

سیاست پولی و سرایت بحران به بازار سهام: کاربردی از درخت فراگیر کمینه (MST)

نسیم نبوی قادی

دانشجوی دکتری اقتصاد ریاضی، دانشکده اقتصاد و علوم اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
n.nabavighadi01@umail.umz.ac.ir

امیر منصور طهرانچیان

استاد دانشکده اقتصاد و علوم اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران (نویسنده مسئول)
m.tehranchian@umz.ac.ir

سعید راسخی

استاد دانشکده اقتصاد و علوم اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
sa.rasekhi@gmail.com

دوستعلی مزده

استاد دانشکده علوم ریاضی و آمار، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
damojdeh@umz.ac.ir

احمد جعفری صمیمی

استاد دانشکده اقتصاد و علوم اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
jafarisa@umz.ac.ir

سرایت مالی، به انتقال اثرات مخرب بحران از یک بازار مالی به بازار مالی دیگر اشاره دارد که از کانال‌های مختلف (کانال مالی، حقیقی و تغییر نگرش سرمایه‌گذاران) اتفاق می‌افتد. در این مقاله، نقش سیاست پولی در سرایت بحران مالی سال ۲۰۰۸ ایالات متحده آمریکا با استفاده از نظریه نمودار و الگوی MST، بر اساس داده‌های ماهانه شاخص سهام و نرخ بهره واقعی از سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۲۱ در کشورهای ایران، چین، روسیه، آلمان، هلند، انگلستان، برزیل، کره جنوبی، ژاپن و فرانسه بررسی شده است. با توجه به الگوی MST و خروجی الگوریتم پریم، سرایت مالی از ایالات متحده آمریکا به تمامی کشورهای منتخب، تأیید شده است. بحران از کانال‌های تجاری، مالی و تغییر نگرش سرمایه‌گذاران، از ایالات متحده آمریکا به کشورهای منتخب سرایت کرده است. از آنجایی که در دوره مورد بررسی، کشور ایران، ارتباطات گسترده مالی و تجاری با کشور منشأ بحران نداشته است سرایت به بازار سهام ایران را می‌توان انتقال غیرمستقیم اثرات مخرب از بازارهای داخلی (مانند بازار نفت) و بازار مالی کشورهایمانند چین (که ارتباط مالی و حقیقی هم با ایران و هم با ایالات متحده آمریکا دارند) و هم چنین تغییر نگرش و سبب دارایی سرمایه‌گذاران داخلی تلقی کرد. هم چنین نتایج حاکی از آن است که بعد از معرفی سیاست پولی، هزینه جهانی سرایت مالی، کاهش یافته است که این موضوع ریسک سرمایه‌گذاری در بازارهای مالی جهانی را کم تر و سرمایه‌گذاران را برای سرمایه‌گذاری‌های مولد تر تشویق می‌کند.

طبقه‌بندی JEL: E43, G15, G11, C65, C63, F41

واژگان کلیدی: بحران مالی، سرایت مالی، سیاست پولی، نظریه گراف، MST

۱. مقدمه

بحران مالی ۲۰۰۸ ایالات متحده آمریکا منجر به بحران در سایر کشورهای جهان شد. این بحران حتی به کشورهایی که از نظر جغرافیایی دور بودند، ساختارهای اقتصادی متفاوتی داشتند و پیوندهای اقتصادی قابل توجهی با ایالات متحده آمریکا نداشتند، سرایت کرد (کولمن و مالهرب^۱، ۲۰۱۳).

سرایت، افزایش قابل ملاحظه وابستگی، بین دو یا چند بازار، بعد از وقوع بحران، تعریف شده است (آلن و گال^۲، ۱۹۹۸). تجارت کالا و خدمات، مسیری مهم در سرایت بین‌المللی بحران است، اما بازارهای مالی و واسطه‌های مالی هم نقش پراهمیتی در انتشار بحران در مناطق مختلف دارند. اثرات سرایت، تحت تأثیر تصمیمات سیاست‌گذاران داخلی و بین‌المللی است. به‌طور کلی، پیامدهای بین‌المللی بحران در یک کشور، ممکن است با اقدامات سیاست‌گذاران داخلی تشدید یا کنترل شود (پریکولی و اسبراسیا^۳، ۲۰۰۳).

طبق برخی مطالعات تجربی، واکنش هر اقتصاد به بحران متفاوت بوده است و دولت‌ها و بانک مرکزی با توجه به زیرساخت‌های کلان اقتصادی و نحوه تأثیرگذاری بحران، سیاست‌های مختلفی اتخاذ کرده‌اند (برونرمایر و سانیکوف^۴، ۲۰۱۴)، مندوزا^۵ (۲۰۱۰). تعداد قابل توجهی از مطالعات رابطه بین سیاست پولی و عملکرد بازار سهام را بررسی کرده‌اند (به‌عنوان مثال، گالی و گرتر^۶، ۲۰۰۷؛ بیورنلند و لیتیمو^۷، ۲۰۰۹). بر اساس مطالعه لوچنبرگ و وو^۸ (۲۰۱۴)، عملکرد سیاست‌های پولی تأثیر زیادی بر نوسانات قیمتی بازار سهام، داشته است. کانالی که از طریق آن سیاست پولی در بخش مالی اقتصاد نفوذ می‌کند، ابزار بدهی (یعنی نرخ بهره) است (میشکین^۹، ۲۰۰۱).

1. Kollmann and Malherbe
2. Allen and Gale
3. Pericoli and Sbracia
4. Brunnermeir and Sannikov
5. Mendoza
6. Gali and Gertler
7. Bjornland and Leitemo
8. Luchtenberg and Vu
9. Mishkin

انواگیوگیو^۱ (۲۰۱۸) نشان دادند بازار سهام، تحت تأثیر نوآوری‌های سیاست پولی از چندین مسیر قرار می‌گیرد. یکی از مسیرهای اصلی، نرخ بهره است. تغییرات در نرخ‌های بهره بر هزینه سرمایه تأثیر می‌گذارد که این خود بر ارزش فعلی جریان‌های نقدی اثرگذار است. بنابراین، نرخ‌های بهره بالا موجب ارزش فعلی پایین جریان‌های نقدی آتی می‌شود و این موضوع، منجر به کاهش قیمت سهام می‌گردد (چاتزانتونیو و همکاران^۲، ۲۰۱۳). لاوپودیس^۳ (۲۰۱۳) نشان داد که اگر اقدامات پولی از طریق کانال‌های مختلف به درستی به بازار مالی منتقل شود، می‌تواند موجب کاهش نوسانات قیمتی در بخش مالی گردد.

به‌طور کلی نظریه‌های اقتصادی نظرات گوناگونی در مورد تأثیر احتمالی سیاست‌های دولت بر بازار سهام دارند. برخی از نظریه‌پردازان (موافقان نظریه برابری ریکاردویی)، استدلال کردند که سیاست دولت هیچ تأثیری بر عملکرد بازار سهام ندارد، درحالی‌که برخی دیگر (موافقان نظریه توین)، بر وجود تأثیر سیاست‌های دولت و بانک مرکزی بر نوسانات بازار سهام تأکید داشتند. در نظریه برابری ریکاردویی، سرمایه‌گذاران، آینده‌نگر هستند و تصمیمات فعلی دولت و بانک مرکزی را در سرمایه‌گذاری خود لحاظ نمی‌کنند (بارو^۴، ۱۹۷۴). در مقابل، توین^۵ (۱۹۶۹)، ادعا کرد سیاست‌های پولی، بر بازدهی بازار سهام تأثیرگذار است.

حال سؤال این است که آیا اعمال سیاست‌های پولی بانک مرکزی کشورهای مورد بررسی، در کاهش هزینه بین‌المللی سرایت نقش داشته‌است. در این راستا، هدف تحقیق حاضر، بررسی نقش بانک مرکزی برای کنترل یا کاهش اثرات بین‌المللی سرایت مالی، در بازارهای سهام است. همچنین، استفاده از شیوه‌های جدید ریاضی برای الگوسازی و تحلیل بصری بهتر نوسانات و کانال‌های سرایت، اهمیت زیادی دارد. در این راستا، تئوری نمودار برای الگوسازی بهتر تعاملات چندمتغیره و ناهمزمان که به‌طور ناگهانی در زمان بحران رخ داده‌است، استفاده شده‌است. در مطالعات گذشته

1. Nwaogwugwu
2. Chatziantoniou et al.
3. Laopodis
4. Barro
5. Tobin

اثر سیاست‌های پولی بر نوسانات بازار سهام با استفاده از الگوهای اقتصادسنجی بررسی شد و نوآوری پژوهش حاضر، بررسی نقش سیاست پولی بر سایت بازار سهام با استفاده از الگوی ریاضی نمودار است.

