

Temperature Changes & the Cost of Equity Capital; Evidence from Tracking Portfolio Approach¹

Maryam Davallou², Maryam Amouei³

Received: 2024/09/22

Accepted: 2025/02/22

Research Paper

Abstract

Temperature fluctuations resulting from climate change can be considered as one of the factors causing uncertainty, causing investors to worry about their assets and leading to an increase in their expected returns. This study aims to investigate the effect of temperature changes on the cost of equity. For this purpose, the risk premium of temperature changes has been calculated we employ the economic tracking portfolio approach and its pricing is examined using Fama-McBeth regression (1973).

We chose a sample with about 170 firms in Tehran Stock exchange in the period of 2000 to 2020. The results show that risk premium of temperature changes is positive and significant and caused a 35% change in the cost of equity, however, this effect did not show an increasing trend over the research period. The results of quantile regression also confirm the mentioned findings.

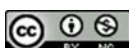
Key Words: Tracking Portfolios, Temperature Change, Cost of Equity Capital, Quantile Regression.

JEL Classification: C31, Q54, G12.

1. doi: 10.22034/JSE.2025.12476.2300

2. Associate Professor, Department of Financial Management and Insurance, Faculty of Management and Accounting, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. (Corresponding Author). (m_davallou@sbu.ac.ir).

3. M.Sc. Department of Financial Management, Faculty of Management, Danesh Alborz University, Qazvin, Iran. (Maryamamouei@yahoo.com).



Copyright © 2025 The Authors. Published by Securities and Exchange Organization. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

Cite This Article: Davallou, Maryam; Amouei, Maryam; (2025). Temperature Changes & the Cost of Equity Capital; Evidence from Tracking Portfolio Approach. *Quarterly Journal of Securities Exchange*, 18 (70), 77-104. <http://10.22034/JSE.2021.11514.1651>.



سازمان بورس و اوراق بهادار، مرکز پژوهش، توسعه و مطالعات اسلامی

فصلنامه بورس اوراق بهادار، سال هجدهم، شماره ۷۰، بهار ۱۴۰۴، صص ۱۰۴-۷۷

تغییرات دما و هزینه حقوق صاحبان سهام؛ شواهدی از رویکرد پرتفوی ردیاب^۱

مریم دولو^۲، مریم عمومی^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۰۴

مقاله پژوهشی

چکیده

نوسانات دمایی حاصل از تغییر اقلیم می‌تواند به عنوان یکی از عوامل عدم اطمینان محسوب شود و سرمایه‌گذار را نسبت به دارایی خود دچار نگرانی کند و سبب افزایش سطح بازده مورد انتظارش شود. این پژوهش بدنبال بررسی اثر تغییرات دما بر هزینه حقوق صاحبان سهام است. برای این منظور، صرف ریسک تغییرات دما با استفاده از روش پرتفوی ردیاب محاسبه شده و قیمت‌گذاری آن با استفاده از رگرسیون فاما مک‌بث (۱۹۷۳) بررسی شده است. نتایج پژوهش با ارزیابی ۱۷۰ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی ۱۳۸۰-۱۳۹۸ حاکی از این است که صرف ریسک تغییرات دما مثبت و معنادار بوده و سبب تغییر ۰/۳۵ درصدی هزینه حقوق صاحبان سهام شده است، اما این اثرگذاری در طول بازه پژوهش روند افزایشی نداشته است. نتایج رگرسیون چندک نیز یافته‌های بیان شده را تقویت می‌کند.

واژه‌های کلیدی: روش پرتفوی ردیاب، تغییرات دما، هزینه حقوق صاحبان سهام، رگرسیون چندک.

طبقه‌بندی موضوعی: C31, Q54, G12

doi: 10.22034/JSE.2025.12476.2300

۲. دانشیار، گروه مدیریت و حسابداری، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول).

(m_davallou@sbu.ac.ir)

۳. کارشناسی ارشد، گروه مدیریت و حسابداری، دانشکده مدیریت، دانشگاه دانش البرز، قزوین، ایران.

(Maryamamouei@yahoo.com)

حق انتشار این مستند، متعلق به نویسندگان آن است. ۱۴۰۴. ©. ناشر این مقاله، سازمان بورس و اوراق بهادار است.

این مقاله تحت گواهی زیر منتشر شده و هر نوع استفاده غیرتجاری از آن مشروط بر استناد صحیح به مقاله و با رعایت شرایط مندرج در آدرس زیر مجاز است.

Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license
(https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

استناد: دولو، مریم؛ عمومی، مریم؛ (۱۴۰۴). تغییرات دما و هزینه حقوق صاحبان سهام؛ شواهدی از رویکرد پرتفوی ردیاب. *فصلنامه بورس اوراق بهادار*، ۱۸ (۷۱)، ۱۰۴-۷۷. <https://10.22034/JSE.2025.12431.2269>

مقدمه

گذشت بیش از دو قرن از حاکمیت صنعت بر جوامع باعث شده تغییرات ناگهانی آب و هوا و به تبع آن تغییرات اقلیم به چالشی جهانی مبدل شود. مطالعات جدید انجام شده در خصوص اقتصاد اقلیمی نشان می‌دهد تغییرات دمایی می‌تواند با اثرگذاری بر صنایع و شرکت های مختلف و همچنین تحت تاثیر قرار دادن متغیرهای کلان، در سطح خرد و کلان بر اقتصاد اثرگذار باشد. برای مثال فیشر و همکاران (۲۰۱۲)^۱ نشان می‌دهند افزایش دما اثر منفی بر صنعت کشاورزی در ایالات متحده داشته‌است. نتایج گرافزین و نیدل (۲۰۱۴)^۲ نیز بیانگر این است که افزایش دما، بهره‌وری نیروی کار را کاهش داده‌است. افزایش دما می‌تواند صنعت تفریح و سرگرمی را نیز تحت تأثیر قرار دهد چرا که تمایل به تفریح در فضای بیرون خانه را کاهش می‌دهد (گرافزین و نیدل، ۲۰۱۴). نتایج دل و همکاران (۲۰۱۲)^۳ نشان می‌دهد افزایش دما نه تنها مقدار GDP بلکه نرخ رشد آن را نیز کاهش می‌دهد (به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه). بالورز و همکاران (۲۰۱۷)، بر اساس نتایج مطالعه دل و همکاران (۲۰۱۴) بیان می‌کنند که تغییرات دما نه تنها بر جریانانات نقد بلکه بر نرخ تنزیل نیز اثرگذار است. مطابق اصول حوزه مالی، متغیری که بتواند جریانانات نقد و نرخ تنزیل را تحت تاثیر قرار دهد، بر بازده دارایی اثرگذار است. بنابراین اگر نوسانات دما نوعی عدم اطمینان محسوب شود و به صورت سیستماتیک بر جریان های نقد تاثیر بگذارد، می‌تواند به عنوان عاملی معنادار، در یک مدل آربیتراژی باشد و سبب تغییر بازده مورد انتظار سرمایه‌گذار شود. با توجه به رابطه مستقیم ریسک و بازده، انتظار می‌رود سرمایه‌گذار به ازای تحمل ریسک تغییرات دما، بازده بالاتری را طلب کند. از آنجا که نرخ بازده مورد انتظار سرمایه‌گذار، هزینه سرمایه‌ناشر است، بازده مورد انتظار بالاتر سرمایه‌گذار به معنای افزایش هزینه حقوق صاحبان سهام است.

برپایه نتایج بالورز و همکاران (۲۰۱۷)^۴، اثر تغییرات دما در همه صنایع یکسان نبوده و صناعی چون کشاورزی، جنگل‌داری، ماهی‌گیری، شکار و ... که ارتباط مستقیم‌تری با شرایط اقلیمی دارند، در برابر این تغییرات حساسیت و آسیب‌پذیری بیشتری را نیز تجربه می‌کنند.

1. Fisher, Hanemann, Roberts, and Schlenker

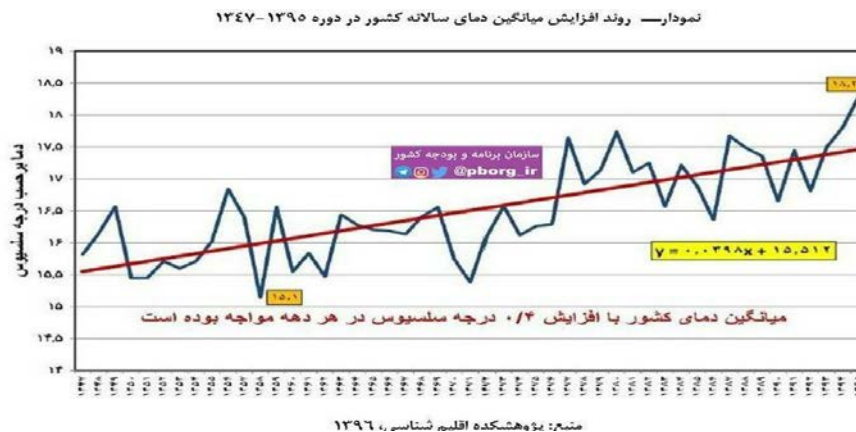
2. GraffZivin and Neidell

3. Dell, Jones and Olken

4. Ronald Balvers , Ding Du , Xiaobing Zhao

به عبارتی می‌توان گفت نوع صنعت در میزان اثرگذاری تغییرات دما بر هزینه حقوق صاحبان سهام اثرگذار است، چرا که سرمایه‌گذارانی که دارایی خود را از صنایع بیان شده انتخاب می‌کنند، ریسک و نگرانی بیشتر و متعاقباً بازده مورد انتظار بیشتری را مطالبه می‌کنند که منجر به افزایش هزینه حقوق صاحبان سهام بیشتر در شرکت‌ها می‌شود. آنها همچنین نشان می‌دهند یک شرکت بزرگ، در مقایسه با یک شرکت کوچک توانایی بهتری در کاهش اثرات تغییرات دما دارد (مثلاً راحت‌تر و زودتر می‌تواند سیستم‌های خنک‌کننده پیشرفته نصب کند). به عبارتی شرکت‌های کوچک‌تر حساسیت و آسیب‌پذیری بیشتری را در برابر تغییرات دما دارند. از دیگر نتایج مطالعه آنها، افزایش اثرگذاری تغییرات دما بر هزینه حقوق صاحبان سهام به مرور زمان است. به عقیده آنها افزایش تغییرات غیرمنتظره ناشی از تغییر اقلیم در چند دهه اخیر، منجر به افزایش اثرگذاری تغییرات دما بر هزینه حقوق صاحبان سهام در مدت یادشده شده است.

