Financial Research Journal
Print ISSN: 1024-8153
Online ISSN: 2423-5377

Water Risk and Mining Firms' Stock Return

Maryam Davallou*
*Corresponding Author, Associate Prof., Department of Financial Management and Insurance, Faculty of Management and Accounting, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. E-mail: m_davallou@sbu.ac.ir

Shirin Mehrali
MSc., DD of Financial Management, Faculty of Accounting and Management , Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. E-mail: shirinmehrali@gmail.com

Abstract

Objective

Access to sustainable water resources has recently been raised as a major challenge facing water-dependent companies. The mining industry is one of the huge water users, which can be severely affected by water crises. The purpose of the current research is to test the pricing of water risk in mining companies of the Tehran Stock Exchange (TSE) and to estimate the drop in the value of their shares in the event of a water crisis.

Methods

Considering that the availability of water resources hinges on rainfall levels in the catchment area, we assessed water risk using the Standard Precipitation Index (SPI). Employing seasonal data from 2007 to 2011, it used a dynamic panel regression model to assess the effect of water risk on stock returns, controlling for factors such as profitability, leverage, firm size, and capital intensity among 11 companies. Then, the probable loss in a water crisis scenario was calculated using the stress test in the framework of value at risk. Also, the effect of drought hazard index, firm size, and covariance of market return with SPI on the value at risk of firms were investigated.

Results

The significance of the water risk effect on stock returns of mining companies indicates the pricing and the confirmation power of this risk factor to explain the changes in stock returns over time, in a way that one unit increase in water risk will cause a decrease of about 3% in the excess return of the firm's stock three quarters later. Also, the results showed that the amount of rainfall and drought in the region affects the firm's stock returns only up to three seasons, and its long-term effect is zero with a slight tolerance. Additional research findings indicate that during water crises, mining companies may experience a decline in value ranging from 15 to 45 percent. However, there was no direct

relationship between the drought risk index and the value at risk of the firm's value. Further investigations confirmed the existence of a strong relationship between the value at risk and the correlation coefficient of SPI and the market return. This means that the more positive the correlation between SPI and market returns, the greater the value at risk of the firm in water crisis conditions.

Conclusion

Water risk can explain part of the changes in stock returns of mining companies. Although companies may be situated in similar drought-prone regions, the level of value at risk for their stocks varies i.e., in case of any water resource crisis, other factors affect water risk other than drought. The shareholders of the larger company will suffer relatively fewer losses due to water risk.

Keywords: Firm value, Stock returns, Value at Risk, Water risk.

Citation: Davallou, Maryam & Mehrali, Shirin (2024). Water Risk and Mining Firms' Stock Return. *Financial Research Journal*, 26(2), 232-258. https://doi.org/10.22059/FRJ.2023.356655.1007447 (*in Persian*)

Financial Research Journal, 2024, Vol. 26, No.2, pp. 232-258
Published by University of Tehran, Faculty of Management
https://doi.org/10.22059/FRJ.2023.356655.1007447
Article Type: Research Paper
© Authors
Received: March 16, 2023
Received in revised form: August 06, 2023
Accepted: November 09, 2023
Published online: July 20, 2024

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

شاپا چاپی: ۸۱۵۳-۱۰۲۴
شاپا الکترونیکی: ۵۳۷۷-۲۴۲۳
تحقیقات مالی

ریسک آب و بازده سهام شرکت‌های معدنی

مریم دولو*
* نویسنده مسئول، دانشیار، گروه مدیریت مالی و بیمه، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. رایانامه: m_davallou@sbu.ac.ir

شیرین مهرعلی
کارشناس ارشد، گروه مدیریت مالی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. رایانامه: shirinmehrali@gmail.com

چکیده

هدف: جهان در قرن بیست‌ویکم، در مسیر توسعهٔ پایدار با مجموعهٔ بزرگی از چالش‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی، همچون تغییرات آب‌وهوا و کاهش دسترسی به منابع طبیعی مواجه است. دسترسی به منابع پایدار آب، یکی از چالش‌های جدی شرکت‌های آب‌بر (وابسته به آب) است. صنایع معدنی یکی از مصرف‌کنندگان بزرگ آب هستند که در اثر وقوع بحران آب، به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌گیرند. هدف پژوهش حاضر، آزمون قیمت‌گذاری ریسک آب در شرکت‌های معدنی بورس اوراق بهادار تهران و برآورد افت ارزش سهام آن‌ها، در صورت وقوع بحران آب است.

روش: نظر به اینکه منابع آب در دسترس، به میزان بارش حوزهٔ آبریز وابسته است، ریسک آب با استفاده از شاخص بارش استاندارد (SPI) اندازه‌گیری شده است و اثر آن بر بازده سهام، پس از کنترل اثر متغیرهای سودآوری، اهرم مالی، اندازهٔ شرکت و شدت سرمایه‌گذاری، با استفاده از رگرسیون داده‌های ترکیبی پویا و داده‌های فصلی ۱۱ شرکت طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۴۰۱ بررسی شده است. بر این اساس، زیان محتمل در صورت وقوع سناریوی بحران آب با استفاده از آزمون تنش، در چارچوب ارزش در معرض خطر محاسبه شده است. همچنین، اثر شاخص خطر خشک‌سالی، اندازهٔ شرکت و کوواریانس بازده بازار با SPI بر ارزش در معرض خطر شرکت‌ها بررسی شد (شاخص ریسک بحران آب، به‌عنوان متغیر سناریو و سایر متغیرها، به‌عنوان متغیرهای غیرسناریو لحاظ شده است).

یافته‌ها: معناداری اثر ریسک بحران آب بر بازده سهام شرکت‌های معدنی، از قیمت‌گذاری ریسک مذکور و تأیید توان این عامل ریسک برای تبیین تغییرات بازده مقطعی سهام این شرکت‌ها حکایت دارد. یافته‌ها نشان می‌دهد که در صورت وقوع بحران آب، شرکت‌های معدنی، بین ۱۵ تا ۴۵ درصد ارزش خود را از دست خواهند داد؛ به‌طوری‌که یک واحد افزایش ریسک آب، باعث می‌شود که بازده اضافی سهام شرکت در سه فصل آتی، حدود ۳ درصد کاهش یابد. میزان خشک‌سالی/ بارش فقط تا ۳ فصل بر بازده سهام شرکت مؤثر است و اثر بلندمدت آن نزدیک صفر است. همچنین، رابطهٔ مستقیمی میان شاخص خطر خشک‌سالی و ارزش در معرض خطر شرکت‌های معدنی مشاهده نشد. بررسی بیشتر حکایت دارد از وجود رابطهٔ محکم ارزش در معرض خطر و ضریب هم‌بستگی SPI و بازده بازار؛ بدین مفهوم که ضریب هم‌بستگی بالاتر SPI و بازده بازار در وضعیت بحران آب، به ارزش در معرض خطر بیشتر شرکت‌ها منجر خواهد شد. این موضوع را می‌توان به بخشی از ریسک آب مربوط دانست که کلیت بازار را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

نتیجه‌گیری: ریسک آب می‌تواند تغییرات بازده مقطعی سهام شرکت‌های معدنی را توضیح دهد. طبق شواهد تجربی به‌دست‌آمده، با وجود قرارگیری شرکت‌ها در مناطق یکسان از منظر خشک‌سالی، اثرپذیری ارزش در معرض خطر بازده سهام شرکت‌های معدنی با یکدیگر متفاوت است؛ بدین معنا که در صورت وقوع بحران منابع آب، عوامل دیگری غیر از خشک‌سالی بر ریسک آب اثرگذارند.

کلیدواژه‌ها: ارزش در معرض خطر، ارزش شرکت، بازده سهام، ریسک آب.

استناد: دولو، مریم و مهرعلی، شیرین (۱۴۰۳). ریسک آب و بازده سهام شرکت‌های معدنی. *تحقیقات مالی*، ۲۶(۲)، ۲۳۲- ۲۵۸.

تحقیقات مالی، ۱۴۰۳، دوره ۲۶، شماره ۲، صص. ۲۳۲-۲۵۸
ناشر: دانشکدهٔ مدیریت دانشگاه تهران
نوع مقاله: علمی پژوهشی
© نویسندگان
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۲۵
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۰۵/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۱۸
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۴/۳۰
doi: https://doi.org/10.22059/FRJ.2023.356655.1007447

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه

جهان در قرن بیست‌ویکم، در مسیر توسعهٔ پایدار با مجموعه چالش‌های گستردهٔ زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی، مانند تغییرات آب‌وهوا، رشد جمعیت و کاهش دسترسی به منابع طبیعی مواجه است. تغییر اقلیم به رویدادهای شدید آب‌وهوایی، خشک‌سالی‌های تاریخی، تغییر اجزای سیستم‌های آب شیرین و کاهش دسترسی به آب منجر شده است (بیتز، کوندزویچ، وو و پالوتیکوف[1]، ۲۰۰۸). رشد جمعیت به‌طور مستقیم با افزایش برداشت جهانی آب ناشی از شهرنشینی مرتبط است (لوینسون[2]، ۲۰۰۰). آب برای رشد اقتصادی نیز مهم است؛ زیرا هر صنعتی برای توسعه به آب نیاز دارد. کاهش کمیت و کیفیت آب به‌دلیل تغییرات آب‌وهوایی و آلودگی ناشی از صنعتی شدن، شرکت‌ها را در معرض طیف وسیعی از چالش‌های ناشی از رقابت بیشتر برای منابع با مصارف عمومی آب قرار می‌دهد. این امر می‌تواند به کاهش تخصیص آب برای عملیات تجاری، مخالفت فزایندهٔ جامعه برای مجوزهای جدید، افزایش نظارت بر مدیریت آب شرکتی، مقررات سخت‌گیرانه‌تر کیفیت آب و افزایش قیمت آب منجر شود؛ به‌گونه‌ای که منعکس‌کنندهٔ هزینهٔ کامل آب شود (موریسون، موریکاوا، مورفی و شولت[3]، ۲۰۰۳). بنابراین، مجمع جهانی اقتصاد، به‌تازگی دسترسی به آب را به‌عنوان «بزرگ‌ترین ریسک جهانی» نامیده است (فریمن، کالینز و بارتون[4]، ۲۰۱۷).

طبق گزارش‌های سالانه افشای آب شرکت‌ها در سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ از گزارش جهانی آب (CDP)[5]، تأمین منابع مطمئن آب در بسیاری از نقاط جهان به‌دلیل افزایش تقاضای آب ناشی از رشد جمعیت و توسعهٔ اقتصادی، به‌طور فزاینده‌ای دشوار می‌شود (گزارش آب جهانی، ۲۰۱۷). کاهش عرضهٔ آب، به‌دلیل تغییرات آب‌وهوایی و منابع آب آلوده، این دشواری را دوچندان می‌سازد. در این میان، برخی صنایع، مانند معدن، در کنش و واکنش بیشتری با تقاضا و عرضهٔ آب قرار دارد. از منظر آبخیزداری، استخراج، یکی از کاربران بزرگ آب است و علاوه‌براینکه روی کمیت و کیفیت آب مؤثر است، در معرض مقررات حاکمیتی و نظارت بیشتر جوامع محلی نیز قرار دارد (انجمن معادن کانادا[6]، ۲۰۰۴). چالش‌های آب در بخش معدن را می‌توان در چهار حوزه برشمرد:

۱. افزایش تقاضای محصولات معدنی که ناشی از رشد جمعیت و توسعهٔ اقتصادی رخ می‌دهد (میراندا، ساور و شینده[7]، ۲۰۱۰)؛
۲. انفجار رشد اقتصادی در کشورهای با محدودیت دسترسی به منابع آب صنعتی که سرمایه‌گذاری‌های معدنی آن‌ها را با مشکل روبه‌رو می‌کند (میراندا و همکاران، ۲۰۱۰)؛
۳. کاهش عیار سنگ‌های معدنی در سطح جهان که سبب مصرف آب بیشتر برای استخراج واحد سنگ معدن می‌شود (ماد[8]، ۲۰۰۸)؛

1. Bates, Kundzewicz, Wu & Palutikof
2. Levinson
3. Morrison, Morikawa, Murphy & Schulte
4. Freyman, Collins & Barton
5. CDP Global Water Report
6. Mining Association of Canada
7. Miranda, Sauer & Shinde
8. Mudd

۴. تغییرات اقلیم که سبب تغییر میزان بارش و جاری شدن سیلاب و در نتیجه افزایش احتمال آلودگی آب در محل معدن می‌شود (ماد، ۲۰۰۸).

