

شناسایی شاخص‌های بهینه در ارزیابی عملکرد صنعت آب و فاضلاب با رویکرد معادله سازی

معادلات ساختاری، تحلیل خوشه‌یی و تحلیل سلسله مراتبی

امیر نوروزی سارنگ ۱، علی‌رضا مهرآذین ۲*، ابوالقاسم مسیح آبادی ۳

۱. دانشجوی دکتری، گروه حسابداری، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران

amir.norouzisarang@iau.ir

۲. دانشیار گروه حسابداری، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران

* نویسنده مسئول، ایمیل: Alireza.mehrzaeen@iau.ac.ir

۳. استادیار گروه حسابداری، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران

a.masihabadi@iau.ir

چکیده:

هدف از این پژوهش تعیین مؤلفه‌های مناسب برای ارزیابی عملکرد شرکت‌های آب و فاضلاب است. در این راستا، نخست با طرح‌ریزی یک پرسشنامه از میان ۱۰۰ شاخص مالی و اقتصادی مورد بهره‌برداری در ارزیابی صنعت با نظرسنجی از خبرگان، ۵۰ شاخص مالی برگزیده شده است و سپس با استفاده از داده‌های واقعی مربوط به بازه‌ی زمانی ۱۳۷۸ تا ۱۴۰۰ تعداد ۵۰ شاخص در ۱۰ گروه طبقه‌بندی شد با رویکرد داده‌های پنل دیتا (۸۰۵ نمونه) و رویکرد تحلیل عاملی اکتشافی شاخص‌های بهینه شناسایی و پس‌از آن با روش تحلیل عاملی تأییدی میزان بارهای هر عامل تعیین و سپس در پایان بر اساس مزایا و معایب روش‌های موردنظر بر اساس تحلیل سلسله‌مراتبی نسبت به انتخاب علمی برای شیوه ارزیابی عملکرد با نظر ۴ نفر از خبرگان صنعت روش تحلیل عاملی تأییدی موردپذیرش قرار گرفت که در این میان با سنجش ماتریس همبستگی تعداد ۵ شاخص (مالی، بازدهی فروش، بهره‌وری نیروی کار، سرانه‌ی هزینه‌ی نیروی کار، سرمایه‌گذاری ناموثر به موثر و هدررفت آب) که ضریب همبستگی آن‌ها، کم‌تر از ۰.۵۰ درصد است، از مدل حذف شده‌اند. در ادامه با رویکرد تحلیل عاملی تأییدی ضرایب همبستگی میان متغیرهای مستقل پنهان، از مجموع ضرایب همبستگی میان متغیرهای مستقل (۱۰ عامل) (یعنی ۴۵ ضریب همبستگی) یگانه ۷ ضریب همبستگی (عامل دوم با عامل چهارم با همبستگی ۵۹.۸ درصد، عامل دوم با عامل هشتم با همبستگی ۹۹.۲ درصد، عامل هشتم با عامل چهارم با همبستگی ۵۶.۱ درصد، عامل دوم با عامل دهم با همبستگی ۳۶.۰ درصد و عامل هفتم با عامل دوم با همبستگی ۳۳.۳ درصد) در سطح بهینه و معنی‌داری هستند و سایر ضرایب همبستگی بسیار ضعیف بوده و موردپذیرش مدیریت ارشد و بخش صنعت، نیستند. بارهای عاملی (ضرایب رگرسیونی) متغیرهای مکنون مستقل بر متغیر وابسته (ارزیابی عملکرد) همگی معنی‌دار و در سطح بهینه‌ای است (تحلیل عاملی تأییدی) به گونه‌ای که شاخص‌های عامل هشتم با ۹۶.۹ شاخص‌های عامل هفتم ۹۱.۶ درصد، شاخص‌های عامل اول ۶۹.۷ درصد، شاخص‌های عامل چهارم ۶۶.۷ درصد، بیش‌ترین بار عاملی را داشتند و شایسته نظر مدیریت ارشد و بخش صنعت است. در پایان با بهره‌مندی از شیوه‌ی تحلیل سلسله‌مراتبی با نگرش اعضای هیئت‌مدیره (چهار نفر از خبرگان صنعت) برای برگزیدن شیوه‌ی علمی برای ارزیابی عملکرد مالی شیوه‌ی تحلیل عاملی تأییدی پذیرفته شد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی عملکرد، معادله‌سازی معادلات ساختاری، تحلیل خوشه‌ای و سلسله مراتبی

مقدمه:

ارزیابی جامع عملکرد، یکی از ابزارهای اصلی مدیران برای تصمیم‌گیری است و در صنعت آب و فاضلاب اهمیت ویژه‌ای دارد. این صنعت با بیش از ۵۱ میلیون مشترک و حجم بالای دارایی‌ها، از حوزه‌های بزرگ اقتصادی کشور محسوب می‌شود؛ بنابراین سنجش عملکرد مالی و شناسایی شاخص‌های کارآمد، نقش مهمی در بهبود بهره‌وری و برنامه‌ریزی دارد. سامانه کنونی ارزیابی عملکرد مالی صنعت آب و فاضلاب که از سال ۱۳۷۵ بر پایه ۱۰۰ شاخص مالی طراحی شده، با وجود ارزش‌های فراوان دارای کاستی‌هایی است؛ از جمله بی‌توجهی به وزن شاخص‌ها، تنوع بیش از حد سنجه‌ها، نبود خاصیت جبرانی، ناهمگنی شرکت‌ها و تک‌بعدی بودن تحلیل‌ها. این نواقص باعث می‌شود نتایج ارزیابی به‌طور دقیق بازتاب‌دهنده عملکرد واقعی شرکت‌ها نباشد.

با توجه به این چالش‌ها، ضرورت توسعه یک مدل بهینه برای شناسایی شاخص‌های اثربخش عملکرد مالی آشکار می‌شود. هدف پژوهش حاضر، استخراج شاخص‌های کلیدی بر اساس داده‌های عملکردی سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۴۰۰ و تلفیق دیدگاه ذینفعان داخلی (مدیران و کارشناسان صنعت) با روش‌های آماری مانند تحلیل عاملی است.

ارزیابی عملکرد مالی در این صنعت باید به بهبود تصمیم‌گیری، کاهش هزینه‌های سعی و خطا، شناسایی مشکلات و ارتقای کارایی و اثربخشی منجر شود. از اهداف اصلی طراحی نظام ارزیابی عملکرد مالی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- شناسایی وضعیت مالی شرکت‌ها با رویکرد علمی به جای قضاوت‌های سلیقه‌ای،
- استفاده از ابزارهای نوین مدیریتی در برنامه‌ریزی و بودجه‌ریزی،
- ایجاد یکپارچگی میان ارزیابی عملکرد و اهداف راهبردی،
- رتبه‌بندی دقیق شرکت‌ها و ایجاد رقابت سالم،
- فراهم‌سازی اطلاعات مدیریتی صحیح برای تصمیم‌گیری‌های کلان.

با توجه به تعدد زیاد شاخص‌های موجود و نیاز به شاخص‌های دقیق‌تر و علمی‌تر، شناسایی شاخص‌های بهینه برای ارزیابی عملکرد مالی صنعت آب و فاضلاب، خلأ مهم پژوهشی به‌شمار می‌آید؛ خلأی که پژوهش حاضر در پی پاسخ‌گویی به آن است.

مبانی نظری پژوهش

ارزیابی عملکرد فرایندی نظام‌مند برای سنجش، تحلیل و ارائه بازخورد درباره عملکرد سازمان است و با هدف بهره‌برداری بهینه از منابع و تحقق اهداف برنامه‌ریزی‌شده انجام می‌شود. نظام‌های ارزیابی عملکرد امکان بررسی گذشته و حال، پیش‌بینی آینده، شناسایی مسائل و ریشه‌یابی علل ناکارآمدی را فراهم می‌کنند و با تولید شاخص‌های مقایسه‌ای، بستر لازم برای بهبود تصمیم‌گیری، اصلاح فرآیندها و افزایش کارایی سازمان را مهیا می‌سازند. در شرایط پیچیده و پویای محیطی، نبود چنین نظام‌هایی موجب ضعف در استفاده از منابع، برنامه‌ریزی و راهبردگذاری می‌شود.

در میان حوزه‌های مختلف ارزیابی، ارزیابی عملکرد مالی جایگاه ویژه‌ای دارد زیرا اطلاعات مالی مبنای تصمیم‌گیری راهبردی، برنامه‌ریزی بودجه، تحلیل ریسک، سرمایه‌گذاری و انتخاب پروژه‌ها است. هرچند استفاده از تعداد زیادی شاخص مالی در روش‌های کمی می‌تواند اطلاعات گسترده‌ای ارائه کند، اما بی‌توجهی به اهمیت و وزن نسبی شاخص‌ها مانع دستیابی به تصویری دقیق از عملکرد می‌شود. بنابراین، شناسایی و انتخاب شاخص‌های نماینده با مدل‌های علمی، برای افزایش کیفیت ارزیابی مالی ضروری است. عملکرد مالی بیانگر توان سازمان در ایجاد سود، کنترل هزینه، مدیریت منابع مالی و خلق ارزش برای ذینفعان است و برای مدیران، سیاست‌گذاران و سرمایه‌گذاران اهمیت حیاتی دارد.

سه دسته نظریه اقتصادی نیز مبانی تحلیل و بهینه‌سازی عملکرد مالی را شکل می‌دهند:

۱. تئوری بازدهی اقتصادی

این نظریه رابطه میان منابع و خروجی‌های اقتصادی را بررسی کرده و به دنبال بهینه‌سازی بهره‌وری در شرایط محدودیت منابع است. مفاهیمی چون نقطه بهینه، منحنی ایزوکاست و ایزوبازده در این نظریه ابزارهایی برای تعیین ترکیب بهینه منابع و سطح تولید کارا هستند. این نظریه می‌تواند در صنعت آب و فاضلاب برای تحلیل و ارتقای بهره‌وری منابع مالی، انسانی و عملیاتی به کار گرفته شود.

۲. تئوری توانایی تولید

این نظریه توان سازمان در ایجاد سود و ارزش را تبیین کرده و مبتنی بر سه مفهوم «بهره‌وری»، «مرز تولید» و «انحراف از مرز» است. سازمان کارا باید با کمترین مصرف منابع به تولید سطح معینی از محصول برسد (بهره‌وری)، مرز تولید حداکثر خروجی ممکن را نشان می‌دهد و فاصله سازمان از این مرز بیانگر ظرفیت‌های استفاده‌نشده است.

۳. تئوری بهره‌وری منابع

این نظریه بر تخصیص بهینه منابع برای دستیابی به بیشترین خروجی تأکید دارد و بر فرض رفتار هدف‌گرای سازمان‌ها استوار است. بهره‌وری در این چارچوب به معنای ایجاد تعادل مطلوب میان مصرف منابع و سطح تولید است و هدف آن کاهش اتلاف منابع و افزایش تولید خالص است.

در صنعت آب و فاضلاب، ارزیابی عملکرد مالی از جنبه‌های گوناگون اهمیت دارد:

- بعد مالی و سرمایه‌گذاری: ارزیابی دقیق عملکرد امکان بهینه‌سازی هزینه‌ها، تأمین مالی زیرساخت‌ها و مدیریت سرمایه‌گذاری‌ها را فراهم می‌کند.
 - بعد خدمات عمومی: سنجش عملکرد مالی به ارتقای پایداری تأمین آب و خدمات فاضلاب و بهبود سلامت عمومی منجر می‌شود.
 - بعد زیست‌محیطی: تحلیل عملکرد می‌تواند راهکارهای کاهش آثار منفی زیست‌محیطی را شناسایی کند.
 - بعد کیفیت خدمات: ارزیابی مالی با بهبود کارایی، کیفیت خدمات ارائه‌شده و رضایت مشتریان را افزایش می‌دهد.
- عملکرد مالی در این صنعت تحت تأثیر عوامل کلیدی قرار دارد:
- سیاست‌های دولت (نرخ‌گذاری آب و پساب، سطح سرمایه‌گذاری)،
 - قوانین و مقررات (الزامات زیست‌محیطی و بهداشتی)،
 - نوآوری‌های فناورانه (فناوری‌های جدید تصفیه و مدیریت آب).

