

قیمت‌گذاری کارآمد آب شرب (مطالعه موردی شهر اراک)

سید حسین سجادی فر^۱، شاهین پاکروح^۲، علی اصغر قانع^۳، بهرام فتحی^۴

- ۱- عضو هیئت علمی گروه اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهریار
(نویسنده مسئول) h.sajadifar@gmail.com
۲- معاون پشتیبانی و هماهنگی شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
۳- معاون برنامه‌ریزی و توسعه شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
۴- عضو هیئت علمی گروه اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهریار

(دریافت ۹۵/۶/۲۵ پذیرش ۹۵/۷/۲۵)

چکیده

یکی از مشکلات اصلی صنعت آب و فاضلاب در کشور نوع قیمت‌گذاری آب شرب است. در ایران تصمیمات راجع به قیمت‌گذاری خدمات آبی بیشتر بر مبنای ملاک‌های اجتماعی، قانونی، اداری و مالی بوده و ملاحظات اقتصادی کمترین نقش را دارند. قیمتی که مصرف‌کننده برای آب می‌پردازد، بر اساس درصدی از هزینه‌های حسابداری تولید و توزیع آب است و مدل‌های کارآمد اقتصادی برای قیمت‌گذاری مورد استفاده قرار نگرفته است. عدم توجه به الزامات اقتصادی در قیمت‌گذاری بخش آب موجب شده است که آب به‌عنوان یک کالای رایگان یا بسیار ارزان عرضه شود. به‌طور یقین، وضعیت کنونی کمیابی منابع آبی و مشکلات متعدد محیط‌زیستی، پیامد این نوع نگرش اشتباه بوده است. برای کاهش اثرات منفی بحران و اجرای سیاست‌های راهبردی بهینه در حوزه آب باید بیش از پیش ابزارها و راهکارهای اقتصادی را مورد توجه قرار داد. در این مطالعه، سیاست‌های قیمت‌گذاری بهینه در امور آب و فاضلاب شهر اراک به‌عنوان یک بنگاه دو محصولی که خدمات آب خانگی و غیر خانگی را عرضه می‌کند، بررسی شده است. تابع هزینه دارای فرم ترانس‌لوگ بوده و روش برآورد سیستم معادلات به ظاهر نامرتب است. نتایج نشان می‌دهد که قیمت فروش آب خانگی فقط ۳۳ درصد هزینه نهایی را پوشش داده و امور آب و فاضلاب شهر اراک در تولید آب خانگی و غیر خانگی دارای اقتصاد مقیاس است. با توجه به این که قیمت‌گذاری هزینه نهایی در شرایط وجود اقتصاد مقیاس منجر به زیان امور آب و فاضلاب اراک می‌شود، مناسب است که قیمت‌های بهینه دوم به روش پیشنهادی رمزی محاسبه شود. با تلفیق هزینه نهایی با کسش‌های قیمتی تقاضای آب خانگی فصل‌های مختلف سال، قیمت‌های بهینه دوم رمزی برای فصل‌ها پیشنهاد شده است. نتایج قیمت‌گذاری بهینه دوم رمزی بیان می‌کند که برای دستیابی به حداکثر رفاه اجتماعی لازم است که قیمت‌های آب خانگی در فصل‌های تابستان و بهار از هزینه نهایی بیشتر و در فصل‌های پاییز و زمستان از هزینه نهایی کمتر باشد.

واژه‌های کلیدی: هزینه نهایی، قیمت‌گذاری بهینه دوم رمزی، تقاضای فصلی آب خانگی، آب و فاضلاب اراک

۱- مقدمه

کالاها و خدمات عمومی چگونه می‌تواند منجر به افزایش رفاه اجتماعی شود. منطق متعارف برای پایین نگه داشتن قیمت آب منطقی نادرست است. افزایش قیمت‌ها می‌تواند کارآمدی را بهبود بخشد. قیمت‌های بالاتر آب اجازه گسترش خدمات را به کسانی که در حال حاضر از این خدمات استفاده نکرده‌اند، می‌دهد. به‌طور کلی، سیاست قیمتی می‌تواند به حفظ پایداری منابع آن کمک کند. زمانی که قیمت آب منعکس‌کننده هزینه واقعی آن باشد، منابع بر روی ارزشمندترین استفاده‌ها قرار خواهند گرفت. اثرات قیمت‌گذاری بهینه اقتصادی در بخش آب به شرح زیر است:

- افزایش قیمت‌ها، تقاضا را کاهش می‌دهد؛
- افزایش قیمت‌ها عرضه آب را افزایش می‌دهد؛

- اقتصادی‌تر شدن پروژه‌های بخش آب؛

در گذشته سیاست‌گذاران آب کشور بر ماهیت عمومی کالای آب تأکید زیادی داشته‌اند. این موضوع منجر به دخالت زیاد دولت در بخش آب شده است. این مسیر در بیشتر کشورهای دنیا، دنبال شده است. با این حال، بانک جهانی و سایر نهادهای بین‌المللی مرتبط با بخش آب و به‌ویژه کنفرانس جهانی ریودوژانیرو (اجلاس زمین) در سال ۱۹۹۲ بر اصول اساسی مدیریت اقتصادی آب تأکید زیادی داشته‌اند. روش‌های مختلفی برای ترویج برابری، کارایی و پایداری در بخش آب وجود دارد، اما قیمت‌گذاری مناسب، تأثیرگذارترین روش است [۱]. قیمت‌گذاری از لحاظ مفهومی بسیار ساده بوده اما ممکن است اجرای آن به دلایل سیاسی و اجتماعی بسیار دشوار باشد. تئوری‌های اقتصادی توضیح می‌دهد که قیمت‌گذاری صحیح

