



Journal of Econometric Modelling

Journal homepage: <https://jem.semnan.ac.ir/?lang=en>



Research Article

Analysis Dynamics of Connectedness and Risk Spillover Effects in The Banking Industry

Roozbeh Balounejad Nouri^{ID} (Corresponding Author)

Associate Professor, Department of Economics, Economic Research Institute, Tehran, Iran

r.balounejad@earc.ac.ir

PAPER INFO

Paper history:

Received: 06. 10. 2025

Revised: 29. 01. 2026

Accepted: 28. 05. 2026

JEL Classification:

G21, G28, G32, C58, E44.

Keywords:

Banking Connectedness Dynamics,
Systemic Risk,
Financial Spillover Effect,
TVP-VAR.

ABSTRACT

This study examines the network structure of Iranian banks and the mechanisms of risk transmission to improve understanding of systemic interconnectedness in a bank-based economy with limited alternative financial markets. Using the R^2 -decomposed connectedness approach, which distinguishes contemporaneous and lagged spillovers, the study analyzes daily data for 11 listed banks from February 2020 to April 2025. The results show that nearly 40% of the total system variance is explained by interbank interconnectedness, highlighting the importance of network effects in the banking sector. Dynamic analysis reveals substantial time variation in connectedness, with a pronounced increase during the second half of 2023. This escalation coincided with the depreciation of the national currency, accelerating inflation, contractionary monetary policy, higher interbank interest rates, and liquidity pressures associated with fiscal imbalances. During this period, large banks, particularly Bank Saderat and Bank Tejarat, acted as the main transmitters of shocks, whereas smaller banks primarily absorbed disturbances. The findings indicate that monitoring the evolving structure of interbank connectedness can help policymakers identify systemically important institutions, assess the propagation of financial shocks, and strengthen macroprudential oversight. They also provide practical implications for portfolio management, as excessive concentration in highly interconnected banks may amplify systemic risk during episodes of financial stress. Overall, the study demonstrates that Iran's banking network is highly dynamic and sensitive to macroeconomic conditions, emphasizing the value of time-varying connectedness analysis as a tool for systemic risk assessment and financial stability monitoring.

© 2026 Published by Semnan University Press.

How to Cite: Balounejad Nouri, R. (2026). Analysis Dynamics of Connectedness and Risk Spillover Effects in The Banking Industry. *Journal of Econometric Modelling*, 11(2), 9-48.

1. Introduction

The 2008 global financial crisis demonstrated how distress in a single institution can propagate rapidly across an entire banking system, exposing the fragility of highly interconnected financial networks. This concern is particularly acute in bank-centric economies where capital markets are underdeveloped and the banking sector bears the primary burden of credit intermediation and liquidity distribution.

Iran exemplifies this structural configuration. Its financial system is heavily concentrated in the banking sector, with limited alternative financing instruments. Persistent macroeconomic pressures, including currency depreciation, elevated inflation, and liquidity stress from fiscal imbalances, are compounded by international financial sanctions that constrain correspondent banking and concentrate interbank activity among a small number of dominant institutions. These conditions make the Iranian banking network susceptible to systemic contagion, yet the dynamics of interbank connectedness in this context remain underexplored.

Existing domestic studies have relied predominantly on static measures such as cannot capture the temporal evolution or directional decomposition of risk transmission. This study addresses that gap by applying the R^2 -decomposed connectedness framework of Balli et al. (2023) to daily return data from 11 listed Iranian banks over the period February 2020 to April 2025. The framework explicitly separates contemporaneous (short-run) from lagged (long-run) spillover effects, enabling a richer characterization of how shocks propagate through the network over time.

The analysis of financial connectedness builds on the variance decomposition approach of Diebold and Yilmaz (2009, 2012, 2014), which uses forecast error variance decompositions from VAR models to measure directional spillovers. Subsequent advances have incorporated time-varying parameter structures (Antonakakis et al., 2020), quantile dependencies (Zaidi et al., 2023), and frequency-domain decompositions. Network-based methods have further enabled identification of systemically central nodes and asymmetric transmission patterns.

Studies across developed and emerging markets consistently find that large, centrally positioned banks transmit more shocks than they absorb, while peripheral institutions function primarily as receivers. In bank-dominated emerging economies, this asymmetry is amplified by the absence of cross-sector risk diversification. Within Iran, prior research has documented rising systemic correlation among listed banks (Shahdani et al., 1401) and identified bank size as a key determinant of systemic exposure (Radfar et al., 1399), but no study has decomposed the temporal dimension of connectedness into contemporaneous and lagged components. The present study fills this gap using the R^2 decomposed connectedness approach, which provides unbiased, computationally tractable estimates within a unified nonparametric framework.

2. Methodology

The dataset comprises daily closing returns for 11 banks listed on the Tehran Stock Exchange, spanning February 2020 to April 2025. Returns are computed as logarithmic first differences of dividend- and rights-adjusted prices. The sample was selected to cover major episodes of currency volatility, monetary tightening, and interbank liquidity stress.

The empirical model is a VAR(1) system with contemporaneous effects. Connectedness is quantified via R^2 decomposition following Balli et al. (2023): the total R^2 of each bank's return equation is decomposed into a contemporaneous component and a lagged component using principal component analysis to orthogonalize regressors before attribution. The Total Connectedness Index (TCI) is the cross-sectional average of individual R^2 values, bounded between zero and one, and is partitioned into TCI-contemporaneous and TCI-lagged. Directional indices (TO and FROM) identify each bank's role as net transmitter or receiver, with the NET statistic (TO minus FROM) determining sign. Rolling-window estimation with a 200-day window recovers time-varying dynamics. All pre-estimation diagnostics confirm stationarity (Elliott et al., 1996), non-linearity in squared residuals, and the absence of high-order autocorrelation.

3. Result and Discussion

The mean Total Connectedness Index over the full sample is 40.31%, indicating that approximately two-fifths of total return variance is attributable to interbank network interactions. Decomposition reveals that 24.29 percentage points originate from contemporaneous co-movements, while 16.02 percentage points reflect lagged transmission. This 60/40 split confirms that short-run reactive propagation dominates, though the lagged component is non-trivial.

Dynamic TCI estimates show meaningful time variation. Connectedness increased sharply during the second half of 2023, coinciding with currency depreciation, rising interbank rates, monetary policy tightening, and liquidity stress from fiscal imbalances. These events compressed the effective diversification of the banking network and drove returns into tighter co-movement.

At the institution level, Bank Saderat and Bank Tejarat emerge as the dominant net transmitters, with TO indices of 54.3 and 53.0 against FROM values of 49.7 and 48.5, yielding positive NET scores of approximately 4.5 in both cases. Bank Mellat also registers a positive NET score. In contrast, Middle East Bank, Sina Bank, and Post Bank record the most negative NET values (approximately -3.05 and -2.74), identifying them as net absorbers of network disturbances. These smaller institutions exhibit higher FROM than TO scores across both contemporaneous and lagged dimensions.

The concentration of transmitter roles in a small number of large, state-linked banks reflects the structural features of Iran's bank-centric financial system. When capital market alternatives are limited, the interbank network bears a disproportionate share

of liquidity distribution, making large institutions both indispensable and systemically consequential. The sharp rise in connectedness during 2023 is consistent with international evidence that macroeconomic stress reduces effective diversification and amplifies network transmission. The relatively high share of contemporaneous connectedness in Iran (approximately 60% of total TCI) distinguishes this system from more developed financial markets, where cross-sector diversification can absorb a larger share of idiosyncratic banking shocks. Robustness checks using Pearson, Spearman, and Kendall correlation specifications confirm that temporal patterns and institutional rankings are stable across alternative distributional assumptions.

4. Conclusion and Policy Implications

This study applies the R^2 decomposed connectedness methodology to the Iranian banking system for the first time. Three substantive conclusions emerge. First, interbank connectedness is moderate on average (TCI approximately 40%) but meaningfully time-varying, with sharp intensification during macroeconomic stress episodes. Second, the network is structurally asymmetric: Bank Saderat and Bank Tejarat function as primary shock transmitters, while smaller institutions are net absorbers. Third, contemporaneous propagation dominates lagged transmission, indicating that systemic dynamics in the Iranian banking sector are reactive and rapid rather than persistent.

These findings support the following policy recommendations. Prudential oversight should impose enhanced capital and liquidity requirements on systemically central institutions, given their demonstrated capacity to amplify network-wide shocks. The Central Bank of Iran should incorporate real-time connectedness monitoring into its macroprudential toolkit to provide early warning of rising systemic stress. At the portfolio level, investors should exercise caution regarding concentrated exposures to centrally positioned banks during periods of elevated macroeconomic volatility, as within-sector diversification offers limited protection when network connectedness is high. Structurally, deepening capital markets and expanding non-bank financing instruments would reduce the banking sector's systemic monopoly on credit intermediation and lower the transmission capacity of idiosyncratic shocks. Future research should formally incorporate macroeconomic conditioning variables into the connectedness model and extend the analysis to non-bank financial intermediaries to provide a more complete picture of systemic risk in Iran's financial system.

تحلیل پویایی‌های اتصال و اثرات سرریز ریسک در صنعت بانکداری

روزبه بالونژاد نوری (نویسنده مسئول)

دانشیار گروه اقتصادی، پژوهشکده امور اقتصادی، تهران، ایران

r.balounejad@earc.ac.ir

نوع مقاله: علمی - پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۰۷

چکیده

این مطالعه ساختار شبکه‌ای بانک‌های ایران و سازوکار انتقال ریسک میان آن‌ها را با هدف ارتقای درک از درهم‌تنیدگی سیستمی در اقتصادی بانک‌محور و با بازارهای مالی جایگزین محدود بررسی می‌کند. برای این منظور، از رویکرد همبستگی متصل مبتنی بر تجزیه R^2 استفاده شده است که امکان تفکیک سرریزهای همزمان و وقفه‌دار را فراهم می‌سازد. تحلیل داده‌های روزانه ۱۱ بانک پذیرفته‌شده در بورس طی دوره فوریه ۲۰۲۰ تا آوریل ۲۰۲۵ نشان می‌دهد که نزدیک به ۴۰ درصد از واریانس کل سیستم ناشی از درهم‌تنیدگی میان‌بانکی است که اهمیت اثرات شبکه‌ای در نظام بانکی را تأیید می‌کند. نتایج پویا حاکی از آن است که شدت ارتباطات میان بانک‌ها در طول زمان به‌طور قابل توجهی تغییر می‌کند و در نیمه دوم سال ۱۴۰۲ به اوج می‌رسد. این افزایش همزمان با کاهش ارزش پول ملی، تشدید تورم، اجرای سیاست‌های پولی انقباضی، افزایش نرخ سود بازار بین‌بانکی و فشارهای نقدینگی ناشی از عدم تعادل‌های مالی دولت رخ داده است. در این دوره، بانک‌های بزرگ، به‌ویژه بانک صادرات و بانک تجارت، نقش اصلی را در انتقال شوک‌ها ایفا کرده‌اند، در حالی که بانک‌های کوچک‌تر عمدتاً دریافت‌کننده شوک بوده‌اند. یافته‌ها نشان می‌دهد که پایش پویای ساختار ارتباطات میان‌بانکی می‌تواند به سیاست‌گذاران در شناسایی مؤسسات دارای اهمیت سیستمی، ارزیابی نحوه انتشار شوک‌های مالی و تقویت نظارت احتیاطی کلان کمک کند. همچنین، از منظر مدیریت پرتفوی، تمرکز بیش از حد سرمایه‌گذاری در بانک‌های دارای جایگاه مرکزی می‌تواند در دوره‌های تنش مالی، ریسک سیستمی را تشدید کند. به‌طور کلی، نتایج نشان می‌دهد که شبکه بانکی ایران ساختاری پویا و حساس به تحولات اقتصاد کلان دارد و تحلیل پویای درهم‌تنیدگی، ابزاری مؤثر برای ارزیابی ریسک سیستمی و حفظ ثبات مالی فراهم می‌آورد.

طبقه‌بندی JEL: G21, G58, G32, C58, E44

کلید واژه‌ها: پویایی‌های اتصال بانکی، ریسک سیستمی، اثر سرریز مالی، مدل TVP-VAR

۱. مقدمه

ورشکستگی غیرمنتظره مؤسسه مالی «برادران لهمن»^۱ در سال ۲۰۰۸، به‌عنوان یک تکانه شدید، به سرعت از مرزهای ملی فراتر رفت و شکنندگی‌ها و پیچیدگی‌های ساختاری در نظام مالی جهانی را نمایان ساخت (شیراکاوا^۲، ۲۰۲۱). این واقعه، توجه گسترده‌ای را نسبت به مفهوم ریسک سیستمی و به‌ویژه نقش اتصال‌های^۳ متقابل نهادهای مالی در گسترش شوک‌های مالی بر انگیزت (بیلیو^۴ و همکاران، ۲۰۱۲ و دمیرر^۵ و همکاران، ۲۰۱۸).

در شرایط عادی، این وابستگی‌ها می‌توانند موجب تسهیم ریسک و بهبود کارایی عملیاتی شوند، اما در زمان بحران، به مسیرهایی برای انتقال سریع بحران در سطح سیستم مالی تبدیل می‌شوند (چودهای^۶، ۲۰۲۱). از این‌رو، شناسایی، اندازه‌گیری و در صورت لزوم، تنظیم این پیوندهای درون‌سیستمی به یکی از محورهای کلیدی در چارچوب‌های نوین مدیریت ریسک مالی بدل شده است (لیدورپ^۷ و همکاران، ۲۰۱۰ و دیبولد و ییلماز^۸، ۲۰۱۴).

بررسی وجود اتصال و اندازه آن از جنبه‌های مختلف از جمله اندازه‌گیری و مدیریت ریسک مالی مدرن، نقش مهمی دارد. این موضوع در ابعاد مختلف ریسک مالی از جمله ریسک بازار، ریسک اعتباری، و ریسک متقابل مطرح است، با این حال تمرکز اصلی این پژوهش بر ریسک سیستمی یعنی بررسی میزان و نحوه انتقال نوسانات و تکانه‌های مشترک میان بانک‌ها به عنوان بخشی از شبکه مالی است. در واقع، در این مطالعه، ریسک سیستمی به‌عنوان پیامد هم‌زمانی و سرریز ریسک میان نهادهای بانکی تعریف شده است. این موضوع تا این اندازه حائز اهمیت است که گوفمن^۹ (۲۰۱۷) بیان کرد که محدود کردن ارتباطات متقابل بانک‌ها می‌تواند به بهبود ثبات بازار کمک کند.

¹. Lehman Brothers

². Shirakawa

³. Connectedness

⁴. Billio

⁵. Demirer

⁶. Choudhury

⁷. Liedorp

⁸. Diebold and Yilmaz

⁹. Gofman

بیشتر مطالعات تجربی پیشین تمرکز خود را بر بررسی اتصال متقابل میان نهادهای مالی در اقتصادهای توسعه‌یافته، به‌ویژه ایالات متحده و اروپا، معطوف کرده‌اند (بطور نمونه: دیو^۱ و لیوسکا^۲، ۲۰۲۰؛ ۲۰۱۶؛ اولوسویزو و ییلماز^۳، ۲۰۲۱). با این حال، بررسی چنین پیوندهایی در بازارهای نوظهور و در حال توسعه، که اغلب ساختار بانک‌محور دارند، کمتر مورد توجه قرار گرفته است (سیلوا و همکاران^۴، ۲۰۱۷). در این کشورها، بانک‌ها به‌عنوان بازیگران اصلی سیستم مالی عمل می‌کنند و نقش پررنگی در تأمین مالی و رشد اقتصادی دارند، اما همین وابستگی بالا می‌تواند آسیب‌پذیری در برابر تکانه‌های مالی را تشدید کند (نابلا^۵، ۲۰۲۰).

