

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

نشریه علمی

«پژوهش‌های راهبردی بودجه و مالی»

(سال دوم، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰: ۱۴۲ - ۱۱۳)



بررسی اثر بحران مالی بر بازار نفت ایران: کاربرد شبکه پیچیده

سمانه باقری*، حبیب انصاری سامانی**

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۱۸

چکیده

بحران مالی به دلیل اثر بر نوسان قیمت و مقدار فروش رفته نفت، می‌تواند بر درآمد نفتی مؤثر باشد، از این رو هدف تحقیق حاضر مدل‌سازی سرریز تلاطم بحران مالی در شبکه بازارهای نفت است. به این منظور از داده‌های دوره زمانی ۲۰۰۳/۱/۲ تا ۲۰۱۹/۸/۲۶ و روش شبکه پیچیده استفاده شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد، طول مسیر میانگین، در زمان بحران‌های مالی کاسته شده و به حداقل خود می‌رسد، چگالی و وزن شبکه سرریز بازارهای نفت در چنین دوره‌هایی افزایش یافته و سرریز تلاطم در بازارهای مالی در زمان بحران افزایش داشته است. مطابق نتایج پژوهش، بحران مالی سبب می‌شود تأثیرپذیری بازار نفت ایران در شبکه بیش‌تر شود، ولی همچنان یک بازار نفت تأثیرگذار در شبکه بازارهای نفت است. قبل از بحران مالی، بیش‌ترین سرریز تلاطم به بازار نفت ایران، از بازار نفت نروژ بوده است و کم‌ترین سرریز تلاطم به بازار نفت ایران از بازار نفت روسیه بوده است. بیش‌ترین سرریز از بازار نفت ایران به بازار نفت نروژ بوده است. در زمان بحران مالی، بیش‌ترین سرریز تلاطم به بازار نفت ایران، از بازار نفت مکزیک، لیبی و عربستان بوده است و بیش‌ترین سرریز تلاطم از بازار نفت ایران، به بازار نفت عربستان بوده است. بعد از بحران مالی، بیش‌ترین سرریز تلاطم از بازار نفت مکزیک به بازار نفت ایران است و کم‌ترین سرریز تلاطم از بازار نفت مصر بوده است.

کلیدواژه‌ها: بازارهای نفت؛ شبکه پیچیده؛ بحران مالی؛ بازار نفت ایران.

* نویسنده مسئول: دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، یزد، ایران

Samabagheri90@yahoo.com

H.samani@yazd.ac.ir

** دانشیار اقتصاد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، یزد، ایران

مقدمه

آمارهای بانک جهانی نشان می‌دهد که سهم نفت از تولید ناخالص داخلی ایران در سال ۲۰۰۰ معادل ۳۱ درصد بوده و در سال ۲۰۱۶ به کم‌ترین میزان خود یعنی ۱۱ درصد رسیده است. تغییرات قیمت نفت در بازه زمانی مورد اشاره در بازه ۱۹ تا ۱۵۷ دلار نوسان داشته است. هم‌چنین ایران با تولید حدود ۴ میلیون بشکه نفت در سال ۲۰۱۶ چهارمین تولیدکننده نفت بوده است و پس از تحریم‌ها در سال ۲۰۲۰ به تولیدی کم‌تر از ۲ میلیون بشکه در روز رسیده و به رتبه نهم تولیدکننده نفت در جهان تنزل یافته است (گزارش سالیانه تولید نفت و دیگر مایعات، ۲۰۲۱). بر اساس گزارش اوپک، از کل صادرات ایران در سال ۲۰۱۹ که ۶۹ میلیارد دلار ارزش داشته، ۱۹ میلیارد دلار شامل فروش نفت بوده است. از این رو نتایج نشان می‌دهد بازار نفت در جهان نوسانات زیادی داشته و به دلایل مختلفی در آمد نفتی در ایران نوسانات بیشتری را تجربه کرده است. وابستگی اقتصاد ایران به نفت نیز مورد بحث در بسیاری از محافل سیاسی اقتصادی و علمی است. از این رو بررسی نوسانات و تلاطم‌های بازار نفت ایران اهمیت می‌یابد.