- ایجاد انگیزه‌های اقتصادی برای کاهش آب بدون درآمد:
- افزایش قیمت‌ها باعث تخصیص بهینه آب بین بخش‌های مختلف اقتصادی می‌شود؛
- افزایش قیمت‌ها سبب افزایش درآمد بخش آب شده و کارآمدی مدیریتی را بهبود می‌بخشد:
- بهبود تعمیرات و نگهداری از تأسیسات؛
- بهبود آموزش کارکنان؛
- افزایش استفاده از تکنولوژی‌های نوین فنی و مدیریتی؛
- افزایش قیمت‌ها به پایداری منابع آبی کمک می‌کند:
- کاهش برداشت از منابع آبی؛
- کاهش آلودگی‌های زیست محیطی؛
- افزایش استفاده از تکنولوژی‌های نوین فنی و مدیریتی
- افزایش قیمت‌ها می‌تواند هزینه واحد تولید را کاهش داده و دسترسی افراد مستمند به حداقل آب مورد نیاز را تسهیل کند.

اگر منابع آب در قالب یک رویکرد جامع باشد که در آن جنبه‌های اقتصادی، حقوقی و زیست محیطی به‌طور همزمان مدیریت شوند، افزایش قیمت‌ها باعث بهبود حقوق صاحبان سهام، کارآیی و پایداری منابع آب می‌شود. کارآمدی قیمت‌گذاری آب نیز در اکثر کشورهای توسعه یافته مورد توجه است. در انگلستان و ولز، قیمت‌های آب توسط تنظیم‌کننده اقتصادی (OFWAT) نظارت می‌شود و سعی بر آن است که با تأکید بر الزامات اقتصادی قیمت‌ها مشخص شود. در پرتغال، در سال ۱۹۹۴ قوانین جدید به نحوی تعیین شد که سرویس‌های جدید خصوصی، قیمت آب را معادل با هزینه بلند مدت آن تنظیم کنند [۲]. اگرچه در حال حاضر یک توافق نظر روی اهمیت معیارهای کارآمدی تعیین قیمت آب وجود دارد، اما تعداد کمی مقاله تا به حال به موضوع ارزیابی قیمت‌ها پرداخته‌اند. به علاوه علی‌رغم این که متخصصان اقتصاد در مورد قیمت‌گذاری آب توافق دارند، تنها تعداد کمی از مقالات اندازه درآمد مورد انتظار از قیمت بهینه را درست تخمین زده‌اند. برآورد سود اجتماعی نیز در پژوهش‌های مختلف، متفاوت است. سوآلو و مارین^۱ در سال ۱۹۸۸ نشان دادند که قیمت‌گذاری بهینه موجب افزایش ۲ درصدی مازاد رفاه اجتماعی واقعی خواهد شد [۳]. رنزیتی^۲ در سال ۱۹۹۲ نشان داد که قیمت‌گذاری فصلی آب موجب افزایش مازاد رفاه اجتماعی به میزان ۴ درصد می‌شود [۴].

این مطالعه با هدف برآورد هزینه نهایی و بررسی کاربرد قیمت‌گذاری بهینه دوم آب خانگی در فصل‌های مختلف سال در

¹ Swallow and Marin

² Renzetti

امور آب و فاضلاب شهر اراک انجام شد. علی‌رغم اهمیت زیاد قیمت‌گذاری بهینه دوم در صنعت آب و فاضلاب، تحقیقات بسیار کمی در این زمینه انجام شده است. در این حوزه فقط می‌توان به مطالعه فلاحی و همکاران در سال ۱۳۸۸ با عنوان "قیمت‌گذاری آب شرب شهری بر اساس الگوی رمزی (مطالعه موردی شهر نیشابور)" اشاره نمود [۵]. تا آنجایی که نویسندگان اطلاع دارند کاربرد قیمت‌گذاری بهینه دوم رمزی برای فصل‌های مختلف سال برای اولین صورت می‌گیرد. امور آب و فاضلاب شهر اراک به‌عنوان یک بنگاه دو محصولی که خدمات آب خانگی و غیر خانگی را عرضه می‌کند، در نظر گرفته شده است. برای استخراج هزینه نهایی و بررسی اقتصاد مقیاس در امور آب و فاضلاب شهر اراک، ابتدا تابع هزینه شهرهای تحت پوشش شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی برآورد شده است. اطلاعات تابلویی بوده و مربوط به ۱۸ شهر و شش سال و روش اقتصادسنجی سیستم معادلات به ظاهر نامرتب است. بر اساس پارامترهای به‌دست آمده و اطلاعات سال ۱۳۹۳ شهر اراک، هزینه نهایی محاسبه می‌شود. با توجه به این که قیمت‌گذاری هزینه نهایی در شرایط وجود اقتصاد مقیاس منجر به زیان امور آب و فاضلاب اراک می‌شود، مناسب است که قیمت‌های بهینه دوم رمزی محاسبه شود. با تلفیق هزینه نهایی با کشش‌های قیمتی تقاضای آب خانگی فصل‌های مختلف سال، قیمت‌های بهینه دوم رمزی برای فصل‌ها پیشنهاد شد.

