفه‌ها به‌صورت پلکانی افزایش یابد.

تهامی‌پور (۱۳۹۵) نیز ارزش اقتصادی آب در صنایع تولید مواد شیمیایی را با استفاده از روش اقتصادسنجی توابع تولید و هزینه و نیز روش باقیمانده برآورد کرده است. نتایج نشان دادند ارزش اقتصادی آب به ترتیب برابر با ۳۶/۶۹۷ ریال (روش تابع تولید) و ۳۵/۸۶۷ ریال (روش باقیمانده) به ازای هر مترمکعب است؛ درحالی‌که تعرفه پرداختی تنها حدود ۵/۶۸۵ ریال است.

در میان روش‌های متعددی که برای ارزش‌گذاری اقتصادی آب توسعه یافته‌اند، برخی از آن‌ها به‌طور خاص برای برآورد ارزش آب در مصارف صنعتی مناسب‌تر هستند. جدول (۱) این روش‌های قابل استفاده در ارزیابی ارزش اقتصادی آب در بخش صنعت را ارائه می‌دهد.

جدول ۱- روش‌های ارزش‌گذاری اقتصادی آب در کاربردهای صنعتی

روش	دسته‌بندی
مشاهده معاملات بازار آب	استقرایی
برآورد اقتصادسنجی تابع تولید و هزینه	استقرایی
روش باقیمانده	قیاسی
برنامه‌ریزی ریاضی	قیاسی
روش ارزش‌افزوده	قیاسی
روش هزینه جایگزین	قیاسی

مطالعه، با مرور ادبیات نظری و تجربی، شش روش پرکاربرد و قابل اتکا جهت ارزش‌گذاری اقتصادی آب در مصارف صنعتی شامل مشاهدات معاملات بازار آب، برآورد اقتصادسنجی توابع تولید و هزینه، روش باقیمانده، برنامه‌ریزی ریاضی، روش ارزش‌افزوده و روش هزینه جایگزین انتخاب و به‌صورت تطبیقی ارزیابی شدند. در جدول (۲) این شش روش از نظر مزایا، معایب، محدودیت‌ها، حوزه کاربرد و نوع داده مورد نیاز با یکدیگر مقایسه شدند.

بررسی تطبیقی روش‌های ارزش‌گذاری اقتصادی آب در مصارف صنعتی

همان‌گونه که در بخش قبل ذکر شد، در ادبیات اقتصادی، روش‌های متعددی برای برآورد ارزش اقتصادی آب توسعه یافته‌اند که هرکدام مزایا، محدودیت‌ها و کاربردهای خاص خود را دارند. انتخاب روش مناسب برای برآورد ارزش آب در بخش صنعت، باید با در نظر گرفتن نوع داده‌های در دسترس، ویژگی‌های ساختاری صنعت، هدف تصمیم‌گیری و سطح تحلیل صورت گیرد (Young و همکاران، ۲۰۱۴). در این

جدول ۲- روش‌های ارزش‌گذاری اقتصادی آب در کاربردهای صنعتی: مزایا، معایب، محدودیت‌ها و داده‌های موردنیاز

منابع	حوزه کاربرد	داده‌های مورد نیاز	محدودیت‌ها	معایب	مزایا	روش
Griffin (۲۰۰۶) ؛ Rosegrant و Binswanger (۱۹۹۴)	مناطق با بازار فعال آب	قیمت و حجم معاملات آب	نبود بازارهای کارآمد در بسیاری از مناطق	نیاز به بازار رقابتی و شفاف	واقع‌گرایی بالا، مبتنی بر رفتار بازار	مشاهده معاملات بازار آب
de Janvry و Sadoulet Chambers (۱۹۹۵) ؛ (۱۹۸۸)	تحلیل بهره‌وری، سیاست‌گذاری	داده‌های ورودی، خروجی، قیمت‌ها	حساس به فرم تابع و کیفیت داده	نیاز به داده‌های زیاد و دقیق	تحلیل دقیق نقش ورودی‌ها، قابلیت برآورد کشش‌ها	برآورد اقتصادسنجی تابع تولید و هزینه
Young (۲۰۰۵) ؛ تهامی‌پور و همکاران (۱۳۹۵)	مطالعات تجربی در صنعت	هزینه‌های ورودی، ارزش محصول نهایی	تحت تأثیر فناوری و کیفیت داده	حساس به برآورد سایر هزینه‌های ورودی	ساده، قابل استفاده با داده‌های رسمی	روش باقیمانده
Dinar و Tsur (۱۹۹۷) ؛ Howitt (۱۹۹۵)	تحلیل کلان و سیاست‌گذاری	داده‌های فنی و اقتصادی، محدودیت‌های تخصیص	برای غیرمتخصصان دشوار برای درک	مدل‌سازی پیچیده، نیاز به داده‌های کامل	قابلیت تحلیل سناریو و بهینه‌سازی	برنامه‌ریزی ریاضی
Rogers و همکاران (۱۹۹۸) ؛ Gibbons (۱۹۸۶)	تحلیل سریع اقتصاد کلان	داده‌های ورودی خروجی	نتایج تقریبی	دقت پایین، نادیده گرفتن سایر ورودی‌ها	ساده، قابل استفاده در سطح کلان	روش ارزش افزوده
Brouwer و Pearce (۲۰۰۵) ؛ de Brouwer و Briscoe (۱۹۸۸)	تحلیل سیاست و برنامه‌ریزی تأمین	قیمت و حجم معاملات آب	محدود به شرایط خاص	نادیده گرفتن بهره‌وری واقعی	مفید برای تحلیل منابع آب جایگزین	روش هزینه جایگزین

اجرا دارد، اما دقت آن پایین است و چون سهم سایر عوامل تولید را نادیده می‌گیرد، ارزش آب را تا حد زیادی اغراق‌آمیز بیان می‌کند ([Gibbons, ۱۹۸۶](#)).

روش هزینه جایگزین: این روش ارزش آب را در صورت کمبود برابر با هزینه تأمین آب جایگزین در نظر می‌گیرد. در شرایطی مناسب است که آب از منابع متعددی تأمین شود؛ اما محدودیت اصلی آن نادیده گرفتن ارزش بهره‌وری واقعی اقتصادی آب است ([Brouwer و Pearce, ۲۰۰۵](#)).

مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر، باتوجه به محدودیت داده‌های آماری موجود و نبود بازار فعال آب در ایران، از روش باقیمانده استفاده شده است. این روش که پیش‌تر در مطالعات داخلی مانند [تهامی‌پور و همکاران \(۱۳۹۷\)](#) و [Mousavi و همکاران \(۲۰۲۱\)](#) نیز به کار رفته، باوجود ساده‌سازی‌های مفهومی، امکان برآورد مقایسه‌ای ارزش آب را در صنایع مختلف فراهم می‌سازد و می‌تواند مبنای قابل اتکایی برای سیاست‌گذاری‌های قیمتی و تخصیصی در بخش صنعت باشد. با داده‌هایی که در طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی به صورت سری زمانی برای یک دوره حداقل هجده ساله در هر شاخه صنعت در اختیار است، امکان برآورد تابع تولید به شکل صحیح وجود ندارد. ضمناً باتوجه به این موضوع که به دلیل تفاوت صنایع بزرگ حوضه زاینده‌رود به لحاظ ماهیت تولید، امکان در نظر گرفتن آن‌ها به عنوان رقیب در مصرف آب در یک الگوی برنامه‌ریزی خطی یا ریاضی وجود ندارد این روش نیز از محدوده انتخاب خارج می‌شود. در مورد سایر روش‌ها، باید یادآور شد که از روش مشاهدات معاملات بازار آب در کشورهایی که دارای بازار آزاد آب هستند استفاده می‌شود که با شرایط تحقیق حاضر

روش مشاهدات معاملات بازار آب: این روش مبتنی بر تحلیل واقعی معاملات انجام‌شده در بازارهای آب است و زمانی قابل اتکا است که بازار آب به صورت رقابتی و شفاف عمل کند ([Griffin, ۲۰۰۶](#)). مزیت اصلی این روش واقع‌گرایی بالا و استناد به رفتار بازار است؛ اما محدودیت آن عدم وجود بازارهای کارای آب در بسیاری از کشورها، به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه، است.

برآورد اقتصادسنجی توابع تولید و هزینه: این روش با استفاده از داده‌های بنگاه‌های صنعتی، تابع تولید یا هزینه را تخمین زده و کشش قیمت نهاده‌ها از جمله آب را استخراج می‌کند ([de Janvry و Sadoulet, ۱۹۹۵](#)). از مزایای این روش می‌توان به قابلیت تفکیک تأثیر سایر نهاده‌ها اشاره کرد. با این حال، به حجم زیادی از داده‌های دقیق نیاز دارد و دقت آن به ساختار تولید واقعی نزدیک‌تر است.

روش باقیمانده: در این روش، با کسر هزینه سایر نهاده‌ها از ارزش کل تولید، سهم آب به عنوان نهاده باقی‌مانده محاسبه می‌شود ([Young, ۲۰۰۵](#)). این روش کاربرد گسترده‌ای در صنایع کشور دارد ([تهامی‌پور و همکاران, ۲۰۲۰](#)) و با داده‌های آماری رسمی قابل اجرا است؛ اما حساس به صحت برآورد هزینه سایر نهاده‌ها و تغییرات تکنولوژیک است.

برنامه‌ریزی ریاضی: در این رویکرد، مدل‌های بهینه‌سازی برای بیشینه‌سازی سود یا کمینه‌سازی هزینه با محدودیت منابع (از جمله آب) تدوین می‌شوند ([Dinar و Tsur, ۱۹۹۷](#)). مزیت آن انعطاف بالا در سناریوسازی سیاستی است، ولی به داده‌های کامل و مدل‌سازی پیچیده نیاز دارد و درک آن برای تصمیم‌گیران غیرتخصصی دشوار است.

