فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۹۷، زمستان ۱۳۹۹، ۷۵-۵۱

برآورد تقاضای آب صنعت، تعیین رابطه آن با سایر نهاده‌ها و بررسی اثر تکنولوژی بر مصرف آب در استان قزوین

سمیه عوض دهنده [*] صادق خلیلیان [**]

حامد نجفی علمدارلو [***] محمدحسین وکیل‌پور [****]

دریافت: ۹۸/۱/۱۹ پذیرش: ۹۸/۷/۲

تابع تقاضای آب صنعت / تابع هزینه ترانسلوگ / رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبط تکراری / تکنولوژی

چکیده

بخش صنعت در استان قزوین از اهمیت بالایی برخوردار است به طوریکه سهم نسبتا بالایی در ایجاد ارزش افزوده و اشتغالزایی را به خود اختصاص داده است. لذا توسعه این بخش یکی از اهداف اقتصادی منطقه می‌باشد. گسترش بخش صنعت مستلزم مصرف بیشتر عوامل تولید خواهد بود. یکی از مهمترین نهاده‌های مورد استفاده در این بخش، نهاده آب است. با توجه به محدودیت منابع آبی استان، مدیریت تقاضای آب در این بخش اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند. یکی از ابزارهای کارا در جهت کاهش مصرف آب، استفاده از روش‌ها و تکنولوژی‌های نوین در زمینه صرفه‌جویی در مصرف آب است. از این‌رو ابتدا تابع تقاضای آب در بخش صنعت، با استفاده از اطلاعات صنایع کدهای دو رقمی ISIC و بازه زمانی (۱۳۹۴- ۱۳۸۹) برآورد گردید، سپس رابطه متقابل تکنولوژی و سایر نهاده‌ها با آب بررسی شد. به منظور دستیابی به اهداف تحقیق، روش رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبط تکراری بهره گرفته شد. نتایج تحقیق نشان داد که

*. دانشجوی دکترای گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

**. عضو هیأت علمی گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس khalil_s@modares.ac.ir

***. عضو هیأت علمی گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

****. دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

■ صادق خلیلیان، نویسنده مسئول.

آب کالایی کم کشش می‌باشد، از این جهت که میزان کشش آن ۰٫۰۶۹- محاسبه شد. همچنین ضریب اثر متقابل قیمت این نهاده با متغیر تکنولوژی ۰٫۰۰۲ -برآورد گردید که بیان می‌کند که مصرف آب در طول زمان تا حدودی کاهش پیدا کرده است و تکنولوژی مورد استفاده از نوع نهاده اندوز بوده است. همچنین ضریب مربوط به تکنولوژی در تابع هزینه ۰٫۰۳۳ محاسبه شد که دلالت بر افزایش هزینه‌ها در طول زمان داشت. نتایج حاصل از محاسبه کشش جانشینی موریشیما حاکی از رابطه جانشینی میان آب با سایر نهاده‌های مورد استفاده در بخش صنعت استان بود.

طبقه‌بندی C01, D22,L10: JEL

مقدمه

به علت افزایش جمعیت و توسعه صنعت در جهان، مصرف آب نیز افزایش یافته و موجب شده است که این ماده حیاتی از نظر اقتصادی در فرایند تولید ارزش و اهمیت روزافزونی پیدا کند. مصرف روزافزون آب در بخش صنایع، ضرورت مطالعه ساختار تقاضا و شناخت ساختار مصرفی آب را کاملاً ضروری نموده است. تقریبا هیچ فعالیت اقتصادی اعم از کشاورزی، صنعت و خدمات بدون وجود آب قابل تحقق نیست و از همه مهمتر اینکه قابلیت جانشینی کمی با سایر نهاده‌ها دارد[۱]. این قابلیت جانشینی پایین آن موجب شده است تا کمیابی آن نیز ملموس‌تر جلوه کند. کمیابی آب می‌تواند دلایل گوناگونی داشته باشد که یکی از مهمترین آن‌ها خصوصیت اقلیمی هر منطقه است. اقلیم کشور ایران از نوع خشک و نیمه خشک است به طوری که متوسط سالانهٔ بارندگی کشور حدود ۲۵۰ میلیمتر در سال می‌باشد که تقریباً یک سوم متوسط بارندگی جهانی است. همچنین متوسط سالیانه تبخیر آن حدود ۲۰۰۰ میلیمتر در سال است که تقریبا سه برابر میانگین تبخیر در دنیا می‌باشد. از طرفی مجموع آب‌های ساکن[۲] کشور حدود ۵۰۰ میلیارد مترمکعب بوده که ۳۰۰ میلیارد متر مکعب آن آب شور و ۲۰۰ میلیارد متر مکعب هم آب شیرین است و تا این زمان (سال ۱۳۹۴) بیش از ۱۴۰ میلیارد مترمکعب از منابع آب شیرین کشور برداشت شده است. در واقع ایران با برداشت ۸۶ درصدی از آب‌های زیرزمینی بالاترین رتبه را در جهان به خود اختصاص داده است[۳]. لذا با توجه به کمیابی و افزایش تقاضای آب، مدیریت آن در بخش‌های مختلف اقتصادی حائز اهمیت است. متأسفانه عوامل موثر بر عرضه و تقاضای آب به گونه‌ای ایجاد شده‌اند که کمیابی آن را تشدید می‌کنند. عوامل نامساعد طرف عرضه شامل کاهش بارندگی و ناهمگونی آن از نظر مکان و زمان، افزایش دمای کره زمین، افزایش تبخیر از یک طرف، عوامل نامساعد طرف تقاضا از سوی دیگر که شامل افزایش جمعیت، افزایش شهرنشینی، افزایش بنگاه‌های صنعتی، عدم اصلاح الگوی مصرف و هزینه‌های بالای بازیافت، در مجموع موجب شده‌اند که تخصیص بهینه آب و افزایش کارایی آن در تمام بخش‌های اقتصادی و از جمله صنعت بسیار مورد توجه قرار گیرد. زیرا این بخش نقش بسیار مهمی در اقتصاد منطقه دارد، به طوری‌که در سال

---

۱. محمدزاده، (۱۳۸۹).

2. Static.

۳. وزرات نیرو، (۱۳۹۴).

۱۳۹۴، تعداد شاغلین این بخش در استان قزوین حدود ۶۲۴۳۶ نفر بوده است که پس از بخش خدمات با سهم ۳۵/۵ درصدی دومین رتبه را در میزان اشتغال نیروی کار استان به خود اختصاص داده است. همچنین میزان ارزش افزوده ایجاد شده در این بخش ۶۲۴۳۷ میلیارد ریال بوده است که دارای بالاترین سهم در ایجاد ارزش افزوده استان با رقم ۴۵ درصد بوده است (مرکز آمار ایران). لذا گسترش فعالیت‌های صنعتی در دستور کار دولتمردان قرار دارد که به منظور توسعه بخش صنعت استان قزوین، می‌بایست میزان استفاده از عوامل تولید را نیز افزایش داد. تقاضا برای آب در بخش صنعت، تقاضا برای نهاده محسوب می‌شود. از سوی دیگر یکی از مهمترین ابزارهای مدیریت مصرف آب در بخش صنعت، مدیریت تقاضای آب و بررسی عوامل موثر بر آن خواهد بود. لذا هدف این تحقیق برآورد تابع تقاضای آب در بخش صنعت استان قزوین و تعیین رابطه آن (جانشینی یا مکملی) با سایر عوامل تولید مورد استفاده در این بخش می‌باشد. در زمینه محاسبه تابع تقاضای آب مطالعاتی در داخل و خارج از کشور انجام شده است که به تعدادی از آنها اشاره می‌شود. احمدیه (۱۳۸۸) مطالعه‌ای با عنوان برآورد تابع تقاضای آب برای مصارف صنعتی در ایران را انجام داد. نتایج نشان داد که با افزایش قیمت نسبی آب به نیروی کار تقاضای آب برای صنعت کاهش می‌یابد. از آنجا که آب و برق دو نهاده مکمل در فرآیند تولید هستند، با افزایش قیمت نسبی برق به نیروی کار، تقاضای آب صنعت کاهش می‌یابد. همچنین با توجه به مکمل بودن نهاده آب و سرمایه، با افزایش قیمت نسبی سرمایه به نیروی کار، تقاضای آب صنعت کاهش می‌یابد. از طرفی افزایش تولید در صنعت ارتباط مستقیم با تقاضای آب در این بخش دارد. محمدزاده (۱۳۸۹) در پژوهشی تابع تقاضای آب صنعتی در استان اصفهان را برآورد کرد. روش مورد استفاده در این مطالعه، رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبط تکراری بود. نتایج دلالت بر آن داشت که تابع هزینه در بخش صنعت قیود خوش رفتاری را برآورد می‌کند و بر اساس کشش‌های جانشینی و قیمتی برآورد شده، کشش‌های قیمتی خودی برای تمام نهاده‌ها منفی بوده که بیانگر رفتار اقتصادی بنگاه‌ها و صادق بودن قانون تقاضا برای تمامی نهاده‌هاست. به عبارت دیگر، مقدار تقاضای نهاده‌ها با قیمت آن‌ها رابطه عکس دارد. کشش جانشینی تمامی عوامل تولید کمتر از واحد بوده و نشان دهنده بی‌کشش بودن عوامل می‌باشد. مهاجری (۱۳۹۴) در تحقیق خود، تابع تقاضای آب در بخش صنایع غذایی شهر مشهد را برآورد کرد. نتایج نشان داد که آب کالایی