این چالش‌های مرتبط با آب، خطرهای فیزیکی، نظارتی و شهرت را برای سهامداران شرکت‌های معدنی ایجاد می‌کند. این خطرها معمولاً به‌صورت ترکیبی ظاهر می‌شوند که به موجب آن، یک خطر فیزیکی (کمبود آب) می‌تواند خطر نظارتی (لغو مجوز استفاده از آب) یا خطر اعتباری (آسیب به برند شرکت) ایجاد کند (لوینسون، ۲۰۰۸). این ریسک‌ها می‌تواند بر عملکرد مالی شرکت تأثیر عمده‌ای داشته باشد. اختلال فرایند تولید به زیان مالی ناشی از فروش از دست رفته (هزینه فرصت) منجر خواهد شد. تغییر الزامات نظارتی، فرایندهای تولید و افزایش قیمت آب‌بها، باعث افزایش هزینه‌های عملیاتی و کاهش حاشیه سود ناخالص می‌شود. خطرها و محدودیت‌های بالقوهٔ عملیات پایدار، ممکن است به هزینهٔ سرمایه بیشتر شرکت‌های معدنی منجر شود. این چالش‌ها در سال‌های اخیر، مشارکت شرکت‌ها در مدیریت آب و استراتژی‌های واکنش به ریسک آب را افزایش داده است. حتی اگر ابزارها و روش‌های متنوعی برای کمک به ارزیابی و کاهش خطر مواجهه با ریسک آب ایجاد شود، شرکت‌ها نمی‌توانند با سرعت کافی واکنش نشان دهند. نظارت بر آب و توسعه درک مشترک در خصوص چگونگی ارزیابی تأثیر ریسک آب مستلزم برقراری استراتژی‌های پایدار است (خالامایزر[1]، ۲۰۱۶).

در دنیایی با محدودیت آب، ریسک‌های مالی شرکتی از گذرگاه ریسک‌های عملیاتی، محدودیت‌های رشد آتی و احتمالاً هزینه‌های کسب‌وکار، اثرگذار خواهد بود (برنیک[2]، ۲۰۱۷). سرمایه‌گذاران ناگزیر باید ریسک‌های مرتبط با آب را در استراتژی پرتفوی خود منظور کنند (فریمن و همکاران، ۲۰۱۷). اما با توجه به گستره وسیع جنبه‌های جغرافیا، صنعت و شرکت در ریسک آب، قیمت‌گذاری ریسک آب در بورس اوراق بهادار دشوار است. این موضوع، فرصتی برای نگاه‌های نوین در پژوهش و توسعه، جهت بررسی اثر ریسک آب بر بازده سهام شرکت ایجاد می‌کند که می‌تواند به‌عنوان ابزار مدیریت ریسک آب شرکت مورد استفاده قرار گیرد.

در پژوهش حاضر، به آزمون قیمت‌گذای ریسک آب در شرکت‌های معدنی بورس اوراق بهادار تهران پرداخته می‌شود. همچنین، ارزش در معرض خطر این شرکت‌ها، در صورت وقوع بحران منابع آب محاسبه و اثر اندازهٔ شرکت و خشک‌سالی بر افت ارزش ناشی از ریسک آب بررسی می‌شود.

پیشینهٔ پژوهش

مطالعهٔ اثر ریسک آب بر عملکرد مالی و ارزش بازار شرکت‌ها، اخیراً در کانون توجه محققان قرار گرفته است (هوینه، نگوین و ترونگ[3]، ۲۰۲۰). برآورد تأثیر ریسک آب بر عملکرد مالی شرکت‌ها به‌دلیل عدم افشای داده‌های مربوط به آب و استراتژی‌های مدیریت ریسک آب توسط شرکت‌ها موضوعی چالش‌برانگیز است.

1. Khalamayzer
2. Bernick
3. Huynh, Nguyen & Truong

رابطه بین فعالیت‌های زیست محیطی و عملکرد مالی شرکت‌ها از نگاه پژوهشگران بسیار واکاوی شده است. با این حال، مشخص نیست آیا انجام اقدام‌های دوستدار محیط زیست منجر به ارزش افزوده بیشتر می‌شود یا هزینه‌های اضافی بر شرکت تحمیل می‌کند. برخی ادعا می‌کنند بهبود شیوه‌های زیست‌محیطی منجر به افزایش درآمدزایی، هزینهٔ کمتر، تمایز محصول، دسترسی به بازارهای خاص، حذف جریمه‌های هنگفت و به حداقل رساندن هزینه‌های مسئولیت مرتبط می‌شود (چوی و نگ[1]، ۲۰۱۱). کلاسن و مک‌لافلین[2] (۱۹۹۶) بازده غیرعادی مثبت سهام شرکت‌های دریافت‌کننده جوایز عملکرد زیست‌محیطی را تأیید می‌کنند. طبق نتایج حاصل از مطالعات داول، هارت و یئونگ[3] (۲۰۰۰) شرکت‌های دارای استانداردهای زیست‌محیطی سخت‌گیرانه، ارزش بازار بالاتری دارند. درووال، بائر، گونستر و کودیک[4] (۲۰۰۴) دریافتند عملکرد زیست محیطی برتر، به بازده سهام بالاتر منجر می‌شود؛ در حالی‌که یاماشیتا، سن و رابرتز[5] (۱۹۹۹) ادعا می‌کنند که بازده تعدیل‌شده بابت ریسک شرکت‌های دوستدار محیط زیست، به میزان چشمگیری بیش از شرکت‌هایی است که با محیط زیست بیگانه‌اند.

در مقابل، طبق مجموعه دیگری از پژوهش‌ها استدلال می‌شود هزینه شیوه‌های زیست‌محیطی سختگیرانه، بار اضافی بر دوش منابع مالی شرکت می‌گذارد. فریدمن[6] (۲۰۰۷) و جافه، پترسون، پورتنی و استاوینز[7] (۱۹۹۵) معتقدند فعالیت‌های زیست‌محیطی، هزینه‌های مستقیم/غیرمستقیم بالایی به شرکت تحمیل می‌کند؛ به‌گونه‌ای که باعث هدررفت منابع مالی و کاهش رقابت‌پذیری شرکت می‌شود. عدم توجیه مزایای مالی مرتبط با هزینه‌های زیست محیطی (والی و وایتهد[8]، ۱۹۹۴) و تأثیر منفی کنترل‌های محیطی بر بهره‌وری شرکت (گری و شادبیگیان[9]، ۱۹۹۳) تأیید شده است؛ به‌گونه‌ای که اوبرندورفر، اشمیت، واگنر و زیگلر[10] (۲۰۱۳) نشان دادند لحاظ کردن شرکت‌های آلمانی در شاخص پایداری داوجونز STOXX و پایبندی متعاقب این شاخص به مسائل محیط زیستی، به بازده منفی سهام منجر می‌شود. شاید دلیل اصلی آن را بتوان در مطالعه لیوی و شارما[11] (۲۰۱۲) یافت. ایشان دریافتند سرمایه‌گذاران نقاط قوت محیط زیستی را به‌عنوان هزینه/جریمه اضافی درک می‌کنند. به‌طور کلی، ارتباط معناداری میان فعالیت‌های زیست محیطی و عملکرد مالی شرکت نمی‌توان یافت (کوهن، فن و نایمون[12]، ۱۹۹۷). به عبارت دیگر، مطالعات موجود توانایی تبیین رابطه شفاف میان بهبود عملکردهای زیست محیطی و مزایای اقتصادی را ندارد (واگنر[13]، ۲۰۰۱).

1. Choi and Ng
2. Klassen and McLaughlin
3. Dowell, Hart & Yeung
4. Derwall, Bauer, Guenster & Koedijk
5. Yamashita, Sen & Roberts
6. Friedman
7. Jaffe, Peterson, Portney & Stavins
8. Walley & Whitehead
9. Gray and Shadbegian,
10. Oberndorfer, Schmidt, Wagner & Ziegler
11. Lioui and Sharma
12. Cohen, Fenn & Naimon
13. Wagner

بی‌توجهی به مسائل زیست‌محیطی، هزینه‌های ناگهانی و پیش‌بینی‌نشده بر شرکت تحمیل می‌کند. براساس مستندات مرکز منابع هند[1] (۲۰۰۴) جامعهٔ کشاورزی ایالت کرالا، در هند، به‌خاطر برداشت بی‌رویهٔ آب از منابع زیرزمینی، از شرکت کوکاکولا شکایت کرد و این شرکت را به پرداخت خسارت و تعطیلی دائم کارخانه در این ایالت وادار کرد. کوکاکولا مجبور شد برای ادامهٔ فعالیت، در سال ۲۰۰۸ یک برنامه «خالص صفر»[2] را با هدف برداشت و شارژ مجدد همان مقدار آب زیرزمینی مورد نیاز عملیات برای کارخانه‌اش در هند تدوین کند (کارنانی[3]، ۲۰۱۲). پیش‌بینی هزینه قبل از وقوع فاجعه، می‌تواند منافعی مانند تصویر مثبت از برند، درک بهتر شرکت توسط ذی‌نفعان و کاهش هزینه‌های جبران فاجعه به همراه داشته باشد (مایلز و کوین[4]، ۲۰۰۰).

جنبه‌های فیزیکی، نظارتی و اعتباری ریسک آب بر عملکرد مالی و ارزش شرکت‌های تولیدی اثرگذار است (بلیندا موگوسانو[5]، ۲۰۱۸). علاوه‌براین، موضع‌گیری‌های مدیریت شرکت در مقابل این خطرات، می‌تواند این ریسک را کاهش دهد یا به دومینویی تبدیل شود که ریسک‌های عملیاتی، بدهی و غیره را به‌دنبال داشته باشد. مدیریت مناسب مصرف آب و دفع پساب در بخش‌های گوناگون تولید در شرکت‌ها می‌تواند هزینه‌های عملیاتی آن‌ها را در تجربه خشک‌سالی‌های غیرمنتظره کاهش دهد و به‌سبب آن بر ارزش شرکت‌های تولیدی مؤثر باشد (جوونوت[6]، ۲۰۲۱). مجرای اثرگذاری ریسک آب بر ارزش شرکت و بازده سهام آن‌ها شاید قابل ردیابی باشد؛ اما قابل اندازه‌گیری نیست. اول آنکه جغرافیای محل عملیات شرکت، صنعت و نوع فعالیت شرکت بر قدرت ریسک آب اثرگذار است. شرکت‌هایی که عملیات آن‌ها وابستگی بیشتری به آب دارد، از یک‌سو تحت تأثیر کمبود یا بیش‌بود (سیلاب) آب قرار دارند و از سوی دیگر، نگاه نهادهای ناظر و گروه‌های محلی به نحوه مدیریت آب این شرکت‌ها دوخته شده است. این موضوع زمانی که جغرافیای محل عملیات شرکت دارای تنش آبی یا بحران آب باشد، دوچندان می‌شود (باتیسون، دافرموس و موناسترولو[7]، ۲۰۲۱). دوم، ریسک آب در شرکت‌ها و اثرگذاری نحوهٔ مدیریت آب بر میزان جذب این ریسک، سبب درون‌زایی ماهیت ریسک آب شده است؛ به‌گونه‌ای که تفکیک و اندازه‌گیری جنبه‌های مختلف آن را با مشکل روبه‌رو کرده است (باتیسون، ۲۰۱۹).

