



A Theoretical Analysis of Systematic Energy Imbalance Risk Dynamics in Iran's Capital Market towards Sustainable Development: A DCC-GARCH Approach with Spatial-Seasonal Exogenous Variables

Seyed Kazem Ebrahimi^{ID}

Associate Professor of Accounting, Faculty of Economics, Management and Administrative Sciences, Semnan University, Semnan, Iran.

kebrahimi@semnan.ac.ir

Yadollah Heyvadi^{*1 ID}

Ph.D. Candidate in Financial Engineering, Faculty of Economics, Management and Administrative Sciences, Semnan University, Semnan, Iran.

y.heyvadi@semnan.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:

Research Full Paper

Article history:

Received: 2025-12-05

Revised: 2026-01-04

Accepted: 2026-01-17

Keywords:

Energy imbalance;
Sustainable
development;
Dynamic conditional
correlation model;
Arbitrage Pricing
Theory;
Systematic risk.

EXTENDED ABSTRACT

Background and Objectives: The resilience of financial markets against non-financial shocks is a fundamental pillar for achieving sustainable development goals in modern economies. Due to the structural interdependence of strategic industries (such as steel and petrochemicals) on energy resources, Iran's economy is severely exposed to escalating risks arising from composite energy imbalances (electricity and gas). These imbalances, occurring primarily during peak consumption seasons (summer and winter), have evolved beyond a mere operational challenge into a novel source of systematic risk. By disrupting production, they threaten firms' future cash flows and the stability of the capital market. The primary objective of this paper is to critically evaluate existing literature and identify methodological gaps in modeling the time-varying effects of spatial and seasonal imbalance shocks on the dynamic correlation structure of assets, with a particular focus on sustainable development requirements.

Materials and Methods: This study is a systematic review employing a qualitative and analytical-critical approach, grounded in a gap analysis between leading international literature and domestic empirical research. No quantitative analysis or statistical testing on real-world data is performed in this paper; instead, the focus remains on the theoretical elucidation of advanced econometric models. Accordingly, the framework of the Dynamic Conditional Correlation model with spatial-seasonal exogenous variables (DCC-GARCH-X) is introduced and its components are detailed as a standard analytical tool. Within this proposed model, the application of the GJR-GARCH model to control for asymmetric volatility (leverage effects) and the integration of seasonal dummy variables and regional imbalance indices into the correlation dynamics equation are theoretically explicated.

¹ Corresponding author: y.heyvadi@semnan.ac.ir
<https://orcid.org/0009-0004-6435-5094>

Results and Conclusion: Findings from the critical review of literature indicate that domestic studies have predominantly focused on univariate and static models, failing to simultaneously model the seasonal and spatial dimensions of risk. The DCC-GARCH-X theoretical framework, by introducing the concept of "Dynamic Systematic Beta," facilitates the transformation of energy imbalance risk into a pricable factor within the Arbitrage Pricing Theory (APT). The final conclusion suggests that energy imbalances lead to time-varying increases in correlations during crisis seasons. By providing this framework, the paper establishes a research agenda for future scholars to empirically and quantitatively test these relationships, thereby contributing to enhanced transparency and sustainability in the capital market.

Cite this article:

Ebrahimi, S. K. & Heyvadi, Y. (2026). A Theoretical Analysis of Systematic Energy Imbalance Risk Dynamics in Iran's Capital Market towards Sustainable Development: A DCC-GARCH Approach with Spatial-Seasonal Exogenous Variables. *Managerial Modelling in Sustainable Development*, 1(2),129-145.
DOI: <https://doi.org/10.22075/mmsd.2026.39947.1030>

© 2025 authors retain the copyright and full publishing rights. Journal of Managerial Modelling in Sustainable Development Published by **Semnan University Press**.

This is an open access article under the CC-BY-4.0 license. (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).



تحلیلی نظری بر پویایی ریسک سیستماتیک ناترازی انرژی در بازار سرمایه ایران در راستای توسعه پایدار: رویکرد DCC-GARCH با متغیرهای برون‌زای مکانی-فصلی

سید کاظم ابراهیمی ^{ID}

دانشیار حسابداری، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اداری، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

kebrahimi@semnan.ac.ir

یدالله هیودی ^{ID}*

دانشجوی دکتری مهندسی مالی، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اداری، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

y.heyvadi@semnan.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی-پژوهشی	سابقه و هدف: تاب‌آوری بازارهای مالی در برابر شوک‌های غیرمالی، یکی از ارکان کلیدی تحقق اهداف توسعه پایدار در اقتصادهای مدرن است. اقتصاد ایران به دلیل وابستگی ساختاری و متقابل صنایع استراتژیک (نظیر فولاد و پتروشیمی) به منابع انرژی، به شدت با ریسک‌های فزاینده ناشی از ناترازی‌های مرکب انرژی (برق و گاز) مواجه است. این ناترازی‌ها که عمدتاً در فصول اوج مصرف (تابستان و زمستان) رخ می‌دهند، فراتر از یک چالش عملیاتی ساده، به منبعی نوین از ریسک سیستماتیک تبدیل شده‌اند که با ایجاد وقفه در تولید، جریان‌های نقدی آتی شرکت‌ها و ثبات بازار سرمایه را تهدید می‌کنند. هدف بنیادین این مقاله، ارزیابی انتقادی ادبیات موجود و شناسایی شکاف‌های روش‌شناختی در مدل‌سازی اثرات متغیر با زمان شوک‌های مکانی و فصلی ناترازی بر ساختار همبستگی پویای دارایی‌ها با نگاهی ویژه به الزامات توسعه پایدار است.
واژه‌های کلیدی: ناترازی انرژی؛ مدل همبستگی پویای شرطی؛ توسعه پایدار؛ تنوری قیمت‌گذاری آربیتراژ؛ ریسک سیستماتیک.	روش: پژوهش حاضر از نوع مرور نظام‌مند با رویکرد کیفی و تحلیلی-انتقادی است که بر تحلیل شکاف میان ادبیات پیشرو بین‌المللی و تحقیقات تجربی داخلی استوار است. در این مقاله، هیچ‌گونه تحلیل کمی یا آزمون آماری بر روی داده‌های واقعی انجام نشده و تمرکز بر تبیین نظری مدل‌های اقتصادسنجی پیشرفته است. بر این مبنا، چارچوب مدل همبستگی پویای شرطی با متغیرهای برون‌زای مکانی-فصلی (DCC-GARCH-X) به عنوان یک ابزار تحلیلی استاندارد معرفی و اجزای آن تشریح شده است. در این مدل پیشنهادی، نحوه استفاده از مدل GJR-GARCH برای کنترل نوسانات نامتقارن (اثر اهرمی) و چگونگی ادغام متغیرهای دامی فصلی و شاخص‌های ناترازی منطقه‌ای در معادله پویایی همبستگی تبیین گردیده است.

یافته‌ها و نتیجه‌گیری: یافته‌های حاصل از تحلیل انتقادی پیشینه‌ها نشان می‌دهد که مطالعات داخلی عمدتاً بر مدل‌های تک‌متغیره و ایستا متمرکز بوده و از مدل‌سازی همزمان ابعاد فصلی و مکانی ریسک بازمانده‌اند. چارچوب نظری DCC-GARCH-X، با ارائه مفهومی بتای سیستماتیک پویا، امکان تبدیل ریسک ناترازی انرژی به یک عامل قابل قیمت‌گذاری در تئوری قیمت‌گذاری آربیتراژ (APT) را فراهم می‌سازد. نتیجه‌گیری نهایی حاکی از آن است که ناترازی انرژی منجر به افزایش متغیر با زمان همبستگی‌ها در فصول بحران می‌گردد. این مقاله با ارائه این چارچوب، یک دستور کار پژوهشی برای محققان آتی جهت آزمون تجربی و کمی این روابط فراهم می‌آورد تا از این طریق به ارتقای شفافیت و پایداری در بازار سرمایه کمک نماید.