بی‌کشش بوده و کشش قیمتی آن ۰٫۰۱- محاسبه گردید. همچنین رابطه نهاده آب با نهاده‌های ماشین‌آلات و نیروی کار از نوع جانشینی و رابطه آن با نهاده‌های ساختمان و زمین مکملی بود. در زمینه مطالعات خارجی نیز می‌توان به موارد بعد اشاره کرد. Reynaud (۲۰۰۳) در مطالعه‌ای به برآورد تقاضای آب صنعت در کشور فرانسه پرداخت. نتایج نشان داد که بنگاه‌های صنعتی نسبت به قیمت نهاده آب حساس‌اند. میزان کشش آب شبکه ۰٫۲۹- محاسبه گردید. البته این رقم در بازه ۰٫۱- تا ۰٫۷۹- بسته به نوع صنعت متغیر بود. کشش قیمتی آب معنادار نبود اما کشش قیمتی آب تصیفیه‌شده به طور میانگین ۱٫۴۲- محاسبه گردید که بین رقم ۰٫۹- تا ۲٫۲۱- بسته به صنعت مربوطه، متغیر بود. Zhou and Tol (۲۰۰۵) در مطالعه‌ای مصرف آب در بخش‌های کشاورزی، صنعت و خانگی را در کشور چین مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از این بود که اختلافات موجود مربوط به مناطق در میزان و الگوی مصرف آب قابل توجه است. برآورد تابع تقاضای آب نشان می‌دهد که متغیرهای اقتصادی و اقلیمی هر دو اثرات معناداری بر میزان تقاضای آب دارند. همچنین کشش درآمدی بخش خانگی ۰٫۴۲، کشش تقاضای آب برای بخش صنعت (به ازای هر واحد محصول) و کشاورزی (به ازای هر واحد سطح زیرکشت) به ترتیب ۰٫۳۲- و ۰٫۲۴- محاسبه گردید. مطالعات دیگری نیز دراین زمینه صورت گرفته است که در جدول (۱)، به طور خلاصه آورده شده است. با مرور این مطالعات مشخص می‌شود که در زمینه برآورد تابع تقاضای آب در بخش صنعت چه در خارج و بالاخص در داخل تحقیقات چندانی در سال‌های اخیر صورت نگرفته است که یکی از دلایل آن جمع‌آوری به نسبت وقتگیر اطلاعات موردنیاز در برآورد مدل می‌باشد. لذا در این مطالعه با وجود این محدودیت، تابع تقاضای آب در بخش صنعت و کشش جانشینی میان نهاده‌ها برای استان قزوین که با وجود سهم یک درصدی از مساحت کل کشور، سهم دو درصدی از ارزش افزوده بخش صنعت را به خود اختصاص داده است، برآورد گردید.

جدول ۱- مروری بر مطالعات داخلی و خارجی در زمینه برآورد تابع تقاضای آب صنعت

نام نویسنده	عنوان تحقیق	روش تحقیق	نتیجه
مطالعات خارج از کشور			
Rees (1969)	بررسی تقاضای آب در گروههای مختلف صنعتی بر حسب نوع آب مصرفی (انگلستان)	اقتصاد سنجی (ols)	بی کشش بودن آب (۰٫۹۵۸-) صنایع شیمیایی بی‌کشش‌ترین تقاضا را داشتند.
Turnovsky (1969)	برآورد تقاضای مربوط به آب شهری وصنعتی (ماساچوست)	اقتصاد سنجی (ols)	۰٫۸۳۶-
De Rooy (1974)	بررسی تقاضای آب در صنایع شیمیایی	اقتصاد سنجی (ols)	۰٫۷۴۵-
Gerbenstein & Field (1979)	بررسی کشش جانشینی بین نهاده آب و سایر عوامل تولید در بخش صنعت ایالت متحده آمریکا	اقتصاد سنجی (SUR)	۰٫۸۰۱- مکمل بودن نهاده آب و سرمایه، جانشین بودن نهاده آب و نیروی کار
Babin and et al (1982)	برآورد تقاضای آب در بنگاههای صنعتی آمریکا	اقتصاد سنجی (SUR)	۰٫۵۶- جانشین بودن نهاده آب و سرمایه
Reynaud (2002)	برآورد اقتصادسنجی تابع تقاضای آب صنعت در فرانسه	اقتصاد سنجی (SUR)	۰٫۲۹-
Zhou and Tol (2005)	برآورد مصرف آب در بخش‌های کشاورزی، صنعت و خانگی را در کشور چین	اقتصاد سنجی (SUR)	کشش تقاضای آب در صنعت ۰٫۳۲- و در کشاورزی ۰٫۲۴-
مطالعات داخل کشور			
احمدیه (۱۳۸۸)	برآورد تابع تقاضای آب برای مصارف صنعتی در ایران	اقتصادسنجی (SUR)	مکمل بودن آب و برق، مکمل بودن سرمایه و آب، مکمل بودن آب و نیروی کار
محمدزاده (۱۳۸۹)	تخمین تابع تقاضای آب صنعتی در استان اصفهان	اقتصادسنجی (SUR)	منفی بودن کشش تقاضای قیمتی تمام نهاده‌ها، کمتر از یک بودن کشش جانشینی عوامل تولید
مهاجری (۱۳۹۴)	برآورد تابع تقاضای آب در بخش صنایع غذایی شهرستان مشهد	اقتصادسنجی (SUR)	بی‌کشش بودن کالای آب، رابطه جانشینی با ماشین‌آلات و نیروی کار و رابطه مکملی با زمین و ساختمان

۱. روش پژوهش

هدف تحقیق برآورد تابع تقاضای آب بخش صنعت و بررسی رابطه نهاده آب با سایر نهاده‌های مورد استفاده در این بخش می‌باشد. به منظور برآورد تابع تقاضای آب به‌عنوان

نهاده دو رویکرد وجود دارد: ۱- برآورد تابع تولید و ۲- برآورد تابع هزینه. اما استفاده از تابع هزینه کارایی بیشتری نسبت به تابع تولید دارد، زیرا: ۱- هزینه تابعی از قیمت نهاده‌ها است که همخطی بسیار کمی بین قیمت‌ها وجود دارد در حالیکه میان مقدار مصرف نهادها همخطی بالا وجود دارد. ۲- تابع هزینه، تابعی همگن نسبت به قیمت‌هاست و نیازی به تحمیل درجه همگنی در مدل بر خلاف تابع تولید نیست. ۳- در تابع هزینه قیمت‌ها برونزا فرض می‌شود در حالیکه در تابع تولید، مقادیر نهاده‌ها برونزا در نظر گرفته می‌شوند. با توجه به اینکه تصمیم‌گیری مدیران واحدهای صنعتی بر اساس میزان مصرف نهاده‌ها است، بنابراین استفاده از تابع هزینه مناسب‌تر است. ۴- تابع هزینه بر اساس قضیه دوگانگی میان تولید و هزینه، تمام خصوصیات تابع تولید را داراست. ۵- صرفه جویی‌های ناشی از مقیاس و تغییرات تکنولوژی نیز در تابع هزینه به راحتی قابل بررسی است[1]. به منظور تعیین رابطه میان نهاده آب و سایر نهاده‌ها از کشش‌های جانشینی استفاده می‌شود. در راستای اکثر مطالعات صورت گرفته در این زمینه، برای محاسبه کشش‌های جانشینی اعم از معمولی، آلن و موریشیما از تابع هزینه ترانسلوگ بهره گرفته می‌شود. سپس با استفاده از قضیه لم شفارد تابع تقاضای نهاده مشخص شده و انواع کشش محاسبه می‌شود.