ساختار بانک‌محور اقتصادهای در حال توسعه موجب می‌شود که تکانه‌هایی نظیر نوسانات نرخ بهره، بحران نقدینگی یا افزایش نکول وام‌ها، با سرعت بیشتری از طریق شبکه بانکی گسترش یابد و به بروز ریسک‌های سیستمی بینجامد (داس^۶ و همکاران، ۲۰۲۰؛ عباسی نژاد و همکاران، ۱۴۰۲). در چنین محیطی، شناسایی نحوه اتصال میان بانک‌ها و تحلیل قدرت سرایت‌پذیری هر نهاد مالی، برای فهم پویایی‌های درون‌سیستمی بازار مالی امری حیاتی است. این تحلیل‌ها امکان شناسایی گره‌های سیستمی، یعنی بانک‌هایی که بیشترین پتانسیل انتقال بحران را دارند، فراهم می‌آورد.

در مورد ایران، که یکی از نمونه‌های بارز اقتصادهای بانک‌محور در حال توسعه محسوب می‌شود، مطالعه اتصال میان بانک‌ها اهمیت مضاعفی دارد. وابستگی شدید به نظام بانکی، در کنار عواملی مانند تحریم‌های بین‌المللی و نبود بازارهای مالی جایگزین، سیستم مالی کشور را در برابر بحران‌های بانکی آسیب‌پذیر کرده است. بررسی دقیق ساختار این ارتباطات، می‌تواند زمینه‌ساز سیاست‌گذاری‌های دقیق‌تر، طراحی ابزارهای نظارتی مؤثر و در نهایت افزایش تاب‌آوری سیستم بانکی در برابر شوک‌های مالی باشد.

پژوهش‌های پیشین در حوزه تحلیل اتصال در نظام‌های مالی، به‌ویژه در بخش بانکی، اغلب به استفاده از مدل‌های مبتنی بر بردارهای خودرگرسیون (VAR) برای شناسایی پیوندهای بین نهادهای در دوره‌های بحران پرداخته‌اند. مطالعات دیبولد و ییلماز (۲۰۰۹، ۲۰۱۴) از پیشگامان این

1. Deev

2. Lyócsa

3. Uluceviz and Yilmaz

4. Silva

5. Nabella

6. Das

حوزه به‌شمار می‌روند که اتصال بین بانکی را به‌ویژه در زمان رکود بزرگ ۲۰۰۷-۲۰۰۹ از طریق کانال‌هایی نظیر روابط طرف مقابل، تعهدات قراردادی و اثرات قیمتی دارایی‌ها بررسی کرده‌اند. در سال‌های اخیر، مدل‌های پیشرفته‌تری مانند TVP-VAR (کاتزانتونیو^۱، ۲۰۲۱)، مدل‌های اتصال مبتنی بر کوانتایل (زایدی و همکاران، ۲۰۲۳) و روش‌های اتصال کوانتیلی-فرکانسی (کاتزانیو^۲ و همکاران، ۲۰۲۲) و اتصال مبتنی بر DCC-GARCH (کوکا^۳ و همکاران، ۲۰۲۴) به کار گرفته شده‌اند تا پیچیدگی‌های پویای ارتباطات مالی را دقیق‌تر تحلیل کنند. این مطالعات نشان می‌دهند که تحلیل اتصال نه تنها در شناسایی ریسک‌های سیستمی ضروری است، بلکه در طراحی سازوکارهای مقابله با بحران‌های آینده نیز نقش کلیدی دارد.

بر پایه این چارچوب، پژوهش حاضر با بهره‌گیری از رویکرد نوین اتصال تجزیه‌شده R^2 که توسط بالی^۴ و همکاران (۲۰۲۳) معرفی شده است، به تحلیل پویایی وابستگی‌های هم‌زمان و با وقفه میان بانک‌های فعال در بازار سرمایه ایران طی بازه زمانی بهمن ۱۳۹۸ تا فروردین ۱۴۰۴ می‌پردازد. در این مدل، میزان سرریز نوسانات بین هر جفت بانک در قالب چارچوب VAR^6 محاسبه و سهم هر مؤلفه از مجموع واریانس توضیح‌داده‌شده (R^2) به اثرات هم‌زمان و با تأخیر تفکیک می‌شود. این تفکیک نشان می‌دهد که چه بخشی از تغییرات هر بانک ناشی از اتصالات لحظه‌ای^۷ و چه بخشی ناشی از اتصالات با وقفه^۸ است.

بر این اساس وجه تمایز این پژوهش در دو جنبه است. نخست، تمرکز بر پویایی‌های زمانی اتصال بین بانک‌ها در قالب مدل‌های شبکه‌ای مبتنی بر R^2 که در ادبیات داخلی کمتر بررسی شده است؛ دوم، تمایز میان اثرات کوتاه‌مدت و بلندمدت در سرریز ریسک که امکان درک دقیق‌تر از الگوی انتقال نوسانات میان بانک‌ها را فراهم می‌آورد. این چارچوب برخلاف مدل‌های کلاسیک، به جای شبیه‌سازی واکنش نظام بانکی به یک تکانه منفرد، ساختار هم‌زمانی و تعاملات متقابل درون‌زا را در طول زمان تحلیل می‌کند.

¹. Chatziantoniou

². Chatziantoniou

³. Cocca

⁴. R^2 decomposed connectedness

⁵. Balli

⁶. Vector Autoregression (VAR)

⁷. short-term spillovers

⁸. lagged spillovers

بر این اساس، ساختار مقاله به این ترتیب تنظیم شده است که در ادامه ابتدا پیشینه نظری و پیشینه تجربی به‌طور بررسی می‌شود؛ سپس روش‌شناسی و در ادامه نیز در یافته‌ها و نتیجه‌گیری بیان شده است.

۲. مروری بر ادبیات پژوهش

۲-۱. مبانی نظری

مبانی نظری اتصال میان بانک‌ها بر نقش حیاتی شبکه‌های مالی در انتقال، گسترش و تعدیل تکانه‌های اقتصادی تأکید دارد. این نظریات بر این اصل استوارند که هرگونه اختلال در یک نهاد مالی، به‌واسطه پیوندهای شبکه‌ای، می‌تواند به سرعت به سایر نهادها و بازارها سرایت کند (قدمیاری و اسلامی مفید آبادی، ۱۳۹۹). از این‌رو، شناسایی الگو و شدت اتصالات میان بانک‌ها و بررسی چگونگی گسترش نوسانات در بستر شبکه مالی برای تحلیل ریسک سیستمی و تدوین سیاست‌های نظارتی و پیشگیرانه از بحران‌های مالی اهمیت ویژه‌ای دارد (آلامسیاه^۱ و همکاران، ۲۰۲۲). با آزادسازی مالی و حذف موانع تجاری طی دهه‌های اخیر، بازارهای جهانی به‌طور فزاینده‌ای به هم پیوسته‌اند و در نتیجه، سیستم مالی جهانی ماهیتی یکپارچه و متصل پیدا کرده است؛ ساختاری که در آن، شوک‌های محلی می‌توانند اثرات بین‌المللی گسترده‌تری داشته باشند (لینو میلیسی-فرتی^۲، ۲۰۰۷).

در چنین چارچوبی، بحران‌های مالی می‌توانند عملکرد سیستم مالی را به‌شدت مختل کرده و پیامدهایی نظیر کاهش ارزش دارایی‌ها، کمبود نقدینگی، ورشکستگی بنگاه‌ها و خروج سرمایه از بانک‌ها را به دنبال داشته باشند (آلوب تیب و رکیک، ۲۰۲۴ و لعل خضری و آشنا، ۱۴۰۳). شکل‌گیری بحران ممکن است ناشی از ترکیدن حباب‌های مالی، سقوط بازار سهام، نکول بدهی‌های دولتی یا بحران‌های ارزی باشد (گلکان^۳ و همکاران، ۲۰۲۱). در این میان، بانک‌ها به دلیل قرار داشتن در مرکز شبکه مالی، بیش از سایر نهادها در معرض آسیب هستند. بحران‌ها می‌توانند به‌شدت بر ثبات عملیاتی، سودآوری و کفایت سرمایه بانک‌ها تأثیر بگذارند (سوارتزمان^۴ و همکاران، ۲۰۲۱). نمونه بارز آن، بحران سال ۲۰۰۸ است که در پی فروپاشی بازار وام مسکن

1. Alamsyah

2. Lane & Milesi-Ferretti

3. Gulcan

4. Svartzman

در ایالات متحده، با گسترش زنجیره‌ای به بانک‌های جهانی، بحران اعتباری گسترده‌ای را رقم زد (مکسیفیلد و ماگالدی^۱، ۲۰۱۵).

اتصال در شبکه‌های بانکی به مفهوم تعاملات پیچیده مالی و اقتصادی میان بانک‌ها و نهادهای مالی اشاره دارد که این تعاملات می‌توانند به‌عنوان کانالی برای انتقال ریسک و نوسانات عمل کنند. این مفهوم در ادبیات اقتصادی به‌ویژه در زمینه تحلیل ریسک سیستمی و بحران‌های مالی اهمیت زیادی پیدا کرده است. بانک‌ها به دلیل روابط مالی متقابل، به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم به یکدیگر وابسته هستند. این وابستگی‌ها، که از طریق شبکه‌های اعتباری، بازارهای مالی و سیستم‌های تسویه و پرداخت ایجاد می‌شود، منجر به شکل‌گیری ساختارهای پیچیده‌ای از اتصال در سیستم مالی می‌شود که گاهی می‌تواند بی‌ثباتی سیستم را تشدید کند (پاجلی^۲ و همکاران، ۲۰۲۵).

در مجموع می‌توان بیان کرد علل شکل‌گیری اتصال بانکی به دو دسته عوامل ساختاری و اقتصادی تقسیم می‌شوند. تمرکز بالا در شبکه بانکی، که در آن تعداد کمی از بانک‌های بزرگ به‌عنوان گره‌های مرکزی عمل می‌کنند، از عوامل ساختاری مهم است؛ در چنین ساختاری، شوک به یک بانک کلیدی می‌تواند به سرعت به کل سیستم مالی سرایت کند (وانگ^۳ و همکاران، ۲۰۲۴). از سوی دیگر، وابستگی‌های متقابل مالی میان بانک‌ها از طریق وام‌دهی متقابل، بازارهای مالی و زیرساخت‌های تسویه و پرداخت مشترک، به‌ویژه در دوره‌های نوسانات اقتصادی یا بی‌ثباتی سیاسی، نقش مهمی در تقویت اتصال ایفا می‌کنند. شدت اتصال می‌تواند با عواملی مانند تحریم‌ها، بحران‌های مالی و نوسانات ارزی تشدید شود، در حالی که تنوع‌بخشی به ابزارهای مالی، توسعه بازار سرمایه، تقویت شفافیت اطلاعاتی و بهبود مدیریت ریسک می‌تواند از میزان این وابستگی کاسته و اثرات سرریز را محدود سازد (کارمینسکی و استولبوف^۴، ۲۰۲۴).

در مطالعات تجربی حوزه مالی، طیف گسترده‌ای از روش‌های تحلیل اتصال برای شناسایی روابط پیچیده و پویای میان نهادهای مالی توسعه یافته‌اند. این روش‌ها از مدل‌های کلاسیک VAR، مانند آنچه دیبولد و ییلماز (۲۰۰۹، ۲۰۱۴) معرفی کرده‌اند، آغاز شده و به مدل‌های پیشرفته‌تری نظیر TVP-VAR (آنتوناکاکیس، ۲۰۲۰)، مدل‌های کوانتیلی (زایدی و همکاران، ۲۰۲۳) و

1. Maxfield and Magaldi

2. Pacelli

3. Wang

4. Karminsky and Stolbov

مدل‌های ترکیبی مانند TVP-VAR کوانتیلی-فرکانسی (کاتزینتونو، ۲۰۲۳) و DCC-GARCH گسترش یافته‌اند. همچنین، ابزارهایی مانند مدل‌های شبکه‌محور برای شناسایی گره‌های سیستمی و الگوهای وابستگی ساختاری مانند مدل‌های BEKK-GARCH و کاپیولا^۱، جهت تحلیل وابستگی‌های غیرخطی بین نهادها مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در سال‌های اخیر، به کارگیری الگوریتم‌های یادگیری ماشینی مانند شبکه‌های عصبی و جنگل‌های تصادفی نیز در تحلیل الگوهای اتصال مالی به‌ویژه در داده‌های بزرگ و پیچیده رایج شده است. در چارچوب نظری ریسک سیستمی، مقدار R^2 معیار آماری مهمی است که نشان می‌دهد چه سهمی از نوسانات یک نهاد مالی (مانند بانک) توسط تغییرات سایر نهادها در شبکه توضیح داده می‌شود. هرچه R^2 بالاتر باشد، درجه‌ی هم‌حرکتی و سرایت‌پذیری میان بانک‌ها بیشتر بوده و سیستم بانکی آسیب‌پذیرتر می‌شود. در واقع، افزایش R^2 به معنای افزایش وابستگی متقابل و کاهش تنوع مؤثر در شبکه مالی است که در نهایت به افزایش ریسک سیستمی منجر می‌شود (گابائور^۲، ۲۰۲۳ و دیبولد و ایلماز^۳، ۲۰۱۴). بنابراین، بررسی پویایی‌های زمانی R^2 می‌تواند شاخصی برای ارزیابی شدت ارتباطات درون سیستمی و تغییرات ریسک سیستمی در طول زمان فراهم آورد.

برتری اصلی روش‌های مبتنی بر رویکرد اتصال در مقایسه با روش‌های سنتی تحلیل ریسک آن است که به‌جای تمرکز صرف بر شاخص‌های ایستا مانند واریانس یا همبستگی خطی، وابستگی‌های پویا، غیرخطی و چندلایه میان دارایی‌ها و نهادها را مدل‌سازی می‌کنند. روش‌هایی مانند TVP-VAR و مدل‌های کوانتیلی-فرکانسی قادرند تغییرات زمانی، ناهمسانی نوسانات و روابط غیرخطی را در سطح دقیق‌تری شناسایی کنند (بالچیلار^۴، ۲۰۲۱ و آنتوناکاکیس^۵، ۲۰۲۳). در این پژوهش، با وجود مزایای مدل‌های فوق، از رویکرد اتصال تجزیه‌شده R^2 استفاده شده است که توسط بالی و همکاران (۲۰۲۳) معرفی شده است. این روش، برخلاف مدل‌های مبتنی بر کوواریانس یا فرکانس، به‌طور مستقیم سهم توضیح‌داده‌شده واریانس (R^2) میان متغیرها را تحلیل و آن را به اجزای هم‌زمان^۵ و با وقفه^۶ تفکیک می‌کند. این ویژگی دو مزیت عمده دارد. نخست،

1. Copula

2. Gabauer

3. Diebold and Yilmaz

4. Balcilar

5. Instantaneous

6. lagged

امکان تفکیک منشأ زمانی سرریزها و تشخیص اینکه اثرات ریسک در کوتاه‌مدت شدیدترند یا در بلندمدت ماندگارتر؛ دوم، سادگی محاسباتی و تفسیر مستقیم شاخص‌ها بدون نیاز به تخمین پارامترهای زمان‌متغیر. بنابراین، روش به‌کاررفته ضمن حفظ توانایی تشخیص پویایی‌ها، چارچوبی کارا تر و تفکیکی‌تر برای ارزیابی سرریز ریسک در شبکه بانکی ایران فراهم می‌آورد.

