سال دهم، شماره ۳۹، پاییز ۱۴۰۱، صفحات ۱۴۱–۱۱۷

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
حبیب انصاری سامانی
دانشیار دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، یزد، ایران (نویسنده مسئول)
h.samani@yazd.ac.ir
مهدی 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 کم‌آب 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 مصرفیِ صنایع استان یزد را برآورد می‌کند. توابع تولید کاب–داگلاس، ترانسندنتال، ترانسلوگ، درجه دوم تعمیم‌یافته و لئونتیف تعمیم‌یافته با استفاده از روش داده‌های تابلویی برای ۱۱ کد صنعتی طی دوره ۱۳۷۵–۱۳۹۴ برآورد شدند. یافته‌ها نشان می‌دهد که تعرفه 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 (رانت) دریافت می‌کنند و انگیزه بیشتری برای توسعه صنایع آب‌بر و کمتر کاربر وجود دارد. ثانیاً از منظر کارایی بنگاه‌ها، مصرف بیش از حد بهینه از آب و همچنین استفاده از تکنولوژی‌های قدیمی و آب‌بر و حتی مقاومت در برابر اصلاحات ساختاری عقلایی است. بنابراین تعدیل 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.

* تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۱۵

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26]
[DOI: 10.52547/qjfep.10.39.117]

۱. مقدمه

مسئله آب یک مخاطره جهانی است؛ منتها با توجه به موقعیت جغرافیایی ایران و خشک‌سالی‌های اخیر، اهمیت این مسئله برای اقتصاد ایران بیش‌ازپیش 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، ارزش‌افزوده 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 متناسب 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، روشن‌کننده وضعیت ساختار صنایع آب‌بر در استان‌های کم‌آب 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 آب‌بر در ایران ارائه می‌کند.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.52547/qjfep.10.39.117]

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 به‌کارگیری 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

۲-۱. 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 شکل‌گرفته در این بازار منعکس‌کننده بهایی است که تقاضاکنندگان و عرضه‌کنندگان مایلند برای خرید و فروش هر متر مکعب از حجم آب مبادله شده بپردازند و ارزش اقتصادی آب تلقی می‌شود.

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

$$Max \;\; \pi = p(y).f(x_1, x_2, \dots, x_n) - \sum_{i=1}^{n}(w_i(x_i).x_i) - F, \qquad (۱)$$

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 عرضه‌کننده محصول است. بنابراین بسته به اینکه شرایط بازارِ خرید نهاده‌ها و بازار فروش محصول چگونه باشد، چهار حالت کلی زیر ممکن است.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.52547/qjfep.10.39.117]

جدول ۱: شرایط تعادلی به‌کارگیری نهاده

حالت	ساختار بازار نهاده	ساختار بازار محصول	شرط به‌کارگیری بهینه
اول	خرید رقابتی نهاده (قیمت‌پذیر)	فروش رقابتی محصول (قیمت‌پذیر)	$p.MP_{x_i}= w_i$
دوم	خرید رقابتی نهاده (قیمت‌پذیر)	فروش انحصاری محصول	$\mathrm{MR}.MP_{x_i}= w_i$
سوم	خرید انحصاری نهاده	فروش رقابتی محصول (قیمت‌پذیر)	$p.MP_{x_i}= MFC_{x_i}$
چهارم	خرید انحصاری نهاده	فروش انحصاری محصول	$\mathrm{MR}.MP_{x_i}= MFC_{x_i}$

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

بنگاه‌های صنعتی استان یزد آن‌قدر بزرگ نیستند که قدرت انحصاری در خرید نهاده داشته باشند. به‌علاوه، 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:

$$\frac{\partial \pi}{\partial x_i} = p.\frac{\partial f}{\partial x_i} - w_i = 0 \rightarrow p.MP_{x_i} = w_i \rightarrow VMP_{x_i} = w_i, \qquad (۲)$$

$$\frac{\partial \pi}{\partial x_i} = p.\frac{\partial f}{\partial x_i} + \frac{\partial p}{\partial y}.y - w_i = 0 \rightarrow MR.MP_{x_i} = w_i \rightarrow MRP_{x_i} = w_i, \qquad (۳)$$

که MP_{x_i} تولید نهایی x_i، 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 تولیدکننده در بازار رقابت کامل، ارزش تولید نهایی حاصل از به‌کارگیری آخرین واحد از نهاده باید با قیمت آن نهاده برابر باشد؛ و البته در بازار انحصار، درآمد نهایی پولی به‌کارگیری آخرین واحد از نهاده باید با قیمت آن نهاده برابر باشد[۱]. پس با تعیین تابع تولید و تشکیل تابع سود می‌توان برآوردی 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.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.52547/qjfep.10.39.117]

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 $\varepsilon_i = (\partial x_i/\partial w_i).(w_i/x_i)$.