یکی از موضوعات مطرح شده در تحقیقات حوزه بازار انرژی ادغام بازارهای نفت خام است. در این زمینه دو فرضیه رقیب وجود دارد: این که بازار جهانی یک بازار یک‌دست و شبیه یک استخر بزرگ^۱ است یا اینکه یک بازار منطقه‌ای است. این سؤال مطرح بود که آیا بازار جهانی نفت خام می‌تواند به عنوان یک بازار واحد تلقی شود؟ این فرضیه برای اولین بار توسط آدلمن^۲ (۱۹۸۴) مطرح شد: «بازار جهانی نفت، مانند آب‌هایی بین‌المللی و در واقع مانند یک استخر بزرگ است.» در حالی که وینر^۳ (۱۹۹۱) خلاف این فرضیه را ارائه می‌دهد. وی ادعا می‌کند بازار نفت خام، یک بازار منطقه‌ای است. اگر فرضیه استخر بزرگ پذیرفته شود در بلندمدت تفاوت‌های قیمتی ناچیزی شامل هزینه‌های حمل و نقل بین بازارهای مختلف نفت خام وجود دارد؛ اما نفت خام طیف وسیعی از خصوصیات فیزیکی را دارد که اثر مهمی بر تعیین قیمت آن دارند.

1. one great pool
2. Adelman
3. Weiner

ارزیابی فرضیه‌های استخر بزرگ و بازارهای منطقه‌ای در تحقیقات دهه ۱۹۹۰ انجام شد (وینر، ۱۹۹۱، آدلمن، ۱۹۹۲، رودریگز و ویلیامز^۱، ۱۹۹۳)، جنبه‌های مختلف این موضوع همچنان موضوع تحقیقات بسیاری است (جی و فان^۲، ۲۰۱۵ و ۲۰۱۶، لیو و همکاران، ۲۰۱۳، بانجا^۳ و همکاران ۲۰۱۸، آن^۴ و همکاران، ۲۰۲۰، پلانت و استریکلر^۵، ۲۰۲۱). افزایش تقاضای نفت، رقابتی تر شدن عرضه نفت، جهانی شدن اقتصادها، اتصال قوی تر بازارهای بین‌المللی به همدیگر، توسعه فناوری اطلاعات در تجارت نفت، پیشرفت‌های اخیر در صنعت حمل و نقل و توسعه صنعت پالایش، هم حرکتی در قیمت نفت مناطق مختلف بازار جهانی نفت افزایش یافته است (پلانت و استریکلر، ۲۰۲۱ و بانجا و همکاران، ۲۰۲۱). انتقال اطلاعات در بازارهای مختلف نفت سرعت گرفته است (پلانت و استریکلر، ۲۰۲۱).

مبانی نظری

نفت یکی از کالاهای مهم در بازارهای مالی جهانی است. بازار نفت و بازار مالی تحت یک دوره نوسان زیاد قرار گرفتند و مسئله سرریز و انتقال شوک بین دو بازار مالی و بازار نفت در طول دوره آشفتگی مطرح شد. در سال ۲۰۰۸ میلادی حبابی در بازار نفت ایجاد شد که در ژوئیه ۲۰۰۸ ترکید (حما^۶ و دیگران، ۲۰۱۴). تلاطم نفت خام از جهات مختلف و قابل توجهی بر اقتصاد جهان تأثیر می‌گذارد. به عنوان مثال، افزایش قیمت نفت خام باعث افزایش هزینه‌های تولید کالاها و خدمات و هزینه‌های حمل و نقل و گرمایش می‌شود. مصرف‌کنندگان و دولت‌ها در مورد تلاطم قیمت نفت خام و تأثیرات اقتصادی منفی احتمالی آن، مانند مواردی که بر چرخه‌های تجاری وجود دارد، بسیار نگران هستند (رفیق^۷، ۲۰۰۹). با افزایش پیچیدگی‌های اقتصادهای جهان و