۲-۲. پیشینه تجربی

در مطالعات اخیر، روش‌های مبتنی بر اتصال و تحلیل شبکه به‌طور گسترده برای بررسی روابط بین نهادهای مالی، به‌ویژه در صنعت بانکداری، به‌کار گرفته شده‌اند. دماک^۱ و همکاران (۲۰۲۴) با استفاده از مدل پارامتری پویا، اثرات نوسانات و سرریز بازده شاخص‌های بانکی کشورهای BRICS و G7 را بررسی کرده و نشان دادند که در شرایط بروز شوک‌های جهانی، بانک‌ها هم به‌عنوان انتقال‌دهنده و هم دریافت‌کننده نوسانات عمل می‌کنند. آن‌ها همچنین دریافتند که الگوهای اتصال در بازه‌های زمانی کوتاه‌مدت و بلندمدت متفاوت‌اند، به‌ویژه در دوره‌های بحران. در همین راستا، کو و چیانگ^۲ (۲۰۲۴) با مقایسه بازارهای سهام آمریکا و آسیا تأکید کردند که شدت اثرات سرریز در دوره‌های بحرانی به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد و نقش شبکه‌های مالی در این انتقال برجسته‌تر می‌شود.

در مطالعات دیگری، تمرکز بر تحلیل ساختار شبکه‌ای و لایه‌های ارتباطی بین نهادهای مالی بوده است. ژو^۳ و همکاران (۲۰۲۴) با استفاده از تحلیل شبکه چندلایه در بازار چین دریافتند که نهادهای بزرگ مالی در زمان نوسانات شدید نقش اصلی در انتقال سرریزهای لحظه‌ای دارند. وو^۴ و همکاران (۲۰۲۴) نیز نشان دادند که سقوط بانک (SVB) Silicon Valley چگونه می‌تواند به‌سرعت به صنعت فناوری آمریکا سرایت کند. این یافته‌ها اهمیت نظارت بر بانک‌های کلیدی و ضرورت ابزارهای هشدار زودهنگام را برجسته می‌کنند. در همین زمینه، لگنزوا^۵ و همکاران (۲۰۱۹) با استفاده از داده‌های بانک تسویه‌های بین‌المللی طی سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ نشان دادند که تمرکز شبکه‌های بانکی درون منطقه‌ای کمتر از تمرکز بین منطقه‌ای است و در نتیجه تمرکز کلی شبکه بانکی جهانی در این دوره کاهش یافته است.

1. Dammak

2. Kuo and Chiang,

3. Zhou

4. Wu

5. Legenzova

از منظر ساختار مالکیت و نوع نهاد، چن و همکاران^۱ (۲۰۲۳) با استفاده از روش دیبولد-ییلماز و داده‌های قیمت روزانه موسسات مالی تایوان بین سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۲۰ دریافتند که مؤسسات مالی دولتی سرریزهای بیشتری به سایر نهادها وارد می‌کنند. هوینه و همکاران (۲۰۲۰) نیز با بررسی سهام ۹ بانک فعال در بورس ویتنام با استفاده از روش‌های غیرپارامتری و مدل کاپیولا نشان دادند که ساختار سهام این بانک‌ها به شدت در معرض ریسک سرایت قرار دارد و اتصالات مالی در آن‌ها قوی است. این یافته‌ها گویای آن است که نوع مالکیت و ساختار درونی بانک‌ها می‌تواند نقش تعیین‌کننده‌ای در شدت اتصال داشته باشد.

در برخی مطالعات نیز از رویکردهای ریسک‌محور برای تحلیل اتصال استفاده شده است. فنگ و همکاران^۲ (۲۰۱۸) با بهره‌گیری از داده‌های قیمت سهام بانک‌های تجاری، شرکت‌های بیمه، کارگزاری‌ها و سایر نهادهای مالی در چین و به کارگیری روش‌هایی مانند VaR و LASSO دریافتند که سرریز ریسک ناشی از شرکت‌های مالی نسبت به شرایط کلان اقتصادی تأثیر بیشتری در ریسک خاص شرکت‌ها دارد. همچنین ژراسی و گنابو^۳ (۲۰۱۸) با استفاده از مدل بیزین خودرگرسیون برداری با پارامترهای متغیر در زمان، برآورد کردند که شدت سرریزهای شبکه مالی پس از بحران مالی جهانی ۲۰۰۸ کاهش یافته است.

در ادبیات داخلی نیز مطالعاتی درباره اتصال میان بانک‌ها صورت گرفته است. شاهدانی و همکاران (۱۴۰۱) با تحلیل داده‌های ۹ بانک بورسی ایران در دو بازه زمانی و با استفاده از مدل-ARMA و GJR-GARCH-DCCt و نظریه گراف، دریافتند که همبستگی در شبکه بانکی افزایش یافته و این امر منجر به تقویت ریسک سیستمی شده است. رادفر و همکاران (۱۳۹۹) نیز نشان دادند که اندازه و میزان سرمایه بانک‌ها بر ریسک سیستمی اثرگذار است؛ به‌طوری‌که افزایش اندازه بانک با افزایش ریسک و افزایش سرمایه با کاهش آن همراه است. این مطالعات داخلی بر اهمیت ساختار مالی بانک‌ها و نقش آن‌ها در انتقال ریسک در شبکه بانکی ایران تأکید دارند.

در ایران نیز طی سال‌های اخیر مطالعات متعددی در زمینه ریسک سیستمی و اتصالات میان بانک‌ها انجام شده است. بطور نمونه گیلانی‌پور (۱۴۰۰) با استفاده از معیار ریزش مورد انتظار نهایی^۴ (MES) به برآورد ریسک سیستمی ۱۷ بانک ایرانی در دوره ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۷ پرداخت و

1. Chen

2. Fang

3. Geraci and Gnabo.

4. Marginal Expected Shortfall (MES)

نشان داد که میزان آسیب‌پذیری بانک‌ها در برابر بحران‌های مالی ناهمگون است. محمدی و دانش‌جعفری (۱۳۹۶) نیز با بهره‌گیری از مدل همبستگی شرطی پویا^۱ (DCC)، ارتباط میان بازده بانک‌های منتخب نظام بانکی ایران را بررسی کرده و نتیجه گرفتند که افزایش همبستگی میان بازده بانک‌ها در دوره‌های بحران، منجر به افزایش ریسک سیستمی می‌شود. در پژوهشی دیگر، زنگنه (۱۴۰۰) ساختار شبکه بازار بین‌بانکی ایران را با استفاده از روش شبکه‌های پیچیده تحلیل کرده و نشان داد که تمرکز پیوندهای مالی میان چند بانک بزرگ، احتمال سرایت ریسک را افزایش می‌دهد. صادقی و همکاران (۱۴۰۳) با به‌کارگیری مدل GMM پویا، اثر خلق نقدینگی و ساختار ترازنامه را بر ریسک سیستمی بانک‌ها بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که رشد نقدینگی و اتکای بیش از حد بانک‌ها به منابع کوتاه‌مدت، ثبات مالی را کاهش می‌دهد. همچنین نمکی (۱۴۰۲) رابطه بین رقابت بانکی و ریسک سیستمی را در ۲۰ بانک ایرانی طی سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۴۰۰ تحلیل کرد و نشان داد که در شرایط افزایش رقابت، نوسانات بین‌بانکی شدت یافته و اتصالات مالی قوی‌تر می‌شوند.

با وجود پژوهش‌های متعدد داخلی در زمینه ریسک سیستمی، بیشتر مطالعات انجام‌شده از شاخص‌های ایستا مانند CoVaR، MES یا مدل‌های همبستگی خطی برای سنجش ارتباط میان بانک‌ها استفاده کرده‌اند و کمتر به پویایی زمانی و منشأ زمانی سرریز ریسک در شبکه بانکی ایران پرداخته‌اند.

در این راستا در پژوهش حاضر، از رویکرد اتصال تجزیه‌شده R^2 استفاده شده است که ضمن تحلیل پویایی‌های زمانی، سرریزهای ریسک را به دو مؤلفه هم‌زمان (کوتاه‌مدت) و با وقفه (بلندمدت) تفکیک می‌کند. بدین ترتیب، نوآوری این پژوهش در دو بعد اصلی است. نخست، ارائه چارچوبی پویا برای سنجش و تفکیک اتصالات بانکی در طول زمان و دوم، تحلیل ساختار شبکه‌ای سرریز ریسک میان بانک‌ها با استفاده از داده‌های روزانه در بازه‌ای بلندمدت.

در سطح بین‌المللی نیز، اگرچه مطالعات متعددی پیرامون اتصال میان نهادهای مالی انجام شده است، اما تمرکز عمده آنها بر اقتصادهای توسعه‌یافته، بازارهای سهام یا دوره‌های خاص بحران‌های مالی بوده است. در مقابل، در ادبیات داخلی ایران، تحلیل جامع پویایی زمانی ارتباطات بانکی، تفکیک اتصالات هم‌زمان و با وقفه و بررسی ساختار چندلایه شبکه بانکی تاکنون به‌صورت نظام‌مند انجام نشده است. افزون بر این، اغلب پژوهش‌ها تنها بر همبستگی بازده یا قیمت سهام

1. Dynamic Conditional Correlation (DCC)

بانک‌ها تمرکز داشته و کمتر به تحلیل ساختاری و علی سرایت ریسک در چارچوب شبکه‌ای و غیرخطی پرداخته‌اند.

از این‌رو، پژوهش حاضر با بهره‌گیری از مدل اتصال تجزیه‌شده R^2 و تمرکز بر داده‌های نظام بانکی در بازار سرمایه، تصویری پویا از شدت و جهت اتصالات میان بانک‌ها ارائه می‌دهد. این رویکرد تحلیلی می‌تواند شکاف موجود در ادبیات موجود را پر کرده و مبنایی علمی برای سیاست‌گذاری نظارتی و مدیریت ریسک سیستمی در نظام بانکی ایران فراهم آورد.

۳. روش تحقیق

از زمان معرفی رویکرد اتصال توسط دیبولد و ایلماز^۱ (۲۰۰۹، ۲۰۱۲، ۲۰۱۴)، محققان بیشتر بر بررسی مکانیزم انتقال با استفاده از انواع مختلف مدل‌های VAR تمرکز کرده‌اند (بطور نمونه آنتانووکاکیس و همکاران^۲، ۲۰۲۰ و کاتزبانئونو^۳، ۲۰۲۳). با این حال، این پژوهش‌ها اغلب بر موضوع اثرات سرریز همزمان^۴ متمرکز بوده است. در سال‌های اخیر بائور و هوانگ^۵ (۲۰۲۱) با ارائه یک رویکرد دو مرحله‌ای که شامل تخمین سهم اثر همزمان در مرحله اول و سهم اثر با وقفه^۶ در مرحله دوم است، بین اثرات سرریز همزمان و با تأخیر تمایز قائل شدند. مشکل این رویکرد این است که تنها می‌توان «مقادیر جهت‌دار سرریز کل از» سایر متغیرهای شبکه را محاسبه کند. پس از آن ژانگ و همکاران^۸ (۲۰۲۳) رویکرد جدیدی به نام اتصال R^2 تجزیه‌شده (تجزیه میان اثرات همزمان و با وقفه^۹) را ارائه کرده‌اند تا این نواقص را برطرف کنند. اگرچه این چارچوب نواقص رویکرد بائور هوانگ (۲۰۲۱) را حل می‌کند، اما این امکان را دارد که با مشکلات محاسباتی و انحراف در محاسبه سهم‌ها مواجه شود. از این رو بالی و همکاران^{۱۰} (۲۰۲۳) رویکرد جدیدی را معرفی کردند تا این مشکل را حل نمایند. به این‌صورت که این رویکرد جدید، اتصال

1. Diebold and Yilmaz

2. Antonakakis

3. Chatziantoniou

4. contemporaneous

5. Baur and Hoang

6. Lagged

7. FROM total directional connectedness

8. Zhang

9. Contemporaneous and lagged

10. Balli

R^2 تجزیه‌شده را ارائه می‌دهد که بین سرریزهای هم‌زمان و با تأخیر تمایز قائل می‌شود و کاستی‌های مطالعات موجود که فقط بر اثرات سرریز هم‌زمان تمرکز دارند را جبران می‌کند. این روش، نتایج تخمین بدون انحراف ارائه می‌دهد و از نظر محاسباتی کارآمدتر از روش ژانگ و همکاران^۱ (۲۰۲۳) است. به‌طور خاص، این رویکرد اتصال تجزیه‌شده R^2 بر پایه چارچوب نظری گابائور و همکاران^۲ (۲۰۲۳) است که با ارائه روش اتصالات را به‌صورت غیرپارامتریک، وابستگی اندازه‌گیری اتصالات مالی به ساختار مدل‌های پارامتریک را برطرف ساخت. در این چارچوب، اتصالات میان نهادهای مالی از طریق تجزیه ماتریس کوواریانس و واریانس خطای پیش‌بینی تعمیم‌یافته (GFEVD) محاسبه می‌شود. همچنین بر پایه مفهوم تجزیه R^2 ارائه شده توسط گنیزی^۳ (۱۹۹۳) است. رویکرد اخیر، یک معیار R^2 قوی^۴ ارائه می‌دهد که نسبت به داده‌های پرت حساسیت کمتری دارد. در این راستا با استفاده از رویکرد اتصال R^2 تجزیه شده، می‌توان یک مدل $\text{VAR}(p)$ با تأثیرات هم‌زمان به صورت زیر معرفی کرد:

$$y_t = \sum_{i=0}^p B_i y_{t-i} + u_t \quad u_t \sim N(0, \Sigma) \quad (1)$$

در معادله فوق y_t ، y_{t-i} و u_t بردارهایی با ابعاد $K \times 1$ در زمان t هستند و B_i و Σ ماتریس‌هایی با ابعاد $K \times K$ هستند که در آن $\text{diag}(B_0)$ برابر با صفر است. بنابراین، متغیر سمت چپ از متغیرهای سمت راست حذف می‌شود. باید توجه داشت که اگر $p=0$ (تعداد وقفه‌ها) باشد، مدل به رویکرد همبستگی هم‌زمان R^2 تقلیل پیدا می‌کند (نعیم و همکاران^۵، ۲۰۲۳). به عنوان یک رویکرد جایگزین، مدل را می‌توان به شکل زیر فرمول‌بندی کرد:

$$y_{k,t} = b_k x_t + u_{k,t}, \quad K(p+1) \times 1 \quad (2)$$

در معادله فوق K یانگر تعداد متغیرها (بانک‌ها) و p نشان‌دهنده تعداد وقفه‌های مدل می‌باشد. همچنین $x_t = [y_t, y_{t-1}, \dots, y_{t-i}, \dots, y_{t-p}]$ می‌باشد.