موانع اصلی ادغام ریسک آب در تصمیمات سرمایه‌گذاری عبارت‌اند از: عدم اولویت‌بندی ابعاد ریسک آب در تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاری، فقدان داده‌های قابل مقایسه بین شرکت‌ها در مورد عملکرد آب شرکت (معیار)، عدم افشای مداوم سنجش‌های مربوط به آب توسط شرکت‌ها، فقدان یک چارچوب مؤثر تجزیه تحلیل ریسک آب و اجماع کافی دربارهٔ اینکه کدام معیارها باید در تحلیل جامع ریسک آب دخیل باشند (فریمن و همکاران، ۲۰۱۷). در نتیجه، هیچ رویکرد منسجم/ استانداردی برای اندازه‌گیری ریسک آب تجاری وجود ندارد (بلیندا موگوسانو، ۲۰۱۸). گاهی سرمایه‌گذاران از روش‌های برآورد ارزش اقتصادی مانند ارزش سایه‌ای آب، برای تحلیل وابستگی آب شرکت‌ها استفاده

1. Indian Resource Center
2. Net-zero
3. Karnani
4. Miles and Covin
5. Bleanda-Mogosanu
6. Jouvenot
7. Battiston, Dafermos & Monasterolo

می‌کنند (ریدلی و بولاند[1]، ۲۰۱۵). ارزش سایه‌ای آب شامل در نظر گرفتن هزینه‌های پنهان اجتماعی و زیست‌محیطی علاوه‌بر هزینه‌های مهار، تصفیه و انتقال آب به‌عنوان آب‌بهاست. در کل این هزینه‌های پنهان، نامشهود است و در قیمت‌گذاری آب لحاظ نمی‌شود. عدم قیمت‌گذاری درست، تخصیص ناکارای آب را به همراه خواهد داشت که متعاقباً، مطالبات و درگیری‌های محلی و اجتماعی را باعث می‌شود.

مؤسسه‌ها و نهادهای گوناگون، تلاش‌هایی جهت توسعه شاخص‌های ارزیابی ریسک آب انجام داده‌اند که از آن جمله می‌توان به شاخص ارزیابی ریسک آب بلومبرگ اشاره کرد. پارک، گائو، ون آست، مولدر و نوردهایم[2] (۲۰۱۵) با بهره‌گیری از شاخص ارزیابی ریسک آب بلومبرگ و با تمرکز بر صنعت معدن، ریسک کمبود آب را بررسی کردند. در مطالعات جدیدتر از شاخص‌های هواشناسی مبتنی بر بارش و مفاهیم ارزش در معرض خطر برای تخمین ریسک آب پیش روی شرکت‌های معدنی (بنافوس، لال و سیگل[3]، ۲۰۱۷الف و ب) و دیگر شرکت‌ها (هوینه و همکاران، ۲۰۲۰) استفاده کرده‌اند. در کل، سطح عرضهٔ آب در حوزه‌های آبریز که به آب تجدیدپذیر نیز شهرت دارد، پس از برقراری بیلان آبی زیرحوزه‌ها به‌دست می‌آید. آب تجدیدپذیر همان بارش است که تبخیر از سطح خاک و آب‌های آزاد از آن کسر شده و خالص رواناب و آب‌های زیرزمینی به آن افزوده شده است. به عبارت دیگر، آب تجدیدپذیر یا حداکثر میزان عرضه آب در هر منطقه، ارتباط مستقیمی با سطح بارش همان منطقه دارد. بنابراین استفاده از شاخص‌های خشک‌سالی می‌تواند به درستی نمایانگر شدت عرضه آب باشد.

به نظر می‌رسد مناسب‌ترین شاخصی که می‌تواند نماینده ریسک آب باشد، شاخصی است که برای کلیه ذی‌نفعان شرکت قابل درک باشد. شاخص‌های خشک‌سالی که برآمده از میزان بارش است، در کشور ایران با اقلیم گرم و خشک می‌تواند شاخص ملموسی برای ذی‌نفعان باشد. ابعاد مختلف ریسک آب از چگونگی درک هر یک از ذی‌نفعان از مسئله خشک‌سالی پدید می‌آید. سهام‌داران، مدیران، جامعهٔ محلی موقعیت قرارگیری عملیات شرکت (ممکن است محل عملیات اصلی شرکت از دفتر مرکزی جدا باشد)، مسئولان ناظر و قانون‌گذار متولی، ذی‌نفعان شرکت هستند. استفاده از متغیری که به‌طور یکسان برای تمام ذی‌نفعان قابل درک باشد، امری ضروری است؛ زیرا موضع‌گیری ذی‌نفعان شرکت در خصوص خشک‌سالی (ریسک فیزیکی آب) سبب ایجاد جنبه‌های دیگر ریسک آب (شهرت و نظارت) می‌شود (بلیندا موگوسانو، ۲۰۱۸). درک میزان بارش و خشک‌سالی از سوی جامعه محلی سطح تعارض بر سر منابع آبی را در منطقه تعیین می‌کند. از یک‌سو، سال‌هایی که خشک‌سالی بیشتر احساس می‌شود، تنش میان مدیران شرکت، جوامع محلی و نهادهای ناظر و قانون‌گذار برای دسترسی به منابع آب بالا می‌گیرد و می‌تواند بر ارزش سهام شرکت اثرگذار باشد. در این زمان، جنبه‌های شهرت و نظارت ریسک آب پررنگ‌تر می‌شود. از سوی دیگر، حجم بارش و یا سطح خشک‌سالی در واقعیت می‌تواند بر ارزش تولید، هزینه‌های عملیاتی و هزینه‌های سرمایه‌ای اثرگذار باشد، اما قبل از آنکه از کانال صورت‌های مالی بر ارزش سهام اثر بگذارد، درک سهام‌داران از سطح خشک‌سالی و میزان بارش بازده را تحت تأثیر قرار

1. Ridley and Boland
2. Park, Gao, van Ast, Mulder & Nordheim
3. Bonnafous, Lall & Siegel

می‌دهد؛ بدین معنا که سرمایه‌گذاران در مقاطع زمانی کم بارش، ریسک آب را قبل از اثرگذاری در صورت‌های مالی در ارزش سهام لحاظ کرده و تقاضای صرف ریسک دارند. درک سهام‌داران از ریسک آب پیش روی شرکت، علاوه‌بر سطح خشک‌سالی به تقاضای آب صنعتی که شرکت در آن فعال است نیز بستگی دارد (راج[1]، ۲۰۱۶). هر چه عملیات شرکت به آب وابسته‌تر باشد، سهام‌داران اثر خشک‌سالی را بر آن شرکت بیشتر می‌دانند. معدن یکی از صنایع آب‌بر است که عملیات آن به‌سبب ماهیت استخراج، قابل انتقال به مناطق پرآب نیست؛ از این رو به نظر می‌رسد سهام‌داران این صنعت، ریسک آب بیشتری را در مقایسه با دیگر صنایع آب‌بر پیش رو دارند. لذا، این پرسش مطرح است که آیا ریسک آب‌بر بازده سهام شرکت‌های معدنی اثرگذار است؟

پرسش دیگر آن است که در صورت وقوع بحران منابع آب، چه میزان از ارزش شرکت‌های معدنی از دست می‌رود؟ برای این منظور، از آزمون تنش با استفاده از مفهوم ارزش در معرض خطر استفاده شده است. اصلی‌ترین فرض این بخش ثبات هم‌بستگی میان متغیرهای اثرگذار بر بازده سهام در طول زمان است. این فرض خلاف مدل نظری چن، جاسلین و ترن[2] (۲۰۱۲) است که اظهار می‌کند صرف ریسک بلایای نادر، مانند خشک‌سالی، به‌طور چشمگیری پس از این رویداد افزایش می‌یابد؛ بدین معنا که بعد از تجربه یک خشک‌سالی شدید، سهام‌داران صرف ریسک بیشتری بابت ریسک آب طلب می‌کنند. احتساب این فرض منطقی به نظر می‌رسد؛ زیرا موقعیت جغرافیایی عملیات تمام شرکت‌های مورد بررسی در ایران و در اقلیم گرم و خشک قرار دارد و در کل، کم‌آبی در این منطقه پدیده‌ای با سابقه طولانی است. بنابراین، در بخش دوم پژوهش، حاضر به این سؤال پرداخته می‌شود که در صورت وقوع سناریو بحران منابع آب، زیان مورد انتظار شرکت‌های معدنی چه میزان است؟

پاسخ به این پرسش مسیر بررسی ارتباط میان ارزش در معرض خطر و دیگر متغیرها مانند اندازهٔ شرکت را هموار می‌سازد. بررسی رابطهٔ مذکور این آگاهی را ایجاد می‌کند که علاوه‌بر جنبه‌های شناخته شده ریسک آب (فیزیکی، شهرت و نظارت)، عوامل دیگری نیز می‌تواند بر شدت ریسک آب مؤثر باشد؛ به‌گونه‌ای که اندازهٔ شرکت می‌تواند بر توانایی مدیران شرکت در رویارویی با ریسک آب اثرگذار باشد و ارزش در معرض خطر شرکت را در هنگام وقوع بحران آب تحت تأثیر قرار دهد.

روش‌شناسی پژوهش

جهت بررسی تأثیر ریسک بحران آب بر بازده سهام شرکت‌های معدنی، رابطه دو متغیر بازده سهام و شاخص SPI (ریسک آب) با استفاده از رگرسیون داده‌های ترکیبی پویا سنجیده می‌شود. بی‌توجهی به وجود اثرهای خاص شرکت در رگرسیون داده‌های ترکیبی، موجب می‌شود که بین متغیرهای توضیحی و جزء اخلال هم‌بستگی ایجاد شود و برآورد پارامتر را از حیث تورش و سازگاری دچار مشکل می‌سازد. میزان قرارگیری یک شرکت در معرض ریسک آب به مسائلی همچون جغرافیای محل فعالیت شرکت، مشخصات ژئولوژیکی سنگ معدن مورد استخراج، آب‌وهوا و نوع عملیات

1. Raj
2. Chen, Joslin & Tran

استخراج وابسته است (میراندا و همکاران، ۲۰۱۰) بنابراین هر معدن ویژگی‌های خاص خود را دارد که بایستی با استفاده از اثرهای خاص شرکت در مدل‌سازی لحاظ شود. در پژوهش حاضر برای تخمین مدل از متغیر ابزاری آرلانو و باند[1] (۱۹۹۱) استفاده شده است.

برای تبیین رابطه بین بازده سهام شرکت‌های معدنی و شاخص SPI مدل رگرسیون داده‌های ترکیبی پویا تصریح شد (رابطه ۱). به پیروی از فلنری و ریگان[2] (۲۰۰۶) وقفهٔ اول بازده سهام به‌عنوان متغیر توضیحی لحاظ شده است. دلیل اصلی استفاده از وقفهٔ اول متغیر وابسته در مدل‌های سری زمانی، استفاده از اطلاعاتی است که در متغیرهای توضیحی و کنترلی وجود ندارد؛ اما بر متغیر وابسته اثرگذار است. بخشی از این اطلاعات در گذشته متغیر نیز وجود دارد، بنابراین با استفاده از وقفهٔ متغیر توضیحی می‌توان این اطلاعات را در مدل لحاظ کرد. علاوه‌براین، مشاهدات حاکی از این است که متغیر مستقل علاوه‌بر اثر کوتاه‌مدت، دارای یک اثر بلندمدت نیز بر متغیر وابسته می‌باشد. شواهد تجربی نشان می‌دهد که زمان بیشتری طول می‌کشد تا جنبه‌های شهرت و نظارتی ریسک آب هویدا شود (کارنانی، ۲۰۱۲).

