فصلنامه علمی- پژوهشی مطالعات اقتصادیِ کاربردی ایران
سال چهارم، شماره‌ی ۱۴، تابستان ۱۳۹۴
صفحات: ۱۹۳-۲۱۷

بررسی ساختار تابع هزینه بنگاه دو محصولی (مطالعه موردی شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی)

مهدی خداپرست‌مشهدی[۱]
محمدحسن فطرس[۲]
بهرام فتحی[۳*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۸/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۲۳

چکیده

هدف اصلی این مقاله بررسی کشش‌های جایگزینی جزئی و کشش‌های قیمتی در فرآیند عرضه آب، همچنین محاسبه صرفه‌های ناشی از مقیاس و بازدهی نسبت به مقیاس در شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی است. به این منظور از فرم تابع هزینه ترانس لوگ برای برآورد تابع هزینه فرایند عرضه آب در این شرکت استفاده شد. چارچوب تجزیه‌وتحلیل بر مبنای سیستم معادلات به‌ظاهر نامرتبط است (SUR). برای برآورد پارامترهای تابع هزینه از داده‌های تابلویی برای دوره زمانی ۱۳۸۵-۱۳۹۰ استفاده شد. نتایج حاصل تحقیق حاکی از جایگزینی نیروی کار و سرمایه در فرآیند عرضه آب می‌باشد و کشش تقاضا برای نهاده نیروی کار بزرگ‌تر از کشش تقاضا برای نهاده سرمایه است. همچنین در شهرهای صنعتی استان مرکزی، عرضه آب غیر خانگی دارای ویژگی صرفه‌های ناشی از مقیاس بوده و در سایر شهرها، ویژگی اقتصاد مقیاس برای عرضه آب غیر خانگی وجود ندارد.

کلیدواژه‌ها: کشش جایگزینی جزئی، تابع هزینه ترانس لوگ، داده‌های تابلویی، آب خانگی و غیر خانگی، صرفه‌های ناشی از مقیاس

طبقه‌بندی JEL: P25 ,D24 ,C33 ,Q25

۱. دانشیار دانشکده اقتصاد و علوم اداری دانشگاه فردوسی مشهد **Email:** m_khodaparast@um.ac.ir
۲. استاد دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی دانشگاه بوعلی‌سینا **Email:** fotros@basu.ac.ir
۳. دانشجوی دکتری علوم اقتصادی دانشگاه فردوسی مشهد و عضو هیات علمی گروه اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهریار (*نویسنده مسئول) **Email:** Bahram125fathi@gmail.com

۱. مقدمه

در میان کالاها و خدمات عمومی، آب از اهمیت حیاتی برخوردار است زیرا مصرف این کالا ارتباط تنگاتنگی با سلامتی جامعه دارد و به‌عنوان کالایی ضروری است که هر فرد برای سلامتی در حداقل معیشت به آن نیاز دارد (راسخ و همکاران[۱]، ۲۰۱۴). از سوی دیگر، عرضه این کالا تا حد زیادی به شرایط اقلیمی و جوی منطقه مانند میزان بارندگی و درجه حرارت بستگی دارد که این عوامل، لزوم برنامه‌ریزی جامع برای مدیریت مصرف بیش از نیاز این منبع حیاتی را فراهم می‌کند (آلتمن[۲]، ۲۰۰۷). آب منبع تجدید پذیر زندگی پایدار انسانی است (سیگل و همکاران[۳]، ۲۰۰۸). تعادل بین عرضه و تقاضای آب برای نیازهای انسانی بستگی به دسترسی و چگونگی استفاده از آن دارد. منابع آب شرب تجدید پذیر موجود جهان فقط ۲/۵ درصد است و عرضه آب قابل‌استفاده فقط ۰/۳ درصد است که معادل حجم آبی کمتر از ۴۰۰۰۰ مترمکعب است (شکیلمانو و همکاران[۴]، ۱۹۹۳). همزمان با توسعه شهرنشینی و پیشرفت تکنولوژی در زمینه‌های گوناگون به‌ویژه بهداشت و صنعت درنتیجه مصرف زیادتر آب، همراه باثبات نسبی عرضه آن، انسان به ارزش و اهمیت این ماده حیاتی می‌باید پیش از پیش واقف گشته و سعی نموده تا با کاهش تقاضا یا افزایش عرضه بر این مشکل فائق آید (ژانگ و همکاران[۵]، ۲۰۰۵). نیازهای روزافزون به آب، محدودیت منابع آب قابل استحصال در کشور، هزینه سنگین اجرای طرح‌های جدید توسعه منابع آب و افزایش کارایی عملکرد اقتصادی ازجمله دلایلی می‌باشند که مدیریت عرضه و تقاضای آب به‌عنوان دو راهکار مؤثر بر مدیریت جامع منابع آب قابل‌طرح و ضروری است. در همین راستا، ابتدا لازم است که ساختار ارجحیت‌های استفاده‌کننده‌های آب و هزینه‌های عرضه مشخص شوند. درواقع انواع تقاضای آب باید شناخته شوند تا اطلاعات لازم برای تعیین روش مناسب قیمت‌گذاری آن حاصل شود. چون این مطالعه در نظر دارد که تنها به بخش عرضه آب بپردازد، وارد جزئیات بخش تقاضای آب نمی‌شود. دانستن ساختار هزینه‌های عرضه آب ازآن‌جهت ضروری است که در کشورهای کم‌درآمد فشار فزاینده‌ای بر روی شبکه‌های عرضه آب وجود دارد. بنابراین، مدیریت صحیح این شبکه‌ها از اهمیت حیاتی برخوردار است. از دیرباز، آژانس‌های بخش عمومی یا بنگاه‌های خصوصی فعال در بخش عمومی (در اینجا، منظور بنگاه‌هایی است که شبکه‌های آبیاری و سیستم‌های عرضه آب شهری را بنانهاده و مدیریت کرده‌اند) شدیداً تحت نظر دولت بوده‌اند. توجیه اصلی برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران نیز این است که این سیستم‌ها نوعی انحصار طبیعی[۶] می‌باشند. بررسی دقیق‌تر ساختار این نوع تسهیلات می‌تواند

1. Rasekh and *et al*
2. Altman and *et al*
3. Siegel and et al
4. Shiklomanov and *et al*
5. Zhang and *et al*
6. Natural Monopoly

نشان دهد که آیا واقعاً همواره صرفه‌های ناشی از مقیاس[1] وجود داشته است یا خیر. درباره عرضه آب شهری در کشورهای با درآمد بالا، مطالعات اقتصادسنجی نسبتاً کمی انجام‌شده است. این نوع مطالعات در کشورهای کم‌درآمد کمتر دیده می‌شود. بنابراین، سؤالات مهمی درباره ساختار هزینه‌ها، به‌ویژه وجود اقتصاد مقیاس، وجود دارد که هنوز باید به‌دقت پاسخ داده شوند. باوجوداین، برخی از مطالعات نشان می‌دهند که علی‌رغم آنچه که تصور می‌شود، در سیستم‌های عرضه آب، اقتصاد به مقیاس فزاینده وجود نداشته باشد، به‌ویژه اگر اجزای سیستم عرضه آب از هم جدا باشند و ذخیره تصفیه، توزیع و ارائه آب و جنبه‌هایی از عرضه آب که بیشتر خدماتی‌اند، به‌طور خاص موردتوجه و بررسی قرار گیرند. این تحقیق بر اساس آخرین یافته‌های تئوریک و تجربی موجود در ادبیات اقتصاد منابع[2] و مالیهٔ عمومی[3] در زمینهٔ ساختار هزینهٔ شرکت‌های آب و فاضلاب و تخمین تابع هزینه آن‌ها انجام‌شده است، به‌طوری‌که مهم‌ترین و به‌روزترین منابع موجود در این زمینه موردتوجه قرار گرفته‌اند. داده‌های مورداستفاده داده‌های تابلویی[4] شامل ۱۸ شهر و ۶ سال (۱۳۸۵-۱۳۹۱) می‌باشد و روش برآورد اقتصادسنجی، رگرسیون به‌ظاهر نامرتبط[5] (SUR) است. هدف از این مطالعه محاسبه کشش‌های جایگزینی جزئی[6] و کشش‌های قیمتی[7]، شاخص‌های صرفه‌های ناشی از مقیاس و بازدهی نسبت به مقیاس[8] در شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی است.

فرضیه‌های تحقیق در قالب دو فرضیه به‌قرار زیر بیان‌شده است.

جایگزینی نیروی کار و سرمایه در فرایند عرضه آب وجود دارد.

عرضه آب خانگی در تمام شهرستان‌های استان دارای ویژگی صرفه‌های ناشی از مقیاس و بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس است.

مقاله به این صورت سازمان‌دهی شده است، پس از مقدمه به مبانی نظری پرداخته می‌شود. در قسمت سوم مقاله مطالعات تجربی معرفی می‌شود، قسمت چهارم معرفی الگوها را در بر دارد. در قسمت پنجم نتایج تجربی بررسی می‌شود. در پایان مقاله نتیجه‌گیری بیان خواهد شد.

