



کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران
دانشگاه تهران، تهران
۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



11910-NWWCE

بر آورد تابع تولید آب شهری

(مطالعه‌ی موردی: شرکت‌های آب و فاضلاب شهری)

شاهین پاکروح^۱، غلامرضا ابراهیم‌آبادی^۲، سیدحسین سجادی‌فر^۳، محمد داودآبادی^۴

۱- معاون هماهنگی و پشتیبانی، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

۲- مدیر کل دفتر نظارت مالی، بودجه و مجامع، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

۳- مشاور امور اقتصادی معاون هماهنگی و پشتیبانی، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

۴- کارشناس ارشد مالی، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

davoodabadi@nww.ir

خلاصه

سرمایه‌گذاری کلان و صرف هزینه‌های فراوان عملیاتی از مشخصه‌های خاص صنعت آب و فاضلاب در راستای رسالت سازمانی است. برنامه‌ریزی تولید و بهبود بهره‌وری عامل‌های تولید در بستر مدل‌های کمی از شیوه‌های متداول در مدیریت سرمایه‌گذاری‌ها، هزینه‌ها و تأمین منابع مالی است. این پژوهش با هدف شناسایی سهم و کشش‌های عامل‌های تولید آب و بهره‌وری کل عامل‌های تولید در راستای برنامه‌ریزی تولید انجام شده است. داده‌های مورد استفاده از نوع ترکیبی منطبق بر عامل‌های تولید (نیروی کار، موجودی سرمایه و انرژی) و حجم تولید طی بازه‌ی زمانی ۹۴-۱۳۸۴ و در محدوده‌ی ۳۴ شرکت‌های آب و فاضلاب شهری (۳۷۴ نمونه) بوده و از روش اقتصادسنجی اثرات ثابت برای برآورد تابع تولید کاب-داگلاس استفاده شده است. نتایج گواه است که در صنعت آب و فاضلاب، کشش عامل نیروی کار ۰/۳۲، موجودی سرمایه ۰/۴۲ و انرژی ۰/۲۱ است. یافته‌های پژوهش می‌تواند به‌عنوان ابزاری قدرتمند با ضریب اطمینان زیاد در راستای برنامه‌ریزی راهبردی تولید مورد استفاده‌ی مدیریت ارشد صنعت قرار بگیرد.

کلمات کلیدی: تابع تولید کاب-داگلاس، داده‌های ترکیبی (پانل دیتا)، برنامه‌ریزی تولید و بهره‌وری.

۱. مقدمه

امروزه آفرینش ارزش و ایجاد ثروت نظر به شرایط پیچیده‌ی حاکم بر سازمان‌ها از وظایف اصلی مدیریت است. نیل به این هدف‌ها مستلزم دل‌کندن از شیوه‌های سلیقه‌ای، تصمیم‌گیری بهینه، برنامه‌ریزی‌های هدفمند و کنترل است که بایستی بر اساس داده‌های پردازش شده در بستر مدل‌های کمی انجام شود. در این راستا طیف بسیار گسترده‌ای از مبانی و تئوری‌های علمی از جمله علم اقتصاد که از ضریب اطمینان زیادی برخوردارند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. سازمان‌ها از طریق توجه به این تئوری‌ها و پرهیز از شیوه‌های سلیقه‌ای علاوه بر نیل به برنامه‌های هدف‌گذاری شده، قادر به حل بسیاری از مشکلات، کاهش ریسک تحقق برنامه‌ها، بهبود بهره‌وری، واکنش سریع به تغییرات و ایجاد ثروت می‌باشند. در این زمینه، یکی از چالش‌های سازمان‌ها، تبیین و پیش‌بینی برنامه‌های تولید به دلیل شرایط محیطی پیچیده است. ارائه‌ی راهکارهای علمی برای برنامه‌ریزی و کنترل مؤلفه‌های تولید می‌تواند بخش زیادی از دغدغه‌های مدیریت را مرتفع نماید. این موضوع در واحدهای خدمات عمومی شهری مانند آب و فاضلاب به دلیل شرایط محیط کسب کار، بازار انحصاری و طبیعی،



انجمن مهندسی آب و فاضلاب ایران

کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



گستره‌ی فعالیت جغرافیایی، محدودیت منابع، ارائه‌ی خدمات بهینه به مشترکان، انتظارات ذینفعان (دولت، سازمان‌های نظارتی و مشترکان) و... از حساسیت بیش‌تری برخوردار است. این پژوهش سعی دارد با برآورد تابع تولید آب در محدوده‌ی شرکت‌های آب و فاضلاب شهری، راهکارهای علمی را در راستای برنامه‌ریزی تولید در اختیار مدیریت ارشد صنعت قرار بدهد. شناسایی بهره‌وری کل عامل‌های تولید (رویکرد پارامتریک) در راستای استفاده‌ی بهینه از منابع، هدف فرعی پژوهش است. تابع تولید مورد استفاده، تابع تولید کاب-داگلاس بوده و برای سهولت محاسبات و تحلیل یافته‌ها از نرم‌افزار Eviews.8 استفاده شد.

۲. اهمیت و الزام‌ها

مدیریت تولید یک فعالیت درون‌سازمانی است که از پیش‌بینی، برنامه‌ریزی و بازارپایی برای محصولات یا خدمات تشکیل می‌شود که منجر به افزایش درآمد و حاشیه‌ی سود، ارزش افزوده، سهم بازار و رضایت مشترکان خواهد شد. اهمیت مدیریت تولید بیش‌تر از سایر مؤلفه‌های کسب و کار است، زیرا اطلاعات این بخش مبنایی برای مدیریت فروش، هزینه‌ها و سایر فرآیندهای کسب و کار می‌باشد [۱]. در راستای مدیریت تولید یکی از نکات قابل توجه پیش‌بینی تولید است که طیف گسترده‌ای از شیوه‌ها و مدل‌های کمی در این زمینه وجود دارد. در این زمینه، تابع تولید یک از مهم‌ترین مدل‌های کمی در راستای برنامه‌ریزی و پیش‌بینی تولید است. هدف و الزام برآورد تابع تولید در سطح کلان از دو منظر شناسایی کشش‌های عامل‌های تولید برای برنامه‌ریزی و شناسایی بهره‌وری قابل تأمل است:

۲-۱. کشش‌های عامل‌های تولید

در تابع تولید کاب-داگلاس، ضرایب متغیرهای حاصل از برآورد تابع تولید همان کشش‌های عامل‌های تولید هستند. در واقع این کشش‌ها نشان می‌دهند که با تغییر یک درصدی عامل‌های تولید میزان تولید چند درصد تغییر می‌نماید. محاسبه‌ی کشش‌های عامل‌های تولید از اهمیت زیادی برخوردارند و در راستای برنامه‌ریزی تولید و برنامه‌ریزی‌های راهبردی با ضریب اطمینان زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرند. این موضوع در صنعت آب و فاضلاب به شرح موارد زیر حائز اهمیت است:

