

## Modeling the measurement of turbulence during the outbreak of Corona in the structure of Tehran Stock Exchange industries

Seyyed Jalal Tabatabai<sup>1</sup>

### Abstract

The present study has examined the relationship between the turbulence of the structures of important industries of the Tehran Stock Exchange during the last twelve years using the daily turbulence of the index values of each industry. Using the volatility model based on the analysis of variance approach, the effects of risk spillover due to the occurrence of corona on the stability of twenty important and major industries in the Iranian stock market were measured and evaluated.

Empirical findings showed that the twenty industries studied had little dependence before the corona and the occurrence of Covid 19 had significant effects on the dynamics of turbulence in the industrial structure and the correlation of turbulence reached its maximum during the corona. The most important industries of the Iranian capital market, including chemicals, basic metals, and cement, have the highest impact during this period, and the important role of large industries in propagating turbulence shocks is significant due to their strong internal dependence during extreme events.

Medium and small industries have also increased system turbulence at the time of the corona. Overall, in the pre-Covid 19 era, there were ten risk-taking industries and ten risk-issuing industries, while in the Corona era, thirteen were the risk-issuing industries and seven were the turbulent industries

**Keywords:** spillover; volatility; covid19; asymmetric shock.

4

Vol. 3  
Winter 2023

Research Paper

Received:  
12 September 2022

Accepted:  
24 December 2022

P.P: 185-216

ISSN: 2717-1809  
E-ISSN: 2717-199x



1. Corresponding Author, Assistant Professor, Management, Economics and Accounting, Payam Noor, Tehran, Iran. [tabatabaei@pnu.ac.ir](mailto:tabatabaei@pnu.ac.ir)

This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the

Creative Commons Attribution Non-Commercial (CC-BY-NC) license.



## مدل‌سازی اندازه‌گیری تلاطم در زمان وقوع کرونا در ساختار

### صنایع بورس اوراق بهادار تهران

سید جلال طباطبائی<sup>۱</sup>

#### چکیده

پژوهش حاضر ارتباط تلاطم ساختار صنایع مهم بورس اوراق بهادار تهران را در طی دوازده سال گذشته را با استفاده از تلاطم روزانه مقادیر شاخص هر صنعت موردبررسی قرار داده است. با استفاده از مدل شاخص ارتباطی بر اساس رویکرد تجزیه واریانس اثرات سرریز ریسک با توجه به وقوع کرونا بر ثبات بیست صنعت مهم و اصلی بازار بورس ایران مورداندازه‌گیری و ارزیابی قرار گرفت. یافته‌های مبتنی بر داده نشان داد که بیست صنعت موردبررسی قبل از وقوع کرونا از وابستگی کمی برخوردار بوده وقوع فراگیری کووید ۱۹ بر پویایی تلاطم در ساختار صنایع اثرات قابل توجهی داشته و ارتباط تلاطم در طی دوران کرونا به بیشترین میزان خود رسیده است. صنایع بسیار مهم بازار سرمایه ایران از جمله شیمیایی، فلزات اساسی، سیمان دارای بالاترین میزان اثرگذاری در دوران مذکور بوده و نقش مهم صنایع بزرگ در انتشار شوک‌های تلاطمی با توجه به وابستگی درونی قوی آن‌ها در زمان رویدادهای فرین قابل توجه است. همچنین صنایع متوسط و کوچک نیز در زمان وقوع کرونا به تلاطم سیستم افزوده‌اند. به‌صورت کلی در دوران قبل از کووید ۱۹، ده صنعت دریافت‌کننده ریسک و ده صنعت منتشرکننده ریسک بودند، درحالی‌که در دوران کرونا سیزده صنعت منتشرکننده ریسک و هفت صنعت دریافت‌کننده تلاطم بوده‌اند.

کلید واژه‌ها: سرریز؛ تلاطم؛ کووید ۱۹؛ عدم تقارن شوک؛ ساختار شبکه‌ای.

#### مقاله پژوهشی

##### تاریخ دریافت

۱۴۰۱/۰۶/۲۱

##### تاریخ پذیرش:

۱۴۰۱/۰۹/۱۵

صص: ۲۱۶-۱۸۵

شاپا چاپی: ۲۷۱۷-۱۸۰۹  
الکترونیکی: x: ۲۷۱۷-۱۹۹



## مقدمه

پژوهش حاضر به مطالعه جامع ساختار و پویایی ارتباط درونی در بیست شاخص صنایع اصلی بازار بورس اوراق بهادار تهران قبل و بعد از فراگیری ویروس کووید ۱۹ پرداخته است. در طی دوازده سال گذشته حوادث معدودی (تغییرات ریاست جمهوری، وضع تحریم‌های بین‌المللی، لغو برجام، فراگیری ویروس کووید ۱۹) بر بازار سرمایه ایران اثرگذار بوده و ثبات صنایع بورسی ایران را با مخاطره مواجه کرده است. این رویدادها چگونگی ارتباط بین صنایع اصلی بازار سرمایه که نقش کلیدی و بنیادین در تسری ریسک دارند را برجسته می‌سازند. از این‌رو هدف اصلی پژوهش حاضر مطالعه ارتباط تلاطم برای ارائه تصویری جامع از ساختار سرایت‌دهنده پویای در صنایع مختلف بازار سرمایه ایران است. انگیزه اصلی در تمرکز بر رویداد کووید ۱۹ به علت فراگیری آن در سطح جهانی، اثرگذاری منفی آن بر بازارهای سرمایه و ادامه‌دار بودن این رویداد است. طبق مطالعات انجام‌شده وقوع کووید ۱۹ باعث افزایش ریسک واسطه‌گران مالی و ناتوانی صنایع در بازپرداخت بدهی‌ها و در نتیجه کاهش درآمدهای صنایع و از بین رفتن فرصت‌های شغلی شده است (گودیل ۲۰۲۰). از این‌رو می‌توان انتظار داشت کووید ۱۹ اثرات قابل توجهی بر ثبات بازار سرمایه داشته باشد.

چارچوب اصلی پژوهش حاضر دو هدف اصلی را دنبال می‌کند. اول آن که کدام‌یک از صنایع انتقال‌دهنده بیشترین ریسک و کدام‌یک از صنایع دریافت‌کننده بیشترین میزان تلاطم است. دوم آنکه کمی کردن اثرات کووید ۱۹ بر ثبات صنایع اصلی در بازار سرمایه مورد توجه قرار گرفته است. از این‌رو شناخت چگونگی سهم صنایع در افزایش ریسک سیستمی از اهداف مطالعه حاضر بوده و برای نیل به اهداف مذکور ارتباط تلاطم بیست شاخص برتر صنایع بورس ایران از ابتدای سال ۱۳۸۸ تا انتهای سال ۱۴۰۰ با استفاده از شیوه دیبولد و ایلماز<sup>۱</sup> اندازه‌گیری شده است. روش مذکور امکان مطالعه چگونگی شوک‌های نامتقارن بر صنایع مختلف بورس در طی زمان را می‌دهد.

سهم مطالعه حاضر در توسعه ادبیات پژوهشی موجود شامل موارد ذیل است. اول آنکه مطالعه حاضر شواهدی به‌روز در مورد ارتباط تلاطم بین صنایع مختلف بورس ایران و اثر وقوع کووید

1. Diebold and Yilmaz

۱۹ بر صنایع مختلف بورسی را ارائه می‌کند. این رویکرد ابزاری قدرتمند برای تحلیل سرایت ریسک تلاطم با در نظر داشتن شوک‌های نامتقارن در یک سیستم شبکه‌ای است. دوم آنکه مطالعه حاضر با مطالعه اثرات فراگیر ناشی از کووید بر صنایع مختلف ۱۹ به ادبیات پژوهشی در زمینه اثرات کووید ۱۹ بر بازارهای مالی می‌افزاید. سوم آن‌که مطالعه حاضر با در نظر گرفتن بازار سرمایه ایران به عنوان یک سیستم به اثرات ارتباطی بین صنایع بزرگ و کوچک بر یکدیگر می‌پردازد. در واقع این مطالعه نشان می‌دهد صنایع بزرگ چگونه می‌توانند نقشی مهم در سرایت تلاطم به سایر صنایع داشته باشند. چهارم آنکه طبق بررسی‌های انجام شده پژوهشی جامع در زمینه ارتباط صنایع مختلف در ساختار بازار سرمایه در داخل کشور و سطح بین‌الملل انجام نشده است. در ادامه، ساختار این پژوهش به ترتیب از بخش‌های مبانی نظری، مروری بر پیشینه پژوهش، روش‌شناسی پژوهش، تجزیه و تحلیل داده‌ها و آزمون فرضیه‌ها و نتیجه‌گیری و بحث تشکیل یافته است.

## مبانی نظری و پیشینه پژوهش

آنچه در ادبیات مالی مورد تأیید قرار گرفته آن است که احتمال تغییرات در سیستم‌های مالی به درجه همبستگی نهادهای فعال در سیستم مالی بستگی داشته و آنکه این نهادها چه میزان به تغییرات قیمت بازار و شرایط اقتصادی حساسیت دارند. این ارتباط می‌تواند از جنبه ارتباط مستقیم و یا ارتباط احتمالی و تمرکز ریسک بین نهادهای مالی مورد ارزیابی قرار گیرد. در ادبیات اقتصادسنجی مالی وابستگی نهادهای فعال در سیستم مالی به یکدیگر و میزان اثرپذیری آن‌ها از شرایط کلان اقتصادی و سیاسی در اغلب موارد با سه روش مورد بررسی قرار گرفته است. آدریان و برانمیر<sup>۱</sup> (۲۰۱۶) روش شرطی ارزش در معرض ریسک را ارائه کردند، در این روش میزان ارزش در معرض ریسک یک فعال در سیستم به شرطی که سایر فعالان سیستم دچار وضعیت استرس شده‌اند اندازه‌گیری می‌شود. آچاریا، پدرسون و فیلیپون<sup>۲</sup> (۲۰۱۷) ریزش مورد انتظار سیستمی را مطرح کردند. در روش مذکور زیان مورد انتظار هر فعال در سیستم به شرط عملکرد ضعیف سایر

1. Adrian & Brunnermeier

2. Acharya, Pedersen, Philippon

فعالان در سیستم اندازه‌گیری می‌شود. هوانگ و ژو<sup>۱</sup> (۲۰۱۱) روش پرمیوم بیمه در شرایط اضطراب را ارائه کردند. در این روش پرمیوم بیمه مورد انتظار برای پوشش زیان‌های ناشی از اضطراب در سیستم اندازه‌گیری می‌شود. شیوه متداول در این سه روش اندازه‌گیری زیان‌ها در طی دوره‌هایی است که فعالان در سیستم به‌طور هم‌زمان دچار اضطراب می‌شوند. البته این روش درجه زیان سیستم را که در داده‌های تاریخی وجود دارد منعکس می‌کند؛ اما در دوره‌هایی که با تغییرات گوناگون در ارتباط بین اجزای سیستم‌ها مواجه هستیم، بسیاری از اجزای یک سیستم از زیان‌های هم‌زمان پیروی نمی‌کنند. از این رو اندازه‌گیری ریسک سیستمی با استفاده از روش‌های مذکور در بعضی از شرایط با خطا مواجه می‌شود.

