

به نام خداوند جان و خرد

فهرست مقالات

- طراحی مدل عملکرد مالی صنعت بانکداری برای حمایت از کسب و کارهای کوچک و متوسط (SMEs) با تأکید بر کارآفرینی: انوشیروان محرابی، بابک حاجی کریمی و امیر نجفی..... ۳
- بهینه سازی سبد سهام با استفاده از روش میانگین- واریانس تکنیکالی و جنگل تصادفی: لیلا برومندی، سعید آقاسی و محمدرضا شریفی قزوینی..... ۲۵
- ارائه رتبه بندی اعتباری شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران و تاثیر ویژگی های حسابرס مستقل بر آن با به کارگیری الگوریتم تجمع ذرات: هانی قاروی آهنگر، سید حسن نسل موسوی و علی اکبر رضائی..... ۴۸
- بررسی عوا مل علی و معلول در سیستم ارز یابی عملکرد ساز مانی با رویکرد پویایی شناسی: یزدان کرمی مال امیری، المیرا مشایخی نظام آبادی و داود قراخانی..... ۷۲
- تعیین وزن بهینه سبد دارایی های بانکی با استفاده از ارزش در معرض خطر (مطالعه موردی: بانک دی): شهرام کردی، فرزانه خلیلی، فرید عسکری و مهدی صادقی..... ۹۵
- تعیین کارایی زنجیره تامین سبز در شرکت های منتخب لوازم خانگی ایران: سمیه سازگاری، سید محمدرضا داودی و علیرضا گلی..... ۱۱۱
- تحلیل عاملی تاییدی مدل بالندگی رهبری زنان در سازمان ملی استاندارد ایران: ثریا سهیلی، احمد ودادی و محمدرضا ربیعی مندجین..... ۱۴۲
- ارائه مدلی برای متعادل سازی سبد پروژه ساختمانی در سازمان های پروژه محور مبتنی بر بودجه سازمان و تورم های ساخت و مسکن ایران: رضا رجبی و سیامک حاجی یخچالی..... ۱۶۲



طراحی مدل عملکرد مالی صنعت بانکداری برای حمایت از کسب و کارهای کوچک و متوسط (SMEs) با تأکید بر کارآفرینی

انوشیروان محرابی^۱، بابک حاجی کریمی^۲ و امیر نجفی^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۶/۶ و تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۸/۲۷

چکیده

هدف از پژوهش حاضر طراحی مدل عملکرد مالی صنعت بانکداری برای حمایت از کسب و کارهای کوچک و متوسط (SMEs) با تأکید بر کارآفرینی در بانک ملت می‌باشد. در بخش کیفی جامعه آماری موردنظر را خبرگان آشنا به موضوع پژوهش (استادان دانشگاه در حوزه بانکداری و کارآفرینی و مدیران ارشد بانک ملت) تشکیل می‌دادند. نمونه‌گیری به صورت نظری انجام شد، بنابراین با ۱۲ نفر از صاحب‌نظران (استادان دانشگاه در حوزه بانکداری و کارآفرینی و مدیران ارشد بانک ملت) مصاحبه و حالت اشباع حاصل شد. رویکرد پژوهش گراند تئوری یا تئوری داده بنیاد بود که با مصاحبه با خبرگان و انجام سه نوع کدگذاری باز، محوری و انتخابی انجام شد. جمع‌آوری داده‌ها از طریق مصاحبه با خبرگان بوده است. برای سطح‌بندی و رتبه‌بندی عوامل و تعیین نوع متغیرها و همچنین بررسی روابط بین متغیرهای مدل، تعیین شدت روابط و شناسایی تأثیرگذاری و تأثیرپذیری معیارها از روش ترکیبی ISM-DEMATEL استفاده شد در بخش کمی بعد از جمع‌آوری اطلاعات، داده‌ها با نرم‌افزار SPSS و Smart PLS مورد آنالیز قرار گرفت. نتایج نشان داد که مقوله‌های اصلی مدل شامل اعتبارسنجی، زیرساخت، سیاست مالی، سرمایه‌گذاری، ریسک و شفافیت می‌باشد. همچنین بر اساس یافته‌های تحقیق در سطح اول شامل مدیریت ریسک، سطح دوم شامل سرمایه‌گذاری و شفافیت مالی، سطح سوم شامل زیرساخت، سطح چهارم شامل اعتبارسنجی و سطح پنجم شامل سیاست‌های مالی می‌باشد. شاخص GOF در این پژوهش ۰/۴۱۶ به دست آمد که نشان‌دهنده قوی بودن برازش مدل ساختاری می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد مالی، صنعت بانکداری، کسب و کارهای کوچک و متوسط، گراند تئوری، مدل‌سازی ساختاری.

۱. دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی گرایش مالی، واحد ابهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ابهر، ایران، smehrab8@gmail.com

۲. استادیار گروه مدیریت صنعتی، واحد ابهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ابهر، ایران (نویسنده مسئول)؛

hajikarimibabak@gmail.com

۳. دانشیار گروه مدیریت صنعتی، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران، asdnjfg@gmail.com

مقدمه

امروزه صنعت بانکداری، از جمله صنایع مهم و مطرح دنیاست و گسترش روزافزون دانش بشری در زمینه علوم الکترونیکی سبب شده است که این صنعت نیز از این دانش بهره فراوان داشته باشد. امروزه بانک‌ها در کشورهای پیشرفته به عنوان رهگشا، مشاور حرفه‌ای، متخصص در افزایش منابع مالی شرکت‌ها و جمع‌آوری و تبادل اطلاعات لازم برای مشتریان خود عمل می‌کنند و یکی از موتورهای محرک اقتصادی هر کشور محسوب می‌شوند. این امر سبب شده است تا فضای رقابتی تنگاتنگی میان آن‌ها برقرار شود (منشن و باوش، ۲۰۲۰).

از طرفی دیگر کارآفرینی نیروی عمده‌ای برای پیشبرد توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی به شمار می‌رود و مفهومی است که همواره کنار بشر بوده و به عنوان یک پدیده نوین نقش مؤثر در توسعه و پیشرفت اقتصادی کشورها داشته است. از این رو تصمیم حیات و بقا کشورها نیازمند نوآوری، ابداع و خلق محصولات و خدمات جدید می‌باشد و یکی از ویژگی‌های مشترک این دسته الگوها، توجه به عوامل محیطی اثرگذار بر کارآفرین و جریان کارآفرینی است (سودی و همکاران، ۱۳۹۶). نگرش کارآفرینانه یکی از قابلیت‌های درونی شرکت‌ها است که موجب بهبود عملکرد می‌شود. گرایش کارآفرینی به تمایل شرکت‌ها برای کشف فرصت‌ها تازه در بازار اشاره دارد و از طریق تمایل شرکت‌ها به پذیرش خلاقیت، رقابت تهاجمی، استقلال و ریسک‌پذیری آشکار می‌گردد (کوبین و همکاران، ۲۰۲۰). درواقع گرایش کارآفرینانه یک فرایند ایجاد راهبرد می‌باشد که شرکت‌ها را به سوی نوآوری مستمر هدایت می‌کند. این مهم به جایگاه‌یابی سازمان در بازار کمک نموده و پذیرش سرمایه‌گذاری‌های ریسک‌دار را افزایش می‌دهد (ریورا و رومر، ۲۰۲۱). گرایش کارآفرینانه به عنوان گرایشی راهبردی در سطح بنگاه تلقی می‌شود و استراتژی‌های شرکت، فلسفه مدیریتی شرکت و رفتار شرکت با ماهیت کارآفرینانه را شامل می‌شود. گرایش کارآفرینانه بعد از حدود دو دهه به یکی از کاربردی‌ترین مؤلفه‌ها در ادبیات کارآفرینی مبدل شده و به عنوان مؤلفه‌ای مستقل در بسیاری از پژوهش‌ها استفاده شده است (ولز و همکاران، ۲۰۱۹).

این در حالی است که گسترش کسب‌وکارهای کارآفرینانه در ایران سابقه چندانی ندارند. تا مدت‌ها قبل، اقتصاد ایران بر اساس اولویت‌دهی به صنایع بزرگ و کارخانه‌های مهم بود و نقش کسب‌وکارهای کارآفرینانه و سازمان‌های نوپا در اقتصاد، جدی گرفته نمی‌شد. از سویی دیگر مطالعات نشان می‌دهند که کسب‌وکارهای کارآفرینانه نقش بسزایی در صادرات و تجارت بین‌الملل ایفاء می‌نمایند. بر این اساس، ضروری است مؤلفه‌هایی که موفقیت کسب‌وکارهای کارآفرینانه را در بازارهای بین‌المللی تضمین می‌کند، شناسایی گردند. با این وجود، مطالعات داخلی توجه چندانی به این مسئله نداشته و از این منظر یک شکاف تحقیقاتی وجود دارد (مقدم و همکاران، ۱۴۰۱).

۱- Covin, et al.

۲- Riviere & Romero

۳- Wales, et al.

سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (۲۰۲۰) میزان و تأثیر وام‌های اهدایی بانک‌ها به شرکت‌های کوچک و متوسط را بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که در سال‌های اخیر حجم وام‌های اعطایی به کسب‌وکارهای کوچک و متوسط از طریق بانک‌ها افزایش قابل توجهی داشته است. استیبال و وینر^۱ (۲۰۲۰) با به‌کارگیری داده‌های تابلویی از شرکت‌های اروپایی به تحلیل آثار داخلی و بین‌المللی سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه پرداختند تا رشد و محدودیت‌های مالی شرکت‌های هدف را بیابند بر اساس نتایج بنگاه‌های موردبررسی دسترسی به منابع مالی خارجی بهتری دارند و در صورت دستیابی به این منابع مالی وابستگی کمتری به سرمایه‌گذاری و پس‌انداز پول را نشان می‌دهند.

لی و ژانگ^۲ (۲۰۱۹) در پژوهش خود، روابط علت و معلولی بین نا اطمینانی سیاست‌های اقتصادی و تصمیم‌گیری درباره تأمین مالی سرمایه‌گذاری بنگاه‌ها با استفاده از اصلاح ساختاری سمت عرضه در چین را شناسایی کرده‌اند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که سیاست‌های اقتصادی به‌طور معناداری مانع از سرمایه‌گذاری واقعی می‌شود و صدور خالص بدهی برای بنگاه‌های خصوصی را کاهش می‌دهد. نهاد بین‌المللی مالی - (۲۰۱۹) که یکی از مؤسسات آموزشی و مشاوره‌ای زیر نظر بانک جهانی است فرصت‌ها و تهدیدهای ارائه خدمات بانکی به بنگاه‌های کوچک و متوسط را موردبررسی قرار داده و عوامل تأثیرگذار بر تأمین مالی بانکی این کسب‌وکارها را واکاوی نموده است. نتایج آن‌ها نشان داد که تأمین مالی خوب شرکت‌های کوچک و متوسط خصوصاً در سال‌های ابتدایی می‌تواند باعث شکوفایی شرکت‌ها شود. گامپاتریا و مانیکاواساگما^۳ (۲۰۱۱) مدل رتبه‌بندی اعتباری در کسب‌وکارهای کوچک و متوسط بر اساس قوانین و مقررات موجود در کمیته بازل را توسعه داده‌اند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که علاوه بر فاکتورها و مؤلفه‌های کمی، برای رتبه‌بندی اعتباری این نوع شرکت‌ها به مؤلفه‌های کیفی از قبیل ثبات مدیریتی، تعهد مدیریتی و... نیز باید در نظر گرفته شوند.

عملکرد نهادهای مالی در پرداخت وام به بنگاه‌های کوچک و متوسط باوجود آنکه بنگاه‌های کوچک و متوسط می‌توانند بخشی از وجوه موردنیاز خود را به شکل وام‌هایی از مؤسسات مالی به‌ویژه بانک‌های تجاری دریافت نمایند که این وجوه می‌تواند از بازارهای داخلی و بین‌المللی فراهم شود؛ اما با توجه به وثایقی که بانک‌ها برای ارائه تسهیلات به این بنگاه‌ها دریافت می‌کنند، معمولاً آن‌ها نمی‌توانند به این منابع دسترسی آسان و ارزان داشته باشند؛ زیرا بانک‌ها اغلب ترجیح می‌دهند با صنایع بزرگ که تولیدات آن‌ها تأمین شده است، وارد معامله و وام‌دهی شوند و تولیدکنندگان کوچک که معمولاً آینده قابل تضمینی نداشته و احتمال ورشکستگی بالایی دارند، چندان از طرف بانک‌های تجاری موردحمایت قرار نمی‌گیرند و میزان وام پرداختی به آن‌ها بسیار پایین است و این واحدهای کوچک صنعتی تنها بعد از مستحکم کردن موقعیت خود درصحنه تولید و جلب اعتماد مشتریان است که بانک‌ها و مؤسسات مالی حاضر به مشارکت مالی با این واحدهای کوچک تولیدی می‌شوند. درراه رسیدن به این مرحله

^۱- Stiebale and Wobner

^۲- ۰۰۰۰ ۰ ۰۰۰۰۰

^۳- Gumparthi, Khatri, Swetha & Manickavasagam

از استحکام و اعتمادسازی، واحدهای تولیدی کوچک بسیاری از پا درمی‌آیند و از گردونه‌ی کسب‌وکار حذف می‌شوند (آزاده و همکاران، ۱۴۰۱)؛ بنابراین این واحدهای کوچک تولید همواره برای تأمین سرمایه و منابع مالی لازم برای خرید مواد اولیه، خرید ماشین‌آلات جدید و گسترش خط تولید با مشکل مواجه هستند و نیاز به مراجعی دارند که یا این منابع را برای آن‌ها فراهم کنند یا نزد بانک‌ها ضمانت واحدهای تولیدی کوچک را کنند تا آن‌ها بتوانند از منابع مالی بانک‌ها و سایر مؤسسات مالی استفاده کنند

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

ضرورت نظری و علمی انجام این مطالعه در این است که بسیاری از جنبه‌های عملکرد مالی بانک‌ها در برابر کسب‌وکارهای کوچک هنوز برای محققان مبهم است و داشتن مدلی جامع در این زمینه می‌تواند در این زمینه بسیار شفاف‌سازی کند. برای بانک مهمی همچون بانک ملت، ارائه مدلی برای عملکرد مالی جهت حمایت از کسب‌وکارهای کوچک و متوسط می‌تواند بیش‌ازپیش مسئولان و مدیران این بانک را نسبت به اهمیت بحث حمایت از این شرکت‌ها و همچنین کارآفرینی آگاه کرده و اقدامات جدی‌تری را در این زمینه بکار گیرند.

همچنین از نظر عملی بحث عملکرد مالی سازمان‌ها هرروز اهمیت بیشتری پیدا می‌کند و برای بانک‌ها این موضوع باید با حساسیت بیشتری دنبال شود؛ بنابراین نتایج این مطالعه می‌تواند در زمینه علمی برای محققانی که در این زمینه و زمینه‌های مربوط به حمایت از شرکت‌های کوچک و متوسط و کارآفرینی، پژوهش می‌کنند بسیار مفید بوده و ابعاد جدیدی را برای آن‌ها روشن کند. همچنین در زمینه کاربردی نتایج مطالعه می‌تواند برای سازمان‌ها و شرکت‌های مختلف و بخصوص بانک‌ها پیام شفافی داشته باشد که بتوانند برنامه‌ریزی‌های بهتری برای حمایت از کسب‌وکارهای کوچک و متوسط و همچنین کارآفرینی داشته باشند.

بنگاه‌های کوچک و متوسط یکی از اجزای حیاتی رشد در اقتصاد جهانی بوده و اهمیت آن‌ها در رشد اقتصادی کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه به خوبی شناخته شده است. بنگاه‌های کوچک و متوسط به طور میانگین بیش از نیمی از نیروی انسانی شاغل در اقتصاد را به کار گمارده‌اند و نیمی از کل مشاغل جدید را فراهم می‌آورند. علاوه بر این ۴۶ درصد تولید ناخالص ملی و ۵۵ درصد محصولات نوآورانه و جدید نیز توسط بنگاه‌های کوچک و متوسط ایجاد می‌شود. در هر کشوری بنگاه‌های کوچک و متوسط بیش از ۸۰٪ از جامعه تجاری را تشکیل می‌دهند (موسوی و همکاران، ۱۳۹۳). بنگاه‌های کوچک و متوسط در مقایسه با شرکت‌های بزرگ و شرکت‌های دارای ثبات عملیاتی با مسائل و مشکلات شدیدی در ارتباط با کنترل و نظارت روبه‌رو هستند. زمانی که اقتصاد در وضعیت انحصاری به سر می‌برد، مشکلات *SME*ها در اخذ تأمین مالی دوچندان خواهد بود (کرکه آبادی و عسگری نژاد، ۱۴۰۱). یکی از راهبردهای مؤثر در مواجهه با چالش‌های کسب‌وکار، استفاده از سرمایه‌های اقتصادی، ارتقای بهره‌وری و توانمندسازی کسب‌وکارهای کوچک است؛ از این رو، بسیاری از دولت‌ها متقاعد شده‌اند که از طریق برنامه‌ریزی‌های

صحیح و اصولی، بستر رشد را برای واحدهای کوچک و متوسط فراهم کنند و آن‌ها را تا زمان تبدیل به شرکتی مستقل و توانمند مورد حمایت قرار دهند (گلفندشتی و آقابابائی، ۱۳۹۷).

صنایع کوچک و متوسط ایران نیز از این قضیه مستثنا نبوده و در دوران فعالیت خود با چالش‌های متعدد در زمینه‌هایی چون تأمین مالی، بازاریابی، فناوری، کیفیت تولیدات، رقابت‌پذیری و بعضاً ضعیف بودن پیوندشان با صنایع بزرگ کشور دست‌به‌گریبان هستند؛ شدت این فشارها به حدی است که طبق برآوردهای به‌عمل‌آمده، معادل ۲۰ درصد بنگاه‌های جدید کوچک و متوسط که به بازار وارد می‌شوند، پس از یک سال از بازار خارج می‌شوند و ۵۰ درصد آن‌ها پس از ۵ سال مجبور به خروج می‌شوند. از جمله مهم‌ترین مشکلات این دسته از واحدهای صنعتی می‌توان به "کمبود نقدینگی (۷۱ درصد)، کمبود بازار (۱۷ درصد)، گرانی مواد اولیه (۵ درصد)، نقصان ماشین‌آلات (۲ درصد)" و برخی دیگر از موارد اشاره داشت (پیروز و شفیعی، ۱۳۹۵).

بنگاه‌های کوچک و متوسط در سراسر جهان، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه با چالش‌های مختلفی روبه‌رو هستند و دسترسی به منابع مالی رسمی یکی از اصلی‌ترین موانعی است که با آن روبه‌رو هستند. طبق *IFC* تحقیقات نشان می‌دهد، نزدیک به ۴۵ تا ۵۵ درصد از *SME*‌های رسمی در بازارهای نوظهور، علیرغم نیاز به وام‌های سازمانی یا وام‌های آزاد رسمی دسترسی ندارند (مرکز تأمین مالی اسلامی بین‌المللی مالزی، فوریه ۲۰۱۶). محدودیت مالی برای بنگاه‌های خرد و غیررسمی بیشتر است؛ ۵۵-۶۸ درصد از کل *SME*‌ها در بازارهای نوظهور دسترسی محدودی به اعتبار دارند. به‌علاوه، حدود ۵ درصد از بنگاه‌های کوچک و متوسط در کشورهای در حال توسعه از نظر مالی کمبود دارند یا از خدمات برخوردار نیستند و در نتیجه فرصت از دست‌رفته برای تحقق کامل پتانسیل خود ندارند (گروه بانک جهانی و بانک توسعه اسلامی، ۲۰۱۵).

دسترسی به منابع مالی یک چالش جهانی است که باید به‌طور دقیق‌تری توسط نهادها و آژانس‌های مختلف مرتبط حل شود. چالش جهانی را می‌توان از طریق ارائه محصولات مالی نوآورانه و متنوع برطرف کرد. در مورد منابع مالی نوآورانه و متنوع برای *SME*‌ها، تأمین مالی اسلامی پتانسیل بالایی دارد. برخی از ابزارهای مختلف اقتصادی اجتماعی که در امور مالی اسلامی می‌تواند بیشتر استفاده شود شامل زکات، وقف و قرض‌الحسنه (وام خیرخواهانه) و همچنین ابزارهای مالی اقتصادی-اجتماعی طراحی شده برای حمایت مالی از فقرا و بنگاه‌های سازگار با شریعت است (مرکز مالی اسلامی بین‌المللی مالزی، ۲۰۱۶).

سهم قابل‌توجهی از بنگاه‌های کوچک و متوسط منحصراً به دنبال محصولات بانکی اسلامی برای تأمین نیازهای مالی خود هستند و به دلیل عدم مطابقت با قوانین شریعت، محصولات بانکی متعارف را انتخاب نمی‌کنند. مشکل تقاضا در صورت ارزیابی از طرف عرضه بیشتر می‌شود. متوسط سهم وام‌های *SME* در پرتفوی بانک‌های تنها ۷/۶ درصد است، زیرا فعالیت‌های اعطای وام بیشتر به مشتریان بزرگ بنگاه‌های بزرگ و اوراق قرضه دولتی معطوف شده است (گروه بانک جهانی و بانک توسعه اسلامی، ۲۰۱۵).

گرایش کارآفرینانه رویه‌ای است که راه‌های نوینی را برای گسترش تجاری‌سازی محصولات، حرکت نمودن به سمت بازارهای تازه و ارائه نمودن خدمات جدید به مشتریان خلق می‌نماید. داشتن گرایش کارآفرینانه شرکت‌ها را از طریق مواجهه با تحولات

نوبت در زمینه چالش‌های بازار، هوشیار نگه‌داشته و به آن‌ها در ارزیابی امکانات جدید کمک شایانی می‌کند (مبینی و همکاران، ۱۳۹۵). دانش و گرایش کارآفرینانه جهت موفقیت در عرصه بین‌الملل امری حیاتی است. معمولاً یک شرکت کارآفرین در عرصه بین‌الملل، قابلیت رشد بیشتری نسبت به یک شرکت جاافتاده دارد (مالکی، ۲۰۱۸).

عوامل متعددی بر فعالیت شرکت‌های کارآفرین در بازارهای بین‌المللی تأثیرگذار هستند که در این میان نقش فرهنگ کارآفرینانه بسیار برجسته است. نقش فرهنگ کارآفرینانه به‌ویژه در تدوین استراتژی‌های ورود به بازارهای بین‌المللی قابل‌لمس است. درواقع این فرهنگ کسب‌وکار است که موفقیت یا شکست فعالیت‌های بین‌المللی را رقم می‌زند (کانیلی و جیانینی، ۲۰۱۹).

کارآفرینی و رشد اقتصادی از شاخص‌های مستقیم سنجش توسعه اقتصادی هر کشور محسوب می‌شود و کارآفرینی از طریق ایجاد نوآوری، خلاقیت و افزایش رقابت به رشد اقتصادی کمک می‌کند (دیمّا و همکاران، ۲۰۱۶). به بیان دیگر، کارآفرینان می‌توانند با سرمایه‌گذاری در اقتصاد داخلی، به رشد اقتصادی، اجتماعی و سیاسی جامعه خود منجر شوند. در کشورهای توسعه‌یافته سهم چشمگیری از میزان رشد اقتصادی، به کارآفرینانی اختصاص دارد که برای ایجاد ارزش سرمایه‌گذاری می‌کنند و این عامل در کشورهای در حال توسعه کمتر دیده می‌شود (آلینا و همکاران، ۲۰۲۱).

روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر روش، یک پژوهش آمیخته (کیفی-کمی) می‌باشد. همچنین از آنجاکه این تحقیق در صدد طراحی مدل می‌باشد، اکتشافی است. رویکرد بخش کیفی گراند تئوری یا تئوری داده بنیاد بود که با مصاحبه با خبرگان و انجام سه نوع کدگذاری باز، محوری و انتخابی انجام شد. برای سطح‌بندی و رتبه‌بندی عوامل و تعیین نوع متغیرها و همچنین بررسی روابط بین متغیرهای مدل، تعیین شدت روابط و شناسایی تأثیرگذاری و تأثیرپذیری معیارها از روش ترکیبی *ISM-DEMATEL* استفاده شد.

بخش کیفی پژوهش شامل مصاحبه با خبرگان بوده است، بنابراین جامعه آماری موردنظر را خبرگان آشنا به موضوع پژوهش (اساتید دانشگاه در حوزه بانکداری و کارآفرینی و مدیران ارشد بانک ملت) تشکیل می‌دادند. در این بخش، نمونه‌گیری به صورت نظری انجام شد. اگرچه قاعده خاصی برای حجم نمونه در راهبرد کیفی وجود ندارد ولی برای گروه‌های همگون ۶ تا ۸ واحد و برای گروه‌های ناهمگون ۱۲ تا ۲۰ واحد پیشنهاد شده است. مصاحبه‌ها نیز تا اطمینان از اشباع نظری ادامه پیدا کرد. در این مطالعه با ۱۲ نفر از صاحب‌نظران (اساتید دانشگاه در حوزه بانکداری و کارآفرینی و مدیران ارشد بانک ملت) حالت اشباع حاصل شد. نمونه‌گیری در چهارچوب منطق روش کیفی و به صورت هدفمند انجام شد. در نمونه‌گیری از دو روش نمونه‌گیری هدفمند

^۱- Mainela, et al.

^۲- ــــــــــــــــــــــــــــــــ، ــــــــ، ــــــــــــــــــــــــــــــــ، ــــــــ.

^۳- Dima, et al.

^۴- Alina, et al.

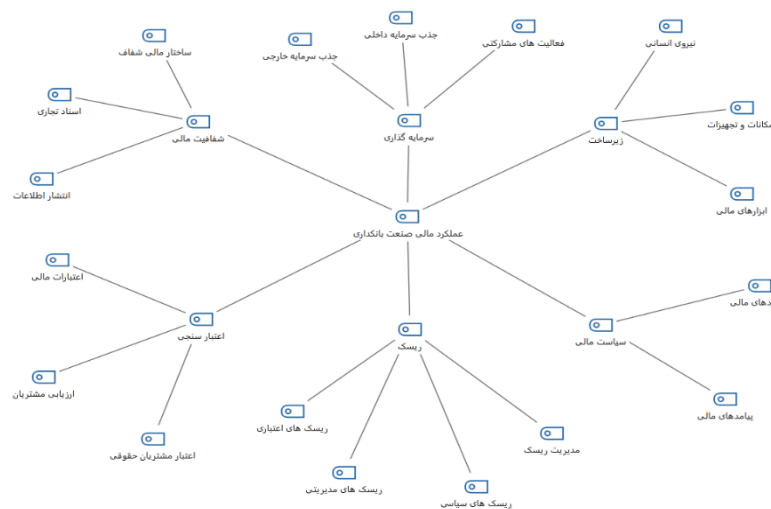
و گلوله برفی استفاده گردید. انتخاب شرکت‌کننده‌ها بر اساس روش نمونه‌گیری هدفمند از مدیران ارشد و صاحب‌نظران حوزه مورد مطالعه در دانشگاه و صنعت که مایل به مصاحبه نیز بودند، انجام شد. با در نظر گرفتن اطلاعات گفته شده و با استفاده از نظرات استاد راهنما و استاد مشاور، مصاحبه‌ای در قالب ۷ سؤال اصلی باز تهیه شد. برای سطح‌بندی و رتبه‌بندی عوامل و تعیین نوع متغیرها و همچنین بررسی روابط بین متغیرهای مدل، تعیین شدت روابط و شناسایی تأثیرگذاری و تأثیرپذیری معیارها از روش ترکیبی *ISM-DEMATEL* استفاده شد.

در بخش کمی بعد از جمع‌آوری اطلاعات، داده‌ها با نرم‌افزار *SPSS* و *Smart PLS* مورد آنالیز قرار گرفت. در این بخش از روش‌های حداقل مربعات جزئی و تحلیل عاملی استفاده شد. در این بخش تنظیم پرسشنامه با استفاده از طیف ۵ درجه‌ای لیکرت انجام پذیرفت. در بخش کمی برای بررسی و سنجش روایی، از نظر استاد راهنما و مشاور و تأیید آن‌ها و همچنین بررسی روایی سازه (روایی همگرا، روایی واگرا) استفاده شد و برای سنجش پایایی از روش محاسبه آلفای کرونباخ و پایایی مرکب استفاده شد.

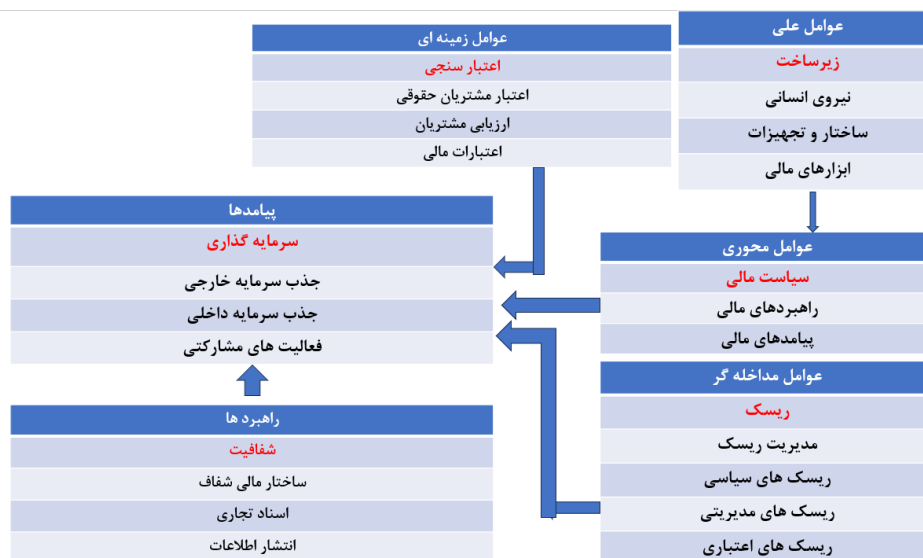
یافته‌های پژوهش

به منظور مدل‌سازی سطح تأثیرات موانع شناسایی و تأییدشده بر هدف پژوهش نیز رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری مورد استفاده قرار گرفت. همچنین شدت تأثیرات کلی مابین عوامل شناسایی و تأییدشده نیز با استفاده از روش دیماتل فازی شناسایی گردید. بر مبنای یافته‌ها مشاهده می‌شود که ۱۴۲ کدباز بر اساس مصاحبه‌های انجام‌شده با خبرگان شناسایی گردید و وارد مرحله کدگذاری مقوله‌ای گردید. همچنین با توجه به یافته‌ها مشاهده می‌شود که برای ۱۴۲ کدباز شناسایی شده ۱۸ مقوله شناسایی گردید که وارد مرحله کدگذاری محوری گردیدند.

با توجه به یافته‌های تحقیق مشاهده می‌شود که عملکرد مالی بانک ملت دارای ۱۴۲ کدباز، ۱۸ کد مقوله‌ای و ۶ کد محوری نهایی می‌باشد که در ادامه در شکل (۱) ارائه شده است.



شکل شماره ۱- مدل نهایی شناسایی شده عملکرد مالی صنعت بانکداری برای حمایت از کسب کارهای کوچک و متوسط (SMEs) با تأکید بر کارآفرینی در بانک ملت



شکل شماره ۲- مدل پارادایمی عملکرد مالی صنعت بانکداری برای حمایت از کسب کارهای کوچک و متوسط (SMEs) با تأکید بر کارآفرینی در بانک ملت

عوامل نهایی شناسایی شده عملکرد مالی صنعت بانکداری برای حمایت از کسب کارهای کوچک و متوسط (SMEs) با تأکید بر کارآفرینی در بانک ملت پس از مرحله گرند تئوری و تحلیل داده‌ها در نهایت ۶ عامل به عنوان عوامل نهایی عملکرد مالی صنعت بانکداری برای حمایت از کسب کارهای کوچک و متوسط (SMEs) با تأکید بر کارآفرینی در بانک ملت به عنوان مؤلفه‌های اصلی تحقیق شناسایی شدند و به این مرحله از تحقیق وارد شدند.

تعیین شدت و قدرت تأثیرات مستقیم موانع بر یکدیگر. این قدرت تأثیرات از طریق مقایسات زوجی میان دویه‌دوی موانع صورت می‌گیرد. فرایند تعیین شدت تأثیر توسط نظرات و قضاوت‌های ذهنی خبرگان و مبتنی بر مقیاس‌های زبانی فازی معرفی شده می‌باشد. در این زمینه پرسشنامه مربوطه در اختیار افراد خبره قرار گرفت تا مبتنی بر مقادیر ۵ گانه موجود، یکی از آن‌ها به عنوان شدت تأثیر میان اجزاء مدل انتخاب شود. هدف از این بخش گردآوری نظرات خبرگان در زمینه شدت تأثیر عوامل بر یکدیگر، تجمیع این نظرات و نهایتاً دستیابی به ماتریس فازی قضاوت خبرگان می‌باشد. پس از گردآوری نظرات خبرگان، این نظرات (ماتریس‌های فازی) با استفاده از فرمول میانگین هندسی فازی تجمیع و تحت قالب یک ماتریس قضاوت مورد استفاده قرار می‌گیرند.

جهت فازی سازی مؤلفه‌های شناسایی شده به تفکیک درایه‌های موجود، بر اساس فرمول فازی سازی برای مؤلفه‌های تحقیق محاسبه گردید.

جدول شماره ۱- فازی سازی شاخص اول برای مؤلفه‌های تحقیق

	شفافیت مالی Financial transparency	سرمایه گذاری Investment	زیر ساخت Infrastructure	سیاست مالی Financial policy	ریسک Risk	اعتبار سنجی Validation
شفافیت مالی Financial transparency	۲۱.۰	۲۷.۰	۳۴.۰	۲۷.۰	۳۶.۰	۳۴.۰
سرمایه گذاری Investment	۳۱.۰	۱۸.۰	۲۸.۰	۲۷.۰	۳۰.۰	۳۱.۰
زیر ساخت Infrastructure	۳۸.۰	۲۸.۰	۱۹.۰	۲۷.۰	۲۹.۰	۲۵.۰
سیاست مالی Financial policy	۲۵.۰	۳۱.۰	۳۰.۰	۱۵.۰	۲۶.۰	۳۲.۰
ریسک Risk	۲۶.۰	۲۶.۰	۲۷.۰	۲۰.۰	۱۷.۰	۳۲.۰
اعتبار سنجی Validation	۳۵.۰	۳۳.۰	۳۴.۰	۲۶.۰	۳۵.۰	۲۲.۰

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول شماره ۲- فازی سازی شاخص دوم برای مؤلفه‌های تحقیق

	شفافیت مالی Financial transparency	سرمایه گذاری Investment	زیرساخت Infrastructure	سیاست مالی Financial policy	ریسک Risk	اعتبار سنجی Validation
شفافیت مالی Financial transparency	۵۶.۰	۶۴.۰	۷۰.۰	۶۰.۰	۷۲.۰	۷۱.۰
سرمایه گذاری Investment	۶۵.۰	۴۸.۰	۶۰.۰	۵۸.۰	۶۲.۰	۶۵.۰
زیرساخت Infrastructure	۷۳.۰	۶۱.۰	۵۱.۰	۵۹.۰	۶۴.۰	۵۹.۰
سیاست مالی Financial policy	۶۰.۰	۶۴.۰	۶۴.۰	۴۳.۰	۶۰.۰	۶۶.۰
ریسک Risk	۶۰.۰	۵۸.۰	۶۰.۰	۵۰.۰	۴۸.۰	۶۵.۰
اعتبار سنجی Validation	۷۳.۰	۷۰.۰	۷۱.۰	۶۰.۰	۷۲.۰	۵۷.۰

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول شماره ۳- فازی سازی شاخص سوم برای مؤلفه‌های تحقیق

	شفافیت مالی Financial transparency	سرمایه گذاری Investment	زیرساخت Infrastructure	سیاست مالی Financial policy	ریسک Risk	اعتبار سنجی Validation
شفافیت مالی Financial transparency	۰۶.۲	۱۲.۲	۲۱.۲	۲	۲۱.۲	۱۸.۲
سرمایه گذاری Investment	۰۳.۲	۸۰.۱	۹۷.۱	۸۴.۱	۹.۱	۹۸.۱
زیرساخت Infrastructure	۱۱.۲	۹۸.۱	۸۸.۱	۸۷.۱	۰۱.۲	۹۵.۱
سیاست مالی Financial policy	۰۲.۲	۰۱.۲	۰۴.۲	۷۱.۱	۲	۰۲.۲

Risk ریسک	۹۹.۱	۹۳.۱	۹۷.۱	۷۸.۱	۱۸.۱	۹۹.۱
اعتبارسنجی Validation	۲۵.۲	۱۸.۱	۲۲.۲	۲	۲۲.۲	۰۳.۲

ماخذ: یافته‌های تحقیق

در ادامه با استفاده از دی فازی سازی نظرات خبرگان، ماتریس نرمال شده از حالت فازی خارج شده و درایه‌های تحقیق با فرمول دی فازی سازی از حال فازی خارج می‌شوند.

جدول شماره ۴- ماتریس دی فازی شده نظرات خبرگان

	شفافیت مالی Financial transparency	سرمایه‌گذاری Investment	زیرساخت Infrastructure	سیاست مالی Financial policy	ریسک Risk	اعتبار سنجی Validation
شفافیت مالی Financial transparency	۸۵.۰	۹۰.۰	۹۷.۰	۸۸.۰	۱	۹۹.۰
سرمایه‌گذاری Investment	۹۱.۰	۹۰.۰	۹۷.۰	۸۲.۰	۸۸.۰	۹۰.۰
زیرساخت Infrastructure	۹۹.۰	۷۷.۰	۷۹.۰	۸۱.۰	۸۹.۰	۸۵.۰
سیاست مالی Financial policy	۸۷.۰	۹۰.۰	۹۰.۰	۷۲.۰	۸۷.۰	۹۲.۰
Risk ریسک	۸۶.۰	۸۴.۰	۸۶.۰	۷۶.۰	۷۳.۰	۹۱.۰
اعتبار سنجی Validation	۰۲.۱	۹۸.۰	۱	۸۸.۰	۱	۸۴.۰

ماخذ: یافته‌های تحقیق

محاسبه حد آستانه و تشکیل ماتریس وقوع. پس از دیفازی نمودن تمامی اعداد فازی موجود در ماتریس نرمال تجميع نظرات و به دست آوردن ماتریس دی فازی شده، یک حد آستانه از طریق میانگین حسابی از تمامی عناصر و درایه‌های موجود در ماتریس به دست می‌آید. مبتنی بر محاسبات، میانگین حسابی مجموعه درایه‌های ماتریس فوق برابر با ۰/۸۹۱۷ می‌باشد. به منظور تشکیل ماتریس وقوع، تک تک درایه‌های موجود در ماتریس قضاوت دیفازی شده را با میزان حد آستانه مشخص شده مقایسه می‌نماییم. در صورتی که درایه موردنظر بزرگ‌تر یا مساوی این حد آستانه باشد در درایه نظیر در ماتریس وقوع عدد ۱ و در غیر این صورت عدد صفر قرار می‌گیرد. مبتنی بر این رویکرد، ماتریس وقوع روش مدل سازی ساختاری تفسیری ماتریسی باینری (صفر و یک) می‌باشد. این ماتریس دروازه ورود به بخش نهایی و تشکیل ماتریس دسترس پذیری می‌باشد.

جدول شماره ۵- ماتریس وقوع

	شفافیت مالی Financial transparency	سرمایه گذاری Investment	زیرساخت Infrastructure	سیاست مالی Financial policy	ریسک Risk	اعتبار سنجی Validation
شفافیت مالی Financial transparency	۰	۱	۱	۰	۱	۱
سرمایه گذاری Investment	۱	۱	۱	۰	۰	۱
زیرساخت Infrastructure	۱	۰	۰	۰	۱	۰
سیاست مالی Financial policy	۰	۱	۱	۰	۰	۱
ریسک Risk	۰	۰	۰	۰	۰	۱
اعتبار سنجی Validation	۱	۱	۱	۰	۱	۰

ماخذ: یافته‌های تحقیق

پس از تشکیل ماتریس وقوع، به منظور ساخت مدل ساختاری تفسیری می‌بایست مبتنی بر این ماتریس دسترسی پذیری اولیه شکل گیرد. ماتریس دسترسی پذیری اولیه برابر است با جمع ماتریسی ماتریس وقوع و ماتریس همانی. به بیان دیگر، ماتریس دسترسی پذیری اولیه همان ماتریس وقوع است با عناصر روی قطر اصلی یک. بدین ترتیب ماتریس دسترسی پذیری اولیه شکل می‌گیرد (جدول ۶).

جدول شماره ۶- ماتریس دسترسی اولیه

	شفافیت مالی Financial transparency	سرمایه گذاری Investment	زیرساخت Infrastructure	سیاست مالی Financial policy	ریسک Risk	اعتبار سنجی Validation
شفافیت مالی Financial transparency	۱	۱	۱	۰	۱	۱
سرمایه گذاری Investment	۱	۱	۱	۰	۰	۱
زیرساخت Infrastructure	۱	۰	۱	۰	۱	۰
سیاست مالی Financial policy	۰	۱	۱	۱	۰	۱
ریسک Risk	۰	۰	۰	۰	۱	۱
اعتبار سنجی Validation	۱	۱	۱	۰	۱	۱

ماخذ: یافته‌های تحقیق

تشکیل مجموعه ورودی، خروجی، مشترک و سطح بندی؛ در این مرحله با استفاده از ماتریس دسترس پذیری نهایی، مجموعه ورودی، خروجی و مشترک به دست می آید. مجموعه ورودی برای هر عامل، ستون آن عامل و مجموعه خروجی برای هر عامل سطر آن عامل می باشد. به بیان دیگر، مجموعه عوامل اثرپذیر از عامل مجموعه خروجی و مجموعه عوامل اثرگذار بر عامل مجموعه ورودی را شکل می دهند (جدول ۷).

جدول شماره ۷- سطح بندی مؤلفه های شناسایی شده در تحقیق

ردیف row	عوامل factors	ورودی input	خروجی Output	مشترک Joint	سطح level
۱	شفافیت مالی	۶,۳,۲,۱	۶,۵,۳,۲,۱	۶,۳,۲,۱	دوم Second
۲	سرمایه گذاری	۶,۴,۲,۱	۶,۳,۲,۱	۶,۲,۱	دوم Second
۳	زیرساخت	۶,۴,۳,۲,۱	۵,۳,۱	۳,۱	سوم Third
۴	سیاست مالی	۴	۶,۴,۳,۲	۴	پنجم Fifth
۵	ریسک	۶,۵,۳,۱	۶,۵	۶,۵	اول First
۶	اعتبار سنجی	۶,۵,۴,۲,۱	۶,۵,۳,۲,۱	۶,۵,۲,۱	چهارم Fourth

ماخذ: یافته های تحقیق

بر اساس یافته های تحقیق مشاهده می شود که سطح اول شامل مدیریت ریسک، سطح دوم شامل سرمایه گذاری و شفافیت مالی، سطح سوم شامل زیرساخت، سطح چهارم شامل اعتبار سنجی و سطح پنجم شامل سیاست های مالی می باشد. پس از انجام محاسبات مربوط به مدل سازی ساختاری تفسیری فازی و دستیابی به ماتریس دسترسی نهایی و مدل سطح بندی شده موانع در زمینه سطح اثرگذاری این موانع و اثرات مستقیم و غیرمستقیم موجود مابین آن ها، گام بعد به عنوان گامی تکمیلی برای مدل سازی ساختاری تفسیری، به دنبال دسته بندی عوامل در قالب میزان اثرگذاری و اثرپذیری درونی آن ها بر یکدیگر می باشد. هدف از این تحلیل ترسیم نمودار قدرت نفوذ - وابستگی موانع، از روی ماتریس دسترس پذیری نهایی و تجزیه و تحلیل آن می باشد. در این مرحله عوامل در چهار گروه طبقه بندی می شوند: عوامل خودمختار، پیوندی، وابسته و نفوذی. عوامل در قالب این چهار دسته با توجه به سطح اثرگذاری و اثرپذیری آن ها طبقه بندی شده و بدین ترتیب می توان دید جام عتری در زمینه اثرات مستقیم و غیرمستقیم درونی این عوامل به دست آورد. بدین منظور در این تحلیل از ماتریس دسترس پذیری نهایی که شامل اثرات مستقیم و غیرمستقیم موانع بر یکدیگر می باشد استفاده شده است (جدول ۸).

جدول شماره ۸- ماتریس نفوذ و وابستگی

نفوذ influence	اعتبار سنجی Validation	ریسک Risk	سیاست مالی Financial policy	زیرساخت Infrastructure	سرمایه گذاری Investment	شفافیت مالی Financial transparency	
۵	۱	۱	۰	۱	۱	۱	شفافیت مالی Financial transparency
۴	۱	۰	۰	۱	۱	۱	سرمایه گذاری Investment
۳	۰	۱	۰	۱	۰	۱	زیرساخت Infrastructure
۴	۱	۰	۱	۱	۱	۰	سیاست مالی Financial policy
۲	۱	۱	۰	۰	۰	۰	ریسک Risk
۵	۱	۱	۰	۱	۱	۱	اعتبار سنجی Validation
	۵	۴	۱	۵	۴	۴	وابستگی dependency

ماخذ: یافته‌های تحقیق

در ادامه عوامل بر اساس قدرت نفوذ و قدرت وابستگی خود می‌توانند در چهار دسته خودمختار، وابسته، پیوندی و نفوذی قرار بگیرند. بر اساس نتایج تجزیه و تحلیل میک مک می‌توان عوامل را به چهار دسته تقسیم نمود که این تقسیم‌بندی در ادامه در جدول (۹) ارائه شده است.

جدول شماره ۹- دسته‌بندی عوامل بر اساس تحلیل میک مک

پیوندی Associative	وابسته Dependent	نفوذی Influential	خودمختار Autonomous	عوامل Factors
*				شفافیت مالی Financial transparency
*				سرمایه گذاری Investment
	*			زیرساخت Infrastructure
		*		سیاست مالی Financial policy
	*			ریسک Risk
*				اعتبار سنجی Validation

ماخذ: یافته‌های تحقیق

بر اساس یافته‌ها مشاهده می‌شود که عوامل شفافیت مالی، سرمایه‌گذاری و اعتبار سنجی از عوامل پیوندی، عوامل زیرساخت و ریسک از عوامل وابسته و سیاست‌های مالی از عوامل نفوذی می‌باشند. در ادامه ابتدا ابزار تحقیق که بر مبنای ۳۶ مؤلفه تحقیق تهیه گردیده مورد بررسی قرار گرفت و به روش تحلیل عاملی تأییدی ارزیابی شد.

جدول شماره ۱۰- نتایج آزمون KMO و آزمون بارتلت

اندازه KMO KMO size	مجذور کای آزمون بارتلت Bartlett's chi-square test	سطح معنی‌داری Significant level
۰.۹۱۱	۰.۹۶۱	۰.۰۰۰۱

ماخذ: یافته‌های تحقیق

چنانچه در جدول شاخص‌های معنی‌داری داده‌ها را نشان می‌دهد، مقدار شاخص *KMO* برای ابزارهای پژوهش به یک نزدیک می‌باشد. همچنین با توجه به مقدار آماره بارتلت (که تقریبی از آماره کای دو است) و مقدار ضریب معناداری که از ۵٪ کوچک‌تر بوده است، نشان می‌دهد که تحلیل عاملی برای شناسایی ساختار پرسشنامه‌ها مناسب بوده و تعداد نمونه انتخاب‌شده برای تحلیل عاملی ابزار دارای کفایت می‌باشد.

جدول شماره ۱۱- بررسی پایایی و روایی همگرا

نام متغیر Variable name	آلفای کرونباخ Cronbach's alpha	پایایی ترکیبی Composite reliability	AVE
سرمایه‌گذاری Investment	۰.۸۲۱	۰.۹۱۲	۰.۷۶۴
زیرساخت Infrastructure	۰.۸۱۶	۰.۹۱۳	۰.۷۲۰
سیاست‌های مالی Financial policies	۰.۸۱۰	۰.۸۸۸	۰.۷۱۴
شفافیت Transparency	۰.۷۹۹	۰.۸۱۳	۰.۷۲۱
اعتبارسنجی Validation	۰.۸۴۱	۰.۹۰۰	۰.۷۵۶
ریسک Risk	۰.۸۱۶	۰.۹۱۶	۰.۷۶۳

ماخذ: یافته‌های تحقیق

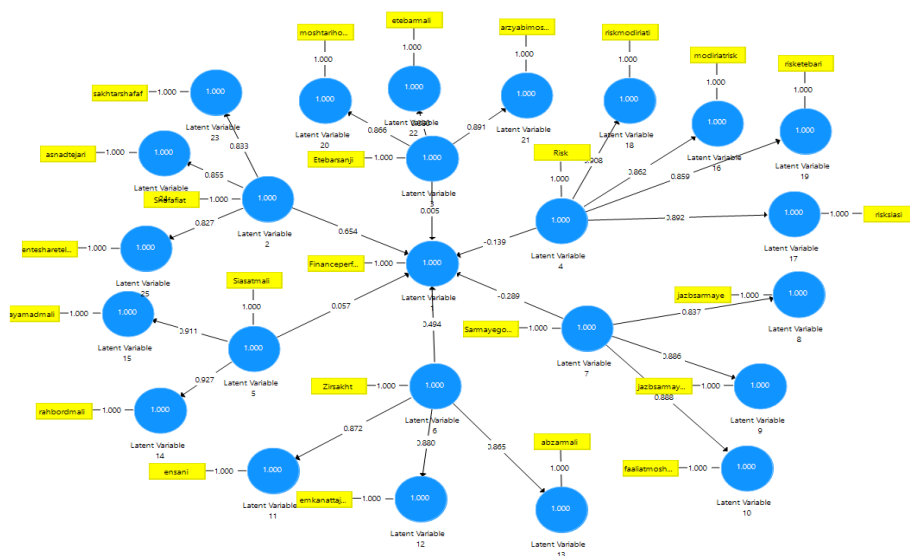
در جدول (۱۱) با توجه به اینکه مقدار مناسب برای آلفای کرونباخ ۰/۷، برای پایایی ترکیبی ۰/۷ و برای *AVE* ۰/۵ می‌باشد و تمامی معیارها در قسمت سنجش بارهای عاملی مقدار مناسبی دارند، می‌توان مناسب بودن وضعیت پایایی و روایی همگرای تحقیق را تأیید ساخت.

جدول شماره ۱۲- بررسی روایی و اگرایی مؤلفه‌های اصلی پژوهش به روش فورنل و لاکر

Variable name	نام متغیر	۱	۲	۳	۴	۵	۶
Investment	سرمایه گذاری	۰.۸۳۶					
Infrastructure	زیرساخت	۰.۷۸۲	۰.۸۵۲				
Financial policies	سیاست‌های مالی	۰.۷۵۵	۰.۷۵۱	۰.۸۳۶			
Transparency	شفافیت	۰.۷۲۲	۰.۷۷۳	۰.۷۱۸	۰.۸۵۲		
Validation	اعتبارسنجی	۰.۶۶۴	۰.۶۴۷	۰.۷۵۲	۰.۷۲۲	۰.۸۱۲	
Risk	ریسک	۰.۷۱۹	۰.۷۳۲	۰.۷۱۴	۰.۶۸۵	۰.۷۸۵	۰.۷۹۴

ماخذ: یافته‌های تحقیق

همان‌گونه که در جدول (۱۲) نشان داده شده است مقادیر روی قطر اصلی از مقادیر سطر زیرین خود بیشتر است؛ بنابراین روایی و اگرایی تحقیق را به روش فورنل و لاکر تأیید می‌کنیم.



شکل شماره ۳- مدل در حالت معناداری

نتایج جدول (۱۳) نشان می‌دهد که متغیرهای مستقل از قدرت پیش‌بینی قوی برخوردار می‌باشند؛ بنابراین مدل پیش‌بینی قوی دارد.

جدول شماره ۱۳- مقدار ضریب تعیین و شاخص تناسب پیش‌بین

Investment سرمایه‌گذاری	R2	Q ²
Infrastructure زیرساخت	۰.۴۰۲	۰.۲۱۶
Financial policies سیاست‌های مالی	۰.۴۱۶	۰.۲۳۰
Transparency شفافیت	۰.۴۵۱	۰.۲۲۰
Validation اعتبارسنجی	۰.۴۱۰	۰.۲۰۴
Risk ریسک	۰.۳۹۵	۰.۱۳۴
Investment سرمایه‌گذاری	۰.۴۱۱	۰.۱۲۵

ماخذ: یافته‌های تحقیق

در این پژوهش مقدار GOF برابر است با:

$$GOF = \sqrt{\text{average (AVE)} \times \text{average (R}^2\text{)}} = ۰/۴۱۶$$

شاخص GOF پژوهش ۰/۴۱۶ به دست آمد که نشان‌دهنده قوی بودن برازش مدل ساختاری می‌باشد.

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

هدف از این پژوهش، طراحی مدل عملکرد مالی صنعت بانکداری برای حمایت از کسب کارهای کوچک و متوسط ($SMEs$) با تأکید بر کارآفرینی در بانک ملت بود. نتایج نشان داد که مقوله‌های اصلی مدل شامل اعتبارسنجی، زیرساخت، سیاست مالی، سرمایه‌گذاری، ریسک و شفافیت می‌باشد. این نتایج موافق با یافته‌های شبابی (۱۴۰۱)، تمیزی فر و همکاران (۱۴۰۱)، محمودی و همکاران (۱۴۰۱)، لی و ایکرام^۱ (۲۰۲۲) و شیوتی و همکاران^۲ (۲۰۲۱) بوده است. اعتبارسنجی بانک‌ها برای حمایت از کسب و کارهای کوچک نقش بسیار مهمی جهت جلوگیری از ریسک نکول می‌باشد. مؤسسه‌های مالی، از قبیل بانک‌ها، در اعتبارسنجی این نوع کسب و کارها به منظور تخصیص اعتبار، مشکلات مختلفی دارند. بانک‌ها و مؤسسه‌های مالی برای شناسایی گیرنده تسهیلات و تعیین ارزش وثیقه لازم، از مدل‌های مختلف امتیازدهی اعتباری استفاده می‌کنند. $SMEs$ ‌ها از نظر مدیریت داده‌های مالی در مقایسه با شرکت‌های بزرگ، سازمان‌دهی نشده تلقی می‌شوند؛ از این رو ارزیابی ریسک اعتباری فقط بر اساس داده‌های مالی، نگرانی‌های متعددی در خصوص نحوه بازپرداخت تسهیلات توسط کسب و کارهای کوچک و متوسط ایجاد می‌کند (ملایی و منکاوی، ۱۴۰۰).

بر اساس یافته‌های تحقیق مشاهده می‌شود که سطح اول شامل مدیریت ریسک، سطح دوم شامل سرمایه‌گذاری و شفافیت مالی، سطح سوم شامل زیرساخت، سطح چهارم شامل اعتبار سنجی و سطح پنجم شامل سیاست‌های مالی می‌باشد. بر اساس یافته‌ها مشاهده می‌شود که عوامل شفافیت مالی، سرمایه‌گذاری و اعتبار سنجی از عوامل پیوندی، عوامل زیرساخت و ریسک از

^۱- Le & Ikram^۲- Shiyuti et al.

عوامل وابسته و سیاست‌های مالی از عوامل نفوذی می‌باشند. همین نتایج توسط مران جوری و همکاران (۱۴۰۱)، کریمی و همکاران (۱۴۰۱)، ستایش و همکاران (۱۴۰۱)، پرومونی و همکاران^۱ (۲۰۲۱) و روی و شای^۲ (۲۰۲۱) گزارش شد. مدیریت ریسک در سطح اول متغیرها قرار دارد. ارزیابی و سنجش ریسک اعتباری سید وام‌های بانک با در نظر گرفتن اثرات متنوع سازی و ارتباط میان موقعیت‌های مختلف موجود در سید وام و اداره‌ی سید اعتبارات بر این اساس، "مدیریت سید اعتباری" نام دارد. بانک‌های موفق در سطح جهان، سیستم‌های اعتبارسنجی و مدیریت سید اعتباری متناسب خود را توسعه می‌دهند. چنین سیستم‌هایی مدیران بانک را در جهت اتخاذ هرچه بهتر تصمیمات اعتباری یاری می‌دهد؛ تصمیماتی که بر پایه‌ی ارزیابی‌های کیفی و کمی وام‌های انفرادی و سید اعتباری بانک قرار دارد. باوجودآنکه صنایع کوچک و متوسط برای شروع به کار و فعالیت، نیازمند سرمایه کمتری در مقایسه با شرکت‌های بزرگ هستند، اما به دلایلی ازجمله مقیاس کوچک فعالیت، سابقه کم، نداشتن اعتبار کافی، عدم برخورداری از صورت‌های مالی حسابرسی شده و عدم شفافیت مالی، عدم دسترسی به وثیقه کافی با مشکلات زیادی در تأمین مالی مواجه‌اند. یکی از دلایل اصلی عدم تمایل بانک‌ها به اعطای تسهیلات به صنایع کوچک و متوسط، ناتوانی این واحدها در بازپرداخت اقساط تسهیلات عنوان می‌شود که در همین راستا بر اساس بررسی‌های انجام‌شده توسط بانک مرکزی، علت بالا بودن مطالبات غیر جاری بنگاه‌های کوچک زودبازده و کارآفرین در ایران، انحراف بالای تسهیلات اعطایی به این بنگاه‌ها و عدم نظارت کافی گزارش شده است.

شرکت‌های کوچک و متوسط به‌عنوان گردانندگان اصلی چرخ‌های اقتصادی در تقریباً تمامی کشورها محسوب گردیده و اهمیت و نقش کلیدی این شرکت‌ها در زمینه بهبود شاخص‌هایی چون تولید ناخالص داخلی و کاستن از فقر و بهبود آمار اشتغال ملی بر کسی پوشیده نمی‌باشد؛ اما این بنگاه‌های اقتصادی به دلیل ماهیت و ویژگی‌های خاص خود دارای محدودیت‌هایی در زمینه‌های گوناگونی چون منابع انسانی، منابع مالی، ارتباطات برون سازمانی و این‌گونه موارد می‌باشند که منجر به ورود بازیگران دولتی و غیردولتی در راستای حمایت از آن‌ها و در جهت بهبود عملکردهای مالی و غیرمالی این شرکت‌ها گردیده است. این بازیگران عمدتاً متشکل از بانک‌ها، دولت و مجلس بوده و مبتنی بر اقدامات مستقیم و غیرمستقیم قادر به اثرگذاری بر عملکردهای این بنگاه‌ها می‌باشند (کریمی و همکاران، ۱۴۰۱).

علیرغم اهمیت بالای موضوع حمایت از بنگاه‌های کوچک و متوسط، به دلیل پراکندگی مطالعات داخلی و خارجی در حیطه اقدامات حمایتی از این کسب‌وکارها و تنوع بالای روش‌ها و کانال‌های اقدام و عمل در قبال بهبود عملکردهای شرکت‌های کوچک و متوسط، نیاز است تا این اقدامات پراکنده در مطالعات تجمیع و تحت یک قالب منظم ارائه گردد تا دقیقاً معین شود که در ایران و جهان مبتنی بر چه رویکردها و به چه طرقی از شرکت‌های کوچک و متوسط حمایت به‌عمل آمده و چگونه می‌توان

^۱- Promono et al.

^۲- Roy & Shaw

رویکردهای مورد استفاده را توسعه بخشید و یا رویکردهای مورد استفاده در سایر کشورها را در ایران پیاده سازی نمود (کریمی و همکاران، ۱۴۰۱).

نظر به اینکه نتایج نشان داد که سطح اول شامل مدیریت ریسک، سطح دوم شامل سرمایه گذاری و شفافیت مالی، سطح سوم شامل زیرساخت، سطح چهارم شامل اعتبار سنجی و سطح پنجم شامل سیاست های مالی می باشد. بر اساس یافته ها مشاهده می شود که عوامل شفافیت مالی، سرمایه گذاری و اعتبار سنجی از عوامل پیوندی، عوامل زیرساخت و ریسک از عوامل وابسته و سیاست های مالی از عوامل نفوذی می باشند، پیشنهاد می گردد که بانک ها در درجه اول مدیریت ریسک را در نظر بگیرند و برای سرمایه گذاری در بخش های مختلف صنعت از بررسی شفافیت مالی غافل نشوند، زیرساخت های بنگاه ها را بررسی و به اعتبارسنجی دقیق آن ها با مؤلفه ها و فاکتورهای موجود بپردازند.

یکی از محدودیت های پژوهش ممکن نبودن وارد شدن متغیرهای مداخله گر مهم دیگر به تحقیق به علت پیچیدگی های زیاد آن ها می باشد.

منابع و مأخذ

- آزاده، سهیلا؛ اصلی زاده، احمد؛ خاکزار بفروئی، مرتضی؛ اعتمادی، احمد رضا. (۱۴۰۱). توسعه مدل پویای استراتژی بانک در شرایط عدم قطعیت با رویکرد پویایی شناسی سیستم (SD)، فصلنامه راهبرد مدیریت مالی دانشگاه الزهراء سال یازدهم، شماره چهل و یکم، صفحات ۲۲۶-۲۰۳.
- پیروز، الهام و افسانه شفیعی (۱۳۹۵)، ارتقای جایگاه بنگاه های کوچک و متوسط در زنجیره های ارزش جهانی: درس هایی برای ایران، تحولات جهانی صنعت، معدن و تجارت، مؤسسه مطالعات و پژوهش های بازرگانی، شماره ۳۹.
- تمیزی فر، مهدی، توحیدی، محمد و شکری، مسعود. (۱۴۰۱). شناسایی و اولویت بندی راهکارهای ارتقاء دسترسی کسب و کارهای کوچک و متوسط به خدمات بانکی در ایران. توسعه کارآفرینی، ۱۵ (۴): ۶۳۹-۶۳۷.
- ستایش، هدیه؛ معمارنژاد، عباس؛ هژبرکیانی، کامبیز؛ ترابی، تقی. (۱۴۰۱). بررسی اثر کارگاه های صنعتی کوچک و متوسط بر رشد ارزش افزوده بخش صنعت در اقتصاد ایران، فصلنامه اقتصاد مالی، دوره ۱۶، شماره ۲، (پیاپی ۵۹)، صفحه ۲۲۱ تا ۲۵۲.
- سودی، حورا؛ ملکی آوارسین، صادق؛ سید نظری، نیر. (۱۳۹۶). بررسی نقش آموزش های کاردانش در ایجاد نگرش کارآفرینانه در هنر جوانان، فصلنامه نوآوری و ارزش آفرینی، شماره ۱۲، سال ۶، صص ۹۹-۱۲۱.
- شبابی، هومن (۱۴۰۱). ارائه الگوی عوامل مؤثر در تأمین مالی خارجی نوآوری شرکت های کوچک و متوسط با استفاده از روش فراترکیب، فصلنامه سیاست نامه علم و فناوری، دوره ۱۲، شماره ۲، صفحات ۲۵-۴۴.
- کرکه آبادی، مهدیه؛ عسگری نژاد، خلیل. (۱۴۰۱). نقش سرمایه گذاری پرریسک در وام های شرکت های کوچک و متوسط (SME)، کنکاش مدیریت و حسابداری، جلد ۲، شماره ۳، صص ۷۸-۹۵.

- کریمی، آسن؛ بوذرجمهری، شهریار (۱۳۹۲). "تحلیل موانع تأمین مالی برای شرکت‌های کوچک و متوسط"، نشریه توسعه کارآفرینی، ۱۶(۱): ۱۲۵-۱۴۴.
- گلقدشتی، مریم و محمدابراهیم آقابابائی (۱۳۹۷). تأثیر منابع تأمین مالی بر رشد شرکت‌های کوچک و متوسط پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، فصلنامه اقتصاد مالی، سال دوازدهم شماره ۴۴، ۱۶۰-۱۴۳.
- محمودی، وحید؛ بابایی، علی؛ عباسیان، عزت‌اله. (۱۴۰۱). رتبه‌بندی اترناتیوهای تأمین مالی بنگاه‌های کوچک و متوسط بر حسب ریسک اعتباری، نشریه علمی سیاست‌گذاری اقتصادی، مقاله پژوهشی / سال چهاردهم، شماره بیست و هشتم، ص ۲۴۶-۲۱۷.
- مران‌جوری، مهدی؛ عنایت‌پورشیاده، ابراهیم؛ درخشان، جواد. (۱۴۰۱). تأثیر عملکرد مالی بر استفاده شرکت‌های کوچک و متوسط از اعتبار تجاری، نشریه تحقیقات حسابداری و حسابرسی، شماره ۵۴ (ب/ISC)، صفحات ۳۹-۴۹.
- مرکز ملی مطالعات، پایش و بهبود محیط کسب‌وکار (۱۳۹۷). گزارش بررسی وضعیت ایران در شاخص سهولت انجام کسب‌وکار سال ۲۰۱۹ میلادی بانک جهانی، وزارت امور اقتصادی و دارایی، معاونت امور اقتصادی.
- مقدم، ندا؛ ضیاء، بابک؛ صادقی، حسین؛ سجادی، سید مجتبی. (۱۴۰۱). طراحی و اعتبار سنجی الگوی گرایش کارآفرینانه بین‌الملل در کسب‌وکارهای ایرانی، فصلنامه نوآوری و ارزش آفرینی، دوره ۱۱، شماره ۲۲، صص ۸۴-۶۳.
- ملایی، زینب؛ منکاوی، مهدی. (۱۴۰۰). شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای اعتبارسنجی شرکت‌های کوچک و متوسط با استفاده از تکنیک AHP، فصلنامه مطالعات مالی و بانکداری اسلامی، دوره ۷، شماره ۱۶ صفحه ۱۷-۴۲.
- موسوی، سید محسن، فرهادی، روح‌الله، هنرکار، حمیدرضا (۱۳۹۳). روش‌های تأمین مالی بنگاه‌های کوچک و متوسط، اندیشه اقتصادی، شماره ۲.

Alina, V., Florin, C., & Nicoleta-Claudia, M. (2021). The impact of good governance on entrepreneurship in terms of sustainable development. In *Contemporary Issues in Social Science*, 106, pp. 307-325. <https://doi.org/10.1108/S1569-375920210000106019>

Cainelli, G., & Giannini, V. (2019). *Small firms and bank financing in bad times*. Springer science +Business Media, LLC, part of Springer Nature, 1-11.

Covin, J. G., Rigtering, J. C., Hughes, M., Kraus, S., Cheng, C. F., & Bouncken, R. B. (2020). Individual and team entrepreneurial orientation: Scale development and configurations for success. *Journal of Business Research*, 112, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.02.023>

Dima, B., Lobonț, O. R., & Moldovan, N. C. (2016). Does the quality of public policies and institutions matter for entrepreneurial activity? Evidences from the European Union's member states. *Panoeconomicus*, 63(4), 425-439. <https://doi.org/10.2298/PAN1604425D>

Gumparthi, S., Khatri, S., & Manickavasagam, V. (2011). Design and development of credit rating model for public sector banks in India: Special reference to small and medium enterprises. *Journal of Accounting and taxation*, 3(3), 105-124.

- Le, T. T., & Ikram, M. (2022). Do sustainability innovation and firm competitiveness help improve firm performance? Evidence from the SME sector in vietnam. *Sustainable Production and Consumption*, 29, 588-599. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.11.008>
- Li, Z., & Zhong, J. (2020). Impact of economic policy uncertainty shocks on China's financial conditions. *Finance Research Letters*, 35, 101303. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.101303>
- Malecki, E. J. (2018). Entrepreneurship and entrepreneurial ecosystems. *Geography compass*, 12(3), e12359. <https://doi.org/10.1111/gec3.12359>
- Mansion, S. E., & Bausch, A. (2020). Intangible assets and SMEs' export behavior: a meta-analytical perspective. *Small Business Economics*, 55, 727-760. <https://doi.org/10.1007/s11187-019-00182-5>
- Pramono, R., Sondakh, L. W., Bernarto, I., Juliana, J., & Purwanto, A. (2021). Determinants of the small and medium enterprises progress: A case study of SME entrepreneurs in Manado, Indonesia. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 8(1), 881-889.
- Riviere, M., & Romero-Martínez, A. M. (2021). Network embeddedness, headquarters entrepreneurial orientation, and MNE international performance. *International Business Review*, 30(3), 101811. <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2021.101811>
- Roy, P. K., & Shaw, K. (2021). A multicriteria credit scoring model for SMEs using hybrid BWM and TOPSIS. *Financial Innovation*, 7(1), 77. <https://doi.org/10.1186/s40854-021-00295-5>
- Shiyuti, H. A., Zainol, F. A., & Ishak, M. S. I. (2021). Why business fail? A thematic review analysis on SMEs. *The Journal of Management Theory and Practice (JMTP)*, 2(2), 1-11. <https://doi.org/10.37231/jmtp.2021.2.2.98>
- Stiebale, J., & Wößner, N. (2020). M&As, investment and financing constraints. *International Journal of the Economics of Business*, 27(1), 49-92. <https://doi.org/10.1080/13571516.2019.1653719>
- Wales, W., Gupta, V. K., Marino, L., & Shirokova, G. (2019). Entrepreneurial orientation: International, global and cross-cultural research. *International Small Business Journal*, 37(2), 95-104. <https://doi.org/10.1177/0266242618813423>

Designing a banking industry financial performance model to support small and medium-sized businesses (SMEs) with an emphasis on entrepreneurship

Anoushirvan Mehrabi,^۱ Babak Haji Karimi^۲ and Amir Najafi^۳

Abstract

The aim of this study is to create a financial performance model for the banking industry, with a focus on providing better assistance to small and medium enterprises (SMEs) and promoting entrepreneurship at Bank Mellat. The qualitative part of the study involved experts in banking and entrepreneurship, including university professors and senior management personnel from Bank Mellat. The theoretical sampling involved interviewing twelve experts, including university professors specializing in banking and entrepreneurship, as well as senior managers from Mellat Bank. This process has reached saturation. The research used grounded theory framework, expert interviews, and three forms of coding: open coding, axial coding, and selective coding. Data collection was conducted through interviews with subject matter experts. The ISM-DEMATEL integrated approach was used to categorize and prioritize the factors. It was employed to determine the nature of the variables, analyze the interconnections among the model's variables, evaluate the strength of these relationships, and assess the influence and effectiveness of the established criteria. Following the completion of data collection, an analysis was conducted utilizing SPSS and Smart PLS software. The findings indicated that the primary components of the model encompass validation, infrastructure, financial policy, investment, risk, and transparency. Research findings suggest that the initial level encompasses risk management, the subsequent level pertains to investment and economic transparency, the third level addresses infrastructure, the fourth level involves validation, and the fifth level pertains to financial policies. The GOF index for this study is recorded at 0.416, indicating a significant fit of the structural model.

Keywords: financial performance, Banking industry, small and medium businesses, grounded theory, structural modeling

^۱PhD student in industrial management, finance major, Abhar Branch, Islamic Azad University, Abhar, Iran, smehrabi8@gmail.com.

^۲Assistant Professor, Department of Industrial Management, Abhar Branch, Abhar Islamic Azad University, Iran, hajikarimibabak@gmail.com.

^۳Associate Professor, Department of Industrial Management, Zanjan Branch, Zanjan Islamic Azad University, Iran, asdnjf@gmail.com.



بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از روش میانگین-واریانس تکنیکالی و جنگل

تصادفی

لیلا برومند^۱، سعید آقاسی^۲ و محمدرضا شریفی قزوینی^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۵/۲۲ و تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۸/۲۷

چکیده

هدف از انجام این پژوهش بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از روش میانگین-واریانس تکنیکالی و جنگل تصادفی (RF) است. روش پژوهش حاضر بر اساس هدف از نوع کاربردی و از نظر نوع داده‌ها، پس رویدادی می‌باشد. جامعه آماری این پژوهش شامل کلیه شرکت‌های فعال در بورس اوراق بهادار تهران طی سال‌های ۱۳۹۰ الی ۱۴۰۲ می‌باشد. در تحقیق حاضر تعداد ۴۰ سهم از سهام فعال در بازار سهام که داده‌های پیوسته و کامل داشته‌اند انتخاب شده است. برای بررسی بهینه‌سازی سبد سهام از اطلاعات قیمت سهام ۵ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار استفاده شد. ملاک انتخاب این ۵ شرکت بالا بودن میزان میانگین قیمت، میانگین بازده و تعداد روزهای معامله شده نسبت به سایر شرکت‌های حاضر در بورس اوراق بهادار است. این پژوهش، برای بهینه‌سازی میانگین-واریانس سبد سهام بر اساس تحلیل سیگنال‌های تکنیکی از شاخص قدرت نسبی (RSI) از نوع شاخص‌های هدایت‌گر استفاده کرده و برای مدلسازی از دو روش تحلیل میانگین-واریانس مارکوفیتز تکنیکالی و الگوریتم جنگل تصادفی استفاده شده است. برای ارزیابی عملکرد مدل پیشنهادی، میانگین خطای مطلق (MAE)، درصد میانگین مطلق خطا (MAPE) و خطای میانگین مربع ریشه (RMSE) به کار رفته است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که مقادیر شاخص‌های مطروحه برای شبکه مدل میانگین-واریانس تکنیکالی نسبت به الگوریتم RF از مقادیر کمتری برخوردار هستند. و این موضوع دقت بالاتر این شبکه عصبی بازگشتی نسبت به الگوریتم جنگل تصادفی را در مدلسازی و پیش‌بینی مقادیر بهینه‌سازی سبد سهام نشان می‌دهد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که نمودار R^2 برای داده‌های مربوط به بهینه‌سازی سبد سهام برای مدل میانگین-واریانس تکنیکالی دارای مقادیر نزدیکتری نسبت به ۱ دارند در حالی که الگوریتم RF دارای مقادیر کمتری از R^2 برای داده‌های مربوط به مدل میانگین-واریانس تکنیکالی می‌باشد که این موضوع نشان دهنده دقت بالای مدل میانگین-واریانس تکنیکالی است.

واژه‌های کلیدی: بورس اوراق بهادار، جنگل تصادفی، سبد سهام، میانگین-واریانس تکنیکالی.

۱. دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، گروه مدیریت، واحد دهقان، دانشگاه آزاد اسلامی، دهقان، ایران؛

Leilaboroomandi@gmail.com

۲. استادیار، گروه مدیریت، واحد دهقان، دانشگاه آزاد اسلامی، دهقان، ایران. (نویسنده مسئول): sae_aghahi@yahoo.com

۳. استادیار، گروه مهندسی صنایع، واحد دهقان، دانشگاه آزاد اسلامی، دهقان، ایران، sharifidocument@gmail.com

مقدمه

زمانی که سرمایه‌گذار تصمیم می‌گیرد تا سرمایه خود را بین چند دارایی مالی تقسیم کند، مسئله انتخاب سبدسهم بهینه خود را نشان می‌دهد. سوال اساسی این است که سرمایه اولیه به چه نسبتی بین دارایی‌ها تقسیم گردد تا سرمایه‌گذار بتواند به هدف خود دست یابد. این هدف غالباً رسیدن به یک حداقل سطح بازده یا ثروت مشخص در ضمن تحمل کمترین ریسک ممکن می‌باشد و مدل سبدسهم مارکوویتز^۱ (مدل میانگین-واریانس) اولین بار به مدل‌سازی چنین مسئله‌ای پرداخت (ژانگ، ۲۰۲۲). مدل‌های مختلفی از انتخاب بهینه سبدسهم وجود دارند که در تابع هدف، محدودیت‌ها، تک دوره‌ای بودن یا چند دوره‌ای بودن، وجود یا عدم وجود هزینه‌های معاملاتی و ... با هم متمایز هستند. پس از بسته شدن سبد، تغییرات قیمتی دارایی‌های سبد در گذر زمان رخ می‌دهد و برای سبد در انتهای افق زمانی سرمایه‌گذاری، بازدهی را حاصل می‌کند. این بازده ممکن است به علت تغییرات شدید قیمتی تعدادی از دارایی‌ها، از بازدهی که در مرحله نظری مورد انتظار بوده، فاصله زیادی داشته باشد. در واقع آنچه رخ داده فاصله زیاد پیش‌بینی تا واقعیت است و از این رو با نوعی عدم استواری در انتخاب سبدسهم مواجه هستیم. در کشور ما همواره بازار سرمایه با ریسک‌های زیادی خصوصاً ریسک سیاسی و تغییر قوانین مواجه است که این ریسک‌ها می‌تواند دارایی‌های سبد سرمایه‌گذاران را با تغییرات قیمتی شدید پیش‌بینی نشده‌ای مواجه کرده و احیاناً منجر به افت‌های شدیدی در ارزش سبدسهم گردد. در برنامه‌ریزی ریاضی معمولاً مسائل با پیش فرض قطعی بودن پارامترهای مدل بهینه می‌گردند. حال آنکه در دنیای واقعی اکثر داده‌ها دچار عدم قطعیت‌اند. پیش فرض اصلی برنامه‌ریزی‌های ریاضی توسعه مدل بر اساس داده‌های صریحاً معین و برابر با مقداری اسمی است (جی و همکاران، ۲۰۲۲). در پژوهش حاضر اقدام به استفاده از مدل میانگین-واریانس با رویکرد تحلیل تکنیکال و الگوریتم جنگل تصادفی (RF) شده است. نتایج این بهینه‌سازی سبد سهام می‌تواند به سرمایه‌گذاران کمک کند تا ریسک سبد سرمایه‌گذاری خود را کنترل کنند. با استفاده از این مدل، سرمایه‌گذاران می‌توانند ترکیبی از سهام‌ها را انتخاب کنند که ریسک کل سبد را کاهش داده و بهینه‌ترین تراز بین ریسک و عایدی را فراهم کند. بنابراین، هدف پژوهش حاضر بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از روش میانگین-واریانس تکنیکالی و جنگل تصادفی است.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

بازارهای سرمایه یکی از مهمترین و پویاترین بخش‌های اقتصاد هر کشور است. در این بازار، ارزش‌های مالی و سرمایه‌ای مانند سهام، اوراق قرضه و مشتقات مالی، خرید و فروش می‌شوند. این بازار، به سرمایه‌گذاران و شرکت‌ها امکان می‌دهد تا منابع مالی خود را تأمین کنند و سرمایه خود را در سراسر اقتصاد گسترش دهند (بلجان^۲ و همکاران، ۲۰۲۲).

^۱Markowitz

^۲Zhang

^۳Ji et al.

^۴Beljan

در میان بازارهای مالی، بازار بورس اوراق بهادار نقش بسیار مهمی را ایفا می‌نماید. زیرا این بازار، به عنوان یکی از اصلی‌ترین و پربرونق‌ترین بازارهای سرمایه، عملکرد و تأثیر قابل توجهی در اقتصاد و سرمایه‌گذاری دارد. بازار بورس اوراق بهادار به عنوان یک محیط معاملاتی مطمئن و نظام‌مند برای خرید و فروش اوراق بهادار عمل می‌کند. این بازار فضایی فراهم می‌کند که سرمایه‌گذاران (شامل سرمایه‌گذاران حقیقی و حقوقی) بتوانند اوراق بهادار را به صورت عمومی و مشروع معامله کنند. این بورس امکان دسترسی آسان و تسهیل فرآیند خرید و فروش را به سرمایه‌گذاران می‌دهد (ژو^۱ و همکاران، ۲۰۲۲). اما نکته بسیار مهمی که در بازارهای سرمایه و خصوصاً در بازار بورس اوراق بهادار باید به آن توجه داشت، انتخاب یک سبد سهام مفید و موثر است. این سبد سهام بر اساس ترکیبی از رویکردهای مختلف شامل استراتژی سرمایه‌گذاری، هدف‌های مالی، زمانبندی سرمایه‌گذاری و تحلیل بازار انتخاب می‌شوند. بنابراین انتخاب یک سبد سهام قوی، نقش بسیار مهمی در تثبیت، تقویت و بهینه‌سازی دارایی‌های افراد سرمایه‌گذار دارد (آراشی^۲ همکاران، ۲۰۲۲).

انتخاب یک سبد سهام نقش مهمی در میزان حفظ و توسعه سرمایه‌های افراد سرمایه‌گذار دارد. بهینه‌سازی سبد سهام در بازار بورس اوراق بهادار یک رویکرد بسیار مهم است تا سبد سهامی با عملکرد بهتر و ریسک کمتر را تشکیل داده و به سرمایه‌گذاران کمک کند تا بازدهی بهینه را از سرمایه خود کسب کنند (فرناندز^۳ و همکاران، ۲۰۱۹).

یکی از کاربردهای بهینه‌سازی سبد سهام، تنوع سرمایه‌گذاری است. با بهینه‌سازی سبد سهام، سرمایه‌گذاران می‌توانند تنوع بیشتری در سبد سهام خود ایجاد کنند. این به معنای سرمایه‌گذاری در صنایع و شرکت‌های مختلف، محصولات مالی مختلف یا مناطق جغرافیایی مختلف است. با داشتن تنوع در سبد سهام، سرمایه‌گذاران می‌توانند ریسک سرمایه‌گذاری خود را کاهش داده و از فرصت‌های بازار بهره‌برداری کنند (سوکونو^۴ و همکاران، ۲۰۲۴).

همچنین با بهینه‌سازی سبد سهام، می‌توان ریسک سیستماتیک (ریسک بازار) را کاهش داد. با ترکیب سهام‌هایی که در برابر ریسک‌های مختلف مستقل هستند، می‌توان ریسک کلی سبد سهام را کاهش داده و به ازای هر سطح بازار، عملکرد بهتری را نسبت به یک سهم تکی داشت. با استفاده از روش‌های بهینه‌سازی، می‌توان سبد سهامی را تشکیل داد که در دوره‌های طولانی‌تر بازدهی بهتری داشته باشد. با توجه به تاریخچه قیمت و اطلاعات مالی شرکت‌ها، می‌توان به سرمایه‌گذاری در سهام‌هایی که انتظار می‌رود در آینده عملکرد بهتری داشته باشند، تمرکز کرد (پوروانداری^۵ و همکاران، ۲۰۲۳).

^۱Xu^۲Arashi^۳Fernandez^۴Sukono^۵Purwandari

در کل، بهینه‌سازی سبد سهام در بازار بورس اوراق بهادار به سرمایه‌گذاران کمک می‌کند تا تنوع، کاهش ریسک، بهبود بازدهی و رعایت استراتژی‌های سرمایه‌گذاری خود را در نظر بگیرند. برای دستیابی به این هدف، معمولاً از روش‌های مختلف بهینه‌سازی مانند بهینه‌سازی مارکوویتز و استفاده از مدل‌های ریاضی و روش‌های شبیه‌سازی استفاده می‌شود (چاول و چاوزبدو، ۲۰۱۹). همچنین انتخاب سهام ناپراکنده یا در صنایع ضعیف می‌تواند منجر به کاهش بازدهی سرمایه‌گذاری شود. عدم تنوع کافی در سبد سهام ممکن است باعث افزایش ریسک و کاهش بازدهی کلی سرمایه‌گذاری شود. از سوی دیگر، انتخاب سهام بدون تحلیل کافی از عملکرد شرکت‌ها و زمینه فعالیت آنها می‌تواند به ناپایداری سبد سهام و عدم استحکام در طول زمان منجر شود (ادریس^۲ و همکاران، ۲۰۱۹). همچنین اگر سبد سهام انتخاب شده تطابق کافی با اهداف و نیازهای سرمایه‌گذار نداشته باشد، سرمایه‌گذار ممکن است به دستیابی به اهداف مالی خود نرسد و ناامید شود. عدم دقت در انتخاب سبد سهام می‌تواند آسیب‌پذیری سرمایه‌گذار را در برابر تغییرات ناگهانی در شرایط بازار و نوسانات قیمتی بورس افزایش دهد (شاه^۳ و همکاران، ۲۰۱۹). پیشینه پژوهش

تاکنون پژوهش‌های مختلفی با هدف بررسی و بهینه‌سازی سبد سهام انجام شده است. آدینه‌وند و همکاران (۱۴۰۲) در پژوهشی دیگر، به بررسی کارآمدی مدل‌های بهینه‌سازی فرا ابتکاری الگوریتم ژنتیک چندهدفه تحت معیار ریسک *MSV* و الگوریتم ازدحام ذرات تحت معیار ریسک *CVaR* در تعیین سبد سهام شرکت‌های پذیرفته شده در سازمان بورس اوراق بهادار اقدام کردند. نتایج نشان می‌دهد که مدل الگوریتم ژنتیک چند هدفه تحت معیار ریسک *MSV* دارای بازده بیشتر و ریسک کمتری می‌باشد، در نتیجه مدل الگوریتم ژنتیک تحت معیار ریسک *MSV* از مدل الگوریتم ازدحام ذرات تحت معیار ریسک *CVaR* کارآمدتر می‌باشد. همچنین جعفری و همکاران (۱۴۰۲) بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از مدل ارزش در معرض خطر شرطی با رویکرد شبیه‌سازی را بررسی کردند. با بررسی نتایج تخمین‌های بدست آمده از مدل‌ها با داده‌های بازار این نتیجه حاصل می‌شود که این مدل نتایجی نزدیکتر به واقعیت برای سرمایه‌گذاران ایجاد می‌کند.

آنونو^۴ و همکاران (۲۰۲۴) در پژوهشی آزمایش بهینه‌سازی پرتفوی توسط استراتژی سرمایه‌گذاری پرتفوی در بازار سهام را بررسی کردند. ارزیابی پرتفوی بهینه با استفاده از پارامترهای متعدد نشان داد که بیشترین بازده مورد انتظار و کمترین ریسک به ترتیب ۱/۲۲ و ۳/۱۲ درصد بوده است. جینگ^۵ و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهشی دیگر، انتخاب بهینه پرتفوی سهام با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره را مورد بررسی قرار دادند. از شاخص موجود در بورس اوراق بهادار تهران می‌توان برای ارائه مدلی جامع و بهینه برای سبد سهام استفاده کرد. روش‌های مختلف تصمیم‌گیری چند شاخصی همگی می‌توانند سبد سهام

^۲Chavalle and Chavez-Bedoya

^۳Idrees

^۴Shah

^۵Anuno

^۶Jing

بهینه و بهترین سبد سهام را برای بالاترین بازدهی شناسایی کنند. برویوآگا^۱ و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهشی بهینه‌سازی پورتفولیو با استفاده از مدل درخت پوشای حداقل در بازار بورس مراکش را ارزیابی کردند. یافته‌ها نشان می‌دهد که روش پیشنهادی می‌تواند عملکرد پرتفوی را افزایش دهند، شواهدی از بازار سرمایه که می‌تواند به سرمایه‌گذاران یا مدیران فعال در هنگام بهینه‌سازی پرتفوی کمک کند.

ژو^۲ و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که مدل بهینه‌سازی میانگین - واریانس از ریاضیات پایه استفاده می‌کند و محدودیت‌های ریاضی را در نظر می‌گیرد. این مدل قادر است به طور دقیق، محدودیت‌های ریاضی را در رابطه با ترکیب بهینه از دارایی‌ها براساس اهداف ترسیمی در نظر بگیرد. پارک^۳ (۲۰۲۱) بیان داشت که تحلیل سیگنال‌های تکنیکی امکان تجزیه و تحلیل دقیق تر بازار را در زمان واقعی فراهم می‌کند. با استفاده از این تحلیل، می‌توان الگوها، روندها و سیگنال‌های بازار را تشخیص داد و در مدل بهینه‌سازی میانگین - واریانس لحاظ کرد. تحلیل سیگنال‌های تکنیکی در این مدل می‌تواند الگوها و سیگنال‌های قیمتی را در داده‌های سهام تشخیص دهد. این الگوها ممکن است شامل سیگنال‌های خرید یا فروش، تغییر روندهای قیمتی، سطوح پشتیبانی و مقاومت و سایر الگوهای فنی باشند. با شناخت این الگوها، می‌توان سبد سهام را براساس سیگنال‌های قوی و قابل اعتماد بهبود داد. همچنین فبریانتي^۴ و همکاران (۲۰۲۳) در یافتند که تحلیل سیگنال‌های تکنیکی در این مدل می‌تواند به تعیین زمان ورود و خروج از سهام کمک کند. با تحلیل نمودارهای قیمتی، می‌توان نقاط ورود و خروج استراتژی‌های سرمایه‌گذاری را تعیین کرد. برای مثال، می‌توان نقاط ورود را در زمانی تعیین کرد که سیگنال‌های خرید قویتری وجود دارد و نقاط خروج را در زمانی که سیگنال‌های فروش قویتری مشاهده می‌شود. با استفاده از تحلیل سیگنال‌های تکنیکی در این مدل، می‌توان ریسک سبد سرمایه را پایش کرده و مدیریت کرد. مورتاس^۵ و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که با توجه به سیگنال‌های تکنیکی، می‌توان میزان واریانس و نوسانات بازدهی سبد سهام را پیش‌بینی کرد و بر اساس آن، ترکیب بهینه از دارایی‌ها را تعیین کرد.

استفاده از ابزارهای تحلیل تکنیکال در بازار سرمایه به سرعت در حال گسترش است و این ابزارها امکان سنجش روزانه بازار را فراهم می‌کنند. تحلیل تکنیکال به سرمایه‌گذاران کمک می‌کند تا زمان ورود و خروج خود را مشخص کنند و با بررسی الگوها و شاخص‌ها، نقاط ورود مطمئن‌تری را شناسایی کنند. همچنین، این تحلیل به شناسایی روندهای بازار (صعودی، نزولی یا جانی) کمک کرده و ریسک‌ها را کاهش می‌دهد (نور و همکاران، ۲۰۲۳). در این پژوهش، بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از الگوریتم جنگل تصادفی (RF) انجام شده است. این الگوریتم یک روش یادگیری ماشینی نظارت شده است که از ترکیب چندین مدل

^۱Berouaga^۲Xu^۳Park^۴Febrianti^۵Mourtas

Nor

تصمیم‌گیری ساده (درخت تصمیم) برای پیش‌بینی استفاده می‌کند. هر درخت تصمیم به صورت مستقل از داده‌ها آموزش دیده و در نهایت نتایج این درختان با هم ترکیب می‌شوند تا پیش‌بینی نهایی صورت گیرد (سه و همکاران، ۲۰۱۸).

روش شناسی پژوهش

روش پژوهش حاضر بر اساس هدف از نوع کاربردی و از نظر نوع داده‌ها، پس‌رویدادی می‌باشد. جامعه آماری این پژوهش شامل کلیه شرکت‌های فعال در بورس اوراق بهادار تهران طی سال‌های ۱۳۹۰ الی ۱۴۰۲ می‌باشد. در تحقیق حاضر تعداد ۴۰ سهم از سهام فعال در بازار سهام که داده‌های پیوسته و کامل داشته‌اند انتخاب شده است. بازده زمانی مورد نظر از تاریخ ۱ فروردین ۱۳۹۰ تا ۲۹ اسفند ۱۴۰۲ بوده است. به منظور دستیابی به نوسانات قابل توجه بازه زمانی برای محاسبه ریسک و بازده دوره‌های سه روز کاری در نظر گرفته شده است. بر این اساس ۴۱۰ مشاهده برای هر سهم که هر ده روز کاری را می‌توان برای ایجاد یک سبد سهام بکار گرفت. در واقع میانگین و واریانس یک ماهه برای تشکیل هر پرتفوی بکار گرفته می‌شود. داده یک ماه آخر یعنی پرتفوی آخر بر خلاف دیگر مشاهده‌ها تنها به منظور محاسبه بازده یک ماه پس از پرتفوی ۴۰-ام بکار گرفته شد و در تابع بهینه‌یابی وارد نمی‌شود. برای بررسی بهینه‌سازی سبد سهام از اطلاعات قیمت سهام ۵ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار استفاده شد. ملاک انتخاب این ۵ شرکت بالا بودن میزان میانگین قیمت، میانگین بازده و تعداد روزهای معامله شده نسبت به سایر شرکت‌های حاضر در بورس اوراق بهادار است. اطلاعات مربوط به این شرکت‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- اطلاعات قیمت ۵ سهم پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران

شماره سهم	میانگین قیمت	میانگین بازده	انحراف معیار بازده (6)	نیم انحراف معیار بازده (Σ)	تعداد روزهای معامله شده
۱	۴۹۱۲/۳	-۰/۰۰۰۹	۰/۰۲۶۱	۰/۰۲۰۴	۲۴۵۰
۲	۱۳۵۲/۵	-۰/۰۰۱۱	۰/۰۳۵۲	۰/۰۲۱۹	۲۱۳۶
۳	۲۵۵۳/۶	-۰/۰۰۰۸	۰/۰۱۱۲	۰/۰۰۹۸	۲۵۱۱
۴	۴۳۸۲/۱	-۰/۰۰۱۰	۰/۰۲۴۶	۰/۰۱۶۸	۲۰۶۴
۵	۱۹۸۲/۵	-۰/۰۰۰۵	۰/۰۱۱۹	۰/۰۱۰۱	۲۲۷۸

ماخذ: یافته‌های تحقیق

در این پژوهش، برای بهینه‌سازی میانگین - واریانس سبد سهام بر اساس تحلیل سیگنال‌های تکنیکی از شاخص قدرت نسبی (RSI) از نوع شاخص‌های هدایت‌گر استفاده شده است. $RSI(t, P)$ که همان شاخص قدرت نسبی در زمان t و مربوط به دوره P می‌باشد تنها با استفاده از قیمت‌های بسته شدن بدست می‌آید:

(ب) سپس میانگین افزایش‌ها برای یک دوره ۱۴ روزه حساب می‌گردد. در محاسبات روزانه از میانگین‌های ۱۴ روزه و در محاسبات هفتگی از میانگین‌های ۱۴ هفته‌ای استفاده می‌شود، در این پژوهش نیز از میانگین‌های ۱۴ روزه استفاده شده است. برای به دست آوردن مقدار میانگین افزایش میزان تغییرات ($Ut.p$) در ۱۴ روز گذشته روزهای مثبت قیمت ($up-Closes$) یا (Ui) را با هم جمع کرده (منظور از روزهای مثبت روزهایی است که قیمت سهام افزایش داشته است و حاصل بر ۱۴ تقسیم می‌شود. همچنین میانگین کاهشها را برای همان دوره محاسبه کرده برای محاسبه میانگین کاهش میزان تغییرات ($Dt.p$) در ۱۴ روز گذشته روزهای منفی قیمت ($down Closes$ یا Di) را با هم جمع کرده و حاصل بر عدد ۱۴ تقسیم می‌شود. بدین ترتیب اولین عددی که بدست می‌آید برای روز چهاردهم است و برای روز پانزدهم به بعد از فرمول دیگری استفاده می‌شود که بر خلاف یک میانگین ساده وزن آخرین عدد را بیشتر منظور می‌کند. بدین ترتیب به قیمت آخرین روز بیشتر تاکید شده و باعث بالا رفتن حساسیت شاخص می‌شود. لازم به ذکر است که این فرآیند برای همه روزها انجام می‌شود و بعد از روز چهاردهم برای کلیه روزها دارای میانگین افزایش‌ها و میانگین کاهشها خواهد بود.

$$D_i = \begin{cases} C_{i-1}C_i & \text{if } C_{i-1} > C_i \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \text{ and } U_i = \begin{cases} C_i - C_{i-1} & \text{if } C_i > C_{i-1} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

(۲) میانگین U_i بالاتر از $U_{t,p} = I_{t,p}$ و میانگین D_i بالاتر از $D_{t,p} = I_{t,p}$

$$\text{قدرت نسبی روز } t\text{ام} = RSt,p = \frac{U_{t,p}}{D_{t,n}} \quad (3)$$

Relative Strength Index

$$RSI_{t,p} = 100 - \frac{100}{1 + RSI_{t,p}} \quad (4)$$

مقدار $RSI=100$ دلالت بر حرکت روند قیمت به طرف بالا دارد یعنی بازار با حالت خرید بیش از حد مواجه است و زمان مناسبی برای فروش است و مقدار $RSI=0$ دلالت بر یک کاهش خالص در حرکات قیمت دارد یعنی بازار با حالت فروش بیش از حد مواجه است و زمان مناسبی برای خرید است (دیاژ و همکاران، ۲۰۲۲).

روش تحلیل میانگین-واریانس مارکوویتز تکنیکالی

روش تحلیل میانگین-واریانس مارکوویتز تکنیکالی بر اساس دو مفهوم اصلی میانگین و واریانس قیمت‌ها، قصد دارد با مقایسه تغییرات و ارتباط بین آن‌ها در بازه‌های زمانی مختلف، الگوها و سیگنال‌هایی را برای تصمیم‌گیری در معاملات مالی ارائه دهد. با توجه به میانگین و واریانس، الگوها و تغییراتی در رفتار قیمت‌ها شناسایی می‌شوند که می‌تواند به عنوان سیستمی برای تصمیم‌گیری در معاملات مورد استفاده قرار گیرد. برای به دست آوردن انتخاب سبد سرمایه بهینه در روش میانگین-واریانس مارکوویتز تکنیکالی که حداقل واریانس برای سطح خاصی از بازده است، مدل برنامه‌ریزی خطی زیر مورد استفاده قرار گرفته است (چاووی و انسون و چایسیری، ۲۰۲۲):

$$\begin{aligned} \text{Min } z &= \delta_p^2 \\ \text{St : } \bar{r}_p &= \sum_{j=1}^n w_j \cdot r_j \\ \sum_{j=1}^n w_j &= 1 \\ w_j &> 0 \end{aligned} \quad (5)$$

در رابطه بالا داریم:

w_i = وزن مربوط به سهم i ام در سبد سهام؛

r_p = بازدهی مورد انتظار سبد سهام؛

r_i = بازدهی سهم i ام؛

δ_p^2 = واریانس بازده سبد سهام

واریانس بازده سبد سهام طبق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\delta_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \text{cov}(r_i, r_j) \quad (6)$$

^۱Díaz

^۲Chaweewanchon and Chaysiri

الگوریتم جنگل تصادفی

جنگل تصادفی یکی از روش‌های درخت تصمیم است. RF مجموعه از روش‌های یادگیری است که می‌تواند به منظور رگرسیون و طبقه‌بندی داده‌ها از آن استفاده کرد. اصل اساسی روش شناسی در جنگل تصادفی، ساختن جنگلی از درختان تصادفی است که از این طریق در هر گره C and یک درخت تصمیم ایجاد می‌شود. RF استحکام چندین درخت منفرد را با هم ادغامی کند تا با استفاده از رویکرد بدست آمده و جدی، مدل دقیق‌تری را بسازد. مطالعات بسیاری در مهندسی کاربرد RF را مورد بررسی قرار دادند. همچنین در فرآیند پیش‌بینی، کاربرد و قابلیت روش جنگل تصادفی را مورد پژوهش قرار دادند. تحت روش بوت استرپینگ^۱، داده‌ها به طور مستقل و تصادفی برای مرحله آموزش انتخاب می‌شوند. در فرآیند انتخاب متغیر، مدل داده‌های آزمایشی را کنار گذاشته که آن‌ها را به عنوان نمونه‌های خارج از کیسه (OOB) تأیید می‌شوند. با توجه به طبقه‌بندی جنگل تصادفی که شامل چندین پارامتر مانند تعداد درخت، حداقل بهره و حداکثر عمق درخت می‌بایست این روش بهینه شود (سکولیچ^۲ و همکاران، ۲۰۲۰).
پیاده‌سازی مدل کدنویسی در نرم‌افزار متلب انجام شده است.

یافته‌های پژوهش

در ارائه مدل برای بهینه‌سازی سبد سهام با رویکرد میانگین-واریانس تکنیکالی باید به این نکته توجه داشت که این مدل در مورد انتخاب وزن پرتفوی است که مبادله بهینه بین میانگین (به عنوان معیار سود) و واریانس (به عنوان معیار ریسک) بازده پرتفوی را برای یک دوره آتی فراهم می‌کند. برای پورتفولیوی متشکل از m دارایی از سهام‌های مورد بررسی با بازده مورد انتظار μ_i ، باید مقدار w_i وزن ارزش سبد سرمایه گذاری شده در دارایی i باشد به طوری که رابطه $\sum_{i=1}^m w_i = 1$ و انتظار $\mu = (\mu_1, \dots, \mu_m)$ ، $w = (w_1, \dots, w_m)^T$ در طول مدلسازی برقرار باشد. بازده پرتفوی دارای میانگین $w^T \mu$ و واریانس $w^T \Sigma w$ است که ماتریس کوواریانس بازده دارایی را تعیین می‌کند. در این مدل با توجه به مقدار هدف μ برای میانگین بازده یک سبد، یک پورتفولیوی کارآمد با وزن بردار w_{eff} مشخص می‌کند که چگونه روند بهینه‌سازی سبد سهام طی شود که مطابق رابطه زیر داریم:

$$w_{eff} = \arg \min w^T \Sigma w ; w^T \mu = \mu^*, w^T 1 = 1, w \geq 0 \quad (7)$$

هنگامی که فروش کوتاه مجاز است، محدودیت $w \geq 0$ (یعنی $w \geq 0$ برای همه i) در رابطه بالا را می‌توان حذف کرد و مشکل زیر را ایجاد کرد که یک راه حل صریح دارد:

^۱Bootstrapping method

^۲Out Of Bag

^۳Sekulić

$$w_{eff} = \arg_{w: WT=1, wT\mu=\mu^*} \min w^T \Sigma w = \{B \Sigma_{m=1}^{-1} 1 - A \Sigma_{m=1}^{-1} \mu + \mu^* (C \Sigma_{m=1}^{-1} \mu - A \Sigma_{m=1}^{-1} 1) / D\} \quad (8)$$

که در رابطه بالا:

$$A = \mu^T \Sigma_{m=1}^{-1} 1 = 1^T \Sigma_{m=1}^{-1} \mu \quad (9)$$

$$B = \mu^T \Sigma_{m=1}^{-1} \mu \quad (10)$$

$$C = 1^T \Sigma_{m=1}^{-1} 1 \quad (11)$$

$$D = BC - A^2 \quad (12)$$

در مدل مارکویتز دو پارامتر μ و Σ به عنوان پارامترهای شناخته شده فرض می‌شوند. از آنجایی که در عمل μ و Σ ناشناخته هستند، یک رویکرد رایج مورد استفاده تخمین μ و Σ از روی داده‌های تاریخی است. مقدار A یک مدل استاندارد برای قیمت P_{it} از دارایی i و در زمان t است که در تئوری مالی، حرکت هندسی براونی $dP_{it}/P_{it} = \theta_i dt + \sigma_i dB_t^{(i)}$ است، که در آن $\{B_t^{(i)} \geq 0\}$ حرکت براونی استاندارد است.

برای محاسبه بردار وزن بهینه در رویکرد میانگین-واریانس تکنیکالی فرض شده است که μ_n و V_n ماتریس میانگین خلفی و گشتاور دوم با توجه به مجموعه R_n بازده فعلی و مجموعه $r_1, \dots, r_n$ باشد. از آنجایی که w بر اساس R_n است، از $E(r_{n+1}|R_n) = \mu_n$ و $E(r_{n+1} + r_{n+1}^T | R_n) = V_n$ نتیجه می‌شود که:

$$E(W^T r_{n+1}) = E(W^T \mu_n) \quad (13)$$

$$E\{(W^T r_{n+1})^2\} = E(W^T V_n W) \quad (14)$$

بدون فروش کوتاه، بردار وزن $w(\eta)$ توسط آنالوگ زیر ارائه شده است.

$$w(\eta) = \arg_{w: WT=1, w>0} \min \{ \lambda W^T V_n w - \eta W^T \mu_n \} \quad (15)$$

که این رابطه با برنامه نویسی درجه دوم محاسبه شده است (توسط quadprog در متلب). هنگامی که فروش کوتاه مجاز است، محدودیت $w \geq 0$ را می‌توان حذف کرد و $w(\eta)$ را به صراحت توسط رابطه زیر محاسبه کرد:

$$w(\eta) = \arg_{w: WT=1} \min \{ \lambda W^T V_n w - \eta W^T \mu_n \} = \frac{1}{C_n} V_n^{-1} 1 + \frac{\eta}{2\lambda} V_n^{-1} (\mu_n - \frac{A_n}{A_c} 1) \quad (16)$$

که در آن برابری دوم را می‌توان با استفاده از ضریب لاگرانژ و رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$A_n = \mu_n^T V_n^{-1} 1 = 1^T V_n^{-1} \mu_n; \quad B_n = \mu_n^T V_n^{-1} \mu_n; \quad C_n = 1^T V_n^{-1} 1 \quad (17)$$

لازم به ذکر است که در روابط ۱۵، ۱۶ و ۱۷ اساساً تخمین‌های بایس از μ و $V = \Sigma + \mu \mu^T$ را به بردار وزن بهینه که μ و Σ را فرض می‌کند و باید شناخته شود متصل می‌کند. با این حال، بر خلاف مرز کاراً، ابتدا مسئله بهینه‌سازی نمونه کارها با میانگین واریانس اصلی به یک مسئله بهینه‌سازی "میانگین در مقابل لحظه دوم" تبدیل شد که دارای یک پارامتر اضافی η است.

$$C(\eta) = E\{W^T(\eta) \mu_n\} + \lambda E\{W^T(\eta) \mu_n^2\} - \lambda E\{W^T(\eta) V_n w(\eta)\} \quad (18)$$

که برابر با $E[w^T(\eta)r] - \lambda Var[w^T(\eta)r]$ در ۲۰ است، می‌توان از روش برنت^۱ برای به حداکثر رساندن $C(\eta)$ استفاده کرد. لازم به ذکر است که این استدلال به طور ضمنی فرض می‌کند که ماکزیمم ۱۷ با مقداری w بدست می‌آید و متناهی است. این فرض زمانی به آن استناد می‌شود که عدم وجود فروش کوتاه مدت برآورده شده باشد و زمانی که فروش کوتاه مدت مجاز باشد، به این فرض استناد نمی‌شود. بنابراین حداکثر مقدار بازدهی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$E\left\{\left(Bn - \frac{A_n^2}{C_n}\right)\left(Bn - \frac{A_n^2}{C_n} - 1\right)\right\} < 0 \quad (۱۹)$$

در مورد $0 > E\left\{\left(Bn - \frac{A_n^2}{C_n}\right)\left(Bn - \frac{A_n^2}{C_n} - 1\right)\right\}$ به جای آن یک حداقل دارد و به ۱ به عنوان $|n|$ نزدیک می‌شود. ۱ در این مورد، دارای یک مقدار بی نهایت است و باید به جای حداکثر به عنوان یک مقدار برتر (که به دست نمی‌آید) تعریف شود. Σ_n نشان دهنده ماتریس کوواریانس خلفی داده شده R_n باشد. باید توجه داشت که قانون انتظارات مشروط تکرار شده، که در رابطه ۱۸ و ۱۹ آمده است، آنالوگ زیر را برای $Var(W)$ دارد:

$$Var(w) = E\{Var(W|R_n)\} + Var\{E(W|R_n)\} = E(w^T \Sigma_n w) + Var(w^T \mu_n) \quad (۲۰)$$

استفاده از n برای جایگزینی در بردار وزن بهینه که μ را فرض می‌کند و شناخته می‌شود. بنابراین، واریانس $w^T \mu_n$ در رابطه فوق را نادیده می‌گیرد، و این حذف یک دلیل اصلی مهم برای معمای بهینه‌سازی مارکوویتز مربوط به مرزهای کارآمد است. برای مدل‌سازی انعطاف‌پذیرتر، می‌توان به توزیع قبلی در رویکرد بیزی اجازه داد که شامل فرآیندهای نامشخص باشد، که می‌تواند از نمونه آموزشی با حداکثر احتمال، یا روش لحظه‌ها یا روش‌های دیگر تخمین زده شود. به عنوان مثال، برای مزدوج قبلی بیز و برآوردهای انقباضی، می‌توان ν و ϕ را توابعی از فرآیندهای خاص فرض کرد که با یک مدل چند عاملی مرتبط هستند. این به معنای استفاده از یک مدل تجربی بیز برای (μ) و (Σ) در مسئله بهینه‌سازی تصادفی است. برای ارزیابی (w^T) می‌توان از یک روش ناپارامتریک برای ارزیابی این مقادیر استفاده کرد که در زیر توضیح داده شده است.

باید توجه داشت که می‌توان عملکرد مکرر بیز یا سایر قوانین تخصیص دارایی را با استفاده از روش بوت استرپ ارزیابی کرد. نمونه‌های بوت استرپ $\{r_{b1}^*, \dots, r_{bn}^*\}$ با جایگزینی از نمونه مشاهده شده $\{r_1, \dots, r_n\}$ ، $1 \leq b \leq B$ ترسیم شده است، می‌تواند برای تخمین $E_{\mu, \Sigma}(w_n^T r_{n+1}) = E_{\mu, \Sigma}(w_n^T \Sigma w_n) + Var_{\mu, \Sigma}(w_n^T \mu)$ و $E_{\mu, \Sigma}(w_n^T r_{n+1}) = E_{\mu, \Sigma}(w_n^T \mu)$ از پورتفولیوهای مختلف که بردارهای وزن آنها مختلف است، استفاده کند.

بسط مدل‌های سری زمانی بازده در رویکرد میانگین-واریانس تکنیکالی

یک فرض مهم در اصلاح رویکرد میانگین-واریانس تکنیکالی این است که r_t با میانگین μ و ماتریس کوواریانس Σ دارای ارتباط است. بررسی‌های تشخیصی میزان نقض این فرض باید در عمل انجام شود. تئوری بهینه‌سازی تصادفی در بخش قبل

^۱Brent

در واقع به این فرض نیاز ندارد و فقط به میانگین خلفی و ماتریس گشتاور دوم بردار بازگشتی برای دوره بعدی نیاز دارد. بنابراین بر این اساس بررسی های تشخیصی نشان می دهد چنین تغییراتی مورد نیاز است. یک روش ساده برای معرفی چنین اصلاحی، استفاده از مدل رگرسیون تصادفی فرم است که در ادامه عبارت است از:

$$r_{it} = \beta_i^T x_{it} + \varepsilon_{it} \quad (21)$$

که در آن اجزای x_{it} شامل ۱، متغیرهای عاملی مانند بازده پرتفوی بازار مانند **S&P500** در زمان $t-1$ ، و متغیرهای با تاخیر $r_{i,t-1}, r_{i,t-2}, \dots$ است. ایده اصلی زیربنای رابطه بالا این است که متغیرهای کمکی را معرفی کند (از جمله متغیرهای تاخیری برای در نظر گرفتن اثرات سری زمانی) به طوری که خطاهای ε_{it} را بتوان به عنوان یک رویه تکنیکالی در نظر گرفت. پارامتر رگرسیون β_i^T را می توان با روش گشتاورها که معادل حداقل مربعات است تخمین زد. همچنین می توانیم با فرض اینکه $\varepsilon_{it} = z_{it}(y_i)z_{it}$ با میانگین ۰ و واریانس ۱ ناهمگونی را رفع کرد. y_i بردار پارامتری است که می توان آن را با حداکثر احتمال یا روش تعمیم یافته گشتاورها تخمین زد و s_{it} یک تابع معین است که به $r_{i,t-1}, r_{i,t-2}, \dots$ بستگی دارد. مثال شناخته شده مدل **GARCH(۱,۱)** است که عبارت است از:

$$\varepsilon_{it} = s_{it}z_{it} \quad (22)$$

$$s_{it}^2 = \omega_i + a_i s_{it}^2 + b_i r_{i,t-1}^2 \quad (23)$$

که در این رابطه $y_i = (\omega_i, a_i, b_i)$ است.

چنانچه مدل رگرسیون تصادفی ۲۳ در نظر گرفته شود. همانطور که اشاره شد، یک عنصر کلیدی در بردار وزن بهینه که مسئله بهینه سازی را حل می کند (μ_n, V_n) است، که در آن $\mu_n = E(r_{n+1}|R_n)$ و $V_n = E(r_{n+1}r_{n+1}^T | R_n)$ است. به جای مدل کلاسیک بازده، می توان دانش دامنه m دارایی ها را با مدل سازی سری های زمانی ترکیب کرد تا پیش بینی کننده های بهتری از بازده های آتی از طریق μ_n و V_n به دست آورد.

رگرسیون های خروجی در رابطه ۲۱ را می توان برای ساخت یک مدل تجربی-ماهوی ترکیبی برای پیش بینی انتخاب کرد. باید توجه داشت که روابط ۲۱، ۲۲ و ۲۳ بازده دارایی را به طور جداگانه مدل می کند. این روابط به جای اینکه به طور مشترک در یک مدل رگرسیون چند متغیره یا چند متغیره **GARCH** که مشکل داشتن پارامترهای بیش از حد برای برآورد را دارد، بازده را جداگانه بررسی می کنند. در حالی که بردارهای ε_{it} (یا z_{it}) در روابط ۲۲ و ۲۳ اجزای آن ها را نامرتب فرض نمی کند، زیرا مؤلفه ها را به جای مشترکاً، به طور مجزا بررسی می کند. کوواریانس مقطعی مشروط بین بازده دارایی های i و j با R_n توسط رابطه زیر به دست می آید:

$$\text{Cov}(r_{i,n+1}, r_{j,n+1}|R_n) = s_{i,n+1}(y_i)s_{j,n+1}(y_j)\text{Cov}(z_{i,n+1}, z_{j,n+1}|R_n) \quad (24)$$

برای مدل ۲۱، ۲۲ و ۲۳ باید توجه داشت که در روابط مذکور، $s_{i,n+1}^2$ را به صورت بازگشتی از R_n تعیین می‌کند و z_{n+1} مستقل از R_n است و بنابراین ماتریس کوواریانس آن را می‌توان به طور پیوسته از باقیمانده‌های z_t تخمین زد. در روابط فوق رویکرد تکنیکالی از فرمول‌های زیر برای μ_n و V_n در روابط ۲۲ و ۲۳ استفاده می‌کند:

$$\mu_n = (\beta_1^T x_{1,n+1}, \dots, \beta_m^T x_{m,n+1})^T \quad (25)$$

$$V_n = \mu_n + \mu_n^T (s_{i,n+1}, s_{j,n+1}, \sigma_{i,j})_{1 \leq i,j \leq n} \quad (26)$$

که در آن β_i حداقل مربعات تخمین β_i است، و $s_{i,n+1}$ و σ_{ij} برآوردهای معمول $s_{i,n+1}$ و $Cov(z_{i,1}, z_{j,1})$ بر اساس R_n هستند.

مدلسازی داده‌های بهینه‌سازی سبد سهام با الگوریتم جنگل تصادفی

الگوریتم جنگل تصادفی یک الگوریتم گروهی با مجموعه‌های از درختان تصمیم است. دقت طبقه‌بندی روش جنگل تصادفی با ساخت مجموعه‌ای از درختان و رای‌گیری بین آنها برای به دست آوردن رده‌ای با بیشترین تعداد رای، پیشرفت‌های قابل توجهی داشته است. دو ویژگی مهم در ساخت جنگل‌های تصادفی، روش بگینگ^۱ و انتخاب تصادفی در هر گره است. در ادامه، ویژگی‌ها و خصوصیات جنگل تصادفی مورد استفاده در این پژوهش توضیح داده شده است.

روش بگینگ

روش بگینگ توسط لئو بریمن در سال ۱۹۹۶ مطرح شد. این روش یک فرا الگوریتم بر مبنای مفاهیم خود راه انداز و ترکیب، برای بهبود یادگیری ماشین است. الگوریتم‌های گروهی در یادگیری ماشین، چند یادگیرنده ضعیف را ترکیب می‌کنند تا به یک یادگیرنده قوی دست یابند. این روش از بیش برآزش داده‌ها جلوگیری می‌کند. در بگینگ نتایج خوب زمانی تولید می‌شود که طبقه‌بندهای پایه جزء الگوریتم‌های یادگیری ناپایدار باشند (مانند درخت تصمیم‌گیری یا شبکه عصبی)، به طوری که تغییرات کوچک در داده‌های آموزشی منجر به تغییرات عمده‌ای در مدل ساخته شده توسط آن الگوریتم شود.

فرآیند الگوریتم بگینگ در پژوهش حاضر بدین شرح می‌باشد:

یک مجموعه آموزش از داده‌های سبد سهام با نام D و به اندازه $m=50$ تشکیل شد. بگینگ با نمونه‌گیری یکنواخت و با جایگزینی نمونه‌ها از D ، مجموعه آموزشی جدید با اندازه اولیه m تولید می‌کند. نمونه‌گیری با جایگزینی این امکان را می‌دهد که در هر Di بعضی از نمونه‌ها امکان تکرار داشته باشند. این نوع نمونه‌گیری به عنوان نمونه‌گیری خود راه انداز شناخته می‌شود. خروجی ترکیب n مدل با میانگین‌گیری برای رگرسیون و رأی‌گیری برای طبقه‌بندی به دست می‌آید. بنابراین با استفاده از نمونه‌گیری دوباره و تولید مجموعه داده‌های مختلف، تنوع مورد نیاز حاصل خواهد شد.

^۱Bagging

در مرحله دوم اقدام به تشکیل و بررسی ویژگی‌های تصادفی شده است. خصوصیت ویژگی‌های تصادفی بدین صورت است که در هر گره از ساخت هر درخت به تصادف یک گروه کوچک از ویژگی‌های ورودی انتخاب می‌شود و برای تقسیم گره به جای جستجو از میان همه ویژگی‌ها، از میان ویژگی‌های این زیرگروه بهترین ویژگی با بیشترین بهره اطلاعاتی برای رشد درخت انتخاب می‌شود. تعداد این ویژگی‌ها کمتر از تعداد ویژگی‌های اصلی است. هر درخت در جنگل تصادفی با استفاده از الگوریتم درخت تصمیم کارت و با حداکثر اندازه و بدون هرس رشد می‌کند. در این پژوهش در هر گره از تعداد $\lceil \log_2 M \rceil + 1$ استفاده کرده است که در آن M تعداد کل ویژگی‌های ورودی است.

جنگل تصادفی یک طبقه بند مجموعه‌ای متشکل از طبقه‌بندهای درخت تصمیم است. هر طبقه‌بند برای هر نمونه ورودی به صورت $h(x, \theta_k)$ است که x یک نمونه ورودی و θ_k مجموعه آموزش برای درخت k ام است. θ ها مستقل از یکدیگر ولی با توزیع یکسان هستند. برای هر نمونه x هر درخت یک پیش‌بینی را برای رده نمونه x ارائه می‌دهد و در نهایت رده‌ای با بیشترین تعداد رأی درختان روی ورودی x به عنوان رده نمونه انتخاب می‌شود. با تشکیل طبقه‌بندی‌های از داده‌ها اقدام به تشکیل یک فرآیند تخمین داده‌ها از خارج کیسه (OOB) شده است. نمونه‌های آموزش در مجموعه داده آموزش اصلی که در مجموعه آموزش طبقه‌بند k نیست،

نمونه‌های خارج از کیسه طبقه‌بند k -ام نامیده می‌شود که با استفاده از رابطه زیر حاصل شده است:

$$y(x) = \arg \max_k \left(\frac{1}{K} \sum_{k=1}^K I(h_k(x) = c, x \in OOB_k) \right) \quad (27)$$

$$I(h_k(x) = c, x \in OOB_k) = \begin{cases} 1 & \text{if } h_k(x) = c \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

که K تعداد درختان، c نشان دهنده رده $h_k(x)$ پیش‌بینی درخت k -ام روی نمونه x را نشان می‌دهند و OOB_k مجموعه نمونه‌های OOB درخت k -ام می‌باشند. رابطه بالا نشان می‌دهد که مقدار تابع شاخص ۱ یک خواهد بود اگر x در مجموعه نمونه‌های درخت k -ام قرار گیرد (عضو مجموعه آموزش درخت k -ام نیست) و همچنین درخت k -ام نمونه x را به رده c طبقه‌بندی کند. در غیر این صورت، مقدار تابع شاخص، صفر می‌شود.

برای به دست آوردن تخمین نمونه‌های OOB روی جنگل از $error_k(OOB)$ در رابطه زیر استفاده می‌شود که خطای طبقه بندی جنگل روی نمونه‌های OOB درخت k -ام می‌باشد:

$$error_k(OOB) = \frac{\sum_{i=1}^N I(y_i \neq h_k(x_i))}{N} \quad (28)$$

$$error_k(OOB) = \frac{\sum_{i=1}^N I(y_i \neq h_k(x_i))}{\sum_{i=1}^N I((x_i, y_i) \in OOB_k)} \quad (29)$$

N تعداد همه نمونه‌های مجموعه آموزش اصلی، x_i نمونه i -ام روی مجموعه آموزش اصلی، y_i رده واقعی (x_i, y_i) رده پیش‌بینی شده برای x_i است. در رابطه ۲۸ مقدار تابع I یک خواهد بود اگر نمونه (x_i, y_i) متعلق به مجموعه OOB درخت k باشد و در غیر این صورت، صفر است.

در جنگل تصادفی برای خطا، یک کران بالا در نظر گرفته می‌شود. دو پارامتر برای این کران بالا اندازه‌گیری می‌شود. پارامتر اول قدرت طبقه‌بندی‌های فردی و پارامتر دوم، وابستگی بین درختان جنگل است.

$$PE^* \leq \rho (1-S^2)/S^2 \quad (30)$$

در رابطه S قدرت طبقه‌بندی‌های فردی در جنگل و ρ وابستگی بین درختان جنگل را نشان می‌دهد. بر اساس این رابطه برای خطای PE^* هرچه مقدار S بیشتر و مقدار ρ کمتر باشد میزان خطا نیز کمتر خواهد بود. نسبت $\frac{\rho}{S^2}$ برای جنگل تصادفی در درک عملکرد آن یک راهنمای مفید است. این نسبت تقسیم وابستگی بر مربع قدرت است و هر چه کوچک تر باشد عملکرد جنگل بهتر و خطا نیز کمتر است.

در ساخت الگوریتم جنگل تصادفی در پژوهش حاضر از دو معیار بهره اطلاعات و مرحله آموزش استفاده شده است که روابط به دست آمده در ادامه تشریح شده است.

بهره اطلاعات $Information\ Gain(S,A)$ برای یک ویژگی نظیر A نسبت به مجموعه نمونه‌های S در رابطه ۳۲ تعریف می‌شود که در آن $Values(A)$ مجموعه همه مقدار ویژگی‌های A بوده و S_v زیرمجموعه‌ای از S است که برای آن ویژگی A دارای مقدار v است. $|S_v|$ تعداد نمونه‌ها با مقدار v روی ویژگی A در مجموعه S و $|S|$ تعداد کل نمونه‌ها روی مجموعه S است.

$$Information\ Gain(S,A) = Entropy(S) - \sum_{v \in Values(A)} \frac{|S_v|}{|S|} Entropy(S_v) \quad (31)$$

$$Entropy(S) = \sum_{i=1}^{numclass} -p_i \log_2 p_i \quad (32)$$

p_i نسبت نمونه‌ها در S که به رده i -ام تعلق دارد، می‌باشد.

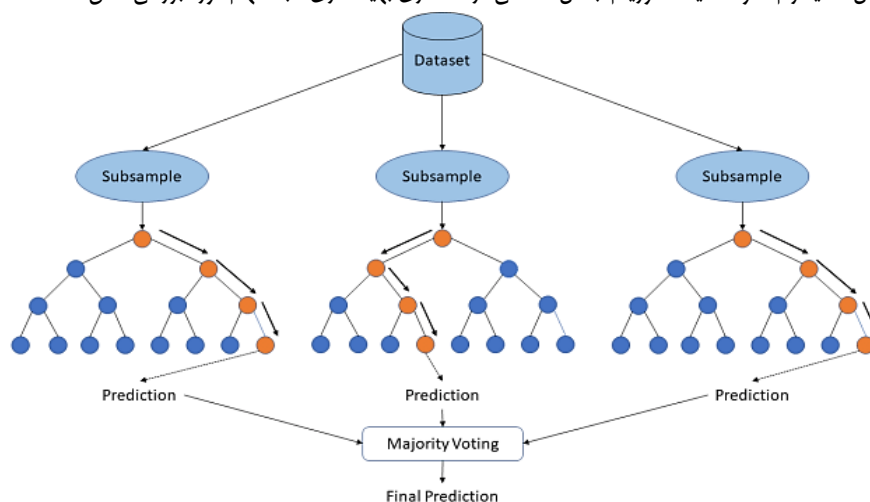
مرحله آموزش (IRF): در فرآیند ایجاد جنگل، در ساخت هر درخت و برای تقسیم هر گره، یک زیرمجموعه از ویژگی‌های ورودی را به تصادف انتخاب کرده و برای به دست آوردن بهترین ویژگی در گره برای ایجاد شاخه، از معیار بهره اطلاعات استفاده شده است. هر درخت روی جنگل مجموعه نمونه OOB مخصوص به خود را دارد. دقت هر درخت را با استفاده از نمونه‌های OOB آن درخت به دست آورده و آن را به عنوان وزن آن درخت در نظر گرفت. وزن هر درخت از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$W_k = \frac{\sum_{i=1}^N I(h_k(x_i) = y_i, (x_i, y_i) \in OOB_k)}{\sum_{i=1}^N I(x_i, y_i) \in OOB_k} \quad (33)$$

مرحله آخر در استفاده از الگوریتم جنگل تصادفی، مرحله آزمایش IRF است. در این مرحله برای ارزیابی الگوریتم از مجموعه داده آزمایشی استفاده شده است که رده نمونه‌های آزمایشی بر اساس وزن درختان جنگل پیش‌بینی می‌شود. برای به دست آوردن رده هر نمونه همه درختان جنگل شرکت دارند و از رابطه ۳۴ استفاده شده است که براساس وزن درختان به دست آمده در مرحله آموزش است. برای هر رده C مجموعه وزن درختانی که رده C را برای نمونه x پیش‌بینی می‌کنند به دست می‌آید و سپس رده‌ای با بیشترین میانگین وزن روی درختان به عنوان رده آزمایشی در نظر گرفته شده است. در رابطه زیر $y(x)$ رده پیش‌بینی شده توسط جنگل تصادفی بهبودیافته برای نمونه x است، K تعداد درختان و W_k وزن درخت k -ام است.

$$y(x) = \arg \max_c \left\{ \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K W_k \cdot I(h_k(x) = c) \right\} \quad (34)$$

در شکل ۱ دیاگرام نحوه فعالیت الگوریتم جنگل تصادفی در مدلسازی بهینه‌سازی سبد سهام مورد بررسی نشان داده شده است.



شکل ۱- دیاگرام نحوه فعالیت الگوریتم جنگل تصادفی در داده‌های بهینه‌سازی سبد سهام

ارزیابی نتایج به دست آمده توسط مدل‌ها

برای ارزیابی عملکرد مدل پیشنهادی، میانگین خطای مطلق (MAE)، درصد میانگین مطلق خطا ($MAPE$) و خطای میانگین مربع ریشه ($RMSE$)^۳ به کار رفته است. این خطاها در ادامه تشریح شده‌اند.

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{L=1}^N |y_L - \bar{y}_L| \quad (35)$$

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{L=1}^N \left| \frac{y_L - \bar{y}_L}{y_L} \right| \quad (36)$$

$$RMSE = \frac{1}{N} \sum_{L=1}^N ((y_L - \bar{y}_L)^2) \quad (37)$$

که در آن N اندازه آموزش یا نمونه‌های آزمون است و y_L و $\bar{y}_L$ به ترتیب مقدار پیش‌بینی شده و مقدار واقعی هستند. در این روابط، MAE میانگین خطاهای مطلق بین مقادیر پیش‌بینی شده و مقادیر واقعی است که نشان دهنده خطای واقعی مقدار پیش‌بینی شده است. $MAPE$ همچنین نسبت بین خطا و مقدار واقعی را در نظر می‌گیرد. $RMSE$ نشان دهنده انحراف استاندارد

^۱Mean Absolute Error

^۲Mean Absolute Percentage Error

^۳Root Mean Square Error

نمونه از تفاوت بین مقادیر پیش‌بینی شده و مقادیر مشاهده شده واقعی است. هرچه مقادیر MAE ، $MAPE$ و $RMSE$ کوچکتر باشد، عملکرد مدل‌ها در پیش‌بینی بهتر است.

جدول ۲ نتایج تجربی به دست آمده میانگین خطای مطلق (MAE) در مورد بهینه‌سازی سبد سهام برای شبکه مورد بررسی را نشان داده است.

جدول ۲- نتایج تجربی به دست آمده میانگین خطای مطلق (MAE) برای بهینه‌سازی سبد سهام

شماره سهام	<i>Mean-variance Technical model</i>	<i>RF</i>
۱	۲۲۳/۰۲۵	۲۹۶/۱۱۹
۲	۳۱۹/۱۱۴	۳۶۱/۳۴۴
۳	۲۶۷/۴۴۲	۳۲۸/۰۶۴
۴	۳۰۱/۰۰۳	۳۶۷/۱۱۲
۵	۳۱۸/۶۴۹	۴۰۱/۰۹۶

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۳ نتایج تجربی به دست آمده میانگین خطای مطلق ($MAPE$) در مورد بهینه‌سازی سبد سهام برای شبکه مورد بررسی را نشان داده است.

جدول ۳- نتایج تجربی به دست آمده میانگین خطای مطلق ($MAPE$) برای بهینه‌سازی سبد سهام

شماره سهام	<i>Mean-variance Technical model</i>	<i>RF</i>
۱	۰/۰۶۲۰	۰/۰۸۶۴
۲	۰/۰۷۱۱	۰/۰۹۶۶
۳	۰/۰۵۹۷	۰/۰۷۷۲
۴	۰/۰۷۹۵	۰/۰۹۲۷
۵	۰/۰۶۶۴	۰/۰۸۱۱

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۴ نتایج تجربی به دست آمده میانگین خطای مطلق ($RMSE$) در مورد بهینه‌سازی سبد سهام برای شبکه مورد بررسی را نشان داده است.

جدول ۴- نتایج تجربی به دست آمده میانگین خطای مطلق ($RMSE$) برای بهینه‌سازی سبد سهام

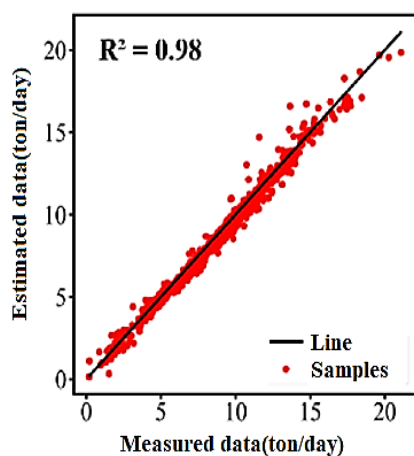
شماره سهام	<i>Mean-variance Technical model</i>	<i>RF</i>
۱	۱۶۸۵/۵۱۹	۲۰۱۶/۰۷۸۴
۲	۱۵۵۶/۰۳۴	۱۹۶۴/۸۶۴
۳	۱۸۲۶/۱۶۴	۱۹۶۳/۰۷۹

۴	۱۶۳۷/۰۰۶	۱۸۳۴/۱۷۷
۵	۱۷۳۳/۲۷۴	۱۹۸۳/۰۱۹

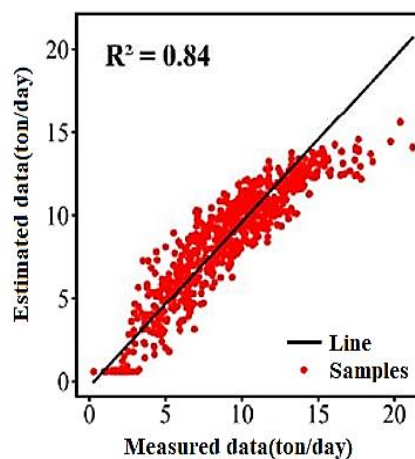
ماخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که مقادیر MAE ، $MAPE$ و $RMSE$ برای شبکه مدل میانگین-واریانس تکنیکالی نسبت به الگوریتم RF از مقادیر کمتری برخوردار هستند که این موضوع دقت بالاتر این شبکه عصبی بازگشتی نسبت به الگوریتم جنگل تصادفی را در مدلسازی و پیش‌بینی مقادیر بهینه‌سازی سبب سهام نشان می‌دهد. در شکل ۲ نمودارهای به دست آمده برای مقادیر R^2 در داده‌های بهینه‌سازی سبب سهام نشان داده شده است.

نمودار R^2 برای داده‌های بهینه‌سازی سبب سهام میانگین-واریانس تکنیکالی



نمودار R^2 برای داده‌های بهینه‌سازی سبب سهام شبکه RF



شکل ۲- نمودارهای به دست آمده برای مقادیر R^2 در داده‌های بهینه‌سازی سبب سهام

نتایج به دست آمده نشان داده است که نمودار R^2 برای داده‌های مربوط به بهینه‌سازی سبب سهام برای مدل میانگین-واریانس تکنیکالی دارای مقادیر نزدیکتری نسبت به ۱ دارند در حالی که الگوریتم RF دارای مقادیر کمتری از R^2 برای داده‌های مربوط به مدل میانگین-واریانس تکنیکالی می‌باشد که این موضوع نشان دهنده دقت بالای مدل میانگین-واریانس تکنیکالی است. این نتایج نشان داده است که مدل میانگین-واریانس تکنیکالی دارای دقت بالاتری در بهینه‌سازی سبب سهام است.

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

در این پژوهش، مدل بهینه‌سازی میانگین-واریانس برای سبد سهام بر اساس تحلیل سیگنال‌های تکنیکی ارائه شده است. براساس نتایج به دست آمده از پژوهش، در بهینه‌سازی سبد سهام با رویکرد میانگین - واریانس تکنیکالی باید به این نکته توجه داشت که این مدل در مورد انتخاب وزن پرتفوی است که مبادله بهینه بین میانگین (به عنوان معیار سود) و واریانس (به عنوان معیار ریسک) بازده پرتفوی را برای یک دوره آتی فراهم می‌کند. رویکرد تکنیکالی استفاده شده در این پژوهش، میزان توزیع را برای (μ و Σ) فرض می‌کند و بهینه‌سازی پورتفولیوی میانگین واریانس را به عنوان یک مسئله بهینه‌سازی تصادفی فرموله می‌کند. این مشکل بهینه‌سازی زمانی که توزیع قبلی منحنی است به مشکل مارکوفیتز کاهش می‌یابد. از همین رو، رویکرد تکنیکالی در رویکرد میانگین-واریانس از توزیع پسین مشاهدات فعلی و گذشته استفاده می‌کند تا عدم قطعیت‌های μ و Σ در واریانس بازده پورتفولیو $W^T R_{n+1}$ را وارد کند. برای به کارگیری این مدل در عمل، سرمایه گذار باید ضریب ریسک گریزی خود را مشخص کند که ممکن است کار دشواری باشد. نظریه مارکوفیتز با در نظر گرفتن مرز کارآمد، که منحنی (μ, σ) پرتفوی کارآمد است، دور می‌زند، زیرا λ در تمام مقادیر ممکن تغییر می‌کند، که μ میانگین و σ^2 واریانس بازده پرتفوی است. با این حال، سرمایه گذاران اغلب ترجیح می‌دهند از نسبت شارپ $(\mu - \mu_0)/\sigma$ به عنوان معیاری برای عملکرد پرتفوی استفاده کنند، جایی که μ_0 نرخ بهره بدون ریسک یا بازده مورد انتظار پرتفوی بازار است. باید توجه داشت که نسبت شارپ با $\mu - \mu_0$ متناسب و با σ نسبت معکوس دارد و می‌تواند به عنوان بازده اضافی در واحد ریسک در نظر گرفته شود. یک فرض مهم در اصلاح رویکرد میانگین - واریانس تکنیکالی این است که r_t با میانگین μ و ماتریس کوواریانس Σ دارای ارتباط است. بررسی‌های تشخیصی میزان نقض این فرض باید در عمل انجام شود. تئوری بهینه‌سازی تصادفی در بخش قبل در واقع به این فرض نیاز ندارد و فقط به میانگین خلفی و ماتریس گشتاور دوم بردار بازگشتی برای دوره بعدی نیاز دارد. بنابراین بر این اساس بررسی‌های تشخیصی نشان می‌دهد چنین تغییراتی مورد نیاز است. یک روش ساده برای معرفی چنین اصلاحی، استفاده از مدل رگرسیون تصادفی فرم است.

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که مقادیر شاخص‌های مطروحه برای شبکه مدل میانگین- واریانس تکنیکالی نسبت به الگوریتم RF از مقادیر کمتری برخوردار هستند. و این موضوع دقت بالاتر این شبکه عصبی بازگشتی نسبت به الگوریتم جنگل تصادفی را در مدلسازی و پیش‌بینی مقادیر بهینه‌سازی سبد سهام نشان می‌دهد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که نمودار R^2 برای داده‌های مربوط به بهینه‌سازی سبد سهام برای مدل میانگین- واریانس تکنیکالی دارای مقادیر نزدیکتری نسبت به ۱ دارند در حالی که الگوریتم RF دارای مقادیر کمتری از R^2 برای داده‌های مربوط به مدل میانگین- واریانس تکنیکالی می‌باشد که این موضوع نشان دهنده دقت بالای مدل میانگین - واریانس تکنیکالی است.

پژوهش حاضر با پژوهش‌های ژو و همکاران (۲۰۲۳)، پارک و همکاران (۲۰۲۱)، فیریانتی و همکاران (۲۰۲۳)، مورتاس (۲۰۲۲) همراستا می‌باشند.

بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از روش میانگین-واریانس و جنگل تصادفی به تحلیل دقیق داده‌های تاریخی و پیش‌بینی بازده سهام کمک می‌کند. در ابتدا، با جمع‌آوری داده‌های قیمتی و محاسبه میانگین و واریانس بازده هر سهام، می‌توان ریسک و بازده مورد انتظار را تعیین کرد. سپس با استفاده از روش میانگین-واریانس، سبد سهام به گونه‌ای بهینه می‌شود که حداکثر بازده و حداقل ریسک را فراهم کند. این فرآیند شامل تنظیم وزن‌های هر سهام در سبد است تا تعادل مناسبی بین ریسک و بازده ایجاد شود. در مرحله بعد، تکنیک جنگل تصادفی به عنوان یک ابزار پیشرفته یادگیری ماشین به کار گرفته می‌شود تا الگوهای پیچیده و غیرخطی در داده‌های بازده سهام شناسایی شود. این مدل می‌تواند به شناسایی ویژگی‌های کلیدی که بر بازده تأثیر دارند، کمک کند و به شما امکان می‌دهد تا سبد بهینه‌تری طراحی کنید. با ترکیب نتایج به‌دست‌آمده از جنگل تصادفی با روش میانگین-واریانس، می‌توان وزن‌های بهینه‌ای برای هر سهام تعیین کرد و سبد سهام را به‌طور مداوم نظارت و به‌روزرسانی کرد تا در شرایط متغیر بازار عملکرد بهتری داشته باشد.

منابع و مآخذ

- Adinevand, Dariush, Razini, Ebrahim Ali, Khodam, Mahmoud, Ohadi, Fereydoun, Hashemizadeh, Elham Elsadat. (2023). Examining the Efficiency Models, Genetic Algorithm under MSV Risk and Particle Swarm Optimization Algorithm under CVAR Risk Criterion in Selection Optimal Portfolio Shares Listed Firms on Stock Exchange. *Financial Economics*, 65(4), 307-322. (Persian)
- Anuno, F.; Madaleno, M.; Vieira, E. Testing of Portfolio Optimization by Timor-Leste Portfolio Investment Strategy on the Stock Market. *J. Risk Financial Manag.* 2024, 17, 78.
- Arashi, M.; Mahdi, M. Analysis of market efficiency and fractal feature of NASDAQ stock exchange: Time series modelling and forecasting of stock index using ARMA-GARCH model. *Future Bus. J.* 2022, 8, 14.
- Beljan, K.; Brener, M.; Dolinar, D. The Long-Term Capital-Market Performance of the Forestry Sector: An Investors' Perspective. *Forests* 2022, 13, 1329. <https://doi.org/10.3390/f13081329>
- Berouaga, Y.; El Msiyah, C.; Madkour, J. Portfolio Optimization Using Minimum Spanning Tree Model in the Moroccan Stock Exchange Market. *Int. J. Financial Stud.* 2023, 11, 53. <https://doi.org/10.3390/ijfs11020053>
- Čeh, M.; Kilibarda, M.; Lisec, A.; Bajat, B. Estimating the Performance of Random Forest versus Multiple Regression for Predicting Prices of the Apartments. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 2018, 7, 168.
- Chavalle, L.; Chavez-Bedoya, L. The Impact of Transaction Costs in Portfolio Optimization. *J. Econ. Financ. Adm. Sci.* 2019, 24, 288–311.
- Chaweewanchon, A.; Chaysiri, R. Markowitz Mean-Variance Portfolio Optimization with Predictive Stock Selection Using Machine Learning. *Int. J. Financial Stud.* 2022, 10, 64. <https://doi.org/10.3390/ijfs10030064>

- Díaz, R.; Solares, E.; de-León-Gómez, V.; Salas, F.G. Stock Portfolio Management in the Presence of Downtrends Using Computational Intelligence. *Appl. Sci.* 2022, 12, 4067. <https://doi.org/10.3390/app12084067>
- Febrianti, W.; Sidarto, K.A.; Sumarti, N. Solving Constrained Mean-Variance Portfolio Optimization Problems Using Spiral Optimization Algorithm. *Int. J. Financial Stud.* 2023, 11, 1. <https://doi.org/10.3390/ijfs11010001>
- Fernandez, E.; Navarro, J.; Solares, E.; Coello, C.C. A novel approach to select the best portfolio considering the preferences of the decision maker. *Swarm Evol. Comput.* 2019, 46, ۱۴۰–۱۵۳.
- Idrees, S.M.; Alam, M.A.; Agarwal, P. A Prediction Approach for Stock Market Volatility Based on Time Series Data. *IEEE Access* 2019, 7, 17287–17298.
- Jafari, Fatemeh, Ali Beigi Bani, Nazanin, Karimkhani, Mehdi, Izdiyar, Amin. (2023). Optimizing the stock portfolio using the conditional value-at-risk model with a simulation approach, 8th National Conference on Management and Economics Studies in Human Sciences, Tehran. (Persian)
- Ji, R., Lejeune, M. A., & Fan, Z. (2022). Distributionally robust portfolio optimization with linearized STARR performance measure. *Quantitative Finance*, 1-15. <https://doi.org/10.1080/14697688.2021.1993623>
- Jing, D.; Imeni, M.; Edalatpanah, S.A.; Alburaikan, A.; Khalifa, H.A.E.-W. Optimal Selection of Stock Portfolios Using Multi-Criteria Decision-Making Methods. *Mathematics* 2023, 11, 415. <https://doi.org/10.3390/math11020415>
- Mourtas, S.D.; Kasimis, C. Exploiting Mean-Variance Portfolio Optimization Problems through Zeroing Neural Networks. *Mathematics* 2022, 10, 3079. <https://doi.org/10.3390/math10173079>
- Nor, S.M.; Zawawi, N.H.M.; Wickremasinghe, G.; Halim, Z.A. Is Technical Analysis Profitable on Renewable Energy Stocks? Evidence from Trend-Reinforcing, Mean-Reverting and Hybrid Fractal Trading Systems. *Axioms* 2023, 12, 127. <https://doi.org/10.3390/axioms12020127>
- Park, H. Modified Mean-Variance Risk Measures for Long-Term Portfolios. *Mathematics* 2021, 9, 111. <https://doi.org/10.3390/math9020111>
- Purwandari, T.; Riaman; Hidayat, Y.; Sukono; Ibrahim, R.A.; Hidayana, R.A. Selecting and Weighting Mechanisms in Stock Portfolio Design Based on Clustering Algorithm and Price Movement Analysis. *Mathematics* 2023, 11, 4151. <https://doi.org/10.3390/math11194151>
- Sekulić, A.; Kilibarda, M.; Heuvelink, G.B.M.; Nikolić, M.; Bajat, B. Random Forest Spatial Interpolation. *Remote Sens.* 2020, 12, 1687. <https://doi.org/10.3390/rs12101687>
- Shah, D.; Isah, H.; Zulkernine, F. Stock Market Analysis: A Review and Taxonomy of Prediction Techniques. *Int. J. Financ. Stud.* 2019, 7, 26.
- Sukono; Lesmana, E.; Napitupulu, H.; Hidayat, Y.; Saputra, J.; Ghazali, P.L.B. Mean-VaR Portfolio Optimisations: An Application of Multiple Index Models with Non-Constant Volatility and Long Memory Effects. *Int. J. Innov. Creat. Chang.* 2019, 9, 364–381.

- Xu, S.; Shen, J.; Hua, H.; Li, F.; Yu, K.; Li, Z.; Gao, X.; Dong, X. Trading Portfolio Strategy Optimization via Mean-Variance Model Considering Multiple Energy Derivatives. *Processes* 2023, 11, 532. <https://doi.org/10.3390/pr11020532>
- Zhang, X. (2022). Distributional Robust Portfolio Construction based on Investor Aversion. *arXiv preprint arXiv:2203.13999*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2203.13999>

Optimizing the stock portfolio using the technical mean-variance method and random forest

Leila Boroomandi^۱, Saeed Aghasi^۲ and Mohammad Reza Sharifi Qazvini^۳

Abstract

purpose of this research is to optimize the stock portfolio using the technical mean-variance method and random forest. The method of the present research is based on the purpose of the applied type and in terms of the type of data, it is post-event. The statistical population of this research includes all companies active in the Tehran Stock Exchange during the years 1390 to 1402. In this research, 40 active stocks in the stock market that have continuous and complete data have been selected. To check the optimization of the stock portfolio, the stock price information of 5 companies admitted to the stock exchange was used. The criteria for selecting these 5 companies is the high average price, average yield and number of trading days compared to other companies in the stock exchange. This research has been used to optimize the mean-variance of the stock portfolio based on the analysis of technical signals from the relative strength index (RSI) of the type of guiding indicators. Two methods of mean-variance technical Markowitz analysis and random forest algorithm were used for modeling. To evaluate the performance of the proposed model, mean absolute error (MAE), mean absolute percentage error (MAPE) and root mean square error (RMSE) have been used. The obtained results show that the values of the proposed indices for the technical mean-variance model network have lower values compared to the RF algorithm, which shows the higher accuracy of this recurrent neural network than the random forest algorithm in modeling and predicting optimal values. It shows the creation of the stock portfolio. The obtained results have shown that the R^2 chart for the data related to stock portfolio optimization for the technical mean-variance model has values closer to 1, while the RF algorithm has lower values than R^2 for the data related to the mean-variance model. It is technical, which shows the high accuracy of technical mean-variance model.

Keywords: Stock exchange, Random forest, Stock portfolio, Technical mean-variance.

^۱ PhD Candidate of Industrial Management, Department of Management, Dehaghan Branch, Islamic Azad University, Dehaghan, Iran. Email: Leilaboroomandi@gmail.com.

^۲ Assistant Professor, Department of Management, Dehaghan Branch, Islamic Azad University, Dehaghan, Iran. (Corresponding Author), Email: sae_ghasi@yahoo.com.

^۳ Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Dehaghan Branch, Islamic Azad University, Dehaghan, Iran. Email: sharifidocument@gmail.com



ارائه رتبه بندی اعتباری شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران و تاثیر ویژگی های حسابرسان مستقل بر آن با به کارگیری الگوریتم تجمع ذرات

هانی قاروی آهنگر^۱، سید حسین موسوی^{۲*} و علی اکبر رضائی^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۲۳ و تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۸/۲۷

چکیده

رتبه اعتباری، قضاوت کلی از توانایی و تمایل ناشر برای انجام تعهدات مالی خود مطابق با شرایط آن تعهدات است. از آنجایی که این قضاوت کلی مبتنی بر تجزیه و تحلیل پیچیده و عمیق اطلاعات کمی و کیفی شرکت رتبه بندی شده است، لذا به اطلاعات منتشر شده شرکت حساس است. در این بین حسابرسان مستقل نقش مهمی در کسب اطمینان نسبت به عاری بودن اطلاعات مالی از تحریف های با اهمیت، بازی می کنند. بدین ترتیب هدف این پژوهش بررسی ویژگی های حسابرسان مستقل بر رتبه اعتباری با به کارگیری الگوریتم تجمع ذرات است. لذا برای دستیابی به هدف پژوهش، با ۱۰۱ شرکت نمونه در بازه زمانی ۹ ساله از ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۸ جمع آوری شد. رتبه اعتباری از طریق مدل امتیاز بازار نوظهور و ویژگی های حسابرسان با اندازه و تخصص حسابرسان در صنعت اندازه گیری شد و فرضیه پژوهش به شیوه بهینه یابی مبتنی بر حداقل مربعات جملات اخلال با استفاده از الگوریتم بهینه یابی تجمع ذرات (PSO) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. آزمون آماری مربوط به نتایج حاکی از وجود روابط معنادار بین ویژگی های حسابرسان مستقل و رتبه اعتباری می باشد.

واژه های کلیدی: رتبه اعتباری، ویژگی های حسابرسان مستقل، الگوریتم تجمع ذرات.

^۱. دانشجوی دکتری، گروه حسابداری، واحد قائم شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم شهر، ایران. hani.ahangar@yahoo.com
^۲. استادیار، گروه حسابداری، واحد قائم شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم شهر، ایران، (نویسنده مسئول): Nseyedhossein2@yahoo.com
^۳. استادیار، گروه حسابداری، واحد قائم شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم شهر، ایران: aark_30@yahoo.com

مقدمه

برخلاف اکثر مطالعات حسابداری که بر بازار سهام و ادراک سرمایه‌گذاران در مورد ویژگی‌های حسابرس مستقل تمرکز دارند؛ در این پژوهش تمرکز بر بازار بدهی خواهد بود. به این دلیل که بدهی به عنوان یکی از منابع مهم تامین مالی خارجی در دسترس شرکت‌ها قرار دارد و وام‌دهندگان ممکن است به عنوان یکی از کاربران کلیدی اطلاعات شرکت‌ها، نگران کیفیت و صحت اطلاعات مالی باشند. لذا بررسی ادراک بازار بدهی در مورد ویژگی‌های حسابرسان مستقل ضرورت دارد. سازمان‌های رتبه‌بندی اعتباری به عنوان یکی از بازیگران کلیدی در بازار بدهی در نظر گرفته می‌شوند و رتبه‌بندی آنها نقش مهمی در بررسی احتمال ریسک نکول شرکت‌ها و تعیین هزینه‌ها ایفا می‌کند (زالاتا و رابرتز؛ ۲۰۱۷). سازمان‌های رتبه‌بندی اعتباری، سازمان‌های مستقلی هستند که اعتبار یک شرکت یا اوراق بهادار را در تاریخ خاصی مبنی بر توانایی ناشر برای انجام تعهدات مالی ارزیابی و رتبه اعتباری حاصل از آن را منعکس می‌کنند (جان؛ ۲۰۱۶). ممکن است استدلال شود که وام‌دهندگان به احتمال زیاد مانند سرمایه‌گذاران رفتار می‌کنند و در نتیجه آنها نیز به همان اطلاعاتی که منتشر شده، نیاز دارند و نسبت به آن واکنش مشابهی نشان می‌دهند. با این حال، بازار سهام و کاربران بازارهای بدهی اغلب نیازهای اطلاعاتی متفاوتی دارند (وو و ژانگ؛ ۲۰۱۴). هلثاوزن و واتس^۴ (۲۰۰۱) اشاره کردند که آن اطلاعاتی که برای یک گروه کاربری در نظر گرفته می‌شود، ممکن است برای سایر کاربران مرتبط نباشد و توصیه می‌کنند که صرفاً بر داده‌های بازار سهام تمرکز نکنید؛ زیرا آنها به طور کامل نیازهای بسیاری از کاربران دیگر از اطلاعات مالی را برطرف نمی‌کنند. مسلماً، مؤسسات رتبه‌بندی اعتباری کمتر احتمال دارد که تصمیم خود را بر اساس اطلاعات منتشر شده برای ارزیابی اعتبار شرکت‌ها قرار دهند (زالاتا و همکاران، ۲۰۲۰). این موضوع می‌تواند از یک مزیت اطلاعاتی در رابطه با چشم انداز شرکت مرتبط باشد و در نتیجه آنها کاربران پیچیده‌تری محسوب شوند، که کمتر به اطلاعات گزارش شده برای تخصیص رتبه اعتباری تکیه می‌کنند. به عنوان مثال، سازمان‌های رتبه‌بندی اعتباری به اطلاعات منتشر نشده‌ای مانند؛ صورت‌جلسات هیئت مدیره، تخصیص سرمایه داخلی و تفکیک سود بر اساس محصول دسترسی دارند (جیانگ؛ ۲۰۰۸).

علی‌رغم مفاهیم نظری مبنی بر اینکه وام‌دهندگان و سازمان‌های رتبه‌بندی اعتباری از منابع اطلاعاتی دیگری به جای اطلاعات عمومی موجود استفاده می‌کنند، اکثر پژوهش‌های حسابداری تجربی نشان می‌دهند که رتبه اعتباری یک شرکت به اطلاعات گزارش شده آن حساس است. وو و ژانگ (۲۰۱۴) نشان می‌دهند که رتبه اعتباری شرکت‌ها با عوامل پیش‌فرض حسابداری برای شرکت‌هایی که به‌طور داوطلبانه یا اجباری، استانداردهای گزارشگری مالی بین‌المللی را اتخاذ می‌کنند، مرتبط

^۱Zalata and Roberts

^۲John

^۳Wu and Zhang

^۴Holthausen and Watts

^۵Jiang

است. علاوه بر این، زلاتا و رابرتز (۲۰۱۷) نشان می دهند که سازمان های رتبه بندی اعتباری برای جلوگیری از گزارش زیان، رتبه خود را برای شرکت هایی که درگیر مدیریت سود هستند، کاهش می دهند. بنابراین، به نظر می رسد سازمان های رتبه بندی اعتباری، اطلاعات منتشر شده شرکت ها را در نظر گرفته و برای اطلاعات با کیفیت بالا رتبه بالاتری در نظر می گیرند. علاوه بر این، سایر مطالعات نشان دادند که وام دهندگان به اطلاعات و عملکرد حسابداری حساس هستند (ابرا، ۲۰۱۹؛ الیوا، عبود و صالح، ۲۰۱۹؛ الیوا، گریگوریو و پاترسون، ۲۰۱۹). در این بین حسابرسان مستقل نقش مهمی در کسب اطمینان نسبت به عاری بودن اطلاعات مالی از تحریف های با اهمیت، بازی می کنند (دی آنجلو، ۱۹۸۱). بنابراین، این سوال مطرح می شود که آیا رتبه اعتباری تحت تاثیر ویژگی های حسابرس مستقل قرار می گیرد یا خیر؟

بدیهی است که حضور حسابرس با کیفیت بالا باید به اعتبار اطلاعات گزارش شده کمک کند، که به نوبه خود باید شرایط قراردادهای مختلف بین شرکت و سهامداران مختلف از جمله سازمان های رتبه بندی اعتباری را تحت تأثیر قرار دهد. در مورد اینکه آیا انتخاب حسابرس نقش مهمی در تنظیم قراردادهای بدهی ایفا می کند یا خیر، اتفاق نظر کمتری وجود دارد. این پژوهش با ارائه اولین شواهد در مورد نقش اطلاعاتی ویژگی های حسابرس مستقل بر سازمان های رتبه بندی اعتباری با تمرکز بر محیط ایران، به ادبیات حسابرسی کمک می کند. همچنین مفهوم استخدام حسابرسان با کیفیت بالا را برای بازارهای بدهی روشن می نماید. لذا در این پژوهش برای اولین بار از الگوریتم تجمع ذرات برای سنجش روابط معناداری بین رتبه اعتباری و ویژگی های حسابرس مستقل پرداخته است.

از آنجا که حسابرسان مستقل نقش مهمی در کسب اطمینان نسبت به عاری بودن اطلاعات مالی از تحریف های با اهمیت، بازی می کنند. لذا حضور حسابرس با کیفیت بالا باید به اعتبار اطلاعات گزارش شده کمک کند، که به نوبه خود باید شرایط قراردادهای مختلف بین شرکت و سهامداران مختلف از جمله سازمان های رتبه اعتباری را تحت تأثیر قرار دهد. در مورد این که آیا انتخاب حسابرس نقش مهمی در تنظیم قراردادهای بدهی ایفا می کند یا خیر، اتفاق نظر کمتری وجود دارد. این پژوهش با ارائه اولین شواهد در مورد نقش اطلاعاتی ویژگی های حسابرس مستقل بر سازمان های رتبه بندی اعتباری با تمرکز بر محیط ایران به ادبیات حسابرسی کمک می کند. همچنین مفهوم استخدام حسابرسان با کیفیت بالا را برای بازارهای بدهی روشن می نماید. لذا در این پژوهش برای اولین بار از الگوریتم تجمع ذرات برای سنجش روابط معناداری بین رتبه اعتباری و ویژگی های حسابرس مستقل پرداخته است.

از طرفی عدم وجود پژوهش در مورد تأثیر اجتناب مالیاتی بر رتبه اعتباری در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، شکافی است که این پژوهش قصد دارد به آن بپردازد. باتوجه به دیدگاه فوق در پژوهش حاضر تلاش شده با روشی غیر از روش های

^۱Abrar

^۲Eliwa, Aboud and Saleh

^۳Gregoriou and Paterson

^۴DeAngelo

خطی به بررسی عوامل فوق با استفاده از الگوریتم‌های فرا ابتکاری مبتنی بر جمعیت ذرات استفاده شود. چرا که روش‌های غیرخطی در یافته‌های پژوهش‌های پیشین عملکرد بهتری را نسبت به روش‌های خطی نشان داده است. همچنین با گذشت زمان و پیچیده‌تر شدن مسائل دنیای واقعی نیاز به روش‌هایی که از نظر زمان و هزینه به صرف بوده و دقت خوبی داشته باشد افزایش یافته است.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

ادبیات پیشین استدلال می‌کنند که رتبه اعتباری نشان‌دهنده نقدینگی و عملکرد یک شرکت به عنوان ساز و کارهای حاکمیت شرکتی و نظارت بر عملکرد شرکت است (گل و گودوین^۱، ۲۰۱۰). مشخص است که سازمان‌های رتبه‌بندی برای بررسی عملکرد یک شرکت به شدت به اطلاعات صورت‌های مالی حسابرسی شده متکی هستند (ویویانی^۲، ۲۰۱۳). شرکت استاندارد و پورز^۳ در فرآیند رتبه‌بندی، صورت‌های مالی حسابرسی شده پنج سال گذشته را الزامی می‌داند. این امر به وضوح نشان‌دهنده وابستگی تجزیه و تحلیل سازمان‌های رتبه‌بندی به کار حساب‌رسان مستقل در تأیید گزارش قابلیت اطمینان اطلاعات مالی شرکت است. در شرایط فوق، اطلاعات در مورد ویژگی‌های حساب‌رسان با کیفیت، مهم‌ترین مساله برای سازمان‌های رتبه‌بندی جهت ارائه ارزیابی بی‌طرفانه از ریسک نکول شرکت است (دی کراپتری، براندن و ماهر^۴، ۲۰۰۶).

بدیهی است که اندازه و تخصص حساب‌رسان از جمله ویژگی‌های حساب‌رسان با کیفیت است. مؤسسات حسابرسی بزرگ به دلیل ویژگی‌های کیفی قابل مشاهده مانند ارائه آموزش‌های تخصصی به کارکنان، احتمال بیشتری برای کشف اشتباهات و تحریف‌های با اهمیت دارند. بنابراین کمتر احتمال دارد که انتخاب‌های حسابداری شک برانگیز را بپذیرند و احتمال بیشتری وجود دارد که اشتباهات را کشف و گزارش کنند. بنابراین حساب‌رسان مستقل می‌تواند ساز و کار کنترلی برای مدیران به منظور ارائه اطلاعات مالی قابل اتکا و عاری از شیوه‌های حسابداری متقلبانه باشند. هرچه اعتبار حساب‌رسان بهتر باشد، کیفیت حسابرسی نیز بهتر خواهد بود. از این سو ویژگی‌های حساب‌رسان مستقل نقش مهمی در کاهش هرگونه فرصت‌طلبی بالقوه مدیران ایفا می‌کند و در نتیجه به افزایش اعتبار صورت‌های مالی کمک می‌کند. بنابراین، انتظار می‌رود که شرکت‌هایی که حساب‌رسان با کیفیت بالا دارند، رتبه اعتباری بالایی را به خود اختصاص دهند، که به نوبه خود ممکن است هزینه بدهی آنان را کاهش دهد (الاتا و همکاران، ۲۰۲۰).

^۱Gul and Goodwin

^۲Wahyuni

^۳Standard and Poor's

^۴De Crabtree, Brandon and Maher

مانسی، ماکسول و میلر^۱ (۲۰۰۴) دریافتند که واحدهایی که توسط "چهار شرکت بزرگ حسابرسی" حسابرسی شده بودند، رتبه اعتباری بهتری دریافت کردند. فورتین و پیتمن^۲ (۲۰۰۷) شواهدی پیدا نکردند که استخدام یکی از «چهار شرکت بزرگ حسابرسی» بر رتبه‌بندی اعتباری شرکت‌های خصوصی تأثیر بگذارد. اکثر این مطالعات بر شرکت‌هایی در ایالات متحده متمرکز شده‌اند که با محیط‌های دعوی قضایی بالا مشخص می‌شوند که در آن حساب‌رسان بیشتر نگران شهرت، اعتبار و پیامدهای دعوی حقوقی ناشی از تحریف‌های با اهمیت در گزارش سالانه شرکت‌ها هستند و بنابراین سازمان‌های رتبه‌بندی اعتباری به احتمال زیاد نقش نظارتی حساب‌رسان را ارزش‌گذاری می‌کنند (زالاتا^۳ و همکاران، ۲۰۲۰). به گفته ستیانینگروم^۴ (۲۰۰۵) شرکت‌هایی که توسط چهار شرکت بزرگ حسابرسی می‌شوند دارای رتبه اعتباری بالاتری نسبت به شرکت‌های غیر چهار بزرگ هستند. این اثر به این دلیل رخ می‌دهد که چهار شرکت بزرگ حسابرسی به عنوان یک بخش مستقل عمل می‌کنند و کیفیت حسابرسی بهتری را ارائه می‌دهند. به این ترتیب، آنها می‌توانند شک و تردید اعتباردهندگان را در مورد کیفیت صورت‌های مالی کاهش دهند و در نهایت ریسک نکول را کاهش و رتبه اعتباری را افزایش دهند (تاریگان و فیتریانی^۵، ۲۰۱۷). براساس پژوهش آلمیلیا و دیوی^۶ (۲۰۰۷) اندازه، رشد، سودآوری، نقدینگی، سررسید بدهی و اندازه حساب‌رسان عواملی هستند که بر رتبه اعتباری تأثیر می‌گذارند. همچنین نتایج پژوهش‌های نویسندگانی چون، ویدواتی^۷ (۲۰۱۳)، معاریج، ذوالبهریدار و الاظهار^۸ (۲۰۱۴)، و تامیدا و لوکمن^۹ (۲۰۱۳) اندازه حساب‌رسان تأثیر مثبتی بر رتبه اعتباری دارد. از طرفی نتایج متفاوتی توسط فبریان، نوگراها و سریدی^{۱۰} (۲۰۱۲)؛ سجاتی^{۱۱} (۲۰۱۰)؛ پاندوتاما^{۱۲} (۲۰۱۲) به دست آمد؛ مبنی بر اینکه که اندازه حساب‌رسان تأثیر منفی بر رتبه اعتباری دارد. در همین حال، در اندونزی، ناشرانی که توسط چهار شرکت بزرگ حسابرسی می‌شوند، رتبه‌بندی اعتباری بهتری دارند. بنابراین هر چه اعتبار حساب‌رسان بالاتر باشد، انتظار می‌رود که نتایج حساب‌رسان صورت‌های مالی بهتر باشد. بنابراین حساب‌رسان بزرگ می‌توانند بر رتبه اعتباری تأثیر بگذارند (رززا و مصحلیفه^{۱۳}، ۲۰۱۶).

^۱Mansi, Maxwell, and Miller

^۲Fortin and Pittman

^۳Zalata

^۴Setyaningrum

^۵Tarigan and Fitriany

^۶Almilia and Devi

^۷Widowati

^۸Ma' Arij, Zulfahridar and Al Azhar

^۹Thamida and Lukman

^{۱۰}Febriani, Nugraha and Saryadi

^{۱۱}Sejati

^{۱۲}Pandutama

^{۱۳}Rosa and Musdholifah

از طرفی حسابرسان متخصص در صنعت به دلیل توانایی که در کشف اشتباهات با اهمیت یا تحریف در صورت‌های مالی دارند، به نوبه خود، حسابرسی با کیفیت بالاتری را ارائه می‌نمایند. با توجه به ادبیات پیشین، می‌توان استدلال کرد که تخصص حسابرس در صنعت در ارتباط با کیفیت حسابرسی است. اگر حسابرسان متخصص در صنعت با کیفیت حسابرسی بالاتر مرتبط باشند و در نتیجه کیفیت گزارشگری مالی را برای مشتریان خود بهبود بخشند، این شرکت‌ها باید محیط اطلاعاتی بهتری داشته باشند و ریسک اطلاعاتی کمتری داشته باشند. بنابراین اگر شرکتی از یک حسابرس با کیفیت بالا یا متخصص در صنعت استفاده کند و از مزایای گزارش کیفیت سود بهتر و حاکمیت خارجی قوی‌تری بهره‌مند شود، می‌توان تصور کرد که چنین شرکتی در مقایسه با یک شرکت مشابه با یک حسابرس غیرمتخصص (کیفیت سود و حاکمیت خارجی ضعیف‌تر)، توسط سازمان‌های رتبه‌بندی اعتباری قوی‌تر در نظر گرفته می‌شوند و احتمالاً رتبه اعتباری بالاتری نسبت به شرکت مشابه دریافت می‌کنند (براونینگ^۱، ۲۰۱۷). لذا این گونه از حسابرسان به دلیل دانش و تخصص خود در صنایع خاص می‌توانند قضاوت بهتری داشته باشند. علاوه بر این، حسابرسان متخصص در صنعت به احتمال زیاد نگران شهرت خود به عنوان متخصص در چنین صناعی هستند، که ممکن است آنها را تشویق کند تا مسائل فنی حسابداری را با جزئیات بیشتری بررسی کنند و تصمیمات گزارشگری مالی مدیران را به چالش بکشند.

براساس نتایج پژوهش المطیری^۲ (۲۰۰۸) بین تخصص حسابرس در صنعت و رتبه اعتباری رابطه منفی وجود دارد. یافته او در تمامی موارد مربوط به سنجش تخصص حسابرس در صنعت ثابت است و این امر نشان می‌دهد که ناشران در استخدام متخصصان، رتبه اعتباری بهتری نسبت به استخدام غیر متخصص، دریافت می‌کنند. همچنین، تخصص حسابرس در صنعت رابطه منفی با هزینه بدهی دارد. این نتیجه زمانی برقرار است که تخصص حسابرس در صنعت با استفاده از سهم پورتفولیوی حسابرس سنجیده شود، نه از سهم بازار حسابرس و تعداد مشتریان. تجزیه و تحلیل‌های تکمیلی اضافی شواهد بیشتری در مورد ارتباط منفی بین تخصص حسابرس در صنعت و هزینه بدهی ارائه می‌دهد. به عنوان مثال، تخصص حسابرس در صنعت، که توسط سهم بازار مشخص می‌شود، ارتباط منفی و معناداری با هزینه بدهی دارد. این ارتباط حتی پس از کنترل رتبه اعتباری نیز برقرار است.

پیشینه پژوهش

هو و جونگ (۲۰۲۳) در پژوهشی به بررسی رتبه‌بندی اعتباری در پاسخ پویا به ماهیت شرکت‌ها و مدل کسب و کار آژانس‌های رتبه‌بندی: شواهدی از بازار اوراق قرضه چینی پرداختند. نتایج تجربی نشان می‌دهد (۱) احتمال یک رتبه اعتباری بالاتر و افزایش رتبه اعتباری به عنوان یک "U معکوس" در چرخه عمر شرکت نشان می‌دهد. در صورتی که شرکت با موفقیت وارد

^۱Browning

^۲Almutairi

فاز رشد شود، رتبه اعتباری افزایش می‌یابد، در صورتی که شرکت در مرحله سقوط قرار گیرد کاهش می‌یابد. (۲) در مدل پرداخت سرمایه‌گذار، شرکت‌ها احتمال بیشتری برای کسب رتبه اعتباری بالاتر در مرحله بلوغ و رتبه اعتباری پایین‌تری در دوره کاهش دارند. در مدل صادرکننده-پرداخت، اگرچه بنگاه به دلیل قرار گرفتن در مرحله افول، رتبه اعتباری کمتری دریافت می‌کند، اما رتبه اعتباری همچنان دارای احتمال بالایی برای تعلق به رتبه اعتباری بالا است. (۳) شرکت‌های دولتی احتمال بیشتری برای کسب رتبه اعتباری بالا در دوره بلوغ دارند و احتمال بیشتری دارد که رتبه اعتباری پایینی در دوره کاهش داشته باشند. به طور کلی، کیفیت رتبه بندی اعتباری آنها بهتر از شرکت‌های غیر دولتی است. علاوه بر این، در شرایط دوره فشار تامین مالی، رتبه اعتباری شرکت‌های غیردولتی با سقوط آنها به مرحله کاهش کاهش می‌یابد.

سو (۲۰۲۳) در پژوهشی به بررسی "مدل سازی رتبه‌بندی اعتباری دولتی و ارزیابی بی‌طرفی: مطالعه موردی چین" در این مطالعه یک سیستم شاخص جدید ایجاد می‌کند، متغیرهای رتبه‌بندی را به عوامل بلندمدت و کوتاه‌مدت تقسیم می‌کند، برازش و پیش‌بینی رتبه‌بندی را انجام می‌دهد، و عدالت چین و کشورهای مربوطه را بررسی می‌کند. یافته‌های ما نشان می‌دهد که رتبه‌بندی اعتباری دولتی به دلیل اثر سقف و ویژگی‌های کالاهای شبه عمومی، یک اثر بازدارنده بر بازار مالی جهانی دارد. یک رتبه اعتباری بالا و پایدار مستلزم بهبود بلندمدت در مبانی اقتصادی، ترازهای بودجه، مزایای خارجی و توان پرداخت کلی است. همزمان، استراتژی‌های مدیریت کوتاه‌مدت بدهی، از جمله کاهش، بازپرداخت و سوآپ ضروری است. علاوه بر این، ما مفهوم «شکاف رتبه‌بندی» را برای ارزیابی عدالت رتبه‌بندی معرفی می‌کنیم که هم کم‌ارزش‌گذاری و هم بیش‌ارزش‌گذاری را در بین کشورها آشکار می‌کند.

کیم و همکاران (۲۰۲۲) در این مطالعه تأثیر مسئولیت اجتماعی شرکت (CSR) و حاکمیت شرکتی را بر رتبه اعتباری آن بررسی می‌کند. نتایج تحلیل رگرسیون به رتبه‌بندی اعتباری با متغیرهای مستقل اولیه مرتبط نشان می‌دهد که هر دو عامل بر آن تأثیر معناداری دارند. همانطور که پیش‌بینی کرده‌ایم، علائم هر دو ضریب رگرسیون دارای علامت مثبت (+) هستند که نشان می‌دهد شرکت‌هایی با نمرات عالی CSR و شاخص حاکمیت (CGI) دارای رتبه اعتباری بالاتری هستند و بالعکس. نتایج نشان می‌دهد که اطلاعات غیرمالی نیز ممکن است بر رتبه اعتباری شرکت‌ها تأثیر بگذارد. سرمایه‌گذاری در حفاظت از داده‌های شخصی می‌تواند نمونه‌ای از فعالیت‌های CSR/CGI باشد که اثرات مثبتی بر رتبه‌بندی اعتباری شرکت‌ها دارد.

الخوالده و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی به بررسی تأثیر حاکمیت شرکتی بر رتبه‌بندی اعتباری شرکت‌ها پرداختند. نتایج تجربی نشان می‌دهد که متغیرهای کنترلی (ساختار سرمایه، اندازه شرکت‌ها و مزیت‌های رقابتی شرکت‌ها)، تعیین‌کننده رتبه اعتباری هستند.

زالاتا و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی به بررسی کیفیت حسابرسی مستقل و رتبه اعتباری شرکت‌ها پرداختند. آنها شواهدی مبنی بر ارتباط بین رتبه اعتباری شرکت‌ها و کیفیت حسابرسی مستقل نیافتند. با این حال، هنگامی که شرکت‌ها مشکوک به درگیرشدن در تحریفات مدیریتی هستند، به نظر می‌رسد رتبه اعتباری شرکت‌ها با کیفیت حسابرسی مستقل مرتبط باشد. به ویژه، شرکت‌های مشکوک زمانی که توسط یکی از حساب‌رسان متخصص در صنعت، حسابرسی می‌شوند، رتبه اعتباری بالایی کسب می‌کنند.

آندریوان و ستیاوان (۲۰۲۰) در پژوهشی به بررسی اقدامات مدیریت سود و سود مشروط به عنوان تلاش‌های مدیریتی برای حفظ رتبه اعتباری پرداخت. این مطالعه نشان می‌دهد که تا حدی اندازه شرکت، رشد شرکت و اندازه حساب‌رسان تأثیر قابل توجهی بر رتبه بندی اعتباری دارند، در حالی که مدیریت سود تأثیر معنی داری بر رتبه بندی ندارد.

نایجل سیرگار، صفتیانا و کلثوم^۲ (۲۰۱۹) در پژوهشی به بررسی تأثیر عملکرد مالی، اندازه حساب‌رسان و نظر حسابرسی بر رتبه بندی اعتباری پرداختند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که نقدینگی بر رتبه بندی اعتباری تأثیر دارد در حالی که سودآوری، اهرم، اندازه حساب‌رسان و نظر حسابرسی هیچ تأثیری بر رتبه بندی اعتباری ندارند.

جئون^۳ (۲۰۱۸) در پژوهشی به بررسی تأثیر مسئولیت اجتماعی شرکت‌ها و اندازه حسابرسی در رتبه اعتباری پرداختند. نتایج نشان داد که هر چه امتیاز مسئولیت اجتماعی شرکت بالاتر باشد، امتیاز رتبه اعتباری شرکت بالاتر است. این نشان می‌دهد که سازمان‌های رتبه بندی اعتباری ارزیابی خوبی از فعالیت‌های اجتماعی ارائه می‌دهند و آنها را در ارزیابی رتبه بندی اعتباری منعکس می‌کنند. با این حال، تضادی بین رضایت از حفاظت از محیط زیست و رتبه بندی اعتباری شرکت وجود دارد. در میان فعالیت‌های مسئولیت اجتماعی، هرچه سطح انصاف و مشارکت در توسعه اقتصادی بالاتر باشد، بیشتر توسط حساب‌رسان بزرگ حسابرسی می‌شوند در نتیجه امتیاز رتبه اعتباری شرکت به طور قابل توجهی بالاتر است. از طرف دیگر، هرچه حسابرسی توسط حساب‌رسان بزرگ بالاتر باشد، میزان رتبه اعتباری شرکت نیز پایین می‌آید.

رفای^۴ و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی به تجزیه و تحلیل تأثیر رتبه اعتباری بر عملکرد شرکت و بازده سهام پرداختند. نتایج نشان داد که رتبه اعتباری توسط عوامل مهم شرکت مانند اندازه و فرصت‌های رشد، شدت سرمایه، بازده دارایی‌ها و غیره پیش‌بینی می‌شود. نتایج همچنین نشان داد که شرکت‌هایی با رتبه اعتباری بالاتر عملکرد بهتری دارند.

تاریگان، فیتریانی^۵ (۲۰۱۷) در پژوهشی به بررسی تأثیر حاکمیت شرکتی بر رتبه اعتباری پرداختند. نتایج نشان داد که افزایش اندازه هیئت مدیره، مالکیت نهادی، کمیته حسابرسی و اندازه حساب‌رسان مستقل تأثیر مثبتی در رتبه اعتباری شرکت‌ها دارد، در

^۱Andriawan and Setyawan

^۲Nigel Siregar, Saftiana and Kalsum

^۳Jeon

^۴Rafay

^۵Tarigan and Fitriany

حالی که نسبت مستقل تعداد مدیران و اندازه سهامداران تأثیر منفی دارد. این پژوهش نشان داد که تعداد مدیران با رتبه اعتباری رابطه معکوس "U" دارند. تا حدی مشخص، هرچه تعداد مدیران بیشتر باشد، رتبه اعتباری نیز بالاتر خواهد بود، زیرا نظارت و تصمیم‌گیری موثرتر خواهد بود. با این حال، هنگامی که به نقطه مطلوب (پنج نفر) رسید مدیران اضافی به دلیل مشکلات هماهنگی، رتبه اعتباری را کاهش می‌دهند.

نوری فرد و بسحاق (۱۳۹۸)؛ در پژوهشی به بررسی "[رابطه بین رتبه بندی اعتباری شرکت‌ها با دستکاری فعالیت‌های واقعی، کیفیت حسابرسی و حاکمیت شرکتی](#)" پرداختند. نتایج نشان داد که هر سه فرضیه تحقیق تأیید می‌گردد که عبارتند از: الف- بین دستکاری فعالیت‌های واقعی و رتبه‌بندی اعتباری شرکت‌ها رابطه منفی وجود دارد. ب- بین کیفیت حسابرسی و رتبه‌بندی اعتباری شرکت‌ها رابطه معناداری وجود دارد. ج- بین حاکمیت شرکتی و رتبه‌بندی اعتباری شرکت‌ها رابطه معناداری وجود دارد. احمدوند، رضایی و تملکی (۱۳۹۶) در پژوهشی به بررسی "شناسایی و تبیین فاکتورهای تعیین کننده رتبه اعتباری مورد مطالعه: بورس اوراق بهادار تهران" پرداختند. نتایج نشان داد که متغیرهای اهرم مالی و سود آوری در سطح اطمینان ۹۹ درصد، متغیرهای رشد و مالکیت دولتی در سطح اطمینان ۹۵ درصد و متغیر پوشش مالی در سطح اطمینان ۹۰ درصد از نظر آماری معنی دار هستند و می‌توان آنها را به عنوان فاکتورهای تعیین کننده رتبه اعتباری شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران معرفی نمود.

جعفری و احمدوند (۱۳۹۴) در پژوهشی به بررسی "[رتبه بندی اعتباری شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از رویکرد امتیاز بازار نوظهور](#)" پرداختند. نتایج پژوهش نشان داد که برخی از شرکت‌های منتخب، در منطقه تردید و یا درماندگی مالی قرار دارند و این موضوع می‌تواند توجه سرمایه‌گذاران و اعتباردهندگان را به خود جلب کند.

فرضیه پژوهش

بین ویژگی های حسابرس مستقل و رتبه اعتباری ارتباط معناداری وجود دارد.

روش شناسی پژوهش

داده‌های این پژوهش از صورت‌های مالی حسابرسی شده شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، پایگاه‌های اینترنتی مانند تارنمای کدال و پایگاه رسمی بورس استخراج شده است. جهت تعیین نمونه آماری پژوهش محدودیت‌هایی بدین شرح اعمال شد: ۱- دوره مالی آنها منتهی به پایان اسفند هر سال می‌باشد. ۲- سال مالی در طی دوره های مورد نظر تغییر نداشته باشد. ۳- سهام شرکت حداقل شش ماه در سال مورد معامله قرار گرفته باشد. ۴- جزء شرکت‌های سرمایه گذاری، واسطه‌گری و مالی نباشد. ۵- اطلاعات مورد نیاز برای انجام این پژوهش در دوره زمانی مورد بررسی در دسترس باشد. در نهایت

اطلاعات مالی مربوط به ۱۰۱ شرکت به طور نمونه در دوره زمانی ۹ ساله از سال ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۸ با اعمال محدودیت های فوق به عنوان نمونه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

روش اجرای پژوهش

الگوسازی تجربی و روش پژوهش

به لحاظ نظری الگوی رگرسیون خطی فرضیه پژوهش به صورت زیر تشریح می گردد:

$$CR_{it} = \beta_0 + \beta_1 \sum AUD - SPEC_{it} + \varepsilon_{it} \quad CR_{it} = \beta_0 + \beta_1 \sum AS_{it} + \varepsilon_{it} \quad (۱) \text{ رابطه}$$

رابطه (۱) یک الگوی اقتصادسنجی رگرسیونی داده‌های پانل است. در داده‌های پانل علیرغم نیرومندی این الگوها، امکان برآورد چنین الگوی انعطاف پذیری به دلیل محدودیت درجه آزادی الگو، وجود ندارد. با این توصیف الگوی (۱) و (۲) را می توان به صورت الگوی غیرخطی ارائه نمود:

$$CR_{it} = \sum_{j=0}^J (\beta_{jit}) AS_{it} + \varepsilon_{it} \quad (۱) \text{ الگوی}$$

$$CR_{it} = \sum_{j=0}^J (\beta_{jit}) AUD - SPEC_{it} + \varepsilon_{it} \quad (۲) \text{ الگوی}$$

در این الگو به تعداد شرکت ها و متغیرهای مستقل ضریب β محاسبه می گردد. در ظاهر الگوی فوق یک الگوی خطی است اما از آنجا که β ها می توانند آزادانه برای هر مقطع (i) و حتی برای هر دوره (t) برآورد شوند، الگوی فوق یک الگوی غیرخطی محسوب می گردد. از آنجا که هدف در این مقاله بررسی اثرات زمانی متغیرهای مستقل بر وابسته نیست، ضرایب تنها برای شرکت‌ها و متغیرهای مستقل برآورد شده است. همان‌طور که در ادبیات اقتصاد سنجی می دانیم β ها اغلب با استفاده از روش بهینه یابی مبتنی بر حداقل مربعات جملات اخلاص (پسماند در نمونه) برآورد می شوند. لذا در این مقاله از الگوریتم بهینه یابی تجمع ذرات (PSO) استفاده شده است. الگوریتم تجمع ذرات از پرواز گروهی پرندگان الهام گرفته شده است. هر پرنده یا ذره در گروه از یک رفتار بسیار ساده پیروی می کند، تکرار و تقلید تجربه موفقیت آمیز پرندگان همسایه. تابع هدف در اینجا همانند الگوی خطی مجموع مربعات خطا (پسماند در نمونه) است که باید حداقل گردد؛ به عبارت دیگر هدف عبارت است از:

$$Min: pso \text{ Cost Function} = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \varepsilon_{it}^2$$

در حقیقت در این مقاله به جای بهینه‌سازی حداقل مربعات در مدل خطی از بهینه‌سازی بر مبنای الگوریتم تجمع ذرات برای برآورد اثر هر متغیر مستقل بر متغیر وابسته استفاده شده است. در این مقاله هر ذره نمایانگر یک شاخص رتبه اعتباری در شرکت‌های فعال بورس اوراق بهادار تهران است.

جدول ۱- پارامترهای الگوریتم تجمع ذرات

nPop=909; % Population Size (Swarm Size)	جمعیت ذرات
MaxIt=1000	ماکزیمم تکرار
c1=2; % Personal Learning Coefficient	ضریب یادگیری شخصی
c2=2.0; % Global Learning Coefficient	ضریب یادگیری جمعی
wdamp=0.99; % Inertia Weight Damping Ratio	وزن اینرسی
صفر	سرعت اولیه ذرات
Repmat	تابع تکثیر

ماخذ: یافته‌های تحقیق

متغیرهای پژوهش

متغیرهای مستقل

-اندازه حسابرس

اگر شرکت توسط یک موسسه حسابرسی بزرگ (مؤسسات بزرگ، موسساتی هستند که تعداد شرکاء آنها بیش از ۲۰ نفر باشند) حسابرسی شده باشد برابر یک در غیر این صورت صفر در نظر گرفته شده است (شرودر و شپردسن، ۲۰۱۶؛ نمازی و بایزدی و جبارزاده کنگرلویی، ۱۳۹۰؛ بنی مهد و جعفری معافی، ۱۳۹۲).

-تخصص حسابرس در صنعت

در این پژوهش از سهم بازار به عنوان شاخصی برای تخصص حسابرس در صنعت بهره گرفته شده است؛ زیرا اولویت صنعت را نسبت به سایر حسابرسان نشان می‌دهد. هر چه سهم بازار حسابرس بیشتر باشد، تخصص صنعت و تجربه حسابرس نسبت به سایر رقیبان بیشتر است. داشتن سهم غالب بازار اشاره دارد به اینکه حسابرس به طور موفقیت آمیزی خود را از سایر رقیبان از لحاظ کیفیت حسابرسی متمایز کرده است. سهم بازار حسابرسان به صورت زیرمحاسبه شده است:

$$AUD_SPEC = \frac{\text{مجموع دارایی های تمام صاحبکاران هر موسسه حسابرسی خاص در صنعت خاص}}{\text{مجموع دارایی های تمام صاحبکاران در این صنعت}}$$

مؤسساتی در این پژوهش به عنوان متخصص صنعت در نظر گرفته شده است که سهم بازارشان (یعنی معادله فوق) بیش از مقدار $\{1/2 \times (\text{تعداد شرکت های موجود} / 1)\}$ باشد (پالم رز؛ ۱۹۸۶). در صورتی که شرکت‌های مورد مطالعه، حسابرس متخصص در صنعت را داشته باشند متغیر مجازی یک و در غیر این صورت مقدار صفر در نظر گرفته شده است.

متغیر وابسته- رتبه اعتباری

برای تعیین رتبه اعتباری، از مدلی به نام مدل امتیاز بازار نوظهور، براساس چهار مرحله به ترتیب زیر استفاده شده است (جعفری و احمدوند، ۱۳۹۴):

مرحله اول: تعیین مقادیر معادل رتبه های اعتباری شرکت های امریکایی

بدین منظور، ابتدا با استفاده از مدل امتیاز بازار نوظهور (معادله ۱)، امتیاز شرکت مورد نظر در بازار نوظهور محاسبه شد؛ سپس این امتیاز با مقادیر جدول ۲ مقایسه شدند و رتبه اعتباری معادل بدست می آید. همان‌طور که ذکر شد، سنگ بنای رویکرد امتیاز بازار نوظهور، مدل امتیاز "Z" است که در فرآیند تحلیل کیفیت اعتباری انواع شرکت‌ها، اعم از سهامی عام، سهامی خاص، تولیدی، غیرتولیدی، امریکایی و غیر امریکایی از آن استفاده می‌شود. امتیاز بازار نوظهور با استفاده از مدل زیر به‌دست آمد (آلتمن و هاچکس، ۲۰۰۵):

$$EMS = 3/25 + 6/56 \square_1 + 3/26 \square_2 + 6/72 \square_3 + 1/105 \square_4 \quad \text{معادله (۱)}$$

که در آن: X_1 : نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی ها / X_2 : نسبت سود انباشته به کل دارایی ها
 X_3 : نسبت سود قبل از بهره و مالیات به کل دارایی ها / X_4 : نسبت ارزش دفتری مجموع حقوق صاحبان سهام به ارزش دفتری مجموع بدهی‌ها

جدول ۲- امتیاز "Z" و رتبه های اعتباری معادل

رتبه اعتباری معادل	امتیاز "Z"		رتبه اعتباری معادل	امتیاز "Z"
AAA	$\geq 8/15$	منطقه سلامت مالی	B-	$4/15 - 3/75$
AA+	$8/15 - 7/60$		CCC+	$3/75 - 3/20$
AA	$7/60 - 7/30$		CCC	$3/20 - 2/50$
AA-	$7/30 - 7/100$		CCC-	$2/50 - 1/75$
A+	$7/100 - 6/85$		D	$\leq 1/75$
		منطقه درماندگی مالی		

^۱Palmrose

^۲Altman and Hotchkiss

منطقه تردید	۵/۸۵ - ۵/۶۵	BBB-		۶/۸۵ - ۶/۶۵	A
	۵/۶۵ - ۵/۲۵	BB+		۶/۶۵ - ۶/۴۰	A-
	۵/۲۵ - ۴/۹۵	BB		۶/۴۰ - ۶/۲۵	BBB+
	۴/۹۵ - ۴/۷۵	BB-		۶/۲۵ - ۵/۸۵	BBB
	۴/۷۵ - ۴/۵۰	B+			
	۴/۵۰ - ۴/۱۵	B			

ماخذ: یافته‌های تحقیق

مرحله دوم: تعدیل رتبه اعتباری معادل، بر اساس آسیب پذیری شرکت در مقابل نوسان های نرخ ارز

در این مرحله، رتبه اعتباری معادل که در مرحله قبل تعیین شد، بر اساس آسیب پذیری شرکت در مقابل نوسانات نرخ ارز و بروز مشکل در بازپرداخت بدهی های ارزی تعدیل می شود. آسیب پذیری با توجه به رابطه سود ارزی (درآمدهای ارزی منهای هزینه های ارزی) با هزینه بهره بدهی های ارزی، و درآمدهای ارزی با بدهی های ارزی، ارزیابی می شود. سرانجام نیز میزان نقدینگی موجود با حجم بدهی های کوتاه مدتی که در سال آینده سررسید می شوند، مقایسه می شود. اگر شرکت مورد نظر، ضعیف و دارای آسیب پذیری بالایی باشد، یعنی اگر درآمدهای ارزی نداشته یا نسبت درآمدهای ارزی به بدهی های ارزی آن خیلی پایین باشد و یا حجم قابل ملاحظه ای بدهی های ارزی نزدیک به سررسید و نقدینگی اندکی داشته باشد، در این صورت، رتبه اعتباری معادل آن (که در مرحله اول تعیین شد)، به اندازه سه درجه تنزل پیدا می کند؛ برای مثال: از **BB+** به **B+** می رسد.

اگر آسیب پذیری شرکت در وضعیت خنثی باشد، کاهش یک درجه ای در رتبه اعتباری معادل رخ می دهد (برای مثال: از **BB+** به **BB**) و در صورتی که ریسک کاهش ارزش ناشی از نوسانات نرخ ارز برای شرکت ناچیز باشد، تغییری در رتبه اعتباری معادل آن ایجاد نمی شود. برای تعدیل این مرحله، مطابق پژوهش جعفری و احمدوند (۱۳۹۴)، از تأثیر تغییرهای نرخ ارز بر فعالیت تأمین مالی مندرج در صورت جریان وجه نقد و همچنین میزان نقدینگی در مقایسه با بدهی های جاری آن استفاده شده است.

مرحله سوم: تعدیل رتبه اعتباری معادل بر اساس صنعت

در مرحله سوم، رتبه معادل که در مرحله اول تعیین شد، با مقدار معادل رتبه امنیت اعتباری صنعت مربوط (جدول ۳) مقایسه می شود. به ازای اختلاف یک تا سه درجه ای بین دو رتبه مذکور، رتبه اعتباری معادل محاسبه شده در مرحله دوم به اندازه یک درجه تغییر می کند. برای مثال، اگر رتبه اعتباری به دست آمده از مرحله اول **BBB** و رتبه صنعت **BB+**، **BBB-** یا **BB** باشد، در این صورت، رتبه اعتباری معادل محاسبه شده در مرحله دوم به اندازه یک درجه تعدیل منفی می یابد. چنانچه اختلاف بین رتبه معادل تعیین شده در مرحله اول و مقدار معادل رتبه امنیت اعتباری صنعت مربوط بیش از سه و کمتر از شش درجه باشد، یک تعدیل دو درجه ای در رتبه اعتباری معادل مرحله دوم روی می دهد. در صورت وجود اختلاف شش درجه ای و بیشتر، رتبه

اعتباری معادل محاسبه شده در مرحله دوم به اندازه سه درجه تعدیل (مثبت یا منفی) می‌شود. به این ترتیب، محیط صنعت کشور نوظهور مورد بررسی در تحلیل کیفیت اعتباری شرکت لحاظ می‌شود.

جدول ۳- میانگین رتبه اعتباری صنعت

صنعت	میانگین رتبه امنیت اعتباری	صنعت	میانگین رتبه امنیت اعتباری
مخابرات	A+	انرژی	A-
سرمایه گذاری ها	A+	محصولات کاغذی	BBB
استخراج نفت و گاز	A+	بیمه و بازنشستگی	BBB
دستگاه های برقی	A+	رایانه	BBB
حمل و نقل	A+	وسایل ارتباطی	BB+
مواد غذایی	A	قطعات خودرو	BB+
قند و شکر	A	منسوجات	BB+
محصولات دارویی	A	هتل و رستوران	BB
بانک ها	A-	انبوه سازی	BB
چند رشته ای صنعتی	A-	سیمان	BB
لیزینگ	A-	کانه های فلزی	BB
خودرو	A-	کانه های غیرفلزی	BB
محصولات شیمیایی	A-	کاشی و سرامیک	BB
فرآورده های نفتی	A-	فلزات اساسی	B+

ماخذ: یافته‌های تحقیق

مرحله چهارم: تعدیل رتبه اعتباری معادل براساس توان رقابتی

در این مرحله، به توان رقابتی شرکت توجه شده و بسته به پاسخ این سؤال که آیا شرکت در صنعت خود، غالب و برجسته بوده یا از نظر اندازه، نفوذ سیاسی و کیفیت مدیریت یک قدرت داخلی محسوب می‌شود یا نه، رتبه اعتباری مرحله سوم یک درجه تغییر می‌کند. به علاوه، ممکن است توان رقابتی شرکت خنثی باشد که در این صورت، تغییری در رتبه اعتباری آن اعمال نمی‌شود. در این پژوهش به پیروی از پژوهش (جعفری و احمدوند، ۱۳۹۴)، برای بررسی رقابتی بودن شرکت در صنعت، از سهم بازار شرکت (نسبت فروش شرکت به مجموع فروش صنعت در هر سال) استفاده شده است.

در آخر رتبه های اعتباری که بر حسب طبقات (AAA, AA و غیره) گزارش شده اند، چون از نوع متغیرهای ترتیبی گسسته بوده، آنها را به عنوان برآمد یک مقیاس پیوسته به نام «توان بازپرداخت تعهدات بدهی» در نظر می توان گرفت. تعدادی از پژوهشگران به منظور استفاده از اطلاعات در رگرسیون های رتبه بندی، رتبه های اعتباری را به مقادیر عددی تبدیل کرده اند. با انجام این کار، یک متغیر ترتیبی گسسته به دست می آید. تبدیل رتبه های اعتباری به مقادیر عددی، بین رتبه های منتشر شده توسط موسسات گوناگون توازن برقرار می سازد. در برخی از مطالعات گذشته امتیازات تخصیص یافته به رتبه های اعتباری در هفت طبقه جای گرفته اند (مارسیا^۱ و همکاران، ۲۰۱۴). در پژوهش حاضر نیز از همین طبقه بندی استفاده شده است (احمدوند و همکاران، ۱۳۹۶) (وظیفه دوست و همکاران، ۱۳۹۵).

جدول ۴- امتیازات تخصیص یافته به رتبه های اعتباری

رتبه اعتباری	امتیاز	رتبه اعتباری	امتیاز
AAA	۷	BB+	۳
AA+	۶	BB	۳
AA	۶	BB-	۳
AA-	۶	B+	۲
A+	۵	B	۲
A	۵	B-	۲
A-	۵	CCC+	۱
BBB+	۴	CCC	۱
BBB	۴	CCC-	۱
BBB-	۴	D	۱

(برگرفته از: اشبوق اسکایف و همکاران، ۲۰۰۶)

یافته های پژوهش

جدول شماره ۵ آمار توصیفی مجازی شرکت های موجود در نمونه را ارائه می نماید. با توجه به مجازی بودن اندازه حسابرس با میانگین ۰/۲۵۹ می توان دریافت که ۲۶ درصد حسابرسان در شرکت های مورد مطالعه پژوهش توسط حسابرسان بزرگ بررسی شده اند. متغیر حسابرس متخصص در صنعت با میانگین ۰/۲۶۸ نشان می دهد که ۲۷ درصد حسابرسان موجود در شرکت های مورد مطالعه پژوهش توسط حسابرسان متخصص در صنعت مورد رسیدگی قرار گرفته اند.

جدول ۵- تحلیل توصیفی مقادیر مربوط به متغیرهای مجازی

متغیر	نماد	مقادیر مجازی	فراوانی	درصد فراوانی	تعداد مشاهدات
اندازه حسابرس	AS	۰	۶۷۴	۰/۷۴۱	۹۰۹
		۱	۲۳۵	۰/۲۵۹	
تخصص حسابرس در صنعت	AUD_SPEC	۰	۶۶۵	۰/۷۳۲	
		۱	۲۴۴	۰/۲۶۸	

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول شماره ۶ آمار توصیفی شرکت‌های موجود در نمونه را ارائه می‌نماید. با توجه به میانگین محاسبه شده برای رتبه اعتباری (قرار دارند. به بیان دیگر به $B+, B, B-$ می‌توان نتیجه گرفت که رتبه اعتباری شرکت‌ها به طور میانگین در طبقه دوم) طور میانگین شرکت‌ها در منطقه تردید مالی قرار دارند.

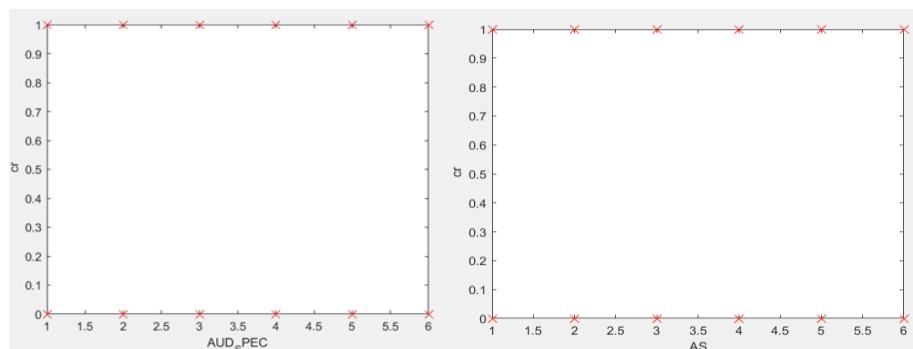
جدول ۶- آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

نام متغیر	نماد	میانگین	انحراف معیار	کشدگی	چولگی	بیشینه	کمینه
رتبه اعتباری	CR	۲/۳۶۴	۰/۶۱۸	۱/۹۷۴	۰/۷۱۴	۱	۶
تعداد مشاهدات: ۹۰۹							

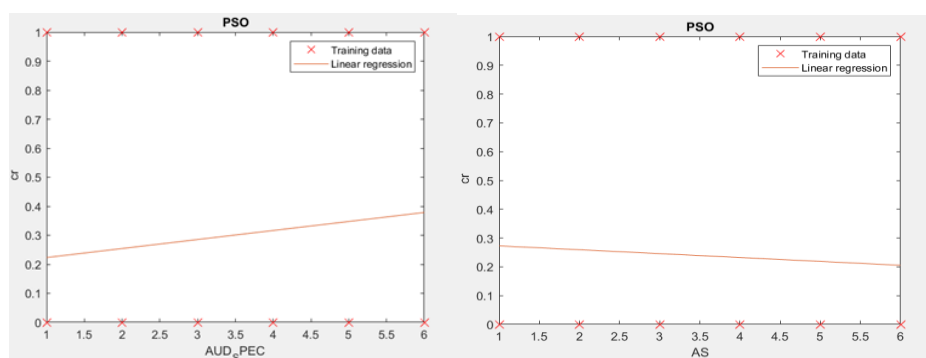
ماخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج بهینه‌سازی الگوریتم تجمع ذرات (pso)

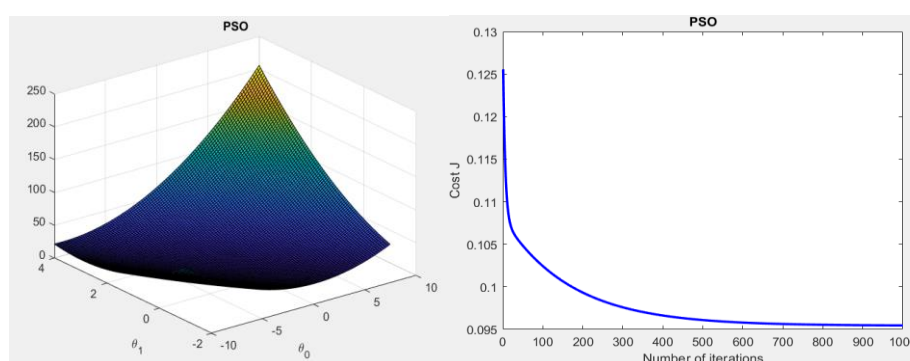
در این مقاله، بهینه‌یابی مبتنی بر حداقل مربعات جملات اخلاص (پسماند در نمونه) بر مبنای الگوریتم تجمع ذرات برای برآورد اثر هر متغیر مستقل بر متغیر وابسته، استفاده شده است. با اجرای الگوریتم تجمع ذرات نتایج زیر حاصل شد: نتایج حاصل از ارائه الگوریتم بعد از تعداد تکرار ۲۰۰۰ نسل، باعث همگرایی مناسب شد و نمودار (۱)، (۲) و (۳) مسیر پیموده شده توسط تابع ارزیابی برای رسیدن به نقطه بهینه را توسط الگوریتم تجمع ذرات نمایش می‌دهد. با افزایش تعداد تکرارها مقدار خطا کاهش می‌یابد اما در تکرارهای پایانی تقریباً هیچ‌گونه بهبودی حاصل نمی‌شود و اصطلاحاً در این نواحی برازش بیش از حد وجود دارد. در شکل (۲) خط رسم شده توسط الگوی رگرسیونی عرض از مبدأ β_0 و شیب خط β_1 بدست آمده است. که این خط بهترین خطی است که می‌تواند خطاهای باقیمانده را مینیمم سازی نماید. همان‌طور که در شکل (۳) مشاهده می‌شود بهینه‌سازی به نحو مطلوبی انجام گرفته است.



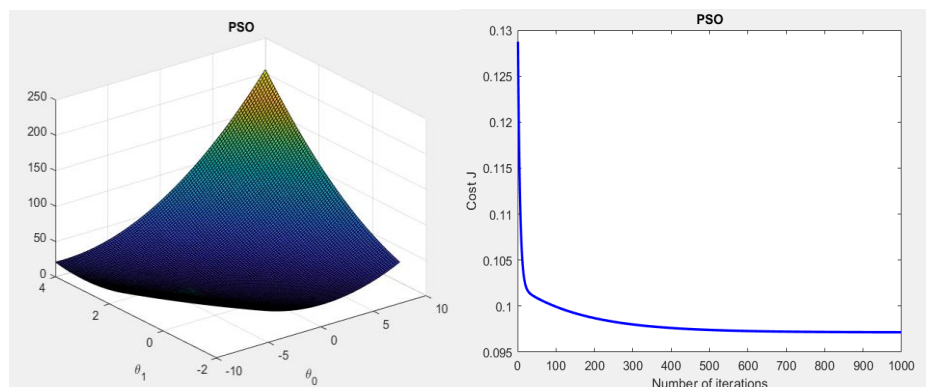
شکل ۱- نتایج نمودار مقادیر داده‌های آموزش الگوی (۱) سمت راست و الگوی (۲) سمت چپ



شکل ۲- فرآیند یادگیری مقادیر داده‌ها با الگوریتم PSO براساس عرض از مبدا و شیب خط الگوی (۱) الگوی (۱) سمت راست و الگوی (۲) سمت چپ



شکل ۳- نتایج نمودار سطح همگرایی رتبه اعتباری بر اساس اندازه حسابرس (الگوی ۱)



شکل ۴- نتایج نمودار سطح همگرایی رتبه اعتباری بر اساس تخصص حسابرس در صنعت (الگوی ۲)

معیارهای ارزیابی

جهت ارزیابی صحت و دقت پیش‌بینی از شاخص‌های ضریب تبیین (R^2)، مجذور میانگین مربعات خطا ($RMSE$) استفاده شده است. کم بودن مقدار $RMSE$ و بالا بودن ضریب R^2 بیانگر دقت قابل قبول الگو و برتری آن نسبت به الگوی دیگر و توانایی پیش‌بینی آن الگو با توجه به آن معیار بهتر است. مقادیر ($RMSE$) و (R^2) برای الگوهای مذکور به شرح جدول (۷) آمده است. فرضیه این پژوهش، در مورد تاثیر ویژگی‌های حسابرس مستقل بر رتبه اعتباری با توجه به توانایی الگوریتم بهینه‌سازی حرکت تجمعی ذرات جهت پیش‌بینی رتبه اعتباری شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است. با توجه به اینکه نتایج به دست آمده از آزمون عملکرد الگوها نشان می‌دهد که الگوی (۱) با دقت ۹۹٪ و الگوی (۲) با دقت ۹۹٪ رتبه اعتباری شرکت‌ها را پیش‌بینی می‌کند، از این‌رو فرضیه پژوهش تایید می‌شود و می‌توان نتیجه گرفت که ویژگی‌های حسابرس (اندازه حسابرس و تخصص حسابرس در صنعت) تاثیر معناداری بر رتبه اعتباری شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران دارد و همچنین استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی حرکت تجمعی ذرات جهت پیش‌بینی رتبه اعتباری از دقت پیش‌بینی قابل قبولی برخوردار است.

جدول ۷- پارامترهای آماری مورد بررسی با الگوریتم تجمع ذرات (ps0) براساس تاثیر ویژگی‌های حسابرس مستقل

عنوان	R^2	RMSE
اندازه حسابرس	۰/۹۹۹	۰/۰۹۳
تخصص حسابرس در صنعت	۰/۹۹۶	۰/۰۹۵

ماخذ: یافته‌های تحقیق

نتیجه گیری و پیشنهاد

هدف از پژوهش حاضر ارائه رتبه بندی اعتباری شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران و تاثیر ویژگی های حسابرسان مستقل بر آن با به کارگیری الگوریتم تجمع ذرات طی سال های ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۸ است. با توجه به نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آماری پژوهش، نشان از تاثیر معنادار ویژگی های حسابرسان (اندازه حسابرسان و تخصص حسابرسان در صنعت) بر رتبه اعتباری دارد. به نظر می رسد سازمان های رتبه بندی اعتباری برای تجزیه و تحلیل بنیادی شرکت، به شدت بر اطلاعات صورت های مالی حسابرسان شده، متکی هستند. لذا بازار بدهی هنگام ارزیابی کیفیت حسابرسان، تخصص در صنعت و اندازه حسابرسان مستقل را در نظر می گیرد. این امر به وضوح نشان دهنده وابستگی تحلیل سازمان های رتبه بندی به کار حسابرسان مستقل با کیفیت بالا در تأیید قابلیت اطمینان گزارش های مالی شرکت است. بنابراین ویژگی های حسابرسان مستقل (اندازه حسابرسان و حسابرسان متخصص در صنعت) در کاهش ریسک اطلاعاتی بین شرکت ها و بازار بدهی نقش مهمی ایفا می کند. نتایج پژوهش با نتایج پژوهش زالاتا و همکاران (۲۰۲۰) و ایگناتیوس رونی ستیوان (۲۰۲۰) مطابقت دارد و با نتایج پژوهش نایجل سیرگار و همکاران (۲۰۱۹) و جئون (۲۰۱۸) مغایر است.

با توجه به نتایج پژوهش مبنی بر اثرگذار بودن ویژگی های حسابرسان مستقل (اندازه و تخصص حسابرسان در صنعت) بر رتبه اعتباری، پیشنهاد می شود که شرکت هایی که قصد افزایش سرمایه از طریق تامین مالی بدهی را دارند، حسابرسانی را در نظر بگیرند که متخصص در صنعت یا از حسابرسان بزرگ هستند، زیرا هزینه سرمایه بدهی کمتری در ارتباط با این حسابرسان وجود دارد. همچنین با توجه به کیفیت بالاتر حسابرسان مرتبط با این حسابرسان، اعتباردهندگان ممکن است استخدام این گونه از حسابرسان را به عنوان یک سیگنال مثبت ببینند. پیشنهاد می شود سرمایه گذاران در سهامی سرمایه گذاری نمایند که دارای رتبه اعتباری بالاتری است زیرا از امنیت بالاتری برخوردار است. در نهایت به سازمان بورس پیشنهاد می شود که تخصص حسابرسان در صنعت را به عنوان یک سازوکار نظارتی ارزشمند جهت ارائه قابلیت اطمینان اعداد حسابداری گزارش شده در نظر بگیرد و از این جهت، شرکت های پذیرفته شده در بورس را رتبه بندی نماید تا از این طریق از حقوق سهامداران و دارندگان اوراق قرضه محافظت کند و موجب شفافیت محیط تصمیم گیری شود.

پیشنهادهای برای پژوهش های آتی

در این پژوهش از ویژگی های حسابرسان جهت بررسی پیش بینی رتبه اعتباری استفاده گردید، پیشنهاد می شود در پژوهش های آتی از متغیرهای مرتبط با عوامل غیرحسابداری مانند سرمایه گذاری، سطح امنیت سیاسی و سیاست های دولت و عوامل حسابداری مانند بهره وری، اندازه شرکت، فروش خالص و نقدینگی با استفاده از نسبت سریع استفاده گردد.

منابع و مأخذ

- احمدوند، میثم؛ رضایی، شعیب؛ تملکی، حسین (۱۳۹۶). شناسایی و تبیین فاکتورهای تعیین کننده رتبه اعتباری مورد مطالعه: بورس اوراق بهادار تهران. مطالعات کاربردی در علوم مدیریت و توسعه. ۱، ۱۳۵-۱۵۴.
- بنی مهد، بهمن؛ جعفری معافی، رضا (۱۳۹۲). کیفیت اقلام تعهدی و انتخاب حسابرس. مطالعات تجربی حسابداری مالی. ۱۱ (۳۷)، ۹۸-۸۱.
- جعفری، سیده محبوبه؛ احمدوند، میثم (۱۳۹۴). رتبه بندی اعتباری شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از رویکرد امتیاز نوظهور. پژوهشنامه اقتصاد و کسب و کار، ۱۰، ۳۷-۵.
- وظیفه دوست، حسین؛ احمدوند، میثم؛ ساده وند، محمد جواد (۱۳۹۵). آزمون تاثیر عوامل حاکمیت شرکتی بر رتبه اعتباری در قالب مدل امتیاز بازار نوظهور (مورد مطالعه: بورس اوراق بهادار تهران). دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، ۳۰، ۹۵-۱۱۳.
- نوری فرد، یداله؛ بسحاق، ابراهیم (۱۳۹۸). رابطه بین رتبه بندی اعتباری شرکت‌ها با دستکاری فعالیت‌های واقعی، کیفیت حسابرسی و حاکمیت شرکتی. پژوهش در حسابداری و علوم اقتصادی. ۳، ۱۱-۲۲.
- نمازی، محمد؛ بایزدی، انور؛ جبارزاده کنگرلوئی، سعید (۱۳۹۰). بررسی رابطه بین کیفیت حسابرسی و مدیریت سود شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه تحقیقات حسابداری، ۲۱، ۹-۴.
- Andriawan, A., Setyawan, I. R. (2020). Earning Management Actions and Conditional Revenue as Managerial Efforts to Maintain Bond Rating. HE INDONESIAN Journal of Accounting Research , 23(3), 349 – 372.
- Ashbaugh-skaife, H., Collins, W., Lafond, R. (2006). The effects of corporate governance on firms' credit ratings. Journal of accounting and economics, 42(1-2), 203-243.
- Altman, E., & Hotchkiss, E. (2005). Corporate Financial Distress and Bankruptcy: Predict and Avoid Bankruptcy, Analyze and Invest in Distressed Debt. New Yourk: John Wiley and Sons.
- Almutairi, A. R. (2008). Does Auditor Industry Specialization Matter? Evidence from the Bond Market. SSRN Electronic Journal. <https://www.researchgate.net/publication/255996423>.
- Alkhawaldeh, A. A. K., Jaber, J. J., Boughaci, D., Ismail, N. (2021) A novel investigation of the influence of corporate governance on firms' credit ratings. PLoS ONE, 6(5).
- Almilia, L. S., & Devi, V. (2007). Faktor -Faktor Yang Mempengaruhi Prediksi Peringkat Obligasi Pada Perusahaan Manufaktur Yang Terdaftar Di Bursa Efek Jakarta. Proceeding Seminar Nasional Manajemen SMART. Bandung: Universitas Kristen Maranatha. Bulan November.
- Abrar, A. (2019). The impact of financial and social performance of microfinance institutions on lending interest rate: A cross-country evidence. Cogent Business & Management, 6(1).

- Browning, L. (2017). An Examination of the Association of Firm Credit Ratings with Real Activities Manipulation, Audit Quality, Corporate Governance, and Credit Default Swaps. College of Business Administration. <http://etd.ohiolink.edu/apexpord/rws-etd/send?accession>.
- DeAngelo, L. E. (1981). Auditor size and audit quality. *Journal of Accounting and Economics*, 3(3), 183–199.
- De Crabtree, A., Brandon, D. M., & Maher, J. J. (2006). 'The impact of auditor tenure on initial bond rating', *Advance on Accounting*, 22, 97-121.
- Eliwa, Y., Aboud, A., & Saleh, A. (2019). ESG practices and the cost of debt: Evidence from EU countries. *Critical Perspectives on Accounting*, Forthcoming. doi:10.1016/j.cpa.2019.102097.
- Eliwa, Y., Gregoriou, A., & Paterson, A. (2019). Accruals quality and the cost of debt: The European evidence. *International Journal of Accounting & Information Management*, 27(2), 333–351.
- Febriani, I., Nugraha, H. S., & Saryadi, D. (2012). Analisis Faktor-Faktor yang Memengaruhi Peringkat Obligasi pada Lembaga Keuangan Bank yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia.
- Fortin, S., & Pittman, J. A. (2007). The role of auditor choice in debt pricing in private firms. *Contemporary Accounting Research*, 24(3), 859–896.
- Frost, C. A. (2007). Credit rating agencies in capital markets: A review of research evidence on selected criticisms of the agencies. *Journal of Accounting, Auditing and Finance*, 469-492.
- Gul, F., & Goodwin, J. (2010). Short-term Debt Maturity Structures, Credit Ratings, and the Pricing of Audit Services. *The Accounting Review*, 85(3), 877-909.
- Holthausen, R. W., & Watts, R. L. (2001). The relevance of the value-relevance literature for financial accounting standard setting. *Journal of Accounting and Economics*, 31(1–3), 3–75.
- John, R. J. (2016). Corporate Credit Ratings, Earnings Management and the passage of SOx and Dodd-Frank. *Economics*. The following website was accessed: <http://hdl.handle.net/2105/37781>.
- Jiang, J. (2008). Beating earnings benchmarks and the cost of debt. *The Accounting Review*, 83(2), 377–416.
- Jeon, J.-H. (2018). The Effect of Corporate Social Responsibility and Audit Size on Credit Rating. *Journal of the Korea Convergence Society*, 9(1), 1-8.

- Mansi, S. A., Maxwell, W. F., & Miller, D. P. (2004). Does auditor quality and tenure matter to investors? Evidence from the bond market. *Journal of Accounting Research*, 42(4), 755–793.
- Ma'Arij, A, Zulfahridar, M., Al Azhar A. (2014). Analisis Faktor Akuntansi dan Non Akuntansi yang Mempengaruhi Prediksi Peringkat Obligasi pada Perusahaan Non Keuangan yang Terdaftar di BEI dan diperingkat Oleh Pefindo Periode 2009-2013. *Jom Fekon*, 1(2).
- Murcia, F, C, S., Fernando, D, M., Suliani, R., & José, A, B, (2014), The Determinants of Credit Rating: Brazilian Evidence. Retrieved from <http://www.anpad.org.br/bar>.
- Nigel Siregar, M., Saftiana, Y., Kalsum, U. (2019). The Effect of Financial Performance, Auditor Reputation and Audit Opinion on Bond Ratings. *Advances in Economics, Business and Management Research*, 142, 235-242.
- Pandutama, A. (2012). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Prediksi Peringkat Obligasi pada Perusahaan Manufaktur di BEI. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Akuntansi*. 1(4).
- Palmrose, Z. V. (1986). Audit fees and auditor size: Further evidence. *Journal of Accounting Research*. 24(1).
- Rosa, V.M., Musdholifah, M. (2016). The Effect of Leverage, Liquidity, Profitability, Coverage, Growth, and Firm Size With Auditor's Reputation As A Moderating To Bond Rating of Banking Firm. *Jurnal Bisnis & Manajemen*, 17(1), 48-57.
- Rafay, A., Chen, Y., A.B. Naeem, M., Ijaz, M. (2018). Analyzing the Impact of Credit Ratings on Firm Performance and Stock Returns: An Evidence from Taiwan. *Iran. Econ. Rev.* 22(3), 771-790.
- Setyaningrum, D. (2005). Pengaruh mekanisme corporate governance terhadap peringkat surat utang perusahaan di Indonesia. *Jurnal Akuntansi dan Keuangan Indonesia*, 2(2), 73-102.
- Sejati, G. P. (2010). Analisis Faktor Akuntansi dan Non Akuntansi dalam Memprediksi Peringkat Obligasi Perusahaan Manufaktur. *Bisnis dan Birokrasi, Jurnal Ilmu Administrasi dan Organisasi*. 17(1), 70-78.
- Schroeder, J. H., Shephardson, M. L. (2016). Do SOX 404 Control Audits and Management Assessments Improve Overall Internal Control System Quality? *The Accounting Review*. 91(5), 1513–1541.
- Tarigan, C.K., Fitriany, F. (2017). Impact of Corporate Governance on Credit Rating. *Advances in Economics, Business and Management Research (AEBMR)*, 55, 248-253.
- Thamida, N., Lukman, D.H. (2013). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Peringkat Obligasi pada Industri Perbankan yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia Periode 2008-2012. *Jurnal Akuntansi*. 17(2), 198-211.

Wu, J. S., & Zhang, I. X. (2014). The adoption of internationally recognized accounting standards: Implications for the credit markets. *Journal of Accounting, Auditing & Finance*, 29(2), 95–128.

Widowati, D. (2013). Analisis Faktor Keuangan dan Non Keuangan yang Berpengaruh pada Prediksi Peringkat Obligasi di Indonesia (Studi pada Perusahaan Non Keuangan yang Terdaftar di BEI dan di Daftar Peringkat PT Pefindo 2009-2011). *Jurnal Manajemen*, 13(1).

Wahyuni, S. (2013). The Effect of Auditor Quality on Bond Rating: The Testing of “Information Role” Auditors in Indonesia, *Journal of Economics, Business, and Accountancy Ventura*, 16(1), 171 – 186.

Zalata, A. M., & Roberts, C. (2017). Managing earnings using classification shifting: UK evidence. *Journal of International Accounting, Auditing and Taxation*, 29, 52–65.

Zalata, A. M., Elzahar, H., & McLaughlin, C. (2020). External audit quality and firms’ credit score. *Cogent Business & Management*, 7, 1-16.

Provide Credit Rating of Companies Listed on the Tehran Stock Exchange and the Effect of Characteristics of an Independent Auditor on it by Using the Particle Aggregation Algorithm

Hani gharavi ahangar,¹ Seyed Hossein Nasl mousavi and Ali Akbar Ramezani²*

Abstract

Credit ratings are an overall judgment of an issuer's ability and willingness to meet its financial obligations in accordance with the terms of those obligations. Since this overall judgment is based on a complex, in-depth analysis of quantitative as well as qualitative information of the rated firm, Therefore, it is sensitive to the published information of the company. Independent auditors, meanwhile, play an important role in ensuring that financial information is free from material misstatement. Thus, the purpose of this study is to investigate the characteristics of an independent auditor on the credit rating using a particle aggregation algorithm. Therefore, to achieve the research goal, with 101 sample companies in a period of 9 years from 2011 to 2019 were collected and Credit rating was measured by the emerging market score model and auditor characteristics were measured by the size and expertise of the auditor in the industry. The research hypothesis was analyzed using the least squares optimization method of perturbation sentences using particle aggregation optimization (PSO) algorithm. The statistical test related to the results indicates a significant relationship between the characteristics of the independent auditor and the credit rating.

Keywords: Credit Rating, Characteristics of an Independent Auditor, Particle Aggregation Algorithm.

Ph.D Student, Department Of Accounting, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran. Email: hani.ahangar@yahoo.com

Corresponding Author, Assistant Professor, Department Of Accounting, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran. Email: Nseyedhossein2@yahoo.com

Assistant Professor, Department Of Accounting, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran. Email: aark_30@yahoo.com



بررسی عوامل علی و معلول در سیستم ارزیابی عملکرد سازمانی با رویکرد

پویایی‌شناسی

یزدان کرمی مال‌امیری^۱، المیرا مشایخی نظام‌آبادی^۲ و داود قراخانی^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۲/۴ و تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۹/۳

چکیده

با مطالعه بر روی پژوهش‌ها نشان می‌دهد، چرخه ارزیابی عملکرد سازمانی در قالب یک سیستم پویا مدل سازی نگردیده است. لزوم بررسی فعالیت‌های ارزیابی عملکرد سازمانی در قالب یک سیستم پویا در صنعت مورد مطالعه بر اساس عملکرد و استفاده از روش‌های نوین علمی تحلیل داده از مهم‌ترین خلاءهای پژوهشی می‌باشد. روش تحقیق اکتشافی و تحلیلی می‌باشد مبتنی بر نظر خبرگان می‌باشد. جهت پایش متغیرهای موثر در ارزیابی عملکرد سامانی از روش دلفی مبتنی بر نظر خبرگان استفاده گردید. جهت شناسایی متغیرهای علی و معلولی از روش دیماتل استفاده گردید. ۳ متغیر شامل سرمایه گذاری، توسعه بازار، یادگیری سازمانی به عنوان عوامل علی در سیستم ارزیابی عملکرد می‌باشند و ۵ متغیر شامل متغیرهای تحقیق و توسعه، بهره‌وری، عملکرد تولید، پروژه‌های بهبود، توسعه محصول جدید به عنوان عوامل معلول در سیستم ارزیابی عملکرد سازمان می‌باشند. سپس بر اساس رویکرد پویایی سیستم یک مدل مفهومی مبتنی بر هشت حلقه طراحی گردید.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی عملکرد سازمانی، پویا شناسی سیستم، صنعت خودرو.

۱ دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران: yazdan.karami2023@gmail.com

۲ استادیار گروه مدیریت صنعتی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران، (نویسنده مسئول)؛ mashayekhi_elmira@yahoo.com

۳ استادیار گروه مدیریت صنعتی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران؛ davoodgharakhany@yahoo.com

مقدمه

ارزیابی عملکرد سازمانی عبارت است از سنجش سیستماتیک و منظم کار افراد، فرایندها و واحدهای سازمانی در رابطه با نحوه انجام وظیفه آن‌ها در وظایف محوله و تعیین پتانسیل موجود در آن‌ها جهت رشد و بهبود می‌باشد. فرایند ارزیابی عملکرد سازمانی از یک سلسله اقدامات رسمی به منظور بررسی عملکرد کارمند در فاصله زمانی معین و شامل تمامی رفتارهای فردی در ارتباط با کار کرد او در آن دوره زمانی می‌شود (راس و همکاران، ۲۰۲۳). به عبارتی دیگر ارزیابی عملکرد از سنجش نسبی عملکرد انسانی در رابطه با نحوه ی انجام کار مشخص در یک دوره ی زمانی معین، در مقایسه با استاندارد انجام کار و همچنین تعیین استعداد و ظرفیتهای بالقوه ی فرد به منظور برنامه ریزی در جهت به فعالیت در آوردن آن‌ها می‌باشد (گلریزگشتی و همکاران، ۲۰۲۳). ارزیابی عملکرد سازمانی در بُعد نحوه استفاده از منابع و امکانات در قالب شاخص‌های کارایی بیان می‌شود. اگر در ساده‌ترین تعریف، نسبت داده به ستاده را کارایی بدانیم، نظام ارزیابی عملکرد در واقع میزان کارایی تصمیمات مدیریت در خصوص استفاده بهینه از منابع و امکانات را مورد سنجش قرار می‌دهد (ژانگ و همکاران، ۲۰۲۱). ارزیابی عملکرد سازمانی در بعد سازمانی معمولاً مترادف با اثربخشی فعالیت‌ها است. منظور از اثربخشی میزان دستیابی به اهداف و برنامه‌ها با ویژگی کارا بودن فعالیت‌ها و عملیات است (اوازانی و همکاران، ۲۰۲۳). یک رویکرد پویا برای ارزیابی عملکرد سازمانی می‌تواند به سازمان‌ها کمک کند تا با ایجاد یک حلقه بازخورد پیوسته که اجازه می‌دهد تنظیمات در زمان واقعی انجام شود، با تغییرات سازگار شوند. در اینجا چند راه وجود دارد که از طریق آنها یک رویکرد پویا به ارزیابی عملکرد سازمانی می‌تواند به سازمان‌ها کمک کند تا با تغییرات سازگار شوند:

- تقویت رفتارها و انتظارات جدید: فرآیند ارزیابی عملکرد سازمانی باید برای تقویت رفتارها و انتظارات جدید تطبیق داده شود. این به کارکنان کمک می‌کند تا بفهمند از آنها چه انتظاری می‌رود و چگونه می‌توانند به موفقیت سازمان کمک کنند (سان و همکاران، ۲۰۲۲).

- فراهم کردن دسترسی به تجربیاتی که رفتارهای مطلوب را تقویت می‌کند: فراهم کردن دسترسی افراد به تجربیاتی که رفتارهای مطلوب را تقویت می‌کند، مهم است. این می‌تواند شامل برنامه‌های آموزشی، مربیگری و راهنمایی باشد که به کارکنان کمک می‌کند تا مهارت‌های مورد نیاز خود را برای موفقیت در یک محیط پویا توسعه دهند (مرادی و همکاران، ۲۰۲۱).

- همسو کردن شناخت و پاداش‌ها با رفتارهای جدید و نتایج مورد انتظار: شناخت و پاداش‌ها باید با رفتارهای جدید و نتایج مورد انتظار همسو باشد. این به کارکنان انگیزه می‌دهد تا بهترین عملکرد خود را داشته باشند و به موفقیت سازمان کمک می‌کند (آساموا و همکاران، ۲۰۲۱).

- توسعه شایستگی‌های رهبری برای یک محیط پویا و متغیر: رهبران کاتالیزورهای تغییر هستند و شایستگی‌های کلیدی رهبری برای یک محیط پویا و متغیر باید در محیط کار پرورش داده شوند. این شامل تقویت مشارکت، ایجاد اجماع و تعهد، مدیریت مخالفت، تشویق نوآوری و ریسک‌پذیری، و همسویی با اهداف فردی و تجاری است (راچ و همکاران، ۲۰۲۳).

امروزه، ورود به ارزیابی عملکرد سازمانی، برای کلیه سازمانها و در همه سطوح، امری اجتناب ناپذیر است و علت آن، رقابت شدید سازمانهاست و واردنشدن به این حوزه، سازمان را با مشکلات جدید مواجه خواهد کرد (ژانگ و همکاران، ۲۰۲۱). در همین راستا، مدل های مختلف ارزیابی عملکرد، مانند مدل *EFQM*، مدل مالکوم بالدريج، مدل دمیگ و... به سازمانها معرفی شده اند که هر یک از مدلهای با معرفی معیارهایی برای رسیدن به تعالی سازمانی، آنها را ارزیابی می نماید. در همین راستا، سازمان به پیاده سازی رویکردهای مختلف با عناوین پروژه بهبود و... و در جهت معیارهای ارزیابی عملکرد اقدام میکند؛ اما مسئله اصلی این است که استقرار کدام یک از مدل ها، به بهبود عملکرد بر حسب معیارهای مندرج در مدل های ارزیابی عملکرد سازمانی کمک می نماید. این مساله به این دلیل اهمیت دارد که اجرای هر یک از مدل ها، مستلزم صرف هزینه های مالی و غیرمالی برای سازمان ها می باشد و انتخاب بهترین رویکرد، به صرفه جویی در هزینه منجر شده و بهبود عملکرد را در پی خواهد داشت. نکته این است که استقرار هر یک از رویکردها، رفتار سیستم را در حوزه بهبود عملکرد تحت تأثیر قرار خواهد داد و این رفتار در طول زمان تغییرپذیر است. همچنین، پیاده سازی یک مدل، سایر مدل ها و رویکردها را تحت تأثیر قرار داده و در چندین معیار، تأثیر مستقیم یا غیرمستقیم خواهد گذاشت. به همین دلیل، بررسی رفتار سیستم در طول زمان، در اثر اجرای رویکردها، ضروری و مهم است و تحلیل جامعی از وضعیت سازمان را ارائه می نماید. با مطالعه بر روی پژوهش ها نشان می دهد، چرخه ارزیابی عملکرد سازمانی در قالب یک سیستم پویا مدل سازی نگردیده است. هدف از پژوهش حاضر، ارائه یک مدل پویا به منظور بررسی رفتار یک سیستم ارزیابی عملکرد سازمانی می باشد. بدین منظور ابتدا متغیرهای مؤثر بر ارزیابی عملکرد سازمانی پس از بررسی مطالعات و تحقیقات گذشته مورد بررسی قرار گرفته و با استفاده از رویکرد پویایی شناسی در قالب یک مدل پویا ارائه خواهد گردید. سپس سیاست های مختلف بر عملکرد چرخه ارزیابی عملکرد سازمانی در قالب شبیه سازی مورد تحلیل قرار می گیرد. بنابراین اهداف ذیل دنبال می شود:

الف) شناسایی متغیرهای مؤثر در سیستم ارزیابی عملکرد سازمانی

ب) تحلیل متغیرهای علی و معلول در سیستم ارزیابی عملکرد سازمانی

ج) طراحی مدل مفهومی سیستم ارزیابی عملکرد سازمانی

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

مقصودی و همکاران (۲۰۲۳) با بررسی اندازه گیری پذیرش پیاده سازی هوش تجاری در سازمان ها با رویکرد پویایی سیستم، میزان اهمیت عوامل کلیدی که بر موفقیت پیاده سازی *BI* تأثیر می گذارند را شناسایی و راهنمایی های عملی را برای سازمان هایی که به دنبال استفاده از قدرت *BI* در محیط تجاری رقابتی امروز هستند، را ارائه می کند. اوآزانی و همکاران (۲۰۲۳) سطوح بلوغ فرآیند مدیریت برای بهبود عملکرد صنعتی را اندازه گیری نمودند آنها بیان نمودند در دنیایی که به طور فزاینده ای متنوع و پویا است، رقابتی ماندن و برآورده ساختن نیازهای رو به رشد مشتریان و بازار به یک چالش واقعی برای هر شرکتی که برای برتری

تلاش می‌کند تبدیل شده است. بنابراین، اتخاذ یک سیستم مدیریت عملکرد یک تصمیم ضروری برای رویارویی با تغییرات غیرمنتظره بازار است. بنابراین، کیفیت باید بر روی رویکردها و شیوه‌ها پیش‌بینی شود که عمدتاً با درجه بالایی از بلوغ مشخص می‌شوند، که به شرکت توانایی دستیابی به بهبود مستمر فرآیند و برآوردن نیازهای بیان شده و ضمنی مشتریان را می‌دهد. یانین و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهش خود به بررسی مدیریت عملکرد تجاری پایدار در قالب یک چارچوب عملیاتی پرداختند. آنها یک الگوی پایداری و ارتباط آن با مدیریت عملکرد کسب‌وکار و یک چارچوب عملیاتی بر اساس مدل کارت امتیازی متوازن را پیشنهاد نمودند. چنگ و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهش خود با عنوان مطالعه پویایی ارتقا و کارایی سازمانی، یک مدل محاسباتی جدید برای مشاهده کارایی سازمانی و پویایی ارتقا پیشنهاد نمودند. بر خلاف تحقیق قبلی، این پژوهش تأثیر درجه همبستگی بین سطوح مختلف موقعیت‌ها و عدم قطعیت در فرآیند ارتقاء را بر کارایی سازمانی مطالعه نموده است. مدل در سه منظر تنظیم گردید: کلی، سطح به سطح و مسیر شغلی فردی در داخل سازمان. همچنین دو مکانیسم ارزیابی ارتقاء معرفی کردند: نزدیک بینی و آینده نگر. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که با افزایش درجه همبستگی، کارایی سازمانی افزایش می‌یابد و با افزایش عدم اطمینان در سیستم ارزیابی برای ارتقاء، کاهش می‌یابد. سونگ‌کاجورن و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهش خود با عنوان بررسی استراتژیک سازمانی برای عملکرد بالا: نقش قابلیت‌های پویا مبتنی بر دانش و تحول دیجیتال بیان نمودند این مطالعه نقش درک استراتژیک سازمانی روابط با قابلیت‌های پویا مبتنی بر دانش، تحول دیجیتال و سازمان‌های با عملکرد بالا را بررسی می‌کند. راس و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهش خود با عنوان مدل‌سازی سیستم‌های پویا تطبیقی تغییر سازمانی تحول‌آفرین با تمرکز بر فرهنگ سازمانی و یادگیری سازمانی بیان نمودند تغییر سازمانی دگرگون‌کننده هم از نظر عملی و هم از نظر آکادمیک، به‌ویژه در زمینه فرهنگ و یادگیری سازمانی، بیشتر و بیشتر اهمیت می‌یابد. نتایج این پژوهش با استفاده از تحلیل کیفی و مقایسه با رفتارهای نوظهور مورد انتظار بر اساس ادبیات دانشگاهی موجود مورد بررسی قرار گرفت. شبیه‌سازی‌های انجام‌شده با ارائه یادگیری مکرر و مؤثر و تغییرات در فرآیندهای سازمانی، وقوع یک تغییر تحول سازمانی را به سمت فرهنگ یادگیری ثابت تأیید کرد. سان و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهش خود با عنوان عملکرد سازمانی پایدار از طریق پذیرش فناوری بلاک چین و مدیریت دانش در چین بیان نمودند رقابت جهانی همه صنایع را تشویق می‌کند تا با توسعه مستمر کالاهای و فرآیندهای خود، به عملکردی پیشرفته دست یابند. آیه و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهش خود با عنوان سرمایه اجتماعی و عملکرد سازمانی: نقش واسطه‌ای فعالیت‌های نوآورانه و سرمایه فکری بیان نمودند در حالی که تأثیر مثبت سرمایه فکری بر نوآوری در ادبیات موجود به خوبی تثبیت شده است، تحقیقات در مورد چگونگی تأثیر فعالیت‌های نوآوری بر سرمایه فکری نسبتاً کمیاب است. علاوه بر این، حتی اگر تحقیقات فراوانی وجود دارد که رابطه مثبت بین سرمایه اجتماعی و عملکرد سازمانی را نشان می‌دهد، اهمیت آن به طور کلی توسط شاغلین نادیده گرفته می‌شود. این پژوهش با بررسی تأثیر فعالیت‌های نوآورانه بر عمق سرمایه فکری و نقشی که در رابطه سرمایه اجتماعی و عملکرد سازمانی ایفا می‌کند، با استفاده از بیمارستان‌های دولتی ترکیه به عنوان یک مورد کاربردی نمونه، به ادبیات کمک می‌کند.

مرادی و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهش خود با عنوان «تأثیر اینرسی سازمانی بر نوآوری مدل کسب و کار، نوآوری باز و عملکرد شرکت بیان نمودند طراحی مدل کسب و کار به منبعی ضروری برای نوآوری شرکت در دنیای رقابتی کنونی تبدیل می‌شود. نوآوری مدل کسب و کار به ایجاد یا اختراع مجدد مدل‌های کسب و کار موجود با طراحی سیستم‌های ارزش‌آفرینی جدید، پیشنهاد ارزش‌های پیشنهادی جدید و ایجاد مکانیسم‌های جذب ارزش اصلی اشاره دارد. با این حال، برای اتخاذ مدل کسب و کار نوآورانه در هر سازمان، اینرسی برای تغییر یک مانع اساسی است و نقش آن به طور کامل بررسی نشده است. الفاری و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهش خود با عنوان «مدل سازی عملکرد کارکنان تولید بر اساس رویکرد پویایی سیستم بیان نمودند عملکرد کارکنان یک عامل کلیدی برای موفقیت هر سازمان مدرن است. کارکنان دارایی هستند که توسط رقبا قابل تقلید نیست و بنابراین باید با ارزش‌ترین منبع در نظر گرفته شوند. مطالعات قبلی در سازمان‌های تولیدی این را ثابت کرده است. ابتکارات بهبود عملکرد با طیف گسترده‌ای از رویکردها در تلاش برای بهبود عملکرد کارکنان استفاده می‌شود. انگیزه یا تعهد سازمانی نمونه‌هایی از این گونه برنامه‌ها هستند. با این حال، اکثریت واضح روی تصویر بزرگتر تمرکز نمی‌کنند. یک مدل مفهومی از طریق پویایی سیستم عوامل موثر بر عملکرد کارکنان و ابتکارات مختلف بهبود در این مقاله ارائه شده است. ریچارد و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهش خود با عنوان «یک پایه طبقه بندی برای تحقیقات مبتنی بر شواهد در مورد مدیریت عملکرد کارکنان بیان نمودند این مطالعه یک پایه طبقه بندی برای تحقیق در مورد شیوه‌های مدیریت عملکرد کارکنان بر اساس بررسی جامع ادبیات ارائه می‌دهد. فلاتی و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهش خود با عنوان «عملکرد کارکنان تحت رهبری تحول‌آفرین و رفتار شهروندی سازمانی: یک مدل واسطه بیان نمودند در سطح جهانی، شرکت‌های کوچک و متوسط (SMEs) برای بقا و شکوفایی با یکدیگر رقابت می‌کنند و روی پایداری خود کار می‌کنند. نویمی پور و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهش خود با عنوان «الگوی برای بررسی نقش عوامل موثر بر عملکرد سازمانها بیان نمودند هدف مقاله حاضر ارائه مدلی جدید برای بررسی تأثیر فرهنگ سازمانی، فناوری اطلاعات (IT) و رضایت کارکنان بر عملکرد سازمان است. همچنین از این مدل برای ارزیابی روابط بین این متغیرها و عملکرد سازمانی استفاده شده است. پوپووا و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهش خود با عنوان «مدل سازی شاخص‌های عملکرد سازمانی بیان نمودند اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل عملکرد برای هدایت سازمان به سمت تحقق اهداف استراتژیک و عملیاتی خود بسیار مهم است. شاخص‌های عملکرد مرتبط و روابط آنها با اهداف و فعالیت‌ها باید تعیین و تجزیه و تحلیل شود. رویکردهای مدل سازی سازمانی کنونی این موضوع را به نحو کافی منعکس نمی‌کند. این مقاله با ارائه چارچوبی برای مدل سازی شاخص‌های عملکرد در چارچوب مدل سازی کلی سازمان، شکاف را پر کند. در پژوهش‌های داخلی می‌توان به مطالعات نصرت پناه و همکاران (۱۳۹۷) با عنوان «طراحی الگوی ارزیابی عملکرد سازمانی بانک انصار یک مدل کارت امتیازی متوازن (BSC)، لشکری و همکاران (۱۳۹۳) با عنوان «ارزیابی استراتژی‌های رقابتی و عملکرد سازمانی، آفاکاظم شیرازی و همکاران (۱۳۹۷) با عنوان «واکوی عملکرد سازمانی: رویکرد مالی و ساختاری اشاره نمود. هاشمی و همکاران (۱۴۰۰) به بررسی توسعه مدل خودارزیابی عملکرد سازمانی مبتنی بر رویکرد چهارچوب عمومی ارزیابی (CAF). جعفری و همکاران (۱۳۹۹) طراحی و اعتباریابی الگوی

ارزیابی عملکرد مدیران سازمانی در سازمان بازرسی کل کشور را مورد مطالعه قرار دادند. بختیاری و همکاران (۱۳۹۹) مولفه‌ها و ابعاد ارزیابی عملکرد سازمانی متناسب با شرایط محیطی ایران را مدل‌سازی نمودند. رضایی و همکاران (۱۳۹۹) رابطه میان مولفه‌های ارزیابی عملکرد سازمانی مورد بررسی قرار دادند. انتظاری و همکاران (۱۳۹۶) مدل علی هوش هیجانی، عملکرد سازمانی و یادگیری سازمانی را ارایه نموده و حبیب زاده و همکاران (۱۴۰۰) نقش میانجی تعهد سازمانی در رابطه بین چابکی و هوش سازمانی با عملکرد سازمانی را مورد مطالعه قرار دادند. همچنین غلامی و همکاران (۱۳۹۹) تاثیر رضایت شغلی بر عملکرد سازمانی، نوری و همکاران (۱۴۰۰) کاربرد سیستم دینامیک در تحلیل مدل داشبورد های راهبردی مدیریت، سجادی و همکاران (۱۳۹۶) مدل سازی انسجام دینامیک در فرایند توسعه و عنایتی شیراز و همکاران (۱۴۰۱) طراحی مدل استراتژی های زنجیره تامین با رویکرد پویایی سیستم را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. در جدول زیر خلاصه ای از تحقیقات خارجی و داخلی مرتبط با موضوع ارزیابی عملکرد سازمانی مشاهده می‌شود.

جدول ۱- تحقیقات خارجی و داخلی مرتبط با موضوع ارزیابی عملکرد سازمانی

متغیرهای مرتبط با فعالیت‌های R&D	منابع
توسعه بازار	مقصودی و همکاران (۲۰۲۳) / اوازانی و همکاران (۲۰۲۳) / چنگ و همکاران (۲۰۲۰) / سونگ‌کاجورن و همکاران (۲۰۲۲) / ژانگ و همکاران (۲۰۲۱)
عملکرد تولید	چنگ و همکاران (۲۰۲۰) / راس و همکاران (۲۰۲۳) / ژانگ و همکاران (۲۰۲۱) / آساموا و همکاران (۲۰۲۱) / سان و همکاران (۲۰۲۲)
توسعه آموزش	راس و همکاران (۲۰۲۳) / گلریزگشتی و همکاران (۲۰۲۳)
توسعه محصول جدید	چنگ و همکاران (۲۰۲۰) / سونگ‌کاجورن و همکاران (۲۰۲۲) / گلریزگشتی و همکاران (۲۰۲۳) / آساموا و همکاران (۲۰۲۱)
تحقیق و توسعه	مقصودی و همکاران (۲۰۲۳) / سونگ‌کاجورن و همکاران (۲۰۲۲) / راس و همکاران (۲۰۲۳) / آساموا و همکاران (۲۰۲۱) / سان و همکاران (۲۰۲۲)
شکایات مشتریان	اوازانی و همکاران (۲۰۲۳) / ژانگ و همکاران (۲۰۲۱)
توسعه فناوری	اوازانی و همکاران (۲۰۲۳) / چنگ و همکاران (۲۰۲۰) / گلریزگشتی و همکاران (۲۰۲۳) / ژانگ و همکاران (۲۰۲۱)
یادگیری سازمانی	چنگ و همکاران (۲۰۲۰) / چنگ و همکاران (۲۰۲۰) / سونگ‌کاجورن و همکاران (۲۰۲۲) / راس و همکاران (۲۰۲۳) / گلریزگشتی و همکاران (۲۰۲۳) / آساموا و همکاران (۲۰۲۱)
توسعه منابع انسانی	راس و همکاران (۲۰۲۳) / گلریزگشتی و همکاران (۲۰۲۳)

پروژه های بهبود	مقصودی و همکاران (۲۰۲۳) اوازانی و همکاران (۲۰۲۳)
بهره وری	مقصودی و همکاران (۲۰۲۳) سونگکاجورن و همکاران (۲۰۲۲) راس و همکاران (۲۰۲۳) آساموا و همکاران (۲۰۲۱) سان و همکاران (۲۰۲۲)
ارتقا کیفیت	گلریزگشتی و همکاران (۲۰۲۳) سان و همکاران (۲۰۲۲)
سرمایه گذاری	مقصودی و همکاران (۲۰۲۳) اوازانی و همکاران (۲۰۲۳) چنگ و همکاران (۲۰۲۰) سونگکاجورن و همکاران (۲۰۲۲) گلریزگشتی و همکاران (۲۰۲۳) ژانگ و همکاران (۲۰۲۱) سان و همکاران (۲۰۲۲)
سرعت پاسخگویی	مقصودی و همکاران (۲۰۲۳) اوازانی و همکاران (۲۰۲۳) گلریزگشتی و همکاران (۲۰۲۳) ژانگ و همکاران (۲۰۲۱)
اجرای استراتژی سازمانی	سونگکاجورن و همکاران (۲۰۲۲) گلریزگشتی و همکاران (۲۰۲۳) آساموا و همکاران (۲۰۲۱) سان و همکاران (۲۰۲۲)
گردش موجودی	راس و همکاران (۲۰۲۳) آساموا و همکاران (۲۰۲۱)

ماخذ: یافته‌های تحقیق

مطالعه و بررسی پژوهش‌ها نشان می‌دهد، در حوزه مدل سازی پویای ارزیابی عملکرد سازمانی بر اساس ویژگی‌های عملکردی شرکتی، چارچوبی ارائه نشده است. همچنین پژوهش‌های موجود نیز موضوع‌های ارزیابی عملکرد سازمانی را در قالب متغیری واحد، مورد آزمون فرضیه قرار داده‌اند و بخش عمده‌ای نیز از پژوهش‌ها رویکردی کیفی دارد. لزوم ارزیابی عملکرد سازمانی در قالب یک سیستم پویا در صنعت مورد مطالعه بر اساس عملکرد و استفاده از روشهای نوین علمی تحلیل داده از مهم‌ترین خالاهای پژوهشی می‌باشد. بنابراین مدل سازی پویای فعالیت‌های ارزیابی عملکرد سازمانی بر اساس دانش بدست آمده از خبرگان می‌تواند ضروری محسوب گردد.

روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از لحاظ هدف، کاربردی و روش تحقیق آن، توصیفی/مدلسازی است. مبنا و بنیان تحقیقات انجام شده به وسیله سیستم‌های پویا بر تحقیقات صاحب‌نظران، مصاحبه با خبرگان و اطلاعات حاصل شده از مصاحبه‌ها است. ۵۰ خبره در این پژوهش انتخاب که برخی از ویژگی‌های اصلی برای انتخاب خبرگان عبارت است از: سابقه کاری مرتبط، مدرک کارشناسی ارشد به بالا و دارای سابقه مدیریت اجرایی در تحقیق و توسعه در این زمینه می‌باشد. آمار جمعیت شناختی خبرگان را در جدول (۲) مشاهده می‌نمائید.

جدول ۲- آمار جمعیت شناختی خبرگان در پژوهش

ویژگی	توضیحات	فراوانی	درصد
تحصیلات	دکتری	۹	۱۸٪
	کارشناسی ارشد	۲۹	۵۸٪
	کارشناسی	۱۲	۲۴٪

کل	۵۰	٪۱۰۰
بالای ۲۵	۱۲	٪۲۴
بین ۲۰ تا ۲۵	۲۲	٪۴۴
بین ۱۵ تا ۲۰	۱۶	٪۳۲
کل	۵۰	٪۱۰۰
استاد دانشگاه	۴	٪۸
مدیر ارشد	۲۹	٪۵۸
مدیر میانی	۱۷	٪۳۴
کل	۵۰	٪۱۰۰

ماخذ: یافته‌های تحقیق

پس از بررسی و مطالعه دقیق ادبیات نظری پژوهش و تحلیل مطالعات محققین، متغیرهای مرتبط با چرخه ارزیابی عملکرد سازمانی شناسایی و متغیرهای نهایی مرتبط با صنعت در قالب به‌کارگیری روش دلفی توسط خبرگان استخراج گردید. جهت بررسی روابط علت و معلولی بین متغیرهای موجود در سیستم از روش دیماتل استفاده گردید. سپس، مدل مفهومی چرخه‌های ارزیابی عملکرد سازمانی در صنعت خودرو با تلفیق یکسری مدل‌ها و رویکردهای موجود در حوزه‌های مورد بررسی و ارائه مؤلفه‌ها و روابط جدید، توسعه داده شد. به طور خلاصه؛ گامهای حل مسئله در سیستم‌های پویا به قرار زیر است:

۱- شناسایی و تعریف مسئله؛

۲- مفهوم سازی سیستم (نمودارهای علت و معلولی)؛

بدین ترتیب؛ پس از مطالعه شاخص‌های موثر بر مدل سازی با استفاده از اسناد، مدارک و مقالات موجود و شناخت امکانات، اهداف، سیاستها و تصمیمات به جمع‌آوری اطلاعات با استفاده از نظر افراد خبره پرداخته و متغیرهای کلیدی شناسایی شده‌اند.

تعیین متغیرهای موثر در ارزیابی عملکرد سازمانی:

در این بخش به منظور استخراج متغیرهای موثر در ارزیابی عملکرد سازمانی پانلی با حضور ۵۰ نفر از خبرگان تشکیل شد. سپس طبق متدولوژی دلفی به جمع‌آوری داده پرداخته شد. هدف از این روش، دسترسی به مطمئن‌ترین توافق گروهی خبرگان در مورد موضوع می‌باشد. طیف امتیازی لیکرت ۹ تایی می‌باشد. بررسی نهایی متغیرهای مورد تحلیل در روش دلفی با استفاده از پرسشنامه و نظرخواهی از خبرگان، در ۳ راند مطابق جدول زیر صورت پذیرفت. ۷ متغیر در راند دوم و ۵ متغیر در راند سوم مورد توافق خبرگان قرار گرفت. لازم به ذکر است معیار توافق خبرگان حد آستانه حداقل خطا در دو راند ۱۰ درصد و شرایط انتخاب متغیر میانگین امتیاز بالای ۷ می‌باشد.

جدول ۳- نتایج ارزیابی روش دلفی ارزیابی عملکرد سازمانی

متغیر	مرحله اول	مرحله دوم			مرحله سوم		
	راند اول	راند دوم	اختلاف	نتیجه بررسی راند دوم	راند دوم	راند سوم	نتیجه بررسی راند سوم
توسعه بازار	۵۵.۸	۹.۸	۳۵.۰	نظر سنجی مجدد	۹.۸	۸,۹۱	اجماع خبرگان
عملکرد تولید	۵۲.۸	۸۹.۸	۳۷.۰	نظر سنجی مجدد	۸۹.۸	۸,۹	اجماع خبرگان
آموزش	۳۴.۶	۵۴.۶	۲۰.۰	اجماع خبرگان	۵۴.۶	-	-
توسعه محصول جدید	۵۵.۸	۶.۸	۰۵.۰	اجماع خبرگان	۶.۸	-	-
تحقیق و توسعه	۲.۷	۲۳.۷	۰۳.۰	اجماع خبرگان	۲۳.۷	-	-
شکایات مشتریان	۳۳.۶	۸.۶	۴۷.۰	نظر سنجی مجدد	۸.۶	۶,۸۲	اجماع خبرگان
توسعه فناوری	۷۷.۶	۰۱.۶	۷۶.۰	نظر سنجی مجدد	۰۱.۶	۶,۰۵	اجماع خبرگان
یادگیری سازمانی	۱۲.۸	۲.۸	۰۸.۰	اجماع خبرگان	۲.۸	-	-
توسعه منابع انسانی	۳۴.۶	۴۳.۶	۰۹.۰	اجماع خبرگان	۴۳.۶	-	-
پروژه های بهبود	۲۴.۷	۲۷.۷	۰۳.۰	اجماع خبرگان	۲۷.۷	-	-
بهره وری	۱.۷	۱۴.۷	۰۴.۰	اجماع خبرگان	۱۴.۷	-	-
ارتقا کیفیت	۲۳.۶	۴۵.۶	۲۲.۰	نظر سنجی مجدد	۴۵.۶	۶,۵۰	اجماع خبرگان
سرمایه گذاری	۳.۸	۵۹.۸	۲۹.۰	نظر سنجی مجدد	۵۹.۸	۸,۶	۰۱.۰
سرعت پاسخگویی	۱۲.۶	۱۹.۶	۰۷.۰	اجماع خبرگان	۱۹.۶	-	-
اجرای استراتژی سازمانی	۰۹.۶	۴.۶	۳۱.۰	نظر سنجی مجدد	۴.۶	۶,۵	۱.۰
گردش موجودی	۱۹.۵	۱۵.۶	۹۶.۰	نظر سنجی مجدد	۱۵.۶	۶,۱۹	۰۴.۰

ماخذ: یافته‌های تحقیق

در جدول فوق میانگین امتیازات نهایی کسب شده هر متغیر را می توان مشاهده نمود. در ستون سوم شامل متغیرهایی است که خبرگان در مرحله دوم به توافق رسیدند و ستون چهارم شامل متغیرهایی است که خبرگان در مرحله سوم به توافق رسیدند. در این پژوهش با توجه به اعداد به دست آمده از فازی زدایی تجمیع دیدگاه خبرگان عدد ۷ را به عنوان آستانه تاییدی در نظر گرفته اند.

جدول ۴- انتخاب متغیرهای ارزیابی عملکرد سازمانی

ردیف	متغیر	میانگین امتیاز راند ۲	میانگین امتیاز راند ۳	وضعیت کلی بالای ۷
۱	توسعه بازار	-	۸,۹۱	تایید
۲	عملکرد تولید	-	۸,۰۹	تایید
۳	آموزش	۵۴.۶	-	عدم تایید
۴	توسعه محصول جدید	۶.۸	-	تایید
۵	تحقیق و توسعه	۲۳.۷	-	تایید
۶	شکایات مشتریان		۶,۸۲	عدم تایید
۷	توسعه فناوری		۶,۰۵	عدم تایید
۸	یادگیری سازمانی	۰۲.۸	-	تایید
۹	توسعه منابع انسانی	۴۳.۶	-	عدم تایید
۱۰	پروژه های بهبود	۲۷.۷	-	تایید
۱۱	بهره وری	۱۴.۷	-	تایید
۱۲	ارتقا کیفیت	-	۶,۵۰	عدم تایید
۱۳	سرمایه گذاری	-	۸,۶	تایید
۱۴	سرعت پاسخگویی	۱۹.۶	-	عدم تایید
۱۵	اجرای استراتژی سازمانی	-	۶,۵	عدم تایید
۱۶	گردش موجودی	-	۶,۱۹	عدم تایید

مأخذ: یافته‌های تحقیق

تعیین روابط علی و معلولی بین متغیرهای ارزیابی عملکرد سازمانی:

جهت بررسی روابط علی و معلولی از تکنیک دیماتل گروهی استفاده شده است. هدف از بکارگیری این تکنیک تقسیم بندی متغیرها به دو بخش علی و معلولی می باشد. این تکنیک که یکی از روش های تصمیم گیری چندمعیاره می باشد، بر اساس اصول تحلیل ریاضی گراف ها می باشد. در گام نخست مطابق تکنیک تصمیم گیری گروهی متغیرهای ارزیابی عملکرد سازمانی استخراج شده در مرحله قبل عناصر گراف در رئوس یک دیاگرام قرار می گیرند. سپس از خبرگان خواسته شد که شدت و نفوذ پذیری مستقیم هر متغیر بصورت مقایسات زوجی را تعیین نمایند. این شدت بصورت امتیاز دهی از ۱ (بدون هیچ تاثیری) تا ۱۰

(به شدت تاثیر گذار) انتخاب گردید. سپس میانگین امتیازات کسب شده به ازای هر متغیر بر روی دیاگرام شخص گردید. مجموعه دنباله نامحدود از آثار مستقیم و غیر مستقیم از عناصر بر یکدیگر را می توان به صورت یک تصاعد هندسی، بر اساس قوانین موجود از گراف ها محاسبه نمود. محاسبه این مجموعه نیز نیاز به استفاده از رابطه زیر خواهد داشت.

$$S_{t \rightarrow \infty} = M + M^2 + M^3 + \dots + M^t = \frac{M(I - M^t)}{(1 - M)}; \quad \lim_{t \rightarrow \infty} M^t = 0$$

رابطه (۴)

$$= \frac{M}{(1 - M)} = M(1 - M)^{-1}$$

رابطه فوق شدت ممکن از کلیه روابط مستقیم و غیر مستقیم برآمده از نظر خبرگان را محاسبه می نماید. لذا مطابق رابطه فوق داریم:

جدول ۵- ماتریس مقیاسات شدت نسبی موجود از روابط مستقیم و غیرمستقیم بین متغیرها

متغیر	اندیس	۱C	۲C	۳C	۴C	۵C	۶C	۷C	۸C
توسعه بازار	۱C		۰۵.۹	۰۵.۹	۰۵.۹	۱۹.۵	۱۴.۵	۴۳.۶	۸۶.۷
عملکرد تولید	۲C	۰۵.۲		۸۶.۷	۱۴.۵	۰۵.۲	۸۶.۷	۰۵.۹	۳۴.۷
توسعه محصول جدید	۳C	۸۲.۴	۲۳.۴		۰۵.۲	۸۶.۷	۸۶.۷	۰۵.۲	۸۶.۷
تحقیق و توسعه	۴C	۸۲.۴	۸۶.۷	۰۵.۲		۱۴.۵	۹.۵	۹۸.۶	۴۳.۴
یادگیری سازمانی	۵C	۷۶.۶	۸۶.۷	۸۲.۴	۸۲.۴		۸۶.۷	۸۲.۴	۸۶.۷
پروژه های بهبود	۶C	۳۴.۳	۸۶.۷	۸۲.۴	۰۵.۲	۰۵.۲		۸۶.۷	۸۶.۷
بهره وری	۷C	۳۴.۵	۷۶.۶	۸۶.۷	۸۶.۷	۸۶.۷	۸۲.۴		۱۱.۷
سرمایه گذاری	۸C	۰۵.۹	۲۳.۵	۰۵.۹	۸.۸	۸۶.۷	۸۶.۷	۰۵.۹	

ماخذ: یافته های تحقیق

در گام بعد سلسه مراتب یا ساختار ممکن از متغیر را مشخص می نماییم. ترتیب نفوذ متغیر مفروض بر دیگر متغیر و یا تحت نفوذ قرار گرفتن آنها مشخص کننده ساختار ممکن از سلسله مراتب آنها متغیر در بهبود یا حل مسئله خواهد بود. بدین منظور برای دسترسی به ساختار ممکن از روابط مستقیم و غیر مستقیم ترتیب واقع شدن متغیرها از نظر نفوذ بر دیگر و همچنین ترتیب آنها را از نظر تحت نفوذ قرار گرفتن، در جدول زیر بررسی می کنیم.

جدول ۶- ترتیب نفوذپذیری و تاثیرگذاری متغیرهای تصمیم گیری

اولویت بندی	بر اساس مجموع ردیفی (R)	اولویت بندی	بر اساس مجموع ستونی (J)
سرمایه گذاری	۳۴.۴	بهره وری	۱۹.۴
توسعه بازار	۲۹.۴	توسعه محصول جدید	۸۸.۳

۷۶.۳	عملکرد تولید	۸۰.۳	یادگیری سازمانی
۵۶.۳	توسعه بازار	۷۰.۳	بهره‌وری
۵۰.۳	پروژه‌های بهبود	۱۷.۳	عملکرد تولید
۳۳.۳	تحقیق و توسعه	۸۵.۲	تحقیق و توسعه
۰۹.۳	یادگیری سازمانی	۸۲.۲	توسعه محصول جدید
۸۷.۲	سرمایه‌گذاری	۶۵.۲	پروژه‌های بهبود

ماخذ: یافته‌های تحقیق

بیشترین مجموع ردیفی (R) نشان دهنده ترتیب متغیر هایی است که قویاً بر متغیرهای دیگر نفوذ دارد (متغیر سرمایه‌گذاری بیشترین تأثیر بر سایر متغیرها را دارد). بیشترین مجموع ستونی (J) نشان دهنده ترتیب متغیر هایی است که بیشترین تأثیر پذیری را با سایر متغیرهای دیگر دارند. (متغیر بهره‌وری تأمین بیشترین تعامل را نسبت به سایر متغیرها دارد). بنابراین ترتیب متغیر از ستون (R) نشان دهنده سلسله مراتب از متغیرهای نفوذ کننده بوده ترتیب متغیر از ستون (J) نشان دهنده سلسله مراتب از متغیرهای تحت نفوذ خواهد بود.

شاخص ($R+J$) مشخص کننده مجموع تأثیر گذاری و تأثیر پذیری عامل مورد نظر در سیستم می باشد. به عبارتی عاملی که بیشترین مقدار ($R+J$) را دارا است، بیشترین تعامل را با سایر عوامل سیستم دارد، یا اصلاً این متغیرهای علت می باشند. متغیر بهره‌وری با امتیاز کسب شده ۷,۸۹ بیشترین تعامل را با سایر متغیرها دارد. همچنین متغیر پروژه‌های بهبود کمترین تعامل را با سایر متغیرها با امتیاز ۶,۱۵ دارا می باشد. مقدار نهایی (فقط) اثرگذاری هر عامل بر مجموع عوامل دیگر سیستم نیز از تفاضل ($R-J$) حاصل می شود، به گونه ای که

$$\rightarrow \text{رابطه } R - J > 0 \Rightarrow \text{متغیر یک علی است}$$

$$\rightarrow R - J < 0 \Rightarrow \text{متغیر یک معلول است}$$

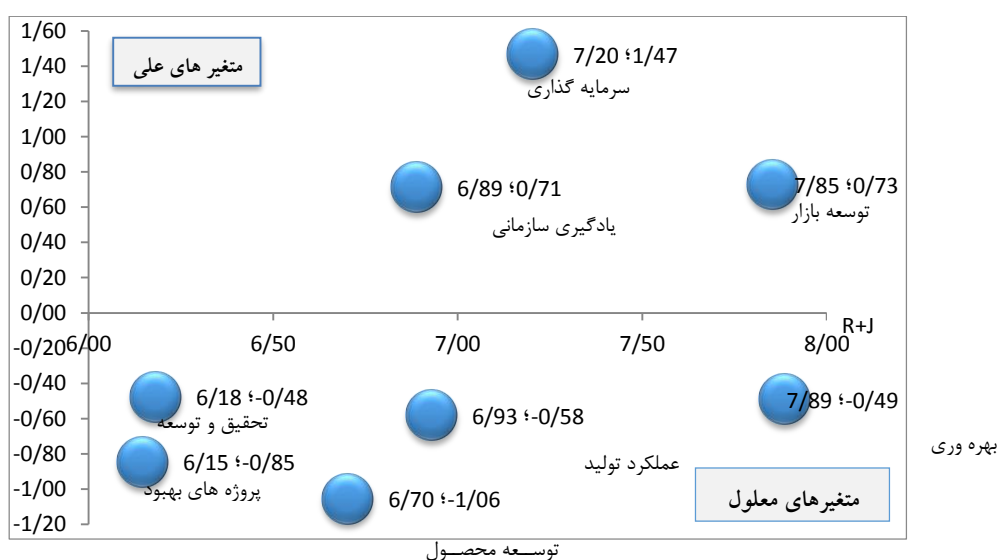
جدول ۷- ترتیب نفوذ پذیری و تأثیرگذاری قطعی متغیرهای تصمیم‌گیری

بر اساس R-J	اولویت‌بندی متغیر	اندیس	بر اساس R+J	اولویت‌بندی متغیر	اندیس
۴۷.۱	سرمایه‌گذاری	۸C	۸۹.۷	بهره‌وری	۷C
۷۳.۰	توسعه بازار	۱C	۸۵.۷	توسعه بازار	۱C
۷۱.۰	یادگیری سازمانی	۵C	۲۰.۷	سرمایه‌گذاری	۸C
۴۸.۰-	تحقیق و توسعه	۴C	۹۳.۶	عملکرد تولید	۲C
۴۹.۰-	بهره‌وری	۷C	۸۹.۶	یادگیری سازمانی	۵C

۵۸.۰-	عملکرد تولید	۲C	۷۰.۶	توسعه محصول جدید	۳C
۸۵.۰-	پروژه های بهبود	۶C	۱۸.۶	تحقیق و توسعه	۴C
۰۶.۱-	توسعه محصول جدید	۳C	۱۵.۶	پروژه های بهبود	۶C

ماخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به جدول فوق یک دستگاه مختصات دکارتی به گونه ای که محور طولی آن بر حسب مقادیر $(R+J)$ و محور عرضی آن بر حسب $(R-J)$ مدرج باشد، تشکیل گردید و موقعیت هر یک از عوامل موجود با یک نقطه به مختصات $A:(R+J, R-J)$ در این دستگاه معین شد. یک نمای گرافیکی ساده از ساختار نهایی حاصل از سیستم بدست آید. نتایج نشان می دهد متغیر سرمایه گذاری و توسعه بازار، یادگیری سازمانی متغیرهای علی در چرخه ارزیابی عملکرد سازمانی محسوب می شوند و سایر متغیرها ماهیت معلول می باشند.



شکل ۱- مختصات متغیرهای علی و معلولی در ارزیابی عملکرد سازمانی

نمودار حلقه های علت و معلولی

هدف اصلی نمودارهای حلقه علی نشان دادن فرضیه‌های علی در هنگام مدلسازی است تا از این طریق، ساختار به شکل کامل و به هم پیوسته بیان شود.

حلقه شماره ۱: توسعه بازار

در این حلقه مشاهده می‌شود افزایش سودآوری سازمان می‌تواند میزان تبلیغات را افزایش دهد بدیهی است میزان تبلیغات می‌تواند در توسعه بازار جدید موثر باشد همچنین توسعه بازار جدید می‌تواند در فروش محصولات جدید سازمان و به تبع افزایش درآمدی سازمان و سودآوری را در بر خواهد داشت. لازم به ذکر است که در این حلقه سهم پذیرش محصول جدید در بازار و میزان تقاضا رابطه مستقیمی با توسعه بازار جدید خواهد داشت. هر چه سهم پذیرش و میزان تقاضا محصول جدید در بازار کاهش یابد، آرایه محصول جدید توسط سازمان با چالش مواجه خواهد شد. لذا سهم پذیرش محصول جدید در بازار و میزان تقاضای محصول دو محرک کلیدی خارجی جهت کنترل در این حلقه می‌باشند. همچنین متغیر سودآوری عامل محرک جهت رشد افزایشی در این حلقه می‌باشد.

حلقه شماره ۲: تولید

در این حلقه مشاهده می‌شود افزایش سودآوری سازمان می‌تواند میزان سرمایه‌گذاری را افزایش دهد بدیهی است میزان سرمایه‌گذاری می‌تواند در افزایش تیراژ تولید موثر باشد. همچنین تیراژ تولید می‌تواند در فروش محصولات سازمان و به تبع افزایش درآمدی سازمان و سودآوری را در بر خواهد داشت. لازم به ذکر است که در این حلقه سطح کثش بازار رابطه مستقیمی با فروش محصولات خواهد داشت. هر چه سطح کثش بازار محصول در بازار کاهش یابد، فروش محصولات سازمان با چالش مواجه خواهد شد. لذا سطح کثش بازار محرک کلیدی خارجی جهت کنترل در این حلقه می‌باشند. همچنین متغیر سودآوری عامل محرک جهت رشد سرمایه‌گذاری تولید در این حلقه می‌باشد.

حلقه شماره ۳: توسعه محصول جدید

در این حلقه مشاهده می‌شود افزایش ضریب سرمایه‌گذاری سرمایه‌ای در سازمان می‌تواند میزان سرمایه‌گذاری سرمایه‌ای را افزایش دهد بدیهی است میزان سرمایه‌گذاری سرمایه‌ای می‌تواند در افزایش پروژه‌های توسعه محصول جدید موثر باشد. همچنین پروژه‌های توسعه محصول جدید می‌تواند در ارتقا دانش توسعه محصول سازمان و به تبع آن کاهش زمان اجرای پروژه توسعه محصول را در بر خواهد داشت. لازم به ذکر است که در این حلقه سرمایه‌گذاری سرمایه‌ای رابطه مستقیمی با سرمایه‌گذاری سازمان و ضریب سرمایه‌گذاری سرمایه‌ای خواهد داشت. هر چه ضریب سرمایه‌گذاری سرمایه‌ای کاهش یابد، میزان سرمایه‌گذاری سرمایه‌ای جهت توسعه محصولات جدید با چالش مواجه خواهد شد. لذا ضریب سرمایه‌گذاری سرمایه‌ای و نیز سطح میزان سرمایه‌گذاری محرک کلیدی جهت کنترل در این حلقه می‌باشند.

حلقه شماره ۴: تحقیق و توسعه

در این حلقه مشاهده می‌شود افزایش دانش توسعه محصول در سازمان می‌تواند میزان یادگیری تحقیق و توسعه را افزایش دهد بدیهی است یادگیری تحقیق و توسعه می‌تواند در افزایش ظرفیت سازی محصولات جدید موثر باشد. همچنین ظرفیت سازی محصولات جدید توسعه دانش توسعه محصول را در بر خواهد داشت. لازم به ذکر است که انباشت دانش توسعه محصول، محرک کلیدی در این حلقه می‌باشد.

حلقه شماره ۵: پروژه های بهبود

در این حلقه مشاهده می‌شود افزایش ضریب سرمایه گذاری عملیاتی در سازمان می‌تواند میزان سرمایه گذاری عملیاتی را افزایش دهد بدیهی است سرمایه گذاری عملیاتی می‌تواند در افزایش پروژه های بهبود موثر باشد. همچنین پروژه های بهبود می‌تواند در ارتقا دانش فنی سازمان و به تبع آن کاهش زمان اجرای پروژه بهبود فرایندی را در بر خواهد داشت. لازم به ذکر است که در این حلقه سرمایه گذاری عملیاتی رابطه مستقیمی با سرمایه گذاری سازمان و ضریب سرمایه گذاری عملیاتی خواهد داشت. هر چه ضریب سرمایه گذاری عملیاتی کاهش یابد، میزان سرمایه گذاری عملیاتی جهت توسعه پروژه های بهبود با چالش مواجه خواهد شد. لذا ضریب سرمایه گذاری عملیاتی و نیز سطح میزان سرمایه گذاری محرک کلیدی جهت کنترل در این حلقه می‌باشد.

حلقه شماره ۶: یادگیری سازمانی

در این حلقه مشاهده می‌شود افزایش دانش فنی در سازمان می‌تواند میزان بهبود فرایند را افزایش دهد بدیهی است بهبود فرایند می‌تواند در افزایش یادگیری سازمانی موثر باشد. همچنین یادگیری سازمانی توسعه دانش فنی سازمان را در بر خواهد داشت. لازم به ذکر است که انباشت دانش فنی، محرک کلیدی در این حلقه می‌باشد.

حلقه شماره ۷: بهره وری

در این حلقه مشاهده می‌شود بهبود فرایند می‌تواند بهره وری را افزایش دهد. همچنین افزایش بهره وری می‌تواند در افزایش بهبود فرایند سازمانی موثر باشد.

حلقه شماره ۸: سرمایه گذاری

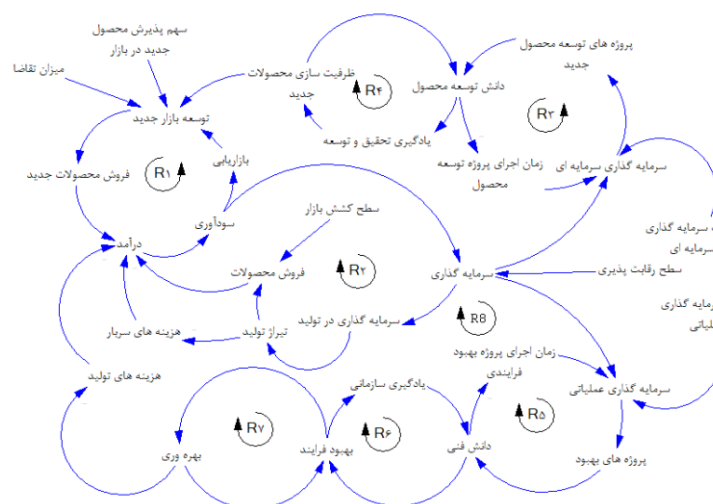
در این حلقه مشاهده می‌شود افزایش سودآوری سازمان می‌تواند میزان سرمایه گذاری را افزایش دهد بدیهی است میزان سرمایه گذاری می‌تواند در افزایش سرمایه گذاری عملیاتی موثر باشد. همچنین سرمایه گذاری عملیاتی می‌تواند در پروژه های بهبود و به تبع افزایش توسعه دانش فنی را در بر خواهد داشت. همچنین توسعه دانش فنی می‌تواند در بهبود فرایند و به تبع افزایش بهره وری را در بر خواهد داشت. افزایش بهره وری باعث کاهش هزینه های تولید و افزایش درآمد سازمان و سودآوری می‌شود.

شکل ۲ - مدل علت و معلولی چرخه ارزیابی عملکرد سازمان

همانگونه که در شکل فوق مشاهده می‌شود هفت حلقه علی و معلولی در مدل مفهومی در نظر گرفته می‌شود. در مدل سازی پویا غیر از متغیرهای سیستمی می‌توانیم از متغیرهای کمکی یا برون زا به دلیل جلوگیری از پیچیدگی مدل سازی برای تحلیل و شبیه سازی رفتار مدل استفاده نماییم. جهت تعیین متغیرهای برون زا در سیستم پویای ارزیابی عملکرد سازمان، از گروه خبرگان و ادبیات پژوهش به جمع آوری داده پرداخته شد.

جدول ۸ - متغیرهای برون زا در سیستم پویای ارزیابی عملکرد سازمان

متغیرهای برون‌زا	ردیف
سه‌م پذیرش محصول جدید در بازار	۱
سطح کشش بازار	۲
میزان تقاضا	۳
سطح رقابت پذیری	۴
ضریب سرمایه‌گذاری سرمایه‌ای	۵
ضریب سرمایه‌گذاری عملیاتی	۶



شکل ۳- مدل علت و معلولی چرخه ارزیابی عملکرد سازمان در حالت متغیرهای برون زا

نتیجه گیری و پیشنهاد

تحقیقات بسیاری در حوزه ارزیابی عملکرد سازمانی متمرکز شده اند، با این حال این تحقیقات بر مبنای ادراکات ایستا و تک حلقه ای از روابط علت و معلولی هر عامل و بدون در نظر گرفتن اثرات بازخوردی تمامی عوامل انجام شده است. بنابراین هدف از پژوهش حاضر بررسی اثرات عوامل درگیر در چرخه ارزیابی عملکرد سازمانی با استفاده از رویکرد بازخوردی و پویا است. در این پژوهش تلاش گردید مهم ترین متغیرهای ارزیابی عملکرد سازمانی در طراحی یک سیستم داینامیک بررسی گردد. سپس بر مبنای آن یک سیستم پویا طراحی گردید. سیستم های پویا به عنوان یکی از کاربردی ترین شاخه علی و معلولی بر مجموعه ای از دانسته ها و قواعد در یک زمینه خاص دلالت دارند که در نهایت بتوان به کمک آن توانایی های افراد خبره در آن زمینه را به نحو مطلوبی شبیه سازی نمود. در پژوهش حاضر ابتدا با توجه به مرور ادبیات ارزیابی عملکرد سازمانی، کلیه متغیرهای دخیل استخراج گردید و سپس بر اساس تحلیل اکتشافی یک مدل مفهومی پویای ارزیابی عملکرد سازمانی ارائه گردید. جهت شناسایی متغیرهای تاثیرگذار و تاثیر پذیر در ارزیابی عملکرد سازمانی، بر اساس خروجی روش دلفی ۸ متغیر شناسایی و مورد پایش قرار گرفت. توسعه بازار با امتیاز ۸,۹ در رتبه اول، عملکرد تولید با امتیاز ۸,۹۰ در رتبه دوم و توسعه محصول جدید با امتیاز ۸,۶۰ در رتبه سوم قرار گرفت. جهت بررسی روابط علی و معلولی از تکنیک دیماتل گروهی استفاده شده است. هدف از بکارگیری این

تکنیک تقسیم‌بندی متغیرها به دو بخش علی و معلولی می‌باشد. این تکنیک که یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌باشد، بر اساس اصول تحلیل ریاضی گراف‌ها می‌باشد. ۳ متغیر شامل سرمایه‌گذاری، توسعه بازار، یادگیری سازمانی به عنوان عوامل علی در سیستم ارزیابی عملکرد می‌باشند و ۵ متغیر شامل متغیرهای تحقیق و توسعه، بهره‌وری، عملکرد تولید، پروژه‌های بهبود، توسعه محصول جدید به عنوان عوامل معلول در سیستم ارزیابی عملکرد می‌باشند. افزایش سودآوری سازمان می‌تواند میزان تبلیغات را افزایش دهد بدیهی است میزان تبلیغات می‌تواند در توسعه بازار جدید موثر باشد همچنین توسعه بازار جدید می‌تواند در فروش محصولات جدید سازمان و به تبع افزایش درآمدی سازمان و سودآوری را در بر خواهد داشت. لازم به ذکر است که در این حلقه سهم پذیرش محصول جدید در بازار و میزان تقاضا رابطه مستقیمی با توسعه بازار جدید خواهد داشت. هر چه سهم پذیرش و میزان تقاضا محصول جدید در بازار کاهشی باشد، ارایه محصول جدید توسط سازمان با چالش مواجه خواهد شد. لذا سهم پذیرش محصول جدید در بازار و میزان تقاضای محصول دو محرک کلیدی خارجی جهت کنترل در این حلقه می‌باشند. همچنین متغیر سودآوری عامل محرک جهت رشد افزایشی در این حلقه می‌باشد. افزایش سودآوری سازمان می‌تواند میزان سرمایه‌گذاری را افزایش دهد بدیهی است میزان سرمایه‌گذاری می‌تواند در افزایش تیراژ تولید موثر باشد. همچنین تیراژ تولید می‌تواند در فروش محصولات سازمان و به تبع افزایش درآمدی سازمان و سودآوری را در بر خواهد داشت. لازم به ذکر است که در این حلقه سطح کشش بازار رابطه مستقیمی با فروش محصولات خواهد داشت. هر چه سطح کشش بازار محصول در بازار کاهشی باشد، فروش محصولات سازمان با چالش مواجه خواهد شد. لذا سطح کشش بازار محرک کلیدی خارجی جهت کنترل در این حلقه می‌باشند. همچنین متغیر سودآوری عامل محرک جهت رشد سرمایه‌گذاری تولید در می‌باشد. افزایش ضریب سرمایه‌گذاری سرمایه‌ای در سازمان می‌تواند میزان سرمایه‌گذاری سرمایه‌ای را افزایش دهد بدیهی است میزان سرمایه‌گذاری سرمایه‌ای می‌تواند در افزایش پروژه‌های توسعه محصول جدید موثر باشد. میزان سرمایه‌گذاری محرک کلیدی ارزیابی عملکرد سازمانی می‌باشند. این عامل خود در عملکرد سایر حلقه‌های عملکردی مانند تولید، توسعه محصولات و پروژه‌های بهبودی جهت نوآوری و توسعه بازار می‌باشد. لذا اهمیت این موضوع که بخشی از درآمد سازمانی می‌بایست جهت بهبود سازمانی و انجام تحقیق و توسعه صورت پذیرد مورد توجه می‌باشد. سطح کشش بازار محرک کلیدی خارجی در رشد تولید می‌باشند. همچنین متغیر سودآوری عامل محرک جهت رشد سرمایه‌گذاری تولید می‌باشد. لذا به مدیران و سیاست‌گذاران با توجه به پژوهش صورت گرفته پیشنهاد می‌شود جهت سیاست‌گذاری ارزیابی عملکرد سازمانی به این عوامل توجه نمایند.

منابع و مأخذ

- آقا کاظم شیرازی، سمانه، رضازاده، جواد، و کردستانی، غلامرضا. (۱۳۹۷). واکاوی عملکرد سازمانی: رویکرد مالی و ساختاری. پژوهش های مدیریت منابع سازمانی، ۸(۴)، ۱-۲۲. SID. <https://sid.ir/paper/406908/fa>
- انتظاری، فرنوش، و ایرانبان، سیدجواد. (۱۳۹۶). مدل علی هوش هیجانی، عملکرد سازمانی و یادگیری سازمانی. روشها و مدل های روان شناختی، ۸(۳۰)، ۱۷۷-۱۹۲. SID. <https://sid.ir/paper/227650/fa>
- ایزدیار، مهدی، طلوعی اشلقی، عباس، و سیدحسینی، سیدمحمد (۱۳۹۹). مدل ارزیابی عملکرد پایداری شیوه های مدیریت زنجیره تامین لارج در زنجیره تامین خودروسازی با استفاده از پویایی سیستم. مدیریت صنعتی، ۱۲(۱)، ۱۱۱-۱۴۲. <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=555232>
- بابایی میبدی، حمید، گودرزی، غلامرضا، آذر، عادل، و عزیزی، فیروزه. (۱۳۹۹). طراحی مدل آینده نگاری توسعه پایدار با رویکرد برنامه ریزی سناریو مینا و سیستم داینامیک (مورد مطالعه: استان یزد). مدیریت فردا، ۱۹(۶۲)، ۱۶۳-۱۸۰. SID. <https://sid.ir/paper/390337/fa>
- بختیاری، مسعود، کاشانی پور، محمد، غلامی جمکرانی، رضا، و جهانگیرنیا، حسین. (۱۳۹۹). مدلسازی مولفه ها و ابعاد ارزیابی عملکرد سازمانی متناسب با شرایط محیطی ایران. حسابداری مدیریت، ۱۳(۴۶)، ۱۷-۲۹. SID. <https://sid.ir/paper/950583/fa>
- تاری، غفاره، فقهی فرهنگند، ناصر، تقی زاده، هوشنگ، و بافنده زنده، علیرضا. (۱۳۹۴). طراحی یک مدل رشد سازمانی در صنعت قطعه سازی خودرو با استفاده از رویکرد پویایی سیستم. پژوهشنامه مدیریت اجرایی، ۷(۱۳)، ۱۳-۳۸. SID. <https://sid.ir/paper/505624/fa>
- جعفری، طیبه، شفیع آبادی، عبدالله، فرح بخش، کیومرث، عباس پور، عباس، و یونسی، جلیل. (۱۳۹۹). طراحی و اعتباریابی الگوی ارزیابی عملکرد مدیران سازمانی در سازمان بازرسی کل کشور. رهیافتی نو در مدیریت آموزشی، ۱۱(۴۶)، ۲۶۶-۲۴۳. SID. <https://sid.ir/paper/999874/fa>
- جعفری، عزیزاله، نادعلی پور، زهرا، حیدری فر، زهرا، و باقری، محسن (۱۳۹۹). ایجاد اشتغال صنعت گردشگری با رویکرد پویایی سیستم ها. گردشگری و توسعه، ۹(۳)، ۱۵۳-۱۷۲. <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=557685>
- جهانپان، سعید، امینی، فائزه، و شائمی برزکی، علی. (۱۳۹۷). شناسایی سیاستهای بهبود ظرفیت جذب دانش و تاثیر آنها بر عملکرد سازمانی با رویکرد پویایی شناسی سیستم. مدیریت نوآوری، ۷(۳)، ۱۶۸-۱۴۳. SID. <https://sid.ir/paper/241479/fa>
- حبیب زاده، شیوا، مهاجران، مهناز، قلعه ای، علیرضا، و حسنی، محمد. (۱۴۰۰). تبیین نقش میانجی تعهد سازمانی در رابطه بین چابکی و هوش سازمانی با عملکرد سازمانی. نوآوری و ارزش آفرینی، ۱۰(۲۰)، ۵۷-۷۴. SID. <https://sid.ir/paper/1038337/fa>
- رضایی، حامد، و علی احمدی، علیرضا. (۱۳۹۹). بررسی رابطه میان مولفه های ارزیابی عملکرد سازمانی (مورد مطالعه: سازمان خرید در بخش دولتی). مدیریت فردا، ۱۹(۶۳)، ۳-۱۸. SID. <https://sid.ir/paper/404162/fa>
- سجادی، حمید، و متقی، ابراهیم. (۱۳۹۶). مدل سازی انسجام داینامیک در فرایند توسعه. مطالعات توسعه اجتماعی ایران، ۹(۲) (مسلسل ۳۴)، ۷-۲۲. SID. <https://sid.ir/paper/231953/fa>

عبادی ضیایی، علی، محقر، علی، آذر، عادل، صادقی مقدم، محمدرضا، و صفری، حسین (۱۳۹۹). شناسایی حلقه‌های علی مرتبط با رویکردهای متداول در مدل تعالی سازمانی مبتنی بر پویایی سیستم. مدیریت صنعتی، ۱۲(۲)، ۲۴۹-۲۷۰.
<https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=555120>

عنایتی شیراز، محمدعلی، حیدریه، سیدعبداله، و افشار کاظمی، محمدعلی (۱۴۰۱). طراحی مدل استراتژی‌های زنجیره تامین با رویکرد پویایی سیستم در صنعت چوب و کاغذ. مطالعات مدیریت صنعتی، ۲۰(۶۴)، ۱۵۳-۱۸۲.
<https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=621622>

غلامی، الهام. (۱۳۹۹). تاثیر رضایت شغلی بر عملکرد سازمانی. مدیریت تبلیغات و فروش (رهیافتی در مدیریت بازرگانی)، ۱(۲)، ۸۹-۷۷.
 SID. <https://sid.ir/paper/269681/fa>

لشکری، محمد، سامی، ابوالفضل، و ارشادی، زهرا. (۱۳۹۳). ارزیابی استراتژی‌های رقابتی و عملکرد سازمانی. مطالعات مدیریت راهبردی، ۵(۱۷)، ۳۹-۵۰.
 SID. <https://sid.ir/paper/181701/fa>

میراب آستانه، پیمان، و تقی تهرانی، امیر (۱۳۹۷). ارزیابی انتخاب‌های استراتژیک کسب و کارهای تولیدی در حال افول با رویکرد پویایی شناسی سیستم. راهبرد اقتصادی، ۹(۳۳)، ۱۸۱-۲۱۶.
<https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=582308>

میرغفوری، سیدحبیب اله، مروتی شریف آبادی، علی، و مداح، مرتضی. (۱۳۹۰). راهبرد پویایی شناسی تاثیر دانش بر عملکرد و پایداری رضایت مشتریان. مطالعات مدیریت راهبردی، ۲(۸)، ۱۰۳-۱۲۲.
 SID. <https://sid.ir/paper/181632/fa>

نصرت پناه، سیاوش، حبیرچی، امیر، و دهقانی، محبعلی. (۱۳۹۷). طراحی الگوی ارزیابی عملکرد سازمانی بانک انصار. پژوهش‌های مدیریت منابع انسانی، ۱۰(۱) (پیاپی ۳۱)، ۱۸۷-۲۱۰.
 SID. <https://sid.ir/paper/fa163136>

نصیرزاده، حسین، امین طهماسبی، حمزه، و عموزادخلیلی، حسین. (۱۳۹۸). مدل سازی و تحلیل نقش خصوصی سازی بر عملکرد شرکت ملی حفاری ایران با رویکرد پویایی سیستم و براساس مدل تعالی سازمانی EFQM. مهندسی و مدیریت کیفیت، ۹(۳)، ۲۸۳-۲۷۱.
 SID. <https://sid.ir/paper/520779/fa>

نوری، رقیه، نظافتی، نوید، و معتدل، محمدرضا. (۱۴۰۰). کاربرد سیستم دینامیک در تحلیل مدل داشبورد‌های راهبردی مدیریت (مورد مطالعه: شرکت ملی نفت ایران). مطالعات راهبردی در صنعت نفت و انرژی (مدیریت منابع انسانی در صنعت نفت)، ۱۳(۵۱)، ۲۰-۱.
 SID. <https://sid.ir/paper/1043589/fa>

هاشمی، سیدحامد، طبری، مجتبی، فرهادی محلی، علی، و معطوفی، علیرضا. (۱۴۰۰). توسعه مدل خودارزیابی عملکرد سازمانی مبتنی بر رویکرد چهارچوب عمومی ارزیابی (CAF). مدیریت منابع در نیروی انتظامی، ۹(۲)، ۹۳-۱۲۶.
 SID. <https://sid.ir/paper/959714/fa>

Abdelaziz Ouazzani-Chahidi, Loukili Abdellatif, Jose-Fernando Jimenez, Lamia Berrah, Maturity levels of management process for improving industrial performance, Scientific African, Volume 21, ۲۰۲۳, e01852, ISSN 2468-2276.

Asamoah D., B. Agyei-Owusu, F.K. Andoh-Baidoo, E. Ayaburi, Inter-organizational systems use and supply chain performance: Mediating role of supply chain management capabilities, International Journal of Information Management, Volume 58, 2021, 102195, ISSN 0268-4012.

Ayşe H. Ozgun, Mehves Tarim, Dursun Delen, Selim Zaim, Social capital and organizational performance: The mediating role of innovation activities and intellectual capital, *Healthcare Analytics*, Volume 2, ۲۰۲۲, ۱۰۰۰۴۶, ISSN 2772-4425.

Ayush Raj, Bhupendra Sunil Mali, Bhuvnesh Kumar, Chandra Sen Singh, Gaurav Kumar Nainawat, System Dynamics Approach to Evaluate the Oil and Gas Supply Chain: A Case Study, *Upstream Oil and Gas Technology*, Volume 11, ۲۰۲۳, ۱۰۰۰۹۰, ISSN 2666-2604.

Ehsan Moradi, Seyed Mohammadbagher Jafari, Zahra Mohammadi Doorbash, Ashraf Mirzaei, Impact of organizational inertia on business model innovation, open innovation and corporate performance, *Asia Pacific Management Review*, Volume 26, Issue ۴, ۲۰۲۱, Pages 171-179, ISSN 1029-3132.

Fengxiu Zhang, Evaluating public organization performance under extreme weather events: Does organizational adaptive capacity matter?, *Journal of Environmental Management*, Volume 296, 2021, 113388, ISSN 0301-4797.

Fernando Yanine, Zócimo Campos, Sustaining Business Performance Management: An Operational Framework, *Procedia Computer Science*, Volume 221, 2023, Pages 25-32, ISSN 1877-0509.

Han-Chung Chou, Wen-Min Lu, Qian Long Kweh, Chang-Yan Tsai, Using hierarchical network data envelopment analysis to explore the performance of national research and development organizations, *Expert Systems with Applications*, Volume ۲۳۴, ۲۰۲۳, ۱۲۱۱۰۹, ISSN 0957-4174.

Lars Rass, Jan Treur, Wioleta Kucharska, Anna Wiewiora, Adaptive dynamical systems modelling of transformational organizational change with focus on organizational culture and organizational learning, *Cognitive Systems Research*, Volume 79, 2023, Pages 85-108, ISSN 1389-0417.

Mehrdad Maghsoudi, Navid Nezafati, Navigating the acceptance of implementing business intelligence in organizations: A system dynamics approach, *Telematics and Informatics Reports*, Volume 11, ۲۰۲۳, ۱۰۰۰۷۰, ISSN 2772-5030.

Mudhafar Alefari, Angel María Fernández Barahona, Konstantinos Salonitis, Modelling manufacturing employees' performance based on a system dynamics approach, *Procedia CIRP*, Volume 72, ۲۰۱۸, Pages 438-443, ISSN 2212-8271.

Nima Jafari Navimipour, Farnaz Sharifi Milani, Mehdi Hossenzadeh, A model for examining the role of effective factors on the performance of organizations, *Technology in Society*, Volume 55, ۲۰۱۸, Pages 166-174, ISSN 0160-791X.

Richard A. Posthuma, Michael Charles Campion & Michael A. Campion (۲۰۱۸) A taxonomic foundation for evidence-based research on employee performance management, *European Journal of Work and Organizational Psychology*, ۲۷:۲, ۱۶۸-۱۸۷.

Seyedehfatemeh Golrizgashti, SeyedHossein Hosseini, Qingyun Zhu, Joseph Sarkis, Evaluating supply chain dynamics in the presence of product deletion, *International Journal of Production Economics*, Volume 255, 2023, 108722, ISSN 0925-5273.

Sikandar Ali Qalati, Zuhaib Zafar, Mingyue Fan, Mónica Lorena Sánchez Limón, Muhammad Bilawal Khaskheli, Employee performance under transformational leadership and organizational citizenship behavior: A mediated model, *Heliyon*, Volume 8, Issue 11, 2022, e11374, ISSN 2405-8440.

Viara Popova, Alexei Sharpankykh, Modeling organizational performance indicators, *Information Systems*, Volume 35, Issue 4, 2010, Pages 505-527, ISSN 0306-4379.

Yaninee Songkajorn, Somnuk Aujirapongpan, Kritsakorn Jiraphanumes, Kanittha Pattanasing, Organizational Strategic Intuition for High Performance: The Role of Knowledge-Based Dynamic Capabilities and Digital Transformation, *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, Volume 8, Issue 3, 2022, 117, ISSN 2199-8531.

Yuan Cheng, Meng Chang, Yanbo Xue, A computational study of promotion dynamics and organizational efficiency, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Volume 560, 2020, 125194, ISSN 0378-4371.

Yunpeng Sun, Mohsin Shahzad, Asif Razzaq, Sustainable organizational performance through blockchain technology adoption and knowledge management in China, *Journal of Innovation & Knowledge*, Volume 7, Issue 4, 2022, 100247, ISSN 2444-569X.

Examining the causal and effect factors in the organizational performance evaluation system with a dynamic approach

Yazdan Kerami Mal Amiri^۱, Elmira Mashaikhi Nezamabadi^۲ and Davood Garakhani^۳

Abstract

By studying the researches, it shows that the organizational performance evaluation cycle has not been modeled in the form of a dynamic system. The need to investigate organizational performance evaluation activities in the form of a dynamic system in the studied industry based on performance and the use of new scientific data analysis methods is one of the most important research gaps. The research method is exploratory and analytical based on the opinion of experts. In order to monitor the effective variables in evaluating the performance of the system, the Delphi method based on the opinion of experts was used. Dimatel method was used to identify causal and effectual variables. 3 variables include investment, market development, organizational learning as causal factors in the performance evaluation system, and 5 variables include research and development variables, productivity, production performance, improvement projects, new product development as disabling factors in the evaluation system. are the performance of the organization. Then, based on the system dynamics approach, a conceptual model based on eight rings was designed.

Keywords: Evaluation of organizational performance, system dynamics, automotive industry

^۱ PhD student of Industrial Management, Department of Industrial Management, Islamic Azad University, Qazvin branch, Qazvin, Iran yazdan.karami2023@gmail.com

^۲ Assistant Professor, Department of Industrial Management, Department of Industrial Management, Islamic Azad University, Qazvin branch, Qazvin, Iran. Mashayekhi_elmira@yahoo.com

^۳ Assistant Professor, Department of Industrial Management, Department of Industrial Management, Islamic Azad University, Qazvin branch, Qazvin, Iran. davoodgharakhany@yahoo.com



تعیین وزن بهینه سبد دارایی های بانکی با استفاده از ارزش در معرض خطر

(مطالعه موردی بانک دی)

شهرام کردی^۱، فرزانه خلیلی^۲، فرید عسگری^۳ و مهدی صادقی^۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۷/۶ و تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۹/۱۰

چکیده

در دنیای مالی و سرمایه گذاری، یکی از مهم ترین چالش ها، شناسایی و مدیریت ریسک های مرتبط با دارایی ها و پرتفوی های سرمایه گذاری است. برای مؤسسات مالی مانند بانک ها، درک و مدیریت این ریسک ها نه تنها به حفظ سلامت مالی آن ها کمک می کند، بلکه نقشی اساسی در تصمیم گیری های استراتژیک و توسعه پایدار نیز ایفا می نماید. یکی از ابزارهای کلیدی در این زمینه، مفهوم ارزش در معرض خطر (Value at Risk یا Var) است که به عنوان معیاری برای اندازه گیری و ارزیابی ریسک سرمایه گذاری ها به کار می رود. در این پژوهش به بهینه سازی سبد دارایی بانک دی با استفاده رویکرد مارکوویتز و ارزش در معرض خطر پرداخته شد و نتایج با محاسبه واریانس بصورت انحراف از میانگین مقایسه گردید. سه سهام شرکت برق دماوند، بوعلی و بیمه دی به عنوان سه شرکت دارای بیشترین سهم در سبد سرمایه گذاری بانک دی و دارای قیمت در تالار بورس اوراق بهادار تهران به منظور تحلیل انتخاب شدند و داده های دوره زمانی فروردین ۱۴۰۱ تا پایان اسفند ۱۴۰۲ به عنوان نمونه انتخاب شد. نتایج این مطالعه نشان داد در سطوح مختلفی از ریسک و بازدهی، بسته به اینکه بانک دی کدام سطح ریسک و بازدهی را متقبل می شود، سبد بهینه متفاوتی خواهد داشت. از طرف دیگر بر اساس سبد انتخابی بانک دی، این شرکت در مرز کارا قرار نداشته و می تواند به دو صورت افزایش بازدهی با همان سطح ریسک و کاهش ریسک با همان سطح بازدهی سبد خود را تغییر داده و به سمت سبد بهینه حرکت کند.

واژه های کلیدی: ارزش در معرض خطر، بهینه سازی سبد دارایی، رویکرد مارکوویتز، بانک دی.

۱. دانشجوی دکتری، گروه اقتصاد، واحد ابهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ابهر، ایران. shahram.kordi@hotmail.com
 ۲. استادیار، گروه اقتصاد، واحد ابهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ابهر، ایران. (نویسنده مسئول). farzaneh.khalili2001@gmail.com
 ۳. استادیار، گروه اقتصاد، واحد ابهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ابهر، ایران. fr.asgari@gmail.com
 ۴. استاد، گروه اقتصاد، دانشگاه امام صادق (ص)، تهران، ایران. sadeghi@isu.ac.ir

مقدمه

یکی از مسائل مهمی که فرد یا یک سازمان با آن مواجه است، نحوه تخصیص دارایی در میان گزینه‌های مختلف است. تقریباً همه مؤسسات مالی با این مسئله مواجه هستند که باید با در نظر گرفتن ویژگی‌های هر دارایی، تجزیه و تحلیل خود را لحاظ کرده و گزینه بهینه را انتخاب کنند. اهمیت این موضوع باعث شده است که نظریه انتخاب سبد دارایی سنگ بنای تئوری مالی مدرن در نظر گرفته شود. این تحلیل، چگونگی سرمایه‌گذاری در بازار مالی در صورت مواجهه با گزینه‌های مختلف در شرایط نااطمینانی را ارائه می‌کند. در ادبیات بهینه‌سازی سبد سهام، رویکردهای مختلفی وجود دارد که می‌تواند به مدیریت ریسک کمک کند که از جمله این روش‌ها می‌توان به برنامه‌ریزی ریاضی فازی، برنامه‌ریزی تصادفی و مدل‌های ترکیبی اشاره نمود. قبل از ارائه نظریه مدرن پرتفوی^۱، سرمایه‌گذاران اغلب به دنبال افزایش سود سرمایه‌گذاری خود بودند و معمولاً ریسک را نادیده می‌گرفتند (قهطرانی و نجفی، ۲۰۱۳). با این حال، تئوری‌های مدرن پورتفولیو، این مشکل را با پیشنهاد مفهوم انتخاب بهینه پورتفولیو بررسی و مورد تجدید نظر قرار دادند. در رویکرد مدرن، به‌صورت همزمان بازده سرمایه‌گذاری و ریسک به عنوان عوامل اصلی در نظر گرفته می‌شوند. ادبیات مربوط به این موضوع شامل مدل‌های متعددی است که برای بررسی این مشکل گسترش یافته و بر رویکردهای مختلف اندازه‌گیری ریسک تاکید دارند (مندونسا و همکاران، ۲۰۲۰).

به عنوان یک عامل موثر بر بازارهای مالی، ریسک نشان دهنده نگرانی سرمایه‌گذاران است. کاهش سرمایه نگرانی بسیار جدی در زمان وقوع بحران‌های اقتصادی است. به عنوان مثال، در طول بحران مالی ۲۰۰۸، ارزش برخی از صندوق‌های سرمایه‌گذاری بیش از ۵۰ درصد کاهش یافت و به طور مشابه، در طول اپیدمی کووید-۱۹، صندوق‌های سرمایه‌گذاری در سراسر جهان شاهد واکنش‌های منفی در بسیاری از متغیرهای کلان اقتصادی و رکودهای عمده در بازارهای بورس در بسیاری از کشورها بودند (سوایی و همکاران، ۲۰۲۴).

از زمان ارائه ارزش در معرض خطر^۲ (var) در سال ۱۹۹۴ توسط وتر استون^۳، این روش به یکی پرکاربردترین معیار محاسبه ریسک توسط شرکت‌های مالی و تنظیم‌کننده‌ها تبدیل شده است. این رویکرد تلاش می‌کند تا اجزاء چندگانه ریسک بازار را مورد بررسی قرار دهد و ارزشی را محاسبه می‌کند که در یک سبد دارایی در دوره زمانی مشخص و در سطح احتمال معین ممکن است از دست رفته باشد (دمرلو ابهری، ۱۳۹۶). این روش به توزیع خاصی متکی نبوده و نوسانات نامطلوب را در نظر می‌گیرد. طبق تعریف ارائه شده، ارزش در معرض خطر حداکثر زیانی است که کاهش ارزش سبد دارایی برای دوره معینی در آینده با یک ضریب اطمینان مشخص اتفاق خواهد افتاد. (پایتختی اسکویی و همکاران، ۱۳۹۸).

^۱Modern Portfolio Theory

^۲Value at Risk

^۳John R. Varian

از آنجا که در تئوری‌های مدرن بهینه‌سازی سبد دارایی، معیار ریسک و بازدهی به صورت همزمان بهینه شده و نیاز به اندازه‌گیری ریسک خواهد بود و از طرف دیگر ارزش در معرض خطر یک رویکرد مناسب برای اندازه‌گیری ریسک است، در این پژوهش به بهینه‌سازی سبد دارایی بانک دی با استفاده از ارزش در معرض خطر پرداخته خواهد شد. از این‌رو در ادامه به بیان مبانی نظری و پیشینه پژوهش پرداخته شده و سپس روش تجزیه و تحلیل اطلاعات ارائه می‌شود. بخش چهارم این مطالعه نتایج بدست آمده را ارائه داده و در بخش پنجم و پایانی نیز به ارائه خلاصه و نتایج حاصل از تحقیق پرداخته و پیشنهادهای سیاستی ارائه خواهد شد.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

همان‌طور که بیان شد، هدف این مطالعه تعیین سبد بهینه دارایی بانک دی با استفاده از روش ارزش در معرض خطر است که در این راستا، ادبیات این تحقیق به سه بخش کلی ادبیات مربوط به تعیین سبد بهینه دارایی، ارزش در معرض خطر و پیشینه پژوهش قابل تقسیم است که در ادامه به بررسی این موارد پرداخته خواهد شد.

تعیین سبد بهینه

مارکویتز (۱۹۵۲ و ۱۹۵۹) به عنوان پدر نظریه پرتفوی مدرن شناخته می‌شود. وی به نظریه پرتفوی سنتی انتقاداتی وارد کرد و معتقد بود که پیدا کردن سهمی با کمترین ریسک و بیشترین بازدهی تقریباً ناممکن است و اگر افراد بخواهند پرتفوی مناسبی بسازند باید بین ریسک و بازده مورد انتظارشان تناسب برقرار کنند. نظریه پرتفوی مدرن با این فرض شکل گرفت که سرمایه‌گذاران به‌طور ذاتی ریسک‌گریز هستند اما مطلوبیت نهایی آن‌ها با هم متفاوت است. این نظریه معتقد است که هیچ چیزی به‌عنوان سرمایه‌گذاری کامل وجود ندارد. چیزی که مهم است و باید مورد توجه قرار بگیرد، انتخاب یک استراتژی با بازده بالا، همراه با ریسک متناسب با بازده است. این نظریه بر این موضوع تأکید می‌کند که ریسک جزء جدا نشدنی پاداشی بیشتر است. مارکوویتز مسئله پرتفوی را به عنوان انتخابی از میانگین و واریانس یک سبد از دارایی‌ها فرموله کرد. وی قضیه اساسی تئوری پرتفوی واریانس میانگین یعنی ثابت نگه داشتن واریانس، حداکثر کردن بازده مورد انتظار، و ثابت نگه داشتن بازده مورد انتظار، به حداقل رساندن واریانس را اثبات نمود. این دو اصل منجر به تدوین یک مرز کارآمد شد که سرمایه‌گذار می‌توانست پرتفوی مورد نظر خود را بسته به اولویت‌های بازده ریسک فردی انتخاب کند. پیام مهم این نظریه این بود که دارایی‌ها را نمی‌توان تنها بر اساس ویژگی‌هایی انتخاب کرد که مختص اوراق بهادار است، در عوض، یک سرمایه‌گذار باید نحوه حرکت هر اوراق بهادار با سایر اوراق بهادار را در نظر بگیرد. علاوه بر این، در نظر گرفتن این حرکتهای مشترک منجر به توانایی ساخت پرتفویی خواهد شد که بازده مورد انتظار یکسان و ریسک کمتری نسبت به پرتفویی که با نادیده گرفتن تعاملات بین

اوراق بهادار ایجاد می‌شود، داشته باشد. البته در نظر گرفتن فقط میانگین و واریانس بازده یک سبد، ساده‌سازی نسبت به گنجانیدن لحظه‌های اضافی است که می‌تواند به طور کامل‌تر توزیع بازده پرتفوی را توصیف کند. کار اولیه شرایط لازم را بر روی تابع مطلوبیت سرمایه‌گذاران یا توزیع بازده دارایی‌ها ایجاد می‌کند که منجر به بهینه بودن نظریه واریانس میانگین خواهد شد. در ادامه لی (۱۹۷۷) و کراوس و لیتزنبرگر (۱۹۷۶) نظریه‌های جایگزینی را ارائه کردند که شامل شاخص‌های بیشتری مانند چولگی یا دقیق‌تر برای توصیف واقعی‌تر توزیع بازگشت بود. با این وجود، نظریه واریانس میانگین با وجود این جایگزین‌ها، سنگ بنای نظریه پورتفولیوی مدرن باقی مانده است (التون و گرابر، ۱۹۹۷). این تداوم به دو دلیل اتفاق افتاده است؛ اول اینکه خود نظریه واریانس میانگین نیاز به اطلاعات سرمایه‌گذار داشته و شواهدی مبنی بر اینکه روشی دیگر انتخاب بهتری را نتیجه می‌دهد، یافت نشده است. دوم اینکه مفاهیم نظریه پورتفولیو واریانس میانگین، توسعه یافته، شناخته شده و دارای جذابیت شهودی بالایی است (می و ژو، ۲۰۲۳).

مارکوویتز مدلی را معرفی نموده که به یک سرمایه‌گذار امکان می‌دهد تا از لحاظ ریاضی میزان ریسک و بازده مورد انتظار را بررسی نموده و سپس پرتفوی بهینه مورد نظر خود را انتخاب نماید. مفروضات این مدل به صورت زیر است:

هدف هر سرمایه‌گذار کسب حداکثر بازده برای هر سطح ریسک است؛ به عبارت دیگر سرمایه‌گذاران به دنبال کمترین میزان ریسک در سطح معینی از بازدهی هستند.

با تنوع بخشیدن به سبد از طریق اوراق بهادار غیرمرتبط می‌توان ریسک را کاهش داد و سرمایه‌گذاران پرتفوی خود را بر اساس بازده مورد انتظار (متوسط بازده) و ریسک (واریانس) انتخاب می‌کنند.

هر مورد سرمایه‌گذاری را می‌توان تا بی نهایت تقسیم نمود یا به عبارت دیگر سبد سرمایه‌گذاری می‌تواند تنوع بالایی داشته باشد.

همه سرمایه‌گذاران دوره زمانی مشابهی دارند و افق سرمایه‌گذاری آنها مربوط به یک دوره زمانی است.

یکی از مهمترین فرضیه‌های این نظریه این است که سرمایه‌گذاران ریسک‌گریز هستند.

سرمایه‌گذاران منطقی رفتار می‌کنند.

به طور کلی، می‌توان ادعا کرد که کل تئوری پرتفوی مدرن فرض می‌کند که سرمایه‌گذاران ریسک‌گریز هستند. این فرضیه بیان می‌کند که از بین گزینه‌های سرمایه‌گذاری با بازدهی یکسان، سرمایه‌گذاران گزینه‌ای را برای سرمایه‌گذاری انتخاب می‌کنند که ریسک کمتری دارد. با این فرض، سرمایه‌گذاران تنها زمانی در دارایی‌های پرریسک سرمایه‌گذاری می‌کنند که انتظار پاداش و بازده بیشتری داشته باشند.

Lee

Kraus and Litzenberger

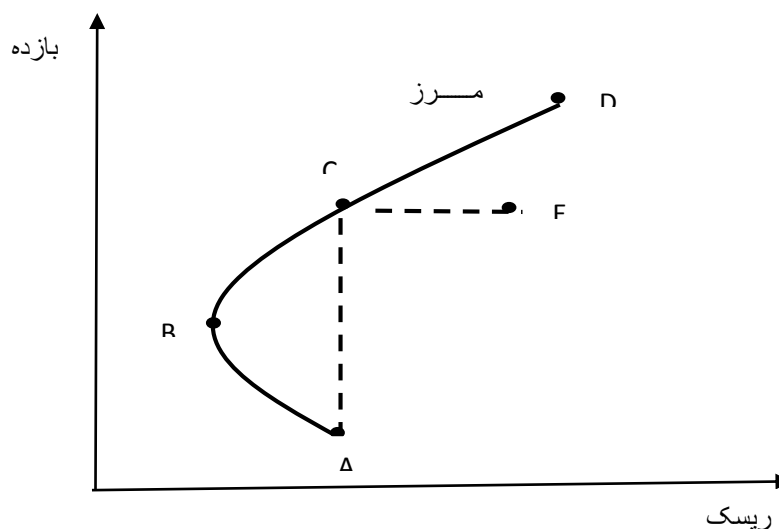
Elton and Gruber

Mi and Xu

برای محاسبه ریسک پرتفوی، واریانس هر دارایی به همراه همبستگی بین هر جفت دارایی قابل محاسبه است. رابطه‌ای که بین دارایی‌ها، درصد سرمایه‌گذاری در هر دارایی و تعداد سهام مختلف سرمایه‌گذاری شده در آن وجود دارد، بر ریسک کل پرتفوی تأثیر می‌گذارد. هنگامی که یک سرمایه‌گذار یک سبد متنوع تشکیل می‌دهد، می‌تواند با افزودن دارایی‌های کم ریسک به سبد سرمایه‌گذاری خود، ریسک دارایی‌های پرریسک را کاهش دهد.

بر اساس آنچه بیان شد، منحنی مرز کارا توسط مارکوویتز معرفی شد. او توانست با استفاده از ضریب ریسک، بازده و همبستگی بین اوراق بهادار مرز کارآمد را ترسیم کند (محدوده این ضریب بین -1 و $+1$ است). در واقع مرز کارا یک ابزار مالی است که به سرمایه‌گذاران کمک می‌کند تا با توجه به میزان ریسک، پرتفویی با بالاترین نرخ بازدهی ایجاد کنند. بر اساس تئوری مدرن پرتفوی، مرز کارآمد مجموعه‌ای از پرتفوی بهینه (پرتفوی سرمایه‌گذاری) است که چارچوبی را برای انتخاب سبد سرمایه‌گذاری با بالاترین بازده مورد انتظار برای سطح معینی از ریسک تعیین می‌کند. در واقع مرز کارآمد مجموعه‌ای است که برای یک سطح بازدهی مشخص، پرتفویی با کمترین سطح ریسک ایجاد می‌کند. پرتفوهایی که زیر مرز کارا قرار می‌گیرند، بهینه نیستند؛ زیرا آنها بازده کافی برای این سطح از ریسک ارائه نمی‌کنند و می‌توان پرتفوهایی را پیدا نمود که با همان سطح ریسک بازدهی بالاتری ایجاد می‌کنند. پرتفوهایی که در سمت راست این مرز قرار دارند نیز کارا نبوده زیرا می‌توان پرتفوهایی با ریسک کمتر و بازدهی بالاتر نسبت به پرتفوهایی سمت راست این مرز پیدا نمود. این مرز کارا در نمودار ۱ نشان داده شده است. همانطور که در نمودار نیز مشخص است، محور افقی این نمودار ریسک پرتفو و محور عمودی بازده پرتفو را نشان می‌دهد. پرتفوی سرمایه‌گذاری‌ها نیز با توجه به دو عامل ریسک و بازده روی نمودار ترسیم می‌شوند. نقطه B حداقل نقطه واریانس نامیده می‌شود. زیرا در زیر این نقطه، پرتفویی وجود ندارد که ریسک کمتری برای بازدهی کمتر داشته باشد. مرز کارا به سرمایه‌گذار در تعدیل تخصیص دارایی‌های خود کمک می‌کند و باعث خواهد شد که سرمایه‌گذاران حداکثر بازده مورد نظر خود را به دست آورند. همچنین می‌تواند به تعیین اینکه آیا سرمایه‌گذار باید سرمایه‌گذاری خود را در سهامی با ریسک بالا کاهش دهد و سپس سرمایه‌گذاری خود را در سهام کم‌ریسک افزایش دهد، کمک کند.

مرز کارا در نظریه مارکوویتز



ارزش در معرض خطر

زیان های زیاد ناشی از بحران های مالی، عدم اطمینان به بازار های مالی مخصوصا بانک وارد نمود و این مسئله منجر شد تا در سال ۱۹۸۸ مقامات ارشد بخش بانکی کشور های گروه ۱۰ که موسسان اولیه کمیته بازل میباشند توافقنامه معروف به توافق بازل را به منظور ارائه چارچوبی برای مشخص کردن حد کفایت سرمایه ارائه دادند. بنابراین در سال ۱۹۹۶ کمیته بازل، لزوم نگهداری سرمایه را برای پوشش ریسک بازار با استفاده از روش *var* که روشی استاندارد و مورد قبول به منظور اندازه گیری و کنترل ریسک می باشد مورد تاکید قرارداد (راعی، ۱۳۹۳). از *var* استفاده های متعددی می کنند و کاربردهای این مدل در مدیریت ریسک و معیاری برای سنجش میزان ریسک و سنجش مقدار سرمایه مورد نیاز یک سازمان برای انجام عملیات خود می باشد. در پرتفوی های سرمایه گذاری که شامل انواع ابزارهای مالی مانند سهام، اوراق قرضه و انواع ابزارهای مشتقه می باشند، فقط از طریق این شاخص می توان ریسک را محاسبه کرد، زیرا به دلیل ویژگی های خاص ابزارهای مشتقه از جمله نبود رابطه خطی بین بازدهی ابزارها و دارایی اصلی تعهد شده، نمی توان از سایر روش ها استفاده کرد.

استفاده از روش ارزش در معرض خطر، نیاز به دو پارامتر دارد این دو پارامتر، سطح اطمینان و طول دوره مشاهده هستند، طول دوره مشاهده، بیان کننده دوره زمانی از قبل است که با استفاده از داده های آن پارامتر مدل برآورد می گردد. کمیته بازل دوره مشاهده ۲۵۰ روز کاری را برای مشاهدات روزانه پیشنهاد کرده و تحقیقات انجام شده نشان می دهد که با افزایش طول دوره

مشاهده، مقدار ارزش در معرض خطر افزایش می‌یابد. دوره‌های نگهداری رایج، یک روز یا یک ماه می‌باشند، اما مؤسسه‌ها می‌توانند دوره‌های نگهداری گوناگونی را در نظر بگیرند، دوره نگهداری ایده آل در یک بازار خاص، مدت زمانی است که ضامن نقدشوندگی موقعیت‌ها در آن بازار می‌باشد. فاصله اطمینان باید بیان‌کننده درجه ریسک‌گریزی سازمان و هزینه ضرر بیش از ارزش در معرض خطر برای سازمان باشد. ریسک‌گریزی بالا، بیان‌کننده این است که حجم سرمایه‌زیادتری برای پوشش ضررهای محتمل باید نگه داشته شود که این خود، به انتخاب فاصله اطمینان بزرگتری منجر می‌شود.

در تابع توزیع احتمالات بازدهی نیز چنین مسأله‌ای صادق است، به عبارت دیگر، بازدهی یک دارایی مالی با بیشترین احتمال دارای بازدهی معادل امید ریاضی (میانگین بازدهی) خواهد بود و با احتمال کمی دارای بازدهی بسیار زیاد یا زیان بسیار زیاد خواهد شد. بنابراین، معادله زیان به صورت زیر می‌باشد

$$[\Delta p(\Delta t, \Delta x) > VAR] = 1 - \alpha \quad (1)$$

Δp تغییر ارزش بازار پرتفوی Δx افق زمانی مورد نظر Δx بردار تغییر در متغیرهای مورد استفاده و $1 - \alpha$ سطح اطمینان است Δx دوره نقدینه‌سازی دارایی می‌شود که بین یک روز تا دو هفته و برای دارایی‌ها با نقدینگی پایین‌تر تا یک سال تعیین می‌شود. var برای موقعیت‌ها و عوامل ریسک مختلف سنجه مشترک ریسک می‌باشد و می‌توان آن را برای هر نوع پرتفویی به کار برد و این موضوع، به ما اجازه مقایسه ریسک پرتفوه‌های مختلف را می‌دهد. همچنین var ، پاسخگوی پیچیدگی‌های ابزارهای مالی است و انواع ریسک را در یک عدد خلاصه و مدیریت را از مواجهه با انبوهی از محاسبات ریسک معاف و از طریق آن می‌توان ریسک را هدفگذاری و برای ریسک برنامه‌ریزی کرد (راغفر و آجلو، ۱۳۹۵).

تغییر در ارزش یک پرتفوی می‌تواند به عناصر گوناگون ریسک مربوط باشد، var می‌کوشد تا کاهش ارزش پرتفوی را از نقطه نظر ریسک بازار محاسبه کند. ریسک بازار، نااطمینانی در درآمدهای آینده را به دلیل تغییر شرایط بازار (قیمت‌ها یا نرخ‌ها) شامل می‌شود (محمد، ۲۰۰۵).

پیشینه پژوهش

خدامرادی و همکاران (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای با استفاده از مدل ریاضی چند مرحله‌ای روش جدیدی برای حل مسأله انتخاب سهام ارائه کردند. در این مطالعه در ابتدا با استفاده از رویکرد تحلیل سلسله مراتبی اولویت عوامل موثر در انتخاب صنایع را تعیین و سپس با حل یک مدل برنامه‌ریزی خطی، اوزان هر یک از صنایع با توجه به محدودیت‌های در نظر گرفته شده بدست آمد. نتایج

این مطالعه نشان داد که مدل ارائه شده می‌تواند منجر به انتخاب سبد سهام با بازدهی بالاتر شود. اصغریور و رضازاده (۱۳۹۴) به محاسبه پرتفوی بهینه سهام شرکت‌های صنایع غذایی پذیرفته شده در بورس تهران بر اساس اطلاعات قیمت‌های هفتگی سهام شرکت‌های برگزیده شده در بازه زمانی دی ماه ۱۳۸۷ تا دی ماه ۱۳۹۰ پرداختند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد بیشترین وزن در سبد بهینه مربوط به سهمی می‌باشد که بازدهی مورد انتظار بیشتری داشته و پایین‌ترین ارزش در معرض خطر را داشته و از طرف دیگر سبد بهینه تعیین شده حساسیتی نسبت به تغییر سطح اطمینان Var محاسبه شده ندارد. قندهاری و همکاران (۱۳۹۶) با معرفی ارزش در معرض خطر مشروط ($CVaR$) به عنوان معیار محاسبه ریسک در یک چارچوب ناپارامتریک به برآورد سبد بهینه دارایی پرداختند. در این مطالعه داده‌های ۱۵ شرکت منتخب از ۵۰ شرکت برتر بورس اوراق بهادار تهران در دوره زمانی فروردین ماه ۱۳۸۸ تا خرداد ماه ۱۳۹۳ استفاده شد. در این مطالعه سبد بهینه حاصل از به کارگیری دو روش ناپارامتریک و برنامه‌ریزی خطی ارائه شد و مقادیر $CVaR$ آنها مقایسه شده است که در این مورد برتری روش ناپارامتریک نسبت به برنامه‌ریزی خطی را نشان می‌دهد. رحیمی و اکبری (۲۰۲۳) از جمله مطالعات داخلی که در خارج از کشور منتشر شده است، در پژوهشی انتخاب سبد سهام و تشکیل یک پرتفوی کارا بحث می‌کنند که هرچه مفروضات و شرایط مدل‌سازی جهت انتخاب و بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری به شرایط دنیای واقعی نزدیک‌تر باشد، نتایج حاصل از آن بیشتر قابل اتکا خواهد بود. در نظر گرفتن افق تک دوره‌ای برای سرمایه‌گذاری چندان واقعی نبوده و بیشتر سرمایه‌گذاران برای بیش از یک دوره اقدام به سرمایه‌گذاری می‌کنند که سرمایه‌گذار بتواند موقعیت خود را در طول زمان مورد بازنگری قرار دهد. پایتختی اسکویی و همکاران (۱۳۹۸) در مطالعه‌ای به تعیین سبد بهینه سهام با استفاده از معیار ارزش در معرض خطر برای سهام ۱۷ شرکت سیمانی منتخب در دوره زمانی ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۶ پرداختند. در این مطالعه از روش ارزش در معرض خطر و برنامه‌ریزی غیر خطی به منظور بهینه‌سازی سبد سهام با کمترین ارزش در معرض خطر با توجه به بازده مورد انتظار هر سهم استفاده گردید. نتایج گویای این نکته می‌باشد که بالاترین وزن در سبد بهینه به سهامی تعلق دارد که بازدهی مورد انتظار بالایی داشته و پایین‌ترین var را در بین شرکت‌های مطالعه کردند.

لیم و همکاران (۲۰۱۱) به ارزیابی ارزش در معرض خطر شرطی ($CVaR$) به عنوان یک معیار ریسک در بهینه‌سازی سبد دارایی پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که پرتفوی‌های به دست آمده با حل مسائل میانگین $CVaR$ و حداقل جهانی $CVaR$ به دلیل خطاهای تخمین $CVaR$ غیرقابل اعتماد هستند. نتایج همچنین نشان داد که این مشکل زمانی تشدید می‌شود که دنباله توزیع برگشتی کشیده‌تر گردد. احمدی جاوید و فلاح تفتی (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای به طراحی یک الگوریتم با استفاده از بهینه‌سازی محدب تحت یک تحلیل عددی پرداخته و این الگوریتم را با بسته‌های نرم‌افزاری بهینه‌سازی محدب موجود مقایسه

^۱Lim

^۲Conditional Value-at-Risk (CVaR)

^۳Ahmadi-Javid and Fallah-Tafti

نمودند. نتایج این مطالعه نشان داد کارایی محاسباتی رویکردهای $EVaR$ و $CVaR$ به طور کلی مشابه است، اما رویکرد $EVaR$ با افزایش حجم نمونه از روش دیگر بهتر است. علاوه بر این، مقایسه نمونه برای یک مورد واقعی توسط رویکردهای $EVaR$ و $CVaR$ نشان می‌دهد که پرتفوی‌های مبتنی بر $EVaR$ می‌توانند بهترین، متوسط و بدترین نرخ بازده و همچنین نسبت‌های شارپ را داشته باشند. نسینی^۲ و همکاران (۲۰۲۲) در مطالعه‌ای به ارائه یک چارچوب بهینه‌سازی (یعنی طراحی مدل‌سازی، ویژگی‌های بهینه و رویکرد بهینه‌سازی) برای انتخاب سرمایه‌گذاری در چند بازار پرداختند. در این مطالعه از داده‌های ۷۲۵۶ شرکت در دوره زمانی ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۴ در ایالات متحده استفاده شد. نتایج این تست‌ها نشان‌دهنده اثربخشی فرآیند تجزیه و رویکرد ارائه شده است. انخسیاخان و جو^۳ (۲۰۲۴) در مطالعه‌ای از یادگیری تقویتی (RL) برای بهینه‌سازی پورتفولیوی پویا با ارزیابی ریسک استفاده کردند. دلیل استفاده از این روش پیچیدگی بازار، واکنش‌های نامطمئن و الزامات نظارتی برای تصمیم‌گیری‌های ریسک‌گریز بوده که در آن یک الگوریتم یادگیری تقویتی ریسک‌گریز پیاده‌سازی شد. نتایج به‌کارگیری این روش حاکی از دستیابی به ۱۸ درصد ریسک کمتر بود و از این‌رو آنان بیان کردند تقویت یادگیری با ریسک‌گریزی موجب بهینه‌سازی پرتفوی برای سرمایه‌گذاران ریسک‌گریز خواهد شد. کیان و وانگ^۴ (۲۰۲۴) در مطالعه‌ای به ارائه یک الگوریتم پیشرفته با قابلیت پردازش موازی در یک الگوریتم چند هدفه زمانی پرداختند. این الگوریتم به طور مداوم از الگوریتم استاندارد $NSGA-III$ هم در کاهش ریسک و هم در بهینه‌سازی بازده^۵ مخصوصاً در دوره فصلی بهتر عمل می‌کند. نتایج این مطالعه دیدگاه وسیعتری را در مورد سناریوهای سرمایه‌گذاری در دنیای واقعی برای ارائه به بخش دانشگاهی و صنعت ارائه داد.

روش شناسی پژوهش

مارکویتز مفهوم تنوع بخشی در سبد سهام را تعریف کرد و آن را بسط داد. او نشان داد که چگونه تنوع بخشی در سبد سرمایه، ریسک برای سرمایه‌گذار را کاهش خواهد داد. سرمایه‌گذاران می‌توانند سبد سهام کارا را به جای یک بازده معین و از طریق مینیمم کردن ریسک سبد سهام محاسبه کنند.

برای استفاده از مدل مارکویتز به داده‌های زیر نیاز است:

بازده مورد انتظار مربوط به سهم

انحراف معیار بازده مورد انتظار مربوط به سهم

کواریانس، به عنوان معیار همراهی و ارتباط حرکتی بین نرخ‌های بازدهی سهام مختلف

^۱Entropic Value-at-Risk

^۲Nasini

^۳Enkhsaikhan and Jo

^۴Reinforcement Learning (RL)

^۵Qian and Wang

برای محاسبه انتخاب سبد سرمایه بهینه در روش مارکویتز که حداقل واریانس برای سطح خاصی از بازده است، مدل برنامه‌ریزی خطی زیر معرفی می‌گردد:

در روابط فوق، W وزن هر سهم، $\bar{r}_p$ بازدهی مورد انتظار، $\bar{r}_j$ بازدهی سهم و σ_p^2 واریانس سبد مورد نظر می‌باشد، همان‌طور که بیان شد در این مطالعه به منظور محاسبه ریسک از روش ارزش در معرض خطر استفاده خواهد شد. بر اساس مطالعات پیشین از جمله مطالعه بو (۲۰۰۱)، ارزش در معرض خطر برای سهام‌های مورد نظر از طریق رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$\begin{aligned} Var &= MZ_{\alpha} \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j Cov(i, j)} = MZ_{\alpha} \sqrt{\sum_{j=1}^n w_j^2 \sigma_j^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j} \\ &= \sqrt{\sum_{i=1}^n (w_i \sigma_i MZ_{\alpha})^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j (MZ_{\alpha})^2} = (1) \\ &= \sqrt{\sum_{j=1}^n w_j^2 Var_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j Var_i Var_j \rho_{ij}} \end{aligned}$$

که در صورت حل مسئله بهینه‌سازی فوق، سبد بهینه برای بانک دی به دست خواهد آمد. با توجه به ارائه صورت‌های مالی بانک دی برای ۹ ماهه ۱۴۰۲، سه سهام شرکت برق دماوند، بوعلی و بیمه دی به عنوان سه شرکت دارای بیشترین سهم در سبد سرمایه‌گذاری بانک دی و دارای قیمت در تالار بورس اوراق بهادار تهران انتخاب شده‌اند. به منظور انتخاب سبد بهینه، از قیمت سهام سه شرکت یاد شده در دوره زمانی فروردین ۱۴۰۱ تا پایان اسفند ۱۴۰۲ استفاده شد که داده‌های مورد نظر از سایت بورس ویو استخراج شد.

یافته‌های پژوهش

همان‌طور که بیان شد به منظور دسترسی به اهداف مطالعه نیاز است که مسئله بهینه‌سازی ۲ با توجه به موارد بیان شده در معادله ۳ حل شود. در ابتدا نتایج محاسبه ارزش در معرض خطر ریسک برای هر کدام از سرمایه‌گذاری‌های بانک دی (بوعلی، دی و دماوند) در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به نتایج جدول تابع زیان سرمایه‌گذاری‌های بیمه دی معادل ۰/۰۲۸، تابع زیان سرمایه‌گذاری بوعلی برابر ۰/۱۲۴ و تابع زیان سرمایه‌گذاری دماوند ۰/۰۸۸ برای بانک دی است. به این معنی که در کل بین سرمایه‌گذاری‌های بانک دی، سرمایه‌گذاری بیمه دی کمترین تابع زیان را بین دیگر سرمایه‌گذاری‌ها، در بانک دی دارد بعد از بیمه دی، سرمایه‌گذاری دماوند کمترین تابع زیان (ریسک) را دارد.

جدول ۱- نتایج تابع زیان

سهم شرکت	زیان (ریسک)
بوعلی	۰/۱۲۴
بیمه دی	۰/۰۲۸
دماوند	۰/۰۸۸

ماخذ: یافته‌های تحقیق

در جدول زیر ماتریس همبستگی بازده قیمت سهام‌های مورد مطالعه نشان داده شده است.

جدول ۲- محاسبه ماتریس همبستگی بازده قیمت سهام سبد سرمایه‌گذاری بانک دی

	بوعلی	بیمه دی	دماوند
بوعلی	۱	۰/۰۰۰۳	۰/۰۳۹۳
بیمه دی	۰/۰۰۰۳	۱	-۰/۰۱۴۵
دماوند	۰/۰۳۹۳	-۰/۰۱۴۵	۱

ماخذ: یافته‌های تحقیق

حال با توضیحات بیان شده، در جدول زیر وزن بهینه برای سبد دارایی سهام بانک دی متشکل از سه شرکت بوعلی، بیمه دی و دماوند ارائه شده است که سبد *Max* دارای بالاترین بازدهی و ریسک و سبد *Min* کمترین بازدهی و به دنبال آن کمترین ریسک را دارد. همان‌طور که در جدول نیز مشخص است، در سطوح مختلفی از ریسک و بازدهی، سبد بهینه بانک دی متفاوت خواهد بود و بسته به اینکه بانک دی کدام سطح ریسک و بازدهی را متقبل می‌شود، سبد بهینه متفاوتی خواهد داشت. از طرف دیگر نتایج نشان می‌دهد در صورتی معیار محاسبه ریسک بر اساس انحراف از میانگین باشد، نتایج در سطوح بالاتر ریسک و بازدهی نزدیک با محاسبه ریسک بر اساس ارزش در معرض خطر بوده ولی در سطوح پایین‌تر ریسک نتایج کاملاً متفاوت خواهد شد. به طور کلی می‌توان گفت بر اساس محاسبه واریانس انحراف از میانگین، در سطوح بالاتر ریسک و بازدهی سبد دماوند بیش از دو سهم بوعلی و بیمه دی خواهد بوده و در سطوح پایین‌تر، سهم بوعلی بیشتر خواهد بود. این در حالی است که بر اساس ارزش در معرض خطر، سهم دماوند در سطوح مختلف ریسک و بازدهی بیش از دو سهم دیگر است.

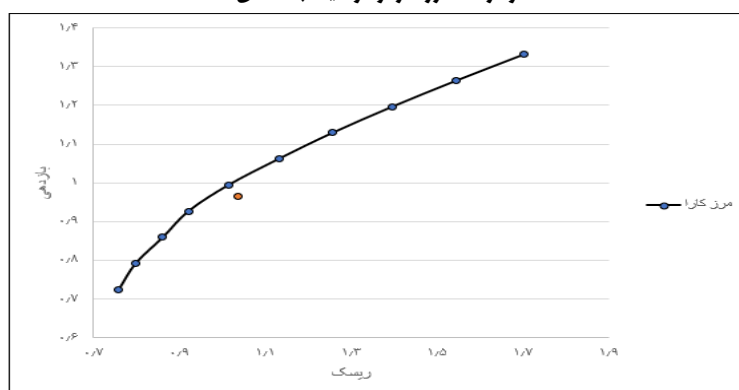
جدول ۳- وزن بهینه برای سبد دارایی بانک دی

	بوعلی		دماوند		دی	
	واریانس ساده	ارزش در معرض خطر	واریانس ساده	ارزش در معرض خطر	واریانس ساده	ارزش در معرض خطر
max	۰/۰	۰/۰	۰/۶	۰/۶	۰/۴	۰/۴
۱	۰/۰	۰/۰	۰/۶۹	۰/۶۵	۰/۳۱	۰/۳۵
۲	۰/۰	۰/۰	۰/۷۷	۰/۷۲	۰/۲۳	۰/۲۸
۳	۰/۰	۰/۰۱	۰/۸۶	۰/۷۷	۰/۱۴	۰/۲۲
۴	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۹۳	۰/۸۱	۰/۰۶	۰/۱۵
۵	۰/۲۳	۰/۰۹	۰/۷۶	۰/۸۴	۰/۰۱	۰/۰۷
۶	۰/۷۷	۰/۱۳	۰/۲۳	۰/۸۴	۰/۰	۰/۰۳
۷	۰/۷۹	۰/۱۹	۰/۲۱	۰/۸۰	۰/۰	۰/۰۱
۸	۰/۸۱	۰/۲۴	۰/۱۹	۰/۷۶	۰/۰	۰/۰
min	۰/۸۴	۰/۲۹	۰/۱۶	۰/۷۱	۰/۰	۰/۰

ماخذ: یافته‌های تحقیق

در نمودار زیر، موقعیت بانک دی نسبت به مرز کارا نشان داده شده است. مرز کارا به صورت نمودار زیر بوده و موقعیت بانک دی نیز به صورت نقطه زیر نمودار مشخص شده است. همان‌طور که در نمودار نیز مشخص است، بر اساس سبد انتخابی برای بانک دی، این شرکت در مرز کارا قرار نداشته و از این‌رو می‌تواند به دو صورت افزایش بازدهی با همان سطح ریسک و کاهش ریسک با همان سطح بازدهی، سبد خود را تغییر داده و به سمت سبد بهینه حرکت کند.

نمودار ۱- مرز کارا و موقعیت بانک دی



ماخذ: یافته‌های تحقیق

در جدول زیر سهم سه سهم برای دسترسی به اهداف مختلف توسط بانک دی ارائه شده است. همان‌طور که در جدول نیز مشخص است، در صورتی که بانک دی به دنبال بدست آوردن ریسک کمتر در بازدهی موجود باشد، بایستی سبد دارایی خود را بین بوعلی و دماوند بصورت ۴۴ و ۵۶ درصد تقسیم نماید و در صورتی که با سطح ریسک موجود به دنبال افزایش بازدهی است، بایستی ۵۱ درصد به دماوند، ۴۵ درصد به بوعلی و ۴ درصد به بیمه دی اختصاص دهد.

جدول ۴- سبد بهینه بر اساس سطح ریسک و بازدهی موجود بر اساس مجموع رشد قیمت و نسبت سود به قیمت

بیمه دی	دماوند	بوعلی	
۰/۰	۰/۵۶	۰/۴۴	سبد بانک دی برای بدست آوردن بازدهی قبلی
۰/۰۴	۰/۵۱	۰/۴۵	سبد بانک دی با سطح ریسک قبلی

ماخذ: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

از زمان ارائه ارزش در معرض خطر (var) در سال ۱۹۹۴ توسط و تراستون، این روش به یکی پرکاربردترین معیار محاسبه ریسک توسط شرکت‌های مالی و تنظیم‌کننده‌ها تبدیل شده است. این رویکرد تلاش می‌کند تا اجزاء چندگانه ریسک بازار را مورد بررسی قرار دهد و ارزشی را محاسبه می‌کند که در یک سبد دارایی در دوره زمانی مشخص و در سطح احتمال معین ممکن است از دست رفته باشد. از آنجایی که در تئوری‌های مدرن بهینه‌سازی سبد دارایی، معیار ریسک و بازدهی به‌صورت همزمان بهینه شده و نیاز به اندازه‌گیری ریسک خواهد بود و از طرف دیگر ارزش در معرض خطر یک رویکرد مناسب برای اندازه‌گیری ریسک است، در این پژوهش به بهینه‌سازی سبد دارایی بانک دی با استفاده از ارزش در معرض خطر پرداخته شد و نتایج با محاسبه واریانس به صورت انحراف از میانگین مقایسه گردید. سه سهام شرکت برق دماوند، بوعلی و بیمه دی به عنوان سه شرکت دارای بیشترین سهم در سبد سرمایه‌گذاری بانک دی و دارای قیمت در تالار بورس اوراق بهادار تهران به منظور تحلیل انتخاب شدند. به منظور انتخاب سبد بهینه از قیمت سهام سه شرکت یاد شده در دوره زمانی فروردین ۱۴۰۱ تا پایان اسفند ۱۴۰۲ به عنوان نمونه انتخاب شدند که داده‌های مورد نظر از سایت بورس استخراج شد. نتایج این مطالعه نشان داد در سطوح مختلفی از ریسک و بازدهی، سبد بهینه بانک دی متفاوت خواهد بود و بسته به اینکه بانک دی کدام سطح ریسک و بازدهی را متقبل می‌شود، سبد بهینه متفاوتی خواهد داشت. از طرف دیگر نتایج نشان می‌دهد در صورتی معیار محاسبه ریسک بر اساس انحراف از میانگین باشد، نتایج در سطوح بالاتر ریسک و بازدهی نزدیک با محاسبه ریسک بر اساس ارزش در معرض خطر بوده ولی در سطوح پایین تر ریسک نتایج کاملاً متفاوت خواهد شد. به صورت کلی نتایج مشخص نمودند که بر اساس سبد انتخابی برای بانک دی، این شرکت در مرز کارا قرار نداشته و از این‌رو می‌تواند به دو صورت افزایش بازدهی با همان سطح ریسک و کاهش ریسک با همان سطح بازدهی سبد خود را تغییر داده و به سمت سبد بهینه حرکت کند. بر این اساس به مدیران بانک دی پیشنهاد می‌گردد که بر اساس محدودیت‌های موجود از نظر حاکمیت شرکتی و افق زمانی مورد نظر خود به تجدید در سبد دارایی خود پرداخته و

در صورتی که شرایط حاکمیت شرکتی این بانک اجازه می‌دهد، با تغییر در سهم سهام، موقعیت را به مرز کارا نزدیک نمایند. البته مدل مورد نظر بدون ایجاد محدودیت برای حداقل و حداکثر وزن محاسبه شده که این موارد نیز می‌تواند در مطالعات قبلی و برای بانک دی مورد مطالعه قرار گیرد.

منابع و مأخذ

- Ahmadi, R., Azar, A., & zomorodianS, G. R. (2023). Relationship between risk and risk - aversion utility Based on Multi-Period prospect theory. *Journal of Investment Knowledge*, 12(46), 533-558. (Persian)##
- Ahmadi-Javid, A., & Fallah-Tafti, M. (2019). Portfolio optimization with entropic value-at-risk. *European Journal of Operational Research*, 279(1), 225-۲۴۱.##
- Asgharpour, Hossein; Rezazadeh, Ali. (2014). Determining the optimal stock portfolio using the value-at-risk method. *Applied Economics Theories*, 2(4), 118-9۳. (Persian)##
- Elton E., Gruber. M. (1997). Modern portfolio theory, 1950 to date. *Journal of Banking & Finance*, 21 (11-12), 1743-۱۷۵۹.##
- Enkhsaikhan, B., & Jo, O. (2024). Risk-averse reinforcement learning for portfolio optimization. *ICT Express*.##
- Ghahtarani, A., & Najafi, A. A. (2018). ROBUST OPTIMIZATION IN PORTFOLIO SELECTION BY 5) m-MAD MODEL APPROACH. *Economic Computation & Economic Cybernetics Studies & Research*, 52(1).##
- Lim, A. E., Shanthikumar, J. G., & Vahn, G. Y. (2011). Conditional value-at-risk in portfolio optimization: Coherent but fragile. *Operations Research Letters*, 39(3), 163-۱۷۱.##
- Li, J., & Xu, M. (2013). Optimal dynamic portfolio with Mean-CVaR criterion. *Risks*, 1(3), 119-147.##
- Mendonça, G. H., Ferreira, F. G., Cardoso, R. T., & Martins, F. V. (2020). Multi-attribute decision making applied to financial portfolio optimization problem. *Expert Systems with Applications*, 158, 113527.##
- Khodamoradi, Saeed; Turabi Guderzi, Mohammad; Rai Ezzabadi, Mohammad Ibrahim. (2012). Mathematical two-stage approach in stock portfolio optimization. *Financial Engineering and Securities Management (Portfolio Management)*, 4 (14), 0-0. SID. <https://sid.ir/paper/405916/fa>. (Persian)##
- Kandahari, Mehssa, Shamshiri, Azima, and Fathi, Saeed. (2016). Stock portfolio optimization based on non-parametric estimation methods. *Production and Operations Management*, 8(1 (serial 14)), 175-1۸۴. SID. <https://sid.ir/paper/۲۱۷۵۸۲/fa>. (Persian)##

- Mollaei, Masoud, Javad Sheikh, Mohammad and Khodamoradi, Saeed (2011), Optimization of Markowitz Risk Management Models, Value at Risk and Parametric Probability Value at Risk Using Local and Global Algorithms in Tehran Stock Exchange, Financial Management and Accounting Perspective, Volume 1, Issue 1, pp. 67-95. [In Persian]##
- Narang, M., Joshi, M. C., Bisht, K., & Pal, A. (2022). Stock portfolio selection using a new decision-making approach based on the integration of fuzzy CoCoSo with Heronian mean operator. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 5(1), ۹۰-۱۱۲.##
- Nasini, S., Labbé, M., & Brotcorne, L. (2022). Multi-market portfolio optimization with conditional value at risk. *European Journal of Operational Research*, 300(1), 350-۳۶۰.##
- Qian, Y., & Wang, J. (2024). Multi-period portfolio optimization: A parallel NSGA-III algorithm with real-world constraints. *Finance Research Letters*, 60, 104868.##
- Raghfar, Hossein and Ajarloo, Narjes (2016), Estimation of Value at Risk of a Sample Bank's Foreign Exchange Portfolio Using the GARCH-EVT-Copula Approach, Iranian Quarterly Journal of Economic Research, Year 21, Issue 61, pp. 113-1۴۱. (Persian)##
- Rahimi, R., & Akbari, A. (2023). Stock portfolio optimization with different algorithms. *Journal of Accounting and Management Vision*, 6(79), 48-55. [In Persian]##
- Savaei, E. S., Alinezhad, E., & Egtesadifard, M. (2024). Stock portfolio optimization for risk-averse investors: A novel hybrid possibilistic and flexible robust approach. *Expert Systems with Applications*, 250, 123754.##
- Taftani Eskoui, Seyyed Ali; Hadipour, Hassan; Abaghri, Hassan. (2018). Optimal stock portfolio using the value-at-risk criterion: Evidence from Tehran Stock Exchange. *Empirical Studies of Financial Accounting*, 16 (61), 157-1۷۸. (Persian)##
- Zhang, T., & Liu, Z. (2017). Fireworks algorithm for mean-VaR/CVaR models. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 483, 1-8.##

Determining the optimal weight of the portfolio of bank assets using value at risk (case study of Bank D)

Shahram Kordi,^۱ Farzaneh Khalili,^۲ Farid Askari^۳ and Mehdi Sadeghi Shahdani^۴

Abstract

In the world of finance and investment, one of the most important challenges is identifying and managing risks associated with assets and investment portfolios. For financial institutions such as banks, understanding and managing these risks not only helps maintain their financial health, but also plays a fundamental role in strategic decision-making and sustainable development. One of the key tools in this field is the concept of Value at Risk (VaR), which is used as a criterion for measuring and evaluating investment risk. In this study, the optimization of the Bank D asset portfolio was addressed using the Markowitz and Value at Risk approaches, and the results were compared by calculating the variance as a deviation from the mean. Three stocks of Damavand Power Company, Bu Ali and Bimih Dey were selected as the three companies with the largest share in the investment portfolio of Bank Dey and with a price on the Tehran Stock Exchange for analysis, and the data from the period of Farvardin 1401 to the end of Esfand 1402 was selected as a sample. The results of this study showed that at different levels of risk and return, depending on which level of risk and return Bank Dey undertakes, it will have a different optimal portfolio. On the other hand, based on the selected portfolio of Bank Dey, this company is not on the efficient frontier and can change its portfolio in two ways: increasing return with the same level of risk and reducing risk with the same level of return and moving towards the optimal portfolio.

Keywords: Value at Risk (VaR), asset portfolio optimization, Ruiker Markowitz, Bank Day.

^۱PhD Candidate, Department of Economics, Abhar Branch, Islamic Azad University, Abhar, Iran. Email Address shahram.kordi@hotmail.com

^۲Corresponding Author, Assistant Professor, Department of Economics, Abhar Branch, Islamic Azad University, Abhar, Iran. Email Address: farzaneh.khalili2001@gmail.com

^۳Assistant Professor, Department of Economics, Abhar Branch, Islamic Azad University, Abhar, Iran. Email Address: fr.asgari@gmail.com

^۴Full Professor, Department of Economics, Imam Sadegh University, Tehran, Iran. Email Address: sadeghi@isu.ac.ir



تعیین کارایی زنجیره تامین سبز در شرکت های منتخب لوازم خانگی ایران

سمیه سازگاری^۱، سید محمدرضا داودی^{۲*} و علیرضا گلی^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۵/۱۳ و تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۹/۲۱

چکیده

این پژوهش با هدف تعیین کارایی زنجیره تامین سبز در شرکت های منتخب لوازم خانگی ایران است. روش تحقیق توسعه ای - کاربردی است که در زمره مدلسازی ریاضی می باشد. جامعه آماری پژوهش حاضر شامل تعدادی از مدیران عالی و کارشناسان مسئول فعال در حوزه صنعت لوازم خانگی منتخب و تعدادی از اساتید دانشگاهی در حوزه زنجیره تامین سبز بودند که ۲۰ نفر به عنوان نمونه انتخاب شدند. در این پژوهش از رویکردهای دلفی فازی و روش تحلیل پوششی داده های فازی استفاده شده است. اطلاعات از ۹ شرکت لوازم خانگی (منتخب) جمع آوری شده بود، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در این مقاله ابتدا با مرور ادبیات و مصاحبه با خبرگان علم - صنعت، معیارهای تاثیرگذار بر مدیریت زنجیره تامین سبز شناسایی و با استفاده از روش دلفی فازی یک غربالگری طی دو مرحله انجام شد که در نهایت ۷ معیار مورد تایید قرار گرفت. سپس با استفاده از روش تحلیل پوششی داده های فازی به رتبه بندی واحدهای تحت ارزیابی پرداخته شد. نتایج نشان داد که شرکت آ، دارای بهترین کارایی و سبز ترین زنجیره تامین است و شرکت ح دارای بدترین مقدار کارایی می باشد، که لزوم توجه بیشتر به شرکت های دارای کارایی پایین احساس می گردد. به منظور نشان دادن قابلیت مدل پیشنهادی، مدل توسعه داده شده با مدل پایه هم ارز خود مقایسه شد و دقت مدل توسعه داده شده نتیجه گرفته شد.

واژه های کلیدی: مدیریت زنجیره تامین سبز، ارزیابی عملکرد، کارایی، تحلیل پوششی داده های فازی، دلفی فازی.

۱. دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی (مالی)، گروه مدیریت، واحد دهقان، دانشگاه آزاد اسلامی، دهقان، ایران.
Somayeh.sazegari@gmail.com

۲. دانشیار، گروه مدیریت، واحد دهقان، دانشگاه آزاد اسلامی، دهقان، ایران. (نویسنده مسئول) smrdavoodi@ut.ac.ir

۳. استادیار، گروه مهندسی صنایع و آینده پژوهی، دانشکده فنی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران goli.a@eng.ui.ac.ir

مقدمه

شیوه‌های تجاری ناپایدار، جهان را در برابر خطرات شدید پایداری آسیب‌پذیر کرده است (جان و همکاران، ۲۰۱۹). گرمایش جهانی، تغییرات آب و هوایی، تخریب و سوء استفاده از منابع، موارد فزاینده نقض حقوق بشر، کمبود مواد غذایی، تولید زباله‌های خطرناک و انباشت مواد شیمیایی از جمله خطرات کلیدی پایداری هستند (محمد و همکاران، ۲۰۱۶). از آغاز دهه، خطرات پایداری به طور قابل توجهی افزایش یافته است. با درک افزایش خطرات پایداری جهانی، سازمان ملل متحد اهداف توسعه پایدار خود را در سال ۲۰۱۵ اعلام کرد (خان و همکاران، ۲۰۲۳). اهداف توسعه پایدار که پایداری اجتماعی، زیست‌محیطی و اقتصادی را در بر می‌گیرد، تغییر شیوه‌های تجاری، از جمله شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین، برای ایجاد صنایع پایدار و در نتیجه کاهش خطرات پایداری جهانی است (تسنگ و همکاران، ۲۰۱۹). این فشار به سوی تحول صنعتی پایدار جهانی، کسب‌وکارها را تشویق کرده است تا چارچوب مدیریت زنجیره تامین سنتی خود را به مدیریت زنجیره تامین سبز ارتقا دهند (گرین و همکاران، ۲۰۱۹). چارچوب حرکت به سمت مدیریت زنجیره تامین سبز همچنین نتیجه افزایش فشار مشتری بر شرکت‌ها برای اتخاذ شیوه‌های پایداری زیست‌محیطی (سبز) است که با استراتژی‌های سبز و سازگار با محیط زیست مطابقت دارد و در نتیجه اثرات نامطلوب زیست‌محیطی محصولات و خدمات آن‌ها را کاهش می‌دهد (احمد و همکاران، ۲۰۱۹).

مفهوم و شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین سبز به طور گسترده در دو دهه اخیر به دلیل افزایش نیاز به کاهش آلودگی و حفظ منابع مورد بحث قرار گرفته است. رویکرد مدیریت زنجیره تامین سبز نیازمند تلاش‌های هماهنگ شرکای بالادستی و پایین دستی برای برآوردن انتظارات رو به رشد آگاهانه محیط‌زیست در زنجیره تامین است (فنگ و همکاران، ۲۰۲۲). در طول دهه گذشته، بسیاری از شرکت‌ها در سراسر جهان مدیریت زنجیره تامین سبز را به عنوان راهی برای ارتقای مزیت رقابتی خود در بازار جهانی پیاده‌سازی کرده‌اند (دابی و همکاران، ۲۰۱۷). مدیریت زنجیره تامین سبز یک فلسفه سازمانی است که ابعاد محیطی را با شبکه زنجیره تامین سنتی که شامل تهیه، تدارکات، تولید، توزیع و دفع یا استفاده مجدد/بازیافت می‌شود، ادغام می‌کند. بنابراین، علاقه به طراحی زنجیره‌های تامین آگاهانه محیط‌زیست در حال افزایش است (بسکابادی و همکاران، ۲۰۲۲).

مدیریت زنجیره تامین سبز برای شرکت‌ها اهمیت زیادی دارد. با توجه به افزایش آگاهی‌ها از مسائل محیطی و اجتماعی، شرکت‌ها نیاز دارند تا مسائل محیطی و پایداری را در زنجیره تامین خود لحاظ کنند. این موضوع می‌تواند به بهبود عملکرد شرکت و رضایت مشتریان منجر می‌شود (سیلوا و همکاران، ۲۰۲۱). زنجیره تامین سبز می‌تواند آلودگی محیط زیست و هزینه‌های تولید را کاهش دهد و همچنین می‌تواند باعث رشد اقتصادی، ایجاد مزیت رقابتی از نظر رضایت بیشتر مشتری، تصویر مثبت و شهرت بنگاه اقتصادی شود و فرصت بهتری را برای صادرات محصولاتمان به کشورهای طرفدار محیط زیست فراهم کند. ایده سبز شامل نوآوری‌ها و تکنیک‌های جدیدی برای محافظت از پایداری محیط زیست می‌شود که می‌توان با مسئولیت اجتماعی شرکت‌ها، تولید سبز، کاهش ضایعات، بازیافت و بازسازی مجدد زنجیره تامین دوستانه/ سازگار با محیط زیست آن را در زنجیره تامین گسترش داد (هایون و همکاران، ۲۰۲۱). امروزه در جهان، با افزایش آگاهی‌های زیست محیطی، بنگاه‌ها با فشارهای شدید

از طرف ذی‌نفعان مختلف از جمله دولت و مشتریان برای کاهش اثرات مضر آنها بر محیط زیست روبرو می‌شوند. از چند دهه گذشته، تأثیرات فزاینده ای از گرم شدن کره زمین، تغییرات آب و هوایی، زیاله‌ها و آلودگی هوا باعث افزایش توجه جهانی کارشناسان به موضوع زنجیره تامین سبز شده است و آن‌ها راه‌به سمت راه حل بهینه سبز شدن سوق داده است. مدیریت زنجیره تامین سبز در ایجاد انگیزه برای پایداری سازمان نقش مهمی دارد. با افزایش نگرانی‌های زیست محیطی به طور مداوم، مدیریت زنجیره تامین سبز یکی از نگرانی‌های همیشگی جامعه به خصوص در کشورهای توسعه یافته تبدیل شده است. اهمیت و مزایای زنجیره تامین سبز چیزی فراتر از ممانعت استفاده از مواد شیمیایی سمی و یا کاهش دادن انتشار آلاینده‌ها به محیط زیست است. اصول مدیریت زنجیره تامین سبز می‌تواند برای تمام بخش‌های یک سازمان مورد استفاده قرار بگیرد و در تمام زمینه‌های ملموس و غیرملموس اثرگذار باشد (بادی و مرتق، ۲۰۱۹).

برای ارزیابی عملکرد زنجیره تامین سبز، استفاده از روش‌های تحلیل پوششی داده‌های فازی به عنوان روش جدید و قابل اطمینان در حوزه مدیریت زنجیره تامین مورد توجه قرار بگیرد. این روش‌ها، امکان تحلیل و بررسی عملکرد زنجیره تامین در شرایط مختلف را فراهم می‌کنند و به مدیران کمک می‌کنند تا تصمیمات بهتری درباره بهبود عملکرد زنجیره تامین سبز بگیرند (اسدی و همکاران، ۲۰۲۳). هر سازمان را می‌توان به مثابه سیستمی در نظر گرفت که با دریافت منابع مورد نیاز خود، محصولات یا خدماتی را تولید می‌کند. با توجه به محدودیت منابع و نیاز روز افزون به محصولات و خدمات هر سازمان در مقایسه با همتهایش وقتی بهتر عمل می‌کند که با صرف منابع کمتر محصولات یا خدماتی برابر و یا بیشتر از دیگری تولید نماید و یا با صرف منابع برابر یا کمتر، محصولات یا خدمات بیشتری ارائه دهد. کارایی نسبی در واقع مفهومی است که امکان مقایسه عملکرد هر سازمان را در مقایسه با همتهایش در مصرف منابع و تولید محصولات یا خدمات فراهم می‌کند (طاهری نژاد و علی نژاد، ۲۰۲۳). تحلیل پوششی داده‌ها که توسط چارنز و همکاران در سال ۱۹۷۸ بر مبنای کار فارل معرفی گردید. روشی کارآمد برای محاسبه نسبی است. یک روایت ساده از تحلیل پوششی داده‌ها این است که این روش در واقع نوعی ارزیابی خوش بینانه است که هر بار با انتخاب یک واحد که اصطلاحاً تحت ارزیابی نامیده می‌شود و تخصیص بهترین وزن‌ها نسبت خروجی وزن داده شده به ورودی وزن داده شده را برای آن واحد حداکثر می‌کند، در حالی که این نسبت برای همه واحدهای مورد مقایسه طوری محدود شده که نمی‌تواند از یک تجاوز کند (جهانشاهلو و همکاران، ۱۳۹۱). تحلیل پوششی داده‌ها روشی کارآمد برای مقایسه و محاسبه کارایی نسبی تعدادی واحد که با صرف ورودی‌های مشابه خروجی مشابه تولید می‌کند. اما در دنیای واقعی مواردی وجود دارند که واحدهای تصمیم گیرنده خود متشکل از زیرواحدهایی هستند که به طور مستقل، ورودی‌ها را صرف تولید خروجی‌ها می‌کنند (کوک و گرین، ۲۰۰۵؛ کوپر و همکاران، ۲۰۰۵؛ کائو، ۲۰۰۹). بنابراین این مقاله به دنبال پاسخگویی به این سوال است که چگونه کارایی زنجیره تامین سبز در شرکت‌های منتخب لوازم خانگی ایران تعیین می‌شود؟

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

مفهوم مدیریت زنجیره تامین سبز

ایده زنجیره تامین سبز توسط موسسه تحقیقات تولید دانشگاه ایالتی میشیگان توسعه یافت. این امر براساس تحقیقات نظریه تولید سبز و فن آوری مدیریت زنجیره تامین به منظور دستیابی به هدف حفاظت از محیط زیست و بهبود میزان بهره برداری از منابع توسعه یافت (تسنگ و همکاران، ۲۰۱۹). مدیریت زنجیره تامین سبز به عنوان فراهم کننده امکانات یک زنجیره تامین سازگار با محیط زیست بعد از دهه ۱۹۹۰ به عنوان یک رشته تخصصی مطرح شد (سرینگ و مولر، ۲۰۰۸). مدیریت زنجیره تامین سبز چندین سال است که وجود داشته و توجه زیادی از دانشگاهیان و افراد متخصص در این زمینه را به دلیل وخامت محیطی و افزایش آگاهی از حفاظت از محیط زیست جلب کرده است. تحقیقات زنجیره تامین سبز عمدتاً بر روی تصمیمات عملیاتی زنجیره تامین و قراردادهای همکاری تمرکز دارد (کانگ و همکاران، ۲۰۲۱). لی و همکاران (۲۰۱۶) تولید محصولات سبز را توسط تامین کنندگان در نظر گرفت و استراتژی قیمت گذاری و استراتژی سبز را مورد مطالعه قرار دادند. در مورد موضوع مدیریت زنجیره ی تامین سبز در سال های اخیر بحث های زیادی شده است (ژائو و همکاران، ۲۰۱۳) و طبق نظر سارکیس (۲۰۱۲) به صورت زیادی توسط صنعت شناسایی و متحد شده است. بطور کلی، تمرکز این بحث ها برای مشخص کردن انگیزه ها، فشارها و موانع برای پذیرش تمرین های مدیریت زنجیره تامین سبز می باشد. یکی از موضوع های مهم در مورد شناخت مدیریت زنجیره تامین سبز این است که چگونه شرکت ها این فرایندها را راه اندازی کنند. به این دلیل که بطور کلی، مطالعات تجربی نشان داده اند که سازماندهی پذیرش در تمرینات داخلی مدیریت زنجیره تامین سبز نسبت به تمرینات خارجی سختی و شدت بیشتری دارد (جایور و همکاران، ۲۰۱۴). مدیریت زنجیره تامین سبز از منظر چرخه عمر محصول شامل تمامی مراحل از مواد اولیه، طراحی و ساخت محصول، فروش محصول و حمل و نقل، استفاده از محصول و بازیافت محصولات می باشد. با استفاده از مدیریت زنجیره تامین و فناوری سبز، شرکت میتواند تأثیرات منفی زیست محیطی را کاهش می دهد و به استفاده مطلوب از منابع و انرژی دست یابد (گائو و همکاران، ۲۰۲۱). برخی از محققان مدیریت زنجیره تامین سبز را بر تفکر زیست محیطی در مدیریت زنجیره تامین از جمله طراحی محصول، تهیه و انتخاب مواد، فرآیندهای تولید، تحویل محصول نهایی به مصرف کنندگان و همچنین، مدیریت حیات محصول پس از پایان عمر مفید آن تعریف می کنند (هو و همکاران، ۲۰۱۹). مدیریت زنجیره تامین سبز دربرگیرنده روش هایی است که به طور بالقوه وقوع مسائل زیست محیطی مانند آلودگی، مصرف منابع غیر پایدار و دفع نامناسب محصول (شارما و همکاران، ۲۰۱۷؛ لاری و همکاران، ۲۰۱۶) را طی فرآیند تولید محصول نهایی در سازمان های تولیدی به حداقل می رساند (ژائو و همکاران، ۲۰۱۷؛ شارما و همکاران، ۲۰۱۷). امروزه، مدیریت زنجیره تامین سبز روشی ایده آل برای شرکت ها جهت دستیابی به سودهای بالاتر، به حداقل رساندن اتلاف منابع و بهبود کارایی اکولوژیکی (زید و همکاران، ۲۰۱۸)، ایجاد تعادل در مسائل اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی شرکت ها و ارتقا وضعیت پایداری سازمانی در نظر گرفته

شده است (لوترا و همکاران، ۲۰۱۶). در اصل، مدیریت زنجیره تامین سبز شامل چندین شیوه است، از جمله مدیریت داخلی محیط زیست، خرید سبز، همکاری محیطی مشتریان و لجستیک معکوس است، از طریق شیوه های مدیریت زنجیره تامین سبز، صاحبان کسب و کار قادر به مقاومت در برابر فشارهای محیطی نظارتی دولت و همچنین مردم (خریداران، مشتریان و جوامع) هستند. شیوه های مدیریت زنجیره تامین سبز سازمان ها را وادار می کند تا عملکرد کلی خود را از طریق نوآوری سبز بهبود بخشند. اجرای اقدامات برای حفاظت از محیط زیست (از جمله اکوسیستم های خاک، هوا و آب) به طور کلی عملکرد محیطی نامیده می شود. به عبارت دیگر عملکرد محیطی به نتایج واقعی تلاش های زیست محیطی از نظر حفاظت از محیط زیست اشاره دارد (عبیدات و همکاران، ۲۰۲۰). این مفهوم برای شرکت ها از اهمیت بیشتری برخوردار است. واگنر (۲۰۱۳) استدلال می کند که بهبود عملکرد محیطی منجر به عملکرد اقتصادی بهتر می شود. از این رو، افزایش آگاهی از محیط زیست باعث شده است نگرانی های مسائل زیست محیطی در نهادهای نظارتی عمومی و سایر ذینفعان گسترش یابد. از طرفی، خریداران نیز به طور فزاینده بر رفتار محیطی شرکتها تمرکز می کنند و این بر وفاداری و ترجیحات برند آنها تأثیر می گذارد (عبیدات و همکاران، ۲۰۲۰). چشم اندازهای قابل توجهی در بهبود عملکرد محیطی سازمان های تولیدی از طریق راهبردهای مدیریت محیطی، مانند مدیریت زنجیره تامین سبز و شیوه های نوآوری سبز وجود دارد (سمن و همکاران، ۲۰۱۹). از طریق اجرای شیوه های مدیریت منابع انسانی سبز، سازمان ها تشویق می شوند تا روابط خود را با تامین کنندگان و مشتریان بهبود بخشیده و برای دستیابی به عملکرد محیطی افزایش دهند، برای این کار، سازمان ها بایستی از تامین کنندگان خود اطمینان حاصل کنند تا مواد اولیه مطابق با محیط زیست برای آنها تهیه کنند تا بتوانند تأثیرات منفی زیست محیطی را طی فرآیندهای تولید به حداقل برسانند (لتونوفسکا و همکاران، ۲۰۲۳).

ارزیابی عملکرد کارایی با رویکرد تحلیل پوششی داده ها

زنجیره تامین شامل تمامی مراحل است که به طور مستقیم یا غیرمستقیم با تامین تقاضا و برطرف کردن مشتری ارتباط دارد. طراحی شبکه زنجیره تامین عبارت است از تصمیمات استراتژیک برای تعیین پیکره کلی زنجیره تامین. یکی از ابزارهای مناسب و کارآمد در ارزیابی کارایی زنجیره تامین، تحلیل پوششی داده ها است. این روش غیر پارامتری برای محاسبه کارایی واحدهای تصمیم گیرنده است. نخستین بار فارل (۱۹۵۷) مدلی برای ارزیابی و محاسبه کارایی ارائه داد. پس از دو دهه چارنز، کوپر و رودز (۱۹۷۸) روش فارل را تعمیم دادند و آن را روش تحلیل داده ها نامیدند. آنها موسسات ارزیابی شونده را واحد تصمیم گیری نامیدند که وظیفه تبدیل خروجی به ورودی را بر عهده دارند. در سال های اخیر در خصوص ارزیابی عملکرد و تعیین میزان بهره وری سازمان ها توجه خاصی صورت گرفته و کاربردهای مختلف زنجیره تامین نیز مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته است. زنجیره تامین شبکه ای شامل چهار بخش تامین کننده، تولیدکننده، توزیع کننده و مشتری از نظر اندازه و پیچیدگی با یک زنجیره ساده که نشان دهنده تصمیم گیری مستقل می باشد، متفاوت است. رفتارها و تعاملات آنها نیز با هم فرق می کنند. بنابراین

سنجش عملکرد زنجیره تأمین چهار بخشی باید طوری طراحی شود تا ویژگی های شبکه ای این زنجیره و تعاملات آن مد نظر قرار گیرد. به طور کلی هرچه زنجیره تأمین بزرگتر و پیچیده تر باشد، ارزیابی آن مشکل تر و چالش برانگیز تر خواهد بود. در بین روش های ارزیابی، تحلیل پوششی داده ها به طور گسترده در ارزیابی عملکرد نسبی مجموعه ای از فرآیندهای تولید به نام واحدهای تصمیم گیرنده، استفاده می شود. این روش غیر پارامتریک با ارائه مدل های مختلف قادر است واحدهای تصمیم گیرنده ای که با مصرف چندین ورودی، چندین خروجی تولید می نمایند را ارزیابی نماید. مدل های کلاسیک *DEA*، هیچ نظریه ای در ارتباط با فعالیت داخلی زنجیره تأمین (واحدهای تصمیم گیرنده) نداشته و آنها را به عنوان یک جعبه سیاه در نظر می گیرند به طوریکه ورودی های اولیه مصرف شده و خروجی های نهایی تولید شده آنها را جهت محاسبه کارایی مد نظر قرار می دهند. اینکه فعالیت ها و محصولات میانی زنجیره تأمین در نظر گرفته نمی شود، مناسب فرآیند تولید ساده بوده و در سیستم شبکه ای پیچیده کاربرد لازم را ندارد. در این پژوهش ارزیابی زنجیره تأمین شبکه ای در حضور ورودی ها و خروجی های غیر قابل کنترل، خروجی های نامطلوب و منفی مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد. برای تشخیص ناکارایی و علل آن در بخش های میانی، محققین زیادی تلاش کردند مدل جعبه سیاه را رد کنند و ساختار درونی زنجیره تأمین را در مدل های *DEA* در نظر بگیرند. این مدل ها در ادبیات تحلیل پوششی داده ها، *DEA* شبکه ای نامیده می شوند. زنجیره تأمین یکی از مهم ترین و کاربردی ترین حالت های *DEA* شبکه ای می باشد. تهیه برنامه ریزی شده مواد اولیه، طراحی و تولید محصولات مناسب، توزیع و حمل و نقل بهینه آنها و در نهایت ارائه خدمات به مشتریان و رضایت آنها در قالب مدیریت زنجیره تأمین، مورد توجه بسیاری قرار دارد. در مدیریت زنجیره تأمین، کلیه اندازه گیری کارایی ها به دنبال دو هدف نهایی کاهش هزینه و افزایش سود می باشد. در زمینه تحلیل پوششی داده ها با ساختار شبکه ای، تحقیقات زیادی انجام شده که در تمامی آنها سعی شده حالت های مختلفی از یک شبکه را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهند. به منظور اندازه گیری مناسب جهت محاسبه کارایی زنجیره تأمین، لازم است هم خواص شبکه ای زنجیره در نظر گرفته شود و هم روابط بین "تأمین کننده"، "تولیدکننده"، "توزیع کننده" و "مشتری" نیز لحاظ گردد (کرماج و همکاران، ۲۰۲۳).

برای اندازه گیری کارایی به روش تحلیل پوششی داده ها مدل های مختلفی توسط محققان بیان و بررسی شده است که دو مدل چارنز، کوپر و رودز و بنکر، کوپر و چارنز از مدل های پایه و سنتی تحلیل پوششی داده ها محسوب می شوند که الگوهای خطی برای حل مسائل کارایی در حالت چند ورودی و چند خروجی هستند؛ و به ترتیب از نوع تکنولوژی بازده به مقیاس ثابت و متغیر هستند. در این روش با به کارگیری مجموعه ای از نقاط که توسط برنامه ریزی خطی تعیین شده اند، یک منحنی مرزی کارا ایجاد می شود. روش برنامه ریزی خطی با یک سری بهینه سازی، مشخص می شود که آیا واحدهای تصمیم گیری مدنظر روی خط کارایی قرار گرفته است یا خارج از آن قرار دارد. هدف اصلی تحلیل پوششی داده ها، تعیین کارایی یک سیستم یا واحد تصمیم گیری از طریق فرآیند تبدیل ورودی ها به خروجی ها است. واحدی که دارای کارایی مساوی یک باشد، واحد کارا نام دارد و دیگر واحدها که کارایی بین صفر و یک دارند، واحدهای ناکارا شناخته می شوند. مدل چارنز، کوپر و رودز اولین مدل تحلیل پوششی

داده‌ها است که برای اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده است که در سال ۱۹۷۸ توسط چارنز، کوپر و رودز ارائه شده است. این مدل دارای دو ماهیت ورودی و خروجی است. فرم مضربی خطی شده ورودی محور مدل چارنز، کوپر و رودز به صورت معادلات (۱) تعریف می‌شود (اسدی و همکاران، ۲۰۲۳).

(۱)

$$\begin{aligned} \min \quad & \sum_{i=1}^m v_i x_{io} \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{j=1}^m v_j x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \geq 0 \\ & \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} = 1 \\ & v_i \geq 0 \quad i = 1, \dots, m \\ & u_r \geq 0 \quad r = 1, \dots, s \end{aligned}$$

که در معادلات ۱:

مقدار خروجی ام تولید شده به وسیله

مقدار ورودی ام تولید شده به وسیله

وزن داده شده به خروجی ام،

وزن داده شده به ورودی ام.

بنکر، چارنز و کوپر با تغییر در مدل چارنز، کوپر و رودز، مدل جدیدی را ارائه کردند که با توجه به حروف اول نام آن‌ها به **BCC** مشهور شد. این مدل در ارزیابی کارایی نسبی مانند مدل چارنز، کوپر و رودز شعاعی عمل می‌کند. با این تفاوت که در این مدل از بازده به مقیاس متغیر تبعیت می‌کند. مدل بنکر، چارنز و کوپر را می‌توان؛ مانند مدل چارنز، کوپر و رودز در ماهیت ورودی و خروجی بیان کرد. در ماهیت ورودی هدف، کاهش ورودی‌ها و در ماهیت خروجی هدف، افزایش خروجی‌هاست البته تا جایی

که از ناحیه شدنی خارج نشویم. مدل بنکر، چارنز و کوپر شامل قید تحدب مشاهدات یعنی
توجه به اینکه با افزایش قیود در مدل برنامه‌ریزی خطی، ناحیه شدنی کوچکتر می‌شود، لذا مقدار بهینه تابع هدف بهتر نمی‌شود،
پس اگر مقدار بهینه مدل چارنز، کوپر و رودز و مقدار بهینه مدل بنکر، چارنز و کوپر در ارزیابی
واحد تحت ارزیابی باشند، آنگاه رابطه این دو همواره برقرار است (فخر موسوی و همکاران، ۲۰۲۳).

(۲)

واحد تحت ارزیابی در مجموعه امکان تولید بنکر، چارنز و کوپر کارا است اگر و فقط اگر
 صورت واحد تحت ارزیابی ناکارا خواهد بود . به عبارت دیگر واحد تحت ارزیابی کارای بنکر، چارنز و کوپر
 است اگر و تنها اگر برای هر جواب بهینه
 در مدل بنکر، چارنز و کوپر دو شرط زیر برقرار
 باشد:

متغیرهای کمکی و همه صفر باشند.

در غیر این صورت واحد تحت ارزیابی را ناکارای بنکر، چارنز و کوپر می نامند که نشان دهنده ناکارایی در ماهیت ورودی است.
 در واقع مدل مضربی بنکر، چارنز و کوپر ورودی محور مطابق معادله (۳) در زیر است.

(۳)

$$\begin{aligned} \min \quad & \sum_{i=1}^m v_i x_{io} + v_o \\ s. t \quad & \sum_{i=1}^m v_j x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} + v_o \geq 0 \quad j = 1, \dots, n \\ & \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} = 1 \\ & v_i \geq 0 \quad i = 1, \dots, m \\ & u_r \geq 0 \quad r = 1, \dots, s \end{aligned}$$

علامت در آزاد v_o

در جدول (۱) مروری از مطالعات گذشته مرتبط با موضوع پژوهش ارائه شده است.

جدول ۱- پیشینه پژوهش

ردیف	محقق/ سال	هدف
۱	ترکاشوند و همکاران (۱۴۰۲)	در پژوهش خود با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه ای و داده کاوی به کارایی زنجیره تامین سبز در صنعت طیور پرداختند.
۲	شمسی جامخانه و همکاران (۱۳۹۹)	در پژوهش خود به کارایی و عملکرد زنجیره تامین با ساختار سه مرحله‌ای با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای پرداختند.
۳	شجاع و همکاران (۱۳۹۹)	در مقاله خود کارایی زنجیره تامین چهار مرحله‌ای در حضور عوامل غیرقابل کنترل، نامطلوب و منفی با استفاده از مدل SBM در تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای ارزیابی کردند.
۴	حسین زاده سلجوقی و رحیمی (۱۳۹۸)	در پژوهش خود به ارزیابی کارایی و بازده به مقیاس زنجیره تامین صنایع رزین ایران با مدل تحلیل پوششی داده‌های قطعی و فازی پرداختند.

۵	امینی و علی نژاد (۱۳۹۸)	در پژوهش خود به ارزیابی مدیریت زنجیره تامین سبز شرکت‌های مواد نوشیدنی با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه ای پرداختند.
۶	لیانو و همکاران (۲۰۲۴)	در پژوهش خود به تحول دیجیتال و کارایی زنجیره تامین سبز شرکتی پرداختند.
۷	عبدالله و همکاران (۲۰۲۳)	در پژوهش خود به تأثیر سیستم تولید هوشمند، سبز، انعطاف‌پذیر و ناب بر عملکرد شرکت‌های کوچک و متوسط با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده پرداختند.
۸	ژانگ و همکاران (۲۰۲۳)	در مقاله خود به شناسایی شاخص‌های حیاتی در ارزیابی عملکرد زنجیره‌های تامین سبز با استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره ترکیبی پرداختند.
۹	تاج بخش و حسنی (۲۰۱۵)	در مقاله خود یک رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی پایداری در شبکه‌های زنجیره تامین ارائه کردند.
۱۰	آزادی و همکاران (۲۰۱۵)	در پژوهش خود یک مدل تحلیل پوششی داده‌های فازی جدید برای ارزیابی کارایی و اثربخشی تامین کنندگان در زمینه مدیریت زنجیره تامین پایدار را ارائه کردند.
۱۱	میرهدایتیان و همکاران (۲۰۱۴)	در مقاله خود یک مدل جدید تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای برای ارزیابی کارایی مدیریت زنجیره تامین سبز ارائه دادند.

ماخذ: یافته‌های تحقیق

روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضر با توجه به ماهیت و اهداف، یک تحقیق کاملاً توسعه ای - کاربردی است که در زمره مدل‌سازی ریاضی می‌باشد. در این تحقیق ابتدا با استفاده از دور مذاکرات دلفی به شیوه فازی مهمترین شاخص‌ها برای مدیریت زنجیره تامین سبز تعیین می‌شوند. سپس، با استفاده از رویکرد سوارای فازی اهمیت هر یک از شاخص‌ها تعیین می‌شود. در نهایت با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌های فازی عملکرد کارایی ۹ شرکت تولیدی لوازم خانگی (منتخب) اولویت‌بندی می‌شوند. جامعه آماری پژوهش حاضر شامل تعدادی از مدیران عالی، کارشناسان مسئول فعال و اساتید دانشگاه در حوزه زنجیره تامین سبز می‌باشد. در این پژوهش با بهره‌گیری از روش نمونه‌گیری هدفمند و گلوله برفی ۲۰ نفر از خبرگان علم- صنعت که ۱- دارای سابقه ۸ سال به بالا در کار داشتند ۲- دارای مدرک مربوطه باشند ۳- تمایل به همکاری در این حوزه را داشتند، پرسشنامه طراحی شده در اختیار آن‌ها قرار داده شد. در جدول (۲)، مشارکت کنندگان از حیث جنسیت، تحصیلات، سمت شغلی و سابقه کار نشان داده شده است.

جدول ۲- ویژگی جمعیت شناختی مشارکت کنندگان

ردیف	رشته تحصیلی و مقطع تحصیلی	سابقه کار	سمت شغلی	سن
۱	مدیریت مالی	۱۵ سال	مدیر مالی	۳۸
۲	مدیریت اجرایی	۱۴ سال	مدیر اداری	۴۰
۳	مدیریت صنعتی	۸ سال	مدیر انبار	۴۴
۴	مدیریت بازاریابی	۲۰ سال	مدیر خدمات پس از فروش	۵۰
۵	مدیریت صنعتی	۱۷ سال	مدیر تولید	۴۲
۶	مهندسی صنایع	۱۸ سال	مدیر کیفیت	۵۵
۷	مدیریت مالی	۱۶ سال	مدیر فروش	۴۳
۸	حسابداری	۲۰ سال	مدیر حسابداری	۴۲
۹	مهندسی مالی	۲۰ سال	مدیر بازرگانی	۴۷
۱۰	مهندسی صنایع	۱۵ سال	مدیر مهندسی	۴۰
۱۱	مدیریت صنعتی	۲۰ سال	مدیر خرید	۳۵
۱۲	اقتصاد	۱۲ سال	مدیر بازاریابی	۳۲
۱۳	حسابداری	۱۵ سال	مدیر مالی	۴۰
۱۴	صنایع	۲۰ سال	مدیر تولید	۴۱
۱۵	مهندسی برق	۲۰ سال	مدیر مهندسی	۴۵
۱۶	مدیریت مالی	۱۰ سال	استاد دانشگاه	۴۷
۱۷	مهندسی مالی	۸ سال	استاد دانشگاه	۴۴
۱۸	مدیریت صنعتی	۱۵ سال	استاد دانشگاه	۴۵
۱۹	مدیریت صنعتی	۱۰ سال	استاد دانشگاه	۴۶
۲۰	مدیریت صنعتی	۱۱ سال	استاد دانشگاه	۴۲

ماخذ: یافته‌های تحقیق

در این پژوهش، با توجه به اینکه از ابتدا برای قدم برداشتن در مراحل تحقیق، پروتکل‌هایی تعریف می‌شود بنابراین دارای قابلیت اعتبار، تایید است. همچنین، با توجه به اینکه کلیه مراحل تحقیق به روشنی معرفی و بیان شده اند، لذا قابل انتقال و تعمیم به پژوهش‌های دیگر نیز می‌باشد. سرانجام، با توجه به اینکه در طول تحقیق همواره سعی می‌شود تا مدلی در خور و مناسب تهیه و ساخته شود، محقق با مقایسه آن در مقابل مدل‌های موجود تلاش می‌کند تا از مدل ساخته شده در ذهن خواننده اطمینان ایجاد نماید.

مراحل اجرای روش

مرحله اول: روش دلفی فازی

دلفی فازی روشی برای دستیابی به توافق از دیدگاه خبرگان مبتنی بر اصول محاسبات منطق فازی و سیستم استنتاج فازی است. در این روش کوشش می‌شود با استفاده از اعداد فازی و محاسبات فازی دیدگاه خبرگان بهتر بازنمایی می‌شود. بر طبق این روش، در گام نخست باید خبرگان شناسایی شوند. اصل ناشناسی مهم‌ترین نکته در اجرای این روش است به این معنا که اعضای پنل خبرگان نباید از وجود هم مطلع باشند. براساس قیدهای مشخصی مانند تحصیلات و سابقه کاری مرتبط خبرگان را شناسایی می‌نماییم. تعداد ۶ تا ۱۲ نفر از خبرگان در این مرحله شناسایی می‌نماییم. بر طبق الگوریتم اجرای تکنیک دلفی فازی برای غربالگری نخست باید طیف فازی مناسبی برای فازی‌سازی عبارات کلامی پاسخ‌دهندگان توسعه داد. برای این منظور می‌توان از روش‌های توسعه طیف فازی استفاده کرد یا از طیف‌های فازی متداول برای این منظور استفاده کرد. برای نمونه می‌توان از طیف پنج درجه مطابق جدول ۳ استفاده کرد. اعداد فازی مثلثی متناظر با طیف لیکرت ۵ درجه در این جدول نشان داده شده اند. در این جدول، با استفاده از روش مینکوفسکی مطابق با رابطه ۴ فازی زدایی انجام می‌شود که مقدار قطعی متناظر هر مقدار کلامی و مقدار فازی و عدد مثلثی نوشته شده است (طالع زاده و همکاران، ۱۳۹۶).

(۴)

که در رابطه ۴، مقدار قطعی فازی زدایی شده، مقدار حد وسط در بازه مثلثی، کران بالا مثلثی و کران پایین بازه مثلثی است.

جدول ۳- اعداد فازی طیف لیکرت ۵ درجه (طالع زاده و همکاران، ۱۳۹۶)

مقدار قطعی	عدد فازی مثلثی	مقدار فازی	نماد	متغیر کلامی
۰/۰۶۲۵	(0,0,0.25)	$\tilde{1}$	UL	خیلی کم
۰/۳۱۲۵	(0,0.25,0.25)	$\tilde{2}$	L	کم
۰/۶۲۵	(0.25,0.5,0.25)	$\tilde{3}$	M	متوسط
۰/۸۷۵	(0.5,0.75,1)	$\tilde{4}$	H	زیاد
۱/۰۶۲۵	(0.75,1,1)	$\tilde{5}$	VH	خیلی زیاد

ماخذ: یافته‌های تحقیق

اگر مطابق با جدول (۳) فازی زدایی انجام شود، در اینصورت می‌توانیم با انتخاب یک مقدار برای شدت آستانه، شاخص‌هایی که مقدار کمتر برای آستانه دارند را حذف نماییم و روش دلفی را برای راند بعدی ادامه دهیم. راندهای دلفی تا جایی ادامه پیدا می‌کند که دیگر شاخصی حذف یا اضافه نشود.

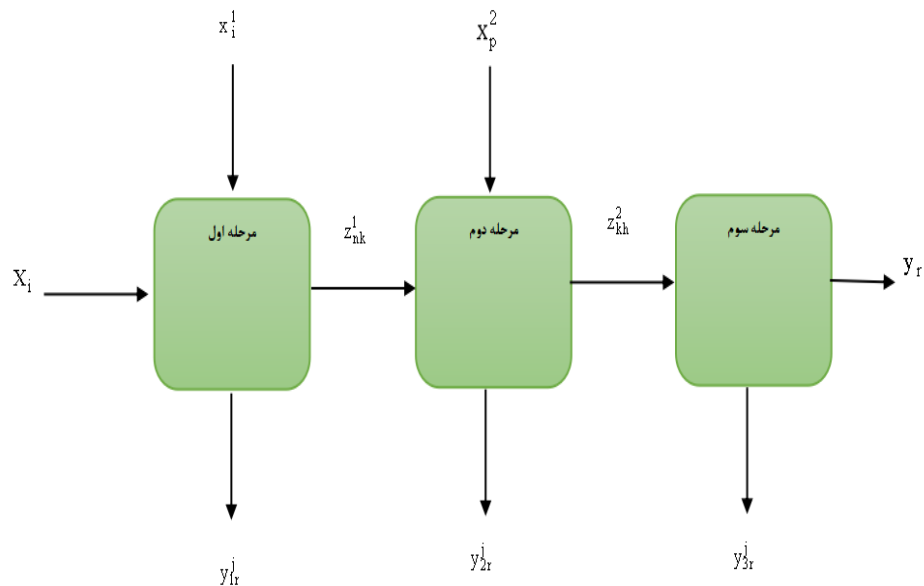
مرحله دوم: اولویت‌بندی عملکرد کارایی مدیریت زنجیره تامین سبز با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌های شبکه ای فازی

برای این منظور، تولید محصول سبز در شرکت های لوازم خانگی را به صورت یک زنجیره مطابق با شکل ۱ در نظر می گیریم. این شکل یک نوع از زنجیره متوالی را نشان می دهد که برای توسعه مدل به طور کلی در نظر گرفته شده است. برای مدلسازی ریاضی فرض می کنیم که یک مجموعه تایی از به عنوان واحدهای تحت ارزیابی وجود دارد که مقداری ورودی در هر *DMU* مصرف می شود تا مقداری خروجی ایجاد شود. همچنین، برای ارتباط بین مراحل با یکدیگر تعدادی متغیر وجود دارد که به عنوان خروجی مرحله قبل به عنوان ورودی به مرحله بعد وارد سیستم می شوند. نمادگذاری متغیرهای اصلی به صورت زیر تعریف می شود.

: ورودی به کل زنجیره است که وزن آن با نشان داده می شود،
 ،
 : بردار ورودی مرحله اول که وزن آن با نشان داده می شود،
 ،
 : بردار ورودی مرحله دوم که وزن آن با نشان داده می شود،
 ،
 : بردار خروجی که از مرحله اول خارج می شود و وارد مرحله دوم می شود. و وزن آن با نشان داده می شود،

: بردار خروجی که از مرحله دوم خارج می شود و وارد مرحله سوم می شود. و وزن آن با نشان داده می شود،

، و خروجی های اختصاصی مراحل اول، دوم و سوم است که وزن آنها با نشان داده می شود،
 ، بردار خروجی کلی زنجیره است که وزن آن با نشان داده می شود،



شکل ۱- زنجیره چند مرحله‌ای

(5)

سرانجام، مدل پیشنهادی به صورت مجموعه معادلات ۵ تا ۱۰ مطابق زیر تعریف می‌شود.

(10)

$$\max \theta = \sum_{r=1}^S u_r y_r + \sum_{k=1}^K \mu_k z_{kh}^2 + \sum_{n=1}^N \eta_n z_{nk}^1 + \sum_{r=1}^S u'_r y_{3r}^j + \sum_{r=1}^S u'_r y_{2r}^j + \sum_{r=1}^S u'_r y_{1r}^j$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^I v_i x_i + \sum_{i'=1}^{I'} w_{i'} x_{i'}^1 + \sum_{p=1}^P w'_p x_p^2 + \sum_{k=1}^K \mu_k z_{kh}^2 + \sum_{n=1}^N \eta_n z_{nk}^1 = 1 \quad (6)$$

$$\sum_{n=1}^N \eta_n z_{nk}^1 + \sum_{r=1}^S u'_r y_{1r}^j - \left(\sum_{i=1}^I v_i x_i + \sum_{i'=1}^{I'} w_{i'} x_{i'}^1 \right) \leq 0 \quad (7)$$

$$\sum_{k=1}^K \mu_k z_{kh}^2 + \sum_{r=1}^S u'_r y_{2r}^j - \left(\sum_{p=1}^P w'_p x_p^2 + \sum_{n=1}^N \eta_n z_{nk}^1 \right) \leq 0 \quad (8)$$

$$\sum_{r=1}^S u_r y_r + \sum_{r=1}^S u'_r y_{3r}^j - \sum_{k=1}^K \mu_k z_{kh}^2 \leq 0 \quad (9)$$

$$u_r, v_i, \mu_k, \eta_n, u'_r, w_{i'}, w'_p \geq 0$$

مدل (۵) قادر است امتیاز کارایی واحدهای تحت ارزیابی را محاسبه نماید. امتیاز کارایی محاسبه شده همواره بین صفر و یک

قرار دارد. تابع هدف تضمین می‌کند که در زنجیره تأمین بیشترین خروجی ممکن محاسبه شود، محدودیت (۶) تضمین می‌کند که سطح ورودی‌ها افزایش پیدا نکند و ثابت نگه داشته شود. محدودیت‌های (۷) تا (۹) تضمین می‌کند که مقدار کارایی بیشتر از یک محاسبه نشود. رابطه (۱۰) با توجه به اینکه مدل سازی تحلیل پوششی داده‌ها جز برنامه‌ریزی خطی است، تضمین می‌کند که متغیرهای مسأله مثبت باشند. برای مدل ساخته شده دو مفهوم به شرح زیر تعریف می‌نماییم.

تعریف ۱: یک *DMU* مانند را کارا می‌نامیم اگر و فقط اگر، تابع هدف برای مدل فوق دارای جواب بهینه برابر یک است. در غیر این صورت، ناکارا است.

تعریف ۲: اگر در مجموعه معادلات فوق همه متغیرها یک مقدار کاملاً مثبت داشته باشند، یا همه متغیرهای کمبود برابر صفر باشند، *DMU* تحت ارزیابی مانند دارای جواب پارتو است.

یافته‌های پژوهش

در این تحقیق، اعضای پانل یا همان متخصصان و خبرگان که در دو بعد صنعت و دانشگاه به طور کلی طبقه بندی شده اند که پرسشنامه‌ها قرار است بین آن‌ها توزیع شود، شناسایی شده اند. به طور کلی، ۲۰ نفر خبره شناسایی شده اند که در زمینه مورد مطالعه تخصص و تجربه داشتند، در گام بعدی فرمی طراحی شد که شامل موضوع پژوهش، هدف پژوهش و مدت زمان و تعداد دورهای تقریبی پژوهش بوده و این فرم در اختیار خبرگان شناسایی شده قرار داده شد و از آنان خواسته شد تا تمایل و موافقت خود را با مشارکت در این تحقیق اعلام دارند، هر ۲۰ خبره در مجموع تمایل و موافقت خود را برای پژوهش نشان دادند. سپس، با استفاده از مطالعه کتابخانه‌ای و ادبیات پژوهش (در این پژوهش شاخص‌ها از پژوهش‌های کانگ و همکاران (۲۰۲۱)؛ لوفسکا و همکاران (۲۰۲۳) استخراج شده است)، لیستی از معیارهایی که در بحث مدیریت زنجیره تأمین سبز مؤثر هستند را شناسایی می‌نماییم. سپس یک غربال اولیه انجام شد و معیارهای تکراری یا مترادف حذف شدند که در نهایت مجموعاً تعداد ۱۵ عامل مؤثر شناسایی شده است. در جدول (۴)، عوامل شناسایی شده برای مسأله نشان داده شده است. پس از شناسایی عوامل پژوهش به طراحی پرسشنامه و معیارها پژوهش بر اساس بررسی انجام شده، اقدام شده است. پرسشنامه طراحی شده در این مرحله را پرسشنامه اولیه یا پرسشنامه دوره اول می‌نامند. به منظور تأیید روایی و پایایی پرسشنامه طراحی شده نسبت به محاسبه مقدار آلفای کرونباخ اقدام شده است. با توجه به اینکه مقدار آلفای کرونباخ ۰/۹۶۱ محاسبه شده است و بیشتر از ۰/۷ می‌باشد، بنابراین می‌توان اظهار داشت که پرسشنامه از پایایی بسیار خوبی برخوردار است.

در این مرحله ابتدا پرسشنامه‌های توزیع شده بین خبرگان (۲۰ خبره) جمع‌آوری گردید، پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌های تکمیل شده که از ۲۰ پرسشنامه ارسالی، ۲۰ پرسشنامه بازگشت؛ دور اول تجمع و مقدار امتیاز محاسبه شده هر یک از معیارها محاسبه می‌شود و سپس بر اساس محاسبات انجام شده به تجزیه و تحلیل پرسشنامه اول می‌پردازیم. در وهله اول تجمع نظرات خبرگان را برای هریک از معیارها پرسشنامه به دست آوردیم، جدول زیر نظرات ۲۰ خبره را برای پرسشنامه اول ارائه می‌کند. بعد از جمع

آوری اطلاعات، مقدار امتیاز معیارها پرسشنامه را برای ارزیابی میزان اهمیت هر یک از معیارها محاسبه می‌کنیم تا امکان مقایسه با شاخص آستانه مشخص شده ممکن گردد. در جدول (۵)، مقدار فازی و دیفازی شده معیارات پرسشنامه در مرحله اول نشان داده شده است. با توجه به جدول (۵)، در ستون دیفازی به وسیله مقدار میانگین طیف، میزان اهمیت هر یک از شاخص‌ها مشخص شده است. در این تحقیق بر اساس نظرات خبرگان، معیارهای که مقدار دی فازی آن‌ها بیشتر از مقدار میانگین طیف (۳) باشد به عنوان معیارهای بااهمیت شناخته می‌شوند و معیارهایی که مقدار دی فازی آن‌ها کمتر از مقدار میانگین طیف باشد به عنوان معیارها کم‌اهمیت تلقی می‌گردند.

جدول ۴- تجميع نظرات خبرگان برای پرسشنامه دور اول

ردیف	معیارها	طیف				
		۱ (بسیار کم)	۲ (کم)	۳ (متوسط)	۴ (زیاد)	۵ (بسیار زیاد)
عوامل تأثیرگذار بر مدیریت زنجیره تامین سبز						
۱	توزیع سبز	۱	۴	۵	۱۰	
۲	پل ارتباطی شفاف و موثر با تامین کنندگان و بنگاههای تجاری	۴	۲		۶	۸
۳	خط مشی و سیاست های زیست محیطی برای مدیریت زنجیره تامین سبز	۶		۶	۱	۷
۴	برقراری سیستم مدیریت ریسک زیست محیطی برای مدیریت زنجیره تامین سبز	۶		۳	۳	۸
۵	هزینه تامین قطعات سبز		۲	۴	۴	۱۰
۶	تعداد محصولات سبز ساخته شده در کارخانجات			۲	۱۱	۷
۷	نوآوری سبز			۵	۹	۶
۸	ممیزی زیست محیطی تامین کنندگان	۵	۵	۸	۲	
۹	هزینه های تأمین مواد اولیه				۱۹	۱
۱۰	طراحی سبز				۱۵	۵
۱۱	تنوع در قیمت عرضه ها		۱۸	۲		
۱۲	حداکثر رفاه اجتماعی و بهبود محیط زیست	۱	۷	۱۲		
۱۳	هزینه های تولید محصول سبز	۵	۶	۸	۱	
۱۴	هزینه های مدیریت زیست محیطی	۵	۹	۶		
۱۵	تعداد محصولات سبزی که تامین کننده برای کارخانجات تهیه می کنند			۵	۱۳	۲

ماخذ: یافته های تحقیق

جدول ۵- ارزش فازی و مقدار دی فازی معیارها پرسشنامه اول

معیارها	ارزش فازی معیارها			مقدار دی فازی	وضعیت معیارها
	L	M	U		
۱	۳	۴/۱۳۹۴۷	۵	۴/۰۷	تائید شده
۲	۲	۳/۴۸۴۱۴	۵	۲/۸۵	عدم تائید
۳	۳	۴/۱۳۹۴۷	۵	۲/۴۲	عدم تائید
۴	۳	۴/۵۳۱۶۴	۵	۱/۵۸	عدم تائید
۵	۳	۴/۴۴۸۱۵	۵	۴/۲۲	تائید شده
۶	۴	۴/۳۰۸۸۷	۵	۴/۴۰	تائید شده
۷	۳	۴/۳۴۲۷۸	۵	۴/۱۷	تائید شده
۸	۴	۴/۳۰۸۸۷	۵	۲/۹۱	عدم تائید
۹	۳	۴/۲۰۶۸	۵	۲/۸۶	عدم تائید
۱۰	۳	۴/۵۳۱۶۴	۵	۴/۲۷	تائید شده
۱۱	۱	۲/۹۰۹۹۴	۵	۲/۹۵	عدم تائید
۱۲	۳	۴/۳۴۲۷۸	۵	۱/۵۵	عدم تائید
۱۳	۳	۴/۱۳۹۴۷	۵	۲/۵۶	عدم تائید
۱۴	۴	۴/۳۰۸۸۷	۵	۴/۴۰	تأیید شده
۱۵	۳	۴/۱۳۹۴۷	۵	۴/۰۷	تأیید شده

ماخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به نتایج حاصل شده از دور اول، به طراحی پرسشنامه دور دوم می‌پردازیم. با توجه به مقدار دی فازی به‌دست‌آمده برای هر یک از معیارها پژوهش مشاهده می‌شود که از بین ۱۵ معیار طرح‌شده مدیریت زنجیره تامین سبز، مجموعاً ۸ معیار که شامل (۱) پل ارتباطی شفاف و موثر با تامین کنندگان و بنگاههای تجاری براساس معیار دوم)، (۲) برقراری سیستم مدیریت ریسک زیست محیطی برای مدیریت زنجیره تامین سبز براساس معیار (۴)، (۳) ممیزی زیست محیطی تامین کنندگان بر اساس معیار هشتم)، (۴) تنوع در قیمت عرضه ها بر اساس معیار (۱۱)، (۵) هزینه های تولید محصول سبز براساس معیار سیزدهم)، (۶) خط مشی و سیاست های زیست محیطی برای مدیریت زنجیره تامین سبز بر اساس معیار سوم)، (۷) هزینه های تامین مواد اولیه بر اساس معیار نهم) و (۸) حداکثر رفاه اجتماعی و بهبود محیط زیست بر اساس معیار دوازدهم) دارای مقدار دی فازی کمتر از میانگین طیف (مقدار ۳) می‌باشند؛ بنابراین این مقولات به‌عنوان معیارها کم‌اهمیت تلقی شده که می‌توانیم در پژوهش از آنها صرف‌نظر کنیم. همچنین خبرگان در سؤال باز پرسشنامه مبنی بر اضافه کردن اقدام جدید در مدیریت زنجیره تامین سبز، مورد جدیدی در این مرحله اضافه نکردند.

در این گام پرسشنامه طراحی شده در دور دوم را برای خبرگان ارسال کردیم و پس از جمع‌آوری ۲۰ پرسشنامه، همانند گام قبلی، با تجمیع و میانگین نظرات خبرگان به تجزیه و تحلیل داده‌های جمعی مطابق با جدول (۶) پرداختیم. مانند دور اول روش، به محاسبه مقدار دیفازی عوامل می‌پردازیم. در صورتی که مقدار دیفازی شده بیشتر از طیف ۳ باشد، عامل شناسایی شده در تحلیل باقی می‌ماند. در جدول (۷)، مقدار دیفازی شده هر یک از عوامل نشان داده شده است.

جدول ۶- تجمیع نظرات خبرگان برای پرسشنامه دور دوم

عوامل تأثیرگذار بر مدیریت زنجیره تامین سبز						
معیارها		طیف				
ردیف		۱ (بسیار کم)	۲ (کم)	۳ (متوسط)	۴ (زیاد)	۵ (بسیار زیاد)
عوامل تأثیرگذار بر مدیریت زنجیره تامین سبز						
۱	توزیع سبز	۲	۶	۲	۱۰	
۲	هزینه تامین قطعات سبز		۲		۴	۱۴
۳	تعداد محصولات سبز ساخته شده در کارخانجات			۷	۳	۹
۴	نوآوری سبز			۱	۶	۱۳
۵	طراحی سبز		۲	۴	۴	۱۰
۶	هزینه های مدیریت زیست محیطی			۳	۱۲	۵
۷	تعداد محصولات سبزی که تامین کننده برای کارخانجات تهیه می کنند			۵	۹	۶

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۷- ارزش فازی و مقدار دی فازی معیارها پرسشنامه دوم

معیارها	ارزش فازی معیارها			مقدار دی فازی	وضعیت معیارها
	L	M	U		
۱	۳	۴/۱۳۹۴۷	۵	۴/۰۷	تائید شده
۲	۲	۳/۴۸۴۱۴	۵	۳/۴۹	تائید شده
۳	۳	۴/۱۳۹۴۷	۵	۴/۰۷	تائید شده
۴	۳	۴/۵۳۱۶۴	۵	۴/۲۷	تائید شده
۵	۳	۴/۴۴۸۱۵	۵	۴/۲۲	تائید شده
۶	۴	۴/۳۰۸۸۷	۵	۴/۴۰	تائید شده
۷	۳	۴/۳۴۲۷۸	۵	۴/۱۷	تائید شده

ماخذ: یافته‌های تحقیق

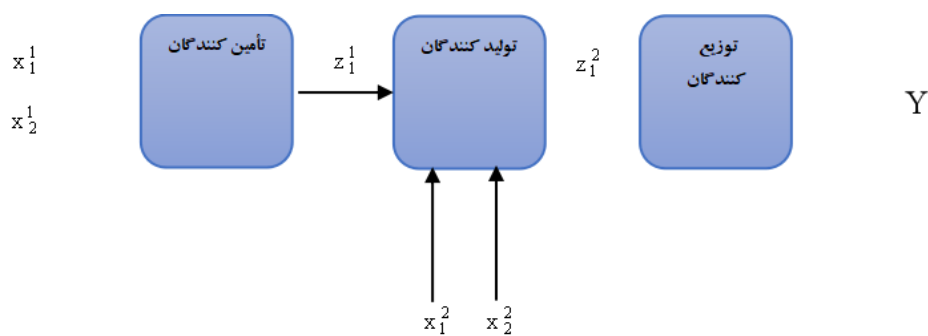
نتایج حاصل از محاسبات پرسشنامه دور دوم در جدول (۷) ارائه شده است و نشان می‌دهد که مقدار دی فازی تمام معیارها یا مقولات پژوهش بیشتر از مقدار میانگین طیف (۳) می‌باشد؛ بنابراین همه اقدامات یا معیارها پرسشنامه دوم، مهم و تأثیرگذار هستند و از طرف دیگر به‌مانند دور قبل هیچ مورد جدیدی توسط خبرگان پیشنهاد نشده است، بنابراین عوامل تأثیرگذار بر مدیریت زنجیره تامین سبز شناسایی شدند.

سپس، یک زنجیره تامین سبز برای ۹ شرکت تولیدکننده لوازم خانگی منتخب مورد ارزیابی قرار گرفته است. در جدول (۸)، فاکتورها و نمادهایی که در نظر گرفته شده است، نشان داده شده است. فاکتورها، از طریق پرسشنامه و جمع‌آوری اطلاعات از خبرگان فعال در حوزه تولیدکنندگان لوازم خانگی تعیین شده است. ساختار زنجیره تامین در شکل (۲) نشان داده شده است. طبق این ساختار، یک زنجیره تامین چندگانه داریم که شامل تامین‌کننده (مرحله اول)، تولیدکننده (مرحله دوم) و توزیع‌کننده (مرحله سوم) است. ورودی‌های مرحله اول هزینه‌های مدیریت زیست محیطی و هزینه‌های تامین قطعات سبز هستند. ورودی‌های مرحله اول، به‌عنوان ورودی کلی زنجیره نیز در نظر گرفته می‌شوند. در ساختار در نظر گرفته شده ورودی‌هایی که وارد مرحله اول می‌شوند را با برای نشان می‌دهیم. خروجی است که از مرحله اول خارج و به مرحله دوم وارد می‌شود. برای ورودی‌های اختصاصی مرحله دوم است که عبارت‌اند از طراحی سبز و نوآوری سبز. این متغیرها به صورت کیفی در نظر گرفته شده‌اند که برای انجام محاسبات با استفاده از مقیاس دو قطبی فاصله‌ای به مقادیر کمی تبدیل شده‌اند. خروجی است که از مرحله دوم خارج و به مرحله سوم وارد می‌شود. سرانجام، خروجی مرحله سوم است. توجه نمایید که خروجی مرحله آخر، به عنوان خروجی کلی زنجیره در نظر گرفته می‌شود، که در جدول (۹) نشان داده شده است. همچنین، ساختار شبکه در نظر گرفته شده از طریق مصاحبه خبرگان با شرکت‌های تولیدکننده لوازم خانگی منتخب به دست آمده‌اند.

جدول ۸- فاکتورهای استفاده شده در ارزیابی زنجیره تأمین سبز

مرحله	نماد	تعریف
تامین کننده	x_1^1	هزینه های مدیریت زیست محیطی
	x_2^1	هزینه های تأمین قطعات سبز
تولید کننده	x_1^2	طراحی سبز
	x_2^2	نوآوری سبز
توزیع کننده	Y	توزیع سبز
میانی	z_1^1	تعداد محصولات سبزی که تامین کننده برای کارخانجات تهیه می کنند
	z_1^2	تعداد محصولات سبز ساخته شده در کارخانجات

ماخذ: یافته های تحقیق



شکل ۲- ساختار زنجیره تأمین

جدول ۹- داده‌ها

DMUs	نام شرکت	ورودی‌ها				میانی‌ها		خروجی
		x_1^1	x_2^1	x_1^2	x_2^2	z_1^1	z_1^2	
۱	آ	۴۰۰	۳۰	۹	۹	۳۲۰	۳۱۵	۹
۲	ب	۳۶۰	۶۰	۷	۵	۲۹۵	۲۹۰	۵
۳	پ	۳۳۰	۵۵	۷	۷	۲۹۰	۲۸۲	۷
۴	ت	۴۵۵	۲۵	۵	۷	۳۱۰	۳۱۲	۵
۵	ج	۳۷۰	۳۷	۹	۹	۲۸۰	۲۷۰	۷
۶	چ	۳۳۲	۸۰	۵	۵	۲۱۰	۲۰۰	۵
۷	ح	۳۵۵	۸۷	۷	۷	۲۳۵	۲۲۰	۵
۸	خ	۳۰۰	۹۵	۷	۷	۲۵۵	۲۳۵	۵
۹	د	۲۹۵	۵۰	۹	۹	۳۱۵	۳۱۸	۹

اسامی شرکت‌ها نزد محقق محفوظ می‌ماند.

در زنجیره در نظر گرفته شده در شکل (۲)، هزینه‌های زیست محیطی به‌عنوان هزینه‌های مربوط به تأمین قطعات سبز و مدیریت زیست محیطی با ارزش طبیعی از طریق فعالیت‌های اقتصادی تعیین می‌شود. بنابراین، این هزینه‌ها به‌عنوان ورودی مرحله اول در نظر گرفته شده است. ورودی / خروجی‌های میانی شامل مرحله دوم و سوم است. ورودی / خروجی میانی در بین مرحله تأمین‌کننده و تولیدکننده تعداد محصولاتی است که از تأمین‌کننده به تولیدکننده منتقل می‌شود. همچنین، ورودی / خروجی میانی در بین تولیدکننده و توزیع‌کننده تعداد محصولات سبز است. برای ارزیابی کارایی زنجیره تأمین سبز، هر زنجیره تأمین به‌عنوان **DMU** در مدل ۵ تا ۱۰ در نظر گرفته می‌شود تا امتیاز کارایی برای هریک از آنها محاسبه شود. با به‌کارگیری مدل مذکور، مرز کارایی و ماکزیمم امتیاز کارایی واحدهای تحت ارزیابی قابل محاسبه است. برای اندازه‌گیری کارایی کلی و سرانجام

رتبه بندی زنجیره‌های تأمین واحدهای تحت ارزیابی از رابطه
 امتیاز کارایی برای (آ) **DMU1** و **DMU7** (ح) به ترتیب برابر ۰/۸۹ و ۰/۶۹ است که به ترتیب بهترین و بدترین زنجیره تأمین سبز است.

جدول ۱۰- محاسبه امتیاز کارایی زنجیره طبق مدل پیشنهادی

کارایی زنجیره	DMU
۰/۸۹	آ
۰/۷۳	ب
۰/۸۰	پ
۰/۷۹	ت
۰/۸۲	ج
۰/۷۱	چ
۰/۶۹	ح
۰/۷۵	خ
۰/۸۸	د

ماخذ: یافته‌های تحقیق

همچنین، در جدول (۱۱)، کارایی کلی زنجیره‌های تأمین محاسبه شده با استفاده از رابطه نشان داده شده است. در محاسبه کارایی کلی، فعل و انفعالات درون زنجیره در نظر گرفته نمی‌شود، تنها ورودی و خروجی وارد شده و خارج شده از زنجیره در نظر گرفته می‌شود. همانطور که مشاهده می‌شود، (آ) $DMU1$ بهترین امتیاز کارایی را دارد. به عبارت دیگر سبب‌ترین زنجیره تأمین است. توجه شود بدلیل اینکه در محاسبه امتیاز کارایی فعل و انفعالات درونی زنجیره در نظر گرفته نمی‌شود، امتیاز کارایی کاهش می‌یابد. دیگر نکته قابل ذکر در خصوص مدل ارائه شده این است که، هیچگونه تساوی بین امتیاز بدست آمده برای DMU ها وجود ندارد و مدل تحقیق می‌تواند DMU ها را به‌طور کامل رتبه بندی کند. این به معنای قدرت بالای تفکیک DMU ها در

رویکرد پیشنهادی ارائه شده است. اما برای اندازه گیری امتیاز رتبه زنجیره های تأمین از رابطه استفاده می نمایم. طبق این رابطه نتایج امتیاز بندی واحدهای تحت ارزیابی مطابق جدول (۱۱) محاسبه می‌شود. که در صورت مرتب کردن افزایشی به ترتیب مرتب می‌شوند.

جدول ۱۱- محاسبه امتیاز رتبه بندی

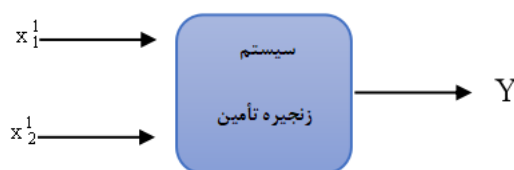
رتبه	کارایی زنجیره	DMU
۱	۰/۳۸	آ
۷	۰/۳۱	ب
۴	۰/۳۴	پ
۵	۰/۳۳	ت
۳	۰/۳۵	ج
۸	۰/۳۰	چ
۹	۰/۲۹	ح
۶	۰/۳۲	خ
۲	۰/۳۷	د

ماخذ: یافته‌های تحقیق

نکته قابل تأمل در خصوص مدل پیشنهاد شده در مقایسه با مدل های تصمیم گیری این است که، مدل پیشنهادی ضمن اینکه قادر به رتبه بندی واحدهای تحت ارزیابی است، برای رتبه بندی امتیاز اختصاص می دهد. بنابراین، چارچوب پیشنهادی می تواند در زمره روش های ترتیبی (اوردینال) و هم امتیازی (کاردینال) قرار بگیرد.

برای اعتبار سنجی این پژوهش از مدل تحلیل پوششی داده ها (CCR) استفاده شده است. این مدل یکی از اولین مدل تحلیل پوششی داده ها است، که توسط چارلز و همکاران (۱۹۷۸) برای محاسبه امتیاز کارایی با ورودی ها و خروجی های چندگانه توسعه داده شده است. مبنای شکل گیری این مدل، تعریف کارایی به صورت نسبت یک خروجی به یک ورودی است. به عبارت دیگر، در مدل CCR برای محاسبه کارایی فنی، به جای استفاده از نسبت یک خروجی به یک ورودی، از نسبت مجموع موزون خروجی ها (خروجی مجازی) به مجموع موزون ورودی ها (ورودی مجازی) استفاده می شود. از موضوعات بسیار مهم در تحلیل پوششی داده ها مشخص کردن نوع بازده به مقیاس است. بازده به مقیاس ارتباط بین تغییرات ورودی ها و خروجی های سیستم را نشان می دهد. یکی از توانایی های روش DEA، تعیین بازده به مقیاس های متفاوت در واحدهای سیستم است. در بازده به مقیاس ثابت (CRS)، هر مضربی از ورودی ها همان مضرب از خروجی ها را تولید می کند. با فرض بازده به مقیاس ثابت، واحدهای کوچک و بزرگ با هم مقایسه می شوند. در بازده به مقیاس متغیر هر مضربی از ورودی ها می تواند همان مضرب از خروجی ها یا کمتر و یا بیشتر از آن را در خروجی ها تولید کند. به همین علت به منظور نشان دادن قابلیت مدل پیشنهادی، مدل توسعه داده شده با مدل پایه هم ارز خود مقایسه می شود. با توجه به اینکه مدل پیشنهادی یک مدل بازده به مقیاس ثابت (CRS) است، بنابراین با مدل پایه CCR که خود نیز یک مدل CRS است مقایسه می شود. با توجه به اینکه مدل های پایه تحلیل پوششی داده ها، با فعل و انفعالات درونی سیستم سروکار ندارند، و فقط براساس ورودی ها و خروجی ها در نظر گرفته می شوند، در

اینصورت از در نظر گرفتن متغیرهای میانی چشم پوشی می شود. ساختار سیستم برای مدل های پایه بصورت شکل (۳) تبدیل خواهد شد. با توجه به اینکه ورودی های مرحله اول در شکل (۳)، ورودی های کلی سیستم و خروجی مرحله آخر به عنوان خروجی کلی سیستم در نظر گرفته می شوند، بنابراین عناصر میانی و ورودی های اختصاصی مرحله دوم در این تحلیل در نظر گرفته نمی شوند.



شکل ۳- سیستم زنجیره تأمین

در جدول (۱۲)، فاکتورهای در نظر گرفته شده برای ارزیابی سیستم زنجیره تأمین در حالت استفاده از مدل **CCR** نشان داده شده است.

جدول ۱۱- فاکتورهای مربوط به سیستم زنجیره تأمین

سیستم زنجیره تأمین	نماد	تعریف
	x_1^1	هزینه های مدیریت زیست محیطی
	x_2^1	هزینه های تأمین قطعات سبز
	Y	توزیع سبز

ماخذ: یافته های تحقیق

با اجرای مدل **CCR** در نرم افزار گمز که در مجموعه معادلات ۱۱ مدل ریاضی آن نشان داده شده است نتایج کارایی **DMU** ها مطابق با جدول (۱۳) محاسبه شده است.

$$Max \theta = \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} \quad (11)$$

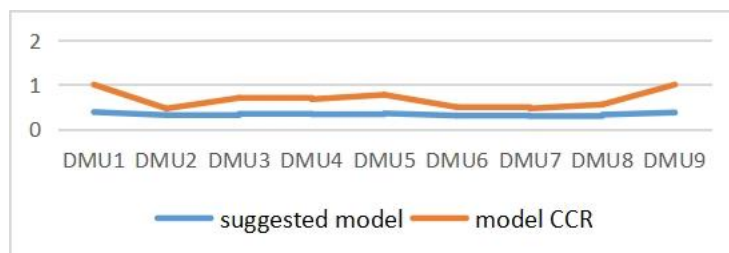
$$\begin{aligned}
 & S.t \\
 & \sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1 \\
 & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \\
 & u_r, v_i \geq 0
 \end{aligned}$$

جدول ۱۳- محاسبه امتیاز کارایی سیستم زنجیره تأمین با CCR

کارایی زنجیره	DMU
۸۹/۰	ا
۷۳/۰	ب
۸۰/۰	پ
۷۹/۰	ت
۸۲/۰	ج
۷۱/۰	چ
۶۹/۰	ح
۷۵/۰	خ
۸۸/۰	د

ماخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به جدول (۱۳)، مشاهده می‌شود که در حالت استفاده از مدل‌های پایه با خاصیت فراتخمینی در محاسبه امتیاز کارایی DMU ها روبرو هستیم. براساس این خاصیت، امتیاز کارایی DMU ها همواره بیشتر از مقدار مدل پیشنهادی تخمین زده شده است. برای مثال، (ا) DMU 1 و DMU 9 (د) در مدل پیشنهادی ناکارا شناسایی شده‌اند، اما در مدل پایه کارا شناسایی شده‌اند. در شکل (۴)، نمودار امتیاز کارایی دو مدل پیشنهادی و CCR نشان داده شده است. براساس این نمودار با توجه به اینکه همواره امتیاز کارایی در مدل پیشنهادی کمتر از مدل CCR است، بنابراین دقت مدل توسعه داده شده را می‌توان نتیجه گرفت.



شکل ۴- مقایسه امتیاز کارایی مدل پیشنهادی و CCR

نتیجه گیری و پیشنهاد

امروزه مدیریت زنجیره تامین سبز، یکپارچه کننده مدیریت زنجیره تامین با الزامات زیست محیطی، به دلیل آثار مهم اقتصادی و محیطی که به دنبال دارد از موضوعاتی که بسیار مورد توجه قرار گرفته است. با افزایش قوانین و مقررات زیست محیطی و افزایش آگاهی های مردم در خصوص حفاظت از محیط زیست شرکت ها اگر خواستار فعالیت در بازارهای جهانی و رقابت با شرکت های دیگر باشند دیگر به راحتی نمی توانند مسائل زیست محیطی را نادیده بگیرند، در نظر گرفتن معیارها و ملاحظات زیست محیطی مزیت رقابت را برای آنها در بر خواهد داشت مدیریت زنجیره تامین سبز به شکل های شبکه ای با ارتباطات و مراحل چندگانه است. در این پژوهش برای ارزیابی عملکرد کارایی واحدهای تصمیم گیرنده دو مرحله ارائه شده است. این مدل برای ارزیابی یک ساختار زنجیره تامین سبز سه مرحله مورد استفاده قرار گرفته است. مدل مورد نظر برگرفته از روش دلفی فازی و روش تحلیل پوششی داده های فازی است. در این پژوهش داده های مربوط به بازه زمانی ۱۴۰۲-۱۳۹۹ تعداد ۹ شرکت لوازم خانگی با رویکرد تحلیل پوششی داده های فازی مورد ارزیابی و تحلیل قرار می گیرد. در مرحله اول به طور کلی، ۲۰ نفر خبره شناسایی شده اند که در زمینه مورد مطالعه تخصص و تجربه داشتند و سپس با استفاده از مطالعه کتابخانه ای و ادبیات پژوهش، لیستی از عوامل و اقداماتی که در بحث مدیریت زنجیره تامین سبز مؤثر هستند شناسایی شد و با استفاده از روش دلفی فازی یک غربال اولیه انجام شد و اقدامات تکراری یا مترادف حذف شدند که در نهایت مجموعاً تعداد ۱۵ عامل مؤثر شناسایی شد. با توجه به نتایج حاصل شده از دور اول، به طراحی پرسشنامه دور دوم می پردازیم. با توجه به مقدار دی فازی به دست آمده برای هر یک از معیارها پژوهش مشاهده می شود که از بین ۱۵ معیار طرح شده در مدیریت زنجیره تامین سبز، مجموعاً ۸ معیار که شامل (۱) پل ارتباطی شفاف و مؤثر با تامین کنندگان و بنگاههای تجاری براساس معیار دوم، (۲) برقراری سیستم مدیریت ریسک زیست محیطی برای مدیریت زنجیره تامین سبز براساس معیار (۴)، (۳) ممیزی زیست محیطی تامین کنندگان بر اساس معیار هشتم، (۴) تنوع در قیمت عرضه ها بر اساس معیار (۱۱)، (۵) هزینه های تولید محصول سبز براساس معیار سیزدهم، (۶) خط مشی و سیاست های زیست محیطی برای مدیریت زنجیره تامین سبز بر اساس معیار سوم، (۷) هزینه های تأمین مواد اولیه بر اساس معیار نهم و (۸) حداکثر رفاه اجتماعی و بهبود محیط زیست بر اساس معیار دوازدهم) دارای مقدار دی فازی کمتر از میانگین طیف (مقدار ۳) می باشند؛ بنابراین این مقولات به عنوان معیارها کم اهمیت تلقی شده که در پژوهش از آنها صرف نظر شد. همچنین خبرگان در سؤال باز پرسشنامه مبنی بر اضافه کردن اقدام جدید در مدیریت زنجیره تامین سبز، مورد جدیدی در این مرحله اضافه نکردند، سرانجام ۷ شاخص مورد تایید قرار گرفت.

سپس در زنجیره در نظر گرفته شده که به آن اشاره شد، هزینه های زیست محیطی به عنوان هزینه های مربوط به تأمین قطعات سبز و مدیریت زیست محیطی با ارزش طبیعی از طریق فعالیت های اقتصادی تعیین شد. این هزینه ها به عنوان ورودی مرحله اول در نظر گرفته شد. ورودی/ خروجی های میانی شامل مرحله دوم و سوم است. ورودی/ خروجی میانی در بین مرحله تامین کننده و تولیدکننده تعداد محصولاتی است که از تامین کننده به تولیدکننده منتقل می شود. همچنین، ورودی/ خروجی

میانی در بین تولیدکننده و توزیع‌کننده تعداد محصولات سبز است. برای ارزیابی کارایی زنجیره تامین سبز، هر زنجیره تامین به‌عنوان DMU در مدل ارائه شده در نظر گرفته شد تا امتیاز کارایی برای هریک از آنها محاسبه شود. با به‌کارگیری مدل مذکور، مرز کارایی و ماکزیمم امتیاز کارایی واحدهای تحت ارزیابی قابل محاسبه است. که امتیاز کارایی برای شرکت A (DMU1) و شرکت ح (DMU7) به ترتیب برابر ۰/۸۹ و ۰/۶۹ است که به ترتیب بهترین و بدترین زنجیره تامین سبز است و طبق رتبه بندی نهایی شرکت A رتبه ۱ و شرکت ح رتبه ۹ را به خود اختصاص داد.

مدل پیشنهادی برای مدیران در حوزه زنجیره تامین بسیار کارا و کاربردی می باشد. زیرا امکان مدلسازی زنجیره تامین با فاکتورهای غیرقطعی و بسیار نزدیک به مسئله واقعی را به متخصصان داده و می توان در خصوص دامنه وسیعی از متغیرها به طور همزمان تصمیم گیری نمود. به علاوه امکان در نظر گرفتن همزمان چندین هدف به عنوان معیارهای انتخاب سناریوی برتر از ویژگیهای مدل ارائه شده است که برای مدیران در دنیای واقعی، به خصوص در شرایط کنونی که مسائل زیست محیطی اهمیت ویژه ای پیدا کرده و به عنوان عاملی تعیین کننده در تصمیمات مدیریتی مطرح گردیده است، بسیار مطلوب می باشد. این نتیجه برای مطالعات آینده پیشنهاداتی از سوی نویسندگان به تحلیلگران پیشنهاد می شود که به سنجش مولفه های کمی از جمله زمان، هزینه، کارایی جهت ارزیابی عملکرد مدیریت زنجیره تامین سبز در صنعت لوازم خانگی بپردازند.

منابع و مأخذ

- امینی، امیر، علی نژاد، علیرضا. (۱۳۹۸). ارزیابی مدیریت زنجیره تامین سبز شرکت‌های مواد نوشیدنی با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده های شبکه ای. نشریه علمی مدیریت زنجیره تامین، ۲۱(۶۳)، ۵۱-۶۳.
- ترکاشوند، طاهره. ثقفی، فاطمه. درویش متولی، محمد حسین. پیله وری، نازنین، (۱۰۴۲). مدل ترکیبی تحلیل پوششی داده‌های شبکه ای و داده کاوی برای پیش بینی کارایی در زنجیره تامین سبز. فصلنامه مدیریت توسعه و تحول، ۱۵(۵۳)، ۵۵-۷۱.
- جهانشاهلو، غلامرضا، حسین زاده لطفی، فرهاد، نیکو مرام، هاشم، (۱۳۹۲)، تحلیل پوششی داده ها و کاربردهای آن، انتشارات نفیس دانشگاه آزاد علوم تحقیقات.
- حسین زاده سلجوقی، فرانک، رحیمی. امیر، (۱۳۹۷). ارزیابی کارایی و بازده به مقیاس زنجیره تامین صنایع رزین ایران با مدل تحلیل پوششی داده‌های قطعی و فازی. مدیریت تولید و عملیات، ۱۰(۱)، ۶۳-۴۷.
- شجاع، مهدی، حسین زاده لطفی، فرهاد، غلام ابری، امیر، رشیدی کمیجان، علیرضا. (۱۳۹۹). کارایی زنجیره تامین چهار مرحله‌ای در حضور عوامل غیرقابل کنترل، نامطلوب و منفی با استفاده از مدل SBM در DEA شبکه‌ای. فصلنامه علمی مدلسازی اقتصادی، ۱۴(۵۱)، ۹۸-۷۳.
- شمسی جامخانه، رحمانی پرچکلایی، حسین زاده لطفی، حاجی مولانا. (۱۳۹۹). سنجش کارایی و عملکرد زنجیره‌تأمین با ساختار سه مرحله‌ای با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای. مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن (ریاضی کاربردی)-دانشگاه آزاد لاهیجان، ۱۷(۴)، ۹۹-۱۱۶.

- Abdullah, A., Saraswat, S., & Talib, F. (2023). Impact of smart, green, resilient, and lean manufacturing system on SMEs' performance: A Data Envelopment Analysis (DEA) approach. *Sustainability*, 15(2), 1379.
- Ahmed, W., Najmi, A., Arif, M., & Younus, M. (2019). Exploring firm performance by institutional pressures driven green supply chain management. *Smart and Sustainable Built Environment*, 8(5), ۴۱۵-۴۳۷.
- Asadi, F., Kordrostami, S., Amirteimoori, A., & Bazrafshan, M. (2023). Inverse data envelopment analysis without convexity: double frontiers. *Decisions in Economics and Finance*, 46(1), 335-3۵۴.
- Azadi, M., Jafarian, M., Saen, R. F., & Mirhedayatian, S. M. (2015). A new fuzzy DEA model for evaluation of efficiency and effectiveness of suppliers in sustainable supply chain management context. *Computers & Operations Research*, 54, 274-285.
- Badi, S., & Murtagh, N. (2019). Green supply chain management in construction: A systematic literature review and future research agenda. *Journal of cleaner production*, 223, 312-322.
- Boskabadi, A., Mirmozaffari, M., Yazdani, R., & Farahani, A. (2022). Design of a distribution network in a multi-product, multi-period green supply chain system under demand uncertainty. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 226-237.
- Cook, W. D. and R. H. Green (2005). Evaluating power plant efficiency: a hierarchical model. *Computers & Operations Research* 32(4), 813-823.
- Cooper, W. W., L. M. Seiford, and K. Tone (2005). Introduction to data envelopment analysis and its uses: with DEA-solver software and references. Springer.
- Dubey, R., Gunasekaran, A., & Papadopoulos, T. (2017). Green supply chain management: theoretical framework and further research directions. *Benchmarking: An International Journal*, ۲۴(۱), ۱۸۴-۲۱۸.
- Fakhr Mousavi, S. M., Amirteimoori, A., Kordrostami, S., & Vaez-Ghasemi, M. (۲۰۲۳). α -radial two-stage network DEA model to estimate returns to scale. *Journal of Modelling in Management*, ۱۸(۱), ۳۶-۶۰.
- Feng, Y., Lai, K. H., & Zhu, Q. (2022). Green supply chain innovation: Emergence, adoption, and challenges. *International Journal of Production Economics*, 108497.
- Gao, J., Xiao, Z., & Wei, H. (2021). Competition and coordination in a dual-channel green supply chain with an eco-label policy. *Computers & Industrial Engineering*, 153, 107057.
- Green, K. W., Inman, R. A., Sower, V. E., & Zelbst, P. J. (2019). Impact of JIT, TQM and green supply chain practices on environmental sustainability. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30(1), 26-47.
- Haiyun, C., Zhixiong, H., Yüksel, S., & Dinçer, H. (2021). Analysis of the innovation strategies for green supply chain management in the energy industry using the QFD-based hybrid interval valued intuitionistic fuzzy decision approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 143, 110844.

- Hou, G., Wang, Y., & Xin, B. (2019). A coordinated strategy for sustainable supply chain management with product sustainability, environmental effect and social reputation. *Journal of Cleaner Production*, 228, 1143-1156.
- Jabbour, A.B., Jabbour, C., Govindan, K., Kannan, D., Arantes, A.F., (2014). Mixed methodology to analyze the relationship between maturity of environmental management and the adoption of green supply chain management in Brazil.
- Jan, A., Marimuthu, M., & Hassan, R. (2019). Sustainable business practices and firms financial performance in Islamic banking: Under the moderating role of Islamic corporate governance. *Sustainability*, 11(23), 6606.
- Kang, K., Gao, S., Gao, T., & Zhang, J. (2021). Pricing and Financing Strategies for a Green Supply Chain With a Risk-Averse Supplier. *IEEE Access*, 9, 9250-9۲۶۱.
- Kao, C. (2009). Efficiency measurement for parallel production systems. *European Journal of Operational Research* 196(3), 1107–1112.
- Khan, M., Ajmal, M. M., Jabeen, F., Talwar, S., & Dhir, A. (2023). Green supply chain management in manufacturing firms: A resource- based viewpoint. *Business Strategy and the Environment*, 32(4), 1603-1618.
- Krmac, E., & Mansouri Kaleibar, M. (2023). A comprehensive review of data envelopment analysis (DEA) methodology in port efficiency evaluation. *Maritime Economics & Logistics*, 25(4), 817-۸۸۱.
- Laari, S., Töyli, J., Solakivi, T., & Ojala, L. (2016). Firm performance and customerdriven green supply chain management. *Journal of cleaner production*, 112, 1960-1۹۷۰.
- Letunovska, N., Offei, F. A., Junior, P. A., Lyulyov, O., Pimonenko, T., & Kwilinski, A. (2023). Green Supply Chain Management: The Effect of Procurement Sustainability on Reverse Logistics. *Logistics*, 7(3), 47.
- Li, B., Zhu, M., Jiang, Y., Li, Z., (2016). Pricing policies of a competitive dual-channel green supply chain. *J. Clean. Prod.* 112: 2029-2042.
- Liao, F., Hu, Y., Chen, M., & Xu, S. (2024). Digital transformation and corporate green supply chain efficiency: Evidence from China. *Economic Analysis and Policy*, 81, 195-207.
- Luthra, S., Garg, D., & Haleem, A. (2016). The impacts of critical success factors for implementing green supply chain management towards sustainability: An empirical investigation of Indian automobile industry. *Journal of Cleaner Production*, 121, 142–158.
- Mirhedayatian, S. M., Azadi, M., & Saen, R. F. (2014). A novel network data envelopment analysis model for evaluating green supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 147, 544-554.
- Muhammad, Z., Zulkipli, C., & Haseeb, U. R. (2016). Corporate sustainability practices & reporting: A case of Malaysian REITs and property listed companies. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 6(2), 688–693.

Obeidat, S. M., Al Bakri, A. A., & Elbanna, S. (2020). Leveraging “green” human resource practices to enable environmental and organizational performance: Evidence from the Qatari oil and gas industry. *Journal of Business Ethics*, 164(2), 371-388.

Sarkis, J., (2012). A boundaries and flows perspective of green supply chain management. *Supply Chain Manag. Int. J.* 17 (2), 202e216.

Seman, N. A. A., Govindan, K., Mardani, A., Zakuan, N., Saman, M. Z. M., Hooker, R. E., & Ozkul, S. (2019). The mediating effect of green innovation on the relationship between green supply chain management and environmental performance. *Journal of Cleaner Production*, 229, 115-127.

Seuring & M. Müller, (2008). ‘From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management,’ *J. Cleaner Prod.*, vol. 16, no. 15, pp. 1699-1710, Oct.

Sharma, V. K., Chandna, P., & Bhardwaj, A. (2017). Green supply chain management related performance indicators in agro industry: A review. *Journal of Cleaner Production*, 141, 1194-1204.

Silva, G. M., Gomes, P. J., Carvalho, H., & Geraldies, V. (2021). Sustainable development in small and medium enterprises: The role of entrepreneurial orientation in supply chain management. *Business Strategy and the Environment*, 30(8), 3804-3820.

Taherinezhad, A., & Alinezhad, A. (2023). Nations performance evaluation during SARS-CoV-2 outbreak handling via data envelopment analysis and machine learning methods. *International Journal of Systems Science: Operations & Logistics*, 10(1), 2022-243.

Tajbakhsh, A., & Hassini, E. (2015). A data envelopment analysis approach to evaluate sustainability in supply chain networks. *Journal of Cleaner Production*, 105, 74-85.

Tseng, M.-L., Islam, M. S., Karia, N., Fauzi, F. A., & Afrin, S. (2019). A literature review on green supply chain management: Trends and future challenges. *Resources, Conservation and Recycling*, 141, 145-162.

Wagner, M. (2013). ‘Green’ human resource benefits: Do they matter as determinants of environmental management system implementation? *Journal of Business Ethics*, 114(3), 443-456.

Zaid, A. A., Jaaron, A. A., & Bon, A. T. (2018). The impact of green human resource management and green supply chain management practices on sustainable performance: An empirical study. *Journal of Cleaner Production*, 204, 965-979.

Zhang, C., Tang, L., & Zhang, J. (2023). Identifying Critical Indicators in Performance Evaluation of Green Supply Chains Using Hybrid Multiple-Criteria Decision-Making. *Sustainability*, 15(7), 6095.

Zhu, Q., Feng, Y., & Choi, S. B. (2017). The role of customer relational governance in environmental and economic performance improvement through green supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 155, 46-53.

Zhu, Q., Sarkis, J., Lai, K.H., (2013), Institutional-based antecedents and performance outcomes of internal and external green supply chain management practices. *J. Purch. Supply Manag.* 19 (2), 106-117.

Determining the efficiency of the green supply chain in selected Iranian home appliance companies

Somayeh Sazegari,^۱ Sayyed Mohammad Reza Davoodi^{*} and Alireza Goli[†]

Abstract

This research aims to determine the efficiency of the green supply chain in selected Iranian home appliance companies. It is a developmental-applied research method that is in the category of mathematical modeling. The statistical population of this research includes a number of top managers and responsible experts active in the field of home appliance industry and a number of academic professors in the field of green supply chain, of which 20 people were selected as a sample. In this research, fuzzy Delphi approaches and fuzzy data envelopment analysis method have been used. Information was collected from 9 home appliance companies (selected) and analyzed. In this article, first, by reviewing the literature and interviewing science-industry experts, the criteria affecting the green supply chain management were identified, and by using the fuzzy Delphi method, a screening was carried out in two stages, and finally 7 criteria were approved. Then, using fuzzy data envelopment analysis, the ranking of the evaluated units was done. The results showed that company A has the best efficiency and the greenest supply chain, and company H has the worst efficiency, which means that it is necessary to pay more attention to companies with low efficiency. In order to show the capability of the proposed model, the developed model was compared with its equivalent basic model and the accuracy of the developed model was concluded.

Keywords: green supply chain management, performance evaluation, efficiency, fuzzy data envelopment analysis, fuzzy Delphi.

^۱ PhD Candidate of Industrial Management, Department of Management, Dehaghan Branch, Islamic Azad University, Dehaghan, Iran. Email: Somayeh.sazegari@gmail.com.

^{*} Corresponding Author, Associate professor. Department of Management, Dehaghan Branch, Islamic Azad University, Dehaghan, Iran. Email: Smrdavoodi@ut.ac.ir.

[†] Assistant Professor, Department of Industrial Engineering and Future Studies, Faculty of Engineering, University of Isfahan, Isfahan, Iran. goli.a@eng.ui.ac.ir.



تحلیل عاملی تاییدی مدل بالندگی رهبری زنان در سازمان ملی استاندارد ایران

ثریا سهیلی^۱؛ احمد ودادی^{*} و محمدرضا ربیعی مندجین^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۸/۱۱ و تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۹/۱۳

چکیده

با وجود اینکه میزان ورودی زنان به رشته‌های مختلف دانشگاهی افزایش یافته اما تعداد اندک زنان در جایگاه‌های رهبری و مدیریت در سال‌های اخیر، مورد توجه بسیاری از محققان مدیریت دولتی قرار گرفته است. هدف تحقیق حاضر تحلیل عاملی تاییدی مدل بالندگی رهبری زنان در سازمان ملی استاندارد ایران می‌باشد. این پژوهش از منظر روش‌شناسی، یک پژوهش آمیخته است. به روش کیفی فراترکیب، مدل تبیین و ارائه گردید. در بخش کمی، جامعه مورد بررسی شامل مدیران سازمان ملی استاندارد ایران بود که حجم نمونه از طریق فرمول کلاین ۲۰۰ نفر و نمونه‌گیری بصورت تصادفی ساده انجام شد. با استفاده از پرسشنامه محقق‌ساخته، اطلاعات جمع‌آوری و توسط نرم افزار Smart-PLS اعتبار بیرونی و درونی مدل مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌ها نشان داد بالندگی رهبری زنان در سازمان ملی استاندارد ایران یک سازه چند بعدی شامل ابعاد سازمانی، رفتاری و فردی می‌باشد. در مدل بیرونی، پایایی ترکیبی و روایی همگرا تایید گردید و در تحلیل عاملی مرتبه اول بارهای عاملی تمام شاخص‌ها بالای ۰/۴ برآورد شد. یافته‌های تحلیل عاملی مرتبه دوم در مدل بیرونی نشان داد ضرایب تمام مسیرها معنادار بوده و ارتباط علی ابعاد و مولفه‌ها تایید گردید. توسعه رهبران زن توانمند برای بهبود عملکرد سازمان ملی استاندارد ایران ضروری است. مدل پژوهش در قالب یک سازه چندبعدی، چارچوب مفیدی برای درک ماهیت بالندگی رهبری زنان در سازمان ملی استاندارد ایران برای مسئولان، مدیران و متخصصان این حوزه فراهم می‌کند.

واژه‌های کلیدی: بالندگی رهبری زنان، تحلیل عاملی تاییدی و رهبری زنان.

^۱. دانشجوی دکتری، گروه مدیریت دولتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران؛ s.soheili@iauctb.ac.ir

^۲. دانشیار، گروه مدیریت دولتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول)؛ ahm.vedadi@iauctb.ac.ir

^۳. استادیار، گروه مدیریت دولتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران؛ moh.Rabiee_mondin@iauctb.ac.ir

مقدمه

سازمان‌های دولتی بسیار مهم هستند و نقش بسیار پیچیده‌ای در جامعه ایفا می‌کنند. زنان در مشاغلی که انجام داده‌اند قادر به نشان دادن دانش و مهارت‌های کامل خود نبوده‌اند و همیشه در کارهای ضعیف‌تر سازمان‌های بخش دولتی مشغول بودند، نظرات آنها کنار گذاشته شد، آنها در تصمیم‌گیری معلول بودند و از هر لحاظ سعی شد نقش زنان، در سازمان‌های بخش دولتی به حاشیه رانده شود و حتی در جامعه به طور گسترده نادیده گرفته شوند (پردا - پرز و همکاران، ۲۰۱۸؛ دراگسویچ و میهیچ، ۲۰۲۰)، اما این امر باعث شده است که آنها برای پیشرفت خود در جامعه و مشاغل خود بجنگند، جایگاه خود را در فضای کسب‌وکار پیدا کنند و در مقابل مردان خود را ثابت کنند. امروز، حضور زنان در مکان‌های تعیین‌کننده در جامعه و بخش عمومی بسیار بیشتر از یک یا دو دهه پیش است و زنان در رأس شرکت‌های بزرگ خدماتی، در هیئت‌مدیره یا به عنوان نماینده سیاسی در مجلس‌ها و بخش‌های دیگر قرار دارند (الیاس، ۲۰۱۸؛ دراگسویچ و میهیچ، ۲۰۲۰). یکی از شایستگی‌های ضروری مدیران برای موفقیت در مدیریت، رهبری است. در حال حاضر توجه خاصی به توسعه رهبری در سیستم اقتصادی معطوف شده است زیرا ویژگی‌های یک رهبر ذاتاً منحصر به فرد و خاص است. مهمتر از همه، آنها برای اجرای مدیریت مؤثر در سازمان‌ها ضروری هستند (مک کالی و پالوس، ۲۰۲۰). برقراری ارتباطات مؤثر و همراه کردن کارکنان در دنیای پیچیده روابط سازمانی امروز، در بستر ایفای درست و دقیق نقش رهبری مدیر ممکن می‌گردد. در سالهای اخیر حضور زنان در پست‌های رهبری در بخش‌های ساختاری سازمان‌ها گسترده‌تر شده است که پیش‌نیازهایی را برای تغییرات اساسی در تعامل رهبران هر دو جنس در تجارت ایجاد می‌کند (Liu, Wei & Xu, 2021). اگرچه بسیاری از سازمان‌ها و شرکت‌ها به تدریج سیاست‌هایی را با هدف دستیابی به برابری جنسیتی در رویاهای کاری خود ارائه می‌کنند، اما طبق گزارش مجمع جهانی اقتصاد، در سطح جهانی، وضعیت بهتر نشده است (مجمع جهانی اقتصاد، ۲۰۲۱). در بیشتر کشورها و فرهنگ‌های جهان، جامعه به طور سنتی یک رهبر موفق را با شخصیت و عادات «مردانه» مانند قاطعیت و تسلط مرتبط می‌داند (Cerezo et al., 2020; Ljunge, 2019). جایگاه‌های مدیریت و رهبری بسیاری از صنایع محرک اقتصاد در دنیا در تسلط مردان قرار دارد، عمده رهبران سیاسی و مدیران ارشد را نیز مردان تشکیل می‌دهند (ریجیو، ۲۰۱۰؛ سیمسون و دیگران، ۲۰۱۰). سبک رهبری بیانگر شیوه منحصر به فرد یک فرد برای هدایت است که شامل حل مسئله متمایز است (چیکازه و همکاران، ۲۰۲۳؛ فرهان، ۲۰۲۲). زنان اغلب آگاهی سیاسی شایسته ندارند (هاکنسون، ۲۰۲۱؛ ون در پاس، ۲۰۲۰). بدون آگاهی‌های سیاسی شایسته، سیاستمداران زن شکست خواهند خورد و ضعیف در نظر گرفته خواهند شد زیرا آنها محدود به فرهنگ مردسالار هستند (سامباس، ۲۰۲۰). در کشورهای خاورمیانه، زنان جایگاه مهمی در دولت و مجلس ندارند (شلابی، ۲۰۱۸). زنان در جوامع عمدتاً مردسالار خاورمیانه با تعداد زیادی از کدوها و هنجارهای اجتماعی نانوشته‌ای مواجه هستند، پیچیده‌تر می‌شود (صولتی، ۲۰۱۷). کشور ایران از مجموع ۱۴۴ کشور

بررسی شده در سال ۲۰۱۹ در جهان، رتبه ۱۴۲ را کسب کرده است (مجمع جهانی اقتصاد؛ ۲۰۱۷). در دولت دوازدهم رویکردی به تصویب رسید تا سهم زنان از پست‌های عالی سازمان به ۳۰ درصد افزایش یابد که این نسبت به سهم مدیریت مردان نابرابری را نشان می‌دهد؛ زیرا اصل الزم برای تصاحب پست مدیریت موضوع شایسته سالاری است نه جنسیت افراد. طبق گزارش مدیر کل امور بین‌الملل معاونت امور زنان ریاست جمهوری در سال ۱۳۹۸ میزان مشارکت رسمی زنان ایرانی در بازار کار ۱۷/۹ درصد است (رضاپور، ۱۳۹۸). هنگامی که شاخص‌های بالندگی رهبری زنان را شناسایی می‌کنیم، می‌توانیم تصمیمات آگاهانه‌تری در مورد چگونگی حذف موانع برای رهبران زن بگیریم (اسمیت و همکاران، ۲۰۲۰). هدف این پژوهش، بررسی تحلیلی عاملی تأییدی مدل بالندگی رهبری زنان در سازمان ملی استاندارد ایران از دیدگاه اعضای هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی می‌باشد. بنابراین سوال اصلی این است که مدل بالندگی رهبری زنان در سازمان ملی استاندارد ایران از چه سطح اعتباری برخوردار است؟

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

اقتصاد جهانی دورنمای رقابتی جدیدی را ایجاد کرده است که در آن رویدادها، مداوم و پیش‌بینی نشده تغییر می‌کنند. تغییرات شتابان در محیط بیرونی افزایش نیاز به مدیریت را به منظور تفسیر محیط، خلق استراتژی و ایجاد سازمانی که بتواند در چنین شرایطی دوام بیاورد را القا می‌کند. در سال‌های اخیر باوجود اینکه میزان ورودی زنان به رشته‌های مختلف دانشگاهی افزایش یافته؛ با این حال هنوز تفاوت و تبعیض‌های جنسیتی در شغل‌های مختلف به چشم می‌خورد و هنوز هم در سراسر جهان نابرابری شغلی وجود دارد (آپریت؛ ۲۰۱۷). پرورش رهبران زن به معنی رشد و توسعه زنان در جهت ارتقای فرصت‌های شغلی، مهارت‌آموزی و افزایش اعتماد به نفس و برتری زنان در کارهای رهبری و سطوح ارشد سازمان است (چانگ؛ ۲۰۱۹). با وجود این که در دهه‌های اخیر شمار زنانی که در جستجوی پست‌های مدیریتی و رده‌های بالای سازمانی بوده‌اند، افزایش یافته ولی هنوز هم نسبت حضور زنان شاغل در رده‌های بالای سازمانی نسبت به مردان در اقلیت است و با تمام شایستگی‌های موجود هنوز هم نتوانسته‌اند به سطوح بالای قدرت در سازمان دست یابند (رفیعی، ۱۳۹۷). براون^۴ (۲۰۲۰) در رساله دکتری خود به بررسی راهکارهایی برای افزایش بهره‌وری سازمانی با پیشرفت زنان به سمت‌های مدیریتی پرداخت. تقریباً ۴۵ درصد از نیروهای کار ایالات متحده را زنان تشکیل می‌دهند، اما کمتر از ۵ درصد به دلیل استراتژی‌های جانشینی ناکارآمد در پست‌های اجرایی کار می‌کنند. هدف از این مطالعه موردی چندگانه کیفی، کشف استراتژی‌های جانشینی مدیران منابع انسانی برای پیشبرد زنان واجد شرایط برای موقعیت‌های رهبری برای بهبود عملکرد سازمان‌ها بود. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از تحلیل مضمون استفاده

^۱World Economic Forum

^۲ Upright

^۳Chuang

^۴Brown

شد. سه موضوع پدیدار شد: اهمیت آموزش مدیریتی، پیشرفت تحصیلی و داشتن الگوها و مربیان. توصیه‌های اصلی شامل ایجاد همکاری‌ها و مشارکت‌ها و ایجاد برنامه‌های جانشینی برای مدیریت میانی است. دراگسویچ و میهیچ (۲۰۲۰) به بررسی رهبری زنان در بخش دولتی؛ شواهدی از صربستان پرداختند. نقش زنان در جامعه هر روز در حال افزایش است. امروزه، تمایل و تعامل فراوان در همه سطوح جامعه و دولت برای تغییر وضعیت وجود دارد تا زنان بتوانند توانایی‌های خود را در بالاترین سمت‌ها، چه در شرکت‌ها و چه در بخش‌های دولتی ثابت کنند. یافته‌های این پژوهش توصیفی و مروری نشان می‌دهد که پیش شرط اصلی ارتقا زنان به پست‌های بالاتر دانش، تحصیلات و تجربه کاری است. ملایی و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی به بررسی فراتحلیلی بر شناسایی موانع ارتقاء زنان به سطوح مدیریت در سازمان‌های دولتی ایران پرداختند. در این مقاله ضمن بررسی مساله عدم ارتقاء زنان، با استفاده از مرور سیستماتیک، پژوهش‌های انجام شده با موضوع شناسایی موانع ارتقاء زنان به سطوح مدیریت در سازمان‌های دولتی ایران فراتحلیل گردید. یافته‌ها موانع ارتقاء زنان را در چهار دسته کلی طبقه بندی و به شرح ذیل اولویت - بندی می‌کنند. موانع فرهنگی - اجتماعی، موانع سیاسی، موانع سازمانی و در نهایت موانع فردی - خانوادگی. اسمایلرز و همکاران (۲۰۲۰) به درک زنان از نقش جنسیت در رهبری با یک تحلیل کیفی پرداختند. این پژوهش به صورت کیفی و از طریق مطالعه‌ای اکتشافی به بررسی ادراک زنان از رهبری پرداختند. نمونه این پژوهش ۳۵ نفر از زنان دانشگاهی کشور ژاپن بودند که از آن‌ها در ارتباط با آگاهی زنان از نقش / کلیشه‌های جنسیتی، تصورات / تجارب رهبری و آرزوهای آینده مصاحبه شد. با استفاده از رویکرد تحلیل مضمون چندین مضمون فراگیر از جمله موانع رهبری (به عنوان مثال اعتماد به نفس)، تأثیر الگوها (به ویژه سایر زنان) و تأثیر دوره آموزشی بر مفهوم رهبری زن کشف شد. و در نهایت به اهمیت سیاست‌گذاری و تغییرات فرهنگی برای دستیابی زنان به پست‌های مدیریتی تأکید شده است.

دوگارا-تولیچاؤ همکاران در سال ۲۰۱۹ با هدف بررسی ویژگی‌های رهبری در زنان انجام گرفت. تحقیق کیفی این مقاله، براساس روش گروه متمرکز، با هدف شناسایی خصوصیات اصلی رهبران زن در رومانی و از دو سؤال تحقیق آغاز شد: چه چیزی رهبران زن را از رهبران مرد متمایز می‌کند؟ زنان سیاسی پیشرو در رومانی چگونه درک می‌شوند؟ پس از انجام مطالعه یافته‌های زیر به دست آمد: ارزش گذاری کارکنان برای زنان رهبر بسیار قوی تر است. زنان رویکرد انسانی تری دارند، روی ارزش افزوده تیم تمرکز می‌کنند، اختلافات بین اعضای تیم را تحریک نمی‌کنند. رهبران مرد کارآمد هستند، سریع تصمیم‌گیری و ارتباط برقرار می‌کنند. زن به تعبیری رهبر است، زیرا او رهبر خانواده است. زنان رهبر با کارمندان زن سردتر رفتار می‌کنند.

نچارزاده آرانی و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهشی به بررسی ارائه مدل سبک رهبری زنان در پست‌های مدیریتی بخش عمومی با تأکید بر نقش فرهنگ ملی پرداختند. یکی از موضوع‌های بسیار مهمی که در رده‌های مدیریتی به چشم می‌خورد، سبک رهبری

^۱Dragišević, & Mihić^۲Smirles et al^۳Dogaru-Tulică

زنان است. در این پژوهش، فلسفه پژوهش فمینیستی، رویکرد پژوهش استقرایی-قیاسی، راهبرد پژوهش نظریه داده‌بنیاد و روش گردآوری اطلاعات مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته بود. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که مدل سبک رهبری زنان، سبک رهبری مادرانه است که عواملی مانند زمینه‌های فرهنگی، بسترهای حمایتی، موانع ارتباطی و ساختاری در آن تأثیرگذار است و در نهایت به پیامدهای اجتماعی و سازمانی متعددی منجر می‌شود.

تعداد اندک زنان در جایگاه‌های رهبری و مدیریت در سال‌های اخیر مورد توجه بسیاری قرار گرفته است (سالواج و کوشل، ۲۰۲۰؛ نبین و همکاران، ۲۰۱۹). شاید به دلیل این که زنان به طور سنتی قدرت کمتری داشته‌اند، گمان می‌شود لیاقت کمتری برای احترام و داشتن پست‌هایی با جایگاه بالا را دارند. هر چند مطالعات نشان داده است که شاید عدم حضور زنان در مدیریت ارشد به دلیل جاه‌طلبی، ارزش‌ها یا اجتماعی شدن نیست که آن‌ها را برای این شغل‌ها، کمتر واجد شرایط بدانند، بلکه عوامل دیگری نیز در این امر دخیل هستند، که نیاز به تحقیق بیشتر دارد (هوبارد، ۲۰۱۸).

ایسر و همکاران (۲۰۱۸) در مدل خود به بررسی شایستگی‌های مورد نیاز رهبران زن که در محیط‌های تجاری تحت سلطه مردانه کار می‌کنند، با تمرکز ویژه بر دیدگاه‌های رهبران مرد، به این بحث کمک کردند که چرا تنها تعداد کمی از زنان در سازمان‌های تحت سلطه مرد به بالاترین مقام می‌رسند. علاوه بر این، محققان یک بررسی ادبیات کامل در مورد شایستگی‌های ضروری برای رهبری مؤثر ارشد انجام دادند که به عنوان چارچوبی راهنما برای جمع‌آوری داده‌های اولیه استفاده شد. نتایج مطالعه نشان داد که رهبران مرد ترکیب پیچیده‌ای از رفتارهای مرتبط با جنسیت را در سطح حرفه‌ای و بین فردی به عنوان کلید موفقیت رهبران زن در صنایع تحت سلطه مرد می‌دانند. می‌توان نتیجه گرفت که معمولاً از زنان انتظار می‌رود که تخصص حرفه‌ای استثنایی و غالباً بالاتری نسبت به همسالان مرد خود نشان دهند تا مورد احترام قرار گیرند. علاوه بر این، رهبران مرد اصالت و توانایی تکیه بر نقاط قوت زنانه خود، مانند همدلی و توانایی گوش دادن را برای موفقیت زنان مهم می‌دانستند.

شهبازی در سال ۱۳۹۹ در تحقیق خود به بررسی رابطه تاب‌آوری شغلی زنان با موانع ارتقا و پیشرفت شغلی زنان شاغل پرداخت که نتایج تحقیق نشان داد بین تاب‌آوری با موانع ارتقا و پیشرفت شغلی زنان شاغل رابطه وجود دارد.

الجاف و همکاران در سال ۱۳۹۸ در تحقیق خود به ارائه‌ی مدل دستیابی زنان کرد به جایگاه‌های رهبری در اقلیم کردستان عراق پرداختند، نتایج تحقیق نشان داد که زنان برای دستیابی به جایگاه‌های رهبری نیازمند داشتن خانواده بانفوذ و قدرتمند هستند، همچنین، آن‌ها بایستی از برخی خصوصیات رهبری و داشتن الگو و مربی برخوردار باشند عوامل تسهیل‌کننده‌ای مانند سهمیه، دستیابی زنان به جایگاه‌های رهبری را سهولت می‌بخشد.

محمدزاده و همکاران در سال ۱۳۹۸ در مقاله‌ی خود به بررسی وضعیت ارتقا و شناسایی موانع ارتقای شغلی زنان به سطوح مدیریتی میانی و ارشد در مراکز آموزشی درمانی شهر ارومیه پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که بین موانع فردی، اجتماعی، فرهنگی، سیاسی و سازمانی با حضور زنان به سطوح مختلف مدیریتی در مراکز آموزشی درمانی شهر ارومیه رابطه معناداری وجود دارد. از نظر رتبه‌بندی موانع سازمانی، فردی، اجتماعی به ترتیب رتبه‌های اول تا سوم را کسب نمودند.

ضرغامی فرد و بهبودی در سال ۱۳۹۳ در مقاله‌ی خود به بررسی موانع پیشروی زنان در پست‌های رهبری در سازمان پرداخته‌اند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که زنان مدیر در ایران با پدیده صخره شیشه‌ای مواجه‌اند و عوامل مسبب و تقویت کننده صخره شیشه‌ای عبارت‌اند از: ویژگی‌های زنان در رهبری، طرفداری درون گروهی مردان، عدم تمایل زنان برای ورود به شبکه‌های مردانه سازمان، فقدان شبکه‌های حمایتی برای زنان، عوامل سازمانی و عوامل فرهنگی. همچنین نتایج تحقیق نشان می‌دهد صخره شیشه‌ای به ناکارآمدی زنان در مشاغل مدیریتی منجر می‌شود.

چنگ چانگ ژو در سال ۲۰۲۰ در مقاله‌ی خود به بررسی مشکل ارتقاء برای زنان براساس الگوی محاسباتی پرداختند نتایج تحقیق نشان داد که فرهنگ قوی مردسالارانه و گرایش جدی به خطر در مردان در محل کار می‌تواند بر شکاف جنسیتی در سازمان، عدم ارتقای زنان و همچنین عملکرد کلی سازمان تاثیر بگذارد.

کلی در سال ۲۰۱۹ در مقاله‌ی خود به بررسی موانع مشارکت زنان در نیجر به پرداخت. نتایج تحقیق نشان داد که فقدان حمایت مؤثر حکومت از زنان، سطح پایین تحصیلات، نگرش‌های جنسیتی، سیستم اداری فسادآمیز و خشونت علیه زنان به خصوص زنان کاندیداتوری به عنوان مهمترین عوامل بازدارنده مشارکت زنان در امورات مختلف هستند.

چوما در سال ۲۰۱۹ زنان به دلایل زیادی که عمدتاً ریشه در سنت‌های مذهبی و اجتماعی دارد، از سطوح مدیریتی باز می‌مانند و همچنان در دوره‌های اخیر، مقاومت‌های مردانه در برابر رشد زنان در سطوح مدیریتی بسیار جدی است.

ساندور در سال ۲۰۱۷ در پژوهشی نتیجه‌گیری نمود مهمترین موانع پیش روی زنان در ابتدای راه موانع درونی از جمله ترس از شکست، کمبود جسارت، کمبود حمایت، کمبود حمایت معنوی و نبود الگوی مناسب هستند.

لائورا و سانچز در سال ۲۰۱۷ در پژوهشی در جوامع در حال توسعه کره جنوبی، اندونزی، فیلیپین و تایوان نتیجه گرفتند زنان شاغل به طور همزمان مجموعه‌ای از انتظارات مختلف را شکل می‌دهند و هویت‌های شغلی زنان اغلب تحت الشعاع نقش‌های خانوادگی آنها است در نتیجه، تضاد میان نقش خانوادگی و شغلی پدیدار می‌شود و این تضادها برای زنانی که در سطوح ارشد مدیریتی هستند یا صاحب یک کسب و کار هستند به مراتب تشدید می‌گردد.

توسعه‌ی مداوم افراد برای رهبری مؤثر در اقتصاد جهانی یک مزیت رقابتی است که به موفقیت سازمانی کمک می‌کند. سازمان‌ها باید بر توسعه‌ی کارمندان زن و مرد برای رقابت در این نظم جدید جهانی که به سرعت در حال تغییر و تلاطم است، تمرکز کنند

در رابطه با بالندگی رهبری زنان در سازمان همان‌طور که ذکر شد در داخل و خارجی کشور هنوز تحقیقی به صورت ساز و کارهای اجرایی با تأکید بر عوامل پیش برنده و بازدارنده صورت نگرفته است. چندین مطالعه انجام شده، که به طور خلاصه به آن‌ها اشاره شد. ولی در خارج از ایران در رابطه با بالندگی رهبری زنان، مطالعات زیادی انجام شده است. همچنین در رابطه با این تحقیق، می‌توان به چند نکته اشاره کرد:

اکثر این تحقیقات به صورت مطالعه موردی و موردکاوی انجام شده است.

اغلب تحقیق‌ها با روش همبستگی، توسعه مفهومی و... صورت گرفته‌اند. پیش فرض انجام خیلی از این تحقیقات این بوده است که بالندگی رهبری زنان بر روی چه متغیرهای دیگر همچون عدالت سازمانی، نگرش کارکنان، واکنش کارکنان، اهداف سازمانی، تبعات سازمانی و... تأثیر دارد. همچنین در مقالات، در زمینه‌ی توسعه‌ی مفهومی بالندگی رهبری زنان، به ارایه‌ی چالش‌ها، فرصت‌ها، امتیازات، ابعاد و مؤلفه‌های بالندگی پرداخته شده است. علی‌رغم تحقیقاتی که در برخی از سازمان‌ها درخصوص بالندگی رهبری زنان صورت گرفته است، تحقیقی مبنی بر این امر در دانشگاه‌های داخل کشور یافت نشد، همچنین در تحقیقات مربوط به سازمان‌ها، جامعه آماری سازمان ملی استاندارد مورد توجه قرارنگرفته بود و ضرورت بررسی این مهم به عنوان شکافی در دانش بهبود عملکرد این سازمان به چشم می‌خورد.

روش‌شناسی پژوهش

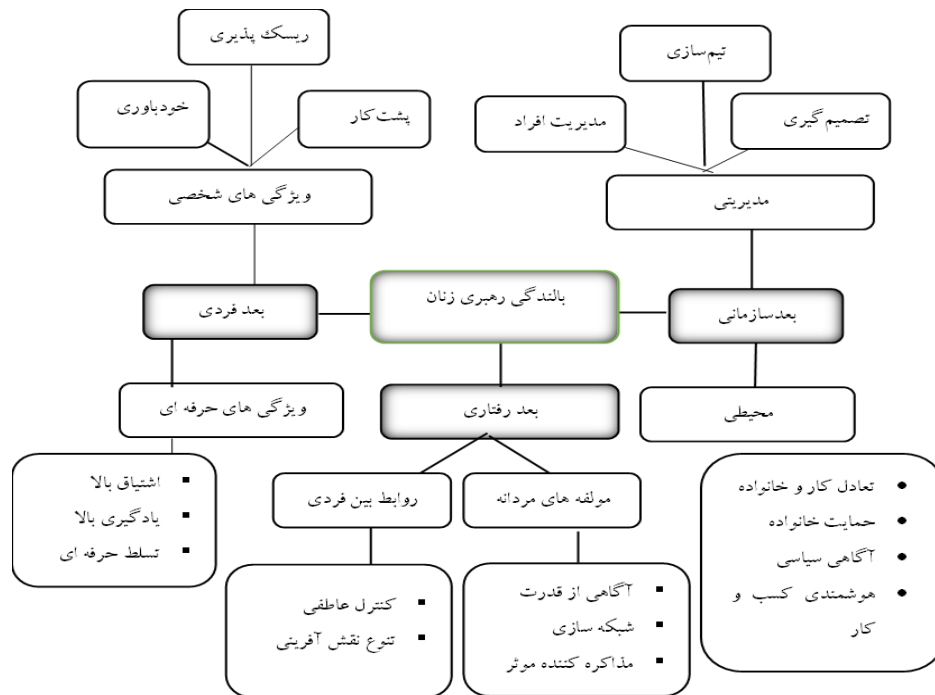
این پژوهش از لحاظ هدف توسعه‌ای و از منظر روش‌شناختی، آمیخته (کیفی-کمی) بود که در مرحله نخست با روش کیفی فراترکیب و الگوی هفت مرحله‌ای سندلوسکی و باروسو^{۱)} (۲۰۰۷) با مرور ادبیات پیشین در حوزه بالندگی رهبری زنان، بررسی جمع‌آوری داده‌ها و ادغام آن‌ها، مدلی جامع از بالندگی رهبری زنان بدست آمد که برای اعتباریابی آن از نظرات خبرگان در دلفی بهره گرفته شد و مدل در ۳ بُعد، ۶ مؤلفه و ۱۸ شاخص مطابق شکل ۱ طراحی گردید. در مرحله کمی، روش پژوهش پیمایشی و ابزار جمع‌آوری داده‌ها در این بخش، پرسش‌نامه محقق‌ساخته شامل ۱۸ سوال با طیف لیکرت ۷ امتیازی می‌باشد و روش جمع‌آوری اطلاعات بصورت میدانی بود. جامعه مورد بررسی شامل ۱۰۸۷ نفر از مدیران زن سازمان ملی استاندارد ایران بودند که حجم نمونه با توجه به فرمول کلاین^{۲)} ۲۰۰۴ نفر برآورد شد که به روش نمونه‌گیری تصادفی انجام پذیرفت (کلاین ۲۰۱۰، شه و گلدشتاین^{۳)} ۲۰۰۶). روایی محتوایی پرسشنامه توسط ۱۲ نفر از خبرگان و با استفاده از شاخص روایی محتوایی^{۴)} تأیید گردید و برای بررسی پایایی، پرسشنامه به صورت آزمایشی بین ۴۰ نفر از اعضای جامعه آماری پژوهش بصورت تصادفی توزیع شد که پایایی با ضریب آلفای کرونباخ برای تمام مؤلفه‌ها بالاتر از ۰/۷ بدست آمد و برای کل پرسشنامه ۰/۹۵۷ گردید که حاکی از تایید پایایی پرسشنامه بود. برای بررسی ادعای نرمال بودن متغیرهای پژوهش و داده‌های جمع‌آوری شده، از نرم افزار SPSS نسخه ۱۹ و آزمون کولموگروف-اسمیرنف استفاده گردید. آزمون کولموگروف-اسمیرنف برای همه مؤلفه‌های مدل بالندگی رهبری زنان کوچکتر از ۰/۰۵ می‌باشد که آزمون فرض نرمال بودن داده‌ها برای این مؤلفه‌ها تایید نمی‌شود لذا تحلیل عاملی تأییدی مدل با رویکرد حداقل مربعات و با نرم‌افزار Smart-PLS نسخه ۲ مورد تحلیل قرارگرفت.

^{۱)} Sandelowski & Barros

^{۲)} Klin

^{۳)} Shah & Goldstein

^{۴)} Content Validity Index



شکل ۱- مدل بالندگی رهبری زنان در سازمان ملی استاندارد ایران

یافته‌های پژوهش

سوال اصلی: تحلیل عاملی تاییدی مدل بالندگی رهبری زنان در سازمان ملی استاندارد ایران از چه سطح اعتباری برخوردار است؟ که شامل اعتبارسنجی در بررسی پایایی ترکیبی، روایی همگرا، تحلیل عاملی مرتبه اول و دوم، برازش درونی و معیار نیکویی برازش می‌باشد.

بررسی پایایی ترکیبی و روایی همگرا: بررسی پایایی پرسش‌نامه با دو معیار آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی CR مورد بررسی قرار گرفت. مقدار آلفای کرونباخ بیانگر میزان همبستگی یک مولفه با سوالات مربوط به آن می‌باشد که مقدار مناسب آن بالای ۰/۷ برای پذیرش پایایی عامل‌ها است. در روش حداقل مربعات جزئی معیار مدرنتری نسبت به آلفای کرونباخ به نام پایایی ترکیبی به کار می‌رود. برتری آن نسبت به آلفای کرونباخ این است که پایایی عامل‌ها نه به صورت مطلق، بلکه با توجه به همبستگی عامل‌ها با یکدیگر محاسبه می‌گردد. در نتیجه برای سنجش بهتر پایایی، هر دو معیار به کار می‌شود. ضریب

پایایی ترکیبی میزان همبستگی سؤال‌های یک مولفه را با یکدیگر، برای برازش کافی اندازه‌گیری را مشخص می‌کند که میزان مناسب پایایی مورد قبول مانند آلفای کرونباخ باید بالای ۰/۷ باشد (جورج و مالری، ۲۰۰۳: ۱۱۲). یکی از معیارهای دیگر در اندازه‌گیری مدل روایی همگرا^۱ یا به عبارت دیگر معیار متوسط واریانس استخراج شده (AVE) است که نشان دهنده میزان توانایی شاخص‌های یک مولفه در تبیین آن مولفه اشاره دارد (هالند، ۱۹۹۹). مقدار ملاک برای سطح پذیرش AVE رقم ۰/۴ است (مگنر^۲ همکاران، ۱۹۹۶)؛ و مقدار مناسب برای آن بیشتر یا مساوی ۰/۵ می‌باشد و چنانچه مقدار متغیری کمتر از ۰/۵ شود در نتیجه این متغیر فاقد روایی همگرا می‌باشد.

جدول ۲- مقادیر آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی و روایی همگرای متغیرهای پژوهش

متغیرهای تحقیق	پایایی		روایی همگرا
	آلفای	پایایی ترکیبی (CR)	
شایستگی‌های رهبری زنان	۰/۹۷۵	۰/۹۷۶	۰/۵۸۹
بعد فردی	۰/۹۴۹	۰/۹۵۵	۰/۶۴۳
مولفه ویژگی‌های شخصی	۰/۸۹۷	۰/۹۲۸	۰/۷۶۳
مولفه ویژگی‌های حرفه‌ای	۰/۹۳۱	۰/۹۴۳	۰/۶۷۵
بعد رفتار	۰/۹۳۰	۰/۹۴۳	۰/۶۷۹
مولفه مولفه‌های مردانه	۰/۸۷۷	۰/۹۱۰	۰/۶۷۱
مولفه روابط بین فردی	۰/۸۸۴	۰/۹۲۸	۰/۸۱۳
بعد سازمانی	۰/۹۲۵	۰/۹۳۷	۰/۶۰۵
مولفه مدیریتی	۰/۹۴۴	۰/۹۵۸	۰/۸۲۱
مولفه محیطی	۰/۸۸۱	۰/۹۱۳	۰/۶۸۱

ماخذ: یافته‌های تحقیق

تحلیل عاملی مرتبه اول: در تحلیل عاملی تاییدی مرتبه اول در مدل بیرونی، بارهای عاملی مورد محاسبه قرار می‌گیرد که اگر این مقدار برابر یا بیشتر از ۰/۴ شود، موید این مطلب است که شاخص از دقت لازم برای اندازه‌گیری آن سازه برخوردار است

^۱ George & Mallery

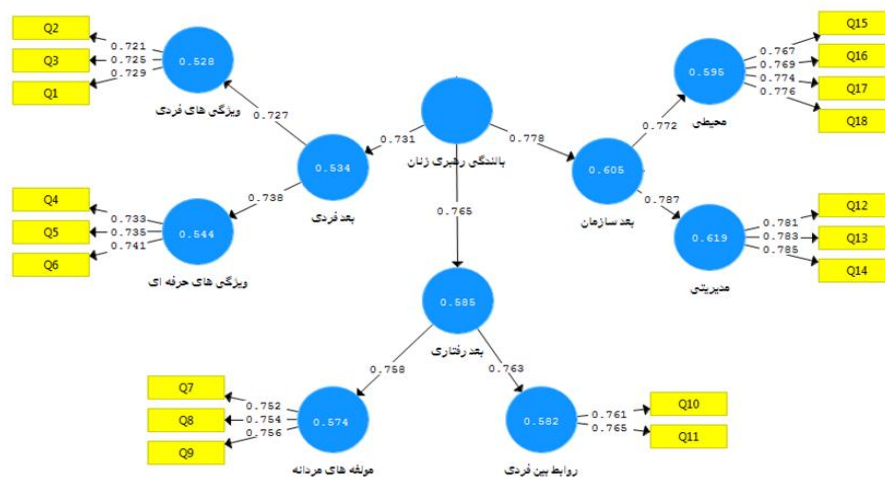
^۲ Convergent Validity

^۳ Average Variance Extracted

^۴ Hulland

^۵ Magner

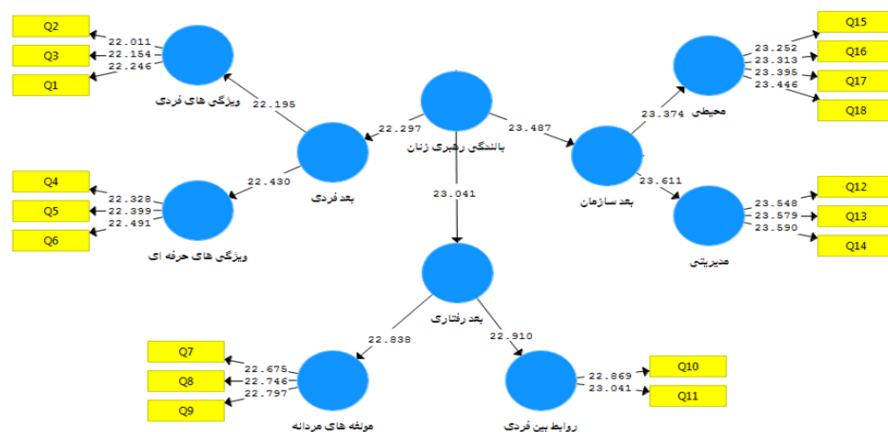
و میتوان شاخص مورد نظر را حفظ نمود (جفن و استراب^۱، ۸۹:۲۰۰۵). مطابق شکل ۱ ضرایب بارهای عاملی در مدل این پژوهش از ۰/۴ بیشتر می باشد. همچنین برای بررسی معناداری بارهای عاملی از آماره t استفاده گردید که ملاک اعتبار قابل قبول در اینجا این است که تمامی شاخص های مدل دارای بار عاملی بزرگتر از ۰/۴ و در سطح اطمینان ۹۹٪ ($t > 2/58$) معنادار باشند که مطابق جدول ۳ نتایج اندازه گیری مورد قبول می باشد.



شکل ۲- مدل در حالت ضرایب استاندارد

همان طور که در شکل فوق ملاحظه می شود بار عاملی برای تمامی مولفه ها و شاخص ها بالاتر از ۰/۴ است که بیانگر قابل قبول بودن تبیین شاخص ها برای هر یک از مولفه ها و مولفه ها برای هر یک از ابعاد است. در شکل زیر هم ضرایب معناداری تی مدل آورده شده است.

^۱ Gefen & Straub



شکل ۳- مدل در حالت معناداری ضرایب

همان طور که در شکل فوق قابل مشاهده است ضریب معناداری تی برای هر یک از شاخص ها و مؤلفه ها بالاتر از ۲/۵۸ شده است و لذا با ۹۹ درصد اطمینان همه شاخص های برای هر یک از مؤلفه ها و مؤلفه ها برای هر یک از ابعاد تأیید می شود و هیچ شاخص و مؤلفه ای نیاز به حذف شدن ندارد.

جدول ۳- ضرایب بارهای عاملی مستخرج از نرم افزار اسمارت پی ال اس

متغیرهای پنهان سطح دوم	متغیرهای پنهان سطح اول	شاخص‌ها	شماره شاخص‌ها	تحلیل عاملی تاییدی	
				بارهای عاملی	آماره t
بُعد فردی	ویژگی های فردی	خود باوری	Q۰۱	۰,۷۲۹	۲۲,۲۴۶
		ریسک پذیری	Q۰۲	۰,۷۲۱	۲۲,۰۱۱
		پشت کار	Q۰۳	۰,۷۲۵	۲۲,۱۵۴
	ویژگی های حرفه ای	اشتتاق درونی	Q۰۴	۰,۷۳۳	۲۲,۳۲۸
		یادگیری بالا	Q۰۵	۰,۷۳۵	۲۲,۳۹۹
		تسلط حرفه ای	Q۰۶	۰,۷۴۱	۲۲,۴۹۱
بُعد رفتاری	مولفه های مردانه	آگاهی از قدرت	Q۰۷	۰,۷۵۲	۲۲,۶۷۵
		شبکه سازی	Q۰۸	۰,۷۵۴	۲۲,۷۴۶
		مذاکره کننده موثر	Q۰۹	۰,۷۵۶	۲۲,۷۹۷
	روابط بین فردی	کنترل عاطفی	Q۱۰	۰,۷۶۱	۲۲,۸۶۹
		تنوع نقش آفرینی	Q۱۱	۰,۷۶۵	۲۳,۰۴۱
		مدیریت افراد	Q۱۲	۰,۷۸۱	۲۳,۵۴۸
بُعد سازمانی	مدیریتی	تیم سازی	Q۱۳	۰,۷۸۳	۲۳,۵۷۹
		تصمیم گیری	Q۱۴	۰,۷۸۵	۲۳,۵۹۰
		تعادل کار و خانواده	Q۱۵	۰,۷۶۷	۲۳,۲۵۲
	محیطی	حمایت خانواده	Q۱۶	۰,۷۶۹	۲۳,۳۱۳
		آگاهی سیاسی	Q۱۷	۰,۷۷۴	۲۳,۳۹۵
		هوشمندی کسب و کار	Q۱۸	۰,۷۷۶	۲۳,۴۴۶

ماخذ: یافته‌های تحقیق

تحلیل عاملی مرتبه دوم: بر خلاف مدل اندازه‌گیری (بیرونی)، در بخش درونی مدل به سوالات (متغیرهای آشکار) کاری ندارد و تنها عامل‌های پنهان همراه با روابط میان آنها بررسی می‌گردد. یکی از شاخص‌های تأیید روابط در مدل ساختاری، معنادار بودن ضرایب مسیر است ضرایب معناداری (مقادیر *T-Values*) مسیرهای مدل نشان می‌دهند که آیا فرضیه‌های پژوهش معنادار هستند یا خیر؟ سطح اطمینان مورد نظر در پژوهش حاضر، ۹۵ درصد و حداقل آماره مربوط به آن، ۱/۹۶ است. جهت

آزمون معنیداری مسیرها، آماره t هر مسیر یا مقادیر معناداری ضرایب مسیر مستقیم و غیرمستقیم مطابق جدول ۴ از نرم افزار بدست آمده است.

جدول ۴- معناداری ضرایب مسیر مستقیم متغیرهای موردبررسی مدل تحقیق

T-Value	ضرایب مسیر	جهت مسیر		
۲۲,۲۹۷	۰,۷۳۱	بعد فردی	←	بالندگی رهبری زنان
۲۳,۰۴۱	۰,۷۶۵	بعد رفتاری		
۲۳,۴۸۷	۰,۷۷۸	بعد سازمان		
۲۳,۳۷۴	۰,۷۷۲	بعد محیطی	←	بعد سازمان
۲۳,۶۱۱	۰,۷۸۷	بعد مدیریتی		
۲۲,۸۳۸	۰,۷۵۸	مولفه های مردانه	←	بعد رفتاری
۲۲,۹۱۰	۰,۷۶۳	روابط بین فردی		
۲۲,۱۹۵	۰,۷۲۷	ویژگی های فردی	←	بعد فردی
۲۲,۴۳۰	۰,۷۳۸	ویژگی های حرفه ای		

ماخذ: یافته‌های تحقیق

بررسی کیفیت مدل (برازش مدل ساختاری): کیفیت و قدرت پیش‌بینی ساختاری مدل تحقیق در PLS از طریق شاخص اشتراکی، شاخص افزونگی و ضریب تعیین R^2 قابل بررسی است. مقادیر مثبت شاخص اشتراکی نشان‌دهنده کیفیت مناسب مدل اندازه‌گیری می‌باشد. مقادیر بالای صفر شاخص افزونگی نشان‌دهنده توانایی بالای مدل ساختاری در پیش‌بینی کردن است. (هنسلر^۱ رینگل و سینکویکز^۲، ۲۰۰۹؛ ۲۸۴).

ضریب تعیین (R^2) معیاری برای بررسی برازش مدل ساختاری محسوب می‌شود که برای متصل کردن بخش اندازه‌گیری و بخش مدل ساختاری به کار می‌رود. ضریب تعیین نشان از تأثیری دارد که یک متغیر برون‌زا بر یک متغیر درون‌زا یا وابسته می‌گذارد. مقدار این ضریب از صفر تا یک است که مقادیر بزرگتر، مطلوب‌تر است. استیونس^۳ (۲۰۰۹، ۲۵۴) مقادیر R^2 نزدیک به ۰/۶۷ را مطلوب، نزدیک به ۰/۳۳ را معمولی و نزدیک به ۰/۱۹ را ضعیف ارزیابی می‌نماید. یکی از مزیت‌های اصلی در روش حداقل مربعات جزئی (PLS) این است که این روش قابلیت کاهش خطاها در مدل‌های اندازه‌گیری و یا افزایش واریانس بین عامل‌ها و سوالات را دارد. در یک پژوهش ضرایب R^2 مربوط به عامل‌های پنهان درون زای (وابسته) مدل است. مقدار R^2

^۱- Henseler

^۲- Henseler, Ringle & Sinkovics

^۳- Stevens

برای عامل‌های برون‌زا یا مستقل برابر صفر است. با توجه به جدول ۴ مقدار R^2 برای همه عامل‌های وابسته مدل در حد متوسط و قوی قرار دارد و با توجه به مقدار ملاک، مناسب بودن برازش مدل ساختاری، تایید می‌شود. بنابراین بر اساس نتایج مقادیر بدست آمده در جدول ۴، مدل ساختاری تحقیق دارای کیفیت و قدرت پیش‌بینی مناسب است.

شاخص Q^2 یک معیار ارزیابی برای ارتباط پیش‌بینی اعتبار متقابل مدل مسیر PLS را نشان می‌دهد. این معیار معروف به شاخص استون-گیسر است. شاخص Q^2 توسط استون و گیسر (۱۹۷۵) معرفی شده است و قدرت پیش‌بینی مدل در متغیرهای وابسته را مشخص می‌کند. این شاخص به دنبال سنجش قابلیت پیش‌بینی مدل PLS است.

علاوه بر ارزیابی بزرگی مقادیر R^2 به عنوان معیاری برای دقت پیش‌بینی، محققان ممکن است بخواهند مقدار Q^2 استون و گیسر را نیز بررسی کنند. مقدار Q^2 متغیرهای پنهان در مدل مسیر PLS با استفاده از روش بلایندفولدینگ در نرم افزار اسمارت پی ال اس به دست می‌آید. براساس مقدار Q^2 می‌توان در مورد مدل و برازش آن نظر داد. مقادیر منفی قابل قبول نیست و باید مقادیر مثبت باشند. در آزمون استون-گیسر دو مقدار ارایه می‌شود: $CV-Com^2$ شاخص بررسی اعتبار اشتراک یا روایی متقاطع را نشان می‌دهد و $CV-Red^2$ افزونگی (یا شاخص بررسی اعتبار حشو) است که کیفیت مدل ساختاری را نشان می‌دهد. اعداد مثبت نشانگر کیفیت مناسب مدل هستند. شاخص Q^2 مثبت و بزرگ، نشان از قابلیت بالای پیش‌بینی مدل دارد و مقادیر Q^2 منفی بیانگر تخمین بسیار ضعیف متغیر پنهان است.

معیار قدرت کل مدل تحقیق؛ معیار خوبی برازش: معیار شاخص نیکویی براش یا GOF^2 راه حلی برای بررسی برازش کلی مدل است و بین صفر تا یک قرار دارد و مقادیر نزدیک به یک نشانگر کیفیت مناسب مدل هستند. توسط این معیار محقق می‌تواند پس از بررسی بخش اندازه‌گیری مدل و بررسی کیفیت و قدرت پیش‌بینی ساختاری مدل، برازش بخش کلی را نیز، کنترل نماید. این شاخص توانایی پیش‌بینی کلی مدل را بررسی می‌کند و اینکه آیا مدل آزمایش شده در پیش‌بینی متغیرهای مکنون درون‌زا موفق بوده است یا خیر. برای بررسی برازش مدل کلی از معیار نیکویی برازش یا همان GOF استفاده می‌شود. این شاخص، مجذور ضرب دو مقدار متوسط مقادیر اشتراکی و متوسط ضرایب تعیین است. مقادیر $0/01$ ، $0/25$ و $0/36$ به عنوان مقادیر ضعیف، متوسط و قوی برای GOF معرفی شده است (استیونس، ۲۰۰۹؛ ۲۶۱؛ وتزلز، اودکرکن و وانوپن، ۲۰۰۹؛ ۱۸۶). با توجه به رابطه ۱ حصول مقدار $0/788$ برای GOF در مدل پژوهش، نشان از برازش کلی بسیار مناسب مدل تحقیق دارد.

$$GOF = \sqrt{Avg (Communality) \times Avg (R^2)} = \sqrt{0/694 \times 0/894} = 0/788 \quad \text{رابطه ۱}$$

^۱-Blindfolding^۲-Cross Validated Communality^۳ Cross Validated Redundancy^{*}Goodness of Fitness^{*}Communality^۳Wetzels, Schroder & Van Oppen

جدول ۵- مقادیر شاخص‌های بررسی تعیین کیفیت و قدرت پیش‌بینی مدل اندازه‌گیری تحقیق

ضریب تعیین R ²	Q ² متغیر پیش‌بین		متغیرهای تحقیق
	CV-Red شاخص افزونگی	CV-Com شاخص اشتراکی	
-	۰/۵۲۸	۰/۵۲۸	(A) رهبری زنان
۰/۹۰۳	۰/۵۷۲	۰/۵۴۶	(B) بعد فردی
۰/۸۵۶	۰/۶۵۷	۰/۵۹۰	(B1) ویژگی‌های حرفه‌ای
۰/۹۴۷	۰/۶۳۸	۰/۵۰۲	(B2) ویژگی‌های شخصی
۰/۹۳۹	۰/۶۳۲	۰/۵۴۱	(C) بعد رفتاری
۰/۹۵۹	۰/۶۳۶	۰/۴۸۸	(C1) مولفه‌های مردانه
۰/۹۱۳	۰/۷۳۵	۰/۵۹۱	(C2) روابط بین فردی
۰/۹۲۰	۰/۵۳۱	۰/۴۹۱	(D) بعد سازمانی
۰/۸۵۲	۰/۶۹۷	۰/۶۴۲	(D1) مدیریتی
۰/۷۵۷	۰/۴۸۴	۰/۴۴۲	(D2) محیطی

ماخذ: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

سازمان ملی استاندارد ایران یک سازمان پیچیده چند تخصصی بوده و بدلیل ماهیت خدمات ارائه شده، مستلزم به کارگیری نوعی از رهبری هوشمندانه، می‌باشد بنابراین توسعه رهبران زن توانمند برای بهبود عملکرد سازمان ملی استاندارد ایران ضروری است. با توجه به اینکه زنان تعداد بسیار زیادی از کارکنان سازمان ملی استاندارد ایران را تشکیل می‌دهند اما بیشتر پست‌های مدیریتی و رهبری ارشد این سازمان به مردان اختصاص یافته است و درصد اندکی از مدیران ارشد سازمان ملی استاندارد ایران زن می‌باشند. سازمان برای تحقق برنامه‌های توسعه‌ای کشور، نیازمند پیاده‌سازی و نهادینه‌سازی حضور زنان در مناصب مدیریتی می‌باشد و باید بر توسعه‌ی کارمندان زن برای رقابت در نظم جدید جهانی که به سرعت در حال تغییر و تلاطم است، تمرکز کند.

این پژوهش، بدنبال بررسی اعتبار و پایایی مدلی برای ارائه الگوی بالندگی رهبری زنان در سازمان ملی استاندارد ایران بود تا چارچوب و راهنمایی مفیدی برای محققان و متخصصان در این حوزه ارائه گردد و همچنین برای محققانی که مشتاق هستند تا شاخص‌های بالندگی رهبری زنان را شناسایی کنند. با توجه به اینکه در مدل‌سازی با رویکرد فراترکیب از نتایج تحقیقات دیگران استفاده می‌شود برای استفاده از آن مدل در سازمان ملی استاندارد ایران بایستی از نظر جامعه آماری مربوطه اعتباریابی شود.

نتایج این پژوهش نشان داد که بالندگی رهبری زنان در سازمان ملی استاندارد ایران در قالب ابعاد سه گانه سازمانی، رفتاری و فردی و مولفه‌ها و شاخص‌های مربوطه در سازمان ملی استاندارد ایران را می‌توان شناسایی کرد.

عدم حضور زنان در مدیریت ارشد به دلیل جاه‌طلبی، ارزش‌ها یا اجتماعی شدن نیست که آن‌ها را برای این شغل‌ها، کمتر واجد شرایط بدانند، بلکه عوامل دیگری نیز در این امر دخیل هستند مشارکت پایین زنان در نیروی کار عمدتاً نه به دلیل نداشتن علاقه و تمایل زنان، بلکه به دلیل نبود فرصت‌های شغلی مناسب برای آن‌ها است و این موضوع با این واقعیت که زنان در جوامع عمدتاً مردسالار با تعداد زیادی از کُدها و هنجارهای اجتماعی نانوشته‌ای مواجه هستند، پیچیده‌تر می‌شود. در این میان، هنجارهای جنسیتی این جوامع در نابرابری‌ها بسیار موثر هستند که ریشه در فرهنگ، مذهب و ساختار خانواده دارد و در دستیابی زنان به پست‌های مدیریتی و رهبری نیز اثر دارد. در نتیجه‌گیری این پژوهش می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- از نتایج این پژوهش می‌توان دریافت که بالندگی رهبری زنان در سازمان ملی استاندارد ایران نیازمند توجه همزمان به هر سه بعد الگوی جامع ارائه شده است. بنابراین برای بالندگی رهبری زنان در سازمان ملی استاندارد ایران تمامی متغیرهای بدست آمده در الگوی بالندگی رهبری زنان ارائه شده در این پژوهش، باید در برنامه‌ریزی طرح‌های بالندگی رهبری زنان مورد توجه قرار گیرد.

- این الگو نشان داد وجود هر سه بعد سازمانی، فردی و رفتاری برای توسعه رهبری زنان ضروری بوده و با تحقیق روشکا سینگ (Ruweshka Singh, 2018) که نشان داد عوامل موثر در توسعه مدیران زن را می‌توان در دو سطح دسته‌بندی کرد در سطح اول عواملی مثل تعادل کار و خانواده، مربی‌گری، سیاست‌ها و رویه‌های سازمانی، یادگیری و توسعه پیوسته و تاثیرات فرهنگ خانواده و در سطح دوم سبک‌های رهبری، فرهنگ سازمانی، کلیشه نقش زنانه، پشتیبانی ساختاری و تسهیلات توسعه زنان، بیشترین هم‌خوانی را دارد.

- از آنجا که ارزش‌های کاری مردان و زنان در فرهنگ ایرانی متفاوت می‌باشد، بنابراین با در نظر گرفتن مولفه محیطی الگوی جامع، این موضوع باید در برنامه‌ریزی بالندگی رهبری زنان مدنظر قرار گیرد. مولفه محیطی الگو نشان می‌دهد که به شایستگی‌های مربوط به خانواده و همچنین محیط بیرونی نظیر آگاهی سیاسی و هوشمندی کسب و کار باید اولویت داد. بنابراین در برنامه‌های توسعه مدیران زن باید این شاخص‌ها مورد توجه ویژه قرار گیرند.

- بعد مولفه‌های مردانه در الگوی جامع، نشان می‌دهد آگاهی از قدرت، شبکه‌سازی و مذاکره کننده موثر در بالندگی رهبری زنان موثر می‌باشد و در این شایستگی‌ها عموماً مدیران مرد نسبت به مدیران زن پیشروتر هستند لذا برای توانمند کردن زنان برای رهبری بایستی بر این شایستگی‌ها تاکید گردد. می‌توان از روش‌های انتقال تجربه از جمله روایت‌گویی، روش‌های ارتباطی از جمله عضویت در شبکه‌های اجتماعی و روش‌های جدید مجازی از جمله شبیه‌سازی، استفاده کرد.

- بر اساس نتایج آنتروپی شانون، شاخص‌های آگاهی از قدرت، شبکه‌سازی، مذاکره کننده موثر، تعادل کار و خانواده، حمایت خانواده و ارزش‌های خانواده موضوعاتی بوده‌اند که بیشترین سهم را در تحقیقات بالندگی رهبری زنان داشته و تکرار پذیری

بیشتری نسبت به سایر شاخص‌ها دارند. بنابراین توجه به این شاخص‌ها در بالندگی رهبری زنان بسیار حائز اهمیت است و پیشنهاد می‌گردد در برنامه‌های بالندگی رهبری زنان در اولویت قرار گیرند. طبق نتایج، پیشنهاد می‌گردد تمام شاخص‌های مدل ارائه شده در برنامه بالندگی رهبری زنان مورد توجه قرار گیرد. در این تحقیق، مدل ارائه شده فقط برای بالندگی رهبری زنان در سازمان ملی استاندارد ایران انجام پذیرفت و برای سایر سازمان‌ها بررسی نشده است؛ لذا مقایسه یافته‌های آن‌ها با نتایج تحقیق حاضر به محققان آتی پیشنهاد می‌گردد.

منابع و ماخذ

- Alikoli, Mansoura. (2015). Investigating the relationship between women's participation in the workforce and the economic development of Islamic countries. *Women's Psychological Social Studies*, 14(2), 63-86. (Persian) ##
- Barreto, M., Ryan, M. K., And Schmitt, M. T. (2009). *The Glass Ceiling In The 21st Century: Understanding Barriers To Gender Equality*. Washington, DC: American Psychological Association.##
- Burke, R. J. (2009). Cultural Values And Women's Work And Career Experiences. In R. S. Bhagat And R. M. Steers (Eds.), *Culture, Organizations, And Work* (Pp. 442– 461). Cambridge: Cambridge University Press. ##
- Cerezo, A., Cummings, M., Holmes, M., & Williams, C. (2020). Identity As Resistance: Identity Formation At The Intersection Of Race, Gender Identity, And Sexual Orientation. *Psychology Of Women Quarterly*, 44(1), 67–83. <https://doi.org/10.1177/0361684319875977>. ##
- Chikazhe, L., Bhebhe, T., Tukuta, M., Chifamba, O., & Nyagadza, B. (2023). Procurement Practices, Leadership Style And Employee-Perceived Service Quality Towards The Perceived Public Health Sector Performance In Zimbabwe. *Cogent Social Sciences*, 9(1), 2198784. <https://doi.org/10.1080/23311886.2023.2198784>##
- Farhan, B. Y. (2022). Women Leadership Effectiveness: Competitive Factors And Subjective And Objective Qualities. *Cogent Social Sciences*, 8(1), 2140513. <https://doi.org/10.1080/23311886.2022.2140513>##
- Zarghami Fard, Mozghan, and Behbodhi, Mohammad Reza. (2013). The phenomenon of the glass cliff: examining the experiences and challenges of women in organizational leadership positions. *Managing Organizational Culture*, 12(2(32)), 191-211. ##
- Janadele, Ali And Pooya, Zahra, 2018, Obstacles To Women's Job Promotion In Iran: Role Requirements Or Structural Limitations (Qualitative Meta-Analysis Of Recent Decade Studies).##
- Håkansson, S. (2021). Do Women Pay A Higher Price For Power? Gender Bias In Political Violence In Sweden. *The Journal Of Politics*, 83(2), 515–531. <https://doi.org/10.1086/709838>. ##

- Hawkins, Dell, Best Roger and Connie Keneth, (2016), Consumer Behavior of Marketing Strategy Formulation, Ahmad, Rusta and Atieh, Batahai, Tehran, Sargol Publications, first edition. ##
- Hubbard, M. G. (2018). Where Are The Women? An Investigation Into Why Women Are Not Attaining Top Leadership Positions Within The Financial Services Industry (Doctoral Dissertation, Temple University). ##
- Helfat, C. E., Harris, D., & Wolfson, P. J. (2006). The Pipeline To The Top: Women And Men In The Top Xecutive Ranks Of US Corporations. Academy Of Management Perspectives, 20(4), 42-64##
- Liu, Y., Wei, S., & Xu, J. (2021). COVID-19 And Women-Led Businesses Around The World. Finance Research Letters, 102012. <https://Doi.Org/10.1016/J.Frl.2021.102012##>
- Mccauley, C.D., & Palus, C.J. (2020). Developing The Theory And Practice Of Leadership Development: A Relational View. The Leadership Quarterly, 101456. <https://Doi.Org/10.1016/J.Leaqua.2020.101456##>
- Omair, K. (2011). Women's Managerial Careers In The Context Of The United Arab Emirates. Jyväskylä Studies In Business And Economics, (106). ##
- Riggio, R. E. (2010). Cutting-Edge Leadership. Retrieved From <http://Www.Psychologytoday.Com/Blog/Cutting-Edge> Leadership/201003/Whywomenmake-Better-Leaders-Than Men. ##
- Safiri, Khadijah And Mansourian Ravandi, Fatemeh. (2014) Gender Stereotypes And Social Health. Women's Psychological Social Studies, 13(2), 37-66. (Persian)##
- Salvaj, E., And Kuschel, K. (2020). Opening The “Black Box”: Factors Affecting Women’s Journey To Senior Management Positions—A Literature Review. In The New Ideal Worker (Pp. 203-222). Springer, Cham.##
- Shalaby, M. M. (2018). Women’s Representation In The Middle East And North Africa. Oxford Bibliographies In Political Science, 1–4. <https://Doi.Org/10.1093/Obo/9780199756223-0252.##>
- Shukrbeigi, Aaliyah (2007). Modernism And Its Relationship With The Social Capital Of The Iranian Family "Research In The City Of Tehran". Sociological Study, Volume 8, Number 1, 183-207. (Persian) ##
- Simpson, W. G., Carter, D. A., And D’Souza, F. (2010). What Do We Know About Women On Boards? .Journal Of Applied Finance, 20, 27–39. ##
- Solati, F.(2017), Women, Work, And Patriarchy In The Middle East And North Africa, Cham, Switzerland, Palgrave Macmillan. ##
- Smith, J. E., And Van Vugt, M. (2020). Leadership And Status In Mammalian Societies: Context Matters. *Trends Cogn. Sci.* 24, 263–264. Doi: 10.1016/J.Tics. 2020.01.003. ##

Sumbas, A. (2020). Gendered Local Politics: The Barriers To Women's Representation In Turkey. *Democratization*, 27(4), 570–587. <https://doi.org/10.1080/13510347.2019.1706166>. ##

Van Der Vleuten, A., & Van Eerdewijk, A. (2020). The Fragmented Inclusion Of Gender Equality In Au-Eu Relations In Times Of Crises. *Political Studies Review*, 18(3), 444–459. <https://doi.org/10.1177/1478929920918830>. ##

World Economic Forum. (2021). Global Gender Gap Report 2021. <https://gtmarket.ru/ratings/global-gendergap-index>. ##

Woetzel, J., Madgavkar, A., Ellingrud, K., Labaye, E., Devillard, S., Kutcher, E., Manyika, J., Dobbs, R., & Krishnan, M. (2015). The Power Of Parity: How Advancing Women's Equality Can Add \$12 Trillion To Global Growth. Global Institute. https://conectadas.org/wp-content/uploads/2018/05/MGI-Power-Ofparity_Executive-Summary_September-2015-1.pdf. ##

Confirmatory Factor Analysis of the growth model of women's leadership in Iran's national standard organization

Soraya Soheili,^۱ Ahmad Vedady and Mohammad Reza Rabiee Mandejin^۲*

Abstract

Although the number of women entering various academic fields has increased, the small number of women in leadership and management positions in recent years has attracted the attention of many public administration researchers. The aim of the current research is confirmatory factor analysis of the growth model of women's leadership in Iran's national standards organization. This research is a mixed research from the methodological point of view. The model was explained and presented using the qualitative meta-composite method. In the quantitative part, the studied population included the managers of the National Organization of Standards of Iran, the sample size was 200 people using Klein's formula and simple random sampling was done. Using a researcher-made questionnaire, data was collected and the external and internal validity of the model was examined by Smart-PLS software. The findings showed that the development of women's leadership in the national standard organization of Iran is a multi-dimensional structure including organizational, behavioral and individual dimensions. In the external model, composite reliability and convergent validity were confirmed, and in the first-order factor analysis, the factor loadings of all indicators were estimated above 0.4. The findings of the second-order factor analysis in the external model showed that the coefficients of all paths were significant and the causal relationship of dimensions and components was confirmed. The development of capable female leaders is necessary to improve the performance of the National Standards Organization of Iran. The research model, in the form of a multidimensional structure, provides a useful framework for understanding the nature of women's leadership growth in Iran's national standards organization for officials, managers and experts in this field.

Keywords: confirmatory factor analysis, Development of women's leadership, women's leadership.

^۱ PhD student, Department of Public Administration, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: s.soheili@iauctb.ac.ir.

^۲ Corresponding Author, Associate Professor, Department of Public Administration, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: ahm.vedadi@iauctb.ac.ir.

^۳ Assistant Prof. Department of Public Administration, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: moh.Rabiee_mondin@iauctb.ac.ir.



ساختمانی در سازمان‌های پروژه‌محور ارائه مدلی برای متعادل‌سازی سبد پروژه مبتنی بر بودجه سازمان و تورم‌های ساخت و مسکن ایران

رضا رجبی^۱ و سیامک یخچالی^{۲*}

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۶/۱۱ و تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۹/۱۴

چکیده

جریان‌های نقدی ورودی و خروجی سبد در سازمان‌های مبتنی بر پروژه‌های ساختمانی، عمدتاً به دلیل فاصله زمانی بین هزینه‌های انجام شده و درآمدهای کسب شده، در طول دوره سبد پروژه متعادل نیستند. ماهیت سبد پروژه‌های ساختمانی به گونه‌ای است که باید زمان زیادی صرف شود تا پروژه‌ها تکمیل و آماده فروش شوند تا سازمان به درآمدزایی برسد؛ این موضوع سازمان‌های پروژه‌محور ساختمانی را همواره در خطر مواجهه با جریان نقدی منفی و افزایش فشار مالی قرار داده است. بنابراین، هدف این پژوهش به حداکثر رساندن سود سبد پروژه از دیدگاه سازمان است و در آن پارامترهای تورم هزینه‌های ساخت، تورم قیمت مسکن در دوره‌های رونق و رکود و میزان آورده سازمان (بودجه) در نظر گرفته می‌شود. همچنین حداکثر تراز منفی جریان نقدی تجمعی سبد به میزان تزریق سرمایه سازمان محدود می‌گردد تا جواب بهینه مدل کاملاً متناسب با آورده نقدی و سرمایه در دسترس سازمان باشد. برای حل مساله بهینه‌یابی از سه الگوریتم فراابتکاری چرخه آب (WCA)، تکامل تفاضلی (DE) و بهینه‌سازی مبتنی بر یاددهی-یادگیری (TLBO) استفاده می‌شود. برای اعتبارسنجی مدل، مجموعه‌ای از پنج پروژه ساختمانی واقعی در تهران بهینه شده است. نتایج بهینه‌سازی در مقایسه با تجزیه و تحلیل انجام شده توسط دفتر مدیریت پروژه (PMO)، روش سنتی، نشان دهنده بهبود قابل توجهی در تابع هدف است. علاوه بر این، WCA در مقایسه با سایر الگوریتم‌ها، عملکرد بهتری را در این مساله نشان داد.

واژه‌های کلیدی: متعادل‌سازی سبد، بهینه‌سازی سبد، مدیریت سبد، جریان نقدی، تورم، دوره‌های رونق و رکود، الگوریتم‌های فراابتکاری.

^۱. دانشجوی دکتری، گروه مهندسی و مدیریت ساخت، دانشکده عمران، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

rezarajabi60@gmail.com

^۲. استادیار دانشکده مهندسی صنایع، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. (نویسنده مسئول).
yakhchali@ut.ac.ir

مقدمه

صنعت ساختمان بیشترین تعداد ورشکستگی را در مقایسه با هر بخش دیگری در اقتصاد تجربه می کند و هر ساله بسیاری از شرکت های ساختمانی به دلیل سطح بالای عدم اطمینان در بخش ساخت ورشکست می شوند. اگرچه عوامل متعددی می توانند به طور بالقوه در شکست کسب و کار نقش داشته باشند اما فاکتورهای مالی و بودجه ای، به ویژه عدم توجه کافی به مدیریت جریان نقدی، علل غالب هستند (آردیتی، ۲۰۰۰؛ بوسابینو کاکا؛ ۱۹۹۸). شرایط تورمی اقتصاد جهانی به ویژه در سال های اخیر پس از دوران کرونا و رکود صنعت ساختمان، سازمان های پروژه محور ساختمانی را بیش از پیش در خطر مواجهه با جریان نقدی منفی و افزایش فشار مالی بر سازمان قرار داده است. این موضوع می تواند در اجرای مدیریت سبد در سازمان اختلال ایجاد کند و باعث کاهش قابل توجه سود و یا حتی منجر به شکست سبد شود.

بورگری و گودنزی^۱ (۲۰۱۳) نرخ بهره، ارز و نقدینگی را به عنوان عوامل کلیدی تعیین کننده ای در نظر گرفتند که بیشترین ریسک مالی را در پروژه های ساختمانی ایجاد می کند. باربوسا و پیمنتل^۲ (۲۰۰۱) خطرات مالی پروژه های ساختمانی را بررسی کردند، از جمله نیاز به سرمایه بالا، که در بسیاری از پروژه ها رایج است، تاخیرهای احتمالی در پرداخت مشتری و آسیب پذیری نسبت به نوسانات نرخ بهره از زمان بسته شدن قرارداد تا اتمام برنامه زمانی پرداخت. تورم نقش مهمی در میزان دارایی نقدی یک شرکت دارد و هرگونه تغییر در نرخ تورم تأثیر مستقیمی بر ارزش این دارایی ها دارد. (کرتیس^۳ و همکاران، ۲۰۲۱). نرخ تورم اغلب در اقتصاد ساخت نادیده گرفته می شود و به دلیل نوسانات سالانه در قیمت مصالح ساختمانی، دستمزد نیروی کار و هزینه های کرایه ماشین آلات منجر به افزایش هزینه ها می شود (موسارات و همکاران، ۲۰۲۱). علاوه بر این، دوره های رونق و رکود از ویژگی های مهم بازار مسکن می باشند که در ادبیات مدیریت سبد ساخت نیز کمتر مورد بحث قرار گرفته است. این دوره ها باعث شده؛ صنعت مسکن از یک سو به طور نسبی متأثر از شوک های اقتصادی باشد و از سوی دیگر می تواند اقتصاد را تحت الشعاع قرار دهد به گونه ای که حتی باعث بروز بحران های مالی عظیم و ورشکستگی بزرگ ترین شرکت های املاک و ساختمانی در جهان شده است. بنابراین بررسی و تحلیل دوره های رونق و رکود در سرمایه گذاری و بهینه سازی سبد پروژه های عمرانی ضروری است.

^۱Ardidti

^۲Boussabaine & Kaka

^۳Borghezi & Gaudenzi

^۴Barbosa and Pimentel

^۵Curtis

^۶Musarat

پیچیدگی و نوسانات بازار، سازمان‌ها را بیش از هر زمان دیگری مجبور به انجام تحقیقات استراتژیک و برنامه‌ریزی کرده است (معصومی و توران^۱، ۲۰۱۶). در این میان مدیریت سبد روشی برای عملی ساختن برنامه‌ریزی استراتژیک سازمانی و پاسخگویی به تغییرات در استراتژی‌ها است (آریتوا^۲ و همکاران، ۲۰۰۹). هدف اولیه مدیریت سبد، بهینه‌سازی زمان، هزینه، ریسک و کیفیت برای دستیابی به اهداف سازمان می‌باشد (کوپر^۳ و همکاران، ۱۹۹۷). اگرچه در ابتدا سرمایه‌گذاران مالی بودند که مدیریت سبد انجام می‌دادند (مارکوویتز^۴، ۱۹۵۲) اما در سازمان‌هایی که پروژه‌های تحقیق و توسعه دارند نیز به طور وسیعی استفاده شده است (کسالت^۵ و همکاران، ۲۰۱۳؛ هانگ^۶ و همکاران، ۲۰۰۸) و در سال‌های اخیر نیز در سازمان‌های پروژه‌محور مورد استفاده قرار گرفته است (عباسیان جهرمی و رجائی، ۲۰۱۲). بهینه‌سازی جریان نقدی یکی از استراتژی‌های مدیریت استراتژیک سبد است (سامر عزالدین و علی^۷، ۲۰۱۷). بهینه‌سازی جریان نقدی سبد، ریسک‌های تامین مالی پروژه را کاهش می‌دهد و به اهداف مالی پروژه دست می‌یابد (پلاژه^۸ و همکاران، ۱۹۹۴؛ هان^۹ و همکاران، ۲۰۰۴؛ سانچز^{۱۰} و همکاران، ۲۰۰۹). لازم به ذکر است که در بهینه‌سازی جریان نقدی، باید جریان نقدی ورودی و خروجی با توجه به ارزش زمانی محاسبه شوند (هگازی^{۱۱}، ۱۹۹۹؛ پورناس و بودیا^{۱۲}، ۲۰۱۵). جریان‌های نقدی ورودی و خروجی سبد در سازمان‌های مبتنی بر پروژه‌های ساختمانی، عمدتاً به دلیل فاصله زمانی بین هزینه‌های انجام شده و درآمدهای ایجاد شده، در طول دوره سبد پروژه متعادل نیستند. ماهیت سبد پروژه‌های ساختمانی به گونه‌ای است که باید مدت زمان زیادی صرف شود تا پروژه‌ها تکمیل و آماده فروش شوند تا برای سازمان درآمذایی کنند. در مورد پروژه‌های پیمانکاری، علل عدم تعادل می‌تواند دلایل دیگری مانند تاخیر در پرداخت یا پرداخت‌های باقی مانده باشد که موضوع این مقاله نمی‌باشد.

این مقاله به مدیریت سبد پروژه‌های ساخت با رویکرد متعادل‌سازی جریان نقدی از دیدگاه سازمان می‌پردازد. اهمیت اصلی مدل پیشنهادی در موارد زیر است: (الف) در نظر گرفتن شاخص‌های تئوری صنعت ساخت و ساز و بازار مسکن از جمله تورم

^۱Masoumi & Touran

^۲Aritua

^۳Cooper

^۴Markowitz

^۵Casault

^۶Huang

^۷Samer Ezeldin & Ali

^۸Platje

^۹Han

^{۱۰}Sanchez

^{۱۱}Hegazy

^{۱۲}Purnas and Bodea

هزینه‌های ساخت و تورم قیمت مسکن در دوره‌های رونق و رکود. ب) در نظر گرفتن شرایط مالی سازمان و محدودیت‌های بودجه‌ای مانند میزان سرمایه.

مدل ارائه شده در این مقاله ابزاری را جهت کمک به تصمیم‌گیری مدیران سبد و مالکان سازمان فراهم می‌کند تا سود سبد را از طریق به حداکثر رساندن سطح زیر منحنی جریان نقدی تجمعی سبد در سازمان‌های مبتنی بر پروژه‌های ساختمانی با در نظر گرفتن محدودیت بودجه، تورم هزینه‌های ساخت، تورم قیمت مسکن در دوره‌های رونق و رکود به حداکثر برسانند. در ادامه مروری بر پیشینه پژوهش می‌شود، روش تحقیق تشریح و الگوریتم‌های بهینه‌سازی معرفی می‌شوند. سپس نتایج پیاده‌سازی مدل پیشنهادی ارائه شده و اعتبارسنجی با مطالعه موردی واقعی در شهر تهران انجام می‌شود. در نهایت، نتایج اصلی از بحث استخراج می‌شود.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

مدل‌های متعادل سازی و بهینه‌سازی سبد

متعادل سازی سبد فرآیند بهینه‌سازی ترکیبی از اجزای سبد برای پیشبرد اهداف استراتژیک یک سازمان است (موسسه مدیریت پروژه، ۲۰۱۷). بسیاری از محققان مطالعات خود را بر روی ارائه یا توسعه مدل‌های متعادل سازی سبد متمرکز کرده‌اند. هر مدل ویژگی منحصر به فرد خود را دارد. کومار^۱ و همکاران (۲۰۱۵) یک مدل متعادل سازی مجدد با هزینه‌های تراکنش با استفاده از بهینه‌سازی بازه‌ای ارائه کردند. میتال و مهلاوات^۲ (۲۰۱۴) یک مدل چند هدفه برای متعادل سازی مجدد سبد پروژه‌های مالی با ترکیبی از هزینه تراکنش بر اساس تنزیل افزایشی نمایی ارائه کردند. آنها ریسک، بازده سرمایه گذاری^۳ (ROI) و نقدینگی را به عنوان معیارهای کلیدی سبد پروژه‌های مالی در نظر گرفتند. در پژوهشی دیگر درنواک و رانکویچ^۴ (۲۰۱۴) یک مدل متعادل سازی مجدد برای مدل مارکوویتز پیشنهاد کردند. آنها نظارت بر گردش مالی را به معیارهای دیگر در مدل مارکوویتز اضافه کردند و دو استراتژی مختلف متعادل سازی مجدد را طبق این مدل آزمایش کردند. مدل اول بر اساس ریسک بازار و مدل دوم بر اساس ارزش بهینه معامله ریسک و بازده بود. آنها همچنین از نوسانات بهینه سبد به عنوان معیاری برای تخصیص و تعادل سبد اولیه استفاده کردند. وانگ^۵ و همکاران (۲۰۱۴) یک مدل متعادل سازی مجدد سبد برای تامین مالی پروژه بر اساس بهینه‌سازی معکوس با حداقل تعداد دارایی‌ها پیشنهاد کردند. با اعمال یک معیار جریمه در تابع هدف، مدل پراکنده با هزینه‌های

^۱PMI

^۲Kumar

^۳Mittal & Mehlawat

^۴Rate of Investment

^۵Drenovak & Ranković

^۶Wang

مبادله کم (TCS) تصمیم می‌گیرد که آیا سید اولیه ارزش تعدیل دارد یا خیر و کدام دارایی باید بر اساس بهینه‌سازی معکوس تنظیم شود. سامر عزالدین و علی با محاسبه نرخ بهره و تخصیص آن به پروژه‌ها، ارزش زمانی پول را در مدل خود در نظر گرفتند که می‌تواند نرخ تورم یا حداقل نرخ بازده جذاب پیمانکار (MARR) باشد. هدف آنها به حداکثر رساندن ارزش فعلی خالص (NPV) برای سید پروژه‌ها بود که در ابتدای سید تنزیل داده شد. در مدل آنها، متغیرهای بهینه‌سازی، تأخیرهایی هستند که به هر فعالیت اختصاص داده می‌شوند و پس از زمان‌بندی مجدد، فعالیت‌ها را پس از شروع زودهنگام با مقدار آن تأخیرها به تأخیر می‌اندازند و در نتیجه جریان نقدی اصلاح‌شده‌ای برای پروژه ایجاد می‌کنند. برخی مدل‌های دیگر نیز به عنوان مدل‌های چند معیاره برای متعادل‌سازی سید ارائه شده‌اند (گوپتا^۱ و همکاران، ۲۰۰۴؛ داس^۲ و همکاران، ۲۰۰۹؛ وودساید اوریاخی^۳ و همکاران، ۲۰۱۳). ریسک پروژه یکی دیگر از عوامل مهمی است که در برخی از مدل‌های بهینه‌سازی سید پروژه‌ها در نظر گرفته می‌شود. ریسک پروژه نه تنها بر پروژه تأثیر می‌گذارد، بلکه بر پارامترهایی مانند زمان، جریان نقدی و بازده سرمایه‌گذاری سید نیز تأثیر می‌گذارد. برخی از محققان عمدتاً بر روی این ریسک‌ها تمرکز کرده‌اند (یو و لی^۴؛ ۲۰۱۱؛ دکسیت و تیواری^۵؛ ۲۰۲۰؛ لی^۶ و همکاران، ۲۰۲۰؛ شهید^۷ و همکاران، ۲۰۲۳). در نظر گرفتن ریسک پروژه، مدل‌سازی را به واقعیت نزدیکتر می‌کند. کین^۸ و همکاران (۲۰۱۶) یک مدل بهینه‌سازی را با در نظر گرفتن ریسک پروژه و بازده سرمایه‌گذاری در شرایط عدم قطعیت پیشنهاد کردند. همچنین انتخاب بهترین رویکردهای تامین مالی پروژه‌ها بسیار مهم است. بنابراین، علوی پور و آردیتی^۹ (۲۰۱۸) مدلی ارائه کردند که با در نظر گرفتن گزینه‌های مختلف تامین مالی و یک برنامه کاری با مدت زمان عادی فعالیت، هزینه تامین مالی را به حداقل می‌رساند. مدل پیشنهادی یک پیش‌بینی جریان نقدی براساس یک برنامه کاری ایجاد شده توسط روش مسیر بحرانی (CPM) ایجاد می‌کند.

با توجه به پیشینه تحقیق، مشاهده می‌شود که بسیاری از مدل‌ها برای پروژه‌های غیرساختمانی مانند تحقیق و توسعه یا سید سهام ارائه شده‌اند و عمدتاً پارامترهایی مانند ریسک پروژه، ROI، عدم قطعیت، جریمه و هزینه معامله را در نظر می‌گیرند. از بین تعداد محدود مدل‌های ارائه شده در حوزه ساخت، شاخص‌های بازار مانند تورم هزینه‌های ساخت، تورم قیمت مسکن در دوره‌های رونق و رکود و شرایط مالی سازمان از جمله میزان سرمایه با رویکرد جریان نقدی به طور همزمان در نظر گرفته نشده

^۱Gupta^۲Das^۳Woodside-Oriakhi^۴Yu & Lee^۵Dexit & Tiwari^۶Li^۷Shahid^۸Qin^۹Alavipour & Arditi

است. ضمناً اکثر مطالعات قبلی در زمینه بهینه سازی سبد پروژه ها از دیدگاه پیمانکار بوده و این درحالی است که بسیاری از پروژه های عمرانی توسط سازمان های پروژه محور انجام می شود. از این رو، شکاف پژوهشی در بهینه سازی سبد پروژه های عمرانی از دیدگاه سازمان در تحقیقات قبلی شناسایی شده است. بنابراین در این تحقیق مدل بهینه سازی سبد سرمایه گذاری با رویکرد جریان نقدی برای پروژه های ساختمانی با در نظر گرفتن شاخص های تورمی بازار مانند تورم هزینه های ساخت، تورم قیمت مسکن در دوره های رونق و رکود بازار مسکن و شرایط مالی و محدودیت بودجه سازمان پیشنهاد شده است. اساس بهینه سازی سبد پروژه ها در این مدل یافتن بهترین زمان برای شروع (هزینه ها) و فروش (درآمد) پروژه ها است تا جریان نقدی سبد پروژه متعادل و بهینه شود و متعاقباً سود برای سبد به حداکثر برسد. همچنین با توجه به فضای جواب ممکن گسترده در مساله، از الگوریتم های فراابتکاری برای یافتن راه حل بهینه استفاده می شود.

الگوریتم های فراابتکاری برای بهینه سازی سبد

چیدمان بهینه پروژه ها در سبد پروژه از اهمیت بالایی برخوردار است. از این رو برخی محققین با استفاده از الگوریتم های فراابتکاری به حل مدلی در جهت بهینه سازی سبد پروژه پرداخته اند. شیها و حسنا^۱ (۲۰۱۹) با استفاده از الگوریتم بهینه یابی ژنتیک چند هدفه، مدلی را جهت بهینه سازی جریان نقدی ارائه کردند که در این مدل، پرداخت کارفرما به پیمانکار، پرداخت های پیمانکار به پیمانکاران فرعی و تامین کنندگان، و همچنین ترتیبات مالی پیمانکار با بانک ها را به عنوان شرایط اصلی پرداخت مدل سازی کردند. هی^۲ و همکاران (۲۰۱۹) با استفاده از الگوریتم های فراابتکاری، سبد حاوی چندین پروژه را به صورت بهینه زمان بندی کردند. هدف اصلی این تحقیق مثبت نگه داشتن جریان نقدی سبد پروژه بود. رسلون^۳ و همکاران (۲۰۲۰) نیز با استفاده از الگوریتم های فراابتکاری، زمان بندی سبد پروژه را بهینه کرده تا مناسب ترین جریان نقدی برای کارفرما به وجود آید. علاوه بر الگوریتم های فراابتکاری، روش های دیگری نیز برای حل مدلی این نوع مسائل توسط محققین استفاده شده است که می توان به روش برنامه ریزی خطی و خطی عدد صحیح اشاره کرد. قاسم زاده^۴ و همکاران (۱۹۹۹) یک مدل برنامه ریزی خطی عدد صحیح صفر و یک را برای انتخاب و زمان بندی یک سبد پروژه بهینه براساس اهداف و محدودیت های سازمان مانند منابع محدود و وابستگی های متقابل بین پروژه ها، ارائه کردند. این مدل پروژه هایی را پیشنهاد می کند که باید در سبد بهینه گنجانده شوند و همچنین دوره آغاز هر پروژه را مشخص می کند. آکباش^۵ و همکاران (۲۰۲۲) مدلی را برای به حداکثر رساندن بازده مورد انتظار سبد و در عین حال به حداقل رساندن ریسک سبد بر اساس مدل میانگین انحراف مطلق (MAD) پیشنهاد

^۱Shiha and Hosny

^۲He

^۳Roslon

^۴Ghasemzadeh

^۵Akbaş

شده توسط کونو و یامازاکی^۱ پیشنهاد کردند. با توجه به عدم قطعیت بازده مورد انتظار در *MAD*، مساله با برنامه‌ریزی خطی فازی مدل‌سازی مجدد شد.

الگوریتم ژنتیک^۲ یکی از اولین الگوریتم‌های تصادفی مبتنی بر جمعیت است که برای حل مسائل بهینه‌سازی استفاده می‌شود. هدف این الگوریتم ایجاد راه حل‌های جدید بهتر با ترکیب راه حل‌های قدیمی با کمک عملگرهایی مانند آمیزش و جهش است (میرجلالی^۳، ۲۰۱۹). الگوریتم ژنتیک در بین محققان بسیار محبوب است و در بسیاری از تحقیقات و زمینه‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. این الگوریتم همچنین قادر به حل مسائل بهینه‌سازی مقید است (کوتاچ^۴ و همکاران، ۲۰۰۹). از این رو اسدوجامان^۵ و همکاران (۲۰۲۰) از این الگوریتم برای بهینه‌سازی جریان نقدی پروژه با محدودیت منابع بهره بردند به طوری که منابع پروژه به صورت قید در نظر گرفته شده است. الگوریتم ازدحام ذرات^۶ نیز یکی دیگر از الگوریتم جستجوی هوشمند است که از هوش تجمعی و رفتار هوشمندانه ذرات مانند ماهی‌ها و پرندگان الهام گرفته است که برای اولین بار توسط کندی و ابرهارت^۷ (۱۹۹۵) برای بهینه‌سازی توابع غیرخطی معرفی شد. سان^۸ و همکاران (۲۰۲۱) از این الگوریتم برای بهینه‌سازی هزینه مواد مورد نیاز برای اجرای یک پروژه استفاده کردند. همچنین، جلالی^۹ و همکاران (۲۰۲۱) براساس داده‌های شاخص‌های اقتصادی در ایران، با ایجاد تغییرات جزئی در فرآیند محاسباتی این الگوریتم، تلاش کردند تقاضای پول را در دوره‌های مختلف برآورد کنند. سایر الگوریتم‌های بهینه‌سازی مانند تکامل تفاضلی^{۱۰}، الگوریتم چرخه آب^{۱۱} (*WCA*) و بهینه‌سازی مبتنی بر یادگیری-یادگیری^{۱۲} (*TLBO*) نیز در مسائل مهندسی استفاده می‌شوند که به شدت به یافتن راه‌حل بهینه کمک می‌کنند (کارابوگا و اوکدم^{۱۳}، ۲۰۰۴؛ سادولا^{۱۴} و همکاران، ۲۰۱۵؛ کومار^{۱۵} و همکاران، ۲۰۲۲).

^۱Konno & Yamazaki

^۲Genetic Algorithm (GA)

^۳Mirjalili

^۴Katoch

^۵Asadujjaman

^۶Particle Swarm optimization (PSO)

^۷Kennedy & Eberhart

^۸Son

^۹Jalaei

^{۱۰}Differential Evolution Algorithm (DE)

^{۱۱}Water Cycle Algorithm (WCA)

^{۱۲}Teaching-Learning-Based Optimization (TLBO)

^{۱۳}Karaboğa & Ökdem

^{۱۴}Sadollah

^{۱۵}Kumar

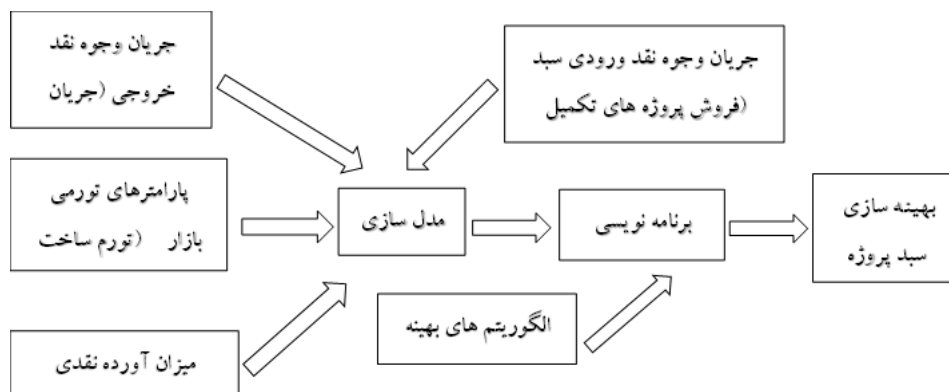
با توجه به ماهیت پیچیده مدل های مربوط به مباحث مالی و همچنین فضای جست و جوی بسیار گسترده این مدل ها، محققین از الگوریتم های جست و جوی هوشمند برای حل آن ها استفاده کرده اند به طوری که الگوریتم های جست و جوی هوشمند به بخش جدایی ناپذیر حل مدل های ریاضی تبدیل شده است. در این پژوهش نیز با توجه به قرارگیری مدل ارائه شده در دسته مدل های *NP-Complete*، برای حل آن از سه الگوریتم فراابتکاری شامل الگوریتم چرخه آب، الگوریتم تکاملی تفاضلیو الگوریتم بهینه سازی مبتنی بر آموزش و یادگیری استفاده شده است.

الگوریتم تکاملی تفاضلی به دلیل سادگی و تکیه اش بر عملیات برداری و استراتژی های جهش، که در حل مسائل پیچیده و چندبعدی بسیار مؤثر است، انتخاب گردید. الگوریتم چرخه آب، که الهام گرفته از فرایندهای طبیعی است، به دلیل عملکرد قوی خود در حل مسائل غیرخطی و چندبعدی انتخاب شده و به طور گسترده ای در کاربردهای مهندسی مورد استفاده قرار می گیرد. در نهایت، الگوریتم بهینه سازی مبتنی بر آموزش و یادگیری به خاطر اثربخشی اش در حل مسائل بهینه سازی بدون نیاز به تنظیمات پارامتری گسترده، و همچنین توانایی بالقوه اش در حل مسائل دارای محدودیت، برگزیده شده است (میرجلالی و همکاران، ۲۰۱۴).

روش شناسی پژوهش

با توجه به هدف پژوهش که متعادل سازی سبد پروژه با رویکرد جریان نقدی و در نظر گرفتن محدودیت های سازمان و شرایط بازار است، روش تحقیق به شرح مراحل زیر در نظر گرفته شده است. فلوچارت روش تحقیق مساله در شکل ۱ ارائه شده است.

- جمع آوری اطلاعات هزینه ماهانه پروژه های موجود در سبد
- مشخص کردن مقادیر شاخص های تورمی بازار در مساله (مقدار تورم ساخت و مقدار تورم مسکن)
- تعیین میزان آورده نقدی سازمان
- مدل سازی ریاضی تحقیق
- انتخاب الگوریتم بهینه یابی مورد نظر
- برنامه نویسی مساله
- حل مساله (متعادل سازی سبد پروژه و یافتن جواب بهینه)



شکل ۱- فلوجارت روش تحقیق مساله

از آنجا که بهینه‌سازی در این تحقیق بر اساس جریان نقدی سبد پروژه‌ها انجام می‌گردد، جریان وجوه نقد خروجی یا به عبارتی هزینه ماهانه پروژه‌ها باید جمع‌آوری شود. جریان وجوه نقدی ورودی پروژه‌ها نیز از محل درآمد حاصل از فروش پروژه‌ها یعنی پس از اتمام حداقل یک پروژه و فروش آن حاصل می‌گردد.

پارامترهای تورمی بازار (تورم ساخت و تورم)

مهمترین شاخص‌های تورم بازار موثر بر شرایط سبد پروژه در یک سازمان را می‌توان تورم‌های هزینه ساخت و تورم قیمت مسکن دانست. تورم هزینه‌های ساخت باعث افزایش هزینه‌های سبد یک سازمان به دلیل تاخیر در شروع پروژه‌ها می‌شود. از این رو هر چه پروژه‌ها دیرتر شروع شوند، هزینه‌های ساخت بیشتر می‌شود. اما تورم بخش مسکن بسیار متأثر از دوره‌های رکود و رونق بازار مسکن است به طوری که در دوره‌های رکود، قیمت مسکن ماهیانه کاهش یا تقریباً ثابت و در دوره‌های رونق، قیمت مسکن افزایش می‌یابد. اگرچه در بلند مدت تورم دوره رونق بر تورم دوره رکود غالب می‌شود اما نمی‌توان رکود و رونق بازار مسکن را نادیده گرفت چرا که این دوره‌ها بر زمان فروش پروژه‌ها و تامین مالی برای ساخت پروژه‌های دیگر بسیار اثرگذار است.

برآورد هزینه پروژه‌ها در طول فرآیند ساخت می‌تواند بر اساس هزینه فعلی مصالح و ساخت باشد اما بخاطر وجود تورم هزینه‌ها با گذشت زمان افزایش می‌یابد. بنابراین نرخ تورم مصالح و ساخت (K) به عنوان پارامتر اصلی افزایش هزینه‌ها در طول خط زمانی سبد باید در مدل در نظر گرفته می‌شود.

هزینه ماهانه پروژه‌ها

هزینه ماهانه هر پروژه (C_{ji}) برای هر ماه دیرتر شروع شدن نسبت به شروع سبد، K درصد افزایش می یابد. رابطه ۱ محاسبه هزینه ماه i ام از پروژه j ام را نشان می دهد.

$$C'_{ji} = C_{ji} \times (1 + \Delta/100)^j \quad (۱)$$

مبلغ فروش هر پروژه (R_j) :

با توجه به استراتژی و شرایط سازمان، درصدی از کل هزینه برآورد شده ساخت (بدون در نظر گرفتن تورم برای پروژه ها) به عنوان ضریب سود (P) در نظر گرفته می شود. بدین ترتیب برای بدست آوردن مبلغ فروش هر پروژه (C_j) ، هزینه ساخت هر پروژه در ضریب سود ضرب می شود، سپس مقدارهای بدست آمده براساس اینکه هر یک از پروژه ها در چه ماهی از خط زمانی سبد فروخته می شوند در میانگین تورم های ماهانه دوره های رونق و رکود مسکن تا آن زمان ضرب می شوند.

$$C_j = \sum_{i=1}^{Dur_j} C_{ji} \quad (۲)$$

$$R_j = C_j \times (1 + P/100) \sum_{i=1}^t \beta_i \quad (۳)$$

میزان آورده نقدی سازمان (B_T)

هرسازمانی برای آغاز سبد پروژه خود نیازمند بودجه و آورده نقدی است تا بتواند حداقل یک پروژه را در ابتدای سبد آغاز کند. با گذشت زمان و اتمام پروژه های آغاز شده شده، برای سازمان این امکان فراهم می شود تا پروژه های پایان یافته را به فروش برساند و با مبلغ حاصل از پروژه های فروخته شده پروژه های جدید را آغاز کند. بودجه هر سازمان متفاوت است اما واضح است که هرچه آورده نقدی سازمان بیشتر باشد، نیاز به فروش پروژه ها کمتر بوده و سازمان می تواند پروژه های تکمیل شده را در زمان مناسب تر به فروش برساند و بالتبع سود بیشتری کسب کند. اما در شرایطی که آورده نقدی سازمان کافی نباشد، سازمان ممکن است مجبور شود به محض اتمام هر پروژه، آن را به فروش برساند تا برای اجرای پروژه های دیگر تامین مالی کند. با توجه به محدودیت های مالی و استراتژی های سازمانی α درصد از هزینه ساخت پروژه های سبد بدون در نظر گرفتن تورم (C_p) به عنوان

آورده نقدی سازمان (B_T) در نظر گرفته می‌شود که γ درصد آن در ابتدای سید و $(1-\gamma)$ درصد باقی مانده m ماه بعد به سید سازمان تزریق خواهد شد.

$$C_p = \sum_{j=1}^J C_j \quad (4)$$

$$B_T = (\alpha/100) \times C_p \quad (5)$$

$$B_m = (1 - \gamma/100) \times B_T \quad (6)$$

مدل سازی مساله

برای مدل سازی ریاضی مساله، ابتدا باید سه بخش اصلی شامل متغیرهای تصمیم، محدودیت‌ها و تابع هدف مسئله تعیین شود. سپس مدل ریاضی مساله نوشته می‌شود و با الگوریتم بهینه‌سازی راه حل بهینه برای مساله مشخص می‌شود. در ادامه سه قسمت اصلی مدل بهینه‌سازی مورد بررسی قرار گرفته است. جدول ۱ پارامترهای مورد استفاده برای مدل سازی به همراه تعریف آن‌ها را در این پژوهش نشان می‌دهد.

جدول ۱- پارامترهای مساله

پارامترها	تعریف
S	سید (نقدیتجمعی جریان نمودار زیر تابع هدف (مساحت
CC_i	i ماه در تجمعی نقدی جریان
$CC_{(i,j)}$	i ماه در j پروژه تجمعی نقدی جریان
i	(ماه) زمان اندیس
t	(ماه) زمان فروش پروژه
J	سید در حاضر های پروژه تعداد
Dur_j	(ماه) j پروژه اجرای زمان مدت
N	پروژه (ماه) سید حداکثر مدت اجرای
$X_{(1,j)}$	j پروژه شروع زمان
$X_{(2,j)}$	j پروژه فروش زمان
K	نرخ تورم مصالح و ساخت

P	ضریب سود پروژه
β_i	میانگین تورم ماهانه مسکن در دوره رونق یا رکود
C_{ji}	ام بر مبنای نرخ حال (بدون احتساب تورم ماهانه) i ام از پروژه هزینه ماه
C'_{ji}	ام با احتساب تورم ماهانه i ام از پروژه هزینه ماه
C_j	حال نرخ مبنای ام بر پروژه ساخت کل هزینه
R_j	ام با احتساب تورم دوره های رکود و رونق مسکن (مبلغ فروش پروژه)
α	درصدی از هزینه کل پروژه های سبد (بدون در نظر گرفتن تورم)
C_p	هزینه ساخت پروژه های سبد بدون در نظر گرفتن تورم
B_T	کل آورده نقدی سازمان
B_i	i ماه در نقدی تجمعی سازمان آورده
γ	درصد تزریق آورده نقدی به سبد پروژه در ابتدای سبد
m	زمان تزریق بخش دوم از آورده نقدی
B_m	مقدار تزریق بخش دوم از آورده نقدی به سبد پروژه
$X_{(i)}$	قبلی نسل
$X_{(i+1)}$	جدید نسل
V_i	جدید نسل به رسیدن برای قبلی نسل تغییر مقدار
W	قبل نسل در تغییرات اثر وزن
C_1	تغییرات در آخر مرحله بهینه و کلی بهینه جواب اثرگذاری وزن
C_2	تغییرات در آخر مرحله بهینه جواب اثرگذاری وزن
r_1	تصادفی اول عدد
r_2	تصادفی دوم عدد

متغیرهای تصمیم

متغیرهای تصمیم به پارامترهایی اشاره دارند که بر تابع هدف مساله اثر می گذارند. کمی سازی متغیرهای تصمیم به تعیین و یافتن راه حل برای یک مساله منجر می شود بنابراین با تغییر در هر یک از متغیرهای تصمیم مقدار تابع هدف مساله تغییر کرده و حالت دیگری از مساله مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

هدف اصلی بهینه سازی یافتن بهترین مقادیر برای متغیرهای تصمیم است که تابع هدف را اپتیمم کند و در عین حال محدودیت های مساله را برآورده کند. با توجه به مفهوم اساسی مساله پژوهش، هدف مساله بیشینه کردن سطح زیر نمودار

منحنی جریان نقدی تجمعی سبد پروژه است و متغیرهای تصمیم، اطلاعات مربوط به خروج و ورود پول از سبد می باشند که منحنی جریان نقدی تجمعی را تشکیل می دهند. خروج پول ناشی از هزینه کرد برای اجرای پروژه و ورود پول به دلیل فروش پروژه ها و کسب درآمد از آنها است.

از آنجایی که هزینه لازم برای ساخت پروژه ها از طریق شبکه زمان بندی و برآورد به صورت ماهانه مشخص است، کافی است زمان آغاز هر پروژه مشخص گردد تا هزینه کرد سبد پروژه نیز مشخص گردد. به طور کلی متغیرهای تصمیم این مساله زمان آغاز و زمان فروش هر یک از پروژه های سبد می باشد. در حالی که متغیرهای تصمیم هر مقداری می توانند اختیار کنند، می توان برای آنها کران های بالا و پایین در نظر گرفت. متغیرهای تصمیم معمولاً به صورت برداری به صورت زیر بیان می شوند:

$$X = [X_1, X_2, \dots, X_{n-1}, X_n] \quad (7)$$

در این مساله بردار متغیر تصمیم یک ماتریس دو سطری است که سطر اول زمان آغاز پروژه ها و سطر دوم زمان فروش پروژه ها را نشان می دهد. به عنوان مثال برای سبد شامل پنج پروژه، بردار متغیرهای تصمیم مانند شکل ۲ خواهد بود.

$$X = [St_1, St_2, St_3, St_4, St_5]$$

$$Se_1, Se_2, Se_3, Se_4, Se_5]$$

شکل ۲- شماتیک بردار متغیر تصمیم مساله با در نظر گیری ۵ پروژه

با توجه به این که در این مثال پنج پروژه در سبد فرض شده است، پنج زمان شروع و پنج زمان فروش برای پروژه ها به عنوان متغیر تصمیم بر تابع هدف دخالت دارند. St_i معرف زمان شروع پروژه i و Se_i معرف زمان فروش پروژه i است.

قیود

اگرچه در مسائل بهینه سازی، متغیرهای تصمیم بر اساس بهینه سازی تابع هدف تعیین می شوند، اما باید الزامات خاصی به نام محدودیت ها یا قیود را نیز برآورده کنند بنابراین هنگام حل مساله بهینه سازی سبد باید محدودیت ها را نیز در نظر گرفت.

هر سازمان برای شروع سبد، نیازمند آن است تا بودجه مشخصی را براساس استراتژی های سازمانی و محدودیت منابع خود به عنوان آورده نقدی اولیه و در شروع سبد به سبد پروژه تزریق کند تا با آن پروژه یا پروژه هایی را آغاز کند و در ادامه با فروش بخشی از پروژه های اتمام یافته، نقدینگی لازم را برای پیشبرد باقی مانده سبد تامین کند.

در این پژوهش، قیدهایی برای به دست آوردن حالت بهینه زمان آغاز و زمان فروش پروژه‌ها وجود دارد. مهمترین این قیود این است که بیشینه تراز منفی در نمودار جریان نقدی از آورده سازمان جهت اجرای سبد کمتر باشد. به عبارت دیگر، بیشینه جریان منفی (هزینه‌ها) از آورده نقدی تجاوز نکند. در این صورت مقدار جریان نقدی تجمعی با لحاظ علامت از آورده نقدی سازمان باید بیشتر باشد. این قید به صورت رابطه ۲ ارائه شده است.

$$\forall i \in \{1..N\} \quad CC_i \geq B_i \quad i=1, 2, 3, \dots, N \quad (8)$$

از آنجا که ممکن است سازمان در ابتدای سبد یکباره کل سرمایه خود را به سبد تزریق نکند، سرمایه سازمان به صورت ماهانه در نظر گرفته شده است.

CC_i جریان نقدی تجمعی سبد پروژه در ماه i ام برابر با جمع جبری جریان نقدی تمام پروژه‌ها در ماه i است که می‌تواند ناشی از هزینه ساخت و یا درآمد از محل فروش پروژه‌ها باشد. محاسبه CC_i در رابطه ۳ ارائه شده است.

$$CC_i = \sum_{j=1}^J (CC_{ij}) \quad (9)$$

زمان فروش پروژه باید پس از اتمام آن پروژه در نظر گرفته شود. زمان اتمام پروژه برابر است با زمان آغاز پروژه به علاوه مدت زمان لازم جهت اجرای آن پروژه. این قید در رابطه ۴ نشان داده شده است.

$$\forall j \in \{1..J\} \quad X_{2j} \geq X_{1j} + Dur_j \quad (10)$$

قید دیگر، مدت زمان نهایی برای خاتمه سبد پروژه است. از آنجا که مدت زمان سبد پروژه نمی‌تواند بی‌نهایت باشد بنابراین باید زمانی را برای خاتمه سبد در نظر گرفت که تا آن زمان تمامی پروژه‌ها ساخته و فروخته شده باشند. این قید در رابطه ۵ ارائه شده است.

$$\forall i \in \{1..n\} \quad n \leq N \quad (11)$$

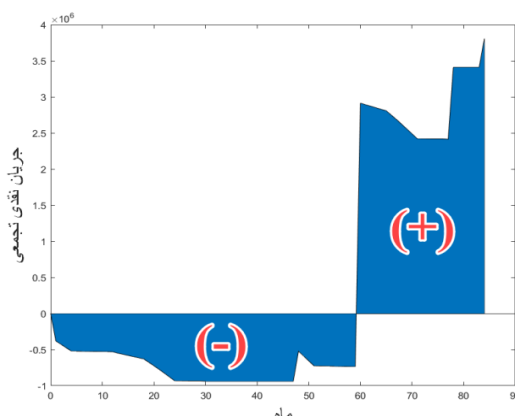
توضیح آنکه مقدار پارامتر N (مدت زمان نهایی سبد پروژه) با توجه به ارزیابی‌های فنی و توجیهی و سیاست‌های سازمان اتخاذ می‌شود.

تابع هدف

تابع هدف در مساله بهینه‌سازی اغلب حداقل کردن هزینه‌ها یا حداکثر کردن سود بر اساس مجموعه‌ای از محدودیت‌ها در نظر گرفته می‌شود. اما در این مساله با در نظر گرفتن پارامتر مدت زمان سید پروژه و مصاحبه با خبرگان، حداکثر کردن سطح زیر منحنی جریان نقدی تجمعی به عنوان تابع هدف در نظر گرفته شد که به طور غیرمستقیم منجر به حداکثر کردن سود می‌شود. در نمودار جریان نقدی، هزینه‌ها و درآمدها به ترتیب به صورت علامت مثبت و منفی ظاهر می‌شوند. طولانی شدن مدت زمانی که جریان نقدی پروژه منفی است فشار مالی زیادی بر ذینفعان پروژه وارد می‌کند. از سوی دیگر، هرچه جریان نقدی مثبت برای سید پروژه در مدت زمان طولانی‌تری وجود داشته باشد، ذی نفعان با خیال آسوده می‌توانند تصمیمات استراتژیک خود را اتخاذ کنند و از جریان نقدی مثبت حتی در پروژه‌های دیگر نیز استفاده کنند. در این پژوهش برای محاسبه مساحت زیر نمودار جریان نقدی تجمعی، از روش مساحت گیری ذوزنقه ای استفاده شده است. رابطه ۶ نحوه محاسبه مسطح زیر نمودار جریان نقدی مطابق را نشان می‌دهد.

$$S = \sum_{i=1}^n [(CC_i + CC_{i+1})/2] \times \Delta t \quad (12)$$

از آنجایی که جریان نقدی به صورت ماهانه است لذا سطح زیر نمودار جریان نقدی تجمعی به ذوزنقه‌هایی با قاعده ۱ و ارتفاع‌هایی برابر با مقدار تجمعی جریان نقدی سید در دو ماه متوالی تقسیم شده و مساحت تک تک ذوزنقه محاسبه و با هم جمع می‌شوند تا مساحت زیر نمودار جریان نقدی محاسبه شود. زمانی که هزینه‌ها بیشتر از درآمدها باشد مقدار جریان نقدی تجمعی منفی خواهد شد، در نتیجه مساحت زیر منحنی نیز منفی خواهد شد. شکل شماتیک تابع هدف در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳- تابع هدف مساله

مساله حاضر، بسیار شبیه به مساله زمان بندی کار فروشگاهی است. در مساله زمان بندی کار فروشگاهی (JSP)، تعداد m فعالیت می بایست به ترکیبی از k کارگر تخصیص داده شود تا زمان انجام مجموعه فعالیت ها بهینه شود. در مساله حاضر نیز، ماه های موجود در خط زمانی به عنوان کارگرها در نظر گرفته شده است که زمان آغاز و فروش هر پروژه باید به یکی از ماه ها تخصیص داده شود. همچنین، این مساله نسبت به مساله JSP پیچیده تر است چرا که چندین پروژه می توانند در یک ماه آغاز و یا فروخته شوند (مصادیق این امر که در مساله JSP چندین فعالیت توسط یک کارگر انجام شود). با توجه به این امر که مساله JSP یک مساله NP-complete است، نتیجه می شود که مساله حاضر نیز یک مساله NP-complete است و سبب می شود حل آن توسط الگوریتم های کلاسیک مانند برنامه ریزی خطی و برنامه ریزی غیرخطی امکان پذیر نباشد. لذا محققین این تحقیق برای حل این مساله از الگوریتم های بهینه یابی استفاده کرده که در ادامه به آن ها پرداخته شده است.

الگوریتم های بهینه یابی

در این تحقیق، از سه الگوریتم چرخه آب، تکامل تفاضلی و مبتنی بر آموزش و یادگیری، به منظور یافتن پاسخ بهینه مساله استفاده شده است. این الگوریتم ها الگوریتم تکاملی قدرتمندی برای حل مسائل هستند که برای یافتن جواب بهینه هر نسل را با توجه به جواب بهینه همان نسل و جواب بهینه کل نسل ها به روز رسانی می کنند تا جواب های بهتری را پیدا کنند در ادامه مراحل و فلوچارت الگوریتم های ذکر شده ارائه شده است.

- حدس یک مجموعه جواب اولیه به عنوان نسل اول

- محاسبه تابع هدف برای جواب ها

- به روز رسانی کردن نسل بر مبنای بهترین جواب این نسل و بهترین جواب تمام نسل ها

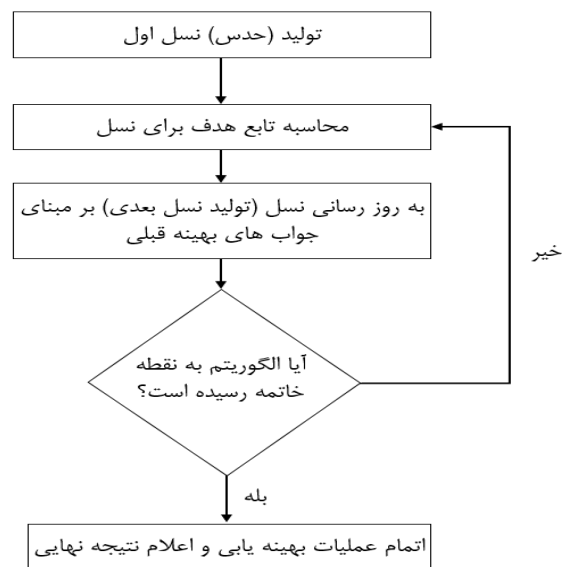
- تکرار مراحل ۲ و ۳ تا رسیدن به نقطه اتمام

فلوچارت این الگوریتم ها در شکل ۴ ارائه نشان داده شده است. روند به روز رسانی در این الگوریتم ها به گونه ای است که در هر تکرار، بهترین جواب به دست آمده تا این مرحله را به عنوان بهترین جواب کلی و بهترین جواب مربوط به مرحله آخر را به عنوان بهترین جواب جزئی انتخاب کرده و جواب های هر نسل را به سمت این دو جواب انتخاب شده حرکت می دهد تا بتواند

جواب‌های بهتری را پیدا کند. نحوه این حرکت در رابطه ۷ ارائه شده است. لازم به ذکر است که شرط توقف الگوریتم‌های بهینه‌یابی، تعداد تکرار در نظر گرفته شده است.

$$X_{i+1} = X_i + V_i \quad (۱۳)$$

$$V_i = W \times V_{i-1} + C_1 r_1 (X_{GlobalBest} - X_i) + C_2 r_2 (X_{IterationBest} - X_i) \quad (۱۴)$$



شکل ۴- فلوچارت الگوریتم‌های بهینه‌یابی

مطالعه موردی

در این بخش، سبدی از پنج پروژه ساختمانی واقعی در تهران که توسط یکی از بزرگترین سازمان‌های پروژه محور ایران اجرا می‌شود، به عنوان یک مساله در نظر گرفته شده، سپس با استفاده از مدل پیشنهادی مدل‌سازی شده و با سه الگوریتم فراابتکاری بهینه‌سازی شده است. پروژه‌ها از نوع مسکونی بوده و مدت زمان هر کدام ۳۰ ماه برآورد شده است. اطلاعات مساحت پروژه‌های ذکر شده در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- اطلاعات مساحت پروژه های ساختمانی مسکونی

اطلاعات کلی	ملک شماره ۱	ملک شماره ۲	ملک شماره ۳	ملک شماره ۴	ملک شماره ۵
متراژ زمین	۵۰۰۰	۲۵۰۰	۲۸۵۰	۵۰۰۰	۵۰۰
تعداد واحد	۶۰	۶۰	۶۰	۱۱۰	۳۵
میانگین متراژ واحدها	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰
زیربنای مفید مسکونی	۴۸۰۰	۴۸۰۰	۴۸۰۰	۸۸۰۰	۲۸۰۰

ماخذ: یافته های تحقیق

فرضیات مساله

برای شبیه سازی شرایط واقعی پروژه های ساختمانی، مفروضات زیر در نظر گرفته شد:

- نرخ تورم مصالح و ساخت: با توجه به داده های ارائه شده توسط مرکز آمار ایران، نرخ تورم مصالح و ساخت برابر با ۲٪ ماهانه در نظر گرفته شده است.

- مبلغ سود پروژه ها: در این مساله با توجه به نظرات خبرگان، سود ۲۰٪ نسبت به کل هزینه ساخت پروژه ها در نظر گرفته شده است.

- مبلغ فروش پروژه ها: در این مساله سری های زمانی مرکز آمار ایران مربوط به تورم بازار مسکن شهر تهران طی یک دوره ۲۰ ساله مورد بررسی قرار گرفت و ۴ دوره رونق و رکود شناسایی شد. خلاصه داده های استخراج شده در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- تورم مسکن در دوره های رکود و رونق بر اساس سری های زمانی مرکز آمار ایران

دوره	مدت	میانگین تورم ماهانه
رکود	۱۰ فصل معادل ۳۰ ماه	-۲/۲۱۳
رونق	۱۰ فصل معادل ۳۰ ماه	+۵/۳۴۶

ماخذ: یافته های تحقیق

مدت زمان سید پروژه: مدت زمان سید پروژه در این مساله ۸۴ ماه (۷ سال) در نظر گرفته شده است
شروع سید پروژه: در این مساله، آغاز زمانی سید پروژه در ابتدای دوره رکود در نظر گرفته شده است.
آورده نقدی سازمان: کل آورده نقدی سازمان با توجه به محدودیت های مالی و استراتژی های سازمانی ۵۰ درصد هزینه کل پروژه ها فرض شده که ۲۵٪ آن در ابتدای سید و ۲۵٪ دیگر یک سال بعد یعنی در ماه ۱۲ ام تزریق خواهد شد.

فضای جواب مساله

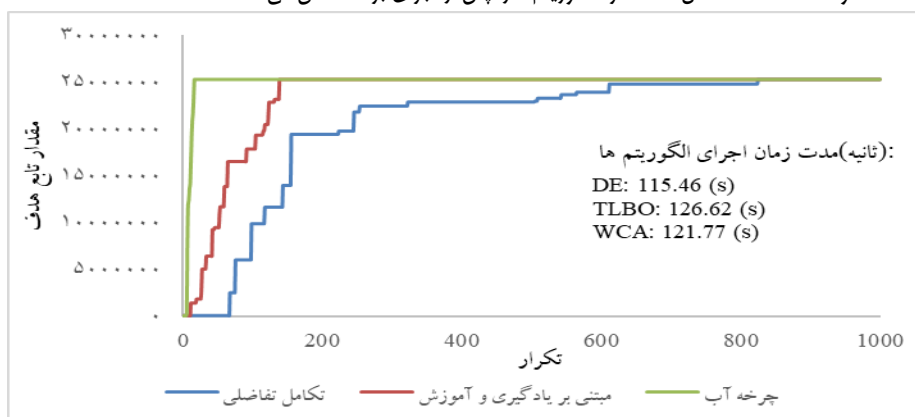
در مثال موردی این پژوهش، سید پروژه دارای ۵ پروژه می باشد که زمان های آغاز و فروش هر پروژه باید تعیین شوند. از آنجایی که با توجه به مفروضات، اتمام سید پروژه حداکثر در ماه ۸۴ ام می باشد و مدت زمان هر یک از پروژه ها ۳۰ ماه در نظر گرفته شده، لذا همه پروژه ها می بایست حداکثر تا ماه ۵۴ آغاز شوند (از ماه ۱ الی ۵۴). به همین ترتیب زمان فروش پروژه ها از ماه ۳۰ الی ۸۴ می تواند متغیر باشد. بر همین اساس، فضای جست و جو مساله برابر خواهد بود با:

$$54^5 \times 54^5 = 2 \times 10^{17}$$

مشاهده می شود فضای جست و جوی مساله عددی بسیار بزرگ است و برای حل آن و بدست آوردن جواب بهینه نیاز به الگوریتم های جست و جوی هوشمند می باشد.

یافته های پژوهش

در این بخش نتایج به دست آمده از حل مدل بررسی و تحلیل شده است و در ادامه بین نتایج بدست آمده از مدل و نتایج حالت سنتی که از نظرات خبرگان استفاده شده؛ مقایسه ای انجام شده است. برنامه تابع هدف و الگوریتم های بهینه یابی در نرم افزار *Matlab* نوشته شده است. شکل ۵ عملکرد الگوریتم ها را پس از اجرای برنامه نشان می دهد.



شکل ۵- مقایسه عملکرد الگوریتم ها در یافتن پاسخ مساله

شکل ۵ روند بهبود پاسخ با تکرارها را برای الگوریتم‌های *DE*، *TLBO* و *WCA* نشان می‌دهد. مطابق با این شکل مشاهده می‌شود که جواب نهایی برای همه الگوریتم‌ها برابر شده است. این موضوع نشان دهنده قابل قبول و بهینه بودن جواب مساله است. از سوی دیگر، با مقایسه زمان اجرای برنامه برای همه الگوریتم‌ها مشاهده می‌شود که الگوریتم *DE* سرعت بیشتری در این مساله داشته و در زمان کمتری اجرا شده است. نکته مهم دیگر این است که *DE* برای یافتن بهترین جواب ۸۲۵ تکرار انجام داده است، در حالی که *WCA* تنها با ۱۷ تکرار به جواب بهینه رسیده است که نشان دهنده عملکرد بهتر *WCA* در این مساله نسبت به سایر الگوریتم‌ها می‌باشد. نکته قابل توجه دیگر در مورد الگوریتم‌های بهینه یابی، روند پیدا کردن جواب بهینه است؛ برخی الگوریتم‌ها بصورت تدریجی و برخی دیگر به صورت یکباره به جواب بهینه دست یافته‌اند.

تحلیل خروجی الگوریتم‌های بهینه یابی

مطابق با جدول ۴، جواب بدست آمده توسط همه الگوریتم‌ها به گونه ای است که زمان آغاز پروژه های ۱ تا ۵ را به ترتیب ماه های ۱، ۱، ۱، ۴۸ و ۴۸ در نظر گرفته است. یعنی، آغاز پروژه‌های ۱، ۲ و ۳ را در ابتدای شروع سبد پروژه قرار داده و آغاز پروژه‌های ۴ و ۵ را تا ماه ۴۸ به تعویق انداخته است. از سوی دیگر زمان فروش پروژه‌های ۱ تا ۵ را به ترتیب ماه‌های ۴۸، ۶۰، ۶۰ و ۷۸ و ۸۴ در نظر گرفته است. با توجه به همزمانی آغاز پروژه‌های ۴ و ۵ (ماه ۴۸) با فروش پروژه ۱ (ماه ۴۸) می‌توان دریافت که الگوریتم هوشمندانه اقدام به فروش پروژه ۱ در ماه ۴۸ کرده است تا منابع مالی جهت ساخت پروژه‌های ۴ و ۵ تامین شود. همچنین مساحت زیر نمودار جریان نقدی تجمعی که نمایانگر مقدار تابع هدف مساله است برابر با عدد ۲۵۲۵۷۶۹۱ می‌باشد. منحنی جریان نقدی در این حالت در شکل ۶ ارائه شده است.

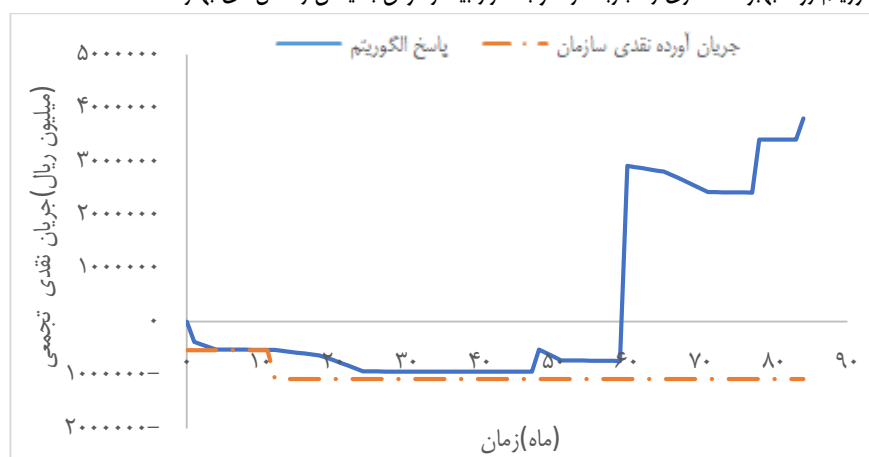
جدول ۴- زمان شروع و فروش پروژه‌ها با توجه به پاسخ دست آمده از الگوریتم‌های جستجوی هوشمند

شماره پروژه	زمان شروع پروژه‌ها	زمان فروش پروژه‌ها
۱	۱	۴۸
۲	۱	۶۰
۳	۱	۶۰
۴	۴۸	۷۸
۵	۴۸	۸۴

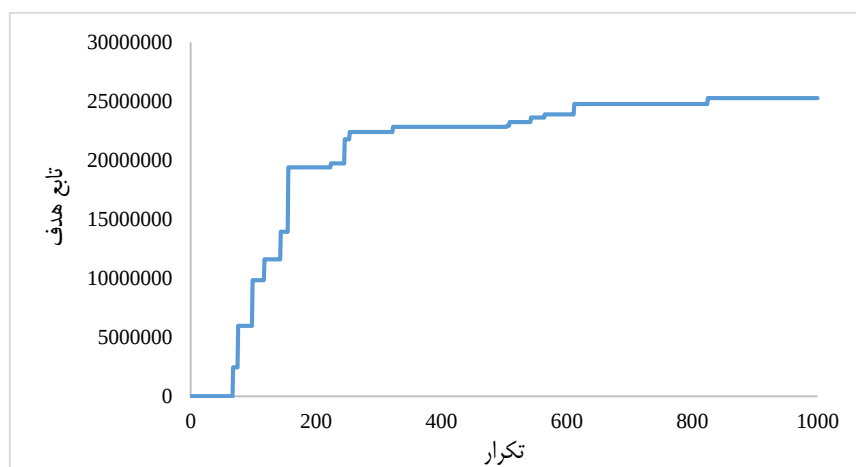
ماخذ: یافته‌های تحقیق

مطابق با شکل ۶ می‌توان دریافت که زمان‌های آغاز و فروش هر پروژه توسط الگوریتم به گونه‌ای انتخاب شده است که علاوه بر محقق شدن هدف سازمان که بهینه سازی جریان نقدی سبد است، محدودیت بودجه‌ای آورده نقدی سازمان که مهمترین قید مساله است نیز ارضا شده است؛ به گونه‌ای که الگوریتم در در ماه ۴۸ ام به دلیل کمبود منابع مالی و از طرف دیگر نیاز به آغاز پروژه جدید، مجبور به فروش یکی از پروژه‌های به اتمام رسیده شده است. همچنین الگوریتم تا قبل از ماه ۴۸ ام فروش هیچ

پروژه‌ای را اعلام نکرده است. این عدم فروش به خاطر کافی بودن میزان نقدینگی و قرارگیری در دوره رونق در این بازه زمانی است تا بتوان در ماه‌های آتی پروژه‌ها را با قیمت بالاتری به فروش رساند و جریان نقدی سبد پروژه را افزایش داد. روند بهبود تابع هدف برای الگوریتم تکامل تفاضلی (DE) در شکل ۷ نشان داده شده است. همانطور که از این شکل مشاهده می‌شود، الگوریتم روند بهبود مستمری را تجربه کرده و با تکرار بیشتر موفق به یافتن راه حل‌های بهتر شده است.



شکل ۶- منحنی جریان نقدی تجمعی سبد پروژه بر اساس جواب الگوریتم‌های بهینه‌یابی



شکل ۷- بهبود تابع هدف با افزایش تکرار برای الگوریتم تکامل تفاضلی (DE)

پاسخ ارائه شده توسط تیم مدیریت پروژه به روش سنتی

به منظور ارزیابی عملکرد الگوریتم بهینه یابی، از تیم دفتر مدیریت پروژه سازمان (PMO) متشکل از یک مدیر پروژه با ۱۲ سال سابقه، یک کارشناس ارشد برنامه ریزی پروژه با ۱۰ سال سابقه و ۲ کارشناس کنترل پروژه به ترتیب با ۵ و ۴ سال سابقه کار درخواست شد تا با توجه به محاسبات مرسوم خود برای مساله جوابی ارائه دهند تا با خروجی الگوریتم مقایسه شود. جواب ارائه شده توسط این تیم در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۵- مقایسه نتایج حالت چینش سنتی و بهینه توسط الگوریتم

مقدار تابع هدف	جواب ارائه شده برای مساله
۱۸۹۱۷۰۱۰	[۴۸ ۱ ۴۸ ۱ ۱۱] [۸۴ ۴۸ ۷۸ ۶۰ ۶۰]

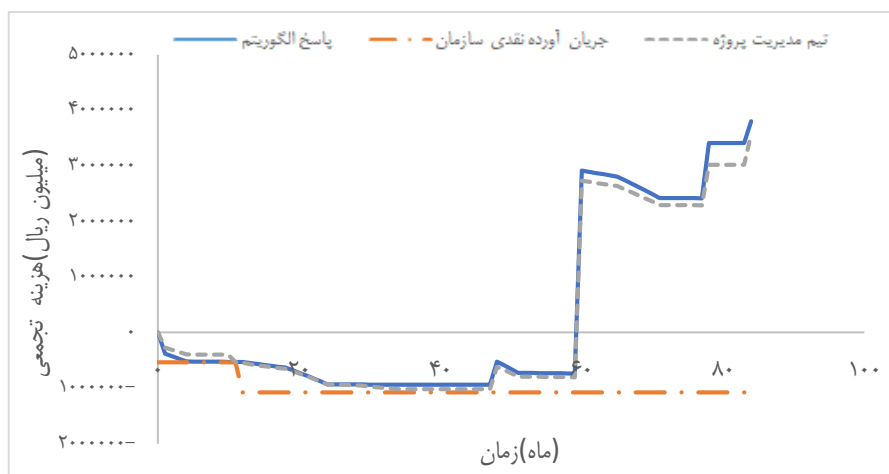
ماخذ: یافته های تحقیق

به عبارت دیگر تیم مدیریت پروژه با بررسی شرایط مساله، آغاز پروژه های ۱ تا ۵ را به ترتیب در ماه های ۴۸، ۱، ۴۸، ۱ و ۱۱ و فروش آنها را به ترتیب در ماه های ۸۴، ۴۸، ۷۸، ۶۰ و ۶۰ اعلام کرده است و بر این اساس مقدار تابع هدف مساله برابر با ۱۸۹۱۷۰۱۰ شده است.

مقایسه نتایج الگوریتم با جواب ارائه شده توسط تیم مدیریت پروژه

پاسخ ارائه شده توسط تیم مدیریت پروژه گرچه قیدهای مساله را رعایت کرده و در نهایت مقدار تابع هدف مثبت و مقدار قابل قبولی است، اما نسبت به جواب ارائه شده توسط مدل و الگوریتم ارائه شده در این تحقیق، مقدار کمتری برای تابع هدف دارد که نشان از فشار مالی بیشتر به سازمان است. با مقایسه مقدار تابع هدف بدست آمده توسط الگوریتم و تیم مدیریت پروژه، مشاهده می شود که نتایج حاصل از الگوریتم به گونه ای است که در مقایسه با حالتی که از نظر خبره استخراج شده است، تابع هدف را ۳۳٪ بهبود داده است. مقایسه نمودار جریان نقدی سبد پروژه طبق جواب ارائه شده توسط الگوریتم و تیم مدیریت پروژه در شکل ۸ ارائه شده است.

تفاوت جواب ارائه شده توسط الگوریتم و تیم مدیریت پروژه را می توان در استفاده بهینه از منابع سازمان دانست. تیم مدیریت پروژه تصمیم گرفت ۲ پروژه را بصورت همزمان در آغاز سبد شروع کند درحالی که طبق محاسبات الگوریتم، امکان شروع ۳ پروژه بصورت همزمان در آغاز سبد پروژه وجود داشته است و به این ترتیب سبب شده است تا هزینه های ساخت پروژه های سبد به دلیل وجود تورم و افزایش قیمت در ماه های بعدی کاهش یابد.



شکل ۸- مقایسه جریان نقدی تجمعی سبد پروژه بین روش سنتی و جواب بهینه الگوریتم

نتیجه گیری و پیشنهاد

این مقاله مدلی برای بهینه سازی جریان نقدی سبد پروژه در صنعت ساخت و ساز با در نظر گرفتن شاخص های تورمی بازار و میزان آورده نقدی از دیدگاه سازمان ارائه می کند. در این مدل با یافتن بهترین زمان آغاز و فروش پروژه های منتخب در سبد پروژه ساخت، سود از طریق به حداکثر رساندن سطح زیر منحنی جریان نقد تجمعی سبد به حداکثر می رسد. در این مدل، بیشینه تراز منفی در نمودار جریان نقدی تجمعی هرگز از مقدار آورده نقدی تزریق شده به سبد توسط سازمان فراتر نمی رود، به طوری که سازمان با خیالی آسوده اقدام به اجرای سبد پروژه می کند و نگرانی از بابت فشار مالی ندارد. به عبارت دیگر، بیشینه جریان منفی نقدی تجمعی (هزینه ها) از آورده نقدی سازمان (بودجه) تجاوز نمی کند بنابراین جواب بهینه مدل کاملاً متناسب با آورده نقدی و سرمایه در دست سازمان است. علاوه بر این، سایر توانایی های مدل پیشنهادی عبارتند از:

- در نظر گرفتن پارامتر های تورمی صنعت ساخت و مسکن (تورم هزینه های ساخت و تورم مسکن در دوره های رونق و رکود)
- امکان تزریق سرمایه از سازمان به سبد پروژه در چند مرحله به مدل و بهینه سازی سبد متناسب با آن
- عدم محدودیت تعداد پروژه موجود در سبد پروژه

با توجه به اینکه فضای جستجوی مساله بسیار بزرگ بود، از سه الگوریتم فراابتکاری *TLBO*، *WCA*، *DE* برای حل مدل استفاده شد. برای ارزیابی و اعتبارسنجی مدل پیشنهادی، از تیم دفتر مدیریت پروژه (*PMO*) خواسته شد تا بهترین راه حل برای مساله ارائه شده در این مقاله را با استفاده از روش مرسوم خود بیابند تا با خروجی الگوریتم مقایسه شود. مقایسه نتایج به دست آمده توسط الگوریتم و *PMO* نشان داد که الگوریتم تا ۳۳ درصد مقدار تابع هدف را بهبود بخشیده است که نشان دهنده عملکرد

مناسب مدل و الگوریتم بهینه سازی در این مساله است. همچنین نتایج نشان داد که الگوریتم **WCA** جواب بهینه را در کوتاه ترین زمان و با کمترین فضای جستجو برای مدل پیشنهادی پیدا کرد.

پیشنهادهای برای پژوهش های آتی

- در راستای توسعه مدل ارائه شده، پیشنهادات ذیل جهت پژوهش های آتی ارائه می گردد:
- آنالیز حساسیت مدل نسبت به مقدار سرمایه و زمان تزریق بخش دوم سرمایه به سبد پروژه انجام شود.
- آنالیز حساسیت مدل نسبت به زمان آغاز سبد پروژه با توجه به دوره رکود و رونق انجام شود.
- امکان استفاده از دیگر منابع مالی همچون وام ها نیز به مدل اضافه شود و مدل تصمیم گیری کند که آیا وام اخذ شود یا خیر.
- با توجه به وجود عدم قطعیت در طول اجرای پروژه، تغییرات ناشی از این عدم قطعیت در جریان نقدی پروژه ها در نظر گرفته شود.

منابع و مآخذ

- Abbasianjahromi, H., and Rajaie, H. (2012). Developing a project portfolio selection model for contractor firms considering the risk factor. *Journal of Civil Engineering and Management*, 18(6), 879–889.
- Akbaş, S., Dalkilic, T.E., and Aksoy, T.G. (2022). Study on portfolio selection based on fuzzy linear programming. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 30(2), 211–230.
- Alavipour, S.R., and Arditi, D. (2018). Optimizing financing cost in construction projects with fixed project duration. *Journal of Construction Engineering and Management*, 144(4), 04018012.
- Arditi, D., Koksai, A., and Kale, S. (2000). Business failures in the construction industry. [*Engineering, Construction and Architectural Management*, 7\(2\), 120–132.](#)
- Aritua, B., Smith, N.J., and Bower, D. (2009). Construction client multi-projects—A complex adaptive systems perspective. *International Journal of Project Management*, 27(1), 72–79.
- Asadujjaman, M., Rahman, H.F., Chakraborty, R.K., and Ryan, M.J. (2020). An Immune Genetic Algorithm for Resource Constrained Project Scheduling Problem with Discounted Cash Flows. In *2020 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, IEEE. 1179–1183.
- Barbosa, P.S.F., and Pimentel, P.R. (2001). A linear programming model for cash flow management in the Brazilian construction industry. *Construction Management and Economics*, 19(5), 469–479.
- Borghesi, A., and Gaudenzi, B. (2013). *Risk Management: How to Assess, Transfer and Communicate Critical Risks*, Milan, Springer.

- Boussabaine, A.H. and Kaka, A.P. (1998). A neural networks approach for cost flow forecasting. *Construction Management and Economics*, 19(4), 471–479.
- Casault, S., Groen, A.J., and Linton, J.D. (2013). Selection of a portfolio of R&D projects. In: *Handbook on the theory and practice of program evaluation*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 89–115.
- Cooper, R.G., Edgett, S.J., and Kleinschmidt, E.J. (1997). Portfolio management in new product development: Lessons from the leaders—I. *Research-Technology Management*, 40(5), 16–28.
- Curtis, C.C, Garin, J., and Mehkari, M.S. (2017). Inflation and the evolution of firm-level liquid assets. *J Bank Finance*, 81, 24–35.
- Das, S.R., Kaznachey, D., and Goyal, M. (2014). Computing optimal rebalance frequency for log-optimal portfolios. *Quantitative Finance*, 14(8), 1489–1502.
- Dixit, V., and Tiwari, M.K. (2020). Project portfolio selection and scheduling optimization based on risk measure: a conditional value at risk approach. *Ann Oper Res*, 285, 9–33.
- Drenovak, M., and Ranković, V. (2014). Markowitz portfolio rebalancing with turnover monitoring. *Ekonomski horizonti*, 16(3), 211–223.
- Ghasemzadeh, F., Archer, N., and Iyogun, P. (1999). A zero-one model for project portfolio selection and scheduling. *Journal of the Operational Research Society*, 50(7), 745–755.
- Gupta, P., Mittal, G., and Mehlawat, M.K. (2013). Expected value multiobjective portfolio rebalancing model with fuzzy parameters. Insurance. *Mathematics and Economics*, 52(2), 190–203.
- Han, S.H., Diekmann, J.E., Lee, Y., and Ock, J.H. (2004). Multicriteria financial portfolio risk management for international projects. *Journal of construction engineering and management*, 130(3), 346–356.
- He, Y., Zhang, J., and He, Z. (2019). Metaheuristic algorithms for multimode multiproject scheduling with the objective of positive cash flow balance. *IEEE Access*, 7, 157427–157436.
- Hegazy, T. (1999). Optimization of resource allocation and leveling using genetic algorithms. *Journal of construction engineering and management*, 125(3), 167–175.
- Huang, C.C., Chu, P.Y., & Chiang, Y.H. (2008). A fuzzy AHP application in government-sponsored R&D project selection. *Omega*, 36(6), 1038–1052.
- Jalaei, S.A., Shakibaei, A., Horry, H.R., Akbarifard, H., GhasemiNejad, A., Robati, F.N., and Zarin, N.A. (2021). A new hybrid metaheuristic method based on biogeography-based optimization and particle swarm optimization algorithm to estimate money demand in Iran. *MethodsX*, 8, 101226.

- Karaboğa, D., and Ökdem, S. (2004). A simple and global optimization algorithm for engineering problems: differential evolution algorithm. *Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences*, 12(1), 53–60.
- Katoch, S., Chauhan, S.S., and Kumar, V. (2021). A review on genetic algorithm: past, present, and future. *Multimedia Tools and Applications*, 80, 8091–8126.
- Kennedy, J., and Eberhart, R. (1995). Particle swarm optimization, *Proceedings of ICNN'95-International conference on neural networks*. Perth, WA, Australia, *IEEE*. 4, 1942–1948.
- Kumar, P., Panda, G., & Gupta, U.C. (2015). Portfolio rebalancing model with transaction costs using interval optimization. *Opsearch*, 52(4), 827–860.
- Kumar, S., Tejani, G.G., Pholdee, N., Bureerat, S. and Jangir, P. (2022). Multi-objective teaching-learning-based optimization for structure optimization. *Smart Science*, 101(1), 56–6۷.
- Li, Q., Qin, Z., and Yan, Y. (2022). Uncertain random portfolio optimization model with tail value-at-risk. *Soft Computing*, 26, 9385–9394.
- Markowitz, H.M. (1952). Portfolio selection. *The journal of finance*, 7(1), 77–91.
- Masoumi, R., and Touran, A. (2016). A framework to form balanced project portfolios. *Proceedings of the Construction Research Congress 2016*, May 31- June 2 2016, San Juan, Puerto Rico, ASCE. 1772–1781.
- Mirjalili, S., Mirjalili, S. M., and Lewis, A. (2014). Grey Wolf Optimizer. *Advances in Engineering Software*, 69, 46–61.
- Mirjalili, S. (2019). Genetic Algorithm. In: *Evolutionary Algorithms and Neural Networks. Studies in Computational Intelligence*, 780, 43–55. Springer, Cham.
- Mittal, G., and Mehlawat, M.K. (2014). A multiobjective portfolio rebalancing model incorporating transaction costs based on incremental discounts. *Optimization*, 63(10), 1595–1613.
- Musarat, M.A., Alaloul, W.S., and Liew, M.S. (2021). Impact of inflation rate on construction projects budget: a review. *Ain Shams Eng J. Optimization*, 12(1), 407–414.
- Platje, A., Seidel, H., and Wadman, S. (1994). Project and portfolio planning cycle: project-based management for the multiproject challenge. *International Journal of Project Management*, 12(2), 100–106.
- PMI (2017). *The Standard for Portfolio Management*, Project Management Institute Inc, (fourth ed.), Pennsylvania.
- Purnus, A., and Bodea, C.N. (2015). Financial management of the construction projects: a proposed cash flow analysis model at project portfolio level. *Organization, technology & management in construction: an international journal*, 7(1), 1217–1227.

- Qin, Z., Kar, S., and Zheng, H. (2016). Uncertain portfolio adjusting model using semi absolute deviation. *Soft Computing*, 20, 717–725.
- Roslon, J., Książek-Nowak, M., Nowak, P., and Zawistowski, J. (2020). Cash-flow schedules optimization within life cycle costing (LCC). *Sustainability*, 12(19), 8201.
- Sadollah, A., Eskandar, H., Bahreininejad, A., & Kim, J.H. (2015). Water cycle algorithm with evaporation rate for solving constrained and unconstrained optimization problems. *Applied Soft Computing*, 30, 58–71.
- Samer Ezeldin, A., and Ali, G.G. (2017). Cash flow optimization for construction portfolios, *International Conference on Sustainable Infrastructure*, Reston, VA. ASCE. 26–37.
- Sanchez, H., Robert, B., Bourgault, M., and Pellerin, R. (2009). Risk management applied to projects, programs, and portfolios. *International journal of managing projects in Business*, 2(1), 14–35.
- [Shahid, M.](#), [Ashraf, Z.](#), [Shamim, M.](#), and [Ansari, M.S.](#) (2023). Solving constrained portfolio optimization model using stochastic fractal search approach. [International Journal of Intelligent Computing and Cybernetics](#), 16(2), 223–249.
- Shiha, A., and Hosny, O. (2019). A Multi-Objective Model for Enterprise Cash Flow Management. In Proceedings, *Annual Conference-Canadian Society for Civil Engineering*.
- Son, P.V.H., Duy, N.H.C., and Dat, P.T. (2021). Optimization of construction material cost through logistics planning model of dragonfly algorithm—particle swarm optimization. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 25(7), 2350–2359.
- Wang, M., Xu, F., and Wang, G. (2014). Sparse portfolio rebalancing model based on inverse optimization. *Optimization Methods and Software*, 29(2), 297–309.
- Woodside-Oriakhi, M., Lucas, C., and Beasley, J.E. (2013). Portfolio rebalancing with an investment horizon and transaction costs. *Omega*, 41(2), 406–420.
- Yu, J.R., and Lee, W.Y. (2011). Portfolio rebalancing model using multiple criteria. *European Journal of Operational Research*, 209(2), 166–175.

Proposing a portfolio balancing model in project-based organizations considering organization's budget and inflation rate of construction and housing in Iran

Reza Rajabi^۱ and Siamak Haji Yakhchali^۲

Abstract

Cash inflows and outflows in construction project-based organizations often lack balance due to delays between expenses and revenue throughout the duration of the portfolio, primarily attributable to the temporal discrepancy between incurred expenditures and realized revenues. The intrinsic characteristics of the construction project portfolio necessitate a lengthy period for project completion and subsequent readiness for sale, thereby facilitating revenue generation for the organization. Consequentially, organizations reliant on construction projects now run the danger of experiencing severe negative cash flow and mounting financial strain. Thus, the goal of this study is to maximize profit from the perspective of the organization, taking into account factors such as construction cost inflation, house price inflation during boom-and-bust cycles, and the organization's capital. The amount of cumulative capital injection sets the maximum negative level of cumulative portfolio cash flow so that the optimal solution of the model is fully proportional to the capital brought into the portfolio. Three meta-heuristic algorithms, including the water cycle algorithm, differential evolution, and teaching-learning-based optimization, are used to solve the algorithm. A portfolio of five real construction projects in Tehran is optimized in order to validate the model. The objective function showed a notable improvement when the optimization findings were compared to the analysis carried out using the traditional method by the Project Management Office (PMO). Additionally, WCA performed better in this problem when compared to other algorithms.

Keywords: Portfolio balancing; Portfolio optimization; Portfolio management; Cash flow; Budget; Inflation; Boom and bust cycles.

^۱PhD Student, Department of Civil Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email Address: rezarajabi60@gmail.com.

^۲Corresponding Author, Assistant Professor, School of Industrial Engineering, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran. Email Address: Yakhchali@ut.ac.ir.