- پیش‌بینی تقاضای بازار: سازمان‌ها در راستای رسالت سازمانی، نیازمند پیش‌بینی فعالیت‌های آتی می‌باشند. از میان انبوهی از فعالیت‌ها، پیش‌بینی تولید اهمیت بیش‌تری دارد، زیرا مبنای برنامه‌ریزی جامع سازمان‌ها، مستلزم پیش‌بینی آن است. این موضوع در صنعت آب و فاضلاب به دلیل مؤلفه‌های ارتباط حیات و بهداشت جوامع بشری به آب، افزایش رشد جمعیت و مهاجرت، ارتقای بهداشت، تغییرات اقلیمی، آلودگی منابع آبی، کاهش سرانه‌ی منابع آبی، محدودیت منابع مالی و بازار انحصاری و طبیعی از حساسیت بیش‌تری برخوردار است. در این راستا پیش‌بینی تقاضای مصرف آب (حجم تولید آب) بایستی با در نظر گرفتن تمام جوانب محیطی حاکم بر صنعت در راستای تأمین حداقل آب مورد نیاز انجام شود. در این راستا پیش‌بینی تقاضای بازار باید با در لحاظ کردن تمام محدودیت‌های فوق و با شیوه‌های علمی که اطمینان و قطعیت زیادی دارند انجام شود. در این راستا برآورد تابع تولید می‌تواند بسیار اثربخش باشد.
- برنامه‌ریزی و کنترل: مهم‌ترین وظیفه‌ی شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور تعیین برنامه‌های مدون برای هدایت و کنترل شرکت‌های زیر مجموعه است. این برنامه‌ها بایستی بر پایه‌ی اطلاعات علمی و از قابلیت اجرایی مطلوبی برخوردار باشند. بهبود کیفی تصمیم‌ها از طریق تصمیم‌گیری متکی به اطلاعات مدل‌های کمی از جمله تابع تولید و پرهیز از تصمیم‌گیری سلیقه‌ای در این زمینه بسیار با اهمیت است [۲].

۲-۲. مدیریت بهره‌وری

تلاش برای بهبود و استفاده‌ی مؤثر از منابع تولید، هدف آرمانی سازمان‌ها است و بهره‌وری^۱ به‌عنوان یک ابزار مورد استفاده قرار می‌گیرد. نظر به این که منابع سازمان‌ها محدود می‌باشد و فراهم کردن آن‌ها مستلزم هزینه‌ی زیادی است، بنابر این تنها راه کسب حداکثر بازدهی، استفاده از حداقل منابع می‌باشد که این

1. Productivity



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن‌ماه ۱۳۹۵



نکته در بهره‌وری مستتر است. الزام‌های بهره‌وری در سطح کلان از منظر کنترل و برنامه‌ریزی مدیریت، ارزیابی عملکرد، شناسایی توانایی مدیریت در پاسخگویی، اقتصاد ملی (تولید ناخالص ملی)، مدیریت جامع کیفیت، رشد اقتصادی و توسعه‌ی پایدار قابل تامل است. مدیریت بهره‌وری در صنعت آب و فاضلاب با توجه به موارد زیر قابل ملاحظه است:

۱. صنعت آب و فاضلاب نیاز به سرمایه‌ی فراوانی دارد و استفاده‌ی بهینه از سرمایه‌گذاری‌ها مستلزم مدیریت بهره‌وری است.
۲. قیمت‌گذاری اجتماعی در مقابل اقتصادی. استقلال مالی و عدم وابستگی به بودجه‌ی جاری دولت از مهم‌ترین دلایل تشکیل شرکت‌های آب و فاضلاب می‌باشد. به رغم پیش‌بینی برای تعیین تعرفه‌ها، معادل قیمت تمام شده، ولی در عمل قیمت‌گذاری مطابق برنامه‌های دولت انجام شده و سطح تعرفه‌ها در مقایسه با هزینه‌ها بسیار پایین می‌باشد. بنابر این با توجه به عدم دخالت شرکت‌های آب و فاضلاب در قیمت‌گذاری محصولات، یک از عامل‌های مؤثر در کنترل هزینه‌ها، افزایش و بهبود بهره‌وری است.
۳. دیدگاه اقتصاد ملی: با تشکیل شرکت‌های آب و فاضلاب در قالب شرکت‌های غیردولتی توأم با استقلال مالی و تحول‌های اقتصادی کشور نسبت به کوچک‌سازی دولت (اصل ۴۴ قانون اساسی) با ارزیابی بهره‌وری، ضمن آشکار شدن نقاط ضعف، امکان مدیریت شرکت‌های آب و فاضلاب به صورت بنگاه‌هایی اقتصادی میسر خواهد شد.
۴. سیاست‌های اصل چهل و چهارم قانون اساسی: مطابق این سیاست، بخش غیردولتی باید توسعه و توانمند کشور باشد. یکی از الزامات برون سپاری فعالیت‌های بخش دولتی کارآمدی مطلوب فعالیت‌ها می‌باشد [۲].

۳. مبانی نظری (تابع تولید)

بنگاه‌های اقتصادی واحدهایی هستند که وظیفه‌ی تولید و توزیع کالا و ارائه‌ی خدمات را بر عهده دارند. این واحدها با استفاده از شیوه‌های موجود، نهاده‌ها را به ستانده تبدیل می‌کنند، به طوری که شیوه‌های فوق با استفاده از تابع‌های تولید مشخص می‌شوند. نظریه‌های اقتصادی تولید بر پایه‌ی اصول علمی برای کمک به مدیریت در اتخاذ تصمیم راجع به نحوه‌ی ترکیب مؤثر نهاده‌های مورد نیاز برای تولید ستانده‌های معین (کالا یا خدمت) با کم‌ترین هزینه و توجه به شیوه‌های موجود بنا نهاده شده است. نیل به این هدف از طریق حداکثر سازی سود یا حداقل سازی هزینه میسر است، زیرا بنگاه‌های اقتصادی همواره سعی دارند که با منابع محدود به حداکثر سود دست یابند. مدل‌های تابع تولید، شامل تابع کاب-داگلاس^۱، تابع تولید با کشش جانشینی ثابت، ترانسلوگ، لئونتیف، اسپیلمن و ترانسندنتال می‌باشند. استفاده از هر نوع تابع تولید، محدودیت‌هایی بر نتایج خواهد داشت، بنابر این باید سعی شود تا تابع مورد استفاده، کم‌ترین محدودیت را اعمال نماید و به بیان اقتصادسنجی از انعطاف زیادی برخوردار باشد [۱].

