

Research Paper

مقاله پژوهشی

Identifying the Development of Urban Water and Wastewater Company Using Factor Analysis and Clustering Approaches

بررسی سطح توسعه یافتگی شرکت‌های آب و فاضلاب شهری با استفاده از روش تحلیل عاملی و خوشه‌بندی

Seyed Hossein Sajadifar¹, Mohamad Davoodabadi^{2*},
Abdolmajid Rahpeyma³, Masoud Khashaeie⁴, and
Gholamreza Ebrahimabadi⁵

سیدحسین سجادی‌فرا^۱، محمد داودآبادی^{۲*}،
مسعود خشائی^۴ و غلام‌رضا ابراهیم‌آبادی^۵

1- Manager of Sustainable Development, Consumption Management and Social Research, Tehran Water and Wastewater Company and Assistant Professor of Applied Science and Technology University, Karaj Sugar Center, Karaj, Iran.

۱- مدیر دفتر توسعه پایدار، مدیریت مصرف و مطالعات اجتماعی، شرکت آب و فاضلاب استان تهران و استادیار مرکز آموزش علمی کاربردی قند کرج، کرج، ایران.

2- Expert of Finance and Budgeting, National Water and Wastewater Engineering Company, Tehran, Iran.

۲- کارشناس مالی و بودجه، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، تهران، ایران.

3- Ph.D. Student of Political Science, Political Science Faculty, Islamic Azad University of Central Tehran Branch, Tehran, Iran.

۳- دانشجوی دکتری علوم سیاسی، دانشکده علوم سیاسی، دانشگاه آزاد اسلامی تهران مرکز، تهران، ایران.

4- Deputy of Planning and Economic Affairs, National Water and Wastewater Engineering Company, Tehran, Iran.

۴- معاون برنامه‌ریزی و امور اقتصادی، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، تهران، ایران.

5- Director General of Assemblies' Affairs and Financial Control, National Water and Wastewater Engineering Company, Tehran, Iran.

۵- مدیر کل امور مجامع و نظارت مالی، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، تهران، ایران.

* Corresponding author, Email: davoodabadi@nww.ir

* نویسنده مسئول، ایمیل: davoodabadi@nww.ir

Received: 03/12/2019

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۱۲

Revised: 02/03/2020

تاریخ اصلاح: ۱۳۹۸/۱۲/۱۲

Accepted: 04/03/2020

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۱۴

Abstract

چکیده

Given the environmental conditions governing it, its stakeholders' expectations and its organizational mission and in the context of supplying and distribution of water and safe disposal of wastewater, the water and wastewater sector needs to grow and develop in parallel to the changes in environmental conditions. For this reason identifying the development condition of the water and wastewater sector is a necessity in the context of targeting plans and strategies from the aspect of sectorial management and senior management. This research was undertaken to identify the level of development of the water and wastewater companies (35 companies) from the aspect of the different indicators specific to the water and wastewater industry in the context of clarifying the economic plans and to enhance and improve operational activities. In the course of the study, after identifying 18 indicators, the exploratory factor analysis was undertaken and the number of indicators was reduced to 5 significant factors. Then the combined indicator was calculated according to the weight of factors and the entire sector was classified. In continuation and by applying the hierarchal clustering method the development levels of water and wastewater companies were categorized on the basis of 5 factors in three homogenized groups of development. The study's results indicate an unbalanced and non-homogenous level of development in the sector, with some companies failing to achieve the desirable level of development and needing greater attention and planning to improve the developmental conditions.

صنعت آب و فاضلاب با توجه به شرایط محیطی حاکم بر آن، انتظارات ذی‌نفعان و رسالت سازمانی که برعهده دارد و در راستای تأمین و توزیع آب و دفع بهداشتی فاضلاب، نیازمند رشد و توسعه متوازن با تغییرات شرایط محیطی است. از این‌رو شناسایی وضعیت توسعه‌ی صنعت آب و فاضلاب یک الزام در راستای هدف‌گذاری برنامه‌ها و راهبردها محسوب می‌شود. این پژوهش در راستای شناسایی میزان توسعه‌یافتگی شرکت‌های آب و فاضلاب شهری (۳۵ شرکت) از منظر مؤلفه‌های گوناگون خاص صنعت آب و فاضلاب در راستای تبیین برنامه‌ریزی‌های اقتصادی برای ارتقا و بهبود فعالیت‌های عملیاتی انجام شده است. در این پژوهش پس از استخراج ۱۸ شاخص، با شیوه تحلیل عاملی اکتشافی شاخص‌ها به ۵ عامل معنی‌دار تقلیل یافت. در ادامه، شاخص ترکیبی با توجه به بار عامل‌ها محاسبه و رتبه‌بندی مجموعه صنعت انجام شد. در ادامه با رویکرد شیوه خوشه‌بندی سلسله مراتبی سطح توسعه‌یافتگی شرکت‌های آب و فاضلاب بر پایه ۵ عامل در ۳ گروه همگن از منظر سطح توسعه‌یافتگی گروه‌بندی شدند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد، میزان توسعه‌یافتگی صنعت متعادل و همگن نبوده، به‌طوری‌که برخی شرکت‌ها از توسعه‌یافتگی مطلوبی برخوردار نیستند، به توجه بیش‌تری نیاز دارند و برنامه‌ریزی برای بهبود وضعیت توسعه‌ی آن‌ها ضروری است.

Keywords: Clustering, Development, Economic Planning, Exploratory Factor Analysis, Water and Wastewater Sector.

واژه‌های کلیدی: برنامه‌ریزی اقتصادی، توسعه‌یافتگی، تحلیل عاملی اکتشافی، خوشه‌بندی، صنعت آب و فاضلاب.

هستند که براساس قانون تشکیل به‌عنوان واحدهایی با شخصیت مستقل حقوقی و در قالب قانون تجارت برای تحقق برخورداری آحاد جامعه از یکی از زیربنایی‌ترین خدمات عمومی (تأمین آب سالم و دفع بهداشتی فاضلاب) با ساختاری نوین سازمان‌دهی شده‌اند. این شرکت‌ها با توجه به حساسیت آب و فاضلاب با حیات و سلامتی آحاد جامعه باید همیشه آماده خدمات‌رسانی باشند. خدمات‌رسانی مستلزم این است که شرکت‌های آب و فاضلاب ظرفیت‌های بالقوه رشد و توسعه خود را از منظرهای گوناگون با شرایط موجود برنامه‌ریزی کنند و شناسایی وضعیت توسعه‌یافتگی و شناسایی نقاط ضعف و قوت در این زمینه بسیار کارآمد است؛ ۳. مدیریت ارشد: شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور نقش‌های اصلی هدف‌گذاری، هدایت، حمایت و نظارت کلان امور اجرایی و پشتیبانی شرکت‌های آب و فاضلاب را برعهده دارد. شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور علاوه بر وظیفه حمایت از منافع مجموعه شرکت‌ها در تدوین قوانین و مذاکره با نهادهای دولتی (مجلس، دولت و غیره) نقش عمده را دارد و در عین حال اعمال حاکمیت دولت و نظارت‌های راهبردی، جزء وظایف این نهاد است. همچنین، تأمین مخارج، کمک به تشکیل هسته‌های تولیدکننده، خرید، انتقال و استقرار فناوری، تأمین نیروی انسانی متخصص، تهیه استانداردها از دیگر وظایف شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور است. بنابراین، شناسایی سطوح توسعه‌یافتگی شرکت‌های زیرمجموعه صنعت برای شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور در راستای برنامه‌ریزی و تدوین راهبردهای کلان در سطح و کلان (چشم‌انداز بلندمدت دولت) یک الزام است؛

۴. عدالت توزیعی: نظر به شرایط اقتصادی و قانونی حاکم بر صنعت آب و فاضلاب، دولت هر ساله مبالغی در قالب ردیف‌های بودجه اعتبارات طرح‌های تملک دارایی‌های سرمایه‌ای، تحت موافقتنامه‌های ملی در اختیار وزارت نیرو و شرکت مهندسی آب و فاضلاب به شرکت‌های زیرمجموعه تخصیص می‌دهد. شناسایی سطح توسعه‌یافتگی با رویکرد مدل‌های کمی برای تخصیص اعتبارات بهینه به شرکت‌های کم‌توسعه در راستای بهبود یا افزایش توسعه بسیار اثربخش خواهد بود و در واقع نوعی عدالت توزیعی است.