برپایه نمودار (۱) در ایران نیز روند افزایشی دما مشهود است و نوسانات دمایی چشمگیری رخ داده است. این موضوع پرسش‌هایی را مطرح می‌کند: آیا سرمایه‌گذاران در بورس تهران به تغییرات دما توجه می‌کنند؟ حساسیت صنایع و شرکت‌ها نسبت به تغییرات دما چگونه است؟ و آیا تفاوت‌های دهه‌های ۸۰ و ۹۰ در نوسانات دمایی، اثرگذاری تغییرات دما بر هزینه حقوق صاحبان سهام را تغییر داده است؟



نمودار ۱. روند افزایش میانگین دمای سالانه کشور در دوره ۱۳۴۷-۱۳۹۵

در ادامه با مبانی نظری و پیشینه، فرضیه‌ها، روش شناسی پژوهش، یافته‌ها و بحث و نتیجه‌گیری پژوهش آشنا خواهیم شد.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

مطابق علوم و دانش مالی نرخ بازدهی که سرمایه‌گذار از یک دارایی مالی کسب می‌کند، هزینه آن دارایی برای شرکت منتشر کننده محسوب می‌شود. از آنجا که هزینه حقوق صاحبان سهام نقش مهمی در تصمیمات سرمایه‌گذاری دارد، بررسی عوامل موثر بر بازده مورد انتظار سرمایه‌گذار نیز دارای اهمیت است. هر چه قابلیت پیش‌بینی، پایداری و به موقع بودن سود بالاتر باشد، انتظار می‌رود هزینه سرمایه پایین‌تر باشد (نرگسی، سوری ۱۳۹۶).

از سوی دیگر، تغییرات اقلیم پدیده‌ای است که بعد از انقلاب صنعتی پدیدار شد و پیامدهای آن به مرور زمان نمود پیدا کرده‌است. پژوهش‌های اولیه از جمله پژوهش ابن‌خلدون در قرن چهاردهم به ارتباط بین آب‌وهوا و امور اقتصادی انسان‌ها اشاره کرده است (دل و همکاران، ۲۰۱۴)^۱. با گذشت زمان، سایر اثرات و خسارت‌های تغییرات اقلیم همچون اثرگذاری بر متغیرهای اقتصادی، عملکرد شرکت‌های مختلف، در میان مدت و بلند مدت مورد توجه پژوهشگران قرار گرفت. پژوهش‌های انجام شده در سال‌های اخیر، چون بالورز و همکاران (۲۰۱۷)، نوسانات دما را نوعی عدم اطمینان معرفی می‌کنند که می‌تواند به صورت سیستماتیک بر جریان‌های نقد اثر بگذارد و به عنوان عاملی قیمت‌گذاری شده در یک مدل آربیتراژی باشد. قیمت‌گذاری توسط بازارهای مالی منجر به افزایش بازده مورد انتظار سرمایه‌گذار می‌شود، به این معنی که هزینه سرمایه بالاتری برای شرکت‌ها ایجاد می‌کند و رشد اقتصادی را تحت الشعاع قرار دهد (هنری، ۲۰۰۳)^۲. در ادامه ابتدا برخی از پژوهش‌های مبتنی بر اثر تغییرات دما بر شرکت‌ها و صنایع و سپس پژوهش‌های مبتنی بر اثر تغییرات دما بر هزینه حقوق صاحبان سهام معرفی خواهد شد.

فیشر و همکاران (۲۰۱۲)، در بررسی اثرات اقتصادی تغییر اقلیم بر زمین‌های کشاورزی ایالات متحده نشان دادند تغییرات دما سبب کاهش تولید محصولات کشاورزی خواهد شد.

1. Dell et al

2. Henry

همچنین پرداخت وام و خسارات توسط بانک‌ها و شرکت‌های بیمه برای جبران پیامدهای سیل و طوفان شدید ناشی از تغییر اقلیم، آسیب زیادی برای صنعت بانکداری و بیمه به همراه خواهد داشت. این امر می‌تواند سبب تغییر تصمیمات بانک مرکزی و نیز سیاست‌های پولی شود (باتن، ۲۰۲۰).^۱ گرافز وین و نیدل (۲۰۱۴) اثرات نامتوازن تغییرات دمایی را بر صنایع مختلف بررسی می‌کنند. نتایج آنها نشان می‌دهد افزایش دما، بهره‌وری نیروی کار را در بخش‌هایی که به طور مستقیم تحت تاثیر آب و هوا (اقلیم) هستند (مثل کشاورزی، جنگل داری، ماهی گیری، شکار، معدن داری، ساخت و ساز، حمل و نقل و کارخانه داری) کاهش می‌دهد. بنابراین صنایع یادشده، آسیب‌پذیری بیشتری نسبت به تغییرات دما دارند. کاجون و همکاران (۲۰۱۲)^۲ در بررسی تأثیرپذیری بهره‌وری و عملکرد نیروی انسانی از تغییر اقلیم در صنعت خودرو، با استفاده از داده‌های یک دوره ۱۰ ساله تولیدات ۶۴ کارخانه تولید خودرو در ایالات متحده نشان دادند دمای بالای ۵۰ درجه در ۶ روز متوالی، تولید خودرو را ۸ درصد کاهش می‌دهد. حداقل فاجعه درجه حرارت بالا کاهش بازده و عرضه نیروی کار است چرا که دمای بالا باعث سختی کار، خستگی بیشتر و حتی اختلالات شناختی می‌شود (گرافز وین و نیدل، ۲۰۱۴). کیوگین و هورووینز (۲۰۰۳)^۳ هزینه‌های ناشی از تغییرات دما را در شرکت‌های مختلف از نظر ارزش و اندازه مورد بررسی قرار می‌دهند. مطابق نتایج آنها شرکت‌های کوچک و شرکت‌هایی با ارزش بالا آسیب‌پذیری بیشتری را در برابر تغییرات دما تجربه خواهند کرد و در مقابل، شرکت‌های بزرگ و شرکت‌ها با ارزش پایین در تعدیل هزینه‌های خود در برابر تغییرات دما موفق‌تر بوده‌اند. برپایه نتایج دافرmos و همکاران (۲۰۱۸)^۴ یکی دیگر از پیامدهای نوسانات دما، اثر آن بر نقدینگی شرکت‌ها است. دونادلی و همکاران (۲۰۱۷)^۵ معتقدند اگر چه تغییر اقلیم در تمام کره زمین پدیدار شده و خسارت‌های اقتصادی آن در جهان آشکار شده، اما کشورهای فقیر و یا در حال توسعه به دلیل نداشتن امکانات و سرمایه لازم برای سازگاری با تغییرات اقلیم، خسارات اقتصادی بیشتری متحمل می‌شوند. اما

1. Batten et al

2. Cachon, Gallino, and Olivares

3. Quiggin and Horowitz

4. Yannis Dafermos, Maria Nikolaidib, Giorgos Galanis

5. M. Donadelli, M. Juppner, M. Riedel, C. Schlag

کشورهای صنعتی و پیشرفته توان سرمایه‌گذاری بیشتری در زمینه مقابله و یا سازگاری با تغییر اقلیم داشته که منجر به کاهش آسیب‌پذیری آن‌ها می‌شود. نتایج وی با مطالعه دل و همکاران (۲۰۱۲) همخوانی دارد. بانسل و همکاران (۲۰۱۵) نیز مدل ریسک بلند مدتی را طراحی کردند که بر وقایع فاجعه‌آمیز دما تمرکز داشت. این پژوهشگران دریافتند که تغییرات دمایی بر قیمت دارایی‌ها تاثیر منفی دارد و اثرگذاری تغییرات دما بر قیمت دارایی، در چند دهه اخیر افزایش داشته‌است.

چا و همکاران (۲۰۲۱)^۱، نیز شواهدی ارائه می‌دهند که تغییرات دمای جهانی تأثیرات چشمگیر و متفاوتی بر نرخ واقعی ارز کشورها دارد. آنها تأثیرپذیری نرخ واقعی دلار آمریکا (USD) در ۷۶ کشور را نسبت به تغییرات دمای جهانی بررسی می‌کنند. افزایش یک درجه دمای جهانی، در مدت چهار سال سبب می‌شود واحد پول جمهوری چک ۸۱ درصد در برابر دلار افزایش یابد، با این توضیح که کشورهای با درآمد بالاتر بیشتر در معرض خطر هستند. از سوی دیگر دو (۲۰۱۴)^۲ در پژوهش خود نشان می‌دهد تغییرات نرخ ارز بر هزینه حقوق صاحبان سهام اثرگذار است. از مقالات چا و همکاران (۲۰۲۱) و دو (۲۰۱۴) می‌توان نتیجه گرفت تغییرات دما با اثرگذاری بر نرخ ارز می‌تواند هزینه حقوق صاحبان سهام را نیز تحت تاثیر قرار دهد. آدام و همکاران (۲۰۱۸)^۳ در پژوهش خود کانال‌های مختلف اثرگذاری تغییرات دما (کاهش بهره‌وری نیروی کار، کاهش تولید، کاهش فروش، کاهش سودآوری شرکت و اثرات منفی بر متغیرهای اقتصادی) بر بازده مورد انتظار سرمایه‌گذار را شناسایی می‌کنند. انعکاس اثرات و آسیب‌های اقتصادی نوسانات دما در گزارشات و صورت‌های مالی سبب کاهش شاخص‌های سودآوری و عملکرد می‌شود. از آنجا که سرمایه‌گذار با توجه به شاخص‌ها تصمیم‌گیری می‌کند، طبیعی‌است که نسبت به دارایی خود (سهام شرکت) احساس نگرانی کرده و به ازای تحمل این نگرانی، بازده بالاتری را طلب کند. افزایش بازده مورد انتظار بالاتر نیز افزایش هزینه حقوق صاحبان سهام شرکت‌ها را بدنبال دارد.

1. Cha, M. Lee, S. Mark, N

2. Du

3. Addoum, Jawad M. David T and Ariel Ortiz

بالورز و همکاران (۲۰۱۷) با استفاده از پرتفوی ردیاب اقتصادی صرف ریسک تغییرات دما را در ایالات متحده در سال‌های ۲۰۱۴-۱۹۵۴ اندازه‌گیری کرده و نشان می‌دهند صرف ریسک تغییرات دما منفی و معنادار است. بر اساس نتایج این پژوهش تغییرات دما اثرات زیان‌باری به همراه داشته و منجر به افزایش ۲۲ درصدی هزینه حقوق صاحبان سهام شده‌است. آنها بر اساس مطالعه گرافز وین و نیدل (۲۰۱۴) و همچنین کیوگین و هورویتز (۲۰۰۳) به بررسی اثرات دما بر صنایع و شرکت‌های مختلف (از نظر اندازه و ارزش) در امریکا می‌پردازند. نتایج بررسی آنها نشان می‌دهد صنایع حساس بارعاملی بیشتری نسبت به سایر صنایع دارند و همچنین شرکت‌های کوچک‌تر بارعاملی بیشتری نسبت به تغییرات دما دارند. بعبارتی سرمایه‌گذاران صنایع حساس مانند صنعت کشاورزی و زراعت نگرانی بیشتری در مورد دارایی خود احساس می‌کنند تا صنعت رایانه. آنها همچنین بر اساس مطالعه (بانسل و همکاران، ۲۰۱۵)، مقدار اثرگذاری تغییرات دما بر هزینه حقوق صاحبان سهام را در بازه زمانی مطالعه خود مورد ارزیابی قرار می‌دهند و نتایج آنها بیانگر آن است اثرات تغییرات دما در سال‌های اخیر بر هزینه حقوق صاحبان سهام روند افزایشی داشته است. گرگوری (۲۰۲۱)، بر اساس مطالعه بالورز و همکاران (۲۰۱۷) اثر تغییرات دما بر هزینه حقوق صاحبان سهام را هم در سطح جهانی و هم در مناطق مختلف چون اروپا، آسیا بجز ژاپن، ژاپن و شمال امریکا با استفاده از روش پرتفوی ردیاب اقتصادی مورد بررسی قرار داد و می‌دهد. همچنین انتشار کربن (عامل مهم شناسایی شده در ایجاد تغییرات اقلیم) را نیز در مطالعه خود بررسی مورد ارزیابی قرار می‌دهد. مطابق نتایج وی شرکت‌های ژاپنی و آسیایی که انتشار کربن بالاتری دارند، بیشتر در معرض خطر تغییرات اقلیم هستند. اگر چه طبق نتایج، تاثیر تغییرات دما بر هزینه حقوق صاحبان سهام بین نقاط مختلف جهان با یکدیگر متفاوت است، اما به طور میانگین این تغییرات هزینه حقوق صاحبان سهام را به اندازه ۲٫۸ درصد در جهان افزایش داده- است و این به معنای از دست دادن تولید ناخالص جهانی به اندازه ۲٫۲ تریلیون است. کلینگ و همکاران (۲۰۲۱)^۱ پیامدهای تغییر اقلیم را در ۷۱ کشور طی سال‌های ۲۰۱۷-۱۹۹۹ بر هزینه بدهی و هزینه حقوق صاحبان سهام مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها بیانگر آن است که اثرات تغییر اقلیم بر هزینه حقوق صاحبان سهام ناچیز بوده در حالی که این اثرات سبب افزایش ۰/۶۳