۳-۱. تابع کاب-داگلاس

این تابع تولید برای تعیین رابطه‌ی نهاده‌ها و ستانده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. این تابع از پرکاربردترین تابع‌های تولید است (رابطه‌ی ۱). از میان مدل‌های تابع تولید که به آن‌ها اشاره شد و بسیار مورد استفاده قرار گرفته، تابع کاب-داگلاس می‌باشد. از خصوصیات این تابع تولید ضرورت، همگنی، پیوستگی، مشتق پذیری، غیر منفی بودن و غیر تهی بودن می‌باشد. پارامترهای تابع کاب-داگلاس، کشش‌های تولید نهاده‌ها را نشان می‌دهد که این تابع خصوصیت ضرورت مصرف نهاده را به وضوح نشان می‌دهد. مهم‌ترین محدودیت‌های تابع کاب-داگلاس شامل موارد زیر است:

- ثابت بودن کشش‌های تولیدی نهاده‌ها است، به این معنی که بر اساس این تابع، کشش تولید نهاده‌ها در سطوح مختلف مصرف نهاده‌ها یکسان است و ارتباطی به مصرف نهاده‌های به کار برده شده ندارد، در حالی که در دنیای واقعی این کشش‌ها در سطوح مختلف مصرف نهاده‌ها متفاوت است.
- تابع تولید کاب-داگلاس تنها یک تابع تولید را برای نهاده نشان می‌دهد و قادر به تعیین هر سه ناحیه‌ی تابع تولید نیست.
- در این تابع، بازدهی نسبت به مقیاس بدون توجه به سطح تولید مشخص می‌گردد و کشش جانشینی آن نیز برابر یک است [3].

2.Cobb-Douglas

$$Q = AL^{\alpha} K^{\beta} E^{\lambda} \quad (1)$$

مطابق رابطه‌ی فوق، تابع کاب-داگلاس شکل غیرخطی و نمایی دارد، با گرفتن لگاریتم به یک تابع خطی تبدیل می‌شود (رابطه‌ی ۲). در این رابطه، Q مقدار تولید، L نیروی کار، K موجودی سرمایه و E انرژی است [۱].

$$\ln Q = \ln A + \alpha \ln L + \beta \ln K + \lambda \ln E \quad (2)$$

۴. مروری بر ادبیات موضوع

در زمینه‌ی برآورد تابع تقاضای آب در سطح داخلی و خارجی مطالعات گسترده‌ای انجام شده است. با این وجود مطالعات اندکی در زمینه‌ی عرضه‌ی آب شهری انجام شده است. مطابق مطالعات گسترده‌ای که از طریق جست و جوی در سامانه‌های الکترونیکی انجام شد، متأسفانه پژوهش جامعی در زمینه‌ی تخمین تابع تولید آب در سطح صنعت برای سایر کشورها حاصل نشد. این موضوع بیش‌تر به این دلیل است که در بیش‌تر کشورها، سازمان‌دهی صنعت آب و فاضلاب به صورت غیرمتمرکز است (برخلاف ایران که متمرکز است)، به طوری که هر شهر یا هر منطقه‌ی مسکونی حومه‌ی شهری، واحدهای خدمات آب و فاضلاب دارای شخصیت حقوقی مستقلی هستند (مانند آلمان با ۸۴۱۲ واحد خدمات آب و فاضلاب). این موضوع موجب فقدان دسترسی به اطلاعات عامل‌های تولیدی و حجم تولید آب به تفکیک هر یک از واحدهای آب فاضلاب طی یک بازه‌ی زمانی مشخص می‌شود.

یکی دیگر از دلایل عدم برآورد تابع تولید، فقدان یا محدودیت دسترسی به اطلاعات فنی و کمی است. به همین دلیل، معدود مطالعاتی که در زمینه‌ی عرضه‌ی آب انجام شده، بیش‌تر از رویکرد برآورد تابع هزینه استفاده شده است. دلیل این موضوع این است که اطلاعات مورد نیاز برای برآورد تابع هزینه (قیمت‌ها، هزینه و اطلاعات مالی) در دسترس است. در این زمینه می‌توان به مطالعات انجام شده منطبق بر جدول ۱ اشاره کرد.

جدول ۱: یافته‌های برخی از پژوهش‌ها برای برآورد تابع هزینه‌ی آب شهری [۱] و [۴]

عنوان	سال	نتایج
بویسورت و اسکامیت ^۳	۱۹۹۷	هزینه‌ی نهایی با توجه به طول شبکه‌ی توزیع افزایش می‌یابد که شاید دلیل آن دشواری
رنزتی	۱۹۹۲	ثابت نگه داشتن یک فشار ثابت و میزان مواد گندزدا (کلر) در فاصله‌های بزرگ‌تر باشد.
تپلس و گبیر ^۴	۱۹۸۷	
رنزتی	۱۹۹۲	طی دوره‌هایی که تقاضا حداکثر است، هزینه‌ی نهایی به میزان قابل توجهی افزایش
راسل و شین ^۵	۱۹۹۶	می‌یابد.
موناسینگه ^۶	۱۹۹۲	هزینه‌های نهایی در دوره‌هایی که مصرف حداکثر است (ماه‌های تابستان)، دو برابر
		هزینه‌های نهایی در دوره‌های دیگر است. دلیل اصلی آن، بالا بودن هزینه‌های نهایی، افزایش
		هزینه‌های پمپاژ برق در زمان‌هایی است که قیمت آن حداکثر است.
یوآن کیم ^۷	۱۹۸۷	هدف پژوهش، ارائه‌ی شواهد جدید درباره‌ی اقتصاد مقیاس در واحدهای چند تولیدی در
		زمینه‌ی خدمات آب در سطح ۶۰ شرکت آب ایالات متحده انجام شده است. نتایج نشان
		می‌دهد که صنعت آب ایالات متحده‌ی آمریکا دارای بازدهی ثابت به مقیاس است، اقتصاد

3. Boisvert & Schmidt

4. Teeple & Glycer

5. Russel and Shin

6. Munasinghe

7. H. Youn Kim

کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵

به مقیاس قوی در عرضی آب غیرخانگی وجود دارد و عدم اقتصاد مقیاس در عرضی آب غیرخانگی برقرار است.