استناد: ابراهیمی، سید کاظم و هیودی، یدالله (۱۴۰۴). تحلیلی نظری بر پویایی ریسک سیستماتیک ناترازی انرژی در بازار سرمایه ایران در راستای توسعه پایدار: رویکرد DCC-GARCH با متغیرهای برون‌زای مکانی-فصلی، *مدل‌سازی مدیریتی در توسعه پایدار*، ۱(۲)، ۱۲۹-۱۴۵.

DOI: <https://doi.org/10.22075/mmsd.2026.39947.1030>

ناشر: دانشگاه سمنان

۱. مقدمه

در دهه‌های اخیر، پارادایم حاکم بر بازارهای مالی جهانی از تمرکز صرف بر متغیرهای درون‌زای اقتصادی به سمت شناسایی و مدیریت ریسک‌های سیستماتیک غیرمالی و محیطی تغییر یافته است. ثبات بازارهای مالی مدرن به طور فزاینده‌ای تحت تأثیر ریسک‌های زیرساختی و اقلیمی قرار گرفته که ریشه در عدم توازن‌های کلان و ناپایداری‌های زیست‌محیطی دارند (بولتون و همکاران^۱، ۲۰۲۰؛ سلتزر و همکاران^۲، ۲۰۲۲). از منظر توسعه پایدار، پایداری اقتصادی مستلزم تاب‌آوری سیستم‌های مالی در برابر شوک‌های فیزیکی و انتقالی است. در این میان، انرژی به عنوان شریان حیاتی صنایع، نقشی دوگانه در تحقق توسعه پایدار ایفا می‌کند؛ از یک سو تأمین پایدار آن ضامن رشد تولید است و از سوی دیگر، ناترازی در عرضه آن می‌تواند زنجیره‌های تأمین و بازارهای سرمایه را با بی‌ثباتی‌های عمیق مواجه سازد.

اقتصاد ایران به دلیل وابستگی ساختاری و متقابل صنایع استراتژیک و ارز‌آور (نظیر فولاد، پتروشیمی و سیمان) به منابع انرژی ارزان و در دسترس، در سال‌های اخیر با چالشی بنیادین تحت عنوان «ناترازی مرکب انرژی» (برق و گاز) روبرو شده است. این ناترازی‌ها که ناشی از شکاف میان تقاضای فزاینده و محدودیت‌های سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌هاست، دیگر صرفاً یک معضل عملیاتی در سطح بنگاه تلقی نمی‌شوند، بلکه به منبعی نوین و بااهمیت از ریسک سیستماتیک تبدیل شده‌اند که کل پیکره بازار سرمایه را تحت تأثیر قرار می‌دهند (مرتضایی، ۱۴۰۳؛ شمسی، ۱۴۰۴؛ هو و همکاران^۳، ۲۰۲۵). قطع برق در تابستان و محدودیت گاز در زمستان، با ایجاد وقفه در تولید و افزایش هزینه‌های فرصت، مستقیماً جریان‌های نقدی آتی شرکت‌ها را تهدید کرده و منجر به بازآرایی ساختار ریسک و بازده در بورس اوراق بهادار تهران می‌گردد. علاوه بر این، پیوند نزدیک میان ناترازی انرژی و ریسک‌های اقلیمی مانند خشکسالی به دلیل تأثیر مستقیم بر زنجیره تأمین منابع و بهره‌وری تولید، نوسانات بازده سهام را تشدید کرده و ضرورت نگاهی یکپارچه به ریسک‌های مالی و محیطی را دوچندان می‌کند (عین‌آبادی و موسوی، ۱۴۰۳).

براساس تئوری قیمت‌گذاری آربیتراژ (APT)، بازده دارایی‌ها تحت تأثیر مجموعه‌ای از عوامل سیستماتیک قرار دارد که ریسک‌های غیرقابل تنوع‌بخشی را به سرمایه‌گذار تحمیل می‌کنند. شواهد موجود نشان می‌دهد که ناترازی انرژی در بستر اقتصاد ایران، به یک فاکتور مالی سیستماتیک تبدیل شده است که باید در مدل‌های قیمت‌گذاری دارایی‌ها و مدیریت ریسک پورتهوی ادغام گردد (بولتون و همکاران، ۲۰۲۱؛ بولتون و کاکپرزیک^۴، ۲۰۲۳). با این حال، مدیریت مؤثر این ریسک نیازمند عبور از تحلیل‌های سنتی و ایستا به سمت مدل‌سازی وابستگی‌های متقابل^۵ و پویای میان‌دارایی‌هاست (ورثینگتون^۶، ۲۰۰۸؛ دیم و همکاران^۷، ۲۰۲۵). مطالعات جهانی تأکید دارند که شوک‌های محیطی و زیرساختی معمولاً منجر به افزایش همبستگی میان دارایی‌ها در زمان بحران می‌شوند (یین و کائو، ۲۰۲۴)؛ پدیده‌ای که در صورت نادیده گرفته شدن، منجر به تخمین خوش‌بینانه ریسک و شکست استراتژی‌های تنوع‌بخشی می‌گردد.

با وجود اهمیت موضوع، مرور انتقادی ادبیات داخلی نشان‌دهنده یک شکاف روش‌شناختی عمیق است. پژوهش‌های موجود در ایران عمدتاً بر تحلیل‌های تک‌متغیره و ایستا متمرکز بوده و از سه منظر دچار نقص هستند: نخست، ناتوانی در

¹ Bolton et al² Seltzer et al³ Hu et al⁴ Bolton & Kacperczyk⁵ Interdependence⁶ Worthington⁷ Dima et al

مدل‌سازی ساختار همبستگی پویا بین صنایع مختلف در زمان وقوع شوک‌های انرژی؛ دوم، نادیده گرفتن بُعد فصلی^۱ ریسک (با توجه به اوج‌گیری ناترازی در فصول خاص)؛ و سوم، بی‌توجهی به بُعد مکانی^۲ و منطقه‌ای ناترازی‌ها که منجر به توزیع نامتقارن ریسک در سطح کشور می‌شود. این نارسایی‌ها ضرورت معرفی یک چارچوب تحلیلی پیشرفته را برجسته می‌سازد که بتواند همزمان ابعاد زمان، مکان و سرایت ریسک را پوشش دهد.

پژوهش حاضر با هدف پاسخگویی به این نیاز، به عنوان یک مطالعه تحلیلی-نظری و مروری تدوین شده است. تأکید می‌شود که در این مقاله، هیچ‌گونه تحلیل کمی، آزمون آماری یا مدل‌سازی بر روی داده‌های واقعی انجام نمی‌شود و تمرکز اصلی بر تحلیل عمیق و انتقادی پیشینه‌های نظری و تجربی موجود برای تبیین یک چارچوب پیشنهادی است. این مقاله با ارزیابی شکاف‌های موجود، مدل همبستگی پویای شرطی با متغیرهای برون‌زای^۳ مکانی-فصلی^۴ (DCC-GARCH-X) را به عنوان یک رویکرد استاندارد و سازگار با ویژگی‌های اقلیمی-اقتصادی ایران معرفی می‌کند. هدف بنیادین این است که با ارائه این چارچوب مفهومی، یک دستور کار پژوهشی برای محققان آتی فراهم آید تا با استفاده از داده‌های تجربی، به کمی‌سازی دقیق اثرات ناترازی انرژی بر پایداری بازار سرمایه بپردازند. در ادامه، ابتدا مبانی نظری و پیشینه پژوهش بررسی شده، سپس متدولوژی پیشنهادی تشریح می‌گردد و در نهایت، بر اساس تحلیل‌های مروری، نتیجه‌گیری مفهومی و پیشنهادهای آتی ارائه خواهد شد. نوآوری و مشارکت علمی این پژوهش تحلیلی-نظری در مقایسه با ادبیات موجود، بر چهار محور بنیادین استوار است که ضرورت انجام آن را در فضای علمی و اجرایی کشور تبیین می‌کند:

۱. بازتعریف ناترازی انرژی به عنوان یک عامل ریسک سیستماتیک قیمت‌گذاری‌شونده: در حالی که اکثر مطالعات داخلی، ناترازی انرژی (به ویژه ناترازی گاز و برق) را صرفاً از منظر مهندسی یا به عنوان یک چالش عملیاتی و لجستیکی در سطح بنگاه بررسی کرده‌اند (سمیعی‌نسب، ۱۴۰۳؛ شمس، ۱۴۰۴)، این مقاله با اتکا به تئوری‌های نوین مالی، ناترازی انرژی را به عنوان یک فاکتور ریسک سیستماتیک^۵ در بستر بازار سرمایه ایران معرفی می‌کند. نوآوری ما در این است که نشان می‌دهیم ناترازی انرژی فراتر از نوسانات بازده تک‌سهم، کل ساختار همبستگی بازار را در زمان بحران جابه‌جا می‌کند و بر اساس تئوری قیمت‌گذاری آربیتراژ، باید به عنوان یک متغیر کلیدی در محاسبه نرخ بازده مورد انتظار لحاظ شود.