پرتال جامع علوم انسانی

1. Economies of Scale
2. Resource economics
3. Public Finance
4. panel
5. Seemingly Unrelated Regression (SUR)
6. partial elasticity of substitution
7. Price Elasticity
8. Return to Scale

۲. مبانی نظری

ازنظر تاریخی، اولین بارهاتلینگ[1] (۱۹۳۲) به بررسی ویژگی‌های تابع هزینه پرداخت، سپس ساموئلسون[2] (۱۹۴۷) آن را گسترش داده و مفهوم قضیه برابری عامل- قیمت[3] را ابداع کرد. هرچند که اقتصاددانان دیگری از قبیل ری و مک کلری[4] (۱۹۸۲) در توسعه این موضوع فعالیت داشتند؛ اما شفارد[5] (۱۹۵۳) باوجود آوردن رابطه دوگانگی بین توابع هزینه و تولید، انقلابی در تحقیقات اقتصادی به وجود آورد، وی این روابط را بر اساس خواص مجموعه‌های محدب که توسط فن چل[6] (۱۹۵۱) ابداع گردیده بود موردبررسی قرارداد. اکثر مطالعات اولیه در مورد توابع عرضه، بر پایه الگوهای تک معادله‌ای و با فرض انتظارات ایستا در مورد قیمت انجام‌گرفته است، اما در سال‌های اخیر، تئوری دوگانه (هزینه و تولید)، تحولات بزرگی در این زمینه به وجود آورده به‌طوری‌که با استفاده از این تئوری بررسی‌های متعددی روی سیستم توابع عرضه و تقاضا انجام‌گرفته است. در چارچوب معادلات سیستمی چندین تابع هزینه چند محصولی[7] وجود دارد که ازنظر فنی و انعطاف‌پذیری دارای اختلاف می‌باشند. بدین منظور در شرکت آب و فاضلاب تابع هزینه، مبنایی برای بررسی تکنولوژی است و نشان می‌دهد که این صنعت چگونه نهاده‌های مختلف را باهم ترکیب می‌کنند تا محصولی با کمترین هزینه تولید کنند البته شکل تبعی تابع هزینه نیز ممکن است به شکل‌های مختلف و بر اساس نیازهای نظری طراحی و مشخص شود. آنچه مسلم است، بایستی توابع هزینه نتیجه حداقل سازی هزینه با فرض قیمت نهاده‌ها و محصولات، ویژگی‌های معینی داشته باشد. اغلب این توابع غیر کاهنده، مقعر، همگن خطی نسبت به قیمت نهاده‌ها و بالاخره غیر کاهنده نسبت به محصول است. بااین‌وجود انجام کارهای تجربی بر اساس تابع هزینه، مستلزم در نظر گرفتن فرم تابع خاص برای هزینه است (کاوز و همکاران[8]، ۱۹۸۰). دایورت[9] (۱۹۷۱) فرم تابع تعمیم‌یافته لئون تیف[10] را برای تابع هزینه و فرم تعمیم‌یافته خطی را برای تابع تولید پیشنهاد کرد.

سپس هال[11] (۱۹۷۳) نشان داد که این توابع را می‌توان با یکدیگر ترکیب نمود و تابع هزینه چند محصولی هیبرید دایورت[12] (HDMCF) را به فرم زیر تشکیل داد.

1. Hotelling
2. Samuelson
3. factor-price equalization theorem
4. Ray
5. Shephard
6. Fenchel
7. Multiproduct Cost Function (MCF)
8. Caves and *et al*
9. Diewert
10. Generalized leontief cost function
11. Hall
12. Hybrid Diewert Multiproduct Cost Function

$$c = \sum_{i}^{m}\sum_{j}^{m}\sum_{k}^{n}\sum_{l}^{n} a_{ijkl}\left(y_i\ y_j\ p_k\ p_l\right)^{1/2} \qquad (۱)$$

در این تابع، m تعداد ستانده و n تعداد نهاده است. اگرچه تابع هیچ‌گونه محدودیت اولیه‌ای روی کشش‌های جانشینی نهاده‌ها ندارد، ولی دربرگیرنده محدودیت بازده ثابت نسبت به مقیاس بر اساس رابطه میان هزینه کل و سطوح محصول است. با تعمیم HDMCF به‌منظور بالا بردن انعطاف-پذیری در زمینه صرفه‌های برگرفته از مقیاس، تعداد پارامترهای مدل به‌طور فزاینده‌ای افزایش می‌یابد. نوع دیگری از توابع هزینه چند محصولی، تابع هزینه چند محصولی از نوع درجه دوم[1] (QMCF) است که به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$c = \alpha_0 + \sum_i^m \alpha_i\ y_i + \sum_i^m \beta_i\ p_i + \frac{1}{2}\sum_i^m \sum_j^m \sigma_{ij}\ y_i y_j + \frac{1}{2}\sum_i^n \sum_j^n y_{ij}\ p_i\ p_j\ p_j + \sum_i^m \sum_j^n p_{ij}\ y_i\ p_j \qquad (۲)$$

برای استفاده مناسب یک فرم تابعی انعطاف‌پذیر در کاربردهای عملی، تابع هزینه چند محصولی باید همگنی خطی نسبت به قیمت نهاده‌ها و سطوح مختلف تولید داشته و از کمترین تعداد پارامتر هم برخوردار بوده و در برخی موارد نیز دارای قابلیت لحاظ کردن مقدار صفر در دامنه مجاز مقادیر محصول داشته باشد.

همگنی خطی در قیمت نهاده‌ها، پیش‌شرط رابطه دوگانگی میان هزینه و توابع تغییر شکل یافته مشتق شده از آن است؛ که تابع HDMCF این شرط را دارد؛ و تابع هزینه ترانسلوگ چند محصولی[2] محصولی[2] (TMCF) نیز از راه اعمال محدودیت‌های خطی مناسب دارای این شرط بوده اما تابع QMCF شرط همگنی ندارد. از سوی دیگر، با لحاظ کردن محدودیت‌های پارامتری در شرط بالا، انعطاف‌پذیری تابع از میان خواهد رفت؛ بنابراین، تابع اشاره‌شده فرم مناسبی برای تابع هزینه چند محصولی نیست.

همچنین در تابع HDMCF با لحاظ کردن شرط‌های همگنی خطی و تعمیم تابع به‌منظور نشان دادن صرفه‌های ناشی از مقیاس، تعداد پارامترهای تخمینی مدل چند برابر تعداد پارامترهای TMCF می‌شود که در این موضوع کاربرد تابع اشاره‌شده را در کارهای تجربی به میزان زیادی محدود می‌کند.

تابع ترانسلوگ یکی از توابع چند محصولی در واقع عضوی از گروه توابعی با فرم عمومی سهمی انعطاف‌پذیر است بلاکوربی و همکاران[3] (۱۹۷۷) این گروه توابع را به شکل زیر معرفی کرده‌اند.

1. Quadratic Multiproduct Cost Function
2. Translog Multiproduct Cost Function
3. Blackorby and *et al*

$$F_q = \alpha_0 + \sum_{i}^{2} \alpha_i f_i(q_i) + \sum_{i}^{2}\sum_{j}^{2} \beta_{ij} f_i(q_i) f_j(q_j) \qquad (۳)$$

با قرار دادن لگاریتم طبیعی به‌جای نمادهای f,F در دو سری رابطه بالا، فرم ترانسلوگ به دست می‌آید. فرم کلی تابع هزینه ترانسلوگ چند محصولی توسط بارگس[1] (۱۹۷۴) با n نهاده و m ستانده به‌صورت زیر تعریف می‌شود.

$$L_{n\ yi}\ c = \alpha_0 + \sum_i^m \alpha_i L_n y_i + \sum_i^n \beta_i L_n p_i + \frac{1}{2}\sum_i^m \sum_j^m \delta_{ij} L_n y_i L_n y_j + \frac{1}{2}\sum_i^n \sum_j^n \gamma_{ij} L_n p_i L_n p_j + \sum_i^m \sum_j^n p_{ij} L_n y_i L_n p_j \qquad (۴)$$

با توجه به آنچه در مبانی نظری گفته شد در بخش بعدی، مطالعات تجربی که از این مدل‌ها استفاده گردیده است به‌صورت اجمالی موردبررسی قرار می‌گیرد.

۳. مطالعات تجربی

رستم‌آبادی سفلی (۱۳۷۹) در بررسی توابع تقاضا برای فصول تابستان و زمستان با استفاده از داده‌های سری زمانی ۱۳۷۴-۱۳۵۹ شهر تهران می‌پردازد، نتایج حاکی از آن است که تقاضای آب نسبت به تغییرات قیمت آب و درآمد خانوار در دو فصل تابستان و زمستان در شهر تهران کم‌کشش است.

صالح نیا و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی تعرفه‌های بخش آب شرب و الگوی مصرف مشتریان شهر نیشابور برای دوره زمانی ۱۳۸۳-۱۳۸۰ و دوره‌های دوماهه طی مدت مذکور به این نتیجه رسیدند که الگوی مصرف جامعه آماری و الگوی مصرف پیشنهادی و تعرفه‌های دولت باهم انطباق ندارند.

مرزبان و کریمی (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای ساختار هزینه فرایند عرضه آب شرکت آب و فاضلاب شیراز را با استفاده از داده‌های سری زمانی فصلی ۱۳۸۵-۱۳۷۸ موردبررسی قرار می‌دهند. نتایج حاکی از آن است که بازدهی کاهنده نسبت به مقیاس و عدم صرفه‌جویی ناشی از مقیاس وجود انحصار طبیعی شرکت مذکور را رد می‌کند. همچنین شاخص پیشرفت تکنولوژی حاکی از کاهش هزینه درنتیجه پیشرفت تکنولوژی و شاخص رشد بهره‌وری نشان‌دهنده وجود رشد بهره‌وری در طول دوره موردمطالعه می‌باشد.

صبوحی صابونی و مردانی (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای عدم اطمینان سیستم عرضه آب را در حوزه آبریز زاینده‌رود برای یک دوره ۱۵ ساله موردبررسی قرار دادند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که هزینه کل

1. Burgess

طرح توسعه شبکه توزیع آب در منطقه موردنظر برابر ۱/۳۱ میلیارد دلار بوده، همچنین افزایش راندمان آبیاری هزینه‌های مربوط به شبکه توزیع آب بخش کشاورزی را کاهش می‌دهد.