در این پژوهش به منظور برآورد هزینه‌های عرضه و ارزیابی روش‌های قیمت‌گذاری، خدمات عمومی عرضی آب شهری و فاضلاب ایالت انتاریو کانادا مورد بررسی قرار گرفت. پس از برآورد تابع‌های عرضی آب و فاضلاب و هزینه‌ی نهایی مشخص شد که قیمت‌های پرداختی برای مشترکان خانگی و تجاری به ترتیب یک سوم و یک ششم هزینه‌ی نهایی عرضی آب و فاضلاب هستند.

هدف این پژوهش ارزیابی قیمت‌گذاری خدمات آب منطقه‌ی پوردو در کشور فرانسه با رویکرد مدل اقتصادسنجی و تخمین تابع هزینه‌ی تولید است. با این رویکرد اساس پارامترهای فن‌آور به کار رفته و تقاضای برآورد شده، قیمت‌گذاری در هزینه‌ی نهایی و تغییرات مازاد اجتماعی شبیه‌سازی شده است. از این پژوهش، نتایج زیر حاصل شد:

- تفاوت آشکاری بین قیمت‌ها و هزینه‌های نهایی وجود دارد.
- سیاست قیمت‌گذاری بهینه که در مرتبه‌ی نخست شامل قیمت‌های نهایی بالاتر و مرتبه‌ی دوم شامل پرداخت‌های ثابت کم‌تر است، منجر به اثرات رفاهی مستقیم مهمی نمی‌شود.

در این پژوهش، تابع هزینه‌ی کلان شهر اراک به‌عنوان بنگاهی دو محصولی (آب خانگی و غیرخانگی) با شکل تابع هزینه‌ی ترانس‌لوگ برآورد شده است. نتایج نشان می‌دهد:

- برای حداکثر شدن رفاه اجتماعی لازم است قیمت‌های بهینه‌ی دوم در فصل‌های تابستان و بهار از هزینه‌ی نهایی بیش‌تر و در فصل‌های پاییز و زمستان از هزینه‌ی نهایی کم‌تر باشد.
- امور آب و فاضلاب شهر اراک در تولید آب خانگی و غیرخانگی دارای اقتصاد بازده به مقیاس ثابت است.

۵. روش تجزیه و تحلیل

متغیرهای مستقل پژوهش، عامل تولید (نیروی کار L)، موجودی سرمایه K و انرژی E و متغیر وابسته حجم تولید آب Q است. منطبق بر داده‌های پژوهش، از مشاهدات ترکیبی^۱ و برای برآورد تابع تولید از تابع کاب-داگلاس استفاده شده است. به طور کلی در مطالعاتی که مستلزم مشاهدات آماری است، سه گروه از مشاهدات سری زمانی، مقطعی و ترکیبی وجود دارد. مشاهدات ترکیبی، داده‌هایی هستند که بر اساس آن مشاهدات با تعداد زیادی از متغیرهای مقطعی n در طول یک دوره‌ی زمانی مشخص t می‌باشند. در این صورت داده‌های آماری را داده‌های ترکیبی از داده‌های مقطعی و سری زمانی می‌نامند. استفاده از داده‌های ترکیبی مزیت‌هایی مانند تشخیص‌پذیری، حذف یا کاهش اربب تخمین و کاهش هم خطی داده‌ها را دارند [۵]. داده‌های مورد نیاز از گزارش‌های ارزیابی عملکرد مالی شرکت‌های آب و فاضلاب شهری طی بازه‌ی زمانی ۹۴-۱۳۸۴ و سامانه‌ی الکترونیکی شرکت مادر تخصصی آب و فاضلاب کشور جمع‌آوری شده است [۶] و [۷].

8. Steven Renzetti

9. Serge Garcia & Arnaud Reynaud

10. Panel Data

۶. تجزیه و تحلیل داده‌ها (یافته‌های پژوهش)

نظر به شیوه و ماهیت داده‌های پژوهش که بر پایه‌ی مشاهدات ترکیبی و تخمین تابع تولید است، تجزیه و تحلیل داده‌ها شامل بررسی بایایی داده‌ها (آزمون‌های ایستایی^{۱۱})، بررسی هم‌جمعی (همگرایی^{۱۲})، آزمون تشخیص (آزمون چاو^{۱۳})، انتخاب مدل آثار تصادفی یا ثابت (آزمون هاوسمن^{۱۴}) و برآورد تابع تولید است.

۶-۱. آزمون‌های ایستایی

استفاده از شیوه‌های متداول اقتصاد سنجی در برآورد ضریب الگو با داده‌های سری زمانی، فرض این است که متغیرهای الگو ایستا هستند. یک متغیر سری زمانی وقتی ایستا است که میانگین، واریانس و کوواریانس آن در طول زمان ثابت باقی بماند. در صورتی که متغیرهای سری زمانی نایستا باشند، احتمال دارد برآوردهای رگرسیونی سبب رگرسیون کاذب و استنباط‌های غلط شود. برای بررسی ایستایی متغیرها از آزمون‌های ریشه واحد^{۱۵} از نوع آزمون‌های لیوین، لین و چو^{۱۶} (۲۰۰۲) استفاده شده است. بررسی ایستایی متغیرها مطابق بر آزمون لیوین، لین و چو در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲: نتایج بررسی ایستایی متغیرها بر اساس آزمون لیوین، لین و چو

عنوان	سطح		تفاضل‌گیری مرتبه‌ی اول		مرتبه‌ی هم انباشتگی
	آماره‌ی آزمون	احتمال آماره	آماره‌ی آزمون	احتمال آماره	
حجم تولید آب (Q)	۰/۱۱۳۱	۰/۵۴۵۱	-۵/۶۲۴	۰/۰	I(1)
موجودی سرمایه (K)	-۳/۴۰۵	۰/۰۰۰۳	-	-	I(0)
نیروی کار (L)	-۰/۲۰۵	۰/۴۱۸۹	-۴/۴۳۹	۰/۰	I(1)
انرژی (E)	-۰/۹۹۳	۰/۱۶۰۴	-۸/۲۰۳	۰/۰	I(1)

بر اساس داده‌های جدول ۲ احتمال آماره‌ی آزمون متغیر موجودی سرمایه در سطح، کم‌تر از ۰/۰۵ است، در نتیجه فرض H_0 پذیرفته نمی‌شود و متغیر فوق ایستا است. با توجه به این که احتمال آماره‌ی آزمون سطح متغیرهای حجم تولید آب، نیروی کار و انرژی بیش‌تر از ۰/۰۵ است، بنابر این فرض H_0 آن‌ها رد نمی‌شود و در نتیجه، متغیرهای فوق نایستا هستند. از این روی برای تعیین درجه‌ی ایستایی متغیرهای حجم تولید آب، نیروی کار و سرمایه که نایستا هستند، ابتدا از شیوه‌ی تفاضل‌گیری مرتبه‌ی اول استفاده می‌شود. بر پایه‌ی جدول ۲ نظر به این که احتمال آماره‌ی متغیرهای حجم تولید، نیروی کار و انرژی در تفاضل‌گیری مرتبه‌ی اول کم‌تر از سطح معنی‌داری ۰/۰۵ است، لذا فرض H_0 مبنی بر وجود ریشه واحد پذیرفته نمی‌شود و داده‌ها با یک مرتبه تفاضل‌گیری ایستا شده‌اند.