۲-۲. پیشینه پژوهش

وانگ و لال[1] (۲۰۰۲) با استفاده از برآورد تابع تولید به تعیین ارزش اقتصادی آب در صنعت چین پرداختند. آن‌ها از توابع کاب-داگلاس، ترانسلوگ و ترانسلوگ تعمیم‌یافته 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[2] (۲۰۱۲) ارزش تولید نهایی آب مصرفیِ 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[3] (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[4] (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 ۱۰۰۰۰ کارخانه صنعتی را طی دوره ۲۰۱۴-۱۹۹۵ شامل می‌شده است. بر اساس یافته‌های این پژوهش، تقاضای آب صنعت باکشش 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.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.52547/qjfep.10.39.117]

یودیستیرا و همکاران[1] (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 مصرف‌کنندگان خانگی ۰/۳۲- است که نشان‌دهنده کم‌کشش بودن تقاضاست. در مقابل، این کشش برای مصرف‌کنندگان صنعتی و تجاری ۱/۱۶- به دست آمده که پرکشش بودن تقاضای این گروه را نشان می‌دهد.

شی و همکاران[2] (۲۰۲۱) به ارزیابی بهره‌وری استفاده از آب صنعتی در چین طی دوره ۲۰۱۳-۲۰۱۷ پرداختند. یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد بازدهی کلی استفاده از آب صنعتی در ۳۱ استان چین از سال ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۷ نسبتاً کم بوده به طوری که به‌جز 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-داگلاس، ترانسندنتال، ترانسلوگ، درجه دوم تعمیم‌یافته و لئونتیف تعمیم‌یافته 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.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.52547/qjfep.10.39.117]

۳. توابع تولید و داده‌ها

۳-۱. توابع تولید

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

$$y = f(l, k, e, w), \quad (۴)$$

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 برآورد از میان آن‌ها تابع یا توابع مناسب‌تر انتخاب شود.

تابع تولید کاب-داگلاس[1]**:** این تابع یکی از معروف‌ترین توابع تولید در اقتصاد است. پال داگلاس اقتصاددان آمریکایی در سال ۱۹۲۸ تابع تولیدی را با استفاده از کارهای اولیه چارلز کاب برای صنایع تولیدی پیشنهاد کرد که به تابع تولید کاب-داگلاس معروف شد (کاب و داگلاس، ۱۹۲۸) و بدین صورت است:

$$y = A \prod_{i=1}^{n} {x_i}^{\beta_i}, \quad (۵)$$

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

$$Lny = \beta_0 + \sum_{i=1}^{n} \beta_i \, lnx_i. \quad (۶)$$

در این تابع ضرایب همان کشش تولیدی نهاده‌ها هستند. همچنین این تابع ویژگی‌های یکنواختی، تقعر، پیوستگی، همگنی، مشتق‌پذیری، غیر منفی بودن و غیر تهی بودن را دارد و ضرورت مصرف نهاده را به خوبی نمایان می‌سازد (گریفن و همکاران[2]، ۱۹۸۷). 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[3]، ۱۳۷۶).

1. Cobb-Douglas
2. Griffin et al.
3. Debertin

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.52547/qjfep.10.39.117]

تابع تولید ترانسندنتال (متعالی)[1]: هالتر و همکاران[2] (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:

$$y = A \prod_{i=1}^{n} x_i^{\beta_i} e^{\beta_{ii} x_i}, \qquad (۷)$$

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

$$Lny = \beta_0 + \sum_{i=1}^{n} \beta_i \, lnx_i + \sum_{i=1}^{n} \beta_{ii} x_i, \qquad (۸)$$

تابع تولید ترانسلوگ[3]: این تابع طی پژوهش‌های گریلیچز و رینگستاد[4] (۱۹۷۱)، سارگان[5] (۱۹۷۱)، کریستنسن و همکاران[6] (۱۹۷۱، ۱۹۷۳) و برنت و کریستین[7] (۱۹۷۳) معرفی شده است. تابع ترانسلوگ تمامی ویژگی‌های تابع تولید نئوکلاسیک -به‌جز 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:

$$Lny = \beta_0 + \sum_{i=1}^{n} \beta_i \, lnx_i + 0.5 \sum_{i=1}^{n} \beta_{ii} (lnx_i)^2 + \sum_{i=1}^{n, i \neq j} \sum_{j=1}^{n, i \neq j} \beta_{ij} \, lnx_i . lnx_j, \qquad (۹)$$