1. Zhang

2. Gabauer

3. Genizi

4. Robust

5. Naeem

به طور کلی، مجموع سهم R^2 (با استفاده از رگرسیون‌های خطی دو متغیره) تنها زمانی برابر با معیار برازش R^2 در یک رگرسیون چند متغیره است که همه متغیرهای سمت راست هیچ‌گونه همبستگی با یکدیگر نداشته باشند. بنابراین، نیاز به پیدا کردن یک نگاشت^۱ وجود دارد که سری‌های همبسته $X_{k,t}$ را به سری‌های متعامد تبدیل کند. این کار با استفاده از تحلیل مؤلفه اصلی (PCA) انجام می‌شود؛ جایی که تعداد عوامل نهفته برابر با تعداد متغیرهای سمت راست است. به این ترتیب، تجزیه R^2 برای یک رگرسیون چند متغیره به این شکل محاسبه می‌شود:

$$\begin{aligned} R_{xx} &= V\Lambda V' = CC' \\ C &= V\Lambda^{1/2}V' \\ R^{2,d} &= C^2(C^{-1}R_{yx})^2 \end{aligned} \quad (۳)$$

در معادله فوق $V, \Lambda = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_{K(p+1)-1})$ و R_{xx} به ترتیب $[K(p+1) - 1] \times [K(p+1) - 1]$ ماتریس‌های بردار ویژه، مقدار ویژه و همبستگی پیرسون هستند؛ در حالی که R_{yx} و $R^{2,d}$ به ترتیب بردارهای همبستگی پیرسون و سهم R^2 هستند. به بیان دیگر، R_{xx} به ضریب همبستگی پیرسون بین متغیرهای سمت راست و R_{yx} به همبستگی پیرسون بین متغیرهای سمت چپ و راست اشاره دارد. اولین $K-1$ مقدار $R^{2,d}$ نشان‌دهنده سهم R^2 های همزمان و سایر مقادیر باقی‌مانده تأثیرات R^2 با وقفه را نشان می‌دهند. در نتیجه، جمع برداری از $R^{2,d}$ برابر با معیار برازش R^2 برای یک رگرسیون چند متغیره خواهد بود. در مرحله بعد، سهم $R^{2,d}$ از همه رگرسیون‌های چند متغیره انباشت^۲ می‌شود تا ماتریس $R^{2,d}$ تجزیه‌شده که دارای ابعاد $K \times K(p+1)$ است، به دست آید. می‌توان $R_0^{2,d}$ بیانگر سرریزهای همزمان $(R_c^{2,d})$ و مجموع مقادیر با وقفه کلیه متغیرهای سیستم را به عنوان سرریزهای باوقفه تفسیر کرد. با توجه به رویکرد اتصال دیبولد و ایلماز (۲۰۱۲ و ۲۰۱۴) مقادیر $R_c^{2,d}$ و $R_l^{2,d}$ جایگزین ماتریس مقیاس بندی شده GFEVD می‌شوند. این به بدان معناست که شاخص کل همبستگی (TCI) برابر با میانگین R^2 رگرسیون چند متغیره خواهد شد.

$$TCI = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K R_k^2 \quad (۴)$$

^۱. Mapping

^۲. Stack

از آنجایی که R_k^2 مقداری بین صفر و یک است، شاخص کل همبستگی (TCI) نیز در همین محدوده قرار می‌گیرد و از نیاز به نرمال سازی شاخص اتصال جلوگیری می‌کند (گابائور^۱، ۲۰۲۱). استفاده از روش پیشنهادی بالی و همکاران^۲ (۲۰۲۳) این امکان را می‌دهد تا اتصال همزمان و باوقفه TCI مورد بررسی قرار گیرد:

$$\begin{aligned} TCI &= \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K R_k^2 \\ TCI &=: \left(\frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^K R_{C,k,j}^{2,d} \right) + \left(\frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^K R_{L,k,j}^{2,d} \right) \\ TCI &= TCI^C + TCI^L \end{aligned} \quad (5)$$

در معادله فوق، TCI^C و TCI^L به ترتیب اتصال جهت‌دار کل همزمان و باوقفه را نشان می‌دهند. در نهایت و با ادبیات مشابه، اتصال جهت‌دار کل از و به (From and to)، مانند TCI از روابط زیر بدست می‌آید:

$$\begin{aligned} TO_j &= \sum_{k=1}^K R_{C,k,j}^{2,d} + \sum_{k=1}^K R_{L,k,j}^{2,d} \\ TO_j &= TO_j^C + TO_j^L \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} FROM_j &= \sum_{k=1}^K R_{C,j,k}^{2,d} + \sum_{k=1}^K R_{L,j,k}^{2,d} \\ &= FROM_j^C + FROM_j^L \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} NET_j^C &= TO_j^C - FROM_j^C \\ NET_j^L &= TO_j^L - FROM_j^L \\ NET_j &= NET_j^C + NET_j^L \end{aligned} \quad (8)$$

در معادله ۸ مقدار TO_j نشان‌دهنده اتصال کل جهت‌دار است که از مجموع اتصال کل جهت‌دار همزمان (TO_j^C) و باوقفه (TO_j^L) به دست می‌آید و بیان می‌کند چه میزان از واریانس کل در همه متغیرهای سمت چپ توسط سری j توضیح داده شده است. همچنین $FROM_j$ اتصال جهت‌دار کل از سایر متغیرها را نشان داده و از مجموع اتصال کل همزمان و باوقفه به دست می‌آید. این متغیر نشان می‌دهد که متغیرهای سمت راست چه مقدار از واریانس کل (همزمان و باوقفه) را در سری j توضیح می‌دهند. اگر $NET_j < 0$ ($NET_j > 0$) باشد، به ترتیب سری j

¹. Gabauer

². Balli

به عنوان یک انتقال‌دهنده خالص (دریافت‌کننده) تکانه در نظر گرفته می‌شود. به این معنی که می‌تواند بیشتر از اینکه از متغیرها تأثیر بگیرد، بر دیگر متغیرها تأثیر بگذارد. مقادیر اتصال همزمان و باوقفه نیز به همین شکل تفسیر می‌شوند.

۴. برآورد مدل^۱

باتوجه به موارد فوق، در پژوهش حاضر به منظور پاسخ به سؤال اصلی پژوهشی از روش اتصال R^2 که توسط بالی و همکاران (۲۰۲۳) معرفی شد و در برخی دیگر از مطالعات از جمله کوکا و همکاران^۲ (۲۰۲۴) نیز استفاده شده است. همچنین داده‌های مورد استفاده از پایگاه اطلاعاتی شرکت مدیریت فناوری بورس تهران (tsetmc) استخراج شده‌اند و شامل قیمت‌های پایانی روزانه سهام ۱۱ بانک فعال در بازار سرمایه ایران است. دوره زمانی پژوهش از ۱ بهمن ۱۳۹۸ تا ۳۱ فروردین ۱۴۰۴ (مطابق با فوریه ۲۰۲۰ تا آوریل ۲۰۲۵) را در بر می‌گیرد که با هدف پوشش دوره‌های نوسانات ارزی، تحریم‌های مالی و تغییرات سیاست‌های پولی انتخاب شده است. برای محاسبه بازده، از لگاریتم تفاضل قیمت‌های تعدیل‌شده بر اساس افزایش سرمایه و تقسیم سود استفاده شده است.^۳

در پژوهش حاضر به دو دلیل از بازده روزانه سهام بانک‌ها به‌عنوان متغیر اصلی در تحلیل اتصالات بانکی استفاده شده است. نخست آنکه بازده سهام بازتابی مستقیم از انتظارات بازار نسبت به وضعیت مالی بانک‌ها است و تغییرات آن می‌تواند به‌طور هم‌زمان اثرات عوامل بنیادی، اخبار سیاسی و تحولات کلان اقتصادی را در خود منعکس کند. از این‌رو، در ادبیات ریسک سیستمی، بازده به‌عنوان شاخصی پویا برای ارزیابی سرریز نوسانات و انتقال ریسک میان نهادهای مالی شناخته می‌شود (بیلیو و همکاران^۴، ۲۰۲۲).

^۱. کلیه تخمین‌ها و آزمون‌ها با استفاده از نرم‌افزار R انجام شده‌اند. برای آزمون ریشه واحد البوت و همکاران (۱۹۹۶) با توابع موجود در بسته *urca*، آزمون نرمالیتی جاک-برا، آزمون چولگی و کشیدگی با توابع بسته *moments* و آزمون‌های خودهمبستگی کلی (Portmanteau test) فیشر و گلاگر (۲۰۱۲) برای آماره‌های $Q(n)$ و Q^2 با توابع مربوطه در محیط R اجرا شده‌اند.

^۲. Cocca

^۳. تا پیش از این تاریخ، در اغلب روزها و برای مدت‌های اغلب طولانی، حداقل ۲ و یا بیشتر از بانک‌ها دارای روز معاملات نبوده‌اند.

^۴. Billio

دوم آنکه شاخص‌های مبتنی بر داده‌های ترازنامه‌ای مانند نسبت کفایت سرمایه، نقدینگی یا مطالبات معوق، با تأخیر زمانی گزارش می‌شوند و به دلیل ماهیت فصلی یا سالانه، قابلیت تحلیل پویایی کوتاه‌مدت و هم‌زمان را ندارند. از سوی دیگر، روش اتصال تجزیه‌شده R^2 مبتنی بر هم‌حرکتی سری‌های زمانی پر بسامد (مانند بازده) است و برای داده‌های گسسته با فرکانس پایین قابل اجرا نیست. بنابراین، تمرکز بر بازده روزانه به عنوان متغیر پایه، نه تنها با اهداف پژوهش که بررسی سرریزهای آنی و پویایی اتصال است هم‌خوانی دارد، بلکه با رویکرد مطالعات بین‌المللی مشابه نیز سازگار است.

در جدول ۱ توصیف آماری داده‌ها آورده شده است.

جدول (۱): توصیف آماری متغیرها

	سامان	وبصادر	وبملت	وتجارت	وخواور	وسینا	ونوین	ویپارس	ویپاسار	وپست	وکار
میانگین	-۰/۲۷۴	-۰/۲۲۲	-۰/۱۷۲	-۰/۴۱۷	-۰/۴۲۶	-۰/۱۹۹	-۰/۱۳۳	-۰/۰۶۵	-۰/۴۳۶	-۰/۰۸۵	-۰/۰۶۷۷
	(۰/۹۶۹)	(۰/۹۷۱)	(۰/۹۷۵)	(۰/۹۴۲)	(۰/۹۴۷)	(۰/۹۷۶)	(۰/۹۸۳)	(۰/۹۹۲)	(۰/۹۵۶)	(۰/۹۹۰)	(۰/۹۲۵)
واریانس	۲۳۴۰۴۶	۱۸۰۸۱۵	۱۴۴۶۹۱	۱۵۵۸۸۱	۱۹۳۲۸۱	۲۰۲۸۸۱	۱۸۵۴۷۱	۱۹۶۳۵۶	۲۹۶۰۵۷	۲۲۷۲۹/۷۶	۲۴۴۸۶/۱
کشیدگی	***۰/۲۴	***۰/۱۵۹	***۰/۲۶۹	***۰/۰۲۶	***۰/۰۱۹	***۰/۱۸۰	***۰/۰۹۶	***۰/۰۵۷	***۰/۰۴۱	***۰/۰۷۵	***۰/۱۰۱
	(۰/۰۲۷)	(۰/۱۵۵)	(۰/۰۱۷)	(۰/۰۸۱)	(۰/۰۸۶)	(۰/۱۰۷)	(۰/۳۸۷)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۷۱۵)	(۰/۰۵۰۲)	(۰/۳۶۵)
چولگی	***۱/۱۶	***۰/۰۴۰	***۰/۴۵۰	***۰/۴۹۲	***۰/۲۰۲	***۰/۰۰۲	***۰/۰۰۱	***۰/۱۰۷	***۰/۱۰۶	***۰/۸/۲	***۰/۲/۴
	(۰/۰۰۰)	(۰/۷۳۳)	(۰/۰۶۴)	(۰/۰۴۸)	(۰/۳۱۸)	(۰/۰۰۰)	(۰/۵۵۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)
JB	***۵۲/۵	۲/۰۲۱	***۹/۶۶	***۸/۲۳	۰/۸۳۴	***۷/۱۵	۰/۹۲۸	***۲۳۳	***۵۰۵	***۱۳۳	***۱۱۴
	(۰/۰۰۰)	(۰/۳۶۴)	(۰/۰۰۸)	(۰/۰۹۰)	(۰/۶۵۹)	(۰/۰۰۰)	(۰/۶۲۹)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)
ERS	-۱/۷۱۳	-۵/۸۷۳	-۴/۲۲۱	-۰/۸۶۷	-۲/۷۷۰	-۷/۱۶۵	-۳/۸۱۳	-۵/۱۷۷	-۸/۹۱۰	-۵/۰۲۵	-۱/۸۵۶
	(۰/۰۸۷)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۸۷)	(۰/۰۰۶)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۶۴)
Q(۲۰)	***۱۱۷	***۱۲۵	***۱۲۴	***۱۲۳	***۱۳۰	***۱۱۳۵	***۱۱۵	***۱۲۸	***۱۰۹	***۱۲۳	***۱۲۴
	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)
Q2(۲۰)	***۸۲	***۴۷	***۲۹	***۴۵	***۳۲	***۱۱۶	***۳۵	***۸۵	***۲۴۷	***۱۲۸۳۵	***۷۳/۶۸۰
	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)

منبع: یافته‌های پژوهش

یادداشت: برای چولگی از آزمون دی‌آگوستینا^۱ (۱۹۷۰)، برای کشیدگی از آزمون آنسکومبه و گلیان^۲ (۱۹۸۳)، برای نرمال بودن از آزمون جارگ-برا (JB)، برای آزمون ریشه واحد از الیوت و همکاران (۱۹۹۶) و از آزمون $Q(20)$ و $Q2(20)$ فیشر و گالاگر (۲۰۱۲) برای بررسی خودهمبستگی استفاده شده است. همچنین *معناداری را در سطح معناداری ۱۰٪، **سطح معناداری ۵٪ و ***سطح معناداری را در سطح معنی‌داری ۱٪ را نشان می‌دهند. همچنین مقادیر داخل پرانتز مقادیر ارزش احتمال را نشان می‌دهند.