11. Stationary
12. Cointegration
13. Chow Test
14. Hausman Test
15. Unit Root Test
16. Levin, Lin & Chu (LLC)



۲-۶. بررسی همجمعی (همگرایی)

در صورتی که متغیرهای مدل ایستا نباشند، برآورد مدل ممکن است سبب رگرسیون کاذب شود. از این روی در وضعیتی که برخی متغیرها ایستا و برخی نایستا باشند، برای جلوگیری از رگرسیون کاذب قبل از برآورد مدل، آزمون‌های همجمعی انجام می‌شود تا پس از اطمینان از وجود رابطه‌ی بلندمدت، الگوی مورد نظر تخمین زده شود [۵]. مطابق جدول یک از آن جایی که آزمون ریشه واحد نایستا بودن متغیرهای حجم تولید، نیروی کار و انرژی را نشان می‌دهد، از آزمون کائو^{۱۷} (۱۹۹۹) برای بررسی همجمعی استفاده شد. نتایج آزمون در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳: بررسی وجود همجمعی متغیرها براساس آزمون کائو

آماره‌ی آزمون	احتمال آماره
-۹/۹۶۹	۰/۰

مطابق جدول ۳ با توجه به احتمال آماره‌ی آزمون کم‌تر از ۰/۰۵ است، وجود همجمعی برآورد تابع تولید آب پذیرفته می‌شود (عدم پذیرش فرض H_0). به تعبیری بین تمام متغیرهای مدل رابطه‌ی بلند مدت وجود دارد. بنابر این مشکل رگرسیون کاذب وجود نخواهد داشت.

۳-۶. آزمون تشخیص چاو

برای گزینش بین داده‌های تلفیقی^{۱۸} و داده‌های ترکیبی^{۱۹} از آزمون چاو و آماره‌ی آزمون فیشر (F) استفاده می‌شود. در این آزمون، فرض یکسان بودن عرض از مبداها در مقابل فرض ناهمسانی عرض از مبداها بررسی می‌شود. در صورتی که فرضیه پذیرفته شود به معنی یکسان بودن شیب‌ها برای مقاطع مختلف بوده و قابلیت تلفیق شدن داده‌ها و استفاده از مدل رگرسیون تلفیقی مورد تأیید قرار می‌گیرد [۵]. اما در صورت عدم پذیرش فرضیه، داده‌های ترکیبی پذیرفته می‌شود. نتایج آزمون چاو مطابق جدول ۴ است.

جدول ۴: نتایج آزمون چاو برای انتخاب داده‌های تلفیقی یا ترکیبی

متغیر	آماره‌ی آزمون	درجه‌ی آزادی	احتمال آماره
آزمون F لیمر	۱۰۲/۶۲	(۳۳/۳۳)	۰/۰
آزمون کای دو (χ^2)	۸۹۸/۴۹	۳۳	۰/۰

با توجه به اطلاعات جدول ۴، از آن جایی که احتمال آزمون کم‌تر از سطح معنی‌داری ۰/۰۵ است، لذا فرض H_0 پذیرفته نمی‌شود و استفاده از روش اثرات ثابت مانعی ندارد.

17.Kao

18.Pool

19.Panel

۴-۶. آزمون هاوسمن

بعد از انجام آزمون چاو و تایید فرض مبنی بر بکارگیری داده‌های ترکیبی، از آزمون هاوسمن برای آزمون تعامد اثرات تصادفی و متغیرهای مستقل استفاده می‌شود. فرض صفر به این معنی است که اثرات فردی، ثابت هستند و فرض مقابل اثرات فردی، تصادفی هستند [۵]. نتایج آن مطابق جدول ۵ است.

جدول ۵: نتایج آزمون هاوسمن برای انتخاب اثرات ثابت در مقابل تصادفی

آماره‌ی کای دو (χ^2)	درجه‌ی آزادی	احتمال آماره
۲۰۶/۲۲	۳	۰/۰۰

اطلاعات جدول ۵ نشان می‌دهد به دلیل این که احتمال آماره‌ی آزمون کم‌تر از ۰/۰۵ است، لذا فرض H_0 پذیرفته نمی‌شود و از شیوه‌ی اثرات ثابت باید استفاده شود.

۵-۶. برآورد تابع تولید

بعد از انجام دو آزمون چاو و هاوسمن و انتخاب داده‌های ترکیبی در مقابل داده‌های تلفیقی و انتخاب اثرات فردی ثابت در مقابل اثرات تصادفی، نتایج برآورد تابع تولید آب بر پایه‌ی تابع کاب-داگلاس مطابق جدول ۶ است.

جدول ۶: نتایج برآورد تابع تولید آب در صنعت آب و فاضلاب

متغیر	ضریب (کشش)	انحراف معیار خطا	آماره‌ی آزمون	احتمال آماره
جزء ثابت (C)	۱/۹۲۷	۰/۲۹۵	۶/۵۲۵	۰/۰۰
نیروی کار (L)	۰/۳۲۹	۰/۰۳۷	۸/۷۰۲	۰/۰۰
موجودی سرمایه (K)	۰/۴۲۴	۰/۰۲۱	۲۰/۱۰۶	۰/۰۰
انرژی (E)	۰/۲۱۴	۰/۰۲۵	۸/۴۵۰	۰/۰۰

مطابق جدول ۶ تابع تولید صنعت آب و فاضلاب به صورت رابطه زیر تعریف می‌شود.