برخلاف سایر بحران‌ها که بر کشورها، مناطق، بازارها یا بخش‌های خاص اثرگذار بوده، بحران کووید ۱۹ ویژگی فراگیری جهانی را داراست. ویژگی جهانی بودن این بحران باعث ایجاد عدم اطمینان در بازارهای مالی شده و کاهش قیمت‌های سهام را در پی داشته است (کوربت، هو و اکسلی<sup>۲</sup>، ۲۰۲۱)؛ و شاهد افزایش ریسک سیستماتیک (رضوان<sup>۳</sup>، ۲۰۲۰) و اثرات متوالی بر ثبات صنایع مختلف در سطح جهانی بوده است (آلداسورو، هوانگ و کمپ<sup>۴</sup>، ۲۰۲۰). ادبیات مالی چگونگی ارتباط عدم ثبات بازارهای مالی با درجه ارتباط درونی صنایع مختلف را نشان می‌دهد. در واقع در دوران حوادث ناگوار، عدم اطمینان و رویدادهای فرین، ارتباط بین صنایع مختلف در بازارهای مالی افزایش یافته و انتقال شوک و سرایت اثرات را تسهیل می‌کند (دیبولد و یلماز<sup>۵</sup>، ۲۰۱۴، فوگلیا و آنجلینی<sup>۵</sup>، ۲۰۲۰). مدل‌های اقتصادسنجی متعددی برای مطالعه شبکه‌های مالی ایجاد شده است. بیلو<sup>۶</sup> (۲۰۱۲) رویکرد شبکه احتمال علیت را برای بررسی همبستگی درونی سیستم‌های مالی ارائه کرده است. در همین رابطه دیبولد و ایلماز (۲۰۱۵) مدل شاخص ارتباطی برای مطالعه اثرات سرایت ریسک را ارائه کردند. این رویکرد بر اساس تجزیه واریانس جهت تعیین سرریزهای مستقیم فراگیر (انتقال‌دهنده و پذیرنده) ارائه شده است. این رویکرد در ادبیات

1. Hung & Zhou
2. Corbet, Hou & Oxley
3. Rizwan
4. Aldasoro, Huang & Kemp
5. Foglia & Angelini
6. Billio

مالی توسط پژوهشگران معدودی استفاده شده است. برای مثال جنگ، دو ژانگ<sup>۱</sup> (۲۰۲۰) شبکه بازدهی و سرایت ریسک تلاطم در شرکت‌های بین‌المللی نفتی را مدل‌سازی کردند. هاخ، شامبرگ، شنلی<sup>۲</sup> (۲۰۱۵) با استفاده از روش کمترین قدر مطلق کاهش و روش عملگر انتخاب لاسو<sup>۳</sup> مدل شبکه‌ای ریسک فرین را ایجاد کردند. این رویکرد این امکان را به پژوهشگر می‌دهد تا تعداد درجه ارتباط درونی یک شرکت و کانال‌های بالقوه سرایت در سیستم مالی را از طریق شاخص ریسک بتا مشخص کند.

هاردلی، ونگ و یو<sup>۴</sup> (۲۰۱۶) برای تحلیل ساختار ارتباط درونی نظام‌مند در نهادهای مهم روش تنت<sup>۵</sup> را ارائه کردند. در این روش تغییرات دنباله‌ها و رویدادهای شبکه‌های در یک چارچوب واحد تلفیق می‌شود. مدل مذکور فعالان مالی را به دو گروه پذیرندگان و انتشاردهندگان ریسک سیستمی طبقه‌بندی کرده و در سیستم‌های مالی مختلف توسط محققین مورد ارزیابی قرار گرفته است. برای مثال فوگیلا و آنجلینی (۲۰۲۰) در اروپا، هرناوندز و کنگ<sup>۶</sup> (۲۰۲۰) در کشورهای آمریکای شمالی از مدل مذکور استفاده کردند. به‌طور کلی استفاده از مدل‌های شبکه‌ای در ادبیات مالی مثبت ارزیابی شده است. ویژگی عمده مطالعات مذکور در نظر گرفتن ارتباط جهانی همه فعالان در سیستم‌های مالی بوده است.

## پیشینه پژوهش

در پژوهش‌های مبتنی بر داده، ارتباط بین بخش‌های مختلف مالی به‌ویژه در بعضی از صنایع مانند صنعت بانکداری مورد توجه قرار گرفته است. بیلو (۲۰۱۲) نشان داد که عدم تقارن درجه ارتباط فعالان صنعت مالی از جمله صندوق‌های پوششی، بانک‌ها و مؤسسات بیمه وجود دارد و بانک‌ها در انتقال این شوک‌ها نقش اساسی دارند. گانگ<sup>۷</sup> (۲۰۱۹) با ایجاد شبکه احتمالی در سیستم مالی چین نشان داد در زمان بحران میزان ارتباط و همبستگی سیستم مالی چین افزایش یافته

1. Geng Du & Zhang
2. Hautsch, Schaumburg & Schienle
3. LASOO
4. H'ardle, Wang & Yu.
5. TENET
6. Hernandez & Kang
7. Gong

است. این مطالعه تحلیل وانگ و ژیانگ را در زمینه افزایش ریسک ارتباط در دوره‌های اضطراب مالی تقویت کرده است. دیبولد و ایلماز (۲۰۱۸) نشان دادند در زمان بحران، تلاطم نهادهای مالی در ایالات متحده نسبت به زمان‌های عادی افزایش می‌یابد. آن‌ها طبق شاخص گسترش تلاطم، به بررسی ارتباط مستقیم نهادهای مالی اروپا و آمریکا پرداختند. نتایج نشان داد که این ارتباط دوطرفه است؛ اما در زمان‌های بحران یک‌طرفه می‌شود. ونگ و ژی<sup>۱</sup> (۲۰۱۸) به مطالعه ارتباط تلاطم در بانک‌های چین پرداختند که نتایج نشان داد چهارده بانک تجاری چینی از جنبه‌های ایستا و پویا بسیار به هم مرتبط هستند. همچنین نتایج نشان داد که یکی از عوامل تعیین‌کننده این ارتباط اندازه بانک است. مطالعات در زمینه ریسک اوراق بهادار دولت‌ها و ریسک نکول در کشورهای اروپایی انجام شده است. در این زمینه کداک و چالاک<sup>۲</sup> (۲۰۲۰) به بررسی سرایت ریسک اوراق بهادار دولتی بر سیستم مالی کشورها در زمان وقوع بحران‌های بدهی در کشورهای اروپایی پرداختند. مطالعه مذکور طبق روش تغییر رژیم مارکوف تغییرات زمانی انجام شده است. نتایج نشان داد افزایش در ریسک اوراق بهادار دولتی می‌تواند اثرات متأخری بر نقدینگی مؤسسات مالی داشته باشد که حجم قابل توجهی از اوراق بهادار دولتی را در سبد دارایی‌های خود نگهداری می‌کردند. دراسی<sup>۳</sup> (۲۰۱۸) به بررسی تحلیل سرایت ریسک احتمالی بین بانک‌های اروپا و مؤسسات بیمه پرداخت. برای اندازه‌گیری ریسک مالی از تفاوت بهای خرید و فروش گواهی سپرده استفاده شد. نتایج نشان داد کیفیت سرمایه، نقدینگی، تنوع درآمد، اهرم‌پذیری نقش کلیدی در انتقال ریسک در صنعت بانکداری را دارد. شهزاد، هوانگ و هرناندز<sup>۴</sup> (۲۰۱۹) با استفاده از رویکرد بین‌چندکی، نشان دادند که ساختار شبکه‌ای دوطرفه و نامتقارن در بین صنایع اروپا وجود دارد. در واقع اثرات سرایت با توجه به شرایط بازار در زمان‌های بحرانی از صنایع بزرگ به صنایع کوچک معکوس می‌شود. فوگیلا و آنجلینی (۲۰۲۰) به بررسی شرکت‌های مالی در منطقه اتحادیه اروپا پرداختند. نتایج نشان داد یک ارتباط درونی مستحکم بین بخش‌های مالی وجود دارد و البته صنعت بانکداری نقش کلیدی را در انتقال ریسک سیستمی ایفا می‌کند.

1. Wang, Xie
2. Keddad & Schalek
3. Dreassi
4. Shahzad & Hernandez

سلامی محمدی و قاسمی (۱۳۹۹) به اندازه‌گیری پویایی ارتباطات بازار تهران با بورس‌های اوراق بهادار کشورهای منتخب خاورمیانه و چین بازارهای نفت و طلا، شاخص دلار و جفت ارزهای یورو دلار و یوان دلار پرداختند. آن‌ها با استفاده از رویکرد تجزیه واریانس برای اندازه‌گیری ارتباطات تلاطمات نشان دادند واریانس خطای پیش‌بینی بیشتر بازارها ناشی از شوک‌های خود آن بازارها بوده و بورس اوراق بهادار تهران ارتباطات کمی با سایر بازارها دارد، اما با افزایش افق زمانی تأثیرپذیری بازارها از یکدیگر افزایش می‌یابد.

ابراهیمی سروعلیا و تملکی (۱۳۹۹) به بررسی سرایت‌پذیری ریسک نکول در میان نهادهای مالی و ارتباط آن‌ها با یکدیگر پرداختند. هدف پژوهش، بررسی اثر سرایت‌پذیری احتمال نکول بین شرکت‌های هلدینگ و شرکت‌های فرعی آن‌ها در بازار سرمایه کشور بود. در پژوهش مذکور در مرحله اول، احتمال نکول با استفاده از مدل قیمت‌گذاری اختیار معامله بلک-شولز-مرتون برای هلدینگ گسترش سرمایه‌گذاری ایران خودرو سه شرکت فرعی آن محاسبه و سپس سرایت‌پذیری احتمال نکول با استفاده از مدل‌های گارچ چندمتغیره به صورت روزانه برای دوره زمانی ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۷ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد سرایت‌پذیری ریسک نکول از شرکت هلدینگ به شرکت‌های فرعی آن و همچنین از شرکت‌های فرعی به شرکت هلدینگ وجود دارد. شگری، خدامرادی و حاجیلومقدم (۱۴۰۰) به بررسی اثرات سرریز نوسانات از سمت بیت کوین به عنوان بزرگ‌ترین ارز دیجیتال بر سایر ارزهای دیجیتالی پرداختند. در این مطالعه متغیرها به واحد پولی ریال تبدیل شده تا نوسانات ریال نیز به صورت هم‌زمان منعکس شود. در این پژوهش ارزهای دیجیتالی که بیشترین تأثیر را از حباب‌های قیمتی و سقوط آزادهای قیمتی بیت کوین داشته شناسایی شد. یافته‌های پژوهش نشان داد که بیت کوین در بین ارزهای دیجیتال به ترتیب بیشترین سرریز نوسانات را بر دوج کوین و دش داشته است و از سایر ارزهای دیجیتالی که ارزش معامله‌ای بالا دارند، دریافت‌کننده سرریز نوسان است. بر اساس نتایج پژوهش، حباب‌های موجود در بازار ارزهای دیجیتالی غیر عقلایی بودن بازار ارزهای دیجیتال را نشان می‌دهد و با توجه به اثرات سرریز موجود، ممکن است به بازارهای مالی داخل نیز سرایت کرده و نوسانات زیادی را به وجود آورد.



خیابانی و محمدیان (۱۳۹۷) به بررسی تحلیل ریسک سیستمی در صنایع منتخب بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از رگرسیون چندکی چندمتغیره پرداختند. یافته‌های مطالعه‌ای نشان داد معناداری اثرات سرریز ریسک شاخص کل بازار بر بسیاری از صنایع هم به صورت آنی و هم در طول زمان بوده است. بر مبنای نتایج پژوهش طی دوره‌های بحران ریسک صنایع شیمیایی، فرآورده‌های نفتی و بانکی بیشتر از سایر صنایع بوده است.

نمکی، عباسیان و شفیعی (۱۴۰۱) به تجزیه و تحلیل ساختار توپولوژی محلی مؤسسات مالی در شبکه مالی بر میزان ریسک سیستمی بیست شرکت فعال تر بورس اوراق بهادار تهران از ابتدای سال ۱۳۹۳ تا پایان سال ۱۳۹۷، با به کارگیری سنجه ارزش در معرض خطر شرطی تفاضلی پرداختند. نتایج نشان داد مؤسسات مالی با مرکزیت نزدیکی بیشتر، میزان ریسک سیستمی بیشتری دارند و همچنین مؤسسات مالی با قدرت گره کمتر و درجه گره کوچک‌تر، میزان بیشتری از ریسک سیستمی را دارا هستند.

ویژگی متمایز پژوهش حاضر نسبت به سایر رویکردها و روش‌های اقتصادسنجی موجود در ادبیات مالی، توجه به صنایع اصلی در یک ساختار سیستمی بازار سرمایه ایران در دوران فراگیری کووید ۱۹ است. این رویکرد با ایجاد شاخصی از شبکه تلاطم ارتباطی برای نشان دادن وضعیت ارتباط کل تلاطم در صنایع مورد بررسی و نحوه سرایت ریسک بین صنایع مختلف استفاده شده است. همچنین تمایز بین دریافت کنندگان ریسک و منتشر کنندگان ریسک در سیستم ساختار سرمایه کشور با توجه به وقوع یک شوک در سطح بین‌الملل در این رویکرد قابل بررسی است.