1. Kling, Gerhard. Volz, Ulrich. Murinde, Victor

درصدی هزینه بدهی شده است. برپایه نتایج آنها کشورهای در حال توسعه بیشتر در معرض آسیب‌های تغییر اقلیم هستند. فیندسن^۱ (۲۰۲۳) با استفاده از داده‌های ۲۰ ساله کشور دانمارک، اثرات تغییر اقلیم را بر اجزای هزینه سرمایه یعنی هزینه بدهی و هزینه حقوق صاحبان سهام مورد بررسی قرار داده است. برپایه نتایج وی تغییرات اقلیم اثر خاصی بر هزینه بدهی نداشته اما پیامدهای تغییر اقلیم از طریق کانال‌های مختلف اثر مثبت و معناداری بر هزینه حقوق صاحبان سهام داشته است. هاچمی^۲ و همکاران (۲۰۲۴) نیز در مطالعه خود نشان می‌دهند ریسک‌های اقلیمی به طور معناداری در بازده سهام شرکت‌ها قیمت‌گذاری می‌شود. یعنی سرمایه‌گذاران و بازارها نگرانی‌ها و ریسک‌های مرتبط با تغییرات اقلیمی را در تصمیمات سرمایه‌گذاری خود منظور می‌کنند.

وکیلی‌فرد و همکاران، قیمت‌گذاری صرف ریسک دما را در بازه زمانی ۱۳۸۵-۱۳۹۵ مورد بررسی قرار داده و نشان می‌دهند صرف ریسک دما در بورس اوراق بهادار تهران قیمت‌گذاری می‌شود. آنها برای بررسی قیمت‌گذاری تغییرات دما، عامل تغییرات دما (TSF) را به مدل‌های قیمت‌گذاری (CAPM و فاما فرنچ) اضافه کرده و کارایی مدل‌ها را مقایسه کرده‌اند. همچنین در مطالعه دیگری تحت عنوان «راهبرد سرمایه‌گذاری با تغییرات دما و ارزش شرکت‌ها» نشان می‌دهند افزایش گرمای جهانی در طول زمان باعث کاهش ارزش شرکت‌ها شده است.

لی و همکاران (۲۰۱۳)، با استفاده از تحلیل رگرسیون چندک به تحلیل تغییرات دما در کره-جنوبی پرداختند. آنها استفاده از تحلیل رگرسیون LSM را روشی سنتی در تجزیه و تحلیل تغییرات دما عنوان می‌کنند. به‌منظور تخمین شیب روند تغییرات دما، میانگین دما در مناطق شهری و روستایی در فصل تابستان و زمستان در چندک‌های مختلف ارزیابی شده است. دپا^۳ (۲۰۲۰) نیز با استفاده از رگرسیون چندک اثر متغیرهایی چون تغییر آب‌وهوا، کیفیت خاک و زمین، میزان دسترسی به بازار را بر سوددهی مزارع کشاورزی در برزیل مورد بررسی قرار می‌دهد. معناداری ضریب تغییرات دما در زمستان بر سوددهی مزارع بیشتر از فصل تابستان است، به عبارتی آسیب‌های ناشی از تغییرات

1. Findsen, Frederik

2. Hachmi Ben Ameer, Daniel Dao, Zied Ftiti, Wael Louhichi

3. Depaula

آبوهوا در طول زمان تغییر می‌کند. همچنین زیان ناشی از یک درجه افزایش دما، دو برابر زیان ناشی از کیفیت پایین زمین کشاورزی است. چامایل و همکاران (۲۰۰۷)^۱ اثر کاهش بارندگی را بر میزان خشکسالی در بازه زمانی ۲۰ سال مورد ارزیابی قرار داده‌اند. نتایج بیانگر این است که خشکسالی در دهک‌های پایین‌تر بشدت افزایش یافته و کاهش بارندگی در این دهک‌ها افزایش شدید خشکسالی را به همراه داشته‌است.

از وجوه تمایز این پژوهش با مطالعات داخلی (برای نمونه پژوهش و کیلی‌فرد و همکاران) می‌توان بررسی بازه زمانی بیشتر، تمایز بررسی صرف ریسک تغییرات دما از ۲ آزمون متفاوت (هم با استفاده از آزمون t و هم با استفاده از رگرسیون فاما مک‌بث)، بررسی چگونگی رفتار عامل تغییرات دما (TSF) بر بازده با استفاده از رگرسیون چندک، بررسی و مقایسه حساسیت بازده پرتفوی‌های صنایع و اندازه-ارزش نسبت به عامل تغییرات دما (TSF) و همچنین اندازه‌گیری مقدار اثرگذاری تغییرات دما بر هزینه حقوق صاحبان سهام را نام برد.

فرضیه های پژوهش

فرضیه اول؛ صرف ریسک تغییرات دمایی معنادار است.

مطابق مقاله گرافزوین و همکاران (۲۰۱۴) اثرگذاری تغییرات دما در همه صنایع یکسان نیست و برخی صنایع به دلیل ارتباط مستقیم‌تر با شرایط اقلیمی حساسیت بیشتری دارند. بر اساس این تئوری، فرضیه دوم این است که صنایع حساس^۲ بارعاملی^۳ بیشتری نسبت به سایر صنایع دارند. کیوگین و هورویتز (۲۰۰۳) در مقاله خود به تعدیل هزینه‌ها در برابر تغییرات دما تاکید دارند. بر این اساس شرکت‌های کوچکتر ممکن است منابع لازم جهت تعدیل هزینه را نداشته باشند و حساسیت یا آسیب‌پذیری بیشتری را تجربه کنند. عبارتی شرکت‌های کوچک‌تر به دلیل حساسیت بیشتر بارعاملی بزرگتری خواهند داشت. بر اساس این تئوری فرضیه سوم این است که

1. Chamaille, S. Fritz, H and Murindagomo, F

۲. منظور از صنایع حساس صناعی‌ایست که ارتباط مستقیم و بیشتری با تغییرات اقلیم دارند، برای مثال تغییرات دمایی صنعت کشاورزی و دامپروری را بیشتر از صنعت خودروسازی تحت تاثیر قرار می‌دهد. بنابراین می‌توان گفت صنعت کشاورزی حساسیت بیشتری نسبت به تغییرات دمایی دارد.

۳. منظور از بارهای عاملی، ضریب عامل تغییرات دما می‌باشد که میزان حساسیت بازده پرتفوی‌های (شرکت‌ها و یا صنایع) را نسبت به عامل تغییرات دما (TSF) نشان می‌دهد.

شرکت‌های کوچک‌تر بارعاملی بیشتری نسبت به تغییرات دما دارند. نتایج بانسل و همکاران (۲۰۱۵) نشان می‌دهد، کشش منفی قیمت دارایی‌ها به نوسانات دما در طول زمان زیاد شده است. بر اساس این تئوری فرضیه چهارم این است که؛ مقدار اثرگذاری تغییرات دما بر هزینه حقوق صاحبان سهام در طول زمان بیشتر شده است.

روش‌شناسی پژوهش

روش پرتفوی ردیاب: پرتفوی ردیاب یک روش متفاوت برای محاسبه صرف ریسک ارائه می‌دهد. اخبار و اطلاعات آتی برخی از متغیرها می‌تواند بر قیمت فعلی دارایی‌های یک سرمایه‌گذار اثرگذار باشد.^۱ در واقع اخبار آینده سبب تغییر انتظارات سرمایه‌گذار و نهایتاً تغییر قیمت دارایی وی خواهد شد. بنابراین بازده غیرمنتظره‌ای ایجاد می‌شود که همبستگی بالایی با اخبار و اطلاعات متغیر خواهد داشت. پرتفوی ردیاب بدنبال محاسبه بازده غیرمنتظره (بازده واقعی منهای بازده مورد انتظار) است. رویکرد پرتفوی ردیاب، برای اولین بار توسط لیمنت (۲۰۰۱)^۲ برای شناسایی صرف ریسک، مورد استفاده قرار گرفت. وی بعد از محاسبه صرف ریسک با استفاده از رویکرد پرتفوی ردیاب، با کمک مدل‌های قیمت‌گذاری رایج در حوزه مالی چون CAPM و فاما فرنچ (۱۹۹۶) رابطه بین ریسک سیستماتیک شناسایی شده و بازده مورد انتظار را ارزیابی کرد. بعد از لیمنت (۲۰۰۱) محققین دیگری چون واسالوا (۲۰۰۳)، کاپادیا (۲۰۱۱)^۳، دو (۲۰۱۴) و بالورز (۲۰۱۷) از این رویکرد، برای شناسایی صرف ریسک استفاده کردند. فرض اصلی روش پرتفوی ردیاب آن است که تغییر بازده دارایی در زمان حال، انعکاس تغییر انتظارات فعالان بازار از متغیرهای اقتصادی در آینده است. در این روش، به متغیرهای اقتصادی «متغیر هدف» و دارایی‌هایی که بازده آن‌ها توان ردیابی متغیر هدف را داشته باشد «دارایی مبنا» گفته می‌شود. اما تنها متغیرهای اقتصادی نیستند که بازار سهام را تحت تأثیر قرار می‌دهند، عوامل متعددی اعم از تصمیمات مجامع عمومی، اتفاقات و تصمیمات داخلی شرکت و یا عوامل محیطی^۴ و حتی ویروس کرونا نیز می‌تواند بر بازار

۱. برای مثال در سال ۱۳۹۴ اخبار مربوط به امضا برجام، انتظار شرایط اقتصادی خوبی برای آینده در سرمایه‌گذاران ایجاد نمود و این امر سبب افزایش قیمت دارایی‌ها و انتظارات سرمایه‌گذاران شد.

۲. Lamont

۳. Kapadia

۴. منظور عوامل خارج از شرکت است که بر کل یا بخشی از بازار سهام تأثیر دارد مانند عوامل اقتصادی (تغییر نرخ بهره، تورم، نرخ ارز) و یا عوامل سیاسی، اجتماعی و حتی اقلیمی.

سهام اثرگذار باشد. اخبار و اطلاعات این عوامل در زمان‌های متفاوت (گذشته، حال و آینده) می‌تواند در ارزش امروز دارایی‌ها موثر باشد. تغییر قیمت امروز دارایی می‌تواند بیانگر تغییر عوامل مؤثر بر قیمت دارایی در زمان گذشته، حال و یا حتی آینده باشد، چرا که اخبار و اطلاعات آینده این عوامل می‌تواند قیمت روز دارایی‌ها را تغییر دهد. اگر چه تغییرات دما متغیر کلان اقتصادی محسوب نمی‌شود اما نتایج مطالعات انجام شده در این زمینه نشان می‌دهد تغییرات دما می‌تواند بر جریان نقد و نرخ تنزیل اثرگذار باشد (دل و همکاران، ۲۰۱۴)، همچنین این متغیر می‌تواند قیمت دارایی را تحت تاثیر قرار دهد (بانسل، ۲۰۱۵). بر این اساس، تغییرات دما می‌تواند بر انتظارات سرمایه‌گذاران اثرگذار باشد. اگر متغیرهای دما برای بازار سهام اهمیت داشته باشند، رویکرد پرتفوی ردیاب برای محاسبه صرف ریسک این متغیر مناسب خواهد بود (بالورز و همکاران، ۲۰۱۷).

پرتفوی ردیاب هر متغیر Y بر اساس رگرسیون Y بر مجموعه‌ای از بازده «دارایی‌های مبنا» حاصل می‌شود. Y به عنوان متغیر هدف و بازده دارایی‌ها به عنوان متغیرهای مستقل منظور می‌شود. وزن دارایی‌های مبنا در پرتفوی ردیاب، از طریق رگرسیون Y بر بازده دارایی‌های مبنا بدست می‌آید (ضرایب مدل رگرسیون β_i). ضرایب بدست آمده بیانگر حساسیت بازده دارایی‌های مبنا نسبت به اخبار و انتظارات آتی متغیر Y است.

برای تخمین صرف ریسک دما با استفاده از رویکرد پرتفوی ردیاب، تغییرات آتی دما بر بازده دارایی مبنا (استفاده از ۶ پرتفوی فاما و فرنچ که بر اساس «اندازه» و «نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار» به تبعیت از واسالوا (۲۰۰۳)^۱ در چارچوب رگرسیون سری زمانی و با استفاده از داده‌های ماهانه بازه زمانی ۱۳۸۰-۱۳۹۸ برآزش می‌شود:

$$T_{t+12} = b_{SH}S - H_t + b_{SM}S - M_t + b_{SL}S - L_t + b_{BH}B - H_t + b_{BM}B - M_t + b_{BL}B - L_t + b_{Rf}R_{ft-1} + b_I Inflation_{t-1} + b_{EX} Excang\ rate_{t-1} + T_{t-1} + \varepsilon_{t+12} \quad \text{معادله ۱}$$

که T_{t+12} ، تغییرات میانگین ماهانه دما در یکسال آینده؛ $S - H_t$ ، بازده پرتفوی شرکت‌های کوچک با نسبت B/M بالا؛ $S - M_t$ ، بازده پرتفوی شرکت‌های کوچک با نسبت B/M متوسط؛ $S - L_t$ ، بازده پرتفوی شرکت‌های کوچک با نسبت B/M پایین؛

1. Vassalou

$B - H_t$ ، بازده پرتفوی شرکت‌های بزرگ با نسبت B/M بالا؛ $B - M_t$ ، بازده پرتفوی شرکت‌های بزرگ با نسبت B/M متوسط؛ $B - L_t$ ، بازده پرتفوی شرکت‌های بزرگ با نسبت B/M پایین؛ RF_{t-1} ، نرخ بدون ریسک؛ $b_1 Inflation_{t-1}$ ، نرخ تورم $b_{EX} Exchang\ rate_{t-1}$ ، نرخ ارز و T_{t-1} تغییرات دما در ماه گذشته است. واسالوآ (۲۰۰۳) استفاده از متغیرهای کلان اقتصادی اثرگذار بر بازده سهام را برای تعیین متغیر کنترل اقتصادی در روش پرتفوی ردیاب مناسب می‌داند. این متغیرها می‌تواند شامل نرخ بازده بدون ریسک، نرخ تورم و نرخ ارز باشد. بالورز و همکاران (۲۰۱۷) تغییرات دمایی را نیز به عنوان متغیر کنترل اقلیمی در کنار متغیرهای کنترل اقتصادی مناسب می‌دانند. به پیروی از واسالوآ (۲۰۰۳)، قبل از تخمین صرف ریسک باید اطمینان حاصل کرد بازده دارایی‌های مبنای اخبار و اطلاعات مرتبط با تغییرات دما در یکسال آینده را ردیابی می‌کند. معناداری ضرایب دارایی‌های مبنای $(b_{SH}, b_{SM}, b_{SL}, b_{BH}, b_{BM}, b_{BL})$ در معادله (۱)، توان ردیابی بازده دارایی‌های مبنای نسبت به تغییرات دما در یکسال آینده نشان می‌دهد. بنابراین به منظور بررسی معناداری ضرایب بازده دارایی‌های مبنای به صورت توأمان از آزمون پارامتری والد استفاده شده است. عامل تغییرات دما (TSF_t) که تغییر در انتظارات مربوط به تغییرات دما را دنبال می‌کند، به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$TSF_t = bR_t = [b_{SH} \ b_{SM} \ b_{SL} \ b_{BH} \ b_{BM} \ b_{BL}] \begin{bmatrix} S - H_t \\ S - M_t \\ S - L_t \\ B - H_t \\ B - M_t \\ B - L_t \end{bmatrix} \quad \text{معادله ۲}$$

ضریب b که بیانگر حساسیت بازده دارایی‌های مبنای نسبت به تغییر اخبار مربوط به تغییرات آتی دما است، با برازش معادله (۱) به روش حداقل مربعات معمولی بدست می‌آید. R_t نیز بازده دارایی‌های مبنای در ماه t است. بازده مورد انتظار پرتفوی ردیاب $bE(R_t)$ ، ریسک ناشی از خبرهای دما را منعکس کرده و می‌توان آن را به عنوان صرف ریسک عامل تغییرات دما در نظر گرفت. برای آزمون فرضیه اول مبنی بر معناداری صرف ریسک، از آماره t استفاده می‌شود. اضافه کردن عامل تغییرات دما (TSF_t) به مدل‌های CAPM و مدل سه عاملی فاما و فرنچ (۱۹۹۶) افزون بر بررسی مجدد معناداری صرف ریسک تغییرات دما در فرضیه اول،

در محاسبه بارهای عاملی در فرضیه دوم و سوم مورد استفاده قرار می گیرد. مدل های استفاده شده به شرح زیر است:

الف) مدل CAPM به اضافه عامل تغییرات دمایی

$$CAMP + TSF : r_{it} = \alpha_i + m_i MKT_t + f_i TSF_t + \varepsilon_{it} \quad \text{معادله ۳}$$

MKT_t ؛ زمان t در i دارایی انتظار مورد بازده که r_{it} بازده مورد انتظار بازار و TSF_t عامل تغییرات دما (معادله) است.

ب) مدل فاما و فرنچ (۱۹۹۶) به اضافه عامل تغییرات دمایی

$$FF+TSF:r_{it} = \alpha_i + m_i MKT_t + s_i SMB_t + h_i HML_t + f_i TSF_t + \varepsilon_{it} \quad \text{معادله ۴}$$

که r_{it} ، بازده مورد انتظار دارایی i در زمان t ؛ MKT_t ، بازده مورد انتظار بازار؛ SMB_t ، عامل اندازه شرکت ها؛ HML_t عامل ارزش و TSF_t ، عامل تغییرات دما (معادله ۲) است.

معادلات (۳) و (۴) یکبار با استفاده از رگرسیون سری زمانی و یکبار با استفاده از فاما مک-بث (۱۹۷۳) برازش می شود. اگر عامل تغییرات دما (TSF) در توضیح هزینه حقوق صاحبان سهام موثر باشد، باید سبب بهبود عملکرد مدل شود (کاپادیا، ۲۰۱۱). برای بررسی عملکرد مدل های قیمت گذاری از قدر مطلق آلفای جنسن و میزان توضیح دهندگی آن ($AVG R^2$) استفاده می شود. بهبود عملکرد مدل کاهش قدر مطلق آلفا و افزایش ($AVG R^2$) را در پی خواهد داشت. همچنین با استفاده از رگرسیون فاما مک-بث (۱۹۷۳) معناداری صرف ریسک تغییرات دما مورد ارزیابی قرار می گیرد.

دارایی های آزمون: قبل از بررسی آزمون تاثیر عامل تغییرات دما بر هزینه حقوق

صاحبان سهام، ابتدا دارایی های آزمون^۱ تعیین می شود. این دارایی ها متفاوت از دارایی های مبنا^۲ است. دارایی های مبنا (۶ پرتفوی اندازه و ارزش) در ساخت پرتفوی ردیاب استفاده شده و بعنوان متغیرهای RHS^۳ در مدل پرتفوی ردیاب هستند و بدلیل همبستگی زیاد،

1. Test Asset

2. Base Asset

3. Right-hand-side

تعداد آنها محدود خواهد بود. اما دارایی‌های آزمون جهت آزمون اثر عامل تغییرات دما بر هزینه حقوق صاحبان سهام مورد استفاده قرار می‌گیرند. آنها متغیرهای LHS^۱ را در آزمون‌های بررسی اثر عامل تغییرات دما بر هزینه حقوق صاحبان سهام، تشکیل می‌دهند و با افزایش تعداد آنها می‌توان نمونه بیشتری برای آزمون مدل‌ها ایجاد کرد. به اعتقاد لولن و همکاران (۲۰۱۰)، کاربرد پرتفوهای اندازه-ارزش به تنهایی به عنوان دارایی‌های آزمون اثر عوامل ریسک بر هزینه حقوق صاحبان سهام مناسب نیست زیرا امکان دارد همبستگی بین دارایی‌های آزمون و عامل ریسک ساختگی باشد. این همبستگی کاذب می‌تواند مقدار R^2 را در داده‌های مقطعی بیش از حد افزایش دهد و موجب کاهش غیرعادی مقدار خطا شود، بنابراین با توجه به اینکه نوع صنعت در تأثیرگذاری تغییرات دما موثر است مانند بالورز و همکاران (۲۰۱۷)، افزون بر ۶ پرتفوی اندازه-ارزش از ۳۰ پرتفوی صنعت نیز به عنوان دارایی‌های آزمون استفاده می‌شود.

بررسی اثر عامل تغییرات دما بر هزینه حقوق صاحبان سهام با استفاده از رگرسیون چندک به عنوان آزمون قوت: به اعتقاد چامایل و همکاران (۲۰۰۷) تغییرات دما در بیشتر موارد در محدوده‌های خاص سبب نگرانی خواهد شد. از آنجا که رویکرد رگرسیون چندک امکان پژوهش دقیق‌تری را در شرایط مختلف بازار فراهم می‌کند (صراف و همکاران، ۱۳۹۷) و به پژوهشگر اجازه می‌دهد تا به طور همزمان تغییرات را در بخش‌های مختلف توزیع احتمال متغیر وابسته مورد مطالعه قرار دهد، بنابراین به عنوان آزمون قوت از این رویکرد برای ارزیابی رفتار عامل تغییرات دما (TSF) بر بازده استفاده شده‌است.