1. Rodriguez and Williams
2. Ji and Fan
3. Bhanja and Tiwari
4. An
5. Plante and Strickler
6. Hamma
7. Rafiq

بازارهای مالی، همراه با افزایش قدرت اقتصادهای بازارهای در حال ظهور، نوسانات حرکات نفت می‌توانند عواقب درون‌زا و برون‌زایی بیش‌تری برای تعاملات بین بازارهای جهانی نفت و مالی داشته باشند. تلاطم قیمت نفت به طور فزاینده‌ای در پژوهش‌های مورد توجه قرار گرفته است، زیرا نوسانات قیمت نفت، تأثیر غیرقابل پیش‌بینی بر قیمت‌گذاری جهانی نفت و بازارهای مالی ایجاد کرده است (یو^۱ و دیگران، ۲۰۲۱). سرریز تلاطم از بازارهای مالی و انرژی، امکان افزایش ریسک سرمایه‌گذاری را فراهم می‌کند. سرریز تلاطم از بازار نفت به بازارهای مالی نشان‌دهنده این است که سرمایه‌گذاران سرمایه‌های خود را از بازارهای نفت به بازارهای مالی منتقل می‌کنند. انتقال تلاطم بین بازارها به عنوان اثر سرریز تلاطم تعریف می‌شود که به طور گسترده در بازارها ظاهر می‌شود (فازانیا و آکینبوال^۲، ۲۰۱۹ و ژانگ و کوتان^۳، ۲۰۱۹).

سرمایه‌گذاران در تصمیمات مربوط به تشکیل پرتفوی مالی و توسعه استراتژی‌های کاهش ریسک، باید بازارهای انرژی را در نظر بگیرند. تلاطم بازارهای نفت منجر به فشارهای اقتصادی می‌شود. تلاطم بازده نفت نسبت به تغییر در شاخص استرس مالی نسبت به شوک‌های خارجی حساس‌تر است. بی‌طرفی بازارهای انرژی و مالی را می‌توان دلیل این امر دانست که سرمایه‌گذاران مواضع خود را حفظ می‌کنند تا از اثرات منفی ناشی از عدم اطمینان در بازارهای مالی جلوگیری کنند. بحران نفت را می‌توان به افزایش قیمت نفت به اندازه کافی برای ایجاد رکود جهانی یا کاهش قابل توجه تولید ناخالص داخلی واقعی جهانی (GDP) کم‌تر از نرخ‌های پیش‌بینی شده به میزان دو تا سه درصد تعریف کرد (سلامه^۴، ۲۰۰۴). بحران مالی جهانی در سال ۲۰۰۸ (GFC) تأثیر قابل توجهی بر بازار نفت خام داشت. سقوط قیمت مسکن در ایالات متحده منجر به یک اثر موجی از GFC به سقوط بازار کالا شد. قیمت نفت خام که نزدیک به ۵۰ درصد از شاخص عمومی کالا را تشکیل می‌دهد، در زمان بحران مالی و پس‌از آن به شدت کاهش یافت (جو و دیگران، ۲۰۲۰).

1. Yu
2. Fasanya and Akinbowale
3. Zhang
4. salameh

کیلیان^۱ (۲۰۰۶) معتقد است، شوک‌های قیمت نفت برای مدت طولانی بر قیمت واقعی نفت تأثیر نمی‌گذارد. قیمت نفت، فعالیت‌های اقتصادی را از طریق اثر بر عرضه و تقاضا تحت تأثیر قرار می‌دهد. نظریه‌های متفاوتی وجود دارد، در زمینه اقتصاد مالی و کلان بین‌المللی که تغییرات قیمت نفت را به عواملی مانند نرخ بهره، نرخ ارز، مانده حساب جاری و جریان سرمایه در نظر می‌گیرند که این ادبیات خودبه‌خود مربوط به قیمت نفت نیست، بلکه با توسعه مالی و جریان سرمایه، مدل‌هایی را تولید می‌کند که می‌توانند برای توضیح تغییرات قیمت کالاها مورد استفاده قرار گیرند.