روش ارزش افزوده: در این روش، کل ارزش افزوده تولیدی صنعت تقسیم بر مقدار آب مصرفی می‌شود ([Rogers و همکاران, ۱۹۹۸](#)). ساده و کاربردی بوده و در سطح کلان قابلیت

مطابقت ندارد. روش ارزش افزوده، ارزش آب را تا حد زیادی اغراق آمیز بیان می‌کند و برای این کار مناسب نیست. روش هزینه جایگزین تنها زمانی که تعیین ارزش آب با استفاده از سایر روش‌ها به راحتی قابل تخمین نیست، استفاده می‌شود؛ بنابراین در این تحقیق از روش باقیمانده استفاده شده است. این روش در مطالعات بین‌المللی مختلفی برای تعیین ارزش اقتصادی آب مورد استفاده قرار گرفته است که از آن جمله می‌توان به کارهای انجام شده [Lowe و همکاران \(۲۰۲۲\)](#)، [Rodrigues و همکاران \(۲۰۲۱\)](#) و [LIU و همکاران \(۲۰۱۹\)](#) اشاره کرد. روش باقیمانده برای برآورد ارزش آب در زمانی که به عنوان نهاده تولید یا کالای واسطه‌ای تولید استفاده می‌شود، اعمال می‌شود.

رویکرد ارزش باقیمانده درواقع ارزش متوسط را اندازه‌گیری می‌کند زیرا مبتنی بر معیارهای ارزش کل تولید و هزینه کل نهاده‌های غیر آب است. نظریه رانت اقتصادی یک رویکرد مفهومی برای استنتاج ارزش باقیمانده آب است. در این رابطه، درآمد کل بر اساس رابطه (۱) به شرح ذیل بیان می‌شود:

$$TR = TVC + QR + R^W + R^{nW} \quad (1)$$

که در آن (TR) درآمد کل برابر است با مجموع هزینه‌های متغیر کل (TVC)، شبه رانت‌های معمولی (QR)، رانت‌های مرتبط با آب (R^W) و رانت‌های غیر مرتبط با آب (R^{nW}) [Young \(۲۰۱۴\)](#). رابطه (۱) را می‌توان برای (R^W) به صورت رابطه (۲) و به شکل زیر بازنویسی کرد:

$$R^W = TR - TVC - QR - R^{nW} \quad (2)$$

[Young و Loomis \(۲۰۱۴\)](#) بیان کردند "در زمینه‌های کاربردی، R^W باکم کردن تمام هزینه‌های غیرآبی تولید (که شامل اجاره‌های غیرآبی به عنوان پرداختی به صاحبان منابع کمیاب می‌شود) از کل درآمدهای تخمینی محاسبه می‌شود". حاصل تقسیم R^W بر کل مقدار آب مصرفی، ارزش اقتصادی هر واحد آب مصرفی را نشان می‌دهد.

روش باقیمانده بر این اصل استوار است که سهم نهاده موردنظر (در اینجا آب) به عنوان بخشی از ارزش افزوده محاسبه می‌شود که پس از کسر سهم سایر نهاده‌ها (مانند نیروی کار، سرمایه و سایر هزینه‌ها) باقی می‌ماند. به عبارت دیگر، سهم آب معادل تفاوت میان ارزش افزوده کل و مجموع هزینه‌های سایر نهاده‌ها است. در تحلیل سهم نهاده‌ها از ارزش افزوده تولید، تعیین سهم دقیق و تفکیک شده سایر نهاده‌ها (مانند نیروی کار، سرمایه و ...) به صورت کامل و بدون ابهام تقریباً غیرممکن است؛ زیرا عوامل متعددی مانند کمبود داده‌های دقیق، همپوشانی نقش نهاده‌ها و پیچیدگی ساختارهای تولیدی، دقت تفکیک را محدود می‌کنند. این عدم قطعیت به ویژه در شرایطی که بازارهای رقابتی کامل برای نهاده‌ها وجود ندارد، برجسته‌تر می‌شود. با این حال، روش باقیمانده به عنوان روشی معتبر و شناخته شده در ادبیات علمی، به دلیل توانایی آن در تفکیک سهم نهاده مورد مطالعه با کمترین ابهام و فرضیات کمتر، توصیه می‌شود. در این روش، هدف تفکیک دقیق سهم هر نهاده از ارزش افزوده تولید شده است. برای این

منظور، ابتدا باید سهم تمام نهاده‌ها و هزینه‌های مرتبط به درستی از ارزش افزوده کل جدا شود تا سهم نهاده آب به صورت دقیق و قابل دفاع به دست آید. در این چارچوب، کسر مؤلفه‌های زیر اهمیت ویژه‌ای دارد:

جبران خدمات^{۱۹}: این بخش هزینه‌های مربوط به نیروی کار را شامل می‌شود. با کسر این مقدار از ارزش افزوده، سهم نیروی انسانی به صورت مستقل و دقیق جدا می‌شود و از آنجایی که نیروی کار به عنوان یک نهاده کلیدی و مستقل شناخته می‌شود، این کسر سبب می‌شود تا از تخصیص اشتباه سهم به سایر نهاده‌ها جلوگیری شود.

مازاد عملیاتی^{۲۰}: مازاد عملیاتی نشان‌دهنده سود یا درآمد خالص بنگاه پس از پرداخت هزینه‌های مستقیم است. کسر مازاد عملیاتی به تفکیک سهم واقعی عوامل سرمایه‌ای و نهاده‌های غیرمشهود کمک می‌کند و از افزایش نادرست سهم آب یا سایر نهاده‌ها جلوگیری می‌نماید.

استهلاک^{۲۱}: استهلاک نمایانگر کاهش ارزش سرمایه فیزیکی طی دوره است. کسر این مقدار باعث می‌شود سهم هزینه سرمایه‌ای به طور دقیق از ارزش افزوده جدا شود و به اشتباه به سهم نهاده آب یا دیگر نهاده‌ها افزوده نشود.

خالص مالیات^{۲۲}: حذف این مقدار از ارزش افزوده باعث می‌شود که ارزش افزوده واقعی تولید بدون تأثیر خالص مالیات محاسبه شود و سهم نهاده‌ها باتوجه به هزینه‌های واقعی، بهتر برآورد شود.

روش باقیمانده، با کسر اجزای شناخته شده ارزش افزوده شامل جبران خدمات نیروی کار، مازاد عملیاتی، استهلاک و خالص مالیات، باعث حذف هزینه‌های مرتبط با سایر نهاده‌ها و عوامل تولید می‌شود و به تفکیک دقیق تر سهم نهاده آب کمک می‌کند. به این ترتیب، سهم آب به عنوان نهاده‌ای مستقل و واقعی تر در فرآیند تولید تعیین می‌شود و ابهامات ناشی از تخصیص نادرست هزینه‌ها کاهش می‌یابد. این فرآیند موجب می‌شود سهم باقی مانده که عمده‌تاً مربوط به نهاده مورد مطالعه (آب) است، با دقت بیشتری برآورد شود؛ بنابراین، اگرچه امکان تعیین کامل و دقیق سهم سایر نهاده‌ها محدود است، اما روش باقیمانده به عنوان یک چارچوب تحلیلی مستحکم و قابل دفاع، پایه‌ای قوی برای سیاست‌گذاری مدیریت منابع آب و بهینه‌سازی مصرف آن در بخش‌های مختلف به شمار می‌رود. بنابر توضیحات بیان شده، فرضیه‌های اصلی مطالعه برای محاسبه سهم نهاده آب و حذف هزینه‌های سایر نهاده‌ها، در روش باقیمانده به شرح زیر بیان می‌شود:

الف- فرض می‌شود که ارزش افزوده هر بخش اقتصادی می‌تواند به صورت تفکیکی به سهم عوامل تولید مختلف از جمله نیروی کار، سرمایه، آب و سایر نهاده‌ها تخصیص یابد.

ب- فرض شد که بازار نیروی کار رقابتی است و دستمزدها بازتاب‌دهنده ارزش نهایی نیروی کار در تولید هستند. داده‌ها در سطح کدهای ISIC دورقمی از داده‌های طرح آمارگیری مرکز آمار ایران استخراج شد.

ج- به منظور دقت در محاسبه اجزای ارزش افزوده، اجزای آن به جز سهم نهاده آب، شامل جبران خدمات نیروی کار (حقوق و دستمزد)، مازاد عملیاتی (سود)، استهلاک دارایی ها و خالص مالیات به طور دقیق محاسبه و از ارزش افزوده کل کسر می شود.

د- داده های رسمی هزینه انرژی شامل برق، گاز، سوخت و سایر حامل ها (از داده های آمار کارگاه های صنعتی) لحاظ شد. با وجود یارانه های بودن قیمت انرژی، فرض شد این هزینه های ثبت شده نشان دهنده بار مالی واقعی بنگاه بوده اند.

ه- فرض عدم وجود بازار رقابتی برای آب، در شرایطی که بازار رقابتی برای نهاده آب وجود ندارد و قیمت رسمی یا بازار مشخصی تعریف نشده است، سهم آب در ارزش افزوده نمی تواند مستقیماً از طریق قیمت بازار تعیین شود؛ بنابراین روش باقیمانده با حذف سایر نهاده ها، سهم آب را به صورت تقریبی و بر اساس داده های اقتصادی موجود استخراج می کند.

و- سرکوب حداقلی سهم سایر نهاده ها؛ این روش با کسر کامل جبران خدمات نیروی کار، مازاد عملیاتی، استهلاک و خالص مالیات، سهم باقی مانده را که بیشتر مربوط به آب است، مشخص می سازد. هرچند تعیین دقیق سهم سایر نهاده ها با ابهاماتی همراه است، ولی این روش نسبت به سایر مدل ها دقت و واقع گرایی بیشتری دارد و از بزرگ نمایی سهم آب جلوگیری می کند.