1. D'Agostino

2. Anscombe and Glynn

همانطور که این داده‌ها نشان می‌دهند، در بازه مورد بررسی، میانگین بازده بیشتر بانک‌ها منفی بوده است (بجز نمادهای وپاسار، وسینا و وپست). همچنین بیشترین میانگین منفی مربوط به بانک کارآفرین (وکار) و کمترین میانگین منفی مربوط به بانک پارسیان (وپارس) بوده است. بررسی میزان چولگی متغیرها نیز نشان می‌دهد تمامی متغیرها دارای چولگی مثبت می‌باشند؛ در نتیجه توزیع آنها غیر متقارن است (بجز ونوین که تفاوت معناداری با صفر ندارد). در این میان وبصادر کمترین و وپارس بیشترین چولگی را داشته‌اند. نکته قابل توجه، مثبت بودن چولگی تمام بازده‌ها می‌باشد که نشان می‌دهد سرمایه‌گذاران بیشتر باید انتظار بازده مثبت در این نمادها را داشته باشند. درخصوص کشیدگی نیز بجز نمادهای سامان، وبملت و وپارس، کشیدگی بقیه نمادها معنادار نیست. آماره جارگ برا نشان می‌دهد که تمام سری‌ها بجز ونوین، وخور و وبصادر دارای توزیع غیرنرمال هستند. همچنین آزمون ریشه واحد الیوت و همکاران^۱ (۱۹۹۶) (ERS) نشان می‌دهد که تمامی سری‌های بازده در سطح اطمینان ۱۰ درصد مانا هستند. علاوه‌براین، بر اساس آزمون فیشر و گالاگر^۲ (۲۰۱۲) سری‌ها دارای همبستگی‌های غیرخطی میان خود بوده اما فاقد خودهمبستگی مرتبه بالا در باقیمانده‌ها هستند. این نتایج نشان می‌دهد که داده‌ها از نظر مانایی و استقلال شرطی، برای برآزش مدل VAR مناسب‌اند.

در گام بعد، برای برآورد مدل VAR پایه‌ای که محاسبات شاخص اتصال بر آن استوار است، وقفه اول VAR(1) انتخاب گردید. انتخاب این وقفه با رویه‌ی مطالعات معتبر پیشین همچون دیبولد و ایلماز^۳ (۲۰۱۴) و گبائور^۴ (۲۰۲۳) و آنتونتاکیس و همکاران^۵ (۲۰۲۰) هم‌خوانی دارد که در داده‌های روزانه مالی از وقفه کوتاه استفاده کرده‌اند. از دیدگاه اقتصادسنجی، افزایش طول وقفه در مدل‌های VAR با پارامترهای متغیر در زمان، منجر به رشد نمایی تعداد پارامترها (به میزان K^2 در هر وقفه) و ناپایداری ماتریس کوواریانس می‌شود (لوتکپول^۶، ۲۰۰۵). افزون بر این، در داده‌های روزانه بانکی، واکنش نهادها به تکانه‌های مالی اغلب در همان روز یا روز بعد منعکس می‌شود، بنابراین اثرات تأخیری بلندمدت از نظر آماری ناچیز است. بر این اساس، وقفه اول ضمن حفظ پایداری مدل، توانایی کافی برای ثبت پویایی‌های کوتاه‌مدت شبکه بانکی را دارد.

1. Elliott

2. Fisher and Gallagher

3. Diebold and Yilmaz

4. Gabauer

5. Antonakakis

6. Lütkepohl

در جدول‌های ۲ تا ۴، تحلیل‌های مربوط به میانگین اتصال برای اثر کل^۱، اثر همزمان و اثر با وقفه^۲ آورده شده که از تجزیه معیار R^2 بدست آمده است. نتایج نشان می‌دهد شاخص اتصال کل (TCI) در سه جدول ارائه‌شده بیانگر میزان کلی ارتباطات و انتقال اثرات بین نمادهای بانکی است. این شاخص نشان‌دهنده درصدی از واریانس کل است که به تعاملات و اثرگذاری متقابل میان نمادها اختصاص دارد. با مقایسه TCI در جداول اثر کل، اثر همزمان و اثر با وقفه، می‌توان به درک بهتری از یکپارچگی بازار و نحوه تغییر ارتباطات در سطوح زمانی مختلف دست یافت. در جدول ۲ که اثر کل را نشان می‌دهد، مقدار شاخص اتصال کل (TCI) برابر با ۴۰.۳۱ درصد است. برای تبیین منشأ زمانی این مقدار، شاخص TCI به دو مؤلفه همزمان و با وقفه تجزیه شد. نتایج نشان داد که از مجموع شاخص اتصال کل (TCI) حدود ۲۴.۲۹ درصد ناشی از اتصالات همزمان و ۱۶.۰۲ درصد مربوط به وابستگی‌های با وقفه است. به عبارت دیگر، حدود ۶۰ درصد از کل ارتباطات بانکی در بازه‌های زمانی کوتاه‌مدت و لحظه‌ای رخ می‌دهد در حالی که ۴۰ درصد باقیمانده آن به اثرات تأخیری و بلندمدت اختصاص دارد. این نتایج نشان می‌دهد که بخش عمده‌ای از پویایی سیستم بانکی ایران ناشی از واکنش سریع بانک‌ها به نوسانات بازار و تغییرات آنی شرایط اقتصادی است؛ در حالی که تأثیرات بلندمدت نیز گرچه کوچک‌ترند، اما در پایداری سرریزهای ریسک نقش معناداری دارند.

برای روشن‌تر شدن سهم هر مؤلفه زمانی، مقدار شاخص اتصال کل (TCI) در سه سطح زمانی مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که مقدار TCI از ۴۰.۳۱ درصد در اثر کل، به ۲۴.۲۹ درصد در اثر همزمان و ۱۶.۰۲ درصد در اثر با وقفه کاهش می‌یابد. این روند نزولی بیانگر آن است که شدت ارتباطات میان بانک‌ها در بازه‌های زمانی کوتاه‌مدت بیشتر است و با گذر زمان، اثر تکرانه‌ها تضعیف می‌شود. در نتیجه، واکنش‌های آنی بازار بانکی نقش کلیدی در شکل‌گیری نوسانات دارند، در حالی که اثرات بلندمدت به تدریج تعدیل می‌شوند.

افزون بر پویایی‌های زمانی، ویژگی‌های ساختاری و مالکیتی بانک‌ها نیز در شدت و جهت اتصالات نقش مهمی دارند. بانک‌های دولتی و شبه‌دولتی (نظیر صادرات، ملت و تجارت) به دلیل اندازه بزرگ‌تر، سهم بالاتر در تأمین مالی بنگاه‌های اقتصادی و ارتباط نزدیک‌تر با سیاست‌های پولی، اغلب در مرکز شبکه قرار داشته و به عنوان انتقال‌دهندگان اصلی نوسانات عمل می‌کنند. در مقابل، بانک‌های خصوصی کوچک‌تر (مانند سامان، سینا و پاسارگاد) به دلیل تمرکز بر فعالیت‌های خرد

1. Overall

2. Contemporaneous and lagged

و محدودیت منابع، بیشتر دریافت‌کننده تکانه‌ها هستند و در حاشیه شبکه بانکی قرار می‌گیرند. این الگو بیانگر آن است که ساختار مالکیت و نوع فعالیت بانک‌ها، در کنار اندازه و جایگاه بازار، از عوامل مؤثر بر پویایی ریسک سیستمیک در نظام بانکی ایران محسوب می‌شوند.

علاوه بر موارد فوق، نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که بیشترین اثرپذیری از متغیرهای شبکه مربوط به وبصادر و تجارت (۴۹.۷ و ۴۸.۵) و کمترین نیز مربوط به خاور و پاسار (۳۵.۲ و ۳۵) است. بیشترین اثرگذاری بر شبکه نیز مربوط به تجارت و وبصادر است. در میان بانک‌ها بطور خالص، نمادهای تجارت، وبصادر، و پاسار و ویملت اثرگذار بر شبکه و مابقی بانک‌ها اثرپذیر از شبکه یا نوسانات متغیرها هستند. به بیان دیگر، بطور خالص بانک‌های تجارت و صادرات بیشترین ارسال‌کننده تکانه به مجموع متغیرها و بانک‌های خاورمیانه (-۳۰.۵) و وسینا و وپست (-۲.۷۴) بیشترین دریافت‌کننده تکانه از سایر بانک‌ها بوده‌اند که عمده‌تأ به‌عنوان دریافت‌کننده نوسانات عمل می‌کنند.

در جدول ۳ که نتایج اثر همزمان را نشان می‌دهد، میزان انتقال تغییرات بین نمادها در بازه زمانی یکسان است. در این جدول، مقدار TCI به ۲۴.۲۹ درصد کاهش یافته است. این کاهش بیانگر آن است که ارتباطات میان نمادها در بازه‌های زمانی کوتاه‌مدت یا لحظه‌ای، کمتر از مجموع اثرات کل است. در این حالت، بسیاری از نمادها به‌طور مستقل عمل می‌کنند و تأثیرات ناشی از سایر نمادها کمتر به آن‌ها منتقل می‌شود. این رفتار ممکن است ناشی از عوامل خاصی مانند تأثیرگذاری اخبار فوری یا تصمیم‌گیری‌های مستقل سرمایه‌گذاران بر اساس ویژگی‌های خاص هر نماد باشد.

در پژوهش حاضر علاوه بر شاخص اتصال کل، شاخص‌های اثرگذاری (TO) و اثرپذیری (FROM) نیز برای هر بانک و در دو بعد همزمان و با وقفه محاسبه شده‌اند تا الگوی انتشار و جذب تکانه‌ها در شبکه بانکی مشخص شود. در بُعد همزمان (جدول ۳)، بانک‌های وبصادر و تجارت با مقادیر TO برابر با ۳۳.۳ و ۳۳.۲ بالاترین توان انتقال نوسانات را دارند و به‌عنوان هسته‌های اصلی شبکه بانکی شناخته می‌شوند. این یافته نشان‌دهنده نقش تعیین‌کننده این دو بانک در واکنش سریع سیستم بانکی به نوسانات کوتاه‌مدت بازار است. در واقع، وابستگی ساختاری و سهم بالای آن‌ها در ترازنامه بین‌بانکی موجب شده که تغییرات رفتاری آن‌ها به‌سرعت به سایر بانک‌ها منتقل شود.

در مقابل، بانک‌های و خاور (۲۰.۳) و وسینا (۲۶.۶) بیشترین مقدار FROM را در بُعد هم‌زمان دارند و بیشتر به‌عنوان گیرنده نوسانات عمل می‌کنند. این وضعیت می‌تواند ناشی از اندازه کوچک‌تر، تمرکز فعالیت‌های محدود در بازار بین‌بانکی و وابستگی بیشتر به منابع سایر بانک‌ها است.

در بُعد با وقفه (جدول ۴)، مقادیر TO برای بانک‌های وبصادر (۲۱.۰) و تجارت (۱۹.۸) همچنان در سطوح بالایی قرار دارد، که بیانگر پایداری نقش انتقالی آنها در بازه‌های زمانی بلندمدت‌تر است. این موضوع نشان می‌دهد که اثرگذاری این بانک‌ها تنها کوتاه‌مدت نیست؛ بلکه در دوره‌های بعدی نیز از طریق روابط اعتباری، جریان نقدینگی یا سرریز انتظارات، استمرار دارد. در مقابل، بانک‌های و خاور (۱۴.۹) و وسینا (۱۷.۴) بیشترین مقدار FROM را به صورت باوقفه نشان می‌دهند و همچنان در معرض تکانه‌های تأخیری سایر بانک‌ها قرار دارند. این مسئله می‌تواند بازتاب‌دهنده واکنش کندتر آنها به شرایط کلان اقتصادی یا محدودیت در دسترسی به منابع نقد باشد.

مقایسه دو بُعد هم‌زمان و با وقفه نشان می‌دهد که شدت اتصالات بانکی در کوتاه‌مدت به‌مراتب بیشتر است (TO میانگین ۲۶ تا ۳۳ درصد)، اما با گذر زمان کاهش می‌یابد (TO میانگین ۱۵ تا ۲۱ درصد). این روند حاکی از آن است که پویایی‌های سیستم بانکی ایران ساختاری و بلندمدت نبوده و اغلب لحظه‌ای و واکنشی به نوسانات کوتاه‌مدت بازار پول و سیاست‌های ارزی هستند. در مجموع، الگوی کلی شبکه بانکی ایران از نوع اثرگذاری متمرکز و دریافت گسترده است؛ یعنی تعداد محدودی از بانک‌های بزرگ مانند وبصادر، تجارت و تاحدودی وبملت، نقش صادرکننده اصلی نوسانات را ایفا می‌کنند؛ در حالی که سایر بانک‌ها بیشتر اثرپذیر هستند. این الگو از منظر نظارتی، بیانگر آسیب‌پذیری سیستم در برابر اختلال عملکرد چند نهاد بزرگ و ضرورت تمرکز بر تنوع‌بخشی و تقویت تاب‌آوری بانک‌های کوچک‌تر است.

در جدول ۵ مشاهده می‌شود که خالص اثرگذاری (NET) برای برخی نمادها مانند تجارت و وبصادر مثبت باقی می‌ماند؛ که نشان‌دهنده قدرت آنها در انتشار اثرات بلندمدت است. در مقابل، نمادهایی مانند و خاور، وسینا و ونوین همچنان به‌عنوان دریافت‌کنندگان اثرات عمل می‌کنند، که نشان‌دهنده انعطاف‌پذیری کمتر این نمادها در برابر نوسانات است.

مقایسه این سه جدول نشان می‌دهد که شاخص اتصال کل در اثرات هم‌زمان و با وقفه نسبت به اثر کل به‌طور قابل‌توجهی کاهش می‌یابد. این امر بیانگر آن است که شدت تعاملات و انتقال

اثرات میان نمادها در بازه‌های زمانی مختلف متفاوت است. در کوتاه‌مدت، بسیاری از نمادها به دلیل تأثیر عوامل مستقل، ارتباط کمتری با یکدیگر دارند. اما در بازه‌های میان‌مدت و بلندمدت، تکانها تمایل به کاهش دارند و تعاملات سیستم به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد. این یافته‌ها برای سرمایه‌گذاران و تحلیل‌گران اهمیت بالایی دارد. آن‌ها می‌توانند از این تحلیل برای تدوین استراتژی‌های سرمایه‌گذاری استفاده کنند و بر اساس زمان‌بندی، میزان ارتباطات و اثرگذاری نمادها را در تصمیم‌گیری‌های خود لحاظ کنند. به‌عنوان مثال، در بازه‌های کوتاه‌مدت، نوسانات لحظه‌ای بیشتر تحت تأثیر عوامل داخلی نمادها قرار دارد، در حالی که در بلندمدت، اثرات بنیادی و ساختاری برجسته‌تر می‌شوند. این نوع تحلیل می‌تواند به مدیریت بهتر ریسک و پیش‌بینی دقیق‌تر رفتار بازار کمک کند.