رابطهٔ ۱)
$$RC_{it} = \beta_0 + \beta_1 TC_t + \beta_2 SPI_{it-3} + \beta_3 PROFITABILITY_{it} + \beta_4 LEVERAGE_{it} + \beta_5 D(FIRMSIZE)_{it} + \beta_6 D(CAPITALINTENSITY)_{it} + \beta_7 RC_{it-1} + \varepsilon_{it}$$

که i و t به‌ترتیب اندیس‌های شرکت و فصل، $RETURN$ بازده سهام شرکت، $FREERISK$ بازده بدون ریسک، $Rtepix$ بازده شاخص بازار، $PROFITABILITY$ سودآوری، $LEVERAGE$ اهرم مالی، $D(FIRMSIZE)$ تفاضل مرتبهٔ اول اندازهٔ شرکت، $D(CAPITALINTENSITY)$ تفاضل مرتبهٔ اول شدت سرمایه است.

برای بررسی ارزش در معرض خطر شرکت‌های معدنی در صورت وقوع سناریوی ریسک بحران آب، به تبعیت از کوپیک[3] (۱۹۹۸) با بسط آزمون تنش، مفهوم ارزش در معرض خطر (VaR) به آن افزوده می‌شود. در رویکرد کوپیک (۱۹۹۸) که تلفیقی از آزمون تنش و ارزش در معرض خطر است، با استفاده از توزیع احتمال شرطی که معمولاً در محاسبات VaR وجود دارد، زیان مورد انتظار ناشی از وقوع سناریو آزمون تنش با ضریب اطمینان ۹۵ درصد محاسبه می‌شود. در پژوهش حاضر، شاخص ریسک بحران آب به‌عنوان متغیر سناریو و سایر متغیرها به‌عنوان متغیرهای غیرسناریو لحاظ شده است.

در ادامه، از رابطه ۲ برای محاسبه زیان مورد انتظار در صورت وقوع سناریو بحران ($\overline{\mathrm{SPI}}$) استفاده می‌شود:

رابطهٔ ۲)
$$StressVaR(95)_i = \beta_2 \overline{\mathrm{SPI}}_i + X_2 \Sigma_{21i} \frac{\overline{\mathrm{SPI}}_{\mathrm{I}}}{\sigma^2_{SPI_{it-3}}} - 1.65 \sqrt{X_2 (\Sigma_{22i} - \frac{1}{\sigma^2_{SPI_{it-3}}} \Sigma_{21i} \Sigma_{12i}) X_2^T}$$

$$X_2 = [\beta_1, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6\ ]$$

β_2 بردار ضرایب حاصل از رابطهٔ ۱، $\Sigma_{21\mathrm{i}}$ بردار کوواریانس متغیر سناریو (شاخص SPI) و متغیرهای غیرسناریو، $\Sigma_{22\mathrm{i}}$ ماتریس واریانس کوواریانس متغیرهای غیرسناریو (متغیرهای کنترل) شرکت i، $\sigma^2_{SPI_i}$ واریانس شاخص SPI_{i}

1. Arellano & Bond
2. Flannery & Rangan
3. Kupiec

شرکت i است. عبارت اول رابطهٔ ۲، بخشی از زیان پیش روی شرکت به موجب اثری است کـه SPI مسـتقیماً بـر بـازده سهام شرکت می‌گذارد. عبارت دوم، زیان در انتظار شرکت را به سبب اثرگذاری SPI بر سایر متغیرها نشان می‌دهد. برای مثال، انتظار می‌رود SPI بر بازده سهام شرکت‌های کوچک‌تر، اثر بیشتری داشته و زیان بیشتری ناشـی از بحـران آب در انتظار شرکت‌های کوچک‌تر باشد. عبارت دوم رابطهٔ ۲ بیان‌کنندهٔ این زیان اضافی ناشـی از اثـر متغیرهـایی ماننـد انـدازهٔ شرکت است. عبارت سوم نیز انحراف معیار توزیع شرطی بازده در مدل تخمینی است.

ادامهٔ پژوهش به‌دنبال محاسبهٔ ارزش در معرض خطر شرکت‌های مورد مطالعه در صورت وقوع سناریو بحران است. سناریو بحران براساس شاخص SPI تعریف می‌شود؛ بدین معنا که کمترین مقدار SPI در یک بازهٔ بلندمدت (بـیش از ۵۰ سال) به‌عنوان سناریو بحران منظور می‌شود؛ سناریویی که در صورت تکرار می‌تواند زیان شایان توجهی را به شـرکت‌هـا تحمیل کند. از آنجا که محاسبه SPI بحرانی بایستی براساس داده‌های بلندمدت‌تری باشد، برای محاسبه کمترین مقـدار SPI از ایستگاه‌های هواشناسی استفاده شده است که بیش از ۵۰ سال ذخیره داده داشته باشد.

جدول ۱. ایستگاه‌های هواشناسی ـ بخش آزمون تنش

نام شرکت	نام ایستگاه هواشناسی ـ استان
ملی صنایع مس ایران	کرمان ـ کرمان
کالسیمین	زنجان ـ زنجان
معدنی و صنعتی چادرملو	یزد ـ یزد
معدنی و صنعتی گل گهر	کرمان ـ کرمان
کاما	اصفهان ـ اصفهان
معادن بافق	یزد ـ یزد
زغال سنگ نگین طبس	طبس ـ خراسان جنوبی
فرآوری مواد معدنی ایران	زنجان ـ زنجان
ملی سرب و روی ایران	زنجان ـ زنجان
معادن منگنز ایران	اصفهان ـ اصفهان
معدنی دماوند	تبریز ـ تبریز

جدول ۱ نام ایستگاه‌هایی را نشان می‌دهد که دو شرط مورد نیاز در این بخش را داشتند:

۱. حداقل ۵۰ سال ذخیره داده بارش برای آن‌ها موجود باشد.

۲. نزدیک‌ترین فاصله به سایت معدن شرکت مورد نظر را داشته باشد.

بررسی وضعیت شاخص بارش استاندارد هر ایستگاه نشان می‌دهد که در بازه ۵۰ سال گذشته، هر ایسـتگاه حـداقل یک‌بار وضعیت خشک‌سالی شدید (SPI کوچک‌تر از ۳-) را تجربه کرده است؛ بنابراین سناریو بحران برای هـر شـرکت، بحرانی‌ترین وضعیت و معادل خشک‌سالی شدید یا SPI کمتر از ۳- فرض می‌شود.

نمونه

جامعه مورد مطالعه، شرکت‌های معدنی بورس اوراق بهادار تهران است. منظور از شرکت‌های معدنی، شرکت‌هایی است که عملیات استخراج، بخشی از فعالیت‌های شرکت باشد. در میان آن‌ها، شرکت‌های فعال در صنعت معدن بورس اوراق بهادار تهران (که از ابتدای فصل چهارم سال ۱۳۸۷ تا انتهای فصل اول سال ۱۴۰۱ در بورس اوراق بهادار تهران فعال بوده‌اند) به‌عنوان نمونه آماری انتخاب شده‌اند.

متغیرها

متغیرهای پژوهش شامل بازده سهام شرکت، به‌عنوان متغیر وابسته و شاخص ریسک بحران آب، به‌عنوان متغیر مستقل است. برای رفع تورش ناشی از حذف متغیر مهم باید متغیرهای کنترل در مدل لحاظ شود. در مطالعات پیشین اثر متغیرهای زیست‌محیطی بر بعضی نسبت‌های مالی شرکت‌ها تأیید شده است (بانسال و کللاند[1]، ۲۰۰۴؛ راج، ۲۰۱۶؛ ریدلی و بولاند، ۲۰۱۵؛ هوینه و همکاران، ۲۰۲۰). ریسک فیزیکی کمبود آب به‌عنوان یک متغیر زیست محیطی علاوه‌براینکه می‌تواند در ترکیب با ریسک نظارت و شهرت بر سرمایه‌گذار تحمیل شود (لوینسون، ۲۰۰۸) یا انتظارات سرمایه‌گذار را از سودآوری آتی شرکت تغییر دهد، خود نیز می‌تواند از مجرای کاهش تولید، افزایش هزینه‌های جاری و سرمایه‌ای و برهم زدن ساختار سرمایه بر بازده سهام اثرگذار باشد (بنافوس و همکاران، ۲۰۱۷a). بدین منظور سودآوری، شدت سرمایه‌گذاری و اهرم مالی به‌عنوان متغیر کنترل در مدل لحاظ شده است. کنترل این متغیرها سبب می‌شود تا خالص اثر ریسک آب بر بازده سهام شرکت تعیین شود. علاوه‌بر نسبت‌های مذکور، بنافوس و همکاران (۲۰۱۷ب) نشان دادند شرکت‌های بزرگ و کوچک در وقوع بحران منابع آب اثر متفاوتی می‌پذیرند، بنابراین اندازهٔ شرکت نیز به‌عنوان دیگر متغیر کنترل لحاظ شده است. متغیر بازده بازار نیز به سبب احتساب ریسک سیستماتیک در نظر گرفته شده است (راس[2]، ۱۹۷۷).

شاخص ریسک آب: شاخص بارش استاندارد (SPI) به‌عنوان شاخص خشک‌سالی یا ریسک آب استفاده شده است. این شاخص اولین بار توسط مک‌کی، دوسکن و کلایست[3] (۱۹۹۳) برای پایش خشک‌سالی و با استفاده از داده‌های بارش در ایالت کلرادو ارائه شد. اساس این شاخص بر محاسبه احتمالات بارندگی در یک پنجره زمانی استوار است و بسته به هدف پژوهش در پنجره‌های زمانی ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه اندازه‌گیری می‌شود. در مطالعه حاضر، SPI به پیروی از مک‌کی و همکاران (۱۹۹۳) در پنجرهٔ زمانی سه ماهه محاسبه شده است. پنجرهٔ زمانی محاسبه SPI به جهت مطابقت با داده‌های پژوهش که فصلی است، سه ماهه انتخاب شده است. شاخص SPI به‌دست آمده، نشان‌دهنده وضعیت نرمال، خشک‌سالی یا ترسالی در بازه زمانی مورد محاسبه است. جدول ۲ حدود و توصیف طبقات مختلف شاخص بارش استاندارد را در سیستم مک‌کی و همکاران (۱۹۹۳) نشان می‌دهد.

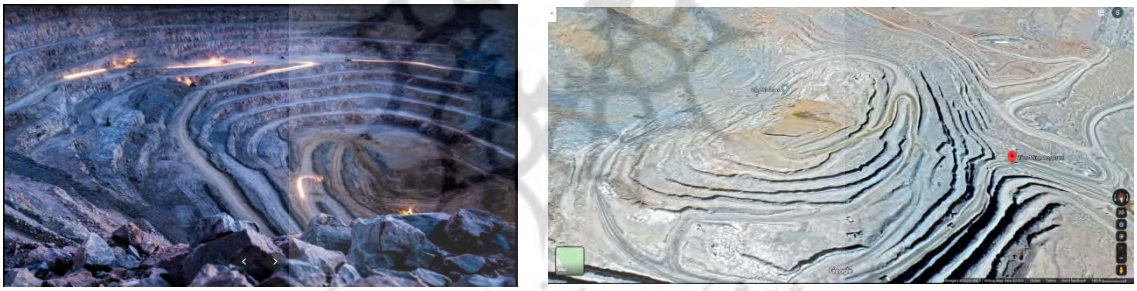
1. Bansal & Clelland
2. Ross
3. McKee, Doesken & Kleist

جدول ۲. حدود و توصیف طبقات مختلف شاخص بارش استاندارد (SPI)

وضعیت طبقه	ترسالی	نرمال	خشک‌سالی
خفیف	۱ + تا ۱/۵+	۱- تا ۱+ (N)	۱- تا ۱/۵-
متوسط	۱/۵+ تا ۲+		۱/۵- تا ۲-
شدید	مساوی یا کمتر از ۲+		مساوی یا کمتر از ۲-

هرچه SPI مثبت‌تر باشد، دسترسی شرکت به منابع آبی راحت‌تر بوده و بنگاه در کوتاه‌مدت مشکلی برای تأمین منابع آب مورد نیاز خود نخواهد داشت و بالعکس. در مناطقی که SPI به شدت منفی است، خشک‌سالی شدید حاکم بوده و کمبود آب به طرق مختلف مانند افزایش هزینه‌های عملیاتی همچون آب‌بها، مخارج سرمایه‌ای و یا کاهش تولید بر بازده سهام مؤثر است (بنافوس و همکاران، ۲۰۱۷ الف و ب).