۲. ارائه چارچوب تحلیلی چندبعدی (زمانی-مکانی): بسیاری از مدل‌های رایج در مدیریت ریسک، نوسانات را صرفاً در بعد زمان بررسی می‌کنند. نوآوری روش‌شناختی پیشنهادی در این مقاله، معرفی مدل DCC-GARCH-X با قابلیت ادغام همزمان اثرات فصلی (نوسانات ناشی از اوج مصرف در تابستان و زمستان) و شوک‌های مکانی (ناپایداری‌های منطقه‌ای انرژی) است. این رویکرد الهام گرفته از مطالعات پیشرو جهانی (نظیر یین و کائو، ۲۰۲۴؛ هو و همکاران، ۲۰۲۵) است که برای نخستین بار در قالب یک مدل تثوریک بومی‌سازی شده برای بازار ایران ارائه می‌گردد تا ناترازی‌های

¹ Seasonal

² Spatial

³ Exogenous Variables

⁴ Spatially and Seasonally Informed

⁵ Systematic Risk Factor

جغرافیایی تولید و مصرف انرژی را در تحلیل ریسک مالی ادغام نماید.

۳. تبیین پیوند ناترازی زیرساختی با اهداف توسعه پایدار: یکی از خلأهای جدی در پژوهش‌های مالی داخلی، عدم پیوند میان ریسک‌های فیزیکی ناشی از تغییر اقلیم و ناترازی انرژی با پایداری سیستم‌های مالی است (عین‌آبادی و موسوی، ۱۴۰۳). این مقاله با رویکردی انتقادی، نشان می‌دهد که چگونه ناترازی انرژی مانع از تحقق توسعه پایدار در صنایع استراتژیک می‌شود. نوآوری ما در اینجا، ارائه یک چارچوب مفهومی است که نشان می‌دهد پایداری بازار سرمایه^۱ نه تنها به متغیرهای پولی، بلکه به تاب‌آوری زیرساخت‌های انرژی در برابر شوک‌های محیطی وابسته است.

۴. شناسایی و تحلیل شکاف روش‌شناختی در مطالعات داخلی: این مقاله با مرور نظام‌مند پیشینه‌ها، به وضوح نشان می‌دهد که چرا مدل‌های ایستا و تک‌متغیره کنونی در تخمین ریسک واقعی ناترازی انرژی ناتوان هستند. نوآوری این کار در ارائه یک نقشه راه روش‌شناختی برای محققان آتی است تا با عبور از تحلیل‌های توصیفی، به سمت مدل‌سازی پویای سرایت ریسک^۲ حرکت کنند. ما در این بخش تبیین می‌کنیم که چگونه مدل پیشنهادی می‌تواند بتای سیستماتیک شرکت‌ها را در فصول بحران انرژی به‌روزرسانی کرده و از تخمین‌های سوگیرانه در مدیریت پورتفوی جلوگیری نماید.

۲. پیشینه پژوهش

۱.۲. مبانی نظری

الف) ناترازی انرژی به مثابه ریسک سیستماتیک و عامل قیمت‌گذاری

نقطه آغازین تحلیل رابطه میان متغیرهای محیطی و بازار سرمایه، بر تئوری قیمت‌گذاری آربیتراژ^۳ استوار است. راس^۴ (۱۹۷۶) با معرفی این تئوری، بازده دارایی‌ها را تابعی از عوامل سیستماتیک کلان دانست. با گذشت زمان، این عوامل از متغیرهای پولی محض به سمت متغیرهای زیرساختی و اقلیمی حرکت کردند.

در این راستا، مسرت (۱۳۸۳) در یکی از مطالعات پیشگام، چالش‌های ناشی از مصرف بی‌رویه و سیاست‌های انرژی ایران را بررسی کرد و هشدار داد که عدم تعادل در این بخش می‌تواند به یک مانع ساختاری برای رشد اقتصادی تبدیل شود. تکامل این دیدگاه در مطالعات بولتون و همکاران (۲۰۲۱) مشاهده می‌شود؛ آن‌ها استدلال کردند که ریسک‌های غیرمالی مانند ریسک‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و حاکمیتی^۵ فراتر از تورم و نرخ بهره، به فاکتورهای قیمت‌گذاری شونده در بازار تبدیل شده‌اند.

در سال‌های اخیر، این موضوع در ایران ابعاد حادث‌تری یافته است. مرتضایی (۱۴۰۳) با تحلیل بحران ناترازی، نشان داد که قطع برق و گاز نه تنها تولید را کاهش می‌دهد، بلکه با فرسودگی زیرساخت‌ها، ریسک نقدینگی و هزینه‌های خانوار را افزایش می‌دهد. این یافته توسط حسینی و ملاابراهیمی (۱۴۰۴) بسط داده شد؛ آن‌ها مفهوم ناترازی مرکب را مطرح کردند که نشان می‌دهد چگونه ناترازی در بخش انرژی با ابعاد ارزی و ساختاری پیوند خورده و پایداری کل سیستم مالی را تهدید

^۱ Sustainable Capital Market

^۲ Risk Contagion

^۳ Arbitrage Pricing Theory - APT

^۴ Ross

^۵ ESG Risks (Environmental, Social, Governance)

می‌کند. بنابراین، ناترازی انرژی دیگر یک متغیر فنی نیست، بلکه براساس تئوری APT، یک عامل ریسک سیستماتیک است که همبستگی میان صنایع را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

مبانی نظری مدیریت مالی کلاسیک، ریسک سیستماتیک را ناشی از متغیرهای کلان اقتصادی می‌داند؛ اما با ظهور چالش‌های اقلیمی و زیرساختی، پیوند میان ناترازی انرژی و ثبات مالی به یکی از سرفصل‌های مهم توسعه پایدار تبدیل شده است. ناترازی انرژی در ایران، به ویژه در حوزه‌های برق و گاز، از طریق توقف چرخه تولید و افزایش هزینه‌های نهایی، منجر به ایجاد ریسک انتقال^۱ برای صنایع بورسی می‌گردد (سمیعی‌نسب، ۱۴۰۳). طبق تئوری‌های نوین، این ناترازی نه تنها بر سودآوری شرکت‌ها، بلکه بر همبستگی پویای میان آن‌ها نیز اثرگذار است، به طوری که در فصول بحران انرژی، مزیت تنوع‌بخشی پورتفوی کاهش می‌یابد.