## روش‌شناسی پژوهش

با استفاده از رویکرد تجزیه واریانس طبق آخرین نسخه مدل تلاطم دیبولد و ایلماز (۲۰۱۸) ارتباط تلاطم مجموعه صنایع بورس و اوراق بهادار تهران و اثر وقوعی کووید ۱۹ بر آن مورد بررسی قرار گرفت.

در محاسبه تلاطم روزانه مقادیر شاخص هر صنعت طبق روش گانگ، لاو و نگ (۲۰۲۱) و آنتونا کاکیس، گواندو (۲۰۱۸) از رابطه یک استفاده شده است.

$$V = |\ln I_{i,t} - \ln I_{i,t-1}| \quad (1)$$

در رابطه (۱)،  $I_{i,t}$  مقدار شاخص هر صنعت در روز  $t$  است.

برای اندازه‌گیری سرریز صنایع مختلف رویکرد تجزیه واریانس توسط دیولد و ایلماز معرفی شده است. آن‌ها با استفاده از روش اتورگرسیو برداری تعمیم‌یافته ارائه شده توسط کپ پسران و پاتر<sup>۱</sup> (۱۹۹۶) و پسران و شین<sup>۲</sup> (۱۹۹۸) اقدام به اندازه‌گیری سرریزها کرده‌اند. در این رویکرد همبسته بودن یا نبودن شوک‌ها تأثیری در نتایج ندارد. این ویژگی سبب می‌شود نتایج تجزیه واریانس تحت تأثیر مرتبه سیستم خود رگرسیون برداری قرار نگیرد. دیگر ویژگی این رویکرد آن است که می‌توان را به منظور اندازه‌گیری ارتباطات به صورت شبکه‌ای از صنایع مختلف ارائه کرد. رویکرد مذکور مبتنی بر تجزیه  $H$  گام به جلو، واریانس خطای پیش‌بینی برای هر  $N$  متغیر موجود در خود رگرسیون برداری  $N$  متغیره است.

رویکرد تجزیه واریانس مشخص می‌کند بخشی از واریانس خطای پیش‌بینی متغیر  $i$  را که می‌تواند به شوک‌های ناشی از متغیر  $j$  نسبت داده شود، بررسی کرده و با جمع زدن آثار ناشی از شوک‌ها شاخص ارتباطات را محاسبه کند. با اندازه‌گیری پویایی ارتباطات می‌توان ارتباطات زوجی و جهت‌دار میان صنایع مختلف را به دست آورد. همچنین در این روش می‌توان شاخص ارتباطات کل را محاسبه کرد. این شاخص سرریزهای متقابل را با استفاده از اندازه‌گیری سرریز شوک‌های واردشده از سوی تمامی  $N$  متغیر به کل واریانس خطای پیش‌بینی محاسبه می‌کند.

در تحلیل ارتباطات مناسب است که اثرات مستقیم از سوی (به سوی) صنعت خاص نیز مورد بررسی قرار گیرد. با استفاده از روش خود رگرسیون برداری تعمیم‌یافته می‌توان شاخص‌های ارتباطات جهت‌دار آثار سرریز دریافت شده در صنعت  $i$  ناشی از سایر صنایع  $j$  و نیز شاخص متناسبی که آثار سرریز انتقال‌یافته از صنعت  $i$  به صنایع دیگر را اندازه‌گیری کرد. در نهایت می‌توان به صورت مستقیم شاخص خالص ارتباطات را برای بازار محاسبه کرد. مقادیر مثبت شاخص خالص ارتباطات دلالت بر وجود آثار سرریز شوک از سوی صنعت  $i$  به سایر صنایع داشته و مقادیر منفی آن بیانگر این است که صنعت دریافت‌کننده آثار سرریز شده است. دلیل همخوانی این رویکرد با مفاهیم علم شبکه عبارت است از جدول حاصل از این رویکرد که همانند ماتریس همسایگی یک شبکه به حساب می‌آید ماتریس همسایگی یال‌های میان گره‌های گراف را نشان می‌دهد.

1. Koop, Pesaran, & Potter

2. Pesaran, H. H., & Shin

به عبارت دیگر این ماتریس نوع ارتباط زوجی و جهت‌دار را نشان می‌دهد. میزان ارتباط با یک صنعت یا سایر صنایع نشان‌دهنده درجه ورودی و میزان ارتباط یک صنعت با سایر صنایع درجه خروجی را نشان می‌دهد. ارتباطات کل بازارها با یکدیگر نیز بیانگر میانگین درجه است. این شبکه به این دلیل نسبت به تعریف کلاسیک شبکه پیچیده‌تر است که اتصالات موزون و جهت‌دار است؛ و البته این وزن‌ها در طول زمان می‌تواند تغییر کند. حال به معرفی بیشتری رویکرد بر اساس روابط مربوط می‌پردازد.

برای ایجاد شبکه ارتباطی و اندازه‌گیری سرریز ریسک در بین صنایع از شیوه شبکه تلاطم ارتباطی ابتدا مدل خود رگرسیون برداری بر اساس رابطه دو تخمین زده می‌شود.

$$Y_t = \sum_{i=1}^p \gamma_i Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \quad (2)$$

در رابطه (۲)، بردار  $Y_t$  بردار  $N \times 1$  متغیرهای درون‌زا در زمان  $t$ ،  $\gamma_i$  ماتریس ضرایب  $N \times N$ ، مرتبه تأخیری خود رگرسیون برداری و  $\varepsilon_t$  بردار اجزاء اختلال با نوفه سفید و  $\Sigma$  ماتریس واریانس-کوواریانس است.

مدل مانای خود رگرسیون برداری را می‌توان فرآیند میانگین متحرک در نظر گرفته و طبق رابطه سه تعریف می‌شود.

$$Y_t = \sum_{j=0}^{\infty} \varphi_j \varepsilon_{t-j} \quad (3)$$

در رابطه (۳)،  $\varphi$  ماتریس  $N \times N$  ضرایب میانگین متحرک است و برای مقدار صفر مقدار ماتریس ضرایب به ماتریس همانی تبدیل می‌شود و برای  $0 < j$  مقدار آن صفر است.

مدل بر اساس محاسبه ضرایب تجزیه واریانس و طبق چارچوب تجزیه واریانس تعمیم‌یافته توسط پسران و شین ۱۹۹۸ محاسبه می‌شود. در این مدل ترتیب متغیر نامرتبط است. در این رویکرد بخشی از واریانس خطای پیش‌بینی متغیر  $i$  می‌تواند به شوک‌های ناشی از متغیر  $j$  نسبت داده و با جمع‌زدن این آثار شاخص ارتباطات محاسبه می‌شود. از این رو واریانس اختلال پیش‌بینی تعمیم‌یافته برای  $H$  گام به جلو بر اساس رابطه چهار محاسبه می‌شود.

$$\theta_{ij}^g(H) = \frac{\sigma_{jj}^{-1} \sum_{h=0}^{H-1} (e_i' B_h \Sigma e_j)^2}{\sum_{h=0}^{H-1} (e_i' B_h \Sigma B_h' e_i)} \quad (4)$$

در رابطه (۴)،  $\Sigma$  ماتریس کوواریانس بردار اخلاص  $\varepsilon$  است.  $\sigma_{jj}$  انحراف معیار اجزای اخلاص است.  $\theta_j$  بردار انتخاب است، که این جز  $i$  مقدار یک و برای سایر مقدار صفر دارد. از این رو می‌توان به ماتریس تجزیه واریانس تعمیم‌یافته دست یافت. از آنجا که شوک‌های وارد شده به هر متغیر متعامد نبوده، مجموع هر سطر از ماتریس تجزیه واریانس برابر یک نیست (یعنی  $\Sigma \theta_{ij}^g(H) \neq 1$ ). از این رو جهت استفاده اطلاعات موجود در ماتریس تجزیه واریانس برای محاسبه شاخص ارتباطات هر مؤلفه از ماتریس  $H$  گام به جلو با تقسیم بر مجموع سطر نرمال می‌شود. در رابطه (۵) عملیات نرمال‌سازی هر مؤلفه نشان داده شده است.

$$\bar{\theta}(H) = \frac{\theta_{ij}(H)}{\sum_{j=1}^N \theta_{ij}(H)} \quad (5)$$

با استفاده از مؤلفه‌های نرمال شده از ماتریس تجزیه واریانس می‌توان مقادیر ارتباطات کل را محاسبه کرد. شاخص همبستگی تلاطم کل در رابطه (۶) تعریف شده است.

$$TVC(H) = \frac{\sum_{ij=1}^N \bar{\theta}(H)}{\sum_{ij=1}^N \bar{\theta}(H)} \times 100 = \frac{\sum_{ij=1}^N \bar{\theta}(H)}{N} \times 100 \quad (6)$$

شاخص ارتباط تلاطم کل میانگین سهم سرریز از شوک‌ها در بین همه  $N$  متغیر را به کل واریانس خطای پیش‌بینی شده اندازه‌گیری می‌کند.

در تحلیل ارتباطات می‌توان اثرات مستقیم از سوی یک صنعت خاص را نیز مورد بررسی قرارداد. با استفاده از رویکرد خود رگرسیون برداری تعمیم‌یافته می‌توان شاخص‌های ارتباط جهت‌دار آثار سرریز دریافت شده در صنعت  $i$  ناشی از تمامی سایر صنایع  $j$  را اندازه‌گیری کرد. می‌توان سه شاخص ارتباط مستقیم با عناوین الف) دریافت‌کننده-ارتباط، ب) انتقال‌دهنده-ارتباط و ج) خالص-ارتباط را طبق رابطه‌های (۷)، (۸) و (۹) تعریف کرد.

$$DS_{i \leftarrow j}(H) = \frac{\sum_{j=1}^N \bar{\theta}_{ij}(H)}{\sum_{ij=1}^N \bar{\theta}_{ij}(H)} \times 100 = \frac{\sum_{j=1}^N \bar{\theta}_{ij}(H)}{N} \times 100 \quad (7)$$

$$DS_{i \rightarrow j}(H) = \frac{\sum_{j=1}^N \bar{\theta}_{ji}(H)}{\sum_{ij=1}^N \bar{\theta}_{ji}(H)} \times 100 = \frac{\sum_{j=1}^N \bar{\theta}_{ji}(H)}{N} \times 100 \quad (8)$$

سرایت تلاطم خالص ارتباط تفاوت بین ارتباط انتقال‌دهنده و ارتباط دریافت‌کننده است.

$$NS_j(H) = DS_{i \rightarrow j}(H) - DS_{i \leftarrow j}(H) \quad (9)$$

برای تحلیل ارتباط دوطرفه بین صنایع ارتباط مستقیم زوجی خالص طبق رابطه (۱۰) محاسبه می‌شود.

$$NPS_{ij}(H) = \frac{\overline{\theta_{j,t}^g}(H) - \overline{\theta_{i,t}^g}(H)}{N \times 100} \quad (10)$$

## جامعه آماری و نمونه‌گیری

برای تحلیل مدل ارتباط تلاطم کل و اثرات وقوع کووید ۱۹ بر آن از داده‌های صنایع بورس اوراق بهادار تهران استفاده شده است. جامعه آماری شامل کلیه صنایع بورس اوراق بهادار تهران است و برای انتخاب شاخص‌های صنایع بورس اوراق بهادار تهران دو شرط تعیین شده است. اول آنکه مقادیر شاخص صنعت موردنظر به صورت کامل در طی مورد مطالعه در دسترس و فعال بوده باشد. دوم آنکه مجموعه صنایع مورد مطالعه بخش عمده‌ای از ارزش بورس اوراق بهادار تهران را شامل شود. داده‌های موردنظر از مرکز اطلاعات داده‌های مالی ایران جمع‌آوری شده است؛ و شامل مقادیر روزانه هر شاخص از ابتدای سال ۱۳۸۸ تا پایان سال ۱۴۰۰ است. ارزش بازار صنایع انتخاب شده حدود ۷۵ درصد از کل ارزش بازار را شامل می‌شود. صنعت شیمیایی بیشترین ارزش بازار و صنعت چاپ و انتشار کمترین ارزش بازار را داشته و صنایع مذکور شامل ۲۶۰ شرکت فعال در بورس اوراق بهادار تهران می‌شود.