برای محاسبه SPI نیاز به اطلاعات میزان بارش است که از سازمان هواشناسی ایران اخذ شده است. سپس با استفاده از نقشه‌های اینترنتی[1]، مختصات موقعیت جغرافیایی معادن شرکت‌های تحت بررسی استخراج شد. شکل ۱ به‌عنوان نمونه موقعیت مکانی و عکس هوایی معدن انگوران وابسته به شرکت کالسیمین را نشان می‌دهد.



شکل ۱. موقعیت مکانی معدن انگوران وابسته به شرکت کالسیمین

منبع: سایت گوگل مپ[2]

در نهایت، با انطباق موقعیت جغرافیایی معادن نام برده و ایستگاه‌های هواشناسی کشور، با استفاده از برنامه ArcGIS نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به هر معدن انتخاب شد. در شکل ۲ مراحل کار نشان داده شده است.

شکل (الف) موقعیت جغرافیایی سایت معادن را نشان می‌دهد. در شکل (ب) موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های هواشناسی به تصویر کشیده شده است. با ترکیب دو نقشه (الف) و (ب)، نقشه (پ) به‌دست می‌آید. با استفاده از این نقشه ایستگاه هواشناسی انتخاب شده که دو شرط زیر را داشته باشد:

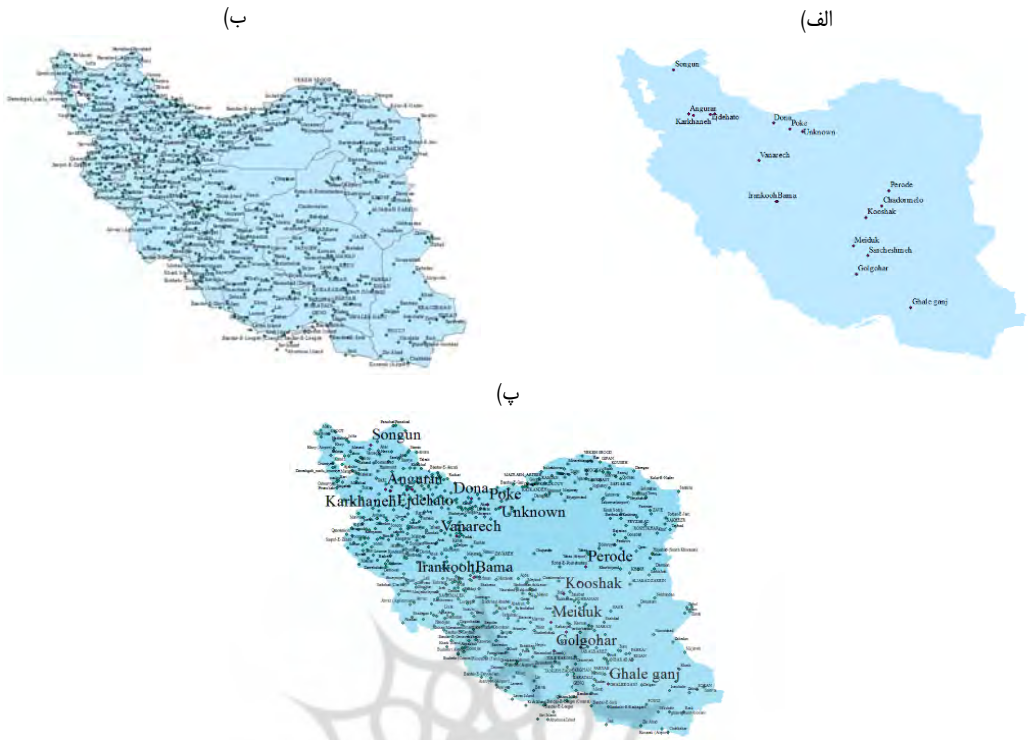
۱. نزدیکترین فاصله به سایت معدن را دارا باشد.

۲. از تعداد داده‌های کافی برخوردار باشد.

---

۱. مانند www.google.com/maps

2. Google Map



شکل ۲. الف) موقعیت جغرافیایی معادن، ب) موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های هواشناسی، پ) ترکیب موقعیت جغرافیایی معادن و ایستگاه‌های هواشناسی روی یک نقشه

بعد از انتخاب ایستگاه‌های مناسب، SPI هر معدن محاسبه شده است. جدول ۳ نام شرکت‌های معدنی مورد بررسی، محصول تولیدی و ایستگاه هواشناسی متناظر با سایت معادن آن‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۳. مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی مورد استفاده برای هر شرکت

نام شرکت	نام محصول	نام ایستگاه هواشناسی ـ استان
معادن منگنز ایران	منگنز	کهک ـ قم
معدنی دماوند	سرب	سیاه بیشه ـ مازندران
معدنی و صنعتی چادرملو	سنگ آهن	یزد ـ یزد
کاما	روی	اصفهان ـ اصفهان
ملی صنایع مس ایران	مس	شهربابک ـ کرمان
معدنی و صنعتی گل گهر	سنگ آهن	سیرجان ـ کرمان
معادن بافق	روی	بافق ـ یزد
فرآوری مواد معدنی ایران	روی	ماه نشان ـ زنجان
کالسیمین	روی و سرب	ماه نشان ـ زنجان
زغال سنگ نگین طبس	زغال سنگ	طبس ـ خراسان جنوبی
ملی سرب و روی ایران	سرب و روی	زنجان ـ زنجان

بازده سهام: برابر رشد لگاریتمی مجموع عایدی سهام‌دار از دو محل افزایش قیمت و سود تقسیمی محاسبه شده است.

رابطه ۳)
$$RETURN_{it} = \ln \frac{P_{it}}{P_{it-1}}$$

P_{it-1} قیمت تعدیل شده سهام پس از افزایش سرمایه و سود نقدی شرکت i در انتهای فصل t−۱، P_{it} قیمت سهام شرکت i در انتهای فصل t است.

بازده بازار: از رشد لگاریتمی شاخص کل بورس اوراق بهادار در فصل مورد اشاره به‌دست می‌آید.

رابطه ۴)
$$Rtepix_i = \ln \frac{TEPIX_i}{TEPIX_{t-1}}$$

که $TEPIX_{t-1}$ شاخص بورس اوراق بهادار در انتهای فصل t−۱، $TEPIX_i$ شاخص بورس اوراق بهادار در انتهای فصل t است.

سودآوری: عبارت از بازده حقوق صاحبان سهام شرکت i در فصل t است.

رابطه ۵)
$$PROFITABILITY_{it} = \frac{profit_{it}}{equiry_{it}}$$

که $profit_{it}$ سود خالص شرکت i در فصل t، $equiry_{it}$ حقوق صاحبان سهام شرکت i در فصل t است.

اهرم مالی: براساس نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام شرکت i در فصل t اندازه‌گیری می‌شود.

اندازهٔ شرکت: عبارت از لگاریتم دارایی‌های شرکت i در فصل t است.

شدت سرمایه‌گذاری: از نسبت دارایی‌های ثابت به دارایی‌های کل شرکت i در فصل t محاسبه می‌شود.

یافته‌های پژوهش

آمار توصیفی متغیرها در جدول ۴ درج شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ٤. آمار توصیفی

متغیرها	میانگین	انحراف معیار	میانه	کمینه	بیشینه
بازده اضافی سهام	۰/۰۷	۰/۳۰	۰/۰۵	−۰/۹۲	۱/۵۳
بازده اضافی بازار	۰/۰۵	۰/۱۸	۰/۰۲	−۰/۱۶	۰/۸۶
اهرم مالی	۰/۵۱	۹/۳۲	۰/۶۹	−۲۲۰/۹۹	۱۳/۷۵
اندازهٔ شرکت	۶/۴۱	۱/۰۹	۶/۱۷	۴/۳۲	۹/۱۰
شدت سرمایه‌گذای	۰/۳۰	۰/۱۸	۰/۲۸	۰/۰۳	۰/۸۰
سودآوری	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۵	−۰/۲۶	۰/۵۱
شاخص بارش استاندارد	−۰/۰۱	۰/۹۸	−۰/۰۳	−۲/۶۹	۳/۵۷

متغیرهای پژوهش برای داده‌های ۱۱ شرکت در ۵۴ فصل محاسبه شده است. بازده اضافی سهام در مدت مذکور به‌طور میانگین ۷ درصد و میانه آن ۵ درصد است. انحراف معیار ۳۰ درصدی شرکت‌های نمونه در مقایسه با انحراف معیار ۱۸ درصدی بازده اضافی بازار، به‌معنای ریسک بیشتر نمونه مورد بررسی نسبت به بازار است. کمینه اهرم مالی به‌سبب زیان انباشته و متعاقباً حقوق صاحبان سهام منفی شرکت ملی سرب و روی ایران در مقاطعی از دوره زمانی مورد مطالعه است. میانگین اهرم مالی نمونه ۵۱ درصد بوده لکن انحراف معیار آن نشان از گستردگی سیاست‌های ساختار سرمایه شرکت‌های تحت بررسی دارد. میانگین و میانه اندازهٔ شرکت به‌ترتیب ۶/۴۱ و ۶/۱۷ می‌باشد. به‌طور میانگین ۳۰ درصد دارایی شرکت‌های نمونه را دارایی‌های ثابت تشکیل می‌دهد. میانگین شاخص بارش استاندارد معادل ۰/۰۱- حاکی از این است که به‌طور میانگین شرایط خشک‌سالی خفیف بر محل سایت شرکت‌های نمونه حاکم است؛ اما این شاخص بین دو عدد ۲/۶۹- و ۳/۵۷ در نوسان است. طیف گسترده نوسان این شاخص از ترسالی شدید تا خشک‌سالی شدید، اهمیت بررسی اثر این شاخص در مطالعات مالی را نشان می‌دهد.

از شاخص SPI به روش‌های گوناگون برای توصیف خشک‌سالی استفاده می‌شود. یکی از این روش‌ها، برآورد شاخص خطر خشک‌سالی (DHI)[1] است که به پیروی از منصوری دانشور، باقرزاده و خسروی[2] (۲۰۱۳) محاسبه شده است. برای محاسبه این شاخص بسته به مقدار SPI، وزنی به DHI تخصیص داده می‌شود (جدول ۵)، سپس وزن‌های به‌دست آمده با یکدیگر جمع شده (رابطه ۶) و مطابق با جدول ۶ خطر خشک‌سالی منطقهٔ مدنظر به‌دست می‌آید. خطر خشک‌سالی با یکی از حالات کم (با احتمال ۲۰-۱۰ درصد)، متوسط (با احتمال ۳۰-۲۰ درصد)، زیاد (با احتمال ۴۰-۳۰ درصد) و خیلی زیاد (با احتمال ۵۰-۴۰ درصد) توصیف می‌شود.