۲- قواعد کلی قیمت‌گذاری آب

طراحی نرخ کارآمد برای آب مسئله بسیار مهمی است. اولین هدف طرح قیمت‌گذاری آب ایجاد درآمد برای پوشش کامل هزینه‌های جاری و سرمایه‌ای است. قیمت‌گذاری بر اساس هزینه نهایی از نظر کارایی و سیاست‌های مدیریت تقاضا بهترین نوع قیمت‌گذاری است. قیمت‌گذاری بر اساس هزینه نهایی در محیط‌های علمی و همچنین از منظر نهادهای بین‌المللی مرتبط با بخش آب به شدت توصیه شده است. به‌عنوان مثال، در ماده ۹ شاخص‌های اثرگذار بر کارایی بخش آب اتحادیه اروپا به اعضا توصیه شده است که در قیمت‌گذاری خدمات آبی هزینه‌های اقتصادی، ارزش ذاتی آب، زیست محیطی و اجتماعی را لحاظ نمایند. علاوه بر کارایی، قیمت‌گذاری باید اهداف دیگری را نیز محقق نماید [۶]. همچنین قیمت‌گذاری مختص به هر کاربری و هر فصل باید به گونه‌ای باشد که مصرف‌کننده را به صرفه جویی و استفاده کارآمد از آب وادار نماید. استفاده از این معیارها برای تعیین قیمت کارآمد آسان نخواهد بود. ابتدا برخی از این معیارها ممکن است در تضاد با یکدیگر باشند و باید تعاملی بین آن‌ها

صورت پذیرد. تعادل بین ثبات درآمد و بهره‌وری مثالی از این دست است. به علاوه، زمانی که خدمات آب سرمایه‌گذاری بزرگی را درگیر می‌کند، بسیاری از هزینه‌ها ثابت خواهند بود، یعنی با مقدار آب مصرفی تغییر نخواهند کرد. این مطلب اختصاص قیمت به مشترکان را سخت‌تر خواهد نمود.

۳- قیمت‌گذاری هزینه کامل آب

مشکل پیش‌روی بخش آب این است که قیمت‌ها و تعرفه‌ها از هزینه تمام شده تأمین و توزیع بسیار کمتر هستند. بنابراین، ناکارآمدی بزرگی در بخش آب وجود دارد و اصلاح قیمت آب باید مطرح شود. کمیسیون جهانی آب اخیراً به شدت نیاز به قیمت‌گذاری هزینه کامل خدمات آب را تأیید کرده است. اعضای کمیسیون جهانی آب در سال ۲۰۰۰ توافق کردند که فوری‌ترین و مهم‌ترین روش برای بخش آب اتخاذ قیمت‌گذاری هزینه کامل خدمات آب است. فرایند عملیات تأمین آب با طی مرحله‌های استحصال، انتقال، تصفیه، پمپاژ، ذخیره و توزیع به انجام می‌رسد. انجام این مرحله‌ها به عامل‌هایی مانند موقعیت مکانی شهر، توپوگرافی زمین، نوع منبع تأمین آب (چاه، چشمه، قنات، سد و غیره)، موقعیت جغرافیایی منابع آبی و غیره بستگی دارد. از این رو تأمین و توزیع آب دارای تابع استحصال، انتقال، تصفیه، ذخیره، پمپاژ و توزیع است.

تأمین و توزیع آب برای یک منطقه مسکونی مشخص، علاوه بر صرف هزینه‌های سرمایه‌ای، نیازمند هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری است و با افزایش مسافت بین شهر و مرحله‌های تأمین و توزیع یک ارتباط مستقیم و مثبت وجود دارد. منطبق بر تئوری‌های اقتصادی، انتخاب قیمت‌ها در مدل تعادل جزئی در بازار آب از رابطه ۱ به دست می‌آید

$$P = MC \quad (1)$$

در رابطه بالا MC بیانگر هزینه نهایی آب است. به منظور حداکثرسازی رفاه اجتماعی باید قیمت آب مساوی هزینه نهایی قرار داده شود.

۴- قیمت‌گذاری بهینه دوم

این روش قیمت‌گذاری، نخستین بار در سال ۱۹۲۷ توسط فرانک رمزی^۱ از کشور فرانسه برای قیمت‌گذاری کالاهای بنگاه‌هایی که در شرایط انحصار طبیعی فعالیت می‌کنند، پیشنهاد شد و سپس در

^۱ Frank Ramsey

سال ۱۹۵۶ توسط بویتکس^۲ مدل‌سازی شد. سود بنگاه‌هایی مانند آب و برق که قدرت انحصاری دارند در بسیاری از موارد، بیشتر از هزینه نهایی است. این شرایط می‌تواند موجب زیان رفاهی مصرف‌کننده نسبت به موضعیت کاملاً رقابتی شود. بنابراین دولت در صورتی که عامل تعیین قیمت باشد، مایل است تا قیمت‌ها را به سمت هزینه‌های نهایی کاهش دهد. هر چند ممکن است تعیین قیمت آب، به نحوی که برابر هزینه نهایی باشد، برای بنگاه‌ها به دلیل صرفه‌جویی‌های ناشی از مقیاس و هزینه‌های ثابت امکان‌پذیر نباشد.

در صورت وجود چنین وضعیتی، ساختار قیمتی حداکثرکننده سود برای انحصارگر، ساختاری است که هدف آن مقادیری را که مشتریان مایل به خرید می‌باشند تا حد امکان به مقادیری که آن‌ها تحت قیمت‌گذاری هزینه نهایی مایل به خرید هستند، نزدیک کند. این نظام در ادبیات اقتصادی به قیمت‌گذاری رمزی (قانون معکوس کشش) معروف است.

قیمت‌گذاری به روش رمزی تاکنون به شیوه‌های گوناگونی ارائه شده است که در یکی از انواع بسیار مهم آن، کشش‌های متقاطع قیمتی صفر است. لازم به ذکر است که قیمت‌گذاری رمزی به دو عامل هزینه نهایی و کشش تقاضا بستگی دارد. در صنعت آب، روش قیمت‌گذاری رمزی به صورت رابطه زیر است

$$P_j = MC_j \frac{(1-\mu)\varepsilon_j}{(1-\mu)\varepsilon_i - \mu} \quad (2)$$

که در آن

ε کشش قیمتی تقاضای فصلی آب، μ بیانگر محدودیت بودجه و P_j قیمت آب شرب در فصل‌های متفاوت است. قیمت‌گذاری Ramsey-Boiteux حداکثر رفاه اقتصادی را تحت محدودیت بودجه تضمین می‌کند [۶]. با توجه به اینکه در مطالعات زیادی نشان داده شده است که کشش قیمت تقاضای فصلی آب تفاوت قابل توجهی دارند استفاده از قیمت‌گذاری رمزی برای ارائه قیمت‌گذاری فصلی بسیار مناسب است [۷-۱۰].