فطرس و همکاران (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای به بررسی اثر قیمت‌گذاری بلوکی افزایش بر مصرف آب شرب استان‌های کشور طی سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۳ با استفاده از داده‌های تابلویی پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که ضرایب متغیرهای دو الگوی موردبررسی یعنی الگوی قیمت متوسط و قیمت نهایی در دوره موردبررسی درمجموع نتوانسته که باعث کنترل مصرف آب شرب کشور به‌صورت کارا شود، لذا ازنظر آن‌ها سیاست قیمت‌گذاری بلوکی افزایش کارایی نداشته است.

کیم[1] (۱۹۸۷) در مطالعه‌ای به بررسی یک تابع هزینه چند محصولی، با استفاده از مجموعه داده‌های مقطع عرضی ۶۰ شرکت تسهیلات آب آمریکا تابع هزینه ترانس‌لوگ را تخمین زده است. از نتایج برمی‌آید که اقتصاد مقیاس فراگیر وجود دارد اما گاهی اندازه شرکت کاهش می‌یابد.

گارسیا ورینود[2] (۲۰۰۴) در سال ۲۰۰۴ به‌منظور بررسی منافع حاصل از قیمت‌گذاری بهینه آب در فرانسه به تخمین تابع هزینه ترانس لوگ و تابع تقاضا با روش گشتاورهای تعمیم‌یافته پرداخته‌اند. نتایج نشان‌دهنده این است که سیاست قیمت‌گذاری بهینه باعث افزایش در قیمت نهایی آب‌شده و به رفاه کمتر منتج می‌شود.

فاریا و همکاران[3] (۲۰۰۵) تابع تولید کاب داگلاس شرکت‌های دولتی و خصوصی عرضه آب در برزیل را با روش حداکثر راست‌نمایی برآورد کرده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که شرکت‌های خصوصی عرضه آب نسبت به شرکت‌های دولتی از کارایی بیشتری برخوردار می‌باشد.

کوستاس و همکاران[4] (۲۰۰۶) به‌منظور بررسی و پیش‌بینی تابع تقاضای آب خانگی برای منطقه آتن از تابع تقاضای حاصل از حداکثر نمودن تابع مطلوبیت استون گری استفاده کرده‌اند. نتایج حاکی از آن است که کشش قیمتی تقاضای آب بسیار پایین است و کشش تقاضای آب نسبت به متغیر آب‌وهوا حساس‌تر از کشش تقاضا نسبت به متغیر قیمت است.

مارتینز و همکاران[5] (۲۰۰۶) فرم تابعی درجه سوم تابع هزینه آب و فاضلاب در کشور پرتقال در سه سطح تولید: متوسط صنعت، حداقل مقیاس کارا و مقیاس بزرگ با روش حداقل مربعات معمولی را برآورد نموده و به این نتیجه رسیده‌اند که برای مقیاس متوسط صنعت و مقیاس بزرگ تولید، هزینه نهایی عرضه آب از هزینه نهایی جمع‌آوری فاضلاب بزرگ‌تر است درحالی‌که در سطح تولید حداقل مقیاس کارا عکس حالت مذکور اتفاق می‌افتد.

1. Kim
2. Garcia and Reynaud
3. Faria and *et al*
4. Kostas and *et al*
5. Martins and *et al*

نوگس و برگ[1] (۲۰۰۷) به‌منظور بررسی صرفه‌های ناشی از تراکم و صرفه‌های ناشی از مقیاس در صنعت آب در برزیل، مولدوا، کلمبیا و ویتنام تابع هزینه ترانس لوگ به همراه معادلات سهم نهاده‌های تولید به روش رگرسیون‌های به‌ظاهر نامرتبط تکراری برای هر کشور را برآورد می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که در مولدوا، کلمبیا و ویتنام صرفه‌های ناشی از مقیاس وجود دارد که دلیلی بر انحصار طبیعی است درحالی‌که در برزیل بازگشت ثابت به مقیاس وجود انحصار طبیعی در صنعت آب در این کشور را رد می‌کند.

زایاوانگ و برتون[2] (۲۰۰۸) با استفاده از قید بودجه غیرخطی و با روش داده‌های تابلویی به استخراج تقاضای آب در ایالت پرت استرالیا می‌پردازند. نتایج نشان می‌دهد ابزار قیمتی برای مدیریت تقاضا مؤثر بوده است. همچنین، ویژگی‌هایی مانند نوع مسکن، عوامل جمعیتی و شرایط آب و هوائی تأثیر چشمگیری بر تقاضای آب داشته‌اند.

ریوجزس و همکاران[3] (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای برای منطقه سائوپولوی برزیل با استفاده از داده‌های ماهانه ۲۰۰۲–۱۹۹۷ و به‌کارگیری داده‌های تابلویی به این نتیجه رسید که مشکل کمبود آب در این شهر را می‌توان با قیمت‌گذاری مدیریت و برطرف کرد.

دیا کیت و همکاران[4] (۲۰۰۹) به بررسی تعرفه‌های اجتماعی در حالت مدل غیرخطی برای آب مسکونی در منطقه ساحل‌عاج استفاده نموده است، که در آن تعرفه بهینه پیشنهادی شامل یک بلوک اولیه "اجتماعی" با یک قیمت واحد کم و بلوک‌های مصرف بالاتر با قانون انحصار قیمت‌گذاری شده است. در این تحقیق تعرفه غیرخطی بهینه با استفاده از برآورد اقتصادسنجی معادله تقاضای آب مسکونی داده تابلویی کالیبره شده است. تغییرات رفاه در ارتباط با حرکت از تعرفه واقعی از سیستم بهینه قیمت‌گذاری تحت سناریوهای تعرفه‌های مختلف محاسبه‌شده است.

ونگ و همکاران[5] (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای عرضه آب شهری با مشارکت بخش خصوصی جهت اجرای صنعتی شدن آب شهری با استفاده از داده‌های تابلویی برای ۳۵ شهر اصلی طی دوره ۲۰۰۸–۱۹۹۸ در کشور چین استفاده نموده‌اند. نتایج نشان می‌دهد مشارکت بخش خصوصی به‌صورت قابل‌ملاحظه‌ای با بهبود ظرفیت تولید یکپارچه و نرخ پوشش آب در ارتباط می‌باشد، همچنین مشارکت شرکت‌های خارجی عملکرد صنعت را بهبود می‌بخشد.

کیوای و همکاران[6] (۲۰۱۱) با استفاده از سیستم مدل پویا برای برآورد آب شهری طی دوره ۲۰۰۹–۲۰۰۳ برای بخشی از منتی در ایالت فلوریدا پرداخته‌اند، در این تحقیق دو هدف مدنظر است:

1. Nauges and Berg
2. Xayavong and Burton
3. Ruijs and *et al*
4. Diakité and *et al*
5. Wang and *et al*
6. Qi and *et al*

(۱) بررسی پیش‌بینی تقاضای مدل‌های آب بیش از پنج دهه گذشته، (۲) ارائه یک سیستم جدید مدل پویا برای بررسی ارتباط درونی بین تقاضای آب و محیط اقتصاد کلان با استفاده از برآورد خارج نمونه برای پیش‌بینی تقاضای آب شهری در بلندمدت در مناطق شهری که به‌سرعت در حال رشد می‌باشد، همچنین این مدل پویا بر اساس ساختار مدل‌سازی زوجی است که تعادل بین بخش‌های اجتماعی و اقتصادی را مدنظر دارد.

بنیت و همکاران[1] (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای به بررسی عوامل مؤثر بر آب شهری در کشور فرانسه با استفاده از داده‌های سری زمانی پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که خانوارها به قیمت متوسط آخرین صورتحساب آب حساس می‌باشند.

دبریول و همکاران[2] (۲۰۱۳) به بررسی آب غیرمتعارف و استفاده مجدد آن در منطقه کم آب خاورمیانه (شبه‌جزیره عربستان، قفقاز، ایران و شرق نزدیک)، با به‌کارگیری مدل‌های بهینه‌سازی به ارزیابی عملکرد ترکیب بهینه آب و انرژی در سیستم انرژی پرداخته‌اند. نتایج این مدل نشان می‌دهد زمانی که تقاضای اضافی برای برق ناشی از نیازهای آب در نظر گرفته نشده است، تقاضای الکتریسیته نزدیک به ۴۰ درصد است.

ابیلدتراپ و همکاران[3] (۲۰۱۳) در تحقیقی اثرات استفاده زمین جنگل بر هزینه عرضه آب آشامیدنی را موردبررسی قرار داده‌اند. مشاهده می‌شود تغییرات در هزینه‌های آب آشامیدنی تابعی از تغییرات در استفاده زمین است و نتایج نشان می‌دهد که رابطه منفی قابل‌توجهی از زمین مورداستفاده جنگل در هزینه‌های آب یافت می‌شود.

چارز نانجی و همکاران[4] (۲۰۱۳) به بررسی وضعیت عرضه و مصرف آب در کلان‌شهر نسوکا از روش‌های پرسشنامه، مصاحبه، مشاهده استفاده نموده‌اند. در این تحقیق برآورد و مصرف آب به‌وسیله اصل تعادل آب انجام‌گرفته است، نتایج حاکی از آن است که اکثر مردم برای مصرف آب بطری را ترجیح می‌دهند، اما به دلیل گران بودن قیمت آن حدود ۵۵ درصد از مردم برای مصارف داخلی در فصل‌های بارانی از آب باران استفاده می‌کنند و در فصول کم باران ۷۸ درصد مردم برای مصرف از آب‌های تانکر استفاده می‌کنند.