در مقاله حاضر هزینه سرایت مالی با استفاد از داده‌های ماهانه شاخص سهام و نرخ بهره از ابتدای سال ۲۰۰۴ تا پایان سال ۲۰۲۱ در کشورهای ایالات متحده آمریکا (منشا بحران)، کره جنوبی، چین، ایران، روسیه، ژاپن، فرانسه، آلمان، هلند، انگلستان و برزیل محاسبه می‌شود. در این راستا، مقاله در پنج بخش، سازماندهی شده است. در ادامه، مبانی نظری و شواهد تجربی ارائه می‌شود. بخش سوم، به بیان روش تحقیق اختصاص داده می‌شود. در بخش چهارم یافته‌های پژوهش ارائه می‌گردد و بخش پایانی به نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهاد اختصاص می‌یابد.

۲. ادبیات موضوع

۲-۱. مبانی نظری

بازار سهام، نقش مهمی در اقتصاد دارد؛ چراکه می‌تواند منابع داخلی را بسیج کند و آن‌ها را به سمت سرمایه‌گذاری‌های مولد هدایت نماید. این بازار امکان توزیع مجدد منابع مالی بین واحدهای اقتصادی را فراهم می‌کند (اوسماوونی و اوبایرواوساجی^۱، ۲۰۱۲).

پس از وقوع بحران مالی ۲۰۰۸ ایالات متحده آمریکا، علاوه بر این که اقتصاد آمریکا با مشکلات جدی روبرو شد، این مشکلات به سایر کشورهای جهان انتقال پیدا کرد و بازار سهام کشورها اولین عنصری بود که واکنش نشان داد (نگ و رایت^۲، ۲۰۱۳). ماهیت مسری بودن بحران‌های مالی، موجب شد سرمایه‌گذاران بین‌المللی به دلیل وجود ریسک، تنوع سبد دارایی خود را کاهش دهند که این خود، کشور را در برابر بحران‌های نشأت گرفته از کشور دیگر، بیش‌تر آسیب‌پذیر کرد (کواسک و همکاران^۳، ۲۰۱۱).

1. Osamwonyi and Evbayiro-Osagie

2. Ng and Wright

3. Kuusk et al.

بحران‌های مالی می‌تواند به سایر کشورهایی که حتی از نظر جغرافیایی فاصله دارند، دارای ساختارهای اقتصادی متفاوت هستند و ارتباط اقتصادی، مالی، فرهنگی و ... مهمی در صحنه بین‌المللی ندارند، سرایت یابد (کورستی و همکاران^۱، ۲۰۰۱). در ادبیات اقتصادی به این حالت «زنگ بیداری»^۲ گفته شده‌است. به این معنا که بحران ایجادشده در بازار مالی کشور منشأ بحران، مانند زنگ هشدار برای سرمایه‌گذاران بازارهای مالی سایر کشورها، عمل کرده و موجب می‌شود سرمایه‌گذاران تنوع سبد دارایی را کاهش دهند (گاندلفو^۳، ۲۰۱۶). در ادبیات اقتصادی، به‌طور کلی انتقال تکانه و نوسانات مالی از یک کشور (بازار) به کشور (بازار) دیگر سرایت، نامیده شده‌است (آلن و گال، ۱۹۹۸). بانک جهانی (۲۰۱۶)، سه تعریف از سرایت مالی ارائه کرده‌است:

اول، سرایت انتقال بین کشوری شوک‌ها یا اثرات سرریز بین کشوری تعریف شده‌است و می‌تواند هم در زمان‌های غیربحرانی و هم در زمان‌های بحرانی رخ دهد. پس سرایت لزوماً به بحران مربوط نیست، اما در زمان بحرانی بر آن تأکید شده‌است. دوم، سرایت عبارت است از انتقال شوک‌ها به سایر کشورها یا همبستگی بین کشوری، فراتر از هر ارتباط و همبستگی متعارف بین کشورها و فراتر از شوک‌های رایج. در این تعریف، سرایت با همبستگی بیش از حد و رفتار گله‌ای توضیح داده می‌شود. سوم، سرایت، افزایش نامتعارف ضریب همبستگی بین بازارها در زمان بحران نسبت به ضریب همبستگی در دوره غیربحرانی است.

حتی قبل از آغاز بحران مالی ۲۰۰۸ ایالات متحده آمریکا، این سؤال مطرح بود که آیا بانک‌های مرکزی باید به نوسانات قیمت دارایی پاسخ دهند یا خیر. یکی از ابزارهای مهم بانک مرکزی برای کنترل نوسانات قیمت دارایی‌ها، اعمال سیاست پولی مناسب است و قیمت سهام، به‌طورمستقیم تحت تأثیر تصمیمات پولی قرار دارد. پاسخ بازار سهام به تغییرات سیاست پولی، ریشه در نظریه فرضیه بازار کارآمد^۴ (EMH) دارد که توسط فاما^۵ (۱۹۹۵)، ابداع شده‌است. EMH بیان کرد قیمت سهام، منعکس‌کننده تمام

1. Corsetti et al.

2. Wake up calls

3. Gandolfo

4. Theory of efficient market hypothesis, (EMH)

5. Fama

اطلاعات موجود در بازار است (دیم و میلوس^۱، ۲۰۰۹). بنابراین، طبق این نظریه، قیمت سهام می‌تواند اطلاعات موجود، از جمله مواضع سیاست‌های پولی را منعکس کند (فاما، ۱۹۹۵ و ۱۹۸۹). در مقابل، منتقدان این نظریه، رواج فرضیه بازار کارآمد در بین سرمایه‌گذاران را دلیل بحران مالی ۲۰۰۸ ایالات متحده آمریکا دانسته‌اند (فاکس و اسکالر^۲، ۲۰۰۹) و (نوسرا^۳، ۲۰۰۹).

به‌طور کلی نظریه‌های اقتصادی، نظرات گوناگونی در مورد تأثیر احتمالی سیاست‌های دولت و بانک مرکزی بر بازار سهام دارند. طرفداران دیدگاه برابری ریکاردویی استدلال کردند که سیاست بانک مرکزی هیچ تأثیری بر عملکرد بازار سهام ندارد و طرفداران دیدگاه توبین، بر وجود تأثیر سیاست‌های بانک مرکزی بر نوسانات بازار سهام تأکید داشتند. در نظریه برابری ریکاردویی، بیان شده‌است افراد منطقی قادر به پیش‌بینی بار مالیاتی هستند، زیرا کسری‌های فعلی را مدنظر دارند و هم‌چنین پیش‌بینی درستی از کسری‌های بودجه (مثبت و منفی) در آینده دارند. بنابراین، می‌توانند به‌طور کامل، آن را در تصمیم‌گیری‌های فعلی لحاظ کنند (بارو، ۱۹۷۴). بر این اساس، سرمایه‌گذاران، سرمایه‌گذاری‌های خود را بر حسب سیاست فعلی تنظیم نمی‌کنند؛ زیرا آن‌ها از افزایش آینده مالیات با توجه به کسری، آگاهی دارند. برخلاف فرضیه برابری ریکاردویی؛ توبین (۱۹۶۹)، ادعا کرد که سیاست‌های پولی بر نوسانات بازار سهام تأثیرگذار است. توبین (۱۹۶۹)، معتقد است که سیاست پولی می‌تواند بر نوسانات بازار سهام تأثیر بگذارد و تمامی تصمیمات سیاست‌های بانک مرکزی نمی‌تواند توسط سرمایه‌گذاران، پیش‌بینی شود. این موضوع، می‌تواند نوسانات بازار سهام را تحت تأثیر قرار دهد. طبق این نظریه، حتی اگر کاملاً اقدامات سیاست پولی توسط سرمایه‌گذاران قابل پیش‌بینی باشد، به دلیل وقفه اثرگذاری، باز هم می‌توانند بر نوسانات بازار سهام تأثیر بگذارند (توبین، ۱۹۶۹).

-
1. Dima and Milos
 2. Fox and Sklar
 3. Nocera

۲-۲. مروری بر مطالعات گذشته

۲-۲-۱. مطالعات داخلی

نونزاد و همکاران (۱۳۹۱)، در پژوهشی با عنوان اثر سیاست‌های پولی بر شاخص قیمت سهام در ایران، اثر سیاست پولی را بر شاخص قیمت اسمی و حقیقی سهام بورس اوراق بهادار تهران را با استفاده از داده‌های فصلی سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۷ با الگوی خود رگرسیون برداری و توابع واکنش آنی بررسی کردند. نتایج نشان داد سیاست پولی اثر مثبت و معنادار بر شاخص قیمت اسمی و حقیقی سهام دارد.

در مقاله سلمانی بی شک و همکاران (۱۳۹۴)، تأثیر شوک‌های سیاست پولی و مالی بر بازار سهام ایران بررسی شده است. برای تخمین الگو، از مدل خودرگرسیون ساختاری و داده‌های فصلی از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۹ استفاده شده است. نتایج نشان داد در کوتاه‌مدت، شوک مخارج دولتی تأثیر مثبت بر رشد قیمت سهام دارد و اثر شوک مخارج دولتی بر رشد قیمت سهام در بلندمدت منفی است. اثر شوک عرضه پول بر رشد قیمت سهام در بلندمدت و کوتاه‌مدت مثبت بوده است.

جلیلی و همکاران (۱۳۹۶)، در مقاله‌ای با عنوان ارزیابی سازوکار انتقال اثرات سیاست پولی بر بازار سهام در ایران با استفاده از روش خودرگرسیون برداری ساختاری با استفاده از داده‌های ماهانه از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۱ اثر سیاست پولی در بازار سهام را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که تغییرات سیاست پولی از کانال نقدینگی و تسهیلات اعطایی به بخش غیردولتی، اثر معنادار و مثبتی روی شاخص کل بورس دارد. هم‌چنین تغییرات در سیاست پولی از مسیر نرخ ارز و نرخ سود حقیقی، اثر معنادار منفی بر شاخص مذکور برجای گذاشته است.

در پژوهشی رضایی و همکاران (۱۳۹۸)، تأثیر سیاست پولی بر بازدهی و بی‌ثباتی بازار سهام را طی دوره ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۵ با استفاده از داده‌های فصلی ابزارهای سیاست پولی و شاخص سهام و با الگوی خودرگرسیون برداری ساختاری مورد بررسی قرار دادند. از چهار متغیر نرخ سود موزون، نرخ رشد پایه پولی، نسبت سپرده قانونی و رشد بدهی بانک‌های تجاری به بانک مرکزی به عنوان

ابزار سیاست پولی استفاده شده است. نتایج نشان داد ابزارهای سیاست پولی بر بازدهی و بی ثباتی بازار سهام تأثیر ندارند.

۲-۲-۲. مطالعات خارجی

در پژوهش وانجیرو^۱ (۲۰۰۰)، تأثیر سیاست‌های پولی و مالی را بر عملکرد بازار سهام کنیا بر اساس داده‌های سری زمانی ۱۹۹۰ - ۲۰۰۰ و با الگوی VAR بررسی شد. نرخ رشد پول و عرضه پول متغیرهای سیاست پولی هستند و رشد کسری بودجه متغیر سیاست مالی است. برای سنجش عملکرد بازار سهام از شاخص سهام استفاده شده است. نتایج تجربی نشان داد که سیاست‌های پولی بر نوسانات بازار سهام تأثیر مثبت گذاشته است.

هسینگ^۲ (۲۰۱۱)، تأثیر برخی از عوامل اقتصاد کلان را بر نوسانات بازار سهام آفریقای جنوبی بر اساس داده‌های سه ماهه در دوره ۱۹۸۰-۲۰۱۰، تحلیل کرد. نتایج نشان داد تولید ناخالص داخلی و حجم پول و نوسانات بازار سهام ایالات متحده بر بازار سهام آفریقای جنوبی تأثیر مثبت گذاشته است.

ژانگ و همکاران^۳ (۲۰۱۱)، تأثیر سیاست پولی را بر نوسانات بازار سهام چین، طی دوره ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۹ بررسی کردند. تجزیه و تحلیل با الگوی چرخشی مارکوف-گارچ انجام شد. نتایج حاکی از آن است که بانک مرکزی چین با اعمال سیاست پولی مناسب می‌تواند نوسانات بازار سهام را کاهش دهد.

وانگ و مایز^۴ (۲۰۱۲)، تأثیر سیاست پولی داخلی را بر بازارهای سهام نیوزلند، استرالیا، انگلستان و منطقه یورو بررسی کردند. دوره پژوهش محدود به زمانی است که بانک‌های مرکزی تصمیمات سیاست پولی را منتشر کرده‌اند. نتایج نشان داد قیمت سهام نسبت به قیمت سایر دارایی‌ها، حساسیت بالاتری در اکثر بازارها داشته است.

1. Wanjiru

2. Hsing

3. Zhang et al.

4. Wang and Mayes

هو، هان و ژانگ^۱ (۲۰۱۸)، تأثیر تکانه‌های سیاست‌های پولی را در بازار سهام چین، بررسی کردند. در این پژوهش با استفاده از ضرایب همبستگی، تحلیل انجام شد. یافته‌های این تحقیق نشان داد تأثیر سیاست‌های پولی به سیاست مالی وابسته است و تعامل بین این دو سیاست نقش بسیار مهمی در توضیح نوسانات بازارهای سهام داشته‌است.

کارایان و کالین^۲ (۲۰۲۰)، تأثیر شوک‌های سیاست پولی بر حباب‌های بازار سهام را در کشورهای OECD در چارچوب الگوی BVAR بررسی کردند. نتایج نشان داد تأثیر شوک سیاست‌های بانک مرکزی بر حباب بازار سهام به متغیرهایی مانند درجه توسعه مالی، شرایط بازار اعتباری، شاخص‌های چرخه تجاری و اعتماد مصرف‌کننده مرتبط است.

جوهر و همکاران^۳ (۲۰۲۱)، در مقاله‌ای با عنوان وابستگی سیاست پولی و قیمت دارایی‌های مالی، وابستگی متقابل بین سیاست پولی و قیمت دارایی در کشورهای ASEAN-5 را با شاخص‌های ترکیبی بازار سهام و مدل داده تابلویی بررسی کردند. آن‌ها نشان دادند قیمت واقعی سهام با افزایش نرخ‌های بهره به دلیل شوک سیاست پولی انقباضی کاهش می‌یابد. نرخ‌های بهره در واکنش به افزایش قیمت‌های واقعی سهام ناشی از شوک واقعی قیمت سهام افزایش می‌یابد؛ اگرچه این تغییرات چند ماه پس از شوک انجام می‌شود.

آکینتولا و آروویون^۴ (۲۰۲۲)، در پژوهشی به بررسی سیاست پولی و بازده بازار سهام در نیجریه از ۲۰۱۰-۲۰۱۹ با مدل رگرسیون خطی چند متغیره پرداختند. آن‌ها نشان دادند رابطه معناداری بین سیاست پولی (نرخ ارز، نرخ تورم و نرخ بهره) و بازده بازار سهام در نیجریه وجود دارد.

۳. روش تحقیق

بررسی بحران‌های مالی و سرایت آن، به دلیل اثرات مخرب گسترده و طولانی مدت بحران بر بازارهای مالی، حائز اهمیت است. در مطالعات گذشته، سرایت مالی با روش‌های اقتصادسنجی

1. Hu, Han and Zhang

2. Caraianni and Calin

3. Johro et al.

4. Akintola and Aroyewun

مدل‌سازی شده‌است. تحلیل همبستگی فوربس و ریگوبین^۱ (۲۰۰۲) و تحلیل با استفاده از مدل VAR فاورو و جیوازی^۲ (۲۰۰۲)، نمونه‌هایی از مدل‌سازی سرایت هستند. محدودیت این مدل‌ها این است که تنها وجود سرایت مالی را تأیید یا رد می‌کنند و توضیحی در مورد اثرات جهانی سرایت ارائه نمی‌دهند. در مطالعه حاضر از نظریه نمودار و درخت فراگیر کمینه برای مدل‌سازی سرایت استفاده شده‌است که هم تحلیل بصری از سرایت ارائه می‌دهد و هم معیاری برای محاسبه هزینه جهانی سرایت است.

فرض کنید نمودار $G = (V, E)$ شامل مجموعه‌ای از رئوس و مجموعه‌ای از یال‌ها است. $V = \{v_1, v_2, \dots, v_k\}$ رئوس نمودار و $E = \{e_{12}, e_{23}, \dots, e_{ij}\}$ یال‌های نمودار است. اگر به هر یال گراف، عددی نسبت داده شود، نمودار را نمودار وزن‌دار می‌نامند. در این مقاله، رئوس نمودار نشان‌دهنده شاخص‌های سهام و یال‌ها بیان‌گر ارتباط بین شاخص‌ها است. وزن یال‌ها، ضرایب همبستگی کندل بین شاخص‌های سهام می‌باشد. فرض کنید $G_{(n,k)}$ گرافی با n راس و k یال باشد (دثو^۳، ۲۰۱۶):

$$V = \{v_1, v_2, \dots, v_k\} \quad (۱)$$

که $v_i \in V$ و $i = 1, 2, 3, \dots, n$

به‌طور مشابه؛

$$E = \{e_{12}, e_{23}, \dots, e_{ij}\} = \{l_1, l_2, \dots, l_k\} \quad (۲)$$

که $l_m \in E$ و $m = 1, 2, 3, \dots, k$ نشان‌دهنده یال از راس i به راس j است و $i \neq j$ و $i \leq n, j \leq n$

$$W(e_{ij}) = CC_{ij} = \frac{\langle R_i R_j \rangle - \langle R_i \rangle \langle R_j \rangle}{\sqrt{\langle R_i^2 \rangle - \langle R_i \rangle^2} \sqrt{\langle R_j^2 \rangle - \langle R_j \rangle^2}} \quad (۳)$$

-
1. Forbes and Rigobon
 2. Favero and Giavazzi
 3. Deo

در عبارت بالا، CC_{ij} نشان‌دهنده ضریب همبستگی رتبه‌ای کندل بین شاخص‌های سهام و $W(e_{ij})$ وزن یال e_{ij} است. $\langle R_i \rangle$ بیان‌گر بازدهی شاخص سهام i در دوره زمانی مورد بررسی می‌باشد.

$$\langle R_i \rangle = \ln \left(\frac{p_{it}}{p_{it-1}} \right) \quad (۴)$$

p_{it} ارزش شاخص سهام است.

شرط وجود یال بین دو رأس به صورت زیر است:

$$W(e_{ij}) \leq \epsilon_{threshold} \quad (۵)$$

معادله بالا بدان معناست در صورتی بین دو رأس، یال وجود دارد که وزن یال‌ها (ضرایب همبستگی)^۱ کم‌تر از حد آستانه $\epsilon_{threshold}$ نباشد (آسوانی، ۲۰۱۷).

قضیه: برای هر $\epsilon_{threshold}$ یک نمودار $G_{t,u}$ وجود دارد.

از آن جایی که $\epsilon_{threshold}$ ضریب همبستگی است، بنابراین $0 \leq \epsilon_{threshold} \leq 1$ می‌باشد. حال فرض کنید $\epsilon_{threshold} = 0.5$ است. این به آن معنی است که می‌توان گرافی تشکیل داد که وزن هر یال کم‌تر از ۰/۵ نباشد. یعنی $W(e_{ij}) \geq 0.5$ که $i = 1, 2, 3, \dots$ و $j = 1, 2, 3, \dots$ است. می‌توان مقادیر آستانه ۰/۶، ۰/۷، ۰/۴، ۰/۳ و... را در نظر گرفت و برای هر کدام نمودار جداگانه‌ای رسم کرد. این ثابت می‌کند که رابطه یک به یک بین مقادیر $\epsilon_{threshold}$ و نمودار وجود دارد (وست^۲، ۲۰۰۲).

می‌توان ساختار همبستگی را با نمودار نمایش داد. در ادامه، ابتدا تعریف و قضایای درخت و سپس تعریف و قضایای درخت فراگیر کمینه مطرح شده‌است.

۱. ضرایب همبستگی بر اساس بازدهی‌های فیلتر شده محاسبه می‌گردد. بازدهی فیلتر شده هم از مدل $ARMA(p, q) - GARCH(r, s)$ یک بار قبل از معرفی متغیر نرخ بهره واقعی و بار دیگر بعد از معرفی متغیر نرخ بهره واقعی، استخراج می‌گردد.

تعریف درخت: درخت، نمودار همبند، بدون جهت و بدون دور است. به طور کلی اگر S یک درخت با n رأس باشد، گزاره‌های زیر معادل هستند (سینگ^۱، ۲۰۱۰).

قضیه ۱: S یک نمودار بدون دور است و $n - 1$ یال دارد.

قضیه ۲: S همبند است و $n - 1$ یال دارد.

قضیه ۳: هر دو رأس S فقط با یک مسیر به یک‌دیگر متصل هستند.

قضیه ۴: S بدون دور است و اضافه کردن یک یال جدید، دور در نمودار ایجاد می‌کند.

تعریف درخت فراگیر: هر نمودار مفروض دارای تعدادی زیرگراف است. زیرگراف $G' = (V, E')$ یک درخت فراگیر برای نمودار $G = (V, E)$ است اگر و فقط اگر G' یک درخت باشد. در نمودار ناهمبند درخت فراگیر وجود ندارد.

درخت فراگیر T را درخت فراگیر کمینه نمودار وزن دار G گوئیم، هرگاه مجموع وزن یال‌های آن نسبت به سایر درخت‌های فراگیر، کم‌ترین مقدار باشد (دئو، ۲۰۱۶).

برای حل مسئله درخت فراگیر مینم، می‌توان از الگوریتم پریم استفاده کرد. در این الگوریتم ابتدا مجموعه X شامل یک رأس (شاخص سهام کشور منشأ بحران)، در نظر گرفته می‌شود و سپس از بین تمام یال‌هایی که یک سر آن در مجموعه X قرار دارد و سر دیگر آن در مجموعه $V - X$ است یالی را که کم‌ترین وزن را دارد انتخاب می‌گردد و آن یال به درخت فراگیر و رأس مربوط به آن، به مجموعه X اضافه می‌شود. حال این اعمال بر روی مجموعه جدید X تا زمانی که مجموعه X همه رئوس نمودار را در بر بگیرد، انجام می‌گردد (دئو، ۲۰۱۶). کد این الگوریتم در جدول (۱) آمده‌است.

جدول ۱. کد الگوریتم پریم برای درخت فراگیر مینیمم

```

Prim-MST
function Prim-MST
  (graph  $G = (V, E)$ , costs  $\{c_e\} e \in E$ )
   $T = \phi$ 
   $X = \{s\}$  for some  $s \in V$ 
  while  $X \neq V$  do
    Let  $e = (u, v)$  be the cheapest edge of  $G$  with  $u \in X$  and  $v \in V - X$ 
    and  $e$  to  $T$ 
    and  $v$  to  $X$ 
  Return  $T$ 

```

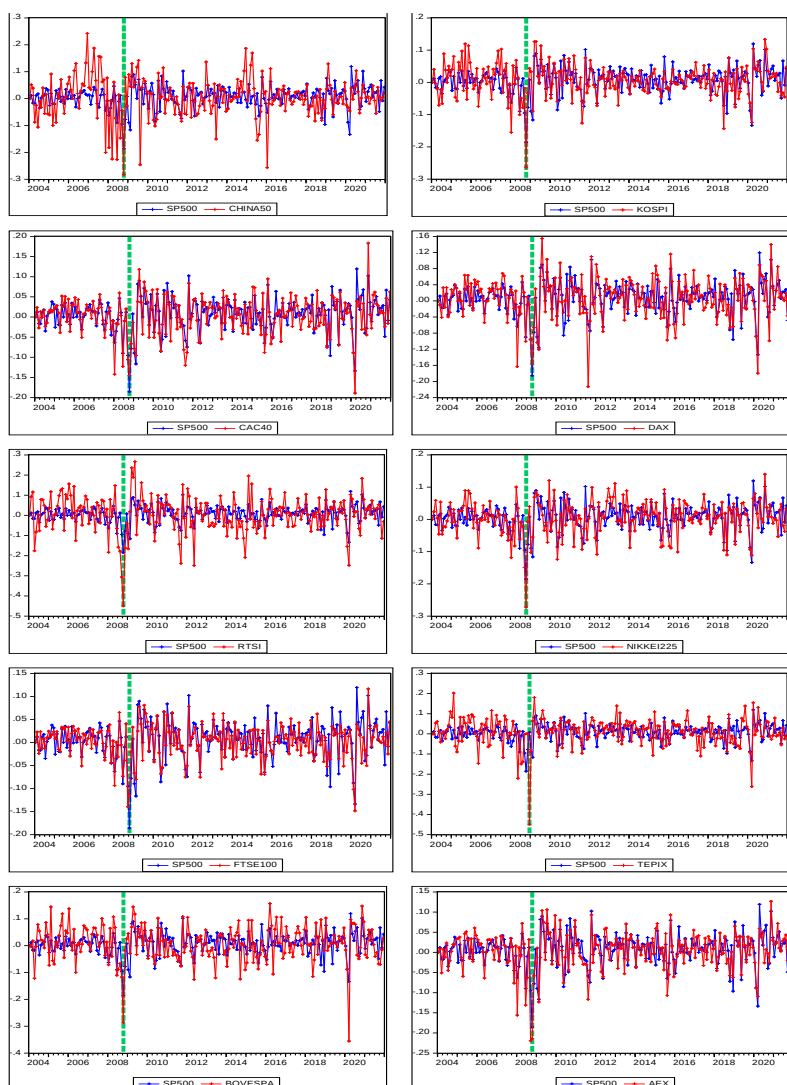
مأخذ: یافته‌های پژوهش

طبق خروجی الگوریتم پریم، مجموع وزن یال‌های درخت فراگیر کمینه در دوره بحرانی، در دو حالت قبل از معرفی نرخ بهره $(W(e_{ij})_{pre-ir})$ و بعد از معرفی نرخ بهره $(W(e_{ij})_{post-ir})$ محاسبه می‌گردد. داده‌های استفاده‌شده در مطالعه حاضر، داده‌های ماهانه شاخص سهام کشورهای ایالات متحده آمریکا (S&P500)، چین (CHINA50)، روسیه (RTSI)، ژاپن (NIKKEI225)، فرانسه (CAC40)، آلمان (DAX)، هلند (AEX)، انگلستان (FTSE100)، برزیل (BOVESPA)، کره جنوبی (KOSPI)، ایران (TEPIX) و داده‌های ماهانه نرخ بهره واقعی هر کشور است. داده‌های شاخص سهام از وبسایت اینوستینگ^۱ و داده‌های نرخ بهره واقعی، از بانک جهانی و بانک مرکزی کشورهای مورد بررسی، استخراج شده‌است. لازم به ذکر است، از بازدهی سهام و بازدهی نرخ بهره واقعی برای برنامه‌نویسی الگوی تحقیق استفاده شده‌است. بازدهی سهام برابر با تفاوت لگاریتم طبیعی دو عدد متوالی شاخص سهام و بازدهی نرخ بهره واقعی برابر با تفاوت لگاریتم طبیعی دو عدد متوالی نرخ بهره واقعی است. تحلیل‌های صورت گرفته با نرم‌افزار^۲ نشان داد نقطه شروع بحران در ایالات متحده آمریکا اکتبر ۲۰۰۸ بوده‌است. بنابراین، دوره پیش از بحران، از ۲۰۰۴:۰۱ تا ۲۰۰۸:۰۹ و دوره بحرانی از ۲۰۰۸:۱۰ تا ۲۰۲۲:۱۲ است. دلیل کاهش ناگهانی شاخص سهام برخی کشورها در سال ۲۰۱۹، بحران کووید-۱۹ است. در شکل (۱) هم حرکتی شاخص‌های سهام با شاخص سهام ایالات متحده آمریکا

1. Investing.com

۲. نرم‌افزار مورد استفاده برای تشخیص نقطه شروع بحران، نرم‌افزار change point analyzer بوده‌است.

در دوره بحرانی نشان داده شده است. با توجه به این شکل، بحران به سرعت و در زمان کوتاهی به سایر بازارهای سهام سرایت کرده و در اکتبر ۲۰۰۸، شاخص سهام کشورهای مورد بررسی، کاهش قابل ملاحظه‌ای داشته است.



شکل ۱. هم‌حرکتی بازدهی سهام

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در جداول ۲ و ۳، آمار توصیفی مربوط به شاخص سهام و نرخ بهره کشورها ارائه شده است.

جدول ۲. آمار توصیفی شاخص سهام

SP500	BOVESPA	FTSE100	AEX	DAX	CAC40	NIKKEI225	RTSI	TEPIX	KOSPI	CHINA50	
۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	میانگن
۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	میانه
۰/۱	۰/۲	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۳	۰/۲	۰/۱	۰/۲	ماکزیم
-۰/۲	-۰/۴	-۰/۱	-۰/۲	-۰/۲	-۰/۲	-۰/۳	-۰/۴	-۰/۴	-۰/۳	-۰/۳	مینیم
۰/۰	۰/۰۱	۰/۰	۰/۰	۰/۰۱	۰/۰	۰/۰۱	۰/۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	واریانس
-۰/۹	-۱/۰	-۰/۸	-۱/۲	-۰/۸	-۰/۶	-۰/۹	-۰/۸	-۱/۷	-۰/۷	-۰/۶	چولگی
۵/۵	۷/۲	۴/۸	۶/۸	۵/۳	۴/۸	۵/۶	۵/۹	۱۱/۹	۶/۳	۵/۲	کشیدگی

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۳. آمار توصیفی نرخ بهره

US	Brazil	UK	Netherland	Germany	France	Japan	Russia	Iran	Korea	China	
۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	میانگین
۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۱	۰/۱	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	میانه
۱/۵	-۱/۸	-۱/۸	۰/۶	۱/۰	۲/۵	۲/۲	-۱/۷	-۱/۸	۰/۸	۲/۲	ماکزیم
-۲/۶	-۱/۲	-۱/۶	-۲/۸	-۲/۴	-۳/۷	-۳/۸	-۱/۳	-۰/۹	-۱/۸	-۲/۲	مینیم
۰/۴	۰/۲	۰/۲	۰/۳	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۲	۰/۱	۰/۳	۰/۳	واریانس
-۳/۸	-۴/۰	-۴/۰	-۵/۵	-۴/۴	-۳/۶	-۲/۵	-۴/۴	-۱/۰	-۴/۷	-۲/۰	چولگی
۲۸/۴	۳۵/۸	۲۳/۵	۴۳/۳	۲۸/۳	۲۹/۴	۱۴/۱	۳۳/۲	۲۶/۹	۲۹/۰	۲۳/۹	کشیدگی

مأخذ: یافته‌های پژوهش

۴. یافته‌های پژوهش

قبل از انجام محاسبات مربوط به مدل پژوهش، مانایی بازدهی شاخص سهام و نرخ بهره واقعی، آزمون شده است. مانایی به این معنی است که ویژگی‌های خاصی از داده‌ها در طول زمان تغییر

نمی‌کنند. در پژوهش حاضر، آزمون ریشه واحد دیکي فولر^۱ برای بررسی مانایی داده‌ها انجام شده و نتایج در جداول ۴ و ۵ ارائه شده است.

جدول ۴. نتایج آزمون مانایی شاخص‌های سهام

آماره آزمون	آماره دیکي فولر
CHINA50	-۷.۸۵۰
KOSPI	-۱۳.۶۷۹
TEPIX	-۱۴.۷۶۲
RTSI	-۱۱.۴۱۱
NIKKEI225	-۱۲.۷۷۹
CAC40	-۱۴.۰۷۴
DAX	-۱۴.۳۴۴
AEX	-۱۳.۴۶۷
FTSE100	-۱۴.۸۱۱
BOVESPA	-۱۵.۷۰۳
SP500	-۱۳.۶۸۴

مأخذ: یافته‌های پژوهش

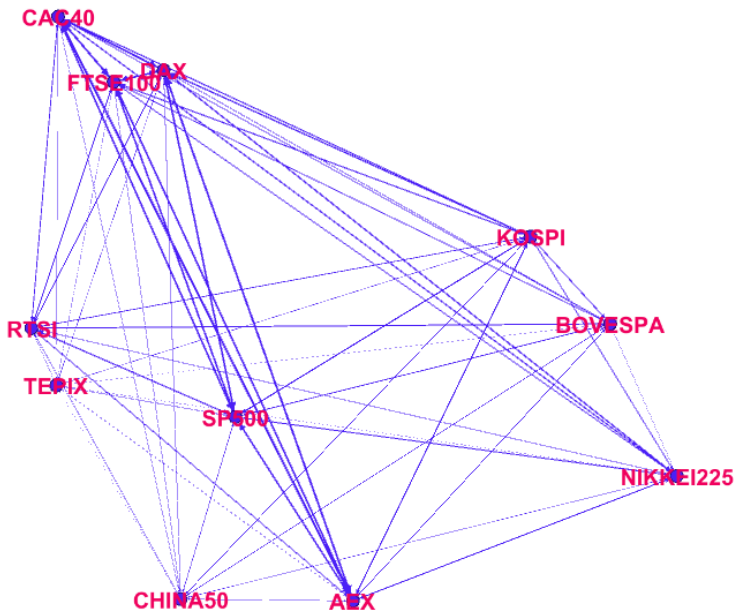
جدول ۵. نتایج آزمون مانایی نرخ بهره واقعی

آماره آزمون	آماره دیکي فولر
China	-۱۴.۶۴۷
South Korea	-۱۴.۴۹۴
Iran	-۱۱.۰۵۵
Russia	-۹.۳۵۷
Japan	-۱۵.۰۴۳
France	-۴.۳۵۵
Germany	-۳.۴۷۰
Netherlands	-۳.۹۵۴
UK	-۱۴.۸۵۰
Brazil	-۲.۹۱۲
US	-۱۴.۲۶۴

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج جداول ۴ و ۵ نشان داد بازدهی شاخص سهام ایالات متحده آمریکا در سطح مانا است. به این معنا که آماره دیکی فولر در ناحیه بحرانی قرار گرفته است؛ لذا فرض صفر مبنی بر وجود ریشه واحد در سه سطح ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪ تأیید نشده است. به همین ترتیب، متغیر بازدهی سهام و نرخ بهره واقعی برای تمامی کشورهای منتخب در سطح مانا است.

برای بررسی وجود سرایت مالی بین کشورها، ضرایب همبستگی بین تمامی کشورها در دو دوره؛ قبل و بعد از بحران مالی ۲۰۰۸ ایالات متحده آمریکا، محاسبه شده است. ضرایب همبستگی، در تئوری نمودار و باتوجه به الگوی پژوهش، نشان دهنده وزن یال‌ها است. در صورتی، گفته می‌شود بین دو شاخص سهام، سرایت وجود دارد که وزن یال بین دو شاخص از مقدار آستانه‌اش، کم‌تر نباشد. در نمودار (۱) الگوی سرایت در دوره بحرانی، با استفاده از ضرایب همبستگی رتبه‌ای کندل، نمایش داده شده است.



نمودار ۱. سرایت مالی از ایالات متحده به کشورهای منتخب

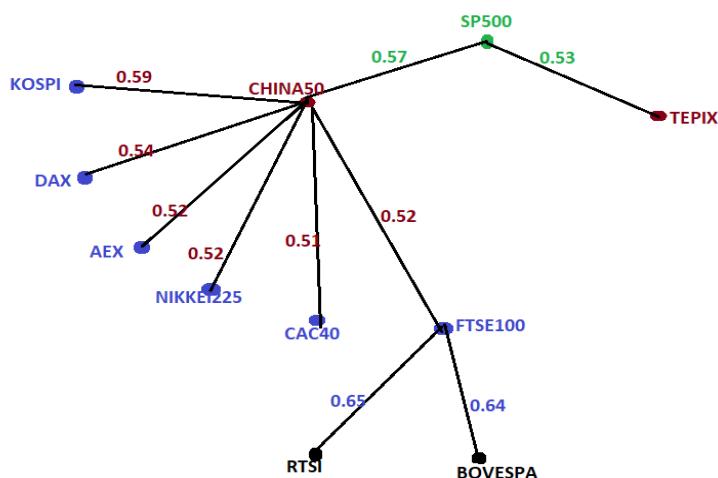
مأخذ: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که در نمودار (۱)، نشان داده شده‌است، سرایت بحران هم از بازار سهام ایالات متحده آمریکا به تمامی بازارهای سهام و هم بین بازار سهام کشورها وجود دارد. در این مطالعه، حداقل هزینه سرایت مالی در دوره بحرانی؛ قبل و بعد از معرفی سیاست پولی، بررسی شده‌است. برای این منظور الگوی درخت فراگیر مینیم (MST) با الگوریتم پریم، برنامه‌نویسی شده‌است. خروجی این الگوریتم، زیرگرافی از نمودار ۱، می‌باشد که طبق قضیه ۷ و اثبات آن، مجموع وزن‌ها، نشان‌دهنده هزینه حداقلی سرایت می‌باشد. در جدول ۶، خروجی الگوریتم پریم، قبل از ورود متغیر سیاست پولی، ارائه شده‌است.

جدول ۶. MST، خروجی الگوریتم پریم در دوره بحرانی قبل از معرفی سیاست پولی

وزن یال (ضریب همبستگی)	رئوس (شاخص سهام)
۰.۵۳۷۹	SP500-TEPIX
۰.۵۷۳۴	SP500- CHINA50
۰.۵۲۵۹	CHINA50- FTSE100
۰.۵۲۷۸	CHINA50- NIKKEI225
۰.۵۲۷۵	CHINA50- AEX
۰.۵۱۴۴	CHINA50- CAC40
۰.۵۴۷۱	CHINA50- DAX
۰.۶۴۴۲	FTSE100- BOVESPA
۰.۶۵۸۴	CAC40- RTSI
۰.۵۹۸۷	CHINA50- KOSPI
۵.۶۵۵۳	هزینه سرایت

مأخذ: یافته‌های پژوهش



نمودار ۲. دوره بحرانی قبل از معرفی سیاست پولی

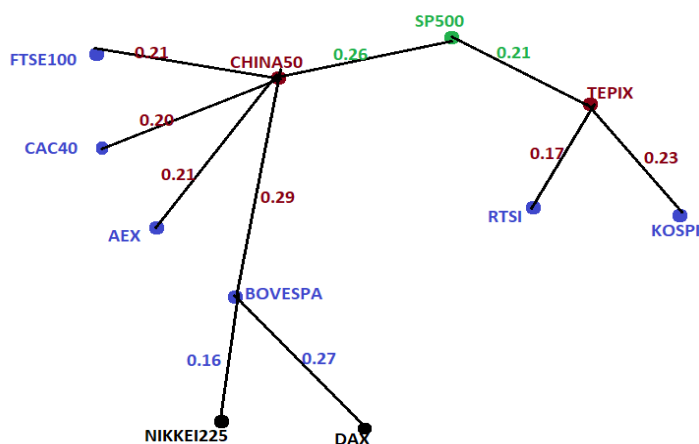
مأخذ: یافته‌های پژوهش

بر اساس نتایج جدول ۶ و نمودار ۲، حداقل هزینه سرایت قبل از معرفی سیاست پولی بانک مرکزی، برابر با ۵/۶۵۵۳ است. با وجود این که بازار مالی ایران و ایالات متحده آمریکا در ارتباط نیستند، اما در مرحله اول بحران از ایالات متحده آمریکا به ایران سرایت کرده است. این سرایت را می توان، سرایت مبتنی بر کنش سرمایه گذاران کم اطلاع در بازار مالی ایران تفسیر کرد. همچنین کانال دیگر سرایت، چین است که موجب افزایش همبستگی غیرمستقیم بین ایران و ایالات متحده آمریکا (در مدت زمان بسیار کوتاه) شده است. در صورتی که هزینه سرایت مالی بعد از معرفی سیاست پولی، کاهش یابد، نشان دهنده مؤثر بودن سیاست پولی در کاهش هزینه جهانی سرایت است. در جدول ۷، خروجی الگوریتم پریم، بعد از ورود متغیر سیاست پولی، ارائه شده است.

جدول ۷. MST، خروجی الگوریتم پریم در دوره بحرانی بعد از معرفی سیاست پولی

وزن یال (ضریب همبستگی)	رئوس (شاخص سهام)
۰.۲۶۰۶	SP500- CHINA50
۰.۲۱۷۹	SP500- TEPIX
۰.۱۷۸۱	TEPIX- RTSI
۰.۲۳۶۸	TEPIX- KOSPI
۰.۲۱۰۹	CHINA50- FTSE100
۰.۲۰۹۶	CHINA50- CAC40
۰.۲۹۹۹	CHINA50- BOVESPA
۰.۲۱۴۱	CHINA50- AEX
۰.۲۷۰۰	BOVESPA- DAX
۰.۱۶۴۹	BOVESPA- NIKKEI225
۲.۲۶۲۸	هزینه سرایت

مأخذ: یافته‌های پژوهش



نمودار ۳. MST دوره بحرانی بعد از معرفی سیاست پولی

مأخذ: یافته‌های پژوهش

بر اساس نتایج جدول ۷ و نمودار ۳، حداقل هزینه سرایت بعد از معرفی سیاست پولی بانک مرکزی، برابر با ۲/۲۶۲۸ است و هزینه سرایت مالی بعد از ورود متغیر سیاست پولی کاهش

داشته‌است. طبق این جدول می‌توان گفت برای هر کشور هم، ضریب همبستگی رتبه‌ای کندل بعد از ورود نرخ بهره واقعی، به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته‌است. به‌طور مثال، ضریب همبستگی کندل بین چین و ایالات متحده آمریکا قبل از معرفی سیاست پولی چین، برابر با ۰/۵۷۳۴ و بعد از ورود متغیر سیاست پولی برابر با ۰/۲۶۰۶ شده‌است. این ارقام برای ایران؛ قبل از معرفی سیاست پولی برابر با ۰/۵۳۷۹ و بعد از معرفی سیاست پولی برابر با ۰/۲۱۷۹ است.

۵. نتیجه‌گیری

در مقاله حاضر، نقش سیاست‌های پولی بر سرایت بحران ۲۰۰۸ ایالات متحده آمریکا بررسی شده‌است. برای این منظور از داده‌های ماهانه شاخص سهام و نرخ بهره واقعی کشورهای ایالات متحده آمریکا، چین، روسیه، ژاپن، فرانسه، آلمان، هلند، انگلستان، برزیل، کره جنوبی و ایران طی دوره زمانی ۲۰۰۴:۰۱ تا ۲۰۲۱:۱۲، استفاده شده‌است.

سرایت مالی به انتقال بحران از بازار مالی یک کشور به بازار مالی کشور دیگر اشاره دارد که از کانال‌های مختلفی اتفاق می‌افتد. در رابطه با بحران بزرگ ۲۰۰۸ ایالات متحده آمریکا، این بحران به کشورهای سراسر جهان؛ حتی کشورهایی که با ایالات متحده آمریکا رابطه مالی، تجاری و نزدیکی فرهنگی و جغرافیایی نداشتند، سرایت کرد. از این رو برای بررسی سرایت علاوه بر کانال مالی و حقیقی، کانال دیگری با عنوان زنگ بیداری و تغییر سبب دارایی سرمایه‌گذاران حائز اهمیت است. به لحاظ فنی، سرایت مالی، افزایش قابل ملاحظه ضریب همبستگی، بین دو یا چند بازار، بعد از وقوع بحران، تعریف شده‌است. سرایت می‌تواند با تصمیمات سیاست‌گذاران داخلی و بین‌المللی کنترل شود یا افزایش یابد. مطالعات تجربی بسیاری بر نقش سیاست‌های پولی بر نوسانات بازار سهام تاکید کردند. براساس مطالعه لوچنبرگ و وو (۲۰۱۴)، عملکرد سیاست‌های پولی تأثیر زیادی بر نوسانات قیمتی بازار سهام، داشته و کانالی که از طریق آن سیاست پولی در بخش مالی اقتصاد نفوذ می‌کند، ابزار بدهی (یعنی نرخ بهره) است. لایوودیس (۲۰۱۳) نشان داد که اگر اقدامات پولی از طریق کانال‌های مختلف به‌درستی به بازار مالی منتقل شود، می‌تواند موجب کاهش نوسانات قیمتی در بخش مالی گردد.

برای الگوسازی سرایت، ضرایب همبستگی رتبه‌ای کندل برای دوره قبل از بحران و دوره بحرانی محاسبه شد و با لحاظ مقدار آستانه^۱ ۰/۵ برای ضریب همبستگی، وجود سرایت بین شاخص‌های سهام کشورهای مورد بررسی، تأیید گردید. بحران از کانال‌های مالی، تجاری، نگرش سرمایه‌گذاران و نزدیکی جغرافیایی و فرهنگی قابل سرایت است. در این راستا حتی کشورهایی که ارتباط حقیقی و مالی با ایالات متحده آمریکا نداشتند (مانند ایران)، با تغییر نگرش سرمایه‌گذاران و تغییر سبد دارایی در بازارهای مالی داخلی و بین‌المللی دچار سرایت شدند. هم‌چنین به دلیل ضعف ساختارهای اقتصادی و مالی در کشورهای در حال توسعه به‌ویژه ایران و امکان سرریز نوسانات بین بازارهای داخلی، می‌توان گفت یکی از کانال‌های سرایت به بازار سهام ایران، سرریز نوسانات از بازارهای داخلی دیگر (به‌ویژه بازار نفت) است. در مطالعه تجربی فتاحی و همکاران (۱۳۹۷) هم نشان داده‌شد که بازار نفت و بازار سهام در ایرن همبستگی قابل توجه دارند و بعد از تحریم نفتی ایران در سال ۲۰۱۲، این همبستگی رشد فزاینده داشته‌است.

به‌منظور بررسی نقش سیاست‌های پولی بر سرایت مالی بازار سهام و محاسبه حداقل هزینه سرایت، از الگوی MST و الگوریتم پریم در دوره بحرانی؛ قبل و بعد از معرفی سیاست پولی استفاده شده‌است. در دوره بحرانی و قبل از ورود نرخ بهره واقعی به الگو، طبق خروجی الگوریتم پریم، حداقل هزینه سرایت برابر با ۵/۶۵۵۳ شده‌است. بعد از ورود متغیر سیاست پولی به مدل در دوره بحرانی، حداقل هزینه سرایت برابر با ۲/۲۶۲۸ شده‌است. بنابراین می‌توان گفت به‌طور کلی سیاست‌های پولی بانک‌های مرکزی حداقل هزینه سرایت را به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش داده‌است. این کاهش هزینه، موجب کاهش ریسک سرمایه‌گذاری در بازار مالی جهانی و به تبع آن بازارهای مالی داخلی می‌گردد. هم‌چنین برای هر کشور، ضریب همبستگی رتبه‌ای کندل بعد از ورود نرخ بهره واقعی، کاهش زیادی یافته‌است. به‌طور مثال، ضریب همبستگی کندل بین چین و ایالات متحده آمریکا قبل از معرفی سیاست پولی چین، برابر با ۰/۵۷۳۴ و بعد از ورود متغیر سیاست پولی برابر با

۱. با توجه به قضیه مطرح شده (برای هر $\epsilon_{threshold}$ یک گراف $G_{t,u}$ وجود دارد)، به ازای مقادیر مختلف ضریب همبستگی آستانه‌ای، نتایج پژوهش تغییر نخواهد کرد.

۰/۲۶۰۶ شده است. این ارقام برای ایران؛ قبل از معرفی سیاست پولی برابر با ۰/۵۳۷۹ و بعد از معرفی سیاست پولی برابر با ۰/۲۱۷۹ است. بنابراین می توان استدلال کرد اعمال سیاست پولی در ایران، از طریق تأثیر بر نرخ بهره و به تبع آن هزینه سرمایه گذاری موجب کاهش اثرات مخرب سرایت بحران به ایران شده است. همچنین با وجود عدم ارتباط بین بازار مالی ایران و ایالات متحده آمریکا، ضرایب همبستگی بین چین و ایالات متحده آمریکا (۰/۵۷۳۴) و ایران و ایالات متحده آمریکا (۰/۵۳۷۹) تفاوت چشم گیری ندارد که این نتایج نشان دهنده سرایت بحران مالی ایالات متحده آمریکا با اثرات فزاینده از کشورهای دیگر (از جمله چین و روسیه) به ایران است.

بنابراین، سیاست های پولی بانک مرکزی ایران و سایر کشورهای منتخب، علاوه بر این که بازارهای مالی داخلی و قیمت دارایی های مالی ایران و دیگر کشورها را به طور مستقیم و غیرمستقیم، تحت تأثیر قرار می دهد، می تواند اثرات جهانی داشته باشد؛ چرا که بازارهای مالی کشورهای سراسر دنیا مانند شبکه ای به هم پیوسته هستند و نوسانات قیمتی و عملکرد هر یک از آن ها از طریق کانال های مختلف، بر سایر بازارهای سهام اثر گذار است. اگرچه بازار سهام ایران به طور مستقیم با بسیاری از بازارهای جهانی ارتباط گسترده ندارد، اما همبستگی غیرمستقیم از طریق رفتار و کنش سرمایه گذاران داخلی و همبستگی بازار مالی ایران با کشورهایی که ارتباط مستقیم با بازارهای مالی بزرگ دارند، موجب سرایت و اثرگذاری و اثرپذیری تصمیمات پولی شده است. از این رو، ارتباط ایران و چین یکی از مهم ترین کانال های اثرگذاری تصمیمات پولی ایران بر اقتصادهای کوچک مرتبط با چین و اثرپذیری ایران از بازار مالی آمریکا است؛ چرا که رابطه تجاری و مالی چین با آمریکا و بسیاری از کشورهای دیگر بسیار گسترده است.

باتوجه به نتایج ارائه شده و تأیید نقش مهم سیاست پولی بانک مرکزی در کاهش سرایت جهانی بحران، باید گفت اثرات سرایت، تحت تأثیر سیاست های پولی داخلی و بین المللی است و پیامدهای بین المللی بحران در یک کشور را می توان از طریق سیاست های مناسب پولی کنترل کرد. در این راستا، پیشنهاد پژوهش حاضر این است که جهانی سازی مالی و پولی می تواند راه حلی مؤثر در کنترل اثرات بلندمدت سرایت بین المللی بحران های مالی باشد. هم چنین در رابطه با کشور ایران،

درک ساختار و عملکرد بازار سهام، بررسی آسیب‌پذیری و تاب‌آوری این بازار و کنترل نوسانات قیمتی در سایر بازارهای داخلی (از جمله بازار نفت) در دوره‌های بحرانی، حائز اهمیت است.

منابع

- جلیلی، ظریفه؛ عصارى آرائی، عباس؛ یآوری، کاظم و حسن حیدری (۱۳۹۶). «ارزیابی سازوکار انتقال اثرات سیاست پولی بر بازار سهام در ایران با استفاده از الگوی خودرگرسیون برداری ساختاری». فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، رشد و توسعه پایدار، شماره ۴۰، صص ۱۷۳-۱۹۵.
- رضایی، غلامرضا؛ شهرستانی، حمید؛ هژبر کیانی، کامبیز و محسن مهرآرا (۱۳۹۸). «تأثیر سیاست پولی بر بازدهی و بی‌ثباتی بازار سهام (مقایسه‌ای بین ابزارهای سیاست‌های پولی در ایران)». فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، شماره ۳۶، صص ۷۵-۱۲۵.
- سلمانی بی‌شک، محمدرضا؛ برقی‌اسکویی، محمد مهدی، و سودا لک (۱۳۹۴). «تأثیر شوک‌های سیاست پولی و مالی بر بازار سهام ایران». فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، شماره ۲۲، صص ۹۳-۱۳۱.
- فتاحی، شهرام؛ سهیلی، کیومرث و شهرام دهقان جبارآبادی (۱۳۹۷). «بررسی سرایت در بازارهای مالی ایران با استفاده از فرآیند اورنشتاین اولنبرگ و تبدیل موجک پیوسته». فصلنامه مدل‌سازی اقتصادسنجی، شماره ۴، صص ۳۴-۵۲.
- نونزاد، مسعود؛ زمانی کردشولی، بهزاد و سید مجتبی حسین‌زاده یوسف‌آباد (۱۳۹۱). «اثر سیاست‌های پولی بر شاخص قیمت سهام در ایران». فصلنامه علوم اقتصادی، شماره ۲۰، صص ۳۷-۹.
- Allen F. and D. Gale (1998). "Financial contagion". *Journal of finance*, (18)53, pp.1245-1284.
- Akintola A.F. and B.O. Aroyewun (2022). "Monetary Policy and Stock Market Return in Nigeria". *International Journal of Recent Innovations in Academic Research*, (6)4, pp.23- 27.
- Aswani J. (2017). "Impact of Global Financial Crisis on Network of Asian Stock Markets". *Algorithmic Finance*, (6), pp. 79-91.
- Barro R. J. (1974). "Are Government bonds net wealth". *Journal of political economy*, (14)6, 1095-1117.
- Brunnermeier M.K. and Y. Sannikov (2014). "A Macroeconomic Model with a Financial Sector". *American economic review*, (104)2, pp. 379-421.

- Bjornland H.C. and K. Leitemo** (2009). "Identifying the Interdependence between US Monetary Policy and the Stock Market". *Journal of Monetary Economics*, (56)2, pp.275-282.
- Caraiani P. and A.C. Calin** (2020). "The Impact of Monetary Policy Shocks on Stock Market Bubbles: International Evidence". *Finance Research Letters*, 34, pp. 268-271.
- Chatziantoniou I., Duffy D. and G. Filis** (2013). "Stock Market Response to Monetary and Fiscal Policy Shocks: Multi Country Evidence". *Economic Modelling*, (30)12, pp.754-769.
- Corsetti G., Pericoli P. and M. Sbracia** (2001). "Correlation Analysis of Financial Contagion: What One Should Know before Running a Test". *Central bank of Italian*, No 408. Available at: https://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/temi-discussione/2001/2001-0408/tema_408_01.pdf
- Dima B. and L.R. Milos** (2009). *Testing the efficiency market hypothesis for the Romanian stock market*. Retrieved from <https://ideas.repec.org/a/alu/journal/v1y2009i11p41.html>
- Deo N.** (2016). *Graph Theory with Applications to Engineering and Computer Science*. Chap 3, pp. 32-40.
- Fama E.F. and K.R. French** (1989). "Business Conditions and Expected Returns on Stocks and Bonds". *Journal of Financial Economics*, No. 25, pp. 23-49.
- Fama E. F.** (1995). "Random walks in stock market prices". *Financial Analysts Journal*, No. 1, pp. 75-80.
- Fox J. and A. Sklar** (2009). "The Myth of the Rational Market: A History of Risk, Reward and Delusion on Wall Street". Harper Business New York. Retrieved from <https://www.amazon.com/Myth-Rational-Market-History-Delusion/dp/0060599030>.
- Forbes K. and R. Rigobon** (2002). "No Contagion, Only Interdependence: Measuring Stock Market Co-Movements". *Journal of Finance*, No. 57, pp. 2223- 2262.
- Favero C. and F. Giavazzi** (2002). "Is the international propagation of financial shocks nonlinear? Evidence from the ERM". *Journal of International Economics*, No.10, pp.231-246.
- Gali J. and M. Gertler** (2007). "Macroeconomic Modeling for Monetary Policy Evaluation". *Journal of Economic Perspectives*, No. 21, pp. 25- 45.
- Gandolfo G. C.** (2016). *International Finance and Open-Economy Macroeconomics*. Chap 16, pp. 451-472.
- Hu L., Han J. and Q. Zhang** (2018). "The Impact of Monetary and Fiscal Policy Shocks on Stock Markets: Evidence from China". *Emerging Markets Finance and Trade*, No.54, pp.1857-1872.
- Hsing Y.** (2011). "The Stock Market and Macroeconomic Variables in a BRICS Country and Policy Implication". *International Journal of Economics and Financial Issues*, (2)1, pp.12-18.
- Juhro S. M., Iyke B. N. and P.K. Narayan** (2021). "Interdependence between Monetary Policy and Asset Prices in ASEAN-5 countries". *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, No. 75, pp. 101- 109.
- Kollman R. and F. Malherbe** (2013). *Financial Contagion. Handbook of Safeguarding Global Financial Stability*. Chap 14, pp. 139-143.

- Kuusk A. and T. Paas** (2011). "Financial Contagion of the 2008 Crisis: is there any Evidence of Financial Contagion from the US to the Baltic States". *Eastern Journal of European Studies*, No. 5, pp. 61-76.
- Luchtenberg K.F. and Vu Q.V.** (2014). "The 2008 Financial Crisis: Stock Market Contagion and Its Determinants". *International Business and Finance*, No.10, pp.178-203.
- Laopodis N.** (2010). "Dynamic linkages between Monetary Policy and the Stock Market". *Review of Quantitative Finance and Accounting*, No. 35, pp. 271-293.
- Mendoza E.G.** (2010). "Sudden Stops Financial Crises and Leverage". *American Economic Review*, No. 100, pp. 1941-66.
- Mishkin F. S.** (2001). "The Transmission Mechanism and the Role of Asset Prices in Monetary Policy". *National Bureau of Economic*. Retrieved from https://www.nber.org/system/files/working_papers/w8617/w8617.pdf
- Nwaogwugwu I. C.** (2016). "The Effects of Monetary and Fiscal Policy on the Stock Market in Nigeria". *Journal of Economics and Development Studies*, No. 6, pp.79- 85.
- Ng S. and J.H. Wright** (2013). "Facts and Challenges from the Great Recession for Forecasting and Macroeconomic Modeling". *Journal of Economic Literature*, No.4, pp.1120-1154.
- Nocera J.** (2009). *Poking holes in a theory on markets*. New York Times. Retrieved from <https://www.nytimes.com/2009/06/06/business/06nocera.html>
- Osamwonyi, I. O., & Evbayiro-Osagie, E. I.** (2012). The Relationship between Macroeconomic Variables and Stock Market Index in Nigeria. *Journal of Economics*, No. 3, pp. 55- 65.
- Pericoli M. and M. Sbracia** (2003). "A Primer on Financial Contagion". *journal of economic surveys*, No. 17, pp. 571- 606.
- Singh G.S.** (2010). *Graph theory*. Chap 2, pp. 85-92. Retrieved from <https://www.shahucollegeatatur.org.in/Department/Studymaterial/sci/it/BCS/FY/book.pdf>
- Tobin J.** (1969). "A General Equilibrium Approach to Monetary Theory". *Journal of Money, Credit and Banking*, No. 2, pp. 15-29.
- Wanjiru N. R.** (2000). "The Impact of Fiscal and Monetary Policies on Stock Market Performance in Kenya: an Empirical Analysis". Retrieved from <http://erepository.uonbi.ac.ke/handle/11295/19771>
- Wang S. and D.G. Mayes** (2012). "Monetary Policy Announcements and Stock Reactions: an International Comparison". *The North American Journal of Economics and Finance*, No. 2, pp. 145-164.
- West D. B.** (2002). *Introduction to Graph Theory*. Chap 6, 124-135. Retrieved from <https://bayanbox.ir/view/2051120523710881534/Introduction-to-graph-theory-solution-manual.pdf>
- Wilson R. J.** (1998). *Introduction to Graph Theory*. *Publications of mathematics books*. Chap 5, 57-61. Retrieved from <https://www.maths.ed.ac.uk/~v1ranick/papers/wilsongraph.pdf>.
- Zhang C. S., zhang D. Y. and J. Breece** (2011). "Financial Crisis, Monetary Policy and Stock Market Volatility in China". *Annals of Economics and Finance*, No.12, pp.371-388.