بر اساس این الگو، در روش باقیمانده برای برآورد ارزش آب در مصارف صنعتی، ابتدا همه ارزش نهاده های فعالیت صنعتی به غیر از هزینه آب؛ که شامل ارزش مواد خام و اولیه، لوازم بسته بندی، ابزار و وسایل کار کم دوام، مواد مصرفی غذای طبخ شده توسط کارگاه، لوازم مصرفی برای تعمیر اساسی اموال سرمایه ای، هزینه انرژی مصرف شده و همچنین پرداختی بابت خدمات صنعتی می شود؛ از ارزش ستانده کسر می شود تا ارزش افزوده که شامل هزینه آب می باشد؛ به دست آید. سپس مقادیر جبران خدمات، مازاد عملیاتی، استهلاک و خالص مالیات محاسبه می شود و مجموع آن ها از ارزش افزوده به دست آمده از مرحله قبل، کسر می شود. به این ترتیب کل ارزش آب محاسبه می شود. در نهایت با تقسیم کل ارزش آب بر میزان آب مصرفی برحسب مترمکعب، ارزش هر مترمکعب آب به دست خواهد آمد. از این رو در مطالعه حاضر که از اطلاعات موجود و داده های گرفته شده از طرح آمارگیری کارگاه های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر مرکز آمار ایران در دوره ۱۳۸۱-۱۳۹۸ استفاده شده است؛ این شیوه به کار گرفته شده است. اطلاعات مربوط به جبران خدمات شاغلین و خالص مالیات از داده های طرح آمارگیری کارگاه های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر مرکز آمار ایران در دوره ۱۳۸۱-۱۳۹۸ استخراج شد. استهلاک طبق ماده ۱۵۱ قانون مالیات های مستقیم بر اساس روش نزولی برابر ۱۲ درصد ارزش دفتری تشکیل سرمایه در سال محاسبه شده است. برای محاسبه مازاد عملیاتی در این مطالعه، ابتدا از جداول داده - ستانده آماری سال ۱۳۹۵ مرکز آمار ایران، سهم مازاد عملیاتی از

ارزش افزوده برای کل صنعت تولید و برای ۴ کد منتخب استخراج و متناسب با سهم به دست آمده، مازاد عملیاتی از ارزش افزوده فعالیت های صنعتی مندرج در داده های کارگاه های صنعتی مرکز آمار ایران، استخراج گردیده است. همچنین باتوجه به اینکه آمار میزان مصرف آب در داده های صنعتی مرکز آمار برای بازه مورد مطالعه به دلیل مشکلات متعدد در نحوه محاسبه، قابل اعتماد و استناد جهت استفاده در محاسبات نبود، از این رو در این پژوهش، میزان مصرف آب از داده های موجود در شرکت مدیریت منابع آب ایران و شرکت آب منطقه ای اصفهان استخراج شد. ضابطه شماره ۴۷۵ - الف با عنوان راهنمای برآورد ارزش اقتصادی آب در مصارف صنعتی که تحت استاندارد شماره ۲۱۱ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی در سال ۱۴۰۱ منتشر شده و با همکاری دفتر استانداردهای معاونت امور آب و آبفای وزارت نیرو تدوین شده است، الگوی عملی شیوه به کارگیری روش باقیمانده را با استفاده از اطلاعات موجود کشور در طرح آمارگیری کارگاه های صنعتی مرکز آمار ایران، تشریح نموده است.

برای صحت سنجی این روش در کاربرد مورد نظر مقاله حاضر، به عنوان نمونه می توان به مطالعه [تهامی پور \(۱۳۹۵\)](#) اشاره کرد که از همین روش برای برآورد ارزش اقتصادی آب در بخش صنایع تولید مواد شیمیایی استفاده کرده است. در آن مطالعه، مقادیر به دست آمده از روش باقیمانده با نتایج حاصل از روش اقتصادسنجی توابع تولید و هزینه قابل مقایسه است. نتایج آن پژوهش نشان داد ارزش اقتصادی آب به ترتیب برابر با ۳۶/۶۹۷ ریال (روش تابع تولید) و ۳۵/۸۶۷ ریال (روش باقیمانده) به ازای هر مترمکعب است که انطباق نسبی آن ها را تأیید می کند. در مطالعه دیگری که توسط [Ward و Michelsen \(۲۰۰۲\)](#) انجام شده است، از همین روش برای برآورد ارزش اقتصادی آب در بخش کشاورزی ایالت نیومکزیکو استفاده کردند. در آن مطالعه، مقادیر به دست آمده با نتایج حاصل از روش های جایگزین مانند قیمت سایه ای آب و مقایسه با داده های بازار ثانویه آب مقایسه و انطباق نسبی آن ها تأیید شد. همچنین، در مطالعه ای مشابه در بخش صنعت توسط [Rogers و همکاران \(۱۹۹۸\)](#) روش باقی مانده به عنوان یک ابزار معتبر برای استخراج ارزش اقتصادی آب در فرآیندهای صنعتی معرفی شده و دقت آن در شرایط داده ای مشابه با ایران (نظام یارانه ای و اطلاعات ناقص) مورد تأیید قرار گرفته است.

موضوع دیگر که در اینجا قابل بیان است در ارتباط با داده های طرح آمارگیری کارگاه های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر مرکز آمار ایران می باشد که تنها داده های جامع موجود در کشور برای برآورد ارزش اقتصادی آب در فرآیندهای تولید صنعت کشور است. داده های در دسترس، به جز سال های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ یا به تفکیک استان های کشور و یا به تفکیک فعالیت (کد ISIC) در سطح ملی تدوین شده بود. با این وصف امکان بررسی روندها و تغییرات ارزش اقتصادی آب صنعتی در سال های گذشته برای هیچ فعالیت صنعتی خاص در سطح غیر ملی وجود نداشت. از این رو با پیگیری محقق و همکاری

بخش صنعت مرکز آمار ایران، داده‌های کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر بر اساس تفکیک فعالیت استان برای کدهای ISIC دورقمی، آماده شد و در حال حاضر از طریق درگاه ملی آمار ایران قابل دسترسی شده است که داده‌های مربوط به استان اصفهان برای انجام این تحقیق، استفاده شد. در جدول (۳) طبقه‌بندی مربوط به کدهای ISIC دورقمی صنعت تولید (Manufacturing sector)، بر اساس آخرین ویرایش (rev.4) ارائه می‌شود.

بخش صنعت مرکز آمار ایران، داده‌های کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر بر اساس تفکیک فعالیت استان برای کدهای ISIC دورقمی، آماده شد و در حال حاضر از طریق درگاه ملی آمار ایران قابل دسترسی شده است که داده‌های مربوط به استان اصفهان برای انجام این تحقیق، استفاده شد. در جدول (۳) طبقه‌بندی مربوط به کدهای ISIC دورقمی صنعت تولید (Manufacturing sector)، بر اساس آخرین ویرایش (rev.4) ارائه می‌شود.

جدول ۳ - کدهای دورقمی طبقه‌بندی استاندارد بین‌المللی صنایع (ISIC) برای بخش صنعت (ویرایش ۴)

کد ISIC	صنعت
۱۰	تولید محصولات غذایی
۱۱	تولید نوشیدنی‌ها
۱۲	تولید محصولات دختانی
۱۳	تولید منسوجات
۱۴	تولید پوشاک
۱۵	تولید چرم و محصولات وابسته
۱۶	تولید چوب و محصولات چوبی و چوب‌پنبه‌ای به جز مبلمان؛ تولید محصولات از نی و مواد حصیری
۱۷	تولید کاغذ و محصولات کاغذی
۱۸	چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده
۱۹	تولید کک و فرآورده‌های حاصل از پالایش نفت
۲۰	تولید مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی
۲۱	تولید داروها، مواد شیمیایی دارویی و محصولات گیاهی دارویی
۲۲	تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی
۲۳	تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی
۲۴	تولید فلزات پایه
۲۵	تولید محصولات فلزی ساخته شده، به جز ماشین‌آلات و تجهیزات
۲۶	تولید محصولات رایانه‌ای، الکترونیکی و نوری
۲۷	تولید تجهیزات برقی
۲۸	تولید ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر
۲۹	تولید وسایل نقلیه موتوری، یدک‌کش‌ها و نیمه‌یدک‌کش‌ها
۳۰	تولید سایر تجهیزات حمل و نقل
۳۱	تولید مبلمان
۳۲	سایر صنایع تولیدی
۳۳	تعمیر و نصب ماشین‌آلات و تجهیزات

هرچه بهتر موضوع، مقادیر مربوط به سهم آب مصرفی، کل ارزش تولیدی و ارزش افزوده کدهای چهارگانه محاسبه و ارائه شده است.

نتایج و بحث

ارزش تولیدی بخش صنعت استان اصفهان در سال ۱۳۹۸ از مرز ۲۳۰۰ تریلیون ریال عبور کرده است. شکل (۱) ارزش تولیدی سهم بخش صنعت استان اصفهان را از ارزش تولیدی صنعت کشور و سهم کدهای منتخب را در تولید ارزش محصول و ارزش افزوده استان اصفهان بر اساس متوسط مقادیر در دوره ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۸ نشان می‌دهد. تولید ارزش اقتصادی سهم ۴ کد منتخب در این پژوهش حدود ۷۸ درصد کل ارزش تولیدی بخش صنعت استان اصفهان و سهم ارزش افزوده ۴ کد منتخب ۷۳ درصد کل ارزش افزوده صنعت استان اصفهان بوده است. در ضمن این چهار کد منتخب