که به این صورت نیز نوشته می‌شود:

$$Lny = \beta_0 + \sum_{i=1}^{n} \beta_i \, lnx_i + 0.5 \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \beta_{ij} \, lnx_i . lnx_j, \quad \beta_{ij} = \beta_{ji} \qquad (۱۰)$$

تابع تولید درجه دوم تعمیم‌یافته[8]: این تابع همانند تابع ترانسلوگ کلیه ویژگی‌های تابع تولید نئوکلاسیک -به‌جز 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

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.52547/qjfep.10.39.117]

و کشش‌های تولیدی بستگی به میزان مصرف نهاده‌ها دارد و روابط متقابل نهاده‌ها نیز قابل برآورد هستند (چو و همکاران[1]، ۱۹۷۰؛ دنی[2]، ۱۹۷۴). تنها تفاوت با تابع ترانسلوگ این است که متغیرها غیرلگاریتمی هستند:

$$y = \beta_0 + \sum_{i=1}^{n} \beta_i x_i + 0.5 \sum_{i=1}^{n} \beta_{ii} {x_i}^2 + \sum_{i=1}^{n,i\neq j} \sum_{j=1}^{n,i\neq j} \beta_{ij} x_i x_j, \qquad (۱۱)$$

تابع تولید لئونتیف تعمیم‌یافته[3]: این تابع توسط دیورت[4] (۱۹۷۱) مطرح شده که ویژگی‌های ویژگی‌های دو تابع قبلی را دارد و به شکل زیر است:

$$y = \beta_0 + \sum_{i=1}^{n} \beta_i {x_i}^{0.5} + 0.5 \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \beta_{ij} {x_i}^{0.5} {x_j}^{0.5}. \qquad (۱۲)$$

۳-۲. داده‌های پژوهش

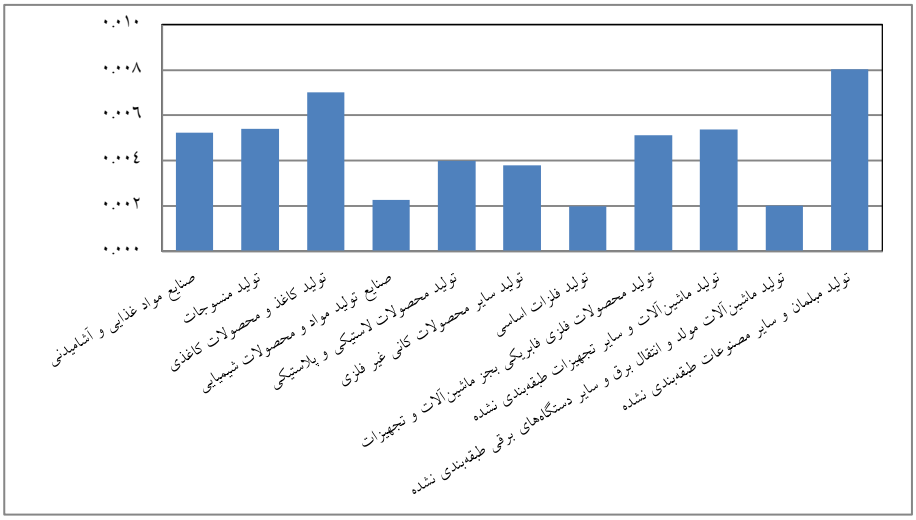
طبق کدهای دورقمی ISIC یازده فعالیت در بخش صنعت استان یزد فعالیت دارند. بنابراین داده‌های تابلویی شامل ۱۱ مقطع یا واحد است. این داده‌ها از طرح آمارگیری کارگاه‌های صنعتی ده نفر کارکن و بیش‌تر برای سال‌های ۱۳۷۴-۱۳۹۴ استخراج شده‌اند[5]. پس مجموعاً تعداد مشاهدات پژوهش ۲۳۱ مورد است. متغیرها عبارتند از: ارزش‌افزوده (میلیون ریال)، آب مصرفی (متر مکعب)، نیروی کار (نفر)، ارزش موجودی سرمایه (میلیون ریال) و ارزش انرژی (میلیون ریال). متغیرهای ارزش‌افزوده، موجودی سرمایه و انرژی با استفاده از شاخص قیمت تولیدکننده با سال پایه ۱۳۹۰ حقیقی شده‌اند.