۵- تصریح و تعیین الگوی تخمین تابع هزینه

در این بخش پس از ارائه توضیح نحوه تعیین الگوی مناسب برای تخمین تابع هزینه شرکت‌های آب و فاضلاب و شناسایی متغیرهای مورد نیاز به منظور تحلیل و تصریح الگوی انتخابی، شهرهای تحت پوشش شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی به‌عنوان نمونه انتخاب

^۲ Boiteux

(۴)

$$S_{it}^* = b_{it} + \sum_{i=L}^E b_{ij} \ln P_{jt} + \sum_{i=R}^N d_{ij} \ln y_j + f_{iz} \ln Z + b_{it} \cdot t \quad i = L, K, E$$

۵-۱- متغیرهای مورد استفاده در تخمین تابع هزینه

داده‌های مورد استفاده دارای ساختاری تابلویی (پانل دیتا) هستند و اطلاعات ۱۸ شهر تحت پوشش شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی در سال‌های ۹۰-۱۳۸۵ را شامل می‌شوند. شهرهای تحت پوشش شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی شامل آستانه، آشتیان، اراک، تفرش، خمین، دلپجان، زاویه، ساوه، شازند، غرق‌آباد، فرمپین، کمیجان، مامونیه، محلات، نراق، نوبران، نیم‌ور و پرنسک است. اطلاعات متغیرهای مورد استفاده به استثنای هزینه سرمایه‌ای از سامانه حسابداری مالی ستاد شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی استخراج شد (جدول ۱). لازم به توضیح است که هزینه‌های سرمایه‌ای در حساب‌های مالی شرکت‌ها با توجه به اصول و مفاهیم حاکم بر حسابداری ثبت و طبقه‌بندی نمی‌شود و بر اساس محاسبه‌های نویسندگان به دست آمده است.

با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده، متغیرهای مورد استفاده در الگوی اقتصادسنجی ساخته شد. این متغیرها که بهترین برآورد آماری را ایجاد می‌کنند، در ادامه آورده شده‌اند:

۱- هزینه کل

این هزینه حاصل جمع هزینه‌های جاری و ثابت است. هزینه‌های جاری شامل هزینه‌های پرداختی برای آب خام و حق نظارت، نیروی کار، مواد مصرفی (کلر، پرکلرین، آب ژاول، ملزومات مصرفی آزمایشگاهی و غیره) و برق مصرفی است. هزینه‌های ثابت شامل هزینه‌های سرمایه‌ای است.

لازم به ذکر است که هزینه‌های مربوط به آب خام و حق نظارت و مواد مصرفی، به دو دلیل زیر استفاده نشده است:

- تعداد متغیرهای مدل افزایش می‌یابد که با توجه به در دست بودن داده‌های مربوط به شش سال، بر نتایج تخمین‌ها خدشه وارد نمی‌کند.
- سهم آن‌ها از کل هزینه‌ها بسیار ناچیز (کمتر از دو درصد) است. بنابراین لحاظ نکردن آن‌ها موجب از دست دادن اطلاعات مهمی نمی‌شود.

این نکته نیز قابل ذکر است که متغیری به نام هزینه‌های سرمایه‌ای در فهرست هزینه‌های صنعت آب و فاضلاب (نظام یکپارچه مالی) وجود ندارد، زیرا این نوع هزینه‌ها، هزینه‌های اقتصادی هستند که با توجه به اصول و فرض‌های حاکم بر دانش حسابداری در دفترهای حسابداری، ثبت و طبقه‌بندی نمی‌شوند. بنابراین میزان هزینه‌های

شد. تخمین یک تابع هزینه منعطف و سازگار با ساختار هزینه شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی برای دو بخش خانگی و غیرخانگی بررسی شد. علت تفکیک تخمین تابع هزینه به دو بخش خانگی و غیرخانگی این است که در بخش خانگی، آب به‌عنوان یک کالای نهایی و در بخش غیرخانگی، آب به‌عنوان یک کالای واسطه تلقی می‌شود.

تابع هزینه بهینه بلند مدت، مطابق تابع ترانسلوگ است که در ادبیات اقتصادی، به تابع هزینه بهینه (حداقل شده) معروف است و منطبق بر رابطه ۳ است. انتخاب متغیرها و فرم تابعی از ترانسلوگ بر اساس مطالعات کیم^۱ در سال ۱۹۹۵، گاررسیا و رینود^۲ در سال ۲۰۰۴ و پارک و همکاران^۳ در سال ۲۰۱۶ بوده است [۱۱، ۱۲].

(۳)

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

مطابق رابطه بالا شرایط تقارن به شکل زیر اعمال می‌شود

$$b_{ij} = b_{ji} \quad i, j = L, k, E \quad \text{و} \quad a_{ij} = a_{ji} \quad i, j = R, N$$

که در این رابطه

عامل‌های L، K و E به ترتیب نهاده‌های نیروی کار، سرمایه و انرژی (برق تأسیسات و تجهیزات)، اندیس‌های R و N به ترتیب عرضه آب خانگی و غیرخانگی هستند.

شرایط لازم و کافی (قید مجموع واحد) که تضمین‌کننده همگن بودن C* (هزینه کل) در قیمت‌ها است، از نوع درجه یک است و محدودیت‌های زیر را دارد:

$$\begin{aligned} \sum_{i=L}^{K,E} b_i = 1 \quad \sum_{i=L}^{K,E} b_{ij} = 0 \quad i = L, k, E \quad \sum_{i=L}^{K,E} d_{ij} = 0 \quad i = R, N \\ \sum_{i=L}^{K,E} e_{iz} = 1 \quad \sum_{i=L}^{K,E} d_{it} = 1 \end{aligned}$$

¹ Kim

² Garcia and Reynaud

³ Park et al.