در زمینه بررسی سطح توسعه‌یافتگی مناطق کشور با استفاده از تکنیک‌های سطح‌بندی مطالعات متعددی در کشور انجام شده است. موسوی و حکمت‌نیا (۱۳۸۴) در مطالعه‌ای عوامل مؤثر بر توسعه انسانی نواحی ایران را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که عوامل آموزشی، بهداشتی، مسکن و درمان در توسعه انسانی دارای بالاترین اولویت هستند. تقوایی و قائدرحمته (۱۳۸۵) با

صنعت آب و فاضلاب به عنوان نخستین طرح برون‌سپاری دولت در راستای کوچک‌سازی و استفاده از ظرفیت‌های بالقوه بخش غیردولتی در چارچوب قانون با ساختاری نوین در قالب شرکت‌های استانی و تبصره‌ای سازمان‌دهی شده است. استقلال مالی و اقتصادی و برون‌رفت از بودجه عمومی دولت فلسفه وجودی تشکیل شرکت‌های آب و فاضلاب کشور است. از سویی با توجه به اهمیت و نقش آب و فاضلاب با حیات جوامع بشری و پارامترهایی هم‌چون رشد جمعیت، افزایش سطح رفاه، بحران‌های خشکسالی، آلودگی و تخریب منابع آبی، شناسایی سطح توسعه‌یافتگی شرکت‌های آب و فاضلاب در راستای رسالت سازمانی و برنامه‌ریزی برای بهبود و ارتقای سطح توسعه‌یافتگی آن‌ها یک الزام است. در این راستا شناسایی و سطح‌بندی میزان توسعه‌ی شرکت‌های آب و فاضلاب با رویکردهای علمی و فارغ از نظرات شخصی و سلیقه‌ای با لحاظ کردن محدودیت‌ها و مشکلات پیش‌رو و برای تصمیم‌گیرندگان نهایی به خصوص در سطح کلان (شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور) برای برنامه‌ریزی و کاهش نابرابری در استفاده از منابع، امکانات و تسهیلات یک ضرورت است.

توسعه یک مقوله ارزشی، جریانی چندبعدی است و با بهره‌وری ارتباط نزدیکی دارد و یکی از اصلی‌ترین مؤلفه‌های علم اقتصاد است. هدف توسعه، رفع نیازهای جوامع بشری است که به‌طور کلی طیف نیازهای زیستی، فیزیولوژیکی و اجتماعی را شامل می‌شود.

توجه به توسعه و شناسایی سطح توسعه‌یافتگی صنعت آب و فاضلاب از دیدگاه‌های مختلف (اقتصادی، فنی، فرهنگی و غیره) از منظر موارد زیر حائز اهمیت است:

۱. تأمین و توزیع آب و خدمات دفع فاضلاب، رویکردهایی اقتصادی هستند و امروزه در سطوح منطقه‌ای و جهانی با توجه به افزایش نیاز به آب، محدودیت منابع آبی، افزایش مصرف با توجه به رشد جمعیت و توسعه صنعت، ورود حجم بسیار زیادی فاضلاب به محیط‌زیست، تغییرات آب و هوایی، حفظ محیط‌زیست در راستای توسعه پایدار و افزایش و استفاده از ظرفیت‌های موجود شرکت‌های آب و فاضلاب باید پاسخگوی تقاضای مشترکان و ذی‌نفعان باشد. بنابراین، شناسایی توسعه‌ای و ظرفیت‌های موجود برای بهبود و ارتقای از طریق برنامه‌ریزی‌های جامع در سطوح مختلف مدیریت بخشی و ارشد ضرورت دارد؛

۲. شرکت‌های آب و فاضلاب، بنگاه‌های اجتماعی-اقتصادی

مستقل) و محدوده زمانی سال ۱۳۹۵ انجام شده و به منظور کسب نتایج دقیق و تجزیه و تحلیل داده‌ها از بسته نرم‌افزار آماری SPSS23 استفاده شده است.

۲- روش تحقیق

روش پژوهش کمی، تحلیلی است که با استفاده از مدل‌های تحلیل عاملی و خوشه‌بندی انجام شده است. شیوه جمع‌آوری داده‌ها و مبانی نظری کتابخانه‌ای است و داده‌های مورد نیاز از گزارش ارزیابی عملکرد شرکت‌های آب و فاضلاب تحت عنوان "ابجد" و سامانه‌ی اطلاع‌رسانی شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور برای سال ۱۳۹۵ استخراج شده است. در این پژوهش پس از جمع‌آوری شاخص‌های موردنظر در زمینه‌های گوناگون، با استفاده از شیوه‌ی آماری تحلیل عاملی، ۱۸ شاخص به ۵ عامل معنی‌دار کاهش یافته است.

۲-۱- تحلیل عاملی

تحلیل عاملی، کشف و شناسایی ساختار بنیادی مجموعه‌ای از متغیرها یا الگوهای احتمالی در داده‌ها است. در این روش، پیش‌فرض اولیه آن است که هر متغیری ممکن است با هر عاملی ارتباط داشته باشد، به تعبیری، محقق هیچ پیش‌فرض اولیه‌ای ندارد. هدف تحلیل عاملی این است که یک عامل (متغیر غیرقابل مشاهده) از ترکیب چند متغیر (شاخص) مشاهده شده ساخته شود. در شیوه آماری تحلیل عاملی، فرض می‌شود متغیرهای لحاظ‌شده ترکیبی خطی از متغیرهای فرضی یا ساختگی باشند. هر متغیر فرضی که یک عامل نامیده می‌شود از ترکیب چند متغیر که دارای وجوه مشترکی هستند ساخته می‌شود. مدل تحلیل عاملی مطابق رابطه (۱) است:

$$Y_i = \mu_i + \sum_j \lambda_{ij} f_j + e_i \quad (i=1,2,3,000.m, j=1,2,3,000.p) \quad (1)$$

که μ_i : میانگین i ام تمام مشاهدات، λ_{ij} : ضرایب عامل j ام در ارتباط با متغیر i ام (کواریانس متغیر i ام و عامل j ام) تعداد m عامل مؤثر و e_i : خطاهای مدل است.

چنان‌چه λ_{ij} با استفاده از ماتریس ضرایب همبستگی بین متغیرها (ماتریس واریانس-کواریانس متغیرهای استاندارد شده) به دست آیند، آن‌گاه λ_{ij} ها ضریب همبستگی بین متغیر i ام و عامل j ام خواهند بود. نکته این‌که در شیوه تحلیل عاملی فرض می‌شود که تمام متغیرها منتصب به عامل j ام با یکدیگر همبستگی دارند،

استفاده از تکنیک تحلیل عاملی و شاخص استاندارد Z ، سطح توسعه‌یافتگی استان‌های کشور را محاسبه نمودند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که استان تهران تنها استان بسیار توسعه‌یافته بوده و استان‌های ایلام، سیستان و بلوچستان، کهگیلویه و بویراحمد، هرمزگان، بوشهر، قزوین، چهارمحال و بختیاری، گلستان، زنجان و سمنان بسیار محروم و توسعه‌نیافته بودند. تقوایی و بهاری (۱۳۹۱) با بهره‌گیری از دو تکنیک تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای و انتخاب ۸۸ شاخص توسعه، میزان توسعه‌یافتگی شهرستان‌های استان مازندران را بررسی کردند.

مطابق مطالعات گسترده‌ای که از طریق جست‌وجو در سامانه‌های الکترونیکی انجام شد، پژوهش خاصی در زمینه بررسی سطح توسعه‌یافتگی شرکت‌های آب و فاضلاب شهری در کشور یافت نشد. در سطح بین‌المللی نیز مطالعات بسیار کمی در این زمینه انجام شده است. (Dong et al. (2018) یک مدل تحلیل پوششی داده‌ها با رویکرد ورودی-محور را توسعه دادند تا سطح توسعه‌یافتگی زیرساخت‌های آب و فاضلاب در ۱۵۷ شهر چین را بررسی کنند. مدل تحلیل پوششی توسعه‌داده‌شده دارای هفت ورودی و پنج خروجی بود که با استفاده از آن نمره پایداری زیرساخت‌های آب و فاضلاب محاسبه شده است. در مطالعه آن‌ها، موجودی سرمایه بخش آب، موجودی سرمایه بخش فاضلاب، طول شبکه آب، طول شبکه فاضلاب، مصرف انرژی برای تولید آب، مصرف انرژی برای جمع‌آوری فاضلاب و تولید لجن به‌عنوان یک محصول نامطلوب محیط‌زیستی به‌عنوان ورودی و عرضه آب تصفیه شده، حجم دفع بهداشتی فاضلاب، حذف اکسیژن مورد نیاز شیمیایی^۱ (COD)، حذف مواد جامد معلق^۲ (SS) و حذف نیتروژن کل^۳ (TN) به‌عنوان خروجی در نظر گرفته شده است. (Noiva et al. (2016) با استفاده از تجزیه و تحلیل سلسله‌مراتبی خوشه‌ای و شاخص‌های مصرف سرانه آب، جمعیت، بودجه بخش آب و شاخص جوی-هیدرولیکی توسعه‌یافتگی زیرساخت‌های بخش آب در ۱۴۲ کلان‌شهر را بررسی کرده‌اند.

مطالعه و شناسایی سطح توسعه‌یافتگی یکی از فعالیت‌های ضروری برای برنامه‌ریزی اقتصادی است. شناسایی سطح توسعه‌یافتگی بر پایه شاخص‌های عملکردی در بستر مدل‌های کمی ابزاری قدرتمند برای بهبود و افزایش سطح توسعه‌یافتگی با توجه به نقاط ضعف و قوت است. در این راستا، پژوهش پیش‌روی از شیوه آماری تحلیل عاملی به دلیل تبدیل شاخص‌های توسعه‌یافتگی به عامل‌های محدود بدون از دست دادن اطلاعات و صرفه‌جویی در هزینه و زمان انجام شده است. این پژوهش در محدوده مکانی هلدینگ صنعت آب و فاضلاب شهری (۳۵ شرکت

عمودی و افقی در حالت ۹۰ درجه باقی می‌ماند. اما اگر در چرخش عامل‌ها، زاویه بین محورها در حالت ۹۰ درجه باقی نماند این نوع چرخش، چرخش متمایل است. از آن‌جا که در روش چرخش متمایل ضرورتی ندارد که محوره‌های عامل‌ها به صورت قائم باقی بمانند، بنابراین این شیوه از انعطاف‌پذیری بیشتری برخوردار است. روش‌های چرخش عامل‌ها کواریتماکس، واریتماکس و اکواریتماکس است. در این پژوهش از شیوه واریتماکس استفاده شده است. روش واریتماکس به دنبال مختصر کردن و ساده‌سازی ستون‌های ماتریس عاملی است؛

۶. استخراج تعداد عامل‌ها: به طور کلی به تعداد متغیرهایی که در تحلیل عاملی استفاده می‌شود می‌توان عامل استخراج کرد. اگرچه مبنای کمی دقیقی برای تصمیم‌گیری در مورد تعداد عامل‌های استخراجی ارائه نشده، اما ضوابطی وجود دارد که از آن‌ها در تصمیم‌گیری برای تعیین تعداد عامل‌های استخراجی استفاده می‌شود. این معیارها از تنوع بسیاری برخوردارند که مهم‌ترین آن‌ها معیار مقدار ویژه است. این معیار ساده‌ترین روش برای تعیین تعداد عامل‌ها است. در تحلیل مؤلفه‌های اصلی تنها عامل‌هایی که مقدار ویژه آن‌ها بیشتر از یک باشد به عنوان عامل‌های معنی‌دار در نظر گرفته می‌شود و تمام عامل‌هایی که مقدار ویژه آن‌ها کم‌تر از یک است از تحلیل کنار گذاشته می‌شوند.

۲-۲- ضریب کیسر - میرالکین (KMO) ۶

همان‌طور که پیش‌تر عنوان شد، ماتریس مثلث بالای همبستگی پیرسون معیار مناسبی برای اطمینان از مناسب بودن داده‌ها برای تحلیل عاملی است. برای اطمینان از مطلوبیت مناسب بودن داده‌ها برای تحلیل عاملی از ضریب KMO نیز استفاده می‌شود (رابطه (۲)).

$$KMO = \frac{\sum_{jk} r_{jk}^2}{\sum_{jk} r_{jk}^2 + \sum_{jk} p_{jk}^2} \quad (2)$$

که r_{ij} : ضریب همبستگی پیرسون بین متغیرهای i و j و p_{ij} : ضریب همبستگی جزئی بین متغیرهای i و j هستند. مقادیر کوچک ضریب KMO نشان می‌دهد همبستگی بین زوج متغیرها نمی‌تواند توسط متغیرها دیگر تبیین شوند، بنابراین کاربرد تحلیل عاملی متغیرها قابل توجیه نیست. ضریب KMO همواره بین بازه مقداری ۰ الی ۱ بوده و قاعده کلی برای تفسیر آن به شرح زیر است:

- مقادیر بین ۰/۸ الی ۱ نشان از نمونه‌گیری کافی جامعه آماری

درحالی‌که متغیرهای هر عامل نسبت به متغیرهای عامل‌های دیگر هیچ همبستگی ندارند. تحلیل عاملی شامل تحلیل عاملی اکتشافی^۴ و تأییدی^۵ است. در تحلیل عاملی اکتشافی (موضوع پژوهش حاضر)، هدف کشف ساختار زیربنایی مجموعه‌ای بزرگ از متغیرها است و پیش‌فرض اولیه آن است که هر متغیری ممکن است با هر عامل دیگری ارتباط داشته باشد. در تحلیل عاملی تأییدی، پیش‌فرض اساسی آن است که هر عاملی با زیرمجموعه خاصی از متغیرها ارتباط دارد. در حل مسائل تحلیل آماری مراحل زیر باید انجام شود:

۱. تشکیل ماتریس اولیه: این ماتریس شامل ۳۵ ردیف (شرکت‌های مستقل آب و فاضلاب) و ۱۸ ستون (شاخص) است؛
 ۲. محاسبه ماتریس همبستگی: ماتریس همبستگی، ماتریس مثلث بالایی از ضرایب همبستگی متغیرها با یکدیگر است. این ماتریس که سطر و ستون‌های آن با یکدیگر برابر است، ماتریسی متقارن بوده که قطر اصلی آن یک است. با محاسبه این ماتریس و مقایسه کردن ضرایب آن، متغیری که با سایر متغیرها همبستگی کمی دارد باید حذف شده و در ساختار شاخص‌ها تجدیدنظر شود. در واقع این ماتریس برای تأیید مناسب بودن شاخص‌ها برای انجام نهایی تحلیل عاملی است؛

۳. انتخاب مدل تحلیل: مدل‌های متنوعی برای تحلیل عاملی وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها تحلیل مؤلفه‌های اصلی (موضوع پژوهش حاضر)، و تحلیل عاملی مشترک است. تحلیل مؤلفه‌های اصلی زمانی استفاده می‌شود که هدف تلخیص متغیرها و دستیابی به تعداد محدودی عامل باشد. هدف مدل تحلیل عاملی مشترک، شناسایی عامل‌هایی است که به سادگی قابل شناسایی نیستند؛

۴. استخراج عامل‌ها: برای استخراج عامل‌ها دو روش عامل‌های متعامد (موضوع پژوهش حاضر) و عامل‌های متمایل وجود دارد. در روش متعامد، عامل‌ها به شیوه‌ای استخراج می‌شوند که محورهای عاملی در حالت ۹۰ درجه قرار گیرند. به تعبیری، هر عامل مستقل از سایر عامل‌ها است (همبستگی بین عامل‌ها به طور قراردادی صفر می‌شوند). در مدل عاملی متمایل، همبستگی بین عامل‌ها صفر نیست و عامل‌ها دارای همبستگی هستند. اگر هدف تحقیق آن باشد که تلخیص تعداد متغیرهای اصلی بدون توجه به نتایج عامل‌های استخراج شده تا چه حد معنی‌دار است، در این صورت روش متعامد روش مناسبی خواهد بود؛

۵. چرخش عامل‌ها: یکی از مفاهیم مهم در تحلیل عاملی، چرخش عامل‌ها است و دلیل اصلی آن دستیابی به ماتریس عاملی ساده و از نظر تئوریک معنی‌دار و قابل تفسیرتر است. دو نوع چرخش متعامد و متمایل وجود دارد. در چرخش متعامد، زاویه محورهای

ماتریس اولیه متغیر i در شرکت j (رابطه (۵)) است:

$$Z = \frac{K_{ij} - \mu}{\sigma} \quad (5)$$

که K_{ij} : داده‌های ماتریس اولیه، μ : میانگین و σ : انحراف استاندارد هستند.

۲-۵- خوشه‌بندی

تحلیل خوشه‌ای برای گروه‌بندی اشیایی که شبیه یکدیگرند استفاده می‌شود. تجزیه و تحلیل خوشه‌ای ابزار میان‌بر تحلیل داده‌ها است که هدف آن نظم دادن به اشیای مختلف به گروه‌هایی است که درجه ارتباط بین دو شیء اگر آن‌ها به یک گروه تعلق داشته باشند، حداکثر و در غیر این صورت حداقل است. هدف خوشه‌بندی داده‌ها آن است که مشاهدات به گروه‌های متجانس تقسیم شوند، به طوری که مشاهدات هر گروه بیش‌ترین شباهت و مشاهدات گروه‌های مختلف کم‌ترین شباهت را با یکدیگر داشته باشند. تحلیل خوشه‌ای گستردگی زیادی دارد و در این پژوهش با توجه به این که تعداد خوشه برای گروه‌بندی از منظر سطح توسعه‌یافتگی قابل پیش‌بینی نیست، از شیوه خوشه‌ای سلسله مراتبی استفاده شده است.

۲-۶- معرفی شاخص‌ها

به منظور شناسایی سطح توسعه‌یافتگی شرکت‌های صنعت آب و فاضلاب با توجه به شرایط محیطی (اقتصادی، سیاسی، اجتماعی، فرهنگی) با مصاحبه از خبرگان صنعت و همچنین شاخص‌های بین‌المللی منتشره از سوی برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد^۹ (۲۰۱۷)، تعداد ۱۸ شاخص انتخاب شد (جدول ۱).

۳- یافته‌های تجربی پژوهش

حل مسایل مرتبط با تحلیل عاملی مستلزم محاسبات و استخراج جدول‌های متنوعی است که نظر به محدودیت‌های موجود از ارائه آن‌ها صرف‌نظر شده و فقط جدول‌های نهایی گزارش شده است. در ادامه مراحل اجرای مدل به اختصار ارائه شده است:

۱. محاسبه ماتریس همبستگی: پس از تشکیل ماتریس اولیه و محاسبه ماتریس مثلثی همبستگی در بستر نرم‌افزار SPSS²³ ضریب همبستگی بین شاخص‌ها در سطح مطلوبی بود، بنابراین شاخص‌ها

بوده و همبستگی بین داده‌ها برای تحلیل عاملی مناسب است؛

- مقادیر کم‌تر از ۰/۶ نشان می‌دهد نمونه‌برداری کافی نیست و اقدامات اصلاحی در انتخاب شاخص‌ها باید انجام شود.

۲-۳- آزمون کرویت بارتل

برای اطمینان بیشتر از مناسب بودن داده‌ها، برای تحلیل عاملی به جزء ماتریس ضریب همبستگی باید از آزمون بارتل استفاده کرد. معنی‌داری آزمون کرویت بارتل نشان می‌دهد در ماتریس اولیه، بین داده‌ها به اندازه کافی همبستگی وجود دارد که بتوان تحلیل عاملی را ادامه داد. در آزمون بارتل فرض صفر پذیرش فرض صفر نشان می‌دهد ماتریس همبستگی اطلاعات معنی‌داری دارد و حداقل شرایط لازم برای تحلیل عاملی وجود دارد. فرض صفر و متقابل آزمون کرویت بارتل مطابق زیر است:

$$\begin{cases} H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_{10}^2 \\ H_1: \text{At least one } \sigma_i^2 \text{ is not equal to the others.} \end{cases}$$

معنی‌داری اطلاعات موجود در یک ماتریس از طریق آزمون مربع کای دو با درجه‌ی آزادی $0.5p(p-1)$ انجام می‌شود (رابطه (۳)). معنی‌دار بودن آماره کای دو و آزمون بارتل حداقل شرط لازم برای تحلیل عاملی است.

$$\chi^2 = - \left(n-1 - \frac{2p+5}{6} \right) \ln |R| \quad (3)$$

که n : تعداد آزمودنی‌ها، p : تعداد متغیرها (شاخص‌ها) و $|R|$: مقدار مطلق دترمینان ماتریس همبستگی است.

۲-۴- شاخص ترکیبی^۸

بعد از انجام تحلیل عاملی و شناسایی تعداد و بار عاملی، شاخص ترکیبی (امتیاز عامل) هر شرکت (گزینه) از طریق رابطه (۴) محاسبه شود تا پس از رتبه‌بندی سطح توسعه‌یافتگی آن تعیین شود.

$$f_{jk} = \sum_{i=1}^m I_{ik} Z_{ij} \quad (4)$$

که f_{jk} : ارزش عامل k ام در شرکت (گزینه)، i : متغیرهای لحاظ‌شده (شاخص‌ها)، L_{ik} : بار عاملی بر متغیر Z_{ij} : داده‌های استاندارد شده

برای تحلیل عاملی مناسب‌اند و نیازی به حذف متغیر (شاخص) خاصی نیست؛ مناسب بودن شاخص‌ها برای تحلیل عاملی از ضریب KMO و آزمون آماری بارتلت استفاده شد (جدول ۲).

۲. محاسبه ضریب KMO و آزمون بارتلت: برای بررسی بیشتر

جدول ۱- شاخص‌های انتخابی برای شناسایی توسعه‌یافتگی شرکت‌های آب و فاضلاب

ردیف	شاخص	مقیاس	ردیف	شاخص	مقیاس
In.01	جمعیت تحت پوشش آب	درصد	In.10	گردش عملیات مالی (فروش + حق انشعاب + تبصره‌ها)	میلیارد ریال
In.02	جمعیت تحت پوشش فاضلاب	درصد	In.11	اعتبارات دریافتی استانی و ملی	میلیارد ریال
In.03	پوشش مشترکان	درصد	In.12	نسبت پوشش هزینه‌ها	درصد
In.04	آب بدون درآمد	درصد	In.13	نسبت وصول مطالبات	درصد
In.05	نسبت کارکنان حرفه‌ای به کل کارکنان	درصد	In.14	سرمایه‌گذاری برای هر مشترکان	میلیون ریال
In.06	حداکثر ظرفیت تأمین آب	هزار مترمکعب	In.15	ارزش افزوده خالص	میلیارد ریال
In.07	حجم فروش آب	هزار مترمکعب	In.16	بازده سود و زیان	درصد
In.08	حجم دفع فاضلاب	هزار مترمکعب	In.17	مطلوبیت کلر باقی‌مانده	درصد
In.09	لگاریتم موجودی سرمایه (دارایی‌ها)	میلیارد ریال	In.18	مطلوبیت میکروبی	درصد

(ماخذ: گزارش ارزیابی عملکرد "ابجد-۱۳۹۶"، نتایج عمل سال ۱۳۹۶، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور و برنامه محیط‌زیست سازمان ملل، ۲۰۱۸)

جدول ۲- ضریب KMO و نتایج آزمون کرویت بارتلت

شاخص کفایت نمونه‌گیری KMO	۰/۷۲۵	
آزمون بارتلت	آماره خی دو (کای اسکوتر)	۱۰۳۸/۳۸
	درجه آزادی	۱۵۳
	سطح معنی‌داری	۰

(ماخذ: محاسبات محققان)

همبستگی اشتراک استخراجی شاخص‌ها را نشان می‌دهد و در صورتی که ارزش همبستگی مقادیر اشتراک استخراجی بزرگ‌تر از ۰/۵۰ باشد، عامل‌های استخراج شده، شاخص‌های را بهتر نمایش می‌دهند. مطابق جدول ۳، همبستگی تمام شاخص‌ها بیش‌تر از ۰/۵۰ است و مطلوب به‌نظر می‌رسند؛

برپایه جدول ۲، مقدار ضریب KMO معادل ۰/۷۲۵ است. در نتیجه، داده‌ها برای انجام تحلیل عاملی مناسب‌اند. سطح معنی‌داری آزمون بارتلت نیز معنی‌دار است، به تعبیری فرض مقابل قابل قبول است، یعنی بین متغیرها (شاخص‌ها) همبستگی معنی‌داری وجود دارد؛

۳. محاسبه همبستگی اشتراک استخراجی: جدول ۳ میزان

جدول ۳- ضریب همبستگی بین شاخص‌ها

شاخص	ضریب	شاخص	ضریب
In.01	۰/۹۸۷	In.10	۰/۹۸۵
In.02	۰/۶۷۷	In.11	۰/۸۴۱
In.03	۰/۸۱۴	In.12	۰/۷۶۵
In.04	۰/۷۷۹	In.13	۰/۶۰۶
In.05	۰/۶۹۷	In.14	۰/۷۳۳
In.06	۰/۹۸۲	In.15	۰/۹۹۰
In.07	۰/۹۸۶	In.16	۰/۷۲۴
In.08	۰/۹۲۶	In.17	۰/۸۶۸
In.09	۰/۹۸۲	In.18	۰/۶۹۶

(ماخذ: محاسبات محققان)

۴. شناسایی مقدار ویژه عامل‌ها: شناسایی متغیرها و نقش آن‌ها در عامل‌ها از طریق مقدار کل واریانس تبیین شده متغیرهای مورد بررسی توسط عامل‌ها، مطابق اطلاعات جدول ۴ است (جدول ۴).

جدول ۴- مقدار ویژه و درصد واریانس توزیع شده در عامل‌ها

اجزاء	مقادیر ویژه اولیه			مجموع مربعات بارهای عاملی			مجموع مربعات بارهای عاملی پس از دوران		
	مجموع	درصد واریانس	درصد تجمعی	مجموع	درصد واریانس	درصد تجمعی	مجموع	درصد واریانس	درصد تجمعی
۱	۷/۹۳	۴۴/۰۸	۴۴/۰۸	۷/۹۳	۴۴/۰۸	۴۴/۰۸	۷/۷۱	۴۲/۸۵	۴۲/۸۵
۲	۳/۱۶	۱۷/۵۸	۶۱/۶۶	۳/۱۶	۱۷/۵۸	۶۱/۶۶	۲/۱۵	۱۱/۹۸	۵۴/۸۳
۳	۱/۶۷	۹/۲۸	۷۰/۹۵	۱/۶۷	۹/۲۸	۷۰/۹۵	۲/۱۱	۱۱/۷۶	۶۶/۶۰
۴	۱/۲۵	۶/۹۹	۷۷/۹۵	۱/۲۵	۶/۹۹	۷۷/۹۵	۱/۸۱	۱۰/۰۷	۷۶/۶۸
۵	۱/۰۰	۵/۶۰	۸۳/۵۵	۱/۰۰	۵/۶۰	۸۳/۵۵	۱/۲۳	۶/۸۷	۸۳/۵۵
۶	۰/۹۱۸	۵/۱۰	۸۸/۶۵						
۷	۰/۷۴۵	۴/۱۳	۹۲/۷۹						
۸	۰/۴۸۴	۲/۶۸	۹۵/۴۸						
۹	۰/۳۱۷	۱/۷۶	۹۷/۳۴						
۱۰	۰/۲۲۲	۱/۲۳	۹۸/۴۷						
۱۱	۰/۱۶۰	۰/۸۹۸	۹۹/۳۷						
۱۲	۰/۰۶۷	۰/۳۷۲	۹۹/۷۴						
۱۳	۰/۰۲۳	۰/۱۲۹	۹۹/۸۷						
۱۴	۰/۰۱۱	۰/۰۶۱	۹۹/۹۳						
۱۵	۰/۰۰۶	۰/۰۳۶	۹۹/۹۶						
۱۶	۰/۰۰۴	۰/۰۲۲	۹۹/۹۸						
۱۷	۰/۰۰۲	۰/۰۱۰	۹۹/۹۹						
۱۸	۰	۰/۰۰۱	۱۰۰						

(ماخذ: محاسبات محققان)

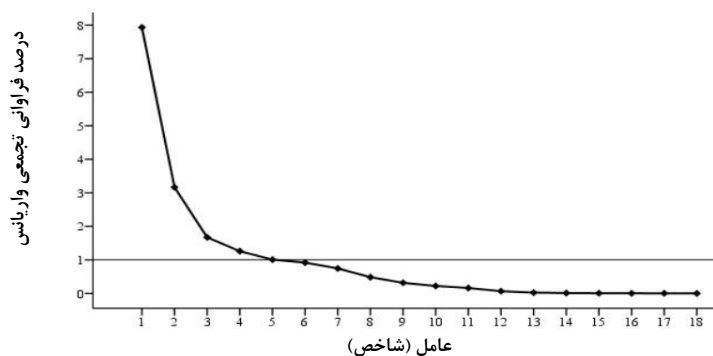
جهت اهمیت عامل‌های استخراج شده در تبیین واریانس از نمودار سنگریزه^{۱۳} استفاده می‌شود (شکل ۱).

در این نمودار تعداد عامل‌ها برحسب درصد و مقادیر ویژه مشخص می‌شود که بر پایه آن می‌توان تعداد عامل‌هایی که ارزش آن‌ها بیش‌تر از یک است تعیین کرد.

۵. محاسبه ماتریس دوران یافته: این ماتریس بارهای عاملی هر یک از متغیرها در عامل‌ها را پس از چرخش با شیوه واریماکس نشان می‌دهد. هرچه مقدار قدر مطلق ضرایب شاخص‌ها (متغیرها) بیش‌تر باشد، عامل مربوطه نقش بیش‌تری در (واریانس) متغیر مورد مطالعه دارد (جدول ۵).

با توجه به جدول ۵ میزان همبستگی و مشارکت شاخص‌ها در هر یک از عامل‌ها را می‌توان به شرح جدول ۶ خلاصه کرد. برای نمونه، عامل اول تنهایی ۴۲/۸۵ درصد از واریانس را به خود اختصاص داده است.

مؤلفه‌های بارگذاری شده (استخراجی) جدول ۴، آماره‌های مربوط به مؤلفه‌های استخراج شده که شامل سه بلوک مجزا است را نشان می‌دهد. بلوک اول (مقادیر اولیه^{۱۰}) مربوط به مقادیر ویژه ماتریس همبستگی است. مقدار ویژه، مقداری از واریانس آزمون کل است که توسط یک عامل خاص برآورد می‌شود. این درصد در تحلیل عاملی نیز قابل قبول است و به‌واسطه آن می‌توان از نسبت مناسب بودن متغیرهای انتخاب شده برای تحلیل عاملی نیز اطمینان حاصل کرد. هم‌چنین عامل‌هایی که مقدار ویژه آن‌ها کم‌تر از یک هستند، به‌دلیل این‌که سبب تعیین واریانس نمی‌شوند، از تحلیل حذف می‌شوند. در جدول ۴ مؤلفه‌هایی که مقادیر بالای ۱ دارند ۸۳/۵۵ درصد از واریانس را برآورد می‌کنند. اطلاعات بلوک ۲ (مقدار استخراج بارهای مربعی^{۱۱}) مجموع ضرایب قبل از چرخش است. بلوک سوم (مقدار چرخش بارهای مربعی^{۱۲}) مربوط به حل عامل چرخیده است و واریانس را میان عامل‌ها به‌صورت یکنواخت توزیع می‌کند. در ادامه برای تعیین



شکل ۱- نمودار اسکری گراف (سنگریزه) تعیین تعداد عامل‌ها

جدول ۵- ماتریس دوران‌یافته برای تعیین شاخص‌ها به عامل‌ها

۵	۴	۳	۲	۱	In	۵	۴	۳	۲	۱	In
۰	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۹۹	In ₁₀	۰	۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۹۸	In ₀₁
۰/۰۳	۰/۰۳	-۰/۱۳	۰	۰/۹۰	In ₁₁	۰/۰۲	۰/۳۹	۰/۷۲	-۰/۰۴	۰/۰۳	In ₀₂
-۰/۱۳	۰/۷۲	۰/۲۰	۰/۳۳	۰/۲۵	In ₁₂	۰/۱۴	۰/۲۸	۰/۶۰	۰/۵۵	۰/۱۹	In ₀₃
-۰/۰۲	-۰/۰۲	۰/۱۶	۰/۷۵	-۰/۰۸	In ₁₃	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۶	-۰/۸۷	-۰/۰۵	In ₀₄
۰/۱۹	۰/۰۸	-۰/۸۲	-۰/۱۰	-۰/۰۱	In ₁₄	-۰/۷۲	۰/۰۷	-۰/۱۱	۰/۳۷	-۰/۱۲	In ₀₅
۰	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۹۹	In ₁₅	۰	۰/۰۲	۰/۰۵	-۰/۰۳	۰/۹۸	In ₀₆
-۰/۱۰	۰/۵۹	۰/۴۲	۰/۳۷	۰/۲۰	In ₁₆	۰	۰/۰۲	۰/۰۴	۰	۰/۹۹	In ₀₇
۰/۷۸	-۰/۰۳	-۰/۴۲	۰/۳۵	-۰/۰۶	In ₁₇	۰/۰۴	۰/۱۴	۰/۲۷	۰/۰۴	۰/۹۰	In ₀₈
-۰/۰۳	-۰/۸۰	۰/۰۱	۰/۱۹	۰/۱۰	In ₁₈	۰/۰۱	۰/۰۳	۰	۰/۰۳	۰/۹۹	In ₀₉

(ماخذ: محاسبات محققان)

جدول ۶- تفکیک شاخص‌های بارگذاری شده در عامل‌ها

عامل	شاخص‌های بارگذاری شده	درصد واریانس توزیع شده	فراوانی تجمعی
Fa ⁻ ₀₁	جمعیت تحت پوشش آب، حداکثر ظرفیت تأمین آب، حجم فروش آب، حجم دفع فاضلاب، لگاریتم موجودی سرمایه (دارایی‌ها)، گردش عملیات مالی (فروش+حق انشعاب+بصره‌ها)، اعتبارات دریافتی استانی و ملی، ارزش افزوده خالص	۴۲/۸۵	۴۲/۸۵
Fa ⁻ ₀₂	آب بدون درآمد و نسبت وصول مطالبات	۱۱/۹۸	۵۴/۸۳
Fa ⁻ ₀₃	جمعیت تحت پوشش فاضلاب، پوشش مشترکان و سرمایه‌گذاری به‌ازای هر مشترک	۱۱/۷۶	۶۶/۶۰
Fa ⁻ ₀₄	نسبت پوشش هزینه‌ها، بازده سود (زیان) و مطلوبیت میکروبی	۱۰/۰۷	۷۶/۶۸
Fa ⁻ ₀₅	نسبت کارکنان حرفه‌ای به مجموع کارکنان و مطلوبیت کلر باقی‌مانده	۶/۸۷	۸۳/۵۵

(ماخذ: محاسبات محققان)

شاخص ترکیبی حاصل می‌شود که رتبه و جایگاه هر شرکت آب و فاضلاب را از منظر توسعه‌یافتگی نشان می‌دهد (جدول ۷). بر پایه اطلاعات جدول ۷، شرکت آب و فاضلاب تهران با مقدار شاخص ترکیبی ۱۸/۲۹ در رتبه نخست و شرکت آب و فاضلاب کهگیلویه و بویر احمد با مقدار شاخص ترکیبی ۲/۲۰ در رتبه آخر قرار دارد. چنانچه مشاهده می‌شود دامنه تغییرات شاخص ترکیبی که معیار ارزشیابی رتبه توسعه‌یافتگی است بسیار زیاد است (شکل ۲). بعد از محاسبات تحلیل عاملی و تعیین شاخص ترکیبی

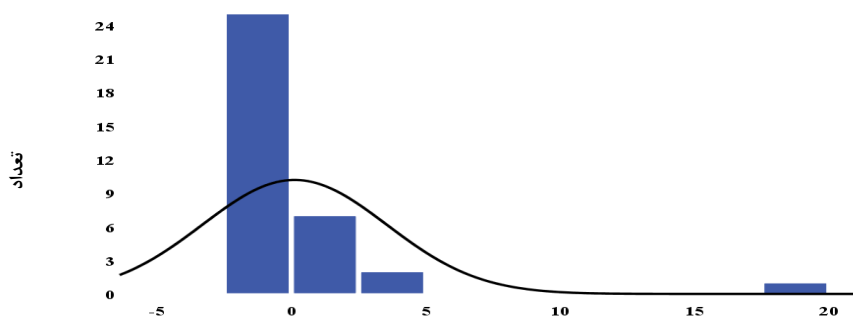
جدول ۶، اطلاعات با ارزشی را در خصوص برنامه‌ریزی برای بهبود و ارتقای توسعه در اختیار تصمیم‌گیرندگان قرار می‌دهد. برای نمونه توجه به شاخص‌های عامل اول با مقدار ویژه ۴۲/۸۵ درصد بیش‌ترین تأثیر را در بهبود و ارتقای سطح توسعه‌یافتگی دارند و شاخص‌های عامل پنجم (نسبت کارکنان حرفه‌ای به مجموع کارکنان و مطلوبیت کلر باقی‌مانده) کم‌ترین تأثیر را دارند. در ادامه با ضرب ماتریس بردار جدول ۶ در ماتریس داده‌های اولیه و جمع سطری عناصر ماتریس (رابطه (۵)) امتیاز نهایی

جدول ۷)، در این مرحله بر پایه ارزش شاخص ترکیبی، خوشه‌بندی شرکت‌های آب و فاضلاب با رویکرد شیوه خوشه‌بندی سلسله‌ای، وضعیت نوع توسعه‌یافتگی شرکت‌های آب و فاضلاب مشخص شد (جدول ۸ و شکل ۴).

جدول ۷- رتبه‌بندی نهایی توسعه‌یافتگی شرکت‌های آب و فاضلاب براساس شاخص ترکیبی

رتبه	شرکت	ارزش	رتبه	شرکت	ارزش
۱	تهران	۱۸/۲۹	۱۹	سیستان و بلوچستان	-۰/۶۸
۲	اصفهان	۳/۶۷	۲۰	همدان	-۰/۷۳
۳	مشهد	۲/۵۷	۲۱	لرستان	-۰/۸۷
۴	آذربایجان شرقی	۱/۷۰	۲۲	فارس	-۱/۰۳
۵	خوزستان	۰/۷۵	۲۳	کاشان	-۱/۲۲
۶	آذربایجان غربی	۰/۷۳	۲۴	یزد	-۱/۲۳
۷	البرز	۰/۱۷	۲۵	قزوین	۱/۲۴
۸	کرمانشاه	۰/۱۶	۲۶	بوشهر	-۱/۴۹
۹	هرمزگان	۰/۰۸	۲۷	اردبیل	-۱/۵۰
۱۰	اهواز	-۰/۰۸	۲۸	خراسان جنوبی	-۱/۵۳
۱۱	گیلان	-۰/۱۴	۲۹	زنجان	-۱/۸۱
۱۲	مازندران	-۰/۱۵	۳۰	چهارمحال و بختیاری	-۱/۸۷
۱۳	شیراز	-۰/۲۱	۳۱	خراسان شمالی	-۱/۸۷
۱۴	کردستان	-۰/۲۴	۳۲	سمنان	-۲/۰۰
۱۵	قم	-۰/۳۹	۳۳	گلستان	-۲/۰۱
۱۶	مرکزی	-۰/۴۷	۳۴	ایلام	-۲/۰۸
۱۷	خراسان رضوی	-۰/۵۲	۳۵	کهگیلویه و بویر احمد	-۲/۲۰
۱۸	کرمان	-۰/۵۷			

(ماخذ: محاسبات محققان)



فراوانی نسبی شاخص ترکیبی

شکل ۲- نمودار هیستوگرام توزیع پراکندگی شاخص ترکیبی

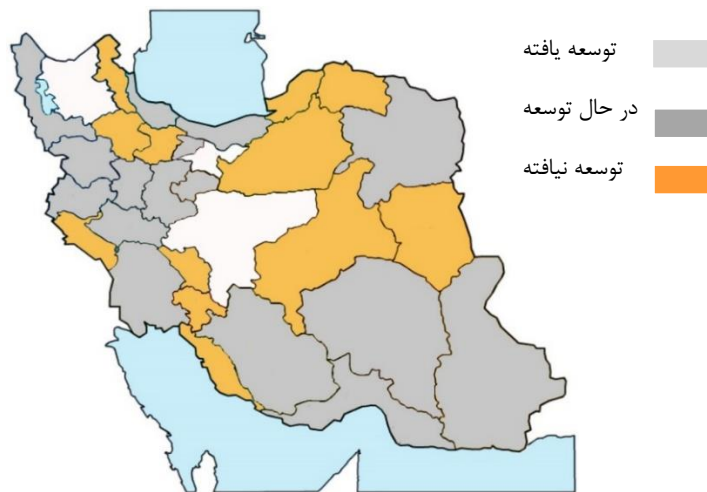
جدول ۸- گروه‌بندی سطح توسعه‌یافتگی شرکت‌های آب و فاضلاب در سال ۱۳۹۵

تعداد	شرکت	عنوان
۴	تهران، اصفهان، مشهد و آذربایجان شرقی	توسعه یافته
۱۹	خوزستان، آذربایجان غربی، البرز، کرمانشاه، هرمزگان، اهواز، گیلان، مازندران، شیراز، کردستان، قم، مرکزی، خراسان رضوی، کرمان، سیستان و بلوچستان، همدان، لرستان، فارس و کاشان	در حال توسعه
۱۲	یزد، قزوین، بوشهر، اردبیل، خراسان جنوبی، زنجان، چهارمحال و بختیاری، خراسان شمالی، سمنان، گلستان، ایلام و کهگیلویه و بویراحمد	توسعه نیافته

(ماخذ: محاسبات محققان)

برای بررسی تفاوت میانگین خوشه‌های مختلف و با فرض هر خوشه به‌عنوان یک گروه مستقل، از تحلیل واریانس استفاده شد (جدول ۹).

اطلاعات جدول ۸ نشان می‌دهد که سطح توسعه‌یافتگی شرکت‌های صنعت آب و فاضلاب همگن نبوده، به‌طوری‌که ۴ شرکت توسعه یافته، ۱۹ شرکت در حال توسعه و ۱۲ شرکت کم توسعه یافته‌اند.



شکل ۴- پراکندگی شرکت‌های آب و فاضلاب استانی از منظر شاخص‌های توسعه‌یافتگی آب و فاضلاب

جدول ۹- نتایج آزمون تحلیل واریانس برای بررسی اختلاف خوشه‌ها

سطح معنی‌داری	آماره F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	حساب
۰/۰۰۰	۱۷/۶۲	۱۰۵/۱۸	۲	۲۱۰/۳۷	بین گروه‌ها
		۵/۹۶	۳۲	۱۹۱۱/۰۲	درون گروه‌ها
			۳۴	۴۰۱/۴۰	مجموع

(ماخذ: محاسبات محققان)

پیرسون استفاده شد (جدول ۱۰). ضریب همبستگی ۸۵/۶۱ محاسبه شده که نشان از هماهنگی و اعتبار خوشه‌بندی دارد. همچنین، سطح معنی‌داری آزمون (Sig) کمتر از مقدار α (۱ درصد) است، بنابراین در سطح اطمینان ۹۹ درصد، فرض H_0 رد و فرض H_1 پذیرفته می‌شود و نتیجه این که بین خوشه‌ها تفاوت معنی‌داری وجود دارد. برای ارزیابی اعتبار خوشه‌بندی پس از تشکیل ماتریس بالا مثلثی کوفنتیک (۱۷۱ عنصر) (تحت عنوان متغیر y) و ماتریس متناظر غیر صفر مجاورت (تحت عنوان متغیر x) از ضریب و آزمون همبستگی

مطابق جدول ۹ از آن‌جایی که سطح معنی‌داری آزمون (Sig) برای تمام شاخص‌ها کم‌تر از مقدار α (۱ درصد) بوده، بنابراین در سطح اطمینان ۹۹ درصد، فرض H_0 رد و فرض H_1 پذیرفته می‌شود و نتیجه این که بین خوشه‌ها تفاوت معنی‌داری وجود دارد. برای ارزیابی اعتبار خوشه‌بندی پس از تشکیل ماتریس بالا مثلثی کوفنتیک (۱۷۱ عنصر) (تحت عنوان متغیر y) و ماتریس متناظر غیر صفر مجاورت (تحت عنوان متغیر x) از ضریب و آزمون همبستگی

جدول ۱۰- ضریب کوفنتیک اعتبار خوشه‌بندی بر اساس همبستگی و آزمون پیرسون

کوفنتیک	مجاورت (پراکسیمیتی)	حساب	
		همبستگی پیرسون	مجاورت (پراکسیمیتی)
۰/۸۵۶	۱	همبستگی پیرسون	مجاورت (پراکسیمیتی)
۰/۰۰۰	-	سطح معنی‌داری	
۱۷۱	۱۷۱	تعداد	
۱	۰/۸۵۶	همبستگی پیرسون	کوفنتیک
-	۰/۰۰۰	سطح معنی‌داری	
۱۷۱	۱۷۱	تعداد	

(ماخذ: محاسبات محققان)

ضعف مناطق مختلف با رویکرد مدل‌ها، ابزار مناسبی در راستای برنامه‌ریزی برای بهبود و ارتقای توسعه است؛

- شناسایی و گروه‌بندی شرکت‌های زیرمجموعه صنعت به سطح مختلف (جدول ۸ و شکل ۳) فرصت‌های مناسبی برای مقایسه عملکرد شرکت‌ها از منظر نقاط قوت و ضعف با یکدیگر در گروه‌های همسان و قابل مقایسه به‌وجود می‌آورد. شرکت‌های گروه‌های کم توسعه‌یافته می‌توانند از تجارب و آموزه‌های شرکت‌های درحال توسعه و توسعه‌یافته در بهبود و ارتقای عملکردی در حوزه‌های گوناگون استفاده کنند.

در این پژوهش برای تعیین سطح توسعه‌یافتگی از ۱۸ شاخص مطابق جدول ۱ استفاده شده و پرواضح است در صورت تغییر شاخص‌ها این سطح‌بندی نیز تغییر خواهد کرد. همچنین شرکت‌هایی که از سطح توسعه‌یافتگی بالایی برخوردارند (جدول ۸ ردیف شرکت‌های توسعه یافته)، وضعیت توسعه‌یافتگی آن‌ها صد درصد مطلوب نبوده و فقط جایگاه نسبی آن‌ها را در مقایسه با سایر شرکت‌ها نشان می‌دهند.

۵- پی‌نوشت‌ها

- 1- Chemical Oxygen Demand (COD)
- 2- Suspended Solids (SS)
- 3- Total Nitrogen (TN)
- 4- Exploratory Factor Analysis
- 5- Confirmatory Factor Analysis
- 6- Running the Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) Test
- 7- Bartlett's Test
- 8- Composite Indicators
- 9- United Nations Environment Program (UNEP)
- 10- Initial Eigenvalues
- 11-Extraction Sums of Squared Loadings
- 12-Rotation Sums of Squared Loadings
- 13-Scree Plot

۶- مراجع

تقوایی، م.، و بهاری، ع.، (۱۳۹۱)، "سطح‌بندی و سنجش درجه توسعه‌یافتگی شهرستان‌های استان مازندران با استفاده از مدل تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای"، *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۴(۴۸)، ۳۸-۱۵.

تقوایی، م.، و قائد رحمتی، ص.، (۱۳۸۵)، "تحلیل شاخص‌های توسعه فرهنگی استان‌های کشور"، *مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای*، ۴(۷)، ۱۱۷-۱۳۲.

دفتر امور مجامع و نظارت مالی، (۱۳۹۶)، *گزارش ارزیابی عملکرد (ابجد)- روایت ۲۳*، معاونت برنامه‌ریزی و امور اقتصادی، شرکت

هدف اصلی پژوهش شناسایی سطح توسعه‌یافتگی مجموعه هلدینگ صنعت آب و فاضلاب با رویکرد مدل‌های علمی از جمله تحلیل عاملی بود و همان‌طور که مشاهده شد سطح توسعه‌یافتگی بدون دخالت و اظهارنظر شخصی تصمیم‌گیرندگان با قطعیت کامل انجام شد و سطح‌بندی توسعه‌یافتگی مجموعه شرکت‌های آب و فاضلاب مشخص شد. نتایج پژوهش در راستای برنامه‌ریزی اقتصادی (در سطح مدیریت ارشد و بخشی صنعت) برای افزایش توسعه‌یافتگی شرکت‌های زیرمجموعه صنعت آب و فاضلاب در راستای رسالت سازمانی و چشم‌انداز برنامه‌های دولت در بستر برنامه‌های پنج‌ساله توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی بسیار کاربرد دارد.

منطبق بر مطالبی که پیرامون آن‌ها بحث شد و نتایج حاصل از توسعه‌یافتگی شرکت‌های آب و فاضلاب، مطالب زیر قابل تأمل است:

- اختلاف زیادی بین شرکت‌های استانی از منظر برخورداری از شاخص‌های توسعه‌ای وجود دارد (چولگی راست)، به‌طوری‌که شرکت‌های آب و فاضلاب تهران و اصفهان در رتبه‌های نخست و شرکت‌های ایلام و کهگیلویه و بویر احمد در رتبه‌های آخر قرار دارد؛

- هر یک از شرکت‌های آب و فاضلاب از منظر شاخص‌های توسعه‌ای دارای نقاط ضعف و قوتی برای رشد و توسعه هستند، نتایج تحقیق (بارهای عاملی) نقش هر یک از شاخص‌ها در توسعه‌یافتگی نشان می‌دهند که بارهای عاملی در اصل ضریب اهمیت شاخص‌های زیرمجموعه را به‌صراحت نشان می‌دهند، بنابراین در راستای برنامه‌ریزی‌های راهبردی در سطح مدیریت ارشد و بخشی، توجه به شاخص‌هایی که از بار عاملی زیادی برخوردارند (مانند شاخص‌های عامل ۱) باید مدنظر قرار بگیرند؛

- یکی از وظایف هدف‌گذاری شده برای مدیریت ارشد صنعت آب و فاضلاب تخصیص اعتبارات ملی و استانی یا اعتبارات دریافتی از مؤسسات مالی بین‌المللی (مانند بانک توسعه کشورهای اسلامی) است، اطلاعات عملکردی شاخص ترکیبی می‌تواند معیار مناسبی برای توزیع اعتبارات در راستای اجرای عدالت توزیعی باشد؛

- در سطح کلان، مطابق توصیه‌های سازمان برنامه حفاظت از محیط‌زیست، کاهش نابرابری در استفاده از منابع و امکانات موجود در راستای توسعه مناطق مختلف هر کشوری باید متوازن باشد. در این خصوص شناسایی سطح توسعه‌یافتگی و نقاط قوت و

- مهندسی آب و فاضلاب کشور.
- دفتر امور مجامع و نظارت مالی، (۱۳۹۶)، "نتایج عمل (تجمیع صورت‌های مالی صنعت آب و فاضلاب)، روایت ۱۷"، معاونت برنامه‌ریزی و امور اقتصادی، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور.
- سامانه اطلاع‌رسانی شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور به نشانی <http://www.nww.ir>
- موسوی، م.، و حکمت‌نیا، ح.، (۱۳۸۴)، "تحلیل عاملی و تلفیق شاخص‌ها در تعیین عوامل مؤثر بر توسعه انسانی نواحی ایران"، *مجله جغرافیا و توسعه*، ۳(۶)، ۵۵-۶۹.
- Dong, X., Du, X., Li, K., Zeng, S., and Bledsoe, BP., (2018), "Benchmarking sustainability of urban water infrastructure systems in China", *Journal of Cleaner Production*, 170, 330-338.
- Noiva, K., Fernandez, J.E., James, L., and Wescoat, J.R., (2016), " Cluster analysis of urban water supply and demand: Toward large-scale comparative sustainability planning", *Sustainable Cities and Society*, 27, 484-496.
- The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, (2018), *The United Nations world water development report 2018*, 7, Place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France.