

Efficiency Evaluation of Fireflies Optimization Algorithms and vector support Regression Forecast Cost of Capital

Roya Darabi¹

Abstract

Cost of capital is the minimum output rate expected by investors; this expected output rate is determined considering the risk of the company. Cost of capital refers to the cost of financing the company in order for investment or provision of working capital that consists of two parts: The cost of financing from long-term debts with interest and the cost of financing from the rights of shareholders. Cost of capital is the cost of long-term financing of the company. Companies, using debts and rights of shareholders, provide financial sources and use them in assets. In this research, using financial information of 94 company during the years of 2011 to 2017, using with help of accounting variables, it was attempted to predict cost of capital in companies listed on Tehran Stock Exchange. The results showed that there is a significant relationship between debt ratio ratios, growth opportunity, sales growth, ownership type (political relationship), fixed asset ratio, size of company with capital cost; and Vector machine regression and firefly algorithm, using the mentioned variables, has about 93 percent ability to predict cost of capital of the companies listed on Tehran Stock Exchange.

Keywords: Cost of Capital, Firefly Algorithm, Financial Variables, Vector Machine Regression.

JEL: C53,M41

1 . Associate Professor, Department of Accounting, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, Email:r_darabi@azad.ac.ir

بررسی کارایی الگوریتم‌های بهینه‌سازی کرم شب‌تاب و رگرسیون ماشین بردار

پشتیبان جهت پیش‌بینی هزینه سرمایه^۱

رویا دارابی^۲

چکیده

هزینه‌ی سرمایه، حداقل نرخ بازدهی مورد انتظار سرمایه‌گذاران است، این نرخ بازده مورد انتظار با در نظر گرفتن ریسک شرکت تعیین می‌شود. در این پژوهش با استفاده از اطلاعات مالی ۹۴ شرکت طی سال‌های ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۶ و به کمک متغیرهای حسابداری اقدام به پیش‌بینی هزینه سرمایه در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران شده است. جهت پیش‌بینی هزینه سرمایه از روش‌های رگرسیون ماشین بردار و کرم شب‌تاب استفاده شد. نتایج نشان داد که بین متغیرهای نسبت بدهی، فرصت رشد، رشد فروش، نوع مالکیت (ارتباط سیاسی)، نسبت دارایی ثابت، اندازه شرکت با هزینه سرمایه رابطه‌ی معناداری وجود دارد. با توجه به خطای بسیار منطقی حدوداً ۷ درصد الگوریتم کرم شب‌تاب و رگرسیون ماشین بردار در پیش‌بینی هزینه سرمایه در داده‌های ارزیابی می‌توان بیان کرد که الگوریتم کرم شب‌تاب و رگرسیون ماشین بردار با استفاده از داده‌های حسابداری توان پیش‌بینی هزینه سرمایه شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران را با قدرت بسیار بالا دارد و همچنین الگوریتم کرم شب‌تاب توانایی بالاتری در پیش‌بینی هزینه سرمایه نسبت به الگوریتم رگرسیون ماشین بردار دارد.

واژه‌های کلیدی: هزینه سرمایه، الگوریتم کرم شب‌تاب، الگوریتم رگرسیون ماشین بردار.

طبقه‌بندی موضوعی: C53-M41

مقدمه

هزینه سرمایه یکی از مفاهیم اساسی در حوزه ادبیات مالی به شمار می‌رود و در تصمیمات مالی نقش مهمی ایفا می‌کند (محسنی، ۱۳۹۷). از مهم‌ترین نیازهای افراد، تصمیم‌گیری در رابطه با موضوع‌های مختلف است. به علت وجود گزینه‌ها و راهکارهای گوناگون در خصوص یک مسئله، انسان‌ها ناگزیر از تصمیم‌گیری هستند و با توجه به اصل مطلوبیت با انتخاب گزینه‌ی بهتر در جهت افزایش مطلوبیت خود اقدام به تصمیم‌گیری می‌کنند. افراد در راستای دستیابی به هدف اصلی خود یعنی افزایش مطلوبیت و سطح رفاه به منظور کسب بازده، منابع مالی خود را در اختیار اشخاص دیگر قرار می‌دهند که این فعالیت، نوعی سرمایه‌گذاری است. وقتی که سرمایه‌گذاران وجوه خود را در اختیار شرکت قرار می‌دهند، انتظار کسب بازده از سرمایه‌گذاری خود دارند. به این دلیل که سرمایه‌گذاران با سرمایه‌گذاری در یک شرکت امکان استفاده از وجوه را از خود سلب می‌کنند و فرصت سرمایه‌گذاری‌های دیگر را از خود می‌گیرند، در نتیجه سرمایه‌گذاری برای فرد، هزینه‌ی فرصت از دست‌رفته‌ای دارد. سرمایه‌گذاران با توجه به ویژگی‌های ریسکی شرکت سرمایه‌پذیر و شرایط محیطی، بازدهی مورد انتظار خود را تعیین می‌کنند. اگر از دیدگاه شرکت سرمایه‌پذیر به بحث سرمایه‌گذاری نگاه شود، بازدهی مورد انتظار سرمایه‌گذاران، همان هزینه‌ی سرمایه‌ی شرکت سرمایه‌پذیر است (عثمانی، ۱۳۸۱). اطلاع از هزینه سرمایه همواره در تصمیمات شرکتی نقش اساسی داشته است و دستیابی به نرخ هزینه مناسب در تعیین ترکیب بهینه ساختار مالی شرکت و به‌ویژه در کسب بهترین نتایج حاصل از عملیات به شکل افزایش در قیمت سهام شرکت بسیار کاربردی می‌باشد (زارع بهنمیری و همکاران، ۱۳۹۴). اهمیت هزینه سرمایه در این موضوع است که نرخ هزینه سرمایه بیانگر مخارجی است که شرکت در قبال کسب منابع باید پردازد و در صورتی که منافع حاصل از این منابع نسبت به مخارج آن فزونی نداشته باشد، شرکت با مشکلات عدیده‌ای روبه‌رو خواهد شد. افزایش در هزینه سرمایه شرکت ایجاد اعتبار و نقدینگی را کاهش می‌دهد و به همین ترتیب، این بنگاه اقتصادی کمتر سرمایه‌گذاری می‌کند (چیسا و همکاران، ۲۰۱۸). پیش‌بینی هزینه سرمایه از طریق عوامل مؤثر بر آن نیز از همین منظر قابل تأمل است. زمانی که شرکت بتواند هزینه سرمایه خود را از طریق عوامل مؤثر بر آن با دقت کافی پیش‌بینی نماید قادر خواهد بود تا با اطمینان بیشتری نسبت به انجام پروژه‌های سرمایه‌گذاری تصمیم‌گیری نماید. از این منظر، تنها در شرایطی که یک تصمیم مالی حاوی سودی بالاتر از هزینه سرمایه باشد اجرای آن عقلایی خواهد بود و در غیر این صورت انجام پروژه متضمن زیان اقتصادی برای شرکت خواهد بود. با توجه به توضیحات مذکور بررسی عوامل مؤثر بر هزینه سرمایه از این بابت حائز اهمیت است که باعث می‌گردد شرکت با دیدی باز به استقبال یا رد پروژه‌هایی مالی و اقتصادی پیش برود. بر اساس تعریف هزینه سرمایه، در تصمیم‌های اقتصادی نرخ هزینه سرمایه حداقل نرخی است که باید از محل منافع سرمایه‌گذاری کسب گردد چراکه نرخ سود کمتر از هزینه سرمایه بیانگر برآورد نشدن بازده مورد انتظار تأمین‌کنندگان منابع مالی شرکت است و در صورتی که منافع مورد انتظار تأمین‌کنندگان منابع مالی شرکت از محل سرمایه‌گذاری‌های اقتصادی کسب نگردد ممکن است شرکت در تأمین منابع مالی در تاریخ‌های بعدی با مشکل روبه‌رو شود. این قضیه بیانگر اهمیت بسیار زیاد هزینه سرمایه در اقدامات اقتصادی برای شرکت‌ها است. بر این اساس، مسئله پژوهش حاضر این قضیه است که چه عواملی بر هزینه سرمایه شرکت مؤثر است؟ علاوه بر این، آیا اساساً روش کرم شب‌تاب و رگرسیون ماشین بردار قابلیت پیش‌بینی هزینه سرمایه را دارد؟ از جنبه نوآوری این پژوهش می‌توان به این موضوع اشاره کرد که با بررسی‌های به‌عمل‌آمده پیرامون پیش‌بینی هزینه سرمایه به‌ویژه با روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی پژوهشی انجام‌نشده است لذا این پژوهش از دیدگاه الگوریتم

بهینه‌سازی و رگرسیونی اقدام به پیش‌بینی هزینه سرمایه کرده است. در ادامه این مقاله پیرامون مبانی نظری و پیشینه پژوهش، همچنین روش‌شناسی و تحلیل یافته‌های پژوهش و در انتهای نتیجه‌گیری مورد بحث و ارائه قرار گرفته است.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

مبانی نظری

هزینه‌ی سرمایه، در واقع نرخ بازدهی مورد انتظار سرمایه‌گذاران است، این نرخ بازدهی مورد انتظار با در نظر گرفتن ریسک شرکت تعیین می‌شود. تصمیم‌گیری صحیح در خصوص هر موضوعی بستگی به شناخت عوامل مؤثر بر آن موضوع دارد. بدین ترتیب تصمیمی کارا و اثربخش خواهد بود که براساس شناخت نسبت به عوامل مؤثر بر موضوع مورد تصمیم‌گیری انجام شده باشد در واقع یکی از متغیرهایی که در اندازه‌گیری ارزش آفرینی بنگاه‌های اقتصادی مورد استفاده قرار می‌گیرد، هزینه سرمایه است و امروزه شرکت‌های ارزش آفرین، شرکت‌هایی هستند که سود خالص آن‌ها بیشتر از هزینه سرمایه آن شرکت باشد از این رو شرکت‌ها تمایل دارند با کاهش هزینه سرمایه خود سودآوری را به حداکثر برسانند و بتوانند از این طریق ارزش بیشتری را برای سهامدار خود کسب کنند (وکیلی فرد و همکاران، ۱۳۹۷). هزینه سرمایه یکی از مفاهیم اساسی در حوزه ادبیات مالی است که نقش مهمی در تصمیمات تأمین مالی ایفا می‌کند و به‌عنوان معیاری برای ارزیابی عملکرد و معیار پذیرش طرح‌های سرمایه‌گذاری جدید و نرخ تنزیل برای محاسبه ارزش افزوده بازار به کار گرفته می‌شود. هزینه سرمایه از تعادل بین ریسک و بازده حاصل می‌شود. هر چه ریسک شرکتی بالاتر باشد، نرخ بازده آن و بالطبع، هزینه سرمایه آن باید بالاتر باشد. از این رو شناخت و درک هزینه سرمایه و اهمیت آن و همچنین انواع روش‌های تأمین مالی و نظریات مرتبط با آن‌ها ضرورت می‌یابد (ابراهیم پور و همکاران، ۱۳۹۵).

اندازه شرکت و هزینه سرمایه

هزینه سرمایه از اهمیت بالایی برای مدیران شرکت‌ها برخوردار است، در برخی از مطالعات (مانند بوتوسان^۱، ۱۹۹۷؛ بوتوسان و پالوملی^۲، ۲۰۰۲ شرکت را به‌عنوان یک متغیر کنترلی لحاظ نموده‌اند؛ با این استدلال که در مطالعات پیشین اثرگذاری اندازه بر هزینه‌ی سرمایه‌ی شرکت به‌صورت تجربی اثبات گردیده است)، بانز^۳ (۱۹۸۱) برای اولین بار به تأثیر اندازه بر بازده سهام شرکت‌ها پرداخت. وی معتقد است که سرمایه‌گذاران از شرکت‌های بزرگ‌تر بازده متفاوتی نسبت به شرکت‌های کوچک‌تر انتظار دارند. شرکت‌هایی که اندازه بزرگ‌تری دارند و مانند شرکت‌هایی که دارای ارزش بالاتری هستند از منابع مالی و انسانی و ساختارهای کارآمدتر برخوردار هستند و این امر می‌تواند در بالا بودن بازده مورد انتظار کاملاً مؤثر باشد.