پیشینه‌ی پژوهش‌ها:

داودآبادی و همکاران (۱۳۹۴) با استفاده از ۶۰ شاخص مالی شرکت‌های آب و فاضلاب (عملکرد ۱۳۹۲)، پس از وزن‌دهی به شاخص‌ها با مدل آنتروپی شانون و تحلیل رابطه خاکستری، ۲۵ شاخص به‌عنوان نماینده انتخاب کردند. رتبه‌بندی شرکت‌ها با مدل شباهت به گزینه‌های ایده‌آل در دو حالت «با» و «بدون» نماینده شاخص‌ها انجام شد و همبستگی ضعیف میان دو وضعیت (۰,۲۱۷) نشان داد که انتخاب شاخص‌های نماینده تأثیر قابل‌توجهی بر نتایج ارزیابی دارد. بیشترین وزن در حالت بدون نماینده متعلق به شاخص کالا به سرمایه در گردش (۲,۴۷٪) و کمترین به درجه حرفه‌ای کارکنان (۱,۵۸٪) بود؛ در حالت با نماینده، گردش سرمایه جاری بیشترین (۶,۰۱٪) و هزینه فرصت از دست‌رفته کمترین وزن (۳,۶۳٪) را داشت. نسبت گردش سرمایه جاری بالاترین کارآمدی و نسبت هزینه‌های غیرنقدی کمترین کارآمدی را نشان داد.

خشایی و همکاران (۱۳۹۸) با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها، کارآمدی شاخص‌های نقدینگی، فعالیت، اهرمی و اقتصادی (نهادها) را در ارتباط با شاخص‌های سودآوری (ستاندها) بررسی کردند. نتایج نشان داد ۲۳ شرکت با فرض بازده ثابت و ۳۴ شرکت با فرض بازده متغیر کارآمد بودند. کمترین کارآمدی با بازده ثابت به کرمانشاه (۴۵,۷٪) و با بازده متغیر به زنجان (۹۸,۴٪) و بیشترین کارآمدی به یزد (۲۴۸٪) و لرستان (۳۳۶٪) اختصاص یافت. میانگین کارآمدی صنعت با بازده ثابت ۱۱۹٪ و با بازده متغیر ۱۵۸٪ بود که نشان‌دهنده استفاده مطلوب شرکت‌ها از شاخص‌های مالی است. آنالیز واریانس نیز وجود تفاوت معنی‌دار کارآمدی را بر اساس اندازه شرکت‌ها تأیید کرد.

همتی (۱۳۸۸) با استفاده از ۹۸ شاخص مالی و چهار روش چندمعیاره (TOPSIS)، ELECTRE، TAXONOMY-NC و TAXONOMY-CL به رتبه‌بندی عملکرد شرکت‌های آب و فاضلاب پرداخت. نتایج رتبه‌بندی در روش‌های مختلف متفاوت بود که بیانگر تأثیر نوع مدل بر خروجی است. رتبه‌بندی نهایی با روش‌های POSET و COPELAND نشان داد شرکت گیلان بالاترین (۲۵ امتیاز) و ایلام پایین‌ترین رتبه را دارد. پژوهش تأکید کرد انتخاب روش ارزیابی باید متناسب با نوع فعالیت، شاخص‌ها، شرایط سازمانی و دیدگاه مدیران باشد.

دهقان و همکاران (۱۳۸۴) عملکرد مالی ۳۶ شرکت خصوصی را با مدل DEA (ورودی‌محور، بازده متغیر) طی پنج سال ارزیابی کردند. ۲۷ شرکت کارآمد و ۹ شرکت ناکارآمد تشخیص داده شدند. برای شرکت‌های ناکارآمد گروه‌های مرجع و برنامه‌های بهبود ارائه شد. در بخش خروجی‌ها، شاخص بازده دارایی‌ها بیشترین وزن (۳۵٪) و بازده دارایی‌های جاری کمترین وزن (۱۰٪) را داشت. طراحی مدل ورودی-خروجی نیز بر اساس نظر متخصصان بین‌المللی انجام شد.

رضایی و همکاران (۱۳۹۶) با بررسی ۱۰۲ شرکت بورسی (۱۳۹۰-۱۳۹۳) به شناسایی شاخص‌های کلیدی مالی مؤثر بر عملکرد پرداختند. تحلیل عاملی و مدلیابی معادلات ساختاری نشان داد از میان ۲۸ شاخص، ۲۴ شاخص مؤثر بوده و در هفت عامل اصلی دسته‌بندی می‌شوند. نتایج تحلیل درخت تصمیم نشان داد شاخص‌های فعالیت (گردش دارایی‌ها، دارایی‌های جاری و بلندمدت، موجودی کالا و بازده دارایی‌ها) بیشترین نقش را در ارزیابی عملکرد دارند. شاخص‌های برآزش نیز مناسب بودن مدل نهایی را تأیید کردند.

سؤال‌ها و فرضیه‌ها:

• **سؤال یک:** شاخص‌های گروه‌بندی‌شده‌ی اثربخش (۱۰ عامل شناسایی‌شده) بر ارزیابی عملکرد عملیاتی مالی صنعت آب و فاضلاب کشور کدامند؟

• **سؤال دوم:** برتری شاخص‌های گروهی بر ارزیابی عملکرد عملیاتی مالی در صنعت آب و فاضلاب کشور کدامند؟

• **سؤال سوم:** مدل بهینه برای ارزیابی عملکرد مالی شرکت‌های آب و فاضلاب کدام است؟

• **فرضیه‌ی یک:** میان شاخص‌های ارزیابی عملکرد مالی در صنعت آب و فاضلاب رابطه‌ای مثبت و معنی‌داری وجود دارد.

• **فرضیه‌ی دوم:** هر یک از شاخص‌های ارزیابی عملکرد عملیاتی مالی در صنعت آب و فاضلاب کشور وضعیت مطلوبی دارند.

روش‌شناسی پژوهش (متدولوژی):

پژوهش پیشروی، در مدل اولیه (شناسایی شاخص‌های اثربخش از دیدگاه ذینفعان) از نوع کاربردی است و هدف پژوهش‌های کاربردی، توسعه‌ی دانش کاربردی در عرصه‌های ویژه است. به تعبیری، پژوهش‌های کاربردی به سمت کاربرد دانش راهبری می‌شوند. همچنین مدل اولیه، از دیدگاه شیوه‌ی گردآوری داده‌ها، توصیفی غیرآزمایشی است. در مدل ثانویه (شناسایی شاخص‌های اثربخش در ارزیابی عملکرد مالی و بارهای عاملی شاخص‌ها)، از نوع پژوهش توسعه‌ای است. این شیوه‌ی پژوهش در راستای تدوین و معرفی بایستگی یک فرآیند یا برنامه‌ی کاربردی است.

قلمرو پژوهش:

در بحث قلمرو پژوهش، سه نوع قلمرو موضوعی، مکانی و زمانی، در نظر گرفته شده است:

• **قلمرو موضوعی:** موضوع پژوهش در حوزه‌ی فعالیت‌های حسابداری و مدیریت مالی است.

• **قلمرو زمانی:** دوره زمانی انجام پژوهش عملکرد مالی در درازای سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۴۰۰ (۲۳ سال) است

• **قلمرو مکانی:** صنعت آب و فاضلاب کشور که شامل ۳۵ شرکت باشخصیت حقوقی مستقل است.

متغیرهای پژوهش (وابسته و مستقل):

نظر به ساختار مدل مفهومی پژوهش، متغیرهای مورد مطالعه به شرح زیر است:

• **متغیر پنهان وابسته (درون‌زا):** متغیر وابسته‌ی مدل که درواقع از نوع مکنون (پنهان) است، همان ارزیابی عملکرد مالی است که فاقد متغیرهای قابل اندازه‌گیری است.

• **متغیرهای پنهان مستقل:** متغیرهایی هستند که قابل مشاهده نیستند، لذا، برای سنجش آن‌ها از متغیرهای قابل اندازه‌گیری استفاده می‌شود. در پژوهش پیشروی، این متغیرها شامل ۱۰ عامل شناسه شده توسط مدل تحلیل عاملی است.

• **متغیرهای قابل مشاهده:** متغیرهایی هستند که قابل اندازه‌گیری یا سنجش با مقیاس‌های گوناگون (ترتیبی، رتبه‌ای و عددی) هستند و برای اندازه‌گیری متغیرهای پنهان از آن‌ها استفاده می‌کنند. در این پژوهش، این نوع متغیرها شامل شاخص‌های عملکرد مالی به تعداد ۵۴ شاخص است.

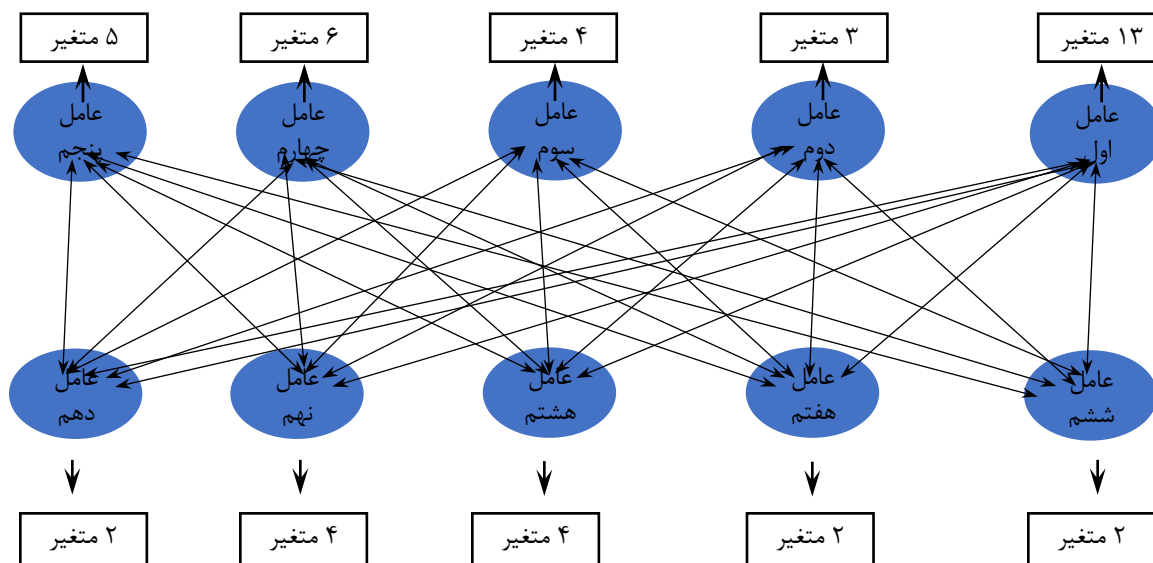
مدل ساختاری پژوهش:

مدل ساختاری پژوهش در دو بخش انجام خواهد شد:

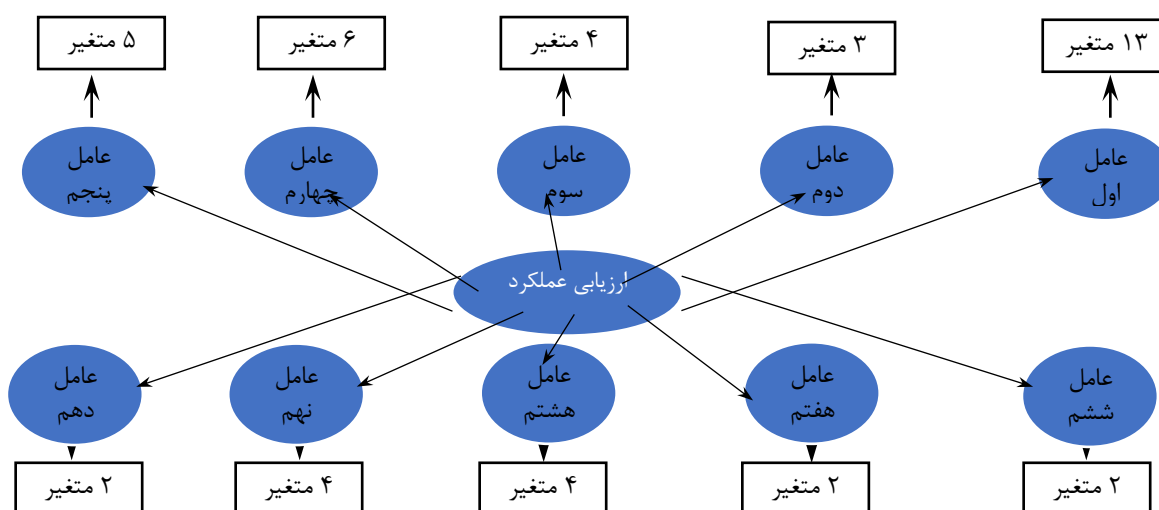
مدل ساختاری اولیه: این مدل مطابق شکل ۱ است که در آن ضرایب همبستگی و کوواریانس متغیرهای مکنون مستقل (۱۰ عامل شناسه شده با مدل تحلیل عاملی اکتشافی) با آزمون سطح معنی‌داری شناسه می‌شوند.

مدل ساختاری ثانویه: این مدل، مطابق شکل ۲ است که در آن بار عاملی متغیرهای مکنون مستقل و وابسته با آزمون سطح معنی‌داری مسیرهای رگرسیونی همراه با خطای اندازه‌گیری متغیرهای قابل اندازه‌گیری انجام می‌شود. ساختار مدل پژوهش شامل:

- یک متغیر پنهان وابسته (ارزیابی عملکرد مالی صنعت آب و فاضلاب).
- ده گروه متغیر مستقل مکنون درجه‌ی اول (۱۰ عامل به‌دست‌آمده از تحلیل عاملی اکتشافی).
- متغیرهای قابل اندازه‌گیری ۴۵ شاخص، یک خطای باقی‌مانده و شمار ۴۵ خطای قابل اندازه‌گیری.
- تعداد ۱۰ مسیر بار عامل اصلی، تعداد ۲۱ و تعداد ۴۵ مسیر همبستگی میان متغیرهای مستقل اصلی (مستقل پنهان).



شکل ۱: شمای مدل اولیه (ضرایب همبستگی متغیرهای مستقل)



شکل ۲: مدل ثانویه بهینه‌ی شناسایی شاخص‌های بهینه در ارزیابی عملکرد مالی صنعت آب و فاضلاب

یافته‌های پژوهش:

پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها از ۸۰ نفر از اعضای جامعه‌ی آماری، داده‌ها تجزیه و تحلیل شد؛ ۹۶٪ مرد و ۴٪ زن، و بیشترین تخصص‌ها در رشته‌های فنی مهندسی (۴۵,۵٪) و حسابداری (۳۸,۸٪) بودند. میانگین امتیازات شاخص‌های مالی نشان داد که بیشترین امتیاز به شاخص قیمت تمام‌شده هر مترمکعب آب (۹,۳۸۰) و کمترین به سرمایه‌گذاری داخلی به فروش (۲,۰۳۸) تعلق دارد و دامنه تغییرات ۷,۳۴۲ امتیاز است. برای انتخاب شاخص‌های بهینه، از تحلیل خوشه‌ای سلسله‌مراتبی در SPSS۲۴ استفاده شد و از ۱۰۰ شاخص، ۵۴ شاخص با توجه به خوشه‌بندی گروه‌های یک تا چهار به عنوان شاخص‌های مناسب برای ارزیابی عملکرد مالی صنعت آب و فاضلاب انتخاب شدند و ۴۶ شاخص گروه پنجم حذف گردید.

جدول ۱: وضعیت و مشخصه‌های گروه‌های مستقل امتیاز نهایی شاخص‌ها

آوازه	فراوانی (شمار)	میانگین (امتیاز)
خوشه‌ی یک	۱	۹/۳۸
خوشه‌ی دو	۱۳	۷/۸۷
خوشه‌ی سه	۲۹	۷/۲۶
خوشه‌ی چهار	۱۱	۶/۶۳
خوشه‌ی پنج	۴۶	۲/۶۸

نتایج آزمون واریانس نشان می‌دهد که میان خوشه‌های پنج‌گانه ناهمسانی معناداری وجود دارد؛ زیرا مقدار سطح معنی‌داری آزمون کمتر از α بوده و با احتمال بیش از ۹۹ درصد فرض تفاوت خوشه‌ها (H_1) تأیید و فرض یکسانی آن‌ها (H_0) رد می‌شود. بنابراین، تمایز آماری میان گروه‌ها کاملاً محرز است. در نهایت، شاخص‌های نهایی انتخاب‌شده برای ارزیابی عملکرد مالی شرکت‌های آب و فاضلاب مطابق جدول ۲ تعیین شده‌اند.

جدول ۲: شاخص‌های نهایی برگزیده‌ی صنعت آب و فاضلاب کشور برپایه‌ی امتیاز نهایی اعضای جامعه‌ی آماری

نام شاخص مالی	امتیاز	نام شاخص مالی	امتیاز
قیمت تمام شده‌ی آب	۹/۳۸۰	سهم حق‌انشعاب در سرمایه‌گذاری	۷/۲۳۸
قیمت تمام شده‌ی دفع فاضلاب	۸/۲۴۴	سرمایه‌ی فعال سرانه‌ی هر شاغل (مجموع)	۷/۲۳۸
متوسط بهای فروش آب	۸/۲۱۹	نسبت سهم نیروی کار	۷/۲۳۱
ارزش افزوده	۸/۰۷۹	سرانه‌ی سود (زیان) خالص مشترک (آحاد)	۷/۲۳۱
سرانه‌ی سود (زیان) انباشته به مشترک (آحاد)	۷/۹۸۵	پوشش سرانه‌ی مشترکان (مجموع)	۷/۲۱۳
بهره‌وری تجهیزات	۷/۹۸۱	سرمایه‌ی فعال هر مشترک (معادل آحاد)	۷/۲۱۱
فروش به قیمت تمام شده در نقطه‌ی سر به سر	۷/۸۸۱	رشد بازار فاضلاب (آحاد)	۷/۲۰۰
هزینه‌های نانقدی	۷/۸۵۶	گردش مالی کل	۷/۲۰۰
بازدهی حقوق صاحبان سهام	۷/۷۸۸	نسبت جاری	۷/۱۹۴
رشد بازار (آب و فاضلاب)	۷/۷۳۸	دارایی‌های ثابت به ارزش ویژه	۷/۱۳۳
بارده دارایی‌ها	۷/۶۵۶	متوسط سرمایه‌ی فعال کالای فروش رفته	۷/۱۳۱
هزینه‌ی مواد اولیه و حیاتی به فروش	۷/۶۵۶	سرانه‌ی هزینه‌ی نیروی کار مشترک (آحاد)	۷/۰۸۱
بازدهی فروش	۷/۶۳۳	رشد بازار آب	۷/۰۷۵
نرخ تشکیل سرمایه	۷/۵۹۱	رشد بازار (آب و فاضلاب) (آحاد)	۷/۰۵۶
هزینه‌های غیرنقدی به فروش	۷/۵۶۳	نسبت پوشش بدهی	۷/۰۱۰
سرانه‌ی هزینه‌ی نیروی کار (مجموع)	۷/۵۴۴	هزینه‌ی استهلاک به سرمایه‌گذاری طی دوره	۶/۹۸۸
آب به حساب نیامده	۷/۵۴۴	رشد بازار آب (آحاد)	۶/۹۴۴
فروش سرانه‌ی هر شاغل (مجموع)	۷/۴۴۴	متوسط بهای فاضلاب	۶/۹۴۴
سهم نیروی کار به فروش	۷/۴۲۵	نسبت آبی	۶/۸۶۸
سهم نیروی کار به قیمت تمام شده در نقطه‌ی سر به سر فاضلاب	۷/۴۰۶	کل بدهی‌ها به ارزش ویژه	۶/۸۲۵
سرمایه‌گذاری‌های ناموثر به موثر	۷/۳۵۶	گردش مالی داخلی	۶/۸۲۵
نسبت سرمایه‌گذاری طی دوره به فروش	۷/۳۵۰	نسبت مالکانه	۶/۶۵۱
دوره‌ی وصول مطالبات	۷/۳۱۹	نسبت گردش دارایی‌ها	۶/۵۹۶
رشد بازار فاضلاب	۷/۲۸۸	بدهی‌های جاری به ارزش ویژه	۶/۴۵۱
پوشش سرانه‌ی تولید کالا و خدمات (مجموع)	۷/۲۸۱	نسبت بدهی بلندمدت	۶/۳۲۵
سرمایه‌گذاری به ازای هر مشترک (انتهای دوره)	۷/۲۶۳	نسبت دارایی‌های جاری	۶/۲۷۴
نسبت سود (زیان) ناخالص	۷/۲۴۴	ارزش افزوده به کل داده‌ها	۶/۲۶۳

همچنین، توجه به این‌که شاخص‌های رشد بازار آب، رشد بازار آب (آحاد)، رشد بازار فاضلاب، رشد بازار فاضلاب (آحاد) و رشد بازار آب و فاضلاب مؤثر از دانسته‌ها و هم‌وزنی یکسان در مدل لحاظ نخواهد شد و فقط رشد بازار آب و فاضلاب (آحاد)، لحاظ شده است. **شناسایی داده‌های مفقود (گمشده):** پس از انتقال داده‌های اولیه شاخص‌های مالی به Excel 2020، بررسی چشمی نشان داد که هیچ داده‌ی گمشده‌ای وجود ندارد؛ موضوعی که ناشی از طراحی دقیق سامانه اینترنتی سنجش عملکرد صنعت آب و فاضلاب و حساسیت نرم‌افزار به عدم ارائه داده‌ها توسط شرکت‌هاست. در بخش پرسشنامه ۱۰ قطبی ذی‌نفعان نیز موارد بدون پاسخ توسط خبرگان، از طریق پیگیری تلفنی و پیامکی تکمیل شد. بنابراین، در هیچ‌یک از بخش‌های داده‌ای، اعم از سامانه شاخص‌ها یا پرسشنامه‌ها، داده گمشده مشاهده نشد.

شناسایی داده‌های پرت (دورافتاده): برای شناسایی داده‌های پرت، از نرم‌افزار AMOS24 که دارای ماژول اختصاصی تشخیص داده‌های پرت است استفاده شد و در مجموع ۱۶۱ داده پرت در شاخص‌های عملکرد شناسایی گردید. با توجه به پیوسته‌بودن متغیرها، مقادیر پرت با میانگین همان سال در سطح صنعت جایگزین شد. در بخش پرسشنامه ۱۰ قطبی نیز مقادیر خارج از دامنه ۱ تا ۱۰ (در مجموع ۴۹ مورد) به‌عنوان داده پرت شناسایی و از طریق تماس با ذی‌نفعان اصلاح شد. بدین ترتیب، تمامی داده‌های پرت در هر دو بخش شاخص‌ها و پرسشنامه با روش‌های معتبر اصلاح شدند.

نرمالیتی متغیرها: برای بررسی نرمالیتی داده‌ها، آزمون اندرسون-دارلینگ در Minitab17 با سطح اطمینان ۹۹٪ انجام شد که نشان داد سطح معنی‌داری شاخص‌ها کمتر از $\alpha=0.01$ بوده و بنابراین توزیع شاخص‌ها نرمال نیست. بدین جهت، برای نرمال‌سازی متغیرها از روش تبدیل جانسون در همان نرم‌افزار استفاده شد تا داده‌ها آماده تحلیل مدل اولیه و ثانویه شوند.

بازگشایی مدل (گروه‌بندی (دسته‌بندی) متغیرها (شاخص‌های عملکرد مالی))

سنجش ضریب KMO و آزمون کرویت بارتلت: برای بررسی بیش‌تر مطلوب بودن شاخص‌ها برای تحلیل عاملی، از ضریب KMO و آزمون آماری کرویت بارتلت استفاده شد (جدول ۳).

جدول ۳: ضریب KMO و نتایج آزمون کرویت بارتلت

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.			0/881
Approx. Chi-Square			38822
Bartlett's Test of Sphericity	df		1/225
	Sig.		0/000

برپایه‌ی جدول ۳، ضریب KMO برابر ۰/۸۸۱ است، لذا، داده‌ها برای انجام تحلیل عاملی مناسب‌اند. سطح معنی‌داری آزمون کرویت بارتلت نیز معنی‌دار است و فرض مقابل قابل قبول است، یعنی میان متغیرها (شاخص‌ها) ضریب همبستگی معنی‌داری وجود دارد.

سنجش همبستگی اشتراک استخراجی: اندازه همبستگی اشتراک استخراجی شاخص‌ها نشان داد که شاخص‌هایی با ضریب همبستگی بالاتر از ۰/۵ به‌خوبی عامل‌های استخراج‌شده را نمایندگی می‌کنند. در این راستا، شاخص‌های بازده فروش، بهره‌وری نیروی کار، سرانه هزینه نیروی کار، سرمایه‌گذاری غیرموثر به موثر و هدررفت آب با ضریب همبستگی کمتر از ۰/۵ حذف شدند، در حالی که ۴۵ شاخص با ضریب همبستگی بالای ۰/۵ به‌عنوان شاخص‌های مناسب در مدل باقی ماندند.

شناسایی مقدار ویژه عامل‌ها: شناسایی متغیرها و نقش آن‌ها در عامل‌ها از طریق واریانس تبیین‌شده انجام شد؛ مؤلفه‌های استخراجی شامل سه بلوک مجزا هستند که بلوک اول مقادیر ویژه ماتریس همبستگی را نشان می‌دهد. مقادیر ویژه بالاتر از ۱ قابل قبول بوده و شاخص‌های مربوطه سهم مناسبی از واریانس کل را تبیین می‌کنند، در حالی که مؤلفه‌های با مقدار ویژه کمتر از ۱ حذف می‌شوند. در این پژوهش، مؤلفه‌های با مقدار ویژه بالای ۱ توانستند ۷۲،۲۵٪ از واریانس کل را برآورد کنند و در نهایت، ۴۵ شاخص در ۱۰ عامل بارگذاری شدند که تمرکز پژوهش بر شاخص‌هایی با واریانس تبیین‌شده بیشتر بوده است.

سنجش ماتریس دوران یافته: این ماتریس، بارهای عاملی هر یک از متغیرها در عامل‌ها پس از چرخش با شیوه‌ی واریماکس را نشان می‌دهد. هراندازه مقدار قدر مطلق ضرایب شاخص‌ها (متغیرها) بیش‌تر باشد، عامل مربوطه عملکرد

بیش‌تری در (واریانس) متغیرهای پژوهش دارد. میزان همبستگی و مشارکت شاخص‌ها در هر یک از عامل‌ها، به شرح جدول ۴ خلاصه کرد.

جدول ۴: هم‌گشایی شاخص‌های بارگذاری شده در عامل‌های گوناگون

عامل	شاخص‌های بارگذاری شده	واریانس توزیع شده	فراوانی تجمعی
F-.01	نیروی کار به قیمت تمام شد، دارایی ثابت به ارزش ویژه، نسبت بدهی بلند مدت، بدهی جاری به ارزش ویژه، نسبت آنی، بهره‌وری مواد اولیه و حیاتی، سهم نیروی کار به فروش خالص، بازدهی دارایی، سرمایه‌ی فعال هر مشترک (آحاد)، سرمایه‌گذاری به ازای هر مشترک (آحاد)، ارزش افزوده، سرانه هزینه نیروی کار هر مشترک (آحاد)، هزینه‌ی استهلاک به سرمایه‌گذاری طی دوره.	۲۳/۶۳۰	۲۳/۶۳۰
F-.02	سرانه سود (زیان) هر مشترک (آحاد)، کل بدهی به ارزش ویژه و پوشش سرانه تولید کالا و خدمات.	۱۳/۱۵۶	۳۷/۷۸۶
F-.03	قیمت تمام شده‌ی فاضلاب سر به سر، نسبت گردش دارایی‌ها، فروش به قیمت تمام شده‌ی سر به سر و هزینه‌ی مواد اولیه و انرژی به فروش.	۸/۵۴۵	۴۵/۳۳۱
F-.04	متوسط سرمایه‌ی فعال محصول فروش رفته و بهای هر مترمکعب فاضلاب و دوره وصول مطالبات، حق‌انشعاب به سرمایه‌گذاری دوره، سود زیان ناخالص و رشد بازار (آحاد).	۵/۸۵۴	۵۱/۱۸۶
F-.05	نسبت جاری، بهای هر مترمکعب آب، هزینه‌های نانقدی، نسبت مالکانه و گردش مالی کل.	۴/۴۰۶	۵۵/۵۹۲
F-.06	سرانه سود (زیان) انباشته هر مشترک (آحاد) و ارزش افزوده به کل داده‌ها.	۴/۲۴۷	۵۹/۸۳۸
F-.07	نرخ تشکیل سرمایه و پوشش سرانه مشترکان.	۴/۱۹۱	۶۴/۰۲۹
F-.08	سرمایه‌گذاری برای محصول فروش رفته، فروش سرانه هر شاغل، بهای هر مترمکعب آب و بازدهی حقوق صاحبان سهام.	۳/۰۷۶	۶۷/۱۰۵
F-.09	بهره‌وری تجهیزات، قیمت تمام شده‌ی آب در نقطه سر به سر، گردش مالی و نسبت دارایی‌های جاری.	۲/۸۰۱	۶۹/۹۰۶
F-.10	نسبت پوشش بدهی و نسبت هزینه‌های فروش.	۲/۶۲۱	۷۲/۵۲۸

سنجش مدل اولیه‌ی پژوهش (ضرایب همبستگی میان شاخص‌ها):

در این بخش، اندازه‌گیری‌های پیرامون مدل اولیه (شکل ۱) یا شناسایی ضرایب همبستگی و آزمون سطح معنی‌داری ضرایب همبستگی) با بهره‌گیری از نرم‌افزار آماری AMOS²³ در سطح اطمینان ۹۵ درصد با رویکرد استاندارد شده^۱، انجام شده که برآیندهای آن به شرح جدول ۵ است. اطلاعات این جدول، در راستای تصمیم‌گیری‌های مدیریت ارشد و مدیریت بخشی صنعت (شرکت‌های آب و فاضلاب استانی) در پدیده‌هایی همچون تصمیم‌گیری، برنامه‌ریزی، کنترل و...، بسیار کاربرد عملیاتی دارد. ضرایب همبستگی میان متغیرهای مکنون مستقل (۱۰ عامل شناسایی شده با تحلیل عاملی اکتشافی)، اطلاعات ارزشمندی را در تدوین برنامه‌ها و راهبردهای بلندمدت در دسترس مدیریت ارشد قرار می‌دهد.

جدول ۵: ضرایب رگرسیون استاندارد شده و آزمون‌های معنی‌داری متغیرهای قابل مشاهده

p	C.R.	S.E.	Estimate	Observed	
			۱		
***	-۵/۰۲۶	۰/۵۹۴	۰/۷۸۶	-<-	عامل ششم
			۱		
***	-۸/۰۷۴	۰/۳۷۳	۰/۰۱۴	-<-	عامل هفتم
			۱		
***	۱۲/۵۵	۰/۰۳۵	۰/۴۳۵	-<-	عامل دوم

***	۱۸/۴۳	۰/۰۳۲	۰/۵۸۶	-<-<-	پوشش سرانه تولید کالا و خدمات
			۱	-<-<-	نسبت پوشش بدهی
۰/۰۰۶	۲/۷۶۶	۰/۰۹۷	۰/۲۶۹	-<-<-	نسبت هزینه‌های فروش
			۱	-<-<-	بهره‌وری تجهیزات
۰/۰۳۸	۲/۰۷۴	۰/۰۵۶	۰/۱۱۷	-<-<-	قیمت تمام شده‌ی آب در نقطه سر به سر
***	۹/۱۶۲	۰/۰۷۳	۰/۶۷۲	-<-<-	گردش مالی
***	۱۰/۸۲	۰/۰۷۹	۰/۸۵۷	-<-<-	نسبت دارایی‌های جاری
			۱	-<-<-	نسبت جاری
***	-۴/۵۵۲	۰/۷۵	۰/۴۱۳	-<-<-	بهای هر مترمکعب آب
***	-۴/۴۴۷	۰/۵۹۵	۰/۶۴۴	-<-<-	سهم هزینه‌های غیر نقدی
***	-۳/۸	۰/۳۳۸	۰/۲۸۶	-<-<-	نسبت مالکانه
***	-۴/۴۵۱	۰/۶	۰/۶۷۲	-<-<-	گردش مالی کل
			۱	<-	قیمت تمام شده‌ی فاضلاب سر به سر
***	۶/۶۲۸	۰/۴۰۲	۰/۶۶۵	<-	نسبت گردش دارایی‌ها
***	۶/۲۳۷	۰/۲۴۴	۰/۵۲۱	<-	فروش به قیمت تمام شده‌ی سر به سر
۰/۰۸	-۱/۷۰۲	۰/۱۴۳	۰/۲۴۴	<-	هزینه‌ی مواد اولیه و انرژی به فروش
			۱	<-	سرمایه‌گذاری برای محصولت فروش رفته
***	۲۲/۴۴۱	۰/۰۴۹	۰/۰۹۸	<-	فروش سرانه هر شاغل
***	۱۹/۷۴۳	۰/۰۴۳	۰/۸۴۲	<-	بهای هر مترمکعب آب
***	-۱۵/۵۰۴	۰/۰۴۲	۰/۶۵۸	<-	بازدهی حقوق صاحبان سهام
			۱	<-	نیروی کار به قیمت تمام شده سر به سر
***	-۳/۳۶۵	۰/۱۳۵	۰/۴۵۵	<-	دارایی ثابت به ارزش ویژه
۰/۰۳	-۲/۱۶۱	۰/۱۵۲	۰/۳۲۹	<-	نسبت بدهی بلند مدت
۰/۰۶	-۱/۸۵۳	۰/۱۴۵	۰/۲۶۹	<-	بدهی جاری به ارزش ویژه
***	۵/۱۵۷	۰/۱۵۹	۰/۸۲۱	<-	نسبت آتی
۰/۹۸	-۰/۰۱۸	۰/۱۳۳	۰/۰۰۲	<-	بهره‌وری مواد اولیه و حیاتی
۰/۰۲	۲/۱۹۱	۰/۱۷۹	۰/۳۹۱	<-	سهم نیروی کار به فروش خالص
***	۵/۹۳۱	۰/۱۸۳	۰/۰۸۳	<-	بازدهی دارایی
***	۸/۰۴۶	۰/۳۵۹	۰/۸۸۵	<-	سرمایه‌ی فعال هر مشترک (آحاد)
***	۸/۲۸	۰/۵۱۴	۰/۴۲۸	<-	سرمایه‌گذاری به ازای هر مشترک (آحاد)
***	-۳/۸۴۴	۰/۱۵۵	۰/۵۹۵	<-	ارزش افزوده
***	-۳/۸۶۱	۰/۱۵	۰/۵۷۷	<-	سرانه هزینه نیروی کار هر مشترک (آحاد)
***	-۵/۴۷۱	۰/۱۵۱	۰/۸۲۷	<-	هزینه‌ی استهلاک به سرمایه‌گذاری طی دوره
			۱	<-	متوسط سرمایه‌ی فعال محصولت فروش رفته
***	۱۷/۵۹۹	۰/۰۶۱	۰/۰۶۷	<-	بهای هر مترمکعب فاضلاب
***	-۵/۵۸۸	۰/۰۵۱	۰/۲۸۲	<-	دوره وصول مطالبات
***	۱۹/۳۱۱	۰/۰۵۳	۰/۰۰۲	<-	حق‌انشعاب به سرمایه‌گذاری طی دوره
***	۴/۱۳۴	۰/۰۶۲	۰/۲۵۸	<-	سود زیان ناخالص
***	-۱۰/۴۶۹	۰/۰۵۸	۰/۶۰۳	<-	رشد بازار (آحاد)

جدول ۵ ضرایب رگرسیونی استاندارد شده میان متغیرهای مشاهده پذیر و متغیرهای مکنون (۱۰ عامل) را همراه با مقادیر t و سطح معنی داری نشان می دهد. نتایج بیانگر آن است که اغلب شاخص ها دارای ضریب رگرسیونی معنی دار هستند، زیرا مقدار t آن ها در بازه اطمینان ± 1.96 قرار دارد و سطح معنی داری آن ها کمتر از ۵ درصد است؛ بنابراین، این شاخص ها باید در مدل همبستگی باقی بمانند. در مقابل، شاخص هایی همچون نسبت هزینه های فروش، قیمت تمام شده آب در نقطه سربه سر، هزینه مواد و انرژی به فروش، نسبت بدهی بلندمدت، بدهی جاری به ارزش ویژه، بهره وری مواد اولیه و سهم نیروی کار به فروش خالص، به دلیل قرار نگرفتن در بازه اطمینان، فاقد اثر معنی دار بوده و باید از مدل حذف شوند. همچنین، نماد *** در ستون سطح احتمال نشان دهنده آن است که مقدار p نزدیک صفر بوده و رابطه رگرسیونی مربوطه با اطمینان بالا تأیید شده است.

جدول ۶: ضرایب رگرسیون استاندارد شده ی متغیرهای قابل مشاهده

آوازه ی شاخص	کد	عامل	بار عاملی
■ سرمایه گذاری به ازای هر مشترک (آحاد)	In.25	Fa_1	۹۹/۴
■ پوشش سرانه مشترکان	In.30	Fa_7	۹۸/۸
■ سرانه سود (زیان) هر مشترک (آحاد)	In.26	Fa_2	۸۱/۱
■ فروش سرانه هر شاغل	In.33	Fa_8	۷۶/۴
■ سرمایه گذاری برای محصول فروش رفته	In.37	Fa_8	۷۱/۸
■ نسبت گردش دارایی ها	In.04	Fa_3	۷۰/۷
■ سرمایه ی فعال هر مشترک (آحاد)	In.24	Fa_1	۷۰/۳
■ بهای هر مترمکعب آب	In.22	Fa_8	۶۷/۵
■ حق اشعاب به سرمایه گذاری طی دوره	In.29	Fa_4	۶۶/۹
■ متوسط سرمایه ی فعال محصول فروش رفته	In.36	Fa_4	۶۶/۸
■ بهای هر مترمکعب فاضلاب	In.23	Fa_4	۶۰/۳
■ پوشش سرانه تولید کالا و خدمات	In.31	Fa_2	۵۸/۵
■ ارزش افزوده به کل داده ها	In.17	Fa_6	۵۸/۳
■ بازدهی حقوق صاحبان سهام	In.14	Fa_8	۵۳/۲
■ فروش به قیمت تمام شده ی سر به سر	In.42	Fa_3	۴۹/۶
■ بهره وری تجهیزات	In.21	Fa_9	۴۴/۹
■ بهای هر مترمکعب آب	In.32	Fa_5	۴۲/۵
■ نسبت دارایی های جاری	In.03	Fa_9	۴۱/۹
■ کل بدهی به ارزش ویژه	In.07	Fa_2	۴۱/۷
■ نسبت پوشش بدهی	In.11	Fa_10	۳۸/۸
■ گردش مالی کل	In.34	Fa_5	۳۴/۷
■ سهم هزینه های غیر نقدی	In.44	Fa_5	۳۴/۵
■ رشد بازار (آحاد)	In.15	Fa_4	۳۴/۵
■ گردش مالی	In.18	Fa_9	۳۰/۲
■ نرخ تشکیل سرمایه	In.19	Fa_7	۲۹/۳
■ نیروی کار به قیمت تمام شده سر به سر	In.40	Fa_1	۲۸/۶

۲۸/۵	Fa_1	<---	In.13	■ بازدهی دارایی
۲۵/۹	Fa_3	<---	In.39	■ قیمت تمام شده‌ی فاضلاب سر به سر
۲۴/۸	Fa_1	<---	In.35	■ هزینه‌ی استهلاک به سرمایه‌گذاری طی دوره
۲۲/۶	Fa_1	<---	In.02	■ نسبت آبی
۲۰/۴	Fa_6	<---	In.27	■ سرانه سود (زیان) انباشته هر مشترک (آحاد)
۱۸/۲	Fa_4	<---	In.05	■ دوره وصول مطالبات
۱۷/۸	Fa_5	<---	In.10	■ نسبت مالکانه
۱۵/۲	Fa_1	<---	In.16	■ ارزش افزوده
۱۵/۲	Fa_1	<---	In.28	■ سرانه هزینه نیروی کار هر مشترک (آحاد)
۱۳/۴	Fa_5	<---	In.01	■ نسبت جاری
۱۳/۴	Fa_4	<---	In.12	■ سود زیان ناخالص
۱۲/۹	Fa_1	<---	In.06	■ دارایی ثابت به ارزش ویژه
۸/۴	Fa_1	<---	In.41	■ سهم نیروی کار به فروش خالص
۰/۱	Fa_1	<---	In.20	■ بهره‌وری مواد اولیه و حیاتی

جدول ۷ نشان می‌دهد ضرایب همبستگی میان متغیرهای پنهان مستقل (۱۰ عامل) عمدتاً در سطح قابل قبول قرار دارند و بیش‌ترین مقدار همبستگی میان عامل‌های دوم و هشتم (۹۹/۲ درصد) و کم‌ترین میان عامل‌های هفتم و چهارم مشاهده می‌شود. وجود ناهمسانی میان ضرایب همبستگی طبیعی است، اما برخی ضرایب به دلیل بی‌معنی بودن آماری (قرار نداشتن در بازه‌ی اطمینان $\pm 1/96$ و بزرگ‌تر بودن سطح احتمال از ۵ درصد) باید از مدل حذف شوند؛ مانند همبستگی میان عامل‌های چهارم و نهم، در مقابل، همبستگی‌های قوی مانند روابط میان عامل‌های دوم و هشتم، دوم و چهارم، دوم و دهم و هفتم و دوم، از اهمیت مدیریتی بالایی برخوردارند. به‌ویژه وابستگی بسیار زیاد میان عامل‌های دوم و هشتم که بیش‌ترین ضریب همبستگی را دارند، باید بیش‌ترین توجه مدیریت ارشد صنعت آب و فاضلاب را به خود معطوف کند.

جدول ۷: ضرایب همبستگی میان متغیرهای پنهان (۱۰ عامل شناسایی شده)

Latent Variable			Estimate	S.E.	C.R.	P
Fa_2	<----->	Fa_8	۰/۹۹۲	۰/۰۶۴	۱۵/۵۳۵	***
Fa_2	<----->	Fa_4	۰/۵۹۸	۰/۰۴۴	۱۳/۶۶۲	***
Fa_8	<----->	Fa_4	۰/۵۶۱	۰/۰۳۹	۱۴/۴۰۵	***
Fa_2	<----->	Fa_10	۰/۳۶	۰/۰۵۵	۶/۵۵۵	***
Fa_7	<----->	Fa_2	۰/۳۳۳	۰/۰۴۶	-۷/۲۰۹	***
Fa_7	<----->	Fa_8	۰/۲۸۷	۰/۰۴	-۷/۲۱۹	***
Fa_9	<----->	Fa_3	۰/۲۲۴	۰/۰۳۷	۶/۴۲۰	***
Fa_2	<----->	Fa_1	۰/۱۹۶	۰/۰۲۸	-۷/۰۲۴	***
Fa_6	<----->	Fa_9	۰/۱۴۶	۰/۰۳۱	-۴/۸۰۱	***
Fa_2	<----->	Fa_9	۰/۱۴۵	۰/۰۴۴	۳/۲۶۱	۰/۰۰۱
Fa_10	<----->	Fa_9	۰/۱۳۵	۰/۰۳۹	۳/۴۲۹	***
Fa_10	<----->	Fa_8	۰/۱۳۴	۰/۰۳۹	۳/۴۴۴	***
Fa_5	<----->	Fa_8	۰/۱۲۴	۰/۰۳۱	-۴/۵۵۸	***
Fa_9	<----->	Fa_10	۰/۱۰۹	۰/۰۱۷	۶/۲۴۸	***
Fa_5	<----->	Fa_4	۰/۰۸۸	۰/۰۲	-۴/۴۸	***
Fa_7	<----->	Fa_10	۰/۰۷۴	۰/۰۱۴	۵/۴۶۳	***
Fa_7	<----->	Fa_9	۰/۰۶۴	۰/۰۱۵	۴/۱۹۵	***

Fa_3	<----->	Fa_1	۰/۰۵۶	۰/۰۱۱	۴/۹۲۴	***
Fa_3	<----->	Fa_4	۰/۰۵۳	۰/۰۱۳	-۴/۰۲۱	***
Fa_7	<----->	Fa_3	۰/۰۵۱	۰/۰۱۱	۴/۵۷۲	***
Fa_9	<----->	Fa_4	۰/۰۴۸	۰/۰۲۵	-۱/۹۵۲	۰/۰۵۱
Fa_7	<----->	Fa_5	۰/۰۴۷	۰/۰۱۲	۳/۹۶	***
Fa_10	<----->	Fa_5	۰/۰۴۵	۰/۰۱۴	-۳/۳۳	***
Fa_9	<----->	Fa_5	۰/۰۳۸	۰/۰۱۲	-۳/۳۳۱	***
Fa_10	<----->	Fa_4	۰/۰۲۶	۰/۰۲۹	۰/۸۹۸	۰/۳۶۹
Fa_5	<----->	Fa_1	۰/۰۲۱	۰/۰۰۶	۳/۷۳۸	***
Fa_10	<----->	Fa_3	۰/۰۲۱	۰/۰۱۷	۱/۲۴	۰/۲۱۵
Fa_10	<----->	Fa_1	۰/۰۱۶	۰/۰۱۱	-۱/۴۰۶	۰/۱۶
Fa_6	<----->	Fa_5	۰/۰۱۶	۰/۰۰۵	۲/۹۹۱	۰/۰۰۳
Fa_9	<----->	Fa_8	۰/۰۱۲	۰/۰۳۲	۰/۳۶۴	۰/۷۱۶
Fa_6	<----->	Fa_7	۰/۰۰۷	۰/۰۰۵	-۱/۴۸۴	۰/۱۳۸
Fa_6	<----->	Fa_4	-۰/۰۰۷	۰/۰۰۹	-۰/۷۳۸	۰/۴۶۱
Fa_5	<----->	Fa_3	-۰/۰۰۷	۰/۰۰۴	-۱/۸۴۲	۰/۰۶۵
Fa_6	<----->	Fa_1	-۰/۰۱۸	۰/۰۰۵	-۳/۴۴۱	***
Fa_2	<----->	Fa_3	-۰/۰۲۳	۰/۰۱۹	-۱/۲۰۸	۰/۲۲۷
Fa_7	<----->	Fa_10	-۰/۰۲۴	۰/۰۱۵	-۱/۵۷۲	۰/۱۱۶
Fa_6	<----->	Fa_8	-۰/۰۳۱	۰/۰۱۳	-۲/۴۱۷	۰/۰۱۶
Fa_6	<----->	Fa_3	-۰/۰۵۱	۰/۰۱۳	-۳/۹۳۶	***
Fa_3	<----->	Fa_8	-۰/۰۶۷	۰/۰۱۷	-۳/۹۱۸	***
Fa_6	<----->	Fa_10	-۰/۰۶۸	۰/۰۱۹	-۳/۵۹۵	***
Fa_6	<----->	Fa_2	-۰/۱۰۱	۰/۰۲۵	-۴/۱۱۷	***
Fa_1	<----->	Fa_4	-۰/۱۲۳	۰/۰۱۷	-۷/۰۵۱	***
Fa_8	<----->	Fa_1	-۰/۱۶۴	۰/۰۲۳	-۷/۰۸۷	***
Fa_2	<----->	Fa_5	-۰/۲۰۶	۰/۰۴۵	-۴/۶۰۹	***
Fa_7	<----->	Fa_4	-۰/۲۳۱	۰/۰۳۲	-۷/۲۴۱	***

یافته‌های مدل ثانویه (ارتباط متغیرهای پنهان مستقل با ارزیابی عملکرد - متغیر وابسته)

نتایج مدل ثانویه پژوهش، شناسایی بارهای عاملی ۱۰ عامل شناسایی شده بر متغیر پنهان وابسته‌ی ارزیابی عملکرد مالی صنعت آب و فاضلاب را نشان می‌دهد که هدف اصلی پژوهش است. تحلیل عاملی تأییدی در AMOS۲۳ برای اندازه‌گیری ضرایب رگرسیونی متغیرهای قابل اندازه‌گیری بر متغیرهای پنهان مستقل و بارهای عاملی آن‌ها استفاده شد. این نتایج، اطلاعات دقیق و قابل اطمینانی برای مدیریت ارشد فراهم می‌کند تا برنامه‌های بهبود و راهبردهای عملیاتی مالی آتی را بر اساس داده‌های معتبر طراحی و اجرا کنند.

جدول ۸: ضرایب‌های رگرسیون استاندارد شده‌ی متغیرهای پنهان مستقل (۱۰ عامل) بر متغیر وابسته‌ی پنهان ارزیابی عملکرد مالی

	Observed	Estimate	S.E.	C.R.	p0
عامل هفتم	---<---	ارزیابی عملکرد	۰/۹۱۶	۰/۰۷۱	-۱۲/۸۲۸ ***
عامل ششم	---<---	ارزیابی عملکرد	۰/۳۱۶	۰/۰۳۷	-۸/۴۶۳ ***
عامل دوم	---<---	ارزیابی عملکرد	۰/۱۳۱	۰/۰۴۲	۲۷/۰۶۱ ***
عامل نهم	---<---	ارزیابی عملکرد	۰/۱۹۶	۰/۰۴۸	۴/۱۰۸ ***
عامل دهم	---<---	ارزیابی عملکرد	۰/۱۴۳	۰/۰۴۵	۳/۱۷۱ ***
عامل پنجم	---<---	ارزیابی عملکرد	۰/۳۱۲	۰/۰۴۱	-۷/۲۵ ***
عامل سوم	---<---	ارزیابی عملکرد	۰/۲۱۹	۰/۰۴۸	-۴/۵۹۴ ***
عامل هشتم	---<---	ارزیابی عملکرد	۰/۹۶۶	۰/۰۵۲	۱۸/۵۱۵ ***

عامل یکم	---<	ارزیابی عملکرد	۰/۶۹۷	۰/۰۴۷	۱۴/۷۵۶	***
عامل چهارم	---<	ارزیابی عملکرد	۰/۶۶۵	۰/۰۴۴	۱۵/۱۹۸	***

به بر اساس جدول ۸، ضریب‌های رگرسیونی (بارهای عاملی) شاخص‌های ۱۰ عامل پنهان، درجه اهمیت آن‌ها بر ارزیابی عملکرد مالی صنعت آب و فاضلاب را نشان می‌دهد. شاخص‌های عامل هشتم با ۹۶/۶٪ و عامل هفتم با ۹۱/۶٪ بیشترین تأثیر را دارند و باید بیشترین توجه مدیریت ارشد و مدیران بخشی را به خود معطوف کنند، در حالی که شاخص‌های عامل اول (۶۹/۷٪) و چهارم (۶۶/۷٪) در سطح مطلوب هستند و نیز مورد توجه قرار گیرند. شاخص‌های عامل دوم، پنجم و ششم با ضریب‌های ۳۳/۱٪، ۳۱/۱٪ و ۳۱/۶٪ در سطح ضعیف‌تر، اما همچنان قابل توجه‌اند، در حالی که شاخص‌های عامل سوم، نهم و دهم با ضریب‌های ۲۱/۹٪، ۱۹/۶٪ و ۱۴/۳٪ ضعیف بوده و باید از مدل حذف شوند. بنابراین، شاخص‌های مرتبط با عامل‌های هشتم، هفتم، یکم و چهارم برای مدیریت ارشد صنعت و شرکت‌های استانی اولویت دارند و تمامی ضرایب با اطمینان ۹۵٪ معنی‌دار هستند، نشان‌دهنده اهمیت اطلاعات حاصل از تحلیل عاملی تأییدی در تصمیم‌گیری‌های راهبردی مالی است.

$$\text{Fine} = 96/6\text{Fa}_{08} + 91/6\text{Fa}_{07} + 69/9\text{Fa}_{01} + 66/5\text{Fa}_{06} + \delta(1)$$

در این معادله: Fine: ارزیابی عملکرد مالی، Fa_08: شاخص‌های ارزیابی عملکرد مالی عامل هشتم، Fa_07: شاخص‌های ارزیابی عملکرد مالی عامل هفتم، Fa_01: شاخص‌های ارزیابی عملکرد مالی عامل یکم و Fa_06: شاخص‌های ارزیابی عملکرد مالی عامل ششم.

بررسی دقیق‌تر متغیرهای قابل اندازه‌گیری با استفاده از جدول ۹ انجام شد. این جدول، نقش مهمی در تشخیص شاخص‌های معتبر و حذف شاخص‌های فاقد معناداری آماری برای پژوهش‌گر و مدیریت ارشد صنعت آب و فاضلاب دارد. مطابق نتایج ستون سطح معنی‌داری (p)، هر شاخصی که مقدار آماره‌ی آزمون آن در بازه‌ی اطمینان ± 1.96 قرار نگیرد، فاقد تأثیر معنادار بر متغیر مکنون مربوطه بوده و باید از مدل حذف شود. بر این اساس، شاخص‌هایی همچون نسبت هزینه‌های فروش (IN_45) از عامل دهم، قیمت تمام‌شده‌ی آب (IN_38) از عامل نهم، بهای هر مترمکعب آب (IN_32) از عامل پنجم، هزینه مواد اولیه و انرژی به فروش (IN_43) از عامل سوم، بهره‌وری تجهیزات و نیز بهره‌وری مواد اولیه و حیاتی (IN_20) از عامل اول، و سهم نیروی کار به فروش خالص (IN_41) از عامل اول، معنادار نیستند و از مدل حذف می‌شوند. حذف این شاخص‌ها به بهبود برازش مدل و افزایش دقت اندازه‌گیری عوامل پنهان کمک می‌کند.

جدول ۹: ضرایب رگرسیونی متغیرهای قابل اندازه‌گیری بر متغیرهای پنهان (۱۰ عامل شناسایی شده)

		Latent Variable	Estimate	S.E.	C.R.	P
In.27	<-----	Fa_6	۱			
In.17	<-----	Fa_6	-۰/۱۱۶	۰/۰۳۴	-۳/۳۹۶	***
In.19	<-----	Fa_7	۱			
In.30	<-----	Fa_7	-۱/۱۶۴	۰/۰۶۳	-۱۸/۴۲۳	***
In.26	<-----	Fa_2	۱			
In.07	<-----	Fa_2	۰/۲۳۱	۰/۰۲۴	۹/۸۰۴	***
In.31	<-----	Fa_2	۰/۲۷۲	۰/۰۲۲	۱۲/۰۹	***
In.11	<-----	Fa_10	۱			
In.45	<-----	Fa_10	۰/۰۶	۰/۰۳۹	۱/۵۴۲	۰/۱۲۳
In.21	<-----	Fa_9	۱			
In.38	<-----	Fa_9	۰/۰۰۵	۰/۰۴۵	۱/۱۱۱	۰/۹۱۲

In.18	<-----	Fa_9	۰/۲۱۷	۰/۰۵۱	۴/۲۲۶	***
In.01	<-----	Fa_5	۱			
In.32	<-----	Fa_5	۰/۰۲۸	۰/۰۴۱	۰/۷	۰/۴۸۴
In.44	<-----	Fa_5	-۰/۲۵	۰/۰۴	-۶/۲۹۹	***
In.10	<-----	Fa_5	-۰/۱۱۱	۰/۰۳۷	-۳/۰۳۶	***
In.34	<-----	Fa_5	-۰/۱۴۷	۰/۰۳۹	-۳/۷۴۱	***
In.39	<-----	Fa_3	۱			
In.04	<-----	Fa_3	۰/۲۹۸	۰/۰۵۱	۵/۸۲۳	***
In.42	<-----	Fa_3	۰/۲۰۸	۰/۰۴۱	۵/۰۲۳	***
In.43	<-----	Fa_3	-۰/۰۳	۰/۰۴۸	-۰/۶۲۴	۰/۵۲۳
In.03	<-----	Fa_9	۰/۲۲۹	۰/۰۵۲	۴/۴۴۱	***
In.37	<-----	Fa_8	۱			
In.33	<-----	Fa_8	۰/۷۴۶	۰/۰۲۸	۲۶/۹۱۷	***
In.22	<-----	Fa_8	۰/۶۳۴	۰/۰۲۴	۲۶/۱۹۹	***
In.14	<-----	Fa_8	-۰/۴۱۸	۰/۰۲۶	-۱۵/۸۹۵	***
In.40	<-----	Fa_1	۱			
In.06	<-----	Fa_1	-۰/۱۲۱	۰/۰۲۸	-۴/۳۰۱	***
In.09	<-----	Fa_1	-۰/۰۸۵	۰/۰۳۳	-۲/۵۶۳	***
In.08	<-----	Fa_1	-۰/۰۷۷	۰/۰۳۲	-۲/۴۱۶	***
In.02	<-----	Fa_1	۰/۲۲۵	۰/۰۲۹	۷/۷۸۱	***
In.20	<-----	Fa_1	۰/۰۰۱	۰/۰۳	۰/۰۲۷	۰/۹۷۹
In.15	<-----	Fa_4	-۰/۳۳۷	۰/۰۳۲	-۱۰/۴۵۲	***
In.41	<-----	Fa_1	۰/۱۱۱	۰/۰۳۹	۲/۸۴۴	۰/۰۰۴
In.13	<-----	Fa_1	۰/۲۹۵	۰/۰۳	۹/۸۳۱	***
In.24	<-----	Fa_1	۰/۸۰۲	۰/۰۲۹	۲۷/۳۵۶	***
In.25	<-----	Fa_1	۱/۲۲۸	۰/۰۳۲	۳۸/۷۸۴	***
In.16	<-----	Fa_1	-۰/۱۶۳	۰/۰۳۱	-۵/۲۰۹	***
In.28	<-----	Fa_1	-۰/۱۵۸	۰/۰۳	-۵/۲۳۶	***
In.35	<-----	Fa_1	-۰/۲۲۸	۰/۰۲۶	-۸/۶۵۵	***
In.36	<-----	Fa_4	۱			
In.23	<-----	Fa_4	۰/۵۵۳	۰/۰۳۲	۱۷/۳۰۳	***
In.05	<-----	Fa_4	-۰/۲۱۸	۰/۰۲۹	-۷/۶۴۸	***
In.29	<-----	Fa_4	۰/۵۲۵	۰/۰۲۷	۱۹/۱۲۸	***
In.12	<-----	Fa_4	۰/۲۸۲	۰/۰۳۵	۷/۹۸۸	***
In.15	<-----	Fa_4	-۰/۳۳۷	۰/۰۳۲	-۱۰/۴۵۲	***

برازش مدل ثانویه (آزمون‌های نیکویی برازش)

برازش مدل به معنای توانایی مدل پیشنهادی در بازتولید داده‌های پژوهش و پشتیبانی از مفروضات پژوهش توسط داده‌های تجربی است. از دیدگاه آماری، معیارهای نیکویی برازش نشان می‌دهند که آیا مدل اولیه پژوهش قادر به بازتولید کوواریانس‌های متغیرهای قابل مشاهده است یا خیر. در تحلیل عاملی تأییدی و سایر شیوه‌های مدل‌سازی معادلات ساختاری، انجام آزمون‌های نیکویی برازش ضروری است تا اعتبار علمی مدل تضمین شود؛ در این پژوهش، تعدادی از شاخص‌های بنیادین نیکویی برازش، مطابق جدول‌های ۱۰ و ۱۱ ارائه شده‌اند.

جدول ۱۰: آزمون‌های CMIN از شاخص‌های بنیادین نیکویی برازش مدل‌های ساختاری

Model	NPAR	CMIN	DF	P	CMIN/DF
Default Model	90	14,185	945	0	15/01
Saturated Model	1,030	-	0		

Model	NPAR	CMIN	DF	P	CMIN/DF
Independence Model	45	17,793	990	0	17/973

به شرح جدول ۱۱، مقدار ستون CMIN همان مقدار آزمون کای دو است (۱۵.۰۱) و (P) در این جدول، سطح تحت پوشش آماره‌ی آزمون کای دو (χ^2) بوده، که مقدار آن صفر است. مقدار سطح معنی‌داری آزمون، از سطح اطمینان α (۵ درصد) کمتر است، لذا، در سطح اطمینان حداقل ۹۵ درصد اطمینان، مدل برازش مناسبی را ارائه نمی‌دهد. مقدار کای مربع بهنجار (CMIN/DF)، که دستاورد تقسیم مقدار کای مربع به درجه‌ی آزادی است، مقدار آن میان یک و دو باید باشد.

جدول ۱۲: آزمون‌های نیکویی برازش ریشه دوم مربعات خطای برآوردی (RMSEA)

Model	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE
Default Model	0/132	0/130	0/134	0/000
Independence Model	0/145	0/143	0/147	0/000

شاخص RMSEA مدل اولیه معادلات ساختاری برابر ۰,۱۳۲ و ماتریس کوواریانس خطای باقی‌مانده بزرگ بود که نشان می‌داد برازش مدل مطلوب نیست و داده‌های تجربی با مدل نظری مطابقت کافی ندارند. برای بهبود برازش، از نرم‌افزار AMOS23 و دستور Modification Indices استفاده شد تا مسیرهای رگرسیونی، ضرایب همبستگی و متغیرهای قابل‌اندازه‌گیری با متغیرهای پنهان اصلاح شوند. همچنین، متغیرهای قابل‌اندازه‌گیری بی‌معنی حذف شدند و مدل نهایی بازشناسی شد تا روابط میان متغیرهای مستقل پنهان و ارزیابی عملکرد مالی شرکت‌های صنعت آب و فاضلاب در بازه ۱۳۷۸ تا ۱۴۰۰ با دقت بیشتری نشان داده شود.

جدول ۱۳: مسیرهای رگرسیونی برای اصلاح و بررسی مدل

مسیرهای بارهای عاملی و متغیرهای قابل‌اندازه‌گیری	M.I.	Par Change
شاخص آنی <-----	عامل پنجم ۵۶۰/۷	۰/۸۴۳
نسبت بدهی بلند مدت <-----	عامل دهم ۳۰۷/۹	۰/۸۳۴
شاخص جاری <-----	شاخص آنی ۵۳۱/۸	۰/۸۱۷
بدهی جاری به ارزش ویژه <-----	نسبت مالکانه ۴۰۴/۶	۰/۷۷۵
نسبت بدهی بلند مدت <-----	دارایی ثابت به ارزش ویژه ۳۴۵	۰/۷۶۹
شاخص آنی <-----	شاخص جاری ۵۷۵/۱	۰/۷۵۷
بهره‌وری مواد اولیه و حیاتی <-----	عامل نهم ۲۲۳/۳	۰/۶۷۱
نرخ تشکیل سرمایه <-----	حق‌انشعاب به سرمایه‌گذاری ۱۷۳/۵	۰/۶۶۴
نسبت مالکانه <-----	بدهی جاری به ارزش ویژه ۳۸۷/۳	۰/۶۲۹
نسبت پوشش بدهی <-----	دارایی ثابت به ارزش ویژه ۲۲۳/۹	۰/۶۲۷
دارایی ثابت به ارزش ویژه <-----	عامل دهم ۲۳۳/۸	۰/۶۱۲
سرمایه در فعال کارکنان <-----	بهره‌وری مواد اولیه و حیاتی ۲۵۸/۱	۰/۶۱۱
بهره‌وری مواد اولیه و حیاتی <-----	پوشش سرانه تولید کالا و خدمات ۳۳۰	۰/۶۰۸
نسبت پوشش بدهی <-----	نسبت بدهی بلندمدت ۲۹۲	۰/۶۰۸
نرخ تشکیل سرمایه <-----	پوشش سرانه تولید کالا و خدمات ۱۷۴/۳	۰/۶۰۷
نسبت بدهی بلند مدت <-----	نسبت پوشش بدهی ۳۰۶/۷	۰/۶۰۵
سرمایه در فعال مشترک (آحاد) <-----	پوشش سرانه تولید کالا و خدمات ۲۴۸/۲	۰/۵۶۹

۰/۵۵۶	۲۴۵/۲	کل بدهی به ارزش ویژه	-<-----	نسبت بدهی بلند مدت
۰/۵۵۳	۳۵۰	نسبت بدهی بلند مدت	-<-----	دارایی ثابت به ارزش ویژه
۰/۵۴۲	۱۲۵/۳	عامل نهم	-<-----	سرمایه در فعال کارکنان
۰/۵۳۲	۳۲۵/۱	دارایی ثابت به ارزش ویژه	-<-----	بهای هر مترمکعب فاضلاب
۰/۵۲۹	۷۳/۵۳	عامل نهم	-<-----	نرخ تشکیل سرمایه
۰/۴۹۷	۱۴۵/۲	بهره‌وری مواد اولیه و حیاتی	-<-----	بهره‌وری تجهیزات

انتخاب مدل ارزیابی بهینه:

در این پژوهش، به منظور شناسایی شاخص‌های مالی مناسب برای ارزیابی عملکرد صنعت آب و فاضلاب، از ترکیب تحلیل عاملی اکتشافی و تأییدی بهره گرفته شد و کارآمدی مدل علمی پیشنهادی در مقایسه با مدل کنونی ارزیابی صنعت بررسی گردید. در نظام فعلی ارزیابی، شاخص‌های استخراج شده از صورت‌های مالی شرکت‌ها در نرم‌افزار ثبت و بر اساس میزان مطلوبیت، از بهترین تا بدترین مرتب‌سازی و در چهار گروه الف تا د طبقه‌بندی می‌شوند و امتیاز نهایی شرکت‌ها بر پایه این رتبه‌بندی تعیین می‌گردد. به منظور مقایسه نتایج مدل‌های پژوهش (EFA و CFA) با مدل موجود و انتخاب مدل بهینه، از تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده شد و با توجه به ویژگی‌های هر مدل و نظرات هیئت‌مدیره شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، مدل مناسب ارزیابی عملکرد مالی صنعت تعیین گردید.

در این پژوهش، شاخص‌های ارزیابی عملکرد با تأکید بر سه ویژگی اصلی شامل مدل پذیری ریاضی، قابلیت اعتماد و تحلیل حساسیت و توسعه انتخاب شده و بر مبنای آن‌ها درخت سلسله‌مراتبی با سه شاخص و سه گزینه شامل مدل کنونی، تحلیل عاملی اکتشافی و تحلیل عاملی تأییدی تشکیل شد. مقایسه‌های زوجی توسط چهار عضو هیئت‌مدیره شرکت مهندسی آب و فاضلاب انجام گرفت و نتایج نشان داد که مدل تحلیل عاملی تأییدی با کسب بیشترین وزن نسبی، مناسب‌ترین گزینه برای ارزیابی عملکرد مالی شرکت‌هاست؛ درحالی‌که مدل کنونی کمترین وزن را دریافت کرد. امتیاز نهایی حاصل از ترکیب وزن شاخص‌ها نیز تأیید کرد که مدل تحلیل عاملی تأییدی با ۶۶ درصد بالاترین کارایی را دارد و پس از آن مدل اکتشافی با ۲۴ درصد قرار می‌گیرد. همچنین نرخ سازگاری کمتر از ۰/۱۰ در همه مقایسه‌ها بیانگر اعتبار و سازگاری قابل قبول قضاوت‌ها در فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی است.

پاسخ به سؤال‌ها تأیید فرضیه‌ها (ضرایب همبستگی میان شاخص‌ها)

• **سؤال یک: شاخص‌های گروهی اثربخش (عامل‌های ۱۰ گانه) بر ارزیابی عملکرد عملیاتی مالی صنعت آب و فاضلاب کشور کدام‌اند؟** در پاسخ به این سؤال، به شرح جدول ۷، از مجموع شاخص‌های گروه‌بندی شده در ۱۰ عامل، عامل‌های زیر در ارزیابی عملکرد مالی صنعت، مؤثرند: شاخص‌های عامل هفتم ۹۱/۶ درصد، شاخص‌های عامل اول ۶۹/۷ درصد، شاخص‌های مالی عامل چهارم ۶۶/۷ درصد، شاخص‌های عامل هشتم ۹۶/۶ درصد، شاخص‌های عامل هفتم با ۱۴/۳ درصد.

• **سؤال دوم: برتری شاخص‌های عامل‌های ۱۰ گانه بر ارزیابی عملکرد عملیاتی مالی در صنعت آب و فاضلاب کشور کدام‌اند؟** به شرح جدول ۸، شاخص‌های بهینه مؤثر بر ارزیابی عملکرد در صنعت آب و فاضلاب شاخص‌های عامل هشتم با بار عاملی ۹۶/۶ و بعد از آن شاخص‌های عامل دوم با بار عاملی ۹۱/۶ درصد می‌باشند. کم‌ترین کارسازی به عامل دهم با بار عاملی ۱۴/۳ است.

• **سؤال سوم: مدل بهینه برای ارزیابی عملکرد شرکت‌های آب و فاضلاب کدام است؟** پاسخ به این سؤال به شرح بند برگزیدن مدل ارزیابی بهینه مدل مورد استفاده در پژوهش همان تحلیل عاملی تأییدی است که با شیوه‌ی تحلیل سلسله مراتبی توسط نظر اعضای هیئت‌مدیره‌ی شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور (شرکت هلدرا)، برگزیده شده است.

• **فرضیه‌ی یک: میان انواع شاخص‌های ارزیابی عملکرد مالی و اقتصادی (۱۰ عامل) در صنعت آب و فاضلاب رابطه‌ای مثبت و معنی‌داری وجود دارد.** به شرح جدول ۶ از مجموع ضرایب همبستگی میان متغیرهای مستقل (۱۰ عامل) (یعنی ۴۵ ضریب همبستگی) فقط ۷ ضریب همبستگی (عامل دوم با عامل چهارم با ضریب همبستگی ۵۹/۸ درصد، عامل دوم با عامل هشتم با ضریب همبستگی ۹۹/۲ درصد، عامل هشتم با عامل چهارم با ضریب همبستگی ۵۶/۱ درصد، عامل دوم با عامل دهم با ضریب همبستگی ۰/۳۶ درصد و عامل هفتم با عامل دوم با ضریب همبستگی ۳۳/۳ درصد) در سطح بهینه و معنی‌داری هستند و سایر ضرایب بسیار ضعیف بوده و مورد توجه مدیریت ارشد و بخشی صنعت، نیستند.

• **فرضیه‌ی دوم: هر یک از شاخص‌های ارزیابی عملکرد عملیاتی مالی در صنعت آب و فاضلاب کشور وضعیت مطلوبی دارند.** برای تأیید این فرضیه از آزمون میانگین تک متغیره در بستر نرم‌افزار آماری Minitab 17.1 استفاده شد که میانگین قابل مقایسه، میانگین هر شاخص بوده است. برپایه‌ی محاسبات، مقدار سطح معنی‌داری آزمون مجموع شاخص‌ها از سطح α بیش‌تر است، لذا، با اطمینان ۹۵ درصد، فرض H_1 پذیرفته نمی‌شود و فرض H_0 پذیرفته می‌شود و نتیجه این‌که شاخص‌های ارزیابی عملکرد عملیاتی مالی در صنعت آب و فاضلاب کشور، وضعیت مطلوبی دارند.

تجزیه و تحلیل و نتیجه‌گیری

واحدهای نهادی برای تحقق رسالت خود نیازمند بهبود مستمر عملکرد هستند؛ امری که تنها با استقرار نظام‌های ارزیابی عملکرد کارآمد، تولید اطلاعات دقیق و تحلیل علمی داده‌ها امکان‌پذیر است. مدیریت بدون اندازه‌گیری منظم فعالیت‌ها و دسترسی به اطلاعات معتبر قادر به تصمیم‌گیری بهینه نیست و اطلاعات به‌عنوان دارایی راهبردی باید نظام‌مند جمع‌آوری، تحلیل و در تصمیم‌سازی به‌کار گرفته شود. در صنعت آب و فاضلاب، به‌واسطه سرمایه‌گذاری‌های گسترده، محدودیت منابع، بحران‌های آب و ضرورت پاسخ‌گویی به ذی‌نفعان، استفاده از مدل‌های کمی و سامانه‌های جامع اطلاعات مدیریت ضرورتی اساسی است. نهادهای تصمیم‌سازی مطالعات مالی و تحلیل‌های علمی در کنار توسعه زیرساخت‌های فیزیکی، پیش‌شرط تصمیم‌گیری اقتصادی و دستیابی به اهداف راهبردی شرکت‌ها و وزارت نیرو به‌شمار می‌آید.

شرکت‌های آب و فاضلاب به‌عنوان بزرگ‌ترین واحدهای نهادی کشور در تأمین و توزیع آب و خدمات فاضلاب، برای دستیابی به اهداف قانونی و پاسخ‌گویی به دولت، ناگزیر به استفاده از اطلاعات دقیق و قابل‌اتکا هستند؛ اطلاعاتی که تنها از طریق مدل‌های کمی و شیوه‌های علمی تصمیم‌گیری به دست می‌آید. تصمیم‌گیری اثربخش، در گرو تحلیل علمی داده‌ها و توجه هم‌زمان به محدودیت منابع، شرایط آینده و عوامل محیطی است و مدل‌های کمی ابزار اصلی مدیریت برای بهینه‌سازی منابع و تحقق برنامه‌های راهبردی محسوب می‌شوند. استقرار سامانه‌های جامع ارزیابی عملکرد مبتنی بر مدل‌های علمی در سطح شرکت‌های استانی و شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، امکان سنجش جایگاه، برتری و عملکرد مالی شرکت‌ها را فراهم می‌کند. هرچند به‌کارگیری مدل‌های متعدد کمی و تبدیل داده‌های خام به اطلاعات قابل‌اتکا نیازمند دانش تخصصی و مهارت‌های نرم‌افزاری است، اما مزایای مدیریتی و راهبردی حاصل از آن، هزینه‌های اجرا را توجیه کرده و استفاده نظام‌مند از این مدل‌ها را برای واحدهای نهادی ضروری می‌سازد.

منابع

ابارشی، ا.، حسینی، ی.، (۱۳۹۱) "مدل سازی معادلات ساختاری"، تهران، انتشارات جامعه شناسان.

امیری، م.، کرمی، ش.، (۱۳۹۳) "کنترل کیفیت و تحلیل آماری با Minitab¹⁷"، تهران، انتشارات کیان رایانه سبز.

آیین نامه‌ی ارزیابی عملکرد دستگاه‌های اجرایی مصوب هیئت وزیران در تاریخ ۱۳۸۱/۱۰/۲۸ به شماره‌ی ۴۴-۶۴۲/ت ۲۷۷۰۱ هـ

پاینده نجف آبادی، ت.، امید نجف آبادی، م.، (۱۳۹۴) "تحلیل ساختاری تأییدی - معادله‌یابی معادلات ساختاری"، تهران انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.

خشایی، م.، داودآبادی، م.، (۱۳۸۸) "طرح ریزی و استقرار نظام فراگیر ارزیابی عملکرد در شرکت‌های آب و فاضلاب"، تهران، سومین کنفرانس بین‌المللی بودجه‌ریزی عملیاتی.

خلیلی، م.، یقین‌لو، م.، جواهردشتی، ف.، (۱۳۸۴) "مدیریت بر مبنای عملکرد - فاصله از تئوری تا اجرا"، ماهنامه‌ی تدبیر، نشریه‌ی سازمان مدیریت صنعتی، سال سوم، شماره‌ی ۴۱.

داودآبادی، م.، شالپوش، ش.، نوراله‌زاده، ر.، (۱۳۹۹) "شاخص‌های بنیادین ارزیابی عملکرد مالی صنعت آب و فاضلاب (تئوری تا عمل و کاربردهای عملیاتی) - جلد اول و دوم"، مشهد، انتشارات آستان قدس رضوی.

دفتر ارزیابی عملکرد مدیریت، سازمان مدیریت و راهبردی (۱۳۸۹) "تبیین دانسته‌ها، جایگاه قانونی و ساختار ارزیابی عملکرد مدیریت".

دفتر راهبردی شرکت‌ها (۱۳۸۸) "گزارش شناخت سوبه‌های مدیریت نقدینگی در شرکت‌ها"، تهران، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور.

دفتر نظارت مالی، بودجه و مجامع عمومی (۱۳۹۱) "راهنمای الگوی یکپارچه گزارشگری صورت‌های مالی"، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور.

سرمد، ز.، بازرگان، ع.، حجازی، ا.، (۱۳۷۶) "روش‌های تحقیق در علوم رفتاری"، تهران، نشر آگه.

فرید، ا.، (۱۳۹۸) "مدل سازی معادلات ساختاری در داده‌های پرسشنامه‌ای با کمک نرم‌افزار AMOS"، تهران، انتشارات مهرگان قلم.

Nelarine, C. & G. Larraine (2010); Performomance Management: Strategy, Systemsand Rewards; Thomson Learning, London.

Field, A. (2000). Discovering Statistics using SPSS for Windows. London – Thousand Oaks – New Delhi: Sage publications.

Habing, B. (2003); Exploratory Factor Analysis. Website: <http://www.stat.sc.edu/~habing/courses/530EFA.pdf> (accessed 10 May 2004).

Fereshteh, Z & et all (2019); Exploratory Factor Analysis for TPACK among Mathematics Teachers: Why, What and How, Anatolian Journal of Education, e-ISSN: 2547-9652; 2019.

Ebrahimi Nourali A, Davoodabadi M, pashazadeh H (2013); Regulation and Efficiency & Productivity Considerations in Water & Wastewater Industry: Case of Iran 2th World Conference on Business, Economic and Management (WCBEM 2013), Turkey.

Abstract:

The purpose of this research is to determine the appropriate components for evaluating the performance of water and sewage companies. In this regard, first by designing a questionnaire from among 100 financial and economic indicators used in the evaluation of the industry by polling experts, 50 financial indicators have been selected, and then using real data related to the period of 1378 to 1400, the number of 50 indicators in 10 The group was classified using the panel data approach (805 samples) and the exploratory factor analysis approach to identify the optimal indicators, and then using the confirmatory factor analysis method to determine the loadings of each factor, and then finally based on the advantages and disadvantages of the methods in question based on hierarchical analysis compared to scientific selection For the performance evaluation method, with the opinion of 4 industry experts, the confirmatory factor analysis method was adopted, among which, by measuring the correlation matrix of 5 indicators (financial, sales efficiency, labor productivity, labor cost per capita, ineffective to effective investment and water wastage). whose correlation coefficient is less than 0.50%, have been removed from the model. In the following, with the confirmatory factor analysis approach of the correlation coefficients between the hidden independent variables, from the total correlation coefficients between the independent variables (10 factors) (that is, 45 correlation coefficients), only 7 correlation coefficients (the second factor with the fourth factor with a correlation of 59.8%, the second factor with The eighth factor with a correlation of 99.2%, the eighth factor with the fourth factor with a correlation of 56.1%, the second factor with the tenth factor with a correlation of 36.0%, and the seventh factor with the second factor with a correlation of 33.3%) are at the optimal and significant level, and other correlation coefficients are very weak and They are not accepted by senior management and the industry sector. The factor loadings (regression coefficients) of the independent variables on the dependent variable (performance evaluation) are all significant and at an optimal level (confirmatory factor analysis) so that the indices of the eighth factor with 96.6, the indices of the seventh factor 91.6%, the indices of the first factor 69.7%, the indices of the factor Fourth, 66.7% had the highest factor load and deserves the opinion of senior management and the industry sector. In the end, by benefiting from the hierarchical analysis method, with the attitude of the board members (four industry experts) to choose the scientific method for evaluating the financial performance, the confirmatory factor analysis method was accepted.

Keywords: performance evaluation, structural equation modeling, cluster and hierarchical analysis