نفت خام برای اقتصاد بسیار مهم است و قیمت نفت تحت تأثیر عوامل پیچیده زیادی قرار دارد. به‌طور کلی، بنیادهای اقتصادی^۲ و نیروهای سفته‌بازی^۳ را می‌توان دو عامل اصلی برای قیمت نفت خام نام برد (کیلیان و لی^۴، ۲۰۱۴). رابطه بازده - ریسک^۵ در بازار نفت خام در درجه اول به این دو عامل و چگونگی درک معامله‌گران نفت از ریسک اقتصادی بستگی دارد. زمانی که بنیادهای اقتصادی بر نیروی سفته‌بازی تسلط دارند، معامله‌گران نفت^۶ احتمالاً ریسک اقتصادی بالا را به‌عنوان عدم اطمینان بالا در توسعه اقتصاد و تقاضای نفت در نظر می‌گیرند که دلالت بر رابطه منفی بازده-ریسک در بازار نفت خام دارد. در غیر این صورت، اگر نیروی سفته‌بازی قوی‌تر از عوامل بنیادی اقتصادی باشد، معامله‌گران نفت ممکن است دارایی‌های نفتی را در هنگام مواجهه با ریسک اقتصادی بالا به‌عنوان ابزار پوشش ریسک در نظر بگیرند که منجر به رابطه بازده-ریسک مثبت، در بازار نفت می‌شود. علاوه بر این، بحران مالی جهانی سال ۲۰۰۸، پایه‌های اقتصاد و سیستم‌های مالی جهانی را متزلزل کرد و ارتباطات بین بازار نفت خام و بازارهای مالی را تغییر داد (لی و دیگران، ۲۰۱۸).

1. Kilian, L
2. economic fundamentals
3. speculation forces
4. Kilian and Lee
5. return-risk
6. oil traders

مطابق تئوری «پول آسان»^۱، نرخ بهره پایین در ایالات متحده و سایر اقتصادهای توسعه یافته باعث افزایش قیمت نفت و سایر کالاها در دهه ۲۰۰۰ شد (کالیس و ساگر^۲، ۲۰۱۶). با توجه به وابستگی بودجه کشورها به تولید نفت، «سلاح معکوس نفتی»^۳ مطرح می‌شود که به این معناست که با کاهش قیمت نفت، می‌توان به آسانی به تولیدکنندگان اصلی نفت آسیب زد. به دلیل تغییرات آب و هوایی، سهم زیادی از ذخایر نفتی، «غیرقابل سوختن»^۴ هستند و کشورهایی که «ساخت تقاضا»^۵ برای نفت را ایجاد کردند، اکنون با تغییر طراحی زیرساخت‌های شهری، سعی در تغییر این تقاضا دارند (بریج و لی‌بیلون^۶، ۲۰۱۳). خانوارها با گرفتن وام با افزایش هزینه‌های انرژی کنار می‌آیند و خانه‌هایی که قیمت آن‌ها به دلیل، نرخ بهره پایین، بالا رفته بود را خریداری کردند. با افزایش قیمت نفت، به دلیل افزایش تقاضا و جریان سرمایه به بازار نفت، خانوارها، به ویژه خانوارهای فقیر، شروع به کاهش هزینه‌ها و فروش خودروها و خانه‌ها کردند و اقتصاد را به سمت رکود سوق دادند و حباب مسکن را به پایان رساند. با سقوط دارایی‌ها مانند مسکن، پس-اندازها به سمت نفت سوق پیدا کرد و قیمت نفت افزایش پیدا کرد (کالیس و ساگر^۷، ۲۰۱۶).

اقتصاددانان محیط‌زیست به تأثیر قیمت انرژی بر تولید و بهره‌وری نیروی کار تمرکز دارند، شواهد نشان می‌دهد، بحران ناشی از کاهش مصرف، از هزینه‌های بالاتر انرژی در هنگام شوک-های قیمت ایجاد می‌شود. محدودیت‌های موجود در اقتصاد «واقعی-واقعی»^۸ ممکن است باعث کند شدن مصرف قبل از تولید شود. برخلاف اقتصاددانان نفتی، اقتصاددانان کلان در گذشته تأثیرات منفی اقتصادی بالای قیمت‌های نفت را ناشی از واکنش‌های بد سیاست‌ها و نه تأثیرات آن‌ها بر تولید یا مصرف می‌دانستند. یک استدلال مشهور در میان اقتصاددانان کلان این بود که رکود اقتصادی ایالات متحده که به دنبال شوک‌های بزرگ نفتی در دهه ۱۹۷۰ رخ داد، ناشی از

1. easy money
2. Kallis and Sager
3. reverse oil weapon
4. unburnable
5. demand construction
6. Bridg and Le Billon
7. Kallis and Sager
8. real-real

افزایش قیمت نفت به خودی خود نبود، ناشی از واکنش انقباضی فدرال رزرو به آن‌ها بود. در این دیدگاه آنچه اقتصاد را به رکود اقتصادی سوق داد، تصمیم غیرمنتظره فدرال رزرو برای افزایش نرخ بهره به منظور کنترل تورم احتمالی ناشی از نفت بود (کالیس و ساگر، ۲۰۱۶). پس از شوک و رکود اقتصادی در سال ۲۰۰۸ میلادی اقتصاددانان به این نتیجه رسیدند که قیمت نفت بر اقتصاد تأثیر می‌گذارد. همیلتون قبل از بحران، شواهدی را به اثبات رسانده بود که بحران‌های دهه ۱۹۷۰ را پاسخ نسبتاً نادرست به سیاست‌های اقتصادی نسبت داده بود (همیلتون^۱، ۲۰۰۹).

پیشینه پژوهش

از مطالعاتی که از شبکه پیچیده بهره گرفته‌اند، رحیمی باغی و عرب صالحی نصرآبادی (۱۳۹۷) که با استفاده از شبکه علیت گرنجر، به بررسی ریسک سیستمی در نظام مالی پرداختند. راعی و همکاران (۱۳۸۹) به بررسی تحلیل بازار بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های پیچیده مبتنی بر روش حد آستانه پرداختند.

دستخوان و شمس قارنه (۱۳۹۶) به بررسی، مقایسه شاخص‌های ارزیابی ریسک سیستمی در شبکه‌های مالی: شناسایی شرکت‌های مهم از نظر سیستمی در بازار بورس تهران با روش شبکه پرداختند.

محسنی و بت‌شکن (۱۳۹۹) به بررسی همبستگی شرطی میان صنایع در بازار سرمایه با روش گارچ چند متغیره^۲ در دوازده صنعت منتخب دارای بیش‌ترین ارزش بازاری در بازار سرمایه پرداختند. مطابق نتایج این پژوهش، صنعت بانک‌ها و مؤسسات اعتباری با صنعت دارویی، مخابرات و سرمایه‌گذاری‌ها رابطه مثبت و با صنایع عرضه برق، گاز و آب گرم و وسایل ارتباطی دارای همبستگی شرطی منفی است.

محسنی و بت‌شکن (۱۳۹۷) به بررسی سرریز نوسانات قیمت نفت بر بازدهی بازار سهام، با

1. Hamilton
2. VECH-BEKK

استفاده از مدل گارچ چندمتغیره^۱، بابا، انگل، کرونر و کرافت^۲، همبستگی شرطی ثابت^۳ و همبستگی شرطی پویا^۴ به این نتیجه رسیدند همبستگی‌های شرطی در نوسان‌های کوتاه‌مدت و وجود اثرات سرریزی قیمت نفت بر شاخص بورس وجود دارد.

باقری و انصاری سامانی (۱۳۹۹) به بررسی اثرات سرریز بحران‌های مالی جهانی بر بازار نفت اوپک با **تئوری شبکه پیچیده** برای چهار شبکه، قبل از بحران مالی، بحران مالی آمریکا، بحران بدهی اروپا و بعد از بحران مالی، با استفاده از شاخص سرریز و شبکه پیچیده برای دوره زمانی ۲۰۰۷-۲ تا ۲۰۱۹-۸-۲۶ می‌پردازد. نتایج نشان می‌دهد در زمان بحران مالی آمریکا و بحران بدهی اروپا، بازار سهام نیویورک شوک وارده را به بازارهای دیگر انتقال می‌دهد. در بحران مالی آمریکا، بیش‌ترین آسیب را بازار نفت اوپک و بازار سهام اروپا داشتند که آسیب به این بازار، سبب ایجاد بحران مالی اروپا، در دوره بعد شد. در زمان بحران بدهی اروپا، بیش‌ترین آسیب را بازار نفت اوپک در شبکه داشته است.

چاودهوری و دیگران^۵ (۲۰۱۹) به بررسی تغییرات شبکه در ارتباط نظام مالی، به‌عنوان یک تجربه آسیایی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که پیوند بازارهای مالی کشورها پس از بحران مالی، کاهش یافته بود و ارتباط بسیاری از بازارهای مالی، از طریق بازارهای مالی پل، با بازارهای جهانی برقرار شده است. کزوباس و دیگران^۶ (۲۰۱۴) به اندازه‌گیری علیت شبکه، در زمان بحران مالی و ریسک سیستمی: بحران مالی ترکیه و مطالعه گنگ و دیگران^۷ (۲۰۱۹) به اندازه‌گیری ارتباط شبکه در بازارهای سهام جهانی پرداختند.

از مطالعاتی که به بررسی بازار نفت در زمان بحران‌های مالی پرداختند، می‌توان به مطالعات ابراهیمی و دیگران (۱۳۹۵) به بررسی رژیم‌های قیمتی دو شاخص عمده بازار جهانی نفت (برنت

1. VARMA-GARCH
2. BEKK
3. CCC
4. DCC
5. Chowdhury and et al
6. Kuzubaş and et al
7. Gong and et al

و وست تگزاس) قبل و بعد از بحران مالی: کاربردی از رویکرد مارکف سویچینگ پرداختند، اشاره کرد. ملیک و آسفا^۱ (۲۰۱۳) به بررسی قیمت نفت و بازار سهام، با استفاده از روش GARCH و MGARCH-DCC پرداختند و نتایج بیانگر این است که قبل از بحران مالی، قیمت نفت و نرخ ارز، اثر منفی جزئی روی بازدهی سهام داشته، ولی از سال ۲۰۰۹ میلادی، این اثر مثبت شده است. لاهمیری^۲ (۲۰۱۶) به مطالعه آشوب در بازارهای نفت خام در بحران مالی بین‌المللی قبل و بعد از سال ۲۰۰۸ با آزمون لیپانوف، نتایج نشان داد، در هر دو بازار نفت خام قبل و بعد از بحران مالی، آشوب در قیمت‌ها وجود ندارد و آشوب در هر دو نوسانات برنت و وست تگزاس، پس از بحران مالی وجود دارد.

از مطالعاتی که به مطالعه بازارهای انرژی پرداخته‌اند، می‌توان به مطالعه هاموده و لی^۳ (۲۰۰۴) به بررسی بحران مالی آسیا بر قیمت نفت آمریکا و بین‌الملل به بررسی روابط بین قیمت‌های لحظه‌ای و آتی نفت قبل و بعد از بحران مالی جنوب شرق آسیا پرداخته‌اند و به این نتیجه رسیدند که روابط بلندمدت بین قیمت‌های لحظه‌ای و آتی نفت، پس از بحران ضعیف‌تر شده است. مالاریاس و لامپارد^۴ (۲۰۱۱) به بررسی قیمت نفت و اثرپذیری آن از بحران مالی ۲۰۰۸-۲۰۰۹ میلادی پرداختند و به بررسی دلایل نوسانات قیمت نفت در دوره ۲ ژانویه ۲۰۰۴ تا ۱۶ آوریل ۲۰۰۹ میلادی پرداختند. معتقدند افزایش قیمت نفت در طی سال‌های طی سال‌های ۲۰۰۴-۲۰۰۶ میلادی که به دلیل فزونی تقاضا بر عرضه بوده است و ریشه در اختلالات عرضه نفت داشته است و با عوامل دیگری نیز قابل توضیح است. فرض کرده‌اند، قیمت نفت نمی‌تواند توسط رگرسیون استاندارد مدل‌سازی شود. چون یک دوره شامل زیر دوره‌هایی با نوسانات بالا و پایین می‌باشد. در نتیجه با یک روش مارکوف سویچینگ، با سه رگرسیون تخمین زده‌اند. نتایج نشان داد در طول نظام‌های اقتصادی با نوسان پایین، قیمت‌های نفت بسیار با ثبات بوده‌اند و این ثبات در عرضه و