ب) ضرورت تحلیل پویای نوسانات و مکانیسم سرایت ریسک ناترازی

نوسانات مالی^۲ پدیده‌ای خوشه‌ای^۳ است؛ به این معنی که نوسانات بالا در یک دوره، معمولاً با نوسانات بالای بعدی همراه است. برای مدل‌سازی این ویژگی، مدل‌های ARCH (انگل^۴، ۱۹۸۲) و GARCH (بولرسلو^۵، ۱۹۸۶) توسعه یافتند. GARCH تک‌متغیره تنها برای تحلیل نوسانات بازده یک دارایی مناسب هستند. اما مدیریت ریسک پرتفوی نیازمند درک همبستگی^۶ بین دارایی‌ها است. DCC-GARCH چندمتغیره^۷ توسط انگل (۲۰۰۲) معرفی شد و توانایی مدل‌سازی همزمان نوسانات و مهم‌تر از آن، همبستگی متغیر با زمان را برای چندین سری زمانی (مانند بازده سهام چندین شرکت) دارد. DCC-GARCH به ویژه برای تحلیل سرایت ریسک^۸ در زمان بحران‌ها، که همبستگی‌ها به شدت افزایش می‌یابند، ابزاری حیاتی است. این مدل امکان وارد کردن متغیرهای برون‌زا مانند شاخص‌های ناترازی انرژی را به معادله همبستگی فراهم می‌کند تا تأثیر مستقیم شوک‌های زیرساختی بر ساختار وابستگی دارایی‌ها سنجیده شود. اهمیت این مدل برای پژوهش حاضر در این است که اجازه می‌دهد تأثیر مستقیم شوک‌های زیرساختی (به عنوان متغیر برون‌زا) بر ساختار وابستگی دارایی‌ها سنجیده شود. براساس مطالعات دیما و همکاران (۲۰۲۵) و سادورسکی (۲۰۱۲)، در زمان بحران‌های انرژی، همبستگی‌های پویای میان دارایی‌ها به شدت افزایش می‌یابد؛ این یعنی ناترازی انرژی باعث می‌شود دارایی‌هایی که در شرایط عادی مستقل به نظر می‌رسیدند، همزمان دچار ریزش شوند و تنوع‌بخشی پورتفوی ناکارآمد گردد. این تحلیل، پیوندی منطقی میان نوسانات خوشه‌ای و کاهش پایداری بازار سرمایه در زمان ناترازی ایجاد می‌کند.

ج) ریسک مکان- فصلی^۹ و مدل‌سازی جغرافیایی-مالی

اقتصادسنجی مالی سنتی فرض می‌کند که شوک‌ها به طور یکنواخت بر تمامی نقاط بازار تأثیر می‌گذارند. با این حال، ناترازی‌های زیرساختی انرژی دارای دو ویژگی حیاتی هستند: ماهیت محلی و منطقه‌ای (مکانی) و ماهیت دوره‌ای و زمان‌بندی شده (فصلی).

^۱ Transition Risk

^۲ Volatility

^۳ Clustered

^۴ Engle

^۵ Bollerslev

^۶ Correlation

^۷ Dynamic Conditional Correlation GARCH

^۸ Risk Spillover

^۹ Spatial-Seasonal Risk

- بعد مکانی: ناترازی انرژی در ایران ماهیت منطقه‌ای دارد. برای مثال، محدودیت برق در خوزستان که قطب فولاد است، رفتار ریسک متفاوتی نسبت به محدودیت گاز در خراسان یا عسلویه (قطب پتروشیمی) ایجاد می‌کند. هو و همکاران (۲۰۲۵) تأکید می‌کنند که نادیده گرفتن توزیع جغرافیایی ریسک‌های انرژی منجر به تخمین نادرست پایداری سیستم می‌گردد.
- بعد فصلی: برخلاف شوک‌های ناگهانی پولی، ناترازی انرژی در ایران دوره‌ای و قابل پیش‌بینی است (اوج برق در تابستان و گاز در زمستان). عبدالله‌پور (۱۴۰۴) نشان می‌دهد که این تناوب فصلی، رفتار مصرف‌کننده و تولیدکننده را تغییر می‌دهد.

پیوند منطقی این دو بعد منجر به شکل‌گیری مفهوم ریسک مکانی-فصلی می‌شود. این ریسک به این واقعیت اشاره دارد که نزدیکی جغرافیایی صنایع به یکدیگر و قرار گرفتن در معرض یک شوک منطقه‌ای در یک زمان خاص، منجر به همبستگی مکانی-فصلی می‌گردد. براساس یافته‌های یین و کائو (۲۰۲۴)، شوک‌های محیطی از طریق کانال‌های مکانی با سرعت بیشتری منتشر می‌شوند. بنابراین، برای قیمت‌گذاری دقیق در چارچوب APT، ناترازی انرژی نباید به عنوان یک عدد ثابت، بلکه باید به عنوان یک متغیر اطلاع‌یافته از مکان و زمان در مدل‌های همبستگی پویا ادغام شود. این رویکرد به سرمایه‌گذاران اجازه می‌دهد تا بتای سیستماتیک خود را براساس موقعیت جغرافیایی صنایع و تقویم فصلی ناترازی باز تنظیم کنند.

۲.۲. پیشینه تحقیق

مطالعات تجربی در ابتدا بر اثرات مستقیم ناترازی بر عملکرد شرکت‌ها تمرکز داشتند. شمسی (۱۴۰۴) در پژوهش خود اثبات کرد که ناپایداری انرژی مستقیماً زنجیره تأمین را مختل کرده و با افزایش هزینه‌های عملیاتی، جایگاه رقابتی بنگاه‌ها را تضعیف می‌کند. اما سوال مهم‌تر این بود که این اختلالات چگونه در بازار سرمایه منعکس می‌شوند؟ وُرتینگتون (۲۰۰۸) با بررسی شوک‌های غیرمالی نشان داد که حوادث طبیعی و زیرساختی منجر به نوسانات شدید در بازار سهام می‌شوند. در ادامه این مسیر، سادورسکی (۲۰۱۲) با تمرکز بر بخش انرژی، نشان داد که شوک‌های این حوزه در دوره‌های بحران به سرعت به سایر بخش‌ها «سرایت» می‌کنند. در ایران، عین‌آبادی و موسوی (۱۴۰۳) اولین پیوند تجربی میان فجایع جوی (که ریشه اصلی ناترازی‌های فصلی هستند) و بورس تهران را برقرار کردند و نشان دادند که بازار با تاخیر یک‌روزه به این شوک‌ها واکنش منفی نشان می‌دهد. پژوهش‌های نوین‌تر، نگاه خود را از بازده به سمت ساختار همبستگی معطوف کرده‌اند. یین و کائو (۲۰۲۴) در یک مطالعه بین‌المللی بسیار جدید، نشان دادند که ریسک‌های اقلیمی دارای اثر انتشار موجی^۱ هستند و در کوتاه‌مدت، همبستگی میان بازارها را به شدت افزایش می‌دهند. این موضوع در ایران به دلیل تمرکز صنایع انرژی بر بسیار حیاتی است؛ زیرا همانطور که سمیعی‌نسب (۱۴۰۳) اشاره می‌کند، فقدان ساختار مالی مستقل برای مدیریت انرژی باعث شده تا شوک‌های ناترازی به صورت متقارن و شدید به کل پرتفوی صنایع سرایت کند.

جدیدترین لایه در پژوهش‌های این حوزه، ادغام مفاهیم توسعه‌یافته با مدل‌سازی‌های جغرافیایی-مالی است. سلتزر و همکاران (۲۰۲۲) تأکید کردند که سرمایه‌گذاران به شدت نسبت به ریسک‌های انتقالی مرتبط با انرژی حساس شده‌اند. در بستر ایران، عبدالله‌پور (۱۴۰۴) بُعد جدیدی به بحث افزود و نشان داد که ناترازی برق و گاز به شدت تابع مکان و فصل است. اینجاست که شکاف پژوهشی مطالعات قبلی آشکار می‌شود. پژوهش‌های داخلی مانند صدری و مقصودی (۱۴۰۴)

^۱ Ripple-spreading

اگرچه بر نقش هوش مصنوعی در کاهش ناترازی تاکید دارند، اما هنوز ابزاری برای اندازه‌گیری پویای این ریسک در بازار سرمایه ارائه نداده‌اند. در مقابل، مطالعه پیشروی هو و همکاران (۲۰۲۵) نشان می‌دهد که ریسک‌های سیستمی انرژی را باید در سطح استانی و منطقه‌ای مدل‌سازی کرد تا پایداری واقعی سیستم سنجیده شود. این مقاله با پیوند دادن این زنجیره از مطالعات، استدلال می‌کند که برای تحقق توسعه پایدار در بازار سرمایه، نباید ناترازی را یک متغیر ثابت دید. براساس یافته‌های دیما و همکاران (۲۰۲۵)، مدل‌های همبستگی پویا می‌توانند تغییرات لحظه‌ای همبستگی میان صنایع را در زمان وقوع شوک‌های مکانی-فصلی ردیابی کنند. پژوهش حاضر با ترکیب متغیرهای برون‌زای مکانی و فصلی در مدل DCC-GARCH، در واقع لایه نهایی این سیر تکاملی را تکمیل کرده و ابزاری برای قیمت‌گذاری دقیق این ریسک نوظهور ارائه می‌دهد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

