

## Assessment improvement of financial performance through representative of indexes by Grey Relational Analysis (GRA)

(case study: urban water and sewage companies)

M. Davoodabadi<sup>1\*</sup>, Sh. Shalpoosh<sup>2</sup>, H. Blourchi<sup>3</sup>

1, 2- master of financial and master of business m.g.m ,national water and sewage engineering company, Tehran, Iran. 3- MSc student in accounting, Tehran university, Iran.

\*(Corresponding Author Email: davoodabadi@nww.ir)

Received: 18-4-2015

Accepted: 11-8-2015

## بهبود ارزیابی عملکرد مالی با انتخاب نماینده شاخص‌ها با رویکرد تئوری تحلیل رابطه‌ی خاکستری

(مطالعه‌ی موردی: شرکت‌های آب و فاضلاب شهری)

محمد داوودآبادی<sup>۱</sup>، شعله شالپوش<sup>۲</sup>، حامد بلورچی<sup>۳</sup>

۱ و ۲- به ترتیب کارشناس ارشد حسابداری و کارشناس ارشد مدیریت بازرگانی، شرکت مادر تخصصی مهندسی آب و فاضلاب کشور. ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد حسابداری، دانشگاه تهران.

\*(نویسنده‌ی مسئول، E-Mail: davoodabadi@nww.ir)

تاریخ دریافت: ۹۴/۱/۲۹

تاریخ پذیرش: ۹۴/۵/۲۰

### Abstract

Assessing financial performance is one of the most important in functional domains, because financial information is considered for the basis of making decisions. organizations use various indexes for assessing performance in quantitative techniques. although these sorts of assessments provide useful information, but the comprehensive concept will never be concluded because of considering all the indexes without regarding their importance. So identifying the representative of indexes, using scientific models will be so effective for the results. In this study according to the financial indexes of water and waste water companies (60 indexes) using grey relational analysis theory, the representative of indexes (25 indexes) are selected for assessing performance. Then the performance of the water and waste water companies will be ranked in two conditions: without representative of index and with representative of index on the basis of Topsis. The results will show weak correlation between the above said conditions (0.217). The grey relational analysis model can be used as an effective tool for selecting indexes to improve performance assessment.

**Keywords:** performance assessment, Grey Relational Analysis theory, Fuzzy theory, Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution (TOPSIS), Entropy Shannon model.

### چکیده

سنجش عملکرد مالی یکی از مهم‌ترین حوزه‌های عملکردی است، زیرا اطلاعات مالی زیر بنای بسیاری از تصمیم‌گیری‌ها محسوب می‌شود. سازمان‌ها از شاخص‌های متنوعی در بستر تکنیک‌های کمی برای ارزیابی عملکرد استفاده می‌کنند. اگر چه این نوع ارزیابی‌ها، اطلاعات مفیدی را فراهم می‌آورد، اما به دلیل لحاظ کردن کلیه شاخص‌ها، بدون توجه به درجه‌ی اهمیت آن‌ها، تصویر جامعی از عملکرد حاصل نمی‌شود. بنابراین شناسایی نماینده‌ی شاخص‌ها با استفاده از مدل‌های علمی تأثیر زیادی بر نتیجه‌های ارزیابی عملکرد خواهد داشت. در این پژوهش، ابتدا بر اساس شاخص‌های مالی شرکت‌های آب و فاضلاب (۶۰ شاخص)، با تئوری تحلیل رابطه‌ی خاکستری، نماینده‌ی شاخص‌ها (۲۵ شاخص) برای ارزیابی عملکرد انتخاب شده است. سپس عملکرد شرکت‌های آب و فاضلاب در دو وضعیت بدون نماینده‌ی شاخص‌ها و با نماینده‌ی شاخص‌ها با مدل شباهت به گزینه‌های ایده‌آل (تاپسیس) رتبه‌بندی شده است. نتایج نشان می‌دهد، همبستگی ضعیفی (۰/۲۱۷) بین دو وضعیت ارزیابی عملکرد وجود دارد و مدل تحلیل رابطه‌ی خاکستری<sup>۲</sup> می‌تواند به عنوان ابزاری کارآمد برای انتخاب نماینده‌ی شاخص‌ها در راستای بهبود ارزیابی عملکرد مورد استفاده قرار بگیرد.

**واژه‌های کلیدی:** ارزیابی عملکرد، تئوری تحلیل رابطه‌ی خاکستری، تئوری فازی، مدل شباهت به گزینه‌های ایده‌آل، مدل آنتروپی شانون.

گزینه‌های ایده‌آل استفاده شده است. نتایج پژوهش می‌تواند مدیریت ارشد شرکت مادر تخصصی آب و فاضلاب کشور را در سطح ارزیابی عملکرد بخشی صنعت یاری نماید. قلمرو مکانی پژوهش شرکت‌های آب و فاضلاب شهری (۳۵ شرکت)، قلمرو زمانی سال ۱۳۹۲ و از نرم‌افزارهای MATLAB, JGRA و SPSS استفاده شده است.