طبق نمودار ۱، صنعت تولید «مبلمان و سایر مصنوعات» بیش‌ترین اشتغال را با توجه به ارزش‌افزوده داشته است. سایر صنایع به ازای هر یک میلیارد ریال ارزش‌افزوده 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 به‌روز کردن آن وجود نداشت. به هر حال در سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۸ تغییرات ساختاری خاصی در صنعت استان مشاهده نمی‌شود و در نتیجه کلیت نتایج قابل استفاده است.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26]
[DOI: 10.52547/qjfep.10.39.117]

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



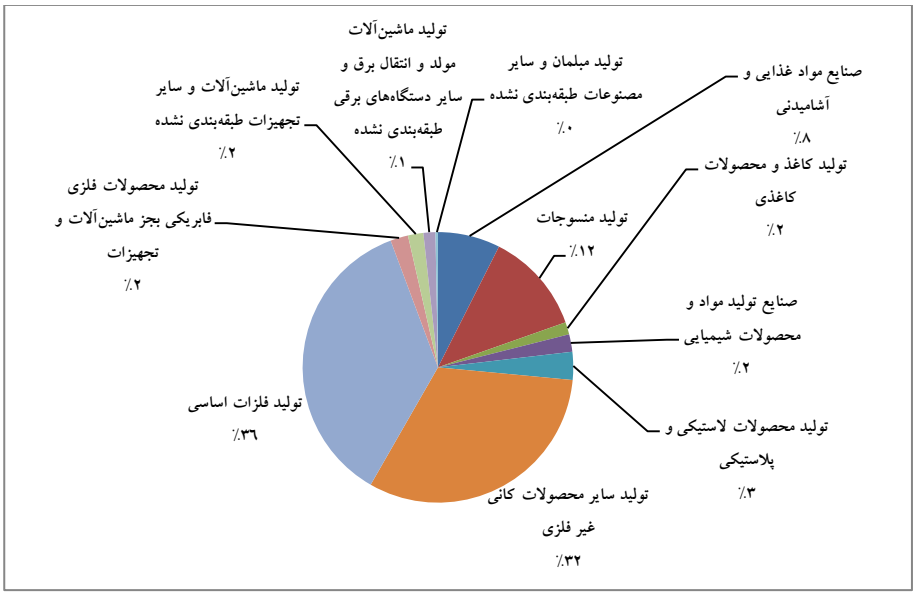
نمودار ۱: میانگین نسبت نیروی کار به ارزش‌افزوده

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 کانی 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.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.52547/qjfep.10.39.117]



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

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

٤. یافته‌های تجربی

توابع تولید پنج‌گانه 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[1] استفاده می‌شود؛ در غیر این صورت، تابع تولید بایستی با لحاظ این اثرات فردی برآورد شود.

بود یا نبود اثرات فردی غیرقابل‌مشاهده از طریق آزمون بروش-پاگان[2] 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 برای برآورد تابع تولید

1. Pooled regression
2. Breusch–Pagan

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26]
[DOI: 10.52547/qjfep.10.39.117]

مناسب نیست (بالتاجی[1]، ۲۰۰۵). طبق جدول ۲، فرضیه صفر در همه توابع تولید مفروضِ پژوهش از لحاظ آماری رد می‌شود و بنابراین صنایع دارای تفاوت‌های غیرقابل‌مشاهده هستند.

جدول ۲: آزمون‌های تشخیصی

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

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[2] 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 (بالتاجی، ۲۰۰۵). همان‌طور که جدول ۲ نشان می‌دهد، همه توابع تولید بایستی با اثرات فردی ثابت برآورد شوند تا برآوردگرها سازگار و کارا باشند. در ادامه، فروض همسانی واریانس و نبود خودهمبستگی خطاها بررسی شدند. توابع برآوردی با مشکل ناهمسانی واریانس و خودهمبستگی مواجه هستند که برای رفع آن‌ها از روش حداقل مربعات تعمیم‌یافته ممکن[3] ($FGLS$) استفاده می‌شود.

بر اساس معنی‌داری پارامترها و همچنین ضریب تعیین مدل‌های برآوردی 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

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.52547/qjfep.10.39.117]