این تحقیق در دسته‌بندی مطالعات کیفی و از نوع مرور نظام‌مند^۱ قرار می‌گیرد. به عنوان یک مقاله مروری، هیچ‌گونه تحلیل کمی یا آماری جدیدی بر روی داده‌ها انجام نمی‌شود و تمرکز بر تحلیل عمیق و انتقادی پیشینه‌های نظری و تجربی موجود است. رویکرد پژوهش، کیفی و تحلیلی-انتقادی است. ابزار اصلی تحلیل، تحلیل ادبیات^۲ و تحلیل شکاف^۳ است. فرآیند شامل مقایسه مبانی نظری بین‌المللی با یافته‌های تجربی داخلی برای تبیین ضرورت استفاده از مدل‌های نوسان‌پذیری پویا و اطلاع‌یافته از بستر مکانی-فصلی است.

پژوهش حاضر از منظر هدف، در زمره مطالعات توسعه‌ای-نظری و از نظر ماهیت و روش، یک پژوهش کیفی با رویکرد مرور نظام‌مند^۴ است. با توجه به نظرات اصلاحی، تأکید می‌گردد که این مقاله فاقد تحلیل‌های کمی، آزمون‌های آماری یا برآوردهای عددی بر روی داده‌های سری زمانی است. در عوض، تمرکز اصلی بر تحلیل عمیق و انتقادی ادبیات موجود برای استخراج یک چارچوب روش‌شناختی نوین جهت مدیریت ریسک در بازار سرمایه ایران قرار دارد. فرآیند روش‌شناسی این پژوهش بر سه رکن اساسی استوار است:

الف) تحلیل ادبیات و سنتز نظری^۵: در این مرحله، تئوری‌های کلاسیک مالی مانند APT با ادبیات نوین ریسک‌های اقلیمی و زیرساختی برگرفته از منابع مانند بین و کائو (۲۰۲۴) و هو و همکاران (۲۰۲۵) تطبیق داده شدند. هدف از این گام، تبیین چگونگی تبدیل ناترازی انرژی از یک معضل مهندسی به یک فاکتور ریسک سیستماتیک در مدل‌های قیمت‌گذاری دارایی است.

ب) تحلیل شکاف روش‌شناختی^۶: با بررسی انتقادی مطالعات داخلی و بین‌المللی، نقاط ضعف مدل‌های رایج در مواجهه با ویژگی‌های بومی اقتصاد ایران (نظیر ناترازی‌های فصلی و منطقه‌ای) شناسایی شد. این تحلیل شکاف نشان داد که مدل‌های ایستا و تک‌متغیره کنونی، قادر به ردیابی سرایت ریسک در فصول بحران نیستند.

ج) تبیین و معرفی مدل پیشنهادی DCC-GARCH-X: به عنوان خروجی اصلی این مطالعه مروری، مدل همبستگی پویای شرطی (DCC) به همراه متغیرهای برون‌زا (X) به عنوان راهکار بهینه معرفی می‌گردد. در این بخش، منطق نظری ادغام

¹ Systematic Review

² Conceptual and Analytical Review

³ Gap Analysis

⁴ Systematic Review

⁵ Conceptual Synthesis

⁶ Gap Analysis

متغیرهای «مکانی» و «فصلی» در معادلات واریانس و همبستگی تشریح شده است تا یک نقشه راه برای پژوهشگران آتی جهت کمی‌سازی دقیق ریسک ناترازی فراهم آید.

ابزارهای گردآوری و تحلیل: داده‌های مورد نیاز این پژوهش از طریق فیش‌برداری و تحلیل محتوای اسناد کتابخانه‌ای، مقالات پایگاه‌های معتبر و گزارش‌های تحلیلی ناترازی انرژی در ایران گردآوری شده است. فرآیند تحلیل به صورت استنتاجی بوده و سعی شده است تا از دل تضادهای موجود در پیشینه‌های پژوهشی، یک ساختار منسجم برای مدل‌سازی پویای ریسک ناترازی استخراج گردد.

۴. یافته‌ها

۴.۱. تحلیل انتقادی و تعیین شکاف پژوهشی

مرور نظام‌مند ادبیات داخلی، سه نقص عمده را در نحوه برخورد با ریسک ناترازی انرژی نشان می‌دهد که مدل-DCC، GARCH مکانی-فصلی برای پوشش آن‌ها طراحی شده است. این نقص‌ها، بر اساس مقایسه با ادبیات بین‌المللی، برجسته‌تر می‌شوند:

۱. شکاف متغیر با زمان (فصلی): ناترازی انرژی یک ریسک فصلی و دوره‌ای است. مدل‌های ایستا قادر به ثبت این واقعیت نیستند که ریسک سیستماتیک و همبستگی دارایی‌ها در طول سال متغیر است. برای مثال، در ادبیات داخلی، عین‌آبادی و موسوی (۱۴۰۳) از آزمون‌های آماری پارامتریک یا ناپارامتریک برای تخمین ارتباط بین متغیرها استفاده کرده‌اند، اما نتوانسته‌اند افزایش همبستگی فصلی را مدل‌سازی کنند. در مقابل، مطالعات بین‌المللی مانند سادورسکی (۲۰۱۲) نشان می‌دهند که شوک‌های فصلی انرژی، پویایی همبستگی را تغییر می‌دهند.
۲. شکاف مکانی: ناترازی‌ها به صورت منطقه‌ای ظاهر می‌شوند. نادیده گرفتن این بُعد مکانی باعث می‌شود تأثیر ریسک بر شرکت‌های با پراکندگی جغرافیایی مختلف به درستی مدل‌سازی نشود و در نتیجه، تخمین ریسک پورتفوی ناقص باشد. مثلاً، پژوهش‌های داخلی مانند شمسی (۱۴۰۴) بر اثرات کلان‌زنجیره تأمین تمرکز دارند، اما تفاوت‌های منطقه‌ای (مانند قطع برق در خوزستان بر فولادسازان محلی) را نادیده می‌گیرند.
۳. شکاف ابزاری: عدم استفاده از مدل‌های چندمتغیره، پژوهشگران را از درک پدیده افزایش شدید همبستگی‌ها (سرایت ریسک) بین دارایی‌ها در زمان شوک‌های انرژی باز می‌دارد. این مرور، به عنوان مطالعه مروری، این شکاف‌ها را بدون آزمون تجربی شناسایی می‌کند و چارچوب پیشنهادی را برای پر کردن آن‌ها توجیه می‌نماید.

۴.۲. یافته‌های مفهومی و مبانی استنتاج

- استنتاج ۱: ریسک ناترازی، یک عامل سیستماتیک غیرخطی است. براساس نظریه قیمت‌گذاری آربیتراژ، ناترازی انرژی یک ریسک غیرقابل تنوع است که به طور همزمان شرکت‌های بزرگ را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بنابراین ماهیت آن سیستماتیک بوده و انتظار می‌رود تأثیر آن بر بازده سهام به صورت فزاینده^۱ منفی شود. مدل پیشنهادی به دنبال اندازه‌گیری پویایی حساسیت به این عامل جدید نظریه قیمت‌گذاری آربیتراژ است.
- استنتاج ۲: ناترازی فصلی و مکانی، بتای پویا را دیکته می‌کند. از آنجایی که ناترازی در ایران یک پدیده فصلی و منطقه‌ای است، ریسک سیستماتیک (بتا) شرکت‌های مختلف نیز باید متغیر با زمان و مکان باشد. مدل باید نشان

^۱ Exponentially

دهد که بتای سهام شرکت های تولیدکننده انرژی بر، در فصول و مناطق با اوج ناترازی، به طور معناداری بالاتر است.