## تحلیل داده‌ها و یافته‌ها

در تجزیه و تحلیل اطلاعات از نرم‌افزارهای اکسل برای آماده‌سازی داده‌ها و ترسیم برخی از نمودارها و از نرم‌افزار آر<sup>۱</sup> (کتابخانه‌های آر، Spillover, Connectedness approach) برای تجزیه و تحلیل اطلاعات بر اساس مدل ارائه‌شده و ترسیم نمودارها استفاده شده است. جدول یک شاخص صنایع مورد مطالعه در پژوهش حاضر را به همراه نمادهای مورد استفاده در نرم‌افزار ارائه کرده است. با توجه به محدودیت‌های نرم‌افزاری و در جهت تسهیل نمایش مناسب نمودارها برای

1. R

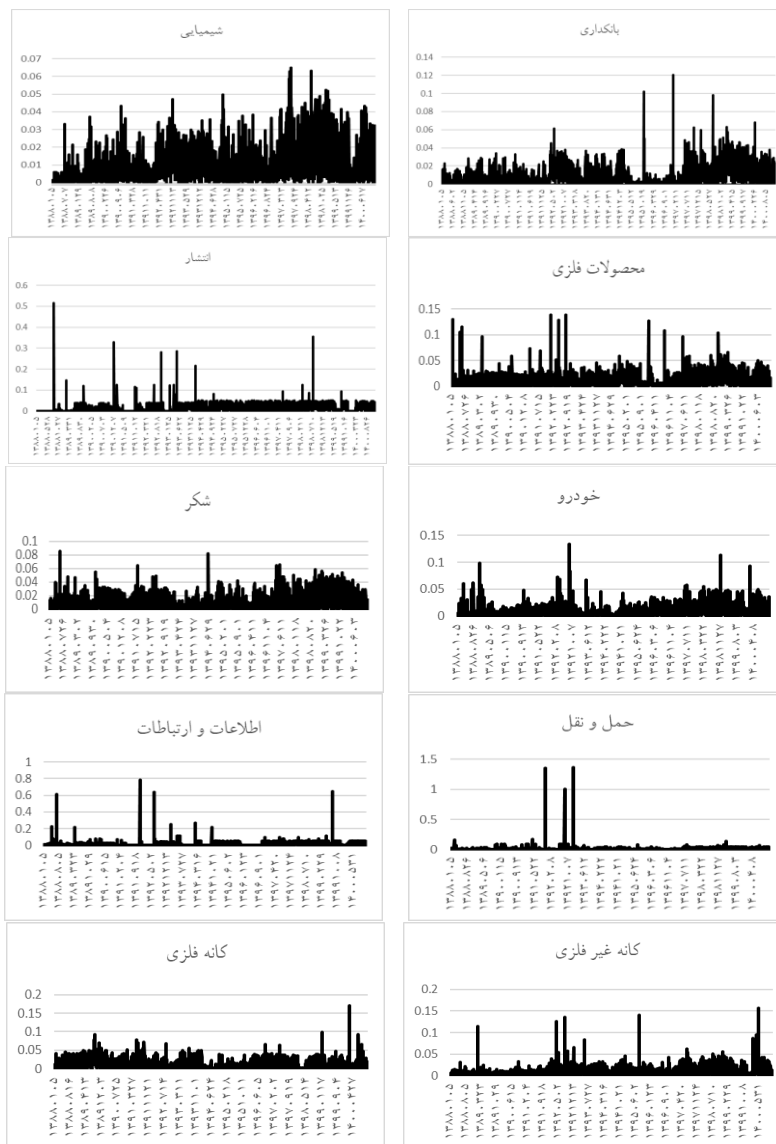
هر شاخص صنعت یک نماد با حرف Y شماره‌گذاری شده و شکل دو بر اساس نمادهای تعیین شده نتایج ارائه شده است.

جدول ۱. نمادهای مورد استفاده برای هر صنعت در نرم‌افزار

نماد	نام صنعت	نماد	نام صنعت
Y11	کانه غیر فلزی	Y1	شیمیایی
Y12	لاستیک	Y2	بانکداری
Y13	ماشین‌آلات	Y3	انتشار و چاپ
Y14	فرآورده‌های نفتی	Y4	اطلاعات و ارتباطات
Y15	پیمانکاری	Y5	شکر
Y16	رایانه	Y6	محصولات فلزی
Y17	انبوه‌سازی	Y7	فلزات اساسی
Y18	زراعت	Y8	حمل و نقل
Y19	سیمان	Y9	کانه فلزی
Y20	کاشی	Y10	خودرو

شکل شماره (۱) نشان‌دهنده مقادیر تلاطم شاخص هر صنعت است. آنچه در اکثر صنایع مشهود است الگوی تلاطم مشترکی است. در اکثر صنایع اثرات مهم تحریم‌های سال ۱۳۹۰ مشهود بوده همچنین در دوران کرونا نیز افزایش تلاطم قابل مشاهده است.

مدل‌سازی اندازه‌گیری تلاطم در زمان وقوع کرونا در ساختار صنایع بورس اوراق بهادار تهران



فصلنامه پژوهش‌های راهبردی بودجه و مالیه



شکل ۱. نمودارهای مقادیر تلاطم شاخص هر صنعت



در جدول (۲) آمار توصیفی از مقادیر تلاطم شاخص هر صنعت برای دوره انتخاب‌شده ارائه شده است. مقادیر بالای میانگین تلاطم روزانه صنایع پیمانکاری، انتشارات، ارتباطات، لاستیک، کاشی، محصولات فلزی و حمل‌ونقل نشان می‌دهد. وجود آشفتگی‌ها در سطح کلان بازار اثرات قابل توجهی بر این صنایع دارد. مقادیر چولگی و کشیدگی نشان می‌دهد سری‌های تلاطم از توزیع غیرنرمال برخوردار است و آماره جارک بر آن نیز تأیید می‌کند. آزمون آماره لیوت و روزنبرگ نشان می‌دهد که شواهدی از ریشه واحد در داده‌ها وجود ندارد؛ بنابراین به کارگیری مدل‌سازی خود رگرسیون برداری قابل قبول است.

جدول ۲. آمار توصیفی تلاطم روزانه قیمت

نام صنعت	میانگین	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی	آماره جارک برا	آماره لیوت و روزنبرگ
شیمیایی	۰/۰۱	۰/۰۰۰۵	***۱/۴۳۳	***۱/۹۷۵	***۱۵۸۲/۵۰۱	***۷/۰۸۵
بانکداری	۰/۰۰۹	۰/۰۰۰۴	***۲/۲۲۶	***۸/۸۳۱	***۱۲۷۷۱/۶۹۳	***۱۰/۷۰۱
انتشار و چاپ	۰/۰۱۴	۰/۰۰۱	***۷/۵۴۶	***۱۲۳/۵۳۱	***۲۰۲۲۴۲۰/۹۷۰	***-۱۱/۴۵۵
اطلاعات و	۰/۰۱۵	۰/۰۰۱	***۱۳/۷۶۴	***۲۸۹/۴۶۷	***۱۱۰۴۰۷۰۰/۰۴۷	***-۱۳/۳۹۸
شکر	۰/۰۱	۰/۰۰۰۳	***۱/۷۵۹	***۳/۴۹۳	***۳۲۰۸/۵۴۱	***-۸/۰۳۰
محصولات	۰/۰۱۳	۰/۰۰۰۴	***۲/۸۰۳	***۱۷/۴۸۱	***۴۴۰۸/۸۷۲	***-۸/۹۴۴
فلزات اساسی	۰/۰۰۹	۰/۰۰۰۲	***۳/۹۷۵	***۴۹/۷۸۵	***۳۳۱۹۱۲/۷۶۹	***-۸/۸۶۴
حمل‌ونقل	۰/۰۱۲	۰/۰۰۲	***۲۶/۷۵۰	***۸۲۹/۱۷۲	***۹۰۱۵۳۱۹۸/۸۰۲	***-۱۸/۹۸۵
کانه فلزی	۰/۰۱۱	۰/۰۰۰۳	***۲/۲۵۴	***۱۱/۲۷۷	***۱۹۲۵۹/۵۶۴	***-۱۴/۱۹۲
خودرو	۰/۰۰۹	۰/۰۰۰۴	***۳/۸۳۶	***۳۲/۱۵۰	***۱۴۲۶۵۵/۳۴۸	***-۹/۵۲۷
کانه غیرفلزی	۰/۰۰۹	۰/۰۰۰۲	***۲/۶۷۶	***۱۳/۹۹۲	***۳۹۳۰۶/۸۹۶	***-۹/۲۳۵
لاستیک	۰/۰۱۵	۰/۰۰۰۲	***۱/۴۵۲	***۵/۲۱۱	***۴۶۴۷/۵۴۲	***-۶/۸۶۱
ماشین‌آلات	۰/۰۱	۰/۰۰۰۷	***۷/۰۱۱	***۱۲۰/۷۱۲	***۱۹۲۸۴۵۸/۷۷۳	***-۱۰/۴۶۶
فرآورده‌های	۰/۰۰۹	۰/۰۰۰۴	***۲/۰۰۰	***۶/۶۲۹	***۷۸۲۸/۵۱۰	***-۸/۵۹۶
پیمانکاری	۰/۰۱۵	۰/۰۰۰۷	***۲۶/۱۴۲	***۷۰۸/۱۵۷	***۶۵۸۴۲۶۳۸/۷۲۷	***-۲۱/۷۱۴
رایانه	۰/۰۰۸	۰/۰۰۰۶	***۴/۰۳۵	***۴۰/۶۹۱	***۲۲۴۷۱۶/۹۷۲	***-۹/۴۴۴
انپوه‌سازی	۰/۰۱۱	۰/۰۰۰۵	***۲/۴۵۷	***۱۴/۰۹۳	***۲۹۰۸۷/۹۳۲	***-۸/۷۵۰
زراعت	۰/۰۰۹	۰/۰۰۰۷	***۱/۹۹۸	***۴/۸۱۹	***۵۱۱۷/۸۵۸	***-۸/۳۰۱
سیمان	۰/۰۰۸	۰/۰۰۰۸	***۲/۰۳۹	***۷/۴۳۰	***۹۳۷۹/۶۲۸	***-۱۱/۰۵۶
کاشی	۰/۰۱۴	۰/۰۰۰۷	***۶/۶۹۱	***۱۳۴/۵۳۶	***۲۳۸۶۹۴۰/۶۵۱	***-۱۰/۴۴۴

\*\*\* نشان‌دهنده معنی‌داری اعداد در سطح ۹۹ درصد است.

در مرحله اول تخمین ارتباط ایستا در دو دوره قبل و دوران کووید ۱۹ انجام شده و نتایج آن ارائه می‌شود.

جداول (۳) و (۴) نتایج ایستای متوسط ارتباط برای دوره قبل از کووید ۱۹ و دوره کووید ۱۹ را به ترتیب نشان می‌دهد. شاخص همبستگی تلاطم کل در دوره قبل از کووید ۱۹ مقدار ۲۷ درصد را داشته و در دوره کووید ۱۹ به مقدار ۵۷ درصد رسیده است. این نتیجه نشان می‌دهد صنایع فعال در بورس اوراق بهادار تهران از جنبه سرایت تلاطم به هم مرتبط بوده و فراگیری کووید ۱۹ این ارتباط را به میزان ۳۰ درصد افزایش داده است.

در دوره قبل از کووید ۱۹ سهم هر صنعت در تلاطم سیستمی مجموعه از مقدار ۲/۵ درصد تا مقدار ۶۴/۷ درصد متغیر بوده، درحالی که تلاطم دریافتی هر صنعت از مقدار ۳ درصد تا ۴۶/۸ درصد است. این اثرات به این معنا است که شوک تلاطم ایجادشده به وسیله یک صنعت می‌تواند از مقادیر کوچک تا مقادیر قوی باشد؛ اما در سایر صنایع به میزان هموار توزیع شده است. در دوران کرونا مقادیر مذکور افزایش داشته است. سهم هر صنعت در تلاطم سیستم از مقدار حداقل ۳ درصد تا مقدار حداکثر ۱۰۰/۲ درصد متغیر بوده، درحالی که مقادیر دریافتی از توزیع یکنواختی برخوردار بوده است. در این دوران علاوه برافزایش اندازه شوک تلاطم توزیع شوک در صنایع افزایش داشته و از این رو سرریز ریسک تلاطم افزایش داشته است.

