

## آسیب پذیری شبکه سرایت بازار سهام ایران:

### رویکرد نظریه شبکه‌های پیچیده

پرویز رستم‌زاده\*، زینب یادگار\*\*

تاریخ پذیرش  
۱۴۰۱/۰۴/۲۹

تاریخ دریافت  
۱۴۰۱/۰۱/۲۲

#### چکیده:

در دنیای امروز، ساختارهای بهم پیوسته اقتصادهای مدرن باعث شده تا سرایت بحران از یک بخش یا یک کشور به سایر کشورها یا بخش‌های اقتصادی رخ بدهد. شواهد تجربی نشان داده است که بازارها با یکدیگر در ارتباط هستند و حرکت آن‌ها از هم جدا نیست. در پژوهش حاضر به منظور بررسی سرایت در بازار سهام ایران رویکردی نو ارائه می‌شود. نخست با رویکرد تحلیل اقتصادی، یک شبکه از ۳۶ صنعت منتخب اقتصاد ایران مطابق با صنایع فعال در بازار سهام تشکیل و وزن یال‌هایی که آن‌ها را بهم متصل می‌کند مطابق با آخرین جدول ۳۶ بخشی داده-ستانده مربوط به سال ۱۳۹۵ که در سال ۱۳۹۹ انتشار یافته تعیین می‌شود. در مرحله بعد یک شبکه همبستگی میان شاخص بازار سهام این ۳۶ صنعت مطابق با داده‌های ۲۴۳ روز معاملاتی در سال ۱۳۹۹ تشکیل می‌گردد. در این پژوهش با استفاده از معیارهای مرکزیت رویکردی ارائه می‌شود تا صنایع کلیدی بازار سهام مشخص گردند. مقایسه نتایج دو شبکه نشان می‌دهد در موارد محدودی در هر دو شبکه، صنعت فلزات اساسی، صنعت بانک‌ها، سرمایه‌گذاری و سایر واسطه‌های مالی و صنعت زراعت مطابق با تعدادی از معیارهای مرکزیت رتبه اول را کسب نموده‌اند و صنایع مهمی در ارتباط با اثر سرایت به شمار می‌آیند. اما در سایر موارد دو شبکه نتیجه مشابهی نداشته‌اند که نشان می‌دهد روابط میان شاخص بازار سهام صنایع صرفاً بر مبنای روابط اقتصادی میان صنایع شکل نگرفته است. نتایج این پژوهش هم به سیاست‌گذاران و هم به سهامداران کمک می‌کند تا به محض مشاهده بحران در بخش‌های مهم بازار سهام تصمیمات مناسب اتخاذ نمایند.

**کلید واژه‌ها:** بازار سهام، اثر سرایت، شبکه‌های پیچیده، جدول داده-ستانده، ایران.  
**طبقه‌بندی JEL:** D53, D57, G10, G20.

\* استادیار بخش اقتصاد دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اجتماعی دانشگاه شیراز، شیراز، ایران،

[parvizrostamzadeh@shirazu.ac.ir](mailto:parvizrostamzadeh@shirazu.ac.ir)

\*\* دانشجوی دکتری اقتصاد بخش اقتصاد دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اجتماعی دانشگاه شیراز، شیراز، ایران،

[gh.yadegar@hotmail.com](mailto:gh.yadegar@hotmail.com)

## ۱. مقدمه

بازار سهام از مهم‌ترین اجزای تشکیل دهنده اقتصاد یک کشور است که نقش مهمی در تعیین عملکرد اقتصاد دارد. امروزه با افزایش ارتباط میان اجزای سیستم‌های مالی، ایجاد اثر سرایت<sup>۱</sup>، اثر دومینو و بروز بحران‌های زنجیره‌ای به واقعیتی انکار ناپذیر تبدیل شده است. بنابراین در این شرایط نظارت بر بخش مالی و به طور خاص نظارت بر بازار سهام برای حفظ ثبات اقتصادی امری اجتناب ناپذیر است. بحران مالی ۲۰۰۷-۲۰۰۹ نشان داد که اگرچه ممکن است بحران در یک بخش شناسایی و کنترل شود اما این بحران به سرعت به سایر بخش‌ها سرایت می‌کند و تهدیدی برای کل شبکه محسوب می‌شود. یکی از مهم‌ترین آموزه‌های بحران‌های دهه‌های اخیر این است که اثر سرایت در سیستم‌ها باید به صورت ویژه مورد توجه قرار گیرد و شناسایی به موقع پریشانی و سرایت در بازار سهام از اهمیت بسیاری برخوردار است (آدامز و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۴؛ دونگ و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۱۹؛ کسوانی و وادوا<sup>۴</sup>، ۲۰۱۹). اثر سرایت توسط حرکات هم‌جهت در میان اکثریت یا تمامی اجزای یک شبکه مشخص می‌گردد. در اقتصاد اثر سرایت به معنای وقوع بحران در یک بخش به دلیل ایجاد بحران در بخش‌های دیگر است. در سطح کلان اگر بازاری نتواند خود را تسویه کند چنین شکستی می‌تواند بر رفتار عرضه کنندگان و تقاضا کنندگان سایر بازارها نیز اثرگذار باشد (گارمایسه و ناتویویداد<sup>۵</sup>، ۲۰۱۶). ارتباطات درون بازار سهام را می‌توان به صورت یک شبکه در نظر گرفت. نظریه شبکه‌ها را می‌توان ابزاری قدرتمند برای بررسی روابط میان واحدهای اقتصادی، شرکت‌ها و نهادهای مالی معرفی کرد. با توجه به اینکه تجزیه و تحلیل همبستگی و ارتباط میان اجزای یک شبکه مالی یک مساله مهم به شمار می‌آید نظریه شبکه امکان

- 
1. Contagion Effect
  2. Adams et al.
  3. Dong et al.
  4. Keswani and Wadhwa
  5. Garmaise and Natividad

بررسی همبستگی اجزای درون بازار سهام را فراهم می‌کند (اسماعیل پور و همکاران، ۱۳۹۷). عمدتاً در یک شبکه تمرکز و نظارت بر اجزای بزرگ است به عنوان مثال در بازار سهام در ارتباط با پیدایش اثر دومینو<sup>۱</sup> و اثر سرایت، سهام شرکت‌های بزرگ بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرند. در صورتی که در پیدایش یک بحران زنجیره‌وار نه تنها سهام شرکت‌های بزرگ بلکه سهام شرکت‌های کوچک نیز می‌توانند اثرگذار باشند (دیمیتریوس و واسلیوس<sup>۲</sup>، ۲۰۱۵). با رویکرد نظریه شبکه می‌توان نگاهی متفاوت به سیستم‌ها داشت. در شبکه‌های پیچیده به جای صرفاً تمرکز بر سهام شرکت‌های بزرگ در بازار سهام، سهام شرکت‌های مهم مشخص می‌شوند و مطابق با هسته‌ها اثر دومینو و سرایت بررسی می‌شود (هرناندز و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۲۰؛ گونای<sup>۴</sup>، ۲۰۲۰). با توجه به اینکه نظارت بر تمامی شرکت‌ها در بازار سهام امری بسیار دشوار است. سهام شرکت‌های مهم می‌توانند به عنوان معیاری برای بررسی پرباشانی در بازار سهام باشند و هنگامی که پرچم قرمز برافراشته کنند نهادهای ناظر به طور موثر و سریع‌تر همسایه‌های آن‌ها را بررسی می‌کنند و اقدامات لازم در جهت جلوگیری از افزایش ابعاد اثر سرایت را انجام می‌دهند (پادیمیتریو و همکاران، ۲۰۱۳).