۳.۴. چارچوب مفهومی پیشنهادی

چارچوب پیشنهادی برای پر کردن شکاف های روش شناختی (زمان، مکان و ابزار) که در بخش ۱.۴ شناسایی شد، بر بسط مدل DCC-GARCH با متغیرهای برونزای مکانی-فصلی (DCC-GARCH-X) استوار است. هدف، تبدیل ریسک ناترازی زیرساختی (انرژی) از یک تهدید کلان نامشخص به یک ریسک مالی قابل قیمت گذاری^۱ در بازار سرمایه است. الف) مبانی نظری مدل همبستگی پویای شرطی (DCC-GARCH): مدل DCC-GARCH ابزاری استاندارد برای تجزیه ماتریس کوواریانس شرطی چندمتغیره (H_t) است. این تجزیه، امکان مدل سازی نوسانات هر دارایی (تک متغیره) را به صورت مجزا از مدل سازی همبستگی های پویای بین دارایی ها فراهم می کند.

$$H_t = D_t R_t D_t \quad (۱)$$

جدول ۱. تعریف متغیرهای مدل همبستگی پویای شرطی

نماد	تعریف	نقش در تحلیل ریسک
H_t	ماتریس کوواریانس شرطی $N \times N$ در زمان t	ریسک واریانس-کوواریانس پورتفوی
D_t	ماتریس قطری انحراف معیارهای شرطی	مدل سازی نوسانات تک تک دارایی ها (GARCH)
R_t	ماتریس همبستگی پویای شرطی	تمرکز اصلی مدل؛ نحوه تغییر همبستگی ها در طول زمان

ب) مدل سازی نوسانات تک متغیره:

برای مدل سازی دقیق نوسانات تک تک دارایی ها در ماتریس قطری D_t ، از مدل GJR-GARCH^۲ به جای مدل استاندارد GARCH استفاده می شود. این انتخاب روش شناختی ضروری است و ارتباط مستقیمی با ماهیت نامتقارن ریسک ناترازی انرژی دارد. مدل های استاندارد GARCH فرض می کنند که نوسانات (ریسک) به طور متقارن به شوک های مثبت و منفی گذشته واکنش نشان می دهند. اما در بازارهای مالی، یک واقعیت مشهود وجود دارد. اعلام اخبار بد (شوک مثبت) تأثیر شدیدتری بر افزایش نوسانات آتی (ریسک) دارایی ها دارد تا اعلام اخبار خوب (شوک مثبت) با همان اندازه. این پدیده که به آن "اثر اهرمی" گفته می شود، در بستر بحران های زیرساختی ایران اهمیت مضاعفی پیدا می کند. اعلام رسمی محدودیت های برق یا گاز (که یک شوک منفی برای سودآوری صنایع انرژی بر است)، انتظار می رود که نوسانات آتی قیمت سهام آن شرکت ها را به میزان نامتقارن و شدیدتری افزایش دهد. مدل GJR-GARCH به شرح زیر است:

$$h_{i,t} = w_i + a_i \varepsilon_{i,t-1}^2 + \gamma_i I_{i,t-1} \varepsilon_{i,t-1}^2 + \beta_i h_{i,t-1} \quad (۲)$$

عبارت $\gamma_i I_{i,t-1} \varepsilon_{i,t-1}^2$ به طور مشخص برای گنجاندن این نامتقارنی در نظر گرفته شده است:

^۱ Priceable Financial Risk

^۲ Glosten-Jagannathan-Runkle GARCH

• $I_{i,t-1}$ (متغیر دامی): این متغیر تنها زمانی مقدار ۱ می گیرد که شوک بازده در دوره قبل ($\varepsilon_{i,t-1}$) منفی باشد (نشان دهنده افت قیمت).

• γ_i (ضریب حساسیت نامتقارن): این پارامتر، وزن اضافی شوک منفی بر نوسانات آتی را اندازه گیری می کند. اگر γ_i معنی دار و مثبت باشد، اثبات می شود که شوک های منفی مرتبط با ناترازی (یا سایر اخبار منفی)، قدرت بیشتری در افزایش ریسک آتی سهم دارند.

بنابراین، استفاده از مدل GJR-GARCH در این مرحله، دقت مدل DCC را تضمین می کند، چرا که:

۱. دقت در برآورد نوسانات تک تک دارایی ها ($h_{i,t}$)، مقدمه لازم برای دقت در برآورد همبستگی های پویا (R_t) است.

۲. این مدل، تضمین می کند که شوک های استاندارد شده ($z_{i,t}$) که ورودی مرحله بعدی مدل DCC هستند، به درستی اثر نامتقارن نوسانات را به خود گرفته باشند.

برآورد این مرحله، شوک های استاندارد شده ($z_{i,t}$) را تولید می کند که دارای میانگین صفر و واریانس یک هستند و در مرحله بعد به عنوان ورودی اصلی، برای مدل سازی همبستگی های پویا استفاده می شوند.

(ج) گنجانیدن ریسک مکانی-فصلی:

هسته نوآوری در این چارچوب، وارد کردن عوامل برونزا (X) در معادله پویایی کوواریانس استاندارد شده (Q_t) است. این معادله نشان می دهد که چگونه همبستگی های شرطی، به شوک های گذشته و همچنین عوامل ریسک ناترازی مکانی-فصلی، واکنش نشان می دهند.

۱. تعریف عوامل برونزا^۱:

جدول ۲. تعریف عوامل برونزا

عامل	ساختار و فرمولاسیون	توجیه روش شناختی (شکاف پر شده)
شاخص فصلی	متغیرهای دامی فصلی ($D_{Season,t-1}$) برای تابستان (اوج برق) و زمستان (اوج گاز).	شکاف متغیر با زمان: اطمینان از اینکه متوسط همبستگی ها در فصول بحران، متفاوت از فصول عادی مدل سازی می شوند.
شاخص ریسک ناترازی مکانی	ماتریس $(N \times N)$ SPI_{t-1} بر اساس: $SPI_{t-1} = S_{t-1} W$	شکاف مکانی: لحاظ کردن وابستگی شرکت ها به مناطق جغرافیایی (ماتریس W) و شدت محدودیت های منطقه ای (ماتریس S_{t-1})

۲. معادله پویایی همبستگی پیشنهادی:

با لحاظ کردن عوامل مکانی (SPI_{t-1}) و فصلی ($D_{Season,t-1}$) در پویایی Q_t ، چارچوب نهایی به صورت زیر تعریف می شود:

$$Q_t = (1 - a - b)\bar{Q} + a(z_{t-1}z'_{t-1}) + bQ_{t-1} + \Gamma_s SPI_{t-1} + \Gamma_D D_{Season,t-1} \quad (3)$$

در این معادله، Q_t علاوه بر شوک های گذشته ($z_{t-1}z'_{t-1}$) و همبستگی های گذشته (Q_{t-1})، تحت تأثیر مستقیم عوامل ناترازی مکانی و فصلی قرار می گیرد. معنی داری آماری ضرایب Γ_s و Γ_D ، که امکان آزمون تجربی فرضیه

¹ The X-Variables

تأثیرگذاری ریسک ناترازی بر سرایت ریسک را فراهم می کند، تضمین می کند که همبستگی (R_t) و در نتیجه بتا، در فصول اوج مصرف و مناطق بحرانی، بالاتر خواهد بود و شکاف ابزاری موجود در ادبیات داخلی را می پوشاند.

جدول ۳. تعریف و نقش در مدل سازی ریسک ناترازی

نماد	نقش	تعریف و نقش در مدل سازی ریسک ناترازی
H_t	خروجی اصلی مدل	ماتریس کوواریانس شرطی پویا. حامل اطلاعات واریانس و کوواریانس دارایی ها متغیر با زمان، مکان و فصل.
Γ_s	ماتریس ضرایب حساسیت مکانی	ماتریس ضرایب حساسیت همبستگی به شاخص مکانی ناترازی (SPI_{t-1})
Γ_D	ماتریس ضرایب حساسیت فصلی	ماتریس ضرایب حساسیت همبستگی به متغیر دایمی فصلی ($D_{Season,t-1}$) (مانند دایمی تابستان برای برق یا زمستان برای گاز).