جدول ۵. مقادیر SPI، اوزان DHI، طیف و توصیف خشک‌سالی

مقدار SPI	طیف خشک‌سالی	وزن DHI	توصیف خشک‌سالی
$SPI \geq -0/5$	ترسالی شدید تا نزدیک نرمال	۰	نزدیک نرمال
$SPI \leq -0/5$	متوسط تا خشک‌سالی شدید	۱	خشک‌سالی شدید

منبع: (دانشور و همکاران، ۲۰۱۳)

$$DHI = \sum_{i=1}^{n} x_i$$ رابطهٔ ۶)

x_i وزن DHI در فصل iام است که از جدول ۵ استخراج شده است. همچنین n تعداد دوره یا فصل مورد مطالعه است. در پژوهش حاضر ۵۴ فصل مورد مطالعه قرار گرفته که شاخص خطر خشک‌سالی و احتمال وقوع آن متناسب با تعداد واقعه خشک‌سالی مطابق با جدول ۶ است.

1. Drought Hazard Index
2. Mansouri Daneshvar, Bagherzadeh & Khosravi

جدول ٦. طبقه‌بندی شاخص وقوع خشک‌سالی و تعداد و احتمال واقعه خشک‌سالی

شاخص خطر خشک‌سالی (DHI)	واقعه خشک‌سالی	
	تعداد	احتمال (٪)
کم	۱۰_۵	۲۰-۱۰
متوسط	۱۶_۱۰	۳۰-۲۰
زیاد	۲۱_۱۶	۴۰-۳۰
خیلی زیاد	۲۷_۲۱	۵۰-۴۰

شاخص خطر خشک‌سالی به همراه احتمال وقوع آن برای هر شرکت محاسبه شده است (جدول ۷).

جدول ۷. شاخص خطر خشک‌سالی و احتمال وقوع آن در شرکت‌های نمونه

شرکت	خشک‌سالی		DHI
	تعداد واقعه	احتمال وقوع (درصد)	
ملی صنایع مس ایران	۱۴	۲۵/۹	زیاد
کالسیمین	۱۹	۳۵/۲	زیاد
معدنی و صنعتی چادرملو	۲۱	۳۸/۹	زیاد
معدنی و صنعتی گل گهر	۱۸	۳۳/۳	زیاد
کاما	۱۸	۳۳/۳	زیاد
معادن بافق	۱۰	۱۸/۵	متوسط
زغال سنگ نگین طبس	۳	۵/۶	نرمال
فرآوری مواد معدنی ایران	۱۹	۳۵/۲	زیاد
ملی سرب و روی ایران	۱۹	۳۵/۲	زیاد
معادن منگنز ایران	۲۰	۳۷	زیاد
معدنی دماوند	۱۱	۲۰/۴	متوسط

جدول ۷ نشان می‌دهد که بسته به منطقهٔ جغرافیایی سایت معدن شرکت، توصیف خطر خشک‌سالی از «نرمال» تا «زیاد» متغیر است. دو شرکت با خطر خشک‌سالی متوسط و اکثر شرکت‌ها در میان‌مدت با خطر خشک‌سالی زیاد مواجهند. احتمال وقوع خشک‌سالی شرکت زغال سنگ نگین طبس در محدوده نرمال است؛ درحالی‌که احتمال وقوع خشک‌سالی شرکت صنعتی و معدنی چادرملو با محل قرارگیری در محدوده شهر یزد بیشترین مقدار و برابر ۳۸/۹ درصد است.

نتایج تخمین مدل رگرسیون داده‌های ترکیبی پویا

برای پرهیز از رگرسیون کاذب که ریشه در تغییرپذیری توزیع متغیرها دارد، مانایی متغیرهای پژوهش بررسی شد[۱]. نتیجه

۱. با استفاده از آزمون ریشه واحد لوین، لین و چو (Levin-Lin-Chu)

نشان داد که اندازهٔ شرکت و شدت سرمایه‌گذاری در تفاضل مرتبهٔ اول مانا و بقیهٔ متغیرها در «سطح» مانا است. علاوه‌براین، برای بررسی آماری وجود رابطه بین وقفه‌های شاخص بارندگی و بازده سهام شرکت از آزمون هم‌بستگی متقاطع[1] استفاده شده است. در این آزمون معناداری ضریب هم‌بستگی بین وقفه‌های مختلف دو متغیر انجام شده و مشخص شد صرفاً ضریب هم‌بستگی وقفه سوم SPI و بازده شرکت معنادار است. بنابراین، وقفه سوم SPI به‌عنوان متغیر مستقل در مدل لحاظ شد. نتایج تخمین مدل با استفاده از روش آرلانو و باند (۱۹۹۱) در جدول ۸ ارائه شده است.

جدول ۸. نتایج حاصل از آزمون تأثیر شاخص ریسک آب بر بازده سهام شرکت‌های معدنی

	مدل ۱	مدل ۲	مدل ۳	مدل ۴	مدل ۵
وقفه اول بازده اضافی سهام	۰/۰۰۳* (۱/۰۸)	۰/۰۰۰* (−۱/۰۲)	−۰/۰۰۷* (−۱/۱۷)	−۰/۰۰۱* (−۱/۰۳)	−۰/۰۰۵* (−۱/۱۱)
بازده اضافی بازار	۱/۰۲*** (۱۳/۴۷)	۱/۰۲۱*** (۱۳/۳۷)	۱/۰۱*** (۱۴/۰۲)	۱/۰۱۲*** (۱۴/۰۲)	۱/۰۰۶*** (۱۴/۰۱)
وقفه سوم شاخص بارش استاندارد	۰/۰۲۹*** (۳/۰۲)	۰/۰۲۹*** (۳/۰۴)	۰/۰۳۱*** (۳/۰۸)	۰/۰۳۲*** (۲/۸۳)	۰/۰۳۴*** (۳/۰۹)
اهرم مالی		۰/۰۰۱*** (−۸/۴۵)	۰/۰۰۱*** (−۵/۲۳)	−۰/۰۰۱*** (−۹/۸۸)	−۰/۰۰۱*** (−۷/۵۹)
تفاضل مرتبه اول اندازهٔ شرکت			۰/۴۲۵* (۳/۱۴)	۰/۴۴۱*** (۲/۵۵)	۰/۲۲۶ (۰/۹۶)
تفاضل مرتبه اول شدت سرمایه‌گذاری				۰/۱۷۴ (۰/۶۴)	۰/۲۰۸ (۰/۸۲)
سودآوری					۰/۴۱۷** (۲/۰۹)
عرض از مبدأ	۰/۰۱۱* (۱/۶۵)	۰/۰۱۲* (۱/۷۱)	−۰/۰۰۱ (−۰/۰۸)	۰/۰۰۰ (−۰/۱۳)	−۰/۰۲۱ (−۱/۵۱)

۱. ***، ** و * به‌ترتیب در سطوح ۱، ۵ و ۱۰ درصد معنی‌دار هستند.

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، یک واحد افزایش ریسک آب (که برابر کاهش SPI است) باعث کاهش حدود ۳درصدی بازده اضافی سه فصل بعد سهام شرکت خواهد شد. ضریب وقفه اول بازده سهام، نشان‌دهندهٔ اثر بلندمدت متغیر مستقل بر بازده سهام است. ناچیز بودن این ضریب گویای این است که میزان بارش و خشک‌سالی منطقه تنها تا سه فصل بر بازده سهام شرکت اثرگذار است و اثر بلندمدت آن با اندکی اغماض صفر است.

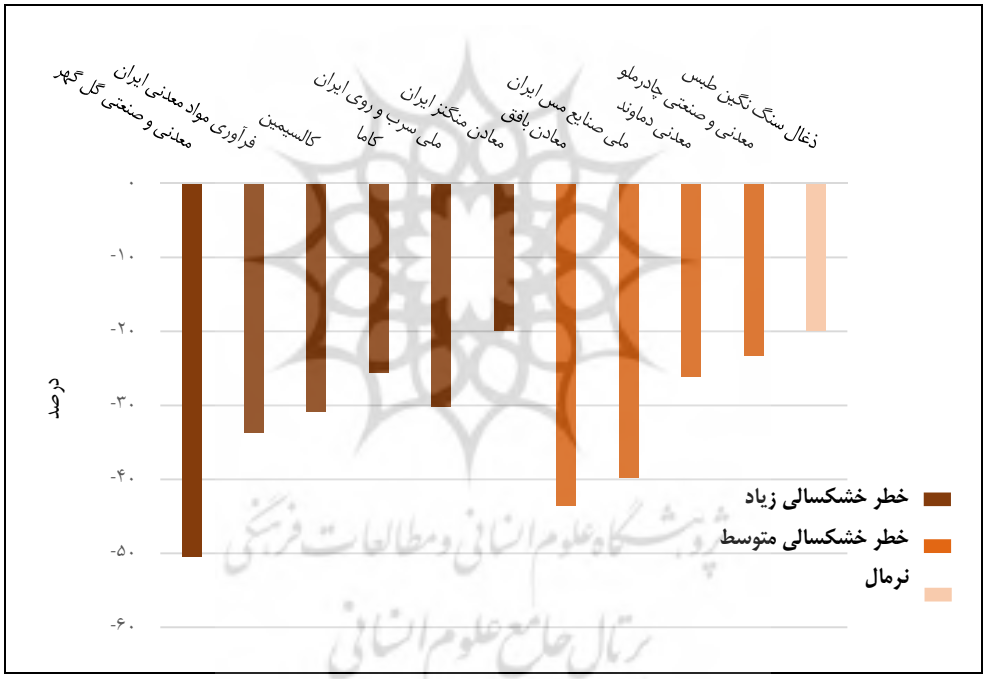
کنترل متغیرهای سودآوری، تفاضل مرتبهٔ اول شدت سرمایه‌گذاری، اندازهٔ شرکت و اهرم مالی، سبب شد تا ضریب شاخص SPI در سطح معناداری ۱ درصد از ۰۲۹/۰ تا ۰۳۴/۰ تغییر کند. عدم تغییر قابل ملاحظه این ضریب نشان می‌دهد که قیمت‌گذاری ریسک آب، بیش از آنکه از طریق نسبت‌های مالی در بازده سهام صورت پذیرد، از طریق انتظارات سهام‌دار شکل می‌گیرد.

1. Cross Correlation Test

مقایسهٔ مدل‌های ۴ و ۵ نشان می‌دهد که متغیر سودآوری، رابطه اندازهٔ شرکت و بازده سهام را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بررسی دقیق‌تر نشان داد که معناداری آماری رابطهٔ تفاضل مرتبهٔ اول اندازهٔ شرکت و بازده سهام در مدل ۵ با تغییر نحوهٔ محاسبهٔ شاخص از لگاریتم دارایی‌های شرکت، به شاخصی پویاتر مانند لگاریتم فروش، تغییر قابل ملاحظه‌ای می‌کند و در سطح ۵ درصد معنادار می‌شود. این موضوع را شاید بتوان ناشی از شرایط تورمی شدید در ایران و اثرپذیری ترازنامه شرکت‌ها با تأخیر از تورم دانست؛ به‌گونه‌ای که بهتر است از متغیرهای پویاتر در مدل‌ها استفاده شود.

نتایج آزمون تنش در چارچوب ارزش در معرض خطر

شکل ۳ نمودار ارزش در معرض خطر بازده سهام شرکت را در سناریو بحران نشان می‌دهد. سناریو بحران، شرایطی است که در صورت وقوع ریسک آب شرکت، حداکثر می‌شود. این شرایط معادل SPI کمتر از ۳- تعریف شده است.