تا به حال در مطالعات متعدد داخلی و خارجی به بررسی ارتباطات درون شبکه بازار سهام پرداخته‌اند. از جمله می‌توان به زمانی و همکاران (۱۳۸۹)، خیابانی و محمدیان نیک‌پی (۱۳۹۷) و آذری قره‌لر و رستگار (۱۳۹۵) در داخل کشور و وانگ و هوی<sup>۵</sup> (۲۰۱۷)، زو و گایو<sup>۶</sup> (۲۰۱۹) و تروگ و مورای<sup>۷</sup> (۲۰۲۰) در خارج از کشور اشاره کرد. اما تا به حال در هیچ مطالعه‌ای با استفاده از نظریه شبکه‌های پیچیده به بررسی

- 
1. Domino Effect
  2. Dimitrios and Vasileios
  3. Hernandez et al.
  4. Gunay
  5. Wang and Hui
  6. Xu and Gao
  7. Troug and Murray

ارتباطات اقتصادی میان صنایع مختلف بازار سهام پرداخته نشده است. حال آنکه صنایع مختلف بازار سهام در اقتصاد واقعی نیز با یکدیگر ارتباط دارند. یکی از راه‌های نشان دادن این ارتباط اقتصادی استفاده از جدول داده- ستانده<sup>۱</sup> است. یک جدول داده- ستانده نشان می‌دهد که بخش‌های اقتصادی به چه نهاده‌هایی از سایر بخش‌ها نیاز دارند و چه محصولاتی را به بخش‌های دیگر تحویل می‌دهند تا آن بخش‌ها به عنوان نهاده از آن استفاده کنند. بنابراین در پژوهش حاضر دو شبکه در نظر گرفته می‌شود. در شبکه اول مبنای ارتباط صنایع بازار سهام روابط آن‌ها در اقتصاد واقعی مطابق با جدول داده- ستانده و در شبکه دوم مبنای ارتباط میان آن‌ها، همبستگی میان شاخص بازار سهام این صنایع است. در همین راستا برای تشکیل شبکه اول از داده‌های مربوط به جدول ادغام شده ۳۶ بخشی داده- ستانده ایران در سال ۱۳۹۵ که در سال ۱۳۹۹ انتشار یافته و در شبکه دوم از داده‌های مربوط به ۲۴۳ روز معاملاتی در سال ۱۳۹۹ مربوط به شاخص بازار سهام این ۳۶ صنعت استفاده می‌شود. دلیل استفاده از این دو شبکه این است که تا حد امکان روابط میان صنایع بازار سهام به صورت جامع دیده شود. در واقع هم ارتباط آن‌ها در اقتصاد واقعی و هم ارتباط آن‌ها بر روی تابلوی بورس اوراق بهادار بررسی گردد.

در ادامه در بخش دوم ابتدا ادبیات تحقیق، در بخش سوم روش تحقیق، در بخش چهارم پایگاه داده‌ها، در بخش پنجم یافته‌های پژوهش و در بخش آخر، جمع‌بندی بیان می‌گردد.

## ۲. ادبیات موضوع

بازار سهام هر کشور از صنایع مختلف تشکیل شده است که تغییر در عملکرد یک صنعت نه تنها آن صنعت را درگیر می‌کند بلکه ممکن است بر سایر صنایع بازار سهام نیز اثر بگذارد. ارتباط درون بازار سهام را می‌توان به صورت یک شبکه پیچیده در نظر

گرفت. تحلیل شبکه‌های پیچیده، ابزاری جدید برای درک جنبه‌های زیادی از بازار سهام است و نقش مهمی را در مطالعات اخیر بازارهای مالی ایفا کرده است. مطالعه شبکه‌ای بازار سهام و کشف ارتباط میان بخش‌های مختلف بازار سهام مبنای مطالعه افراد زیادی در طول سال‌های اخیر قرار گرفته است. عمدتاً مطالعات در این زمینه در دو دسته مربوط به شبکه همبستگی قیمتی و شبکه مالکیت انجام شده است. کلتی<sup>۱</sup> (۲۰۱۶)، ابرهارد و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۷)، شرما و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۷)، جورج و چنکات<sup>۴</sup> (۲۰۱۷) به بررسی همبستگی قیمتی میان بخش‌های مختلف بازار سهام و از طرف دیگر افرادی مانند رتوندا و دی آرکانگلیس<sup>۵</sup> (۲۰۱۰)، گلانفلدر<sup>۶</sup> (۲۰۱۰)، دیمیتریوس و ویسیلیوس<sup>۷</sup> (۲۰۱۵) به بررسی ارتباط مالکیت بخش‌های مختلف بازار سهام در قالب شبکه‌های پیچیده پرداخته‌اند. با توجه به اینکه تجزیه و تحلیل همبستگی و ارتباط میان اجزای یک شبکه مالی یک مساله مهم به شمار می‌آید شبکه پیچیده امکان بررسی ارتباطات اجزای درون بازار سهام و اثر سرایت را فراهم می‌کند.

فربس و ریگبن<sup>۸</sup> (۲۰۰۲) افزایش همزمان تغییرات قابل توجه بین بازارهای چندین کشور پس از ایجاد یک شوک را سرایت تعریف کرده‌اند. فربس و ریگبن (۲۰۰۲) معتقدند افزایش همبستگی نشان دهنده سرایت است گرچه دیگر عامل‌های تأثیرگذار بر آن قابل مشاهده نیست. یکی از انواع سرایت را میتوان مربوط به رفتار گله‌ای در یک الگوی تجاری تعریف کرد که سرمایه‌گذاران فارغ از اطلاعات موجود تصمیم مشترکی می‌گیرند (گیوردانو و همکاران<sup>۹</sup>، ۲۰۱۳). هر نوع سرایت در بازارهای مالی در صورت

- 
1. Coletti
  2. Eberhard et al.
  3. Sharma et al.
  4. George and Changat
  5. Rotundo and D'Arcangelis
  6. Glattfelder
  7. Dimitrios and Vasileios
  8. Forbes and Rigobon
  9. Giordano et al.

نبود اقدامات لازم در نهایت منجر به بروز ریسک سیستمی<sup>۱</sup> در بازار می‌شود. در نگاه اول گاهی اصطلاح ریسک سیستمی و ریسک سیستماتیک<sup>۲</sup> به جای یکدیگر به کار می‌روند اما ریسک سیستمی را نباید با ریسک سیستماتیک اشتباه گرفت. ریسک سیستماتیک در اثر تحولات کلان اقتصادی و سیاسی نظیر چرخه‌های تجاری و سیاست‌های پولی و مالی ایجاد می‌شود. اما در ادبیات مالی سقوط ناگهانی کل سیستم مالی در نتیجه بحران در بخشی از سیستم را ریسک سیستمی می‌نامند. در واقع ریسک سیستمی اشاره به از کارافتادگی کل شبکه به دلیل شکست و بحران در قسمتی از شبکه دارد (کوفمن<sup>۳</sup>، ۲۰۰۰).

با توجه به اینکه تا به حال در هیچ مطالعه‌ای به بررسی سرایت میان صنایع بازار سهام بر مبنای جدول داده- ستانده و شبکه‌های پیچیده پرداخته نشده است. بنابراین بررسی مطالعات انجام شده در دو بخش صورت می‌پذیرد. در بخش نخست به بررسی مطالعات صورت گرفته پیرامون بررسی اثر سرایت در بازار سهام با روش‌های مختلف پرداخته می‌شود. در بخش مطالعات داخل کشور، زمانی و همکاران (۱۳۸۹) به بررسی وجود سرایت بین سهام شرکت‌ها در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از یک الگوی دینامیک چندمتغیره پرداخته‌اند. مطابق با نتایج به دست آمده سرایت نامتقارن در میان بازده‌های روزانه وجود دارد اما سرایت در تلاطم وجود ندارد. آذری قره لر و رستگار (۱۳۹۵) به مقایسه سنجه‌های ریسک سیستمی در شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران پرداخته‌اند. مطابق با نتایج به دست آمده میان ۲۰ شرکت نمونه تحقیق، شرکت سرمایه‌گذاری ساختمان ایران دارای کمترین و بانک تجارت و شرکت سایپا دارای بیشترین ریسک سیستمی هستند. خیابانی و محمدیان نیک‌پی (۱۳۹۷) به بررسی ریسک سیستمی در میان صنایع منتخب بازار سهام ایران پرداخته‌اند. مطابق با نتایج به

---

1. Systemic Risk  
2. Systematic Risk  
3. Kaufman

دست آمده تفاوت بسیار زیادی بین صنایع در ارتباط با واکنش نسبت به شاخص کل وجود دارد. در بخش مطالعات خارجی وانگ و هوی (۲۰۱۷) به تجزیه و تحلیل مبتنی بر اطلاعات متقابل برای توزیع سرایت مالی در بازارهای سهام پرداخته‌اند. مطابق با نتایج به دست آمده سرایت منطقه‌ای بین اروپا و آمریکا شدیدتر از سرایتی است که بین آمریکا و آسیا یا اروپا و آسیا وجود دارد. زو و گایو (۲۰۱۹) به بررسی سرایت ریسک مالی در بازارهای سهام پرداخته‌اند. مطابق با نتایج به دست آمده از نظر میزان سرایت ریسک، وابستگی بازار سهام چین و سایر بازارها پس از وقوع حوادث خاص به طور قابل توجهی افزایش یافته است و درجه سرایت ریسک در بازارهای پیشرفته بالاتر از بازارهای نوظهور بوده است. تروگ و مورای (۲۰۲۰) به تجزیه و تحلیل سرایت در بازارهای سهام هنگ‌کنگ و توکیو پرداخته‌اند. مطابق با نتایج به دست آمده سرایت حتی در دوران پس از بحران نیز میان بازارهای مالی وجود دارد.