۱-۱. تابع هزینه ترانسلوگ

تابع هزینه ترانسلوگ اولین بار در سال ۱۹۷۱ توسط سن[2]، جورگنسون[3] و لائو[4] معرفی گردید که فرم کلی آن به صورت زیر است:

$$TC = a + 0.5a_{qr}\sum_{i=1}^{n} {q_r}^2 + a_{qrqr}\sum_{r} q_r + a_{pipi}\sum_{r} p_i + 0.5a_{pipj}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} p_i p_j + 0.5a_{piqr}\sum_{i=1}^{n}\sum_{r=1}^{m} p_i q_r \quad (1)$$

که TC هزینه کل، q_r میزان سطح تولید محصول rام، p_i قیمت نهاده i ام و a، a_{qr}، a_{qrqr}، a_{pipi} و a_{piqr} پارامترهای تابع هزینه ترانسلوگ هستند که بایستی برآورد گردند و به ترتیب عرض از مبدأ، توان دوم ضریب مقدار تولید ستانده r ام، ضریب مقدار تولید

1. et al, (2005) Onghena; Berndt, (1991).
2. Sen.
3. Jorgenson.
4. Lau.

محصول r ام، ضریب قیمت نهاده i ام و ضریب رابطه متقابل محصول r ام و نهاده iام می باشند.

۲-۱. تابع تقاضای نهاده

طبق قضیه لم‌شفارد تابع تقاضای نهاده با مشتق‌گیری از تابع هزینه نسبت به قیمت نهادهای مورد استفاده در بخش صنعت حاصل می‌شود[1] :

$$d_i = d(p_i, q) = \frac{\partial Tc}{\partial p_i} = a_{pipi} + 0.5a_{pipj}\sum_i p_i + 0.5a_{piqr}q_r \quad (۲)$$

اگر تغییرات تکنولوژی را نیز مورد ملاحظه قرار دهیم، تابع هزینه ترانسلوگ و تابع تقاضای نهاده در بخش صنعت به فرم زیر در می‌آید[2]

$$TC = a + 0.5a_{qr}\sum_{i=1}^{n} {q_r}^2 + a_q\sum_r q_r + a_{pipi}\sum_r p_i + 0.5a_{pipj}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} p_i p_j + 0.5a_{piqr}\sum_{i=1}^{n}\sum_{r=1}^{m} p_i q_r + a_t T + a_{pit}\sum_r p_i T_t \quad (۳)$$

$$d_i = d(p_i, q) = \frac{\partial Tc}{\partial p_i} = a_{pipi} + 0.5a_{pipj}\sum_i p_i + 0.5a_{piqr}q_r + a_{pit}\sum_i p_i \quad (۴)$$

$$d_i = d(p_i, q) = \frac{\partial Tc}{\partial p_i} = a_{pipi} + (0.5a_{pipj} + a_{pit})\sum_i p_i + 0.5a_{piqr}q_r \quad (۵)$$

در روابط بالا، a_t ضریب مربوط به تکنولوژی، T میزان تکنولوژی در طول زمان و a_{pit} رابطه متقابل میان عامل تکنولوژی و قیمت نهاده iام را در طول زمان نشان می‌دهد. با در نظر گرفتن فاکتور تکنولوژی و با فرض وجود قانون تقاضا ($a_{pipj} < 0$) سه حالت رخ می‌دهد: ۱- اگر تکنولوژی در طول دوره مورد بررسی ثابت باشد ($a_{pit} = 0$) آنگاه شیب تابع تقاضا برابر با ضریب رابطه متقابل میان قیمت نهاده‌ها خواهد بود (a_{pipj}). ۲- اگر تکنولوژی در طول دوره مورد بررسی نزولی باشد ($a_{pit} < 0$) آنگاه شیب تابع تقاضا برابر است با ($a_{pipj} + a_{pit}$). ۳- اگر تکنولوژی در طول دوره مورد بررسی صعودی باشد ($a_{pit} > 0$) آنگاه شیب تابع تقاضا برابر است با ($a_{pipj} - |a_{pit}|$). اگرm شیب تابع تقاضای آب در

1. Berndt, (1991).

۲. مهاجری، (۱۳۹۴).

بخش صنعت را نشان می‌دهد. با مقایسه سه حالت فوق، نتیجه در رابطه با شیب تابع قابل حصول است:

$$|m|_3 < |m|_1 < |m|_2 \quad (۶)$$

۳-۱. محدودیت‌های لازم بر تابع هزینه ترانسلوگ

۱- فرض تقارن: این محدودیت بر اساس قضیه یانگ بر تابع هزینه اعمال می‌شود. این فرض دلالت بر متقارن بودن ماتریس هشینی است که درایه‌های آن مشتقات مرتبه دوم تابع هزینه نسبت به قیمت نهاده‌ها می‌باشد. ۲- فرض هموتتیک بودن تابع تولید: سطح تولید محصول و سهم هزینه نهاده‌ها مستقل از یکدیگرند. بدین معنا که با افزایش سهم هزینه نهاده‌ها، میزان تولید تغییر نمی‌کند.۳- فرض وجود تابع کاب‌داگلاس. ۴ - بازده ثابت نسبت به مقیاس: با افزایش عوامل تولید به میزان k برابر، میزان تولید نیز k برابر خواهد شد. ۵- فرض همگن : اگر قیمت نهاده‌ها به طور همزمان k برابر شود، هزینه کل هم k برابر خواهد شد[1]:

جدول ۲ . چارچوب ریاضی فروض تابع هزینه ترانسلوگ

نام فرض	شماره معادله	چارچوب ریاضی
تقارن	(7-1)	$\sum_{ij} a_{pipj} = 0$
هموتتیک بودن تابع تولید	(7-2)	$a_{piqr} = 0$
داشتن ساختار تابع کاب‌داگلاس	(7-3)	$a_{qrqr} = a_{piqr} = a_{pipj} = 0$
بازده ثابت نسبت به مقیاس	(7-4)	$a_{qr} = 1$ و $a_{qrqr} = a_{piqr} = 0$
فرض همگن	(7-5-1)	$\sum_i a_{pi} = 1$
	(7-5-2)	$\sum_i a_{p_i p_j} = \sum_j a_{p_j p_i} = \sum_j a_{p_i qr} = 0$

1. Henderson and Quandt, (1961).

۴-۱. محاسبه کشش‌ها

کشش جانشینی آلن (AES_{ij}) : با استفاده از کشش جانشینی آلن رابطه مکملی و جانشینی میان نهاده‌ها را می‌توان به خوبی تعیین کرد. میزان این کشش در دو حالت خودی و متقاطع به صورت زیر محاسبه می‌شود[1]:

$$AES_{ij} = \left(c_{ij} + s_i s_j\right)/s_i s_j \quad (۸)$$

$$AES_{ii} = \left(c_{ij} + s_i(s_i - 1)\right)/s_i^2 \quad (۹)$$

که i و j مربوط به نهاده، c_{ij} ضریب متقابل میان نهاده iام و jام، s_i سهم هزینه نهاده iام را از کل هزینه تولید و s_j سهم هزینه نهاده jام را از کل هزینه تولید نشان می‌دهد.