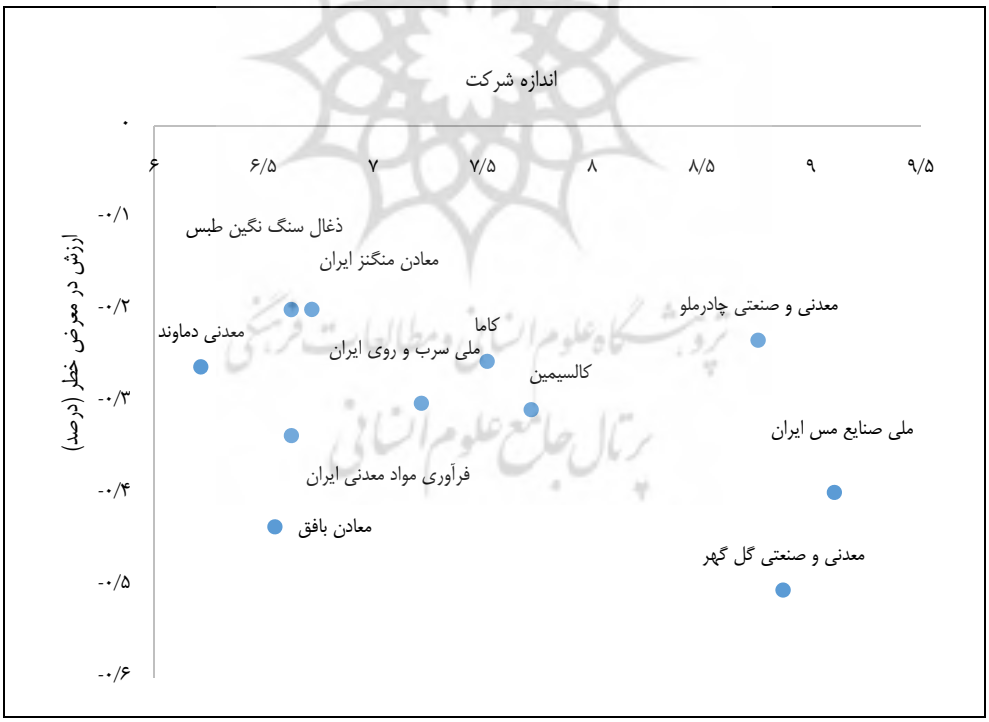
شکل ۳. نمودار ارزش در معرض خطر بازده اضافی شرکت‌های معدنی در سناریو بحران

طبق شکل ۳ بازده اضافی فصلی شرکت معدنی و صنعتی گل گهر در صورت وقوع بحران به حدود ۵۰- درصد نزول خواهد یافت. یادآور می‌شود این نرخ شامل بازده بدون ریسک نیز می‌شود؛ بدین معنی که اگر بازده بدون ریسک ۲۰ درصد سالانه باشد، بازده فصلی شرکت معدنی و صنعتی گل گهر در صورت وقوع بحران به منفی ۴۵ درصد کاهش می‌یابد. همچنین، بازده مازده معادن بافق، در صورت وقوع بحران آب به حدود ۴۳/۶- درصد و با فرض بازده بدون ریسک ۲۰ درصد سالانه، بازده فصلی شرکت به حدود ۳۸/۶- درصد کاهش خواهد یافت.

رنگ‌ها در شکل ۳ نشان‌دهندهٔ خطر خشک‌سالی براساس شاخص DHI است. نتایج نشان می‌دهد که با وجود قرارگیری شرکت‌ها در مناطق یکسان از منظر خشک‌سالی، اثرپذیری ارزش در معرض خطر شرکت‌ها با یکدیگر متفاوت

است؛ بدین معنا که با وقوع سناریو بحران در مناطق با خطر خشک‌سالی زیاد، شرکت معدنی و صنعتی گل گهر اثر بیشتری در مقایسه با شرکت‌های فرآوری مواد معدنی ایران، کالسیمین، کاما، ملی سرب و روی ایران و معادن منگنز ایران می‌پذیرد یا در مناطق با خطر خشک‌سالی متوسط، شرکت معادن بافق نسبت به ملی صنایع مس ایران، معدنی دماوند، معدنی و صنعتی چادرملو و زغال سنگ نگین طبس زیان بیشتری متحمل خواهد شد. این موضوع را می‌توان ناشی از اثر دیگر متغیرها غیر از خشک‌سالی بر ریسک آب دانست. برای مثال، با وقوع سناریو بحران، سودآوری یا اهرم مالی شرکت تحت تأثیر قرار می‌گیرد و از این مجرا بازده شرکت متأثر می‌شود. راج (۲۰۱۶) در شرایط مشابه نشان می‌دهد، هم‌بستگی مثبت و محکم میزان آب مصرفی یا منابع آب در دسترس با بازده دارایی‌ها و سود عملیاتی شرکت‌های فعال در صنعت معدن وجود دارد. آب مصرفی مستقیماً بر تولید اثرگذار بوده و می‌تواند سود عملیاتی و بازده دارایی‌ها را افزایش دهد. افزایش بازده دارایی‌ها یا سود عملیاتی موجبات تغییرات بازده سهام را فراهم می‌کند، از این رو ریسک آب از کانال سودآوری بر بازده سهام اثرگذار می‌شود.

در شکل ۴، نمودار اندازهٔ شرکت در مقابل ارزش در معرض خطر ترسیم شده است[۱]. این نمودار نشان می‌دهد که در صورت وقوع بحران آب، هرچه اندازهٔ شرکت بزرگ‌تر باشد، به‌طور نسبی زیان کمتری به سهام‌دار تحمیل خواهد شد[۲].



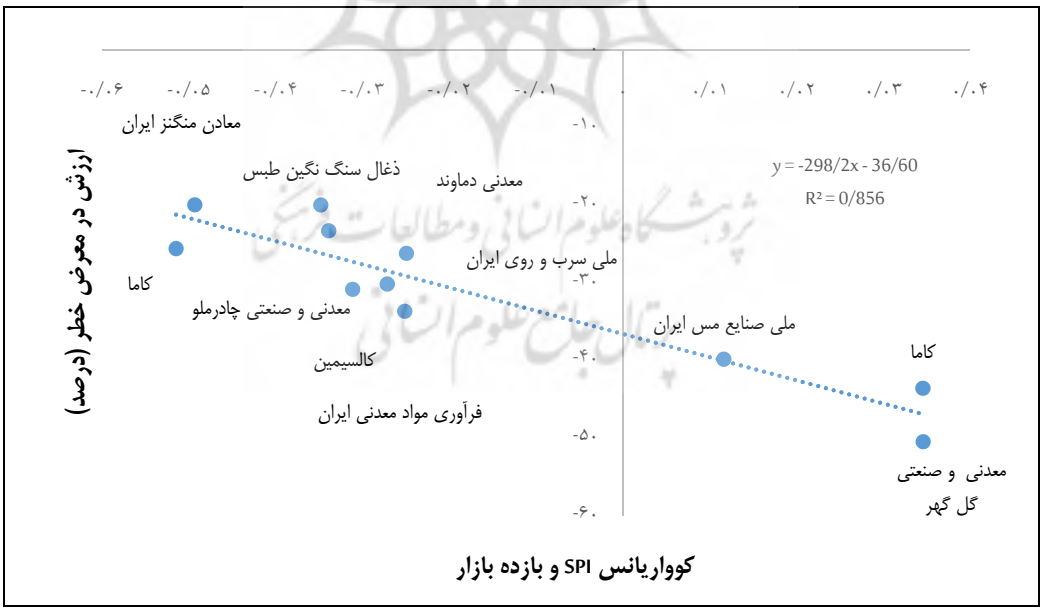
شکل ٤. نمودار ارزش در معرض خطر بازده اضافی در مقابل اندازهٔ شرکت

۱. برای دیگر متغیرهای کنترل مانند اهرم مالی، شدت سرمایه‌گذاری و سودآوری نیز همین رابطه بررسی شد و اختلاف چندانی مشاهده نشد.

۲. به‌دلیل نرخ تورم بالا در کشور، ارزش دارایی شرکت‌ها به‌روز نبوده است؛ بنابراین نتایج با خطا همراه است.

بنافوس و همکاران (۲۰۱۷ب) در پژوهش مشابهی دریافتند که در صورت وقوع خشک‌سالی، شرکت‌های معدنی بزرگ‌تر با خالص ارزش دارایی بیشتر، به‌طور نسبی در مقایسه با کوچک‌ترها، در معرض خطر کمتری قرار دارند. این در حالی است که اگر به‌صورت مطلق در نظر بگیریم، با وقوع سناریو بحران، ارزش بیشتری در شرکت‌های بزرگ‌تر از دست می‌رود. این موضوع را می‌توان ناشی از قدرت نسبی بالاتر شرکت‌های بزرگ‌تر در مدیریت بحران و دسترسی بیشتر به منابع دانست. این یافته از منظر دیگری نیز قابل تبیین است. بلندیا موگوسانو (۲۰۱۸) ادعا نمودند بازده شرکت‌ها در مواجهه با بحران آب احتمالاً همان رفتاری را خواهد داشت که در مواجهه با دیگر بحران‌ها از خود نشان می‌دهد. بر این پایه، با توجه به اینکه ارزش بازار شرکت‌های بزرگ در ایران در سابقه تاریخی خود نسبت به بحران‌های سیاسی، اقتصادی و اجتماعی نسبتاً ریزش کمتری داشته‌اند، بنابراین با احتمال بسیار زیاد و مشابه نتایج به‌دست آمده در مواجهه با ریسک آب نیز انقباض کمتری خواهند داشت.

بررسی دقیق‌تر ارزش در معرض خطر و عوامل مؤثر بر آن (رابطه ۲) نشان می‌دهد که میزان هم‌بستگی شاخص SPI با دیگر متغیرهای مدل Σ_{21i} سهم قابل توجهی از ارزش در معرض خطر را به خود اختصاص داده است. در این بین، هم‌بستگی (کوواریانس) SPI با بازده بازار به صورت بی‌بدیلی بر ارزش در معرض خطر اثرگذار بوده است؛ به نحوی که با ضریب تعیین ۸۶ درصد می‌توان گفت هر چه هم‌بستگی مورد اشاره بیشتر باشد، ارزش در معرض خطر نیز بیشتر است. به‌صورت واضحی براساس شکل ۵ می‌توان مشاهده کرد که شرکت‌ها از این حیث در دو دسته قرار گرفته‌اند.



شکل ۵. رابطه کوواریانس SPI و بازده بازار با ارزش در معرض خطر

مطابق شکل ۵ شرکت‌هایی که کوواریانس شاخص SPI و بازده بازار برای آن‌ها منفی بوده است (سمت چپ نمودار)، در گروه اول و در گروه دوم شرکت‌هایی قرار دارند که هم‌بستگی مورد اشاره مثبت بوده است. ارزش در معرض خطر شرکت‌های گروه اول به‌صورت قابل توجهی کمتر از شرکت‌های گروه دوم است.

در شرکت‌های گروه دوم، هرچه میزان هم‌بستگی SPI و بازده بازار بیشتر بوده است، ارزش در معرض خطر بزرگ‌تری نیز شرکت را تهدید می‌کند و برعکس، درگروه اول، هرچه قدرمطلق هم‌بستگی بزرگ‌تر باشد، ارزش در معرض خطر کمتر خواهد بود. شاید بتوان ادعا کرد با اینکه در برخی مطالعات، ریسک ناشی از عوامل زیست‌محیطی در زمره ریسک غیرسیستماتیک فرض می‌شود (بلیندا موگوسانو، ۲۰۱۸؛ السی، اوسولا و پانزیکا[1]، ۲۰۲۱)، بخشی از این ریسک سیستماتیک است و کل بازار را تحت تأثیر قرار می‌دهد. صنایع آب‌بر بیشتر تحت تأثیر ریسک آب قرار می‌گیرند؛ اما اثرگذاری ریسک آب بر کلیت بازار اجتناب‌ناپذیر است. بنابراین، می‌توان جمع‌بندی کرد که بخشی از ریسک آب مستقیماً بر شرکت و صنعت اثرگذار است و می‌توان این بخش را با استفاده از متنوع‌سازی پرتفوی از بین برد ولی قسمی دیگر از ریسک آب که سایه بر کل بازار می‌اندازد، جزئی از ریسک سیستماتیک بوده و با تنوع‌بخشی از بین نخواهد رفت. این یافته با بخشی از مباحث هوینه و همکاران (۲۰۲۰) مطابقت دارد. آن‌ها احتمال می‌دهند بتای شرکت‌های متأثر از خشک‌سالی بالاتر باشد. همچنین، ایشان معتقدند خشک‌سالی می‌تواند باعث آسیب‌پذیری غیرمستقیم ناشی از کاهش عرضه مواد یا نیروی کار را برای شرکت‌هایی شود که مستقیماً به آب وابسته نیستند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج تخمین حاکی این است که ریسک آب، در شرکت‌های معدنی بورس اوراق بهادار تهران قیمت‌گذاری می‌شود. به بیان دیگر، قیمت سهام از ریسک آب تأثیر می‌پذیرد و سهام‌داران برای نگهداری سهام شرکت‌های معدنی با ریسک آب بالاتر مطالبه بازده بیشتری دارند.