وان بریسن و همکاران[5] (۲۰۱۴) پژوهشی باهدف بررسی یک وضعیت سیستمی برای تأمین آب و در نظر گرفتن ابعاد پایداری در کشورهای توسعه‌یافته انجام داده است، با توجه محاسبات صورت گرفته، مشاهده می‌شود برای تأمین آب شهری بایستی تکنیک‌های مهندسی و زیرساخت‌های طبیعی بکار گرفته شود تا مسیر به سمت سیستم‌های تأمین آب پایدار برسد.

1. Binet and *et al*
2. Dubreuil and *et al*
3. Abildtrup
4. Charles Nnaji and *et al*
5. VanBriesen and *et al*

کولهو و همکاران[1] (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای برای دستیابی به بهره‌وری سیستم تأمین آب، به‌منظور کاهش هزینه و مصرف انرژی از استراتژی‌های شبیه‌سازی و بهینه‌سازی در سیستم‌های تأمین آب شامل (پیش‌بینی تقاضا، طراحی شبکه، پمپ‌های عملیات، عملیات در زمان واقعی تولید انرژی تجدید پذیر) استفاده می‌نماید.

جاستز و همکاران[2] (۲۰۱۴) به بررسی کیفیت آب برای مصارف داخلی که شامل (مواد غذایی، بهداشت شخصی، نظافت خانگی) پرداخته‌اند. نتایج حاصل نشان می‌دهد جهت صرفه‌جویی و بهینه‌سازی از بهترین کیفیت آب بایستی از تعرفه‌های آب استفاده نمود که در این خصوص سه روش برای مصرف آب خانگی (اندازه خانوار، سطح مصرف با همدیگر و گزینه ترکیبی از قیمت‌های مختلف) بکار گرفته می‌شود.

بویتیاس و همکاران[3] (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای به ارزیابی عملکرد آب در منطقه مدیترانه بر اساس متغیرهای پولی و غیر پولی پرداخته‌اند، با توجه به محاسبات صورت گرفته، مشاهده می‌شود که ارزش آب تحت تأثیر عوامل مختلفی ازجمله تغییرات آب‌وهوا و عوامل انسانی، همچنین تغییرات نسبت عرضه و تقاضا تحت تأثیر عوامل پولی و غیر پولی در اکوسیستم است.

۴. معرفی الگوهای مورداستفاده

۴-۱. معرفی الگوی هزینه

روش‌های مختلفی برای تخمین تابع هزینه مؤسسات انحصاری استفاده‌شده است. روش‌هایی مانند تخمین مرز هزینه تصادفی[4] یا استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها[5] برای تابع هزینه استفاده می‌شود. مهم‌ترین مسئله در تعیین یک مدل، تصریح مدل یا تعیین نوع رابطه ریاضی می‌باشد، به‌عبارت‌دیگر، انتخاب متغیرهای مستقل (توضیحی) و وابسته و رابطه ریاضی مابین آن‌ها نوع مدل را نشان داده و کارآمدی آن بستگی به این دارد که مدل با چه دقتی شبیه تابع هزینه در دنیای واقعی بوده و علامات و اندازه پارامترهای تابع تخمین زده شده چقدر با انتظارات قبلی همسو بوده است. بنابراین با توجه به موارد فوق و انعطاف‌پذیری بیشتری که در توابع ترانسلوگ وجود دارد، از تابع هزینه ترانسلوگ برای تخمین پارامترهای موردنظر با استفاده از روش سیستمیSUR استفاده می‌گردد.

1. Coelho and *et al*
2. Justes and *et al*
3. Boithias and *et al*
4. Stochastic Cost Frontier
5. Data Envelopment Analysis

این فرم هم از جنبه نظری و هم از جنبه مسائل اقتصادسنجی بر سایر فرم‌ها برتری دارد. این تابع اولین بار توسط کریستن سن[1]، جرگینسون[2] و لائو[3] در سال ۱۹۷۱ معرفی گردید. شکل کلی تابع هزینه شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی از فرم زیر تبعیت می‌کند.

$$C = f(y_R, y_N, p_L, p_K, Z_E, Z) \qquad (۵)$$

C کل هزینه تصفیه و عرضه آب، y عرضه آب، p قیمت نهاده‌ها، Z طول شبکه و یا فاصله خدمات می‌باشد. همچنین منظور از L، K و E نهاده‌های مربوط به شرکت‌های آب و فاضلاب شامل نیروی کار، سرمایه و برق (الکتریسیته) است و منظور از R و N به ترتیب عرضه‌ی آب خانگی و غیرخانگی است.

در این مطالعه، قصد بر آن است که با تخمین یک تابع هزینهٔ منعطف، ساختار هزینهٔ شرکت‌های آب و فاضلاب موردبررسی قرار گیرد. بدین منظور با پیروی از مطالعه‌های انجام‌شده در این حوزه و مطالعهٔ کلاسیک کریس آلن و جیووانی اورگا[4] (۱۹۹۹) یک سیستم هزینهٔ منعطف برای شرکت‌های آب و فاضلاب تخمین زده می‌شود. در مدل این مطالعه، یک تابع هزینه بهینه بلندمدت به فرم تابع ترانس‌لوگ در نظر گرفته می‌شود و این تابع هزینه به‌صورت زیر معرفی می‌گردد:

$$\begin{aligned}\ln C_t^* \quad & a_0 \quad a_t t \quad \frac{1}{2}a_{tt}t^2 \quad \sum_{i\ R}^{N} a_i.\ln y_i \quad \sum_{i\ L}^{K,E} b_i.\ln p_{i,t} \quad c_z.\ln Z \\ & \frac{1}{2}\sum_{i\ L\ j\ L}^{K,E\ K,E} a_{ij}.\ln y_i.\ln y_j \quad \frac{1}{2}\sum_{i\ L\ j\ L}^{K,E\ K,E} b_{ij}\ln p_{it}.\ln p_{jt} \quad \frac{1}{2}c_{zz}.\ln Z.\ln Z \\ & \sum_{i\ L\ j\ L}^{K,E\ K,E} d_{ij}.\ln P_i.\ln y_j \quad \sum_{i\ R}^{N} e_{zi}.\ln Z.\ln y_i \quad \sum_{i\ L}^{K,E} f_{iz}.\ln P_i.\ln Z \\ & \sum_{i\ R}^{N} a_{it}.t.\ln y_i \quad \sum_{i\ L}^{K,E} b_{it}.t.\ln P_i \quad c_{zt}.t.\ln Z\end{aligned} \qquad (۶)$$

شرایط تقارن به‌صورت زیر اعمال می‌گردد:

$$\begin{aligned} a_{ij} \quad & a_{ji} \qquad i, j \quad R, N \\ b_{ij} \quad & b_{ji} \qquad i, j \quad L, K, E \end{aligned} \qquad (۷)$$

شرایط لازم و کافی (قید مجموع واحد) که تضمین‌کننده همگن بودن C* در قیمت‌ها از درجه‌یک است، به‌صورت زیر نوشته می‌شود:

1. Cristensen
2. Jorgenson
3. Lao
4. Allen and Urga

$$\begin{array}{ll} \sum_{i\ L}^{K,E} b_i & 1 \\ \sum_{j\ L}^{K,E} b_{ij} & 0 \\ \sum_{i\ L}^{K,E} b_{it} & 1 \end{array} \qquad (۸)$$

توابع تقاضای بهینه نهاده‌ها از طریق لم شفارد[1] از تابع هزینه بهینه فوق استنتاج می‌شود (علامت ستاره کنار هر متغیر نشان‌دهنده آن است که مقدار بهینه متغیر موردنظر است). این توابع تقاضا، در سطح تولید مفروض، میزانی از نهاده‌ها را به دست می‌دهند که حداکثر کننده سود بنگاه خواهند بود. بنابراین، با مشتق‌گیری از $\ln C_t^*$ نسبت به $\ln P_{it}$، سیستم معادلات سهم نهاده‌ها به‌صورت زیر به دست می‌آید:

$$S_{it}^* \quad b_{it} \quad \sum_{j\ L}^{E} b_{ij} \ln P_{jt} \quad \sum_{i\ R}^{N} d_{ij}.\ln y_j \quad f_{iz}.\ln Z \quad b_{it}.t \qquad i \quad L, K, E \qquad (۹)$$

درصورتی‌که تابع هزینه هیچ‌گونه اریب در پیشرفت تکنولوژیک نسبت به هیچ‌کدام از عوامل تولید را نداشته باشد، تابع هزینه، شرایط زیر را نیز باید ارضا نماید:

$$b_{it} \quad 0 \text{ و } i \quad L, K, E \qquad (۱۰)$$

در صورت لزوم آزمون این فرض که تکنولوژی تولید، هموتتیک[2] باشد و هیچگونه اریبی در پیشرفت‌های تکنولوژیک نباشد، محدودیت‌های خطی زیر بایستی آزمون شوند:

$$\begin{array}{l} a_{it} \quad 0 \ i \quad R, N \\ c_{zt} \quad 0 \end{array} \qquad (۱۱)$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۲-۴. الگوی محاسبه کشش‌ها

به‌طورمعمول، در مدل‌های مربوط به تحلیل تقاضای نهاده‌ها از دو شاخص‌اندازه‌گیری کشش‌های قیمتی استفاده می‌شود، کشش‌های جزئی جایگزینی آلن- اوزاوا $_{ij}$ و کشش‌های قیمتی تقاضا برای نهاده‌ها $_{ij}$. در رابطه با شکل تابعی ترانسلوگ این کشش‌ها در بلندمدت از طریق فرمول‌های زیر قابل‌محاسبه می‌باشند.

