

برآورد ارزش اقتصادی آب در صنایع استان یزد: رهیافت ارزش تولید نهایی آب

حسن محبی

کارشناس ارشد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، یزد، ایران
mohebbihassan137320@gmail.com

حبيب انصاری سامانی

دانشیار دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، یزد، ایران (نویسنده مسئول)
h.samani@yazd.ac.ir

مهندی حاجامینی

استادیار دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، یزد، ایران
hajamini.mehdi@yazd.ac.ir

غلامحسین مرادی

دانشیار دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران
moradi@yazd.ac.ir

مسئله تخصیص بهینه منابع آب بهویژه برای استان کم آب یزد اهمیت ویژه‌ای دارد. برای تخصیص بهینه لازم است بهای آب متناسب با ارزش اقتصادی آن باشد. بر این اساس، پژوهش حاضر ارزش اقتصادی آب مصرفی صنایع استان یزد را برآورد می‌کند. تابع تولید کاب-داگلاس، ترانسندنتال، ترانسلوگ، درجه دوم تعیین یافته و ثابتیت تعیین یافته با استفاده از روش داده‌های تابلویی برای ۱۱ کد صنعتی طی دوره ۱۳۷۵-۱۳۹۴ برآورد شدند. یافته‌ها نشان می‌دهد که تعریف آب بسیار کوچکتر از میانگین ارزش تولید (یا درآمد) نهایی آب در ۱۱ فعالیت صنعتی استان است. پس اولاً از حیث عدالت، بنگاه‌های صنعتی سود ویژه‌ای (رات) دریافت می‌کنند و انگیزه بیشتری برای توسعه صنایع آب برق و کمتر کاربر وجود دارد. ثانیاً از منظر کارایی بنگاه‌ها، مصرف بیش از حد بهینه از آب و همچنین استفاده از تکنولوژی‌های قدیمی و آب برق و حتی مقاومت در برابر اصلاحات ساختاری عقلانی است. بنابراین تعديل قیمت آب (البته با رعایت الزامات و سیاست‌های مکمل) از حیث عدالت، کارایی و مزیت نسبی منطقی است.

طبقه‌بندی JEL: Q25, L00

واژگان کلیدی: تابع تولید، ارزش تولید نهایی، آب، فعالیت صنعتی.

۱. مقدمه

مسئله آب یک مخاطره جهانی است؛ متنها با توجه به موقعیت جغرافیایی ایران و خشک‌سالی‌های اخیر، اهمیت این مسئله برای اقتصاد ایران بیش از پیش مشخص شده است. در این میان، شواهد نشان می‌دهد که استان یزد در مقایسه با استان‌های دیگر شرایط ویژه‌ای دارد.

از یک سو، نام استان یزد از دیرباز با صنعت و فعالیت‌های تولیدی همراه بوده و در حال حاضر نزدیک به ۳۶۷۵ واحد تولیدی و صنعتی دارای پروانه بهره‌برداری وجود دارد که در این میان صنایع نساجی و کاشی و سرامیک از نظر قدمت، ارزش افزوده و تعداد زیاد کارخانه از جایگاه ویژه‌ای برخوردارند (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۴). از سوی دیگر، یزد با ۵۱/۳ میلی‌متر بارندگی سالانه بعد از زاهدان کم‌بارش‌ترین استان و با میانگین دما ۲۰/۵ درجه سلسیوس بالاترین دما را بعد از بندرعباس، اهواز و بوشهر دارد (سالنامه آماری، ۱۳۹۹).

بر اساس آنچه بیان شد، مسئله تخصیص بهینه منابع آب برای استان یزد از جهت تولید صنعتی بسیار اهمیت دارد. تخصیص بهینه آب نیازمند این است که بهای آب مناسب با ارزش اقتصادی آن باشد. ولی در ایران و طبیعتاً در استان یزد سازوکار بازاری برای آب وجود ندارد. پس در اختیار داشتن اطلاعاتی از ارزش اقتصادی آب به تصمیم‌گیرندگان این امکان را می‌دهد که سیاست‌های مناسبی در جهت توسعه، حفاظت، تخصیص و استفاده بهینه از آب دنبال کنند.

در همین راستا، پژوهش حاضر وضعیت صنایع استان را از نظر مصرف و ارزش تولید نهایی آب بررسی می‌کند. سؤال اولیه این پژوهش این است که ارزش تولید نهایی آب در صنایع استان یزد چقدر است؟ پاسخ به این سؤال، روشن کننده وضعیت ساختار صنایع آب بر در استان‌های کم آب خواهد بود و می‌تواند شواهدی در رد یا تأیید این ادعا باشد که توسعه صنایع با منافع حاصل از ارزش‌گذاری کمتر از حد منابع آبی ارتباط دارد.

پس با تمرکز بر بخش صنعت استان یزد در سطح کدهای دورقمی برای اولین بار به برآورد ارزش اقتصادی آب صنعت با روش تابع تولید پرداخته می‌شود که تحلیل دقیقی از رانت موجود در آب مصرفی صنایع و دلایل شکل‌گیری ساختار صنعتی آب بر در ایران ارائه می‌کند.

ساختار پژوهش به این صورت است که در بخش بعد، ادبیات موضوع مرور می‌شود. بخش روش‌شناسی شامل توابع تولید و همچنین وضعیت صنعت استان یزد از حیث به کارگیری نهاده‌های نیروی کار و آب است. گزارش و تحلیل یافته‌های تجربی در بخش چهارم آمده و سرانجام نیز نتیجه‌گیری و پیشنهادهای سیاستی ارائه می‌شود.

۲. ادبیات موضوع

۱-۱. ارزش اقتصادی نهاده تولید

طبق اصول اقتصاد خرد، بنگاه‌ها با توجه به ارزش محصول تولیدی اقدام به خرید نهاده‌های تولیدی می‌کنند. آب نیز همانند سایر نهاده‌های تولیدی (نیروی کار، سرمایه و انرژی) است. بنابراین اگر بازاری برای آب برقرار باشد، قیمت شکل گرفته در این بازار منعکس کننده بهایی است که تقاضاکنندگان و عرضه کنندگان مایلند برای خرید و فروش هر متر مکعب از حجم آب مبالغه شده پردازنند و ارزش اقتصادی آب تلقی می‌شود.

به هر حال در برخی کشورها از جمله ایران دولت عرضه کننده عمدۀ و اصلی آب است و قیمت گذاری منابع آبی عموماً بر مبنای ملاک‌های قانونی، اداری و مالی انجام می‌گیرد. در نتیجه، ارزش اقتصادی آب نامشخص خواهد بود. یکی از ملاک‌های قیمت گذاری می‌تواند همان ارزشی باشد که تقاضاکنندگان آب حاضرند بر اساس شرط حداقل‌سازی سود پردازنند. در فرایند تولید با n نهاده متغیر تابع سود عبارت است از:

$$\text{Max } \pi = p(y).f(x_1, x_2, \dots, x_n) - \sum_{i=1}^n (w_i(x_i).x_i) - F, \quad (1)$$

که در آن π سود، p قیمت محصول، y تولید، w_i قیمت نهاده x_i و F هزینه‌های ثابت است. بنگاه تقاضاکننده نهاده‌های تولید و عرضه کننده محصول است. بنابراین بسته به اینکه شرایط بازار خرید نهاده‌ها و بازار فروش محصول چگونه باشد، چهار حالت کلی زیر ممکن است.

جدول ۱: شرایط تعادلی به کارگیری نهاده

| حالات | ساختار بازار نهاده | شرط به کارگیری بهینه |
|-------|-------------------------------|---------------------------------|
| اول | خرید رقابتی نهاده (قیمت‌پذیر) | $p \cdot MP_{x_i} = w_i$ |
| دوم | خرید رقابتی نهاده (قیمت‌پذیر) | $MR \cdot MP_{x_i} = w_i$ |
| سوم | خرید انحصاری نهاده | $p \cdot MP_{x_i} = MFC_{x_i}$ |
| چهارم | خرید انحصاری نهاده | $MR \cdot MP_{x_i} = MFC_{x_i}$ |

منبع: بر اساس بایلاس (۱۳۸۶) و واریان (۲۰۱۴)