در بخش دوم مطالعاتی که به بررسی ویژگی‌های مختلف بازار سهام با استفاده از نظریه‌های پیچیده پرداخته‌اند معرفی می‌گردند. در بخش مطالعات داخلی، اسماعیل پور مقدم و همکاران (۱۳۹۷) با استفاده از رویکرد تحلیل شبکه‌های پیچیده با استفاده از داده‌های ۲۴۶ سهم بازار بورس اوراق بهادار در بازه زمانی فرودین ۱۳۹۵ تا آخرین روز اسفند ماه به بررسی نوع شبکه بازار سهام ایران پرداخته‌اند. نتایج آن‌ها نشان داد که بازار سهام شبکه‌ای آزاد از مقیاس است و تحت تأثیر تعداد اندکی از سهام شرکت‌ها است. تقی‌زاده و ناظمی (۱۳۹۷) در بازه زمانی ۱۳۹۰-۱۳۹۴ به بررسی شبکه مالکیت در بازار سهام ایران پرداخته‌اند. مطابق با نتایج به دست آمده در شبکه مالکیت، عمده شرکت‌ها با یکدیگر در ارتباط هستند.

در بخش مطالعات خارجی، دیمیتریوس و واسلیوس (۲۰۱۵) به بررسی شبکه بازار سهام یونان پرداخته و از نظریه شبکه پیچیده استفاده کرده‌اند. آن‌ها بازه زمانی ۲۰۰۷-۲۰۱۲ را مورد بررسی قرار داده و شبکه‌های مختلفی را با توجه به ارتباط میان سهام

شرکت‌ها شکل داده‌اند. نتایج به دست آمده حاکی از آن بوده که شبکه سهام در کشور یونان عمق کمی داشته و به وسیله تعداد کمی سهامدار و با کوچکترین تغییرات اقتصادی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. وان<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۲۰) با استفاده از داده‌های سهام منتخب در بازار سهام چین به شناسایی بازیگران مهم در بازار سهام پرداخته‌اند. گراف مورد استفاده در این پژوهش یک گراف وزن دار و بدون جهت است. مطابق با نتایج به دست آمده بیشترین مرکزیت در بازه زمانی ۲۰۱۶-۲۰۱۷ مربوط به سهام هایتونگ<sup>۲</sup> و بیشترین مرکزیت در بازه زمانی ۲۰۱۷-۲۰۱۸ مربوط به یانگر<sup>۳</sup> است.

بررسی مطالعات انجام شده در زمینه ارتباطات درون بازار سهام نشان می‌دهد که این ارتباطات به تفکیک صنایع بورسی تا به حال بررسی نشده است و عمدتاً ارتباط میان همبستگی قیمتی سهام شرکت‌ها و شبکه ارتباط مالکیت شرکت‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین تا به حال در هیچ مطالعه‌ای صنایع بازار سهام با فعالیت‌های اقتصادی در جدول داده- ستانده تطابق داده نشده است. بنابراین در پژوهش حاضر دو شبکه در نظر گرفته می‌شود. در شبکه اول ارتباط میان صنایع بازار سهام مطابق با روابط اقتصادی جدول داده- ستانده مشخص می‌گردد. در شبکه دوم همبستگی شاخص بازار سهام صنایع مورد بررسی قرار می‌گیرد.

### ۳. الگو و روش پژوهش

روش تحقیق مطالعه حاضر از نظر روش، تحلیلی و توصیفی و از نظر هدف، کاربردی است. در پژوهش حاضر دو شبکه در نظر گرفته می‌شود.

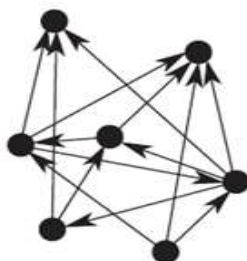
نخست یک شبکه از ۳۶ فعالیت اقتصادی منطبق با صنایع بازار سهام در نظر گرفته می‌شود و یک شبکه وزن دار و جهت دار به وجود می‌آید. به صورت کلی اتصال‌های جهت دار مبدأ و مقصدی کاملاً مشخص دارند و با پیکان نشان داده می‌شوند (ساجدیان

---

1. Wan  
2. Haitong  
3. Youngor



فرد و همکاران، ۱۳۹۹). در شکل (۱)، نمونه‌ای از یک گراف جهت‌دار نشان داده شده است.



شکل (۱). نمونه‌ای از یک گراف جهت‌دار

منبع: پویان (۱۳۸۹)

در شبکه نخست پژوهش حاضر، گره‌ها نشان دهنده صنایع و وزن یال‌ها نشان دهنده میزان نهاده‌ای است که یک صنعت از صنایع دیگر دریافت می‌کند و میزان ستانده‌ای است که آن صنعت به سایر صنایع می‌دهد. به عنوان مثال یک یال از صنعت A به صنعت B می‌رود و جهت پیکان از A به سمت B است. وزن این یال میزان ستانده‌ی صنعت A است که به عنوان نهاده مورد استفاده صنعت B قرار می‌گیرد. در مقابل یال دیگری از صنعت B به صنعت A می‌رود و جهت پیکان از B به سمت A است. وزن این یال میزان ستانده صنعت B است که به عنوان نهاده مورد استفاده صنعت A قرار می‌گیرد. در این بخش از آخرین جدول داده-ستانده اقتصاد ایران مربوط به سال ۱۳۹۵ که در سال ۱۳۹۹ توسط بانک مرکزی منتشر گردیده استفاده می‌شود. نحوه تطابق جدول داده-ستانده با صنایع بازار سهام مطابق با کدهای ISIC<sup>1</sup> است. یک جدول داده-ستانده نشان می‌دهد که فعالیت‌های اقتصادی به چه نهاده‌هایی نیازمند هستند و چه ستانده‌هایی را به عنوان نهاده در اختیار سایر بخش‌ها قرار می‌دهند (وانگ

1. International Standard Industrial Classification

و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۲۱؛ لونگ و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۲۰). قسمت مهم جدول داده- ستانده که در پژوهش حاضر برای تشکیل شبکه از آن استفاده شده است " ماتریس مبادلات بین بخشی"<sup>۳</sup> است (یو و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۱۹).

در گام بعدی، یک شبکه همبستگی میان شاخص بازار سهام این ۳۶ صنعت در نظر گرفته می‌شود. در این بخش از داده‌های ۲۴۳ روز معاملاتی در سال ۱۳۹۹ مربوط به شاخص بازار سهام ۳۶ صنعت فعال در بازار سهام ایران استفاده می‌شود. این شبکه وزن دار و بدون جهت است. در شکل (۲)، نمونه‌ای از یک گراف بدون جهت نشان داده شده است.



شکل (۲). نمونه‌ای از یک گراف بی‌جهت

منبع: پویان (۱۳۸۹)

گره‌ها در شبکه دوم پژوهش حاضر، شاخص صنایع فعال در بازار سهام هستند و وزن‌یال‌ها میزان همبستگی میان شاخص دو صنعتی است که یال آن‌ها را بهم متصل کرده است. برای محاسبه همبستگی میان شاخص بازار سهام صنایع از ضریب

1. Wang et al.

2. Long et al.

<sup>۳</sup>ماتریس مبادلات بین بخشی جریان مبادله‌ی محصولات واسطه‌ای بین فعالیت‌های تولیدی است که ارقام آن برحسب واحد پولی است. هر عنصر این ماتریس خرید یک بخش از بخش دیگر را نشان می‌دهد. به عنوان مثال برابر با خرید بخش ۱ از بخش ۲ برای تولید  $X_1$  است. به عبارت دیگر اگر بخش ۱ بخواهد  $X_2$  را تولید کند باید به اندازه‌ی  $X_{12}$  از محصولات بخش ۱ را به صورت نهاده مصرف نماید.

4. Yu et al.

همبستگی پیرسون که برای داده‌های فاصله‌ای مناسب است استفاده می‌شود. ضریب همبستگی پیرسون عددی بین  $-1$  و  $+1$  است و چنانچه این ضریب برابر با صفر شود نشان دهنده این است که بین بردار عددها ارتباطی وجود ندارد. هرچه میزان ضریب همبستگی به سمت  $-1$  برود نشان دهنده ارتباط قوی معکوس و هرچه قدر میزان ضریب همبستگی به سمت  $+1$  برود بیانگر ارتباط قوی و مستقیم میان بردارهای عددی است. این شبکه، ۳۶ گره دارد که هر گره نشان دهنده شاخص بازار سهام یک صنعت است و وزن یالی که دو صنعت را بهم متصل می‌کند میزان همبستگی است که میان شاخص بازار سهام این دو صنعت وجود دارد. به عنوان مثال یالی که شاخص بازار سهام صنعت A و شاخص بازار سهام صنعت B را بهم متصل می‌کند بدون جهت است و وزن این یال، میزان همبستگی میان شاخص بازار سهام این دو صنعت است که مطابق با ضریب همبستگی پیرسون محاسبه می‌شود. با استفاده از نرم افزار متلب<sup>۱</sup> و گفی<sup>۲</sup> شاخص‌های چگالی و مرکزیت محاسبه می‌گردد. چگالی نسبت تعداد اتصالات و روابط مشاهده شده در شبکه به کل روابط ممکن است. چگالی شبکه، عددی بین صفر و یک است که نشان می‌دهد رئوس شبکه چه قدر خوب به هم متصل شده‌اند (هانسن و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۱۱: ۴۰). مرکزیت یکی از شاخص‌های شبکه است که رئوس مهم و مرکزی و اثرگذار در یک شبکه را شناسایی می‌کند (رگگانی و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۰۹: ۲۵۷).

## ۵. یافته‌های پژوهش و تحلیل نتایج

### ۵-۱. شبکه ارتباطات میان صنایع در بازار سهام بر مبنای جدول داده-ستانده

در این قسمت شبکه ارتباطات میان صنایع بازار سهام بر مبنای روابط آن‌ها در جدول داده-ستانده تشکیل می‌شود. در ابتدا چگالی شبکه ارتباطات میان صنایع محاسبه

---

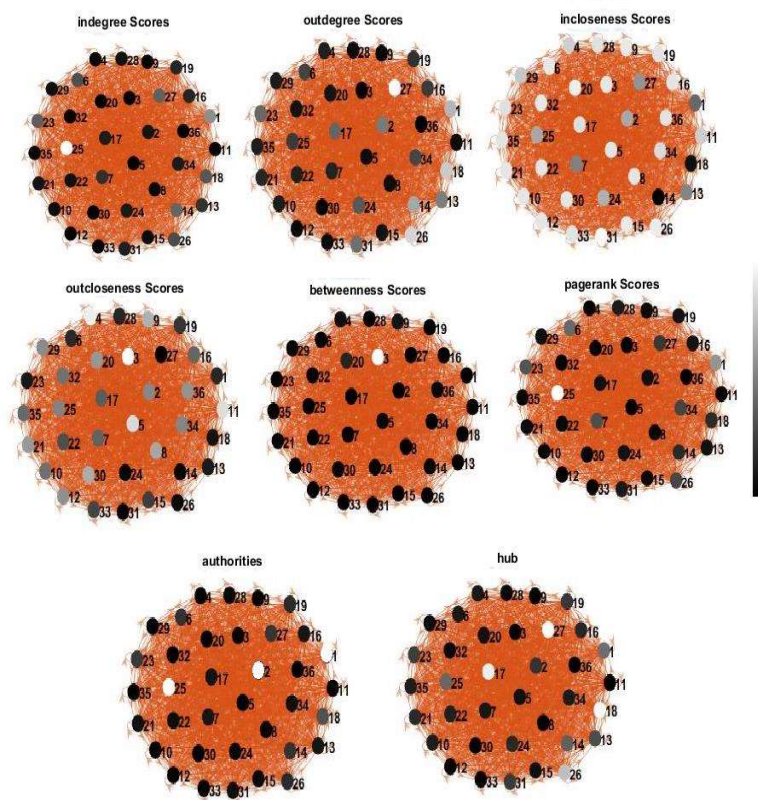
1. Matlab 2021a  
 2. Gephi  
 3. Hansen et al.  
 4. Reggiani

می‌شود. چگالی عددی بین صفر و یک است و هرچقدر به یک نزدیک تر باشد نشان دهنده این است که اتصالات درون شبکه بیشتر است. در این پژوهش چگالی شبکه ارتباطات میان صنایع در بازار سهام برابر با ۱ شده است که نشان می‌دهد صنایع با یکدیگر کاملاً متصل هستند و چنانچه این شبکه با حمله و شوک مواجه شود این شوک به سرعت به تمام بخش‌ها منتقل می‌شود و کل شبکه آسیب می‌بیند. در جدول (۱)، کدهای مربوط به هر صنعت بیان و رتبه‌بندی شاخص‌های مرکزیت برای صنایع مطابق با کدهای مذکور در شکل (۳)، نشان داده شده است.

جدول (۱). کدهای در نظر گرفته شده برای صنایع بازار سهام در پژوهش حاضر

کد	نام صنعت	کد	نام صنعت	کد	نام صنعت
۱	زراعت	۱۳	پالایشی	۲۵	پیمانکاری صنعتی
۲	استخراج نفت گاز	۱۴	شیمیایی	۲۶	عمده فروشی و خرده فروشی
۳	استخراج زغال سنگ	۱۵	دارویی	۲۷	حمل و نقل
۴	استخراج کانه های فلزی	۱۶	لاستیکی و پلاستیکی	۲۸	هتل و رستوران
۵	استخراج سایر معادن	۱۷	کانی های غیر فلزی	۲۹	مخابرات
۶	غذایی	۱۸	فلزات اساسی	۳۰	رایانه و ارتباطات
۷	قند و شکر	۱۹	محصولات فلزی	۳۱	سرمایه‌گذاری‌ها، بانک‌ها و سایر واسطه‌های مالی
۸	منسوجات	۲۰	تولیدات رایانه ای، الکترونیکی و نوری و دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی	۳۲	بیمه
۹	محصولات چرمی	۲۱	ماشین‌آلات برقی	۳۳	کمک به نهادهای واسطه مالی
۱۰	محصولات چوبی	۲۲	ماشین‌آلات و تجهیزات	۳۴	املاک و مستغلات
۱۱	محصولات کاغذی	۲۳	خودرو و وسایل نقلیه موتوری	۳۵	فعالیت‌های مهندسی
۱۲	چاپ و انتشار	۲۴	برق و گاز	۳۶	هنری

منبع: یافته‌های پژوهش



شکل (۳). شبکه ارتباط ۳۶ صنعت بازار سهام مطابق با جدول داده - ستانده بر مبنای اهمیت گره‌ها مطابق با شاخص‌های مرکزیت. شماره هر گره مطابق با جدول ۱ تعیین شده است. طیف رنگی از مشکی به سفید از کمترین به بیشترین است.

منبع: یافته‌های پژوهش

درجه ورودی هر صنعت نشان دهنده میزان نهاده‌ای است که یک صنعت از سایر صنایع دریافت می‌کند. اما برای محاسبه این شاخص علاوه بر تعداد اتصالات اهمیت وزن یال‌ها نیز در نظر گرفته شده است. در واقع علاوه بر تعداد صناعی که به یک صنعت نهاده می‌دهند، میزان نهاده نیز در محاسبه شاخص مرکزیت اهمیت دارد. مطابق با شکل (۳)، "پیمانکاری صنعتی" دارای بیشترین میزان درجه ورودی و پس از آن به ترتیب "زراعت"،

"شیمیایی" و "حمل و نقل" دارای بیشترین میزان درجه ورودی هستند. درجه خروجی برای هر صنعت نشان دهنده میزان ستانده یک صنعت است که به عنوان نهاده به سایر صنایع می‌دهد. برای محاسبه این شاخص اهمیت وزن یال‌ها نیز در نظر گرفته شده است. مطابق با شکل (۳)، "حمل و نقل" دارای بیشترین میزان درجه خروجی و پس از آن به ترتیب "عمده فروشی و خرده فروشی"، "فلزات اساسی" و "زراعت" دارای بیشترین میزان درجه خروجی هستند.

نزدیکی ورودی بیشتر نشان دهنده این است که آن صنعت در مدت زمان کمتری می‌تواند از بقیه صنایع نهاده بگیرد. مطابق با شکل (۳)، "سرمایه‌گذاری‌ها، بانک‌ها و سایر واسطه‌های مالی" دارای بیشترین میزان نزدیکی ورودی و پس از آن به ترتیب "عمده فروشی و خرده فروشی"، "تولیدات رایان‌های، الکترونیکی و نوری و دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی" و "زراعت" دارای بیشترین میزان نزدیکی ورودی هستند.

نزدیکی خروجی بیشتر نشان دهنده این است که آن صنعت در مدت زمان کمتری می‌تواند به بقیه صنایع ستانده بدهد. مطابق با شکل (۳)، "استخراج زغال سنگ" دارای بیشترین میزان نزدیکی خروجی و پس از آن به ترتیب "استخراج کانه‌های فلزی"، "کاغذی" و "استخراج سایر معادن" دارای بیشترین میزان نزدیکی خروجی هستند.

مرکزیت بینابینی بیشتر نشان دهنده این است که آن تعداد صنایع بیشتری برای ارتباط سریعتر با یکدیگر به این صنعت نیاز دارند. مطابق با شکل (۳)، "استخراج زغال سنگ" دارای بیشترین میزان مرکزیت بینابینی و پس از آن به ترتیب "تولیدات رایان‌های، الکترونیکی و نوری و دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی"، "محصولات چرمی" و "استخراج کانه‌های فلزی" دارای بیشترین میزان مرکزیت بینابینی هستند.

رتبه صفحه نشان دهنده این است که اعتبار یک گره به گره‌هایی است که با آن در ارتباط هستند و هرچه این گره‌ها با ارزشتر باشند اعتبار این گره افزایش می‌یابد. مطابق

با شکل (۳)، "پیمانکاری صنعتی" دارای بیشترین میزان رتبه صفحه و پس از آن به ترتیب "زراعت"، "غذایی" و "خودرو و وسایل نقلیه موتوری" دارای بیشترین میزان رتبه صفحه هستند.

گره‌های نفوذی گره‌های اصلی در شبکه به حساب می‌آیند. مطابق با شکل (۳)، "زراعت" دارای بیشترین میزان نفوذ و پس از آن به ترتیب "استخراج نفت گاز"، "پیمانکاری صنعتی" و "خودرو و وسایل نقلیه موتوری" دارای بیشترین میزان نفوذ هستند.

گره‌های قطبی گره‌های اصلی نیستند اما با گره‌های اصلی در ارتباط هستند و مابقی گره‌ها برای ارتباط با گره‌های نفوذی می‌توانند از طریق ارتباط با گره‌های قطبی با گره‌های نفوذی در ارتباط باشند. مطابق با شکل (۳)، "فلزات اساسی" دارای بیشترین میزان قطب و پس از آن به ترتیب "حمل و نقل"، "کانی‌های غیر فلزی" و "عمده فروشی و خرده فروشی" دارای بیشترین میزان قطب هستند.

در این بخش معیارهای مختلف مرکزیت برای بررسی جایگاه صنایع در شبکه ارتباطات میان صنایع بر مبنای جدول داده-ستانده به کار گرفته شد. در عمده‌ی پژوهش‌ها اهمیت یک صنعت بر مبنای ارزش افزوده ایجاد شده توسط آن صنعت بررسی می‌شود، حال آنکه معیارهای مرکزیت نگاه دیگری به اهمیت صنایع دارد. با استفاده از معیارهای مرکزیت قدرت یک صنعت در اقتصاد بر مبنای ارتباط با دیگر صنایع مشخص می‌گردد. در این بخش با معیارهای مختلف مرکزیت صنایع قدرتمند که ارتباط قوی‌تری با سایر صنایع دارند شناسایی گردیدند. درجه ورودی میزان نهاده دریافتی، درجه خروجی میزان ستانده خروجی هر صنعت به سایر صنایع، نزدیکی ورودی نشان دهنده سرعت صنایع برای دریافت نهاده، نزدیکی خروجی نشان دهنده سرعت یک صنعت برای داده ستانده به سایر صنایع، مرکزیت بینابینی نقش یک صنعت در ارتباط سریعتر دو صنعت با یکدیگر، رتبه صفحه نشان دهنده اعتبار یک صنعت بر

حسب صنایعی که با آن در ارتباط هستند و قطبیت نشان دهنده نقش گره به عنوان پل ارتباطی با گره نفوذی است.

در شکل (۴) شبکه ارتباط میان صنایع بازار سهام بر مبنای وزن یالها نمایش داده شده است. هرچه وزن یال بیشتر شود یعنی میزان نهاده و ستانده مبادله شده بین دو گره افزایش یافته و ضخامت یال بیشتر می‌شود.



شکل (۴). شبکه ارتباط ۳۶ صنعت بازار سهام بر مبنای وزن یالها

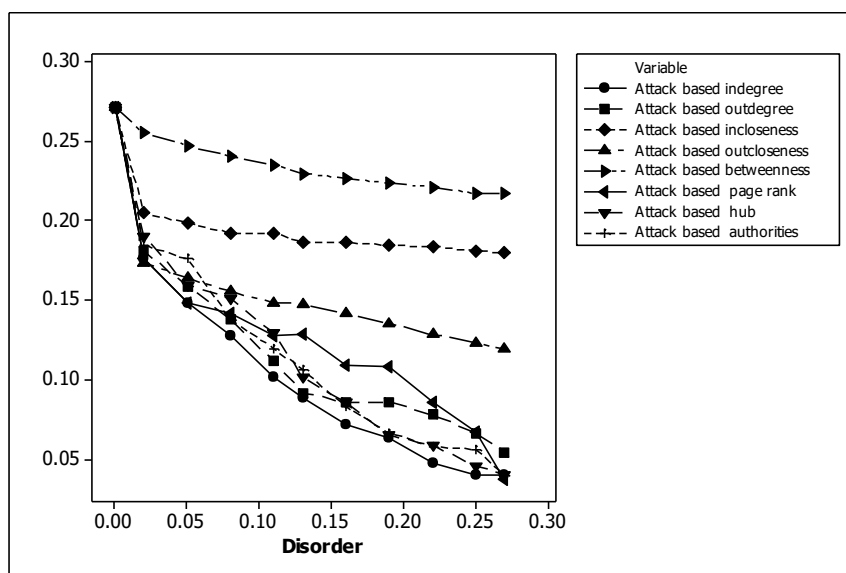
منبع: یافته‌های پژوهش

- ۲-۵. حمله به شبکه سرایت میان صنایع بازار سهام مطابق با جدول داده- ستانده در این بخش هشت نوع حمله به شبکه سرایت میان صنایع بازار سهام مطابق با جدول داده- ستانده صورت می‌گیرد. برای بررسی حملات، از سه لایه مرحله استفاده می‌شود.
  - ۱- در لایه اول شبکه‌های اولیه ایجاد و ذخیره می‌شوند.
  - ۲- در لایه دوم حمله بر روی شبکه انجام می‌شود. بعد از حذف هر گره، شبکه به دست آمده ذخیره می‌شود.
  - ۳- در لایه سوم شبکه‌ها ذخیره شده در هر مرحله از حمله و بعد از حذف هر گره



بررسی می‌شوند. در اینجا بعد از حذف هر گره، استحکام شبکه ذخیره می‌شود (پویان، ۱۳۸۹).

در الگوریتم محاسبه اولیه، بعد از حمله به هر گره آن گره حذف می‌شود و دیگر به شبکه باز نمی‌گردد. در شکل (۵)، نتایج حمله به شبکه بر اساس معیارهای مختلف نمایش داده شده است.



شکل (۵). حمله به شبکه سرایت میان صنایع بازار سهام مطابق با جدول داده - ستانده

منبع: یافته‌های پژوهش

مطابق با نتایج به دست آمده تقریباً در تمامی مراحل حمله به گره‌های با درجه ورودی بیشتر موثرتر واقع شده است. مطابق با نتایج به دست آمده در بخش قبل پیمانکاری صنعتی دارای بیشترین میزان درجه ورودی و پس از آن به ترتیب زراعت، شیمیایی و حمل و نقل دارای بیشترین میزان درجه ورودی هستند. چنانچه گره‌های با

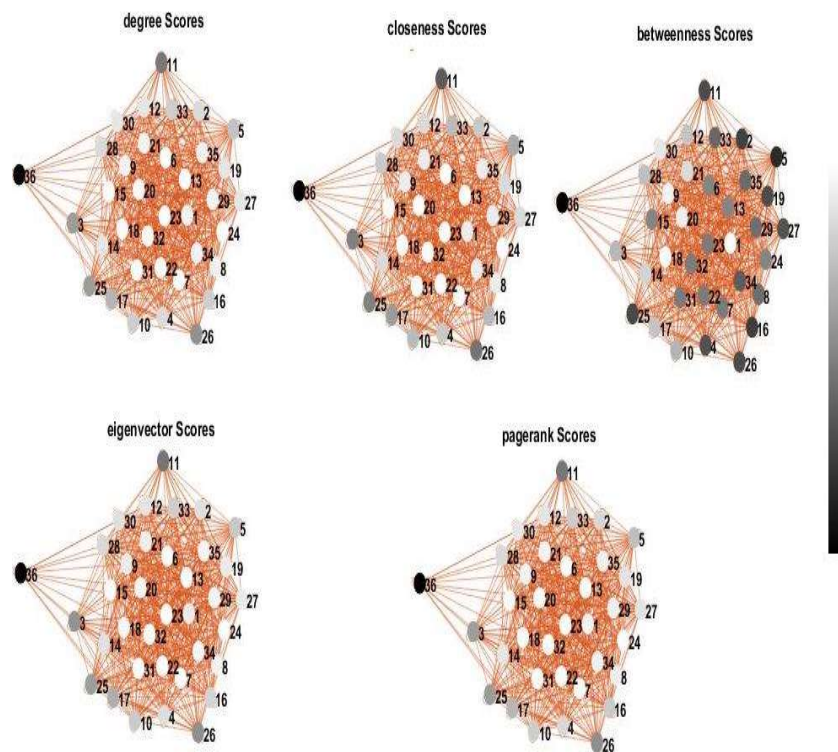
درجه ورودی بیشتر در شبکه ارتباطات میان صنایع بازار سهام مطابق با جدول داده- ستانده، مورد حمله قرار گیرند این شبکه نسبت به سایر معیارها با سرعت بیشتری متلاشی می‌شود. اما این به معنی مهم نبودن سایر معیارها نیست و صرفاً بدین معنی است که حمله بر روی گره‌های با درجه ورودی بالاتر سرعت بیشتری در تخریب شبکه دارد.

### ۳-۵. شبکه همبستگی میان شاخص بازار سهام صنایع

در این قسمت شبکه ارتباطات شاخص بازار سهام صنایع بر مبنای همبستگی میان شاخص بازار سهام این صنایع تشکیل می‌شود. در ابتدا چگالی شبکه ارتباطات میان شاخص بازار سهام صنایع محاسبه می‌شود. چگالی عددی بین صفر و یک است و هرچقدر به یک نزدیک تر باشد نشان دهنده این است که اتصالات درون شبکه بیشتر است. در این بخش چگالی شبکه همبستگی شاخص بازار سهام صنایع برابر با ۰/۹۷ شده است که نشان می‌دهد شاخص بازار سهام صنایع با یکدیگر تقریباً به صورت کامل متصل هستند و چنانچه این شبکه با حمله و شوک مواجه شود این شوک به سرعت به تمام بخش‌ها منتقل می‌شود و کل شبکه آسیب می‌بیند. در شکل (۶)، رتبه‌بندی شاخص بازار سهام صنایع مختلف بر اساس معیارهای مختلف مرکزیت مطابق با کدهای جدول (۱)، نشان داده شده است.

درجه نشان دهنده تعداد اتصالاتی است که میان شاخص بازار سهام هر صنعت با سایر شاخص بازار سهام صنایع وجود دارد. مطابق با شکل ۶، "سرمایه‌گذاری‌ها، بانک‌ها و سایر واسطه‌های مالی"، "خودرو و وسایل نقلیه موتوری"، "پالایشی"، "بیمه"، "فلزات اساسی"، "غذا"، "قند و شکر"، "دارویی"، "برق و گاز"، "ماشین‌آلات و تجهیزات"، "تولیدات رایانه ای، الکترونیکی و نوری و دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی" دارای بیشترین میزان درجه هستند که نشان می‌دهد شاخص بازار سهام این صنایع

بیشترین تعداد ارتباط را با شاخص بازار سهام سایر صنایع دارند.



شکل (۶). شبکه ارتباط ۳۶ صنعت بازار سهام مطابق با همبستگی میان شاخص بازار سهام صنایع بر مبنای اهمیت گره‌ها مطابق با شاخص‌های مرکزیت.

منبع: یافته‌های پژوهش

مرکزیت نزدیکی نشان دهنده این است که هر گره چقدر به سایر گره‌ها در شبکه نزدیک است. مطابق با شکل (۶)، "سرمایه‌گذاری‌ها، بانک‌ها و سایر واسطه‌های مالی"، "خودرو و وسایل نقلیه موتوری"، "پالایشی"، "بیمه"، "فلزات اساسی"، "غذا"، "قند و شکر"، "دارویی"، "برق و گاز"، "ماشین‌آلات و تجهیزات"، "تولیدات رایان‌های،

الکترونیکی و نوری و دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی" دارای بیشترین میزان نزدیکی هستند که نشان می‌دهد شاخص بازار سهام این صنایع به شاخص بازار سهام سایر صنایع در شبکه نزدیک‌تر هستند.

مرکزیت بینابینی بیشتر نشان دهنده این است که تعداد گره‌های بیشتری برای ارتباط سریعتر با یکدیگر به این گره نیاز دارند. مطابق با شکل (۶)، "صنعت زراعت" دارای بیشترین میزان مرکزیت بینابینی و پس از آن به ترتیب "فلزات اساسی"، "تولیدات چرمی" و "تولیدات رایان‌های، الکترونیکی و نوری و دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی" دارای بیشترین میزان مرکزیت بینابینی هستند. رتبه صفحه نشان دهنده این است که اعتبار یک گره به گره‌هایی است که با آن در ارتباط هستند و هرچه این گره‌ها با ارزشتر باشند اعتبار این گره افزایش می‌یابد. مطابق با شکل (۶)، "فلزات اساسی" دارای بیشترین میزان رتبه صفحه و پس از آن به ترتیب "صنعت تولیدات رایان‌های، الکترونیکی و نوری و دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی"، "دارویی" و "غذایی" دارای بیشترین میزان رتبه صفحه هستند.

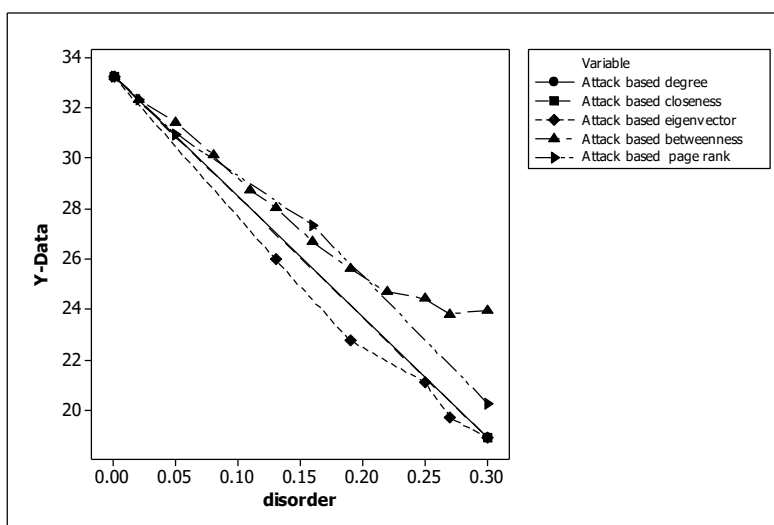
مرکزیت بردار ویژه نشان دهنده اهمیت یک گره به دلیل اهمیت گره‌های همسایه اش است. مطابق با شکل (۶)، "خودرو و وسایل نقلیه موتوری"، "بیمه"، "قند و شکر"، "سرمایه‌گذاری‌ها، بانک‌ها و سایر واسطه‌های مالی" و "تجهیزات و ماشین‌آلات" در رتبه اول قرار دارند.

در این بخش قدرت یک صنعت بر مبنای ارتباط شاخص بازار سهام آن با سایر صنایع در بازار سهام بررسی و نقاط مهم شناسایی گردیدند. مقایسه نتایج مرکزیت گره‌های دو شبکه اول و دوم نشان می‌دهد که ارتباط میان دو شبکه جز در مواردی مانند اهمیت صنایع فلزات اساسی، زراعت و سرمایه‌گذاری‌ها، بانک‌ها و سایر واسطه‌های مالی در هر دو شبکه، محدود بوده است و این نشان می‌دهد که عوامل دیگری علاوه بر ارتباط اقتصادی موجود میان صنایع بر ارتباط شاخص بازار سهام این

صنایع تأثیرگذار بوده و الزاما رفتار شاخص بازار سهام صنایع دنباله‌رو روابط آن‌ها در اقتصاد واقعی نبوده است.

#### ۴-۵. حمله به شبکه همبستگی شاخص بازار سهام صنایع

در این بخش پنج نوع حمله به شبکه همبستگی شاخص بازار سهام صنایع انجام می‌گیرد. نتایج در شکل (۷)، قابل مشاهده است.



شکل (۷). حمله به شبکه همبستگی شاخص بازار سهام صنایع

منبع: یافته‌های پژوهش

مطابق با نتایج به دست آمده تقریباً در تمامی مراحل حمله به گره‌های با مرکزیت بردار ویژه بالاتر موثرتر بوده است و زودتر شبکه را دچار فروپاشی می‌کند. مطابق با نتایج بخش قبل خودرو و وسایل نقلیه موتوری، "بیمه"، "قند و شکر"، "سرمایه‌گذاری‌ها، بانک‌ها و سایر واسطه‌های مالی" و "تجهیزات و ماشین‌آلات" بیشترین مرکزیت بردار ویژه را دارند. اما این به معنی مهم نبودن سایر معیارها نیست و

صرفاً بدین معنی است که حمله بر روی گره‌های با بردار ویژه بالاتر سرعت بیشتری در تخریب شبکه دارد.

### ۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

یکی از مهم‌ترین درس‌های بحران‌های مالی جهانی، نیاز به یک درک بهتر از ارتباطات میان اجزای شبکه‌های مالی است. شناخت وابستگی‌های درونی و ارتباطات متقابل صنایع در بازار سهام و توسعه معیارهایی که وابستگی بازده شرکت‌ها را پیش‌بینی نماید از اهمیت زیادی برخوردار است. نظریه شبکه بر روی کل سیستم تمرکز می‌نماید و همه اجزا را در کنار هم و در تعامل با هم بررسی می‌کند. تا به حال مطالعات زیادی در زمینه بررسی ارتباطات قیمتی و ارتباطات مالکیت میان اجزای بازار سهام صورت گرفته است اما تا به حال در هیچ مطالعه‌ای به بررسی شبکه ارتباطات اقتصادی صنایع بازار سهام با استفاده از نظریه شبکه‌های پیچیده پرداخته نشده است. به همین منظور ۳۶ صنعت منتخب بازار سهام ایران در نظر گرفته و دو شبکه تشکیل شد. در شبکه نخست، مطابق با شرایط اقتصادی ارتباط میان صنایع بررسی می‌شود اما در شبکه دوم، به شرایط اقتصادی توجهی نمی‌شود بلکه الگوی ارتباط قیمتی میان صنایع مورد توجه قرار می‌گیرد.

در شبکه اول با رویکرد اقتصادی، ۳۶ صنعت بازار سهام مطابق با مبادله داده و ستانده‌ای که در اقتصاد واقعی بینشان وجود دارد در نظر گرفته شدند. گراف شکل گرفته در این بخش یک گراف جهت‌دار و وزن‌دار است. گره‌ها در این شبکه نشان دهنده هر صنعت و وزن یال‌ها میزان نهاده‌ای که هر صنعت از سایر صنایع دریافت می‌کند و میزان ستانده‌ای که هر صنعت به سایر صنایع می‌دهد است. میزان چگالی این شبکه برابر با ۱ شد که نشان دهنده این است که گره‌ها کاملاً به یکدیگر متصل هستند و در صورت بروز شوک و حمله، این شبکه به شدت دچار آسیب خواهد شد. نتایج

حمله به این شبکه بیانگر این بوده است که تقریباً در تمامی مراحل، حمله به گره‌های با درجه ورودی بیشتر موثرتر واقع شده و شبکه زودتر متلاشی می‌شود. پیمانکاری صنعتی، زراعت، شیمیایی و حمل و نقل دارای بیشترین مرکزیت درجه ورودی بوده‌اند. در شبکه دوم، ۳۶ صنعت بازار سهام مطابق با میزان همبستگی که میان شاخص‌شان در بازار سهام وجود دارد در نظر گرفته شدند. گراف شکل گرفته در این بخش یک گراف بدون جهت و وزن دار است. گره‌ها در این شبکه نشان دهنده شاخص بازار سهام هر صنعت و وزن یال‌ها میزان همبستگی میان شاخص بازار سهام دو صنعتی است که یال آن‌ها را بهم متصل می‌کند. به همین منظور داده‌های ۲۴۳ روز معاملاتی مربوط به شاخص صنایع بازار سهام در نظر گرفته شد. میزان چگالی این شبکه برابر با ۰/۹۷ شد که نشان دهنده این است که گره‌ها تقریباً به صورت کامل به یکدیگر متصل هستند و در صورت بروز شوک و حمله، این شبکه به شدت دچار آسیب خواهد شد و به دلیل ارتباط زیاد میان گره‌ها در این شبکه چنانچه شوکی به این شبکه وارد شود به سرعت این شوک در شبکه گسترش می‌یابد. مطابق با نتایج به دست آمده تقریباً در تمامی مراحل حمله به گره‌های با مرکزیت بردار ویژه بالاتر موثرتر بوده است و با سرعت بیشتری شبکه را دچار فروپاشی می‌کند. خودرو و وسایل نقلیه موتوری"، "بیمه"، "قند و شکر"، "سرمایه‌گذاری‌ها، بانک‌ها و سایر واسطه‌های مالی" و "تجهیزات و ماشین‌آلات" دارای بیشترین مرکزیت بردار ویژه بوده‌اند. نتایج مربوط به این بخش به مطالعه خیابانی و محمدیان نیک‌پی (۱۳۹۷) نزدیک است. مطابق با نتایج مطالعه آن‌ها در بازه زمانی ۱۳۸۶ الی ۱۳۹۶ صنایع شیمیایی و فرآورده‌های نفتی تأثیرگذاری بیشتری در بازار سهام داشته‌اند. همچنین آذری قره‌لر و رستگار (۱۳۹۵) در مطالعه خود در بازه زمانی ۱۳۹۴-۱۳۹۰ به این نتیجه رسیدند که بانک تجارت از گروه بانکی و شرکت سایپا از گروه خودرویی بیشترین سهم را در ایجاد ریسک سیستمی داشته‌اند. مقایسه نتایج دو شبکه اول و دوم در پژوهش حاضر با یکدیگر نشان می‌دهد نتایج

این دو شبکه مطابق با معیارهای مرکزیت به جز در موارد محدودی با یکدیگر مشابهت کامل ندارند. اما گروه‌های فلزات اساسی، سرمایه‌گذاری‌ها، بانک‌ها و سایر واسطه‌های مالی و زراعت در بعضی معیارهای مرکزیت در هر دو شبکه رتبه اول را کسب نموده‌اند. بنابراین این صنایع ذکر شده در هر دو شبکه نقاط با اهمیتی به حساب می‌آیند و چه به لحاظ اقتصادی و چه به لحاظ شاخص بازار سهام، صنایع مهمی هستند. اما سایر نتایج مربوط به دو شبکه شباهتی به یکدیگر ندارند. در واقع می‌توان گفت که صرفاً روابط اقتصادی بر کل روابط درون بازار سهام حاکم نیست. مرکزیت در شبکه همبستگی شاخص بازار سهام، الزاماً دنباله رو مرکزیت در شبکه ارتباط صنایع بر مبنای داده-ستانده نیست. اگر صنعتی در اقتصاد واقعی در موقعیت مرکزی‌تر واقع شده الزاماً در شبکه همبستگی شاخص بازار سهام صنایع، مرکزیت بیشتری ندارد. اما همان مشابهت محدود میان نتایج دو شبکه نشان می‌دهد از همان تأثیر ولو محدود روابط اقتصادی بر روابط درون بازار سهام نباید چشم‌پوشی کرد. از آنجایی که در این پژوهش نقاط کلیدی بازار سهام با دید روابط اقتصادی و همبستگی شاخص بازار سهام شناسایی گردیدند لذا پیشنهاد می‌شود نهاد ناظر سیستمی که قدرت و اختیارات خاصی داشته و به تمام اطلاعات دسترسی دارد ایجاد شده و در شرایط خاص هشدارهای لازم را اعلام نماید و اقدامات موثری را به اجرا درآورد.

#### منابع:

- Adams, Z., Füßs, R., & Gropp, R. (2014). Spillover effects among financial institutions: A state-dependent sensitivity value-at-risk approach. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 49(3), 575-598.
- Azari Qaralar, A., & Rastegar, M. A. (2016). Comparison of systemic risk measures in Tehran Stock Exchange companies. Conference on Mathematics and Humanities, Shiraz, Iran (In Persian).
- Coletti, P. (2016). Comparing minimum spanning trees of the Italian stock market using returns and volumes. *Physica A*, 463, 246-261.
- Dimitrios, K., Vasileios, O. (2015). A network analysis of the Greek stock market. *Procedia Economics and Finance*, 33, 340-349.



- Dong, Y., Wang, J., & Chen, T. (2019). Price linkage rumors in the stock market and investor risk contagion on bilayer-coupled networks. *Complexity*, 19, 1-22.
- Eberhard, J., Lavin, J. F. & Montecinos-Pearce, A. (2017). A Network-Based Dynamic Analysis in an Equity Stock Market. *Complexity*, 17, 1-16.
- Garmaise, M. & Natividad, G. (2016). Spillovers in Local Banking Markets. *The Review of Corporate Finance Studies*, 5(2), 139-165.
- Esmailpour, H., Mohammadi, T., Kashani, M., & Shakeri, A. (2019). Provide a new indicator to reflect stock market behavior using a complex network analysis approach. *Financial Economics Quarterly*, (46) 13, 25-40 (In Persian).
- George, S. & Changat, M. (2017). Network approach for stock market data mining and portfolio analysis, International Conference on Networks & Advances in Computational Technologies (NetACT), *Thiruvanthapuram*, 17, 251-256.
- Glattfelder, J.B. (2010). Ownership networks and corporate control: mapping economic power in a globalized world. Ph.D Thesis, Eth Zurich University.
- Gunay, S. (2020). A new form of financial contagion: COVID-19 and stock market responses. Available at SSRN 3584243.
- Hansen, D. L., Shneiderman, B. & M. A. Smith (2011). Analyzing Social Media Networks with Nodexl: Insights from a Connected World. China: Elsevier Inc.
- Holme, P., & Kim, B. J. (2002). Attack vulnerability of complex networks. *Physical Review*, 65, 1-23.
- Hernandez, J.A., Kang, S.H., Shahzad, S.J.H., & Yoon, S.M. (2020). Spillovers and diversification potential of bank equity returns from developed and emerging America. *The North American Journal of Economics and Finance*, 54, 101219.
- Kaufman, G.G. (2000). *Banking and currency crises and systemic risk: A taxonomy and review (Vol. 48)*. Blackwell Publishers.
- Keswani, S., & Wadhwa, B. (2019). Effect of macroeconomic variables on stock market: a conceptual study. *International Journal of Management, IT and Engineering*, 7(10), 85-106.
- Khiabani, N., & Mohammadian Nikopi, A. (2018). Systemic risk analysis in selected industries of Tehran Stock Exchange: A multivariate regression approach. *Iran Economic Research*, (77) 23, 1- 36 (In Persian)
- Long, Y., Yoshida, Y., Liu, Q., Zhang, H., Wang, S., & Fang, K. (2020). Comparison of city-level carbon footprint evaluation by applying single-and multi-regional input-output tables. *Journal of environmental management*, 260, 110108.
- Mowat, E.M. (2010). Making Connections: Network Theory, Embodied Mathematics, and Mathematical Understanding. Ph.D Thesis, Economics

Department, University of Alberta.

- Ortiz-Arroyo, D. (2010). Discovering Sets of Key Players in Social Networks. *Computer, Communications and Networks*, 1, 27-47.
- Pouyan, Sh. (2010). Evaluation of Algorithms for Identification of Vulnerable Nodes in Scale Independent Networks. Undergraduate Thesis, Sharif University of Technology, Tehran, Iran (In Persian).
- Reggiani, A., Signoretti, S., Nijkamp, P., & A. Cento. (2009). Network Measures in Civil Air Transport: A Case Study of Lufthansa. *Lecture Notes In Economics And Mathematical Systems*, 613, 257-282.
- Sajedian Fard, N., Hadian, E., Samadi, A.H., & Dehghan Shabani, Z. (2019). Investigating the Effect of International Sanctions on Iran's Trade Structure: A Network Theory Approach. *Journal of Economics and Modeling*, 10(3), 1-28.
- Sharma, K., Shah, S., Chakrabarti A.S., & Chakraborti, A. (2017). Sectoral Co-movements in the Indian Stock Market: A Mesoscopic Network Analysis. In: Aruka Y., Kirman A. (eds) *Economic Foundations for Social Complexity Science. Evolutionary Economics and Social Complexity Science, Singapore: Springer.*
- Taghizadeh, R., Nazemi, A. (2018). Analysis of the ownership network in the Iranian stock market. *Journal of Accounting Knowledge*, (3) 9, 161-194 (In Persian).
- Troug, H., & Murray, M. (2020). Crisis determination and financial contagion: an analysis of the Hong Kong and Tokyo stock markets using an MSBVAR approach. *Journal of Economic Studies*, 68706, 1- 84.
- Wan, X., Zhang, Z., Zhang, C., & Meng, Q. (2020). Stock market temporal complex networks construction, robustness analysis, and systematic risk identification: a case of CSI 300 index. *Complexity*, 15, 1-19.
- Wang, X., & Hui, X. (2017). Mutual Information Based Analysis for the Distribution of Financial Contagion in Stock Markets. *Discrete Dynamics in Nature and Society*. 39, 1-149.
- Wang, T., Xiao, S., Yan, J., & Zhang, P. (2021). Regional and sectoral structures of the Chinese economy: A network perspective from multi-regional input-output tables. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 581, 126196.
- Yu, M., Zhao, X., & Gao, Y. (2019). Dataset of China's non-competitive constant price input-output tables for 2007 and 2012. *Data in brief*, 27, 104760.
- Xu, G., & Gao, W. (2019). Financial Risk Contagion in Stock Markets: Causality and Measurement Aspects. *Sustainability*, 11(5), 1402.
- Zamani, Sh., Suri, D., & Sanai Alam, M. (2010). Investigating the existence of transmission between companies' shares in Tehran Stock Exchange using a multivariate dynamic model, *Economic Research*, 45(4), 29-54 (In Persian).

## Vulnerability of Contagion Network in Iran Stock Market: Complex Networks Theory Approach

Parviz Rostamzadeh (Ph.D)\*  
Zeinab Yadegar\*\*

Received:  
11/04/2022

Accepted:  
20/07/2022

### Abstract:

In today's world, the interconnected structures of modern economies have caused the crisis to spread from one sector or country to other countries or sectors of the economy. Empirical evidence has shown that markets are interconnected and do not move apart. In the present study, a new approach is presented to investigate the contagion effect in Iran stock market. First, with the economic analysis, a network of 36 selected industries of Iran's economy is formed in accordance with the industries active in the stock market and the weight of the edges that connect them is determined according to the input-output table of Iran. In the next step, a correlation network is formed between the stock market indices of these 36 industries by using centrality criteria, Key industries are identified and then attacked. Comparison of the results of the two networks show that only in a limited number of cases in both networks, the basic metals industry, the banking industry, investment and other financial intermediaries, and the agricultural industry have won first place in accordance with a number of centrality criteria. But in other cases, the two networks have not the same results, which shows that economic relations among industries do not dominate their stock market index relations alone. The results of this study help both policymakers and shareholders to make appropriate decisions as soon as they see a crisis in important industries of the stock market.

**Keywords:** *Contagion Effect, Stock Market, Complex Networks, Input-Output Table.*

**JEL Classification:** *D53, D57, G10, G23.*

---

\* Assistant Professor of Economics, Faculty of Economics, Management and Social Sciences, Shiraz University, Shiraz, Iran (Corresponding Author),

Email: [parvizrostamzadeh@shirazu.ac.ir](mailto:parvizrostamzadeh@shirazu.ac.ir)

\*\* Ph.D. Candidate in Economics, Faculty of Economics, Management and Social Sciences, Shiraz University, Shiraz, Iran,

Email: [gh.yadegar@hotmail.com](mailto:gh.yadegar@hotmail.com)