1. Shephard's Lemma

۲. هر تابعی که بتواند تابعی صعودی و یکنواخت از یک تابع همگن باشد، تابع هموتتیک گفته می‌شود.

$$\begin{matrix} l \\ ii \end{matrix} \quad \frac{g_{ii} \quad S_i^2 - S_i}{S_i^2}$$

$$\begin{matrix} l \\ ij \end{matrix} \quad \frac{g_{ij} \quad S_i S_j}{S_i S_j} \qquad (۱۲)$$

$$\begin{matrix} l \\ ii \end{matrix} \quad S_i \quad \begin{matrix} l \\ ii \end{matrix} \quad \text{و} \quad \begin{matrix} l \\ ij \end{matrix} \quad S_j \quad \begin{matrix} l \\ ij \end{matrix}$$

۴-۳- صرفه‌های ناشی از مقیاس

صرفه‌های ناشی از مقیاس به این مفهوم است که اگر مقیاس تولید افزایش یابد، میزان محصول چقدر تغییر خواهد کرد. در حالت کلی اگر میزان تولید به میزانی بیش از افزایش در مقیاس تولید افزایش یابد، صرفه‌های ناشی از مقیاس وجود خواهد داشت. برای نشان دادن و اندازه‌گیری صرفه‌ها یا عدم صرفه‌های ناشی از مقیاس، روش‌های متعددی استفاده می‌شود. یک از این روش‌های محاسباتی برای به دست آوردن فایده‌های ناشی از مقیاس، محاسبه کشش هزینه نسبت به محصول است. اگر کشش هزینه نسبت به محصول بزرگ‌تر (کوچک‌تر) از واحد باشد، زیان‌های (فایده‌های) ناشی از مقیاس وجود خواهد داشت نوگس[1] (۲۰۰۷).

$$\mathrm{ECS} = \varepsilon_{cy} = \frac{\partial \ln c}{\partial \ln y} \qquad (۱۳)$$

۴-۴- بازدهی نسبت به مقیاس[2]

بازدهی نسبت به مقیاس، نسبت تغییر در محصول وقتی همه عوامل تولید به یک نسبت تغییر می‌کند را نشان می‌دهد. این شاخص از معکوس کردن کشش هزینه نسبت به محصول حاصل می‌شود.

$$RTS \quad (\frac{\ln C}{\ln Y})^{-1} \qquad (۱۴)$$

اگر کشش هزینه برابر، بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از واحد باشد، بازدهی نسبت به مقیاس به ترتیب ثابت، کاهنده یا فزاینده خواهد بود.

1. Nauges
2. Return to Scale

۵-۴- الگوی نهایی داده‌ها

داده‌های مورداستفاده در این مطالعه دارای ساختار تابلویی است، به این صورت که اطلاعات ۱۸ شهر استان مرکزی در سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۰ را در برمی‌گیرند. شهرهای موردنظر به ترتیب حروف الفبا عبارت‌اند از: آستانه، آشتیان، اراک، تفرش، خمین، دلیجان، زاویه، ساوه، شازند، غرق‌آباد، فرمهین، کمیجان، مأمونیه، محلات، نراق، نوبران، نیمور و پرندک و متغیرهای مورداستفاده در الگوی اقتصادسنجی عبارت‌اند از:

- لگاریتم کل هزینه‌ها (LTC). هزینه‌های جاری شامل هزینه‌های پرداختی برای آب خریداری‌شده، نیروی کار، مواد مصرفی و برق مصرفی است و هزینه‌های ثابت شامل هزینه‌های سرمایه‌ای است.
- لگاریتم مقدار مصرف آب خانگی (LYR)
- لگاریتم مقدار مصرف آب غیر خانگی (LYNR)
- لگاریتم قیمت نیروی کار (LPL). قیمت نیروی کار در هر شهر و در هر سال از تقسیم کل هزینهٔ پرداختی برای نیروی کار بر تعداد نیروی کار به دست می‌آید.
- لگاریتم قیمت سرمایه (LPK).

قیمت سرمایه یا شاخص قیمت سرمایه از فرمول زیر محاسبه‌شده است:

$$P_{Kt} = s_{KMt}. P_{KMt} + s_{KCt}. P_{KCt} \qquad (۱۵)$$

که در آن:

P_{Kt} = شاخص قیمت سرمایه در سال t

s_{KMt} = سهم بخش ماشین‌آلات و لوازم کسب‌وکار از کل تشکیل سرمایهٔ ثابت در سال t

P_{KMt} = شاخص قیمت سرمایه در بخش ماشین‌آلات و لوازم کسب‌وکار در سال t

s_{KCt} = سهم بخش ساختمان از کل تشکیل سرمایهٔ ثابت در سال t

P_{KCt} = شاخص قیمت سرمایه در بخش ساختمان در سال t

شاخص قیمت سرمایه در بخش ماشین‌آلات و لوازم کسب‌وکار و شاخص قیمت سرمایه در بخش ساختمان، بر اساس روش رومر[1] محاسبه شده‌اند. فرمول این روش به‌صورت زیر است:

$$P_{Kit} = r_t. KD_{i,t-1} + d. KD_{i,t} - (KD_{i,t} - KD_{i,t-1}) \qquad (۱۶)$$

که در آن:

1. Romer

PKit = شاخص قیمت سرمایه در بخش i، در سال t

rt = نرخ بهره در سال t

KDi,t = شاخص ضمنی سرمایه در بخش i، در سال t که حاصل تقسیم تشکیل سرمایهٔ ثابت در بخش i، در سال t به قیمت‌های ثابت بر تشکیل سرمایهٔ ثابت در بخش i، در سال t به قیمت‌های جاری.

d = نرخ استهلاک

از نرخ بهره در بخش مسکن به عنوان تقریبی از نرخ بهره[۱] استفاده‌شده است

لگاریتم قیمت برق مصرفی (LPE) که حاصل تقسیم کل هزینهٔ پرداختی برای میزان برق مصرفی است.

لگاریتم مجموع طول خطوط لوله (LZ).

۵. نتایج تجربی

۵-۱. نتایج تخمین

با توجه به این‌که داده‌های مورداستفاده در این الگو ترکیبی از داده‌های مقطعی و سری زمانی‌اند، برای کنترل مشکل خودهمبستگی و واریانس ناهمسانی هنگام استفاده از داده‌های پانل از روش حداقل مربعات تعمیم‌یافته[۲] در چارچوب رگرسیون به‌ظاهر نامرتبط ازنظر زمانی که اولین بار توسط زلنر[۳] (۱۹۷۹) معرفی گشت، استفاده می‌شود. تخمین همزمان تابع هزینه و معادلات مربوط به سهم هزینه‌ها به‌صورت یک سیستم معادلات همزمان توسط نرم‌افزار Eviews انجام می‌پذیرد.

در این روش کوواریانس بین جملات خطای معادلات مختلف طی یک فرآیند تکراری استفاده از برآورد کننده‌های روش حداقل مربعات تعمیم‌یافته برای افزایش کارایی در نظر گرفته می‌شود. نتایج تخمین معادله در پیوست (۱) نشان داده شده است. مقدار $D.W = 2/07$ ، $R^2 = 0/87$ به‌دست‌آمده است که حاکی از قدرت بالای توضیح دهندگی الگو است. اکثر ضرایب از علامت مورد انتظار برخوردارند و در سطح بیش از ۹۵ درصد معنادار هستند. لازم به ذکر است که تعداد دیگری از متغیرها با توجه به قیودی که در تخمین مدل اعمال گشته‌اند (ازجمله قیود مربوط به تقارن و قید مجموع واحد در تابع ترانس‌لوگ) از طریق معادلات مربوط به

---

۱. نرخ بهره در بخش مسکن به‌عنوان تقریبی از نرخ بهره در کل اقتصاد درنظر گرفته‌شده است؛ ازآن‌جهت که در ایران سری زمانی نرخ بهره در اقتصاد توسط مراجع ذی‌ربط منتشر نمی‌شود. البته آمار نرخ بهره در بخش مسکن که در این مطالعه بکار گرفته‌شده است نیز آمار رسمی و منتشرشده‌ای نیست، بلکه نتیجهٔ تحقیق گسترده‌ای است که توسط آقای دکتر خیابانی یکی از اساتید «مؤسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی» انجام‌شده و در اختیار محققین قرارگرفته است.

2. Generalized Least Square
3. Zellner

این قیود محاسبه می‌گردند و در این جدول نیامده‌اند. آنچه در این جدول مشاهده می‌شود، دقیقاً اعداد مربوط به نتایج به‌دست‌آمده از نرم‌افزار است که عیناً در این جدول آورده شده است و یک ستون در سمت چپ برای ارائه توضیحات در رابطه با چگونگی تعریف پارامترها اضافه‌شده است.