رشد شرکت و هزینه سرمایه

هزینه سرمایه نرخ تنزیلی است که کلیه جریان‌های نقدی شرکت با آن تنزیل می‌شود. هرچه این نرخ پایین‌تر باشد، ارزش شرکت بالاتر می‌رود و موجب می‌شود که سرمایه‌گذاران در آن شرکت

1 . Botosan

2 . Botosan and Plumlee

3 . Banez

سرمایه گذاری بیشتری داشته باشند که به موجب آن قیمت سهام شرکت با میزان بالاتری به فروش می رود (صالحی و همکاران، ۱۳۹۵). بر اساس تئوری هزینه سرمایه، هزینه سرمایه به عنوان نرخ مانع محسوب می شود. به این معنی که سرمایه گذاری شرکت ها در پروژه هایی با نرخ بازده بیشتر از هزینه سرمایه موجب افزایش ارزش شرکت می شود. از آنجا که هزینه سرمایه در ارتباط مستقیم با ارزش شرکت است، بنابراین شناخت و اندازه گیری هزینه سرمایه، اجزاء آن و عوامل داخلی و بیرونی مؤثر بر آن حائز اهمیت است (محسنی، ۱۳۹۷). از آنجا که هزینه سرمایه مبنای مقایسه در ارزیابی فرصت های سرمایه گذاری قرار می گیرد، شرکت ها ناگزیر از حفظ هزینه سرمایه خود در سطح معقولی هستند؛ چرا که در صورت بالا بودن هزینه سرمایه، شرکت ناگزیر به کنار گذاری بسیاری از پروژه های سرمایه گذاری بالقوه خود خواهد گردید (پورحیدری و همکاران، ۱۳۹۳).

ارتباط سیاسی (نوع مالکیت) و هزینه سرمایه

یکی از عوامل مهم و شایان توجه که هزینه سرمایه شرکت را تحت تأثیر قرار می دهد، ارتباطات سیاسی بنگاه های اقتصادی است. روابط و نفوذ سیاسی نه تنها بر وضعیت مالی بنگاه های اقتصادی تأثیر می گذارد، بلکه انگیزه های مدیران را نیز در ارتباط با گزارشگری مالی تحت تأثیر قرار می دهد، شرکت های دارای حمایت های سیاسی نسبت به فشارهای بازار و رقابت های معمول حساس نیستند. این شرکت ها از ریسک کمتری نسبت به سایر شرکت ها برخوردار بوده و انتظارات سرمایه گذاران نسبت به نرخ بازده سرمایه گذاری نیز کمتر است. مسلماً این شرکت ها هنگام مواجهه با بحران های مالی از حمایت های مالی دولت برخوردار می شوند، از این رو احتمال ورشکستگی آنها کمتر است (بویاکری و همکاران^۱، ۲۰۱۲). حسن زاده (۱۳۹۷) نشان می دهد که بین ارتباطات سیاسی از طریق دولت و هزینه سرمایه حقوق صاحبان رابطه منفی و معناداری وجود دارد. به عبارتی با افزایش ارتباطات سیاسی در شرکت ها هزینه سرمایه حقوق صاحبان سهام کاهش می یابد. همچنین بین ارتباطات سیاسی از طریق مجلس و هزینه سرمایه حقوق صاحبان سهام رابطه منفی و معنی دار وجود دارد. بر اساس مطالب مطرح شده، انتظار این است که ارتباطات سیاسی شرکت ها با دولت از طریق کاهش ریسک بتواند به عنوان عاملی اثرگذار در کنار سایر عوامل بر هزینه سرمایه مؤثر باشد.

نسبت دارایی ها و هزینه سرمایه

سرمایه گذاران با توجه به اطلاعات مالی منتشر شده شرکت ها و تجزیه و تحلیل آنها از طریق نسبت های مالی، ریسک حاصل از سرمایه گذاری در شرکت ها را برآورد و با توجه به آن، بازده مورد انتظاری برای انجام سرمایه گذاری های خود مطالبه می کنند، که این نرخ هزینه سرمایه شرکت ها را تشکیل می دهد، حجازی و جلالی (۱۳۸۶) بیان می کنند، کاربرد هزینه سرمایه در بودجه بندی سرمایه ای تصمیم گیری های مالی و ارزیابی عملکرد بارزترین مصادیق استفاده از هزینه سرمایه است، آنها در پژوهش خود بین نسبت دارایی های ثابت به کل دارایی ها و هزینه سرمایه ارتباط معنی داری کسب کردند. به نظر می رسد که سرمایه گذاران میزان سرمایه گذاری شرکت در دارایی ثابت را به عنوان یک معیار جهت افزایش بازده شرکت و در نتیجه افزایش بازده مورد انتظار خود (هزینه سرمایه) مدنظر قرار می دهند.

نسبت بدهی و هزینه سرمایه

تصمیمات مربوط به ساختار سرمایه نقش مؤثری در مدیریت ریسک، کارایی و اعتبار شرکت‌ها نزد مؤسسات تأمین سرمایه بنگاه‌ها خواهد داشت. از سویی دیگر، مفهوم هزینه سرمایه نه تنها یک معیار سرمایه‌گذاری است، بلکه در ارزیابی عملکرد مالی مدیریت نیز استفاده می‌شود. در این ارتباط انصاری و بیدسکان (۱۳۹۱) در مقاله خود به نقش اهرم مالی (نسبت بدهی) بر هزینه سرمایه تأکید کرده‌اند. بهانداری^۱ (۱۹۸۸) در تحقیق خود نشان داد که نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام به‌عنوان شاخص اهرم، با هزینه سرمایه رابطه دارد. موضوع تأثیر اهرم مالی بر هزینه سرمایه شرکت از جمله موضوعات مورد توجه در مدیریت مالی است توجه اصلی به این سؤال معطوف است که آیا شرکت می‌تواند از طریق متنوع ساختن منابع تأمین مالی، هزینه سرمایه خود را تحت تأثیر قرار دهد؟ این موضوع برای نخستین بار توسط میلر و مودیلیانی در سال ۱۹۵۸ مطرح شد آن‌ها پس از مطالعه و پژوهش به این نتیجه رسیدند که ارزش شرکت مستقل از اهرم است. میلر و مودیلیانی در سال ۱۹۶۸ نظریه‌شان را تعدیل نمودند به نحوی که کاهش هزینه سرمایه دلیل صرفه‌جویی مالیاتی تا حد صد در صد اهرم مالی را منعکس نماید. با توجه به پیشنهاد آن‌ها هزینه سرمایه با افزایش اهرم مالی و به دلیل صرفه‌جویی مالیاتی کاهش خواهد یافت، لذا ارزش شرکت‌های اهرمی همیشه از ارزش شرکت‌های غیر اهرمی خود بیشتر خواهد بود

نسبت آبی و هزینه سرمایه

با توجه به اینکه شرکت با نسبت آبی بالاتری نقدینگی بهتری دارند می‌توان نتیجه گرفت که سرمایه‌گذاران انتظارات متفاوتی از این نوع شرکت‌ها داشته باشند. بولو و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهش خود با عنوان «نسبت‌های مالی و هزینه‌ی سهام عادی» نشان دادند که بین نسبت آبی و هزینه سرمایه رابطه معناداری وجود دارد.

رشد سود خالص و هزینه سرمایه

عملکرد بالای شرکت مورد توجه سرمایه‌گذاران قرار می‌گیرد لذا سرمایه‌گذاران به رشد سود شرکت توجه ویژه نیز دارند و انتظارات بازده بالاتری از این نوع شرکت‌ها خواهند داشت و در پژوهش امینی و خدادوست (۱۳۹۴) نیز نشان داده شد که بین رشد سود خالص و هزینه سرمایه رابطه معناداری مستقیم و مثبت وجود دارد.

محافظه‌کاری و هزینه سرمایه

عدم رعایت محافظه‌کاری در تعیین سود و توزیع سود غیر محافظه‌کارانه به صورت نقدی، به توزیع اصل سرمایه به جای توزیع سود به دست آمده از فعالیت شرکت می‌انجامد و سودآوری آتی شرکت را با مخاطره روبرو خواهد ساخت. از این روست که رعایت محافظه‌کاری در تعیین سود با هزینه سرمایه پیوند می‌یابد و مدیران را به در پیش گرفتن رویه‌های محافظه‌کارانه در فرآیند تعیین سود ترغیب می‌نماید. محافظه‌کاری از دو طریق هزینه سرمایه شرکت را کاهش می‌دهد یکی کاهش زیان ناشی از تضاد منافع میان مدیریت و سهامداران و دیگری کاهش عدم تقارن اطلاعاتی (ژی لی^۲، ۲۰۱۰). همچنین آرتیانج و

کلارسن^۱ (۲۰۱۰) در پژوهشی تجربی، اثر محافظه کاری حسابداری را بر هزینه سرمایه بررسی کردند. شواهد حاکی از وجود رابطه‌ای معکوس بین سطح محافظه کاری و هزینه سرمایه در نمونه‌ی انتخابی بود.

کیفیت سود و هزینه سرمایه

تغییرات سود به‌عنوان شاخص ریسک اطلاعات حسابداری شناخته می‌شود و ریسک اطلاعاتی به میزان اطلاعات محرمانه و عدم دقت اطلاعات عمومی گزارش شده بستگی دارد. هرچه میزان اطلاعات محرمانه بیشتر و دقت اطلاعات ارائه‌شده کمتر باشد، هزینه سرمایه بیشتر خواهد بود. با توجه به اینکه ریسک اطلاعات از میزان عدم دقت در اطلاعات ارائه‌شده و ناتوانی اطلاعات بر آورد بازده مورد انتظار ناشی می‌شود، انتظار می‌رود هر یک از ویژگی‌های کیفی سود که از دید سرمایه‌گذار نامطلوب باشد به میزانی که بر آورد بازده مورد انتظار را با ابهام روبه‌رو سازد بر هزینه سرمایه سهام عادی تأثیر منفی بگذارد (فرانسیس و همکارانش^۲، ۲۰۰۴). فرانسیس و همکارانش (۲۰۰۴) در تحقیقی تأثیر هفت ویژگی کیفی سود شامل کیفیت اقلام تعهدی، پایداری سود، توان پیش‌بینی سود، یکنواختی سود، مربوط بودن سود به ارزش سهام، به‌موقع بودن سود و محافظه کارانه بودن سود را بر هزینه سرمایه مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج مؤید این است که شرکت‌هایی که ویژگی‌های کیفی سود آن‌ها دارای مطلوبیت پایین‌تری است در مقایسه با شرکت‌هایی که ویژگی‌های کیفی سود آن‌ها مطلوبیت بیشتری دارد، هزینه سرمایه بیشتری را تجربه کرده‌اند.