جدول ۳: پارامترهای توابع تولید صنعت استان یزد

نهاده تولید	کاب-داگلاس		ترانسندنتال	
	برآورد نقطه‌ای	برآورد فاصله‌ای	برآورد نقطه‌ای	برآورد فاصله‌ای
نیروی کار	-	-	۱۰×۱۰^{-۵} ***	(-۱۲×۱۰^{-۵} -۸×۱۰^{-۵})
موجودی سرمایه	-	-	۵×۱۰^{-۶} ***	(-۷×۱۰^{-۶} -۳×۱۰^{-۶})
آب مصرفی	-	-	۴×۱۰^{-۸} ***	(۱۴×۱۰^{-۹} ۷×۱۰^{-۸})
انرژی مصرفی	-	-	۱۹×۱۰^{-۵} ***	(۱۵×۱۰^{-۵} ۲۲×۱۰^{-۵})
لگاریتم نیروی کار	۰/۷۴ ***	(۰/۷ ۰/۷۷)	۰/۹۴ ***	(۰/۸۴ ۱/۰۴)
لگاریتم موجودی سرمایه	۰/۱۸ ***	(۰/۱۵ ۰/۲)	۰/۱۶ ***	(۰/۱۱ ۰/۲۲)
لگاریتم آب مصرفی	۰/۱۱ ***	(۰/۰۹ ۰/۱۴)	۰/۰۳ *	(-۴×۱۰^{-۳} ۰/۰۶)
لگاریتم انرژی مصرفی	۳۵×۱۰^{-۴} ***	(۳۰×۱۰^{-۴} ۳۹×۱۰^{-۴})	۰/۱۶ ***	(۰/۱۴ ۰/۱۹)
عرض از مبدأ	-۰/۱۷ ***	(-۰/۳۲ -۰/۰۱)	-۰/۶۲ ***	(-۱/۰۱ -۰/۲۳)
ضریب تعیین	۰/۸		۰/۸	

توضیح: ***، ** و * به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری 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 ۰/۰۹ تا ۰/۱۴ به دست آمده، بدین معنی که افزایش ده درصد آب مصرفی موجب افزایش تقریباً ۰/۱ درصدی ارزش‌افزوده صنعت استان می‌شود. نیروی کار در بین سایر نهاده‌ها بیش‌ترین کشش تولیدی را داشته، به طوری که افزایش ده‌درصدی تعداد شاغلان موجب افزایش تقریباً ۷ درصدی ارزش‌افزوده می‌شود. در تابع ترانسندنتال، کشش تولیدی نهاده‌ها به میزان مصرف نهاده بستگی دارد. با استفاده از میانگین متغیرها این کشش‌ها محاسبه شدند. کشش تولیدی نهاده آب بین ۰/۰۰۸ تا ۰/۱۳ به دست آمده که با برآوردهای تابع کاب-داگلاس یکسان است.

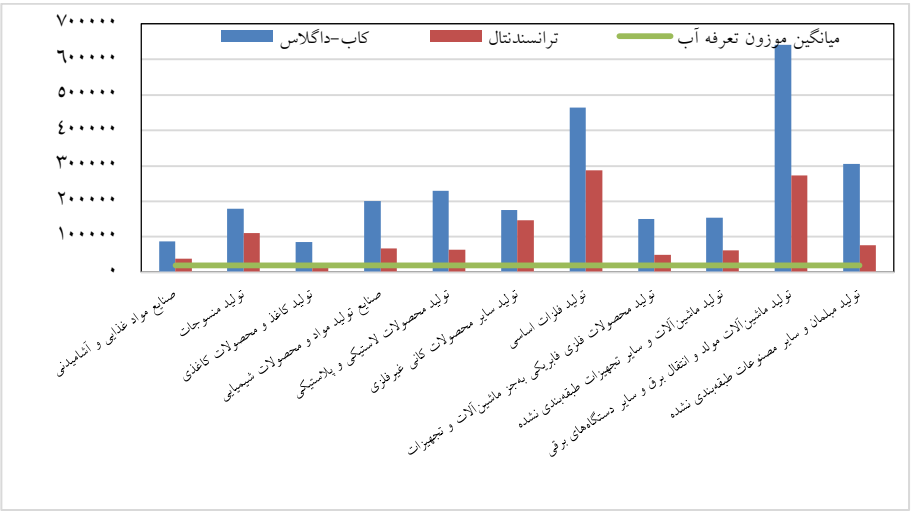
[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.52547/qjfep.10.39.117]

اکنون با توجه به این توابع تولیدی برآوردی، ارزش تولید (یا درآمد) نهایی آب هر صنعت قابل محاسبه است. برای محاسبه قیمت پرداختی آب، باید توجه داشت که برحسب کاربرد آب (صنعتی، عمومی و دولتی، تجاری و ...) تعرفه 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 تعرفه‌های سال ۱۳۹۴ (به‌عنوان 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:

(۰/۰۲×۰/۷۸+۰/۵۹×۰/۹۴+۰/۱۷×۱/۲۲+۰/۲۲×۱/۳۱)×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.



نمودار ۳: ارزش تولید یا درآمد نهایی آب (بر حسب ریال) به تفکیک صنایع

توضیح: برآوردها پس از حذف داده‌های پرت است.