برای آزمون فرضیه دوم مبنی بر اینکه صنایع حساس بارعاملی بیشتری نسبت به سایر صنایع دارند، ابتدا میزان حساسیت بازده هر صنعت نسبت به عامل تغییرات دما (TSF) بر اساس معادله (۳) محاسبه خواهد شد. طبق رویکرد بالورز و همکاران (۲۰۱۷)، صنایع به دو بخش صنایع حساس (high) و سایر صنایع (low) تقسیم‌بندی شده، سپس میانگین بارهای عاملی هر بخش محاسبه و معناداری اختلاف میانگین بارهای عاملی آنها (High-Low) با آماره t آزمون می‌شود.

در آزمون فرضیه سوم مبنی بر اینکه شرکت‌های کوچک‌تر بارعاملی بیشتری نسبت به شرکت‌های بزرگ در برابر تغییرات دما دارند، ابتدا میزان حساسیت بازده هر پرتفوی

1. Left-hand-side

(براساس اندازه-ارزش) نسبت به عامل تغییرات دما (TSF) بر اساس معادله (۳) محاسبه و در ادامه نیز میانگین بارهای عاملی شرکت‌های بزرگ (Big) و کوچک (Small) محاسبه خواهد شد. معناداری اختلاف میانگین بارهای عاملی (Big-Small) با آماره t آزمون می‌شود.

به منظور آزمون فرضیه چهارم مبنی بر اینکه مقدار اثرگذاری تغییرات دما بر هزینه حقوق صاحبان سهام در چند سال اخیر افزایش داشته است. ابتدا مقدار اثرگذاری تغییرات دما بر هزینه حقوق صاحبان سهام طبق معادله (۵) محاسبه می‌شود:

= مقدار اثرگذاری تغییرات دما بر هزینه حقوق صاحبان سهام

صرف ریسک تغییرات دما

معادله

$$2 \left(\text{بار عاملی هر پرتفوی} \times \frac{\text{ارزش بازار هر پرتفوی}}{\text{جمع ارزش بازار 36 پرتفوی}} \times \text{AVG} \right)$$

بعبارتی اثر متوسط تغییرات دما روی هزینه حقوق صاحبان سهام از حاصل ضرب صرف ریسک تغییرات دما در متوسط موزون بار عاملی بدست می‌آید. از وزن‌های ارزش بازار^۱ و بارهای عاملی ۳۶ پرتفوی صنعت و اندازه-ارزش استفاده می‌کنیم. این وزن‌ها از طریق تقسیم ارزش بازار هر پرتفوی بر مجموع ارزش بازار ۳۶ پرتفوی به دست می‌آید. برای بررسی روند اثرگذاری تغییرات دما به تبعیت از کوپر و همکاران (۲۰۰۴)^۲ بازه کلی پژوهش به دو قسمت تقسیم می‌شود. بازه اول سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۸ و بازه دوم از ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۸، سپس مقدار اثرگذاری تغییرات دما بر هزینه حقوق صاحبان سهام مطابق معادله (۵) برای بازه زمانی اول و دوم محاسبه می‌شود. با توجه به روند افزایش دما در سال‌های اخیر انتظار می‌رود اثرگذاری در بازه دوم (۱۳۸۹-۱۳۹۸) بیشتر از بازه اول (۱۳۸۰-۱۳۸۸) باشد و اختلاف معناداری، بین اثر تغییرات دما بر هزینه حقوق صاحبان سهام در بازه زمانی اول و دوم وجود داشته باشد. معناداری این اختلاف با آزمون t بررسی می‌شود.

اندازه‌گیری متغیرها: متغیرهای پژوهش و چگونگی محاسبه آنها به صورت زیر است:

1. Value-weighted

2. Cooper et al

بازده سهام: عبارت است از تغییر ماهانه ارزش کل سهام عادی شرکت که بابت سود نقدی و افزایش سرمایه تعدیل شده است. نرخ بازده بدون ریسک: مانند راعی و همکاران (۱۳۹۰) از نرخ سود اوراق مشارکت دولتی استفاده شده است.

بازده بازار: بازده شاخص قیمت و بازده نقدی بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی پژوهش (۱۳۸۰-۱۳۹۸) به صورت ماهانه است.^۱ برای اندازه گیری این متغیر از لگاریتم شاخص قیمت و بازده نقدی استفاده می شود.

اندازه: همانند فاما و فرنچ (۱۹۹۲)، اوتچوا (۲۰۰۷) و کرگار (۲۰۱۱) معادل لگاریتم طبیعی ارزش بازار شرکت در پایان هر ماه است.

نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار: همانند فاما و فرنچ (۱۹۹۲)، برابر لگاریتم طبیعی آخرین ارزش دفتری شرکت تقسیم بر ارزش بازار سهام آن در پایان هر ماه است.

عامل اندازه و عامل ارزش: مطابق رویه فاما و فرنچ (۱۹۹۳)، محاسبه می شود. داده های مورد نیاز پژوهش با توجه به قلمرو زمانی ماهانه شامل نرخ ارز، نرخ تورم و نرخ بدون ریسک (نرخ سود اوراق مشارکت دولتی) از سامانه بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، داده های مرتبط با بازده سهام شرکت ها، شاخص بازار و اطلاعات ترازنامه ای از اطلاعات رسمی سازمان بورس اوراق بهادار تهران و سامانه شرکت خدمات فناوری بورس اوراق بهادار تهران و داده های دمای کشور نیز از سازمان هواشناسی کشور^۲ گرفته شده است.

جامعه آماری پژوهش حاضر عبارت از کلیه شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است. نمونه آماری شامل کلیه شرکت های جامعه آماری است که شرایط زیر را دارا باشد: در بازه زمانی پژوهش (۱۳۸۰ تا ۱۳۹۸) در بورس اوراق بهادار تهران پذیرفته شده باشد؛ صورت های مالی آنها در دسترس باشد در طول سال های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۸ تغییر فعالیت یا تغییر سال مالی نداشته باشد، نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار آنها مثبت باشد.

یافته های پژوهش

آمار توصیفی متغیرهای پژوهش در جدول (۱) مشاهده می شود.

۱. به تغییرات محاسبه شاخص در سال ۱۳۸۷ توجه شده است.

۲. به آدرس: www.irimmo.ir

جدول ۱. آمار توصیفی

متغیرها	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	کشیدگی	چولگی
S-H	۰/۰۱۵	۰/۰۹۳	-۰/۱۱۹	۰/۲۹۴	۳/۶۲	۰/۱۶
S-M	۰/۰۱۴	۰/۰۴۱	-۰/۴۳	۰/۴۸۱	۴/۶	۰/۸۶
S-L	۰/۰۱۳	۰/۱۰۹	-۰/۴۷	۰/۸۵	۳/۱۴	۰/۲۴
B-H	۰/۰۱۴	۰/۰۹۳	-۰/۱۰۵	۰/۲۹۳	۳/۱۷	۰/۰۲
B-M	۰/۰۱۶	۰/۰۷۳	-۳/۰۹۸	۲/۶۴۷	۳/۲۳	-۰/۷۸
B-L	۰/۰۱۹	۰/۰۵۶	-۰/۶۲۸	۰/۶۴۳	۲/۷۶	-۰/۳۴
Exchang	۰/۰۰۹	۰/۰۳۸	۰/۱۹۵	۰/۳۵۳	۳/۰۸	۰/۴
Inflation	۰/۰۰۲	۰/۰۴۶	-۰/۱۰۱	۰/۱۷۷	۴/۳۵	۰/۳۸
R_f	۰/۰۱۴۲	۰/۰۰۳	۰/۰۱۰	۰/۰۲۱	۳/۳۸	۰/۱۳
T_{t-1}	۰/۰۶۱	۰/۵۲۴	-۳/۰۹۸	۲/۶۴۷	۳/۶۵	۰/۳۰۶

برای برآورد صرف ریسک تغییرات دما با استفاده از رویکرد پرتفوی ردیاب اقتصادی، تغییرات دما در چارچوب رگرسیون سری زمانی معادله (۱) بر بازده دارایی‌های مبنا برازش شده است و با استفاده از آزمون والد ردیابی اخبار و اطلاعات آتی تغییرات دمای آینده توسط دارایی‌های مبنا بررسی شده است. نتیجه برازش رگرسیون پرتفوی ردیاب در جدول ۲ ارائه می‌شود.

جدول ۲. رگرسیون پرتفوی ردیاب اقتصادی

متغیر	ضرایب	احتمال معناداری
S-H	-۲/۸۰۸*	۰/۰۰۰*
S-M	۰/۵۶۳*	۰/۰۰۰*
S-L	۰/۳۳۴*	۰/۰۰۱*
B-H	۰/۳۰۷*	۰/۰۲۴*
B-M	۰/۹۹۶	۰/۰۷
B-L	۰/۹۰۳*	۰/۰۰۰*
R_f	-۱/۶۷۳	۰/۸۲۳
$Inflation_t$	-۰/۰۳۵	۰/۹۳۶
$Exchang_t$	۰/۰۵۶	۰/۹۳۶
(T_{t-1}) Temper-lagged		۰/۰۰۰۲*
Mean	۰/۵۰۱	۰/۰۲۰*
R^2	۰/۷۲۲	
$\chi^2 p - value$		۰/۰۰۰

ضرایب برآوردی در جدول (۲) نشان می‌دهد تغییرات دما اثرات منفی بر شرکت‌های کوچک با ارزش بالا داشته‌است، در حالی که امکان دارد بقیه شرکت‌ها از تغییرات دما منتفع شده باشند. خروجی آزمون والد، χ^2 در سطح ۵ درصد، این فرضیه را که ضرایب روی دارایی‌های پایه به طور مشترک صفر هستند^۱، رد می‌کند، این امر نشان می‌دهد این دارایی‌ها توانایی ردیابی چشمگیری نسبت به اخبار و اطلاعات آتی دما دارند. عبارتی سرمایه‌گذاران با توجه به اطلاعات و اخبار آینده تغییرات دما صرف ریسک در نظر می‌گیرند. Mean میانگین بازده پرتفوی ردیاب $E(R_t)$ است که صرف ریسک مثبت تغییرات دما و آماره t نیز معناداری آن را نشان می‌دهد. اگر چه علامت نتایج حاصل شده با نتایج بالورز و همکاران (۲۰۱۷) تناقض دارد اما با نتایج گرگوری (۲۰۲۱) همخوانی دارد. بمنظور آزمون فرضیه اول و همچنین اندازه‌گیری بارهای عاملی در فرضیه دوم و سوم، معادلات (۳) و (۴) یکبار با استفاده از رگرسیون سری زمانی و یکبار با استفاده از فاما مک‌بث (۱۹۷۳) برازش می‌شود. بنابراین عامل تغییرات دما (TSF) به مدل‌های قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای (CAPM) و سه عاملی فاما و فرنچ (۱۹۹۶) اضافه شده- است. از آنجا که پرتفوی‌های مبتنی بر اندازه و ارزش به تنهایی برای آزمون صرف ریسک تغییرات دما مناسب نیستند، به تبعیت از لولن و همکاران (۲۰۱۰) و بالورز و همکاران (۲۰۱۷)، ۳۰ پرتفوی صنعت نیز به پرتفوهای اندازه-ارزش به عنوان دارایی‌های آزمون اضافه شده‌است. بنابراین دارایی‌های آزمون شامل ۶ پرتفوی اندازه-ارزش و ۳۰ پرتفوی صنعت خواهد بود. برای آزمون قیمت‌گذاری صرف ریسک تغییرات دما مدل‌های قیمت‌گذاری یکبار در چارچوب رگرسیون سری زمانی و یکبار با رویکرد رگرسیون فاما مک‌بث (۱۹۷۳) ارزیابی شده‌اند. جدول ۳ نتایج برازش مدل‌های قیمت‌گذاری را در چارچوب رگرسیون سری زمانی نشان می‌دهد.