هدف اصلی چارچوب DCC-GARCH مکانی-فصلی، آزمون تجربی مفاهیم نظریه قیمت گذاری آربیتراژ در بستر ریسک زیرساختی ایران است. ریسک ناترازی به عنوان یک عامل سیستماتیک جدید در APT در نظر گرفته می شود. مدل اقتصادسنجی DCC-GARCH-X ابزاری است که با افزودن عوامل Γ_s و Γ_D به معادله پویایی همبستگی، پویایی و متغیر بودن حساسیت دارایی به عامل (β_i) را در طول زمان، متناسب با تغییرات ناترازی، به صورت تجربی اندازه گیری می کند. خروجی H_t تمام اطلاعات لازم برای محاسبه ابزارهای قیمت گذاری و مدیریت ریسک را فراهم می کند. خروجی این چارچوب تحلیلی، دو ابزار کلیدی و پویا را برای تحلیل گران مالی و سیاست گذاران فراهم می کند:

- بتای سیستماتیک پویا ($\beta_{i,t}$)

این مدل امکان محاسبه بتای متغیر با زمان^۱ را می دهد که مستقیماً به ناترازی فصلی و مکانی وابسته است. این بتا با استفاده از المان های ماتریس H_t به شرح زیر محاسبه می شود:

$$\beta_{i,t} = \frac{Cov(R_{i,t}, R_{m,t})}{Var(R_{m,t})} = \frac{H_{i,m,t}}{H_{m,m,t}} \quad (۴)$$

$H_{i,m,t}$ نشان دهنده کوواریانس شرطی بازده دارایی i و بازار m در زمان t است و $H_{m,m,t}$ واریانس شرطی بازار در زمان t است. این بتا ابزار اصلی برای اثبات تئوری افزایش متغیر با زمان ریسک سیستماتیک و قیمت گذاری آن (مطابق با APT) است.

• ارزش در معرض ریسک (VaR) پویا

مدل با ارائه تخمین دقیق H_t (کوواریانس شرطی) امکان محاسبه VaR پویا را فراهم می آورد. این متغیر ابزاری است که مستقیماً برای مدیریت زیان و تخصیص سرمایه^۲ استفاده می شود.

$$VaR_t = -(\mu_p + \sigma_p(t) \cdot Z_\alpha) \quad (۵)$$

^۱ Time-Varying Beta

^۲ Capital Allocation

$\sigma_p(t)$ (انحراف معیار شرطی پرتفوی) هسته اصلی VaR پویا است و از طریق ضرب ماتریسی وزن‌های پرتفوی (w') در خروجی H_t محاسبه می‌شود. $\sigma_p(t) = \sqrt{w_t' H_t w_t}$. تأثیر ناترازی مکانی-فصلی بر VaR مستقیماً از طریق H_t وارد می‌شود و منجر به پیش‌بینی افزایش شدید VaR در فصول اوج ریسک می‌گردد.

جدول ۴. متغیر خروجی، هدف اصلی، توجیه در مقاله و پیامد نهایی

متغیر خروجی	مبنای نظری و هدف اصلی	تحلیل تطبیقی (رویکرد سنتی در برابر رویکرد پیشنهادی)	نقش در توجیه مدل و پیامد نهایی
بتای پویای فصلی-مکانی	تئوری قیمت‌گذاری دارایی (APT)	در رویکرد سنتی، بتا ثابت فرض شده و ریسک ناترازی را نادیده می‌گیرد. در رویکرد پیشنهادی، بتا در فصول اوج ناترازی و بر اساس مختصات جغرافیایی شرکت جابه‌جا می‌شود. این تحلیل ثابت می‌کند که ناترازی یک ریسک سیستماتیک دیکته شده است.	سیاست‌گذاری: اندازه‌گیری دقیق هزینه سرمایه‌های تحمیلی ناشی از ناترازی. اثبات اینکه شرکت‌های واقع در مناطق پرخطر، باید نرخ بازده مورد انتظار بالاتری داشته باشند.
ارزش در معرض ریسک پویا	مدیریت ریسک عملیاتی و پایداری	در رویکرد سنتی، زیان احتمالی براساس نوسانات تاریخی کل بازار سنجیده می‌شود. در رویکرد پیشنهادی، VaR با ورود به تقویم ناترازی (تابستان/زمستان) به صورت پیش‌دستانه جهش می‌یابد و اثرات قطعی انرژی را در محاسبات زیان ادغام می‌کند.	مدیریت پورتفوی: ابزار تخصیص سرمایه فعال؛ بهینه‌سازی سبد سهام در آستانه ورود به فصول بحرانی برای کاهش افت ارزش دارایی‌ها.
ضریب همبستگی پویا	تحلیل سرایت ریسک (Contagion)	در رویکرد سنتی، همبستگی صنایع (مثلاً فولاد و سیمان) خطی فرض می‌شود. در رویکرد پیشنهادی، نشان داده می‌شود که شوک ناترازی چگونه باعث همگرایی ریسک شده و مزیت تنوع‌بخشی را در لحظات بحرانی از بین می‌برد.	ثبات مالی: شناسایی کانال‌های سرایت ریسک بین‌بخشی و کمک به رگولاتور بازار سرمایه برای پیش‌بینی رفتارهای توده‌وار در زمان قطعی انرژی.

۵. بحث و نتیجه‌گیری

۵.۱. جمع‌بندی یافته‌های تحلیلی

این پژوهش مروری با هدف تبیین یک چارچوب نوین برای مدل‌سازی ریسک ناترازی انرژی در بازار سرمایه ایران انجام شد. براساس تحلیل انتقادی ادبیات پژوهش، نتایج زیر حاصل شده است:

- **تغییر ماهیت ریسک:** ناترازی انرژی در ایران از یک چالش صرفاً زیرساختی به یک فاکتور ریسک سیستماتیک قیمت‌گذاری شوند تبدیل شده است. این ریسک به دلیل وابستگی متقابل صنایع، غیرقابل تنوع‌بخشی است و مستقیماً بازده مورد انتظار سرمایه‌گذاران را تحت تأثیر قرار می‌دهد.
- **شکست مدل‌های ایستا:** مرور پیشینه‌ها نشان داد که مدل‌های کلاسیک و تک‌متغیره به دلیل نادیده گرفتن خوشه‌بندی نوسانات و پویایی همبستگی، ریسک واقعی را در زمان بحران‌های فصلی انرژی (تابستان و زمستان) کمتر از حد واقعی تخمین می‌زنند.
- **اهمیت بعد مکان-زمان:** ناترازی انرژی در ایران یک پدیده همگن نیست. ادغام ابعاد جغرافیایی و فصلی در مدل‌های مالی (DCC-GARCH-X) نه تنها یک انتخاب فنی، بلکه یک ضرورت برای انطباق با واقعیات اقلیمی و صنعتی ایران است. این رویکرد اجازه می‌دهد تا سرایت ریسک بین قطب‌های صنعتی به درستی ردیابی شود.