منبع: یافته‌های پژوهش

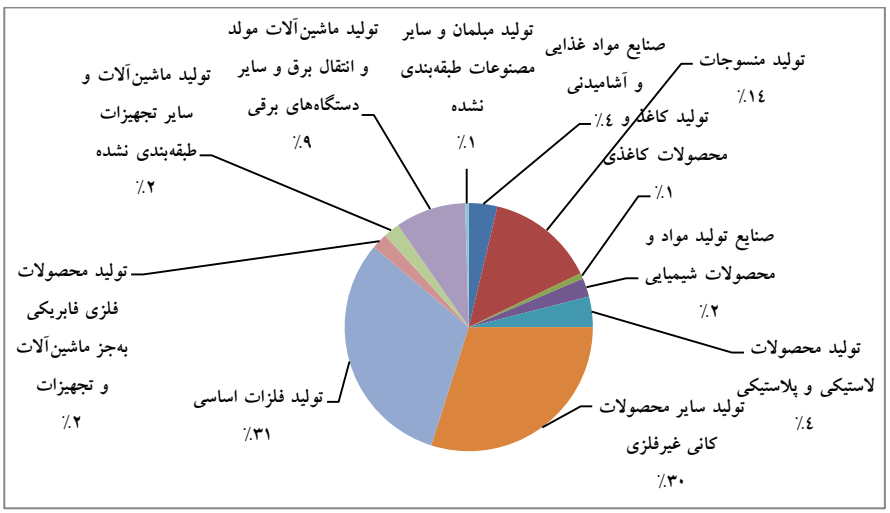
[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.52547/qjfep.10.39.117]

مقایسه ارزش تولید نهایی صنایع استان یزد با تعرفه 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 مورد 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 (رانت) 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 ارزش‌افزوده صنعت استان یزد (۱۳۹۴-۱۳۷۴)

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

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.52547/qjfep.10.39.117]

سوم آنکه، در سطح استان، هرچقدر 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 آب‌بر 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.

به‌علاوه، تولید فلزات اساسی کم‌ترین میزان اشتغال را نسبت به ارزش‌افزوده 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 آب‌بر حتی سهم بالاتری از منابع آبی را نسبت به صنایع کاربر و آب‌بر 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 تعدیل 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.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.52547/qjfep.10.39.117]

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

صنعت	کاب-داگلاس		ترانسندنتال	
	ارزش تولید نهایی آب (ریال)	صرفه‌جویی سالانه (مترمکعب)	ارزش تولید نهایی آب (ریال)	صرفه‌جویی سالانه (مترمکعب)
صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	۸۶۸۵۹	۱۵۵۸۵۳۹	۳۷۹۱۲	۱۷۱۶۱۷
تولید منسوجات	۱۷۸۸۰۳	۶۰۹۵۰۶۵	۱۰۹۷۸۰	۱۱۵۳۳۷۱
تولید کاغذ و محصولات کاغذی	۸۵۸۳۱	۳۰۱۸۲۲	۲۵۴۱۵	۲۰۴۶۰
صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی	۲۰۰۱۵۷	۵۹۰۷۸۵۸	۶۷۵۲۲	۸۵۶۹۸۳
تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۲۲۹۲۳۶	۳۹۱۲۴۱۷	۶۳۰۱۶	۲۴۴۳۸۰
تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی	۱۷۵۰۸۸	۲۱۴۲۱۷۰۴	۱۴۷۲۹۱	۴۸۹۰۴۳۲
تولید فلزات اساسی	۴۶۴۴۱۳	۶۵۳۵۹۰۵۵۹	۲۸۷۷۰۹	۷۵۰۲۸۷۲۴
تولید محصولات فلزی فابریکی به‌جز ماشین‌آلات و تجهیزات	۱۵۰۹۹۲	۱۶۹۲۹۶۷	۴۸۶۳۰	۱۲۵۳۳۶
تولید ماشین‌آلات و سایر تجهیزات طبقه‌بندی نشده	۱۵۳۵۰۱	۱۱۶۳۴۰۹	۶۲۱۱۷	۱۰۷۰۱۴
تولید ماشین‌آلات مولد و انتقال برق و سایر دستگاه‌های برقی	۶۴۱۵۳۴	۴۱۷۳۷۶۷۳	۲۷۲۷۸۶	۴۸۰۱۶۱۵
تولید مبلمان و سایر مصنوعات طبقه‌بندی نشده	۳۰۶۱۳۸	۸۸۶۷۹۷	۷۶۰۹۲	۴۴۵۶۴

منبع: یافته‌های پژوهش

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادهای سیاستی

استان یزد یکی از استان‌های صنعتی و در عین حال یکی از استان‌های کم‌آب 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 گسترده‌ای 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 تولیدکنندگان محاسبه کرده است.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.52547/qjfep.10.39.117]