جدول (۲): نتایج مربوط به میانگین اتصال برای اثر کل

FROM	وکار	وپست	وپاسار	وپارس	ونوین	وسینا	وخواور	وتجارت	وبملت	وبصادر	سامان	
۳۲/۴	۳/۴	۳/۱	۴/۴	۲/۹	۳/۳	۳/۲	۲/۶	۲/۶	۳/۶	۳/۲	۱۹/۶	سامان
۴۹/۷	۴/۴	۳/۲	۳/۷	۶/۹	۵/۰	۲/۷	۳/۸	۱۱/۱	۶/۶	۱۵/۰	۲/۶	وبصادر
۴۵/۵	۴/۵	۳/۵	۲/۷	۴/۸	۳/۷	۳/۵	۴/۸	۹/۳	۱۳/۹	۶/۴	۲/۴	وبملت
۴۸/۵	۲/۹	۲/۲	۴/۰	۳/۷	۵/۷	۴/۷	۲/۸	۱۵/۷	۹/۰	۱۰/۴	۳/۲	وتجارت
۳۵/۲	۴/۶	۲/۸	۲/۵	۲/۶	۳/۵	۳/۲	۱۸/۲	۳/۶	۵/۳	۴/۸	۲/۱	وخواور
۴۳/۹	۳/۵	۱۱/۱	۳/۳	۳/۴	۳/۷	۱۷/۳	۲/۷	۶/۳	۳/۳	۳/۲	۳/۵	وسینا
۳۸/۹	۳/۶	۲/۵	۳/۱	۲/۸	۱۸/۸	۳/۳	۳/۷	۴/۶	۴/۲	۶/۰	۵/۲	ونوین
۳۶/۷	۲/۵	۱/۸	۲/۵	۱۵/۱	۲/۶	۳/۸	۲/۹	۵/۳	۵/۱	۶/۷	۳/۶	وپارس
۳۵/۰	۴/۳	۳/۷	۱۳/۸	۴/۳	۳/۱	۳/۰	۲/۶	۴/۵	۲/۵	۴/۱	۳/۱	وپاسار
۳۹/۶	۳/۵	۱۵/۸	۴/۴	۲/۴	۲/۹	۱۰/۶	۲/۱	۳/۰	۳/۴	۴/۰	۳/۲	وپست
۳۸/۰	۱۷/۶	۳/۰	۴/۰	۳/۳	۴/۴	۳/۳	۴/۲	۲/۸	۴/۸	۵/۵	۲/۸	وکار
۴۴۳/۴	۳۷/۲	۳۶/۸	۳۴/۵	۳۷/۰	۳۷/۹	۴۱/۲	۳۲/۱	۵۳/۰	۴۷/۸	۵۴/۳	۳۱/۶	TO
۴۴/۳۴/۴۰/۳۱	-۰/۸۷	-۲/۷۴	-۰/۵۴	۰/۳۴	-۱/۰۴	-۲/۷۴	-۳/۰۵	۴/۵۴	۲/۲۹	۴/۵۴	-۰/۷۴	NET

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۳. نتایج مربوط به میانگین اتصال برای اثر همزمان

FROM	وکار	وپست	وپاسار	وپارس	ونوین	وسینا	وخابور	وتجارت	وبملت	وبصادر	سامان	
۱۷/۶	۱/۷	۲/۱	۱/۷	۱/۹	۲/۱	۱/۷	۱/۴	۱/۶	۱/۶	۱/۸	۰/۰	سامان
۳۱/۶	۲/۳	۲/۱	۲/۵	۴/۲	۳/۳	۱/۴	۲/۳	۷/۶	۴/۴	۰/۰	۱/۶	وبصادر
۲۹/۷	۲/۸	۲/۰	۱/۴	۳/۲	۲/۱	۱/۹	۳/۵	۶/۹	۰/۰	۴/۳	۱/۶	وبملت
۳۱/۹	۱/۴	۱/۵	۲/۸	۱/۹	۳/۴	۳/۱	۱/۸	۰/۰	۷/۱	۷/۷	۱/۴	وتجارت
۲۰/۳	۲/۹	۱/۳	۱/۲	۱/۸	۱/۸	۱/۳	۰/۰	۲/۰	۴/۰	۲/۶	۱/۴	وخابور
۲۶/۶	۲/۰	۸/۶	۱/۸	۲/۴	۲/۴	۰/۰	۱/۲	۳/۲	۲/۰	۱/۴	۱/۶	وسینا
۲۱/۶	۲/۲	۱/۴	۱/۳	۱/۶	۰/۰	۲/۳	۱/۸	۳/۳	۲/۲	۳/۶	۱/۹	ونوین
۲۱/۹	۱/۴	۱/۰	۱/۷	۰/۰	۱/۷	۲/۵	۱/۷	۲/۰	۳/۳	۴/۶	۲/۰	وپارس
۲۰/۴	۲/۴	۲/۵	۰/۰	۱/۷	۱/۵	۲/۰	۱/۲	۳/۱	۱/۶	۲/۸	۱/۷	وپاسار
۲۴/۳	۱/۷	۰/۰	۲/۴	۱/۰	۱/۵	۸/۵	۱/۳	۱/۷	۲/۱	۲/۲	۱/۸	وپست
۲۱/۵	۰/۰	۱/۶	۲/۳	۱/۵	۲/۴	۲/۰	۲/۹	۱/۷	۳/۰	۲/۵	۱/۶	وکار
۲۶۷/۱	۲۰/۷	۲۴/۲	۱۹/۳	۲۱/۱	۲۲/۲	۲۶/۷	۱۸/۹	۳۳/۲	۳۱/۱	۳۳/۳	۱۶/۵	TO
۲۶/۷۱/۲۴/۲۹	-۰/۸	۰/۰	-۱/۲	-۰/۸	۰/۶	۰/۱	-۱/۴	۱/۳	۱/۴	۱/۷	-۱/۱	NET

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۴. نتایج مربوط به میانگین اتصال برای اثر باوقفه

FROM	وکار	وپست	وپاسار	وپارس	ونوین	وسینا	وخابور	وتجارت	وبملت	وبصادر	سامان	
۱۴/۸	۱/۷	۱/۰	۲/۷	۱/۱	۱/۲	۱/۵	۱/۲	۱/۰	۲/۰	۱/۴	۱۹/۶	سامان
۱۸/۲	۲/۲	۱/۱	۱/۱	۲/۷	۱/۷	۱/۳	۱/۵	۳/۵	۲/۲	۱۵/۰	۱/۰	وبصادر
۱۵/۹	۱/۷	۱/۵	۱/۳	۱/۷	۱/۵	۱/۷	۱/۳	۲/۴	۱۳/۹	۲/۱	۰/۸	وبملت
۱۶/۶	۱/۶	۰/۷	۱/۲	۱/۸	۲/۴	۱/۶	۱/۰	۱۵/۷	۲/۰	۲/۸	۱/۸	وتجارت
۱۴/۹	۱/۷	۱/۵	۱/۳	۰/۸	۱/۷	۱/۸	۱۸/۲	۱/۶	۱/۴	۲/۳	۰/۷	وخابور
۱۷/۴	۱/۵	۲/۵	۱/۴	۱/۰	۱/۳	۱۷/۳	۱/۵	۳/۲	۱/۳	۱/۸	۱/۹	وسینا
۱۷/۴	۱/۴	۱/۱	۱/۷	۱/۱	۱۸/۸	۱/۰	۲/۰	۱/۳	۲/۱	۲/۵	۳/۳	ونوین
۱۴/۸	۱/۰	۰/۸	۰/۸	۱۵/۱	۰/۹	۱/۳	۱/۲	۳/۳	۱/۸	۲/۱	۱/۶	وپارس
۱۴/۶	۱/۸	۱/۲	۱۳/۸	۲/۶	۱/۶	۱/۰	۱/۴	۱/۳	۱/۰	۱/۳	۱/۴	وپاسار
۱۵/۳	۱/۹	۱۵/۸	۲/۰	۱/۴	۱/۴	۲/۰	۰/۹	۱/۲	۱/۳	۱/۸	۱/۴	وپست
۱۶/۵	۱۷/۶	۱/۴	۱/۷	۱/۸	۲/۱	۱/۳	۱/۳	۱/۱	۱/۹	۳/۰	۱/۱	وکار
۱۷۶/۳	۱۶/۵	۱۲/۶	۱۵/۲	۱۶/۰	۱۵/۷	۱۴/۵	۱۳/۲	۱۹/۸	۱۶/۷	۲۱/۰	۱۵/۱	TO
۱۷/۶۳/۱۶/۰۲	-۰/۱	-۲/۷	۰/۶	۱/۱	-۱/۷	-۲/۹	-۱/۷	۳/۲	۰/۹	۲/۸	۰/۳	NET

منبع: یافته‌های پژوهش

بر اساس مفاهیم علم آمار، داده‌های میانگین ممکن است رفتار یک متغیر در طی زمان را پنهان کنند. از این رو در این بخش، تمرکز بر نمودارهای پویای اتصال است. بر این اساس، نمودار ۱ شاخص اتصال را در بازه زمانی پژوهش نمایش می‌دهد. این نمودار ساختار سه‌لایه‌ای دارد که هر لایه به ترتیب اثرات کل (رنگ سیاه)، اثر همزمان (رنگ قرمز)، و اثر با وقفه (رنگ سبز) را نشان می‌دهد. بررسی این شاخص‌ها دیدگاه جامعی از پویایی بازار و نحوه تعامل نمادها در بازه‌های زمانی مختلف ارائه می‌دهد.

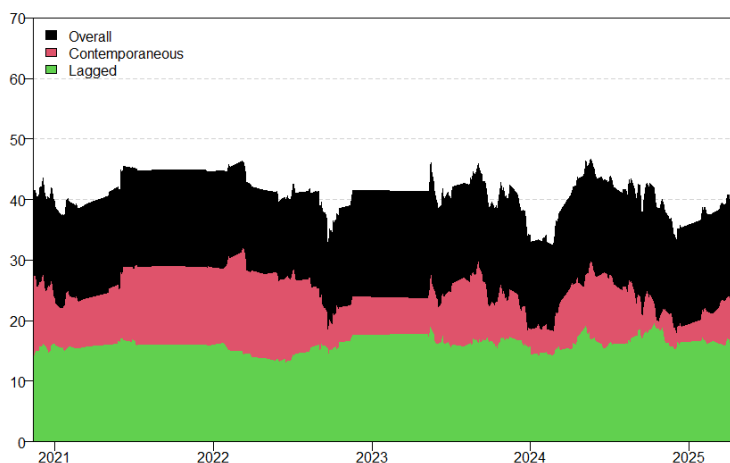
بر این اساس، شاخص اتصال کل از ابتدای سال ۲۰۲۰ روند صعودی داشته و بعد از دوره تثبیت، از نیمه دوم ۲۰۲۱ کاهشی و این روند نزول در اواخر این سال تشدید شده است. در ادامه، روند TCI بین نیمه دوم سال ۲۰۲۲ تا ابتدای سال ۲۰۲۳ روند نزولی داشته است. تبیین اتصال متغیر زمانی همزمان و تأخیری نیز نشان می‌دهد که در برخی موارد اتصال‌های همزمان به طور قابل توجهی بیشتر از اتصال‌های با وقفه هستند. این تأکید بر غلبه پویایی‌های همزمان نسبت به پویایی‌های تأخیری خود دارد و تأکید می‌کند که اثرات همزمان و با وقفه به یک صورت نیستند. همچنین این موضوع نشان می‌دهد که بروز تکانه‌های بازده متغیرها اثرات همزمانی بزرگتری نسبت به اثرات تأخیری دارند.

نتایج نمودار ۱ نشان می‌دهد که اثر کل بالاترین مقدار را در میان سه شاخص دارد. در طول بازه مورد بررسی، این شاخص اغلب در محدوده ۳۰ تا ۴۵ درصد باقی مانده است که نشان‌دهنده میزان متوسطی از اتصال میان نمادها در بازار است. با این حال، در نیمه دوم سال ۲۰۲۳ یک افزایش ناگهانی مشاهده می‌شود. همچنین اثر همزمان، سطح پایین‌تری نسبت به اثر کلی دارد و نشان‌دهنده تأثیرات لحظه‌ای میان نمادها است. این شاخص عمدتاً در بازه ۱۵ تا ۳۰ درصد در نوسان است و در برخی دوره‌ها (مانند اوایل ۲۰۲۳) کاهش جزئی دارد. کاهش این شاخص ممکن است ناشی از کاهش فعالیت‌های کوتاه‌مدت در بازار یا انتقال تمرکز سرمایه‌گذاران به چشم‌اندازهای بلندمدت باشد.

اثر با وقفه پایین‌ترین سطح را در میان سه شاخص دارد و اغلب در محدوده کمتر از ۱۵ قرار گرفته است. این روند نشان می‌دهد که اثرات بلندمدت و تأخیری میان نمادها نسبت به اثرات همزمان ضعیف‌تر هستند و بازار تمایل دارد تکانه‌ها را در طول زمان تعدیل کند. ثبات نسبی این شاخص در بازه زمانی مورد بررسی نشان می‌دهد که اثرات بلندمدت در بازار به‌طور قابل توجهی پایدار هستند و تغییرات عمده‌ای در ساختار بلندمدت اتصالات بازار رخ نداده است.

به‌طور کلی، مقایسه این سه شاخص نشان می‌دهد که اثر کلی همیشه بالاترین میزان ارتباط را نشان می‌دهد، زیرا ترکیبی از اثرات همزمان و با وقفه است. در مقابل، اثرات همزمان و با وقفه به‌ترتیب تأثیرات لحظه‌ای و بلندمدت را بازتاب می‌دهند که شدت آن‌ها در طول زمان متفاوت است. این نتایج حاکی از آن است که بازار در کوتاه‌مدت به تحولات لحظه‌ای حساس است، در حالی که در بلندمدت اثر تکانه‌ها تعدیل شده و ارتباطات میان نمادها ضعیف‌تر می‌شود. این تحلیل می‌تواند به سرمایه‌گذاران کمک کند تا استراتژی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت خود را بر اساس میزان ارتباطات بازار بهینه کنند.

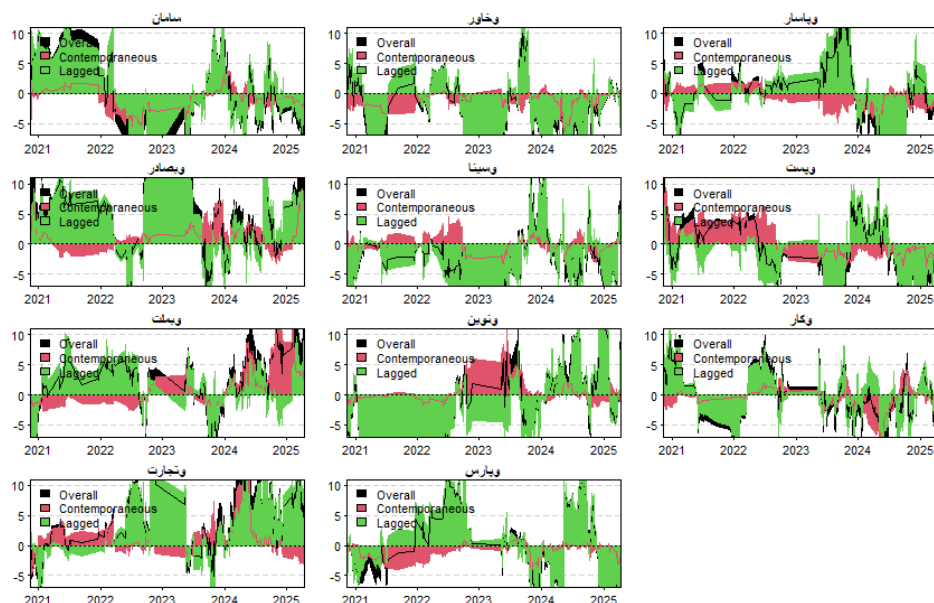
نمودار (۱): معیارهای ارتباط کلی، همزمان و با وقفه متغیر پویا (متغیر طی زمان)



منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۲، شاخص اتصال کل (TCI) را برای نمادهای مختلف بورسی در سه سطح اثر کلی، اثر همزمان و اثر با نشان می‌دهد. این نمودارها به‌صورت جداگانه برای هر نماد نمایش داده شده‌اند و نوسانات ارتباطات در طول زمان برای هر نماد تحلیل می‌شود. تحلیل این نمودارها به درک بهتر از نحوه اثرگذاری و دریافت تأثیر از سوی نمادهای مختلف کمک می‌کند.

