

کاربرد روش تصمیم‌گیری چند معیاره MCDM جهت تعیین عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل بخش آب و فاضلاب روستایی استان آذربایجان غربی

خسرو علی‌نژاد^۱، رحیم دباغ^{*۲}

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی ارومیه.

۲. دانشیار، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی ارومیه.

پذیرش: ۱۳۹۷/۱/۲۷

دریافت: ۱۳۹۶/۶/۱۱

Application of Multiple Criteria Decision Making (MCDM) Method to Determine Factors Affecting Total Productivity of Rural Water and Sewage in West Azerbaijan

Khosro Alinejad¹, Rahim Dabbagh^{*2}

1. Master of Industrial Engineering, Urmia University of Technology.

2. Associate Professor, Department of Industrial Engineering ,

Urmia University of Technology.

Received: 2/September/2017

Accepted: 16/April/2018

Abstract

The purpose of this research is to measure and evaluate the total productivity (efficiency and effectiveness) of Abfa company in West Azarbaijan province during the period of 2009-2016. The effectiveness was measured by a questionnaire and using ANOVA test, and the efficiency was evaluated through a variety of costs, then they were weighed and Prioritization with a fuzzy AHP model. Finally, the total Productivity was calculated by combining these two indicators. Results showed that in terms of the effectiveness dimensions, the provided services, customers' perception and satisfaction, reducing the unwanted results, application of information technology, knowledge level, and company improvement and promotion, had the most share, respectively. Also, they did not have significant differences between different units of Abfa company. In the ranking of the effective factors on efficiency, water costs (with a weight of 0.1458) and equipment costs (with a weight of 0.1446) had priority. During this period, the productivity had much fluctuations with an average of 52 unit, so that a decline in the efficiency of energy and labor force were the reasons of its low level. Whereas, capital efficiency and effectiveness indicators had better status than the other indicators and had an improving trend.

Keywords: Effectiveness, Efficiency, Productivity, Multiple-Criteria Decision-Making, Fuzzy.

JEL Classifications: L95, R15, J24

چکیده

هدف این تحقیق، سنجش و ارزیابی بهره‌وری کل (کارایی و اثربخشی) در شرکت آبفا استان آذربایجان غربی در دوره ۱۳۹۵-۱۳۸۸ است. اثربخشی با استفاده از ابزار پرسشنامه و آزمون ANOVA اندازه‌گیری و کارایی از طریق انواع هزینه‌ها ارزیابی شده، سپس با مدل AHP فازی اولویت‌بندی و وزن‌دهی شده‌اند. در نهایت با ترکیب این دو شاخص، میزان بهره‌وری کل محاسبه شده است. نتایج نشان داد که در ابعاد اثربخشی به ترتیب خدمات ارائه شده، ادراک و رضایت مشتری، کاهش نتایج ناخواسته، به‌کارگیری فناوری اطلاعات، سطح دانش، بهبود و ارتقاء شرکت بیشترین سهم را داشته‌اند. همچنین، آن‌ها تفاوت معناداری در بین واحدهای مختلف شرکت آبفا نداشته‌اند. در رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر میزان کارایی، متغیرهای هزینه‌های آب (با وزن ۰/۱۴۵۸) و هزینه‌های تجهیزات (با وزن ۰/۱۴۴۶) در اولویت قرار گرفته‌اند. بهره‌وری در این دوره، نوسانات زیادی داشته که متوسط آن ۵۲ واحد بوده که از دلایل پایین بودن آن، کاهش میزان کارایی انرژی و نیروی کار بوده است. در حالی که شاخص‌های کارایی سرمایه و اثربخشی نسبت به سایر شاخص‌ها از وضعیت مطلوب‌تری بهره‌مند بوده و روند رو به بهبودی داشته‌اند.

واژه‌های کلیدی: اثربخشی، کارایی، بهره‌وری، تصمیم‌گیری

چندمعیاره، فازی

طبقه بندی JEL L95, R15, J24

*Corresponding Author: Rahim Dabbagh

Email: R.dabbagh@uut.ac.ir

۱. مقدمه

(۲۰۱۶). برای رسیدن به بهره‌وری، سقف مشخصی قابل تعریف نیست اما چیزی که اهمیت دارد رسیدن به نقطه بهینه و عطفی که شرکت‌ها برای آن تلاش می‌کنند و چشم انداز خود را در آن می‌دانند. شرکت‌ها به اثربخشی فعالیت‌ها نگاهی برون‌گرا و به کارایی آن نگاهی درون‌گرا دارند، بنابراین محاسبه هم‌زمان کارایی و اثربخشی و ترکیب آن‌ها با هم، بهره‌وری را از جامعیت بیشتری برخوردار می‌کند. در این تحقیق، بهره‌وری به تفکیک کارایی و اثربخشی و حاصل جمع این دو در شرکت آب و فاضلاب روستایی استان آذربایجان غربی بررسی شده است. با وجود تمام تلاش‌ها و مطالعات انجام گرفته در سال‌های اخیر در زمینه کارایی، اثربخشی و بهره‌وری در شرکت‌ها، عمدتاً در تحقیقات بهره‌وری به صورت کمی همچون (سنانت، و دیگران، ۲۰۱۷) یا کیفی و به صورت جداگانه مورد توجه محققین بوده است. در این مقاله به دو بُعد مذکور و حاصل جمع آن‌ها توجه شده است. در بخش بعدی مقاله، مبانی نظری و پیشینه تحقیق و در بخش سوم نیز روش اجرای تحقیق معرفی و در بخش چهارم، نتایج تحقیق تحلیل و ارزیابی و در بخش پایانی نیز جمع‌بندی و پیشنهادها مربوط به تحقیق ارائه شده است.

۲. مبانی نظری و پیشینه تحقیق

۲-۱. بهره‌وری

واژه بهره‌وری در فرهنگ‌ها معمولاً با واژه‌های فرآورش، حاصلخیزی، سودمندی و باروری بیان می‌شود و در تعریف کلی حاصل تقسیم خروجی‌ها به ورودی‌های در یک فرایند تولیدی است. بهره‌وری بیانگر استفاده مناسب از منابع موجود در تولید است و حاصل تقسیم خروجی‌ها به ورودی‌هاست، با بهره‌وری سازمان دارای تابع تولید بهتری خواهند شد (پریچارد، ۱۹۹۵). مطابق تعریف سازمان بین‌المللی کار از بهره‌وری، اینکه محصولات گوناگون با ادغام چهار عامل اصلی تولیدی زمین، سرمایه، کار و سازمان‌دهی به دست می‌آید که نسبت این

فعالیت‌های هر سازمانی تحت تاثیر مجموعه‌ای از شرایط و عواملی قرار دارد که شناخت، بررسی و اندازه‌گیری آن‌ها برای تحقق اهداف و بهبود کارها لازم و مؤثر است. سازمان‌ها برای فعالیت‌های خود با محدودیت‌هایی از جمله کمبود امکانات و منابع روبه‌رو هستند، لذا باید از منابع محدود خود به بهترین شکل ممکن استفاده کنند تا بتوانند میزان خدمات را به بهترین شکل و با کیفیت مناسب تولید و برای مشتریان عرضه کنند تا بتوانند در عرصه رقابت با رقبایان تحمل‌پذیر باشند. از آنجایی که منابع سازمان‌ها محدود است و تهیه این منابع هزینه‌های زیادی به همراه دارد. بنابراین لازم است که برای به دست آوردن بازدهی بیشتر از منابع موجود، حداکثر استفاده بعمل آید. این امر با ارتقای کارایی^۱ و بهره‌وری^۲ سازمانی تحقق می‌یابد. امروزه پژوهشگران و کارشناسان در زمینه بهره‌وری معتقدند که دستیابی یک کشور به سطح بالای بهره‌وری، منوط به داشتن سازمان‌ها و دستگاه‌های توانمند و برخوردار از نیروی انسانی توانمند، منابع لازم و برنامه‌ریزی مناسب برای رسیدن به اهداف می‌باشد (بهمنی، حسن‌خانی و شکیبایی، ۱۳۹۵). نیروی انسانی به عنوان سرمایه اصلی، دارای نگرش، دانش و مهارت‌های لازم برای خلق عملکرد مالی، بازدهی معقول و اقتصادی است. افزایش بهره‌وری، از راه‌های افزایش میزان تولید و برآورده کردن تقاضاهای مردم است (فولارد^۳، ۲۰۰۷). بهره‌وری چگونگی میزان کارایی نیروی کار، سرمایه، انرژی و دیگر منابع یک سازمان را اندازه‌گیری می‌کند و حاصل کارایی و اثربخشی^۴ است (صدرایی جواهری و مهبودی، ۱۳۹۵) که اثربخشی به عنوان سطح بازده تعریف شده و کارایی نسبت بازده یا ستانده به داده‌ها می‌باشد (سازمان بهره‌وری آسیا،

1. Efficiency Productivity
2. Effectiveness
3. Fullard
4. Pritchard

است که موجب اثربخشی بیشتر سازمان، جلوگیری از تکرار اشتباهات، کاهش هزینه‌ها و زمان دسترسی مربوط به انواع دانش ارزشمند در داخل سازمان و تبدیل سازمان به سازمانی پویا، رقابت‌پذیر و دانش محور می‌شود (چیدامباراناتحان و سواروپرانی، ۲۰۱۵). هرچه زیرساخت‌های دانشی سازمانی بیشتر تقویت شوند، نقش مؤثرتری در تقویت فرایند مدیریت دانش سازمان‌ها ایفا خواهند کرد (مدهوشی و نورنژاد ونوش، ۱۳۹۳). از طرفی استفادهٔ بهینه و مناسب از فناوری اطلاعات موجب افزایش رضایت‌مندی، انسجام برنامه‌ها، سرعت بخشی به کارها و پاسخ‌گویی سریع به روند کارها می‌شود که باعث اثربخشی سازمانی می‌شود (چیدامباراناتحان و سواروپرانی، ۲۰۱۵).

کارایی، مفهوم درست انجام دادن کار است و انتخاب راه مناسب فعالیت‌هاست. هدف آن، استفادهٔ بهینه سازمان‌ها از منابع خود است (فولارد، ۲۰۰۷). کارایی به افزایش کمی کالاها «کالاهای قابل لمس» اشاره دارد، به عبارت دیگر، توانایی به دست آوردن ستانده بیشتر از داده‌های کمتر تعریف می‌شود. از نظر چان، کارایی استفادهٔ مؤثر از منابع (نیروی کار، ماشین آلات، ظرفیت و انرژی) است (چان، ۲۰۰۳). امروزه روش‌ها و تکنیک‌های زیادی در زمینهٔ محاسبهٔ کارایی ارائه شده که برحسب اهداف و شرایط سیستم‌ها آن‌ها نیز متفاوت انتخاب می‌شوند. استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره^۵ این امکان را می‌دهد که نتیجه شناسایی کارایی علمی‌تر شده و فرایند برنامه‌ریزی و اقدامات اصلاحی در بستری از داده‌های منطقی قرار می‌گیرد. در تصمیم‌گیری چند معیاره، به جای استفاده از یک روش سنجش معیار بهینگی، از چند معیار استفاده می‌شود که ساختار آن براساس ریاضی بنا شده است و شباهت و سازگاری زیادی با تفکر و فرایندهای ذهنی انسان دارد. در این نوع مدل‌ها برای تصمیم‌گیری می‌توان از نظرات کارشناسان و مدیران استفاده کرد، زیرا توضیحات زبانی و

عوامل بر تولید معیاری برای سنجش بهره‌وری است. از نظر آژانس بهره‌وری، درجهٔ استفادهٔ مؤثر از هریک از عوامل تولید متفاوت است. سازمان بهره‌وری ایران نیز در سال ۱۳۹۴ بهره‌وری را نسبت ستانده‌ها به داده‌ها تعریف کرده است. با نظر به تعاریف یاد شده می‌توان یک تعریف کلی برای بهره‌وری ارائه کرد که عبارت است از نسبت خروجی‌های یک فرایند به ورودی‌های آن. در مجموع بهره‌وری را می‌توان در دو موضوع «کارایی» و «اثربخشی» بیان نمود که این دو، مهم‌ترین عوامل مؤثر بر بهره‌وری هستند (فولارد، ۲۰۰۷).

اثربخشی به تطبیق نتایج انجام کار درست با اهداف مورد نظر و رضایت ذینفعان اطلاق می‌شود. در واقع، اثربخشی درجه و میزان نیل به اهداف از قبل تعیین شده است و چگونگی تحقق اهداف را اندازه‌گیری می‌کند. مطابق مبانی نظری موضوع اثربخشی عبارت است از میزان دستیابی به اهداف از پیش تعیین شده (راجاسولچانا و پرتهای، ۲۰۱۶). پارسونز نیز اثربخشی را نوآوری، تعهد سازمانی، رضایت شغلی و سلامتی سازمانی می‌داند. فرنچ اثربخشی را میزان دستیابی به اهداف سازمانی تعریف می‌کند (امبالانگداگه و یانگ، ۲۰۱۶). اثربخشی فرایندی است که سازمان‌ها را به ارزیابی پیشرفت سازمان و میزان دستیابی به اهداف سازمانی سوق می‌دهد.

ارزیابی شاخص اثربخشی نیاز به بررسی بر ابعاد چندگانه آن دارد، در سنجش اثربخشی اندازه‌گیری پاسخ‌گویی سازمان‌ها به نیازها و درخواست‌های مشتریان و شهروندان مطرح است. یکی از این رویکردها اندازه‌گیری خدمات ارائه شده به مشتریان می‌باشد که آن بسیار با اهمیت و آثار مثبتی بر جامعه دارد، اندازه‌گیری ادراک و رضایت مشتری نیز یکی دیگر از این ابعاد می‌باشد که نقش مهمی در اثربخشی سازمان‌ها ایفا می‌کند (بیهونن و سیلانپا، ۲۰۱۴: پکولا، ۲۰۱۳). همچنین ارتباط تنگاتنگی بین مدیریت دانش و اثربخشی سازمانی وجود دارد. دلایل اهمیت اکتساب دانش این

5. Chidambaranathan & Swaroopran
6. Chan
7. Multiple-Criteria Decision-Making (MCDM)

1. Rajasulochana & Preethy
2. Ambalangodage & Yong
3. Laihonon & Sillanpää
4. Pekkola

بهبود عملکرد در چارچوب مشارکت کارکنان شرکت آب سریلانکا» به شناسایی رابطه رفتار کارکنان، قابلیت‌های سازمانی و عملکرد سازمانی آن‌ها پرداخته‌اند. نتایج، رابطه مثبتی بین PMS و مشارکت آن‌ها در شرکت نشان داده است. بایوکوزکان و کارابولوت^۵ (۲۰۱۷) کارایی انرژی کشور ترکیه را بررسی کرده‌اند که از روش AHP برای تعیین وزن‌ها و از روش VIKOR برای رتبه‌بندی گزینه‌ها استفاده نموده‌اند. تانگ و همکاران^۶ (۲۰۱۷) کارایی و بهره‌وری کل را براساس داده‌های سری زمانی را با مدل DEA در کشور چین بررسی کرده‌اند. نتایج نشان داده، بهره‌وری کل عوامل بهره‌برداری از فضای زندگی روستایی از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۳ برابر با ۱/۰۴ که نشان‌دهنده نرخ رشد ۴٪ است. علاوه بر این، منطقه متروپولیتن به ترتیب بالاترین بهره‌وری در بهره‌برداری زمین (به طور متوسط ۱/۰۲۳)، سپس منطقه حفاظت از محیط زیست شمال شرقی (۱/۰۰۴)، منطقه جدید توسعه یافته شهری (۰/۹۹۸) و منطقه محافظت از محیط زیست در جنوب شرقی (۰/۹۹۷) بوده است. همچنین بعضی از شاخص‌ها در این دوره کاهش و در بعضی شاخص‌ها افزایش وجود داشته است. سناتنه و دیگران (۲۰۱۷)، تغییرات بهره‌وری در صنعت آب و فاضلاب کشور انگلستان و ولز را با استفاده از شاخص مالیم کوئیست بررسی کرده‌اند که سرمایه، هزینه‌های نیروی کار و انرژی به‌عنوان ورودی‌ها و حجم آب تولید شده به‌عنوان خروجی شرکت در مدل به کار گرفته شده است. نتایج نشان می‌دهد که در دوره ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۴ میزان بهره‌وری بهبود زیادی نیافته است. خشائی و داودآبادی (۱۳۸۸) در تحقیقی باعنوان «رتبه‌بندی بهره‌وری عوامل تولید در شرکت‌های آب و فاضلاب کشور» کاهش هزینه‌ها را با رویکرد مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره بررسی کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که روش AHP یک ابزار کارآمدی برای ارزیابی بهره‌وری و مدیریت هزینه‌ها است. فقیهی و موسوی کاشی (۱۳۸۹) مقاله‌ای باعنوان «مدل سنجش بهره‌وری (اثربخشی و کارایی) در بخش خدمات

لحاظ کردن شرایط واقعی در مدل، نتایج را دقیق‌تر و از کارایی بیشتر برخوردار می‌کند. همچنین در رویکرد دیگر، کارایی از طریق مشخص کردن کلیه بازده‌ها و تقسیم آن‌ها به داده‌ها به دست می‌آید که این نوع اندازه‌گیری کارایی کل عوامل (کارایی جامع) نامیده می‌شود. همچنین اگر کارایی تمرکز بر یک بازده داشته باشد کارایی جزئی به دست می‌آید (فقیهی و موسوی کاشی، ۱۳۸۹).

۲-۲. پیشینه پژوهش

اشتون^۱ (۲۰۰۰) بهره‌وری کل عوامل تولید در صنعت آب و فاضلاب کشورهای انگلستان و ولز را با مدل ترانسلوگ بررسی کرده‌اند. در این تحقیق، کارایی فنی و بهره‌وری کل عوامل بررسی شده که نتایج آن، سطح بسیار پایین کارایی و رشد بهره‌وری کل عوامل را نشان می‌دهند. پرهیزگاری و گیلبرت^۲ (۲۰۰۴) در پژوهشی با عنوان اندازه‌گیری اثربخشی و کارایی در بخش‌های دولتی و خصوصی، پس از شناسایی و بررسی متغیرهای اثربخشی و کارایی در هر دو بخش دولتی و خصوصی با تحلیل آماری، این دو بخش را مقایسه کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهد، تأثیر اثربخشی اقدامات انجام گرفته در دو بخش خصوصی و دولتی معنادار است. مارکوس^۳ (۲۰۰۸) وضعیت شرکت آب و فاضلاب کشور پرتغال را بررسی و مدلی رقابتی برای این صنعت معرفی و به‌کارگیری آن در این صنعت را پیشنهاد نموده است. هزینه‌ها به‌عنوان ورودی مدل در نظر گرفته شده و نتایج نشان داد که تغییرات TFP در دوره مطالعه منفی است. گارینی و همکاران^۴ (۲۰۱۵)، کارایی شرکت آب و فاضلاب در بخش فاضلاب کشور دانمارک با استفاده از روش DEA اندازه‌گیری کرده‌اند که نتایج سطح پایین بهره‌وری (بازده متغیر به مقیاس برابر با ۰/۴۸، بازده ثابت به مقیاس برابر با ۰/۳۶) را نشان می‌دهد. امبالانگوداگ و یانگ (۲۰۱۶) در تحقیقی باعنوان «سیستم اندازه‌گیری عملکرد (PMS) برای

1. Ashton
2. Parhizgari & Gilbert
3. Marques
4. Guerrini et al.

استان فارس را با نمونه‌گیری از ۱۲۳ نفر از کارکنان این شرکت بررسی کرده است، نتیجه تحقیق آن است که توانایی، درک و شناخت کارکنان از کار خود می‌تواند نقش زیادی در ارتقای بهره‌وری شرکت داشته باشد.

۳. روش تحقیق

این تحقیق از نوع تحقیق‌های کاربردی و از نظر روش شیوه پژوهش، پیمایشی و جامعه آماری آن کارکنان شرکت‌های آب و فاضلاب روستایی (آبفار) استان آذربایجان غربی است. به دلیل کثرت گرای شاخص‌ها هم از رویکرد کیفی (داده‌های پرسشنامه) و هم از رویکرد کمی (داده‌های اسناد و مدارک کتابخانه‌ای) استفاده شده است. برای بررسی کارایی از پرسشنامه ماتریس مقایسات زوجی و اطلاعات کمی هزینه‌های شرکت آبفار و تجمیع نظر خبرگان استفاده شده است. برای تعیین درجه اهمیت هریک از گزینه‌ها، پرسشنامه‌ای مناسب تهیه و برای تعریف اعداد فازی برای انجام مقایسات زوجی، از طیف پنج گزینه‌ای فازی مطابق جدول شماره (۱) استفاده شده است.

جدول ۱. اعداد فازی متناظر با ارجحیت‌ها در مقایسات زوجی.

متغیر زبانی	معادل فازی	عکس فازی
ترجیح یکسان	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۱، ۱)
کمی مرجع	(۱، ۲/۲، ۲)	(۱، ۱/۲، ۲/۳)
مرجع	(۳/۲، ۲، ۵/۲)	(۲/۵، ۱/۲، ۲/۳)
خیلی مرجع	(۲، ۵/۲، ۳)	(۱/۳، ۲/۵، ۱/۲)
کاملاً مرجع	(۵/۲، ۳، ۷/۲)	(۲/۷، ۱/۳، ۲/۵)

مأخذ: سیف برق و ضیایی نقش بندی، ۱۳۹۱.

برای سنجش کارایی نیز ابتدا عوامل مؤثر بر کارایی کل با استفاده از روش AHP فازی، وزن و اولویت‌بندی شده‌اند که گام‌های آن به شرح زیر است. فرایند تحلیل سلسله مراتبی^۱ یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است که امکان فرموله کردن مسئله را

دولتی ایران» را با هدف ارزیابی توسعه‌ای ارائه کرده‌اند که مدلی برای سنجش اثربخشی و کارایی است. این مدل با استفاده از روش دلفی، شاخص‌های اثربخشی و کارایی را مشخص کرده‌اند. اثربخشی در چهار بُعد خدمات عرضه شده به مشتریان، برداشت‌های ذهنی و رضایت ذهنی و رضایت‌مندی ارباب رجوع، بهبود و ارتقای شرایط جامعه و نتایج ناخواسته و منفی حاصل از عرضه خدمات اندازه‌گیری شده و برای کارایی نیز بر حسب ارزش افزوده و هزینه‌ها، مؤلفه‌هایی برای محاسبه کارایی در نظر گرفته شده است. سپس با استفاده از شاخص‌های تعیین شده و روش تحلیل سلسله مراتبی مدل نهایی برای سنجش بهره‌وری طراحی شده است.

برای مطالعات شاخص کارایی نیز همچون سلاجقه و دانش پژوه (۱۳۹۲)، رابطه مدیریت دانش و بهره‌وری کارکنان در شرکت آب و فاضلاب شهر کرمان بررسی شده است که داده‌ها از طریق پرسشنامه با استفاده از آمار توصیفی و آزمون همبستگی پیرسون تحلیل شده‌اند. نتایج، همبستگی مثبت و معناداری بین دو متغیر مدیریت دانش و بهره‌وری را نشان می‌دهد. همچنین در ادامه این تحقیق، رابطه بین مؤلفه‌های مدیریت دانش و بهره‌وری بررسی شده که این رابطه مثبت و معناداری به‌دست آمده است. امیدی، بابازاده و سرابی تبریزی (۱۳۹۲)، بهره‌وری آب با استفاده از روش‌های AHP، ANP، FAHP، FANP را ارزیابی کرده‌اند. نتایج، کاربردی و توانمند بودن روش‌های AHP و ANP را نشان می‌دهد و همچنین بهره‌وری فیزیکی-اقتصادی آب و بهره‌وری کل مناسب‌ترین شاخص‌ها ارزیابی بهره‌وری شناسایی شده‌اند. فرج پور و براتی (۱۳۹۳)، عوامل مؤثر بر افزایش بهره‌وری در شرکت آب و فاضلاب شهرها و شهرک‌های غرب تهران را با تکنیک ANP شناسایی و رتبه‌بندی کرده‌اند. در نتیجه، شاخص‌های تأمین نیاز کارکنان، عوامل شرکتی، عوامل سیاست‌گذاری، عوامل آموزشی، رشد و یادگیری و عوامل مدیریتی به ترتیب در این اولویت قرار گرفته‌اند. محمد مسموعی (۱۳۹۴) در مقاله‌ای، عوامل مؤثر بر ارتقای بهره‌وری نیروی انسانی در بین کارکنان شرکت آب و فاضلاب روستایی

1. Analytical Hierarchy Process (AHP)

$$M_1^{-1} = \left(\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1} \right),$$

$$\frac{M_1}{M_2} = \left(\frac{l_1}{u_2}, \frac{m_1}{m_2}, \frac{u_1}{l_2} \right)$$

فرایند سلسله مراتبی فازی یک روش سیستماتیک است که از مفاهیم مجموعه‌های فازی، تصمیم‌گیری چند معیاره و ساختار تحلیل سلسله مراتبی استفاده شده است (چانگ، ۱۹۹۶). میزان اهمیت و تاثیرگذاری فاکتورها یا گزینه‌های مختلف را در قالب پرسشنامه مقایسات زوجی توسط افراد خبره یا تصمیم‌گیرندگان مقایسه می‌شوند که گزینه‌های مختلف ماتریس قضاوت‌های انجام شده به صورت فازی و در قالب یک ماتریس به صورت زیر تشکیل می‌شوند (وانگ و دیگران، ۲۰۰۸).

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} (1,1,1) & (l_{12}, m_{12}, u_{12}) & \dots & (l_{1n}, m_{1n}, u_{1n}) \\ (l_{21}, m_{21}, u_{21}) & (1,1,1) & \dots & (l_{2n}, m_{2n}, u_{2n}) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ (l_{n1}, m_{n1}, u_{n1}) & (l_{n2}, m_{n2}, u_{n2}) & \dots & (1,1,1) \end{bmatrix}$$

حال اگر k خبره وجود داشته باشد، ماتریس ادغام نظرات خبرگان از روابط زیر به دست می‌آید:

$$\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}); \quad l_{ij} = \min\{a_{ijk}\};$$

$$m_{ij} = \frac{1}{K} \sum_k b_{ijk}; \quad u_{ij} = \max\{c_{ijk}\} \quad (1)$$

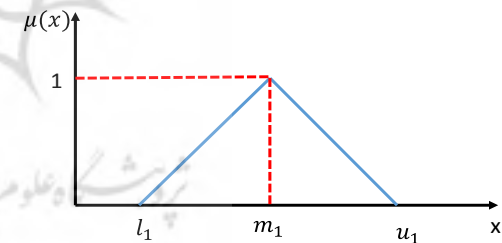
از نتیجه این ادغام، یک ماتریس فازی حاصل می‌شود که عناصر آن اعداد فازی مثلثی به ترتیب دارای کمترین مقدار، میانگین و بیشترین مقدار درایه متناظر آن در ماتریس مقایسات زوجی افراد خبرگان می‌باشند سپس با استفاده از رابطه (۲) اعداد ماتریس فازی را با یکدیگر مقایسه می‌شود.

$$(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j) = \begin{cases} 1 & \text{if } m_i \geq m_j \\ \frac{u_i - l_j}{(u_i - m_i) + (m_j - l_j)} l_j \leq u_i, \quad i \neq j \\ 0 & \text{others} \end{cases} \quad (2)$$

به صورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند و قابلیت دخالت معیارهای کمی و کیفی در تصمیم‌گیری‌ها را داراست و براساس انتخاب اهداف و گزینه‌ها و مقایسات زوجی نهفته است. همچنین در این روش می‌توان میزان سازگاری تصمیم‌ها را محاسبه و نسبت به وضعیت آن قضاوت کرد (اصغرپور، ۱۳۸۷). در واقع، روش AHP مانند تفکر انسان بوده که تصمیم‌های سخت و پیچیده را آسان‌تر می‌کند.

منطق فازی^۱ در سال ۱۹۶۵ توسط پرفسور لطفی‌زاده، برای مدل کردن ابهام و عدم قطعیت موجود در ادراک و افکار انسان ارائه شده است (لطفی‌زاده، ۱۹۶۵). ویژگی فازی در بسیاری از حوزه‌های زندگی که در آن‌ها قضاوت، ارزیابی و تصمیم‌گیری افراد وارد می‌شود. یکی از دلایل فازی بودن، زبان طبیعی است که در آن معنای کلمات معمولاً با ابهام همراه است. در تئوری فازی، عضویت اعضاء مجموعه از طریق تابع $u(x)$ مشخص می‌شود که X نمایانگر یک عضو مشخص و u تابعی فازی است که درجه عضویت X در مجموعه مربوطه را تعیین می‌کند در واقع:

$$\tilde{A} = \{(x, u_A(x)) | x \in X\}$$



نمودار ۱. نمایش عدد فازی مثلثی M_1

با استفاده از دو عدد فازی $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ و $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ قوانین عملیاتی ریاضی بر روی اعداد فازی به صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$M_1 \oplus M_2 = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2),$$

$$M_1 \ominus M_2 = (l_1 - l_2, m_1 - m_2, u_1 - u_2),$$

$$M_1 \odot M_2 = (l_1 l_2, m_1 m_2, u_1 u_2),$$

شرکت سهامی (خاص) است که اساسنامه شرکت نیز در سال ۱۳۷۶ تصویب هیئت محترم وزیران رسید و از هر لحاظ استقلال مالی داشته و مشمول ضوابط و مقررات مصرح در قوانین ذیربط بوده و طبق اصول بازرگانی و مقررات اساسنامه و آئین نامه‌های مالی، معاملاتی و استخدای خود اداره می‌شود. هدف این شرکت نگهداری بهره‌برداری، توسعه و بازسازی، مرمت و ایجاد تأسیسات مربوط به تأمین آب آشامیدنی روستاها اعم از تصفیه خانه، خطوط انتقال، مخازن، سیستم‌های کنترل و دفع بهداشتی فاضلاب در سطح استان است. کل مناطق تحت پوشش ۲۶۰ هزار و شامل ۲۰ شهرستان است و تعداد کل کارکنان شرکت ۲۰۰ نفر می‌باشند.

شاخص اثربخشی و ابعاد آن میزان کار و فعالیت‌هایی که با استفاده از منابع به کار رفته را نشان می‌دهند و در شرکت آیفار شامل ابعاد اندازه‌گیری خدمات ارائه شده، اندازه‌گیری ادراک و رضایت مشتری، اندازه‌گیری بهبود و ارتقای شرکت، اندازه‌گیری کاهش نتایج ناخواسته و آثار منفی، اندازه‌گیری سطح دانش، اندازه‌گیری فناوری اطلاعات می‌باشد. منظور از خدمات ارائه شده تلاش کارکنان در جهت برآورد کردن نیاز مشتریان، کیفیت و کمیت آب توزیعی، اکیپ رفع اتفاقات برای رفع مشکلات، فشار آب توزیعی و غیره است. همچنین منظور از ادراک و رضایت مشتریان راهنمایی مدیران و کارکنان در حل مشکلات مشتریان، قابل فهم بودن فرم‌ها و دستوالعمل‌ها، جوابگویی به شکایت مشتریان، تناسب اطلاعات ارائه شده با نیازها و پاسخگو بودن به درخواست و نیاز مشتریان و غیره است. بعد کاهش نتایج ناخواسته و آثار منفی در شرکت آیفار آلودگی و آسیب رساندن به محیط زیست، تحمیل هزینه‌های کیفیت پایین، مصرف بی‌رویه انرژی، نامه پراکنی‌ها و تشریفات زائد و غیره تعریف می‌شود. منظور از به‌کارگیری فناوری اطلاعات در شرکت آیفار نیز استفاده از سطح شبکه ارتباطی بین کارکنان و مدیران از طریق اینترنت، ایمیل، چت، تلفن، استفاده از سایت شرکت برای خدمات غیرحضور، انجام کارها فارغ از محدوده‌های زمانی تعیین شده با ابزارهای اطلاعاتی، سطح سرعت گردش، توزیع

در ادامه بردار اهمیت گزینه‌ها مشخص می‌شود با توجه به مقادیر بدست آمده در مرحله قبل، معادل کمترین مقدار درجه امکان بزرگتر بودن اندازه ترکیبی متناظر با هر کدام از گزینه‌ها نسبت به اندازه ترکیبی متناظر با سایر گزینه‌ها را با یکدیگر مقایسه نموده و لذا داریم (وانگ و دیگران، ۲۰۰۸):

$$W_i = \text{Min } V (S_i \geq S_j | j \neq i), \quad (3)$$

$$j, i = I, L, E, EQ, M, W, S.$$

پرسشنامه اثربخشی در سال ۱۳۸۹ توسط فقیهی و موسوی کاشانی برای سازمان‌های دولتی طراحی شده است که در این پژوهش پرسشنامه ذکر شده با تغییراتی متناسب با موضوع و شرکت مورد مطالعه مطابق با اهداف و اساسنامه شرکت با نظر اساتید و خبرگان تصحیح گردید. براساس رابطه کوکران حجم نمونه ۱۳۱ (از کل کارکنان ۲۰۰ نفر) انتخاب شد، سپس جهت تعیین روایی این پرسشنامه‌ها توسط اساتید و همچنین کارشناسان شرکت آب و فاضلاب بررسی شده و براساس نظرات آن‌ها تغییرات ضروری و مؤثر لحاظ شد و در نهایت پرسشنامه مناسب با تحقیق تهیه شد. برای سنجش پایایی پرسشنامه اثربخشی از روش آلفای کرونباخ استفاده (با مقدار ۰/۸۹۲) شد که از پایایی بالایی برخوردار است. برای سنجش اثربخشی ابتدا میانگین ابعاد اثربخشی محاسبه و سپس به بررسی اثربخشی بین واحدهای سازمانی با آزمون ANOVA (مقایسه میانگین گروه‌ها) استفاده شد. همچنین با استفاده از مقادیر ویژه هر کدام از ابعاد اثربخشی اولویت‌بندی شدند. در نهایت برای سنجش بهره‌وری در ابتدا میانگین ابعاد اثربخشی و نتایج کارایی کل عوامل، در مقیاس بین ۰ تا ۵۰ استاندارد سازی شده و سپس این دو شاخص برای محاسبه بهره‌وری با هم ترکیب شدند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز از نرم‌افزارهای SPSS23، Excel استفاده شده است.

۴. تجزیه و تحلیل داده‌ها

شرکت آب و فاضلاب روستایی استان آذربایجان غربی، یک

یعنی هر گونه اقداماتی جهت افزایش این ابعاد باعث اثربخشی کل شرکت خواهد شد. حال با استفاده از مقادیر ویژه، میزان اثربخشی هر کدام از این ابعاد مشخص شده‌اند که برترتیب اولویت خدمات ارائه شده با مقدار ویژه ۲/۸۷، ادراک و رضایت مشتری با مقدار ویژه ۰/۸۸، کاهش نتایج ناخواسته و آثار منفی ۰/۷۵، بکارگیری فناوری اطلاعات ۰/۶۵، سطح دانش با ۰/۵۱، بهبود و ارتقای شرکت با ۰/۳۳۴ در اولویت قرار گرفته‌اند. با توجه به نتایج اولویت‌بندی، بُعد خدمات ارائه شده اثربخشی شرکت به‌عنوان اثربخش‌ترین بُعد شناخته شد و به‌عبارتی خدمات ارائه شده به مشتریان با رضایت‌مندی آنان ارتباط مستقیم و تنگاتنگی دارد، در نتیجه توجه به تداوم خدمات، قیمت‌گذاری، کمیت و کیفیت آب توزیعی از جمله مهم‌ترین خدمات صنعت آب و فاضلاب می‌باشند که نقش موثری در اثربخشی شرکت داشته‌اند. دومین بُعد اثربخش ادراک و رضایت مشتریان می‌باشد شامل جوابگو بودن به درخواست‌ها و شکایات مشتریان و قابل فهم بودن فرم‌ها و دستورالعمل‌ها از جمله مهم‌ترین شاخص‌هایی می‌باشند که در این شرکت به خوبی به آن‌ها توجه و پاسخ داده شده است. بُعد کاهش نتایج ناخواسته و آثار منفی به عنوان سومین بُعد اثربخش شناخته شده است، یعنی کارکنان در شرکت آب و فاضلاب نتایج منفی را به حداقل رسانده‌اند، از جمله آسیب رساندن به محیط زیست، قطع آب در شبکه آب رسانی، تحمیل هزینه‌های کیفیت پایین عواملی هستند که باعث کم شدن آثار منفی و در نتیجه افزایش اثربخشی در شرکت شده‌اند.

اطلاعات و غیره است. همچنین سطح دانش در شرکت آف‌سار، اشتراک‌گذاری دانش بین کارکنان و کارمندان، به‌کارگیری دانش در شرکت، اکتساب دانش و غیره می‌باشد. منظور از بهبود و ارتقای در شرکت آف‌سار نیز ارتقای فرهنگ شرکت، اجرای طرح‌ها، حفاظت و بهداشت محیط، ایجاد استانداردهای کنترل کیفیت، حفاظت، ایمنی و سلامتی کارکنان و غیره است. در این بخش از تحلیل برای محاسبه شاخص اثربخشی و ارزیابی آن ابتدا میانگین ابعاد اثربخشی محاسبه که خدمات ارائه شده با میانگین ۳/۶۱۸، ادراک و رضایت مشتری با میانگین ۳/۵۸۸، کاهش نتایج ناخواسته و آثار منفی با میانگین ۳/۱۸۹، به‌کارگیری فناوری اطلاعات با میانگین ۳/۲۵۴، سطح دانش با میانگین ۲/۸۰۵ و بهبود و ارتقای شرکت با ۳/۳۰۳ تعیین شده‌اند. جهت محاسبه شاخص اثربخشی و تجزیه و تحلیل آن از داده‌های به‌دست آمده، از آزمون تحلیل در واریانس^۱ (ANOVA) به منظور بررسی تفاوت معناداری در اختلاف بین میانگین ابعاد اثربخشی و واحدهای سازمانی استفاده شده است. با توجه به جدول (۲) نتایج حاصل از آزمون ANOVA در تمامی ابعاد اثربخشی میزان سطح معناداری آنها بیشتر از 0/05 می‌باشد، اختلاف بین میانگین ابعاد اثربخشی و واحدهای سازمانی استفاده شده است. لذا فرض مبنی بر یکسان بودن میانگین این ابعاد با واحدهای سازمانی (بهره‌برداری، برنامه‌ریزی منابع انسانی، خدمات مشترکین، مهندسی توسعه، مالی و پشتیبانی) پذیرفته می‌شود و تفاوت معنی‌داری در بین آنها وجود ندارد.

جدول ۲. تحلیل واریانس یک راهه برای مقایسه بین واحد سازمانی و ابعاد اثربخشی.

ابعاد اثربخشی	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجات آزادی	میانگین مربعات	آماره فیشر ^۲	علامت
خدمات ارائه شده	بین گروه‌ها	۰,۷۴۰	۴	۰,۱۸۵	۰,۶۸۱	۰,۶۰۶
	درون گروه‌ها	۳۲,۳۱۷	۱۱۹	۰,۲۷۲		
	کل	۳۳,۰۵۷	۱۲۳			
ادراک و رضایت مشتری	بین گروه‌ها	۲,۱۸۴	۴	۰,۵۴۶	۱,۱۳۴	۰,۳۴۴
	درون گروه‌ها	۵۷,۳۰۲	۱۱۹	۰,۴۸۲		
	کل	۵۹,۴۸۶	۱۲۳			
کاهش نتایج ناخواسته و آثار منفی	بین گروه‌ها	۲,۸۴۶	۴	۰,۷۱۱	۱,۳۳۴	۰,۲۶۱
	درون گروه‌ها	۶۳,۳۹۶	۱۱۹	۰,۵۳۳		
	کل	۶۶,۲۳۹	۱۲۳			
بکارگیری فناوری اطلاعات	بین گروه‌ها	۳,۸۲۸	۴	۰,۹۶۰	۱,۱۴۰	۰,۳۴۱
	درون گروه‌ها	۱۰۰,۱۳۸	۱۱۹	۰,۸۴۱		
	کل	۱۰۳,۹۷۶	۱۲۳			
سطح دانش	بین گروه‌ها	۳,۶۷۶	۴	۰,۹۱۹	۱,۱۱۵	۰,۳۵۳
	درون گروه‌ها	۹۸,۰۸۶	۱۱۹	۰,۸۲۴		
	کل	۱۰۱,۷۶۲	۱۲۳			
بهبود و ارتقای شرکت	بین گروه‌ها	۲,۳۳۳	۴	۰,۵۸۳	۱,۱۸۹	۰,۳۱۹
	درون گروه‌ها	۵۸,۳۸۳	۱۱۹	۰,۴۹۱		
	کل	۶۰,۷۱۶	۱۲۳			

مأخذ: یافته‌های تحقیق

تصمیم‌های درست راهبردی جهت انتخاب یک شرکت موفق برای سرمایه‌گذاری نیازمند شناسایی و داشتن معیارهایی است که این شاخص‌ها بتوانند وجه تمیز مناسبی در این امر داشته باشند، از این رو باید مدیران شرکت‌ها با شناخت درست از وضعیت شرکت خود و عوامل اثرگذار بر فرایند تصمیم‌گیری اقدام به برنامه‌ریزی کنند. رتبه‌بندی هزینه‌های مؤثر بر کارایی، موضوعی بسیار حائز اهمیت می‌باشد که در راستای ایفای نقش را ایفا می‌کند. نتایج قضاوت کارشناسان و مدیران بخش مالی شرکت آب و فاضلاب روستایی استان برای هفت متغیر (هزینه‌های سرمایه I، هزینه‌های نیروی انسانی II، هزینه‌های انرژی E، هزینه‌های تجهیزات EQ، هزینه‌های مواد اولیه M، هزینه‌های بخش آب W و هزینه‌های بخش

میزان اثربخشی به‌کارگیری فناوری اطلاعات و سطح دانش در شرکت در رتبه‌های بعد قرار گرفته‌اند که این دو بُعد ارتباط نزدیک و تنگاتنگی با هم دارند، به‌طوری‌که استفاده درست و هم‌زمان از این دو بُعد، می‌تواند اثربخشی شرکت را بیش از پیش افزایش دهد که برای افزایش اثربخشی این دو بُعد نیز با اشتراک‌گذاری دانش بین کارمندان و مدیران، استفاده از ابزارهای ارتباطی، سرعت گردش اطلاعات با استفاده از ابزار اطلاعاتی و ابزارهای ارتباطی با مشتریان می‌توان اثربخشی این دو شاخص را افزایش داد. اما بُعد بهبود و ارتقای شرکت بی‌اثربخش‌ترین بُعد شناخته شده است برای افزایش این بُعد بایستی به نهادینه‌سازی اخلاقی، ارتقای فرهنگ سازمانی، قوانین و مقررات متناسب شرکت و... توجه بیشتری شود. اتخاذ

جدول ۳. محاسبه وزن نسبی هزینه‌ها

هزینه	جمع سطری عناصر ماتریس A	وزن نسبی معیارها (نرمال سازی)
S_I	(۲/۶۸, ۶/۹۸, ۱۸/۵)	(۰/۰۱۸۸, ۰/۱۲۲۷, ۰/۹۳۲۵)
S_L	(۲/۸, ۸, ۱۱/۲۰)	(۰/۰۱۹۶, ۰/۱۴۲۶, ۱/۰۰۸۱)
S_E	(۲/۸, ۷/۶۲, ۲۰/۵)	(۰/۰۱۹۶, ۰/۱۳۳۹, ۱/۰۳۳۳)
S_{EQ}	(۲/۸۶, ۸/۷۹, ۲۲)	(۰/۰۲۰۱, ۰/۱۵۴۴, ۱/۰۰۸۹)
S_M	(۲/۸۶, ۸/۳۰, ۲۰/۵)	(۰/۰۲۰۱, ۰/۱۴۵۸, ۱/۰۳۳۳)
S_W	(۳/۱۶, ۹/۲۶, ۲۱)	(۰/۰۲۲۲, ۰/۱۶۲۷, ۱/۰۵۸۵)
S_S	(۲/۶۸, ۷/۸۵, ۲۰)	(۰/۰۱۸۸, ۰/۱۳۷۹, ۱/۰۰۸۱)
جمع	(۱۹/۸۴, ۵۶/۹۱۴۸, ۱۲۲/۵)	

ماخذ: یافته‌های تحقیق

حال با استفاده از رابطه (۲) داریم:

$$\begin{aligned}
 & V(S_I \geq S_L, S_E, S_{EQ}, S_M, S_W, S_S) = \\
 & (0/978, 0/987, 0/966, 0/975, 0/957, 0/983) \\
 & = V(S_L \geq S_I, S_E, S_{EQ}, S_M, S_W, S_S) \\
 & (1, 1, 0/988, 0/996, 0/98, 1) \\
 & V(S_E \geq S_L, S_L, S_{EQ}, S_M, S_W, S_S) = \\
 & (1, 0/91, 0/980, 0/988, 0/972, 0/996) \\
 & = V(S_{EQ} \geq S_I, S_L, S_E, S_M, S_W, S_S) \\
 & (1, 1, 1, 1, 0/992, 1) \\
 & = V(S_M \geq S_I, S_L, S_E, S_{EQ}, S_W, S_S) \\
 & (1, 1, 1, 0/991, 0/983, 1) \\
 & = V(S_W \geq S_I, S_L, S_E, S_{EQ}, S_W, S_S) \\
 & (1, 1, 1, 1, 1, 1) \\
 & = V(S_S \geq S_I, S_L, S_E, S_{EQ}, S_M, S_W) \\
 & (1, 0/995, 1, 0/983, 0/992, 0/975)
 \end{aligned}$$

آنگاه طبق رابطه (۳) بردار اهمیت گزینه‌ها مشخص می‌شود که مقادیر به دست آمده وزن هزینه‌ها می‌باشند.

$$\begin{aligned}
 W &= V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j | i \neq j) = \min(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j) \\
 W &= (0/957, 0/98, 0/972, 0/992, 0/983, \\
 & 1, 0/975)^T
 \end{aligned}$$

فاضلاب (S) جهت اولویت‌بندی این هزینه‌ها آورده شده است. در شرکت آبفاز مجموع مبالغ پرداخت شده برای خرید و تهیه حامل‌های انرژی مصرف شده (برق، گاز و...) برحسب واحد پولی محاسبه هزینه‌های انرژی تعریف می‌شوند. همچنین هزینه‌های سرمایه‌های نیز هزینه‌های هستند که برای ایجاد سود در آینده صرف می‌شوند و ایجاد درآمد می‌کنند. خرید زمین، ساختمان، دارایی‌های ثابت و دراز مدت از نمونه‌های هزینه‌های سرمایه می‌باشند که ارزش موجودی سرمایه به قیمت ثابت و بر اساس ارزش روز آن منظور گردیده است. هزینه‌های نیروی کار نیز به مجموع پرداختی‌های نقدی و غیرنقدی به صورت مستمر و غیرمستمر که برای جبران خدمات انجام شده نیروی کار پرداخت می‌شود و شامل حقوق و مزایای مختلف از جمله اضافه کاری، حق ماموریت، حق مسکن و... می‌باشند.

از کارشناسان خواسته شد که جهت افزایش کارایی و درجه اهمیت هزینه‌های شرکت، اهمیت هر کدام از هزینه‌های فوق را با توجه به نظر خود اولویت‌بندی کنند که پس از گردآوری داده‌ها و برای تجمیع دیدگاه خبرگان، با استفاده از رابطه (۱) نظرات خبرگان ادغام و ماتریس قضاوت کارشناسان جهت اولویت‌بندی به صورت (ماتریس A) بدست آمده است. حال اندازه‌های ترکیبی مربوط به هر کدام از هزینه‌ها را محاسبه می‌کنیم، برای اینکار در ابتدا درایه‌های هر سطر ماتریس A را با استفاده از قاعده‌ی جمع اعداد فازی مثلثی محاسبه کرده تا یک ماتریس فازی ستونی تشکیل شود، سپس مجموع درایه‌های ماتریس ستونی را با هم جمع کرده تا یک عدد فازی بدست آید (جمع سطری عناصر ماتریس A) و این عدد را معکوس نموده و آنگاه درایه‌های ماتریس ستونی را در معکوس عدد فازی ضرب کرده تا ماتریس ستونی نرمال سازی شود (چانگ، ۱۹۹۶) که نتایج محاسبات در جدول (۳) آورده شده است. ماتریس A:

I	L	E	EQ	M	W	S
(۱، ۱، ۱)	(۰/۲۸، ۰/۸۳، ۲/۵)	(۰/۲۸، ۱/۱، ۳)	(۰/۲۸، ۰/۹۶، ۲/۵)	(۰/۲۸، ۱/۳۸، ۳/۵)	(۰/۲۸، ۰/۸۹، ۲/۵)	(۰/۲۸، ۱/۰۵، ۳/۵)
(/۴، ۱/۴۷، ۳/۵)	(۱، ۱، ۱)	(/۲۸، ۱/۲۰، ۳)	(/۲۸، ۰/۹۹، ۳)	(/۲۸، ۱/۲۶، ۳/۵)	(/۲۸، ۰/۸۷، ۲/۵)	(/۲۸، ۱/۳، ۳/۵)
(/۲۸، ۱/۱۴، ۳/۵)	(/۳۴، ۱/۹۷، ۲/۵)	(۱، ۱، ۱)	(/۲۸، ۱/۱۴، ۳)	(/۳۴، ۱/۰۹، ۳)	(/۳۴، ۰/۹۸، ۳)	(/۲۸، ۱/۱۳، ۳/۵)
(/۳۴، ۱/۴۷، ۳/۵)	(/۳۴، ۱/۴۲، ۳/۵)	(/۳۴، ۱/۲، ۳/۵)	(۱، ۱، ۱)	(/۲۸، ۱/۲۲، ۳/۵)	(۲۸، ۱/۱۷، ۳/۵)	(/۲۸، ۱/۲۸، ۳/۵)
(/۲۸، ۱/۲۷، ۳/۵)	(/۲۸، ۱/۰۶، ۳/۵)	(/۳۴، ۱/۴۱، ۳)	(/۲۸، ۱/۱۹، ۳/۵)	(۱، ۱، ۱)	(/۳۴، ۱، ۱/۳)	(/۳۴، ۱/۲۵، ۳)
(/۴، ۱/۶، ۳/۵)	(/۴، ۱/۶۱، ۳/۵)	(/۴، ۱/۲۶، ۳)	(/۲۸، ۱/۲۲، ۳/۵)	(/۲۸، ۱/۲۱، ۳)	(۱، ۱، ۱)	(/۴، ۱/۳۴، ۳/۵)
(/۲۸، ۱/۴۲، ۳/۵)	(/۲۸، ۱/۰۶، ۳/۵)	(/۲۸، ۱/۴۲، ۳/۵)	(/۲۸، ۱/۱۲، ۳/۵)	(/۲۸، ۰/۹۷، ۲/۵)	(/۲۸، ۰/۸۳، ۲/۵)	(۱، ۱، ۱)

هزینه‌های بخش آب، w_s وزن هزینه‌های بخش فاضلاب تعریف می‌شوند.

مدل ارائه شده برای محاسبه کارایی کل عوامل با نظرات کارشناسان و مدیران بخاطر اهمیت هزینه‌ها (عوامل تولید) شرکت آب و فاضلاب لحاظ شده است. باتوجه به یکسان بودن اندازه‌گیری کارایی، مدل ارائه شده به‌عنوان یک فرمول کلی برای محاسبه کارایی در شرکت‌های آب و فاضلاب و دیگر سازمان‌ها می‌تواند استفاده شود. مهم‌ترین ویژگی و برتری این مدل در برابر دیگر شاخص‌های کارایی، وزن همه عوامل شرکت را یکسان و با ضریب یک در نظر نمی‌گیرد. به‌طوری‌که در بسیاری از سازمان‌ها و شرکت‌ها میزان اهمیت عوامل از هم متفاوت است.

بنابراین، این مدل قادر خواهد بود با محاسبه کارایی به‌صورت دقیق‌تر به تحلیل وضعیت شرکت برای مدیریت و شناسایی نقاط قوت، ضعف و تدوین برنامه‌های اصلاحی برای بهبود و افزایش فعالیت‌ها بپردازد. به‌خصوص نحوه تأثیر هزینه‌ها بر عملکرد شرکت و استفاده بهینه و مؤثر شرکت‌ها جهت افزایش کارایی و در نتیجه بهره‌وری می‌تواند استفاده شود.

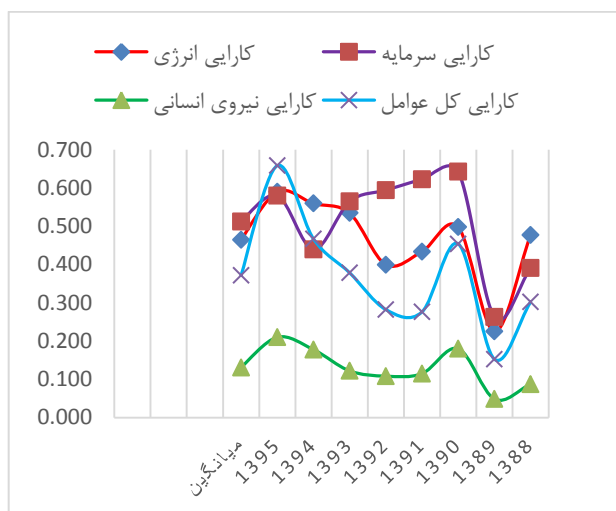
۵. محاسبه کارایی جزئی و کارایی کل

برای تحلیل کارایی و ارزیابی آن، باتوجه به شاخص‌های صنعت آب و فاضلاب کشور، براساس این شاخص‌ها بررسی صورت می‌گیرد.

با نرمالیزه کردن این بردار وزن نهایی هزینه‌ها، به ترتیب اولویت عبارتند از: بخش آب با وزن ۰/۱۴۵۸، تجهیزات با وزن ۰/۱۴۴۶، مواد اولیه با وزن ۰/۱۴۳۳، نیروی انسانی با وزن ۰/۱۴۲۹، بخش فاضلاب با وزن ۰/۱۴۲۱، انرژی با وزن ۰/۱۴۱۷ و سرمایه با وزن ۰/۱۳۹۵. مطابق نتایج حاصل از رتبه‌بندی هزینه‌های شرکت و با توجه به محدودیت‌های مالی شرکت و با تخصیص دادن هزینه‌ها با توجه به رتبه‌بندی انجام شده، می‌تواند ابزاری برای کنترل هزینه‌ها تبدیل شود و توجه بیشتری به هزینه‌های ضروری و غیرضروری شرکت شده بدون آنکه آسیبی به کارکردهای اصلی و اساسی شرکت برساند. حال با توجه به این اوزان، این ضرایب را می‌توان در مشخص نمودن شدت هر کدام از شاخص‌های کارایی بکار برد. بنابراین داریم:

$$TFE = \frac{Q}{(w_I * I) + (w_L * L) + (w_E * E) + (w_{EQ} * EQ) + (w_M * M) + (w_W * W) + (w_S * S)} \quad (4)$$

که TFE کارایی کل عوامل، Q ارزش افزوده یا ستانده، w_L وزن هزینه‌های نیروی انسانی، w_I وزن هزینه‌های سرمایه، w_E وزن هزینه‌های انرژی، w_{EQ} وزن هزینه‌های تجهیزات، w_M وزن هزینه‌های مواد اولیه، w_W وزن



نمودار ۲. مقایسه کارایی‌های جزئی و کارایی کل عوامل

در جدول شماره (۵) و نمودار شماره (۲) میزان تغییرات کارایی کل عوامل با تاثیر وزن‌های فازی نشان داده شده است که کارایی کل در حال نوسان بوده و به صورت غیرخطی در حال تغییر است.

برای محاسبه بهره‌وری با استفاده از رابطه $Z50 = ((x - \min) / (\max - \min)) * 50$ شاخص‌های کارایی و اثربخشی به اعداد بین ۰ تا ۵۰ تبدیل شده‌اند که نتایج آن به تفکیک در جداول (۶) و (۷) ملاحظه می‌شود.

جدول ۶. تبدیل میانگین شاخص‌های اثربخشی به مقیاس ۰ تا ۵۰.

ابعاد اثربخشی	میانگین	میانگین در مقیاس ۰ تا ۵۰
خدمات ارائه شده	۳/۶۲	۵۰
ادراک و رضایت مشتری	۳/۵۹	۴۸
کاهش نتایج ناخواسته	۳/۱۹	۲۳
بکارگیری فناوری اطلاعات	۳/۲۵	۲۷
سطح دانش	۲/۸۱	۰
بهبود و ارتقای شرکت	۳/۳۰	۳۱
میانگین ابعاد	۳/۱۹	۳۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

همچنین برای شاخص کارایی کل عوامل داریم.

جدول ۴. مقادیر کارایی جزئی در شرکت آبفاز

براساس ستانده در دوره ۱۳۸۸-۱۳۹۵.

شاخص	کارایی انرژی	کارایی سرمایه	کارایی نیروی کار
سال	هزینه‌های انرژی ستانده	هزینه‌های سرمایه ستانده	
۱۳۸۸	۰/۴۷	۰/۳۹	۰/۰۹
۱۳۸۹	۰/۲۰	۰/۲۶	۰/۰۵
۱۳۹۰	۰/۵۰	۰/۶۴	۰/۱۸
۱۳۹۱	۰/۴۳	۰/۶۲	۰/۱۱
۱۳۹۲	۰/۴۰	۰/۵۹	۰/۱۱
۱۳۹۳	۰/۵۰	۰/۵۶	۰/۱۵
۱۳۹۴	۰/۵۶	۰/۴۴	۰/۱۸
۱۳۹۵	۰/۵۹	۰/۵۸	۰/۲۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

همچنین با در نظر گرفتن هزینه‌های شرکت به عنوان ورودی‌ها، ستانده به عنوان خروجی و با استفاده از رابطه (۴) کارایی کل عوامل در دوره زمانی ۱۳۸۸-۱۳۹۵ محاسبه می‌شود.

جدول ۵. کارایی کل عوامل با تاثیر وزن‌های فازی

سال	کارایی کل عوامل
۱۳۸۸	۰/۳۰۲
۱۳۸۹	۰/۱۵۳
۱۳۹۰	۰/۴۵۴
۱۳۹۱	۰/۲۷۶
۱۳۹۲	۰/۲۸۲
۱۳۹۳	۰/۳۷۸
۱۳۹۴	۰/۴۶۷
۱۳۹۵	۰/۶۵۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

بهره‌وری می‌باشند. اما شاخص‌های کارایی سرمایه تاثیر آن کم‌تر از دو شاخص انرژی و نیروی کار در کاهش بهره‌وری می‌باشد. از جمله نتایج نشان داد که تغییرات کارایی انرژی نوسانات زیادی داشته که از دلایل اصلی آن، تغییرات زیاد در هزینه‌های انرژی بدلیل افزایش قیمت‌های انرژی در طی سال‌ها بوده است، در این شرکت میزان متوسط کارایی انرژی برابر با ۰/۴۶ واحد بوده و به این معنی که کارایی انرژی در شرایط فعلی تاثیر مثبتی در کالا و خدمات ارایه شده شرکت داشته اما تاثیر آن بر روی بهره‌وری کم می‌باشد که برای بهبود این شاخص در نظر گرفتن موضوع صرفه‌جویی انرژی در تجهیزات جدید و بروز، انتخاب تجهیزات بهینه و کم مصرف و مناسب به لحاظ فنی در طرح‌ها و پروژه‌های آتی، بهینه‌سازی وسایل و تجهیزات شرکت در مصرف انرژی برای کاهش هزینه‌ها مد نظر قرار گیرند. کارایی نیروی کار نیز مانند کارایی انرژی با متوسط ۰/۱۳ واحد از سطح مطلوبی برخوردار نبوده و یکی از موارد مؤثر تغییرات در تعداد کارکنان شرکت بوده که لازمه به‌کارگیری کارکنان براساس تخصص آن‌ها است. همچنین توجه به عواملی از جمله انگیزش بین کارکنان، ایجاد زمینه‌های مناسب جهت ابتکار و خلاقیت کارکنان، به‌کارگیری نیروهای متناسب با توان و استعداد شغلی، مشارکت گروهی، پرداخت مزد و مزایا در قبال انجام کارها، آموزش شغلی مستمر کارکنان می‌توانند این شاخص را بهبود دهند. اما شاخص‌های کارایی سرمایه و اثربخشی نسبت به دیگر عوامل از شرایط مطلوب‌تری بهره‌مند بوده و بهبود یافته می‌باشند. البته در مجموع یافته‌ها مشخص شد که برای بهبود کارایی کل شرکت، توجه به افزایش کارایی سرمایه نسبت به سایر عوامل تولید در اولویت قرار دارد.

۶. نتایج و پیشنهادات

فعالیت‌های هر صنعتی شامل مجموعه‌ای از امور است که هریک دارای هزینه‌های مربوط به خود است و هر صنعتی می‌تواند بنابر موقعیت شرایط خویش، روشی برای کاهش هزینه‌ها انتخاب کند و با اجرای آن هزینه‌های خود را کنترل و کاهش دهد که نتیجه این کاهش‌ها می‌تواند افزایش کارایی و در

جدول ۷. تبدیل شاخص‌های کارایی کل عوامل به مقیاس ۰ تا ۵۰.

سال	کارایی کل عوامل با وزن‌های فازی در مقیاس بین ۰ تا ۵۰
۱۳۸۸	۱۴/۴۲
۱۳۸۹	۰
۱۳۹۰	۲۹/۰۹
۱۳۹۱	۱۱/۹۱
۱۳۹۲	۱۲/۴۸
۱۳۹۳	۲۱/۷۷
۱۳۹۴	۳۰/۳۵
۱۳۹۵	۵۰

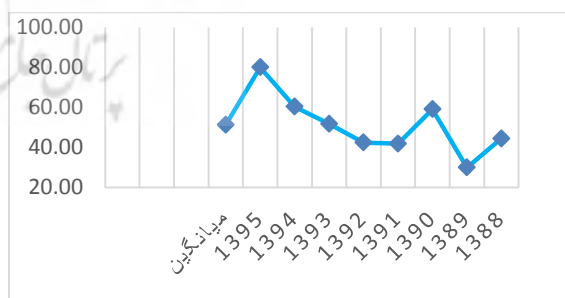
مأخذ: یافته‌های تحقیق

کارایی کل عوامل و اثربخشی در طیفی از ۰ تا ۵۰ و قابلیت جمع‌پذیری با هم، بی‌مقیاس شده‌اند بنابراین امکان ترکیب آن‌ها فراهم و نتایج آن در جدول شماره (۸) آورده شده است.

جدول ۸. میزان بهره‌وری در شرکت آبقار طی دوره ۱۳۸۸-۱۳۹۵.

سال	بهره‌وری کل با وزن فازی
۱۳۸۸	۴۴/۴۲
۱۳۸۹	۳۰
۱۳۹۰	۶۹/۰۹
۱۳۹۱	۴۱/۹۱
۱۳۹۲	۴۲/۴۸
۱۳۹۳	۵۱/۷۷
۱۳۹۴	۶۰/۳۵
۱۳۹۵	۸۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق



نمودار ۳. بهره‌وری کل با وزن فازی

با توجه به جدول (۸) و نمودار (۳) میزان بهره‌وری طی دوره نوسانات زیادی داشته است که شاخص‌های کارایی انرژی و نیروی کار در مقایسه با دیگر شاخص‌ها از عاملان تغییرات

مشخص شد که سهم این شاخص نسبت به سایر شاخص‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار بوده که در صورت افزایش کارایی آن، شاخص کارایی کل و بهره‌وری شرکت ارتقای می‌یابد. باتوجه به نتایج، برای بهبود بهره‌وری کل این شرکت، استقرار چرخه مدیریت بهبود بهره‌وری (۱- اندازه‌گیری بهره‌وری، ۲- ارزیابی و تحلیل بهره‌وری، ۳- برنامه‌ریزی بهبود بهره‌وری، ۴- اجرای بهره‌وری) پیشنهاد می‌شود و نظر به ابعاد اثربخشی شامل به‌کارگیری فناوری اطلاعات (استفاده از سطح شبکه ارتباطی موجود بین کارکنان و مدیران از طریق اینترنت، تلفن، ایمیل، چت، استفاده از ابزارهای ارتباطی شرکت برای سرعت بخشیدن به کارها، انجام کارها فارغ از محدودیت‌های زمانی تعیین شده)، سطح دانش (اشتراک‌گذاری دانش بین کارمندان و مدیران و به‌کارگیری دانش)، بهبود و ارتقای شرکت (ارتقای فرهنگ و دانش شرکت، حفاظت و بهداشت محیط، نهادینه سازی اخلاقی در شرکت، ایجاد استانداردهای کنترل کیفیت) و همچنین شاخص‌های کارایی انرژی (صرفه جویی در انرژی، بهینه سازی وسایل و تجهیزات، انتخاب تجهیزات بهینه، کم مصرف و مناسب به لحاظ فنی)، سرمایه (تغییر سرمایه و سرمایه‌گذاری) و نیروی کار (به‌کارگیری کارکنان بر اساس تخصص، ایجاد زمینه‌های مناسب جهت ابتکار و خلاقیت کارکنان، آموزش شغلی مستمر) با توجه به سازوکارهای متناسب با شرایط شرکت به صورت یک فرایند دائمی برنامه‌ریزی و به اجرا گذاشته شود. تخصیص وزن‌های مناسب به ورودی‌ها و خروجی‌ها با روش AHP برای مدل DEA جهت رتبه‌بندی کارایی می‌تواند برای تحقیقات آینده باشد.

نهایت بهره‌وری شرکت را به همراه داشته باشد. باتوجه به آثار مثبت و تأثیرگذار سنجش بهره‌وری در صنعت، ضرورت وجود سیستم اندازه‌گیری بهره‌وری و امکان ارزیابی عملکرد سازمان‌ها لازم است. اثربخشی و کارایی دو بعد اصلی سنجش بهره‌وری محسوب می‌شوند که هیچ کدام به تنهایی بهره‌وری را کامل نمی‌کنند. بنابراین محاسبه همزمان کارایی و اثربخشی و ترکیب آن‌ها با هم، بهره‌وری را از جامعیت بیشتری برخوردار می‌کند. در این تحقیق، بهره‌وری در شرکت آب و فاضلاب روستایی استان آذربایجان غربی محاسبه شده است، برای این کار از شاخص‌های کارایی و اثربخشی، که برای محاسبه اثربخشی از پرسشنامه و به بررسی رابطه بین میانگین ابعاد و واحدهای سازمانی با استفاده از آزمون ANOVA پرداخته شده که در تمامی ابعاد، تفاوت معناداری بین میانگین این ابعاد در اثربخشی سازمانی وجود ندارد. همچنین میزان اثربخشی هر کدام از ابعاد مشخص شد که بعد خدمات ارائه شده با مقدار (۲/۸۷۷) و ادراک و رضایت مشتری با مقدار (۰/۸۸۱) اثربخش‌ترین ابعاد شناخته شده‌اند. در بخش محاسبه کارایی نیز ابتدا هزینه‌های موثر بر کارایی شناسایی شده و سپس با استفاده از روش AHP فازی اولویت‌بندی و وزن‌دهی شده‌اند که هزینه‌های آب با وزن (۰/۱۴۵۸) و تجهیزات با (۰/۱۴۴۶) در اولویت قرار گرفته‌اند. همچنین میزان کارایی کل عوامل با استفاده از وزن‌های به‌دست آمده مطالعه شد که این شرکت مقدار کارایی متوسط به پایین دارد. سپس با ترکیب اثربخشی و کارایی، میزان بهره‌وری محاسبه گردید، نتایج بهره‌وری نشان داد که بهره‌وری روند نامنظمی را به خود گرفته است به طوری که متوسط بهره‌وری برابر با ۵۲ واحد می‌باشد. نظر به اینکه امکانات سرمایه‌ای، بخش زیادی از عوامل تولیدی شرکت آب‌فشار را در برمی‌گیرد،

منابع

و FANP. اولین همایش ملی بهینه‌سازی آب. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی. گرگان.
 بهمنی، مجتبی؛ حسن خانی، معصومه و علیرضا شکیبایی (۱۳۹۵). "بررسی تأثیر سرریز تکنولوژی ناشی از سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر بهره‌وری نیروی کار در صنایع کارخانه‌ای ایران". پژوهش‌های اقتصاد صنعتی/ایران، دوره ۱۶، شماره ۲، صص ۹۲-۱۱۵.

اصغرپور، محمدجواد (۱۳۸۷). تصمیم‌گیری چند معیاره. انتشارات دانشگاه تهران.
 امیدی، فریما؛ بابازاده، حسین و مهدی سربای تبریزی (۱۳۹۲). "ارزیابی بهره‌وری آب با رویکرد استفاده از روش‌های AHP، ANP، FAHP

و رتبه بندی عوامل موثر بر افزایش بهره وری در شرکت آب و فاضلاب شهرها و شهرک‌های غرب تهران با استفاده از تکنیک ANP"، کنفرانس بین‌المللی توسعه و تعالی کسب و کار، اقتصاد و مدیریت، تهران.

مدهوشی، مهرداد و وحید نورنژاد ونوش (۱۳۹۳). "تأثیر توانمندسازهای مدیریت دانش روی توانمندی کارکنان شرکت‌های کوچک و متوسط: با نقش میانجی فرآیند مدیریت دانش". *پژوهش‌های مدیریت منابع انسانی*. دوره ۳، شماره ۲، صص ۹۱-۱۱۰.

سیف برق، مهدی و چرو ضیایی نقش‌بندی (۱۳۹۱). "طراحی یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری برای ارزیابی مشتریان". *فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات صنعتی*، سال نهم، شماره ۲۴، صص ۸۴-۶۷.

مسموعی، محمد (۱۳۹۴). "بررسی عوامل موثر بر ارتقای بهره‌وری نیروی انسانی در بین کارکنان شرکت آفا روستایی استان فارس". *دومین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های نوین در مدیریت اقتصاد و علوم انسانی*، دبى: امارات.

خشائی، مسعود و محمد داودآبادی (۱۳۸۸). "رتبه‌بندی بهره‌وری عوامل تولید شرکت‌های آب و فاضلاب به منظور کاهش هزینه‌ها با رویکرد مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره". *سومین همایش ملی آب و فاضلاب با رویکرد بهره‌براری*. دانشگاه صنعت آب و برق. شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، تهران.

سلاجقه، سنجر و آرشد دانش‌پژوه (۱۳۹۲). "بررسی مدیریت دانش و بهره‌وری کارکنان مطالعه موردی در شرکت آب و فاضلاب شهر کرمان". *دومین همایش ملی علوم مدیریت نوین*. گلستان-گرگان.

صدرايي جواهری، احمد و پروین مهبودی (۱۳۹۵). "بررسی ارتباط میان اندازه‌گیری و رشد بهره‌وری در صنعت داروسازی ایران". *پژوهش‌های اقتصاد صنعتی/ایران*، دوره ۱، شماره ۲، صص ۵۱-۲۵.

فقیهی، ابوالحسن و زهره موسوی کاشانی (۱۳۸۹). "مدل سنجش بهره‌وری اثربخشی و کارایی) در بخش خدمات دولتی ایران". *نشریه مدیریت دولتی*، (۴)، صص ۱۲۶-۱۰۷.

فرج‌پور خانا پشتهانی، قاسم و محمد براتی کشه (۱۳۹۳). "شناسایی

Ashton J.K. (2000) "Total Factor Productivity Growth and Technical Change in the Water and Sewerage Industry". *The Service Industries Journal*. 20 (4). Pp. 121-130.

Asian Productivity Organization (APO). (2016). *Databook*.

Ambalangodage D. and D. Yong Gun Fie (2016). "Performance Measurement System and its Contributions to Improve Performance: In the Context of Sri Lankan Water Board". *Global Journal of Contemporary Research in Accounting, Auditing and Business Ethics*, 2(1). Pp.2311-3162.

Büyüközkan G. and Y. Karabulut (2017). *Energy Project Performance Evaluation with Sustainability Perspective*. Energy. No.119. pp.549-560.

Chan F.T. (2003). "Performance Measurement in a Supply Chain". *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 21(7). pp.534-548.

Chidambaranathan K. and B.S. Swarooprani (2015). "Knowledge Management as a Predictor of Organizational Effectiveness: the Role of Demographic and Employment Factors". *The Journal of Academic Librarianship*. 41(6), pp.758-763.

Fullard F. (2007). "A Model to Evaluate the Effectiveness

of Enterprise Training Programmes". *International Entrepreneurship and Management Journal*. 3(3), pp. 263-276.

Guerrini A., Romano G., Leardini C. and M. Martini (2015). "Measuring the Efficiency of Wastewater Services Through data Envelopment Analysis". *Water Science and Technology*, 71(12), pp.1845-1851.

Laihonen H. and Sillanpää. (2014). "What is the Role of Knowledge Management in Establishing the Effectiveness of Public Welfare Services?" *Knowledge and Process Management*. 21(2), pp.112-121.

Zadeh L.A. (1965). "Fuzzy Sets". *Information and Control*. 8, pp.338-353.

Parhizgari A.M. and G.R. Gilbert (2004). "Measures of Organizational Effectiveness: Private and Public Sector Performance". *Omega*. 32(3), pp.221-229.

Marques R.C. (2008). "measuring the Total Factor Productivity of the Portuguese Water and Sewerage Services". *Economia Aplicada*. 12(2), pp.215-237.

Mohamad I.B. and D. Usman (2013). "Standardization and its Effects on k-means Clustering Algorithm". *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 6(17), pp.3299-3303.

Pekkola S. (2013). "Managing a Network by Utilizing

- Performance Measurement Information". *Measuring Business Excellence*. 17(1), pp. 72-79.
- Pritchard R.D. (1995). "Productivity Measurement and Improvement: Organizational case Studies". *Greenwood Publishing Group*.
- Rajasulochana P. and V. Preethy (2016). "Comparison on Efficiency of Various Techniques in Treatment of Waste and Sewage Water—A Comprehensive Review". *Resource-Efficient Technologies*, 2(4), pp.175-184.
- Tang D., Tang J., Xiao Z., Ma T. and B.J. Bethel (2017). "Environmental Regulation Efficiency and Total Factor Productivity—Effect Analysis based on Chinese data from 2003 to 2013". *Ecological Indicators*. No.73. pp. 312-318.
- Wang Y.M., Luo Y. and Z. Hua (2008). "On the Extent Analysis Method for Fuzzy AHP and its Applications". *European Journal of Operational Research*. 186(2). pp.735-747.