$$Q = 1/927 + 0/329L + 0/424K + 0/214E \quad (3)$$

داده‌های جدول ۶ ضرایب جزء ثابت (۱/۹۲۷) و عامل‌های تولید (کشش‌های عامل‌های تولید) را نشان می‌دهد. بیش‌ترین ضریب به موجودی سرمایه (۰/۴۲) اختصاص دارد و گواه این موضوع است که صنعت آب و فاضلاب یک صنعت سرمایه‌بر است و نیاز فراوان به منابع مالی دارد. بنابر این مدیریت ارشد صنعت بایستی بیش‌ترین تمرکز خود را برای نگهداری وضعیت موجود سرمایه‌ها و توسعه‌ی آتی آن‌ها داشته باشد (مدیریت بر مبنای استثنائات). همان‌طوری که انتظار می‌رفت سهم نیروی کار نیز ضریب قابل ملاحظه‌ی دارد (۰/۳۳) و این به دلیل نیاز فراوان به نیروی انسانی در راهبری عملیات و بهره‌برداری است، به طوری که به تقریب ۵۲ درصد نیروی انسانی صنعت فقط در بخش بهره‌برداری آب فعالیت دارند. ضریب متغیر انرژی در مقایسه با سایر عامل‌ها کم‌تر است (۰/۲۱). هم‌چنین احتمال آماره‌ی آزمون تمام متغیرها کم‌تر از ۰/۰۵ است و فرض H_0 پذیرفته نمی‌شود. بنابر این نتیجه می‌شود تمام متغیرها معنی‌دار هستند. برخی از شاخص‌های کفایت برآورد تابع تولید آب در صنعت آب و فاضلاب در جدول ۷ ارایه شده است.

جدول ۷: برخی از شاخص‌های کفایت برآورد تابع تولید آب در صنعت آب و فاضلاب

متغیر	ضریب
ضریب تعیین ($R-s$)	۰/۸۲۷
ضریب تعیین تعدیل شده ($A.D-s$)	۰/۸۲۶
آماره‌ی آزمون آنالیز واریانس (F)	۵۹۱/۷۹
احتمال آماره‌ی آزمون آنالیز واریانس (F)	۰/۰
دوربین-واتسون	۱/۸۷۲

مطابق جدول ۷ موارد زیر در خصوص شاخص‌های کفایت برآورد تابع تولید آب در صنعت آب و فاضلاب حائز اهمیت است:

- ضریب تعیین ۸۲/۷ درصد است که در سطح مطلوبی قرار دارد و نشان می‌دهد ۸۲/۷ درصد حجم تولید صنعت آب و فاضلاب به عامل‌های موجودی سرمایه، نیروی کار و انرژی اختصاص دارد و مابقی (۱۷/۳ درصد) مربوط به سایر عامل‌ها (E) می‌باشد.
- مقدار دوربین واتسون (۱/۸۷۲) از استاندارد ۱/۵ بزرگ‌تر است، لذا استقلال باقی مانده‌های مدل نتیجه می‌شود.
- احتمال آماره‌ی آزمون فیشر (تجزیه و تحلیل آنالیز واریانس) کم‌تر از ۰/۰۵ است، بنابر این فرض H_0 پذیرفته نمی‌شود و نتیجه می‌شود تابع تولید برآورد شده دارای کفایت لازم است.

۷. بحث و تحلیل

مطابق یافته‌های پژوهش و مطالبی که پیش‌تر پیرامون آن‌ها بحث شد، بر پایه‌ی یافته‌های پژوهش، کاربرد برآورد توابع تولید از دو منظر کشش‌های عامل تولید و محاسبه‌ی بهره‌وری بررسی خواهد شد.

۷-۱. پیش‌بینی میزان عامل‌های تولید آب

با در اختیار داشتن کشش‌های عامل‌های تولید (جدول ۶) و رابطه‌ی ۳ (درصد تغییرات عامل نیروی کار)، رابطه‌ی ۴ (درصد تغییرات عامل موجودی سرمایه) و رابطه‌ی ۵ (درصد تغییرات عامل انرژی) می‌توان برای افق ۱۴۰۰ میزان عامل‌های تولیدی موجودی سرمایه، نیروی کار و انرژی صنعت آب و فاضلاب کشور را پیش‌بینی کرد.

$$\frac{\Delta L}{L} = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\varepsilon_L} \quad (۴)$$

مطابق رابطه‌ی فوق، $\frac{\Delta Q}{Q}$: درصد تغییرات حجم تولید، Q : حجم تولید آب (میلیون مترمکعب)، $\frac{\Delta L}{L}$: درصد تغییرات نیروی کار، ε_L : کشش عامل تولید نیروی کار و L : مقدار عامل نیروی کار (نفر) است.

$$\frac{\Delta K}{K} = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\varepsilon_K} \quad (۵)$$

مطابق رابطه‌ی فوق، $\frac{\Delta Q}{Q}$: درصد تغییرات حجم تولید، Q : حجم تولید آب (میلیون مترمکعب)، $\frac{\Delta K}{K}$: تغییرات موجودی سرمایه، ε_K : کشش عامل تولید موجودی سرمایه و K : مقدار عامل موجودی سرمایه (میلیارد ریال) است

$$\frac{\frac{\Delta E}{E}}{\varepsilon_E} = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\varepsilon_Q} \quad (6)$$

مطابق رابطه‌ی فوق، $\frac{\Delta Q}{Q}$: درصد تغییرات حجم تولید، Q : حجم تولید آب (میلیون مترمکعب)، $\frac{\Delta E}{E}$: تغییرات انرژی، ε_E : کشش عامل تولید انرژی و E : مقدار عامل انرژی (میلیون ریال) است.

لازم به ذکر است که برای پیش‌بینی حجم تولید و عامل‌های تولیدی، ابتدا باید حجم تولید برای سال‌های ۱۳۹۵ الی ۱۴۰۰ پیش‌بینی شود. برای این منظور بر اساس اطلاعات حجم تولید سال‌های ۹۴-۱۳۸۴ با شیوه‌ی رگرسیون خطی، اعمال برخی تعدیلات، مقایسه‌ی پیش‌بینی‌ها و اطلاعات موجود میزان حجم تولید آب تخمین زده شد (رابطه ۷ و نتایج جدول ۸).

$$Q = 49.07/t + 74.35t \quad (7)$$

جدول ۸: پیش‌بینی میزان حجم تولید آب برای سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۵ (میلیون مترمکعب)

سال	۱۴۰۰	۱۳۹۹	۱۳۹۸	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۵
حجم تولید	۶۴۲۳	۶۳۰۳	۶۱۸۶	۶۰۷۰	۵۹۵۶	۵۸۴۴

مطابق ضرایب عامل‌های تولیدی (جدول ۶) و پیش‌بینی حجم تولید آب (جدول ۸) تغییرات (حساسیت) عامل‌های تولیدی نسبت به تغییرات حجم تولید برای سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۵ مطابق جدول ۹ پیش‌بینی شده است.

جدول ۹: تغییرات عامل‌های تولید آب با تغییر حجم تولید برای سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۵

سال	حجم تولید آب (میلیون مترمکعب)	تغییرات حجم تولید آب (درصد)	موجودی سرمایه (درصد)	نیروی کار (درصد)	انرژی (درصد)
۱۳۹۴	۵۷۲۹	-	-	-	-
۱۳۹۵	۵۸۴۴	۲/۰۷	۴/۸۸۲	۶/۲۹۲	۹/۶۷۳
۱۳۹۶	۵۹۵۶	۱/۹۰	۴/۴۸۱	۵/۷۷۵	۸/۸۷۹
۱۳۹۷	۶۰۷۰	۱/۸۷	۴/۴۱۰	۵/۶۸۴	۸/۷۳۸
۱۳۹۸	۶۱۸۶	۱/۶۴	۳/۸۶۸	۴/۹۸۵	۷/۶۶۴
۱۳۹۹	۶۳۰۳	۱/۸۶	۴/۳۸۷	۵/۶۵۳	۸/۶۹۲
۱۴۰۰	۶۴۲۳	۱/۸۴	۴/۳۴۰	۵/۵۹۳	۸/۵۹۸

۲۰. سال پایه برای تغییرات حجم فروش سال ۱۳۹۴ لحاظ شده است.

کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن‌ماه ۱۳۹۵

در جدول ۱۰ بر پایه‌ی اطلاعات جدول ۸ پیش‌بینی عامل‌های تولید آب در صنعت آب و فاضلاب برای سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۵ ارائه شده است.

جدول ۱۰: پیش‌بینی میزان عامل‌های تولید آب در صنعت آب و فاضلاب برای سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۵

سال	موجودی سرمایه (میلیارد ریال)	نیروی کار (نفر)	انرژی (میلیارد ریال)
۱۳۹۵	۱۱,۲۹۲	۱,۴۰۶	۱۲۸
۱۳۹۶	۱۰,۸۷۰	۱,۳۷۱	۱۲۹
۱۳۹۷	۱۱,۱۷۸	۱,۴۲۸	۱۳۸
۱۳۹۸	۱۰,۲۳۶	۱,۳۲۳	۱۳۲
۱۳۹۹	۱۲,۰۵۸	۱,۵۷۶	۱۶۱
۱۴۰۰	۱۲,۴۵۱	۱,۶۴۷	۱۷۳

به منظور طولانی نشدن تجزیه و تحلیل نتایج فقط به ذکر یک مثال بسنده می‌شود. در سال ۱۳۹۵، برای تولید ۵۸۴۴ میلیون مترمکعب آب، به ۱۱ هزار میلیارد ریال سرمایه‌گذاری جدید، جذب ۱۴۰۶ نفر نیروی کار و صرف مخارج بیش‌تر به میزان ۱۲۸ میلیارد ریال برای خرید انرژی نیاز است. اطلاعات این جدول به صراحت نشان می‌دهد مدیریت ارشد باید برنامه‌ریزی‌های لازم را تأمین منابع مالی برای تجهیز و تأمین عامل‌های تولیدی انجام دهد.

۷-۲. شناسایی بهره‌وری عامل‌های تولید

شناسایی بهره‌وری از دو رویکرد مدل‌های پارامتریک و ناپارامتریک (مدل تحلیل پوششی داده‌ها) قابل ملاحظه است [۸]. نظر به این که ضرایب برآورد توابع تولید در دسترس است می‌توان بهره‌وری کل عامل‌های تولیدی را به شیوه‌ی پارامتریک محاسبه کرد [۹]. بر پایه‌ی ضرایب تابع تولید (جدول ۶) و رابطه‌ی ۸ در جدول ۱۱ بهره‌وری کل عامل‌های تولیدی صنعت آب و فاضلاب برای بازه‌ی زمانی ۱۳۹۰-۹۴ ارائه شده است.

$$(۸) \quad \text{بهره‌وری} = \frac{\text{ارزش ستانده}}{\text{ارزش ستانده به قیمت سال پایه سال ۹۰}} = \frac{\alpha I + \beta K + \lambda E}{\text{ستانده}} = \frac{\text{ارزش ستانده}}{\text{نهاده}}$$

جدول ۱۱: بهره‌وری کل عامل‌های تولیدی صنعت آب و فاضلاب طی سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۰

سال	ارزش ستانده ^{۲۱}	ارزش عامل‌های تولید ^{۲۲}			بهره‌وری کل (درصد)
		موجودی سرمایه	نیروی کار	انرژی	
۱۳۹۰	۶,۷۲۵,۴۵۵	۲۱۴,۴۶۱	۲۷,۹۲۶	۶۸۴,۵۳۴	۱۰۰
۱۳۹۱	۶,۸۶۲,۴۰۶	۲۲۳,۱۴۳	۲۶,۵۸۴	۷۳۶,۲۶۷	۹۶/۳۳
۱۳۹۲	۷,۰۸۶,۱۱۰	۲۳۵,۶۰۳	۲۹,۲۶۲	۸۷۰,۷۸۹	۸۴/۶۹
۱۳۹۳	۷,۴۰۹,۱۰۱	۲۵۳,۶۹۵	۲۸,۰۲۳	۱,۱۸۲,۰۷۵	۶۲/۳۵
۱۳۹۴	۷,۵۲۸,۷۶۹	۲۳۱,۲۸۸	۲۲,۳۴۲	۱,۳۲۹,۹۹۸	۴۴/۰۸

۲۱. ارزش ستانده (برحسب میلیون ریال) و عامل‌های تولیدی بر اساس قیمت فروش سال پایه (۱۳۹۰) محاسبه شده است.

۲۲. مقیاس عامل سرمایه‌گذاری میلیارد ریال، انرژی میلیون ریال و نیروی کار نفر است.

بر پایه‌ی جدول ۱۱ مشاهده می‌شود که بهره‌وری کل عامل‌های تولید طی بازه‌ی زمانی ۱۳۹۱ الی ۱۳۹۴ در صنعت آب و فاضلاب کشور روند کاهشی دارد. مهم‌ترین دلایل روند کاهش بهره‌وری عامل‌های تولید می‌تواند ناشی از تعیین قیمت فروش آب کم‌تر از قیمت تمام شده توسط دولت (اقتصاد دستوری)، افزایش فزاینده و پرشتاب تقاضای آب، کاهش فناوری تولید، کاهش سرمایه‌گذاری در بخش آب، افزایش شدید آب بدون درآمد و عدم امکان اعمال بنگاه‌داری اقتصادی باشد.

۸. جمع‌بندی

با مروری بر آن چه در این پژوهش به وقوع پیوست، می‌توان نکات چندی را به ذهن سپرد که می‌تواند در بهبود برنامه‌ریزی‌ها با توجه به تحولات و شرایط محیطی مفید واقع گردد:

- نبل به سیاست‌های هدف‌گذاری شده مستلزم شناسایی وضعیت موجود، برنامه‌ریزی و پیش‌بینی فعالیت‌ها و وجود اطلاعات می‌باشد. در این راستا دسترسی به اطلاعاتی که ناشی از تجزیه و تحلیل علمی باشد، بسیار مؤثر خواهد بود. تئوری‌ها و مدل‌های کمی از جمله علم اقتصاد، از مطمئن‌ترین شیوه‌هایی هستند که با در نظر گرفتن تمامی جوانب از جمله محدودیت‌ها، اطلاعات لازم را در اختیار مدیریت قرار می‌دهند. از این‌رو مدل‌های علمی قادر به تولید اطلاعات با ضریب اطمینان بسیار، شناسایی نقاط ضعف، تحلیل وضعیت موجود و آینده‌ی تولید برای بهبود و افزایش فعالیت‌ها می‌باشند.
 - مطابق ضریب‌های برآورد تابع تولید آب در صنعت آب و فاضلاب بیش‌ترین سهم عامل تولید به موجودی سرمایه اختصاص دارد. ارزش دفتری موجودی سرمایه در بخش آب در پایان سال مالی ۱۳۹۴ معادل ۲۵۳/۷ هزار میلیارد ریال گزارش شده است. بنابر این استفاده‌ی بهینه از موجودی سرمایه (تاسیسات، تجهیزات و مستحقات) نقش زیادی در برنامه‌ریزی‌های و افزایش بهره‌وری صنعت در فرآیند تأمین و توزیع دارد. در این زمینه انجام فعالیت‌های زیر می‌تواند بسیار کارگشا باشد:
 - تبدیل پروژه‌های در جریان ساخت (غیر مؤثر) به دارایی‌های قابل بهره‌برداری.
 - جایگزینی دارایی‌های راکد با دارایی‌های مؤثر.
 - سرعت بخشیدن و اولویت تکمیل و ساخت پروژه‌های در جریان ساخت.
 - برنامه‌ریزی جامع به منظور استقرار مدیریت دارایی‌ها برای استفاده‌ی بهینه از سرمایه‌گذاری‌ها، افزایش طول عمر مفید و کاهش هزینه‌های تعمیرات.
 - امکان‌سنجی و مطالعات اقتصادی قبل از اجرای پروژه‌ها.
 - لازمی بقای شرکت‌های آب و فاضلاب، مستلزم حفظ سرمایه، مدیریت هزینه‌ها و تأمین منابع مالی برای توسعه‌ی فعالیت‌ها است، چرا که وقتی کنترل قیمت‌های فروش برای تأمین حداقل رفاه و بهداشت عمومی تحت کنترل مستقیم دولت است، تلاش برای کنترل هزینه‌ها و تأمین منابع سرمایه و توسعه‌ی پایدار از عمده‌ترین راهبردهای صنعت آب و فاضلاب است.
 - با توجه به این که نیروی انسانی مهم‌ترین عامل در بهبود بهره‌وری می‌باشد، و عامل‌های فردی، شغلی، سازمانی و محیطی در بهره‌وری آن مؤثر می‌باشند، بنابر این مدیریت بایستی در پرتو شناخت اهمیت عامل فوق، تدابیر لازم را برای ارتقای آن‌ها به عمل آورند.
 - دسترسی به اطلاعات قطعی برای پیش‌بینی فعالیت‌ها و کاهش ریسک در راستای تصمیم‌گیری، همواره یکی از آرزوهای مدیریت است. مدل‌های کمی از جمله تئوری‌های علم اقتصاد در این زمینه می‌تواند اطلاعات با ارزشی را با قطعیت در اختیار مدیریت قرار بدهند.
- گرچه کاربرد مدل‌های علمی از جمله برآورد تابع تولید نیاز به جمع‌آوری داده‌های فراوان و تخصص‌های علمی دارد، اما مزایای بسیار کاربرد آن‌ها مشکلات تدوین را توجیه می‌نماید و توصیه می‌شود تمام سازمان‌ها کاربرد این مدل‌ها را به صورت نظام یافته در نظر بگیرند.

۹. مراجع



کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



۱. سجادی فر، ح. داودآبادی، م. (۱۳۹۵). اقتصاد آب شهری (کاربرد تئوری‌ها، نظریه‌ها و سیاست‌گذاری‌های اقتصادی در صنعت آب و فاضلاب)، انتشارات نویسنده، اراک، ایران.

۲. داودآبادی، م. قنادی، م. (۱۳۹۳)، راهنمای جامع مدیریت مالی و اقتصادی صنعت آب و فاضلاب، مؤسسه فرهنگی و هنری پویه مهر اشراق، تهران، ایران.

۳. عربزاده، پ. برایم‌نژاد، و. (۱۳۹۲). محاسبه بهره‌وری عامل‌های تولید گندم با استفاده از تابع تولید، هشتمین کنگره ملی بهره‌وری ماشین‌آلات کشاورزی (بیوسیستم) و مکانیزاسیون، تهران، ایران.

۴. سجادی فر، ح. پاکروح، شاهین. قانع، علی اصغر. فتحی، بهرام. (۱۳۹۶). قیمت‌گذاری کارآمد آب شرب (مطالعه‌ی موردی: شهر اراک)، مجله‌ی آب و فاضلاب، شماره‌ی، سال ۱۳۹۶، اصفهان، ایران.

۵. فقه مجیدی، ع. ابراهیمی، ص. (۱۳۹۳). اقتصاد سنجی کاربردی پانل دیتا- با استفاده از Eveiws.8، چاپ نور علم، تهران، ایران.

۶. دفتر نظارت مالی، بودجه و مجامع. (۱۳۹۵). "گزارش ارزیابی عملکرد مالی شرکت‌های آب و فاضلاب شهری ۹۴-۱۳۸۴"، روایت ۲۲، شرکت مادر تخصصی مهندسی آب و فاضلاب کشور، تهران، ایران.

۷. سامانه‌ی الکترونیکی شرکت مادر تخصصی مهندسی آب و فاضلاب کشور به آدرس <http://www.nww.ir>

8. John K. Ashton., (2006). Total Factor Productivity Growth and Technical Change in the Water and Sewerage Industry, Journal the Service Industries Journal , Vol 20, 2006 - Issue 4.

9. M Molinos, A Maziotis , R Sala-Garrido., (2016). Assessment of the Total Factor Productivity Change in the English and Welsh Water Industry: a Färe-Primont Productivity Index Approach, Water Resources Management, pp 1-17.