۶- قیمت برق مصرفی (LPE)

حاصل تقسیم کل هزینه پرداختی به میزان برق مصرفی تأسیسات و تجهیزات فرایند تولید آب و خدمات دفع فاضلاب است.

۷- مجموع طول خطوط لوله‌های انتقال و توزیع آب (LZ)

۶- نتایج تجربی

بر اساس نظر کمی در سال ۱۹۹۵، روش رگرسیون به ظاهر نامرتب (SURE) بهترین روش اقتصادسنجی برای برآورد تابع هزینه ترانسلوگ و سهم هزینه‌ها در قالب سیستم معادلات همزمان است. در این مطالعه نیز برای برآورد پارامترهای تابع هزینه و سهم هزینه‌ها با رویکرد سیستم معادلات همزمان از روش SURE استفاده شد. نرم‌افزار مورد استفاده Eviews بوده است. نتایج تخمین‌ها با اعمال محدودیت‌های مربوط به تقارن و قید مجموع واحد در جدول ۲ آورده شده است. همانطور که اطلاعات این جدول نشان می‌دهد تمام پارامترهای برآورد شده از نظر آماری معنی‌دار می‌باشند.

۷- برآورد قیمت نهایی و اقتصاد مقیاس در امور آب و فاضلاب شهر اراک

همانطور که در بخش‌های قبلی اشاره شد، قیمت‌گذاری بر اساس هزینه نهایی کارآمدترین روش برای قیمت‌گذاری آب محسوب می‌شود. در این راستا برای محاسبه هزینه نهایی تولید آب خانگی، مشتق تابع هزینه (رابطه ۳) نسبت به تولید آب خانگی محاسبه شد و اطلاعات سال ۱۳۹۳ اراک در آن جایگذاری شد. با انجام محاسبات، هزینه نهایی برای تولید آب خانگی در سال ۱۳۹۳ برای امور آب و فاضلاب شهر اراک ۸۶۳۰ ریال به دست آمد. با توجه به این که در سال ۱۳۹۳ قیمت فروش آب خانگی ۲۸۸۳ ریال است، قیمت فروش ۳۳ درصد از هزینه نهایی را پوشش می‌دهد. لازم به ذکر است در محاسبه هزینه نهایی ارزش اقتصادی آب لحاظ نشده است. در صورتی که ارزش اقتصادی آب هم در تابع هزینه لحاظ شود، تفاوت هزینه نهایی و قیمت فروش بسیار بیشتر خواهد شد.

به طور نظری شرکت‌های آب و فاضلاب شهری دارای ماهیت انحصار طبیعی بوده و در مطالعات انجام شده توسط کمی در سال ۱۹۹۵، پارک و همکاران در سال ۲۰۱۶ و دیگر مطالعات نشان داده شده است که این شرکت‌ها دارای ویژگی اقتصاد مقیاس هستند [۱۱، ۱۳ و ۱۴]. در این مطالعه برای بررسی ویژگی اقتصاد مقیاس از رابطه ۷ استفاده شده است

سرمایه‌ای با استفاده از برآورد هزینه‌های هر یک از شهرها، در بازه‌های زمانی مختلف، میزان سرمایه‌گذاری‌های سال‌های قبل و در نظر گرفتن نرخ تورم محاسبه شد.

۲- مقدار مصرف آب خانگی (YR)

۳- مقدار مصرف آب غیرخانگی (YNR)

۴- قیمت نیروی کار (PL)

قیمت نیروی کار در هر شهر و سال از تقسیم کل هزینه پرداختی به نیروی کار بر تعداد نیروی کار به دست می‌آید.

۵- قیمت سرمایه (PK)

قیمت سرمایه (شاخص قیمت سرمایه) از رابطه ۵ محاسبه می‌شود

$$P_{Kt} = S_{KMt} \times P_{KMt} + S_{KCt} \times P_{KCt} \quad (5)$$

که در این رابطه

S_{KMt} سهم تأسیسات، تجهیزات و لوازم کسب و کار از کل تشکیل سرمایه ثابت در سال t ، P_{KMt} شاخص قیمت سرمایه در بخش تأسیسات، تجهیزات و لوازم کسب و کار در سال t ، S_{KCt} سهم بخش ساختمان از کل تشکیل سرمایه ثابت در سال t ، P_{KCt} شاخص قیمت سرمایه در بخش سرمایه در بخش ساختمان در سال t ، شاخص قیمت سرمایه در بخش تأسیسات، تجهیزات و لوازم کسب و کار و شاخص قیمت سرمایه در بخش ساختمان، بر اساس روش رومر^۱ محاسبه شد.

$$P_{Kit} = r_t \times KD_{i,t-1} + d \times KD_{i,t} - (KD_{i,t} - KD_{i,t-1}) \quad (6)$$

که در این رابطه

P_{Kit} شاخص قیمت سرمایه در بخش i و سال t ، r_t نرخ بهره در سال t ، d نرخ استهلاک تأسیسات، تجهیزات و لوازم کسب و کار، $KD_{i,t}$ شاخص ضمنی سرمایه در بخش i و در سال t که حاصل تقسیم تشکیل سرمایه ثابت در بخش i در سال t به قیمت‌های ثابت بر تشکیل سرمایه ثابت در بخش i در سال t به قیمت‌های جاری است. در این مطالعه از نرخ بهره در بخش مسکن، به عنوان تقریبی از نرخ بهره استفاده شد و آمارهای بانک مرکزی، تشکیل سرمایه ثابت ناخالص در بخش‌های تأسیسات، تجهیزات و لوازم کسب و کار و ساختمان به قیمت‌های ثابت و جاری از سامانه الکترونیکی استخراج شد. نرخ بهره در این مطالعه برای بخش مسکن به عنوان تقریبی از نرخ بهره در کل اقتصاد لحاظ شده است، زیرا در ایران سری زمانی نرخ بهره در اقتصاد توسط مراجع ذیربط منتشر نمی‌شود.