کشش جانشینی موریشیما (MES_{ij}): این کشش معیار کامل‌تری جهت بررسی قابلیت جانشینی میان عوامل تولید است که برابر است با درصد تغییر در نسبت دو نهاده i و j به درصد تغییر در قیمت یکی از نهاده‌ها و به صورت رابطه زیر نشان داده می‌شود[2] :

$$MES_{ij} = \frac{d\left(lnx_i/x_j\right)}{dlnp_j} = c_{ij}\left(s_i^{-1} - s_j^{-1}\right) + 1 \quad (۱۰)$$

کشش قیمتی متقاطع (ϵ_{ij}) : عبارتست از درصد تغییر در تقاضای نهاده iام به ازای یک درصد تغییر در نهاده jام را گویند و به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\epsilon_{ij} = \frac{\partial lnx_i}{\partial lnp_j} = \frac{c_{ij}}{s_i} + s_j \quad (۱۱)$$

۲. توصیف اطلاعات

داده‌های مورد نیاز با مراجعه به مرکز آمار ایران، سازمان آب منطقه‌ای، بانک مرکزی و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان قزوین جمع‌آوری شده است. این اطلاعات شامل نهاده‌های استفاده‌شده در صنعت نظیر مقدار مصرف آب، میزان برق، سوخت، مواد خام، میزان سرمایه‌گذاری ناخالص، تعداد شاغلین، ارزش هر کدام از نهاده‌ها و ارزش افزوده طی دوره زمانی (۱۳۹۴ - ۱۳۸۹) و به تفکیک زیربخش‌های صنعت بر اساس کدهای دو رقمی ISIC[3]

1. Blackorby et al, (1997).
2. Blackorby et al , (1997).
۳. برای اطلاعات بیشتر به سایت http://unstats.un.org مراجعه شود.

(کدهای دو رقمی ۳۶ - ۱۵)، شاخص قیمت تولیدکننده، نرخ بهره و نرخ استهلاک می‌باشند. به منظور بررسی اثر تکنولوژی نیز از متغیر روند استفاده شد.

قبل از مرحله برآورد تابع تقاضای آب، می‌بایست مجموعه عملیاتی روی متغیر سرمایه و کل متغیرها انجام شود. ابتدا با استفاده از شاخص قیمت تولید کننده در بخش صنعت، متغیرها نسبت به سال ۱۳۸۹، تورم زدایی شدند. سپس به منظور دستیابی به قیمت سرمایه، موجودی سرمایه با استفاده از روش تابع نمایی سرمایه‌گذاری برآورد گردید و پس از آن قیمت سرمایه با استفاده از شاخص مک گیهان و ولفریدسون محاسبه شد.

جدول۳- مراحل پیش نیاز برآورد تابع تقاضای آب در صنعت

مرحله	توضیح
تعیین قیمت سرمایه	برای تعیین قیمت سرمایه از شاخص مک گیهان و ولفریدسون استفاده می‌شود: $$P_k = k(r+\delta)$$ r[1] نرخ بهره سرمایه‌گذاری بلندمدت است δ نرخ استهلاک سالیانه سرمایه[2] K موجودی سرمایه
تعیین موجودی سرمایه	$$k_t = \frac{k_{t-1} + I_t}{1+\delta}$$ k_{t-1} موجودی سرمایه در سال (t-۱) I_t میزان سرمایه‌گذاری خالص در سال t k_t میزان موجودی سرمایه در سال t $$k_0 = \frac{I_0}{\lambda} \quad , \quad lnI_t = lnI + \lambda t$$ I_0 میزان سرمایه‌گذاری خالص در سال پایه λ ضریب متغیر روند k_0 موجودی سرمایه در سال پایه t متغیر روند
تورم زدایی قیمت‌ها	شاخص قیمت تولیدکننده در بخش صنعت به تفکیک کدهای ISIC

۳. بحث و تجزیه و تحلیل

هدف اصلی پژوهش برآورد تابع تقاضای آب در بخش صنعت استان قزوین است که در برآورد آن از اطلاعات صنایع در سطح کدهای دو رقمی استفاده شده است. در جدول (۳) کد هر فعالیت به همراه نام آن آورده شده است. همچنین در ستون ۳ و ۴ و ۵ و ۶ جدول به ترتیب میانگین مصرف آب بر حسب هزار متر مکعب، میانگین قیمت آب بر حسب ریال به ازای هر لیتر، میانگین سهم هزینه آب و شدت مصرف آب در طول دوره زمانی (۱۳۹۴ - ۱۳۸۹) محاسبه شده است که در نمودارهای (۱)، (۲)، (۳) و (۴) به تفکیک کدها به تصویر کشیده شده‌اند.

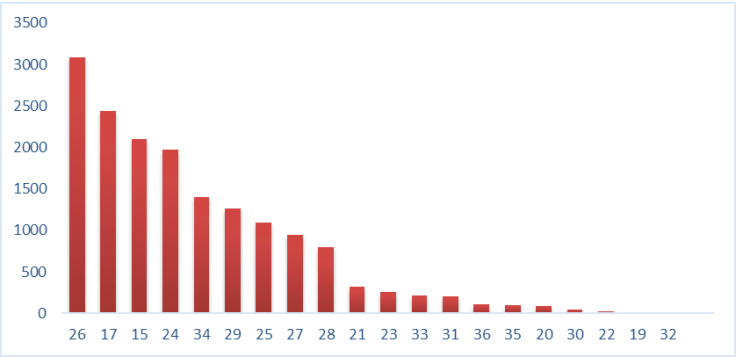
جدول۴ - میانگین مصرف، قیمت، سهم هزینه و شدت مصرف آب در صنایع مختلف در دوره زمانی (۱۳۸۹-۱۳۹۴)

کد	فعالیت	مصرف آب (هزارمتر مکعب)	قیمت آب (تومان- مترمکعب)	سهم هزینه آب (درصد)	شدت مصرف آب[۳] (میلیون ریال بر مترمکعب)
۱۵	صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	۲۰۹۵	۵۰۴	۱۵٫۹۵	۱۲٫۳
۱۷	تولید منسوجات	۲۴۴۰	۳۲۴	۱۱٫۹۴	۳٫۷
۱۹	دباغی و عمل‌آوردن چرم و ساخت کیف و چمدان و زین و یراق و تولید کفش	۱۵	۲۸۲	۰٫۰۶	۵٫۷
۲۰	تولید چوب، محصولات چوبی غیراز مبلمان ساخت کالا از نی و مواد حصیری	۸۳	۳۳۷	۰٫۴۲	۴٫۸
۲۱	تولید کاغذ و محصولات کاغذی	۳۱۹	۵۷۱	۲٫۷۵	۱٫۹
۲۲	انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده	۲۰	۳۹۶	۰٫۱۲	۱۰٫۵
۲۳	صنایع تولید زغال کک پالایشگاه‌های نفت و سوخت‌های هسته‌ای	۲۵۸	۵۷۷	۲٫۲۵	۱٫۶
۲۴	صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی	۱۹۷۰	۴۳۴	۱۲٫۹	۲٫۶
۲۵	تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۱۰۹۱	۳۳۷	۵٫۵۵	۱۹٫۵
۲۶	تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی	۳۰۸۸	۳۸۹	۱۸٫۱۳	۱۱٫۸
۲۷	تولید فلزات اساسی	۹۴۵	۴۵۵	۶٫۴۹	۴٫۴