نتایج ارزیابی شدت خطر خشک‌سالی نشان می‌دهد که شرکت‌های ملی صنایع مس ایران، کالسیمین، صنعتی و معدنی گل‌گهر، فراوری مواد معدنی ایران، ملی سرب و روی ایران و معادن منگنز ایران، در معرض خشک‌سالی زیاد قرار دارند و شرکت‌های معدنی و صنعتی چادرملو، کاما، معادن بافق و زغال سنگ نگین طبس، در معرض خشک‌سالی متوسط و شرکت معدنی دماوند در معرض خشک‌سالی کم قرار دارند. در صورت وقوع بحران آب، از میان شرکت‌های مورد بررسی، بیشترین زیان، در معرض شرکت معادن منگنز ایران و کمترین زیان، پیش‌روی شرکت‌های ملی صنایع ملی مس ایران و معدنی و صنعتی گل‌گهر است. برای بررسی عوامل اثرگذار بر ارزش در معرض خطر شرکت‌ها در وضعیت بحران، متغیرهایی همچون منطقهٔ جغرافیایی، ساختار بدهی شرکت، سودآوری و سرمایهٔ شرکت بررسی شد تا توجیهاتی برای اختلاف‌های مشاهده شده در ارزش در معرض خطر یافت شود. بررسی شاخص خطر خشک‌سالی (DHI) نشان می‌دهد که نمی‌توان این اختلاف‌ها را به شاخص مذکور مرتبط دانست؛ زیرا در مناطقی با شدت خطر خشک‌سالی مشابه هم، مانند معدنی و صنعتی چادرملو معدنی دماوند، ملی صنایع مس ایران و معادن بافق، تفاوت‌های چشمگیری در مقدار VaR وجود دارد. این اختلاف را باید ناشی از اثر عوامل دیگر بر ریسک بحران آب شرکت دانست (ریدلی و بولاند، ۲۰۱۵)؛ به این معنا که بحران آب از طریق دیگر متغیرها، توانسته است بازدهی شرکت را کاهش دهد. یکی از این

1. Alessi, Ossola & Panzica

متغیرها می‌تواند اندازهٔ شرکت باشد؛ یعنی در صورت وقوع بحران، منابع آب شرکت‌های معدنی بزرگ‌تر نسبت به کوچک‌ترها در معرض خطر کمتری قرار دارند.

بررسی‌ها نشان داد که میان ارزش در معرض خطر و ضریب هم‌بستگی دو متغیر SPI و بازده بازار، ارتباطی قوی وجود دارد؛ به این معنا که هرچه هم‌بستگی بین SPI و بازده بازار مثبت‌تر باشد، ارزش در معرض خطر شرکت در وضعیت بحران آب نیز بزرگ‌تر خواهد بود. برای مثال، شرکت معادن منگنز ایران که کمترین ارزش در معرض خطر را شاهد بود، کمابیش بیشترین میزان هم‌بستگی را بین دو متغیر یاد شده داشته است. از طرف دیگر، معدنی و صنعتی گل‌گهر و کاما، کمترین ارزش در معرض خطر و در عین حال بیشترین قدرمطلق هم‌بستگی میان متغیرهای SPI و بازده بازار را داشته‌اند. این موضوع را می‌توان به بخشی از ریسک آب دانست که کلیت بازار را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

References

Alessi, L., Ossola, E. & Panzica, R. (2021). What Greenium Matters in The Stock Market? The Role of Greenhouse Gas Emissions and Environmental Disclosures. *Journal of Financial Stability*, *54*, 100869.

Annual Report of Corporate Water Disclosure. (2017). *Thirsty Business: Why Water is Vital to Climate Action.* Available at: https://cdn.cdp.net/cdp-production/cms/reports/documents/000/001/323/original/CDP-Global-Water-Summary-2016.pdf?1484741646

Arellano, M. & Bond, S. (1991). Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations. *The Review of Economic Studies*, *58*(2), 277-297.

Bansal, P. & Clelland, I. (2004). Talking Trash: Legitimacy, Impression Management, and Unsystematic Risk in the Context of the Natural Environment. *Academy of Management Journal*, *47*(1), 93-103.

Bates, B.C., Kundzewicz, Z.W., Wu, S., Palutikof, J.P. (2008). Climate Change and Water, Technical Paper (VI) of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Geneva: IPCC Secretariat*.

Battiston, S. (2019). The Importance of Being Forward-looking: Managing Financial Stability in the Face of Climate Risk. *Financial Stability Review*, (23), 39-48.

Battiston, S., Dafermos, Y. & Monasterolo, I. (2021). Climate Risks and Financial Stability. *Journal of Financial Stability*, *54*, 100867.

Bernick, L. (2017). Why Companies and Investors Need to Value Water Differently. *Trucost Blog. March*, *17*.

Bleanda-Mogosanu, I. (2018). *Financial waterBeta: A Portfolio Approach to Value Corporate Water Risk Exposure* (Doctoral Thesis).

Bonnafous, L., Lall, U. & Siegel, J. (2017a). An Index for Drought Induced Financial Risk in the Mining Industry. *Water Resources Research*, *53*(2), 1509-1524.

Bonnafous, L., Lall, U. & Siegel, J. (2017b). A Water Risk Index for Portfolio Exposure to Climatic Extremes: Conceptualization and an Application to the Mining Industry. *Hydrology and Earth System Sciences*, *21*(4), 2075-2106.

Chen, H., Joslin, S. & Tran, N. K. (2012). Rare disasters and risk sharing with heterogeneous beliefs. *The Review of Financial Studies*, *25*(7), 2189-2224.

Choi, S. & Ng, A. (2011). Environmental and economic dimensions of sustainability and price effects on consumer responses. *Journal of business ethics*, *104*(2), 269-282.

Cohen, M. A., Fenn, S. & Naimon, J. S. (1995). *Environmental and financial performance: are they related?* Washington, DC: Investor Responsibility Research Center, Environmental Information Service.

Derwall, J., Bauer, R., Guenster, N. & Koedijk, K. C. (2004). Socially Responsible Investing: The Eco-Efficiency Premium Puzzle. *Available at SSRN 551590*.

Dowell, G., Hart, S. & Yeung, B. (2000). Do corporate global environmental standards create or destroy market value?. *Management science*, *46*(8), 1059-1074.

Flannery, M. J. & Rangan, K. P. (2006). Partial adjustment toward target capital structures. *Journal of financial economics*, *79*(3), 469-506.

Freyman, M., Collins, S. & Barton, B. (2015, Updated December 2017). An investor handbook for water risk integration. *Boston: Ceres*.

Friedman, M. (2007). The social responsibility of business is to increase its profits. In *Corporate ethics and corporate governance* (pp. 173-178). Springer, Berlin, Heidelberg.

Gray, W. B. & Shadbegian, R. (1993). Environmental regulation and manufacturing productivity at the plant level. *NBER Working Paper Seies*.

Huynh, T. D., Nguyen, T. H. & Truong, C. (2020). Climate risk: The price of drought. *Journal of Corporate Finance*, *65*, 101750.

Jaffe, A. B., Peterson, S. R., Portney, P. R. & Stavins, R. N. (1995). Environmental regulation and the competitiveness of US manufacturing: what does the evidence tell us?. *Journal of Economic literature*, *33*(1), 132-163.

Jouvenot, V. (2021). *Does Water Management Affect Firm Value*? Available at: SSRN 4056529.

Karnani, A. G. (2013). Corporate Social Responsibility Does Not Avert the Tragedy of the Commons--Case Study: Coca-Cola India. *Ross School of Business Paper*, (1210).

Khalamayzer, A. (2016). Are companies prepared for $14 billion in water risk? *GreenBiz. November*, *15*.

Klassen, R. D. & McLaughlin, C. P. (1996). The impact of environmental management on firm performance. *Management science*, *42*(8), 1199-1214.

Kupiec, P. (2002). Stress testing in a value at risk framework. *Risk Management: Value at Risk and Beyond, ed. by M. Dempster*, 76-99.

Levinson, M. (2008). Watching Water, A guide to evaluating corporate risks in a thirsty world. JP Morgan. *Global Equity Research.*

Lioui, A. & Sharma, Z. (2012). Environmental corporate social responsibility and financial performance: Disentangling direct and indirect effects. *Ecological Economics, 78*, 100-111.

Mansouri Daneshvar, M. R., Bagherzadeh, A. & Khosravi, M. (2013). Assessment of drought hazard impact on wheat cultivation using standardized precipitation index in Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, *6*(11), 4463-4473.

McKee, T. B., Doesken, N. J. & Kleist, J. (1993, January). The relationship of drought frequency and duration to time scales. In *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology* (Vol. 17, No. 22, pp. 179-183).

Miles, M. P. & Covin, J. G. (2000). Environmental marketing: A source of reputational, competitive, and financial advantage. *Journal of business ethics*, *23*(3), 299-311.

Mining Association of Canada. (2004). *Towards Sustainable Mining: Guiding Principles.* Retrieved from www.mining.ca

Miranda, M., Sauer, A. & Shinde, D. (2010). Mine the gap: connecting water risks and disclosure in the mining sector. *World Resources Institute*, *2*.

Morrison, J., Morikawa, M., Murphy, M. & Schulte, P. (2009). *Water Scarcity & climate change.* Growing risks for business and investors, Pacific Institute, Oakland, California.

Mudd, G. M. (2008). Sustainability reporting and water resources: a preliminary assessment of embodied water and sustainable mining. *Mine Water and the Environment*, *27*(3), 136-144.

Oberndorfer, U., Schmidt, P., Wagner, M. & Ziegler, A. (2013). Does the stock market value the inclusion in a sustainability stock index? An event study analysis for German firms. *Journal of Environmental Economics and Management*, *66*(3), 497-509.

Park, A., Gao, S., van Ast, L., Mulder, I. & Nordheim, A. (2015). Water Risk Valuation Tool—Integrating Natural Capital Limits into Financial Analysis of Mining Stocks. *Bloomberg and Natural Capital Declaration, Sept.*

Raj, A. (2016). *The relation between corporate water risk, water accounting and financial performance of metal mining firms* (Master's thesis, University of Waterloo).

Ridley, M. & Boland, D. (2015). Integrating water stress into corporate bond credit analysis. *German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ). https://vfu. de/ressourcen/publikationen/integrating-water-stress-report-summary_final. pdf.*

Ross, S. A. (1977). The capital asset pricing model (CAPM), short-sale restrictions and related issues. *The Journal of Finance*, *32*(1), 177-183.

The 2030 Water Resources Group. (2009). Charting our water future: Economic framework to inform decision-making. Available at: https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/

dotcom/client_service/sustainability/pdfs/charting%20our%20water%20future/charting_our_water_future_full_report_.ashx

Wagner, M. (2001). *A review of empirical studies concerning the relationship between environmental and economic performance: What does the evidence tell us?* Centre for Sustainability Management.

Walley, N. & Whitehead, B. (1994). It's not easy being green. *Reader in Business and the Environment*, 36(81), 4.

Yamashita, M., Sen, S. & Roberts, M. C. (1999). The rewards for environmental conscientiousness in the US capital markets. *Journal of Financial and Strategic Decisions*, *12*(1), 73-82.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی