

## The Contagion of the financial crisis to the Iranian stock market: network approach

Samaneh Bagheri<sup>1</sup>  
Habib Ansari Samani<sup>2</sup>

### Abstract

Stock markets are one of the most important financial markets of countries, and the effect of financial crises on these markets is very important for investors. The purpose of this research is to investigate the contagion of the financial crisis on the Iranian stock market. Diebold and Yilmaz spillover index was used to check the volatility spillover. The complex network theory was used to investigate the volatility spillover in the stock markets for the period of 8-10-2007 to 10-13-2019. Stock markets include Nazdaq, Shenzhen, New York, Iran, Europe and Tokyo stock markets. The time period of the research includes three time periods, the American financial crisis, the European debt crisis and after the financial crisis. During the American financial crisis and the European debt crisis, the Iranian stock market had the least influence in the network. Average path length is at a minimum during financial crises. The density of the network and the weight of the network increased during the financial crisis and it was minimized after the financial crisis, which indicates the increase in the connection between the financial markets and the spillover network during the financial crisis.

**Keywords:** Stock Market, Complex Network, Diebold and Yilmaz spillover Index, US Financial Crisis, European Financial Crisis

**JEL classification:** F36,G15,G1

سرایت بحران مالی به بازار سهام ایران: رویکرد شبکه

سمانه باقری \*

---

<sup>1</sup> Ph.D Student of Economics, Faculty of Economics, management and accounting, Yazd University,, (Corresponding Author), [samabagheri90@yahoo.com](mailto:samabagheri90@yahoo.com)

<sup>2</sup> Associate professor of Economics, Faculty of Economics, management and accounting, Yazd University, [h.samani@yazd.ac.ir](mailto:h.samani@yazd.ac.ir)

\* دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد (نویسنده مسئول)، [samabagheri90@yahoo.com](mailto:samabagheri90@yahoo.com)

### چکیده

بازارهای سهام از مهم‌ترین بازارهای مالی کشورها هستند و اثری که بحران‌های مالی بر این بازارها دارد برای سرمایه‌گذاران بسیار مهم است. هدف از این پژوهش، بررسی سرایت بحران مالی بر بازار سهام ایران است. برای بررسی سرریز تلاطم از شاخص سرریز دیبلدیلماز بهره گرفته شد. از تئوری شبکه پیچیده برای بررسی سرریز تلاطم در بازارهای سهام برای دوره زمانی ۱۰-۸-۲۰۰۷ تا ۱۳-۱۰-۲۰۱۹ استفاده شد. بازارهای سهام، شامل بازار سهام نزدیک، شنزن، نیویورک، ایران، اروپا و توکیو است. دوره زمانی پژوهش، شامل سه دوره زمانی، بحران مالی آمریکا، بحران بدهی اروپا و بعد از بحران مالی است. در زمان بحران مالی آمریکا و بحران بدهی اروپا، بازار بورس ایران کم‌ترین تأثیرپذیری در شبکه داشته است. طول مسیر میانگین، در زمان بحران‌های مالی در حداقل قرار دارد. چگالی شبکه و وزن شبکه در زمان بحران‌های مالی افزایش یافته است و بعد از بحران‌های مالی در حداقل قرار گرفته است، که نشان دهنده افزایش ارتباط بازارهای مالی و شبکه سرریز تلاطم در زمان بحران‌های مالی است.

**کلیدواژه‌ها:** بازار سهام، شبکه پیچیده، شاخص سرریز، بحران مالی آمریکا، بحران مالی اروپا

**طبقه‌بندی JEL:** F36, G15, G1

### ۱. مقدمه

اثری که بحران مالی بر اقتصاد کشورها می‌گذارد، بسیار مهم است. بحران‌های مالی، به علت‌های متفاوتی روی می‌دهند. ویژگی بازار سهام کشور ایران، جدا بودن بازار سهام ایران از بازارهای بین‌المللی است، که امکان دارد که بحران‌های مالی به بازار سهام ایران انتقال پیدا نکند، ولی، کانال‌هایی مانند قیمت نفت وجود دارد که می‌تواند سبب انتقال بحران‌های مالی به بازار سهام ایران می‌شود. بحران‌ها معمولاً از کشور مبدأ به کشورهای دیگر سرایت می‌کنند به طوری که گاهی منطقه‌ای و گاهی جهانی هستند.

بحران مالی که با فروپاشی بازار وام مسکن در ایالات متحده در سال ۲۰۰۷ آغاز شد، منجر به عدم تعادل جهانی شد و به سرایت بحران مالی در بازارهای مالی دیگر کشورها انجامید (میندوزا و دیگران (Mendoza and et al)، ۲۰۱۰: ۳۰). نه تنها خود بحران‌ها، بلکه تأثیر آنها بر سایر دارایی‌ها و بازارهای مالی نیز باید مورد توجه قرار گیرد. از آنجایی که بحران‌ها

<sup>۱</sup> دانشیار اقتصاد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، [h.samani@yazd.ac.ir](mailto:h.samani@yazd.ac.ir)

منجر به جابه‌جایی مشترک دارایی‌ها، بازده و بازار آن‌ها می‌شوند، حرکت بازارهای مالی جزء مهمی در تحلیل بحران‌ها است که نباید از آن غافل شد. چندین دلیل مهم برای بررسی تأثیر بحران مالی در دارایی‌های مالی، بازده آنها و بازارهای مالی وجود دارد.

اول، بازده دارایی‌های مالی رفتار پرش‌مانندی را در طول آشفتگی نشان می‌دهد. دوم، نوسانات مداوم در طول بحران مشاهده می‌شود، سوم، تحرکات مشترک هم در دارایی‌ها و هم در بازارها در طول دوره‌های آشفتگی قوی‌تر است و چهارم، سرمایه‌گذاران از ریسک‌هایی که این بحران‌ها ایجاد می‌کنند بیزار هستند و سرمایه‌گذاری به دلیل افزایش نوسانات ناشی از بحران‌ها، ریسک‌پذیرتر می‌شود (Kole)، (۲۰۰۶: ۴-۲). اتصالات بین بازارهای مالی نقش دوگانه‌ای دارند. از یک طرف می‌توانند شوک‌ها را جذب کنند و سبب استحکام بیشتر سیستم مالی شوند. می‌توانند شوک ایجاد کنند و شکنندگی بیشتر آن را ایجاد می‌کنند.

اقتصاد و بازار سهام ایران، به‌طور غیرمستقیم از طریق عوامل واسطه‌ای مانند واردات کالاها و خدمات، کاهش قیمت نفت، رکود جهانی و کاهش تقاضای موثر جهانی برای کالاهای صادراتی صنایع بزرگ کشور و شرکت‌های حاضر در بازار سرمایه، تحت تأثیر قرار گرفته است و قیمت سهام شرکت‌های داخلی کاهش یافته است. پیامد بعدی چنین اثرپذیری کاهش بودجه و درآمد مالیاتی دولت و کاهش تقاضای دولت برای خرید کالاهای اساسی و پایه مانند سیمان، مس و آهن آلات بوده است، که کاهش این تقاضای داخلی، از طریق کاهش تولید و کاهش قیمت سهام و رکود در بازار سرمایه نشان داده می‌شود (یزدان پرست و احدی سرکانی، ۱۳۹۱: ۱۰).