ریسک سیستماتیک و هزینه سرمایه

شارپ^۳ (۱۹۶۴)، لینتر^۴ (۱۹۶۵) و موسین^۵ (۱۹۶۶) معتقدند که بازده مورد انتظار به‌طور مثبت و خطی به ریسک سیستماتیک بازار وابسته است. در یکی از مهم‌ترین مطالعات انجام‌شده، فاما و فرنچ^۶ (۱۹۹۹) با تلخیص یافته‌های مطالعات تجربی پیشین و با اتکا به روش رگرسیون مقطعی فاما و مکبث، رابطه‌ی بین متغیر ریسک بازار (سیستماتیک) با هزینه سرمایه در بازار سرمایه‌ی آمریکا را مورد مطالعه قرار داده و به این نتیجه رسیدند که ریسک سیستماتیک (بتا) قدرت تبیین همه اختلافات بازده سهام، در طول دوره‌ی مورد مطالعه (۱۹۹۰-۱۹۶۳) را به‌صورت جزئی خواهد داشت. عوامل ریسک سیستماتیک که شامل ریسک‌های غیر قابل کنترل از جمله ریسک‌های سیاسی در کشور می‌باشد، با تأثیری که بر روی بازار سرمایه کشور می‌گذارند تأثیرات بسیار زیاد و قابل ملاحظه‌ای بر بازده مورد انتظار سهام خواهند داشت و محیط آرام سیاسی می‌تواند موجبات پویایی بازار سرمایه در کشور را فراهم کند.

کیفیت افشا و هزینه سرمایه

انجمن حسابداری آمریکا^۷ (۱۹۹۴) مزیت عمده افشای بیشتر اطلاعات را هزینه سرمایه کمتر اعلام کردند. افشای اطلاعات، فرصت سرمایه‌گذاری و سیاست تأمین مالی را به همراه دارد و مدیران ممکن است در راستای منافع خود و در خلاف جهت منافع سهامداران از افشای اطلاعات کلیدی به بازار خودداری کنند و چنین اقدامی ممکن است

1 . Artiach, Clarkson
 2 . Francis & et al
 3 . Sharp
 4 . Linter
 5 . Mossin
 6 . Fama and French
 7 . American Institute of Certified Public Accountants (AICPA)

منجر به کاهش ارزش سرمایه‌گذاری سرمایه‌گذاران در شرکت و احتمالاً بالا رفتن هزینه سرمایه شرکت خواهد شد (آل شمیری و آل سلطان، ۲۰۱۰).

نسبت قیمت به سود هر سهم و هزینه سرمایه

اطلاع از هزینه سرمایه همواره در تصمیمات شرکتی نقش اساسی داشته است و دستیابی به نرخ هزینه مناسب در تعیین ترکیب بهینه ساختار مالی شرکت و به‌ویژه در کسب بهترین نتایج حاصل از عملیات به شکل افزایش در قیمت سهام شرکت بسیار کاربردی می‌باشد (زارع بهنمیری و همکاران، ۱۳۹۴). باسو^۲ (۱۹۷۷) دریافت هنگامی که سهام عادی بر اساس نسبت P/E مرتب می‌شود قابلیت پیش‌بینی بازده نسبت به مدل CAPM افزایش می‌یابد. به عبارتی انتظار می‌رود سهامی که نسبت سود به قیمت بالاتری دارد، بازده مورد انتظار بیش‌تری را ایجاد نماید. سرمایه‌گذاران به نسبت‌های بازار واکنش نشان می‌دهند و هزینه‌ی سهام عادی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس، تحت تأثیر نسبت‌های بازار شرکت‌ها قرار دارد. همچنین می‌توان بیان کرد که برخی نسبت‌ها که با قیمت سهام رابطه دارند، حاوی اطلاعاتی در مورد بازده مورد انتظار هستند (بولو و همکاران، ۱۳۹۱).

پیشینه پژوهش

مهرآدین و عباس‌نژاد (۱۳۹۲) اثر محافظه‌کاری و افشا بر هزینه سرمایه سهام عادی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهش، نشان از وجود رابطه‌ای معکوس بین محافظه‌کاری و هزینه سرمایه دارد. نتایج همچنین رابطه معکوس افشا و هزینه سرمایه را نیز نشان داد. زارع و همکاران (۱۳۹۴) رابطه مدیریت سود واقعی و تعهدی با هزینه سرمایه را مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش از تحلیل رگرسیون برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شده است. نتایج حاکی از آن است که میان مدیریت سود ارقام تعهدی و فعالیت‌های واقعی با هزینه سرمایه مثبت و معنادار دارد. عزیزی (۱۳۹۶) پس از بررسی عدم تقارن اطلاعاتی، نقد شوندگی سهام و هزینه سرمایه نشان داد که میان عدم تقارن اطلاعاتی و نقد شوندگی سهام و بین اندازه شرکت و هزینه سرمایه رابطه منفی و معناداری وجود دارد. همچنین ارتباط مستقیم و معناداری میان عدم تقارن اطلاعاتی و هزینه سرمایه شرکت‌ها مشاهده شد. قادری و قادری (۱۳۹۷) در پژوهش خود نشان دادند که ارتباط مثبت و معنی‌داری بین شاخص‌های اثربخشی و کارایی دولت، کنترل فساد، کیفیت قوانین و مقررات و ثبات سیاسی با هزینه سرمایه وجود دارد. وکیلی فرد و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهش خود نشان دادند که ساختار سرمایه بانک دارای اثری مستقیم و معنادار بر هزینه سرمایه بوده و دارای اثری معکوس و معنادار بر ارزش بازار و خالص جریان‌های نقدی می‌باشد. مهربان‌پور و میری چیمه (۱۳۹۷) تأثیر شاخص راهبری شرکتی بر هزینه سرمایه و ریسک شرکت‌ها را بررسی کردند. نتایج حاکی از آن است که رابطه منفی و معناداری بین هزینه سرمایه شرکت با شاخص راهبری شرکتی وجود دارد. سعادت‌مند و علوی (۱۳۹۸) به بررسی رابطه بین ویژگی‌های کمیته‌های حسابرسی و هزینه سرمایه با استفاده از اطلاعات ۹۷ شرکت طی سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۹۶ پرداختند. نتایج نشان داد بین اندازه کمیته حسابرسی و هزینه سرمایه سهام عادی رابطه منفی و معنی‌داری وجود دارد. بریسوا و همکاران^۳ (۲۰۱۳) رابطه بین مالکیت دولتی و هزینه بدهی را مورد بررسی قرار داد. نتیجه پژوهش بیانگر وجود رابطه‌ای مستقیم بین مالکیت دولتی

1 . Al-Shammari & Al-Sultan
2 . Basu
3 . Borisova & et al

با هزینه بدهی می‌باشد. بدرت‌تجر و همکاران^۱ (۲۰۱۵) به بررسی رابطه مالکیت خصوصی و هزینه بدهی پرداختند. در این پژوهش شرکت‌ها از بعد مالکیت عمومی یا خصوصی و رابطه آن با هزینه بدهی ایجاد شده برای شرکت مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. نتایج این پژوهش نشان داد که مالکیت خصوصی در بین شرکت‌های مورد مطالعه رابطه معنی داری با کاهش هزینه بدهی داشته است. پرساکیس و آیت‌ریدیس^۲ (۲۰۱۵) نشان دادند که بین کیفیت سود و هزینه سرمایه در سال‌های بحران مالی جهانی رابطه منفی و معناداری وجود دارد. جان استون^۳ (۲۰۱۶) دریافت گزارشگری مالی با کیفیت موجب می‌شود سرمایه‌گذاران در پیش‌بینی جریان نقد آتی مطمئن‌تر رفتار کنند و در نتیجه ریسک مورد انتظار آنان کاهش یابد. کاهش ریسک مزبور باعث کاهش بازده مورد انتظار آنان و هزینه سرمایه شرکت می‌شود. استفان فریس و همکاران^۴ (۲۰۱۷) در پژوهشی با عنوان "تأثیر بین‌المللی سرمایه اجتماعی مدیریتی بر میزان هزینه سرمایه" نشان دادند که رابطه بین سرمایه اجتماعی و هزینه سرمایه در بازارهای مالی توسعه‌یافته قوی‌تر بوده و این ویژگی از طریق حمایت‌های قانونی ضعیف‌تر تقویت می‌گردد. عزت^۵ (۲۰۱۸) به بررسی تأثیر تأیید داوطلبانه استانداردهای گزارشگری مالی بین‌المللی بر کیفیت سود و هزینه سرمایه پرداخت. نتایج نشان می‌دهد که بین اعمال داوطلبانه استانداردهای گزارشگری مالی بین‌المللی و هزینه سرمایه منفی وجود دارد و همچنین بین کیفیت سود و هزینه سرمایه رابطه منفی وجود دارد. سیلوا و برگمن^۶ (۲۰۱۹) ارتباط افشای شرکت‌ها و هزینه‌های ضمنی سرمایه را مورد بررسی قرار دادند. ادبیات کلاسیک مالی، استدلال‌هایی را تأکید می‌کند که تأثیر منفی شفافیت شرکت‌ها بر سطح بازدهی هزینه سرمایه شرکت را تأکید می‌کند.

فرضیه‌های پژوهش

با توجه به مبانی نظری پژوهش، فرضیه‌های زیر تدوین شد:

- فرضیه ۱: پیش‌بینی هزینه سرمایه بر اساس الگوریتم کرم شب‌تاب امکان‌پذیر است.
 فرضیه ۲: پیش‌بینی هزینه سرمایه بر اساس الگوریتم رگرسیون ماشین بردار امکان‌پذیر است.
 فرضیه ۳: الگوریتم کرم شب‌تاب در مقایسه با الگوریتم رگرسیون ماشین بردار توانایی بیش‌تری در پیش‌بینی هزینه سرمایه دارد.

روش پژوهش

در این پژوهش WACC هزینه سرمایه است که به نحو رابطه ۱ محاسبه می‌شود (رضایی و همکاران، ۱۳۸۹):

رابطه ۱:

$$WACC = (W_e \times W_e) + (W_a \times [K_a \times (1 - t)])$$

که در آن:

W_d : وزن بدهی

- 1 . Badertscher & et al
- 2 . Persakis & Iatridis
- 3 . Johnstone
- 4 . Stephen
- 5 . Ezzat
- 6 . Silva & Bergmann

W_e : وزن حقوق صاحبان سهام

K_d : نرخ هزینه بدهی

K_e : هزینه حقوق صاحبان سهام عادی

t : نرخ مالیات شرکت

نحوه محاسبه نرخ هزینه هر یک از منابع تأمین مالی به شرح زیر است:

الف) نرخ هزینه بدهی (K_d)

در این پژوهش هزینه بدهی از طریق تقسیم مقدار هزینه مالی بر مقدار بدهی‌های بهره‌دار محاسبه می‌شود و در نهایت برای محاسبه هزینه بدهی از رابطه ۲ استفاده شده است.

رابطه ۲:

$$\text{نرخ هزینه مالی های} \\ \text{بدهی بهره‌های دار} = \frac{\text{نرخ هزینه سرمایه از محل بدهی ها}}{\text{بدهی بهره‌های دار}}$$

$$K_d = t \cdot (1 - t) \cdot \text{نرخ هزینه بدهی}$$

شایان ذکر است مطابق ماده ۱۰۵ قانون مالیات‌های مستقیم مالیات شرکت‌های ایرانی ۲۵ درصد است و شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران از ۱۰ درصد این نرخ (به میزان ۲,۵ درصد) معاف بوده و در نتیجه نرخ مالیات برای شرکت‌های بورسی ۲۲,۵ درصد خواهد بود.