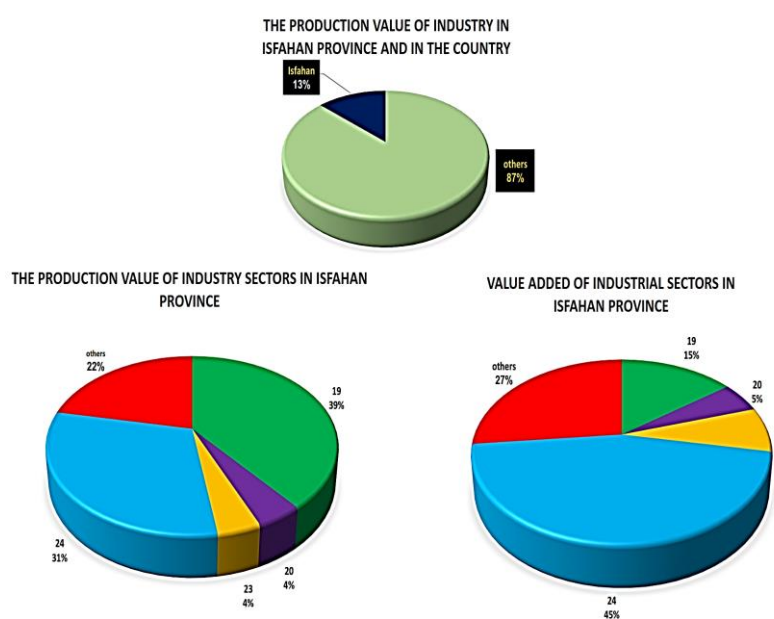
به این ترتیب در این پژوهش برای تعیین ارزش اقتصادی آب در صنایع بزرگ حوضه زاینده‌رود از روش ارزش‌گذاری باقیمانده برای کل صنعت استان اصفهان و همچنین برای ۴ کد ISIC دورقمی شامل کد ۱۹ (تولید کک و فرآورده‌های نفتی)، کد ۲۰ (مواد شیمیایی و فرآورده‌های شیمیایی)، کد ۲۳ (محصولات کانی غیرفلزی) و کد ۲۴ (فلزات اساسی)؛ استفاده شده است. تقریباً اکثر صنایع بزرگ در حوضه زاینده‌رود در این ۴ کد قرار دارند و از سوی دیگر، این ۴ کد مهم‌ترین مصرف‌کنندگان آب صنعتی در حوضه زاینده‌رود بوده و به‌تنهایی ۸۵٪ سهم مصرف آب در بخش‌های مختلف صنعتی استان اصفهان را به خود اختصاص داده‌اند. از این رو علاوه بر حضور صنایع بزرگ حوضه زاینده‌رود در کدهای بیان‌شده، یکی از دلایل انتخاب این چهار کد از میان ۲۴ کد ISIC دورقمی صنعت تولید، سهم قابل توجه آب مصرفی در این صنایع بوده است. دلیل بعدی مربوط به اهمیت اقتصادی ویژه این چهار شاخه صنعت تولید و سهم عمده آن‌ها از کل ارزش تولیدی و ارزش افزوده صنعت استان اصفهان است که در بخش بعد (نتایج) به‌منظور تبیین

به کل هزینه های تولید صنعت طی دوره مورد مطالعه نشان داده شده است.

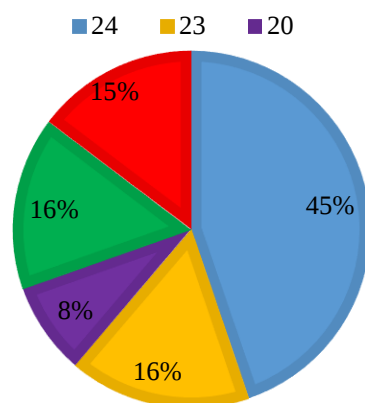
همان طور که در قبل آمد، در این کار ارزش اقتصادی آب در صنعت استان و ۴ کد منتخب در دوره ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۸ با استفاده از روش باقیمانده محاسبه شد. به منظور حذف اثر تورم و ایجاد یک دید مبتنی بر ارزش حال آب در صنایع بزرگ حوضه، مقادیر ارزش ریالی آب با استفاده از شاخص قیمت تولیدکننده بخش صنعت در محصولات کارخانه ای، برای سال ۱۴۰۳ تعدیل شد.

حدود ۸۵ درصد کل آب مصرفی بخش صنعت استان اصفهان را به خود اختصاص داده اند. شکل (۲) سهم آب مصرفی بخش های صنعت استان اصفهان را نشان می دهد. در شکل (۳) روند ارزش تولیدی کدهای منتخب در دوره ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۸ نمایش داده شده است.

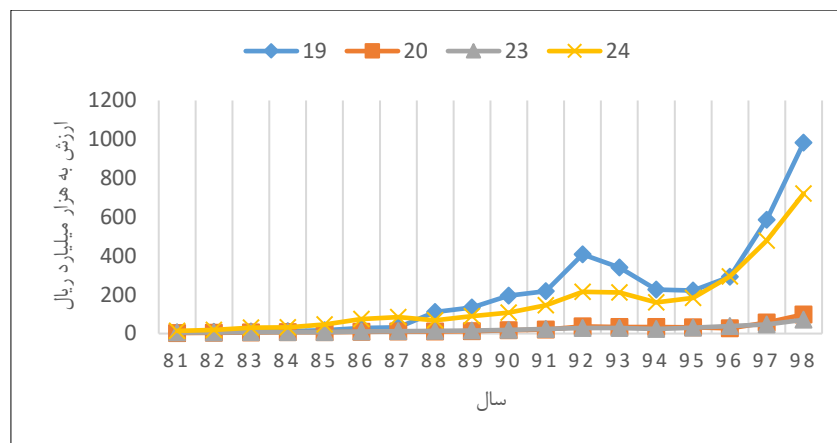
هزینه پرداختی برای آب در فرآیند تولید صنعت استان اصفهان در دوره ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۸ بین ۰/۰۵ تا ۰/۲۵ درصد کل هزینه های تولید صنعت و به طور متوسط کمتر از ۰/۲ درصد کل هزینه های تولید بوده است. در جدول (۴) و شکل (۴) هزینه پرداختی برای آب و نسبت هزینه پرداختی برای آب



شکل ۱- ارزش تولید در بخش صنعت استان اصفهان و در کدهای منتخب



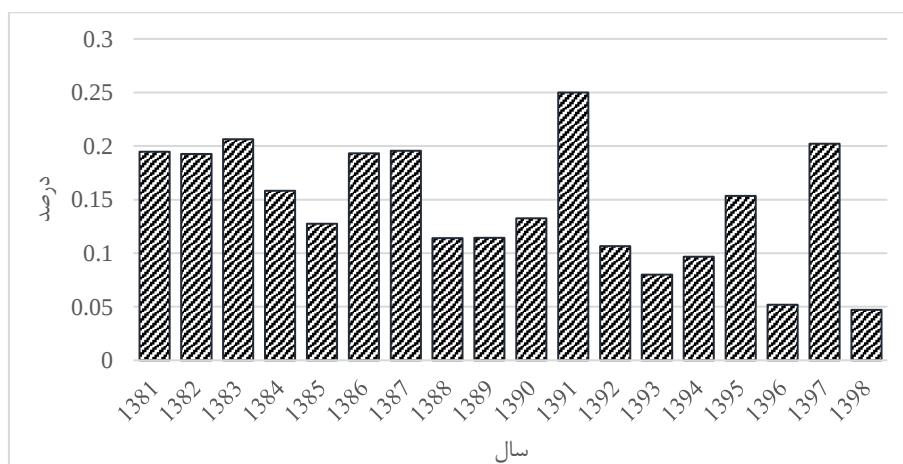
شکل ۲- سهم مصرف آب در بخش های مختلف صنعتی استان اصفهان



شکل ۳- ارزش تولید در چهار کد منتخب

جدول ۴- نسبت هزینه آب به کل هزینه تولید (بخش صنعت)

سال	هزینه‌های تولید (هزار میلیارد ریال)	هزینه پرداختی برای آب (هزار میلیارد ریال)	نسبت هزینه آب به کل هزینه (%)
۱۳۸۱	۲۵	۰/۰۴۹	۰/۱۹
۱۳۸۲	۳۲	۰/۰۶۲	۰/۱۹
۱۳۸۳	۴۱	۰/۰۸۵	۰/۲۱
۱۳۸۴	۴۵	۰/۰۷۲	۰/۱۶
۱۳۸۵	۶۹	۰/۰۸۷	۰/۱۳
۱۳۸۶	۹۹	۰/۱۹۱	۰/۱۹
۱۳۸۷	۱۱۰	۰/۲۱۵	۰/۲۰
۱۳۸۸	۱۹۷	۰/۲۲۵	۰/۱۱
۱۳۸۹	۲۴۵	۰/۲۸۰	۰/۱۱
۱۳۹۰	۳۲۰	۰/۴۲۵	۰/۱۳
۱۳۹۱	۳۹۸	۰/۹۹۵	۰/۲۵
۱۳۹۲	۶۴۳	۰/۶۸۴	۰/۱۱
۱۳۹۳	۵۸۹	۰/۴۷۸	۰/۰۸
۱۳۹۴	۴۵۳	۰/۴۳۸	۰/۱۰
۱۳۹۵	۴۶۳	۰/۷۱۰	۰/۱۵
۱۳۹۶	۶۰۸	۰/۳۱۶	۰/۰۵
۱۳۹۷	۱۰۷۶	۲/۱۷۶	۰/۲۰
۱۳۹۸	۱۸۱۱	۰/۸۵۵	۰/۰۵

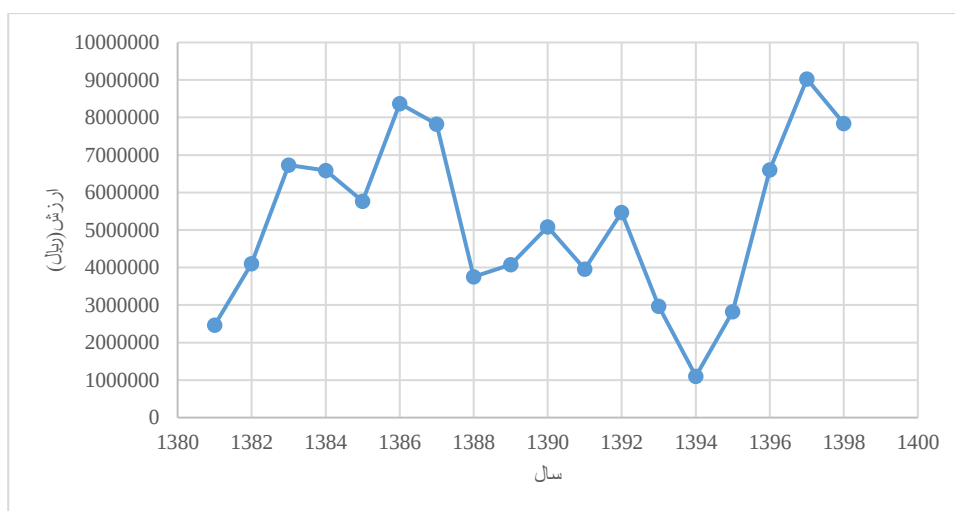


شکل ۴- نسبت هزینه آب به کل هزینه تولید در صنعت استان اصفهان (به درصد)