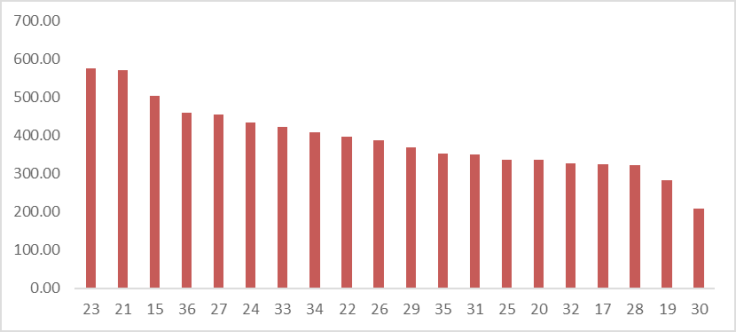
کد	فعالیت	مصرف آب (هزارمتر مکعب)	قیمت آب (تومان- مترمکعب)	سهم هزینه آب (درصد)	شدت مصرف آب^{۳} (میلیون ریال بر مترمکعب)
۲۸	تولید محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین‌آلات و تجهیزات	۷۹۷	۳۲۲	۳،۸۷	۳۰،۹
۲۹	تولید ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۱۲۶۲	۳۶۹	۷،۰۳	۱۰،۹
۳۰	تولید ماشین‌آلات مولد و انتقال برق و دستگاه‌های برقی طبقه‌بندی نشده	۴۳	۲۰۹	۰،۱۳	۷،۶
۳۱	تولید رادیو و تلویزیون و دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی	۱۴	۳۲۸	۰،۰۷	۴۱،۴
۳۲	تولید ماشین‌آلات اداری و حسابگر و محاسباتی	۲۱۵	۴۲۲	۱،۳۷	۴۰،۱
۳۳	تولید ابزار پزشکی و ابزار اپتیکی و دقیق و ساعت‌های مچی و انواع دیگر ساعت	۲۰۳	۳۵۰	۱،۰۷	۱۳،۳
۳۴	تولید وسایل نقلیه‌ی موتوری و تریلر و نیم تریلر	۱۴۰۳	۴۰۸	۸،۶۵	۱۸،۹
۳۵	تولید سایر وسایل حمل و نقل	۹۴	۳۵۴	۰،۵۰	۲۴،۸
۳۶	تولید مبلمان و مصنوعات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۱۰۷	۴۶۰	۰،۷۴	۱۰،۲

منبع: سازمان برنامه و بودجه استان قزوین و محاسبات محقق.

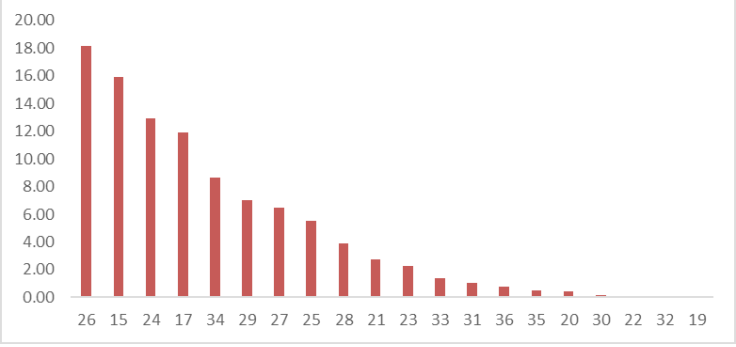
همان‌طور که از نمودارهای (۱) و (۳) مشهود است، بیشترین مصرف و سهم هزینه آب در طول دوره مورد بررسی مربوط به صنعت تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی به میزان ۳۰۸۸ هزار متر مکعب بوده و ۱۸،۱۳ درصد بوده است. با توجه به هزینه نسبتا بالای آب در این زیر بخش توجه به استفاده از تکنولوژی‌های آب‌اندوز در بخش صنعت اهمیت زیادی پیدا می‌کند. بیشترین مقدار قیمت آب نیز با توجه به نمودار (۲) مربوط به صنایع تولید زغال کک پالایشگاه‌های نفت و سوخت‌های هسته‌ای با رقم ۵۷۷ تومان به ازای هر مترمکعب می‌باشد.



نمودار ۱ - میانگین (براساس بازه زمانی) مصرف آب در زیربخش‌های صنعت (هزار مترمکعب)

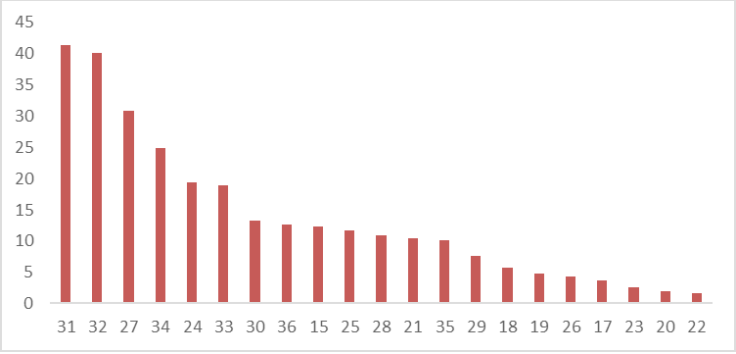


نمودار ۲- میانگین قیمت آب در زیربخش‌های صنعت (تومان به ازای هر مترمکعب)



نمودار ۳- سهم هزینه نهاده آب در زیربخش‌های صنعت (درصد)

در نمودار (۴) شدت مصرف آب در زیر بخش‌های صنعت و به تفکیک کدهای دورقمی آیسیک محاسبه شده است. این فاکتور بیان می‌کند که هر متر مکعب آب مصرفی در بخش صنعت، چه مقدار ارزش افزوده ایجاد می‌کند. همانطور که در نمودار نیز نشان داده شده است، بیشترین مقدار شدت مصرف آب مربوط به کد ۳۱ و معادل با ۴۱٫۴ میلیون ریال بر مترمکعب می‌باشد که بیان می‌کند هر مترمکعب اب مصرف‌شده در این صنعت، ۴۱٫۴ میلیون ریال ارزش افزوده ایجاد می‌کند.



نمودار ۴- شدت مصرف آب به تفکیک کدهای دو رقمی آیسیک (میلیون ریال بر مترمکعب)

با توجه به اینکه داده‌ها مربوط به دوره زمانی (۱۳۹۴- ۱۳۸۹) بودند، به منظور جلوگیری از رگرسیون کاذب ایستایی متغیرها با استفاده از آزمون فیلیپس- پرون بررسی شد. همانطور که در جدول (۵) نشان داده شده است تمام متغیرها مانا بودند. این مانایی برای برخی متغیرها در سطح و بدون عرض از مبدأ و روند و برای برخی در سطح و با عرض از مبدآ و متغیر روند رخ داد.

جدول۵- آزمون تعیین مانایی متغیرها

نام متغیر	مقدار احتمال	نتیجه
قیمت آب	۰٫۰۰	عدم وجود ریشه واحد
قیمت برق	۰٫۰۱۹	عدم وجود ریشه واحد
قیمت سوخت	۰٫۰۲	عدم وجود ریشه واحد
قیمت مواد خام	۰٫۰۱	عدم وجود ریشه واحد

نام متغیر	مقدار احتمال	نتیجه
قیمت نیروی کار	۰/۰۲	عدم وجود ریشه واحد
قیمت سرمایه	۰/۰۰	عدم وجود ریشه واحد
هزینه کل	۰/۰۰	عدم وجود ریشه واحد
ارزش افزوده	۰/۰۴	عدم وجود ریشه واحد

منبع: محاسبات محقق

اطلاعات جمع‌آوری‌شده به منظور دستیابی به هدف تحقیق، دارای بعد زمان (۱۳۹۴ - ۱۳۸۹) و مقطع (مجموعه زیربخش‌های صنعت) بودند، لذا انجام آزمون لیمر برای تعیین نوع داده‌ها ضرورت داشت. همانطور که نتایج جدول (۶) نشان می‌دهد فرضیه صفر این آزمون مبنی بر مدل تلفیقی رد شد و مدل با داده‌های ترکیبی پذیرفته شد.

جدول۶ - آزمون تعیین نوع مدل: ترکیبی یا تلفیقی

نام آزمون	آزمون صفر	احتمال	نتیجه
F لیمر	داده‌های تلفیقی	۰/۰۰۱	رد فرضیه صفر و وجود داده‌های ترکیبی

منبع: محاسبات محقق

پس از تعیین نوع مدل و انتخاب داده‌های ترکیبی، به منظور بررسی نوع اثرات اعم از تصادفی یا ثابت از آزمون هاسمن بهره گرفته شد. طبق نتایج جدول (۷)، فرضیه صفر آزمون با احتمال ۰/۱۵ درصد پذیرفته شد که دلالت بر وجود اثرات تصادفی دارد.