جدول ۳. خلاصه رگرسیون سری زمانی

AVG R ²	Alpha	
۰/۱۰۷۲	۰/۱۰۰۰۹	CAPM
۰/۱۳۹	۰/۰۹۲	CAPM+TSF
۰/۱۵۷	۰/۰۸۷۱	FF
۰/۱۸۵	۰/۰۸۳۱	FF+TSF

۱. فرض آزمون والد $C(1)+c(2)+c(3)+c(4)+c(5)+c(6)=0$

هر عامل ریسک موثر بر هزینه حقوق صاحبان سهام می تواند سبب کاهش قدر مطلق آلفای جنسن (α) و افزایش ($AVG R^2$) شود. بنابراین اگر عامل تغییرات دما (TSF)، عاملی مهم در توضیح بازده مورد انتظار باشد باید سبب بهبود عملکرد مدل شود. مطابق جدول (۳) قدر مطلق آلفای جنسن با مقدار ۰/۰۸۳۱ در مدل $FF+TSF$ نسبت به آلفای ۰/۰۸۷۱ مدل FF کمتر است. این معیار در مدل $CAPM+TSF$ نیز با مقدار ۰/۰۹۲ نسبت به $CAPM$ با مقدار ۰/۱۰۰۹ کاهش یافته همانطور که دیده می شود معیار توضیح دهنده R^2 نیز در مدل $FF+TSF$ و $CAPM+TSF$ به ترتیب نسبت مدل FF و $CAPM$ افزایش یافته است. بنابراین نتایج جدول (۳) بهبود عملکرد مدل ها را توسط عامل تغییرات دما (TSF) تأیید می کند. یافته اخیر با نتایج مطالعات و کیلی فرد و همکاران (۲۰۱۸)، بالورز و همکاران (۲۰۱۷) و همچنین گروگری (۲۰۲۱) همخوانی دارد. در ادامه آزمون قیمت گذاری عامل تغییرات دما (TSF) با استفاده از رگرسیون فاما مک ب (۱۹۷۳) ارزیابی شده است. جدول ۴ نتایج مربوطه را گزارش می دهد.

جدول ۴. خلاصه رگرسیون فاما مک ب (۱۹۷۳)

FF+TSF		FF		CAPM+TSF		CAPM		
prob	γ	prob	γ	Prob	γ	Prob	γ	
	۰/۱۴۵		۰/۱۴۵		۰/۱۶۱		۰/۱۵۹	Constan
۰/۰۵۷	۰/۱*	۰/۳۲۸	۰/۰۷۳	۰/۰۶۹	۰/۲۳۳	۰/۰۴۹۷	۰/۰۶۹*	MKT
۰/۰۴۳	-۰/۰۵۳*	۰/۰۹	-۰/۰۶۷	-	-	-	-	SMB
۰/۱۶	۰/۵۴۷	۰/۰۳۵	۰/۳۷۶*	-	-	-	-	HML
۰/۰۳۵	۰/۵۳۱*	-	-	۰/۰۴۸	۰/۵۹۸*	-	-	TSF
	۰/۲۸۴		۰/۲۵۴		۰/۱۳۳		۰/۱۲۶	R2

γ در جدول ۴ صرف ریسک تخمینی هر عامل را بیان می کند و صرف ریسک تغییرات دما را در مدل $FF+TSF$ و $CAPM+TSF$ با علامت مثبت نشان می دهد اگر چه این نتیجه با مطالعه بالورز و همکاران (۲۰۱۷) متفاوت است اما با نتایج مطالعه گروگری (۲۰۲۱) همخوانی دارد. بالورز و همکاران (۲۰۱۷) معناداری صرف ریسک تغییرات دما را در ایالات متحده به صورت منفی گزارش می کنند. اما نتایج گروگری (۲۰۲۱) که با استفاده از داده های جهانی

صورت گرفته نشان می‌دهد، صرف ریسک تغییرات دما معنادار و مثبت است. عبارتی صرف ریسک تغییرات دما می‌تواند بر بازده اثرگذار باشد اما این اثرگذاری الزاما منفی نخواهد بود. گروگوری (۲۰۲۱) علت این اختلاف را بررسی بازه‌های زمانی متفاوت پژوهش و همچنین تفاوت مناطق مختلف بررسی شده بیان می‌کند. همانطور که دیده می‌شود عامل تغییرات دما (TSF) سبب افزایش مقدار معیار توضیح‌دهندگی R^2 نیز در مدل $FF+TSF$ و $CAPM+TSF$ به ترتیب نسبت مدل FF و $CAPM$ شده‌است.

برای آزمون قوت نتایج حاصل پیرامون تاثیر عامل تغییرات دما بر هزینه حقوق صاحبان سهام همانند چامایل و همکاران (۲۰۰۷) از رگرسیون چندک استفاده شده و نتایج آن در جدول (۵) ارائه می‌شود.

جدول ۵. نتایج آزمون قوت با رویکرد رگرسیون چندک

عامل تغییرات دما (TSF) در دهک توزیع احتمال									
	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۴	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۹
FF+TSF	۰/۰۲۵*	۰/۰۰۵	۰/۰۰۹°	۰/۰۰۲	-۰/۰۰۱°°	-۰/۰۰۸°	-۰/۰۱۵°	-۰/۰۰۹	۰/۰۱۲
CAPM+TSF	۰/۰۱*	۰/۰۰۸	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴°	۰/۰۰۰	-۰/۰۰۴	-۰/۰۰۹°	-۰/۰۱**	۰/۰۱۷

طبق گزارش جدول ۵ عامل تغییرات دما (TSF) بر بازده با استفاده از رویکرد رگرسیون چندک در دهک‌های مختلف بازه زمانی در دو سطح $۰/۰۱^*$ و $۰/۰۵^{**}$ درصد به تبعیت از چامایل و همکاران (۲۰۰۷) نشان داده شده‌است. اگر چه ضریب عامل تغییرات دما (TSF) در مدل $FF+TSF$ در دهک‌های اول، سوم، ششم و هفتم معنادار است اما روند مقارنی در علامت ضرایب و مقدار آنها دیده نمی‌شود. این مطلب در نتایج مدل $CAPM+TSF$ نیز مشهود است. چامایل و همکاران (۲۰۰۷) وجود روندهای نامتقارن را ویژگی مشترک تغییرات آب‌وهوایی عنوان می‌کنند، با این وجود روند نامتقارن حاصل شده می‌تواند بیانگر اثر متغیرهایی باشد که در دهک‌های مختلف باعث تغییر اثرگذاری عامل تغییرات دما (TSF) بر بازده شده‌اند.

برای آزمون فرضیه دوم مبنی بر اینکه صنایع حساس بارعاملی بیشتری نسبت به بقیه دارند، ابتدا بارعاملی هر صنعت نسبت به تغییرات دما (TSF) محاسبه و سپس تفاوت میانگین بارهای

عاملی صنایع حساس و سایر صنایع مورد ارزیابی قرار می گیرد. جدول ۶ قسمت (الف) حساسیت صنایع مختلف نسبت به عامل تغییرات دما (TSF) و قسمت (ب) نتایج معناداری آزمون فرضیه دوم را نشان می دهد.

جدول ۶. پرتفوی صنایع

نام صنعت	عرض از مبدا	ضریب عامل تغییرات دما (TSF)	ضریب بازار	ضریب تعیین تعدیل شده	TSF prob
انبوه سازی املاک و مستغلات	-۰/۰۷۶۸۱۵	*۰/۰۸۱۷	۰/۵۰۲۲	۰/۱۶۲۴	۰/۰۴۵۹
ماشین آلات و تجهیزات	-۰/۱۱۴۴۵۷	*۰/۰۷۲۴	۰/۳۲۷۳	۰/۱۰۵۹	۰/۰۴۴۸
کانی غیر فلزی	-۰/۱۰۹۷۶۸	۰/۰۶۲۹	۰/۲۶۲۱۱	۰/۰۷۵۶	۰/۰۷۵۹
محصولات فلزی	-۰/۱۲۱۵۵	*۰/۱۱۶۳	۰/۲۳۳۸	۰/۰۵۲۹	۰/۰۲۳۱
لاستیک و پلاستیک	-۰/۰۸۷۸۴۱	*۰/۰۸۶۷	۰/۴۵۱۷	۰/۲۰۷۶	۰/۰۰۷۹
غذایی بجز قند و شکر	-۰/۱۰۶۲۸۹	*۰/۰۹۶۶	۰/۳۴۰۱۱	۰/۱۰۰۵۱	۰/۰۰۹۶
وسایل ارتباطی	-۰/۱۳۶۶۹۹	۰/۰۳	۰/۳۷۲۸	۰/۰۵۹۳	۰/۰۷۶۶
واسطه گریهای مالی و پولی	-۰/۰۴۸۰۴۷	*۰/۰۵۶۶	۰/۷۰۷۸	۰/۴۵۶۰	۰/۰۲۹۸
رایانه	-۰/۰۵۹۱۰۶	۰/۱۰۶۸	۰/۴۹۷۸	۰/۰۷۶۰	۰/۱۰۱۹
فلزات اساسی	-۰/۰۷۸۴۵	۰/۰۸۹۸	۰/۴۲۲۱	۰/۱۰۴۱	۰/۰۵۳۹
خودرو و قطعات	-۰/۰۹۲۶۰۶	۰/۱۰۰۴۳	۰/۳۳۴۱	۰/۰۴۷۰	۰/۰۸۰۵
زراعت و خدمات وابسته	-۰/۰۷۳۸۵۴	*۰/۰۶۹۶	۰/۴۴۰۵	۰/۰۹۹۸	۰/۰۰
سرمایه گذاریها	-۰/۰۷۸۴۳	*۰/۰۷۲۹	۰/۴۸۱	۰/۲۰۴	۰/۰۳۰۹
بانکها و موسسات اعتباری	-۰/۰۷۱۰۵۳	۰/۰۵۳۸	۰/۵۰۲۸	۰/۰۹۶	۰/۱۰۰۶
دارویی	-۰/۰۸۳۳۰۲	۰/۰۰۹۶	۰/۳۵۰۴	۰/۰۲۵۱	۰/۰۸۰۶
چاپ	-۰/۱۱۰۹۰۱	*۰/۰۹۱۹	۰/۲۰۲۶	۰/۰۸۵۲	۰/۰۰۵۱
شیمیایی	-۰/۰۵۹۵۹۴	۰/۰۵۹۶	۰/۵۶۲۷	۰/۲۱۸	۰/۰۸۱۱
سیمان آهک گچ	-۰/۱۷۵۵۸۴	۰/۰۴۸۴	۰/۰۸۶	۰/۰۲۷۴	۰/۰۸۰۶
دستگاههای برقی	-۰/۰۹۹۴۵۹	۰/۰۶۴	۰/۲۹۷	۰/۰۶۹	۰/۱۰۲۷