#### اهداف و الزامات (کاربرد تحلیل رابطه‌ی خاکستری در ارزیابی عملکرد)

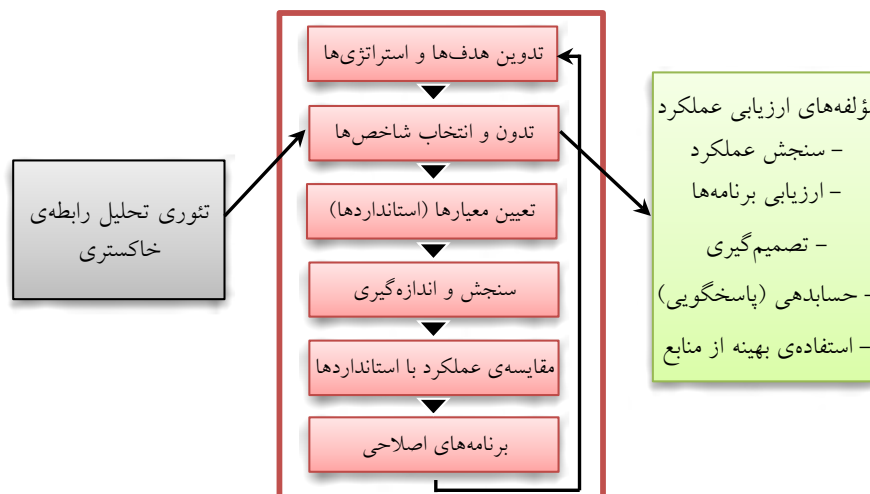
ارزیابی عملکرد یک رویکرد سامانه‌ای است که طی فرآیندی منسجم بر اساس تعدادی شاخص انجام می‌شود. از این روی یکی از الزام‌های ارزیابی عملکرد، وجود شاخص‌های کارآمد می‌باشد. شاخص‌ها، نهاده‌های ارزیابی عملکرد محسوب می‌شوند که منجر به نتیجه‌های ارزیابی (برون‌داد) می‌شوند. بنابراین شاخص‌ها در ارزیابی عملکرد باید به گونه‌ای انتخاب شوند که بیش‌ترین کارآمدی را از ارزیابی عملکرد داشته باشند. این پژوهش در راستای پاسخ‌گویی به سؤال زیر طراحی شده است:

- در صورت استفاده از شاخص‌های نماینده برای ارزیابی عملکرد شرکت‌های آب و فاضلاب، آیا ارزیابی عملکرد در مقایسه با وضعیتی که از شاخص‌های نماینده استفاده نمی‌شود تغییر می‌کند؟  
تئوری تحلیل رابطه‌ی خاکستری یکی از مدل‌های کمی در انتخاب شاخص‌ها می‌باشد که در مقایسه با سایر روش‌های موجود، کارآمدی بیش‌تری دارد. مهم‌ترین کاربرد تحلیل رابطه‌ی خاکستری، کاهش شاخص‌های اندازه‌گیری عملکرد با دسته‌بندی کردن شاخص‌ها و یافتن شاخص‌های نماینده به عنوان معیار ارزیابی از میان انبوهی از اطلاعات می‌باشد. نقش تئوری تحلیل رابطه‌ی خاکستری در ارزیابی عملکرد مطابق شکل (۱) است (مؤمنی و همکاران، ۱۳۹۰).

سازمان‌ها از تکنیک‌های متعددی در انجام وظایف مدیریتی، استفاده‌ی بهینه از منابع، افزایش کارآمدی، نظارت، اثربخشی و پاسخ‌گویی بهره می‌گیرند. یکی از این تکنیک‌ها، ارزیابی عملکرد است که از کاربردهای مهم نظریه‌های انگیزش در مدیریت است. ارزیابی عملکرد، ابزاری برای شناخت وضعیت گذشته، حال و آینده است که با بررسی و شناسایی مشکلات، به مدیر این اجازه را می‌دهد تا راه کارهای عملی را برای رسیدن به وضعیت مطلوب اتخاذ نماید. امروزه نظر به تحولات اقتصادی، اجتماعی و سیاسی نقش ارزیابی عملکرد از وظیفه‌ی سنتی آن (قضاوت و سنجش عملکرد) پارافراتر گذاشته و بر رشد، توسعه و بهبود متمرکز شده است.

در سنجش عملکرد اغلب با مواردی مواجه می‌شویم که اطلاعات کافی در اختیار نیست و یا حجم بالایی از اطلاعات در دسترس است که بررسی آن مستلزم صرف هزینه و زمان زیادی است و موجب پیچیدگی محاسبات و نتایج می‌شود. از سویی دیگر، استفاده از نظرات تصمیم‌گیرندگان و سایر روش‌های موجود نیز مستلزم شرایط و محدودیت‌های خاصی می‌باشند. یکی از مدل‌های علمی که برای ارزیابی عملکرد و موارد مشابه در شرایط عدم قطعیت مانند ریاضیات فازی استفاده می‌شود، تئوری تحلیل رابطه‌ی خاکستری است. این تئوری یکی از زیر مجموعه‌های مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه<sup>۲</sup> است و قابلیت‌های با ارزشی در انتخاب یا کاهش شاخص‌ها دارد.

هدف اصلی پژوهش، شناسایی نماینده‌ی شاخص‌ها از بین ۶۰ شاخص با تئوری تحلیل رابطه‌ی خاکستری به منظور شناسایی و مقایسه‌ی نتایج ارزیابی در دو وضعیت بدون شاخص‌های نماینده و با شاخص‌های نماینده است. به منظور تصریح نتیجه‌ی استفاده از نماینده‌ی شاخص‌ها، از مدل شباهت به



شکل ۱- الگوی مفهومی ارزیابی عملکرد مالی با انتخاب نماینده‌ی شاخص‌ها با تئوری تحلیل رابطه‌ی خاکستری

- تئوری تحلیل رابطه‌ی خاکستری، با ترکیب دامنه‌ی تمامی ارزش شاخص‌های عملکردی به یک ارزش واحد، مسأله را حل می‌کند. این ویژگی مسأله‌ی اولیه را به یک مسأله‌ی تصمیم‌گیری تک شاخصه تبدیل می‌کند و دقت عملکرد را افزایش می‌دهد.

- این روش قابلیت تفکیک‌پذیری بهتر گزینه‌ها را دارد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۰).

#### - سامانه‌های خاکستری

اگر اطلاعات واضح و روشن یک سامانه با رنگ سفید و در مقابل اطلاعات به طور کامل ناشناخته با رنگ سیاه تجسم شود، در این صورت اطلاعات مربوط به بیشتر سامانه‌ها، اطلاعات سفید و یا سیاه نیستند، بلکه مخلوطی از آن دو رنگ یعنی، خاکستری است (شکل ۲). این گونه سامانه‌ها را سامانه‌های خاکستری می‌نامند که از مشخصه‌های آن‌ها، کامل نبودن اطلاعات است. خاکستری بودن به معنای کمبود و نقص اطلاعات و عدم اطمینان است.



شکل ۲- نمودار مفهومی یک سامانه‌ی خاکستری

این مدل مانند تئوری‌های فازی یک مدل ریاضی اثربخش برای حل مسائل نامشخص است. تحلیل رابطه‌ی خاکستری اولین بار در سال ۱۹۸۲ توسط Deng Cholang از دانشگاه علوم و تکنولوژی هازمونگ چین به دنیای مدیریت معرفی شد. جدول (۱) نشان‌دهنده‌ی برخی از پژوهش‌های کاربرد تئوری تحلیل رابطه‌ی خاکستری می‌باشد (Wang و Cheng، ۲۰۰۴).

جدول ۱- برخی از پژوهش‌های داخلی و خارجی انجام شده با مدل تحلیل رابطه‌ی خاکستری

پژوهشگران	سال	خلاصه‌ی پژوهش
Wang و Cheng	۲۰۰۴	تحلیل خطرات بالقوه‌ی آسیب‌های ناشی از طوفان با استفاده از تئوری تحلیل رابطه‌ی خاکستری و تحلیل سلسله مراتبی در کشور تایوان.
Wang و همکاران	۲۰۰۷	ترکیب مدل تحلیل پوششی داده‌ها و مدل تحلیل رابطه‌ی خاکستری در بهبود سنجش کارایی
Zhang و همکاران	۲۰۰۶	استفاده از مدل تحلیل رابطه‌ی خاکستری برای حل مسایل مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه
محمدی و همکاران	۱۳۹۰	ارائه‌ی مدل تلفیقی تحلیل سلسله مراتبی فازی، تحلیل رابطه‌ی خاکستری و برنامه‌ریزی چند هدفه به منظور انتخاب شریک تجاری.
مؤمنی و همکاران	۱۳۹۰	ارزیابی سامانه‌های مدیریت دانش با رویکرد تئوری تحلیل رابطه‌ی خاکستری.
محمدی و مولایی	۱۳۸۹	ارزیابی عملکرد مالی شرکت‌های سرمایه‌گذاری بورس اوراق بهادار تهران برای سرمایه‌گذاری بهینه.

این پژوهش از لحاظ هدف از نوع کاربردی است و از طرح شبه تجربی و رویکرد پس رویدادی استفاده می‌کند. زمانی از این روش استفاده می‌شود که داده‌ها به گونه‌ی طبیعی وجود داشته باشد یا از واقعیت‌هایی که بدون دخالت مستقیم پژوهشگر رخ داده، فراهم شود. این روش برای انجام پژوهش‌هایی استفاده می‌شود که پژوهشگر در جست‌وجوی علت روابط معینی است که در گذشته رخ داده است. همچنین روش تحقیق به لحاظ گردآوری داده‌ها و مبانی نظری از نوع توصیفی است.

#### - انتخاب مدل تحلیل رابطه‌ی خاکستری

روش‌های متنوعی به جز مدل تحلیل رابطه‌ی خاکستری مانند رگرسیون خطی، تجزیه و تحلیل عاملی<sup>۴</sup> و تجزیه و تحلیل خوشه‌ای<sup>۵</sup> برای شناسایی نماینده‌ی شاخص‌ها وجود دارد. روش‌های فوق دارای محدودیت‌های زیر می‌باشند و استفاده از آن‌ها در مواردی غیرممکن است.

- امید ریاضی خطاها صفر ( $E_{\epsilon_i} = 0$ ) و واریانس خطاها ثابت باشد ( $v_{\epsilon_i} = \sigma^2$ ).

- بین خطاها، همبستگی وجود نداشته باشد ( $cov_{\epsilon_i, \epsilon_j} = 0$ ).

- متغیر وابسته باید دارای توزیع نرمال باشد و حداقل به ۳۰ نمونه نیاز است.

- متغیرهای مستقل دارای خود همبستگی نباشند (نیرومند، ۱۳۸۸).

محدودیت‌های فوق در تئوری تحلیل رابطه‌ی خاکستری وجود ندارد و در مقایسه با روش‌های فوق دارای مزایای زیر است:

- وقتی که تعداد خبرگان، حجم نمونه و یا سطح تجربه و دانش آن‌ها کم باشد و نتوان مانند تئوری فازی برای عدم قطعیت در نظر خبرگان توابع عضویت تعریف کرد.

### مدل تحلیل رابطه‌ی خاکستری

هر سامانه‌ی خاکستری با اعداد خاکستری، معادلات خاکستری و ماتریس‌های خاکستری توصیف می‌شود. عدد خاکستری می‌تواند به عنوان عددی با اطلاعات نامطمئن تعریف شود که مقدار دقیق آن نامشخص است، اما بازه‌ای که مقدار آن را در بر می‌گیرد شناخته شده است. اعداد خاکستری می‌توانند فقط با کران پایین به شکل  $[a, \infty)$  یا با کران بالا به شکل  $(-\infty, b]$  یا این که هم دارای کران پایین  $\underline{a}$  و هم دارای کران بالا  $\bar{b}$  باشند که در این حالت به عدد خاکستری بازه‌ای معروفند و به شکل  $[a, b]$  نمایش داده می‌شوند. تئوری تحلیل رابطه‌ی خاکستری با تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری اولیه، شروع و در چهار مرحله انجام می‌شود (Lin و همکاران، ۲۰۰۲).

### ایجاد رابطه‌ی خاکستری<sup>۶</sup>

زمانی که مقیاس‌های اندازه‌گیری برای شاخص‌های گوناگون متفاوت باشند، ممکن است تعدادی از شاخص‌ها لحاظ نشوند و یا هنگامی که برخی از شاخص‌های عملکردی از دامنه‌ی گسترده‌ای برخوردار باشند، ممکن است چنین اتفاقی روی دهد. همچنین اگر مطلوبیت شاخص‌ها (مثبت یا منفی) با یکدیگر تفاوت داشته باشند منجر به نتیجه‌های نادرست می‌شود. برای رفع مشکلات فوق، تبدیل ارزش‌های تمام شاخص‌ها (بی‌مقیاس‌سازی<sup>۷</sup>) برای هر گزینه ضروری است. روش‌های نرم ساعتی، اقلیدسی و فازی برای بی‌مقیاس‌سازی ماتریس تصمیم‌گیری اولیه وجود دارد. در این پژوهش مانند سایر پژوهش‌های انجام شده از روش فازی مطابق رابطه‌ی (۱) برای مطلوبیت بیشتر، رابطه‌ی (۲) برای مطلوبیت کم‌تر و رابطه‌ی (۳) برای حالتی که هر چه مقدار شاخص به ارزش مطلوب  $(y^*)$  نزدیک‌تر باشد، استفاده شده است. نرمالیزه کردن شاخص‌ها باعث می‌شود تا عددهای خاکستری نرمالیزه شده در فاصله‌ی [۰، ۱] قرار بگیرند. در این مرحله ماتریس بردار سطری وزنی نسبی شاخص‌ها  $(R=[r_{ij}]_{m \times n})$  با ماتریس تصمیم‌گیری نرمالیزه شده، ضرب می‌شود که حاصل آن ماتریس وزین تصمیم‌گیری نرمالیزه است (مؤمنی و همکاران، ۱۳۹۰ و اصغریور، ۱۳۸۷).

$$x_{ij} = \frac{x_{ij} - (x_{ij})_{\min}}{(x_{ij})_{\max} - (x_{ij})_{\min}} \quad (1)$$

$$x_{ij} = \frac{(x_{ij})_{\max} - x_{ij}}{(x_{ij})_{\max} - (x_{ij})_{\min}} \quad (2)$$

$$x_{ij} = \frac{|\gamma_{ij} - \gamma_j^*|}{\max\{\max\{\gamma_{ij}, i=1,2,\dots,m\} \gamma_j^* \mid j=1,2,\dots,m\} \max\{\gamma_{ij}, i=1,2,\dots,m\}} \quad (3)$$

### تعریف سری‌های هدف مرجع<sup>۸</sup>

پس از ایجاد روابط خاکستری با استفاده از رابطه‌های (۱) تا (۳) به فراخور ماهیت شاخص‌ها تمامی ارزش‌های عملکرد در مقیاس [۰، ۱] قرار می‌گیرند. چنانچه برای شاخص  $z$  در گزینه  $i$  ارزش  $x_{ij}$  برابر یک باشد یا از ارزش مربوط به هر گزینه دیگری به یک نزدیک‌تر باشد، به آن معنی است که عملکرد گزینه‌ی  $i$  در شاخص  $z$  از سایر گزینه‌ها بهتر است. بنابراین اگر برای گزینه‌ای تمامی ارزش‌های عملکردی برابر یک باشد، این گزینه بهترین انتخاب خواهد بود. بنابراین سری هدف به صورت  $x_0 = (x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0j}, \dots, x_{0n}) = (1, 1, \dots, 1, \dots, 1)$  تعریف می‌شود  $(H=[\Delta_{ij}]_{m \times n})$  و بعد از آن جست‌وجوی گزینه‌هایی انجام می‌شود که ارزش‌های بی‌مقیاس آن‌ها به یک سری هدف نزدیک‌تر باشد (مؤمنی و همکاران، ۱۳۹۰).

### محاسبه‌ی ضریب رابطه‌ی خاکستری

ضریب رابطه‌ی خاکستری برای تعیین میزان نزدیکی  $x_{ij}$  به  $x_{0j}$  استفاده می‌شود. هر چه ضریب رابطه‌ی خاکستری بزرگ‌تر باشد،  $x_{ij}$  به  $x_{0j}$  نزدیک‌تر است. ضریب رابطه‌ی خاکستری مطابق رابطه‌ی (۴) محاسبه می‌شود. هدف استفاده از ضریب تشخیص، گسترش یا محدود ساختن دامنه‌ی ضریب رابطه‌ی خاکستری است.

$$\gamma(x_{0j} - x_{ij}) = \frac{\Delta Min + \zeta \Delta Max}{\Delta ij + \zeta \Delta Max} \quad i=1,2,3,\dots,m, j=1,2,3,\dots,n \quad (4)$$

رابطه‌ی (۴) ضریب رابطه‌ی خاکستری میان  $x_{ij}$  و  $x_{0j}$  را نشان می‌دهد و سایر پارامترهای آن مطابق موارد زیر است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۰).

$$\Delta ij = x_{0j} - x_{ij}$$

$$\Delta Min = \min\{\Delta_{ij}, i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n\}$$

$$\Delta Max = \max\{\Delta_{ij}, i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n\}$$

$$\zeta [0, 1] \quad \text{ضریب تشخیص}$$

### محاسبه‌ی رتبه‌ی رابطه‌ی خاکستری

پس از محاسبه‌ی تمامی ضرایب، رتبه‌ی رابطه‌ی خاکستری با استفاده از رابطه‌ی (۵) محاسبه می‌شود.

$$\gamma(x_{0j} - x_{ij}) = \sum_{k=1}^n w_j \gamma(x_{0j} - x_{ij}) \quad i=1,2,\dots,m \quad (5)$$

رابطه‌ی (۵) رتبه‌ی رابطه‌ی خاکستری بین  $x_i$  و  $x_0$  را نشان می‌دهد. این عبارت میزان همبستگی میان سری مرجع هدف و سری مقایسه‌ای را نشان می‌دهد. متغیر  $w_j$  وزن شاخص  $z$  است که می‌تواند توسط تصمیم‌گیرندگان نهایی یا هر مدل علمی دیگری مانند آنتروپی شانون انجام شود.

همان‌طور که پیش‌تر ذکر شد، بر روی هر شاخص سری مرجع هدف نشان دهنده‌ی بهترین عملکردی است که در میان سری‌های مقایسه‌ای قابل حصول است. بنابراین اگر یک سری مقایسه‌ای برای یک گزینه بالاترین رتبه‌ی رابطه‌ی خاکستری

را با سری مرجع هدف داشته باشد، به آن معنی است که این سری مقایسه‌ای دارای بیش‌ترین شباهت با سری مرجع هدف است و بنابراین گزینه‌ی فوق‌بهترین انتخاب است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۰).

## یافته‌های پژوهش

مطابق مطالب ارائه شده، یافته‌های پژوهش شامل تعیین وزن نسبی شاخص‌ها در دو وضعیت بدون نماینده‌ی شاخص‌ها و با نماینده‌ی شاخص‌ها، انتخاب نماینده‌ی شاخص‌ها با استفاده از تئوری رابطه‌ی خاکستری و تصریح تئوری رابطه‌ی خاکستری با ارزیابی عملکرد شرکت‌های آب و فاضلاب و رویکرد شباهت به گزینه‌های ایده‌آل است.

نظر به حجم بسیار زیاد ماتریس تصمیم‌گیری اولیه (۳۵ × ۶۰) و محاسبات از گزارش جزئیات صرف‌نظر می‌شود و فقط

نتیجه‌های نهایی گزارش می‌شود (شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، ۱۳۹۲).

### - تعیین وزن نسبی شاخص‌ها

در این پژوهش برای تعیین اهمیت وزن شاخص‌ها از مدل آنتروپی شانون در بستر نرم‌افزار MATLAB استفاده شده است. سهم نسبی وزن گروه‌های هر شاخص مطابق جدول (۲) می‌باشد. طبق این جدول مشخص می‌شود که برای ارزیابی عملکرد شرکت‌های آب و فاضلاب، تمام شاخص‌ها از اهمیت یکسانی برخوردار نیستند (اصغرپور و همکاران، ۱۳۸۷).

جدول ۲- وزن نسبی شاخص‌ها با رویکرد مدل آنتروپی شانون در دو وضعیت بدون نماینده‌ی شاخص‌ها و با نماینده‌ی شاخص‌ها

شرح	بدون نماینده‌ی شاخص‌ها		با نماینده‌ی شاخص‌ها	
	تعداد	وزن (درصد)	تعداد	وزن (درصد)
نقدینگی	۳	۴/۹۳	۳	۱۱/۳۲
فعالیت (کارآمدی)	۵	۹/۷۶	۲	۱۱/۹۷
سرمایه‌گذاری (اهرمی)	۵	۸/۲۲	۴	۱۵/۲۳
سودآوری	۶	۹/۶۸	۱	۳/۷۵
بهره‌وری	۱۲	۲۰/۶۱	۶	۲۳/۳۱
کارکنان	۷	۱۱/۹۸	۱	۳/۶۹
مشترکین	۵	۸/۱۹	۲	۷/۳۹
تجهیز و تخصیص منابع	۷	۱۲/۰۷	۴	۱۲/۱۷
فرآیندهای مدیریت داخلی	۱۰	۱۴/۵۶	۲	۱۱/۱۶
جمع	۶۰	۱۰۰	۲۵	۱۰۰

- انتخاب نماینده‌ی شاخص‌ها با استفاده از تئوری رابطه‌ی خاکستری مطابق محاسبه‌های انجام شده بر اساس رابطه‌های (۱) تا (۵) و ماتریس تصمیم‌گیری اولیه (۶۰ شاخص) در بستر نرم‌افزار JGRA، نماینده‌ی شاخص‌های مالی برای ارزیابی عملکرد مالی شرکت‌های آب و فاضلاب در سال ۱۳۹۲ با رویکرد تئوری تحلیل رابطه‌ی خاکستری مطابق جدول (۳) می‌باشد.

- ارزیابی عملکرد با مدل شباهت به گزینه‌ی ایده‌آل رتبه‌بندی عملکرد مالی شرکت‌های آب و فاضلاب با استفاده از مدل شباهت به گزینه‌ی ایده‌آل در دو وضعیت بدون نماینده‌ی شاخص‌ها (۶۰ شاخص) و با نماینده‌ی شاخص‌ها (۲۵ شاخص) مطابق جدول (۴) می‌باشد.

جدول ۳- مقادیر درجه‌ی خاکستری شاخص‌ها برای ارزیابی عملکرد صنعت آب و فاضلاب

رتبه	عنوان	درجه‌ی خاکستری	رتبه	عنوان	درجه‌ی خاکستری
۱	نسبت گردش سرمایه‌ی جاری	۰/۶۲۴۸۷	۱۴	بهره‌وری نیروی انسانی (خالص)	۰/۴۳۱۴۹
۲	نسبت کالا به سرمایه در گردش	۰/۶۲۱۹۸	۱۵	قیمت خدمات دفع فاضلاب (فروش)	۰/۴۲۹۸۲
۳	اثربخشی نیروی انسانی (خالص)	۰/۵۶۲۳۹	۱۶	هزینه‌ی فرصت از دست رفته	۰/۴۲۸۳۲
۴	ارزش افزوده‌ی خالص	۰/۴۹۶۶۱	۱۷	نسبت سرمایه‌گذاری به فروش	۰/۴۲۲۶۸
۵	رشد بازار (معادل آحاد)	۰/۴۸۵۹۸	۱۸	بدهی‌های جاری به ارزش ویژه	۰/۴۲۲۵۶
۶	نسبت سرمایه‌گذاری داخلی به فروش	۰/۴۷۵۱۶	۱۹	سرمایه‌گذاری به ارزش افزوده‌ی ناخالص	۰/۴۲۰۵۴
۷	گردش مالی داخلی	۰/۴۷۱۷۱	۲۰	نسبت بدهی بلند مدت	۰/۴۱۹۴۴
۸	سهم مشارکت سرانه‌ی مشترکین طی دوره	۰/۴۷۱۰۶	۲۱	کل بدهی‌ها به ارزش ویژه	۰/۴۱۶۹۳
۹	گردش مالی کل	۰/۴۴۶۶۷	۲۲	نسبت دارایی‌های جاری	۰/۴۱۶۲۲
۱۰	بهره‌وری سرمایه (خالص)	۰/۴۳۹۱۳	۲۳	نسبت آبی	۰/۴۱۵۷۲
۱۱	ارزش افزوده‌ی خالص سرانه‌ی آحاد مشترک	۰/۴۳۵۵۳	۲۴	نسبت پوشش بدهی	۰/۴۱۵۲۲
۱۲	بهره‌وری مواد اولیه، حیاتی و انرژی (خالص)	۰/۴۳۴۹۹	۲۵	نسبت جاری	۰/۴۱۵۱۸
۱۳	نسبت پوشش سود (زیان)	۰/۴۳۳۲۲			

جدول ۴- رتبه‌بندی عملکرد مالی شرکت‌های آب و فاضلاب با استفاده از مدل شباهت به گزینه‌ی ایده‌آل در دو وضعیت بدون نماینده‌ی شاخص‌ها و با نماینده‌ی شاخص‌ها

شرکت	بدون نماینده‌ی شاخص‌ها	با نماینده‌ی شاخص‌ها	اختلاف رتبه	شرکت	بدون نماینده‌ی شاخص‌ها	با نماینده‌ی شاخص‌ها	اختلاف رتبه
Co-01	۸	۵	۳	Co-19	۱۲	۲۵	(۱۳)
Co-02	۲۶	۷	۱۹	Co-20	۱۹	۲۴	(۵)
Co-03	۷	۳۰	(۲۳)	Co-21	۲۲	۳۱	(۹)
Co-04	۱۱	۲۱	(۱۰)	Co-22	۴	۱۴	(۱۰)
Co-05	۳۱	۲۷	۴	Co-23	۲۹	۳۴	(۵)
Co-06	۲۵	۳۳	(۸)	Co-24	۳۰	۶	۲۴
Co-07	۱	۴	(۳)	Co-25	۱۳	۳۵	(۲۲)
Co-08	۹	۱۲	(۳)	Co-26	۳۴	۱۸	۱۶
Co-09	۱۸	۱۳	۵	Co-27	۱۰	۲۸	(۱۸)
Co-10	۶	۹	(۳)	Co-28	۲۷	۲۳	۴
Co-11	۳۵	۳۲	۳	Co-29	۳۲	۱۷	۱۵
Co-12	۱۴	۱۹	(۵)	Co-30	۲۴	۱۱	۱۳
Co-13	۲۱	۲۲	(۱)	Co-31	۲	۱۹	(۱۷)
Co-14	۱۷	۱۶	۱	Co-32	۵	۲۶	(۲۱)
Co-15	۳	۱	۲	Co-33	۳۳	۲۹	۴
Co-16	۲۸	۱۵	۱۳	Co-34	۲۰	۱۰	۱۰
Co-17	۱۵	۲۰	(۵)	Co-35	۱۶	۳	۱۳
Co-18	۲۳	۸	۱۵				

برای بررسی میزان همبستگی در دو وضعیت بدون نماینده‌ی شاخص‌ها و با نماینده‌ی شاخص‌ها بر اساس اطلاعات جدول (۴) از ضریب همبستگی استفاده شد. با توجه به این که داده‌ها از نوع رتبه‌ای می‌باشند، در بستر نرم‌افزار SPSS از ضریب همبستگی اسپیرمن استفاده شده که نتیجه‌ی آن مطابق جدول (۵) است.

مطابق جدول (۵) مشاهده می‌شود که بین دو وضعیت بدون نماینده‌ی شاخص‌ها و با نماینده‌ی شاخص‌ها همبستگی قابل ملاحظه‌ای از نوع مستقیم و ناقص (۰/۲۱۷) وجود دارد. این به آن معنی است که یک ارتباط ضعیفی بین دو وضعیت بدون نماینده‌ی شاخص‌ها و با نماینده‌ی شاخص‌ها وجود دارد. همچنین از آن جایی که سطح معنی‌داری آزمون (۰/۰۲۹۸) کمتر از مقدار  $\alpha$  است، بنابراین در سطح اطمینان حداقل ۹۵ درصد، فرض  $H_0$  رد و فرض  $H_1$  پذیرفته می‌شود و نتیجه

می‌شود که بین دو وضعیت بدون نماینده‌ی شاخص‌ها و با نماینده‌ی شاخص‌ها تفاوت قابل ملاحظه‌ای در ارزیابی عملکرد وجود دارد.

جدول ۵- ضریب و آزمون همبستگی اسپیرمن ارزیابی عملکرد در دو وضعیت بدون نماینده‌ی شاخص‌ها و با نماینده‌ی شاخص‌ها

Account		بدون نماینده‌ی شاخص‌ها	با نماینده‌ی شاخص‌ها
بدون نماینده‌ی شاخص‌ها	Correlation Coefficient	۱	۰/۲۱۷
	Sig. (2-tailed)	۰/۰۲۹۸	-
با نماینده‌ی شاخص‌ها	Correlation Coefficient	۰/۲۱۷	۱
	Sig. (2-tailed)	۰/۰۲۹۸	-

## نتیجه‌گیری

نقش اطلاعات مالی در شناسایی عملکرد، یکی از موضوعات اجتناب‌ناپذیر می‌باشد و سازمان‌ها برای دسترسی به وضعیت مطلوب و برنامه‌های بلند مدت باید تصمیم‌های استراتژیک را بر مبنای داده‌های قابل اطمینان که محصول نهایی ارزیابی عملکرد است، اتخاذ نمایند. از این روی تولید، سازمان‌دهی و تحلیل اطلاعات با مدل‌های علمی برای تبدیل داده‌های اولیه به اطلاعات مفید و اثربخش بسیار الزامی به نظر می‌رسد. هدف اصلی پژوهش، شناسایی نماینده‌ی شاخص‌ها به منظور افزایش بهبود نتایج ارزیابی عملکرد مالی با مدل تحلیل رابطه‌ی خاکستری است. همان‌طور که بررسی شد مدل تحلیل رابطه‌ی خاکستری می‌تواند بدون دخالت عامل سلیقه‌ای و با توجه به عملکرد واقعی، میزان درجه و رتبه‌ی عملکرد مالی شرکت‌های آب و فاضلاب را بر اساس نماینده‌ی شاخص به صورت یک مجموعه‌ی واحد مشخص نماید.

انتخاب شاخص‌های نماینده برای ارزیابی عملکرد با رویکرد مدل‌های علمی از جمله تحلیل رابطه‌ی خاکستری از مطمئن‌ترین روش‌های علمی با لحاظ کردن تمامی ابعاد برای شناسایی عملکرد می‌باشند که این امر تأثیر به‌سزایی بر اثربخشی ارزیابی عملکرد، تصمیم‌گیری، برنامه‌ریزی و ... دارد. همچنین نتایج این پژوهش، می‌تواند توجیهی مناسب برای کنار گذاشتن شاخص‌هایی باشد که بازدهی مناسبی ندارند. با مروری بر آنچه در این پژوهش به وقوع پیوست نتیجه‌هایی به شرح زیر می‌توان مد نظر قرار داد:

- تعداد زیاد شاخص‌ها موجب افزایش حجم اطلاعات و مستلزم زمان و صرف هزینه‌ی زیادی است و استفاده از مدل تحلیل رابطه‌ی خاکستری موجب صرفه‌جویی در جمع‌آوری اطلاعات نامربوط و هزینه‌ها می‌شود.

- انباشتن شاخص‌های بسیار زیاد و گسترش دامنه‌ی تجزیه و تحلیل عملکرد در بسیاری از موارد، موجب ابهام در تصمیم‌گیری می‌شود (فلج موشکافانه). همچنین استفاده‌ی اندک از شاخص‌ها در تجزیه و تحلیل عملکرد موجب سست شدن نتایج و تصمیم‌گیری می‌شود. انتخاب مناسب شاخص‌ها با رویکرد مدل‌های کمی از جمله تئوری تحلیل خاکستری مشکلات فوق را مرتفع می‌کند.

- شاخص‌های معین و استاندارد برای ارزیابی تمام سازمان‌ها وجود ندارد و سازمان‌ها بایستی شاخص‌های مناسبی را بر اساس شرایط محیطی و با تحلیل اطلاعات استخراج نمایند که در این زمینه تئوری رابطه‌ی خاکستری بسیار اثربخش است.

- وظیفه‌ی مدیریت یعنی، برنامه‌ریزی، سازمان‌دهی، رهبری و کنترل، و مستلزم تصمیم‌گیری‌های صحیح می‌باشد. در این راستا اطلاعات صحیح که ناشی از تجزیه و تحلیل علمی باشد، تأثیر عمده‌ای بر این وظیفه خواهد داشت و مدل‌های علمی قادر به تولید اطلاعات صحیح می‌باشد.

در نهایت با عمومیت داشتن نتایج پژوهش با رویکرد مدل‌های مورد استفاده که از اعتبار علمی برخوردار می‌باشند، می‌تواند از آن‌ها در سایر سازمان‌های خدمات عمومی شهری مانند شرکت‌های برق، گاز، مخابرات و ... استفاده نمود.

- 5- Factor Analysis
- 6- Cluster Analysis
- 7- Grey Relational Generating
- 8- Incommensurable
- 9- Reference Sequence Definition
- 10- Analysis Paralysis

- 1- Technique For Order Preference By Similarity To
- 2- Ideal Solution (TOPSIS)
- 3- Grey Relational Analysis (GRA)
- 4- Multiple Attribute Decision Making (MADM)

## منابع

- Cheng S.P. & Wang R.Y. 2004. Analyzing Hazard Potential Of Typhoon Damage By Applying Grey Analytic Hierarchy Process. *Natural Hazards*. 37: 77-103.
- Lin C.L., Lin J. L. and Ko T. C. 2002. Optimisation of the EDM Process Based on the Orthogonal Array with Fuzzy Logic and Grey Relational Analysis Method. *Int J Adv Manuf Technol*. 19: 271-277.
- Wang S., Mua Q. and Guan Z. 2007. Measuring Hospital Efficiency In China Using Grey Relational Analysis And Data Envelopment Analysis. *International Conference On Grey System And Intelligent Service*, PP.135-139.
- Zhang J., Desheng Wu. and Olson D.L. 2005. The Method Of Grey Related Analysis To Multiple Attribute Decision Making Problems With Interval Numbers, *Mathematical And Computer Modeling*. Volume 42, Issues 9-10: 991-998.
- اصغرپور، م.ج. ۱۳۸۷. تصمیم‌گیری چند معیاره. انتشارات دانشگاه تهران. دانشکده‌ی مدیریت و حسابداری.
- شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور. ۱۳۹۲. گزارش ارزیابی عملکرد مالی. روایت نوزدهم. دفتر نظارت مالی، بودجه و امور مجامع عمومی.
- مؤمنی، م.، حسین‌زاده، م.، جام‌پردازی، م. و مهرافروز، م. ۱۳۹۰. ارائه‌ی رویکرد جدید برای ارزیابی سامانه‌های مدیریت دانش با روش تئوری تحلیل رابطه‌ی خاکستری. نشریه‌ی مدیریت تولید و عملیات ۲: ۵۵-۷۲.
- محمدی، ع.، حسین‌زاده، م.، و باقرزاده آذر، م. ۱۳۹۰. ارائه‌ی مدل تلفیقی تحلیل سلسله مراتبی فازی، تحلیل رابطه‌ی خاکستری و برنامه‌ریزی چند هدفه به منظور انتخاب شریک تجاری. نشریه‌ی چشم‌انداز مدیریت، ۱: ۱۷-۳۷.
- محمدی، ع و مولایی، ن. ۱۳۸۹. کاربرد تصمیم‌گیری چند معیاره خاکستری در ارزیابی عملکرد شرکت‌ها. نشریه‌ی مدیریت صنعتی، ۴: ۱۲۵-۱۴۲.
- نیرومند، ح.ع. ۱۳۸۸. تحلیل آماری چند متغیره کاربردی. مؤسسه‌ی چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.