جدول۷ - آزمون تعیین نوع اثرات : اثرات ثابت یا تصادفی

نام آزمون	آزمون صفر	احتمال	نتیجه
هاسمن	وجود اثرات تصادفی	۰/۱۵	پذیرش فرضیه صفر و وجود اثرات تصادفی

منبع: محاسبات محقق

جهت تأمین صفت خوش‌رفتاری تابع هزینه ترانسلوگ باید محدودیت‌هایی بر آن تحمیل شود. در جدول (۸) قیود لازم مورد آزمون قرار گرفت. نتایج نشان داد که فرض هموتتیک بودن تابع هزینه با احتمال ۰/۰۰۱ در سطح پنج درصد رد شد که دلالت بر این دارد که میزان

تولید در هر کدام از معادلات سهم هزینه اثرگذار است و با تغییر سطح تولید، هزینه صرف شده برای هر نهاده نیز تغییر می‌کند. ضریب رابطه متقابل پیشرفت فنی با نهاده‌های مواد خام، نیروی کار و سرمایه معنادار و مثبت شد که موجب می‌شود شیب تابع تقاضای نهاده مربوط کاهش یابد و حساسیت تقاضای نهاده نسبت به سطح قیمت‌ها افزایش می‌دهد. فرض بازده به مقیاس ثابت نیز رد شد و به این معناست که با تغییر همزمان میزان نهاده‌ها، میزان تولید ممکن است بیشتر یا کمتر از میزان تغییر نهاده‌ها، تغییر کند. فرض تابع تولید کاب داگلاس نیز رد شده و بهترین فرم تبعی تابع هزینه، از نوع ترانسلوگ تأیید شد. فرض همگن بودن تابع هزینه نسبت به سطح قیمت‌ها و متقارن بودن ضرائب آن نیز در سطح ۵ درصد پذیرفته شد. در واقع این دو فرض خوش رفتاری تابع هزینه را تضمین می‌کنند که جزء فروض اساسی تابع هزینه ترانسلوگ است.

جدول ۸- آزمون‌های قیود مدل

نام آزمون	آماره آزمون χ^2	میزان احتمال	نتیجه آزمون
هموتتیک بودن تابع هزینه	۳۲۱٫۲	۰٫۰۰۱	رد
معنادار بودن پیشرفت فنی در معادلات سهم هزینه	۱۲۴	۰٫۰۸	پذیرش
بازده ثابت نسبت به مقیاس	۴۴۲٫۳	۰٫۰۰۱	رد
وجود تابع تولید کاب‌داگلاس	۳۸۴٫۵	۰٫۰۰۲	رد
همگن بودن تابع هزینه نسبت به قیمت‌ها	۱۶۵٫۱	۰٫۱۲	پذیرش
متقارن بودن	۲۳۳٫۳	۰٫۳۲	پذیرش

منبع: محاسبات محقق

پس از آزمون قیود، تابع هزینه ترانسلوگ به روش رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبط تکراری برآورد گردید. که در این روش تابع هزینه به همراه مجموعه معادلات سهم هزینه به صورت سیستمی برآورد می‌گردد. به منظور جلوگیری از ایجاد همخطی میان معادلات، تمام متغیرهای قیمتی مدل به صورت نسبی وارد شدند. در این تحقیق تمام قیمت‌ها بر قیمت نهاده سوخت که دارای کمترین سهم هزینه بود، تقسیم شدند (زیرا به طور قراردادی در تمام مطالعات داخلی و خارجی، قیمت تمام نهاده‌ها بر نهاده‌ای که کمترین سهم هزینه را دارد تقسیم می‌شود، هرچند انتخاب هر یک از نهاده‌ها خللی بر محاسبات وارد نمی‌کند)و سپس معادله سهم هزینه آن

نیز از مجموعه معادلات حذف شد. جدول (۹) نتایج برآورد را نشان می‌دهد که تقریبا اغلب ضرائب در سطح پنج درصد معنادار شدند. بی‌معنی بودن ضرائب می‌تواند به علت قرینه بودن ماتریس هشین تابع هزینه کل در معادلات سهم هزینه باشد. البته این ضرائب به تنهایی قابل تفسیر نیستند و از آنها برای محاسبه کشش‌ها استفاده می‌شود.

جدول ۹- نتایج حاصل از برآورد مدل و محاسبه ضرائب

نام ضریب	مقدار ضریب	میزان احتمال
عرض از مبدأ	۳٫۱۱	۰٫۶۶
قیمت آب	۰٫۰۰۲	۰٫۰۰
قیمت برق	۰٫۰۲۳	۰٫۰۰
قیمت مواد اولیه	۰٫۴	۰٫۰۰
قیمت نیروی کار	۰٫۱۸	۰٫۰۰
قیمت سرمایه	۰٫۳۳	۰٫۰۰
ارزش تولید	۰٫۴۸	۰٫۰۰
توان دوم قیمت آب	-۰٫۰۰۶	۰٫۶۷
قیمت آب و برق	۰٫۰۰۲	۰٫۸۷
قیمت آب و مواد اولیه	-۰٫۰۳۱	۰٫۰۱
قیمت آب و نیروی کار	-۰٫۰۰۴	۰٫۰۴
قیمت آب و قیمت سرمایه	۰٫۰۰۷	۰٫۹۲
قیمت آب و ارزش تولید	۰٫۰۶	۰٫۷۱
توان دوم قیمت برق	-۰٫۰۸۱	۰٫۰۲
قیمت برق و مواد اولیه	۰٫۰۰۴	۰٫۷۴
قیمت برق و نیروی کار	-۰٫۰۳۲	۰٫۰۰
قیمت برق و سرمایه	-۰٫۰۳۵	۰٫۰۳
قیمت برق و ارزش تولید	۰٫۰۱	۰٫۶۲
توان دوم قیمت مواد اولیه	-۰٫۰۹	۰٫۲۲
قیمت مواد اولیه و نیروی کار	-۰٫۰۰۶	۰٫۰۴
قیمت مواد اولیه و سرمایه	-۰٫۰۴۸	۰٫۰۰
قیمت مواد اولیه و ارزش تولید	۰٫۰۲۵	۰٫۰۰
توان دوم قیمت نیروی کار	-۰٫۰۰۱	۰٫۰۱

نام ضریب	مقدار ضریب	میزان احتمال
قیمت نیروی کار و سرمایه	-۰/۰۶۱	۰/۰۳
قیمت نیروی کار و ارزش تولید	۰/۰۰۵	۰/۰۴۱
توان دوم قیمت سرمایه	-۰/۰۲	۰/۰۰
قیمت سرمایه و ارزش تولید	۰/۰۰۲	۰/۰۰
توان دوم ارزش تولید	۰/۰۶	۰/۰۰

منبع: محاسبات محقق

بعد از برآورد مدل، ضرائب مربوط به نهاده حذف شده از مدل مطابق با جدول (۱۰) و بر اساس پارامترهای به دست آمده مرتبط با سایر نهاده‌ها محاسبه گردید.

جدول۱۰- محاسبه ضرائب مربوط به نهاده حذف شده

نام ضریب	مقدار ضریب محاسبه‌شده	نحوه محاسبه ضریب
قیمت سوخت	۰/۰۶۵	$1-\sum_{i=1}^{N-1} c_{pi}$
قیمت سوخت و آب	۰/۰۰۵	$-\sum_{j=1}^{N-1} c_{pipj(i=1,j\neq a)}$
قیمت سوخت و برق	۰/۰۱۸	$-\sum_{j=1}^{N-1} c_{pipj(i=2,j\neq a)}$
توان دوم قیمت سوخت	۰/۰۵۲	$-\sum_{j=1}^{N-1} c_{pipj(i=a,j\neq a)}$
قیمت سوخت و نیروی کار	-۰/۰۷۷	$-\sum_{j=1}^{N-1} c_{pipj(i=4,j\neq a)}$
قیمت سوخت و سرمایه	۰/۰۰۹	$-\sum_{j=1}^{N-1} c_{pipj(i=5,j\neq a)}$
قیمت سوخت و مواد اولیه	۰/۰۴۵	$-\sum_{j=1}^{N-1} c_{pipj(i=6,j\neq a)}$

منبع: محاسبات محقق

در جدول (۱۱) رابطه متقابل متغیر روند با سایر متغیرها تفکیک شده است. به استثنای نهاده‌های نیروی کار و سرمایه، مقدار این ضریب برای سایر متغیرها در سطح ۵ درصد معنادار بوده است. رابطه متقابل بین نهاده‌های برق، سوخت، مواد خام منفی و با میزان هزینه کل مثبت بوده است که دلالت بر کاهش میزان متغیرهای نامبرده شده و افزایش هزینه تولید در طول دوره مورد بررسی می‌باشد. از طرفی رابطه متقابل میان نهاده آب و متغیر روند به صورت مستقیم برآورد شده است. پس می‌توان نتیجه گرفت که میزان مصرف آب در طول زمان مورد نظر کاهش یافته، اما مقدار این ضریب پایین است که نشان می‌دهد بنگاه‌های صنعتی در حد قابل قبولی از تکنولوژی‌های مرتبط با صرفه جویی در مصرف آب بهره نگرفته‌اند. البته فرضیه دیگری که می‌تواند مطرح شود غیر واقعی بودن قیمت آب (پایین بودن قیمت آب) است که مانع از انگیزه کافی صاحبان صنایع جهت استفاده از تکنولوژی‌های آب اندوز شده است. همچنین میزان تولید در این دوره روندی افزایشی داشته است.