نام صنعت	عرض از مبدا	ضرب عامل تغییرات دما (TSF)	ضرب بازار	ضرب تعیین تعدیل شده	TSF prob
منسوجات	-۰/۰۹۱۷۲۴	۰/۱۰۸۲*	۰/۴۰۳۳	۰/۱۴۱۸	۰/۰۰۶۵
استخراج کانه های فلزی	-۰/۰۵۷۰۵۵	۰/۱۰۹۸	۰/۵۲۴	۰/۱۰۱۵	۰/۰۶۰۲
محصولات کاغذی	-۰/۰۸۱۹۸۵	-۰/۰۲۴۸*	۰/۴۶۱۱	۰/۰۶۶	۰/۰۰۵
استخراج کانه های فلزی	-۰/۰۵۷۰۵۵	۰/۱۰۹۸	۰/۵۲۴	۰/۱۰۱۵	۰/۰۶۰۲
کاشی و سرامیک	-۰/۱۱۰۸۷۱	۰/۰۵۵۸	۰/۲۷۷۲	۰/۰۴۹۴	۰/۰۷۱۲
فرآورده های نفتی	-۰/۰۶۰۷۴	۰/۰۵۵۸	۰/۵۲۱۶	۰/۱۰۰۱۶	۰/۰۹۰۵
پیمانکاری صنعتی	-۰/۰۳۵۰۴۹	۰/۱۹۱۷	۰/۵۲۸۸	۰/۰۱۴۱	۰/۱۰۱۱
استخراج سایر معادن	-۰/۰۲۳۲۱۷	-۰/۰۰۵۳۶۶	۰/۷۶۶۳	۰/۱۲۰۲	۰/۰۷
قند و شکر	-۰/۰۱۰۴۷۲۳	-۰/۰۰۲۹*	۰/۲۶۱۳	۰/۰۲۸۸	۰/۰۵۰۱
محصولات چرمی	-۰/۰۷۱۱۵۹	۰/۰۱۶۰	۰/۵۹۲۳	۰/۱۰۲۸	۰/۰۷۰۵
چندرشته ای صنعتی	-۰/۰۵۰۶	۰/۰۶۵۷	۰/۶۰۹۷	۰/۲۱۲۱	۰/۱۰۲۲
محصولات چوبی	-۰/۰۹۹۸۰۲	-۰/۰۲۲۸*	۰/۲۷۶۰	۰/۰۱۶۴	۰/۰۰۳۳
قسمت (ب): میانگین های بارهای عاملی صنایع					
		میانگین بارهای عاملی		t-value	
میانگین بارهای عاملی (High)		۰/۰۸۶*		۲/۶۱۳	
میانگین بارهای عاملی (Low)		۰/۰۶*		۶/۸۷	
اختلاف میانگین دو جامعه (High-Low)		۰/۰۲۶*		۲/۷۱۹	

بر پایه نتایج جدول ۶ الف حساسیت بازده برخی صنایع مانند انبوه سازی املاک و مستغلات، ماشین آلات و تجهیزات، محصولات فلزی، لاستیک و پلاستیک، سرمایه گذاری ها، واسطه گری های پولی مالی، چاپ و منسوجات نسبت به عامل تغییرات دما (TSF) مثبت و معنادار هستند. به عبارتی می توان گفت صنایع بیان شده از تغییرات دما منتفع شده اند. برای مثال با افزایش دما تقاضا برای صنعت تجهیزات (تهیه سیستم های خنک کننده) افزایش خواهد یافت. این امر می تواند سوددهی این صنعت را در پی داشته باشد. پدیده خشکسالی و افزایش باران های

سیل‌زا یکی از پیامدهای تغییر اقلیم است که می‌تواند منجر به مهاجرت اجباری افراد و نیاز به ساخت‌وسازهای جدید و منتفع شدن صنعت انبوه‌سازی املاک و مستغلات شود. افزایش دما می‌تواند متضرر شدن صاحبان خودرو و سوددهی صنعت لاستیک را به دلیل افزایش فروش به همراه داشته باشد چرا که ترکیب‌دهی لاستیک خودرو در هوای گرم یکی از شایع‌ترین اتفاقاتی است که به دلیل جنس نرم و آسیب‌پذیر لاستیک در فصل تابستان اتفاق می‌افتد. در مقابل، حساسیت بازده برخی صنایع نیز مانند مواد غذایی به‌جز قند و شکر، زراعت و خدمات وابسته، محصولات کاغذی، قند و شکر و محصولات چوبی نیز نسبت به عامل تغییرات دما (TSF) منفی و معنادار است. برای مثال آسیب‌های صنعت زراعت و کشاورزی به دلیل ارتباط نزدیکی که این صنعت با تغییرات دما دارد در بیشتر مطالعات انجام شده گزارش شده است. یکی از دلایل اثرگذاری منفی عامل تغییرات دما (TSF) بر بازده صنعت محصولات کاغذی را می‌توان آسیب‌های ایجاد شده در فرایند تولید و انبارداری این محصولات برشمرد. نتایج این بخش با نتایج مطالعات مشابه انجام شده چون بالورز و همکاران (۲۰۱۷) و گرگوری (۲۰۲۱) متفاوت است. یکی از دلایل این تفاوت را می‌توان بازه‌های زمانی متفاوت مطالعات و یا ارتباط متفاوت صنایع در مناطق مختلف با تغییرات دما عنوان کرد. برای آزمون فرضیه دوم، ابتدا به پیروی از بالورز و همکاران (۲۰۱۷) صنایع به دو گروه صنایع حساس (High) و سایر صنایع (Low) طبقه‌بندی شده و میانگین بارهای عاملی هر گروه محاسبه و معناداری اختلاف میانگین بارهای عاملی (High-Low) با آماره t بررسی شده است. منظور از بارهای عاملی (f_i) حساسیت بازده هر پرتفوی صنعت نسبت به عامل تغییرات دما (TSF) است. نتایج قسمت ب جدول ۶ میانگین بارهای عاملی هر گروه را نشان می‌دهد. اگر چه تفاوت بارهای عاملی صنایع حساس با سایر صنایع در مطالعات داخلی بررسی نشده است اما نتیجه حاصل شده با نتایج مطالعه بالورز و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت دارد و فرضیه دوم تأیید می‌شود. برای آزمون فرضیه سوم مبنی بر اینکه بارهای عاملی شرکت‌های کوچک بیشتر از شرکت‌های بزرگ است، ابتدا حساسیت بازده پرتفوی‌های اندازه-ارزش را محاسبه و سپس معناداری تفاوت میانگین بارهای عاملی بررسی شده است. جدول ۷ قسمت الف، حساسیت بازده پرتفوی‌های اندازه-ارزش را نسبت به عامل تغییرات دما (TSF) و قسمت (ب) نتایج آزمون فرضیه سوم را نمایش می‌دهد.

جدول ۷. پرتفوهای اندازه-ارزش

پرتفوهای اندازه-ارزش	عرض از مبدا	ضریب عامل تغییرات دما (TSF)	ضریب بازار	ضریب تعیین تعدیل شده	TSF prob
b_h	-۰/۰۱۷۱۷۸	۰/۱۶۵۷*	۰/۶۴۸۱	۰/۲۳۴۲	۰/۰۰۰۴
b_l	-۰/۰۰۴۹۱۶	۰/۰۷۵۶	۰/۷۴۹۸	۰/۲۴۱۶	۰/۰۹۵
b_m	-۰/۰۱۱۲۹۱	۰/۰۷۶۳	۰/۷۰۳۷	۰/۲۱۷۵	۰/۰۹۵۴
s_h	-۰/۰۰۴۰۵	۰/۹۲۱۴*	۰/۸۳۹۵	۰/۲۶۵۶	۰/۰۰۰۱
s_l	-۰/۰۵۷۸۴۳	۰/۱۴۲۸*	۰/۵۵۲۴	۰/۱۸۰۷	۰/۰۰۲۳
s_m	-۰/۰۹۷۱۶	۰/۰۲۰۹*	۰/۴۲۴۱	۰/۶۴۱۲	۰
قسمت (ب): میانگین‌های بارهای عاملی شرکت‌های بزرگ و کوچک					
		میانگین بارهای عاملی	t-value		
میانگین بارهای عاملی (Small)		۰/۳۶۱۷	۱/۹۹۸		
میانگین بارهای عاملی (Big)		۰/۱۰۵۸*	۳/۵۳۷		
اختلاف میانگین دو جامعه (Small-Big)		۰/۲۵۵۸	۱/۳۱۵		

مطابق نتایج جدول ۷ قسمت الف، حساسیت بازده برخی از پرتفوی‌های اندازه-ارزش نسبت به عامل تغییرات دما (TSF) معنادار هستند اما تفاوت معناداری بین میانگین بارهای عاملی شرکت‌های کوچک و بزرگ وجود ندارد. به عبارتی اندازه شرکت الزاما در میزان حساسیت بازده نسبت به عامل تغییرات دما (TSF) تعیین کننده نیست و فرضیه سوم رد می شود. این نتیجه با مقاله بالورز و همکاران (۲۰۱۷) تفاوت دارد چرا که نتایج آنها بیانگر این بود که شرکت‌های کوچک حساسیت بیشتری نسبت به تغییرات دما دارند. البته نتایج گرگوری (۲۰۲۱) مخالف نتایج بالورز و همکاران (۲۰۱۷) است. وی نشان می‌دهد اندازه و ارزش شرکت‌ها سبب تاثیرپذیری متفاوت نخواهد شد. به نظر گرگوری (۲۰۲۱) عوامل تاثیرگذار دیگری می‌تواند وجود داشته باشد که سبب کاهش اثرات فرضی اندازه و ارزش می‌شود. برای بررسی فرضیه چهارم مبنی بر اینکه اثرگذاری تغییرات دما بر هزینه حقوق صاحبان سهام در طول بازه پژوهش افزایش یافته، ابتدا بازه زمانی پژوهش به دو قسمت تقسیم شده، بازه اول سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۸۸

و بازه دوم سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۸ و سپس مقدار اثرگذاری تغییرات دما بر هزینه حقوق صاحبان سهام طبق معادله (۵) در هر دو بازه محاسبه شده و سپس معناداری اختلاف آنها با آماره t ارزیابی می‌شود. جدول ۸ میزان اثرگذاری تغییرات دما در بازه‌های مختلف و همچنین بررسی معناداری را گزارش می‌کند.