¹Romer

Table 1: Variables used to estimate the cost function

جدول ۱- متغیرهای مورد استفاده برای تخمین تابع هزینه

Description عنوان	Scale مقیاس	Description عنوان	Scale مقیاس
Domestic water use حجم مصرف آب خانگی	Cubic meters مترمکعب	Capital cost هزینه‌های سرمایه‌ای	Million IRRials میلیون ریال
Non-domestic water use حجم مصرف آب غیرخانگی	Cubic meters مترمکعب	Capital cost index شاخص قیمت سرمایه	
Number of labor تعداد نیروی کار	Person نفر	Volume of water purchased حجم آب خریداری شده	Cubic meters مترمکعب
Total labor cost مجموع هزینه نیروی کار	Million IRRials میلیون ریال	Cost of water purchased هزینه آب خریداری شده	Million IRRials میلیون ریال
Electricity consumption مقدار برق مصرفی	Kw.h کیلووات ساعت	Electricity cost هزینه برق مصرفی	Million IRRials میلیون ریال
Materials cost هزینه خریداری مواد	Million IRRials میلیون ریال	Length of distribution network طول خطوط شبکه توزیع	Km کیلومتر
Total pipeline length مجموع طول خطوط لوله	Km کیلومتر	No. of domestic connections تعداد مشترکان غیرخانگی	1,000 Items هزار فقره
Non-domestic connections تعداد مشترکان غیرخانگی	1,000 items هزار فقره		

زیان را به صورت یارانه به امور آب و فاضلاب پرداخت نماید و یا از سیاست قیمت‌گذاری بهینه دوم پیروی نماید. به همین منظور، در این مطالعه سیاست قیمت‌گذاری بهینه دوم بررسی شد. با توجه به رابطه ۲ برای تعیین قیمت‌های بهینه دوم رمزی به سه عامل هزینه نهایی (MC)، کشش‌های قیمتی تقاضای فصلی (E) و وزن رفاهی (λ) نیاز است. هزینه نهایی تولید آب خانگی امور آب و فاضلاب شهر اراک از تابع هزینه استخراج شده است. در این مقاله، برای تعیین کشش‌های قیمتی تقاضای آب با کاربری خانگی برای فصل‌های مختلف و کل سال از مطالعه سجادی فر و خیابانی در سال ۱۳۹۰ استفاده شده است [۱۰]. ایشان با استفاده از تابع مطلوبیت استون-گری و روش اقتصادسنجی مدل عوامل تصادفی، تابع تقاضای آب با کاربری خانگی شهر اراک را برای فصل‌های مختلف و کل سال استخراج کردند. در مطالعه آن‌ها، متغیرهای قیمت نهایی آب، درآمد سرانه مصرف کننده، تعداد اعضای خانوار، متوسط دما و متوسط میزان بارندگی به عنوان متغیرهای توضیحی در نظر گرفته شده است. کشش‌های قیمتی فصل‌های مختلف و کل سال در جدول ۳ آورده شده است.

$$RTS = \left(\frac{\partial \ln C}{\partial \ln Y} \right)^{-1} \quad (Y)$$

این شاخص از معکوس کردن کشش هزینه نسبت به محصول به دست می‌آید. اگر این شاخص برابر، کوچک‌تر یا بزرگ‌تر از واحد باشد، بازدهی نسبت به مقیاس به ترتیب ثابت، کاهنده یا فزاینده خواهد بود. در سال ۱۳۹۳، میزان این شاخص برای امور آب و فاضلاب شهر اراک ۱/۹۶ به دست آمده است. بنابراین امور آب و فاضلاب اراک در تولید آب خانگی دارای ویژگی اقتصاد مقیاس است. مفهوم اقتصاد به مقیاس این است که هزینه نهایی عرضه آب خانگی با افزایش میزان عرضه آن کاهش می‌یابد.

۸- استخراج قیمت‌های رمزی فصلی

در بخش قبلی هزینه نهایی و شاخص اقتصاد مقیاس محاسبه شد. به دلیل اینکه امور آب و فاضلاب اراک در تولید آب خانگی دارای ویژگی اقتصاد مقیاس است، در صورتی که دولت بخواهد از سیاست قیمت‌گذاری بر اساس هزینه نهایی استفاده کند، امور آب و فاضلاب شهر اراک با زیان مواجه خواهد شد. دولت می‌تواند میزان

Table 2: Estimated values for the model parameters considering the model constraints