جدول (۳) و (۴) مقادیر خالص شاخص ارتباطی را نشان می‌دهد. اگر مقادیر خالص مثبت باشد. بیانگر آن است که صنعت موردنظر منتشرکننده تلاطم در کل است. اگر مقدار آن منفی باشد صنعت موردنظر دریافت‌کننده تلاطم از سایر صنایع به صورت کلی است. همان‌طور که از نتایج مشخص است وقوع فراگیری کووید ۱۹ نقش کلیدی در انتقال تلاطم در درون صنایع مختلف ایجاد کرده است.

برای مثال صنعت زراعت از مقدار ۳۲- درصد به مقدار ۷۷- درصد تغییر یافته است. از این رو صنعت مذکور ریسک بیشتری رو از سیستم دریافت خواهد کرد. همچنین چندین صنعت از خالص دریافت‌کننده تلاطم به منتشرکننده تلاطم تغییر یافتند. برای مثال صنعت بانکداری، صنایع فلزی، حمل و نقل، ماشین‌آلات از جمله این صنایع هستند.

تنها صنعت کانه غیر فلزی از خالص منتشر کننده تلاطم به خالص دریافت کننده تغییر یافته است. به صورت کلی جداول مذکور نشان‌دهنده‌ی چگونگی ترکیب تغییر در صنایع مختلف است. در دوران قبل از کووید ۱۹، ده صنعت دریافت کننده ریسک و ده صنعت منتشر کننده ریسک بودند، در حالی که در دوران کرونا سیزده صنعت منتشر کننده ریسک و هفت صنعت دریافت کننده تلاطم بوده‌اند.

جدول ۳. ارتباط تلاطم ایستا قبل از وقوع کرونا

بخش	شیمیایی	بانکداری	انتشار و چاپ	اطلاعات و ارتباطات	شکر	محصولات فلزی	فلزات اساسی	حمل و نقل	کانه فلزی	خودرو
شیمیایی	۵۴/۷۳	۳/۹۹	۱/۱۹	۰/۶۱	۰/۷۷	۱/۲۲	۳/۹۱	۰/۱۲	۰/۰۶	۴/۹۴
بانکداری	۵/۶۴	۶۲/۰۸	۰/۴۷	۰/۵۳	۲/۰۹	۱/۵۴	۳/۲۸	۰/۰۷	۰/۱۳	۲/۵۶
انتشار و چاپ	۱/۹۸	۰/۶۷	۸۵/۳۳	۰/۲۸	۰/۰۷	۰/۴۵	۰/۳۶	۰/۱۱	۰/۵۱	۰/۹۷
اطلاعات و ارتباطات	۱/۶۴	۰/۹۷	۰/۳۱	۸۹/۳۷	۰/۶۴	۰/۲۶	۰/۲۷	۰/۰۳	۰/۱۱	۱/۱۰
شکر	۱/۲۲	۲/۰۸	۰/۰۶	۰/۱۱	۷۷/۱۲	۰/۹۶	۱/۹۵	۰/۰۲	۰/۰۶	۱/۵۵
محصولات فلزی	۲/۲۲	۲/۲۳	۰/۳۲	۰/۱۴	۱/۰۲	۷۴/۲۹	۱/۲۱	۰/۸۵	۰/۱۵	۱/۵۵
فلزات اساسی	۴/۵۰	۲/۷۵	۰/۱۵	۰/۱۳	۱/۵۳	۰/۹۳	۶۴/۵۳	۰/۰۳	۰/۱۲	۳/۹۵
حمل و نقل	۰/۵۱	۰/۴۱	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۲۵	۰/۰۶	۰/۳۱	۹۵/۵۶	۰/۱۷	۰/۵۲
کانه فلزی	۰/۲۸	۰/۱۵	۰/۷۴	۰/۲۵	۰/۱۵	۰/۰۸	۰/۲۳	۰/۱۳	۹۴/۳۴	۰/۴۸
خودرو	۶/۰۶	۲/۱۱	۰/۵۰	۰/۸۷	۱/۰۰	۱/۰۹	۳/۶۴	۰/۱۸	۰/۳۲	۵۷/۵۴
کانه غیر فلزی	۴/۲۶	۱/۳۹	۱/۰۴	۰/۲۶	۰/۸۷	۱/۰۷	۳/۲۱	۰/۱۰	۰/۲۰	۳/۱۸
لاستیک	۴/۸۹	۶/۱۴	۰/۴۸	۰/۱۹	۱/۵۸	۲/۲۵	۲/۵۲	۰/۰۳	۰/۰۴	۳/۴۹
ماشین‌آلات	۳/۹۶	۱/۴۲	۰/۵۴	۰/۳۰	۰/۹۹	۱/۲۶	۱/۷۳	۰/۰۹	۰/۱۵	۳/۶۵

فصلنامه پژوهش‌های راهبردی بودجه و مالیه

شماره	کانه فلزی	حمل و نقل	فلزات اساسی	محصولات فلزی	شکر	اطلاعات و ارتباطات	انتشار و چاپ	بانکداری	شیمیایی	
۵/۱۴	۰/۲۸	۰/۱۱	۳/۱۸	۱/۵۱	۲/۰۱	۰/۳۰	۱/۵۸	۲/۸۴	۶/۰۸	فرآورده‌های نفتی
۰/۱۹	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۳۳	۰/۱۰	۰/۰۷	۰/۸۵	پیمانکاری
۱/۴۱	۰/۶۴	۰/۲۰	۰/۹۶	۲/۱۸	۲/۲۱	۰/۲۸	۰/۰۳	۱/۸۷	۱/۹۹	رایانه
۲/۴۵	۰/۶۱	۰/۰۷	۲/۱۳	۱/۰۶	۰/۶۰	۰/۰۴	۰/۲۸	۰/۳۰	۱/۸۵	انبوه‌سازی
۳/۳۱	۰/۰۵	۰/۱۳	۲/۶۱	۱/۳۲	۱۱/۴۰	۰/۱۹	۰/۱۰	۳/۶۷	۲/۶۹	زراعت
۴/۶۹	۰/۲۳	۰/۲۰	۴/۹۰	۱/۷۱	۱/۵۰	۰/۴۱	۰/۵۳	۲/۹۸	۷/۱۷	سیمان
۱/۳۹	۰/۲۷	۰/۰۴	۱/۷۵	۱/۲۰	۰/۶۵	۰/۱۰	۰/۳۴	۰/۵۵	۲/۲۰	کاشی
۴۶/۵۲	۴/۲۰	۲/۵۱	۳۸/۲۵	۲۰/۱۸	۲۹/۳۹	۵/۳۵	۸/۸۵	۳۶/۵۷	۵۹/۹۸	TO
۴/۰۶	-۱/۴۶	-۱/۹۳	۲/۷۹	-۵/۵۳	۶/۵۱	-۵/۲۸	-۵/۸۲	-۱/۳۵	۱۴/۷۱	NET

ادامه جدول ۳. ارتباط تلاطم ایستا قبل از وقوع کرونا

FROM	کاشی	سیمان	زراعت	انبوه‌سازی	رایانه	پیمانکاری	فرآورده‌های نفتی	ماشین	لاستیک	کانه غیرفلزی	
۴۵/۲۷	۰/۹۶	۴/۸	۰/۴۲	۱/۳۳	۱/۱۴	۰/۴۴	۵/۸۶	۲/۳۸	۴/۳۱	۴/۱۳	شیمیایی
۳۷/۹۲	۰/۳۸	۱/۱ ۴	۰/۶۶	۰/۲۵	۱/۶۸	۰/۷۷	۳/۸۲	۱/۱۵	۷/۱۲	۱/۶۷	بانکداری
۱۴/۶۷	۰/۴۴	۵/۲ ۱	۰/۱۲	۰/۲۴	۰/۰۸	۰/۲۲	۲/۷۸	۰/۸۳	۰/۸۶	۲/۱۸	انتشار و چاپ
۱۰/۶۳	۰/۱۶	۱/۰۳ ۱	۰/۱۸	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۰۸	۰/۹۲	۰/۶۸	۰/۸۱	۰/۹۸	اطلاعات و ارتباطات
۲۲/۸۸	۰/۳۵	۸/۲	۱/۷۱	۰/۷۰	۲/۰۰	۰/۱۱	۲/۷۳	۱/۱۱	۲/۰۱	۱/۳۴	شکر
۲۵/۷۱	۰/۰۶	۲/۰ ۳	۰/۸۶	۱/۳۶	۲/۹۴	۰/۱۸	۲/۰۹	۱/۳۱	۲/۴۱	۱/۶۲	محصولات فلزی

مدل‌سازی اندازه‌گیری تلاطم در زمان وقوع کرونا در ساختار صنایع بورس اوراق بهادار تهران

FROM	کاشی	سیمان	زراعت	انبوه‌سازی	رایانه	پیمانکاری	فرآورده‌های نفتی	ماشین	لاستیک	کانه غیرفلزی	
۳۵/۴۷	۰/۹۲	۳۸	۰/۸۸	۱/۹۰	۱/۰۲	۰/۰۹	۲/۹۰	۱/۴۵	۳/۱۰	۳/۷۵	فلزات
۴/۴۴	۰/۰۶	۳۶	۰/۲۳	۰/۲۶	۰/۱۶	۰/۰۱	۰/۳۱	۰/۲۴	۰/۲۷	۰/۱۹	حمل و نقل
۵/۶۶	۰/۳۰	۱۵۲	۰/۴۷	۰/۱۶	۰/۴۶	۰/۱۳	۰/۶۲	۰/۳۸	۰/۰۵	۰/۰۷	کانه فلزی
۴۲/۴۶	۰/۸۱	۳۰	۰/۳۵	۱/۹۷	۱/۰۵	۰/۰۶	۵/۸۴	۴/۲۷	۳/۳۰	۳/۷۲	خودرو
۳۲/۶۳	۰/۸۶	۵۹	۰/۶۴	۲/۵۳	۰/۸۸	۰/۰۴	۲/۹۶	۲/۱۳	۱/۴۲	۳/۳۷	کانه
۳۷/۶۳	۱/۱۱	۱۱	۰/۲۲	۰/۶۰	۱/۷۴	۰/۰۴	۶/۰۵	۱/۷۶	۳/۳۷	۱/۴۱	لاستیک
۳۲/۸۹	۰/۶۵	۸۹ ۴/	۰/۶۰	۰/۶۹	۰/۵۸	۰/۰۱	۵/۸۲	۱/۱۱ ۶۷	۲/۴۴	۳/۱۰	ماشین‌آلات
۴۶/۸۱	۰/۹۲	۸۰ ۶/	۰/۴۱	۱/۳۷	۰/۷۵	۰/۰۸	۱/۱۹ ۵۳	۵/۵۰	۴/۶۴	۳/۳۲	فرآورده‌های نفتی
۳/۰۷	۰/۰۲	۳۷ ۰/	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۳۵	۱/۹۳ ۹۶	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۳۷	پیمانکاری
۱۸/۹۹	۰/۱۶	۴۷ ۲/	۰/۴۷	۰/۲۰	۱/۰۱ ۸۱	۰/۰۸	۰/۸۱	۰/۳۶	۱/۹۷	۰/۷۱	رایانه
۱۸/۲۳	۰/۴۷	۰۴ ۲/	۰/۲۷	۱/۷۷ ۸۱	۰/۲۰	۰/۰۴	۱/۶۳	۰/۹۳	۰/۸۹	۲/۳۴	انبوه‌سازی
۴۱/۷۰	۰/۲۴	۰۵ ۴/	۳۰ ۵۸	۰/۶۱	۲/۶۶	۰/۲۰	۲/۷۱	۱/۳۳	۲/۵۳	۱/۹۱	زراعت
۴۶/۶۵	۱/۰۲	۳۵ /	۰/۸۴	۱/۸۰	۱/۴۲	۰/۴۹	۵/۱۸	۲/۷۷	۲/۶۱	۶/۱۹	سیمان
۲۴/۹۲	۱/۰۸ ۷۵	۶۷ ۳/	۰/۲۶	۱/۶۸	۱/۱۰	۰/۱۳	۲/۸۴	۱/۲۹	۲/۹۲	۲/۵۵	کاشی
۲۷/۴۳	۹/۹۰	۷۰	۹/۶۴	۱/۹۳	۱/۴۳	۳/۲۱	۱/۹۱	۱/۸۶	۱/۶۸	۱/۵۶	TO
	۱/۰۲	۰۵	۱/۰۶	۰/۳۰	۱/۴۴	۰/۱۴	۹/۱۰	۳/۰۲	۶/۰۵	۸/۹۳	NET