برای تعدیل نتایج به سال ۱۴۰۳، با استفاده از جداول آماری شاخص قیمت تولید کننده محصولات صنعتی کشور به تفکیک سال و بخش‌های اصلی بر مبنای سال پایه ۱۳۹۵ برابر با ۱۰۰، تهیه شده توسط مرکز آمار ایران، شاخص قیمت تولید کننده هر بخش صنعت برای تمام سال‌های دوره محاسبه ارزش اقتصادی آب شامل ۱۳۸۱-۱۳۹۸ استخراج شد. شاخص قیمت تولیدکننده هر بخش در سال ۱۴۰۳ نیز از همین جدول‌ها استخراج شد. برای هر سال در هر بخش صنعت با ضرب ارزش اقتصادی آب محاسبه شده، در حاصل تقسیم شاخص قیمت تولیدکننده بخش مربوط به آن در سال ۱۴۰۳ بر متناظر آن در سال موردنظر، ارزش تعدیل شده برای سال ۱۴۰۳ به دست آمد. رابطه (۳) نحوه محاسبه ارزش‌های اقتصادی تعدیل شده آب برای سال ۱۴۰۳ را نشان می‌دهد:

$$AV_{1403} = \left(\frac{PPI_{1403}}{PPI_n} \right) * EV_n \quad (3)$$

که در آن (AV_{1403}) ارزش اقتصادی تعدیل شده آب برای سال ۱۴۰۳، برابر است با حاصل ضرب ارزش اقتصادی آب محاسبه شده در سال n (EV_n)، در نسبت شاخص قیمت تولید کننده در سال ۱۴۰۳ (PPI_{1403})، به شاخص قیمت تولید کننده متناظر در سال PPI_n می‌گویند. سال n شامل هر یک از سال‌های دوره ۱۳۸۱-۱۳۹۸ بوده است. نتایج مربوط به آن در جدول (۵) و شکل (۵) آورده شده است. بر این اساس در دوره مورد مطالعه، ارزش متوسط به حال شده آب برای هر مترمکعب آب در کل صنعت استان اصفهان برابر $۵/۲۵۴/۷۰۲$ ریال، در کد ۱۹ (تولید کک و فرآورده‌های نفتی تصفیه شده) برابر $۵/۴۷۲/۳۴۲$ ریال، در کد ۲۰ (تولید مواد شیمیایی و فرآورده‌های شیمیایی) برابر $۲/۳۸۳/۰۶۷$ ریال، در کد ۲۳ (ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی) برابر $۲/۳۷۷/۸۳۸$ ریال و در کد ۲۴ (ساخت فلزات اساسی) برابر $۶/۹۴۷/۱۹۰$ ریال بوده است.



شکل ۵- ارزش جاری آب در بخش صنعت (ریال)

در این پژوهش ارزش اقتصادی آب در صنایع با هزینه پرداختی برای آب نیز در دوره مورد مطالعه، بررسی و مقایسه شد که نتایج مربوط به آن در جدول (۶) و شکل (۶) آورده شده است. بر این اساس نسبت هزینه پرداختی برای آب در فرآیند

تولید صنعت استان اصفهان به ارزش آب در دوره مورد مطالعه بین کمتر از ۰/۶ درصد تا ۵/۳۵ درصد بوده است و متوسط نسبت پرداختی برای آب به ارزش آب در دوره برابر ۱/۸۷ درصد بوده است.

جدول ۵- میانگین ارزش جاری آب در بخش صنعت و چهار کد منتخب (ارزش‌ها به ده هزار ریال)

صنعت	کد ۱۹	کد ۲۰	کد ۲۳	کد ۲۴
۵۲۵/۵	۵۴۷/۲	۲۳۸/۳	۲۳۷/۸	۶۹۴/۷

جدول ۶- هزینه پرداختی برای آب نسبت به ارزش آب در بخش صنعت

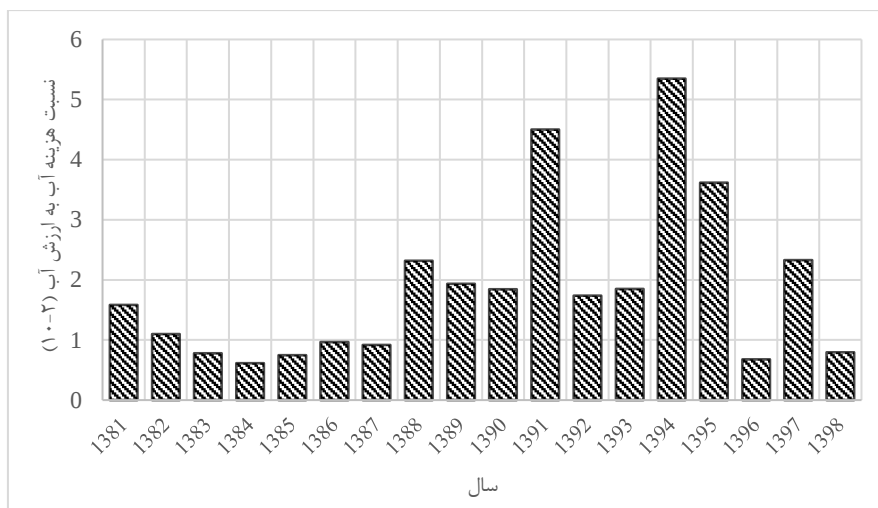
سال	ارزش کل آب (میلیون ریال)	هزینه پرداختی برای آب (میلیون ریال)	نسبت هزینه آب به ارزش آب (۱۰ ^{-۲})
۱۳۸۱	۳/۰۷۵/۸۶۶	۴۸/۶۳۰	۱/۵۸
۱۳۸۲	۵/۶۷۶/۸۴۱	۶۲/۳۳۷	۱/۱۰
۱۳۸۳	۱۰/۹۰۹/۷۲۳	۸۴/۸۵۴	۰/۷۸
۱۳۸۴	۱۱/۷۲۱/۷۱۷	۷۱/۸۶۳	۰/۶۱
۱۳۸۵	۱۱/۷۱۸/۶۹۶	۸۷/۲۹۷	۰/۷۴
۱۳۸۶	۱۹/۸۰۲/۷۷۵	۱۹۰/۶۹۹	۰/۹۶
۱۳۸۷	۲۳/۵۳۰/۴۷۷	۲۱۵/۳۹۹	۰/۹۲
۱۳۸۸	۹/۶۹۵/۵۳۱	۲۲۴/۵۵۵	۲/۳۲
۱۳۸۹	۱۴/۴۴۴/۶۷۹	۲۷۹/۶۹۹	۱/۹۴
۱۳۹۰	۲۳/۰۱۱/۹۱۲	۴۲۴/۸۴۸	۱/۸۵
۱۳۹۱	۲۲/۱۰۱/۶۰۸	۹۹۴/۸۲۵	۴/۵۰
۱۳۹۲	۳۹/۳۹۵/۳۷۶	۶۸۴/۴۶۰	۱/۷۴
۱۳۹۳	۲۵/۸۳۲/۹۲۴	۴۷۷/۶۵۴	۱/۸۵
۱۳۹۴	۸/۱۹۱/۰۲۴	۴۳۷/۸۶۶	۵/۳۵
۱۳۹۵	۱۹/۶۴۲/۴۶۴	۷۱۰/۴۶۲	۳/۶۲
۱۳۹۶	۴۶/۴۵۹/۹۸۳	۳۱۶/۰۰۹	۰/۶۸
۱۳۹۷	۹۳/۴۶۶/۹۶۵	۲/۱۷۵/۹۴۵	۲/۳۳
۱۳۹۸	۱۰۷/۶۹۹/۴۳۴	۸۵۴/۹۸۵	۰/۷۹

بیان شده محاسبه و با مقادیر متناظر در سال های دوره مقایسه شد. رابطه (۴) نحوه محاسبه میزان افزایش در کل هزینه تولید صنعت را نشان می دهد:

$$\% \text{ increase in TMC} = \left(\frac{TMC_v - TMC_p}{TMC_p} \right) * 100 \quad (4)$$

که در آن (TMC_v) کل هزینه تولید تحت سناریوی اعمال ارزش اقتصادی واقعی آب به عنوان تعرفه و (TMC_p) کل هزینه تولید با تعرفه های جاری آب است. نتایج نشان داد سناریوی تغییر قیمت آب از تعرفه معمول به ارزش اقتصادی واقعی آب، منجر به افزایش متوسط ۵/۶ درصدی در هزینه های تولید در دوره ده ساله از ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۸ می شود. جدول (۷) میزان تغییرات در هزینه تولید ناشی از تغییر تعرفه آب از تعرفه های جاری به ارزش اقتصادی واقعی آب را در سال های ۱۳۸۹-۱۳۹۸ را نشان می دهد.

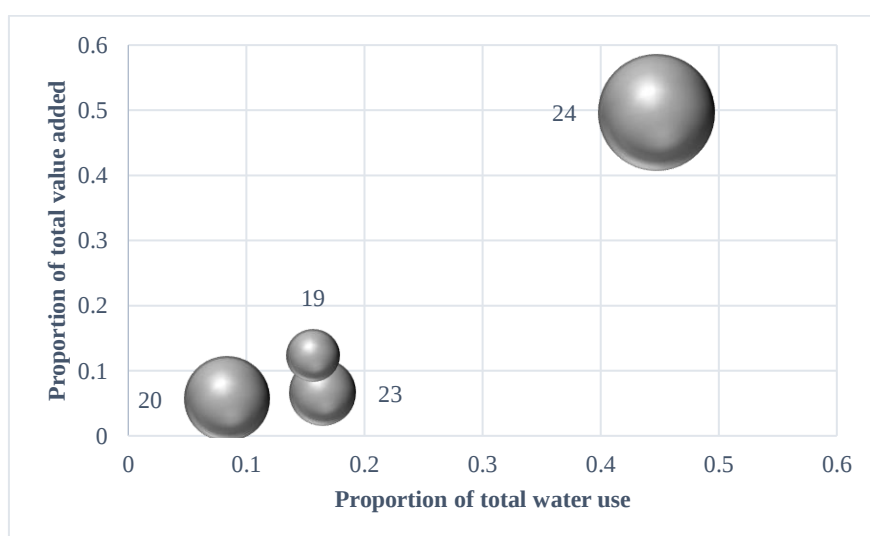
برای تحلیل تأثیر این سناریو که اگر ارزش اقتصادی واقعی آب به عنوان تعرفه از صنایع دریافت شود، سهم هزینه آب در ساختار هزینه های صنایع چند درصد خواهد شد و بررسی این موضوع که تحت این سناریو که اعمال ارزش اقتصادی واقعی آب به عنوان تعرفه را جایگزین تعرفه های جاری می نماید، کل هزینه تولید در صنعت استان اصفهان در مقایسه با وضعیت موجود تا چه میزان افزایش خواهد یافت؛ یک دوره ده ساله از ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۸، بررسی و مطالعه شد. بر اساس نتایج، سهم هزینه پرداختی برای آب در ساختار هزینه تولید صنعت استان اصفهان با تعرفه های جاری در دوره ده ساله از ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۸، به طور متوسط ۱/۲ درصد بوده است در حالی که سهم هزینه آب در ساختار هزینه تولید در صورت اعمال ارزش اقتصادی واقعی آب به عنوان تعرفه در همین دوره به طور متوسط برابر ۵/۴ درصد خواهد شد. همچنین برای بررسی تحلیل تأثیر اجرای این سناریو بر افزایش کل هزینه تولید در صنعت استان اصفهان، کل هزینه تولید تحت سناریوی



شکل ۶- نسبت هزینه آب به ارزش آب در بخش صنعت

جدول ۷- میزان تغییرات در هزینه تولید ناشی از تغییر تعرفه آب در بخش صنعت

سال	تغییر در هزینه تولید (۱۰ ^{-۲})
۱۳۸۹	۵/۸
۱۳۹۰	۷/۱
۱۳۹۱	۵/۳
۱۳۹۲	۶
۱۳۹۳	۴/۲
۱۳۹۴	۱/۷
۱۳۹۵	۴/۱
۱۳۹۶	۷/۶
۱۳۹۷	۸/۵
۱۳۹۸	۵/۹



شکل ۷- ارزش آب درکدهای منتخب بر اساس سهم مصرف آب و سهم تولید ارزش افزوده

به علاوه در این کار، ارزش آب باتوجه به سهم هر بخش از تولید ارزش افزوده و از کل آب مصرفی در فرآیند تولید برای سال ۱۳۹۸، مقایسه شد نتایج آن در شکل (۷) آمده است. بر این اساس مشخص شد از نظر نسبت تولید ارزش افزوده به مصرف آب، کد ۲۴ (تولید فلزات اساسی) بالاترین عملکرد را در میان ۴ کد منتخب، داشته است.

همان گونه که نتایج نشان داد ارزش اقتصادی آب در صنایع مختلف منطقه با بیشترین ارزش در صنعت فلزات اساسی (۶۹۵ هزار ریال) و کمترین در صنعت مواد شیمیایی (۲۳۸ هزار ریال) در هر مترمکعب آب به طور قابل توجهی متفاوت است. ارزش اقتصادی آب به دلیل عوامل مختلفی از جمله نقشی که آب در فرآیندهای تولید ایفا می کند، هزینه های منابع جایگزین و ماهیت خاص وابستگی هر صنعت به آب، در صنایع مختلف به طور قابل توجهی متفاوت است. در مجموع ارزش اقتصادی آب توسط تعامل پیچیده ای از عواملی مانند میزان آب بر بودن صنعت، جایگزینی، کمبود، مقررات، موقعیت مکانی، میزان و نحوه وابستگی صنعت به آب، سهم اقتصادی کلی و حاشیه سود صنعت و همچنین نوآوری های فناورانه شکل می گیرد.

همان گونه که در بخش مرور ادبیات آمد، نتایج برآورد ارزش اقتصادی آب در ادبیات مورد بررسی، مقادیر متفاوتی را نشان می دهد. در اینجا، برای انجام یک مقایسه بین ارزش های تخمین زده شده، نتایج بر مبنای دلار بیان می شود. به عنوان مثال [Lall و Wang \(۲۰۰۲\)](#)، ارزش اقتصادی آب در صنایع چین را در محدوده ۰/۰۰۷ تا ۳/۹۵ دلار در هر مترمکعب، برآورد نموده اند. [Yoo و Ku \(۲۰۱۲\)](#) ارزش اقتصادی آب در صنعت تولید کره جنوبی را در بازه ۰/۳۴ تا ۱۱/۰۱ دلار بر مترمکعب، تخمین زده اند. [Revollo-Fernández و همکاران \(۲۰۲۰\)](#)، ارزش اقتصادی آب در صنایع تولیدی واقع در حوضه دره مکزیک را در محدوده ۲/۳ تا ۲۰/۱ دلار در هر مترمکعب برآورد کرده اند. همچنین [Revollo-Fernández و همکاران \(۲۰۱۸\)](#)، ارزش اقتصادی آب در صنایع تولیدی در حوضه رودخانه سن خوان را بین ۰/۹ تا ۱۵/۴ دلار بر مترمکعب، تخمین زده اند. در ایران نیز کارهای مطالعاتی [تهامی پور و همکاران \(۱۳۹۷\)](#) و [تهامی پور \(۱۳۹۵\)](#)، ارزش اقتصادی آب صنعتی را در بازه ۳/۱ تا ۱۰/۸ دلار برای هر مترمکعب آب، نشان می دهند. [Mousavi و همکاران \(۲۰۲۱\)](#)، ارزش اقتصادی آب در بخش صنعت در حوضه دریاچه ارومیه را ۰/۳ دلار به ازای هر مترمکعب برآورد کرده است و مطالعه [محبی و همکاران \(۲۰۲۲\)](#)، ارزش اقتصادی آب در صنایع تولیدی استان یزد را از ۱/۹ تا ۱۶ دلار در هر مترمکعب نشان داده است. مطالعه حاضر، ارزش اقتصادی آب در صنایع حوضه زاینده رود را در سال ۱۴۰۳ برای هر مترمکعب آب برای کل صنعت استان حدود ۵۲۵ هزار تومان (معادل ۷/۵ دلار) و برای صنایع مختلف در بازه ای بین ۲۳۸ هزار تومان تا ۶۹۵ هزار تومان معادل ۳/۴ تا ۹/۹ دلار، برآورد کرده است که در

مقایسه با سایر مطالعات مشابه داخلی و بین المللی بیان شده در این پژوهش، مقادیر منطقی و متعارفی را نشان می دهد.

نتیجه گیری

در سال های اخیر، ارزش گذاری اقتصادی منابع طبیعی، به ویژه آب، به عنوان ابزاری کلیدی برای بهبود حکمرانی و پایداری در مدیریت منابع مطرح شده است ([Garrick و همکاران، ۲۰۲۰](#)). درک صحیح از ارزش اقتصادی آب می تواند تخصیص بهینه آن در بخش های مختلف اقتصادی را تسهیل کرده و در طراحی سیاست های حمایتی، قیمت گذاری کارا و ارزیابی پروژه های تأمین و بازیافت آب مؤثر باشد ([Grafton و همکاران، ۲۰۲۱](#)). همچنین، ارزش گذاری آب می تواند به تشکیل بازارهای آب و افزایش بهره وری آن کمک کند و دید مناسبی برای صنایع و مشاغل در مورد منافع بلندمدت و پایداری فراهم آورد. این پژوهش با استفاده از روش باقیمانده برای برآورد ارزش اقتصادی آب در صنایع بزرگ حوضه زاینده رود انجام شده است ([Ward و Michelsen، ۲۰۰۲](#)).

یافته ها نشان داد در سال ۱۴۰۳، ارزش اقتصادی آب در کل صنعت استان اصفهان برابر ۵/۲۵۴/۷۰۲ ریال، در کد ۱۹ (تولید کک و فرآورده های نفتی تصفیه شده) برابر ۵/۴۷۲/۳۴۲ ریال، در کد ۲۰ (تولید مواد شیمیایی و فرآورده های شیمیایی) برابر ۲/۳۸۳/۰۶۷ ریال، در کد ۲۳ (ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی) برابر ۲/۳۷۷/۸۳۸ ریال و در کد ۲۴ (ساخت فلزات اساسی) برابر ۶/۹۴۷/۱۹۰ ریال بوده است.

در دوره مورد بررسی، سهم هزینه پرداختی برای آب در هزینه کل تولید کمتر از ۰/۲ درصد بوده است، در حالی که صنایع به طور متوسط تنها ۰/۰۲ از ارزش اقتصادی آب را به عنوان هزینه پرداخت کرده اند. این نشان دهنده بهای پایین آب در صنایع استان و نیاز به اصلاح در نظام قیمت گذاری آب است. مطالعات نشان می دهند واقعی سازی قیمت ها می تواند موجب صرفه جویی و بهبود بهره وری آب شود. [قیادی و مریدی \(۱۴۰۲\)](#) مطالعات بین المللی نیز نشان می دهند قیمت گذاری ناکافی آب صنعتی باعث بروز استفاده غیر کارآمد، تخریب منابع و تشدید بحران های آبی می شود. تجربیات کشورهای مانند استرالیا و اسرائیل نشان می دهند قیمت گذاری واقعی همراه با مشوق های فناورانه می تواند بهره وری را افزایش دهد ([Garrick و همکاران، ۲۰۱۷](#)).

در تحلیل بهره وری، صنعت فلزات اساسی بهترین عملکرد را در مصرف آب داشته است، اما برای ارزیابی بهره وری آبی باید به عوامل اقتصادی، محیط زیستی و اجتماعی نیز توجه شود. به طور کلی، توجه به کارایی فنی بدون در نظر گرفتن ارزش اقتصادی و اثرات اجتماعی ممکن است به تخصیص غیر بهینه منابع منجر شود ([Grafton و همکاران، ۲۰۱۸](#))؛ [Lankford و همکاران \(۲۰۱۳\)](#)؛ [Molle و Berkoff \(۲۰۰۷\)](#). برای بهره وری بهتر آب در صنایع، سیاست گذاران باید شاخص های

مختلفی مانند ارزش اجتماعی آب، اشتغال‌زایی و اثرات محیط‌زیستی را در نظر بگیرند.

در این پژوهش، برخی محدودیت‌ها وجود دارد که یکی از مهمترین چالش‌های اصلی در این پژوهش، محدودیت در دسترسی به داده‌های دقیق و جامع اطلاعات آمار اقتصادی صنایع مختلف و اطلاعات مرتبط با مصرف آب در این صنایع بود. مورد دیگر مربوط به محدودیت بازه زمانی موردبررسی است، این پژوهش تنها به دوره زمانی ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۸ پرداخته است، وجود آمار در بازه‌های طولانی‌تر می‌توانست تغییرات بلندمدت‌تر در سیاست‌گذاری‌های آبی و تأثیرات آن‌ها را بهتر آشکار سازد. باتوجه به محدودیت‌های ذکرشده و همچنین نیاز به پژوهش‌های تکمیلی در این حوزه، برخی از پیشنهادها برای مطالعات آتی به شرح زیر بیان می‌شود:

برای دستیابی به نتایج دقیق‌تر، نیاز به جمع‌آوری و تدوین آمار و اطلاعات صنعت کشور برای ایجاد داده‌های جزئی‌تر، دقیق‌تر و بهنگام در سطح استانی و صنعتی وجود دارد. سیاست‌های تبعیض قیمت بر اساس نوع صنعت در این پژوهش پیشنهادشده است، مطالعات آینده می‌توانند به‌طور دقیق‌تر تأثیرات این سیاست‌ها را بر روی صنایع کوچک و صنایع مصرف بالای آب بررسی کنند. بررسی امکان پیاده‌سازی بازار آب برای خریدوفروش منابع آبی میان صنایع و بخش‌های مختلف اقتصادی می‌تواند موضوعی ارزشمند برای پژوهش‌های آینده باشد. پژوهش‌های آینده باید به‌طور خاص به تحلیل تأثیرات اجتماعی و محیط‌زیستی تغییرات قیمت آب بپردازند. انجام تحقیقات گسترده‌تر در این زمینه می‌تواند به سیاست‌گذاران و مدیران منابع آبی کمک کند.

سناریوهای سیاستی برای تعرفه‌گذاری آب صنعتی

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد در صورت تغییر قیمت آب صنعتی به سطح واقعی آن، هزینه تولید در صنایع بزرگ حوضه زاینده‌رود حدود ۵/۶ درصد افزایش می‌یابد. این تغییر قیمت، در بلندمدت می‌تواند به بهبود بهره‌وری آب و استفاده بهینه از منابع آبی منجر شود، اما برای پذیرش این تغییرات در کوتاه‌مدت، نیاز به یک دوره زمانی مناسب و سیاست‌های حمایتی برای تطبیق صنایع با تغییرات جدید خواهد بود. در این زمینه، سه سناریوی سیاستی مختلف پیشنهاد می‌شود.

سناریو نخست، اصلاح تدریجی تعرفه‌گذاری آب به‌صورت پلکانی است. در این سناریو، تعرفه‌های آب به‌طور تدریجی افزایش می‌یابند تا صنایع با ظرفیت‌های مختلف، زمان لازم برای تطبیق خود با قیمت‌های جدید را داشته باشند. بر اساس یافته‌های این پژوهش، افزایش ۵/۶ درصدی در هزینه تولید نشان می‌دهد که صنایع در کوتاه‌مدت قادر به پذیرش این تغییرات نیستند و ازاین‌رو باید به‌طور پلکانی و با افزایش تدریجی تعرفه‌ها این سیاست اجرایی شود. در خصوص مزایای سناریوی پیشنهادی می‌توان به امکان پذیرش تدریجی تغییرات قیمت برای صنایع، حفظ پایداری اقتصادی در کوتاه‌مدت و افزایش انگیزه‌ها برای بهبود بهره‌وری و استفاده از

تکنولوژی‌های کم‌آب‌بر اشاره کرد و در مقابل می‌توان معایبی چون افزایش هزینه‌های تولید که ممکن است به‌طور موقت فشارهایی را بر صنایع وارد کند و نیاز به نظارت دقیق بر روند اجرای این سیاست؛ را مترتب دانست.

سناریوی دوم بر ایجاد یک نظام تعرفه‌گذاری تبعیضی بین صنایع مختلف تأکید دارد. در این سناریو، قیمت آب برای صنایع بزرگ و باارزش اقتصادی بالا، به‌طور قابل‌توجهی افزایش خواهد یافت، درحالی‌که برای صنایع کوچک‌تر و نیازمند حمایت، تعرفه‌های پایین‌تر در نظر گرفته می‌شود. این سیاست به‌ویژه برای صنایعی که نیاز به حمایت و تکنولوژی‌های نوین دارند، می‌تواند مؤثر واقع شود. این سیاست، همان‌طور که در بسیاری از کشورهای پیشرفته مشاهده می‌شود، می‌تواند به افزایش بهره‌وری آب، حفظ اشتغال و توسعه صنایع نوین کمک کند. از مزایای این سیاست می‌توان به مواردی چون حمایت از صنایع نوآور و کم‌آب‌بر، کاهش خطر تعطیلی صنایع کوچک‌تر، تشویق به استفاده از فناوری‌های تصفیه پساب و کاهش فشار بر منابع آبی اشاره نمود. البته اتخاذ این سیاست می‌تواند معایبی ازجمله پیچیدگی در پیاده‌سازی و نظارت بر اجرای تبعیض قیمت و احتمال ایجاد نابرابری‌های جدید در بخش‌های صنعتی را هم به همراه داشته باشد.

در سناریوی سوم، تعرفه‌های آب برای صنایع آب‌بر و بزرگ، به‌ویژه صنایعی که قادر به سرمایه‌گذاری در سیستم‌های تصفیه پساب هستند، افزایش می‌یابد. این صنایع می‌توانند بخشی از آب موردنیاز خود را از منابع غیرمتعارف مانند سیستم‌های تصفیه فاضلاب تأمین کنند. درعین‌حال، صنایع کوچک‌تر که وابستگی کمتری به آب دارند یا از فناوری‌های کم‌آب‌بر استفاده می‌کنند، می‌توانند از تعرفه‌های پایین‌تر بهره‌مند شوند. این سیاست همچنین می‌تواند صنایع بزرگ را تشویق کند تا در زمینه فناوری‌های بازچرخانی آب و تصفیه پساب سرمایه‌گذاری کنند. مزایای این سیاست شامل افزایش بهره‌وری آب در صنایع بزرگ، تشویق به استفاده از فناوری‌های نوین و کاهش مصرف آب و کاهش فشار بر منابع آبی از طریق استفاده از پساب خواهد بود و می‌تواند معایبی نیز چون نیاز به سرمایه‌گذاری بالا برای صنایع در بخش فناوری‌های تصفیه پساب و احتمال ایجاد نابرابری در تأمین منابع آب برای صنایع مختلف را در پی داشته باشد.

درمجموع، تغییر تعرفه‌های آب به ارزش اقتصادی واقعی باعث افزایش هزینه‌های تولید می‌شود، اما در بلندمدت موجب بهبود بهره‌وری و کاهش هدر رفت آب خواهد شد. صنایع بزرگ‌تر قادر به تحمل هزینه‌های بیشتر هستند، اما صنایع کوچک نیاز به حمایت دولتی دارند. ایجاد تفاوت در تعرفه‌ها می‌تواند عدالت در تخصیص منابع آب را افزایش دهد و فشار بر صنایع کوچک‌تر را کاهش دهد. این سیاست‌ها باید طوری طراحی شوند که موجب نابرابری‌های اجتماعی و اقتصادی نشوند. اصلاح تدریجی تعرفه‌ها و سیاست تبعیض