بدین منظور پنج تابع تولید کاب-داگلاس، ترانسندنتال، ترانسلوگ، درجه دوم تعمیم‌یافته و لئونتیف تعمیم‌یافته 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 ترانسندنتال به عنوان توابع تولید مناسب انتخاب شدند. بر این اساس، دو فعالیت صنعتی تولید «فلزات اساسی» و «ماشین‌آلات 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، تعرفه 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 (رانت) دریافت می‌کنند؛ حال آنکه هر تولیدکننده بایستی ارزش بازاری حاصل از نهاده را پرداخت کند. این بر خلاف قاعده عدالت است به‌ویژه 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 آب‌بر 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 آب‌بر ایجاد می‌شود. این مسئله ممکن است یکی از دلایل توسعه صنایع «فلزات اساسی» و «کانی‌های غیرفلزی» در استان یزد باشد که ۶۰ درصد ارزش‌افزوده بخش صنعت و ۶۸ درصد از آب مصرفی صنعت استان

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.52547/qjfep.10.39.117]

را به خود اختصاص دادند. جالب است که حتی صنایع آب‌بر و سرمایه‌بر مانند فلزات اساسی سهم بالاتری را نسبت به صنایع به نسبت کاربر و آب‌بر 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 یافته تجربی بدین معنی نیست که سیاست افزایش قیمت به تنهایی 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 زمان‌بر 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 منافعِ استمرار وضعیت موجود بیشتر باشد بلکه از پیامدهای مخرب سیاست تکی افزایش یک‌باره قیمت جلوگیری شود.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.52547/qjfep.10.39.117]

منابع

احسانی، مهدی، حیاتی، باب اله، دشتی، قادر، قهرمان زاده، محمد، حسین‌زاد، جواد (۱۳۹۱). برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید جو در شبکه آبیاری دشت قزوین. *دانش آب و خاک*، دوره ۲۲، شماره ۱، ۲۰۰-۱۸۷.

اسعدی، محمدعلی، خلیلیان، صادق، موسوی، سیدحبیب‌الله (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.

بایلاس، ریچارد. (۱۳۸۶). *نظریه اقتصاد خرد*. ترجمه حسین راغفر. نشر نی.

بکتاش، فروزان، آذربایجانی، کریم، کیانی، غلامحسین، دائی کریم‌زاده، سعید (۱۳۹۹). برآورد ارزش اقتصادی آب کشاورزی با استفاده از مدل توابع تولید و روش گاردنر (مطالعه موردی ناحیه شمال خوزستان). *مجله 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.

تهامی‌پور، 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.

حسین‌زاد، 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، ۸۱-۵۳.

دبرتین، دیوید. ال (۱۳۷۶). *اقتصاد تولید کشاورزی*. ترجمه موسی‌نژاد، محمدقلی. نجارزاده، 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، کاوسی کلاشمی، محمدرضا، کاوسی کلاشمی، محمدرضا، رضایی، مجتبی (۱۳۹۹). برآورد ارزش اقتصادی آب آبیاری تحت رویکردهای مختلف

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.52547/qjfep.10.39.117]

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

زارعی، نسیبه، مهرابی بشرآبادی، حسین، خسروی، مهدی (۱۳۹۳). برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید محصول سیب‌زمینی؛ مطالعه موردی: روستاهای استان‌های 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.

فتاحی، احمد، یزدانی، سعید (۱۳۹۰). برآورد ارزش اقتصادی آب زیرزمینی در کشاورزی خشک بوم (مطالعه موردی: پسته‌کاران دشت یزد- اردکان). *خشک بوم*، دوره ۱، شماره ۳، ۸۴-۷۶.

قادرزاده، حامد، جزایری، آزاده (۱۳۹۷). تعیین ارزش اقتصادی و تابع تقاضای آب در تولید محصول یونجه در دشت دهگلان. *تحقیقات اقتصاد کشاورزی*، دوره ۱۰، شماره ۳۹، ۵۴-۲۳.

کرامت‌زاده، علی، چیذری، امیرحسین، میرزایی، احمد (۱۳۸۵). تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی با استفاده از مدل الگوی کشت بهینه تلفیق زراعت و باغداری 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 Log-arithmic 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.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.52547/qjfep.10.39.117]

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 $y=cx_1^{a1}e^{b1x1}x_2^{a2}e^{b2x2}$. 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 Applyied 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.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.52547/qjfep.10.39.117]