جدول ۴. ارتباط تلاطم ایستا در دوره کرونا

FROM	کاشی	سیمان	زراعت	انبوه‌سازی	رایانه	پیمانکاری	فرآورده‌های	ماشین	لاستیک	کانه فلزی	
/۲۲	۰/۸۰	۶/۳۶	۰/۰۷	۵/۰۰	۴/۰۳	۲/۰۵	۶/۴۳	۵/۳۲	۲/۲۲	۴/۱۲	شیمیایی
/۰۶	۰/۵۵	۴/۶۶	۰/۱۱	۱/۶۸	۵/۴۲	۷/۹۹	۱/۶۰	۲/۵۲	۶/۶۳	۱/۷۱	بانکداری
/۷۲	۰/۶۱	۳/۷۲	۰/۲۴	۴/۵۵	۳/۸۵	۰/۶۲	۳/۳۵	۳/۳۷	۲/۱۵	۳/۱۴	انتشار و
/۶۳	۰/۰۲	۰/۴۲	۰/۰۶	۰/۹۱	۰/۴۲	۰/۴۹	۱/۱۵	۱/۸۷	۰/۵۵	۰/۹۰	اطلاعات
/۹۴	۱/۱۸	۳/۲۰	۰/۱۵	۰/۹۳	۵/۷۸	۳/۳۴	۱/۱۱	۲/۳۶	۵/۳۰	۱/۳۷	شکر
/۱۶	۰/۷۶	۵/۰۸	۰/۰۱	۵/۱۲	۵/۲۵	۱/۶۷	۴/۹۰	۴/۸۶	۲/۷۱	۲/۹۲	محصولا
/۲۹	۰/۸۴	۶/۲۱	۰/۱۴	۳/۷۲	۴/۷۳	۲/۲۱	۵/۱۰	۴/۹۰	۴/۴۰	۳/۳۰	فلزات
/۸۸	۰/۶۸	۲/۵۹	۰/۰۳	۵/۰۹	۴/۲۷	۳/۲۵	۲/۸۵	۴/۷۹	۴/۱۶	۱/۶۴	حمل و نقل
۹/۰۵	۰/۷۰	۰/۰۴	۰/۹۱	۰/۶۵	۰/۱۳	۰/۹۴	۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۰۶	۰/۲۷	کانه فلزی
/۳۶	۰/۳۰	۵/۷۷	۰/۰۹	۳/۰۱	۳/۷۶	۰/۷۵	۶/۸۲	۵/۲۰	۳/۰۳	۴/۰۱	خودرو
/۰۰	۱/۴۱	۴/۰۹	۰/۲۹	۳/۳۷	۱/۳۳	۰/۳۸	۵/۴۳	۲/۶۵	۱/۴۶	/۰۰	کانه
/۳۴	۰/۳۳	۶/۶۷	۰/۲۶	۱/۱۵	۳/۰۸	۵/۲۸	۲/۴۴	۲/۸۴	/۶۶	۱/۵۰	لاستیک
/۴۳	۱/۰۸	۵/۳۶	۰/۱۱	۳/۶۰	۵/۶۴	۱/۸۴	۴/۳۷	/۵۷	۲/۶۳	۲/۶۹	ماشین‌آلا
/۴۴	۰/۴۷	۶/۰۰	۰/۱۴	۳/۸۱	۴/۰۷	۱/۹۰	/۵۶	۴/۰۶	۱/۷۷	۴/۴۲	فرآورده‌ها
/۲۲	۰/۵۴	۲/۹۷	۰/۱۴	۰/۸۰	۴/۲۷	/۷۸	۲/۱۲	۳/۰۴	۵/۷۲	۱/۳۸	پیمانکاری
/۴۸	۲/۶۷	۳/۸۳	۰/۰۲	۲/۹۶	/۵۲	۳/۲۷	۳/۳۲	۴/۸۱	۳/۱۶	۲/۲۴	رایانه
/۳۵	۰/۴۸	۳/۳۹	۰/۱۸	/۶۵	۵/۳۹	۰/۵۸	۴/۴۶	۳/۴۴	۱/۲۴	۲/۸۴	انبوه‌سازی
/۱۹	۰/۹۹	۴/۶۷	۱۹/۸۱	۱/۷۲	۷/۱۱	۹/۵۹	۲/۹۵	۳/۰۰	۴/۸۶	۱/۶۵	زراعت
/۰۴	۱/۵۹	/۹۶	۰/۰۷	۲/۸۸	۴/۵۲	۲/۰۶	۶/۲۱	۴/۸۴	۴/۳۸	۳/۳۶	سیمان
/۶۷	۲۷/۳۳	۵/۶۸	۰/۰۳	۴/۱۷	۶/۸۸	۲/۰۱	۵/۲۲	۴/۵۹	۲/۵۶	۲/۹۵	کاشی
/۱۲	۱۶/۰۳	/۷۱	۳/۰۶	/۱۲	/۹۳	/۲۱	/۹۹	/۶۳	/۹۸	/۴۰	TO
	۵۶/۶۴	/۶۷	۷۷/۱۳	۰/۲۳	/۴۵	۱/۹۹	۵/۵۵	۳/۲۰	۲/۶۴	۲/۶۰	NET

ادامه جدول ۴. ارتباط تلاطم ایستا در دوره کرونا

شماره	کانه فلزی	حمل و نقل	فلزات اساسی	محصولات فلزی	شکر	اطلاعات و ارتباطات	انتشار و چاپ	بانکداری	شیمیایی	
۷/۴۸	۰/۳۹	۳/۷۵	۶/۳۹	۶/۹۷	۱/۷۶	۱/۴۱	۲/۳۶	۳/۳۲	۲۹/۷۸	شیمیایی
۲/۳۲	۰/۳۶	۳/۳۱	۴/۲۷	۲/۹۳	۹/۰۹	۰/۰۵	۰/۴۱	۴۰/۹۴	۳/۴۵	بانکداری
۴/۰۷	۰/۰۴	۴/۵۰	۲/۲۵	۵/۲۵	۰/۴۹	۱/۰۸	۵۱/۲۸	۰/۷۴	۴/۷۰	انتشار و
۱/۰۷	۰/۳۱	۰/۸۲	۰/۳۲	۰/۸۳	۰/۵۸	۸۳/۳۷	۱/۸۵	۰/۱۲	۳/۹۷	اطلاعات و
۰/۹۴	۰/۱۱	۴/۶۳	۴/۰۱	۱/۹۸	۴۳/۰۶	۰/۱۴	۰/۵۲	۹/۰۵	۲/۸۳	شکر
۶/۶۸	۰/۱۴	۵/۱۲	۶/۷۴	۳۲/۸۴	۱/۸۳	۰/۳۹	۳/۸۷	۲/۱۴	۷/۰۷	محصولات
۷/۲۱	۰/۰۱	۴/۰۳	۳۱/۷۱	۷/۱۴	۱/۷۳	۰/۳۷	۲/۴۰	۲/۶۸	۷/۱۶	فلزات
۳/۳۹	۰/۱۵	۴۶/۱۲	۴/۶۴	۴/۳۵	۲/۸۶	۰/۴۳	۱/۵۳	۲/۶۱	۴/۵۶	حمل و نقل
۰/۷۸	۹۰/۹۵	۰/۳۵	۰/۳۴	۰/۶۸	۰/۸۷	۰/۳۱	۰/۰۵	۰/۵۸	۱/۰۶	کانه فلزی
۳۶/۶۴	۰/۴۴	۲/۶۴	۸/۰۹	۷/۱۷	۰/۳۵	۰/۱۸	۳/۸۸	۱/۳۴	۶/۵۵	خودرو
۶/۰۶	۰/۱۶	۲/۱۰	۴/۹۰	۴/۶۱	۰/۴۶	۱/۲۳	۲/۰۵	۰/۹۱	۶/۰۹	کانه
۳/۵۴	۰/۰۵	۴/۱۲	۵/۵۲	۳/۱۴	۴/۶۴	۰/۴۳	۰/۸۰	۶/۹۷	۳/۵۴	لاستیک
۵/۵۰	۰/۰۴	۳/۸۳	۵/۹۲	۶/۱۰	۱/۶۳	۱/۲۳	۳/۷۸	۲/۳۴	۷/۷۶	ماشین‌آلات
۶/۹۹	۰/۱۶	۳/۴۷	۵/۵۲	۶/۴۷	۰/۹۸	۰/۵۷	۳/۶۳	۱/۷۸	۸/۲۲	فرآورده‌های
۱/۶۱	۰/۰۳	۳/۸۹	۳/۷۶	۱/۶۳	۱۲/۱۱	۰/۳۲	۰/۷۷	۸/۲۰	۲/۹۱	پیمانکاری
۳/۷۷	۰/۰۹	۴/۹۱	۴/۷۳	۴/۵۴	۵/۰۲	۰/۱۴	۲/۹۲	۳/۷۶	۴/۳۲	رایانه
۳/۷۲	۰/۱۵	۴/۴۱	۴/۱۵	۷/۲۰	۰/۸۶	۰/۳۹	۳/۰۰	۱/۳۷	۸/۰۹	انبوه‌سازی
۲/۵۹	۰/۲۷	۲/۸۶	۴/۶۳	۳/۰۷	۱۸/۶۸	۰/۱۰	۰/۶۳	۷/۲۹	۳/۵۳	زراعت
۵/۷۳	۰/۰۶	۳/۶۸	۶/۴۵	۶/۲۴	۲/۴۰	۰/۴۷	۲/۳۸	۳/۸۷	۷/۸۶	سیمان
۴/۳۸	۰/۲۳	۴/۳۴	۸/۹۷	۵/۹۷	۲/۶۱	۰/۲۴	۲/۲۹	۳/۰۱	۶/۵۴	کاشی
۷۷/۸۴	۳/۱۶	۶۶/۷۵	۹۱/۶۱	۸۶/۲۷	۶۸/۸۵	۹/۴۹	۳۹/۱۱	۶۲/۱۰	۱۰۰/۲۲	TO
۱۴/۴۸	-۵/۸۹	۱۲/۸۸	۲۳/۳۲	۱۹/۱۱	۱۱/۹۱	-۷/۱۴	-۹/۶۱	۳/۰۴	۳۰/۰۰	NET

برای بررسی تغییرات در ارتباط شبکه‌ای صنایع قبل از کووید ۱۹ و دوران کووید ۱۹، ده صنعت دارای بیشترین میزان سرریز رتبه‌بندی شدند. در مقایسه این رتبه‌بندی کاملاً مشهود است که ارتباط مستقیم صنایع در طی دوران کووید ۱۹ تغییر یافته است. با مشاهده قسمت انتشار ریسک می‌توان به این نتیجه رسید که صنایع بسیار مهم بازار سرمایه ایران از جمله شیمیایی، فلزات اساسی، سیمان دارای بالاترین میزان اثرگذاری هستند این نتیجه نشان می‌دهد که نقش مهم صنایع بزرگ

در انتشار شوک‌های تلاطمی با توجه به وابستگی درونی قوی آن‌ها در زمان رویدادهای فرین قابل توجه است. همچنین این نتایج نشان می‌دهد که ورود سه صنعت از صنایع با اندازه کوچک احتمالاً می‌تواند در انتقال تلاطم در دوران نوسانات بالا مؤثر باشد؛ بنابراین می‌توان جمع‌بندی کرد که ارتباط اثرگذار و ارتباط خالص در اکثر موارد یکسان است و تغییر در ارتباط خالص به واسطه تغییر در ارتباط اثرگذار بوده است. ارتباط زیاد صنایع بزرگ به‌عنوان عامل منتشرکننده شوک تلاطم بر سایر صنایع اثرگذار هستند.