- Enteshari, S., Safavi, H. R., & van der Zaag, P. (2020). Simulating the interactions between the water and the socio-economic system in a stressed endorheic basin. *Hydrological Sciences Journal*, 65(13), 2159–2174.
<https://doi.org/10.1080/02626667.2020.1802027>.
- FAO. (2021). The value of water: Valuing water and water-related ecosystem services. Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, Rome, Italy.
- Garrick, D., O'Donnell, E., & Moore, B. (2017). Water markets in the Global South: Trends, drivers and impacts. *Environmental Research Letters*, 12(4), 044008.
<https://doi.org/10.4337/9781788976930.00010>.
- Gibbons, D. C. (1986). The economic value of water. Resources for the Future. RFF Press. New York, USA.
- Grafton, R. Q., Sarah Ann Wheeler (2018). Economics of Water Recovery in the Murray-Darling Basin, Australia. *Annual Review of Resource Economics*, 10, 487–510.
<https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100517-023039>.
- Grafton, R. Q., Chu, H. L., & Wyrwoll, P. (2021). The paradox of water pricing: dichotomies, dilemmas, and decisions. *Oxford Review of Economic Policy*, 36(1), 86–107.
<https://doi.org/10.1093/oxrep/grz030>.
- Grafton, R. Q., Manero, A., Chu, L., & Wyrwoll, P. (2023). The price and value of water: An economic review. Cambridge Prisms: Water. Cambridge University Press. Cambridge, UK,
<https://doi.org/10.1017/wat.2023.2>.
- Grafton, R. C. (2006). Water resource economics: The analysis of scarcity, policies, and projects. MIT Press. Cambridge, Massachusetts, USA.
- Howitt, R. E. (1995). Positive mathematical programming. *American Journal of Agricultural Economics*, 77(2), 329–342.
<https://doi.org/10.2307/1243543>
- Irfeey, A. M. M., Alotaibi, B. A., Najim, M. M., & Shah, A. A. (2023). Water valuation in urban settings for sustainable water management. *Water*, 15(17), 3105.
<https://doi.org/10.3390/w15173105>
- Ktori, R., van Loosdrecht, M. C., & Xevgenos, D. (2025). Economic evaluation of water and resource recovery plants: A novel perspective on levelized cost. *Desalination*, 599, 118475.
<https://doi.org/10.1016/j.desal.2024.118475>
- Ku, S. J., & Yoo, S. H. (2012). Economic value of water in the Korean manufacturing industry. *Water Resources Management*, 26(1), 81–88.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11269-011-9905-z>
- قیمت، می‌تواند به بهره‌وری بیشتر آب و کاهش هدررفت منابع کمک کند.
- تهامی‌پور زرنندی، مرتضی. (۱۳۹۵). ارزش اقتصادی، رویکردی برای مدیریت تقاضای آب در مصارف صنعتی مطالعه موردی: صنایع تولید مواد شیمیایی. نشریه آب و فاضلاب، ۲۸(۱)، ۷۴–۸۳.
<https://doi.org/10.22093/wwj.2017.39476>
- تهامی‌پور زرنندی، مرتضی، خزایی، علیرضا، و کولیوند، فتنه. (۱۳۹۸). تحلیل نظام تعرفه و ارزش اقتصادی آب در بخش صنعت ایران، فصلنامه آب و توسعه پایدار، ۶(۳)، ۳۰–۱۹.
<https://doi.org/76788i6v.jwsd10.22067>
- قبادی، شهرام، و مریدی، علی. (۱۴۰۲). ارزش‌گذاری اقتصادی آب. مدیریت آب و آبیاری، ۱۳(۱)، ۱–۱۶.
<https://doi.org/10.22059/jwim.2022.342815.992>
- محبی، حسن، انصاری سامانی، حبیب، حاج‌امینی، مهدی، و مرادی، غلامحسین. (۱۴۰۱). برآورد ارزش اقتصادی آب در صنایع استان یزد: رهیافت ارزش تولید نهایی آب. فصلنامه سیاست‌های مالی و اقتصادی، ۱۰(۳۹)، ۱۱۷–۱۴۱.
<http://qjefp.ir/article-1-1427-fa.html>
- مهندسین مشاور اینتر ۳. (۱۳۹۲). مطالعات طرح جامع منابع آب حوضه آبریز زاینده رود، شرکت آب منطقه‌ای اصفهان، اصفهان، ایران.
- مهندسین مشاور یکم. (۱۳۹۲). بهنگام‌سازی طرح جامع آب کشور (حوضه آبریز گاوخونی)، گزارش نهایی مطالعات اقتصادی، وزارت نیرو، تهران، ایران.
- Abbas, F., Al-Naemi, S., Farooque, A. A., & Phillips, M. (2023). A review on the water dimensions, security, and governance for two distinct regions. *Water*, 15(1), 208.
<https://doi.org/10.3390/w15010208>.
- Briscoe, J., & de Ferranti, D. (1988). Water for rural communities: Helping people help themselves. International Bank for Reconstruction and Development. The World Bank. 121, Washington, DC 20433.
- Brouwer, R., & Pearce, D. (2005). Cost-benefit analysis and water resources management, Edward Elgar Publishing. London, UK.
- Chambers, R. G. (1988). Applied production analysis: A dual approach, Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Elmulthum, N. A., Zeineldin, F. I., Al-Khateeb, S. A., Al-Barrak, K. M., Mohammed, T. A., Sattar, M. N., & Mohmand, A. S. (2023). Water use efficiency and economic evaluation of the hydroponic versus conventional cultivation systems for green fodder production in Saudi Arabia. *Sustainability*, 15(1), 822.
<https://doi.org/10.3390/su15010822>.

- Valley of Mexico Basin, Mexico. *Water Resources and Economics*, 30, 100138. <https://doi.org/10.1016/j.wre.2019.01.004>
- Rodrigues, G. C., da Silva, F. G., & Coelho, J. C. (2021). Determining farmers' willingness to pay for irrigation water in the Alentejo Region (Southern Portugal) by the residual value method. *Agronomy*, 11(1), 142. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010142>
- Rogers, P., Bhatia, R., & Huber, A. (1998). *Water as a social and economic good: How to put the principle into practice*. Stockholm, Sweden. PP 40.
- Rosegrant, M. W., & Binswanger, H. P. (1994). Markets in tradable water rights: Potential for efficiency gains in developing country water resource allocation. *World Development*, Elsevier, 22(11), 1613–1625. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(94\)00075-1](https://doi.org/10.1016/0305-750X(94)00075-1)
- Sadoulet, E., & de Janvry, A. (1995). *Quantitative development policy analysis*. Johns Hopkins University Press. Baltimore, USA. PP 397.
- Tsur, Y., & Dinar, A. (1997). On the relative efficiency of alternative methods for pricing irrigation water and their implementation. *World Bank Economic Review*, 11(2), 243–262. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.232800>
- Vadez, V., Pilloni, R., Grondin, A., Hajjarpoor, A., Belhoucette, H., Brouziyne, Y., Chehbouni, G., Kharrou, M.H., Zitouna-Chebbi, R., Mekki, I., & Molénat, J., & Bossuet, J. (2023). Water use efficiency across scales: From genes to landscapes. *Journal of Experimental Botany*, 74(16), 4770–4788. <https://doi.org/10.1093/jxb/erad052>
- Wang, H., & Lall, S. (2002). Valuing water for Chinese industries: A marginal productivity analysis. *Applied Economics*, 34(6), 759–765. <https://doi.org/10.1080/00036840110054044>
- Ward, F. A., & Michelsen, A. M. (2002). The economic value of water in agriculture: Concepts and policy applications. *Water Policy*, 4(5), 423–446. [https://doi.org/10.1016/S1366-7017\(02\)00039-9](https://doi.org/10.1016/S1366-7017(02)00039-9)
- Young, R. A. (2005). *Determining the economic value of water: Concepts and methods (2nd Edition)*. Resources for the Future. Washington DC, USA.
- Young, R. A., & Loomis, J. B. (2014). *Determining the economic value of water: Concepts and methods (2nd Edition)*. Routledge, New York. <https://doi.org/10.4324/9780203784112>
- Ziaei, L. (2020). Zayandeh Rud River basin: A region of economic and social relevance in the central plateau of Iran. In *Standing up to climate change: Creating prospects for a sustainable future in Rural Iran* (pp. 91-105). https://doi.org/10.1007/978-3-030-50684-1_5
- Lankford, B. (2013). Does improved irrigation efficiency save water? , PP. 40, Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. Cairo, Egypt.
- LIU, W. Z., Tang, L., Wang, X. Q., & Wang, J. H. (2019). Estimating economic value of irrigation water and analysis of influencing factors: A case study based on residual value method and farmers' data in Guanzhong area of Shaanxi. *Journal of Natural Resources*, 34(3), 553–562. <https://doi.org/10.31497/zrzyxb.20190309>
- Lowe, B. H., Zimmer, Y., & Oglethorpe, D. R. (2022). Estimating the economic value of green water as an approach to foster the virtual green-water trade. *Ecological Indicators*, 136, 108632. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108632>
- Meran, G., Siehlow, M., & von Hirschhausen, C. (2021). Integrated water resource management: Principles and applications. In G. Meran et al., *The economics of water: Rules and institutions*. Springer, 23–121. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-48485-9_3
- Mishra, R. K. (2023). Fresh water availability and its global challenge. *British Journal of Multidisciplinary and Advanced Studies*, 4(3), 1–78. <https://doi.org/10.37745/bjmas.2022.0208>
- Molle, F., & Berkoff, J. (2007). *Water productivity in agriculture: Limits and opportunities for improvement*. International Water Management Institute. Sri Lanka, PP 342.
- Mousavi, S. M., Sarai Tabrizi, H., & Talachi Langroudi, H. (2021). Investigation of economic value of water in environmental, agricultural and industrial uses (Case study: Urmia Lake catchment). *Man and the Environment*, 19(3), 79–95. <https://doi.org/10.30495/wej.2022.27984.2314>
- Parra-Orobio, B. A., Soto-Paz, J., Ramos-Santos, A., Sanjuan-Quintero, K. F., Saldaña-Escorcia, R., Dominguez-Rivera, I. C., & Sánchez, A. (2023). Assessment of the water footprint in low-income urban neighborhoods from developing countries: Case study Fátima (Gamarra, Colombia). *Sustainability*, 15(9), 7115. <https://doi.org/10.3390/su15097115>
- Revollo-Fernández, D. A., Rodríguez-Tapia, L., & Morales-Novelo, J. A. (2018). Economic value of the water in the manufacturing industry in the San Juan River hydrological sub-region, Mexico. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 9(5), 218–245. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2018-05-09>
- Revollo-Fernández, D. A., Rodríguez-Tapia, L., & Morales-Novelo, J. A. (2020). Economic value of water in the manufacturing industry located in the

1. Benefit transfer
2. Benefit function transfer/meta-analysis
3. Residual method
4. Mathematical programming
5. Value-added approach
6. Computable general equilibrium models (CGE)
7. Alternative cost method
8. Compensation of Employees
9. Operating Surplus
10. Depreciation
11. Net Taxes
12. Inductive methods
13. Deductive methods
14. Observed water market transactions
15. Production and Cost functions
16. Travel cost method (TCM)
17. Hedonic pricing method (HPM)
18. Averting behavior
19. Damage cost approach
20. Contingent valuation method (CVM)
21. Choice modeling (CM)
22. Urban water demand estimation