در این پژوهش به دنبال پاسخ به این سؤال هستیم که آیا بازار سهام ایران تحت تأثیر بحران‌های مالی قرار گرفته است؟ اهداف این پژوهش را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

- ۱- بررسی انتقال نوسانات بین بازدهی سهام کشورهای مورد بررسی
  - ۲- بررسی بازدهی سهام کشورها و نوسانات بازدهی آن‌ها، بررسی امکان تأثیرگذاری بحران مالی
  - ۳- بررسی امکان تأثیرگذاری بازار سهام آمریکا به عنوان بزرگترین بازار مالی بر سایر بازارهای سهام
- این پژوهش در شش بخش تنظیم شده است. بخش اول، مقدمه، بخش دوم، مبانی نظری، بخش سوم پیشینه تحقیق، بخش چهارم روش تحقیق، بخش پنجم برآورد مدل و بخش ششم نتیجه‌گیری است.

## ۲. ادبیات موضوع

بازارهای مالی با یکدیگر ارتباط دارند و نوسانات از یک بازار به بازار مالی دیگر انتقال می‌یابد. بحران مالی به شرایطی گفته می‌شود که مؤسسات مالی ناگهانی بخش بزرگی از دارایی‌های خود را از دست می‌دهند و شامل بحران بانکی، بحران ارزی، بحران بدهی، بحران تراز پرداخت‌ها و بحران بازار سهام می‌باشد، که در آن کاهش قیمت‌ها و از بین رفتن حساب قیمت دارایی‌ها، می‌شود و از مشخصه‌های اصلی سقوط بازارها است و به دلیل ارتباط با سایر متغیرهای مالی، می‌تواند

بحران مالی، سرایت داشته باشد (آرجوب و آزم (Rjou and Azzam)، ۲۰۱۱:۲۰۰۰). بازارهای سهام در رشد و پیشرفت اقتصادی کشورها نقش مهمی دارند و اثری که بحران‌ها بر این بازارهای دارند، بسیار اهمیت دارد.

بحران مالی از پدیده‌هایی است که در آن، کاهش شدید قیمت دارایی‌ها رخ می‌دهد و خاص یک بازار تنها نیست و اثر سرایت (contagion effect) دارد، به این معنی است که بحران از یک بازار سرچشمه می‌گیرد و به بازارهای دیگر گسترش می‌یابد و سبب ایجاد بحران‌های همزمان و متوالی می‌شود. از نظر برون‌زایی، بر اثر تأثیر دائمی یا شوک‌های موقت در یک بازار، یک بحران مالی، می‌تواند ایجاد شود و به بازارهای دیگر نیز سرایت داشته باشد. عواملی مانند بزرگی شوک و مدت زمان شوک موقت بر الگوهای بحران مالی تأثیرگذار هستند (هوانگ و چن (Huang and Chen)، ۲۰۱۸: ۲-۱). با توجه به وجود ارتباط متقابل بازارهای مالی و جهانی شدن، تأثیر و عمق سرایت بحران مالی، در صورت وجود، شدیدتر می‌شود و با نزدیک‌تر شدن بازارها، باید به موضوع سرایت بیشتر توجه شود.

ارتباط متقابل بازارهای مالی سبب افزایش آسیب‌پذیری اقتصادهای داخلی در برابر شوک‌های داخلی و به‌ویژه در مقابل تحرک بین‌المللی سرمایه می‌شود. ناقص بودن بازارهای بین‌المللی سرمایه، به سرایت بحران حتی در کشورهای با اقتصاد قوی می‌شود و سبب حرکت‌های بزرگ‌تری بین قیمت دارایی‌ها در سراسر بازارها می‌شود و همبستگی بالای قیمت‌های سهام وجود دارد (زوهیر و دیگران (Zouhair)، ۲۰۱۴: ۵۷۰). بازارهای مالی جهانی، به دلیل ادغام، به هم مرتبط شده‌اند (لیم (Lim)، ۲۰۰۹: ۲۹۷۰). سرریز، اثرات آبشاری (cascading effects) را توصیف می‌کند که یک شوک اولیه به بخش کوچکی از یک سیستم مالی می‌تواند بر کل سیستم داشته باشد (سایبربرونر و سیگموند (Siebenbrunner and Sigmund)، ۲۰۱۹: ۶۴۰).

پیوندهای متقابل مؤسسات مالی، کانال اصلی انتشار بحران‌های مالی است (گریلی و دیگران (Grilli and et al)، ۲۰۱۷: ۲۴۰). بحران مالی آمریکا مانند یک بیماری مسری در سایر کشورها منتشر شد و منجر به کاهش ارزش دارایی‌ها شد (هوانگ و چن (Huang and chen)، ۲۰۱۸: ۱۱۱۵).

هوانگ و دیگران (Huang and chen) (۲۰۱۰) معتقدند که بحران مالی می‌تواند درون‌زا باشد، در این صورت بحران مالی و اثرات سرایت ناشی از آن، بدون اثرات خارجی است و درون‌زا خواهد بود. در زمینه بحران‌های مالی تئوری‌هایی مطرح شده است که شامل:

تئوری بحران مالی: اگرچه بحران‌های مالی در ایجاد و گسترش با هم تفاوت دارند، ولی در اساس شباهت‌هایی دارند. نظریه ساده‌انگاری بحران مالی (Disaster Myopia and Credit Rationing): مکانیزم‌های روانی، رقابتی و انگیزشی سبب می‌شود مؤسسات مالی، ریسک ناشی از بی‌ثباتی مالی را افزایش دهد (هرینگ و واچر (Herring and Wachter)، ۱۹۹۹: ۱۰۲).

نظریه شکنندگی مالی و بدهی (Debt and Financial Fragility): مطابق این نظریه، بحران مالی از چرخه اعتباری پیروی می‌کند و شوک مثبت سبب افزایش بدهی و ایجاد حباب دارایی می‌شود، این افزایش بدهی با یک شوک منفی از بین می‌رود و سبب ایجاد بحران مالی می‌شود (مینسکی (Minsky)، ۱۹۷۷: ۱۰).

نظریه اطلاعات نامتقارن و هزینه‌های نمایندگی: اطلاعات نامتقارن به اطلاعاتی گفته می‌شود که برخی از افراد به آن آگاه هستند و برخی دیگر اطلاعی ندارند. مطابق این نظریه وجود اطلاعات نامتقارن و هزینه‌های نمایندگی در قراردادهای بدهی، سبب ایجاد مخاطرات اخلاقی در گزینش نامناسب دارایی می‌شود (میشکین (Mishkin)، ۱۹۹۱: ۸۰).

نظریه پول‌گرایان (Monetarist): پول‌گرایان اعتقاد دارند، کاهش عرضه پول، بر اقتصاد اثر می‌گذارد و بحران‌ها در نتیجه اشتباهات نهادهای پولی رخ می‌دهند و از روند خاصی پیروی نمی‌کند.

نظریه ساده‌انگاری و وقوع بحران و رتبه‌بندی اعتبار (Disaster Myopia and Credit Rationing): براساس این نظریه، ریسک ناشی از بی‌ثباتی مالی بسیار ناچیز برآورد می‌شود به دلیل عوامل رقابتی و روانی که بر اساس عدم اطمینانی حاصل می‌شود و در نتیجه رتبه‌بندی اعتبار در زمان بحران‌های مالی بسیار زیاد افزایش می‌یابد (هرینگ و واچر (Herring and Wachter)، ۱۹۹۹: ۱۰۴). نظریه عدم اطمینان: براساس این نظریه، عدم اطمینان یک منبع مهم برای بی‌ثباتی‌های مالی مطرح می‌شود.

### ۳. مروری بر مطالعات گذشته

عباس آباد و ستاری (۱۳۹۳) به بررسی تبیین مکانیسم سرایت تلاطم بین بازارهای بورس با روش خودرگرسیون ناهمسان واریانس شرطی چند متغیره پرداختند و به این نتیجه رسیدند که تلاطم بازده بازارهای سهام نیویورک، لندن و توکیو از لحاظ آماری تأیید شد و نشان داده شد تمام بازارهای سهام مورد مطالعه از وقفه خود، متأثر می‌شوند.

مطالعاتی که در این زمینه به پژوهش پرداخته‌اند، می‌توان به پژوهش ابونوری و عبداللهی (۱۳۹۰) در مطالعه ارتباط بازارهای سهام ایران، آمریکا، ترکیه و مالزی با روش گارچ چندمتغیره بررسی کردند و نتایج نشان داد، اثرات مثبت بازده خارجی فقط به صورت یک سویه و از آمریکا به ترکیه و مالزی می‌باشد و هیچ گونه شواهدی مبنی بر تأثیر بازده بازار سهام سایر کشورها بر بازار سهام ایران مشاهده نشده است بنابراین بازار سهام ایران به دلیل تأثیرپذیری بسیار پایین، می‌تواند برای سرمایه‌گذاران خارجی جذابیت داشته باشد.

منسی و دیگران (۲۰۱۸) به بررسی ارتباط و نوسان در بازارهای جهانی و منطقه‌ای پرداختند و به این نتیجه رسیدند در زمان بحران مالی، سرریز در بازارها افزایش یافته است و آمریکا به عنوان فرستاننده شوک و بقیه کشورهای جهان دریافت کننده شوک هستند. جی و دیگران (Ji and et al) (۲۰۱۸) سرریز در بازارهای نفت و گاز را که بستگی به اتصالات به هم پیوسته دارد، را بررسی کردند. ژنگ (Zhang) (۲۰۱۷) به بررسی رابطه بین شوک‌های نفتی و شش شاخص بورس می‌پردازد و به این نتیجه رسیدند که بازار سهام جهانی بر قیمت نفت اثر دارند. لیو و جی (Luo and Ji) (۲۰۱۸) به مطالعه نوسانات نفت خام آمریکا و کالاهای کشاورزی چینی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که انتقالات نوسانات دارای اثرات اهرمی در بازارها است.

جی و دیگران (Ji and et al) (۲۰۱۸) به بررسی ارتباطات هشت ارز پرداختند و به این نتیجه رسیدند که ارتباطات بین ارزها نسبت به پایان سال ۲۰۱۶ افزایش یافته است.

ژنگ و برداستک (Zhang and Broadstock) (۲۰۱۸) نتیجه می‌گیرد که ارتباطات در قیمت کالاهای جهانی در بحران مالی جهانی در حال افزایش است. مینیو و ریس (Minoiu and Reyes) (۲۰۱۳) به بررسی وابستگی مالی که به پیش‌بینی ریسک

سیستمی در مؤسسات مالی کمک می‌کند و نشان می‌دهد افزایش در ارتباط مالی داخلی و کاهش ارتبا با دیگران، سبب بحران بانکی، که منجر به بی‌ثباتی مالی می‌شود. ونگ و دیگران (Wang and et al) (۲۰۱۸) یک شبکه مبتنی بر ۵۷ بازار سهام بین‌المللی را بررسی کردند، که شواهد متفاوتی در مناطق یافتند. کیم و راجرز (Kim and rogers) (۱۹۹۵) با استفاده از مدل GARCH به بررسی حرکت های هم‌زمان بازارهای سهام کره، ژاپن و امریکا پرداختند. نتایج نشان داد، از زمانی که بازار کره برای شرکت خارجیان در بازار سهام این کشور باز شده است، تاثیرات سرایت از ژاپن و امریکا به کره افزایش یافته است.

سلمان و عباس (Salman and Abbas) (۲۰۱۲) به بررسی اثر بحران مالی بر بازارهای سهام آسیایی (کراچی، بمبئی، توکیو و هنگ کنگ) با روش علیت گرنجری پرداختند. بعد از بحران سال ۲۰۰۸ میلادی بین بازارها را به صورت دو به دو بررسی کردند. نتایج نشان داد بعد از بحران، فقط بازارهای توکیو و هنگ‌کنگ از هم تاثیر می‌پذیرند و ارتباط کوتاه مدت دارند، ولی رابطه بقیه بازارها معنادار نبودند.

انصاری سامانی و باقری (Ansari Samani and Bagheri) (۲۰۲۰) به بررسی تاثیر تحریم های نفتی ایران بر شبکه سرریز تلاطم بازار نفت با استفاده از شاخص Diebold-Yilmaz و روش ARCH از ۱۹۹۱-۱ تا ۲۰۱۹-۱۲ پرداختند. تجزیه و تحلیل در دو دوره قبل و بعد از تحریم انجام شد و نتایج با هم مقایسه شدند. نتایج نشان داد که بازار نفت ایران در هر دو شبکه قبل و بعد از تحریم یکی از گره‌های تاثیرگذار در شبکه نفت است. سرریز تلاطم بازار نفت ایران در بازار شبکه نفت پس از تحریم ها افزایش یافته است. سرریز تلاطم از بازار نفت ایران، به سایر بازارهای نفتی، پس از تحریم افزایش یافته است. این تحریم، تاثیر قابل توجهی بر شبکه بازار نفت نداشته است. تلاطم بازار نفت ایران قبل از تحریم در شبکه سرریز تلاطم، گیرنده تلاطم بوده است، اما بعد از تحریم نقش آن تغییر کرده است و به یک گره فرستنده تلاطم تبدیل شده است.

باقری و انصاری سامانی (۱۴۰۰) به بررسی اثر بحران مالی بر شبکه بازارهای نفت با رویکرد GARCH-BEKK و تئوری شبکه پیچیده در دوره زمانی بحران‌های مالی و مقایسه با قبل از بحران و بعد از بحران مالی برای دوره زمانی ۲۰۰۳/۱/۲ تا ۲۰۱۹/۸/۲۶ پرداختند. در بحران مالی، طول مسیر میانگین شبکه بازارهای نفتی، در حداقل قرار می‌گیرد، چگالی و وزن شبکه، در بحران‌های مالی حداقل بوده است و به این معنی است که یک نوسان در زمان بحران‌های مالی سریع‌تر و مستقیم‌تر در بازارهای نفت گسترش می‌یابد. ارتباط بازارهای مالی و شبکه سرریز تلاطم، در زمان بحران‌های مالی کاهش یافته است. تعداد یال‌ها در زمان بحران مالی، کاهش یافته است. ارتباط بازارهای نفت، با رویکرد برای چهار مرحله، قبل از بحران، بحران مالی آمریکا، بحران مالی اروپا و بعد از بحران مالی بررسی شد. در بحران مالی، تأثیرپذیری بازار اوپک بیش‌تر از سایر بازارهای نفتی بوده است.

با توجه به این‌که در مطالعات انجام شده در مورد بازارهای سهام، به شبکه بازارهای سهام و ارتباط متقابل این بازارها پرداخته نشده است و اثری که بحران مالی در شبکه بازارهای سهام بر بازار سهام ایران داشته است، پژوهشی انجام نشده

است و این موضوع که چون بازار سهام ایران یک بازار جدا از سایر بازارهای سهام است، اثری که بحران‌های مالی بر بازار سهام دارد مبهم است. این پژوهش برای نخستین بار به بررسی اثر بحران مالی بر بازار سهام ایران و مقایسه شبکه بازارهای سهام در سه دوره زمانی، بحران مالی آمریکا، بحران اروپا و بعد از بحران مالی است.

## ۴. روش پژوهش

### ۴.۱. شاخص سرریز دیبلد و ییلماز (Diebold and Yilmaz)

سرریز بر اساس مطالعه دیبلد و ییلماز (۲۰۱۴، ۲۰۱۵)، است که در این روش برای سنجش سرریز، بر اساس تجزیه واریانس و تحلیل VAR و هم‌چنین علیت مطرح شده بر اساس بیلو و دیگران (Billio and et al) (۲۰۱۲) بهره گرفته می‌شود. یک مدل یک مدل AR(p) به شکل زیر:

$$y_t = c + A_1 y_{t-1} + A_2 y_{t-2} + \dots + A_p y_{t-p} + u_t \quad (1)$$

در معادله (۱)،  $y$  یک بردار در زمان  $t$ ،  $c$  بردار ثابت و  $u$  یک بردار  $1 \times k$  برداری از جملات خطا در واحد زمان و  $A$  یک ماتریس ضرایب  $K \times K$  است. معادله (۱) را می‌توان به شکل معادله (۲) نوشت.

$$Y_t = c + A_1 Y_{t-1} + U_t \quad (2)$$

$A$  یک ماتریس با  $K_p \times K_p$  و  $C$  و  $Y$  و  $U$  یک  $K_p \times 1$  است.

$$A = \begin{bmatrix} A_1 & A_2 & \dots & A_{p-1} & A_p \\ I_K & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & I_K & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & I_K & 0 \end{bmatrix}$$

$$Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_p \end{bmatrix}, C = \begin{bmatrix} c \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, U = \begin{bmatrix} U_t \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}$$

بعد از تخمین مدل VAR، تجزیه واریانس نشان می‌دهد که هر متغیر چقدر به توضیح‌دهندگی متغیرهای دیگر کمک می‌کند. میانگین مربعات خطا که پیش‌بینی می‌کند.

$$MSE[y_{it}(H)] = \sum_{j=0}^{H-1} \sum_{k=1}^k (e_i' \theta_j e_k)^2 \quad (3)$$

$e_i$ ،  $i$  امین ستون  $I_K$  است.  $P \cdot \theta_j = e_i$ .  $P$  یک ماتریس از پایین مثلثی از طریق ماتریس تجزیه واریانس کواریانس معادله (۴)

$$\Omega_u = E(u_t u_t'), \phi_j = J A^j J' \quad (4)$$

جایی که  $J = [I_K, \dots, 0 \dots 0]$  است.

متغیر  $k$  به وسیله متغیر  $i$  به وسیله معادله (۵) نشان داده می‌شود (ژنگ و دیگران (Zhang and et al), ۲۰۱۷: ۳۳۰).

$$\theta_{ik,H} = \sum_{j=0}^{H-1} (e_i' \theta_j e_k)^2 / MSE[y_{it}(H)] \quad (5)$$

### ۴.۲. شبکه پیچیده

شبکه پیچیده از تعدادی گره و hub (گره های با درجه اتصال بالا) که با یال های متصل، تشکیل شده است. این روش، روابط پیچیده بازارها را به عنوان یک شبکه در نظر می گیرد. شبکه  $G(V,E)$  از گره و یال تشکیل شده است.  $V = \{1,2,\dots,N\}$  و شامل گره است و  $E$  نشان دهنده یالهاست و روابط سرریز بین بازارها را نشان می دهد.  $I$  و  $J$  گره ها را در شبکه نشان می دهد و  $\epsilon_{ij}$  پیوند بین گره  $I$  و  $J$  را نشان می دهد (ژنگ و دیگران (zhang and et al)، ۲۰۲۰: ۳-۴). در دهه های اخیر تئوری شبکه پیچیده، برای شناسایی بهتر شبکه به کار می رود (کیتو و یودا (Kito and Ueda)، ۲۰۱۴: ۳۹۵). رومنس (Romance) (۲۰۱۱) بر اهمیت centrality در پژوهش خود تأکید داشتند و به بررسی معیارهای مرکزیت در شبکه و نقش این معیارها در اهمیت گره ها در شبکه پرداختند. شبکه پیچیده از نظریه گراف (Graph) به دست آمده است (مقدم و دیگران (Moghadam et al)، ۲۰۱۴: ۳) و ترکیبی از علم فیزیک و آمار است که می تواند برای بررسی رفتارهای مالی و بازارهای سهام از آن استفاده کرد (مجایا و گوسل (Majapa and Gossel)، ۲۰۱۶: ۳۸) با کمک شبکه پیچیده می توان ساختار بازارهای سهام را بررسی نمود. بازارها دارای ساختارهای پیچیده ای هستند که در این ساختارهای پیچیده اقتصادی، شرایط متغیر است. اخیراً در مورد موضوعات مالی، به کاربرد شبکه پیچیده، توجه شده است. برای تجزیه و تحلیل داده ها از شبکه استفاده می شود. عناصری که با هم پیوستگی داشته باشند، را شبکه گفته می شود و شکل های به دست آمده را نمودار شبکه (network graph) می گویند (اسچینمانو و دیگران (Schuenemann et al)، ۲۰۲۰: ۱۰۲). شبکه پیچیده از گره (Node) و یال (Edge) تشکیل شده است. هر شبکه پیچیده از  $G = (V, E)$  تشکیل شده است که  $V$  گره و  $E$  یال هایی است که گره ها را به هم متصل می کند.

## ۵. نتایج تجربی

داده های این پژوهش از سایت yahoo finance و نرم افزار TseClient به دست آمد. دوره زمانی این پژوهش از دوره ۱۰-۲۰۰۷ تا ۱۳-۱۰-۲۰۱۹ به سه دوره زمانی ۱۰-۸-۲۰۰۷ تا ۷-۱۲-۲۰۰۹ مربوط به دوره بحران مالی آمریکا و ۱۶-۸-۲۰۱۳ تا ۸-۱۲-۲۰۰۹ بحران بدهی اروپا و ۱۰-۱۲-۲۰۱۳ تا ۱۳-۱۰-۲۰۱۹ مربوط به بعد از بحران مالی است. متغیرهای تحقیق مطابق پژوهش ژنگ و دیگران (Zhang et al) (۲۰۲۰) و چادهوری و دیگران (Chowdhury and et al) (۲۰۱۹) به صورت بازده  $\ln(p_t/p_{t-1}) \times 100$  برآورد شده است. مطابق با پژوهش ژنگ (۲۰۱۷) از شاخص دیبلد ییلماز برای سرریز بین بازارهای سهام بهره گرفته شد.

جدول (۱): آماره توصیفی متغیرهای مدل

	بورس ایران	بورس سنژن	بورس نیویورک	بورس اروپا	بورس توکیو	بورس نزدک
Mean	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
Std.Dev.	۰/۴۵	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱



skewness	-۰/۴۱	-۰/۶۳	۰/۰۰	-۰/۳۳	۰/۴۴	-۰/۲۰
Kurtosis	۸۸/۶۴	۶/۵۱	۸/۶۸	۷/۸۳	-۶/۸۴	۶/۹۵
Jarque-Bera	۵۹۵۹ (۰/۰۰)	۱۱۳۴/۸۰ (۰/۰۰)	۲۶۲۶/۷۷ (۰/۰۰)	۱۹۳۶/۹۰ (۰/۰۰)	۱۲۶۳/۴۴ (۰/۰۰)	۱۲۸۵/۸۸ (۰/۰۰)
آزمون دیکی فولر	-۳/۴۳ (۰/۰۰)	-۴۲/۵۷ (۰/۰۰)	۴۸/۰۸ (۰/۰۰)	-۴۵/۳۱ (۰/۰۰)	-۴۶/۶۹ (۰/۰۰)	۲۷/۷۴ (۰/۰۰)

مأخذ: نتایج تحقیق

در جدول (۱) به بررسی متغیرهای توصیفی بازارهای سهام که در این پژوهش به آنها پرداخته می‌شوند نشان داده شده است. همان‌طور که نشان داده شده است متغیرها مانا هستند و چولگی و کشیدگی داده‌ها در جدول نشان داده شده است. بورس در این پژوهش به معنای بازار سهام است.

#### ۵.۱. بررسی شبکه سرریز تلاطم دیبلد و ییلماز

برای بررسی شبکه سرریز تلاطم بازده، ابتدا با استفاده از شاخص سرریز دیبلد ییلماز بازارها بررسی می‌شود و سپس شبکه بر اساس این شاخص سرریز تلاطم ترسیم می‌شود.

۵.۱.۱. شبکه سرریز دیبلد و ییلماز در زمان بحران مالی آمریکا

جدول (۲): ماتریس سرریز تلاطم در دوره بحران مالی آمریکا بر اساس رابطه متقابل بازارهای مالی

دیبلد و ییلماز (۲۰۰۹)

	بورس ایران	بورس نیویورک	بورس توکیو	بورس اروپا	بورس نزدک	بورس شنزن
بورس ایران	۹۹/۵	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۴
بورس نیویورک	۰/۹	۲۷	۱۵/۲	۲/۷	۵۴/۱	۰/۲
بورس توکیو	۰/۹	۹/۹	۸۸	۱/۰	۰/۱	۰/۰۰
بورس اروپا	۰/۳	۰/۴	۰/۴	۹۷/۸	۰/۹	۰/۲
بورس نزدک	۰/۱	۵/۹	۲۰/۳	۱/۴	۷۲/۱	۰/۲
بورس شنزن	۱/۱	۲/۷	۰/۹	۰/۳	۳/۷	۹۱/۳

مأخذ: نتایج تحقیق

مطابق با جدول (۲)، در زمان بحران مالی آمریکا، به طور مستقیم از بورس نیویورک، بورس توکیو، بورس اروپا و بورس نزدک سرریز مستقیم وجود ندارد. ولی از بورس شنزن به بورس ایران ۰/۴ درصد سرریز تلاطم وجود دارد.

۵,۱,۲. بررسی شبکه سرریز تلاطم بر اساس دیبلد و ییلماز در دوره بحران بدهی اروپا

جدول (۳): ماتریس سرریز تلاطم در دوره بحران بدهی اروپا بر اساس رابطه متقابل بازارهای مالی دیبلد و ییلماز (۲۰۰۹)

	بورس ایران	بورس نیویورک	بورس توکیو	بورس اروپا	بورس نزدک	بورس شنزن
بورس ایران	۹۷/۹	۰/۷	۰/۱	۰/۲	۰/۱	۰/۹
بورس نیویورک	۰/۷	۲۳/۲	۲۲/۷	۰/۹	۵۲/۱	۰/۴
بورس توکیو	۰/۲	۰/۴	۹۸/۷	۰/۱	۰/۱	۰/۵
بورس اروپا	۰/۰۰	۰/۸	۰/۵	۹۸	۰/۵	۰/۲
بورس نزدک	۰/۸	۲/۴	۲۱/۱	۱	۷۴/۳	۰/۵
بورس شنزن	۰/۲	۰/۱	۴/۹	۰/۸	۱/۸	۹۲/۳

مأخذ: نتایج تحقیق

مطابق با جدول (۳) در بحران بدهی اروپا، سرریز تلاطم از بورس نیویورک به بورس ایران ۰/۷ درصد، سرریز از بورس توکیو به بورس ایران ۰/۱ درصد، سرریز از بورس اروپا به بورس ایران ۰/۲ درصد، سرریز از بورس نزدک به بورس ایران ۰/۱ درصد و از بورس شنزن به بورس ایران ۰/۹ درصد است.

۵,۱,۳. شبکه سرریز تلاطم بر اساس دیبلد و ییلماز بعد از دوره بحران مالی

برای بررسی شبکه سرریز تلاطم بازده، ابتدا با استفاده از شاخص سرریز تلاطم بر اساس دیبلد و ییلماز، سرریز بازارها بررسی می‌شود و سپس شبکه بر اساس این شاخص سرریز ترسیم می‌شود.

جدول (۴): ماتریس سرریز تلاطم بعد از دوره بحران مالی بر اساس

رابطه متقابل بازارهای مالی دیبلد و ییلماز (۲۰۰۹)

	بورس ایران	بورس نیویورک	بورس توکیو	بورس اروپا	بورس نزدک	بورس شنزن

بورس ایران	۹۹/۵	۰/۰۰	۰/۲	۰/۰۰	۰/۱	۰/۱
بورس نیویورک	۰/۰۰	۹۲/۲	۰/۹	۰/۰۰	۶/۸	۰/۰۰
بورس توکیو	۰/۱	۱/۲	۹۸	۰/۶	۰/۱	۰/۰۰
بورس اروپا	۰/۱	۰/۵	۰/۰۰	۹۹/۳	۰/۰۰	۰/۰۰
بورس نزدک	۰/۰۰	۰/۳	۱۰/۹	۰/۲	۸۸/۵	۰/۱
بورس شنزن	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۱/۱	۴/۵	۹۳/۲

مأخذ: نتایج تحقیق

بعد از دوره بحران مالی، سرریز از بورس نیویورک، بورس اروپا، به بورس ایران سرریزی مستقیم وجود ندارد. سرریز از بورس توکیو به بورس ایران ۰/۲ درصد و سرریز از بورس شنزن به بورس ایران ۰/۱ درصد است.

## ۵.۲. بررسی شبکه سرریز تلاطم:

بعد از بررسی سرریز تلاطم بازده در بازارها بر اساس شاخص سرریز دیبلد ییلماز، شبکه بر اساس این سرریز ترسیم می‌شود و سپس به تحلیل جداول حاصل از روش شبکه پیچیده می‌پردازیم. در شبکه سرریز، گره‌ها بازارهای سهام هستند و یال‌هایی که گره‌ها را بهم متصل می‌سازند تلاطم بازده به دست آمده از روش شاخص سرریز تلاطم دیبلد ییلماز می‌باشد.

### ۵.۲.۱. شبکه سرریز تلاطم بازارهای سهام در دوره بحران مالی آمریکا

در جدول (۵)، به بررسی شبکه سرریز تلاطم در دوره بحران مالی می‌پردازیم.

جدول (۵): خصوصیات شبکه سرریز تلاطم در دوره بحران مالی آمریکا

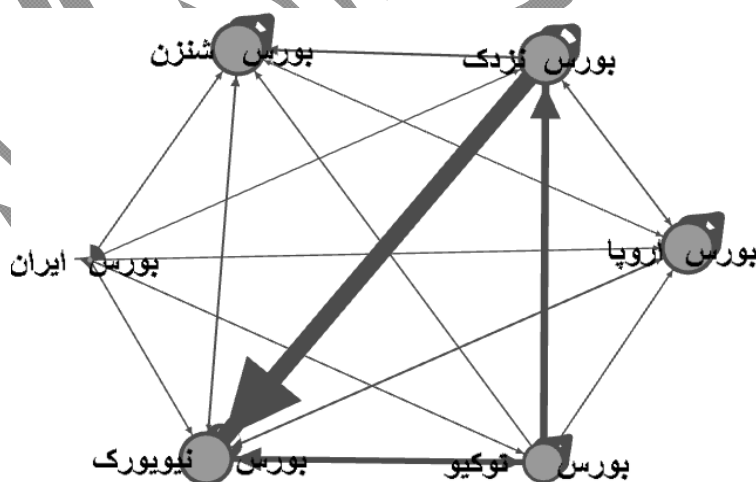
	Closeness centrality	Weighted degree	Betweenness centrality	degree	Eigenvector Centrality	indegree
بورس نیویورک	۱/۲	۱۱۸/۹۹	۰/۲۵	۱۱	۱	۶
بورس نزدک	۱/۲	۱۵۸/۷۹	۰/۲۵	۱۱	۱	۶
بورس اروپا	۱/۲	۱۰۵/۴	۰/۲۵	۱۱	۱	۶
بورس توکیو	۱/۲	۱۳۶/۷۰	۰	۱۰	۰/۸۰	۵
بورس شنزن	۱/۲	۱۰۱	۴	۱۱	۱	۶

۲	۰/۲۴	۸	۰/۲۵	۱۰۳/۲۰	۱	بورس ایران
---	------	---	------	--------	---	------------

مأخذ: نتایج تحقیق

مطابق جدول (۵) در دوره بحران مالی امریکا، بازار بورس نیویورک، نزدک، اروپا، توکیو و شنزن بیشترین آسیب پذیری را دارند و بازار بورس ایران کمترین میزان آسیب پذیری را در شبکه دارد. کمترین میزان یال به گره بازار بورس ایران متصل شده است و کمترین شدت سرریز و وزن کمترین یال متصل به گره بازار بورس ایران وجود دارد. Indegree تعداد یالهایی متصل به گرهها که همان بازارهای سهام می باشند و Weighted degree وزن یالهای متصل شده به گرهها می باشد. گره با Closness Centrality بالاتر به معنی این است که گره بیش تر در مرکز شبکه قرار دارد. Betweeness Centrality بالاتر، یعنی گره ای در کوتاهترین مسیر بین گرههای شبکه که حضور بیشتری نسبت به بقیه گرهها دارند. گرههایی با مرکزیت میانی (Betweeness centrality) بالا، در پیوستگی و اتصال شبکه نقش مهمی دارند و در صورت حذف آن گره از شبکه، ارتباطات شبکه تحت تاثیر قرار می گیرند (لو و ژنگ (Lu and zhang)، ۲۰۱۳: ۱۵۰). مرکزیت نزدیکی (Closeness centrality) بالا نشان دهنده تاثیرگذاری بالاتری در شبکه پیچیده است و می تواند نقش مرکزی تری در شبکه داشته باشند (عباسی و لیدسدورف (Abbasi and leyedesdorff)، ۲۰۱۲: ۴۰۸). مطابق Eigenvector Centrality اگر یک گره با گرههایی که خود آنها گرههای مرکزی باشند، در ارتباط باشد، آن گره، گره مرکزی تری خواهد شد (روتان (Ruhnau)، ۲۰۰۰: ۳۶۰). Eigenvector Centrality نشان می دهد یک گره، چقدر از سایر گرههای متصل به آن گره، اثر می پذیرد (شنگ و دیگران (sheng and et al)، ۲۰۱۹: ۸).

شکل (۱): شبکه سرریز تلاطم در زمان بحران مالی امریکا



مأخذ: نتایج تحقیق

مطابق شکل (۱)، شبکه اول، در دوره بحران مالی امریکا، بیشترین سرریز تلاطم و مهم ترین یال، مربوط به سرریز بورس نزدک است که به گره بورس نیویورک می ریزد. بازار بورس ایران، اهمیت کمتری و تأثیر پذیری کم تر در شبکه دارد و

سرریز کمتری به بازار بورس ایران در شبکه سرریز تلاطم وجود دارد. مهم‌ترین گره در شبکه، گره‌های بازارهای بورس توکیو، اروپا، نزدک، شنزن و نیویورک است.

۵,۲,۲. شبکه سرریز تلاطم در دوره بحران بدهی اروپا

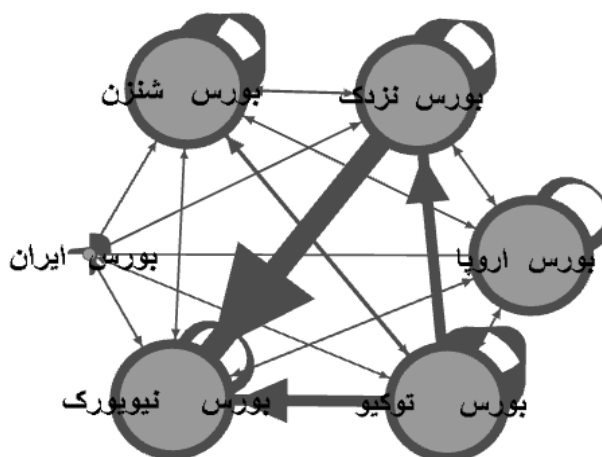
جدول (۶): خصوصیات شبکه سرریز تلاطم در دوره بحران بدهی اروپا

	Closeness centrality	Weighted degree	Betweenness centrality	degree	Eigenvector Centrality	Indegree
بورس نیویورک	۱	۱۰۴	۰/۲۵	۱۲	۱	۶
بورس نزدک	۱	۱۵۴	۰/۲۵	۱۲	۱	۶
بورس توکیو	۱	۱۴۹	۰/۲۵	۱۲	۱	۶
بورس اروپا	۱	۱۳۳	۰	۱۱	۰/۸۲	۵
بورس شنزن	۱	۱۰۲	۰/۲۵	۱۲	۱	۶
بورس ایران	۱/۲	۱۰۱	۰	۱۱	۱	۶

مأخذ: نتایج تحقیق

مطابق جدول (۶) در دوره بحران بدهی اروپا، به دلیل بیش‌تر بودن معیار نزدیکی (Closeness centrality) بیش‌ترین آسیب‌پذیری را در شبکه سرریز تلاطم، بازار بورس ایران داشته است و کم‌ترین وزن در شبکه، مربوط به سرریز به بازار سهام ایران است. تأثیرپذیری بازار سهام نیویورک، نزدک و توکیو بیش‌ترین مقدار است و بورس شنزن کم‌ترین تأثیرپذیری در شبکه را دارد.

شکل (۲): شبکه سرریز تلاطم در دوره بحران بدهی اروپا



مأخذ: نتایج تحقیق

مطابق شکل (۲) در شبکه سرریز تلاطم در دوره بحران بدهی اروپا، بیشترین سرریز تلاطم، از بازار بورس نزدیک به بازار بورس نیویورک است و تأثیرگذارترین گره‌ها در شبکه بازار بورس نزدیک، بازار بورس شنزن، اروپا و توکیو بوده‌اند و بیشترین سرریز تلاطم مربوط به سرریز از بورس نزدیک به بورس نیویورک در شبکه است. بازار بورس ایران دارای کمترین سرریز تلاطم (volatility) در شبکه است و به یال‌های با سرریز کمی به بازار سهام ایران متصل شده است.

۵,۲,۳. شبکه سرریز تلاطم مربوط به دوره بعد از بحران مالی

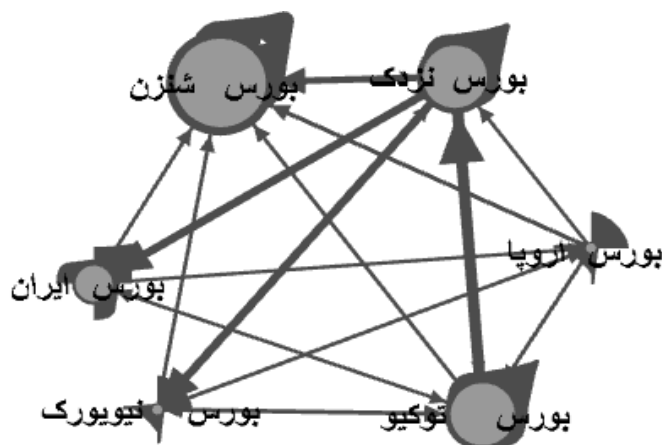
جدول (۷): خصوصیات شبکه سرریز تلاطم بعد از بحران مالی

	Closeness centrality	Weighted degree	Betweenness centrality	degree	Eigenvector Centrality	indegree
بورس نیویورک	۱/۲	۱۰۲/۳	۱	۸	۰/۴۸	۳
بورس نزدیک	۱/۲	۱۱۸/۲	۲/۶۶	۱۰	۰/۸۱	۵
بورس توکیو	۱/۲	۱۱۲/۳۹	۲/۵	۱۰	۰/۷۶	۵
بورس اروپا	۱/۴	۱۰۱/۸	۰/۳۳	۷	۰/۳۹	۳
بورس شنزن	۱/۶	۱۰۰/۲	۱	۹	۱	۶
بورس ایران	۱/۴	۱۰۷/۲	۲/۵	۸	۰/۷۹	۴

مأخذ: نتایج تحقیق

مطابق با جدول (۷)، بعد از دوره بحران مالی، بورس شنزن بیشترین مقدار آسیب را دارد. در شبکه بعد از بحران مالی، آسیب‌پذیری بازارهای سهام شنزن بیش‌تر است و بازارهای سهام در ارتباط با هم هستند، از هم اثر می‌پذیرند و بر هم اثر می‌گذارند. بیشترین تأثیرپذیری در شبکه را بازار سهام شنزن به دلیل بالا بودن indegree دارد.

شکل (۳): شبکه سرریز تلاطم در دوره بعد از بحران مالی



مأخذ: نتایج تحقیق

مطابق شکل (۳)، بعد از بحران مالی، بورس توکیو و بورس نزدیک در شبکه بیشترین اهمیت را دارد، چون دارای بیشترین سرریز تلاطم است. کمترین سرریز تلاطم در شبکه، مربوط به بازار سهام شنزن است. بیشترین تأثیرگذاری در شبکه مربوط به بورس نیویورک، توکیو، نزدیک می‌باشد و کمترین تأثیرگذاری مربوط به شنزن است. بازار بورس ایران از اهمیت بیشتری نسبت به بازار بورس شنزن برخوردار است.

جدول (۸): مقایسه خصوصیات سه شبکه سرریز تلاطم

	بحران مالی آمریکا	بحران مالی اروپا	بعد از بحران مالی
<b>Graph Density</b>	۱/۰۳	۱/۱۶	۰/۸۶
<b>Average degree</b>	۱۰/۳۳	۱۱/۶۶	۸/۶۶
<b>Edge</b>	۳۱	۳۵	۲۶
<b>Average Path Length</b>	۱/۱۶	۱/۰۳	۱/۳۳

مأخذ: نتایج تحقیق

مطابق با جدول (۸)، بعد از دوره بحران مالی، شبکه پیچیده چگالی کم‌تر، وزن متوسط نسبت به زمان بحران مالی دارد. طول مسیر میانگین، در زمان بحران مالی کاسته شده است و در دوره بحران‌های مالی در حداقل قرار دارد. تعداد یال‌های شبکه و ارتباط بین گره‌ها بعد از بحران مالی کاسته شده است. طول مسیر میانگین، در زمان بحران‌های مالی کاسته شده است و در زمان بحران‌های مالی در حداقل قرار دارد و به این معنی است که یک نوسان در زمان بحران‌های مالی سریع‌تر و مستقیم‌تر در بازارهای نفت گسترش می‌یابد. چگالی شبکه و وزن شبکه در زمان بحران‌های مالی افزایش یافته است و بعد از بحران‌های مالی در حداقل قرار گرفته است و ارتباط بازارهای مالی و شبکه سرریز تلاطم در زمان بحران‌های مالی افزایش می‌یابد. نتایج این پژوهش مطابق با پژوهش ژنگ و دیگران، (Zhang et al) (۲۰۲۰) است.

## ۶. نتیجه‌گیری:

این مقاله برای بهبود درک بهتر برای ارزیابی و کنترل ارتباط سیستم مالی تلاش می‌کند. از تئوری شبکه، برای نشان دادن هم‌بستگی مالی بهره می‌گیریم. برای بررسی انتشار شوک، از شبکه پیچیده استفاده می‌کنیم. این مقاله به بررسی سرریز تلاطم بازده، از طریق شبکه، می‌پردازد. تئوری شبکه، برای بررسی گره‌های مهم در شبکه و بررسی سرایت تلاطم بازده مهم می‌باشد.

این پژوهش پاسخ‌های سیاستی مناسب، ثبات مالی، انعطاف‌پذیری مالی و مداخلات هدفمند سیاست‌گذاران را فراهم می‌سازد. بازارهای سهام کشورها با هم در ارتباط هستند و تلاطم به بازارها سرریز خواهند داشت. بازار سهام ایران با وجودی که با بازارهای سهام سایر کشورها به طور مستقیم در ارتباط نیست ولی در بحران‌های مالی تحت تأثیر قرار گرفته است، ولی تأثیرپذیری بازار سهام ایران، نسبت به سایر بازارهای سهام کشورهای کم‌تر بوده است. عدم ارتباط بازار سهام ایران به سایر کشورها به معنی عدم سرایت بحران‌های مالی به کشور نیست.

از پیشنهاداتی که برای کاهش اثرات سرایت بحران‌های مالی می‌توان ارائه داد؛ داشتن یک بازار سهام قوی و متنوع و اقتصاد قوی برای کشور ایران و بدون وابستگی به بازار نفت است، چون که بحران از کانال نفت، می‌تواند بر بازار سهام اثر بگذارد، که در صورت بحران‌های مالی آسیب کم‌تری ببیند. جدا بودن بازار سهام ایران، یک مزیت نیست چون باز هم از بحران‌های مالی آسیب می‌بیند.

## کتاب‌نامه

ابونوری، اسمعیل؛ عبداللهی، محمد. (۱۳۹۰). ارتباط بازارهای سهام ایران، امریکا، ترکیه و مالزی در یک مدل گارچ چند متغیره، بورس اوراق بهادار. ۷۰-۶۱: (۴) ۱۴.

باقری، سمانه و انصاری سامانی، حبیب. (۱۴۰۰). بررسی اثر بحران مالی بر شبکه بازارهای نفت. بررسی مسائل اقتصاد ایران.

طالب پور عباس آباد، اکبر و ستاری، علی. (۱۳۹۳). تبیین مکانیسم سرایت تلاطمات بین بازارهای بورس. پژوهش‌های اقتصاد توسعه و برنامه‌ریزی. ۹۳-۷۳: ۱: ۳.

یزدان پرست، عبدالرحیم و احدی سرکانی، سید یوسف (۱۳۹۱). بررسی ارتباط بحران مالی در بازارهای سرمایه عمده جهان با شاخص‌های سهام بورس اوراق بهادار تهران، قبل، طی و پس از بحران. دانش مالی تحلیل اوراق بهادار. ۱۲-۱: (۱۹) ۶.

Ansari Samani, H., & Bagheri, S. (2022). The impact of Iranian oil sanctions on the oil Market volatility spillover network. *Petroleum Business Review*.



- Bagheri, S., & Ansari Samani, H. (2022). effect of financial crisis on oil market network. *Journal of Iranian Economic Issues*.
- Rjoub, S., Azzam .H. (2012). Financial crises, stock returns and volatility in an emerging stock market: the case of Jordan .*Journal of Economic Studies*, 39(2): 178-211.
- Diebold, F.X., Yilmaz, K., (2009). Measuring financial asset return and volatility spillovers, with application to global equity markets. *Econ. J.* 119, 158–171.
- Diebold, F. X., & Yilmaz, K. (2014). On the network topology of variance decompositions: Measuring the connectedness of financial firms. *Journal of Econometrics*, 182, 119–134.
- Diebold, F. X., & Yilmaz, K. (2015). Trans-Atlantic equity volatility connectedness: US and European Financial Institutions, 2004–2014. *Journal of Financial Econometrics*, 14, 81–127.
- Zhang, W, Zhuang, X and Lu,Y. (2018) .Spatial spillover effects and risk contagion around G20 stock markets based on volatility network. *North American Journal of Economics and Finance*.
- Zhang, D. (2017). Oil shocks and stock markets revisited: Measuring connectedness from a global perspective. *Energy Economics*.62: 323-333.
- Chowdhury, B, Dungy, M, Kangogo, M, Abu Sayeed, M, Volkov, V, (2019). The Changing Network of Market Linlage: The Asian Experience, *International Review of Financial Analysis*, 64,71-92.
- Zhang, D., and Broadstock, D. C. (2018). Global financial crisis and rising connectedness in the international commodity markets. *International Review of Financial Analysis*.
- Mensi, W., Boubaker,F. Z., Al-Yahyaee, K. H., and Kang, S. H. (2018). Dynamic volatility spillovers and connectedness between global, regional, and GIPSI stock markets. *Finance Research Letters*, 25, 230–238.
- Luo, J., and Ji, Q. (2018). High-frequency volatility connectedness between the US crude oil market and China's agricultural commodity markets. *Energy Economics*, 76, 424–438.
- Ji, Q., Bouri, E., and Roubaud, D. (2018). Dynamic network of implied volatility transmission among US equities, strategic commodities, and BRICS equities. *International Review of Financial Analysis*, 57, 1–12.
- Ji, Q., Geng, J. B. and Tiwari, A. K. (2018). Information spillovers and connectedness networks in the oil and gas markets. *Energy Economics*, 75, 71–84.
- 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, 535–559.
- Minoiu, C., and Reyes, J. A. (2013). A network analysis of global banking: 1978–2010. *Journal of Financial Stability*, 9, 168–184.
- Minoiu, C., and Reyes, J. A. (2013). A network analysis of global banking: 1978–2010. *Journal of Financial Stability*, 9, 168–184.
- Wang, G. J., Xie, C., and Stanley, H. E. (2018). Correlation structure and evolution of world stock markets: Evidence from Pearson and partial correlation-based networks. *Computational Economics*, 51, 607–635.

- Kim, S.W. and J.H. Roges .(1995), International Stock Price Spillovers and Market Liberalization: Evidence from Korea, Japan, and the United States, *Journal of Empirical Finance*, 9: 996-933.
- Salman, N and Abbas, M.(2012). Impact Of Financial Crisis On Asian Stock Market, *Interdisciplinary Journal Of Contemporary Research Business*.3 (99): 72-90.
- Herring.J.,Wachter.S.(1999).Real estate booms and banking busts, an international comparison.Working Paper .99-27.
- Mishkin, F.S. (1991). Asymmetric information and financial crises: a historical perspective, *Journal of National Bureau of Economic Research*, 8(1): 69-108.
- Minsky.H. (1977). A theory of systemic fragility, in Altman, E.I. and Sametz, A.W. (eds), *Financial*.
- Zouhair, M, Lanouar C , Ajm, A,N .(2014). Contagion versus Interdependence: The Case of the BRIC Countries During the Subprime Crises. *Emerging Markets and the Global Economy*, 555-582.
- Lim, L.K., (2009). Convergence and interdependence between ASEAN-5 stock markets. *Mathematics and Computers in Simulation* 79, 2957–2966.
- Siebenbrunner, C and Sigmund, M.(2019). Quantile Panel Estimation of Financial Contagion Effects. *Panel Data Econometrics*. 639-664.
- Grilli, R, Iori G, Stamboglis, N, †Tedeschi T.(2017). A Networked Economy: A Survey on the Effect of Interaction in Credit Markets. *Introduction to Agent-Based Economics*. 229-252.
- Huang, W., Zheng, H., & Chia, W.-M. (2010). Financial crises and interacting heterogeneous agents. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 34 (6), 1105–1122.
- Huang, w and Chen,Z..(2018). Modelling contagion of financial crises. *North American Journal of Economics and Finance*.
- Mendoza E, and Quadrini, V.(2010). Financial globalization, financial crises and contagion. *Journal of Monetary Economics* 57 : 24–39.
- Kole, E., 2006. On crises, crashes and comovements. *ERIM Ph.D. Series Research in Management*.83.
- Zhang, W., Zhuang, X, Lu, Y. (2020). Spatial Spillover Effect and Risk Contagion Around G20 Stock Market Based on Volatility Network. *North American Journal of Economics and Finance*.
- Abbasi, A., Hossain, L., & Leydesdorff, L. (2012). Betweenness centrality as a driver of preferential attachment in the evolution of research collaboration networks. *Journal of Informetrics*, 6(3): 403-412.
- Lu, L. and Zhang, M. (2019). Edge Betweenness Centrality. In *Encyclopedia of systems Biology* . Springer, New York, 147 – 143.
- Ruhnau, B.(2000). Eigenvector-centrality—a node-centrality?. *Social Networks* 22 :357–365.
- Sheng, J, Dai, B, Wang et al., (2019). Identifying influential nodes in complex networks based on global and local structure, *Physica A*. 123262,

Schuenemann, J.H, Ribberink, N, Katenka N. (2020). Japanese and Chinese Stock Market Behaviour in Comparison – an analysis of dynamic networks. *Asia Pacific Management Review*. 25(2): 99-110.

Moghadam, H,E. Mohammadi,T,. Kashani,M,F.Shakeri, A.(2019). Complex networks analysis in Iran stock market: The application of centrality. *Physica A*.

Majapa, M, and Gossel, S,J. (2016). Topology of the South African stock market network across the 2008 financial crisis. *Physica A*. 445 : 35–47.

Romance, M. (2011). Local estimates for eigenvector-like centralities of complex networks. *Journal of Computational and Applied Mathematics*. 7(235): 1868-1874.

Kito, T. and Ueda, K., (2014). The implications of automobile parts supply network structures: A complex network approach. *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, 63(1): 393-396.