ب) نرخ هزینه سهام عادی، سود انباشته و اندوخته‌ها (K_e):

برای محاسبه‌ی بازده سهام شرکت‌های مورد بررسی از رابطه ۳ استفاده می‌شود:

رابطه ۳:

$$K_e = \frac{\text{افزایش سرمایه از محل آورده نقدی و مطالبات - سود سهام مصوب} + \text{ارزش بازار شرکت در ابتدای سال} - \text{ارزش بازار شرکت در پایان سال}}{\text{ارزش بازار شرکت در ابتدای سال}}$$

(قیمت سهام در ابتدای سال \times تعداد سهام در ابتدای سال) = ارزش بازار شرکت در ابتدای سال

(قیمت سهام در انتهای سال \times تعداد سهام در انتهای سال) = ارزش بازار شرکت در انتهای سال

سود سهام مصوب = (تعداد سهام در تاریخ مجمع \times سود نقدی هر سهم)

افزایش سرمایه از محل آورده نقدی و مطالبات نیز به شرح زیر محاسبه می‌شود:

درصد افزایش سرمایه از محل آورده نقدی و مطالبات \times (سرمایه اول دوره - سرمایه پایان دوره)

نحوه محاسبه وزن هر یک از منابع تأمین مالی (W_d وزن بدهی و W_e وزن حقوق صاحبان سهام) به شرح زیر است: وزن هر یک از منابع از طریق تقسیم ارزش بازار هر منبع بر جمع ارزش بازار منابع بکار گرفته شده به دست می‌آید. با توجه به اینکه ارزش بازار بدهی‌ها تقریباً معادل ارزش دفتری آن‌هاست، از این رو ارزش دفتری آن‌ها مدنظر قرار گرفته است.

ارزش دفتری بدهی‌های بهره‌دار + ارزش بازار سهام عادی = جمع منابع

در این پژوهش با توجه به پژوهش بابکری و همکاران^۱ (۲۰۱۶) و بدرتچر و همکاران (۲۰۱۵) که پیرامون هزینه سرمایه و عوامل مؤثر بر آن انجام شده است به این نتیجه رسیده‌ایم که با استفاده از متغیرهایی که در ایران و خارج از ایران به عنوان عوامل مؤثر بر هزینه سرمایه انجام شده است، اقدام به پیش‌بینی هزینه سرمایه شود و برای انتخاب روش پژوهش با بررسی‌های به عمل آمده و با توجه به جدید و نوآور بودن روش الگوریتم کرم شب‌تاب

و رگرسیون ماشین بردار از این روش استفاده می شود. تعریف عملیاتی و نحوه ی برآورد و اندازه گیری هر یک از متغیرهای مستقل نیز به شرح جدول ۱ است:

جدول ۱. متغیرهای پژوهش

نام متغیر	نماد متغیر	مدل محاسبه	منبع
فرصت های رشد	X1	نسبت ارزش بازار دارایی ها به ارزش دفتری آن ها	طالب نیا و پهلوان (۱۳۹۴)
نسبت دارایی ثابت به جمع دارایی	X2	از تقسیم دارایی ثابت به کل دارایی ها به دست می آید.	حجازی و جلالی (۱۳۸۶)
نسبت آبی	X3	به صورت تفاوت دارایی جاری از پیش پرداخت و موجودی کالا تقسیم بر بدهی های جاری محاسبه می شود.	حجازی و جلالی (۱۳۸۶)
نسبت بدهی	X4	از تقسیم مجموع بدهی ها بر جمع دارایی ها به دست آمده است.	عثمانی (۱۳۸۱)، طالب نیا و پهلوان (۱۳۹۴)
محافظه کاری	X5	$X-1$ (جمع دارایی ها / اقلام تعهدی عملیاتی)	لارا و همکاران ^۱ (۲۰۰۷)، چان و هسو ^۲ (۲۰۱۳)،
اندازه شرکت	X6	لگاریتم طبیعی فروش شرکت	عثمانی (۱۳۸۱)، حجازی و جلالی (۱۳۸۶)
رشد فروش	X7	درصد افزایش (کاهش) در فروش سال جاری نسبت به سال قبل	سپاسی و همکاران (۱۳۹۴)
کیفیت سود	X8	نسبت جریان وجه نقد عملیاتی به سود خالص	فرانسیس و همکاران ^۳ (۲۰۰۴)
تغییرات سود هر سهم به قیمت هر سهم	X9	این متغیر با استفاده از تقسیم تغییرات سود به قیمت سهام در پایان سال محاسبه می شود.	طالب نیا و پهلوان (۱۳۹۴)
ریسک سیستماتیک	X10	برای سنجش میزان ریسک شرکت از عامل بتا استفاده شده است. در این تحقیق مقادیر بتا از گزارش های بورس اوراق بهادار قابل و با استفاده از نرم افزار ره آورد نوین استخراج شده است.	طالب نیا و پهلوان (۱۳۹۴)
کیفیت افشا	X11	امتیاز افشای شرکتی که توسط بورس منتشر می گردد.	بوتوسان و پلاملی ^۴ (۲۰۰۲)، کوثاری و شرت ^۵ (۲۰۰۳)، لی و یانگ ^۶ (۲۰۱۱)، بلانکو و همکاران ^۷ (۲۰۱۲)
رشد سود خالص	X12	به صورت تفاوت سود خالص در پایان سال از سود خالص در ابتدای سال تقسیم بر سود خالص در ابتدای سال محاسبه می شود.	حجازی و جلالی (۱۳۸۶)
نوع مالکیت (ارتباط سیاسی)	X13	میزان سهام با مالکیت دولتی به عنوان ارتباط سیاسی یا میزان مالکیت دولتی شرکت در نظر گرفته شده است.	بابکری و همکاران (۲۰۱۶)

جامعه ی آماری در این پژوهش تمام شرکت های بورس اوراق بهادار تهران می باشد که در دوره ی مورد بررسی تغییر دوره ی مالی نداشته باشند و دوره زمانی آن ها منتهی به ۲۹ اسفند ماه باشد، داده های مورد نظر آن ها در دسترس باشد و همچنین شرکت های سرمایه گذاری، واسطه گری های مالی، بانک و لیزینگ و بیمه نباشند. بر این اساس تعداد ۹۴ شرکت طی سال های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۶

- 1 . Lara & et al
- 2 . Chana & Hsub
- 3 . Francis
- 4 . Botosan & Plumlee
- 5 . Kothari and Short
- 6 . Li & Yang
- 7 . Belanko

به‌عنوان نمونه آماری انتخاب شده است. در این پژوهش جهت پیش‌بینی هزینه سرمایه از روش‌های رگرسیون ماشین‌بردار و کرم شب‌تاب استفاده شده است. پنج فرآیند در روش‌های پیشنهادی وجود دارد که به ترتیب عبارت است از انتخاب داده‌ها، پاک‌سازی داده‌ها، تقسیم داده‌ها به مجموعه‌های آموزشی و ارزیابی، فرآیند آموزش مدل و ارزیابی مدل آموزش داده‌شده با داده‌های ارزیابی که تاکنون توسط الگوریتم‌ها مشاهده نشده است (حمیدیان و همکاران، ۱۳۹۵).

تجزیه و تحلیل آماری

آمار توصیفی

به‌منظور بررسی و تجزیه و تحلیل اولیه داده‌ها، ابتدا اطلاعات مربوط به آماره‌های توصیفی متغیرهای وابسته و توضیحی مورد مطالعه در این پژوهش در جدول ۲ ارائه شده است تا نگاه کلی از داده‌هایی که در این پژوهش مورد تحلیل واقع شده‌اند، به دست آید.

جدول ۲. آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

متغیر	میانگین	میانه	مینیمم	ماکزیمم	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی
ریسک سیستماتیک	۰/۷۰۳	۰/۶۷۴	-۲/۴۷۹	۳/۹۹۰	۰/۸۷۳	۰/۲۷۱	۰/۸۳۸
نسبت بدهی	۰/۵۹۴	۰/۶۰۱	۰/۱۳۵	۱/۱۳۲	۰/۱۷۵	-۰/۱۴۹	-۰/۲۸۵
نوع مالکیت (ارتباط سیاسی)	۴۸/۶۳۰	۵۹/۳۴۳	۰/۰۰۰	۹۸/۰۵۱	۳۵/۲۷۹	-۰/۳۰۳	-۱/۵۱۱
رشد فروش	۰/۱۹۶	۰/۱۶۶	-۰/۶۰۳	۲/۲۷۰	۰/۳۱۷	۱/۱۰۵	۴/۲۸۷
اندازه شرکت	۱۳/۹۰۳	۱۳/۸۵۰	۱۰/۱۲۱	۱۹/۳۶۸	۱/۳۳۴	۰/۴۵۲	۱/۵۹۶
کیفیت سود	۱/۵۹۸	۰/۹۴۶	-۳۶/۵۹۴	۶۰/۳۹۱	۵/۵۰۸	۲/۱۴۲	۳۸/۶۴۲
فرصت‌های رشد	۰/۹۸۶	۰/۸۳۵	۰/۰۸۷	۳/۹۲۴	۰/۶۸۰	۱/۵۴۷	۲/۷۶۲
نسبت دارایی ثابت	۰/۲۳۱	۰/۱۸۸	۰/۰۱۹	۰/۷۷۲	۰/۱۵۶	۱/۰۷۹	۰/۸۱۲
نسبت آتی	۰/۸۲۶	۰/۷۷۵	۰/۰۵۸	۳/۲۲۴	۰/۴۶۹	۱/۶۷۱	۴/۹۴۹
محافظه‌کاری مشروط	-۰/۰۵۴	-۰/۰۵۵	-۰/۳۷۷	۰/۳۶۹	۰/۱۰۸	۰/۳۰۱	۱/۱۲۱
تغییرات سود هر سهم به قیمت	-۰/۰۲۶	۰/۰۰۱	-۰/۹۹۶	۰/۶۸۳	۰/۱۶۵	-۱/۳۵۹	۸/۲۰۶
رشد سود خالص	۰/۳۱۳	۰/۱۱۶	-۷/۸۱۶	۱۸/۳۵۶	۱/۸۷۹	۳/۴۹۶	۳۰/۱۲۰
امتیاز کیفیت افشا	۷۵/۶۹۰	۸۱/۰۰۰	۱۶/۰۰۰	۱۰۰/۰۰۰	۱۷/۶۳۲	-۰/۹۰۴	۰/۲۴۱

منبع: یافته‌های پژوهشگر

با توجه به نتایج جدول ۲، آمار توصیفی پژوهش نشان می‌دهد که در نمونه مورد بررسی به‌طور میانگین دارایی‌های ثابت شرکت از یک چهارم کل دارایی‌ها کمتر می‌باشد و همچنین امتیاز کیفیت افشا شرکت‌های نمونه به‌طور میانگین ۷۵ می‌باشد که نسبتاً امتیاز بالایی است و با توجه به اینکه نسبت بدهی در حالت ماکزیمم بیش از ۱ می‌باشد می‌توان تفسیر کرد که در نمونه آماری شرکت‌هایی وجود دارند که حقوق صاحبان سهام آن‌ها منفی می‌باشد و بدهی آن‌ها از دارایی‌هایشان بیشتر است اما با توجه به میانگین پایین این متغیر می‌توان نتیجه گرفت که تعداد شرکت‌هایی که حقوق صاحبان سهام منفی دارند زیاد نمی‌باشد.

مرحله‌ی اول تجزیه و تحلیل آماری انتخاب داده‌ها است. در این مرحله داده‌های مورد نیاز که شامل هزینه سرمایه و متغیرهای ورودی لیست شده در جدول ۱ است جمع آوری می‌گردد. مرحله‌ی دوم پاک‌سازی داده‌ها است. در این پژوهش جهت اجرای بخش دوم از رگرسیون گام به گام در انتخاب متغیرهای ورودی استفاده شده است.

رگرسیون گام به گام

رگرسیون گام به گام سیستم ورود متغیرهای مستقل به مدل یک رگرسیون به صورت قدم به قدم است، در حقیقت این ساختار متغیرها را تک به تک وارد مدل می‌کند، یعنی در ابتدا تغییری که بالاترین همبستگی را با متغیر وابسته دارد، انتخاب می‌گردد. دومین تغییری که وارد تحلیل می‌شود، تغییری است که پس از تفکیک متغیر مقدم بر آن، موجب بیشترین افزایش در مقدار ضریب تعیین خواهد شد. در این روش، ورود متغیرها به مدل تک به تک و تا زمانی انجام می‌شود که معنی داری متغیر به ۹۵ درصد (سطح خطای ۵ درصد) برسد در نهایت عملیات متوقف می‌شود (منصورفر، ۱۳۸۵).

جدول ۳. لیست متغیرهای مستقل انتخابی

متغیر وابسته هزینه سرمایه						
مدل	متغیر	ضریب	خطای معیار	ضریب استاندارد	آماره t	معناداری
مدل یک	مقدار ثابت	۰/۷۶۰	۰/۰۳۲	۰/۰۰۰	۲۳/۹۰۸	<۰/۰۰۱
	نسبت بدهی	-۰/۷۳۴	۰/۰۵۱	-۰/۵۱۶	-۱۴/۲۹۶	<۰/۰۰۱
مدل دو	مقدار ثابت	۰/۵۴۱	۰/۰۴۷	۰/۰۰۰	۱۱/۵۴۷	<۰/۰۰۱
	نسبت بدهی	-۰/۵۲۴	۰/۰۶۰	-۰/۳۶۹	-۸/۷۱۳	<۰/۰۰۱
مدل سه	فرصت رشد	۰/۰۹۶	۰/۰۱۵	۰/۲۶۲	۶/۱۹۶	<۰/۰۰۱
	مقدار ثابت	۰/۵۴۳	۰/۰۴۶	۰/۰۰۰	۱۱/۸۲۲	<۰/۰۰۱
	نسبت بدهی	-۰/۵۴۹	۰/۰۵۹	-۰/۳۸۶	-۹/۲۷۶	<۰/۰۰۱
مدل چهار	فرصت رشد	۰/۰۸۲	۰/۰۱۵	۰/۲۲۵	۵/۳۲۶	<۰/۰۰۱
	رشد فروش	۰/۱۳۵	۰/۰۲۷	۰/۱۷۲	۴/۹۴۷	<۰/۰۰۱
	مقدار ثابت	۰/۵۳۳	۰/۰۴۵	۰/۰۰۰	۱۱/۷۳۸	<۰/۰۰۱
	نسبت بدهی	-۰/۶۰۱	۰/۰۶۰	-۰/۴۲۳	-۱۰/۰۶۰	<۰/۰۰۱
مدل پنج	فرصت رشد	۰/۰۷۵	۰/۰۱۵	۰/۲۰۷	۴/۹۵۰	<۰/۰۰۱
	رشد فروش	۰/۱۳۲	۰/۰۲۷	۰/۱۶۹	۴/۹۱۰	<۰/۰۰۱
	نوع مالکیت (ارتباط سیاسی)	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۱۴۱	۴/۰۷۹	<۰/۰۰۱
	مقدار ثابت	۰/۶۲۷	۰/۰۵۱	۰/۰۰۰	۱۲/۳۲۶	<۰/۰۰۱
	نسبت بدهی	-۰/۶۵۹	۰/۰۶۱	-۰/۴۶۳	-۱۰/۸۳۴	<۰/۰۰۱
	فرصت رشد	۰/۰۶۸	۰/۰۱۵	۰/۱۸۵	۴/۴۵۱	<۰/۰۰۱
مدل شش	رشد فروش	۰/۱۲۷	۰/۰۲۷	۰/۱۶۲	۴/۷۶۷	<۰/۰۰۱
	نوع مالکیت (ارتباط سیاسی)	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۱۳۸	۴/۰۳۰	<۰/۰۰۱
	نسبت دارایی ثابت به کل دارایی‌ها	-۰/۲۱۶	۰/۰۵۵	-۰/۱۳۵	-۳/۹۱۶	<۰/۰۰۱
	مقدار ثابت	۰/۳۴۷	۰/۰۹۷	۰/۰۰۰	۳/۵۹۵	<۰/۰۰۱
	نسبت بدهی	-۰/۶۹۴	۰/۰۶۱	-۰/۴۸۸	-۱۱/۳۵۴	<۰/۰۰۱
	فرصت رشد	۰/۰۷۰	۰/۰۱۵	۰/۱۹۲	۴/۶۴۴	<۰/۰۰۱
	رشد فروش	۰/۱۱۵	۰/۰۲۷	۰/۱۴۸	۴/۳۴۵	<۰/۰۰۱
نوع مالکیت (ارتباط سیاسی)	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۱۱۴	۳/۲۷۹	۰/۰۰۱	
نسبت دارایی ثابت به کل دارایی‌ها	-۰/۲۲۲	۰/۰۵۵	-۰/۱۳۹	-۴/۰۶۵	<۰/۰۰۱	
اندازه شرکت	۰/۰۲۲	۰/۰۰۷	۰/۱۲۰	۳/۳۹۵	۰/۰۰۱	

منبع: یافته‌های پژوهشگر

طبق نتایج جدول ۳، شش متغیر نسبت بدهی، فرصت رشد، رشد فروش، نوع مالکیت (ارتباط سیاسی)، نسبت دارایی ثابت به کل دارایی‌ها، اندازه شرکت جهت ورود به مدل داده کاوی تأیید گردیده است. سایر متغیرها نیز به دلیل وجود خطای بالاتر از ۵ درصد وارد مدل داده کاوی نشده‌اند.

تحلیل نتایج بر اساس الگوریتم کرم شب‌تاب

قبل از وارد شدن داده در مدل، آن‌ها را به دو دسته آموزشی و داده‌های ارزیابی تقسیم کرده‌ایم و برای این منظور از روش ارزیابی ۱۰ طبقه‌ای استفاده شده است. در این روش مجموعه داده‌ها (مجموعه شرکت - سال) به قسمت مساوی و به صورت تصادفی تقسیم می‌گردد به نحوی که برای داده‌های این پژوهش در هر دسته حدوداً ۶۸ مشاهده قرار می‌گیرد. در اجرای اول یک قسمت به منظور ارزیابی، ۹ قسمت باقیمانده برای داده‌های آموزش استفاده می‌شود. در اجرای دوم، قسمت دیگری از ۱۰ قسمت به منظور ارزیابی، ۹ قسمت باقیمانده برای آموزش استفاده می‌شود و الگوریتم ۱۰ مرتبه به همین روال اجرا می‌گردد.

بسیاری از پژوهشگران رفتارهای کرم‌های شب‌تاب را در طبیعت مورد مطالعه قرار داده‌اند و تاکنون مقالات متعددی در مورد کرم‌های شب‌تاب به وجود آمده است. برای اعمال داده‌های آموزشی به الگوریتم کرم شب‌تاب ابتدا باید پارامترهای این روش تعیین گردند (فیسترو همکاران، ۲۰۱۳). در جدول ۴ این پارامترها همراه توضیحات آن نمایش داده شده است.

جدول ۴. پارامترهای ورودی الگوریتم کرم شب‌تاب

نام	مقدار	توضیحات
N	۲۴۰	تعداد کرم‌های شب‌تاب
FES-MAX	۵۰۰	تعداد تکرار الگوریتم
A	۵۰	پارامتر حرکت تصادفی
q _۰	۲۰	جذب اولیه
Γ	۱	ثابت جذب نور
S	۴۰۰	بُعد فضای ویژگی

منبع: یافته‌های پژوهشگر

۱. Fister & et al

۲. موقعیت هر کرم شب‌تاب نشان‌دهنده پارامترهای مدل $y = \beta_0 + \beta_1 \Phi_s(x_1)$ است و از طرفی تعداد کرم‌های شب‌تاب یک ابرپارامتر مشابه تعداد کروموزوم‌ها در الگوریتم ژنتیک، تعداد ذرات در الگوریتم حرکت دسته‌جمعی ذرات و مشابه آن در تمام الگوریتم‌های تکاملی است معمولاً تعداد این ابرپارامتر را بین ۳۰ تا ۵۰ در الگوریتم‌های تکاملی در نظر می‌گیرند که نشان‌دهنده جمعیت اولیه پاسخ‌ها است که قرار است باگذشت زمان به جواب بهینه نزدیک شوند، نکته‌ای که بیشتر حائز اهمیت است تعداد تکرار و شرط خاتمه الگوریتم است که معمولاً تعداد تکرار را بیشتر از ۱۰ برابر تعداد جمعیت اولیه یا تعداد کرم‌های شب‌تاب و یا ذرات در الگوریتم‌های ژنتیک، کرم شب‌تاب و حرکت دسته‌جمعی ذرات و یا به‌طور کلی الگوریتم‌های تکاملی به‌عنوان یکی از شروط خاتمه الگوریتم در نظر می‌گیرند. در این مقاله نیز با توجه به توضیحات بالا این مقدار انتخاب شده است.

بعد از وارد کردن داده‌های آموزشی (شرکت‌ها) به الگوریتم کرم شب‌تاب این الگوریتم با استفاده از الگوریتم آموزش داده می‌شود و سپس داده‌هایی که الگوریتم تاکنون آن‌ها را ندیده است به مدل اعمال می‌گردد تا دقت پیش‌بینی مدل اندازه‌گیری شود.

جدول ۵. نتایج هزینه سرمایه شرکت با استفاده از کرم شب‌تاب

داده‌های آموزش			
R2	MAE	MSE	Fold
۹۵۹۷.۰	۱۵۹۳.۰	۰.۳۹۹.۰	۱
۹۶۲۷.۰	۱۵۰۳.۰	۰.۳۶۲.۰	۲
۹۵۴۷.۰	۱۶۸۳.۰	۰.۴۳۷.۰	۳
۹۵۷۵.۰	۱۶۶۷.۰	۰.۴۱۷.۰	۴
۹۵۸۲.۰	۱۵۷۸.۰	۰.۴۰۹.۰	۵
۹۶۰۳.۰	۱۵۷۳.۰	۰.۳۸۳.۰	۶
۹۵۸۲.۰	۱۶۵۱.۰	۰.۴۲۵.۰	۷
۹۵۸۹.۰	۱۵۸۹.۰	۰.۴۰۹.۰	۸
۹۵۷۷.۰	۱۶۳۹.۰	۰.۴۲۹.۰	۹
۹۵۹۹.۰	۱۵۹۴.۰	۰.۳۹۲.۰	۱۰
۹۵۸۸.۰	۱۶۰۷.۰	۰.۴۰۶.۰	میانگین
داده‌های ارزیابی			
R2	MAE	MSE	Fold
۹۴۹۹.۰	۱۶۸۴.۰	۰.۴۷۲.۰	۱
۹۳۰۴.۰	۲۳۰۱.۰	۰.۷۷۷.۰	۲
۹۲۳۰.۰	۲۵۱۶.۰	۰.۹۰۶.۰	۳
۹۱۶۴.۰	۲۲۴۲.۰	۰.۸۲۹.۰	۴
۹۶۲۶.۰	۱۶۰۴.۰	۰.۳۸۲.۰	۵
۹۲۸۴.۰	۲۳۶۲.۰	۰.۸۴۰.۰	۶
۹۴۷۱.۰	۱۶۰۹.۰	۰.۳۷۳.۰	۷
۹۱۶۸.۰	۲۰۰۰.۰	۰.۷۴۹.۰	۸
۹۴۷۸.۰	۱۵۳۰.۰	۰.۳۷۱.۰	۹
۹۳۴۴.۰	۲۰۹۹.۰	۰.۶۶۳.۰	۱۰
۹۳۵۷.۰	۱۹۹۵.۰	۰.۶۳۶.۰	میانگین

منبع: یافته‌های پژوهشگر

با بررسی جدول ۵ می‌توان مشاهده کرد که اختلاف خطای مرحله یادگیری و مرحله ارزیابی نزدیک به هم است و پدیده یادگیری بیش از حد اتفاق نیفتاده است.

تحلیل نتایج بر اساس الگوریتم رگرسیون ماشین بردار^۱

این روش مستقیماً از نظریه یادگیری آماری و پَنیک به نام ماشین‌های بردار پشتیبان (SVM) استخراج شده است. ماشین‌های بردار پشتیبان برای مسائل طبقه‌بندی به کار می‌روند بعدها الگوریتم آن‌ها برای کار با مسائل رگرسیون یا تخمین داده‌ها توسعه یافت. این الگوریتم جدید رگرسیون بردار پشتیبان (SVR) نامیده شد. شرح مختصر روش در ادامه آمده است (سمولا^۲، ۱۹۹۸):

فرض کنیم مجموعه‌ای از داده‌ها به شکل $(x_i, y_i)_{1 \leq i \leq N}$ داریم که $x \in \mathbb{R}^n$ و $y \in \mathbb{R}$ ؛ یعنی هر داده دارای n بُعد است (یک بردار n بُعدی است) و متناظر با هر یک از این داده‌ها یک مقدار اسکالر y نیز در اختیار داریم. ساده‌ترین تابع تخمین‌گر را به صورت $f(x) = w^T x + b$ می‌نویسیم به طوری که رابطه بین داده‌های برداری x و مقادیر خروجی y را به بهترین شکل ممکن و با کمترین خطای ممکن تخمین بزنند، به عبارت دیگر هدف پایین آوردن تابع ۱ است:

تابع ۱:

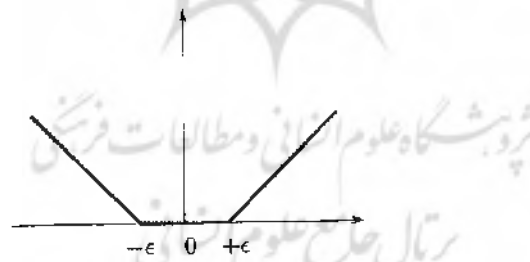
$$R_{\text{emp}} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N |y_k - \omega^T x_k - b|_c$$

عبارت داخل سیگما در عبارت فوق تابع هزینه و پَنیک نام دارد و تابعی به شکل رابطه ۴ و نمودار ۱ است.

رابطه ۴:

$$|y - f(x)|_\varepsilon = \begin{cases} 0 & \text{if } |y - f(x)| \leq \varepsilon \\ |y - f(x)| - \varepsilon & \text{otherwise} \end{cases}$$

تابع هزینه و پَنیک

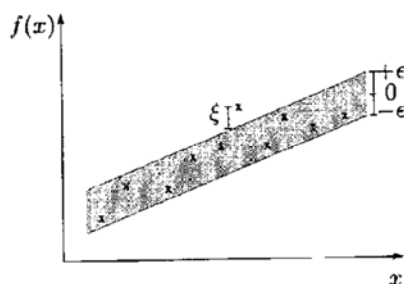


نمودار ۱. نمودار تابع هزینه و پَنیک

هدف ما پیدا کردن بردار w و مقدار اسکالر b به گونه‌ای است که شرایط زیر را برآورده کنند،

$$\begin{aligned} \min_{\omega, b, \xi, \xi^*} J_P(\omega, \xi, \xi^*) &= \frac{1}{2} \omega^T \omega + c \sum_{k=1}^N (\xi_k + \xi_k^*) \\ y_k - \omega^T x_k - b &\leq \varepsilon + \xi_k, \quad k = 1, \dots, \\ \omega^T x_k + b - y_k &\leq \varepsilon + \xi_k^*, \quad k = 1, \dots, \\ \xi_k, \xi_k^* &, k = 1, \dots, N. \end{aligned}$$

برای درک بهتر این مسئله بهینه‌سازی، کافی است به نمودار ۲ توجه شود:



نمودار ۲

مطابق این شکل درحالی که مقدار ϵ را باید ثابت در نظر بگیریم، مقدار حاشیه را باید تا جایی که امکان دارد افزایش دهیم و درعین حال، برش عرضی لوله مشخص شده در تصویر به گونه‌ای باشد که مقدار عرض برش آن در راستای محور y ها (محور عمودی) از 2ϵ تجاوز نکند. با بیان خیلی ساده، به دنبال لوله‌ای هستیم که حتی الامکان تمام داده‌ها را پوشش دهد ولی برش عرضی آن در راستای محور y ها از مقدار 2ϵ تخطی نکند. در این مسئله بهینه‌سازی پارامتر C بیان‌گر هزینه تخطی یا خارج کردن نمونه‌ها از داخل لوله است و مقدار نویز در داده‌ها را نشان می‌دهد. این مسئله با استفاده از روش ضرایب لاگرانژ قابل حل است که پس از انجام محاسبات لازم و ساده‌سازی روابط، دوگان مسئله فوق به صورت رابطه ۵ به دست می‌آید:

رابطه ۵:

$$\begin{aligned} \max_{\alpha, \alpha^*} J_D(\alpha, \alpha^*) = & -\frac{1}{2} \sum_{k,i=1}^N (\alpha_k - \alpha_k^*)(\alpha_i - \alpha_i^*) x_k^T x_i \\ & - \epsilon \sum_{k=1}^N (\alpha_k + \alpha_k^*) + \sum_{k=1}^N y_k (\alpha_k - \alpha_k^*, \dots, N) \end{aligned}$$

به طوری که:

$$\sum_{k=1}^N (\alpha_k - \alpha_k^*) = 0 \quad \alpha_k, \alpha_k^* \in [0, c].$$

و در نهایت تابع تخمین‌گر به صورت تابع ۲ معرفی می‌شود:

تابع ۲:

$$f(x) = \sum_{k=1}^N (\alpha_k - \alpha_k^*) x_k^T x + b$$

که در آن که α_i و α_i^* جمله‌ای‌های لاگرانژ و جواب‌های مسئله بهینه‌سازی هستند حال اگر داده‌ها به صورت غیرخطی باشند می‌توان از توابع کرنل برای به دست آوردن تابع تخمین‌گر استفاده کرد یعنی تابع ۳:

تابع ۳:

$$f(x) = \sum_{k=1}^N (\alpha_k - \alpha_k^*) K(x, x_k) + b$$

که $K(x_i, x_j)$ یک تابع کرنل است و فضای ویژگی‌های بهترین راه حل مسئله بهینه‌سازی را تعریف می‌کند. برای اعمال داده‌های آموزشی به الگوریتم SVR از تابع کرنل گوسین (RBF) با

مقدار $\sigma = 1$ استفاده شده است. بعد از وارد کردن داده‌های آموزشی (شرکت‌ها) به الگوریتم SVR این الگوریتم ضرایب الفای مدل را به دست آورده و سپس داده‌هایی که الگوریتم تاکنون آن‌ها را ندیده است به مدل اعمال می‌گردد تا دقت پیش‌بینی مدل اندازه‌گیری شود (صالحی و امینی فرد، ۱۳۹۱). جدول ۶ نتایج ارزیابی را برای الگوریتم SVR برای داده‌های آموزش و ارزیابی به ترتیب را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود الگوریتم SVR توانسته با میزان MAE میانگین قدر مطلق خطای ۰,۱۷ و R^2 ۰,۹۵ توانسته داده‌های آموزش را یاد بگیرد. الگوریتم SVR توانسته با میزان MAE ۰,۲۱ و R^2 ۰,۹۳ به‌طور میانگین پیش‌بینی داده‌های ندیده را انجام دهد.

جدول ۶. نتایج هزینه سرمایه شرکت با استفاده از SVR

داده‌های آموزش			
R2	MAE	MSE	Fold
۰,۹۵۱۹	۰,۱۷۵۵	۰,۰۴۸۲	۱
۰,۹۵۴۷	۰,۱۶۴۲	۰,۰۴۲۶	۲
۰,۹۵۱۶	۰,۱۷۴۱	۰,۰۴۸۵	۳
۰,۹۵۴۴	۰,۱۶۶۹	۰,۰۴۴۰	۴
۰,۹۴۷۹	۰,۱۸۱۷	۰,۰۵۱۴	۵
۰,۹۴۲۵	۰,۱۹۲۲	۰,۰۵۶۵	۶
۰,۹۴۶۳	۰,۱۸۱۷	۰,۰۵۴۰	۷
۰,۹۵۲۳	۰,۱۷۱۵	۰,۰۴۶۶	۸
۰,۹۴۵۹	۰,۱۸۵۰	۰,۰۵۲۶	۹
۰,۹۵۰۹	۰,۱۷۴۳	۰,۰۴۷۲	۱۰
۰,۹۵۰۱	۰,۱۷۶۷	۰,۰۴۹۲	میانگین
داده‌های ارزیابی			
R2	MAE	MSE	Fold
۰,۹۳۸۴	۰,۱۷۸۴	۰,۰۵۱۳	۱
۰,۹۴۸۷	۰,۱۷۶۴	۰,۰۴۲۱	۲
۰,۹۴۲۵	۰,۱۷۶۹	۰,۰۴۸۵	۳
۰,۹۱۳۰	۰,۲۵۰۱	۰,۱۰۰۳	۴
۰,۹۱۷۳	۰,۲۴۰۲	۰,۰۷۹۹	۵
۰,۹۳۹۳	۰,۱۹۹۴	۰,۰۶۰۸	۶
۰,۹۵۲۰	۰,۱۵۷۷	۰,۰۳۶۰	۷
۰,۹۲۹۵	۰,۲۱۸۰	۰,۰۷۱۵	۸
۰,۹۳۴۱	۰,۲۰۹۶	۰,۰۷۲۶	۹
۰,۹۳۷۲	۰,۲۱۲۶	۰,۰۷۶۱	۱۰
۰,۹۳۵۲	۰,۲۰۱۹	۰,۰۶۳۹	میانگین

منبع: یافته‌های پژوهشگر

با بررسی جدول ۶ می‌توان مشاهده کرد که اختلاف خطای مرحله یادگیری و مرحله ارزیابی نزدیک به هم است و پدیده یادگیری بیش‌ازحد اتفاق نیفتاده است. با مقایسه جداول شماره ۵ و ۶ که نتایج الگوریتم کرم شب‌تاب و رگرسیون ماشین بردار را نشان می‌دهد می‌توان نتیجه گرفت که خطای الگوریتم کرم شب‌تاب نسبت

به الگوریتم ماشین بردار کمتر می‌باشد لذا علاوه بر اینکه هردو الگوریتم توانایی پیش‌بینی هزینه سرمایه شرکت را دارند نیز فرضیه سوم که حاکی از قدرت بالای الگوریتم کرم شب‌تاب می‌باشد تأیید می‌گردد.

نتیجه‌گیری و بحث

هدف این پژوهش ارزیابی این موضوع بود که آیا می‌توان هزینه سرمایه را بر اساس روش‌های مبتنی بر الگوریتم‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین کشف کرد. نتایج این پژوهش که از اطلاعات مالی ۹۴ شرکت بین سال‌های ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۶ استفاده شده است، نشان از تأثیر معنادار شش متغیر نسبت بدهی، فرصت رشد، رشد فروش، نوع مالکیت (ارتباط سیاسی)، نسبت دارایی ثابت به کل دارایی‌ها و اندازه شرکت با هزینه سرمایه است. در تحلیل نتایج می‌توان بیان کرد که به نظر می‌رسد ارتباطات سیاسی و مالکیت دولتی شرکت از دید سرمایه‌گذاران باعث کاهش ریسک نمی‌شود که در قبال آن نرخ بازده مورد انتظار خود را کمتر در نظر بگیرند و همچنین سرمایه‌گذاران از شرکت‌های بزرگ‌تر و مطرح و همچنین شرکت‌هایی با فرصت رشد بالاتر بازده مورد انتظار بیشتری طلب می‌نمایند، هرچند که به نظر می‌رسد سرمایه‌گذاران هنگامی که شرکت دچار ریسک مالی می‌باشد این مشکل مالی را در انتظارات سرمایه‌گذاری خود مدنظر قرار می‌دهند و بازده مورد انتظار خود را کاهش می‌دهند. همچنین در این پژوهش با استفاده از الگوریتم رگرسیون ماشین بردار و کرم شب‌تاب اقدام به پیش‌بینی هزینه سرمایه شده است. نتیجه‌ی پژوهش نشان داد هر دو الگوریتم توانایی بالایی (بیش از ۹۳٪) جهت پیش‌بینی هزینه سرمایه دارند. نتایج این پژوهش با پژوهش‌های عزیزی (۱۳۹۶)؛ قادری و قادری (۱۳۹۷)؛ و کیلی فرد و همکاران (۱۳۹۷)؛ مهربان پورو میری چیمه (۱۳۹۷)؛ بریسوا و همکاران^۱ (۲۰۱۳) و بدرتچر و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت دارد.

با توجه به نتایج آزمون فرضیه‌ها پیشنهادهای پژوهش به شرح زیر بیان می‌شود:

با توجه به نتایج اولیه پژوهش که نشان داد متغیرهای فرصت‌های رشد، اندازه شرکت، رشد فروش، نوع مالکیت شرکت، نسبت بدهی و نسبت دارایی ثابت دارای بیشترین اهمیت در پیش‌بینی هزینه سرمایه می‌باشند لذا به مدیران توصیه می‌شود متغیرهای ذکر شده را جهت تبیین و تصمیم‌گیری در زمینه حداقل نرخ بازده مورد انتظار مدنظر قرار دهند.

با توجه به نتایج ثانویه پژوهش که نشان داد الگوریتم کرم شب‌تاب و رگرسیون ماشین بردار دارای قدرت بالایی در پیش‌بینی هزینه سرمایه می‌باشد لذا به صاحبان سرمایه و تصمیم‌گیران شرکت توصیه می‌شود در تصمیم‌گیری‌های خود پیرامون حداقل نرخ بازده مورد انتظار از قدرت پیش‌بینی روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی که با سرمایه‌گذاری در تولید نرم‌افزار می‌توان به صورت کاربردی در اختیار آن‌ها قرار گیرد، به‌ویژه روش الگوریتم کرم شب‌تاب استفاده کنند.

همچنین نتایج این پژوهش می‌تواند به صورت کاربردی مورد توجه مدیران، سرمایه‌گذاران، سهامداران و اعتباردهندگان شرکت‌ها قرار گیرد به طوری که با پیش‌بینی هزینه سرمایه در شرکت‌ها و کار کردن بر روی عوامل مؤثر بر هزینه سرمایه، نسبت به مدیریت کردن حداقل نرخ بازده مورد انتظار اقدام نمایند. همچنین برای پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌گردد: با توجه به نتایج پژوهش حاضر، مدلی ترکیبی از الگوریتم‌های کرم شب‌تاب و رگرسیون ماشین بردار ایجاد تا در افزایش دقت پیش‌بینی مؤثر باشد. پیشنهاد می‌شود با استفاده از سایر تکنیک‌های گروه هوش مصنوعی از قبیل کلونی زنبورها نیز مدلی برای پیش‌بینی هزینه سرمایه ارائه و نتایج آن با نتایج این تحقیق مقایسه شود.

منابع

- ابراهیم‌پور، حبیب؛ حسن‌زاده، محمد؛ عسگر‌نژادنوری، باقر و معتمدی، سمیرا. (۱۳۹۵). "مفهوم هزینه سرمایه، انواع روش‌های تأمین مالی و نظریات مرتبط با آن‌ها". دومین کنفرانس بین‌المللی حسابداری، مدیریت و نوآوری در کسب‌وکار، رشت، دانشگاه لوتران کالیفرنیا، شهرداری رشت.
- امینی، وحید؛ خدادوست، علی. (۱۳۹۴). "بررسی رابطه بین رشد سود خالص و ارزش دفتری دارایی‌های با هزینه سرمایه در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران". چهارمین کنفرانس بین‌المللی حسابداری و مدیریت و اولین کنفرانس کارآفرینی و نوآوری‌های باز، تهران، همایشگران مهر اشراق.
- انصاری؛ عبدالمهدی و صفری‌بیدسکان، سعید. (۱۳۹۱). "بررسی تأثیرپذیری هزینه سرمایه از اهرم عملیاتی و اهرم مالی". پژوهش حسابداری مالی، دوره ۴، شماره ۳، ص ۳۳-۴۶.
- بولو، قاسم؛ افسر؛ امیر؛ طهماسب‌زاده بانی، میثم. (۱۳۹۱). "نسبت‌های مالی و هزینه‌ی سهام عادی". پیشرفت‌های حسابداری، دوره ۴، شماره ۱، ۱-۲۶.
- پورحیدری، امید؛ یوسف‌زاده، نسرین؛ اعظمی، زینب. (۱۳۹۳). "بررسی تأثیر اندازه شرکت بر رابطه‌ی افشا و هزینه‌ی سرمایه‌ی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران". مجله دانش حسابداری، دوره ۵، شماره ۱۸، ص ۹۱-۱۱۱.
- حجازی، رضوان و جلالی، فاطمه. (۱۳۸۶). "عوامل مؤثر بر هزینه سرمایه در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران". مجله علوم انسانی و علوم اجتماعی، دوره ۷، شماره ۲۴، ص ۱۳-۳۰.
- حسن‌زاده، سمیرا. (۱۳۹۷). "ارتباطات سیاسی و هزینه سرمایه حقوق صاحبان سهام در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران". هفتمین کنفرانس ملی کاربردهای حسابداری و مدیریت، تهران، گروه ارتباط طلایی آسیا.
- حمیدیان، محسن؛ حبیب‌زاده‌بایگی، سیدجواد؛ سلمانیان، مریم و وقفی، سیدحسام. (۱۳۹۵). "پیش‌بینی ریسک سیستماتیک شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از الگوریتم‌های کلونی مورچه‌ها و لارس". بررسی حسابداری دانشگاه اهواز، دوره ۱۰، شماره ۳، ص ۱۹-۴۰.
- رضایی، فرزین؛ قادری، حسین و محمدی، تقی. (۱۳۸۹). "بررسی متغیرهای حسابداری مؤثر بر هزینه سرمایه در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران". مجله مدیریت استراتژیک صنعتی، دوره ۷، ۱۴-۲۹.
- زارع‌بهنمیری، محمدجواد؛ فاطری، علی و ملکیان کله‌بستی، مصطفی. (۱۳۹۴). "بررسی رابطه‌ی مدیریت سود واقعی و تعهدی با هزینه سرمایه در بورس اوراق بهادار تهران". راهبرد مدیریت مالی، دوره ۸، ص ۱۴۱-۱۵۹.
- سپاسی، سحر؛ انواری‌رستمی، علی‌اصغر و صیادی‌سومار، علی. (۱۳۹۴). "تأثیر توانایی مدیریت بر تجدیدارائه صورت‌های مالی با تأکید بر انگیزه‌های فرصت‌طلبانه". فصلنامه دانش حسابداری مالی، دوره ۲، شماره ۴، ص ۸۹-۱۱۰.
- سعادت‌مند، روشنک و علوی، سیدمصطفی. (۱۳۹۸). "بررسی رابطه بین ویژگی‌های کمیته‌های حسابرسی و هزینه سرمایه سهام عادی". فصلنامه پژوهش‌های تجربی حسابداری، دوره ۸، شماره ۳، ص ۲۵۵-۲۳۴.

- صالحی، مهدی و امینی فرد، زهره. (۱۳۹۱). "بررسی مؤلفه‌های تأثیرگذار بر پیش‌بینی سود نقدی سهام با استفاده از مدل‌های ترکیبی: مورد؛ صنعت شیمیایی". *پژوهش‌های تجربی حسابداری*، دوره ۲، شماره ۲، ص ص ۱۱۱-۱۳۰
- صالحی، مهدی؛ بیرامی، لاله؛ هوشیار، بهمن و بیرامی، وحید. (۱۳۹۵). "عوامل مؤثر بر هزینه سرمایه با تأکید بر کیفیت حسابرسی در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران". *فصلنامه سیاست‌های مالی و اقتصادی*، دوره ۴، شماره ۱۵، ص ص ۱۵۸-۱۳۵.
- طالب‌نیا، قدرت‌اله؛ پهلوان، سمیرا. (۱۳۹۴). "بررسی رابطه بین شفافیت سود و هزینه سرمایه مورد انتظار شرکت‌ها در بورس اوراق بهادار تهران". *مطالعات حسابداری و حسابرسی*، دوره ۴، شماره ۱۵، ص ص ۳۹-۵۴.
- عباس‌نژاد، فاطمه؛ مهرآذین، علیرضا. (۱۳۹۲). "اثر محافظه‌کاری و افشا بر هزینه سرمایه سهام عادی". *پژوهش‌های تجربی حسابداری*، دوره ۳، شماره ۱، ص ص ۹۳-۱۱۰.
- عثمانی، محمد قسیم. (۱۳۸۱). "شناسایی مدل هزینه سرمایه و عوامل مؤثر آن". پایان‌نامه دکترا، دانشگاه علامه طباطبایی.
- عزیز، علی. (۱۳۹۶). "عدم تقارن اطلاعاتی، نقد شوندگی سهام و هزینه سرمایه شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران". *دومین همایش ملی و دومین همایش بین‌المللی مدیریت و حسابداری ایران*.
- قادری، کاوه؛ قادری، سامان. (۱۳۹۷). "تأثیر حکمرانی خوب بر هزینه سرمایه شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران". *پژوهش‌های نوین در حسابداری و حسابرسی*، دوره ۱، شماره ۳، ص ص ۱۴۵-۱۷۰.
- محسنی، عبدالرضا. (۱۳۹۷). "ارتباطات سیاسی و هزینه سرمایه حقوق صاحبان سهام در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران". *فصلنامه مهندسی مدیریت اوراق بهادار*، دوره ۹، شماره ۳۴، ص ص ۲۷۳-۲۹۱.
- منصورفر، کریم. (۱۳۸۵). "آزمون‌های ناپارامتری و طرز اجرای آن‌ها با کامپیوتر". مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.
- مهربان‌پور، محمدرضا؛ میری‌چیمه، فرزانه‌سادات. (۱۳۹۷). "تأثیر شاخص راهبری شرکتی بر هزینه سرمایه و ریسک شرکت‌ها". *پژوهش‌های تجربی حسابداری*، دوره ۷، شماره ۳، ص ص ۲۲۷-۲۴۵.
- وکیلی فرد، حمیدرضا؛ ثنایی، غلامرضا و احمدی، افشین. (۱۳۹۷). "اثر ساختار سرمایه بر هزینه سرمایه، خالص جریان‌های نقدی و ارزش بازار بانک‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران". *مطالعات حسابداری و حسابرسی*، دوره ۷، شماره ۲۵، ص ص ۳۵-۴۸.
- Abasnezhad, F. Mehrazin, A. (2013). "Effect of Conservatism and Disclosure on the Cost of Equity Capital". *Journal of empirical research in accounting, Vol. 3, Issue. 1*, pp. 93-110. (in Persian).
- Al-Shammari, B. Al-Sultan, W. (2010). "Corporate governance and voluntary disclosure in Kuwait". *International Journal of Disclosure and Governance*, Vol.5, pp. 225-236.
- Amini, V. Khodadost, A. (2015). "The Investigation of Relationship between Net Income Growth and Book Value of Assets with Capital Cost in Companies Accepted in Tehran Stock Exchange". Fourth International Accounting and Management Conference and the First Conference on Entrepreneurship and Innovations, Tehran The symphony of Mehr Ishraq. (in Persian).

- Ansari, A. Safari Bideskan, S. (2012). "The Investigation of Operating Leverage (OL) and Financial Leverage (FL) Being Effectuated of Cost of Capital ". *Financial Accounting Research*, Vol. 4, Issue. 3, pp. 33-46. (In Persian).
- Artiach, T. Clarkson, P. (2010). "Conservatism, Disclosure and the Cost of Equity Capital ". *Journal of Accounting Research*, Vol. 48, pp. 28-70.
- Azizi, A. (2017). "Information Asymmetry, Stock Liquidity and Capital Cost of Companies Accepted in Tehran Stock Exchange". Second National and Secondary Conference of the International Conference on Management and Accounting of Iran, (In Persian).
- Badertscher, B. A. Givoly, D. & Katz, P.S. & Lee, H. (2015). "Private Ownership and the Cost of Debt: Evidence from the Bond Market, Public Equity and Audit Pricing in the U.S". *Journal of Accounting Research*, Vol.52, pp. 303-339.
- Bhandar, L.C. (1988). "Debt Equity Ratio and Common Stock Returns" *Journal of Finance*, Vol. 2. pp. 30-39
- Blanco, B. Lara, M.G. & Tribo, J. (2012). "Segment disclosure and cost of capital". Working Paper Available at URL: <http://www.ssrn.com>.
- Basu, S. (1977). "Investment Performance of Common Stocks in Relation to Their Price-Earnings Ratios: A Test of the Efficient Market Hypothesis". *Journal of Finance*, Vol. 32, Issue 3, pp.63-82.
- Borisova, G. Fotak, V. & Holland, K. & Megginson, W. (2013). "Government Ownership and the Cost of Debt: Evidence from Government Investments in Publicly Traded Firms". Paolo Baffi Centre Research Paper No. 2012-112, pp.1-52.
- Botosan, C. (1997). "Disclosure Level and the Cost of Equity Capital". *Accounting Review*, Vol. 72, Issue. 3, pp. 323-349.
- Banz, R.F. (1981). " The Relation between Return and Market Value of Common Stocks." *Journal of Financial Economics*, Vol. 9, Issue. 1, pp. 3-18.
- Bulu, gh. Afsar, A. & Tahmasebzadeh Bae, M. (2012). "Financial Ratios and Cost of Equity." *Journal of Accounting Advances*, Vol. 4, Issue. 1, pp. 1 - 26. DOI: 10.22099/JAA.2012.512 (In Persian).
- Botosan, C.A. Plumlee, M. (2002). "A Re-Examination of Disclosure Level and the Expected Cost of Equity Capital". *Journal of Accounting Research*, Vol. 40, Issue. 1, pp. 21- 40.
- Boubaker, S. Nguyen, P. & Rouatbi, W. (2012). "Large Shareholders and Firm Risk-Taking Behavior" .MPRA Paper 39005, University Library of Munich, Germany.
- Boubakri, M. Chaya, T. & Hirata, H. & Kajimura, N. & Kuwahara, R. & Ueno, A. & Malicki, J. & Furukawa, T. & Omori, Y. (2016). "Loss of ift122, a Retrograde IFT Complex Component, Leads to Slow, Progressive Photoreceptor Degeneration Due to Inefficient Opsin Transport. *The Journal of biological chemistry*, Vol. 291, Issue. 47, pp. 24465-24474.
- Chana, A. Hsub, A. (2013). "Corporate Pyramids, Conservatism and Cost of Debt: Evidence from Taiwan". *The International Journal of Accounting*, Vol. 48, No. 3, pp. 390-413.
- Chiesa, G. Fernandez, M. & Manuel, J. (2018). "Non-Performing Loans, Cost of Capital, and Lending Supply: Lessons from the Eurozone Banking Crisis Departmental Working Papers 2018-05, Department of Economics, "Management and Quantitative Methods at Università degli Studi di Milano. Available at SSRN.
- Ebrahimpour, H. Hassanzadeh, M. & Asgarnejad Nouri, B. & Motamedi, S. (2016). "The Concept of Cost of Capital, Types of Financing Methods

- and their Related theories". 2nd International Accounting Conference, Management and Innovation in Business, Rasht, University California Lutheran, Rasht Municipality (In Persian).
- Ezzat, D. (2018). "The Impact of Voluntary Adoption of IFRS on the Earning Quality and the Cost of Capital". An Empirical Study Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3198533>.
 - Fama, E. F. French, K.R. (1999). "The Corporate Cost of Capital And Return On Corporate Investment". *The Journal of Finance*, Vol. 54.
 - Fister, I. Yang, X. & Brest, J. (2013). "A Comprehensive Review of Firefly Algorithms". *Swarm and Evolutionary Computation*, Vol. 13, pp. 34-46.
 - Francis, J. LaFond, R. Olsson, P. and Schipper, K. (2004). "Cost of Equity and Earnings Attributes". *The Accounting Review*, Vol.79, pp. 967-1010.
 - Ghaderi, K. Ghaderi, S. (2018). "The Effect of Good Governance on Cost of Capital in Tehran Stock Exchange", *Journal og New Researches in accounting and auditing*, Vol. 1, Issue. 3, pp. 145-170. (In Persian).
 - Hamidian, M. Habibzadeh Baygi, S. J. & Salmanian, M. & Vaghfi, S. H. (2016). "The Systematic Risk Prediction of Listed Companies in Tehran Stock Exchange Using Ant Colony and LARS Algorithm", *Accounting Reviews*, Vol.10, No.3, pp. 19-40. (In Persian).
 - Hassanzadeh, S. (2018). "Political Relationships and Capital Cost of Equity in Companies Accepted in Tehran Stock Exchange." Seventh National Conference on Accounting and Management, Tehran Golden Asia Relations Group. (in Persian).
 - Hejazi, R. Jalai, F. (2007). "Factors Affecting the Cost of Capital in Companies Listed on Tehran Stock Exchange". *Journal of Humanities and Social Sciences*, Vol. 7. Issue. 24, pp. 13-30. (In Persian).
 - Johnstone, D. (2016). "The Effect off Information on Uncertainty and the Cost of Capital". *Contemporary Accounting Research*, Vol. 33, Issue. 2, pp.752-774.
 - Kothari, SP. Short, JE. (2003). "The Effect of Disclosure by Management, Analyst and Financial Press on the Cost If Equity Capital". Working paper.
 - Linter, J. (1965)." The Valuation of Risky Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets." *Review of Economics and Statistics*. Vol. 47, pp. 13– 37.
 - Lara, J. M. G. Osma, B. G. & Penalva, F. (2007). "Accounting Conservatism and Corporate Governance". *Review of Accounting Studies*. Vol. 14, pp. 161-201.
 - Li, Y. Yang, H. (2011). "Disclosure and the Cost of Equity Capital: An Analysis at the Market Level". Working Paper Available at URL: <http://www.ssrn.com>.
 - Mossin, J. (1966)." Equilibrium in a Capital Asset Market". *Econometrical*. Vol. 41, pp. 768– 783.
 - Mansourfar, K. (2006). "Nonparametric Tests and their Computer-implemented Methods". Institute of Publications and Printing Tehran University (In Persian).
 - Mehrabanpour, M.R. Miri Chimeh, F. S. (2018). "The Impact of Corporate Governance Index on Capital Cost and Systematic Risk". *Journal of Empirical Research in Accounting Research*. Vol. 7, Issue. 3, pp. 227-245. (In Persian).
 - Mohseni, A. (2018). "Political Connections and the Cost of Equity Capital in Listed Firms on Tehran Stock Exchange". *Quarterly Journal of Management of Securities*, Vol. 9, Issue. 34, pp. 273-291. (in Persian).
 - Omran, M. Pointon, J. (2004). "The Determinants of Cost of Capital by Industry within an Emerging Economy: Evidence from Egypt". *International Journal of Business*, Vol. 9, Issue. 3, pp. 237-258.

- Osmani, M. gh. (2002). "Identify Capital Cost Model and its Effective Factors". Phd thesis, Allameh Tabatabaei University. (in Persian).
- Persakis, A. Iatridis. G. (2015). "Cost of Capital, Audit and Earnings Quality under Financial Crisis: A Global Empirical Investigation". *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, Vol. 38, pp. 3-24.
- Pourheydari, O. Yousefzadeh, N. & Azami, Z.B. (2013). "Investigating the Effect of Company Size on the Disclosure and Cost of Capital of Companies Listed in Tehran Stock Exchange". *Journal of Accounting Knowledge*, Vol. 5, Issue. 18. pp. 91-111(in Persian).
- Rezaie, F. Ghaderi, H. & Mohammadi, T. (2010). "Investigating Accounting Variables Affecting Capital Cost in Companies Accepted in Tehran Stock Exchange". *Journal of Industrial Strategic Management*, Vol. 7, pp. 14-29. (in Persian).
- Sharpe, W.F. (1964). "Capital Asset Prices: a Theory of Market Equilibrium under Conditions of Market Risk". *Journal of Finance*, Vol. 19, pp. 425-442.
- Sa'adatmand, R. Alavi, S. (2019). "A Study of the Relationship between the Characteristics of Audit Committees and the Cost of Capital Stock". *Journal of Empirical Accounting Research*, Vol. 8, Issue. 3. pp. 234-255 (in Persian).
- Salehi, M. Bairami, L. & Hooshir, B. & Bairami, V. (2016). "Factors Affecting Capital Cost by Emphasizing Audit Quality in Companies Accepted in Tehran Stock Exchange", *Quarterly Journal of Financial and Economic Policies*, Vol. 4, No. 15, pp. 158-135. (in Persian).
- Salehi, M. Amini Fard, Z. (2012). "Examination of Variables affecting Dividend Forecast Using Hybrid Models of PSO-LARS and PSO-SVR Algorithms". *Empirical research in Accounting*, Vol. 2. issue. 2, pp. 111-130. (in Persian).
- Sepasi, S. Anvari Rostami, A.A. & Saiyadi Sumar, A. (2015). "the Effect of Managerial Ability on Financial Restatements: with Emphasis on Opportunistic Incentives". *Financial Accounting Knowledge Quarterly*, Vol. 2, No. 4, pp. 89-110. (in Persian).
- Stephen, P. Javakhadze, D. Rajkovic, T. (2017). "The International Effect of Managerial Social Capital on the Cost of Equity". *Journal of Banking & Finance*, Vol. 74, pp. 69-84.
- Talebnia, G. Pahlavan, S. (2015). "Examining Relationship of Earnings Transparency on Expected Cost of Capital in Tehran Stock Exchange". *Accounting and Auditing Studies*, Vol. 4, Issue. 15, pp. 39-54(in Persian).
- Vakili Fard, H. R. Sanaei, Gh. & Ahmadi, A. (2018). "The Effect of Capital Structure on Capital Cost, Net Cash Flow and Market Value of Banks Accepted in Tehran Stock Exchange", *Accounting and Auditing Studies*, Vol. 7, No. 25. (In Persian).
- Wesley Mendes, S. Bergmann, D. (2019). "Corporate Disclosure via the Internet and Implied Cost of Capital". *Individual Behaviors and Technologies for Financial Innovations*, pp. 337-361 DOI: 10.1007/978-3-319-91911-9-15.
- Xi, L. (2010). "Accounting Conservatism and the Cost of Capital: International Analysis". *Financial Accounting and Reporting Section FARS*.
- Zare Bahnemiri, M.J, Fateri, A. Malekian kallehbasti, M. (2015). "The Investigation of the Relationship between Real and Accrual Earnings Management and Capital Cost in Tehran Stock Exchange". *Magazine Financial Management Strategy*, Vol. 8, pp. 141-159. (in Persian).