نمودار (۲): خالص اتصال کل جهت‌دار



منبع: یافته‌های پژوهش

شاخص اثر کل که با رنگ سیاه نمایش داده شده است، برای تمامی نمادها بالاترین مقدار را در مقایسه با اثر همزمان و با وقفه دارد. زیرا اثر کلی شامل مجموع تأثیرات در لحظه و با تأخیر زمانی است. نمودارها نشان می‌دهند که برای برخی نمادها مانند تجارت، وسینا و وپاسار، شاخص اتصال کل در برخی مقاطع (مانند تابستان و پاییز ۱۴۰۲ یا نیمه دوم سال ۲۰۲۳) افزایش چشمگیری داشته است. این افزایش‌ها احتمالاً تحت تأثیر تکانه‌های سیستمی و رویدادهای کلان اقتصادی بوده است که کل بازار را تحت تأثیر قرار داده است.

اثر همزمان که با رنگ قرمز نمایش داده شده است، نشان‌دهنده تأثیرات لحظه‌ای میان نمادها است. این شاخص برای تمامی نمادها در سطحی پایین‌تر از اثر کلی قرار دارد و روند نسبتاً پایداری را در طول بازه زمانی نشان می‌دهد. برای نمادهایی مانند وبملت و تجارت، اثر همزمان در نیمه دوم سال ۲۰۲۲ افزایش چشمگیری داشته که احتمالاً ناشی از واکنش لحظه‌ای بازار به تحولات اقتصادی یا تکانه‌های کوتاه‌مدت بوده است. از سوی دیگر، برای نمادهایی مانند وپارس و وپست، این شاخص در سطحی پایین و تقریباً ثابت باقی مانده است که می‌تواند نشان‌دهنده تأثیرپذیری کمتر این نمادها از شوک‌های لحظه‌ای بازار باشد.

اثر با وقفه که با رنگ سبز نمایش داده شده است، برای تمامی نمادها در پایین‌ترین سطح قرار دارد. این امر نشان می‌دهد که تأثیرات بلندمدت میان نمادها محدودتر از تأثیرات لحظه‌ای است و بازار تمایل دارد اثرات بلندمدت را با گذشت زمان تعدیل کند. برای نمادهایی مانند وسینا و وپارس، اثر با وقفه در طول بازه مورد بررسی روند نسبتاً پایداری داشته است، در حالی که برای نمادهایی مانند وخور و وکار نوسانات بیشتری مشاهده می‌شود. این نوسانات می‌تواند ناشی از تغییرات ساختاری در بازار یا رویدادهای خاص مرتبط با این نمادها باشد.

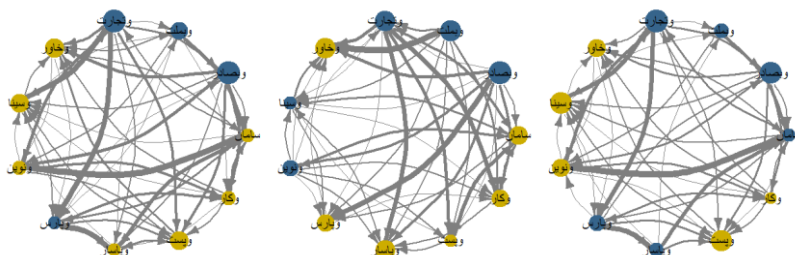
در نمودار ۳، شکل سمت چپ نشان‌دهنده اثر همزمان، شکل وسط نشان‌دهنده اثر با وقفه، و شکل سمت راست بیانگر اثر کلی است. این ترتیب نشان می‌دهد که شبکه اتصال میان نمادها از روابط لحظه‌ای و کوتاه‌مدت به تأثیرات بلندمدت و در نهایت به ترکیب کلی تغییر می‌کند. در ادامه، تحلیل هر یک از این نمودارها با توجه به ترتیب صحیح ارائه می‌شود.¹

شکل سمت چپ که نمایانگر اثر همزمان است، نمادهایی مانند تجارت و وبصادر به وضوح با خطوط ضخیم‌تری به دیگر نمادها متصل هستند. این ویژگی نشان می‌دهد که این نمادها در بازه‌های زمانی کوتاه‌مدت و در واکنش به تکانه‌های آبی، نقش کلیدی در انتقال نوسانات و تأثیرگذاری بر سایر نمادها ایفا می‌کنند. در این میان وبملت و وپارس نیز به نوعی خفیف‌تر همین نقش را دارند از سوی دیگر، خطوط متعدد و پراکندگی آن‌ها بیانگر این است که تکانه‌های لحظه‌ای به‌طور گسترده در سیستم پخش می‌شوند و تعداد زیادی از نمادها درگیر این ارتباطات هستند.

در نمودار وسط که اثر با وقفه را نشان می‌دهد، در مقایسه با نمودار همزمان، خطوط این نمودار نازک‌تر و تعداد ارتباطات میان گره‌ها کمتر است. این موضوع حاکی از آن است که تأثیرات بلندمدت به‌طور طبیعی کاهش یافته و با گذشت زمان تعدیل می‌شوند. در این شبکه نیز نمادهایی مانند تجارت همچنان نقش برجسته‌ای دارند، اما شدت و تعداد اتصالات آنها نسبت به اثرات همزمان کاهش یافته است. نمودار سمت راست که اثر کلی را نشان می‌دهد، نمادهایی مانند تجارت، وبصادر و وبملت خطوط متعددی به سایر نمادها دارند. ضخامت خطوط در برخی اتصالات مانند ارتباط میان سامان و ونوین، بیانگر شدت بالای تأثیرگذاری میان این نمادها است.

¹. ضخامت خطوط شدت رابطه را نشان می‌دهد.

نمودار (۳): تحلیل اتصال شبکه متغیرها



منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۴ تغییرات سه شاخص همبستگی پیرسون^۱، اسپیرمن^۲ و کندال^۳ را در بازه زمانی پژوهش نشان می‌دهد.

نمودار (۴): بررسی استحکام نتایج



منبع: یافته‌های پژوهش

این سه شاخص از روش‌های مختلفی برای سنجش روابط میان داده‌ها استفاده می‌کنند و هر یک جنبه متفاوتی از ارتباطات آماری را تحلیل می‌کند. این نمودار نشان می‌دهد که پویایی همبستگی میان داده‌ها در بازه زمانی مورد بررسی به لحاظ کمی مشابه بوده و تغییرات عمده‌ای در ساختار

^۱. Pearson

^۲. Spearman

^۳. Kendall

ارتباطات مشاهده نشده است. شباهت میان رفتار شاخص‌ها به‌ویژه در مقاطع کاهش یا نشان می‌دهد که سیستم از انسجام بالایی برخوردار است و ارتباطات میان متغیرها در طول زمان حفظ شده است. این تحلیل می‌تواند برای تحلیل‌گران و تصمیم‌گیران مالی مفید باشد، چراکه نشان می‌دهد روابط میان متغیرها حتی در زمان بروز شوک‌ها همچنان پایدار بوده و قابل پیش‌بینی هستند.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مطالعه با استفاده از داده‌های سیستم بانکی ایران در بازه زمانی بهمن‌ماه ۱۳۹۸ (۲۰ ژانویه ۲۰۱۹) تا فروردین‌ماه ۱۴۰۴ (۱۷ آوریل ۲۰۲۴) و به‌کارگیری روش اتصال R^2 تجزیه شده به بررسی اتصال میان بانک‌ها و سرریزهای سیستمی پرداخته شد. این روش به‌عنوان ابزاری قدرتمند، نه تنها تأثیرات لحظه‌ای و کوتاه‌مدت (اثر همزمان) را ارزیابی کرد، بلکه اثرات بلندمدت و تأخیری (اثر با وقفه) و تأثیرات کلی بر شبکه بانکی را نیز در تحلیل‌ها لحاظ می‌کند. نتایج نشان داد که شاخص اتصال کل (TCI) در طول بازه مورد بررسی نوسانات معناداری داشته که بیانگر حساسیت سیستم بانکی ایران به تکانه‌های مختلف از جمله اقتصادی، تحولات سیاسی و شرایط ساختاری است.

بررسی اثرات همزمان نشان داد که ارتباطات کوتاه‌مدت میان بانک‌ها بطور معمول قوی‌تر از اتصالات بلندمدت است. بانک‌هایی مانند وبصادر و تجارت نقش کلیدی در انتقال نوسانات دارند و به‌عنوان گره‌های اصلی شبکه محسوب می‌شوند. این بانک‌ها با توجه به حجم بالا و گستردگی تعاملات خود، به‌طور سیستمی با سایر اجزای شبکه در ارتباط هستند. به همین دلیل، هرگونه تکانه به این بانک‌ها می‌تواند به کل شبکه تسری یابد. از سوی دیگر، بانک‌هایی مانند و خاور و کار بیشتر دریافت‌کننده اثرات بودند و نقش کمتری در انتقال تکانه‌ها ایفا می‌کنند. این موضوع نشان‌دهنده جایگاه نسبتاً حاشیه‌ای این بانک‌ها در شبکه بانکی است.

علاوه بر این، نتایج نشان داد که اثر با وقفه، نسبت به اثر همزمان ضعیف‌تر است. این کاهش نشان می‌دهد که سیستم بانکی تمایل به تعدیل تکانه‌ها در بلندمدت دارد. با این حال، برای بانک‌های کلیدی، مانند وبملت، اثرات بلندمدت همچنان محسوس است. این پایداری اثرات ممکن است به دلیل ساختار متمرکز بانک‌های ایران، وابستگی شدید بخش‌های اقتصادی به نظام بانکی، و نبود تنوع در ابزارهای تأمین مالی باشد.

مطالعه حاضر با نتایج برخی مطالعات داخلی در ایران تطابق دارد. بطور نمونه حسینی و همکاران (۱۳۹۸) نتیجه گرفتند که بانک‌های بزرگ مانند «وبصادر» و «وتجارت» به‌عنوان انتقال‌دهندگان اصلی تکانه‌های سیستمی هستند. همچنین در این پژوهش نیز به نقش محدود بانک‌های کوچک‌تر در انتقال نوسانات اشاره کرده است، که در مطالعه حاضر نیز تأیید شد. در مقایسه با مطالعات بین‌المللی، نتایج این پژوهش شباهت‌هایی با یافته‌های دیه‌دیون و همکاران (۲۰۱۷) درباره سیستم بانکی اروپا دارد. در آن مطالعه نیز بانک‌های بزرگ‌تر به دلیل حجم بالای تعاملات، بیشترین تأثیرگذاری را در شبکه داشتند. همچنین، نتایج مشابهی با پژوهش بارون و همکاران (۲۰۲۰) در سیستم بانکی آسیا دیده شد؛ جایی که اثر همزمان تکانه‌ها بیشترین اثر را داشتند و اثرات با وقفه در بلندمدت کاهش یافته است. با این حال، تفاوت عمده نتایج در این است که در ایران شدت اثرات همزمان بالاتر از بسیاری از کشورهاست. این موضوع می‌تواند به دلیل وابستگی شدید اقتصاد ایران به نظام بانکی، نبود بازارهای سرمایه پیشرفته، و تأثیرگذاری بالای سیاست‌های دولتی بر نظام بانکی باشد.

شاید بتوان بر اساس نتایج مطالعه حاضر این‌طور تحلی نمود که بازده نمادهای بانکی ایران به دلایل ساختاری و اقتصادی خاص، در برابر تکانه‌های سیستمی در بازار سرمایه آسیب‌پذیر است. یکی از دلایل این وضعیت، تمرکز بالای شبکه بانکی است. در این سیستم متمرکز، تعداد کمی از بانک‌ها، مانند وبصادر و تجارت، بخش عمده‌ای از تعاملات و ارتباطات شبکه را به خود اختصاص داده‌اند. این تمرکز بالا باعث می‌شود که هرگونه اختلال یا تکانه در این بانک‌ها به سرعت به سایر بخش‌های سیستم منتقل شود. این ساختار متمرکز به وضوح در تحلیل شاخص اتصال کل (TCI) و مرکزیت بالای برخی بانک‌ها مشاهده می‌شود.

بر اساس یافته‌های پژوهش، شدت و الگوی اتصالات شبکه بانکی ایران در طول زمان دستخوش تغییرات معناداری بوده است. بررسی‌های پویا نشان می‌دهد که این تغییرات با بروز برخی رخدادهای کلان اقتصادی و سیاسی هم‌زمان بوده‌اند. در دوره‌هایی که نوسانات نرخ ارز افزایش یافته، تحریم‌های مالی بین‌المللی تشدید شده یا سیاست‌های پولی انقباضی به اجرا درآمده‌اند، میزان اتصال میان بانک‌ها به‌طور محسوسی افزایش یافته است. این امر بیانگر آن است که در شرایط بی‌ثباتی اقتصادی، رفتار بانک‌ها به سمت هم‌حرکتی و واکنش‌های هم‌زمان‌تر گرایش پیدا می‌کند، به‌طوری که بخش قابل توجهی از پویایی سیستم بانکی ناشی از واکنش سریع به تغییرات آنی محیط اقتصاد کلان است.

در میان این رویدادها، تحریم‌های مالی بین‌المللی نقشی کلیدی در تشدید اتصالات بانکی داشته‌اند. محدودیت دسترسی بانک‌ها به منابع ارزی، کاهش روابط کارگزاری خارجی، افزایش هزینه مبادلات بین‌بانکی و تمرکز نقدینگی در چند بانک بزرگ‌تر، باعث افزایش هم‌بستگی جریان‌های نقدی و در نتیجه تشدید انتقال نوسانات در سطح شبکه شده است. به‌ویژه در سال‌های ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۱، هم‌زمان با تشدید تحریم‌های بانکی و ارزی، شاخص اتصال کل (TCI) و شدت سرریزهای هم‌زمان به‌طور محسوسی افزایش یافته‌اند. این روند نشان می‌دهد که فشارهای ناشی از تحریم‌ها از طریق کانال نقدینگی و تمرکز بازار بین‌بانکی منجر به افزایش ریسک سیستمی و هم‌حرکتی در بازار پول شده است.

به‌طور کلی، قوی‌تر بودن اثرات هم‌زمان نسبت به اثرات با وقفه، بازتابی از واکنش سریع بانک‌ها به شوک‌های کوتاه‌مدت ناشی از نوسانات ارزی و تحریم‌هاست، در حالی که اثرات بلندمدت به تدریج تعدیل می‌شوند. با این حال، بررسی کمی و تفصیلی تأثیر هر یک از متغیرهای کلان بر ساختار اتصال بانکی، مستلزم توسعه مدل‌های مکمل در پژوهش‌های آتی است.