۲-۵. محاسبه کشش‌ها

با توجه به نتایج حاصل از برازش معادلات مدل اصلی، کشش‌های جانشینی آلن برای نهاده‌ها، مطابق جدول (۱) می‌باشد، همان‌طوری که از جدول پیداست، همه کشش‌های جزئی خودی آلن علامت صحیح و مورد انتظار منفی را دارند، در رابطه با شکل تابعی ترانس‌لوگ این کشش‌ها در بلندمدت محاسبه‌شده که L به معنای بلندمدت است. تابع ترانس‌لوگ (مانند دیگر توابع منعطف) هیچ محدودیتی را بر کشش‌های جایگزینی آلن اعمال نمی‌کند و این کشش‌ها در طول زمان برای هر بنگاه متغیر است. بنابراین، برای هر بنگاه و در هر سال می‌توان کشش‌های مزبور را محاسبه کرد. برای محاسبه کشش‌های فوق برای هر بنگاه از میانگین مقادیر به‌دست‌آمده در طول زمان استفاده می‌شود و درصورتی‌که در نظر باشد برای کل شرکت‌های آب و فاضلاب، کشش‌های فوق محاسبه گردند، می‌توان از میانگین مقادیر محاسبه‌شده کشش‌ها استفاده نمود. برای اجتناب از فرایند طولانی بحث، از ارائه اعداد مربوط به کشش‌های جزئی جایگزینی آلن- اوزاوا برای هر شهر صرف‌نظر می‌شود و فقط کشش‌های جایگزینی بلندمدت برای کل شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی در جدول (۱) ارائه می‌شود. لازم به ذکر است که مطابق با تئوری اقتصادی، انتظار می‌رود که کشش-های خودی جایگزینی، منفی (شرط تقعر تابع هزینه) و کشش‌های متقاطع مثبت باشند.

جدول ۱: کشش‌های جایگزینی نسبی آلن-اوزاوا در بلندمدت برای شرکت‌های آب و فاضلاب

	نیروی کار	سرمایه	انرژی
نیروی کار	-۶/۲۲۸	۰/۹۴۴	۰/۴۰۹
سرمایه	۰/۹۴۴	-۰/۱۷۲	۰/۰۳۴
انرژی	۰/۴۰۹	۰/۰۳۴	-۷/۵۷۴

منبع: یافته‌های تحقیق

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، تمامی کشش‌های خودی منفی و کشش‌های جایگزینی متقاطع مثبت هستند. افزون بر این، نتایج نشان می‌دهند که:

- حساسیت هزینه‌ها نسبت به نرخ دستمزد نیروی کار بسیار بیشتر از حساسیت آن به قیمت سرمایه است (صرف‌نظر از انرژی که سهم کوچکی از کل هزینه‌ها را در اختیار دارد).

– نیروی کار و سرمایه تقریباً جایگزین یکدیگر می‌باشند، به این معنی که اگر نسبت قیمت نیروی کار به سرمایه به میزان یک درصد افزایش یابد، نسبت تقاضای سرمایه به تقاضای نیروی کار در شرکت‌های آب و فاضلاب تقریباً به همان میزان افزایش می‌یابد.

برای اینکه کشش‌های قیمتی خودی و متقاطع در کل استان بررسی شوند، در جدول (۲) میانگین این کشش‌ها برای کل استان درج‌شده است.

جدول ۲: کشش‌های قیمتی بلندمدت کل در استان مرکزی

کشش قیمتی نیروی کار	کشش قیمتی سرمایه	کشش متقاطع سرمایه با نیروی کار	کشش متقاطع نیروی کار با سرمایه
-۰/۸۰۳	-۰/۱۴۰	۰/۷۸۵	۰/۱۳۵

منبع: یافته‌های تحقیق

بنابراین نتایج حاصل گویای آن است که:

– یک افـزایش یک‌درصدی در نرخ دستمزد نیروی کار، مـوجب کاهش ۸۰ درصدی تقاضای شرکت‌های آب و فاضلاب برای نیروی کاری است که استخدام خواهند کرد.

– یک افزایش یک‌درصدی در قیمت سرمایه، موجب کاهش ۱۴ درصدی تقاضای شرکت‌های آب و فاضلاب برای سرمایه‌ای می‌شود که بکار خواهند گرفت (شامل زمین، ساختمان، تأسیسات، تجهیزات، ماشین‌آلات، ادوات و غیره).

ملاحظه می‌شود که حساسیت تقاضای سرمایه شرکت‌های آب و فاضلاب استان مرکزی به قیمت سرمایه، بسیار کمتر از حساسیت تقاضای نیروی کار آن‌ها به قیمت نیروی کار است. این نکته بیان‌گر آن است که شرکت‌های آب و فاضلاب استان مرکزی به‌راحتی امکان آن را دارند که خود را با افزایش نرخ‌های دستمزد تطبیق دهند (با کاهش دادن تقاضای‌شان برای نیروی کار)، اما با همان سرعت در واکنش به افزایش شاخص سرمایه این کار را نمی‌توانند انجام دهند، چراکه صنعت عرضهٔ آب به‌شدت سرمایه‌بر است، به‌طوری‌که سهم هزینه‌های سرمایه‌ای در آن‌ها بیش از ۸۰ درصد است.

– یک افزایش یک‌درصدی در قیمت سرمایه، موجب افزایش ۷۸ درصدی تقاضای شرکت‌های آب و فاضلاب برای نیروی کار می‌شود، درحالی‌که یک افزایش یک‌درصدی در قیمت نیروی کار، موجب افزایش ۱۴ درصدی تقاضای شرکت‌های آب و فاضلاب برای سرمایه می‌شود.

ملاحظه می‌شود که اگرچه سرمایه و نیروی کار جایگزین می‌باشند، اما درجه این جایگزینی یکسان نیست، یعنی اینکه افزایش تقاضای نیروی کار (در اثر افزایش یک‌درصدی قیمت سرمایه) معادل افزایش تقاضای سرمایه (در اثر افزایش یک‌درصدی قیمت نیروی کار) نیست، بلکه بیشتر از آن است. در واقع، اگر قیمت نیروی کار به میزان مشخصی، مثلاً ۱۰ درصد، افزایش یابد، تقاضا برای سرمایه که جایگزین نیروی کار است، تنها ۱,۴ درصد افزایش می‌یابد، درحالی‌که همین میزان

افزایش در قیمت سرمایه موجب می‌شود که تقاضا برای نیروی کار ۷٫۶ درصد افزایش یابد. این نتیجه نیز تأیید سرمایه‌بر بودن شرکت‌های آب و فاضلاب است. با توجه به اینکه تفسیر مستقیم تمامی پارامترهای برآورد شده معمولاً در چارچوب تکنولوژی ترانسلوگ امکان‌پذیر نیست، لذا تفاسیر در قالب شاخص‌های استاندارد اقتصادی نظیر صرفه‌های ناشی از مقیاس، بازدهی نسبت به مقیاس انجام می‌پذیرد.

۳-۵. صرفه‌های ناشی از مقیاس

انتخاب اندازه مناسب بنگاه‌های جدید یا توسعه بنگاه‌های موجود در یک صنعت می‌تواند با توجه به امتیازات مقیاس صورت گیرد. ازآنجایی‌که هزینه بنگاه‌ها در مقیاس‌های مختلف تولید متفاوت است. انتخاب مناسب مقیاس و ظرفیت در بودن تولید مهم است. مطابق نتایج به‌دست‌آمده پیوست (۲) در تمامی شهرهای تحت پوشش شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی، هزینه نهایی عرضه آب خانگی با افزایش میزان عرضه آن کاهش می‌یابد. به‌این‌ترتیب، می‌توان گفت که تمام شهرها در تولید آب خانگی دارای صرفه‌های ناشی از مقیاس می‌باشند، چراکه همواره هزینه نهایی عرضه آب خانگی کوچک‌تر از هزینه متوسط عرضه آن خواهد بود. این نکته را بزرگ‌تر از واحد بودن کشش مقیاس عرضه آب خانگی تائید می‌کند. در برخی از شهرها، کشش مقیاس عرضه آب غیر خانگی بزرگ‌تر از واحد به‌دست‌آمده است، یعنی اینکه در این شهرها، افزایش عرضه آب خانگی با کاهش هزینه عرضه آب همراه است. به‌این‌ترتیب، عرضه آب غیر خانگی در این شهرها دارای صرفه‌های ناشی از مقیاس است. این شهرها، شهرهای صنعتی[۱] استان بوده که تعداد و مصرف آب مشترکین غیر خانگی سهم قابل‌توجه‌ای از تعداد و مصرف کل را به خود اختصاص داده‌اند. برای تعدادی از شهرها، کشش مقیاس عرضه آب غیر خانگی کوچک‌تر از واحد به‌دست‌آمده است. این نتایج نشان می‌دهد که این شهرها در تولید آب غیر خانگی با زیان‌های ناشی از مقیاس مواجه می‌باشند. به عبارتی منحنی هزینه در ناحیه صعودی، متوسط عمل می‌کند و با افزایش سطح تولید، هزینه متوسط افزایش می‌یابد، درنتیجه در این شهرها بازدهی کاهنده نسبت به مقیاس تولید وجود دارد که برخلاف شرط وجودی انحصار طبیعی است. پیدا کردن علت دقیق بازدهی کاهنده عرضه آب غیر خانگی در برخی شهرها به اطلاعات وسیع‌تری نیاز دارد که دسترسی به آن‌ها امکان‌پذیر نیست. عللی که با توجه به مدل حاضر می‌توان ارائه نمود عبارت‌اند از: وسعت زیاد شبکه در یک مجموعه شهری و التزام این شرکت به خدمات‌رسانی به مناطقی با خصوصیات متفاوت ازنظر تراکم مشترکان و خصوصیات جغرافیایی که تخصیص بهینه منابع را با مشکل مواجه می‌سازد، همچنین فرسودگی تجهیزات و خطوط آبرسانی باعث گردیده این شرکت در ناحیه بازدهی کاهنده نسبت به مقیاس فعالیت کند.

---

۱. بر اساس شاخص شرکت آب و فاضلاب ملاک صنعتی بودن تعداد مشترکین غیر خانگی، تجاری و صنعتی است. درصورتی‌که درصد مشترکین تجاری و صنعتی نسبت به‌کل مشترکین بالا باشد صنعتی می‌گویند.

نتیجه‌گیری

نتایج مربوط به محاسبه کشش‌های جایگزینی جزئی و کشش‌های قیمتی نشان می‌دهد که نیروی کار و سرمایه در فرآیند عرضه آب در شرکت‌های آب و فاضلاب استان مرکزی جایگزین می‌باشند، واکنش تقاضا برای نهاده نیروی کار به تغییر نرخ دستمزد بسیار بزرگ‌تر از واکنش تقاضا برای نهادهٔ سرمایه به تغییر شاخص قیمت سرمایه است و واکنش تقاضا برای نهادهٔ نیروی کار به تغییر شاخص قیمت سرمایه بسیار بزرگ‌تر از واکنش تقاضا برای نهادهٔ سرمایه به تغییر نرخ دستمزد است. این دستاوردها نشان‌گر وابستگی بسیار زیاد شرکت‌های آب و فاضلاب به سرمایه است و انطباق اندک آن‌ها با تغییرات شاخص قیمت سرمایه (با جایگزین کردن نیروی کار) است.

تمام شهرهای استان مرکزی در تولید آب خانگی دارای ویژگی بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس و صرفه‌های ناشی از مقیاس می‌باشند که بیانگر ساختار انحصار طبیعی این صنعت است.

شهرهای صنعتی استان مرکزی در تولید آب غیر خانگی دارای ویژگی بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس و صرفه‌های ناشی از مقیاس می‌باشند و در سایر شهرها نتایج حاکی از وجود بازدهی کاهنده نسبت مقیاس و عدم صرفه‌های ناشی از مقیاس است که می‌تواند ناشی از تراکم مشترکان، خصوصیات جغرافیایی و تجهیزات و خطوط آبرسانی باشد که تخصیص بهینه هزینه را با مشکل مواجه سازد.

با توجه به یافته‌های این مطالعه پیشنهاد می‌گردد برای کارایی قیمت‌گذاری بهینه آب به هزینه نهایی آب توجه گردد. کارایی قیمت‌گذاری آب در شرکت آب و فاضلاب متأثر از ساختار هزینه و تکنولوژی مورداستفاده در تولید آن است. پیشنهاد می‌شود برای دستیابی به تخصیص منابع کمیاب آبی، مدیریت عرضه و تقاضا آب با قیمت‌گذاری صحیح منابع در بخش‌های مختلف مصرف ازجمله آب شرب خانگی مدنظر قرار گیرد. همچنین برای قیمت‌گذاری آب در شرایط وجود اقتصاد مقیاس در حالتی که هزینه نهایی عرضه آب مثبت و کوچک‌تر از هزینه متوسط باشد به‌راحتی قابل‌درک است اما در حالتی که هزینه نهایی عرضه آب منفی باشد یعنی با افزایش عرضه آب هزینه عرضه کاهش یابد در این شرایط قیمت‌گذاری با تعرفه‌های بلوکی کاهنده پیشنهاد می‌گردد.

منابع

رستم‌آبادی‌سفلی، الهام (۱۳۷۹)؛ برآورد معادله مصرف آب در فصول تابستان و زمستان در شهر تهران، مجله برنامه بودجه، شماره ۵۵ و ۵۴: ۷۷-۱۰۶.

صالح‌نیا، نرگس؛ فلاحی، محمدعلی؛ انصاری، حسین و داوری، کامران (۱۳۸۵)؛ بررسی تعرفه‌های آب شهری و تأثیر آن بر الگوی مصرف آب مشترکان، مطالعه موردی شهر نیشابور، مجله آب و فاضلاب، شماره ۶۳: ۵۰-۵۹.

صبوحی‌صابونی، محمود و مردانی، مصطفی (۱۳۹۲)؛ طراحی سیستم عرضه آب مطمئن در شرایط عدم حتمیت مطالعه موردی: حوزه آبریز زاینده رود، مجله آب و فاضلاب، شماره ۳: ۳۳-۴۴.

فطرس، محمدحسن؛ یاری، محمدحسین و معبودی، رضا (۱۳۹۲)؛ اثر قسمت گذاری بلوکی افزایشی بر مصرف آب شرب در استان‌های کشور، تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، شماره ۳: ۲۹-۴۹.

مرزبان، حسین و کریمی، لیلا (۱۳۹۱)، بررسی ساختار هزینه فرآیند عرضه آب (مطالعه موردی شرکت آب و فاضلاب شیراز)، مجله آب و فاضلاب، شماره ۳: ۶۸-۷۷.

Abildtrup, J.; Garcia, S. and Stenger, A. (2013); The effect of forest land use on the cost of drinking water supply: A spatial econometric analysis. Ecological Economics, Volume 92: 126-136.

Allen, C. and Urga, G. (1999); "Interrelated Factor Demands from a Dynamic Cost Function: An Application to the Non-Energy Business Sector of the UK Economy", Economica, 66: 403- 413.

Altmann, D. (2007); "Marginal cost water pricing: Welfare effect and policy implications using minimum cost and benchmarking models with case studies from Australia and Asia." Ph.D Thesis, University of Adelaide, Australia.

Binet, M-E.; Carlevaro, F. and Paul, M. (2012); "Estimation of Residential Water Demand with Imprecise Price Perception", CNRS Caen University, Basse-Normandie, WP 2012-33.

Blackorby, C., Primont, D. and Russel, R. R. (1977); On testing separability restrictions with flexible functional forms, Journal of Econometrics, No.5:195-209.

Boithias, L.; Acuña, V.; Vergoñós, L.; Ziv, G.; Marcé, R. and Sabater, S. (2014); Assessment of the water supply: demand ratios in a Mediterranean basin under different global change scenarios and mitigation alternatives. Science of the Total Environment, Volumes 470–471: 567-577.

Burgess, D. F. (1974); A cost minimization approach to import demand equations, the Review of Economics and statistics, No.56: 225-234.

Caves, D. W; Christenson, L. P. and Tritheway, M. W. (1980); Flexible cost functions for multiproduct firms, the Review of Economics and statistics, No.62: 477-481.

Coelho Faria, R.; Da Silva Souza, G. and Belchior Moreira, T. (2005); "Public versus private water utilities: Empirical evidence for Brazilian companies." J. of Economics Bulletin, 8: 1-7.

Coelho, B. and Andrade-Campos, A. (2014); Efficiency achievement in water supply systems—A review . Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 30: 59-84.

Diakité, D.; Semenov, A. and Thomas, A. (2009); A proposal for social pricing of water supply in Côte d'Ivoire. Journal of Development Economics, Volume 88, Issue 2: 258-268.

Diewert, W. E. (1971); An application of the shephards duality theorem. A generalized Leontief production function, Journal of political Economy.No.79: 481-507.

Dubreuil, A.; Assoumou, E.; Bouckaert, S.; Selosse, S. and Maı¨zi, N. (2013); Water modeling in an energy optimization framework – The water-scarce middle east context. Applied Energy, Volume 101, Pages 268-279.

Fenchel, W. (1951); Covex sets and functions. Princeton University, lecture notes.

Garcia, S. and Reynaud, A. (2004); 'Estimating the benefits of efficient water pricing in France, Resource and Energy Economics, 26, 1-25.

Hall, R. E. (1973); the specification of technology with several kinds of output. Journal of political Economy. No.81:878-892.

Hotelling, H. (1932); "Edgeworths Taxation Paradox and the Nature of Supply and Demand Functions", Jpe.

Justes, A.; Barberán, R. A. and Farizo B. (2014); Economic valuation of domestic water uses. Science of The Total Environment, Volume 472: 712-718.

Kim, H. Y. (1987) 'Economies of scale in multi- product firms: an empirical analysis', Economica, New Series, Vol. 54, No. 214: 185-206.

Kostas, B. and Chrysostomos, S. (2006); "Estimating urban residential water demand determinants and forecasting water demand for Athens metropolitan area, 2000-2010." South-Eastern Europe J. of Economics, 1: 47-59.

Martins, R.; Fortunato, A., and Coelho, F. (2006); "Cost structure of the Portuguese water industry: A cubic cost function application." < http:// gemf. Fe. Uc. Pt> (July 8, 2008).

Nauges, C. and Van den Berg, C. (2007); "How natural are natural monopolies in the water supply and sewerage sector? Case studies from development and transition economics." < http:// econ.worldbank.org> (Dec. 18, 2007).

Nnaji, C. C.; Eluwa C. and Nwoji, C. (2013) Dynamics of domestic water supply and consumption in a semi-urban Nigerian city. Habitat International, Volume 40: 127-135.

Qi C, Chang N. B. (2011); System dynamics modeling for municipal water demand estimation in an urban region under uncertain economic impacts. Journal of Environmental Management, Volume92, Issue 6: 1628-641.

Ray, S. C. (1982); A translog cost function analysis of U.S. Agriculture, 1939-77, American Journal of Agricultural Economics 64(August): 490-98.

Rasekh, A. and Brumbelow, K. (2014) Drinking water distribution systems contamination management to reduce public health impacts and system service interruptions. Environmental Modelling & Software Volume 51: 12-25.

Ruijs, A., Zimmermann, A. and van den Berg M. (2008); Demand and distributional effects of water pricing policies. Ecological Economics, Volume 66, Issues 2–3: 506-16.

Samuelson, P. (1947); Foundation of Economic Analysis, (Cambridge, Mass., Harvard University Press).

Shephard, R. (1953); Theory of cost and production functions,(Princeton, N. J., Princeton University Press).

Shiklomanov, I. In and Gleick PH, editor. (1993); Water in crisis: a guide to the world's fresh water resources. Pacific Institute for Studies in Development, Environment and Security, Oxford University Press: 13–23.

Siegel, FR. Water (2008); Demands of expanding populations and development planning: clean air, safe water, fertile soils. Springer. p. 228 [chapter 5].

VanBriesen, J. M; Dzombak, D.A and Zhang, L. (2014); Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, from Comprehensive Water Quality and Purification. Water Quality and Sustainability Volume 4: 427-449.

Wang, H.; Wu, W. and Zheng, S. (2011); An econometric analysis of private sector participation in China's urban water supply. Utilities Policy, Volume 19, Issue 3, September 2011: 134-141.

Xayavong, V. and Burton, M. (2008); "Estimating Urban Residential Water-Demand with Increasing Block Prices: The Case of Perth, Western Australia". 52nd Annual Conference of the Australian Agricultural and Resource Economics Society, Canberra.

Zhang, H. and Brown, D. F. (2005); Understanding urban residential water use in Beijing and Tianjin, China. Habitat International, 29: 469-491.

Zellner, A. (1979); "Statistical Analysis of Econometric Models," invited paper with Discussion, J. of the American Statistical Association, 74: 628-651.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پیوست‌ها:

پیوست ۱: تمامی مقادیر برآوردشده برای پارامترهای مدل با توجه به قیود

پارامترها		مقدار برآورد شده	خطای استاندارد	آماره-t
a_0	C(۱)	۲۳/۴۲۲	۱۱/۶۲۴	۲/۰۱۵
a_t	C(۲)	۰/۰۴۲	۰/۰۲۰	۲/۰۸۲
a_{tt}	C(۳)	-۰/۰۱۳	۰/۰۰۶	-۲/۲۴۵
a_r	C(۴)	-۱/۰۳۳	۰/۳۰۰	-۳/۴۴۹
a_n	C(۵)	-۰/۹۰۳	۰/۳۹۳	-۲/۳۰۱
b_l	C(۶)	-۰/۲۰۰	۰/۰۵۶	-۳/۵۶۰
b_k	C(۷)	۱/۴۴۵	۰/۳۴۵	۴/۱۸۸
c_z	C(۸)	۱/۹۰۶	۰/۳۳۸	۵/۶۴۰
a_{rr}	C(۹)	۰/۰۵۹	۰/۰۰۶	۱۰/۲۶۴
a_{rn}	C(۱۰)	۰/۱۵۳	۰/۰۱۳	۱۱/۸۰۷
a_{nn}	C(۱۱)	-۰/۰۸۹	۰/۰۲۳	-۳/۳۸۸
b_{ll}	C(۱۲)	۰/۰۰۷	۰/۰۰۳	۲/۳۴۷
b_k	C(۱۳)	۰/۰۲۲	۰/۰۰۲	۱۱/۲۹۲
b_{ee}	C(۱۴)	۰/۰۱۷	۰/۰۰۲	۷/۴۵۰
c_{zz}	C(۱۵)	۰/۴۴۹	۰/۰۷۴	۶/۰۹۳
d_{lr}	C(۱۶)	-۰/۰۲۹	۰/۰۰۹	--۳/۳۸۳
d_{kr}	C(۱۷)	۰/۰۲۹	۰/۰۰۴	۶/۳۸۸
d_{ln}	C(۱۸)	۰/۰۱۴	۰/۰۰۱	۱۳/۸۴۸
d_{kn}	C(۱۹)	-۰/۰۱۷	۰/۰۰۸	-۲/۲۰۰
e_{zr}	C(۲۰)	-۰/۲۶۵	۰/۱۴۰	-۱/۸۹۷
e_{zn}	C(۲۱)	-۰/۰۸۵	۰/۰۴۴	-۱/۹۱۲
f_{zn}	C(۲۲)	۰/۱۴۴	۰/۰۴۴	۳/۲۵۷
f_{kz}	C(۲۳)	-۰/۲۲۳	۰/۰۴۴	-۵/۰۶۰
AR(۱)	C(۵۸)	۰/۸۵۱	۰/۰۴۷	۱۷/۹۱۶
d۱	C(۲۴)	۰/۱۱۹	۰/۰۳۴	۳/۴۹۸
d۲	C(۲۵)	-۰/۰۱۲	۰/۰۰۴	-۳/۴۱۶
d۳	C(۲۶)	-۰/۴۷۲	۰/۱۳۱	-۳/۵۹۱
d۴	C(۲۷)	-۰/۰۰۵	۰/۰۰۲	-۲/۱۸۳
d۵	C(۲۸)	-۰/۲۴۵	۰/۰۶۴	-۳/۸۰۰
d۶	C(۲۹)	-۰/۱۴۳	۰/۰۴۵	-۳/۱۶۴

d۷	C(۳۰)	۰/۱۰۴	۰/۰۲۹	۳/۵۷۱
d۸	C(۳۱)	−۰/۲۹۰	۰/۰۹۳	−۳/۱۱۱
d۹	C(۳۲)	−۰/۰۶۸	۰/۰۳۶	−۱/۸۸۵
d۱۰	C(۳۳)	۰/۰۲۱	۰/۰۰۶	۳/۷۶۷
d۱۱	C(۳۴)	۰/۰۶۳	/۰۳۰	۲/۱۱۰
d۱۲	C(۳۵)	−۰/۰۱۳	۰/۰۰۳	−۴/۵۰۲
d۱۳	C(۳۶)	−۰/۱۴۳	۰/۰۴۸	−۲/۹۸۳
d۱۴	C(۳۷)	−۰/۱۴۱	۰/۰۵۰	−۲/۸۳۸
d۱۵	C(۳۸)	۰/۰۴۹	۰/۰۲۱	۲/۲۹۳
d۱۶	C(۳۹)	۰/۱۴۲	۰/۰۳۸	۳/۶۹۶
d۱۷	C(۴۰)	−۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	−۱/۹۵۶
AR(۱)	C(۵۹)	۰/۳۶۶	۰/۱۳۹	۲/۶۳۰
d۱	C(۴۱)	−۰/۱۶۲	۰/۰۳۳	−۴/۸۷۸
d۲	C(۴۲)	۰/۰۳۱	۰/۰۱۵	۲/۰۸۶
d۳	C(۴۳)	۰/۷۵۴	۰/۱۳۳	۵/۶۷۱
d۴	C(۴۴)	۰/۰۳۷	۰/۰۱۱	۳/۳۲۳
d۵	C(۴۵)	۰/۳۸۶	۰/۰۶۵	۵/۹۴۹
d۶	C(۴۶)	۰/۲۴۰	۰/۰۴۶	۵/۲۵۶
d۷	C(۴۷)	−۰/۱۳۳	۰/۰۲۸	−۴/۷۳۹
d۸	C(۴۸)	۰/۴۸۰	۰/۰۹۳	۵/۱۴۲
d۹	C(۴۹)	۰/۱۳۴	۰/۰۳۷	۳/۶۴۸
d۱۰	C(۵۰)	−۰/۰۰۵	۰/۰۰۲	−۰/۲۰۴
d۱۱	C(۵۱)	−۰/۰۸۴	۰/۰۲۹	−۲/۸۷۶
d۱۲	C(۵۲)	۰/۰۴۳	۰/۰۲۵	۱/۷۴۹
d۱۳	C(۵۳)	۰/۲۴۴	۰/۰۴۹	۵/۰۱۷
d۱۴	C(۵۴)	۰/۲۴۳	۰/۰۵۱	۴/۸۰۸
d۱۵	C(۵۵)	−۰/۰۸۳	۰/۰۳۷	--۲/۲۲۶
d۱۶	C(۵۶)	−۰/۱۸۵	۰/۰۳۸	−۴/۸۹۵
d۱۷	C(۵۷)	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۲/۰۵۱

منبع: یافته‌های تحقیق

D.W=۲ /۰۷ R-squard=۰/۸۷

پیوست ۲: صرفه‌های ناشی از مقیاس عرضه آب خانگی و غیر خانگی در شهرهای استان مرکزی

شهر	کشش مقیاس عرضه آب خانگی	بازدهی نسبت به مقیاس آب خانگی	کشش مقیاس عرضه آب غیرخانگی	بازدهی نسبت به مقیاس آب غیرخانگی
آستانه	۰/۵۱	۱/۹۶	۱/۵۱	۰/۶۶
آشتیان	۰/۴۸	۲/۰۸	۲/۴۷	۰/۴۰
اراک	۰/۵۱	۱/۹۶	۰/۲۹	۳/۴۵
تفرش	۰/۴۴	۲/۲۷	۰/۳۸	۲/۶۳
خمین	۰/۴۷	۲/۱۳	۰/۵۸	۱/۷۲
دلیجان	۰/۴۵	۲/۲۲	۰/۳۸	۲/۶۳
زاویه	۰/۴۵	۲/۲۲	۳/۹۱	۰/۲۶
ساوه	۰/۴۹	۲/۰۴	۰/۲۸	۳/۵۷
شازند	۰/۵۱	۱/۹۶	۱/۶۲	۰/۶۲
غرق‌آباد	۰/۶۷	۱/۴۹	۴/۹۲	۰/۲۰
فرمهین	۰/۵۱	۱/۹۶	۰/۶۵	۱/۵۴
کمیجان	۰/۴۹	۲/۰۴	۲/۸۵	۰/۳۵
مامونیه	۰/۴۳	۲/۳۳	۲/۰۳	۰/۴۹
محلات	۰/۴۸	۲/۰۸	۲/۰۲	۰/۵۰
نراق	۰/۴۱	۲/۴۴	۱/۷۶	۰/۵۷
نوبران	۰/۵۱	۱/۹۶	۱/۱۶	۰/۸۶
نیم ور	۰/۴۹	۲/۰۴	۴/۴۳	۰/۲۳
پرندک	۰/۵۳	۱/۸۹	۰/۲۸	۳/۵۷

منبع: یافته‌های تحقیق

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی