

## بررسی شبکه همبستگی تلاطم در سهام‌های شاخص سی شرکت بازار سهام ایران: دوره حباب و سقوط بازار سهام

### نوع مقاله: پژوهشی

سمانه باقری<sup>۱</sup>

حبیب انصاری سامانی<sup>۲</sup>

محمدحسن زارع<sup>۳</sup>

سیدمجتبی حسینی بامکان<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۸/۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۱۴

### چکیده

بازار سهام از مهم‌ترین بازارهای مالی برای سرمایه‌گذاران محسوب می‌شود. این پژوهش برای نخستین بار به بررسی شبکه همبستگی تلاطم در سهام‌های شاخص ۳۰ شرکت به عنوان قدرتمندترین شرکت‌ها از نظر نقدشوندگی و ارزش در بازار سرمایه، در دو دوره حباب و سقوط بازار سهام ایران با آزمون همبستگی پیرسون و تئوری شبکه پیچیده می‌پردازد. دوره مورد بررسی شامل حباب بازار سهام ۱۳۹۹/۱/۵ تا ۱۳۹۹/۵/۱۹ و دوره سقوط بازار سهام ایران شامل ۱۳۹۹/۵/۲۰ تا ۱۴۰۰/۱۱/۵ است. در دوره حباب بازار سهام ایران، سهم شپنا، بیش‌ترین همبستگی تلاطم، قدرت گره و قدرت انتشار ریسک را دارند و سهام‌های حکشتی و خودرو دارای کم‌ترین همبستگی تلاطم هستند. در دوره سقوط بازار سهام ایران، سهم فملی دارای بیش‌ترین همبستگی تلاطم و قدرت انتشار ریسک، در شبکه است. سهم اخبار دارای کم‌ترین همبستگی تلاطم در شبکه است. تعداد گره‌های پل در دوره سقوط بازار سهام ایران، بیش‌تر شده است که نشان می‌دهد، شبکه ناپایدارتر و آسیب‌پذیرتر شده است. در دوره حباب بازار سهام ایران، سهم و تجارت به عنوان گره پل در شبکه همبستگی تلاطم خواهد بود. در دوره سقوط بازار سهام ایران، گره‌های خودرو، خسایا، کگل به عنوان گره پل، تلاطم را

۱ دانشجوی دکترای اقتصاد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد

samanehbagheri@stu.yazd.ac.ir

۲ دانشیار اقتصاد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد (نویسنده مسئول)

h.samani@yazd.ac.ir

۳ استادیار اقتصاد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد

mhzarea@yazd.ac.ir

۴ استادیار اقتصاد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد

smhosseini@yazd.ac.ir

در شبکه منتشر می‌سازد. در دوره سقوط بازار سهام، چگالی شبکه و ضریب خوشگی افزایش داشته است که نشان می‌دهد تلاطم به طور گسترده‌تری در شبکه منتشر می‌شود. *Modularity* در شبکه همبستگی تلاطم، در دوره سقوط بازار سهام ایران کاهش یافته است که نشان دهنده احتمال سرایت شوک و سقوط سیستم است. *Eigenvector Centrality* در دوره سقوط بازار سهام، بیش‌تر شده است که به معنای افزایش توانایی انتقال تلاطم در گره‌های شبکه است. در دوره سقوط، تعداد گره‌های بیش‌تری نسبت به دوره حباب، از گره-های شبکه اثر پذیرفته‌اند. در دوره سقوط بازار سهام، سهم‌های فولاد و فملی بیش‌ترین آسیب‌پذیری را در شبکه دارند. طول مسیر میانگین، تعداد یال، چگالی شبکه و وزن شبکه در دوره سقوط بازار سهام، کاهش یافته است و به این معنی است که یک نوسان در دوره سقوط بازار سهام سریع‌تر و مستقیم‌تر در بازار سهام گسترش می‌یابد.

**واژگان کلیدی:** شاخص سی شرکت، شبکه همبستگی تلاطم، آزمون همبستگی پیرسون، ثنوری

شبکه پیچیده

طبقه‌بندی **JEL**: C22, GA10

## مقدمه

سقوط حباب‌های قیمت‌داری‌ها می‌تواند اثرات مخربی بر ریسک سیستمی داشته باشد و ثبات مالی را به خطر بیندازد (چن<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۲۱). حباب و سقوط در بازارهای سهام رخ می‌دهند، مانند سقوط ارزش بازار سهام ایالات متحده در سال ۱۹۸۷ میلادی که در مدت چهار روز معاملاتی، حدود ۳۰ درصد کاهش یافت (الشلاهی و سایگال<sup>۲</sup>، ۲۰۱۸) و سقوط بازار هنگ‌کنگ در سال ۱۹۹۷ را می‌توان اشاره کرد. بازار سهام ایران از دوره تأسیس آن چندین بار حباب و سقوط را تجربه داشته است به دلیل اهمیت سقوط بازار در زمینه دست رفتن ارزش‌داری‌ها در پرتفوی سرمایه‌گذاران، پژوهش در این زمینه اهمیت می‌یابد. بازار بورس اوراق بهادار تهران، مهم‌ترین و اصلی‌ترین مرکز مبادله سرمایه در ایران است. فعالیت پویا و رو به رشد این بازار، می‌تواند به رشد اقتصادی کشور کمک نماید. شناسایی این ویژگی‌ها می‌تواند اطلاعات خوبی برای مدیران و تصمیم‌گیران بازار و همچنین مدیران شرکت‌ها و سرمایه‌گذاران فراهم نماید. در این تحقیق به دنبال پاسخ به این سوالات زیر هستیم. در شبکه همبستگی تلاطم شاخص سی شرکت، کدام سهم‌ها دارای بیش‌ترین و کم‌ترین همبستگی تلاطم در دوره سقوط بازار سهام هستند؟ شبکه همبستگی تلاطم سهم‌های شاخص سی شرکت، در دوره حباب بازار سهام چه تغییراتی نسبت به شبکه حباب خواهد داشت؟ کدام بازارهای سهم، در دوره سقوط و حباب بازار سهام ایران، گره پل هستند؟ قدرت کدام بازار سهام در دوره حباب و سقوط بازار سهام بیشتر است؟ قدرت انتشار ریسک را کدام گره‌ها در شبکه همبستگی تلاطم در دوره حباب و سقوط بازار سهام بر عهده دارند؟ کدام سهم‌ها دارای بیش‌ترین آسیب‌پذیری در شبکه را دارند؟ کدام سهم‌ها در دوره حباب و سقوط بازار سهام ایران، قدرت گره بیش‌تری در شبکه دارند؟ بررسی ویژگی‌های شبکه در دوره سقوط و حباب بازار سهام، می‌تواند اطلاعات خوبی از شبکه بازار سهام ایران در دوره‌های حباب و سقوط بازار سهام آتی ارائه دهد و به محققان و تحلیل‌گران به شناخت بهتر این بازار ارائه دهد. این پژوهش به سرمایه‌گذاران کمک می‌کند تا با دید بهتری نسبت به شرایط بازار تصمیم بگیرند و اقدام به تکمیل پرتفوی خود بنمایند و به اتخاذ تصمیم‌های مؤثرتر سیاست‌گذاران در بازار سهام یاری می‌رساند، تا با استراتژی مناسب در دوره سقوط و حباب بازار سهام عمل نمایند. سقوط بازار سهام، می‌تواند سبب از دست رفتن‌داری‌ سرمایه‌گذاران شود، پس تحقیق در این زمینه اهمیت می‌یابد.

## ۱- ادبیات موضوع

1 chen

2 AlShelahi and Saigal

حباب به شرایطی که یک دارایی بیش از حد ارزش‌گذاری شود، گفته می‌شود (کینگ<sup>۱</sup> و همکاران، ۱۹۹۳). حباب انتظارات عقلایی بیان می‌کند، حباب در نتیجه خرید دارایی با تصور فروش با قیمت بالاتر ایجاد می‌شود (استیگلز<sup>۲</sup>، ۱۹۹۰). حباب در اقتصاد می‌تواند روی تخصیص منابع اثر بگذارد. سقوط بازار سهام یک رویدادهای مالی مهم است برای سرمایه‌گذاران و محققان است. برای معامله-گران، ترس از سقوط بازار همیشه یک معضل است و شروع سقوط سبب از بین رفتن دارایی بسیاری از سرمایه‌گذاران خواهد شد. یک عامل، هرچند هم که اثرگذار باشد به تنهایی نمی‌تواند عامل سقوط باشد. سقوط بازار، حرکت بسیار شدید بازار است (یوهانسن و سونت، ۲۰۰۰). دو دلیل برای ضرر مالی برای شرایط بحرانی وجود دارد، خروج ناگهانی پول، توسط سرمایه‌گذاران خارجی، زیرا به راحتی می‌توانند بازارها را ترک کنند و قرار گرفتن در معرض ریسک<sup>۳</sup>، زیرا بازار یکپارچه<sup>۴</sup> به دلیل سرایت مالی در شرایط بحرانی با زیان بیشتری رو به رو خواهند شد (جبران<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۱۷). یک تغییر کوچک در یک واحد بازار می‌تواند باعث یک سری واکنش‌های زنجیره‌ای شود و سپس به اثر دومینو<sup>۶</sup> منجر شود. مدل‌سازی و پیش‌بینی با مدل‌های خطی کلاسیک که نقش مهمی در اقتصاد سنتی و حوزه‌های مرتبط دارند، دشوار است. از زمان پژوهش منتگنا<sup>۷</sup> و همکاران (۱۹۹۹)، نظریه شبکه پیچیده در بازار سهام مورد استفاده قرار گرفته است (هوانگ<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۲۲). بازار سهام، بسیار پیچیده است و به‌طور مستمر تعاملات ناهمگون مختلف بین آنها در حال تحول است. برای درک مکانیسم قیمت‌گذاری در بازار سهام، مطالعه و کشف تعاملات مهم است. لوکاس<sup>۹</sup> (۱۹۷۸) معتقد است، قیمت دارایی توسط مجموع جریان‌ات نقدی تنزیل شده، تعیین خواهد شد. بلانچارد<sup>۱۰</sup> (۱۹۷۹) در خصوص حباب‌های عقلایی مطرح می‌کند، اگر سرمایه‌گذاران عقلایی باشند، انحراف از قیمت بنیادی امکان پذیر خواهد بود. در مقابل فروت و آفسفلد<sup>۱۱</sup> (۱۹۹۱) بر این باورند که رشد و بهبود عوامل بنیادین و اخبار مرتبط با آنها، حباب بزرگ‌تر می‌شود. حباب-

- 
- 1 King
  - 2 Stiglitz
  - 3 Risk exposure
  - 4 Risk exposure
  - 5 Jebran
  - 6 Domino effect
  - 7 Mantegna
  - 8 Huang
  - 9 Lucas
  - 10 Blanchard
  - 11 Froot and Obstfeld

های ذاتی بهتر توانسته‌اند واگرایی بنیادی و قیمت‌های جاری دارایی را بیان کنند. حباب‌های ذاتی از طریق رابطه غیرخطی قیمت‌ها و دارایی بررسی می‌شوند (چن<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۹).

#### ۱-۱- پیشینه تحقیق

از مطالعاتی که به بررسی شبکه پیچیده در بازار سهام پرداختند می‌توان به مطالعات زیر اشاره کرد. تیزی و همکاران، (۲۰۱۰) به بررسی دیدگاه شبکه‌ای در بازار سهام پرداختند، شبکه پیچیده برای مطالعه همبستگی بین قیمت‌های پایانی برای سهام ایالات متحده که در دو دوره زمانی (از جولای ۲۰۰۵ تا اوت ۲۰۰۷ و از ژوئن ۲۰۰۷ تا مه ۲۰۰۹) معامله شدند، ساخته شدند. تغییرات قیمت سهام، به شدت تحت تاثیر تعداد نسبتاً کمی از سهام ما یک رویکرد جدید برای انتخاب سهام برای گنجاندن در یک شاخص سهام پیشنهاد می‌دهد و آن را با شاخص‌های موجود مقایسه می‌شود. بازار به شدت تحت سلطه سهام در بخش مالی است. صانعی‌فر و سعیدی (۱۳۹۹) به بررسی مقایسه شبکه‌های پیچیده بازار سهام و متغیرهای اقتصادی در دوران قبل و بعد از همه‌گیری COVID-19 برای دوره زمانی ژوئن ۲۰۱۹ تا مارس ۲۰۲۰ پرداختند. قبل از همه‌گیری، بازار سهام تمایل به حرکت در گروه‌های کوچک قاره‌ای داشتند، اما همه‌گیری منجر به تحرکات منفی دسته جمعی با همبستگی بالا برای این بازار شده است و اطلاعات مثبت یا منفی ۳۲ درصد سریع‌تر از گذشته در شبکه بازارهای سهام پخش می‌شوند. همه‌گیری به‌طور مستقیم منجر به سقوط ۴۰ درصد بازار سهام شده است. دای<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی سقوط بازار سهام و نقش عدم اطمینان سیاست اقتصادی در همه‌گیری COVID-19 پرداختند. تاثیر عدم قطعیت سیاست اقتصادی بر ریسک سقوط بازار سهام ایالات متحده در همه‌گیری COVID-19 بررسی شد. از مدل GARCH-S برای تخمین چولگی روزانه به عنوان نماینده‌ای برای ریسک سقوط بازار سهام بهره گرفته شد. همبستگی منفی معنادار بین EPU و ریسک سقوط بازار سهام وجود دارد که نشان می‌دهد، تشدید EPU باعث افزایش ریسک سقوط بازار سهام می‌شود. همبستگی منفی، در دوره همه‌گیری قوی‌تر می‌شود که نشان می‌دهد، ریسک سقوط بازار سهام ایالات متحده بیش‌تر تحت تأثیر EPU در طول همه‌گیری خواهد بود. ونگ<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی سقوط بازار سهام، ویژگی‌های شرکت و بازده سهام پرداختند. از داده‌های هشت سهام اصلی برای بررسی سقوط بازار سهام در طول دوره ۲۰۰۷/۱۲/۳۱-۱۹۶۲/۱۲/۳۱ با نمونه بزرگی از شرکت‌های آمریکایی استفاده

1 Chen

2 Dai

3 Economic policy uncertainty (EPU)

4 Wang

شد. سهام با بتای بالاتر، ارزش سرمایه بیش‌تر، سطوح پایین‌تر از نقدشوندگی و تلاطم بازده بیشتر، ارزش بیش‌تری در روزهای سقوط از دست می‌دهند. سیوکیس<sup>۲</sup> (۲۰۱۲) به مطالعه پویایی بازار سهام، قبل و بعد از سقوط بازار سهام پرداخت. برای تعداد زیادی از سقوط‌های بازار، توزیع نوسانات بازار قبل و بعد از سقوط بازار سهام توسط قانون گوتنبرگ-ریشر توصیف شده است که منعکس کننده عدم تغییر مقیاس و شباهت دینامیک زیربنایی توسط یک رابطه قوی قانون قدرت<sup>۳</sup> است. یوسف و حسن<sup>۴</sup> (۲۰۱۹) به بررسی ارتباط نفت خام و بازارهای سهام کشورهای در حال ظهور آسیایی، شواهد جدیدی از سقوط بازار سهام چین برای دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۸ میلادی پرداختند. اثر علی مثبت از تغییرات قیمت نفت خام در اکثر بازارهای سهام نشان می‌دهد. تلاطم از نفت به بازارهای سهام هند و کره منتقل می‌شود. از مطالعاتی که به بررسی بازار سهام ایران پرداخته‌اند می‌توان به مطالعه پیری و دیگران (۱۴۰۱) و سعیدی اقدم و دیگران (۱۴۰۱) و سیستمی بدوئی و دیگران (۱۴۰۱) را می‌توان نام برد. با بررسی مطالعات پیشین، مطالعه‌ای که به بررسی و مقایسه همبستگی تلاطم در شبکه بازارهای سهام انجام نشده است. این پژوهش، برای نخستین بار به بررسی شبکه همبستگی تلاطم در سهم‌های شاخص سی شرکت می‌پردازد

## ۲- روش تحقیق

در این پژوهش، از آزمون همبستگی پیرسون برای بررسی همبستگی تلاطم قیمت سهام استفاده شد و سپس برای بررسی شبکه همبستگی تلاطم بازار سهام، تئوری شبکه پیچیده به کار گرفته شده است.

### ۲-۱- آزمون همبستگی پیرسون

روش همبستگی پیرسون، یک روش متغیر عددی است و مقداری بین ۱ و -۱ دارد. همبستگی صفر نشان‌دهنده این است که همبستگی بین متغیرها وجود ندارد. همبستگی ۱، به معنی همبستگی مثبت کامل و همبستگی -۱ به معنی همبستگی کامل منفی است. در صورت همبستگی مثبت، با افزایش متغیر  $A$ ، متغیر  $B$  هم بالا خواهد رفت. در صورتی که همبستگی منفی باشد، با افزایش  $A$ ، مقدار  $B$  هم کاهش می‌یابد (Nettleton, 2014). ضریب همبستگی پیرسون به شکل معادله (۷) نوشته می‌شود:

1 betas

2 Siokis

3 power law

4 Yousaf and Hasan

$$\rho_{i,j}^{t,\Delta} = \frac{(R_i^t R_j^t) - (R_i^t)(R_j^t)}{\sqrt{[(R_j^{t2}) - (R_i^t)^2][(R_i^{t2}) - (R_j^t)^2]}} \quad (7)$$

در معادله (۷)،  $\Delta$ ، فاصله اطمینان،  $N$  تعداد متغیرهای تحقیق،  $\rho_{i,j}^{t,\Delta}$  ضرایب همبستگی متغیرها،  $\{r_i(t)\}$  و  $R_i^t = \{r_i(t)\}$  و  $R_j^t = \{r_j(t)\}$  لگاریتم بازده متغیرها هستند (zhao and cai, 2016).

## ۲-۲- شبکه پیچیده

یک شبکه معمولاً به عنوان مجموعه ای از گره ها تعریف می شود که توسط پیوندها یا لبه ها به هم متصل شده اند. اگر شبکه ای از قیمت های سهام را در نظر بگیریم، گره ها تک تک سهام خواهند بود و پیوند بین دو گره نشان می دهد که دو سهمی که به هم متصل شده اند شباهت را نشان می دهند. شبکه پیچیده برگرفته از تئوری گراف و ریاضیات گسسته، برای درک بهتر متغیرهای وابسته و اثرگذار بر یکدیگر معرفی شده است (کیو و اودا، ۲۰۱۴). شبکه پیچیده از اجزایی ساخته شده است، که با هم تشکیل شبکه می دهند (رین<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۲۰) که برای برطرف ساختن مشکلات سیستمی<sup>۳</sup> و درک اطلاعات نهفته<sup>۴</sup> در بازارها، شبکه پیچیده می تواند مناسب باشد. کاستاه و همکاران، ۲۰۰۷) که ترکیبی از علم فیزیک و آمار برای بررسی رفتارهای مالی و بازارهای سهام است (مچوپانا و گوسل، ۲۰۱۶). کاربرد شبکه پیچیده زمانی بهتر دیده می شود که امکان استفاده از نظریه گراف کلاسیک<sup>۷</sup> امکان پذیر نیست (کاریانا، ۲۰۱۲). 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 (گمز و گوبریوا، ۲۰۲۱). برای تجزیه و تحلیل داده ها از شبکه استفاده می شود. عناصری که با هم پیوستگی داشته باشند، شبکه گفته می شود و شکل های به دست آمده را نمودار شبکه<sup>۱۰</sup> می گویند (اسچونیمان، ۱۱، ۲۰۲۰). تراکم شبکه بخشی از اتصالات

- 1 Kito and Ueda
- 2 Ren
- 3 systemic problems
- 4 information embedded
- 5 Costa
- 6 Majapa and Gossel
- 7 classical graph theory
- 8 Caraiani
- 9 Gomes and Gubareva
- 10 network graph
- 11 Schuenemann

بالقوه در یک شبکه را توصیف می‌کند که اتصالات واقعی ۲ هستند. عناصر غیر صفر در  $A$  به صورت معادله (۸) زیر نشان داده می‌شود (اهلگبی و گیودیچی، ۲۰۲۲).

$$\text{Network Density (A)} = \frac{100}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n A_{ij} \quad (۸)$$

### ۳- برآورد مدل

متغیرهای تحقیق مطابق پژوهش‌های ژنگ و همکاران (۲۰۲۰، ۲۰۱۹) و چادهوری و همکاران

$$\ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \times 100$$

(۲۰۱۹) به صورت تغییر داده شده است. بعد از تغییر داده‌ها، همبستگی

پیرسون بین داده‌های تلاطم بررسی می‌شود و سپس شبکه همبستگی تلاطم، ترسیم می‌شود و سپس به تحلیل شبکه همبستگی بازار سهام سی شرکت، پرداخته می‌شود. سقوط بازار بورس اوراق بهادار تهران بر اساس مطالعه یوهانسن و سورنت ۵ (۲۰۰۰) بررسی می‌شود. در این مطالعه  $P_t$  سری زمانی شاخص است. فرض می‌شود  $P_{max}=P_k$  یک ماکزیمم محلی و  $P_{min}=P_{k+n}$  مینیمم محلی بعدی است که در این مطالعه  $k \geq 2$  و  $n \geq 1$  است.  $n$  بیان‌گر فاصله بین مینیمم و ماکزیمم می‌باشد و سقوط در بازار به صورت معادله (۵) نشان داده می‌شود.

$$D = \frac{P_{min} - P_{max}}{P_{max}} \quad (۵)$$

در معادله (۱)، سقوط از ماکزیمم تا اولین جایی است محاسبه می‌شود که شاخص افزایشی باشد، هر چند که مقدار افزایش، بسیار کوچک باشد. چون داده‌های مالی بسیار نوسان دارند، امکان خطا در محاسبه سقوط بازار وجود دارد. در بسیاری از سقوط‌های رخ داده در بازار، چند روز بعد از وقوع سقوط، افزایش مختصری در بازار رخ خواهد داد و دوباره به طور مجدد، بازار افت خواهد داشت. برای جلوگیری از این مشکل می‌توان یک حد آستانه  $\epsilon$  برای افزایش در نظر گرفت که با انحراف معیار بازده‌ها ( $\sigma$ ) مرتبط است، که می‌توان آن را به صورت معادل، دو برابر، سه برابر انحراف معیار بازده در نظر گرفت. افزایش‌های کمتر از  $\epsilon$  در نظر گرفته نخواهند شد. سقوط بازار، حرکت بسیار شدید بازار است (یوهانسن و سورنت، ۲۰۰۰). دوره حباب بازار سهام ایران، مطابق پژوهش

- 1 potential connections
- 2 actual connections
- 3 Ahelegbey and Giudici
- 4 Chowdhury
- 5 Johansen and Sornette

حسین‌زاده (۱۳۹۹) تعیین شده است. از نرم‌افزار Spss و Gephi استفاده شده است. داده‌ها از نرم افزار TseClient به دست آمده است.

### ۱-۳- بررسی شبکه همبستگی تلاطم در دوره حباب بازار سهام ایران

در جدول (۱)، همبستگی تلاطم در شبکه سهم‌های شاخص سی شرکت در دوره حباب بازار سهام ایران بررسی شده است.

جدول (۱): آزمون همبستگی پیرسون در دوره حباب بازار سهام ایران

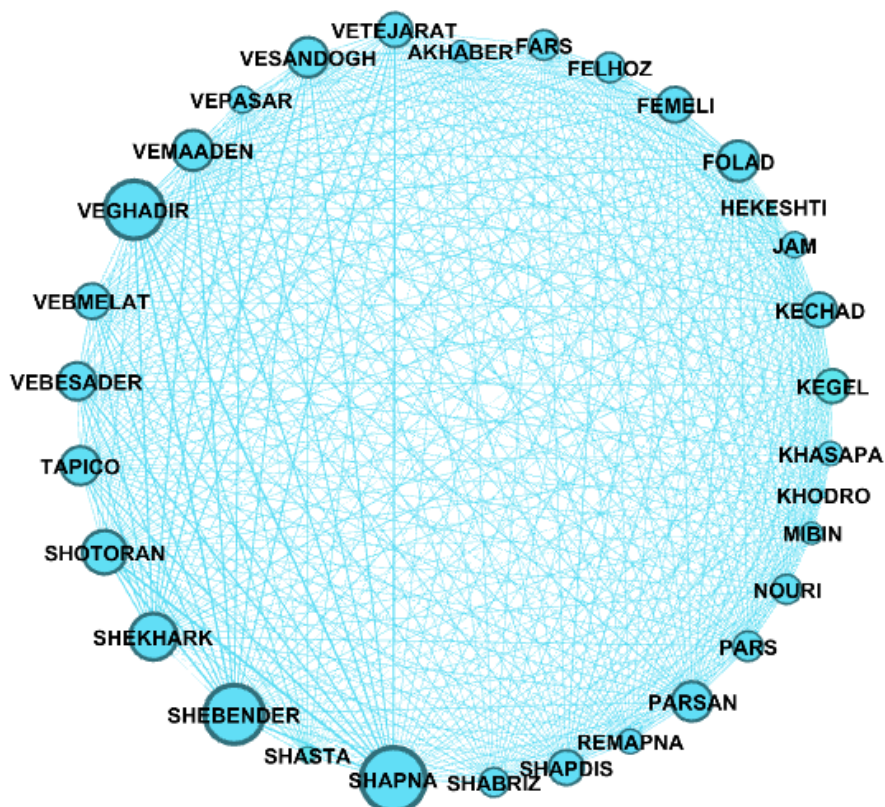
	A K H A B E R	F A R S	F E K H O Z	F E M E L I	F O L A D	H E K E S H T I	J A M	K E C H A D	K H O D R O	K E G E L	K H A S A P A	N O U R I	M O B I N	P A R S	P A R S A N	R E M A P N A	S H A P D I S	S H A B R I Z	S H A S T A	S H E B E N D E R	S H E K H A R K	S H O T O R A N	T A P I C O	V E B E S A D E R	V E B M E L A T	V E G H A D I R	V E M A A D E N	V E P A S A R	V E S A N D O G H	V E T E J A R A T
A K H A B E R	1	.421**	.471**	.482**	.520**	.486**	.410**	.411**	.488**	.422**	.550**	.379**	.452**	.453**	.544**	.557**	.433**	.544**	.496**	.517**	.419**	.524**	.422**	.525**	.495**	.546**	.452**	.496**	.502**	.486**
F A R S		1	.556**	.585**	.665**	.261**	.611**	.633**	.266**	.577**	.397**	.599**	.543**	.666**	.461**	.633**	.511**	.578**	.388**	.524**	.479**	.479**	.612**	.459**	.692**	.685**	.455**	.455**	.569**	.523**
F E K H O Z			1	.751**	.799**	.308**	.510**	.643**	.308**	.622**	.417**	.667**	.422**	.677**	.462**	.622**	.719**	.469**	.349**	.523**	.473**	.473**	.535**	.490**	.682**	.570**	.424**	.424**	.523**	.445**
F E M E L I				1	.815**	.305**	.505**	.686**	.316**	.702**	.478**	.677**	.470**	.666**	.504**	.649**	.640**	.554**	.354**	.595**	.536**	.571**	.532**	.567**	.539**	.603**	.522**	.522**	.600**	.543**
F O L A D					1	.362**	.570**	.702**	.362**	.715**	.474**	.648**	.488**	.627**	.500**	.700**	.533**	.626**	.416**	.647**	.444**	.644**	.655**	.611**	.572**	.652**	.816**	.652**	.524**	.563**
H E K E S H T I						1	.285**	.305**	.100**	.289**	.555**	.333**	.333**	.333**	.478**	.478**	.403**	.403**	.275**	.349**	.273**	.445**	.445**	.440**	.398**	.433**	.288**	.244**	.402**	.427**
J A M							1	.604**	.285**	.591**	.331**	.611**	.664**	.632**	.469**	.622**	.413**	.425**	.228**	.414**	.689**	.384**	.587**	.456**	.401**	.691**	.511**	.466**	.612**	.420**
K E C H								1	.305**	.844**	.440**	.655**	.577**	.655**	.491**	.688**	.454**	.477**	.322**	.524**	.599**	.478**	.554**	.561**	.522**	.728**	.692**	.455**	.624**	.540**



S H E K H A R K	.4 1 9 *	.5 0 5 *	.5 3 0 *	.5 3 6 *	.5 4 4 *	.2 7 3 *	.6 8 8 9 *	.5 9 7 *	.2 7 3 *	.6 0 6 *	.3 4 2 *	.5 5 6 *	.5 0 5 *	.6 4 6 *	.5 9 5 *	.4 2 4 *	.6 1 7 *	.4 1 2 *	.4 1 4 *	.1 9 0 *	.4 1 3 **	1	.3 9 0 *	.5 0 4 *	.3 5 5 *	.5 8 9 *	.4 7 0 *	.4 4 7 *	.5 6 0 **	.4 3 0 *
S H O T O R A N	.5 2 4 *	.4 7 9 *	.4 7 3 *	.5 7 1 *	.6 2 5 *	.4 4 5 *	.3 8 8 4 *	.4 7 8 *	.4 4 5 *	.5 4 0 *	.5 7 4 *	.4 6 6 6 *	.3 9 9 8 *	.4 7 8 *	.6 1 0 *	.5 2 7 *	.5 2 7 *	.7 1 0 *	.8 5 3 *	.3 9 9 4 *	.7 0 5 **	.3 9 0 *	1	.5 0 2 *	.5 2 1 *	.6 9 1 *	.5 1 8 *	.5 0 6 *	.5 8 2 *	
T A P I C O	.4 2 9 *	.6 1 2 *	.5 3 5 *	.5 3 2 *	.6 1 2 *	.4 7 9 *	.5 8 7 *	.5 5 4 *	.4 7 9 *	.5 0 8 *	.4 2 0 *	.5 9 1 *	.5 0 7 *	.5 7 5 *	.6 3 2 *	.4 7 3 *	.5 8 1 *	.5 4 3 *	.5 7 0 *	.3 3 9 *	.5 1 1 **	.5 0 4 *	1	.5 2 8 *	.5 2 8 *	.6 8 4 4 *	.5 9 8 *	.3 2 4 4 *	.5 2 3 **	.4 5 4 *
V E B E S A D E R	.5 2 5 *	.4 4 6 *	.4 9 0 *	.5 6 7 *	.6 1 1 *	.4 4 0 *	.4 5 6 *	.5 6 1 *	.4 4 0 *	.5 8 8 *	.6 8 9 *	.4 9 3 *	.5 0 7 *	.5 0 1 *	.5 7 1 *	.5 1 2 *	.6 6 4 *	.5 5 6 *	.5 9 1 *	.2 8 5 *	.5 7 8 **	.4 2 6 *	.5 7 2 *	.4 7 3 *	.7 5 3 *	.6 2 2 *	.5 3 7 *	.5 4 2 *	.5 3 2 **	.8 5 4 *
V E B M E L A T	.4 9 5 *	.4 5 9 *	.4 7 7 *	.5 3 9 *	.5 7 2 *	.3 9 8 *	.4 0 1 *	.5 2 2 *	.3 9 8 *	.5 2 6 *	.6 0 2 *	.4 4 9 *	.4 4 9 *	.5 0 0 *	.5 1 1 *	.5 0 5 *	.5 1 5 *	.5 0 9 *	.5 0 2 *	.3 4 4 0 *	.5 0 0 **	.3 5 5 *	.5 2 1 *	.5 2 8 *	.5 2 8 *	.5 9 2 *	.4 4 2 *	.5 1 0 *	.5 0 5 **	.7 1 0 *
V E G H A D I R	.5 4 6 *	.6 9 2 *	.6 8 2 *	.7 6 7 *	.8 1 9 *	.4 3 9 *	.6 2 5 *	.7 2 8 *	.4 3 9 *	.6 9 6 *	.5 3 8 *	.6 5 4 *	.5 8 8 9 *	.6 5 9 *	.8 1 3 *	.6 0 0 *	.7 7 6 *	.6 5 1 *	.6 9 8 *	.6 9 8 *	.6 7 7 **	.5 8 9 *	.6 9 1 *	.6 8 4 4 *	.5 9 2 *	.6 6 4 4 *	.5 5 3 *	.7 0 0 **	.5 9 3 *	
V E M A A D E N	.4 5 2 *	.6 8 5 *	.5 7 0 *	.6 0 3 *	.6 5 2 *	.2 8 4 *	.5 9 1 *	.6 9 2 *	.2 8 4 *	.6 4 4 7 *	.4 7 0 *	.5 5 6 *	.4 8 7 *	.5 3 7 *	.6 6 2 *	.4 8 1 *	.5 5 6 *	.5 7 3 *	.5 7 2 *	.3 2 4 *	.5 8 0 **	.4 7 0 *	.5 1 8 *	.5 9 8 *	.4 4 2 *	.6 6 4 4 *	.4 2 6 *	.5 4 1 **	.4 9 8 *	
V E P A S A R	.4 9 6 *	.4 5 4 *	.4 2 4 *	.5 2 7 *	.5 2 4 *	.2 4 7 *	.4 6 7 *	.4 5 5 *	.2 4 4 *	.4 6 6 *	.4 7 1 *	.4 5 0 *	.4 5 0 *	.4 6 2 *	.5 3 3 *	.4 7 3 *	.4 6 8 *	.4 4 8 *	.4 8 0 *	.1 9 7 *	.4 7 4 **	.4 4 7 *	.5 0 6 *	.3 2 2 4 *	.5 1 0 *	.5 5 3 *	.4 2 6 *	.5 2 9 **	.5 5 6 *	
V E S A N D O G H	.5 0 2 *	.5 6 9 *	.5 2 2 *	.6 0 0 *	.5 7 1 *	.4 0 2 *	.6 1 1 *	.6 2 2 *	.4 0 2 *	.5 6 6 9 *	.4 8 2 *	.5 1 1 *	.6 0 0 *	.5 7 9 *	.6 5 7 *	.5 5 9 *	.6 2 2 *	.5 2 3 *	.5 1 8 *	.2 6 1 *	.4 8 0 **	.5 6 0 *	.5 0 6 *	.5 2 3 *	.5 0 5 *	.7 0 0 *	.5 4 1 *	.5 2 9 *	1	.5 2 7 *
V E T E J A R A T	.4 8 6 *	.5 2 3 *	.4 4 5 *	.5 4 3 *	.5 6 3 *	.4 2 7 *	.4 2 0 *	.5 4 0 *	.4 2 7 *	.5 4 4 5 *	.6 5 8 *	.4 7 6 *	.4 6 8 *	.4 4 5 *	.5 4 4 *	.5 1 4 *	.5 2 2 *	.5 0 6 *	.6 1 2 *	.3 1 6 *	.5 1 0 **	.4 3 0 *	.5 8 2 *	.4 5 4 *	.7 1 0 *	.5 9 3 *	.4 9 8 *	.5 5 6 *	.5 2 7 **	1

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

مطابق جدول (۱) همبستگی سهم‌های شپدیس و فخور بیش‌ترین مقدار است. پس از بررسی آزمون همبستگی در سهم‌ها، شبکه همبستگی تلاطم در شکل (۲) رسم می‌شود و سپس به تحلیل این شبکه پرداخته می‌شود.



شکل (۱): شبکه همبستگی تلاطم در سهم‌های شاخص سی شرکت در دوره حباب بازار سهام ایران

شکل (۱) بر اساس همبستگی تلاطم در بازار سهام سی شرکت در دوره حباب بازار سهام ایران رسم شده است. گره‌های بزرگ‌تر همبستگی تلاطم بالاتری دارند. در جدول (۲) به بررسی خصوصیات این شبکه پرداخته می‌شود. یال‌ها در این شبکه، نشان دهنده همبستگی پیرسون، بین داده‌های تلاطم بازارهای سهام هستند. گره‌های شبکه نیز نشان دهنده بازارهای سهام هستند.  
جدول (۲): خصوصیات شبکه همبستگی تلاطم در دوره حباب بازار سهام ایران

	Weighted Degree	Degree	modularity	Bridging coefficient	Closeness centrality	Betweenness centrality
<b>AKHABER</b>	14.25	30	0	0.03	1.00	0.03
<b>FARS</b>	15.86	30	2	0.03	1.00	0.03
<b>FELHOZ</b>	15.88	30	2	0.03	1.00	0.03
<b>FEMELI</b>	17	30	2	0.03	1.00	0.03
<b>FOLAD</b>	18.02	30	2	0.03	1.00	0.03
<b>HEKESHTI</b>	11.10	30	0	0.03	1.00	0.03
<b>JAM</b>	15.01	30	2	0.03	1.00	0.03
<b>KECHAD</b>	16.8	30	2	0.03	1.00	0.03
<b>KHODRO</b>	11.10	30	0	0.03	1.00	0.03
<b>KEGEL</b>	16.69	30	2	0.03	1.00	0.03
<b>KHASAPA</b>	14.65	30	0	0.03	1.00	0.03
<b>NOURI</b>	15.74	30	2	0.03	1.00	0.03
<b>MOBIN</b>	14.25	30	2	0.03	1.00	0.03
<b>PARS</b>	15.86	30	2	0.03	1.00	0.03
<b>PARSAN</b>	17.84	30	2	0.03	1.00	0.03
<b>REMAPNA</b>	14.75	30	0	0.03	1.00	0.03
<b>SHAPDIS</b>	16.87	30	2	0.03	1.00	0.03
<b>SHABRIZ</b>	15.69	30	0	0.03	1.00	0.03
<b>SHAPNA</b>	22	30	1	0.03	1.00	0.03
<b>SHASTA</b>	13.11	30	1	0.03	1.00	0.03
<b>SHEBENDER</b>	21.77	30	1	0.03	1.00	0.03
<b>SHEKHARK</b>	19.27	30	1	0.03	1.00	0.03
<b>SHOTORAN</b>	18.65	30	1	0.03	1.00	0.03
<b>TAPICO</b>	17.6	30	1	0.03	1.00	0.03
<b>VEBESADER</b>	17.46	30	1	0.04	0.97	0.00
<b>VEBMELAT</b>	16.9	30	1	0.03	1.00	0.03
<b>VEGHADIR</b>	21.64	30	1	0.03	1.00	0.03
<b>VEMAADEN</b>	18.001	30	1	0.03	1.00	0.03
<b>VEPASAR</b>	15.18	30	1	0.03	1.00	0.03
<b>VESANDOGH</b>	17.87	30	1	0.03	1.00	0.03
<b>VETEJARAT</b>	16.78	29	1	0.04	0.97	0.00

مأخذ: نتایج تحقیق

در جدول (۱)، گره با **Weighted Degree** بالاتر، همبستگی تلاطم بیش‌تری در شبکه دارد و تغییرات قیمت در این بازار، ارتباط بیش‌تری با سهم‌های دیگر دارد. سهم شپنا، همبستگی تلاطم بیش‌تری با دیگر سهم‌ها دارد و سهم فخوز و حکشتی، کم‌ترین همبستگی تلاطم با دیگر سهم‌های شبکه را دارا هستند. بر اساس الگوریتم **modularity**، گره‌های شبکه به سه دسته تقسیم می‌شوند که در شکل (۲) این الگوریتم نشان داده شده است. در دوره حباب ضریب پل برای همه گره‌ها یکسان است و سهم و تجارت به عنوان پل در شبکه همبستگی تلاطم خواهد بود. در دوره حباب بازار **closeness centrality** و **betwens centrality** برای همه گره‌ها تقریباً ثابت است و تفاوت چندانی ندارد و گره‌ها از نظر این دو معیار یکسان در نظر گرفته می‌شوند. درجه گره ۱۵ تعداد گره‌هایی است که در مجاورت آن در یک شبکه قرار دارند. قدرت گره ۲۰ مجموع همبستگی‌های گره داده شده با سایر گره‌هایی است که به آنها متصل است (سنسوی و تابک<sup>۳</sup>، ۲۰۱۴). مطابق جدول (۲)، قدرت گره در سهم شپنا بیش‌ترین مقدار است و کم‌ترین قدرت گره برای سهم‌های حکشتی و خودرو است.

---

1 Node degree

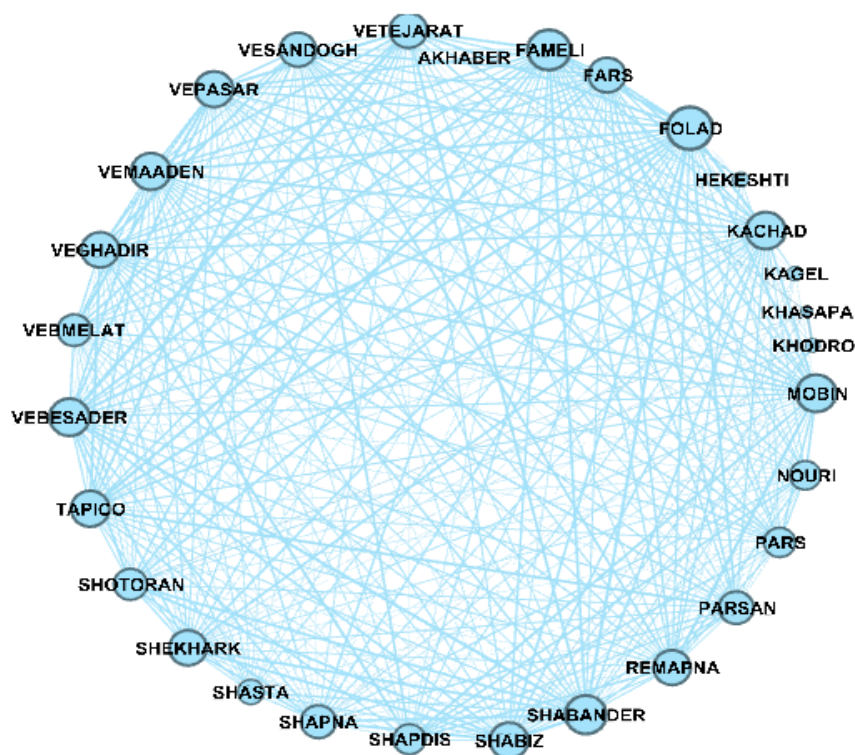
2 Node strength

3 Sensoy and Tabak



	E	Z	I			H	D	P	O			N	N	N	I	I	A	A	A	R	O	D	L	D	D	A	O	A
	R				T			A				A	D	Z	S	R	R	R	A	N	E	A	I	E	N	R	G	R
AKHABER	1.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.1	-0.3	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.0	0.07	0.1	0.0	0.0	0.0	0.15	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.16	0.1	0.1	-0.2
FAKHOZ	0.0	1.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.12	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.05	0.0	0.0	0.0
FAMELI	-0.0	-0.1	1.0	0.5	0.7	0.90	-0.5	0.2	0.0	0.3	-0.5	-0.4	0.95	0.66	0.5	-0.3	-0.5	-0.3	0.4	0.6	0.5	0.6	0.4	0.62	0.21	0.1	0.3	0.6
FARS	0.0	0.0	0.5	1.0	0.88	0.37	-0.5	0.0	0.0	0.8	-0.4	0.4	0.54	0.43	0.3	0.4	-0.2	0.3	-0.3	0.3	0.7	0.4	0.3	0.5	0.5	0.08	0.4	0.59
FOLAD	0.0	0.0	0.7	-0.6	0.37	0.0	-0.7	0.2	0.2	0.1	-0.2	0.6	0.27	0.75	0.6	0.4	-0.5	0.4	0.6	0.6	0.7	0.92	0.4	0.5	0.6	0.6	0.49	0.78
HEKESH	-0.0	-0.0	0.9	0.8	0.23	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.2	0.3	0.0	0.2	0.33	0.16
JAM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.04	0.0	0.0	0.0
KACHAD	0.0	-0.0	0.8	0.5	0.7	0.16	0.0	0.3	0.1	0.0	0.5	-0.4	0.5	0.57	0.5	0.4	-0.4	0.2	0.6	0.3	0.5	0.5	0.3	0.5	0.6	0.5	0.58	0.5
KAGEL	0.0	-0.0	0.1	0.2	0.8	0.04	-0.3	0.1	0.0	0.0	-0.2	0.0	0.92	0.29	0.0	0.1	0.0	0.0	0.15	-0.0	0.9	0.20	0.08	0.2	0.2	0.2	0.24	0.18
KHASAP	0.3	0.3	0.0	0.0	0.03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.16	0.08	0.3	0.0	0.2	0.4	0.2	0.3	0.0	0.12	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0	0.13
KHODRO	0.0	0.0	0.3	0.0	0.4	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.37	0.4	0.0	0.3	0.0	0.2	0.3	0.0	0.3	0.0	0.0	0.06	0.0	0.0	0.19
MOBIN	0.0	0.0	0.5	0.4	0.6	0.32	-0.5	0.2	0.0	0.0	0.1	-0.5	0.3	0.42	0.3	0.6	-0.3	0.2	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.60	0.5
PARS	0.0	0.0	0.4	0.4	0.3	0.06	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0	0.2	0.4	0.2	0.5	-0.2	0.2	0.68	0.0	0.4	0.2	0.5	0.4	0.5	0.5	0.59	0.3
NORI	0.2	0.3	0.0	0.4	0.8	0.4	0.4	0.0	0.1	0.9	0.4	0.3	0.24	0.29	0.3	0.5	0.4	0.0	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4	0.4	0.3	0.47	0.2
PARAN	-0.0	0.0	0.0	0.5	0.6	0.13	-0.4	0.2	0.0	0.0	0.3	-0.1	0.3	0.53	0.4	0.4	-0.5	0.2	0.4	0.4	0.6	0.4	0.2	0.5	0.4	0.3	0.39	0.4
REMAPNA	0.0	0.0	0.4	0.5	0.5	0.39	-0.3	0.2	0.1	0.5	0.7	0.4	0.9	0.45	0.4	0.5	-0.2	0.2	0.06	0.75	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.6	0.60	0.35
SHABANDER	0.0	-0.0	0.6	0.4	0.7	0.12	-0.5	0.0	0.0	0.3	0.4	0.0	0.52	1.0	0.8	0.3	0.6	0.5	0.6	0.6	0.4	0.7	0.4	0.4	0.5	0.4	0.40	0.6
SHAB	0.0	-0.0	0.4	0.3	0.6	0.12	-0.5	0.0	0.0	0.3	0.4	0.0	0.47	0.81	1.0	0.8	0.7	0.4	0.6	0.6	0.3	0.5	0.3	0.4	0.4	0.2	0.36	0.4





شکل (۳): شبکه همبستگی تلاطم سهم‌های شاخص ۳۰ شرکت در دوره سقوط بازار سهام ایران

مطابق شکل (۳) بر اساس Weighted Degree رسم شده است. گره‌های بزرگ‌تر دارای Weighted Degree بالاتر در شبکه همبستگی تلاطم هستند. یال‌ها در این شبکه، نشان دهنده همبستگی پیرسون، بین داده‌های تلاطم بازارهای سهام هستند. گره‌های شبکه نیز نشان دهنده بازارهای سهام سی شرکت هستند.

جدول (۴): خصوصیات شبکه همبستگی تلاطم در دوره سقوط بازار سهام ایران

	Degree	Weighted Degree	Modularity	Bridging coefficient	Closeness centrality	Betweenness centrality
<b>AKHABER</b>	3	0.77	0	1.46	0.51	0.33

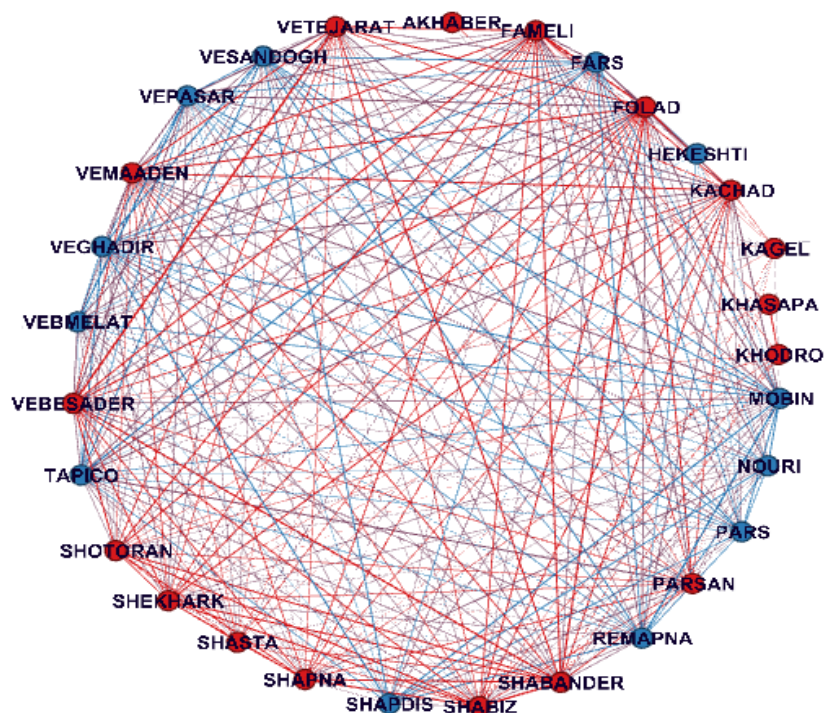
<b>KHASAPA</b>	7	2.40	0	0.22	0.56	2.70
<b>NOURI</b>	23	9.08	1	0.04	0.85	10.74
<b>VETEJARA T</b>	24	11.50	0	0.03	0.88	11.84
<b>FAMELI</b>	26	13.44	0	0.03	0.93	5.24
<b>FARS</b>	24	11.4	1	0.04	0.88	1.38
<b>FOLAD</b>	26	14.3	0	0.03	0.93	5.24
<b>HEKESHTI</b>	12	3.80	1	0.17	0.61	0.00
<b>KACHAD</b>	24	12.26	0	0.04	0.88	1.12
<b>KAGEL</b>	13	3.65	0	0.15	0.64	0.00
<b>KHODRO</b>	9	3.32	0	0.24	0.60	0.53
<b>MOBIN</b>	25	12.35	1	0.04	0.90	2.43
<b>PARS</b>	23	9.37	1	0.04	0.85	1.17
<b>PARSAN</b>	24	10.56	0	0.04	0.88	1.12
<b>REMAPNA</b>	25	11.42	1	0.04	0.90	2.43
<b>SHABAND ER</b>	25	12.85	0	0.04	0.90	3.40
<b>SHABRIZ</b>	25	11.81	0	0.03	0.90	6.16
<b>SHAPDIS</b>	23	9.59	1	0.04	0.85	1.20
<b>SHAPNA</b>	25	10.65	0	0.03	0.90	6.16
<b>SHASTA</b>	21	7.50	0	0.06	0.80	0.10
<b>SHEKHAR K</b>	26	11.57	0	0.03	0.93	8.37
<b>SHOTORA N</b>	23	10.04	0	0.04	0.85	5.25
<b>TAPICO</b>	25	11.8	1	0.04	0.90	2.43
<b>VEBESADE R</b>	25	12.41	0	0.03	0.90	6.16
<b>VEBMELA T</b>	24	10.17	1	0.04	0.88	1.38
<b>VEGHADI R</b>	25	11.59	1	0.04	0.90	2.43
<b>VEMAAD E N</b>	24	12.17	0	0.04	0.88	1.12
<b>VEPASAR</b>	25	11.77	1	0.04	0.90	2.43
<b>VESAND O GH</b>	24	11.13	1	0.04	0.88	2.14

مأخذ: نتایج تحقیق

مطابق جدول (۴)، سهم فملی دارای بیش‌ترین همبستگی تلاطم در شبکه و سهم اخبر دارای کم‌ترین همبستگی تلاطم در شبکه همبستگی تلاطم است. در دوره سقوط بازار سهام، تعداد گره-های پل و ضریب پل در شبکه افزایش یافته است که به معنای ناپایداری در شبکه همبستگی تلاطم است. در شبکه دوره سقوط بازار سهام ایران، گره‌های خودرو، خساپا، کگل دارای ضریب پل، بیش‌تری است، این گره‌ها به عنوان گره پل در این شبکه عمل می‌کنند و تلاطم را در این شبکه منتشر می‌سازد. شبکه در دوره سقوط بازار سهام، آسیب‌پذیرتر و ناپایدار شده است. تعداد گره‌های پل در دوره سقوط بازار سهام، بیش‌تر شده است که نشان‌دهنده شبکه ناپایدار است. سهم اخبر دارای کم‌ترین قدرت گره در شبکه است و سهم فولاد دارای بیش‌ترین قدرت گره در شبکه همبستگی تلاطم می‌باشد. مطابق جدول (۴) سهم‌های نوری و تجارت دارای بیش‌ترین معیار *Betweenness centrality* است و سهم فارس دارای بیش‌ترین معیار *closness centrality* است. مرکزیت نزدیکی<sup>۱</sup> نشان‌دهنده اثر بخشی انتشار اطلاعات از یک سهام به سهام دیگر است. بر این اساس، اگر یک سهم بتواند به سرعت به سهام دیگر برسد، این سهام مرکزی‌تر است. سهام با مرکزیت نزدیکی بالاتر، به دیگر سهام‌ها نزدیک‌تر هستند. بین مرکزیت<sup>۲</sup>، نشان‌دهنده تعداد فراوانی سهام در کوتاه‌ترین مسیرهایی است که بین سهام‌هایی که به طور غیرمستقیم به یکدیگر متصل هستند وجود دارد (کازمیلاری و جواهری<sup>۳</sup>، ۲۰۱۵). سهم فولاد و فملی بیش‌ترین آسیب‌پذیری را در شبکه دارند.

---

1 Centrality Betweenness  
 2 Betweenness centrality  
 3 Kazemilari and Djauhari



شکل (۳): خوشه‌بندی همبستگی تلاطم در دوره سقوط بازار سهام ایران

مطابق شکل (۲)، بر اساس الگوریتم Modularity ترسیم شده است و سهم‌های هم‌رنگ در شکل در یک خوشه از همبستگی تلاطم قرار دارند. بر اساس الگوریتم Modularity شبکه دارای دو خوشه‌بندی همبستگی تلاطم می‌باشد سهم‌های اخبار، خساپا، تجارت، فملی، فولاد، کچاد، کگل، خودرو، پارسان، شبندر، شیریز، شپنا، شخارک، شتران، وصادر، ومعادن و شستا در یک خوشه از همبستگی تلاطم قرار می‌گیرد سهم‌های نوری، فارس، حکشتی، مبین، پارس، رمپنا، شپدیس، تاپیکو، وبملت، وغدیر، وپاسار و وصندوق در یک خوشه از همبستگی تلاطم قرار دارند.

جدول (۵): مقایسه خصوصیات کلی شبکه همبستگی تلاطم در سهم‌های شاخص سی شرکت

	شبکه در دوره حباب بازار سهام	شبکه در دوره سقوط بازار سهام
Average Degree	۲۱/۶۶	۲۹/۹۳

AVG weighted Degree	۹/۸۲	۱۶/۶
Graph Density	۰/۷۷	۰/۹۹
AVG path length	۱/۲۳	۱
Modularity	۰/۰۶	۰/۰۳
Avg Clustering	۰/۸۸	۰/۹۹
Network Diameter	۳	۲
Edge	۴۶۵	۳۱۳
Clustering Coefficient	۰/۹۹	۰/۹
Eigenvector Centrality	۳/۱۰	۹/۳۰

مأخذ: نتایج تحقیق

مطابق جدول (۵)، طول مسیر میانگین، در دوره سقوط بازار سهام در شبکه کاسته شده است، چگالی و وزن شبکه در دوره سقوط بازار سهام، کاهش یافته است و به این معنی است که نوسان و تلاطم در دوره سقوط بازار سهام سریع‌تر و مستقیم‌تر در شبکه گسترش می‌یابد. ضریب خوشگی مطابق پژوهش تابک<sup>۱</sup> (۲۰۱۶) در دوره سقوط افزایش یافته است. Network density و Avg clustering در دوره سقوط بازار سهام مطابق مطالعه Nedumparambil, 2021 و Chundakkadan and افزایش یافته است. زمانی که یک شبکه، مقدار Modularity بالاتری داشته باشد، در صورت بروز شوک به شبکه، امکان مهار و جلوگیری از انتقال آن شوک به سایر قسمت‌های شبکه امکان‌پذیرتر است و در صورتی که مقدار Modularity پایین باشد، در صورت بروز شوک به سیستم، امکان سقوط سیستم وجود دارد (خرازی<sup>۲</sup>، ۲۰۱۹). مطابق جدول (۵) Modularity در شبکه سقوط بازار سهام ایران، کم‌تر از شبکه حساب بازار بوده است و به این معناست که سرایت شوک و سقوط سیستم، در شبکه سقوط بیشتر است. در دوره سقوط بازار سهام، تلاطم به طور گسترده‌تری در شبکه انتقال می‌یابد. Eigenvector Centrality در دوره سقوط بیشتر شده است که مطابق مطالعه ژنگ و همکاران، ۲۰۱۹ به معنای توانایی بیشتر انتقال تلاطم در گره‌ها است و در دوره سقوط بازار سهام ایران، تعداد گره‌های بیش‌تری نسبت به دوره حساب بازار سهام ایران، از گره‌های متصل اثر پذیرفته‌اند. Eigenvector Centrality نشان می‌-

1 Tabak

2 Kharrazi

دهد یک گره، چقدر از سایر گره‌های متصل به آن گره، اثر می‌پذیرد (شنگ<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۹). شبکه با تعداد گره‌های پل بیشتر، آسیب‌پذیرتر و ناپایدارتر خواهد بود، زیرا عمل کرد گره‌ها در شبکه به چندین گره پل مرتبط می‌شود. شبکه در دوره سقوط بازار سهام، دارای تعداد گره‌های پل بیشتر است و این گره‌ها تلاطم را بیشتر تری در شبکه منتقل می‌سازند.

##### ۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات:

شاخص ۳۰ شرکت بزرگ، لیستی از ۳۰ شرکت بزرگ و برتر در بازار بورس را نشان می‌دهد. نتیجه واقعی‌تر و دقیق‌تری از وضعیت شرکت‌های بزرگ بازار سهام را به نمایش خواهد گذاشت. این شاخص یک معیار تصمیم‌گیری دقیق‌تری برای سرمایه‌گذاران را نشان می‌دهد. در این پژوهش از آزمون همبستگی پیرسون و شبکه پیچیده برای بررسی همبستگی تلاطم در سهم‌های سی شرکت در دوره حباب و سقوط بازار سهام بهره گرفته شد. مطابق نتایج، در دوره حباب بازار سهام ایران، سهم شپنا، بیش‌ترین همبستگی تلاطم در این شبکه دارد و سهم حکشتی و خودرو دارای کم‌ترین همبستگی تلاطم هستند. تمامی شاخص‌های شبکه پیچیده نشان می‌دهد که انتقال تلاطم در دوره سقوط بازار سهام بیشتر از دوره حباب بازار یوده است، در این دوره تلاطم با شدت بیشتر در شبکه منتقل می‌شود و امکان سقوط شبکه در دوره سقوط بازار بیشتر است. در دوره حباب بازار سهام ایران، سهم شپنا، بیش‌ترین همبستگی تلاطم، قدرت گره و قدرت انتشار ریسک را دارند و سهم‌های حکشتی و خودرو دارای کم‌ترین همبستگی تلاطم هستند. در دوره سقوط بازار سهام ایران، سهم فملی دارای بیش‌ترین همبستگی تلاطم و قدرت انتشار ریسک، در شبکه است. سهم اخابر دارای کم‌ترین همبستگی تلاطم در شبکه است. تعداد گره‌های پل در دوره سقوط بازار، بیش‌تر شده است که نشان می‌دهد، شبکه ناپایدارتر و آسیب‌پذیرتر شده است. در دوره حباب بازار سهام ایران، سهم وتجارت به عنوان گره پل در شبکه همبستگی تلاطم خواهد بود. در دوره سقوط بازار سهام، گره‌های خودرو، خساپا، کگل به عنوان گره پل، تلاطم را در شبکه منتشر می‌سازد. در دوره سقوط، چگالی شبکه و ضریب خوشگی افزایش داشته است که نشان می‌دهد تلاطم به طور گسترده‌تری در شبکه منتشر می‌شود. در دوره سقوط بازار سهام، سهم‌های فولاد و فملی بیش‌ترین آسیب‌پذیری را در شبکه دارند. پیشنهاد می‌شود در دوره سقوط، سهم با همبستگی تلاطم پایین‌تر خریداری شود تا از انتقال تلاطم در این دوره در سبد پرتفولیو جلوگیری شود.

1 sheng

2 unstable

## منابع

۱. پیری، حبیب، صامت، حسین، نامی فرد طهران، فاطمه. (۱۴۰۱)، اثر تعدیلی جبهه‌گیری مدیران بر روابط بین استراتژی تجاری و خطر سقوط قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. اقتصاد و بانکداری اسلامی، ۲۷۶-۵۳:۴۱۲.
۲. سیستانی بدوئی، یاسر، کیا، بهزاد، احمدی خوشابری، آیین، ربیعی، خدیجه. (۱۴۰۱). بررسی تاثیر شوک حجمی بر بازده غیرعادی سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. اقتصاد و بانکداری اسلامی، ۲۵۱-۲۲۹:۴۱.
۳. سعیدی اقدم، مهران، صادقی، احمد، بحیرایی، علیرضا، حاجی اصغری، سید یوسف. (۱۴۰۱). ارائه مدل پیش بینی قیمت سهام با استفاده از الگوریتم های یادگیری عمیق و کاربرد آن در قیمت گذاری سهام بانکهای اسلامی، ۱۳۴-۱۱۷: ۱۴۰۱.
۴. حسین زاده، هدایت. (۱۳۹۹). شناسایی حباب‌های چندگانه در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از آزمون ریشه واحد مارکوف سویچینگ راست دنباله، اقتصاد و تجارت نوین، ۲۹-۵۰: ۴(۱۱).
۵. راعی، رضا، جعفری، غلامرضا و نمکی، علی. (۱۳۸۹). تحلیل بازار بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های پیچیده مبتنی بر روش حدآستانه. بررسی‌های حسابداری و حسابرسی. ۳۳-۴۸:۱۷(۶۲).
- شرفی وقفی، سید حسام، علیزاده بیرجندی، حامد، کامران راد، صدیقه. (۱۴۰۰). تحلیل دست‌کاری سود با تأکید بر نقش مدیران غیرموظف و مدیریت ریسک سقوط قیمت سهام با استفاده از قانون بنفورد در بازار سهام ایران. پژوهش‌های راهبردی بودجه و مالی، ۲۰۲-۱۷۱:۱(۲).
۷. صانعی‌فر، متین و سعیدی، پرویز (۱۳۹۹). مقایسه شبکه های پیچیده بازارهای بورس سهام و متغیرهای اقتصادی در دوران قبل و بعد از شیوع ویروس کرونا، فصلنامه تحقیقات مدلسازی اقتصادی، ۱۵۸-۱۲۵: ۴۰.
8. Chunxia, Xueshuai, Z, Qian, L , Yanhua, C, Qiangqiang, D, (2014). Research on the evolution of stock correlation based on maximal spanning trees. *Physica A* 415: 1–18.
9. Coletti, P. (2016). Comparing minimum spanning trees of the Italian stock market using returns and volumes. *Physica A*. 463: 246–261.

10. Tse, C,K, Liu, J., Lau, F.C.M. (2010). A network perspective of the stock market. *Journal of Empirical Finance*. 17(4): 659-667.
11. AlShelahi, A and Saigal, R.(2018). Insights into the macroscopic behavior of equity markets: Theory and application. *Physica A* 505 : 778–793.
12. Malik, F. (2021). Volatility spillover between exchange rate and stock returns under volatility shifts. *The Quarterly Review of Economics and Finance* 80: 605–613.
13. Wang, G-J, Xie ,C, Stanley, H.E.(2018) , Correlation structure and evolution of world stock markets: evidence from Pearson and partial correlation-based networks, *Comput. Econ.* 51 (3): 607–635 .
14. Mantegna, R,N. (1999). Hierarchical structure in financial markets, *Eur. Phys. J. B* 11(1): 193-197.
15. Bonanno, G., Caldarelli, G., Lillo, F., Micciché, S., Vandewalle, N., Mantegna, R.N., (2004). Networks of equities in financial markets. *Euro. Phys. J. B* 38, 363–371.
16. Bonanno, G., Lillo, F., Mantegna, R.N.(2001). High-frequency cross-correlation in a set of stocks. *Quantitative Finance*.1, 96–104.
17. Onnela, J.P., Kaski, K., Kertesz, J.,(2004). Clustering and information in correlation based financial networks. *Euro. Phys. J. B* 38, 353–362.
18. Chen, G, Chen, L, Liu, Y, Qu,(2021), Stock price bubbles, leverage and systemic risk. *International Review of Economics & Finance*.*International Review of Economics & Finance*. 74: 405-417.
19. Caraiiani, p.(2012). Characterizing emerging European stock markets through complex networks: From local properties to self-similar characteristics. *Physica A* 391 :3629–3637.
20. 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.
21. Nettleton, D.(2014). *Commercial Data Mining. Processing, Analysis and Modeling for Predictive Analytics Projects*. Elsevier.
22. Zhao, L ,Li, W., cai, X.(2016). Structure and dynamics of stock market in times of crisis. *Physics Letters A*,
23. Chowdhury, MD, Balli,F.,Kabir Hassan, M.(2020).Network Connectedness of World’s Islamic Equity Markets. *.Finance Research Letters*.in press.

24. Zhang, W, Zhuang, X and Lu,Y. (2020) .Spatial spillover effects and risk contagion around G20 stock markets based on volatility network. *North American Journal of Economics and Finance*.
25. Zhang, W, Zhuang, X and Lu,Y. (2019). Dynamic evolution process of financial impact path under the multidimensional spatial effect based on G20 financial. *Physica A*.
26. Silva,T.C, Tabak, B.M, Guerra, S.M. (2014). Why do vulnerability cycles matter in financial networks?, *Physica A*. 471:592–606.
27. King, Ronald R.; Smith, Vernon L.; Williams, Arlington W.; van Boening, Mark V. (1993). "The Robustness of Bubbles and Crashes in Experimental Stock Markets. In Day, R. H.; Chen, P. (eds.). *Nonlinear Dynamics and Evolutionary Economics*. New York: Oxford University Press.
28. Stiglitz, J. E. (1990). Symposium on bubbles. *Journal of economic perspectives*, 4(2), 13-18.
29. Tabak, B,M, Silva, T.C, de Souza, S,R,T (2016). Structure and dynamics of the global financial network. *Chaos, Solitons and Fractals* 88 :218–234.
30. Sensoy, A and Tabak, B,T, (2014). Dynamic spanning trees in stock market networks: The case of Asia-Pacific. *Physica A*. 414: 387–402.
31. Chundakkadan, R,Nedumparambil, E.(2021). In search of COVID-19 and stock market behavior. *Global Finance Journal*.
32. Kharrazi, A.(2019). Resilience ,*Encyclopedia of Ecology (Second Edition)*. 9780444641304 .414-418,
33. L. da F. Costa, F. A. Rodrigues, G. Travieso, P. R. Villas Boas,(2007) Characterization of complex networks: A survey of measurements, *Adv. Phys.* 56 (1) :167–242.
34. Moghadam, H,E. Mohammadi,T,. Kashani,M,F.Shakeri, A.(2019). Complex networks analysis in Iran stock market: The application of centrality. *Physica A*.
35. Zhang,L,J, Yang, Z, H, F. F. Lu, F.F, (2014). Empirical Analysis of Correlation of Stock Index Based on Complex Network Theory. *Chinese Journal of Management Science* 12: 85-92.
36. Stefania, V, Stefano, B, Mauro,G. (2016). Financial fragility and distress propagation in a network of regions. *Journal of Economic Dynamics & control* 62: 56-75.
37. Ahelegbey, D.F. and Giudici, P. (2022). NetVIX- A network volatility index of financial markets. *Physica A*, 594.

38. Bekaert, G., Ehrmann, M., Fratzscher, M., Mehl, A., (2014). The global crisis and equity market contagion. *J. Finance* 69 (6), 2597–2649.
39. H. Stanley, V. Afanasyev, L. Amaral, S. Buldyrev, A. Goldberger, S. Havlin, H. Leschhorn, P. Maass, N. Mantegna, C. Peng, P. Prince, M. Salinger, M. Stanley, G. Viswanathan, (1996). Anomalous fluctuations in the dynamics of complex systems: from DNA and physiology to econophysics, *Physica A*. 224:302–321.
40. Jebran K, Chen S, Ullah, I, Sikandar Mirza, S. (2017). Does volatility spillover among stock markets varies from normal to turbulent periods? Evidence from emerging markets of Asia. *The Journal of Finance and Data Science*. 3 (4): 20-30.
41. Gong, X., Liu, Y., & Wang, X. (2021). Dynamic volatility spillovers across oil and natural gas futures markets based on a time-varying spillover method. *International Review of Financial Analysis*, 76, 101790.
42. Huang, C, Zhao, X, Deng, Y, Yang, X, Yang, X. (2022). Evaluating influential nodes for the Chinese energy stocks based on jump volatility spillover network. *International Review of Economics and Finance* 78: 81–94.
43. An, P, Li, H, Zhou, J, Li, Y, Sun, B, Guo, S, Qi, Y. (2020). Volatility spillover of energy stocks in different periods and clusters based on structural break recognition and network method. *Energy*, 191, 116585.
44. Bagheri, S. (2023). Carbon Dioxide Emission Spillover in the OPEC Member Countries. *Environment and Interdisciplinary Development*, 8(79), 14-25.
45. Kazemilari, MA Djauhari (2015). Correlation network analysis for multi-dimensional data in stocks market, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 429, 62-75.
46. Chen, S.W. (1992). *Journal of Management Science in China* 2: 1.
47. Huang, W,Q, Zhuang, X.T., Yao, S. (2009). A network analysis of the Chinese stock market. *Physica A*. 388: 2956-2964.
48. Bates, D.(2012). U.S. stock market crash risk, 1926–2010. *Journal of Financial Economics*.
49. Siokis, F,M. (2012) Stock market dynamics: Before and after stock market crashes, *Physica A*, 391:1315–1322.

50. Yousaf, I, Hasan, A.(2019). Linkages between Crude Oil and Emerging Asian Stock Markets: New Evidence from the Chinese Stock Market Crash, Finance Research Letters.
51. Wang, G.-J., Tang, Y., Xie, C. & Chen, S. (2019). Is Bitcoin a safe haven or a hedging asset? Evidence from China. Journal of Management Science and Engineering, 1-10.
52. Sheng, J, Dai, J, Wang, B.(2019), Identifying influential nodes in complex networks based on global and local structure, Physica A:123262.