جدول ۸. اثرعامل تغییرات دما بر هزینه حقوق صاحبان سهام

prob	اختلاف بازه زمانی (۱) و (۲)	بازه زمانی (۲) ۱۳۹۸-۱۳۸۹	بازه زمانی (۱) ۱۳۸۸-۱۳۸۰	بازه زمانی ۱۳۹۸-۱۳۸۰	
۰/۹۸	۰/۰۰۱	۰/۱۹۹	۰/۱۹۸*	۰/۳۵*	مقدار اثر تغییرات دما بر هزینه حقوق صاحبان سهام

اطلاعات جدول ۸ مقدار اثر دما بر هزینه حقوق صاحبان سهام را ۰/۳۵ بیان می‌کند. برپایه نتایج گرگوری (۲۰۲۱) مقدار اثرگذاری تغییرات دما بر هزینه حقوق صاحبان سهام در آسیا بجز ژاپن ۰/۶۱، ژاپن ۶/۱۳، امریکای شمالی ۱/۰۴-، اروپا ۲/۹۲- و در جهان ۲/۸ است. وی منفی بودن این مقدار را در امریکای شمالی و اروپا، نشان‌دهنده موفقیت آنها در مهار اثرات منفی تغییرات دما عنوان می‌کند. با وجود روند افزایشی دما در سال‌های اخیر انتظار می‌رفت مقدار اثرگذاری تغییرات دما بر هزینه حقوق صاحبان سهام در بازه دوم بیشتر باشد و همچنین تفاوت معناداری بین اثرات بازه اول و دوم وجود داشته باشد، اما گزارش جدول ۸ برخلاف انتظار بوده و فرضیه چهارم را رد می‌کند. مطابق نتایج جدول ۸ و نتایج رگرسیون چندک در پژوهش حاضر می‌توان ادعا کرد عامل تغییرات دما (TSF) بر هزینه حقوق صاحبان سهام اثرگذار بوده اما این اثرگذاری روند افزایشی نداشته است. نتایج بدست آمده با نتایج بالورز و همکاران (۲۰۱۷) متفاوت است، چرا که آنها نشان می‌دهند مقدار اثرگذاری تغییرات دما در ایالات متحده در طول زمان افزایش داشته است. یکی از دلایل این تفاوت می‌تواند بازه زمانی مورد بررسی شده باشد، آنها برای بررسی اثرات تغییرات دما یک بازه ۶۰ ساله را مورد بررسی قرار داده‌اند و آزمون فرضیه چهارم را در دو بازه ۳۰ ساله ارزیابی کرده‌اند. طبیعی است که بررسی تغییرات دما در بازه‌های بلند مدت نتایج دقیق‌تری را ارائه می‌کند، بنابراین نبود

داده های مورد نیاز قبل از سال ۱۳۸۰ در کشور را می توان به عنوان یکی از محدودیت های پژوهش حاضر نام برد.

بحث و نتیجه گیری

در پژوهش حاضر صرف ریسک تغییرات دما، با استفاده از رویکرد پرتفوی ردیاب محاسبه شد. برپایه نتایج رگرسیون سری زمانی عامل تغییرات دما (TSF) سبب بهبود عملکرد مدل های قیمت گذاری شد. نتایج رگرسیون فاما مک ب (۱۹۷۳) نیز معناداری صرف ریسک مثبت را نشان داد. نتایج این قسمت، با نتایج فیندسن (۲۰۲۲) و گرگوری (۲۰۲۱) همخوانی داشت اما با نتایج بالورز و همکاران (۲۰۱۷) که صرف ریسک منفی و معناداری را بدست آوردند همخوانی نداشت. نتایج رگرسیون چندک به عنوان آزمون قوت، اثرگذاری عامل تغییرات دما (TSF) را در دهک های اول، سوم، ششم و هفتم نشان می دهد، اما روند اثرگذاری متقارنی در دهک ها دیده نشد. بررسی های انجام شده بر روی حساسیت بازده پرتفوی های صنایع و اندازه-ارزش نسبت به عامل تغییرات دما (TSF) نشان داد، صنایع حساس بارعاملی بیشتری نسبت به سایر صنایع دارند اما فرضیه سوم مبنی بر بارعاملی بزرگتر شرکت های کوچک، رد شد. نتایج پژوهش نشان می دهد تغییرات دما سبب افزایش ۳۵ درصدی هزینه حقوق صاحبان سهام شده است. اما این اثرگذاری، برخلاف نتایج بالورز و همکاران (۲۰۱۷) روند افزایشی در طول بازه پژوهش نداشته است. نتایج رگرسیون چندک نیز یافته های بیان شده را تقویت می کند. در حالی که برپایه آمار هواشناسی افزایش دما در سال های اخیر مشهودتر بوده و انتظار می رفت اثرگذاری تغییرات دما نیز در طول بازه پژوهش روند افزایشی داشته باشد. به نظر می رسد شاید نگرانی های اقتصادی مهم تری در زندگی مردم ایجاد شده باشد که نگرانی سرمایه گذاران را نسبت به تغییرات دما کاسته باشد همانطور که کوچن (۲۰۱۱) در نتیجه پژوهش خود این را نشان داده است. بنابراین پیشنهاد می شود اثر متغیرهایی مانند تورم و یا بیکاری بر نگرانی در مورد تغییرات دما نیز مورد بررسی قرار گیرد. از آنجا که متغیرهای اثرگذار بر دما می تواند به عنوان متغیر کنترل اقلیمی در روش پرتفوی ردیاب مورد استفاده قرار گیرد، پیشنهاد می شود پژوهشگران آتی میزان انتشار گازهای گلخانه ای را در محاسبه صرف ریسک تغییرات دما مورد بررسی قرار دهند. با توجه به عنوان «شوک دما» در مقالات مختلف، پیشنهاد می شود اثر شوک دما بر هزینه حقوق صاحبان سهام نیز مورد ارزیابی قرار گیرد.

References

- Addoum, Jawad M, David T Ng, and Ariel Ortiz-Bobea. (2019). Temperature Shocks and Establishment Sales. , *Available at SSRN 3411225*.
- Balvers, R; Du, D; & Zhao, X. (2017). Temperature shocks and the cost of equity capital: Implications for climate change perceptions. *Journal of Banking & Finance*, 77, 18-34.
- Bansal, R; Ochoa, M; & Kiku, D. (2015). Climate Change and Growth Risks (Working Paper No. 23009). In: National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w23009>.
- Batten, S; Sowerbutts, R; & Tanaka, M. (2020). Climate change: Macroeconomic impact and implications for monetary policy. *Ecological, Societal, and Technological Risks and the Financial Sector*, 13-38.
- Cachon, G. P; Gallino, S; & Olivares, M. (2012). Severe weather and automobile assembly productivity. *Columbia Business School Research Paper*(12/37).
- Cha, M; Lee, S; Mark, N. C; Nauerz, J; Rawls, J; & Wei, Z. (2021). Temperature Shocks and Real Exchange Rates. *UCR Dep. Econ*.
- Chamaillé-Jammes, S; Fritz, H; & Murindagomo, F. (2007). Detecting climate changes of concern in highly variable environments: Quantile regressions reveal that droughts worsen in Hwange National Park, Zimbabwe. *Journal of Arid Environments*, 71(3), 321-326.
- Cooper, M. J; Gutierrez Jr, R. C; & Hameed, A. (2004). Market states and momentum. *The journal of finance*, 59(3), 1345-1365.
- Dafermos, Y; Nikolaidi, M; & Galanis, G. (2018). Climate change, financial stability and monetary policy. *Ecological Economics*, 152, 219-234.
- Dell, M; Jones, B. F; & Olken, B. A. (2012). Temperature shocks and economic growth: Evidence from the last half century. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 4(3), 66-95.
- Dell, M; Jones, B. F; & Olken, B. A. (2014). What do we learn from the weather? The new climate-economy literature. *Journal of Economic literature*, 52(3), 740-798.
- DePaula, G. (2020). The distributional effect of climate change on agriculture: Evidence from a Ricardian quantile analysis of Brazilian census data. *Journal of Environmental Economics and Management*, 104, 102378.
- Donadelli, M; Jüppner, M; Riedel, M; & Schlag, C. (2017). Temperature shocks and welfare costs. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 82, 331-355.
- Du, D. (2014). Persistent exchange-rate movements and stock returns. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 28, 36-53.
- Fama, E.F. , French, K. (1996). Multifactor explanations of asset pricing anomalies. *J. Finance* 51, 55–84.
- Fama, E. F; & MacBeth, J. D. (1973). Risk, return, and equilibrium: Empirical tests. *Journal of political economy*, 81(3), 607-636.
- Findsen, F. (2023). Climate Change Effect on Cost of Capital: Evidence from Denmark ,Social Science Research Network (SSRN). from Denmark ,Social Science Research Network (SSRN). doi:10.2139/ssrn.4316397
- Fisher, A. C; Hanemann, W. M; Roberts, M. J; & Schlenker, W. (2012). The economic impacts of climate change: evidence from agricultural output and random fluctuations in weather: comment. *American Economic Review*, 102(7), 3749-3760.

- Gafari, A. V. (2020). Investment Strategy with Changes in Temperature and Value of Companies. *Journal of strategic managment studies*, 10(40), 203-236. Retrieved from sid.ir/paper/409757/en. (In Persian).
- Graff Zivin, J; & Neidell, M. (2014). Temperature and the allocation of time: Implications for climate change. *Journal of Labor Economics*, 32(1), 1-26.
- Gregory, R. P. (2021). The pricing of global temperature shocks in the cost of equity capital. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 72, 101319.
- Hachmi Ben Ameer, D.,D (2024). Perceived climate risk and stock prices: An empirical analysis of pricing effects. *Journal of society for Risk Analysis*. doi:10.1111/sra.14191
- Henry, P.B. (2003). Capital-account liberalization, the cost of capital, and economic growth. *Am. Econ. Rev.* 93, 91-96.
- Kahn, M. E; & Kotchen, M. J. (2011). Business cycle effects on concern about climate change: the chilling effect of recession. *Climate Change Economics*, 2(03), 257-273.
- Kapadia, N. (2011). Tracking down distress risk. *Journal of Financial Economics*, 102(1), 167-182.
- Kling, G. V. (2021). The impact of climate vulnerability on firms' cost of capital and access to finance. [journal homepage:www.elsevier.com/locate/worlddev](http://www.elsevier.com/locate/worlddev) elopment.volume:137. doi:10.1016/j.worlddev.2020.105131
- Lamont, O. A. (2001). Economic tracking portfolios. *Journal of Econometrics*, 105(1), 161-184.
- Lee, K; Baek, H.-J; & Cho, C. (2013). Analysis of changes in extreme temperatures using quantile regression. *Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences*, 49, 313-323.
- Lewellen, J; Nagel, S; & Shanken, J. (2010). A skeptical appraisal of asset pricing tests. *Journal of Financial Economics*, 96(2), 175-194.
- Nargesi, A. (2017). The Effect of the Company's Life Cycle Cost of Equity Capital in Listed Companies in Tehran Stock Exchange. *Journal of Quarterly Journal of Securities Exchange*, Issue No.38,, 31-54 <https://doi.org/10.22034/jse.2017.11105>. (In Persian).
- Quiggin, J. , Horowitz, J. (2003). Costs of adjustment to climate change. *Austr. J. AgricJ. Agric. Resour. Econ.* 47, 429-446.
- Sarraf, F; Aminian, T; Emamverdi, G; & Baghani, A. (2018). Asymmetric effects of oil price shocks and economic policy uncertainty on stock returns across industries under different market conditions. *Securities Exchange Quarterly Journal*, 11(43), 5-22. (In Persian)
- Vakilifard, H., hamidiyan, M. Talebniya GH. A. (2019). Pricing test of temperature volatility premium in Tehran Security Exchange. *Journal of financial managment perspective* 8(4 (24)), 35-61. Retrieved from [//sid.ir/paper/399286/en](http://sid.ir/paper/399286/en). (In Persian)
- Vassalou, M. (2003). News related to future GDP growth as a risk factor in equity returns. *Journal of Financial Economics*, 68(1), 47-73.

COPYRIGHTS



This is an open access article under the CC BY-NC 4.0 license.