۲.۵. پیشنهادهای سیاستی و اجرایی

این مقاله، به عنوان یک پیشنهاد مفهومی و مروری، پایه‌ای برای پژوهش‌های تجربی فراهم می‌کند، اما تأکید می‌شود که آزمون تجربی مدل DCC-GARCH-X با داده‌های واقعی حیاتی است تا ادعاهای مفهومی به نتایج آماری تبدیل شوند. در نهایت، گسترش مدل به ریسک‌های اقلیمی گسترده‌تر و آزمون VaR backtesting برای اعتبار سنجی، اولویت‌های کلیدی هستند. این آزمون‌های تجربی، چارچوب را از یک پیشنهاد مفهومی به ابزاری عملی تبدیل خواهند کرد. براساس چارچوب نظری ارائه شده، پیشنهادهای زیر جهت بهبود تاب‌آوری بازار سرمایه ارائه می‌گردد:

- **به سازمان بورس و اوراق بهادار:** پیشنهاد می‌شود شاخص‌های حساسیت به انرژی برای صنایع مختلف تعریف گردد تا سرمایه‌گذاران بتوانند ریسک ناترازی را در پورتفوی خود مدیریت کنند.
 - **به مدیران پورتفوی و صندوق‌های سرمایه‌گذاری:** با توجه به یافته‌های این تحقیق مبنی بر افزایش همبستگی در فصول ناترازی، توصیه می‌شود استراتژی‌های تنوع‌بخشی خود را براساس توزیع جغرافیایی صنایع بازنگری کنند تا از سرایت ریسک مکانی در امان بمانند.
 - **به وزارت نیرو و نفت:** شفاف‌سازی و انتشار داده‌های دقیق و منطقه‌ای ناترازی می‌تواند به بازار سرمایه کمک کند تا شوک‌ها را پیش‌خور کرده و از رفتارهای هیجانی و سقوط‌های ناگهانی جلوگیری نماید.
- تحقق توسعه پایدار در اقتصاد ایران مستلزم گذار از نگاه سنتی به ریسک و پذیرش واقعیات جدید اقلیمی و زیرساختی است. چارچوب پیشنهادی این مقاله، گامی اولیه برای ادغام این واقعیات در بدنه دانش مدیریت مالی کشور است تا از این طریق، پایداری و تاب‌آوری بازار سرمایه در مواجهه با چالش‌های انرژی تضمین گردد.

تعارض منافع

تعارض منافع ندارم

ORCID

Seyed Kazem Ebrahimi



<https://orcid.org/0000-0002-7227-6407>

Yadollah Heyvadi



<https://orcid.org/0009-0004-6435-5094>

منابع

- حسینی، س. ح.، و ملابراهیمی، و. (۱۴۰۴). اهمیت مدیریت ناترازی مرکب در اقتصاد و تاثیر آن بر صنعت بانکداری ایران. هجدهمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت تجارت جهانی اقتصاد دارایی و علوم اجتماعی، سنت پترزبورگ، روسیه.
- سمیعی‌نسب، م. (۱۴۰۳). راهبردهای بهینه سازی انرژی با هدف کاهش ناترازی و ارتقای امنیت انرژی کشور. *امنیت اقتصادی*، ۱۲(۱۰)، ۱۵-۲۸.
- شمسی، ف. (۱۴۰۴). تأثیر ناترازی انرژی بر کارکرد زنجیره تأمین. *نهمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت و صنعت*، تهران.
- صدری، م.، و مقصودی، ا. (۱۴۰۴). نقش فناوریهای هوش مصنوعی در کاهش ناترازی انرژی صنایع. *نخستین همایش ملی هوش مصنوعی و پژوهشهای نو ظهور همگرایی انسان و سیستم‌های هوشمند*، تهران.
- عبداله‌پور جمال، م. (۱۴۰۴). مسئله ناترازی تولید و مصرف برق در ایران و جایگاه شهروند باسواد انرژی در مصرف بهینه. *مطالعات و تحقیقات اجتماعی در ایران*، ۱۴(۱)، ۲-۲۴.
- عین‌آبادی، ج.، و موسوی، س. م. س. (۱۴۰۳). بررسی تاثیرات مالی حوادث طبیعی ناشی از تغییر اقلیم بر بازار بورس ایران. *فصلنامه چشم‌انداز حسابداری و مدیریت*، ۷(۸۹)، ۱۴۰-۱۵۲.
- مسرت، م. (۱۳۸۳). سیاست انرژی ایران: چالش‌ها و جایگزین‌ها. *ایران نامه*، (۸۴)، ۴۶۹-۴۸۸.

مرتضایی، م. (۱۴۰۳)، بحران ناترازی انرژی و تأثیرات اقتصادی آن در ایران. ب‌یستمین کنفرانس بین‌المللی نوآوری و تحقیق در علوم مهندسی، تفلیس، گرجستان.

References

- Bolton, P., & Kacperczyk, M. (2023). Global pricing of carbon-transition risk. *The Journal of Finance*, 78(6), 3327–3367. <https://doi.org/10.1111/jofi.13272>
- Bolton, P., Morgan, D., Pereira da Silva, L. (2020). The Green Swan: Central Banking and Financial Stability in the Age of Climate Change. *Bank for International Settlements (BIS)*.
- Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31(3), 307–327. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(86\)90063-1](https://doi.org/10.1016/0304-4076(86)90063-1)
- Dima, B., Muresan, G. I., & Mutu, S. (2025). Dynamic Conditional Correlations and Risk Spread between International Financial Markets: A DCC-Garch Analysis. *Journal for Economic Forecasting*, 0(1), 5-22.
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 50(4), 987–1007. <https://doi.org/10.2307/1912773>
- Engle, R. F. (2002). Dynamic conditional correlation: A simple class of multivariate GARCH models. *Journal of Business & Economic Statistics*, 20(3), 339–350.
- Ross, S. A. (1976). The arbitrage theory of capital asset pricing. *Journal of Economic Theory*, 13(3), 341–360. [https://doi.org/10.1016/0022-0531\(76\)90046-6](https://doi.org/10.1016/0022-0531(76)90046-6)
- Seltzer, L., Starks, L. T., & Zhu, Q. (2022). Climate Regulatory Risks and Corporate Bonds. *FRB of New York Staff Report*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3563271>
- Seddighi, H., & Seddighi, S. (2020). How much the Iranian government spent on disasters in the last 100 years? A critical policy analysis. *Cost Effectiveness and resource allocation*, 18(46). <https://doi.org/10.1186/s12962-020-00242-8>
- Wang, L., & Kutun, M. A. (2013). The Impact of Natural Disasters on Stock Markets: Evidence from Japan and the US. *Comparative Economic Studies*, 55, 672–686.
- Worthington, A. (2008). The impact of natural events and disasters on the Australian stock market: A GARCH-M analysis of storms, floods, cyclones, earthquakes and bushfires. *Global Business and Economics Review*, 10(1), 1–10.
- Yin, Y., & Cao, Q. (2024). The propagation effect of climate risks on global stock markets. *Energy Economics*. 132(3) <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.107445>
- Hosseini, S. H., & Mollabrahimi, V. (2025). The importance of combined imbalance management in the economy and its impact on Iran's banking industry. [Conference presentation]. *18th International Conference on Management, Finance and Social Sciences*, Saint Petersburg, Russia. [In Persian]
- Samieinasab, M. (2024). Energy optimization strategies aimed at reducing imbalance and improving the country's energy security. *Journal of Economic Security*, 12(10), 15–28. [In Persian]
- Shamsi, F. (2025). The effect of energy imbalance on supply chain performance. [Conference presentation]. *9th International Conference in Management and Industry*, Tehran, Iran. [In Persian]
- Sadri, M., & Maghsoudi, A. (2025). The role of artificial intelligence technologies in reducing industrial energy imbalance. [Conference presentation]. *The 1st National Conference on Artificial Intelligence and Emerging Research: Convergence of Humans and Intelligent Systems*, Tehran, Iran. [In Persian]
- Abdollahpour, J. (2025). The Issue of an Imbalance between Electricity Production and Consumption in Iran and the Role of Energy-Literate Citizens in Achieving Optimal Consumption. *Social Studies and Research in Iran*, 14(1), 2–24. <https://doi.org/10.22059/jisr.2025.383099.1540>[In Persian]
- Einabadi, J., & Mousavi, S. M. S. (2024). Studying the financial effects of natural disasters caused by climate change on the Iranian stock market. *Journal of Accounting and Management vision*, 7(89), 140–152. [In Persian]
- Masarrat, M. (2004). Iran's energy policy: Challenges and alternatives. *Iran Nameh*, (84), 469–488. [In Persian]
- Mortazaei, M. (2024). Energy imbalance crisis and its economic effects in Iran. [Conference presentation]. *20th International Conference on Innovation and Research in Engineering Sciences papers*, Tbilisi, Georgia. [In Persian]