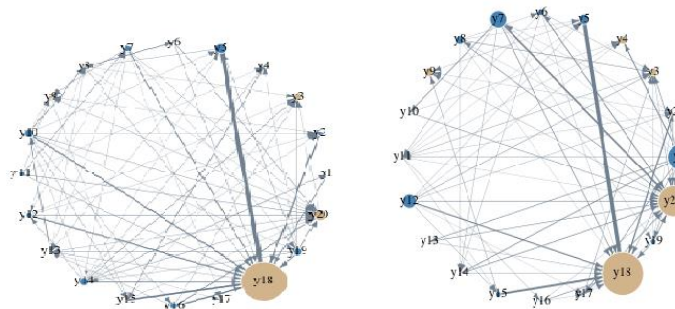
جدول ۵. ده صنعت دارای بیشترین مقادیر انتشار، پذیرش و خالص ریسک تلاطم

FROM		FROM		TO		TO	
زمان وقوع	صنعت	زمان وقوع	صنعت	زمان وقوع	صنعت	زمان وقوع	صنعت
۴/۰۱	زراعت	۲/۳۴	فرآورده‌های نفتی	۱۰۰/۲۲	شیمیایی	۶۴/۷۰	سیمان
۳/۶۳	کاشی	۲/۳۳	سیمان	۹۱/۶۱	فلزات	۵۹/۹۸	شیمیایی
۳/۵۱	شیمیایی	۲/۲۶	شیمیایی	۸۶/۲۷	محصولات فلزی	۵۵/۹۱	فرآورده‌های نفتی
۳/۴۵	سیمان	۲/۱۲	خودرو	۸۰/۷۱	سیمان	۴۶/۵۲	خودرو
۳/۴۱	فلزات اساسی	۲/۰۹	زراعت	۷۹/۹۳	رایانه	۴۳/۶۸	لاستیک
۳/۳۶	محصولات فلزی	۱/۹۰	بانکداری	۷۷/۸۴	خودرو	۴۱/۵۶	کانه غیرفلزی
۳/۲۷	ماشین‌آلات	۱/۸۸	لاستیک	۶۹/۹۹	فرآورده‌های نفتی	۳۸/۲۵	فلزات اساسی
۳/۲۲	فرآورده‌های نفتی	۱/۷۷	فلزات اساسی	۶۸/۸۵	شکر	۳۶/۵۷	بانکداری
۳/۱۷	خودرو	۱/۶۴	ماشین‌آلات	۶۸/۶۳	ماشین‌آلات	۲۹/۸۶	ماشین‌آلات
۳/۰۲	رایانه	۱/۶۳	کانه غیرفلزی	۶۶/۷۵	حمل و نقل	۲۹/۳۹	شکر



		NET		NET	
		تاریخ کرونا	نم صنعت	قبل از وقوع کرونا	نم صنعت
		۳۰/۰۰	شیمیایی	/۰۵	سیمان
		۲۳/۳۲	فلزات	/۷۱	شیمیایی
		۱۹/۴۵	رایانه	۹/۱۰	فرآورده‌های
		۱۹/۱۱	محصولات	۸/۹۳	کانه غیرفلزی
		۱۴/۴۸	خودرو	۶/۵۱	شکر
		۱۲/۸۸	حمل و نقل	۶/۰۵	لاستیک
		۱۱/۹۱	شکر	۴/۰۶	خودرو
		۱۱/۶۷	سیمان	۲/۷۹	فلزات اساسی
		۵/۵۵	فرآورده‌های	۱/۴۴	رایانه
		۳/۲۰	ماشین‌آلات	۰/۱۴	پیمانکاری

در شکل (۲) نمودار شبکه‌ای خالص سرریز زوجی برای دو دوره را نشان داده شده است. دواير آبی‌رنگ نشان‌دهنده متغیرهایی است که خالص انتشار تلاطم را داشته و دواير قهوه‌ای‌رنگ نشان‌دهنده متغیرهایی است که خالص دریافت‌کننده ریسک را داشته است. درجه شدت سرایت تلاطم زوجی خالص در دوران وقوع کووید ۱۹ افزایش یافته است نمودار مذکور نشان می‌دهد که درجه خالص تلاطم بین صنایع چگونه اثرگذار بوده است. برای مثال ضخامت خطوط در صنایع شکر، فلزات اساسی، لاستیک، پیمانکاری نسبتاً ضخیم بوده و این بدان معناست، خالص سرایت تلاطم که به وسیله این صنایع اتفاق افتاده نسبتاً بالا است. مهم‌ترین نتیجه‌ای که از این نمودار می‌توان داشت آن است که قبل از دوران کووید ۱۹ ارتباط تلاطم کمتر بوده وقوع کووید ۱۹ باعث تغییر در ساختار شبکه شده و ارتباط تلاطم از حالت دریافت‌کننده به حالت سرایت افزایش یافته است. این تغییر در ساختار می‌تواند در نتیجه کاهش در فعالیت‌های اقتصادی به علت وقوع فراگیری ویروس کرونا باشد. در واقع بسیاری از صنایع مجبور به کاهش فعالیت‌ها شده‌اند که در نتیجه رکود بر بازار سرمایه و صنایع مختلف حکم فرما شده است.

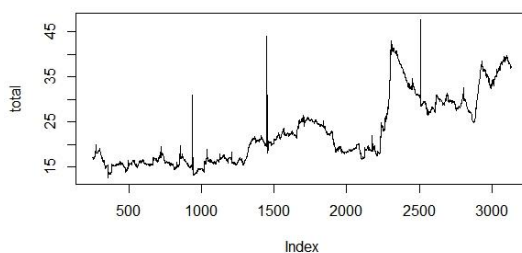


شکل ۲. نمودارهای خالص سرریز زوجی تلاطم قبل از کرونا (چپ) - وقوع کرونا (راست)

### تحلیل پویای ارتباط

برای تحلیل بهتر پویایی‌های انتقال تلاطم که در نتیجه وقایع خاصی مانند کووید ۱۹ حاصل می‌شود. از تحلیل پویای ارتباط پنجره غلتان استفاده شده است. شاخص همبستگی تلاطم کل با اندازه پنجره دوست‌روزه و افق پیش‌بینی ده‌روزه در شکل نمایش داده شده است. شاخص ارتباط تلاطم کل در طی زمان از مقدار ده درصد تا چهل و هشت درصد تغییر داشته است. در این نمودار سه مقدار اوج مشاهده شده که مقارن با وقوع دوره یازدهم ریاست جمهوری و انعقاد برجام، وقوع تحریم‌های ظالمانه و لغو برجام و بحران کووید ۱۹ است. در دوره کووید ۱۹ ارتباط تلاطم به بالاترین حد خود رسیده و این نتیجه می‌تواند تأییدی بر پژوهش‌های قبلی باشد که نشان داده در طی دوره‌های استرس‌زای مالی ارتباط بین ساختارهای صنایع در بازار سرمایه افزایش یافته است. در طی دوران کووید ۱۹ میزان تلاطم کل بیشترین میزان را نسبت به دوره‌های قبل داشته و این نکته را نشان می‌دهد که فراگیری کووید ۱۹ نقشی فزاینده نسبت به سایر بحران‌ها داشته است. به نحوی که بسیاری از فعالیت‌های اقتصادی از صنایع تولیدی تا خدماتی تحت تأثیر قرار گرفته و در نتیجه کاهش میزان سودآوری صنایع با مخاطره مواجه شده است. همین‌طور افزایش عدم اطمینان در نتیجه فراگیری و ادامه‌دار بودن بحران مذکور اطمینان سرمایه‌گذاران را کاهش داده و باعث فروش سهام و اصلاح پرتفوی آن‌ها با دارایی‌های با درآمد ثابت شده است. این عامل باعث تغییرات بیش از حد در قیمت سهام بازار شده و چرخه تلاطم عدم اطمینان سرمایه‌گذاران و کاهش

قیمت‌ها شکل گرفته است. البته همان‌طور که مشخص است مقدار این شاخص در دوران کرونا پس از تطبیق جوامع بشری با بیماری مذکور و انجام واکسیناسیون کاهش یافته است.

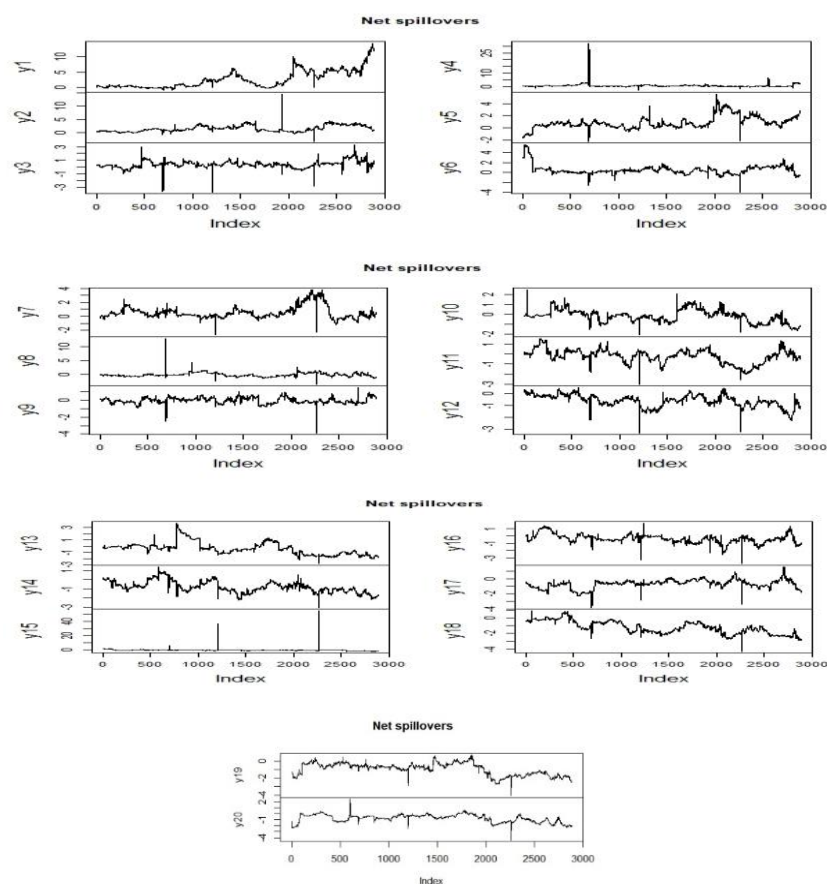


شکل ۳. نمودار ارتباط تلاطم کل

برای تحلیل تلاطم در بین صنایع انتخابی همبستگی مستقیم خالص در طی زمان در شکل (۳) نشان داده شده است. از جنبه کلی می‌توان صنایع انتخاب شده را به سه دسته تقسیم کرد:

- صنایعی که در اکثر زمان مقدار خالص مثبت دارند.
- صنایعی که در اکثر زمان مقدار خالص منفی دارند.
- صنایعی که دارای تغییر در مقدار خالص بودند.

صنایع شیمیایی، بانکداری، اطلاعات و ارتباطات، محصولات فلزی، حمل‌ونقل، پیمانکاری، فرآورده‌های نفتی، فلزات اساسی در گروه اول قرار می‌گیرند. در گروه دوم صنایع کانه غیرفلزی، لاستیک، رایانه، زراعت، انبوه‌سازی قرار دارند که بیشترین میزان ریسک را از سیستم گرفتند. همین‌طور صنایع انتشارات، شکر، کانه غیرفلزی، ماشین‌آلات و کاشی دارای تغییرات در طی زمان هستند و به منتشرکننده تلاطم تبدیل شده‌اند. نتایج پژوهش حاضر با مطالعه رضوان (۲۰۲۰) تطابق دارد. پژوهش مذکور نشان داد که مؤسسات بزرگ نقش کلیدی در سرریز ریسک را در طی دوران کووید ۱۹ دارد همچنین صنایع متوسط نیز در دوران مذکور به افزایش ارتباط تلاطم کمک می‌کنند.



شکل ۴. نمودار سری زمانی خالص ارتباط تلاطم هر صنعت

برای تعیین درجه اعتبار و استواری نتایج مبتنی بر داده، سه رویکرد اضافی تخمینی برای ارتباط پویا تلاطم کل انجام شده است. اول تحلیل حساسیت شاخص سرریز تلاطم بر اساس اندازه‌های مختلف پنجره بررسی شد. پنجره‌های غلتان صد، دویست، دویست و پنجاه و سیصد روز با دوره افق ۱۰ روزه تخمین زده شد. نتایج همان کیفیت تحلیلی را نشان داد. دوم نتایج به‌دست‌آمده با استفاده از روش تخمین زنده تلاطم گارچ (۱ و ۱) در تحلیل حساسیت شد. نتایج نشان داد الگوی به‌دست‌آمده با پنجره‌های مختلف مشابه نتایج اصلی است. سوم نتایج بر اساس افق زمانی پنج، ده و پانزده‌روزه و پنجره غلتان ۲۰۰ روز تخمین زده شده و نتایج از اعتبار کافی برخوردار بوده است.

لازم به ذکر است با توجه به مشابهت تحلیلی نتایج و افزایش بیش از اندازه حجم کمی مقاله، جداول مذکور ارائه نشده است.

## بحث و نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر صنایع مختلف بازار سرمایه از جنبه مطالعه ساختار ارتباطی تلاطم و سرایت ریسک مورد ارزیابی قرار گرفت. اقتصاد و صنایع ایران در چند سال اخیر با تحریم‌ها و تغییرات ناگهانی نرخ ارز مواجه بوده و سعی در تطبیق خود با تلاطم‌های مذکور داشته است؛ اما وجود واقعه کووید ۱۹ باعث ایجاد مشکلات اقتصادی و اجتماعی در سطح بین‌الملل شده و کشور ایران نیز از این قاعده مستثنا نبوده است. مقادیر تلاطم بازار، شدت سیستمی و شاخص اضطراب مالی در مطالعات مختلف انجام شده، اما مطالعه ارتباط تلاطم کل در طی زمان به شکل موجود از حساسیت توصیفی بالاتری در ارائه وضعیت اثرگذاری شوک‌ها دارد. در واقع شاخص مذکور اطلاعات بیشتری راجع به اثرات سرایت ریسک نسبت به شاخص‌های دیگر نشان می‌دهد. در دوران وقوع کرونا شاخص مذکور به بالاترین میزان خود رسیده که بیشترین میزان اثر همه‌گیری را بر صنایع داشته است. نتایج پژوهش حاضر از جنبه افزایش ریسک سیستمی در اثر وقوع بحران‌های بین‌المللی با مطالعات گانگ، دیولد ایلماز، شهرزاد و سایرین و خیابانی و محمدیان هم‌راستا است. در این پژوهش ارتباط تلاطم پویا بین بیست صنعت از ابتدای سال ۱۳۸۸ تا پایان سال ۱۴۰۰ بررسی شده است. تحلیل همبستگی بین صنایع مختلف با محاسبه چندین شبکه مثل مقادیر همبستگی تلاطم خالص و کل انجام شد. نتایج پژوهش بینش مهمی راجع به ساختار صنایع بورسی در بازار سرمایه ایران را نشان می‌دهد. تحلیل ایستا و پویا نوع و چگونگی ارتباط بین صنایع را نشان داده است. همچنین نتایج حاکی از اثر قابل توجه فراگیری بحران کووید ۱۹ بر تغییرات تلاطم‌ها دارد. ساختار شبکه‌ای از شبکه ارتباطی که پذیرنده شوک‌های تلاطم است به انتشاردهنده شوک‌های تلاطم تغییر پیدا کرده است. سرمایه‌گذاران در زمان وقوع بحران‌های خاص اثرگذار بر بازار سرمایه می‌توانند با تحلیل ارتباط تلاطم در بین صنایع مختلف بازار سرمایه تصمیم‌گیری مناسبی در جهت محافظت سرمایه از تلاطم‌های ساختاری موجود در صنایع بازار سرمایه داشته باشند.

## پیشنهادها و محدودیت‌ها

وجود وقایع فراگیر در سطح بین‌الملل می‌تواند تلاش‌های انجام‌شده برای ثبات بازارهای مالی را با مخاطره روبه‌رو کند. از این رو برای تحکیم ثبات ساختار بازارهای مالی لازم است تا در دوره‌های با عدم اطمینان بالا اقدامات اطمینان‌بخش در جهت حفظ ثبات بازارهای مالی صورت گیرد. پیشنهاد می‌شود با استفاده از سیاست‌های پولی از عملیات تأمین مالی مجدد بلندمدت توسط صنایع و کسب‌وکارها حمایت‌شده و برنامه‌های خرید اضطراری اوراق بهادار اجراشده، همین‌طور خطوط اعتباری جهت برقراری مکانیسم ثبات در بازارهای مالی برای هر کدام از صنایع موجود فعال شود.

پژوهش در زمینه اثرات وقوع کووید ۱۹ بر ثبات سیستم‌های مالی هنوز در مرحله ابتدایی قرار دارد، از این رو پیشنهاد می‌شود با مطالعه در مورد شناسایی عوامل و نتایج مربوط به تغییرات ناهمسان پویای در بازار سرمایه اثرات آن بر ثبات سیستم‌های مالی مورد ارزیابی قرار گیرد.

## فهرست منابع

- ابراهیمی سرو علیا، محمدحسین، تملکی، حسین. (۱۳۹۹). بررسی سرایت‌پذیری ریسک نکول بین شرکت‌های هلدینگ و شرکت‌های فرعی آن‌ها (مورد مطالعه: شرکت گسترش سرمایه‌گذاری ایران‌خودرو). چشم‌انداز مدیریت مالی، ۱۰(۳۰)، ۹۹-۱۲۰.
- شکری، نعیم، سحاب خدامرادی، مرتضی، حاجیلو مقدم، امیرحسین. (۱۴۰۰). بررسی اثرات سرریز نوسانات مالی میان ارزهای دیجیتالی کاربرد رهیافت گارچ چند متغیره BEKK-GARCH. چشم‌انداز مدیریت مالی، ۱۱(۳۵).
- خیابانی، ناصر. محمدیان نیکپی، احسان (۱۳۹۷). «تحلیل ریسک سیستمی در صنایع منتخب بورس اوراق بهادار تهران: یک رویکرد رگرسیون چندمتغیره». فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۷۷. صفحه ۱-۳۶.
- غلامی، ناصر. محمدی، تیمور. قاسمی، عبدالرسول (۱۳۹۹). طراحی مدلی برای سنجش پویایی ارتباطات تلاطمات بورس اوراق بهادار تهران و بازارهای جهانی». فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی، شماره ۱(۴۹)، صفحه ۷۱-۴۹.
- نمکی، علی. عباسیان، عزت‌اله. شفیعی، الهه. (۱۴۰۱). «تجزیه و تحلیل میزان ریسک سیستمی شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از رویکرد سیستم‌های پیچیده». فصلنامه راهبرد مدیریت مالی، ۱۰(۱).
- Acharya, V. V., Pedersen, L. H., Philippon, T., & Richardson, M. (2017). Measuring systemic risk. *The Review of Financial Studies*, 30(1), 2-47.
- Adrian, T., & Brunnermeier, M. K. (2016). CoVaR. *The American Economic Review*, 106(7), 1705.
- Aldasoro, I., Huang, W., & Kemp, E. (2020). Cross-border links between banks and non-bank financial institutions. *BIS Quarterly Review*, 61.
- Antonakakis, N., Cunado, J., Filis, G., Gabauer, D., & De Gracia, F. P. (2018). Oil volatility, oil and gas firms and portfolio diversification. *Energy Economics*, 70, 499-515.
- Billio, M., Getmansky, M., Lo, A. W., & Pelizzon, L. (2012). Econometric measures of connectedness and systemic risk in the finance and insurance sectors. *Journal of Financial Economics*, 104(3), 535-559.
- Corbet, S., Hou, Y., Hu, Y., Lucey, B., & Oxley, L. (2021). Aye corona! the contagion effects of being named corona during the COVID-19 pandemic. *Finance Research Letters*, 38, 101591.
- Diebold, F. X., & Yilmaz, K. (2012). Better to give than to receive: Predictive directional measurement of volatility spillovers. *International Journal of Forecasting*, 28(1), 57-66.
- Demirer, M., Diebold, F. X., Liu, L., & Yilmaz, K. (2018). Estimating global bank network connectedness. *Journal of Applied Econometrics*, 33(1), 1-15.
- Diebold, F. X., & Yilmaz, K. (2014). On the network topology of variance decompositions: Measuring the connectedness of financial firms. *Journal of Econometrics*, 182 (1), 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(1), 81–127.
- Ebrahimi Sarv Oliya, M., Tamalloki, H. (2020). The Spillover Effects of Default Risk between Holding Companies and Their Subsidiaries (Case Study: Iran Khodro Investment Development Co.). **Journal of Financial Management Perspective**, 10(30), 99-120. (In Persian)
- Foglia, M., & Angelini, E. (2020a). The diabolical sovereigns/banks risk loop: A var quantile design. **The Journal of Economic Asymmetries**, 21, e00158.
- Foglia, M., & Angelini, E. (2020b). From me to you: Measuring connectedness between Eurozone financial institutions. **Research in International Business and Finance**, 101238.
- Foglia, M., & Angelini, E. (2020c). The triple (t3) dimension of systemic risk: Identifying systemically important banks in Eurozone. **International Journal of Finance & Economics**.
- Geng, J.-B., Du, Y.-J., Ji, Q., & Zhang, D. (2020). Modeling return and volatility spillover networks of global new energy companies. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 135, 110214.
- Gholami, N., Mohammadi, T., ghasemi, A. (2020). Design a Model for Measuring the Dynamics Volatility Connectedness of Tehran Stock Exchange and Global Markets. **Economical Modeling**, 14(49), 49-71.(In Persian)
- 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**, 101790.
- Goodell, J. W. (2020). COVID-19 and finance: Agendas for future research. **Finance Research Letters**, 101512
- Hardle, W. K., Wang, W., & Yu, L. (2016). Tenet: Tail-event driven network risk. **Journal of Econometrics**, 192(2), 499–513.
- Hautsch, N., Schaumburg, J., & Schienle, M. (2015). Financial network systemic risk contributions. **Review of Finance**, 19(2), 685–738.
- 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**, 101219.
- Hung, N. T., & Vo, X. V. (2021). Directional spillover effects and time-frequency nexus between oil, gold and stock markets: Evidence from pre and during COVID-19 outbreak. **International Review of Financial Analysis**, 76, 101730.
- Khiabani, N., mohammadian nikpey, E. (2018). Systemic Risk Analysis in Selected Industries of Tehran Stock Exchange: A Multivariate Quantile Regression Approach. **Iranian Journal of Economic Research**, 23(77), 1-36. (In Persian)
- Keddad, B., & Schalck, C. (2020). Evaluating sovereign risk spillovers on domestic banks during the European debt crisis. **Economic Modelling**, 88, 356–375.
- Koop, G., Pesaran, M. H., & Potter, S. M. (1996). Impulse response analysis in nonlinear multivariate models. **Journal of Econometrics**, 74(1), 119–147.
- Namaki, A., Abbasian, E., Shafiei, E. (2022). Analyzing of Systemic Risk Contributions of Tehran Stock Exchange Companies by Complexity Approach. **Financial Management Strategy**, 10(1).(In Persian)
- Pesaran, H. H., & Shin, Y. (1998). Generalized impulse response analysis in linear multivariate models. **Economics Letters**, 58(1), 17–29.



- Rizwan, M. S., Ahmad, G., & Ashraf, D. (2020). Systemic risk: The impact of COVID-19. **Finance Research Letters**, 36.
- Shokri, N., Sahab Khodamoradi, M., Hajiloo moghadam, A. (2021). Investigating the effects of financial volatility spillover between digital currencies (application of multivariate GARCH approach). **Journal of Financial Management Perspective**, 11(35), 143-172. (In Persian)
- Wang, G.-J., Xie, C., He, K., & Stanley, H. E. (2017). Extreme risk spillover network: Application to financial institutions. **Quantitative Finance**, 17(9), 1417–1433.
- Wang, G.-J., Xie, C., Zhao, L., & Jiang, Z.-Q. (2018). Volatility connectedness in the chinese banking system: Do state-owned commercial banks contribute more **Journal of International Financial Markets, Institutions and Money**, 57, 205–230.