جدول۱۱ - ضرائب متقابل متغیر روند با سایر متغیرها

نهاده‌ها	ضریب تکنولوژی مربوط	آماره t	میزان احتمال
آب	-۰،۰۰۲	۲،۱۳۴	۰،۰۰۴
برق	-۰،۰۴	-۳،۰۱۲	۰،۰۰۰
سوخت	-۰،۲۷	-۶،۲۱۲	۰،۰۰۰
مواد خام	-۰،۰۶	-۴،۰۲۱	۰،۰۰۱
نیروی کار	۰،۰۰۲	۰،۰۲۱	۰،۶۲۵
سرمایه	۰،۲۷	۱،۳۲۰	۰،۹۸
تابع هزینه	۰،۳۳۱	-۵،۳۲۱	۰،۰۰۰
میزان تولید	۰،۰۴۱	۲،۳۰۱	۰،۰۰۰

منبع: محاسبات محقق

کشش‌های جانشینی خودی و متقاطع، آلن و موریشیما در جدول (۱۲) محاسبه شده‌اند. همانطور که نتایج نشان می‌دهد میزان کشش خودی برای تمام نهاده‌ها کمتر از یک و منفی است که مطابق با فروض تئوری‌های اقتصادی است و میزان آن به ترتیب برای نهاده‌های آب، برق، سوخت، مواد خام، نیروی کار و سرمایه به ترتیب ۰،۰۶۹-، ۰،۱۲۰-، ۰،۳۶۲-، ۰،۶۵۱-،

۰٫۲۱۱- و ۰٫۴۰۱- محاسبه شد. کشش جانشینی متقاطع نهاده آب با نهاده‌های مواد خام و نیروی کار منفی است که دلالت بر مکمل بودن این دو نهاده با آب دارد و همچنین میزان این کشش برای نهاده‌های برق، سوخت و سرمایه مثبت شد که رابطه جانشینی این نهاده‌ها با آب را نشان می‌دهد. نتایج به دست آمده از کشش جانشینی آلن نشان داد که نهاده‌های برق، سوخت و سرمایه با نهاده آب رابطه جانشینی داشته و نهاده‌های مواد خام و نیروی کار رابطه مکملی دارند. کشش جانشینی موریشیما نیز دلالت بر جانشینی تمام نهاده‌ها به جز نیروی کار با نهاده آب داشت. البته طبق نتایج جدول فوق و مفروض بر تایید و پذیرش ضرایب مشاهده می‌شود تابع تقاضای آب بیشتر از آن که متاثر از قیمت خود نهاده آب باشد متاثر از سوخت و سایر نهاده هاست. این یک نتیجه و دستاورد بسیار مهم واساسی است که می‌تواندمبنای تحلیل جایگاه و سطح تکنولوژی و نیز شرایط حاصل از مکانیسم غیر بازاری آب مصرفی قرار گیرد.

جدول ۱۲- کشش‌های جانشینی خودی و متقاطع، آلن و موریشیما

آب	آب	برق	سوخت	مواد خام	نیروی کار	سرمایه
کشش خودی و متقاطع	-۰٫۰۶۹	۰٫۲۱	۰٫۳۵۱	-۰٫۵۱	-۰٫۳۰۱	۰٫۲۳۴
کشش آلن	-۹٫۱۱۲	۱٫۳۲۴	۲٫۵۴۵	-۵٫۶۲۴	-۲٫۹۵۲	۳٫۵۴۱
کشش موریشیما	-	۰٫۰۵۶	۱٫۳۲۴	۱٫۵۲۱	-۵٫۶۲۸	۱٫۰۰۱
برق	**آب**	**برق**	**سوخت**	**مواد خام**	**نیروی کار**	**سرمایه**
کشش خودی و متقاطع	۰٫۲۱	-۰٫۱۲۰	۰٫۷۸۴	-۱٫۰۰۲	-۰٫۹۷۳	۰٫۰۶۰۲
کشش آلن	۱٫۳۲۴	-۶٫۰۰۱	۰٫۹۵۴	-۸٫۸۵۶	-۱٫۳۳۴	۱٫۹۵۴
کشش موریشیما	۰٫۰۵۶	-	۰٫۸۵۵	-۰٫۹۴۷	۰٫۸۶۲	۱٫۲۳۴
سوخت	**آب**	**برق**	**سوخت**	**مواد خام**	**نیروی کار**	**سرمایه**
کشش خودی و متقاطع	۰٫۳۵۱	۰٫۷۸۴	-۰٫۳۶۲	-۰٫۵۲۳	-۱٫۰۲۱	۰٫۰۲۲
کشش آلن	۲٫۵۴۵	۰٫۹۵۴	-۲٫۸۰۴	-۱٫۵۵۲	-۳٫۸۴۰	۱٫۰۵۴
کشش موریشیما	۱٫۳۲۴	۰٫۸۵۵	-	-۱٫۲۰۸	۱٫۰۳۸	۰٫۷۹۱
مواد خام	**آب**	**برق**	**سوخت**	**مواد خام**	**نیروی کار**	**سرمایه**
کشش خودی و متقاطع	-۰٫۵۱	-۱٫۰۰۲	-۰٫۵۲۳	-۰٫۶۵۱	۲٫۶۰۱	-۰٫۸۵۵
کشش آلن	-۵٫۶۲۴	-۸٫۸۵۶	-۱٫۵۵۲	-۴٫۳۳۸	۰٫۹۹۷	-۱٫۵۷۳
کشش موریشیما	۱٫۵۲۱	-۰٫۹۴۷	-۱٫۲۰۸	-	۳٫۸۴۱	۳٫۸۲۱

نیروی کار	آب	برق	سوخت	مواد خام	نیروی کار	سرمایه
کشش خودی و متقاطع	-۰٫۳۰۱	-۰٫۹۷۳	-۱٫۰۲۱	۲٫۶۰۱	-۰٫۲۱۱	۰٫۷۲۵
کشش آلن	-۲٫۹۵۲	-۱٫۳۳۴	-۳٫۸۴۰	۰٫۹۹۷	-۳٫۰۳۱۹	۲٫۱۵۲
کشش موریشیما	-۵٫۶۲۸	۰٫۸۶۲	۱٫۰۳۸	۳٫۸۴۱	-	۱٫۰۰۰
سرمایه	آب	برق	سوخت	مواد خام	نیروی کار	سرمایه
کشش خودی و متقاطع	۰٫۲۳۴	۰٫۰۶۰۲	۰٫۰۲۲	-۰٫۸۵۵	۰٫۳۳۴	-۰٫۴۰۱
کشش آلن	۳٫۵۴۱	۱٫۹۵۴	۱٫۰۵۴	-۱٫۵۷۳	۲٫۱۵۲	-۵٫۶۳۲
کشش موریشیما	۱٫۰۰۱	۱٫۲۳۴	۰٫۷۹۱	۳٫۸۲۱	۱٫۰۰۰	-