پیوست

جدول ۱. پیوست: توابع تولید صنعت

نهاده	کاب-داگلاس	ترانسندنتال	ترانسلوگ	درجه دوم تعمیم‌یافته	لئونتیف تعمیم‌یافته
l	–	۱۰×۱۰^{-۵}***	–	۲×۱۰^{-۴}***	–
k	–	۵×۱۰^{-۶}***	–	-۱×۱۰^{-۵}	–
w	–	۴×۱۰^{-۸}***	–	-۱۵×۱۰^{-۸}***	–
e	–	۱۹×۱۰^{-۵}***	–	۳۹×۱۰^{-۵}***	–
ll	۰/۷۴***	۰/۹۴***	۱/۸***	–	–
lk	۰/۱۸***	۰/۱۶***	۰/۵	–	–
lw	۰/۱۱***	۰/۰۳*	-۰/۶*	–	–
le	۳×۱۰^{-۳}***	۰/۱۶***	-۴/۷***	–	–
l^2	–	–	–	-۳×۱۰^{-۹}	–
k^2	–	–	–	۷×۱۰^{-۱۱}	–
w^2	–	–	–	-۵×۱۰^{-۱۵}	–
e^2	–	–	–	-۸×۱۰^{-۹}	–
ll^2	–	–	۰/۰۶	–	–
lk^2	–	–	۰/۰۵*	–	–
lw^2	–	–	۰/۰۵	–	–
le^2	–	–	-۰/۱۴	–	–
$l.w$	–	–	–	-۴×۱۰^{-۱۲}	–
$l.k$	–	–	–	۱×۱۰^{-۹}	–
$l.e$	–	–	–	-۲×۱۰^{-۸}*	–
$k.w$	–	–	–	-۶×۱۰^{-۱۳}	–
$k.e$	–	–	–	-۷×۱۰^{-۱۰}	–
$e.w$	–	–	–	۱×۱۰^{-۱۱}	–
$ll.lw$	–	–	-۰/۱۵	–	–
$lk.lw$	–	–	-۰/۲**	–	–
$le.lw$	–	–	۰/۹	–	–
$ll.lk$	–	–	۰/۰۶***	–	–
$ll.le$	–	–	-۰/۲***	–	–

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.52547/qjfep.10.39.117]

ادامه جدول ۱. پیوست: توابع تولید صنعت

نهاده	کاب-داگلاس	ترانسندنتال	ترانسلوگ	درجه دوم تعمیم‌یافته	لئونتیف تعمیم‌یافته
$lk.le$	–	–	۰/۰۵***	–	–
$l^{1/2}$	–	–	–	–	۰/۰۴***
$k^{1/2}$	–	–	–	–	۶×۱۰$^{-۴}$
$w^{1/2}$	–	–	–	–	۱×۱۰$^{-۴}$
$e^{1/2}$	–	–	–	–	۰/۰۳***
$l^{1/2}.w^{1/2}$	–	–	–	–	-۴×۱۰$^{-۸}$
$l^{1/2}.k^{1/2}$	–	–	–	–	-۱×۱۰$^{-۸}$
$l^{1/2}.e^{1/2}$	–	–	–	–	-۱×۱۰$^{-۷}$***
$k^{1/2}.w^{1/2}$	–	–	–	–	-۳×۱۰$^{-۹}$
$k^{1/2}.e^{1/2}$	–	–	–	–	-۶×۱۰$^{-۷}$
$w^{1/2}.e^{1/2}$	–	–	–	–	-۹×۱۰$^{-۸}$
مقدار ثابت	-۰/۱۷***	-۰/۶۲***	۳/۱***	۷/۵***	۵/۵***
ضریب‌تعیین	۰/۸۰۵	۰/۸	۰/۶۸	۰/۵۲	۰/۶۳

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 پروانه 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 اماکن مذهبی	مهدکودک‌ها، مدارس، دانشگاه‌ها، باشگاه‌های ورزشی، کتابخانه‌ها، موزه‌ها، مراکز آموزشی فنی و حرفه‌ای، حوزه‌های علمیه، مراکز نگهداری از معلولین، ایتام و افراد بی‌سرپرست، بقاع متبرکه، گلزار شهدا، بیمارستان‌های آموزشی و مراکز درمانی بیماری‌های خاص	۲۸۸۰
آزاد و بنایی	مصارف ساخت‌وساز.	۱۰۸۰۰
تجاری	واحدهای تجاری و سایر مراکز خدمات غیردولتی	۹۹۷۲
سایر	فروش آب به آبفای روستایی و شیرهای آتش‌نشانی	۱۴۴۰

منبع: شرکت آب و فاضلاب

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.52547/qjfep.10.39.117]

جدول ۳. پیوست: ضرایب قیمتی آب‌بهای 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-داگلاس	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 به‌جز ماشین‌آلات و تجهیزات	-۳۳/۶	-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 مبلمان و سایر مصنوعات طبقه‌بندی نشده	-۶۰/۶	-۱۳/۰۶

توضیح: برآوردها پس از حذف داده‌های پرت است.

منبع: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.52547/qjfep.10.39.117]

[DOI: 10.52547/qjfep.10.39.117] [Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26]

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.52547/qjfep.10.39.117]