جدول ۲- مقادیر برآورد شده برای پارامترهای مدل با توجه به قیود

Parameters		Estimation of Parametes	Standard Error	t-Standard
a ₀	C(1)	23.422	11.624	2.015
a _t	C(2)	0.042	0.020	2.082
a _{tt}	C(3)	-0.013	0.006	-2.245
a _r	C(4)	-1.033	0.300	-3.449
a _n	C(5)	-0.903	0.393	-2.301
b _l	C(6)	-0.200	0.056	-3.560
b _k	C(7)	1.445	0.345	4.188
c _z	C(8)	1.906	0.338	5.640
a _{rr}	C(9)	0.059	0.006	10.264
a _{rn}	C(10)	0.153	0.013	11.807
a _{nn}	C(11)	-0.089	0.023	-3.388
b _{ll}	C(12)	0.007	0.003	2.347
b _k	C(13)	0.022	0.002	11.347
b _{ee}	C(14)	0.017	0.002	7.750
c _{zz}	C(15)	0.449	0.074	6.093
d _{lr}	C(16)	-0.029	0.009	-3.383
d _{kr}	C(17)	0.029	0.004	6.388
d _{ln}	C(18)	0.014	0.001	13.848
d _{kn}	C(19)	-0.017	0.008	-2.200
e _{zr}	C(20)	-0.265	0.140	-1.897
e _{zn}	C(21)	-0.085	0.044	-1.912
f _{zn}	C(22)	0.144	0.044	3.257
f _{kz}	C(23)	-0.223	0.044	-5.060
AR(1)	C(58)	0.851	0.047	17.916
D1	C(24)	0.119	0.034	3.498
D2	C(25)	-0.012	0.004	-3.416
d 3	C(26)	-0.472	0.131	-3.591
d 4	C(27)	-0.005	0.002	-2.183
d 5	C(28)	-0.245	0.064	-3.800
d 6	C(29)	-0.143	0.045	-3.164
d 7	C(30)	0.104	0.029	3.571
d 8	C(31)	-0.290	0.093	-3.111
d 9	C(32)	-0.068	0.036	-1.885
d 10	C(33)	0.021	0.006	3.767
d 11	C(34)	0.063	0.030	2.110
d 12	C(35)	-0.013	0.003	-4.502
d 13	C(36)	-0.143	0.048	-2.983
d 14	C(37)	-0.141	0.050	-2.838
d 15	C(38)	0.049	0.021	2.293
d 16	C(39)	0.142	0.038	3.696
d 17	C(40)	-0.004	0.002	-1.956
AR(1)	C(59)	0.366	0.139	2.630
d1	C(41)	-0.162	0.033	-4.878
d 2	C(42)	0.031	0.015	2.086
d 3	C(43)	0.754	0.133	5.671
d 4	C(44)	0.037	0.011	3.323
d 5	C(45)	0.386	0.065	5.949
d 6	C(46)	0.240	0.046	5.256
d 7	C(47)	-0.133	0.028	-4.739
d 8	C(48)	0.480	0.093	5.142
d 9	C(49)	0.134	0.037	3.648
d 10	C(50)	-0.005	0.002	-0.204
d 11	C(51)	-0.084	0.029	-2.876
d 12	C(52)	0.043	0.025	1.749
d 13	C(53)	0.244	0.049	5.017
d 14	C(54)	0.243	0.051	4.807
d 15	C(55)	-0.083	0.037	-2.226
d 16	C(56)	-0.185	0.038	-4.895
d 17	C(57)	0.001	0.001	2.051

D.W= 2.07 R-squard = 0.87

همانطور که جدول ۴ نشان می‌دهد قیمت‌های بهینه دوم رمزی از متوسط قیمت فروش تفاوت زیادی دارند. این موضوع حکایت از آن دارد که قیمت‌های کنونی بهینه نبوده و دولت می‌تواند با اجرای سیاست قیمت‌گذاری بهینه دوم، رفاه اجتماعی را بدون کاهش سود امور آب و فاضلاب شهر اراک به‌عنوان یک بنگاه عرضه‌کننده آب خانگی افزایش دهد. دولت برای دستیابی به حداکثر رفاه اجتماعی باید از ابزار قیمت‌گذاری فصلی استفاده نماید. به این منظور قیمت‌ها باید در فصل‌های بهار و تابستان به ترتیب ۸ و ۲۶ درصد از هزینه نهایی بیشتر و در فصل‌های پاییز و زمستان به ترتیب ۱۱ و ۳۶ درصد کمتر باشد. لازم به ذکر است که بر اساس تبصره ۵ سایر شرایط عمومی تعرفه‌های آب و فاضلاب شهری در ماه‌های گرم سال (خرداد، تیر، مرداد و شهریور) برای مصارف غیرخانگی و برای مصارف خانگی، طبقه مصرف بالاتر از ۲۵ مترمکعب در ماه، ۲۰ درصد به نرخ آب مصرفی همان طبقه اضافه می‌شود.

۹- نتیجه‌گیری

از نظر علمی، قیمت‌گذاری کارآمد پیش‌نیاز تمام سیاست‌های مدیریت منابع آب محسوب می‌شود. اصلاحات قیمت‌گذاری بخش آب در بسیاری از کشورها اجرا شده و یا در حال اجرا می‌باشد. علی‌رغم اهمیت بسیار زیاد قیمت‌گذاری کارآمد، مطالعات بسیار کمی در سطح کشور انجام شده است. این مطالعه از نظر علمی اهمیت بسیار زیادی دارد زیرا برای اولین بار در کشور، قیمت‌گذاری فصلی بهینه دوم برای بخش آب خانگی بررسی شده است. برای تجزیه و تحلیل قیمت‌گذاری بهینه دوم در بخش آب خانگی لازم است که توابع تقاضا و عرضه در دسترس باشد. در این مطالعه، کشش‌های قیمتی تقاضای آب با کاربری خانگی برای فصل‌های مختلف و کل سال از تحقیقات قبلی به‌دست آمد. در سمت عرضه، امور آب و فاضلاب شهر اراک به‌عنوان یک بنگاه دو محصولی که خدمات آب خانگی و غیر خانگی را ارائه می‌کند، بررسی شد. تابع هزینه دارای فرم ترانس‌لوگ بوده و روش برآورد اقتصادسنجی سیستم معادلات به ظاهر نامرتب بود. مهم‌ترین دستاوردهای این مطالعه، محاسبه هزینه نهایی تولید آب خانگی، بررسی اقتصاد به مقیاس و برآورد قیمت‌های بهینه دم رمزی فصلی در امور آب و فاضلاب شهر اراک است. نتایج اصلی مطالعه در سه بخش قابل دسته‌بندی است:

۱- قیمت فروش آب خانگی فقط ۳۳ درصد هزینه نهایی را پوشش می‌دهد.

۲- امور آب و فاضلاب شهر اراک در تولید آب خانگی دارای ویژگی اقتصاد مقیاس است.