منبع: محاسبات محقق

نتیجه‌گیری و ملاحظات

در این مطالعه تابع تقاضای آب در بخش صنعت با استفاده از اطلاعات مربوط به بنگاه‌های صنعتی با کدهای دو رقمی و در دوره زمانی (۱۳۹۴ - ۱۳۸۹) برآورد گردید. نتایج نشان داد که نهاده آب در این بخش کم‌کشش می‌باشد و تکنولوژی نیز اثر ناچیزی بر صرفه‌جویی در مصرف آب داشته است و موجب افزایش هزینه‌ها در طول زمان شده است. تابع تقاضایی که در این پژوهش به دست آمده است، از نوع تابع تقاضای شرطی می‌باشد. بدین مفهوم که علاوه بر قیمت خود به قیمت سایر نهاده‌ها و میزان تولید نیز بستگی دارد. مطابق با نتایج به دست آمده از کشش جانشینی موریشیما، نهاده آب به استثنای نهاده نیروی کار با سایر نهاده‌ها رابطه جانشینی دارد. با توجه به بی‌کشش بودن نهاده آب، باید از عواملی بهره گرفت که منحنی تقاضای آب را منتقل می‌کنند. پس با کاهش قیمت نهاده‌هایی که رابطه جانشینی با نهاده آب دارند، می‌توان تقاضای آب را کاهش داد. لذا با توجه به نتایج تحقیق پیشنهاداتی بدین شرح ارائه می‌شود: با توجه به کم‌کشش بودن نهاده آب، سیاست‌های قیمتی تأثیر چندانی در اصلاح الگوی مصرف و صرفه‌جویی در مصرف آب ندارند. به عبارت دیگر به‌دلیل تأمین آب از مکانیسم‌های غیر بازاری، سیگنال‌های[1] صحیح در مسیر بهینه یابی مصرف آب به صنایع داده نمی‌شود. علیرغم تاکید بر کم آبی و محدودیتهای شدید طرف

1. Signal

عرضه آب مورد نیاز از طریق بازار در اختیار مصرف کنندگان قرار نمی‌گیرد و شیوه تخصیص و تأمین مبتنی بر ساز وکارهای متمرکز است که خود منجر به تداوم و توسعه ناکارامدی مصرف آب می‌شوند. لذا بایستی از سیاست‌های جایگزین مانند استفاده از تکنولوژی‌های آب‌اندوز استفاده کرد. با توجه به نتایج تحقیق مبنی بر هزینه بر بودن استفاده از تکنولوژی‌های جدید در صنعت، کمک مالی دولت در این زمینه و ارائه تسهیلات به صنعتگران به منظور استفاده از روش‌های مطرح در دنیا در زمینه تصفیه و استفاده مجدد از پساب‌های صنعتی، بسیار حائز اهمیت است. البته بازهم در شرایط غیررقابتی و عدم وجود بازار آب ارائه تسهیلات نیز موجب حرکت به سمت تکنولوژی‌های آب‌اندوز نمی‌گردد، لذا در این راستا سیاست‌های تشویقی در کنار تسهیلات می‌تواند بهترین نتیجه را به همراه داشته باشد مانند راه‌اندازی و گسترش تصفیه‌خانه‌های شهرک‌های صنعتی در مناطقی که فاقد این امکانات هستند. با توجه به نتایج تحقیق و محاسبه کشش‌های جانشینی میان نهاده آب و سایر نهاده‌ها، بیشترین مقدار کشش مربوط به مواد خام بود. لذا اگر استفاده از مواد خام به گونه کاراتر افزایش یابد، مصرف نهاده آب کمتر خواهد شد و موجب صرفه‌جویی در مصرف خواهد شد.

منابع

احمدیه و. (۱۳۸۸)؛ برآورد تابع تقاضای آب برای مصارف صنعتی در ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور تهران.

بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. شاخص قیمت تولیدکننده بخش صنعت. مدیریت کل آمارهای اقتصادی، سال‌های(۱۳۸۹-۱۳۹۵).

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان قزوین. (۱۳۹۳)؛ معاونت آمار و اطلاعات.

سازمان آب منطقه‌ای استان قزوین. (۱۳۹۱)؛ دفتر پژوهش‌های کاربردی.

زراء نژاد م و قنادی ب. (۱۳۸۴)؛ تخمین تابع بهره‌وری نیروی کار در بخش صنایع استان خوزستان. پژوهش‌های اقتصادی ایران: ۲۴ (۷): ۵۲- ۳۳.

فرجی دیزجی س . (۱۳۹۰)؛ تئوری اقتصاد خرد. انتشارات علوم اقتصادی دانشگاه تربیت مدرس.

محمدزاده م . (۱۳۸۹)؛ تخمین تابع تقاضای آب صنعتی در استان اصفهان. دانشگاه علوم اقتصادی اصفهان: پایان نامه کارشناسی ارشد.

مرکز آمار ایران، سالنامه آماری، گزیده شاخص‌ها و نماگرهای اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی استان قزوین. (۱۳۹۵- ۱۳۸۶).

معاون برنامه‌ریزی وزارت صنعت، معدن و تجارت،(۱۳۹۱)؛ دفتر آمار و پردازش داده‌ها، گزارش استفاده از آب در صنعت.

مهاجری م . (۱۳۹۴)؛ برآورد تابع تقاضای آب در بخش صنایع غذایی شهرستان مشهد. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه فردوسی. دانشکده علوم اقتصادی.

مهرگان ن و اشرف‌زاده س.ح. ر . (۱۳۹۰)؛ برآورد پانل دیتا. جلد اول. موسسه تحقیقات دانشگاه تهران.

Avazdahandeh S, Khalilian S, Vakilpoor M.H, Najafi Alamdarlo H (2019). Estimation of Irrigated Water Demand Function, Analyzing its Cross and Symmetrical Relations with other Inputs (Qazvin plain). Journal of Agricultural Science and Technology, In Press

Babin, F.G, Willis, C.E. & Allan, P.G. (1982); "Estimation of Substitution Possibilities between Water and Other Production Inputs". American Journal of Agricultural Economics, 64: 148-151.

Baqer Kalantari, A & Arabmazar, A (1992), Estimated Capital Stock of The Country in (1957 - 1987), Shahid Beheshti University of Economics, 1: 32 - 41.

Baltaji, B (2011); Econometrics. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Edition Number 5th.

Berndt,E.R. (1991); The Practice of Economics, Classic and Contemporary, New York ,Addison Weseley.

Blackorby,C., D. Primont & R.R. Russell (1977); On Testing Separability Restriction with Flexible Functional Forms; Journal of Econometrics,5(2: 195-209.

Gerbenstion,C., & Feild, B. (1982); Substituting for Water Inputs in U.S Manufacturing. Water Resource Research , 2(6): 228-232.

Henderson, J & Quandt, R (1961); Microeconomic theory : a mathematical approach.

http://unstats.un.org.

Mc Geehan (1992); Railway Costs and Productivity Growth: The Case of The Republic of Ireland 1973-1983, Journal of transport economics, 28(2): 121.

Onghena,E. Meersman, H. Van de Voorde,E.(2014). A Translog Cost Function of The Integrated Air Freight Business:The case of Fedex and UPS,Transportation Research Part A. 62: 81-97.

Rees, A (1969);Industrial Demand for Water a Study of South East England, WEIDENFELD & NICOLSON; First Edition edition.

Reynaud,A. (2003); An Econometric Estimation of Industrial Water Demand in France. Enivirnonmental and Resource Economics , 25 (2): 213-232.

Segal,D,(2003); An Multiproduct Cost Study of the U.S.Life Insurance Industry. Rewiew of Quantitarive Finance and Accourding ,Kluwer Academic Publishers, (2) :169-186.

Sorrell, S (2008); Energy-Capital Substitution and the Rebound Effect, St. John's College, Oxford.

Worthington (2010); Commercial and Industrial Water Demand Estimation: Theoretical and Methodological Guidelines for Applied Economics Research, Applied Economics Research, 28(2) :237-258.

Zellner, A (1962); An efficient method of estimating Seemingly Unrelated Regression and test for aggregation bais, Journal of the American Statistical Assocation, 57(298): 348-368.

Zhou Y and Tol R. (2005); Water Use in China's Domestic, Industrial and Agricultural Sectors: An Empirical Analysis. Research Unit Sustainability and Global Chang, 5: 1-21.