بنگاه‌های صنعتی استان یزد آنقدر بزرگ نیستند که قدرت انحصاری در خرید نهاده داشته باشند. به علاوه، قیمت‌گذاری آب توسط دولت که عرضه‌کننده عمده و اصلی آب است انجام می‌گیرد، بنابراین بنگاه‌ها گیرنده قیمت آب هستند. پس حالت‌های سوم و چهارم کنار گذاشته می‌شوند. اگر بازار فروش محصول بنگاه رقابتی باشد، بنگاه گیرنده قیمت خواهد بود (حالت اول). اما اگر عرضه محصول انحصاری باشد، بنگاه قیمت‌گذار بوده و قیمت محصول تابعی از محصول تولیدی بنگاه خواهد بود (حالت دوم). تقاضای آب در حالت‌های اول و دوم به ترتیب بر اساس معادلات زیر قابل تعیین خواهد بود:

$$\frac{\partial \pi}{\partial x_i} = p \cdot \frac{\partial f}{\partial x_i} - w_i = 0 \rightarrow p \cdot MP_{x_i} = w_i \rightarrow VMP_{x_i} = w_i, \quad (2)$$

$$\frac{\partial \pi}{\partial x_i} = p \cdot \frac{\partial f}{\partial x_i} + \frac{\partial p}{\partial y} \cdot y - w_i = 0 \rightarrow MR \cdot MP_{x_i} = w_i \rightarrow MRP_{x_i} = w_i, \quad (3)$$

که MP_{x_i} تولید نهایی x_i و VMP_{x_i} ارزش تولید نهایی نهاده x_i و MRP_{x_i} درآمد نهایی پولی x_i است. این معادله‌ها گویای آن است که برای حداکثرسازی سود تولید کننده در بازار رقابت کامل، ارزش تولید نهایی حاصل از به کارگیری آخرین واحد از نهاده باید با قیمت آن نهاده برابر باشد؛ و البته در بازار انحصار، درآمد نهایی پولی به کارگیری آخرین واحد از نهاده باید با قیمت آن نهاده برابر باشد^۱. پس با تعیین تابع تولید و تشکیل تابع سود می‌توان برآورده از ارزش اقتصادی آب

۱. برای جزئیات رفتار حداکثرسازی سود و تقاضای نهاده‌های تولید به کتب اقتصاد خرد از جمله والراس (۱۳۸۶) فصل ۱۱ و واریان (۲۰۱۴) فصل‌های ۲۰ و ۲۷ مراجعه شود.

مصرفی بنگاه به دست آورد. سپس می‌توان برای تشخیص اثرگذاری سیاست‌های قیمتی، کشش قیمتی تقاضای آب بنگاه را نیز برآورد کرد که عبارت است از $(w_i/x_i) \cdot (\partial x_i/\partial w_i)$.

۲-۲. پیشینه پژوهش

وانگ و لال^۱ (۲۰۰۲) با استفاده از برآورد تابع تولید به تعیین ارزش اقتصادی آب در صنعت چین پرداختند. آن‌ها از توابع کاب-داگلاس، ترانسلوگ و ترانسلوگ تعیین یافته استفاده کرده و نشان دادند تابع سوم برای صنعت چین بهتر است. بر این اساس، ارزش تولید نهایی هر متر مکعب آب به طور متوسط ۲/۴۵ یوآن، کشش تولیدی آب ۰/۱۷ و میانگین کشش قیمتی تقاضا برای تمام بخش‌ها تقریباً برابر ۱- برآورد شده است.

کو و یو^۲ (۲۰۱۲) ارزش تولید نهایی آب مصرفی صنایع کره جنوبی را بر اساس دو تابع کاب-داگلاس و ترانسلوگ محاسبه کرده که به ترتیب ۲۱۸۲ و ۱۱۵۶ وون (واحد پول کره) به ازای هر تن محصول به دست آمده است. ارزش آب مصرفی صنایع مختلف بین ۴۲۸ تا ۱۳۷۶۰ وون به ازای هر تن متفاوت بوده است.

روولو-فرناندز و همکاران^۳ (۲۰۱۹) با توابع کاب-داگلاس و ترانسلوگ ارزش تولید نهایی آب را در صنایع مکزیک برآورد کردند. تابع تولید ترانسلوگ مناسب‌تر تشخیص داده شده که طبق آن ارزش اقتصادی هر متر مکعب آب ۱۹/۴ دلار آمریکا است.

واسکیوز-لوین و همکاران^۴ (۲۰۲۰) ارزش اقتصادی آب و همچنین کشش تقاضای آن را در صنعت شیلی با استفاده از تابع تولید ترانسلوگ برآورد کردند. این پژوهش اطلاعات بیش از ۱۰۰۰ کارخانه صنعتی را طی دوره ۱۹۹۵-۲۰۱۴ شامل می‌شده است. بر اساس یافته‌های این پژوهش، تقاضای آب صنعت باکشن است و هر متر مکعب آب مصرفی ارزشی برابر ۸/۰۷۱ دلار دارد.

1. Wang & lall

2. Ku & Yoo

3. Revollo-Fernández et al.

4. Vásquez-Lavin et al.

بودیستیرا و همکاران^۱ (۲۰۲۰) کشش تقاضای آب در اندونزی را با استفاده از داده‌های ماهانه مصرف آب برای دوره زمانی ژانویه ۲۰۱۲ تا سپتامبر ۲۰۱۶ برآورد کردند. طبق نتایج این پژوهش، کشش قیمتی تقاضای آب برای مصرف کنندگان خانگی ۰/۳۲ است که نشان‌دهنده کم کشش بودن تقاضاست. در مقابل، این کشش برای مصرف کنندگان صنعتی و تجاری ۱/۱۶ به دست

آمده که پرکشش بودن تقاضای این گروه را نشان می‌دهد.

شی و همکاران^۲ (۲۰۲۱) به ارزیابی بهره‌وری استفاده از آب صنعتی در چین طی دوره ۲۰۱۷–۲۰۱۳ پرداختند. یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد بازدهی کلی استفاده از آب صنعتی در استان چین از سال ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۷ نسبتاً کم بوده به طوری که به جز پنج استان، سایر استان‌ها بازدهی پایینی داشتند. همچنین بهره‌وری استفاده از منابع آب صنعتی در سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۵ روند کاهشی داشته و در سال ۲۰۱۶ تا ۲۰۱۷ افزایشی شده است. بنابراین بازدهی استفاده از آب صنعتی در ۵ سال گذشته شکل U وارونه را منعکس می‌کند.

بنابراین در سایر کشورها پژوهش‌های بسیاری ارزش اقتصادی آب مصرفی صنعت را از طریق تابع تولید برآورد کردند. در ایران نیز پژوهش‌هایی بسیاری با تکیه بر توابع تولید کاب-د‌گلاس، ترانسندنتال، ترانسلوگ، درجه دوم تعیین یافته و لئوتیف تعیین یافته انجام گرفته؛ اما تمامی آن‌ها ارزش اقتصادی آب بخش کشاورزی را محاسبه کردند. برای نمونه می‌توان به حسین‌زاد و سلامی (۱۳۸۳)، فتاحی و یزدانی (۱۳۹۰)، احسانی و همکاران (۱۳۹۱)، شرزه‌ای و امیرتیموری (۱۳۹۱)، دهقان‌پور و شیخ‌زین‌الدین (۱۳۹۲)، زارعی و همکاران (۱۳۹۳)، موسی‌وند و غفاری (۱۳۹۴)، تهامی‌پور (۱۳۹۶)، قادرزاده و جزایری (۱۳۹۷)، اسعدی و همکاران (۱۳۹۸)، رضایی و همکاران (۱۳۹۹)، بکتاش و همکاران (۱۳۹۹) و پیری و حیدری (۱۴۰۰) اشاره کرد. پس این پژوهش با تمرکز بر بخش صنعت استان یزد در سطح کدهای دورقمی برای اولین بار به برآورد ارزش اقتصادی آب صنعت با روش تابع تولید برای ایران می‌پردازد.

1. Yudhistira et al.

2. Shi et al.

۳. توابع تولید و داده‌ها

۱-۳. توابع تولید

بر اساس آنچه در ادبیات پژوهش بیان شد لازم است تابع تولید صنایع برآورده شود. تابع تولید به صورت کلی زیر تعریف می‌شود:

$$y = f(l, k, e, w), \quad (4)$$

که در آن محصول (y) تابعی است از نیروی کار (l ، موجودی سرمایه (k)، انرژی (e) و آب (w). در ادامه، پنج تابع تولید پرکاربرد در پژوهش‌های تجربی معرفی شده تا با برآورده از میان آن‌ها تابع یا تابع مناسب‌تر انتخاب شود.

تابع تولید کاب-داگلاس^۱: این تابع یکی از معروف‌ترین توابع تولید در اقتصاد است. پال داگلاس اقتصاددان آمریکایی در سال ۱۹۲۸ تابع تولیدی را با استفاده از کارهای او لیه چارلن کاب برای صنایع تولیدی پیشنهاد کرد که به تابع تولید کاب-داگلاس معروف شد (کاب و داگلاس، ۱۹۲۸) و بدین صورت است:

$$y = A \prod_{i=1}^n x_i^{\beta_i}, \quad (5)$$

که در آن A پارامتر تکنولوژی است. این تابع به صورت لگاریتمی نیز قابل ارائه است:

$$\ln y = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i \ln x_i. \quad (6)$$

در این تابع ضرایب همان کشش تولیدی نهاده‌ها هستند. همچنین این تابع ویژگی‌های یکنواختی، تقری، پیوستگی، همگنی، مشتق‌پذیری، غیر منفی بودن و غیر تهی بودن را دارد و ضرورت مصرف نهاده را به خوبی نمایان می‌سازد (گرین و همکاران^۲). البته محدودیت‌ها و کاستی‌هایی نیز دارد از جمله اینکه کشش تولیدی نهاده‌ها ثابت است، فقط یک ناحیه تولیدی را نشان می‌دهد و کشش جانشینی عوامل تولید همواره یک است (دبرتین^۳، ۱۳۷۶).

1. Cobb-Douglas

2. Griffin et al.

3. Debertin

تابع تولید ترانسندنتال (متعالی)^۱: هالت و همکاران^۲ (۱۹۵۷) این تابع را بر اساس اصلاح تابع کاب-داگلاس معرفی کردند به طوری که اولاً کشش تولیدی نهاده‌ها ثابت نباشد و ثانیاً هر سه ناحیه تولید را پوشش دهد. تابع نرانسندنتال بدین شکل است:

$$y = A \prod_{i=1}^n x_i^{\beta_i} e^{\beta_{ii}x_i}, \quad (7)$$

که کشش تولیدی به صورت $y(\beta_i/x_i + \beta_{ii})$ محاسبه می‌شود. حالت لگاریتمی این تابع عبارت است از:

$$Lny = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i \ln x_i + \sum_{i=1}^n \beta_{ii} x_i, \quad (8)$$

تابع تولید ترانسلوگ^۳: این تابع طی پژوهش‌های گریلیچز و رینگستاد^۴ (۱۹۷۱)، سارگان^۵ (۱۹۷۱)، کریستنسن و همکاران^۶ (۱۹۷۳) و برنت و کریستین^۷ (۱۹۷۳) معرفی شده است. تابع ترانسلوگ تمامی ویژگی‌های تابع تولید نئوکلاسیک -به جز شرط ضرورت- را تأمین می‌کند، هر سه ناحیه تولیدی را پوشش می‌دهد، کشش‌های جانشینی و تولیدی آن بسته به سطح مصرف نهاده‌ها تغییر می‌کنند و روابط متقابل نهاده‌ها نیز در نظر گرفته می‌شوند. تابع ترانسلوگ بدین شکل است:

$$Lny = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i \ln x_i + 0.5 \sum_{i=1}^n \beta_{ii} (\ln x_i)^2 + \sum_{i=1}^{n,i \neq j} \sum_{j=1}^{n,i \neq j} \beta_{ij} \ln x_i \cdot \ln x_j, \quad (9)$$

که به این صورت نیز نوشته می‌شود:

$$Lny = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i \ln x_i + 0.5 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \beta_{ij} \ln x_i \cdot \ln x_j, \quad \beta_{ij} = \beta_{ji} \quad (10)$$

تابع تولید درجه دوم تعمیم‌یافته^۸: این تابع همانند تابع ترانسلوگ کلیه ویژگی‌های تابع تولید نئوکلاسیک -به جز شرط ضرورت- را تأمین می‌کند، هر سه ناحیه تولیدی را شامل می‌شود

1. Transcendental
2. Halter et al.
3. Translog
4. Griliches & Ringstad
5. Sargan
6. Christensen et al.
7. Berndt & Christensen
8. Generalized quadratic

و کشش‌های تولیدی بستگی به میزان مصرف نهاده‌ها دارد و روابط متقابل نهاده‌ها نیز قابل برآورد هستند (چو و همکاران^۱، ۱۹۷۰؛ دنی^۲، ۱۹۷۴). تنها تفاوت باتابع ترانسلوگ^۳ این است که متغیرها غیرلگاریتمی هستند:

$$y = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i + 0.5 \sum_{i=1}^n \beta_{ii} x_i^2 + \sum_{i=1}^{n,i \neq j} \sum_{j=1}^{n,i \neq j} \beta_{ij} x_i x_j, \quad (11)$$

تابع تولید لئونتیف تعمیم یافته: این تابع توسط دیورت^۴ (۱۹۷۱) مطرح شده که ویژگی‌های ویژگی‌های دو تابع قبلی را دارد و به شکل زیر است:

$$y = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i^{0.5} + 0.5 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \beta_{ij} x_i^{0.5} x_j^{0.5}. \quad (12)$$

۲-۳. داده‌های پژوهش

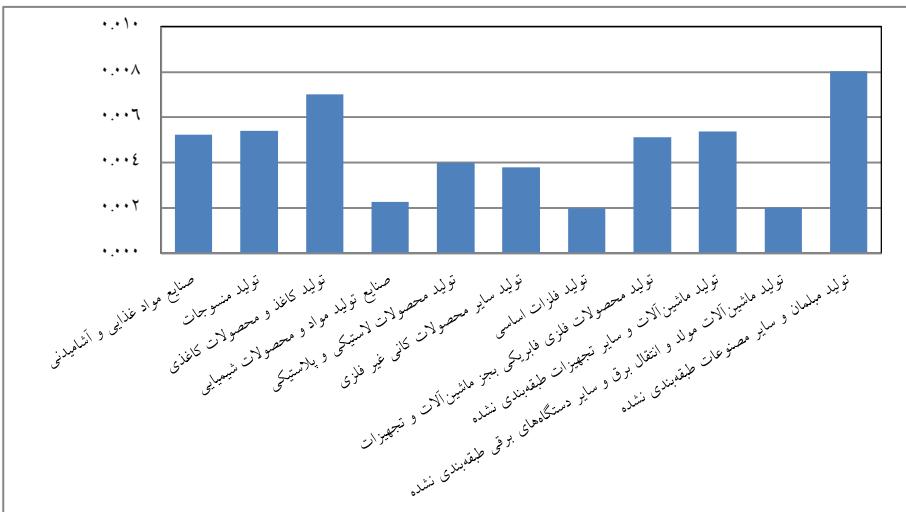
طبق کدهای دورقمی ISIC یازده فعالیت در بخش صنعت استان یزد فعالیت دارند. بنابراین داده‌های تابلویی شامل ۱۱ مقطع یا واحد است. این داده‌ها از طرح آمارگیری کارگاه‌های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر برای سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۷۴ استخراج شده‌اند.^۵ پس مجموعاً تعداد مشاهدات پژوهش ۲۳۱ مورد است. متغیرها عبارتند از: ارزش افزوده (میلیون ریال)، آب مصرفی (متر مکعب)، نیروی کار (نفر)، ارزش موجودی سرمایه (میلیون ریال) و ارزش انرژی (میلیون ریال). متغیرهای ارزش افزوده، موجودی سرمایه و انرژی با استفاده از شاخص قیمت تولید کننده با سال پایه ۱۳۹۰ حقیقی شده‌اند.

طبق نمودار ۱، صنعت تولید «مبلمان و سایر مصنوعات» بیشترین اشتغال را با توجه به ارزش افزوده داشته است. سایر صنایع به ازای هر یک میلیارد ریال ارزش افزوده به کمتر از ۷ نفر

1. Chu et al.
2. Denny
3. Generalized Leontief
4. Diewert

۵. لازم به توضیح است که در زمان انجام این پژوهش اطلاعات دورقمی کدهای ISIC برای استان یزد تا سال ۱۳۹۴ به طور مستقیم از مرکز آمار گرفته شده که امکان به روز کردن آن وجود نداشت. به هر حال در سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۵ تغییرات ساختاری خاصی در صنعت استان مشاهده نمی‌شود و در نتیجه کلیت نتایج قابل استفاده است.

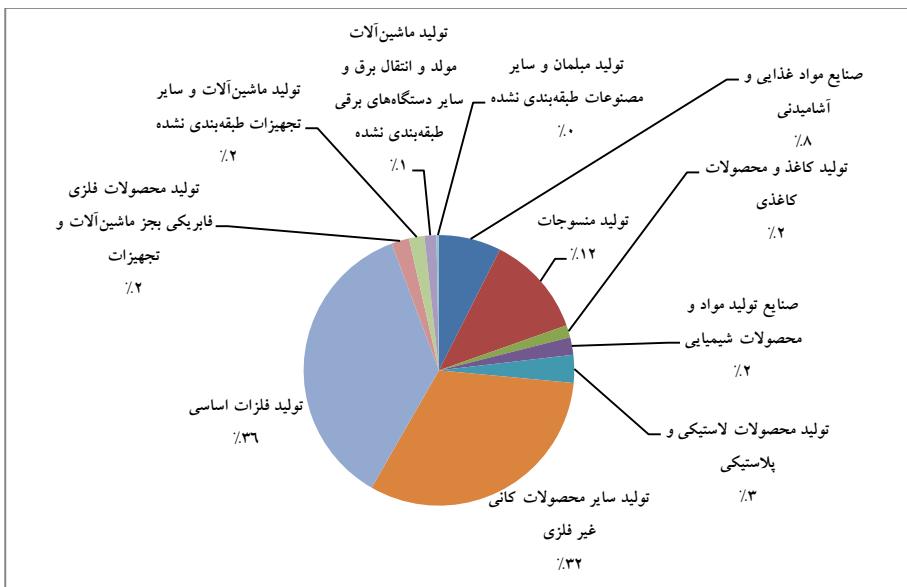
نیروی کار نیاز داشتند. صنعت تولید فلزات اساسی با توجه به ارزش افزوده بالا، کمترین میزان اشتغال را در بین صنایع داشته و دو صنعت تولید «ماشین آلات مولد و انتقال برق» و «مواد و محصولات شیمیایی» در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند.



نمودار ۱: میانگین نسبت نیروی کار به ارزش افزوده

منبع: محاسبه بر اساس طرح آمارگیری کارگاه‌های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر

سهم مصرف آب هر صنعت از مصرف آب کل صنعت به دست آمده که در نمودار ۲ ترسیم شده است. دو صنعت تولید فلزات اساسی و سایر محصولات کائی غیرفلزی ۶۸ درصد از کل مصرف آب صنعت استان یزد را به خود اختصاص دادند. در رتبه‌های بعدی تولید منسوجات و تولید مواد غذایی و آشامیدنی قرار دارند که سهم آن‌ها از مصرف آب تقریباً ۲۰ درصد است. سهم هفت صنعت باقی‌مانده تنها ۱۲ درصد است.



نمودار ۲: سهم مصرف آب صنایع از کل آب مصرفی صنایع استان یزد ۱۳۹۴-۱۳۷۴

منبع: محاسبه بر اساس طرح آمارگیری کارگاه‌های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر

۴. یافته‌های تجربی

توابع تولید پنج گانه شرح داده شده در بخش قبل برای صنایع استان یزد برآورد شدند. داده‌ها مربوط به صنایع استان یزد هستند. توابع تولید هر صنعت می‌تواند خصوصیات ویژه غیرقابل مشاهده‌ای داشته باشد. اگر این خصوصیات برای همه صنایع یکسان باشد، در این صورت رگرسیون تجمیعی^۱ استفاده می‌شود؛ در غیر این صورت، تابع تولید بایستی با لحاظ این اثرات فردی برآورد شود.

بود یا نبود اثرات فردی غیرقابل مشاهده از طریق آزمون بروش-پاگان^۲ قابل بررسی است. فرضیه صفر این است که مدل دارای اثرات فردی نیست و صنایع عرض از مبدأ یکسان دارند؛ بنابراین اگر این فرضیه رد شود، استفاده از روش حداقل مربعات معمولی برآورد تابع تولید

1. Pooled regression

2. Breusch-Pagan

مناسب نیست (بالاتجی^۱، ۲۰۰۵). طبق جدول ۲، فرضیه صفر در همه توابع تولید مفروض پژوهش از لحاظ آماری رد می‌شود و بنابراین صنایع دارای تفاوت‌های غیرقابل مشاهده هستند.

جدول ۲: آزمون‌های تشخیصی

| لئونتیف تعمیم‌یافته | درجه دوم تعمیم‌یافته | ترانسلوگ | ترانسندنتال | کاب-داگلاس | تابع تولید آزمون |
|------------------------|-------------------------|-----------|-------------|------------|---------------------|
| ۲۲/۳۳*** | ۲۸/۵۱*** | ۲۱/۷۵*** | ۲۲/۵۴*** | ۳۳/۹*** | پروش-پاگان |
| ۳۳/۱۰*** | ۹۳/۷۳*** | ۱۲۶/۱۶*** | ۲۰/۰۰*** | ۸/۴۰* | هاسمن |
| ۵۵/۹۲*** | ۱۱۰/۵۸*** | ۸۲/۵۳*** | ۸۷/۵۶*** | ۱۳۳/۵*** | همسانی واریانس |
| ۹/۱۵*** | ۱۱/۳۱*** | ۹/۷۶** | ۴/۷۶* | ۷/۳۰** | خودهمبستگی |

توضیح: ** و *** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح یک درصد، پنج درصد و ده درصد هستند.

منبع: یافته‌های پژوهش

تفاوت‌ها یا اثرات فردی می‌توانند به دو شکل ثابت یا تصادفی در تابع تولید در نظر گرفته شوند. بدین منظور از آزمون هاسمن^۲ استفاده می‌شود. چنانچه اثرات فردی حداقل با یکی از نهاده‌ها یا به طور کلی متغیرهای تابع تولید همبستگی داشته باشند، مدل اثرات ثابت مناسب خواهد بود؛ در غیر این صورت، مدل با اثرات تصادفی کاراتر خواهد بود (بالاتجی، ۲۰۰۵). همان‌طور که جدول ۲ نشان می‌دهد، همه توابع تولید با یستی با اثرات فردی ثابت برآورد شوند تا برآورده‌گرها سازگار و کارا باشند. در ادامه، فروض همسانی واریانس و نبود خودهمبستگی خطاهای بررسی شدنند. توابع برآورده با مشکل ناهمسانی واریانس و خودهمبستگی مواجه هستند که برای رفع آن‌ها از روش حداقل مربعات تعییم‌یافته ممکن^۳ (FGLS) استفاده می‌شود.

بر اساس معنی‌داری پارامترها و همچنین ضریب تعیین مدل‌های برآورده دو تابع کاب-داگلاس و ترانسندنتال به عنوان توابع تولید مناسب‌تر شناخته شده‌اند. تمامی ضرایب این دو تابع معنی‌دار بوده و با تئوری سازگار هستند (جدول ۳ و جدول ۱-پیوست).

1. Baltagi

2. Hausman

3. Feasible generalized least squares

جدول ۳: پارامترهای توابع تولید صنعت استان یزد

| ترانسندنتال | کاب-داگلاس | نهاده تولید | | |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------|-------------------|---------------|
| برآورد نقطه‌ای $(-12 \times 10^{-5} - 8 \times 10^{-5})$ | برآورد نقطه‌ای $10 \times 10^{-5} ***$ | - | - | نیروی کار |
| برآورد فاصله‌ای $(-7 \times 10^{-6} - 3 \times 10^{-6})$ | برآورد فاصله‌ای $5 \times 10^{-6} ***$ | - | - | موجودی سرمایه |
| برآورد نقطه‌ای $(14 \times 10^{-8} 7 \times 10^{-8})$ | برآورد نقطه‌ای $4 \times 10^{-8} ***$ | - | - | آب مصرفی |
| برآورد فاصله‌ای $(15 \times 10^{-5} 22 \times 10^{-5})$ | برآورد فاصله‌ای $19 \times 10^{-5} ***$ | - | - | انرژی مصرفی |
| (۰/۸۴ ۱/۰۴) | | ۰/۹۴ *** | (۰/۷ ۰/۷۷) | ۰/۷۴ *** |
| (۰/۱۱ ۰/۲۲) | | ۰/۱۶ *** | (۰/۱۵ ۰/۲) | ۰/۱۸ *** |
| (۴×۱۰⁻³ ۰/۰۶) | | ۰/۰۳ * | (۰/۰۹ ۰/۱۴) | ۰/۱۱ *** |
| (۰/۱۴ ۰/۱۹) | | ۰/۱۶ *** | (۳۰×۱۰⁻۴ ۳۹×۱۰⁻۴) | ۲۵×۱۰⁻۴ *** |
| (-۱/۰۱ -۰/۲۳) | | -۰/۶۲ *** | (-۰/۳۲ -۰/۰۱) | -۰/۱۷ *** |
| ۰/۸ | | ۰/۸ | ۰/۸ | ضریب تعیین |

توضیح: ***، ** و * به ترتیب نشان‌دهنده معنی داری در سطح یک درصد، پنج درصد و ده درصد هستند.

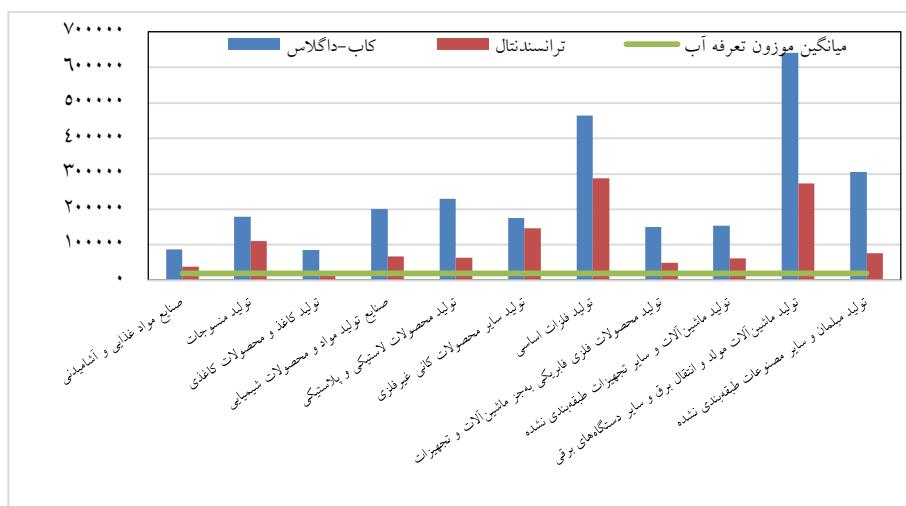
منبع: یافته‌های پژوهش

در تابع کاب-داگلاس، ضریب هر نهاده تولیدی کشش تولیدی است. بر اساس فاصله اطمینان ۹۵ درصد، کشش تولیدی نهاده آب $0/09$ تا $0/14$ به دست آمده، بدین معنی که افزایش ده درصد آب مصرفی موجب افزایش تقریباً $1/0$ درصدی ارزش افزوده صنعت استان می‌شود. نیروی کار در بین سایر نهاده‌ها بیشترین کشش تولیدی را داشته، به طوری که افزایش ده درصدی تعداد شاغلان موجب افزایش تقریباً 7 درصدی ارزش افزوده می‌شود. در تابع ترانسندنتال، کشش تولیدی نهاده‌ها به میزان مصرف نهاده بستگی دارد. با استفاده از میانگین متغیرها این کشش‌ها محاسبه شدنند. کشش تولیدی نهاده آب بین $0/008$ تا $0/013$ به دست آمده که با برآوردهای تابع کاب-داگلاس یکسان است.

اکنون با توجه به این توابع تولیدی برآورده‌ی، ارزش تولید (یا درآمد) نهایی آب هر صنعت قابل محاسبه است. برای محاسبه قیمت پرداختی آب، باید توجه داشت که بر حسب کاربرد آب (صنعتی، عمومی و دولتی، تجاری و ...) تعریفه آب متفاوت است. همچنین هر استان (به تفکیک هر شهر) برای محاسبه آب‌بهای پرداختی ضریب متفاوتی دارد و بنابراین آب‌بهای متفاوتی برای هر استان طبق آن ضریب به دست می‌آید. بنابراین تعریفه‌های سال ۱۳۹۴ (به عنوان آخرین سال مورد بررسی) به عنوان بهای دریافتی آب استفاده و میانگین وزنی قیمت یک متر مکعب آب طبق جدول‌های ۲- و ۳- پیوست به صورت زیر به دست می‌آید:

$$(۰/۰۲ \times ۰/۷۸ + ۰/۵۹ \times ۰/۹۴ + ۰/۱۷ \times ۱/۲۲ + ۰/۲۲ \times ۱/۳۱) \times ۵۷۶۰ = ۶۱۳۹/۰۰۸$$

بر اساس نمودار ۳ می‌توان مشاهده کرد که طبق برآوردهای توابع کاب-داگلاس و ترانسندنتال دو فعالیت صنعتی تولید «ماشین‌آلات مولد و انتقال برق» و «فلزات اساسی» بیشترین میانگین ارزش تولید (یا درآمد) نهایی آب را در بین صنایع موجود داشته‌اند و از سوی دیگر صنایع «مواد غذایی و آشامیدنی» و «محصولات کاغذی» کمترین ارزش نهایی آب را به خود اختصاص داده‌اند.



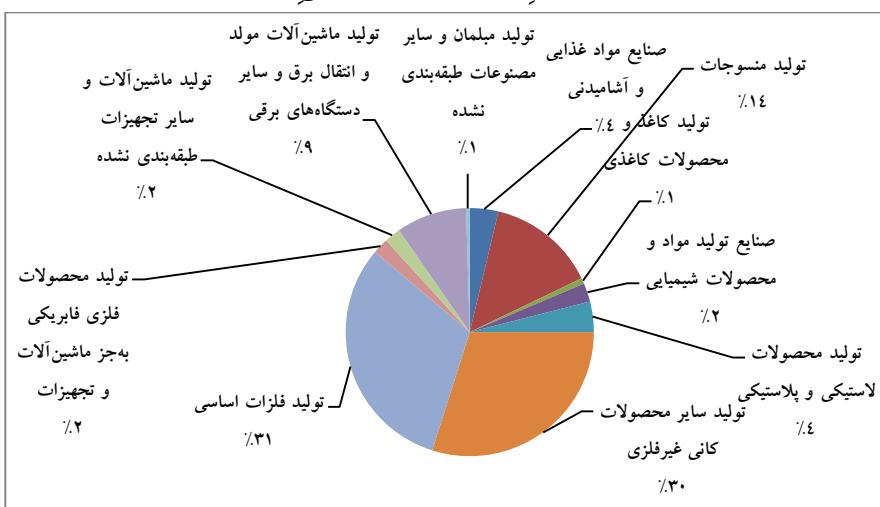
توضیح: برآوردهای پس از حذف داده‌های پرت است.

منبع: یافته‌های پژوهش

مقایسه ارزش تولید نهایی صنایع استان یزد با تعریفه آب مشخص می‌کند که برای هر دو تابع تولید، قیمت پرداختی تمام صنایع به طور قابل توجهی کمتر از میانگین ارزش نهایی آب طی دوره موردن بررسی است. پس می‌توان نتیجه گرفت هر صنعت به اندازه‌ای که از منابع آب بهره‌برداری می‌کند بها و قیمت آن را نمی‌پردازد. این مسئله چند پیامد به همراه دارد.

اول، طبق قاعده عدالت، هر بنگاه بایستی ارزش بازاری حاصل از نهاده را پرداخت کند و از آنجایی که منابع آب جزء اموال عمومی و انفال است، بایستی این مازاد در اختیار دولت قرار گیرد تا به مصارف عمومی برسد؛ در حالی که در وضعیت کنونی صنایع استان از پایین بودن بهای آب سود ویژه‌ای (رات) دریافت می‌کنند.

دوم، در سطح بنگاه، بالاتر بودن ارزش تولید (یا درآمد) نهایی آب از هزینه خرید آب بیانگر مصرف بیش از حد بهینه از این نهاده است. این مسئله مصرف بی‌رویه و عقلایی بودن استفاده از تکنولوژی‌های قدیمی و آب‌بر را توجیه و توضیح می‌دهد. عقلایی بودن اصلاحات ساختاری درون بنگاه‌ها در جهت مدیریت بهتر و مصرف بهینه آب نیازمند قیمت‌گذاری مبتنی بر ارزش اقتصادی است. با شرایط موجود مزایای بهینه‌سازی کمتر از منافع استمرار وضعیت موجود است.



نمودار ۴: میانگین سهم هر صنعت از کل ارزش افزوده صنعت استان یزد (۱۳۷۴-۱۳۹۴)

منبع: محاسبه بر اساس طرح آمارگیری کارگاه‌های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر

سوم آنکه، در سطح استان، هر چقدر اختلاف بیشتری بین ارزش تولید نهایی و قیمت پرداختی برای آب باشد، سود استفاده از آب برای تولید هر واحد محصول بیشتر خواهد بود که در نتیجه انگیزه‌ی بیشتری برای توسعه صنایع آب بر وجود خواهد داشت. شاید این مسئله یکی از دلایل توسعه صنایع «فلزات اساسی» و «کانی‌های غیرفلزی» باشد. این دو صنعت که به نسبت سود ویژه بیشتری نیز داشتند، طبق نمودار ۴ به ترتیب ۳۱ و ۳۰ درصد صنعت استان را تشکیل داده و همچنین طبق نمودار ۲ به ترتیب ۳۶ و ۳۲ درصد از آب مصرفی صنعت استان را به خود اختصاص دادند. به علاوه، تولید فلزات اساسی کمترین میزان اشتغال را نسبت به ارزش افزوده و همچنین بیشترین مصرف آب را در بین صنایع داشته؛ در حالی که بخش منسوجات از این نظر در جایگاه سوم قرار گرفته است. به عبارت دیگر، صنایع سرمایه‌بر و آب بر حتى سهم بالاتری از منابع آبی را نسبت به صنایع کاربر و آب بر نصیب خود کرده‌اند.

سرانجام با استفاده از ضرایب تابع تولید، کشش تقاضای آب نیز برآورد شده است (جدول ۴ پیوست). تقاضای آب برای ۱۱ فعالیت صنعتی استان یزد باکشش است؛ بنابراین افزایش قیمت آب تأثیر زیادی بر کاهش میزان تقاضای آب صنایع استان دارد. اجرای سیاست تعديل قیمتی و تلاش برای حاکمیت سازوکار بازار آب در بخش صنعت می‌تواند موجب کاهش مصرف بی‌رویه آب و همچنین استفاده بهینه از منابع آبی شود. بر همین اساس، در جدول ۴ ارزش تولید نهایی آب و میزان صرفه‌جویی سالانه در صورت اصلاح قیمت بر اساس ارزش تولید نهایی و کشش قیمتی به تفکیک صنعت محاسبه و گزارش شده است.

جدول ۴: ارزش تولید نهایی و میزان صرفه‌جویی سالانه (در صورت اصلاح قیمت)

| ترانسندنتال | | کاب-داگلاس | | صنعت |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| صرفه‌جویی سالانه (مترمکعب) | ارزش تولید نهایی آب (ریال) | صرفه‌جویی سالانه (مترمکعب) | ارزش تولید نهایی آب (ریال) | |
| ۱۷۱۶۱۷ | ۳۷۹۱۲ | ۱۵۵۸۵۳۹ | ۸۶۸۵۹ | صنایع مواد غذایی و آشامیدنی |
| ۱۱۵۳۳۷۱ | ۱۰۹۷۸۰ | ۶۰۹۵۰۶۵ | ۱۷۸۸۰۳ | تولید منسوجات |
| ۲۰۴۶۰ | ۲۵۴۱۵ | ۳۰۱۸۲۲ | ۸۵۸۳۱ | تولید کاغذ و محصولات کاغذی |
| ۸۵۶۹۸۳ | ۶۷۵۲۲ | ۵۹۰۷۸۵۸ | ۲۰۰۱۵۷ | صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی |
| ۲۴۴۳۸۰ | ۶۳۰۱۶ | ۳۹۱۲۴۱۷ | ۲۲۹۲۳۶ | تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی |
| ۴۸۹۰۴۳۲ | ۱۴۷۲۹۱ | ۲۱۴۲۱۷۰۴ | ۱۷۵۰۸۸ | تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی |
| ۷۵۰۲۸۷۷۲۴ | ۲۸۷۷۰۹ | ۶۵۳۵۹۰۵۵۹ | ۴۶۴۴۱۳ | تولید فلزات اساسی |
| ۱۲۵۳۳۶ | ۴۸۶۳۰ | ۱۶۹۲۹۶۷ | ۱۵۰۹۹۲ | تولید محصولات فلزی فابریکی به جز ماشین آلات و تجهیزات |
| ۱۰۷۰۱۴ | ۶۲۱۱۷ | ۱۱۶۳۴۰۹ | ۱۵۳۵۰۱ | تولید ماشین آلات و سایر تجهیزات طبقه‌بندی نشده |
| ۴۸۰۱۶۱۵ | ۲۷۷۲۷۸۶ | ۴۱۷۳۷۶۷۳ | ۶۴۱۵۳۴ | تولید ماشین آلات مولد و انتقال برق و سایر دستگاه‌های برقی |
| ۴۴۵۶۴ | ۷۶۰۹۲ | ۸۸۶۷۹۷ | ۳۰۶۱۳۸ | تولید مبلمان و سایر مصنوعات طبقه‌بندی نشده |

منبع: یافته‌های پژوهش

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادهای سیاستی

استان یزد یکی از استان‌های صنعتی و در عین حال یکی از استان‌های کم آب به حساب می‌آید. به همین دلیل، مسئله تخصیص بهینه منابع آب اهمیت ویژه‌ای برای آن دارد. تخصیص بهینه آب در گرو این است که بهای آب متناسب با ارزش اقتصادی آن باشد. در ایران سازوکار بازاری گستردۀ ای برای آب وجود ندارد و در اختیار داشتن اطلاعاتی از ارزش اقتصادی آب برای سیاست‌گذاری آینده ارزشمند است؛ به همین دلیل پژوهش حاضر با برآورد تابع تولید صنایع استان یزد، ارزش نهایی آب را از منظر تولید کنندگان محاسبه کرده است.

بدین منظور پنج تابع تولید کاب-داگلاس، ترانسلتال، ترانسلوگ، درجه دوم تعیین یافته و لوثنیف تعیین یافته در نظر گرفته شد که نهاده‌های آب مصرفی (بر حسب متر مکعب)، نیروی کار، ارزش موجودی سرمایه و انرژی را شامل می‌شوند. این توابع تولید با استفاده از کدهای دورقمی ISIC یازده فعالیت در بخش صنعت استان یزد برای سال‌های ۱۳۷۴-۱۳۹۴ برآورد شدند. دو تابع کاب-داگلاس و ترانسلتال به عنوان توابع تولید مناسب انتخاب شدند. بر این اساس، دو فعالیت صنعتی تولید «فلزات اساسی» و «ماشین آلات مولد و انتقال برق» بیشترین میانگین ارزش تولید (یا درآمد) نهایی آب را در بین صنایع موجود داشتند و در مقابل صنایع «مواد غذایی و آشامیدنی» و «محصولات کاغذی» کمترین ارزش تولید (یا درآمد) نهایی آب را به خود اختصاص دادند. به هر حال مقایسه نشان می‌دهد که برای همه‌ی ۱۱ فعالیت صنعتی استان، تعریف آب به طور قابل توجهی کمتر از میانگین ارزش تولید (یا درآمد) نهایی آب است. این مسئله چند پیامد به همراه دارد.

۱. **از منظر عدالت:** صنایع به اندازه‌ای که از منابع آب بهره‌برداری می‌کنند بهای آن را نمی‌پردازند. در وضعیت کنونی، بنگاه‌های صنعتی از این اختلاف سود ویژه‌ای (رات) دریافت می‌کنند؛ حال آنکه هر تولیدکننده باستی ارزش بازاری حاصل از نهاده را پرداخت کند. این بر خلاف قاعده عدالت است به ویژه آنکه منابع آب جزء اموال عمومی و انفال است.
۲. **از منظر کارایی در سطح بنگاه:** بزرگ‌تر بودن ارزش تولید (یا درآمد) نهایی آب از هزینه خرید آب، مصرف بیش از حد بهینه از این نهاده را در پی دارد. این مسئله همچنین عقلایی بودن استفاده از تکنولوژی‌های قدیمی و آب بر و حتی مقاومت در برابر اصلاحات ساختاری علی‌رغم مشوق‌ها را توضیح و توجیه می‌کند.
۳. **از منظر مزیت نسبی در سطح استان:** در هر فعالیت اقتصادی که اختلاف ارزش تولید (یا درآمد) نهایی از قیمت پرداختی آب بیشتر باشد، سود ویژه‌ی استفاده از آب برای تولید هر واحد محصول نیز بیشتر خواهد بود. در نتیجه انگیزه‌ی بیشتری برای توسعه صنایع آب برایجاد می‌شود. این مسئله ممکن است یکی از دلایل توسعه صنایع «فلزات اساسی» و «کانی‌های غیرفلزی» در استان یزد باشد که ۶۰ درصد ارزش افزوده بخش صنعت و ۶۸ درصد از آب مصرفی صنعت استان

را به خود اختصاص دادند. جالب است که حتی صنایع آب بر و سرمایه‌بر مانند فلزات اساسی سهم بالاتری را نسبت به صنایع به نسبت کاربر و آب بر مانند مواد غذایی و نساجی نصیب خود کردند؛ بدین دلیل که سود ویژه حاصل از آب آن‌ها بیشتر بوده است. این مسیر پیامدهایی مانند کمبود فرصت‌های شغلی و افزایش بیکاری را نیز به همراه داشته است. بر اساس آنچه بیان شد، تأکید می‌شود که تعدیل قیمت آب به سمت ارزش تولید (یا درآمد) نهایی آن از حیث عدالت، کارایی و مزیت نسبی عقلایی است. بهویژه نتایج پژوهش نشان می‌دهد که تقاضای نهاده آب برای ۱۱ صنعت مورد بررسی باکشش بوده و بر این اساس اجرای سیاست تعدیل قیمت و سازوکار بازار در بخش صنعت می‌تواند موجب کاهش مصرف آب و همچنین استفاده بهینه از منابع آب شود.

البته این یافه تجربی بدین معنی نیست که سیاست افزایش قیمت به تنها کارآمد است و الزاماتی ندارد. برای نمونه، قیمت‌گذاری آب بر پایه ارزش اقتصادی پیش‌شرط عقلایی بودن اصلاحات ساختاری درون بنگاه‌ها در جهت مدیریت بهتر و مصرف بهینه است، اما تغییر ساختار تولید و تکنولوژی زمان بر است. بنابراین افزایش قیمت بایستی به صورت تدریجی و همراه با سیاست‌های مکمل (مانند امکان استفاده از پتانسیل‌های خارج از کشور) دنبال شود تا نه تنها مزایای اصلاح ساختار از منافع استمرار وضعیت موجود بیشتر باشد بلکه از پیامدهای مخرب سیاست تکی افزایش یکباره قیمت جلوگیری شود.

منابع

- احسانی، مهدی، حیاتی، باب‌اله، دشتی، قادر، قهرمان‌زاده، محمد، حسین‌زاده، جواد (۱۳۹۱). برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید جو در شبکه آبیاری دشت قزوین. *دانش آب و خاکی*، دوره ۲۲، شماره ۱، ۲۰۰-۱۸۷.
- اسعدی، محمدعلی، خلیلیان، صادق، موسوی، سید‌حبيب‌الله (۱۳۹۸). تعیین ارزش اقتصادی آب در مزارع گندم و کلزا (مطالعه نمونه‌ای: شبکه آبیاری دشت قزوین). *مهندسی منابع آب*، دوره ۱۲، شماره ۴۰، ۱۴۸-۱۳۷.
- باپلاس، ریچارد. (۱۳۸۶). نظریه اقتصاد خرد. ترجمه حسین راغفر. نشر نی.
- بکتاش، فروزان، آذربایجانی، کریم، کیانی، غلامحسین، دائمی کریم‌زاده، سعید (۱۳۹۹). برآورد ارزش اقتصادی آب کشاورزی با استفاده از مدل توابع تولید و روش گاردنر (مطالعه موردی ناحیه شمال خوزستان). *محله پژوهش آب ایران*، دوره ۱۴، شماره ۲، ۱۴۵-۱۵۷.
- پیری، حلیمه، حیدری، حلیمه (۱۴۰۰). تعیین ارزش اقتصادی و بهره‌وری آب در محصولات عمده ایرانشهر. *تحقیقات اقتصاد کشاورزی*، دوره ۱۳، شماره ۲، ۲۱۷-۲۳۴.
- تهمامی‌پور، مرتضی. (۱۳۹۶). ارزش اقتصادی، رویکرد مدیریت تقاضای آب در مصارف صنعتی مطالعه موردی: صنایع تولید مواد شیمیایی. آب و فاضلاب، دوره ۲۸، شماره ۱، ۷۴-۸۳.
- حسین‌زاده، جواد، سلامی، حبیب‌الله (۱۳۸۳). انتخاب تابع تولید برای برآورد ارزش اقتصادی آب کشاورزی مطالعه موردی تولد گندم. *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، دوره ۱۲، شماره ۴۸، ۸۱-۸۳.
- دبرتین، دیوید. ال (۱۳۷۶). اقتصاد تولید کشاورزی. ترجمه موسی‌نژاد، محمدقلی. نجازاده، رضا. *دانشگاه تربیت مدرس*، مؤسسه تحقیقات اقتصادی.
- دهقانپور، حامد، شیخ‌زین‌الدین، آذر (۱۳۹۲). تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی در دشت یزد-اردکان استان یزد. *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، دوره ۲۱، شماره ۸۲، ۶۸-۴۵.
- رضایی، گلنار، خالدیان، محمدرضا، کاووسی کلاشمی، محمدرضا، کاووسی کلاشمی، محمدرضا، رضایی، مجتبی (۱۳۹۹). برآورد ارزش اقتصادی آب آبیاری تحت رویکردهای مختلف

آماده‌سازی داده‌های اراضی شالیزاری استان گیلان. مجله آبیاری و زهکشی ایران، دوره ۱۴، شماره ۲، ۳۹۳-۴۰۱.

زارعی، نسبیه، مهرابی بشرآبادی، حسین، خسروی، مهدی (۱۳۹۳). برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید محصول سیب زمینی؛ مطالعه موردی: روستاهای استان های کردستان و همدان. راهبردهای توسعه روستایی، دوره ۱، شماره ۳، ۳۲-۱۹.

شرزه‌ای، غلامعلی، امیرتیموری، سمیه (۱۳۹۱). تعیین ارزش اقتصادی آب‌های زیرزمینی؛ مطالعه موردی شهرستان راور (استان کرمان). تحقیقات اقتصادی، دوره ۹۸، شماره ۱، ۱۲۸-۱۱۳.

فتحی، احمد، یزدانی، سعید (۱۳۹۰). برآورد ارزش اقتصادی آب زیرزمینی در کشاورزی خشک بوم (مطالعه موردی: پسته کاران دشت یزد-اردکان). خشک بوم، دوره ۱، شماره ۳، ۸۴-۷۶. قادرزاده، حامد، جزایری، آزاده (۱۳۹۷). تعیین ارزش اقتصادی وتابع تقاضای آب در تولید محصول یونجه در دشت دهگلان. تحقیقات اقتصاد کشاورزی، دوره ۱۰، شماره ۳۹، ۵۴-۵۰. ۲۳

کرامت‌زاده، علی، چیذری، امیرحسین، میرزاوی، احمد (۱۳۸۵). تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی با استفاده از مدل الگوی کشت بهینه تلفیق زراعت و باگذاری مطالعه موردی سد بارزو شیروان. اقتصاد کشاورزی و توسعه، دوره ۱۴، شماره ۵۴، ۶۰-۳۵.

موسی‌وند، سارا و غفاری، حسن (۱۳۹۴). برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید محصول پیاز در حوزه آبریز زنجان‌رود. پژوهش آب در کشاورزی، دوره ۲۹، شماره ۴، ۵۵۷-۵۴۷.

Baltagi, B. (2005). *Econometric analysis of panel data*. John Wiley & Sons.

Berndt, E.R., & Christensen, L.R. (1973). The translog function and the substitution of equipment, structures, and labor in US manufacturing 1929-68. *Journal of econometrics*, 1(1), 81-113.

Christensen, L.R., Jorgenson, D.W., & Lau, L.J. (1971). Conjugate Duality and the Transcendental Logarithmic Production Function. *Econometrica*, 39(4), 225-256.

Christensen, L.R., Jorgenson, D.W., & Lau, L.J. (1973). Transcendental logarithmic production frontiers. *The review of economics and statistics*, 55(1), 28-45.

Chu, S.F., Aigner, D.J., & Frankel, M. (1970). On the log-quadratic law of production. *Southern Economic Journal*, 37(1), 32-39.

Cobb, C.W., & Douglas, P.H. (1928). A theory of production. *The American Economic Review*, 18(1), 139-165.

- Dasgupta, P., & Dasgupta, R. (2004). Economic value of safe water for the infrastructurally disadvantaged urban household: A case study in Delhi, India. *Water Resources Research*, 40(11), 1-10.
- Denny, M. (1974). The relationship between functional forms for the production system. *Canadian Journal of Economics*, 7(1), 21-31.
- Diewert, W.E. (1971). An application of the Shephard duality theorem: A generalized Leontief production function. *Journal of Political Economics*, 79(3), 481-507.
- Griffin, R.C., Montgomery, J.M., & Rister, M.E. (1987). Selecting functional form in production analysis. *Western Journal of Agricultural Economics*, 12, 216-227.
- Griliches, Z. & Ringstad, V. (1971) *Economies of Scale and the Form of Production Function*. North-Holland Publishing Company.
- Halter, A.N., Carter, H.O. & Hocking, J.G. (1957). A note on the transcendental production function $y=cx_1^{a1}e^{b1x_1}x_2^{a2}e^{b2x_2}$. *Journal of Farm Economics*, 39, 966-974.
- Ku, S.J., & Yoo, S.H. (2012). Economic value of water in the Korean manufacturing industry. *Journal of Water resources management*, 26(1), 81-88.
- Kumar, M. D., Malla, A. K., & Tripathy, S. K. (2008). Economic value of water in agriculture: Comparative analysis of a water-scarce and a water-rich region in India. *Water International*, 33(2), 214-230.
- Lall, S., & Wang, H. (2002). Valuing water for Chinese industries: A marginal productivity analysis. *The Applied Economics*, (34), 759-765.
- Revollo-Fernández, D.A., Rodríguez-Tapia, L., & Morales-Novelo, J.A. (2019). Economic value of water in the manufacturing industry located in the Valley of Mexico Basin, Mexico. *Water Resources and Economics*, 30, 100138.
- Sargan, J.D. (1971). *Production Functions*. Part V of P.R.G. Layard, J.D. Sargan, M.E. Ager, & D.J. Jones, Qualified Manpower and Economic Performance. The Penguin Press, 145- 204.
- Shi, C., Zeng, X., Yu, Q., Shen, J., & Li, A. (2021). Dynamic evaluation and spatiotemporal evolution of China's industrial water use efficiency considering undesirable output. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(16), 20839-20853.
- Varian, H.R. (2014). *Intermediate Microeconomics: A Modern Approach*. Ninth Edition. W. W. Norton & Company.
- Vásquez-Lavin, F., Vargas O, L., Hernandez, 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, 100159.
- Yudhistira, M.H., Sastiono, P., & Meliyawati, M. (2020). Exploiting unanticipated change in block rate pricing for water demand elasticities estimation: evidence from Indonesian suburban area. *Water Resources and Economics*, 32, 100161.

پیوست

جدول ۱. پیوست: توابع تولید صنعت

| نهاده | کاب- داگلاس | ترانسندنتال | ترانسلوگ | درجه دوم تعمیم یافته | لئونتیف تعیین یافته |
|-------|-------------|-------------------------|------------|--------------------------|---------------------|
| - | l | $10 \times 10^{-5} ***$ | - | $2 \times 10^{-4} ***$ | - |
| - | k | $5 \times 10^{-6} ***$ | - | -1×10^{-5} | - |
| - | w | $4 \times 10^{-8} ***$ | - | $-15 \times 10^{-8} ***$ | - |
| - | e | $19 \times 10^{-5} ***$ | - | $39 \times 10^{-5} ***$ | - |
| - | ll | $0.74 ***$ | $0.94 ***$ | $1/8 ***$ | - |
| - | lk | $0.18 ***$ | $0.16 ***$ | $+0/5$ | - |
| - | lw | $0.11 ***$ | $0.03 *$ | $-0/6 *$ | - |
| - | le | $3 \times 10^{-3} ***$ | $0.16 ***$ | $-4/V ***$ | - |
| - | l^2 | - | - | -3×10^{-9} | - |
| - | k^2 | - | - | 7×10^{-11} | - |
| - | w^2 | - | - | -5×10^{-15} | - |
| - | e^2 | - | - | -8×10^{-9} | - |
| - | ll^2 | - | - | 0.06 | - |
| - | lk^2 | - | - | $0.05 *$ | - |
| - | lw^2 | - | - | 0.05 | - |
| - | le^2 | - | - | $-0/14$ | - |
| - | $l.w$ | - | - | -4×10^{-12} | - |
| - | $l.k$ | - | - | 1×10^{-9} | - |
| - | $l.e$ | - | - | $-2 \times 10^{-8} *$ | - |
| - | $k.w$ | - | - | -6×10^{-13} | - |
| - | $k.e$ | - | - | -7×10^{-10} | - |
| - | $e.w$ | - | - | 1×10^{-11} | - |
| - | $ll.lw$ | - | - | $-0/15$ | - |
| - | $lk.lw$ | - | - | $-0/3 **$ | - |
| - | $le.lw$ | - | - | $+0/9$ | - |
| - | $ll.lk$ | - | - | $+0/6 ***$ | - |
| - | $ll.le$ | - | - | $-0/2 ***$ | - |

ادامه جدول ۱. پیوست: توابع تولید صنعت

| نهاده | داگلاس | کاب- | ترانسندنتال | ترانسلوگ | درجه دوم تعمیم یافته | لثونتیف تعمیم یافته |
|-------------------------|--------|------|-------------|----------------|-------------------------|---------------------|
| $lk.le$ | - | - | - | $+/-0.5^{***}$ | - | - |
| $l^{1/2}$ | - | - | - | - | $+/-0.4^{***}$ | - |
| $k^{1/2}$ | - | - | - | - | $\times 10^{-4}$ | - |
| $w^{1/2}$ | - | - | - | - | $\times 10^{-4}$ | - |
| $e^{1/2}$ | - | - | - | - | $+/-0.3^{***}$ | - |
| $l^{1/2} \cdot w^{1/2}$ | - | - | - | - | -4×10^{-8} | - |
| $l^{1/2} \cdot k^{1/2}$ | - | - | - | - | -1×10^{-8} | - |
| $l^{1/2} \cdot e^{1/2}$ | - | - | - | - | $-1 \times 10^{-7***}$ | - |
| $k^{1/2} \cdot w^{1/2}$ | - | - | - | - | -3×10^{-9} | - |
| $k^{1/2} \cdot e^{1/2}$ | - | - | - | - | -6×10^{-7} | - |
| $w^{1/2} \cdot e^{1/2}$ | - | - | - | - | -9×10^{-8} | - |
| مقدار ثابت | - | - | - | - | $5/5^{***}$ | $7/5^{***}$ |
| ضریب تعیین | - | - | - | - | $+/-0.63$ | $+/-0.52$ |
| مقدار ثابت | - | - | - | - | $+/-0.68$ | $+/-0.805$ |
| ضریب تعیین | - | - | - | - | $+/-0.8$ | $+/-0.63$ |

توضیح: ***، ** و * به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح یک درصد، پنج درصد و ده درصد هستند.

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۲. پیوست: قیمت آب مصارف مشترکین غیرخانگی (سال ۱۳۹۴)

| نوع کاربری | مصارف تحت پوشش | قیمت یک متر مکعب (ریال) |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| صنعتی | کلیه واحدهای صنعتی و تولیدی دارای بروانه از مراجع ذیصلاح | ۵۷۶۰ |
| عمومی و دولتی | مراکز دولتی غیرآموزشی، صداوسیما، مراکز نظامی و انتظامی، فضای سبز شهرها، مصارف اشتراکی (عمومی) شهرک‌ها و مجتمع‌های مسکونی، گرمابه‌ها و نانوایی‌ها | ۷۷۷۶ |
| آموزشی و امکن مذهبی | مهد کودک‌ها، مدارس، داشگاه‌ها، باشگاه‌های ورزشی، کتابخانه‌ها، موزه‌ها، مراکز آموزشی فنی و حرفه‌ای، حوزه‌های علمیه، مراکز نگهداری از معلولین، ایتام و افراد بی‌سرپرست، بقاع متبرکه، گلزار شهداء، بیمارستان‌های آموزشی و مراکز درمانی بیماری‌های خاص | ۲۸۸۰ |
| آزاد و بنایی | مصارف ساخت و ساز. | ۱۰۸۰۰ |
| تجاری | واحدهای تجاری و سایر مراکز خدمات غیردولتی | ۹۹۷۲ |
| سایر | فروش آب به آباقی روستایی و شیرهای آتش‌نشانی | ۱۴۴۰ |

منبع: شرکت آب و فاضلاب

جدول ۳. پیوست: ضرایب قیمتی آب بهای شهرهای استان یزد (سال ۱۳۹۴)

| ضریب | نام شهر | حجم فروش | درصد فروش |
|-------------------------------------------|----------------------------------------|----------|-----------|
| ۱/۳ | یزد، حمیدیه و شاهدیه | ۱۱۵۰۶۲۶ | ۲۲ |
| ۱/۲۲ | اردکان و میبد | ۸۷۷۴۷۵ | ۱۷ |
| ۰/۹۴ | تفت، بهاباد، بافق، مهریز، زارچ و اشکذر | ۳۰۱۸۳۷۸ | ۵۹ |
| ۰/۷۸ | سایر شهرهای استان | ۹۵۵۷۱ | ۲ |
| منبع: شرکت آب و فاضلاب و مرکز آمار (۱۳۹۴) | | | |

جدول ۴. پیوست: کشش‌های قیمتی تقاضای آب

| فعالیت صنعتی | کاب-د-اگلاس | تابع ترانسندنتال |
|-----------------------------------------------------------|-------------|------------------|
| صنایع مواد غذایی و آشامیدنی | -۱۵/۸ | -۴/۴۲ |
| تولید منسوجات | -۱۷/۷ | -۵/۵۸ |
| تولید کاغذ و محصولات کاغذی | -۱۵/۷ | -۴/۴ |
| صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی | -۶۱/۲ | -۲۸/۰۶ |
| تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی | -۳۲/۰۴ | -۷/۸۵ |
| تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی | -۲۴/۳ | -۶/۶۴ |
| تولید فلزات اساسی | -۲۵۹/۸ | -۴۸/۵۴ |
| تولید محصولات فلزی فابریکی به جز ماشین‌آلات و تجهیزات | -۳۲/۶ | -۸/۴۸ |
| تولید ماشین‌آلات و سایر تجهیزات طبقه‌بندی نشده | -۲۶/۱ | -۶/۳۲ |
| تولید ماشین‌آلات مولد و انتقال برق و سایر دستگاه‌های برقی | -۲۸۰/۷ | -۷۶/۹۵ |
| تولید میلمان و سایر مصنوعات طبقه‌بندی نشده | -۶۰/۶ | -۱۳/۰۶ |

توضیح: برآوردها پس از حذف داده‌های پرت است.

منبع: یافته‌های پژوهش

فصلنامه سیاست‌های مالی و اقتصادی