Table 3: Price elasticity in different seasons [10]
جدول ۳- کشش‌های قیمتی فصل‌های مختلف سال [۱۰]

Type of Demand	Price Elasticity
Spring بهار	-0.425
Summer تابستان	-0.549
Fall پاییز	-0.321
Winter زمستان	-0.205
Whole Year تمام سال	-0.379

وزن رفاهی (λ) هزینه از دست رفته سود یک بنگاه و معیاری از کاهش (افزایش) در رفاه کل است. زمانی که سود بنگاه برابر یک واحد افزایش (کاهش) می‌یابد، λ عددی بین صفر و یک است. در حالت صفر بودن λ قیمت‌های رمزی برابر با هزینه نهایی خواهند بود و اگر λ یک باشد، انحرافات قیمت‌های رمزی از هزینه نهایی آن‌قدر بزرگ است که اگر یارانه‌ای برای جبران سود منفی به بنگاه پرداخت شود، رفاه کل بسیار افزایش خواهد یافت. با توجه به اینکه کشش تقاضای کل سال در دسترس است، برای محاسبه λ از روش معکوس استفاده شده است. با جایگذاری متوسط قیمت فروش آب خانگی (۲۸۸۳ ریال بر متر مکعب) و هزینه نهایی (۸۶۶۰ ریال بر متر مکعب) و کشش قیمتی کل سال (۰/۳۷۹-) در رابطه ۲ می‌توان λ را به آسانی محاسبه نمود. بر این اساس $\lambda = 0.43$ برآورد شده است. نتایج قیمت‌های رمزی فصلی در جدول ۴ ارائه شده است.

Table 4: Ramsey price estimates
جدول ۴- برآورد قیمت‌ها به روش رمزی

Demand نوع تقاضا	Ramsey price based on mean sale price قیمت رمزی بر اساس متوسط قیمت فروش	Ramsey price based on marginal cost قیمت رمزی بر اساس هزینه نهایی	Percent differences among seasonal prices and marginal cost درصد اختلاف قیمت‌های رمزی فصلی از هزینه نهایی
Spring فصل بهار	3,107	9,300	8
Summer فصل تابستان	3,632	10,872	26
Fall فصل پاییز	2,573	7,703	-11
Winter فصل زمستان	1,842	5,514	-36
Whole year کل سال	2,883	8,630	1

تفاوت قابل توجه قیمت‌های جاری از قیمت‌های بهینه، دولت می‌تواند با اجرای سیاست قیمت‌گذاری بهینه، رفاه اجتماعی را بدون کاهش سود شرکت‌های آب و فاضلاب افزایش دهد. بنابراین پیشنهاد مشخص این مطالعه اصلاح نظام تعرفه‌ای بخش آب خانگی است.

۳- برای دستیابی به حداکثر رفاه اجتماعی لازم است که قیمت‌های آب خانگی در فصل‌های تابستان و بهار از هزینه نهایی بیشتر و در فصل‌های پاییز و زمستان از هزینه نهایی کمتر باشد. همچنین سیاست‌گذاران و مدیران بخش آب می‌توانند برای دستیابی به کارایی اقتصادی از نتایج این مطالعه استفاده نمایند. با توجه به

References

۱۰- مراجع

1. Rogers, P., de Silva, R., and Bhatia, R. (2002). "Water is an economic good: How to use prices to promote equity, efficiency, and sustainability." *Water Policy*, 4(1), 1-17.
2. Molinos-Senante, M., Maziotis, A., and Sala-Garrido (2016). "Estimating the cost of improving service quality in water supply: A shadow price approach for England and Wales." *Science of The Total Environment*, 539, 470-477.
3. Swallow, S., and Marin, C.(1988). "Long-run price inflexibility and efficiency loss for municipal water supply." *Journal of Environmental Economics and Management*, 15, 233-247.
4. Renzetti, S. (1992). "Evaluating the welfare effects of reforming municipal water prices." *Journal of Environmental Economics and Management*, 22, 147-192.
5. Fallahi, M.A., Salehnia, N., Ansari, H., and Davari, K. (2009). "Urban water pricing based on Ramsey mode, case study Neyshaboer city." *Iranian Journal of Economic Research*, 38, 217-242. (In Persian)
6. Garcia, S., and Reynaud, A. (2004). "Estimating the benefits of efficient water pricing in France." *Resource and Energy Economics*, 26, 1-25.
7. Howe, C.W, and Linaweaver, F.P. (1967). "The Impact of price on residential water demand and its relationship to system design and price structure." *Water Resources Research*, 3(1), 13-32.
8. Carver, P.H., and Boland, J. J. (1980). "Short-run and long-run effects of price on municipal water use." *Water Resources Research*, 16 (4), 609-616.
9. Lyman, R.A. (1992). "Peak and off-peak residential water demand." *Water Resources Research*, 28(9), 2159- 2167.
10. Sajadifar, S.H., and Khiabani, N. (2011). "Modeling of residential water demand using random effect model, case study: Arak city." *J. of Water and Wastewater*, Vol. 22 No. 3 (79), 57-66. (In Persian)
11. Kim, H.Y. (1995). "Marginal cost and second-best pricing for water services." *Review of Industrial Organization*, 10, 323-338.
12. Garcia, S., and Reynaud, A. (2004) "Estimating the benefits of efficient water pricing in France." *Resource and Energy Economics*, 26 ,1-25.
13. Park, S. Y., Lee, K. S., and Yoo, S. H. (2016). "Economies of scale in the Korean district heating system: Avariable cost function approach." *Energy Policy*, 88,197-203.
14. Saal, D., Parker, D., and Weyman-Jones,T. (2007). "Determining the contribution of technical change, efficiency change and scale change to productivity growth in the privatized English and Welsh water and sewerage industry:1985-2000." *J. Prod. Anal.*, 28,127-139.