در نهایت اینکه برای بهبود پایداری و کاهش آسیب‌پذیری نظام بانکی ایران، چندین پیشنهاد سیاستی مطرح می‌شود که اجرای آن‌ها می‌تواند به تقویت استحکام سیستم بانکی و کاهش ریسک‌های سیستمی کمک کند. نخستین اقدام، تمرکز بر بانک‌های کلیدی است. بانک‌هایی مانند وبصادر و تجارت که نقش گره‌های اصلی را در شبکه ایفا می‌کنند، باید تحت نظارت دقیق‌تر قرار گیرند. این نظارت شامل افزایش الزامات کفایت سرمایه، بهبود مدیریت ریسک، و اجرای استراتژی‌های شفافیت مالی است. تقویت این بانک‌ها می‌تواند از گسترش شوک‌ها در کل سیستم جلوگیری کند. یکی دیگر از اقدامات ضروری، ایجاد تنوع در ابزارهای تأمین مالی است. توسعه بازارهای سرمایه و ابزارهای مالی جدید، مانند انتشار اوراق قرضه و صکوک، می‌تواند وابستگی بنگاه‌های اقتصادی به نظام بانکی را کاهش دهد. این اقدام نه تنها فشار بر بانک‌ها را کاهش می‌دهد، بلکه انعطاف‌پذیری کل اقتصاد را در برابر تکان‌ها افزایش می‌دهد.

استفاده از ابزارهای جدید نظارتی نیز می‌تواند نقش مهمی در مدیریت ریسک‌های سیستمی ایفا کند. به کارگیری روش‌هایی مانند اتصال R^2 برای تحلیل اتصال میان بانک‌ها می‌تواند به شناسایی زود هنگام نقاط ضعف شبکه و جلوگیری از بروز بحران‌های گسترده کمک کند. چنین ابزارهایی به سیاست‌گذاران امکان می‌دهند تا تصمیمات دقیق‌تری در مواجهه با تکان‌های احتمالی اتخاذ کنند.

تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

References

- Abbasi nejad, H., Barkhordari, S. and Esfahani, P. (2023). Examining the effects of productivity shock on nominal prices of the economy in the conditions of banking crisis. *Journal of Econometric Modelling*, 8(3), 35-57. [In Persian]
- Alamsyah, A., Ramadhani, D. P., Kristanti, F. T., & Khairunnisa, K. (2022). Transaction Network Structural Shift under Crisis: Macro and Micro Perspectives. *Economies*, 10(3), 56.
- Anscombe, F. J., & Glynn, W. J. (1983). Distribution of the kurtosis statistic b_2 for normal samples. *Biometrika*, 70(1), 227–234.
- Antonakakis, N., Chatziantoniou, I., & Gabauer, D. (2020). Refined Measures of Dynamic Connectedness based on Time-Varying Parameter Vector Autoregressions. *Journal of Risk and Financial Management*, 13(4), 84.
- Antonakakis, N., Cunado, J., Filis, G., Gabauer, D., & De Gracia, F. P. (2023). Dynamic connectedness among the implied volatilities of oil prices and financial assets: New evidence of the COVID-19 pandemic. *International Review of Economics & Finance*, 83, 114–123.
- Balcilar, M., Gabauer, D., & Umar, Z. (2021). Crude Oil futures contracts and commodity markets: New evidence from a TVP-VAR extended joint connectedness approach. *Resources Policy*, 73, 102219.
- Balli, F., Balli, H. O., Dang, T. H. N., & Gabauer, D. (2023). Contemporaneous and lagged R2 decomposed connectedness approach: New evidence from the energy futures market. *Finance Research Letters*, 57, 104168.
- Baur, D. G., & Hoang, L. T. (2021). *The Importance of Spillovers* (SSRN Scholarly Paper No. 3973795). <https://doi.org/10.2139/ssrn.3973795>
- Billio, M., Getmansky, M., Lo, A. W., & Pelizzon, L. (2012). Econometric measures of connectedness and systemic risk in the finance and insurance sectors. *Journal of Financial Economics*, 104(3), 535–559.
- Chatziantoniou, I. (2021). EMU risk-synchronisation and financial fragility through the prism of dynamic connectedness. *The Quarterly Review of Economics and Finance*. 1(2), 1-18.

- Chatziantoniou, I., Gabauer, D., & Gupta, R. (2023). Integration and risk transmission in the market for crude oil: new evidence from a time-varying parameter frequency connectedness approach. *Resources Policy*, 84, 103729.
- Chen, Y.-P., Chen, Y.-L., Chiang, S.-H., & Mo, W.-S. (2023). Determinants of connectedness in financial institutions: Evidence from Taiwan. *Emerging Markets Review*, 55, 100951.
- Choudhury, T., Scagnelli, S., Yong, J., & Zhang, Z. (2021). Non-Traditional Systemic Risk Contagion within the Chinese Banking Industry. *Sustainability*, 13(14), 7954.
- Cocca, T., Gabauer, D., & Pomberger, S. (2024). Clean energy market connectedness and investment strategies: new evidence from DCC-GARCH R2 decomposed connectedness measures. *Energy Economics*, 136, 107680.
- D'Agostino, R. B. (1970). Transformation to normality of the null distribution of g_1 . *Biometrika*, 57(3), 679–681.
- D'Erasmus, P., Moscoso Boedo, H., Olivero, M. P., & Sangiácomo, M. (2020). Relationship Networks in Banking Around a Sovereign Default and Currency Crisis. *IMF Economic Review*, 68(3), 584–642.
- Dammak, W., Gökgöz, H., & Jeribi, A. (2024). *Time-Frequency Connectedness in Global Banking: Volatility and Return Dynamics of BRICS and G7 Banks*. In Review.
- Danesh-Jafari, D., Mohammadi, T., Bet-Shekan, M. H., & Pashazadeh, H. (2017). Examining the systemic risk of selected banks in the Iranian banking system using the Dynamic Conditional Correlation (DCC) approach. *Economic Management and Planning Quarterly*, 22(4), 67–89. [In Persian]
- Das, S. R., Kalimipalli, M., & Nayak, S. (2020). Banking Networks, Systemic Risk, and the Credit Cycle in Emerging Markets. *SSRN Electronic Journal*.
- Deev, O., & Lyócsa, Š. (2020). Connectedness of financial institutions in Europe: A network approach across quantiles. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 550, 124035.
- Demirer, M., Diebold, F. X., Liu, L., & Yilmaz, K. (2018). Estimating global bank network connectedness. *Journal of Applied Econometrics*, 33(1), 1–15.
- Diebold, F. X., & Yilmaz, K. (2009). Measuring Financial Asset Return and Volatility Spillovers, with Application to Global Equity Markets. *The Economic Journal*, 119(534), 158–171.

- Diebold, F. X., & Yilmaz, K. (2012). Better to give than to receive: Predictive directional measurement of volatility spillovers. *International Journal of Forecasting*, 28(1), 57–66.
- Diebold, F. X., & Yilmaz, K. (2014a). On the network topology of variance decompositions: Measuring the connectedness of financial firms. *Journal of Econometrics*, 182(1), 119–134.
- Dietrich, A., & Wanzenried, G. (2011). Determinants of bank profitability before and during the crisis: Evidence from Switzerland. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 21(3), 307–327.
- Elliott, G., Rothenberg, T. J., & Stock, J. H. (1996). Efficient Tests for an Autoregressive Unit Root. *Econometrica*, 64(4), 813.
- Fang, L., & Yu, H. (2018). *Systemic Risk Network of Chinese Financial Institutions* (SSRN Scholarly Paper No. 3105316). Social Science Research Network.
- Fisher, T. J., & Gallagher, C. M. (2012). New Weighted Portmanteau Statistics for Time Series Goodness of Fit Testing. *Journal of the American Statistical Association*, 107(498), 777–787.
- Gabauer, D. (2021). Dynamic measures of asymmetric & pairwise connectedness within an optimal currency area: Evidence from the ERM I system. *Journal of Multinational Financial Management*, 60, 100680.
- Gabauer, D., Chatziantoniou, I., & Stenfors, A. (2023). Model-free connectedness measures. *Finance Research Letters*, 54, 103804.
- Genizi, A. (1993). Decomposition of R^2 in Multiple Regression with Correlated Regressors. *Statistica Sinica*, 3(2), 407–420.
- Geraci, M., & Gnabo, J. (2018). Measuring Interconnectedness between Financial Institutions with Bayesian Time-Varying Vector Autoregressions.
- Ghadamyari, M. and Eslami Mofid Abadi, H. (2020). The Impact of industry's features on financial risk contagion of Companies Listed in Tehran Stock Exchange. *Journal of Econometric Modelling*, 5(2), 35–63. [In Persian]
- Giglio, S., Maggiori, M., Stroebel, J., & Utkus, S. P. (2020). *Inside the Mind of a Stock Market Crash* (SSRN Scholarly Paper No. 3615468). Social Science Research Network.
- Gilani-Pour, J. (2021). Assessing systemic risk in Iran's banking network using the Marginal Expected Shortfall (MES) measure. *Journal of Sustainable Growth and Economic Research*, 11(2), 85–106. [In Persian]

- Gofman, M. (2017). Efficiency and stability of a financial architecture with too-interconnected-to-fail institutions. *Journal of Financial Economics*, 124(1), 113–146.
- Gülcan, N., Boyacıoğlu, N., & Özdemir Höl, A. (2021). Investigation of Speculative Bubbles in Financial Markets: The Example of Foreign Exchange Market. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 12(29), 176–187.
- Huynh, T. L. D., Nasir, M. A., Nguyen, S. P., & Duong, D. (2020). An assessment of contagion risks in the banking system using non-parametric and Copula approaches. *Economic Analysis and Policy*, 65, 105–116.
- Jarque, C. M., & Bera, A. K. (1980). Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals. *Economics Letters*, 6(3), 255–259.
- Karminsky, A., & Stolbov, M. (Eds.). (2024). *Systemic Financial Risk: An Emerging Market Perspective*. Springer Nature Switzerland.
- Kuo, C.-Y., & Chiang, S.-M. (2024). Spillover effects and network connectedness among stock markets: Evidence from the U.S. and Asia. *Review of Quantitative Finance and Accounting*.
- Ialkhezri, H. and Ashena, M. (2024). Spillover Effects of Selected Macroeconomic Variables on Exchange Market Pressure: a VAR-DCC-GARCH Approach. *Journal of Econometric Modelling*, 9(2), 9-34. [In Persian]
- Lane, P. R., & Milesi-Ferretti, G. M. (2007). The external wealth of nations mark II: Revised and extended estimates of foreign assets and liabilities, 1970–2004. *Journal of International Economics*, 73(2), 223–250.
- Legenzova, R., Gaigalienė, A., & Jurakovaitė, O. (2019). Evaluation of the post-crisis EU banking network connectedness in the global context. *Oeconomia Copernicana*, 10(1), 37–53.
- Liedorp, F. R., Medema, L., Koetter, M., Koning, R. H., & Lelyveld, I. V. (2010). Peer Monitoring or Contagion? Interbank Market Exposure and Bank Risk. *SSRN Electronic Journal*.
- Lütkepohl, H. (2005). New introduction to multiple time series analysis (pp. 146–152). Berlin: Springer-Verlag.
- Maxfield, S., & Magaldi De Sousa, M. (2015). The global financial crisis and banking sector resilience. *Journal of Banking Regulation*, 16(4), 265–288.
- Nabella, R., Maski, G., & Wahyudi, S. (2020). Systemic Risk Analysis Using Conditional Value at Risk (CoVaR) Model: Study of Conventional Banks in Indonesia. *Jurnal Ekonomi Dan Studi Pembangunan*, 12(1), 57–67.

- Naeem, M. A., Chatziantoniou, I., Gabauer, D., & Karim, S. (2024). Measuring the G20 stock market return transmission mechanism: Evidence from the R 2 connectedness approach. *International Review of Financial Analysis*, 91, 102986.
- Namaki, A., Raei, R., & Pourtalebi Jagharg, M. (2023). Banking competition and systemic risk in the Iranian banking system. *Economic Research Quarterly*, 23(3), 45–66. [In Persian]
- Pacelli, V., Panetta, I. C., & Povia, M. M. (2025). Systemic Risk and Network Science: A Bibliometric and Systematic Review. In V. Pacelli (Ed.), *Systemic Risk and Complex Networks in Modern Financial Systems* (pp. 21–42). Springer Nature Switzerland.
- Radfar, M. R. , Karimkhani, M. and Aligholi, M. (2020). Survey the Relationship between Bank Size and Capital with Systemic Risk in Banks Accepted in the Stock Exchange. *Financial Management Strategy*, 8(1), 163-176. [in Persian]
- Sadeghi Shahdani M, tavakoli H, salehi A. (2022). Study of Systemic risk in the banking sector of Tehran Stock Exchange: Graph theory approach and ARMA-gjrGARCH-DCC. *Quarterly journal of economic research and policy*. 30 (101), 307-355. [in Persian]
- Shirakawa, M. (2021). Tumultuous Times: Central Banking in an Era of Crisis. Yale University Press.
- Silva, W., Kimura, H., & Sobreiro, V. A. (2017). An analysis of the literature on systemic financial risk: A survey. *Journal of Financial Stability*, 28, 91–114.
- Stulz, R. M. (2005). The Limits of Financial Globalization. *The Journal of Finance*, 60(4), 1595–1638.
- Svartzman, R., Bolton, P., Despres, M., Pereira Da Silva, L. A., & Samama, F. (2021). Central banks, financial stability and policy coordination in the age of climate uncertainty: A three-layered analytical and operational framework. *Climate Policy*, 21(4), 563–580.
- Uluceviz, E., & Yilmaz, K. (2021). Measuring real–financial connectedness in the U.S. economy. *The North American Journal of Economics and Finance*, 58, 101554.
- Volcker, P. A. (2012). Unfinished business in financial reform. *International Finance*, 15(1), 125–135.
- Wang, P., Chen, M., Wu, J., & Yan, Y. (2024). Bank connectedness and excessive risk-taking: Some cross-country evidence. *Finance Research Letters*, 60, 104921.
- Wu, F., Liu, A., Chen, J., & Li, Y. (2024). Analysing Network Dynamics: The Contagion Effects of SVB's Collapse on the US Tech Industry. *Journal of Risk and Financial Management*, 17(10), 427.

- Zaidi, S. B., Khan, A., Khan, S., Rehman, M. Z., Alonazi, W. B., & Noman, A. A. (2023). Connectedness between Pakistan's Stock Markets with Global Factors: An Application of Quantile VAR Network Model. *Mathematics*, 11(19), 4177.
- Zangeneh, T., Rastgar, M. A., Chavoshi, K., & Fallah Shams, M. F. (2021). Dynamic measurement of the stability of Iran's interbank network. *Financial Economics Quarterly*, 13(3), 49–72. [In Persian]
- Zhang, X., Yang, X., Li, J., & Hao, J. (2023). Contemporaneous and noncontemporaneous idiosyncratic risk spillovers in commodity futures markets: A novel network topology approach. *Journal of Futures Markets*, 43(6), 705–733.
- Zhou, X., Ouyang, Z., Lu, M., & Ouyang, Z. (2024). Multilayer network analysis of idiosyncratic volatility connectedness: Evidence from China. *Pacific-Basin Finance Journal*, 88, 102533.