1. Mollick and Asefa
2. Lahmiri
3. Hammoudeh, and Li
4. Malliaris and Ramaprasad

تقاضا نفت، منعکس شده است. فو، چن و هانگ^۱ (۲۰۱۱) به بررسی سرایت تلاطم بازار در طول بحران مالی، با روش خودرگرسیون برداری مارکوف سوچینگ پرداختند و به این نتیجه رسیدند که با شروع بحران، وام بدون پشتوانه آغاز شد و در طول بحران مالی، شوک بازار سهام و شوک قیمت نفت، پس از قیمت نفت، از نیروهای محرک اصلی پس از بازار اعتبار هستند. بازار انرژی به بازار سهام، واکنش بیش‌تری نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که با شروع بحران مالی در سال ۲۰۰۷ میلادی، سرایت در بازارها رخ داد.

روش پژوهش

شاخص سرریز دیبلد-یلماز

در این پژوهش برای بررسی سرریز در بازارهای نفت از شاخص سرریز دیبولد و یلماز^۲ (۲۰۱۲) که شامل یک Generalized vector autoregressive است، بهره گرفته شد. با استفاده از روش دیبلد یلماز می‌توان سرریزهای جهت‌دار را مشخص کرد

$$y_t = \sum_{i=1}^P \theta_i y_{t-i} + \varepsilon_t$$

در معادله فوق، $Y_t = (y_{1t}, y_{2t}, \dots, y_{Kt})$ نشان‌دهنده بردار متغیرهای درون‌زای K هستند که به طور مستقل از زمان توزیع شده است. $\varepsilon_t \sim (0, \Sigma)$ ، θ_i ، $i = 1, \dots, P$ است. $t = 1, \dots, T$ به‌عنوان شاخص زمان در نظر گرفته شده است (آنتوناکاکیس و بادینگر^۳، ۲۰۱۵).

شبکه پیچیده

در دهه‌های اخیر تئوری شبکه پیچیده، برای شناسایی بهتر شبکه به کار رفته است. در واقع ترکیبی از علم فیزیک و آمار است که می‌توان برای بررسی رفتار بازارهای مالی از آن استفاده

1. Guo, Chen and Huang
2. Diebold and Yilmaz
3. Antonakakis & Badinger

کرد. در اکثر سیستم‌ها، پدیده‌ها در الگوهای پیچیده‌ای با یکدیگر تعامل دارند که شامل انواع مختلفی از روابط متغیر در زمان و شامل لایه‌های مختلف اتصال است. بازارهای مالی ساختارهای پیچیده‌ای دارند که در این ساختارهای پیچیده اقتصادی، شرایط متغیر است. به دست آوردن درک چنین سیستم‌های پیچیده‌ای با مشکلاتی همراه است. یک شبکه به زبان ساده مجموعه‌ای از نقاط است که گره^۱ نامیده می‌شود که به صورت جفتی توسط خطوطی که لبه^۲ گفته می‌شود، به هم متصل شده‌اند. ترسیم عناصر مرتبط به هم نمودار شبکه^۳ را ارائه می‌دهد (شونمن و همکاران^۴، ۲۰۲۰).

برآورد مدل

ابتدا با روش دیبلد-ییلماز به بررسی سرریز تلاطم در بازارهای نفت بررسی شده است و سپس با استفاده از روش دیبلد-ییلماز، شبکه پیچیده ساخته می‌شود. دوره زمانی این تحقیق برای سه دوره ۲۰۰۳/۱/۲ تا ۲۰۰۷/۸/۹ مربوط به دوره قبل از بحران، دوره ۲۰۰۷/۸/۱۰ تا ۲۰۱۳/۸/۱۶ بحران مالی اروپا و آمریکا و دوره زمانی ۲۰۱۳/۱۲/۱۰ تا ۲۰۱۹/۸/۲۶ مربوط به دوره زمانی بعد از بحران مالی است. داده‌های این تحقیق از سایت اوپک به دست آمده است. متغیرهای این تحقیق مطابق پژوهش چادهوری و دیگران (۲۰۱۹) به صورت بازده زیر برآورد شده است.

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

برای برآورد روش دیبلد ییلماز از نرم‌افزار ایویوز^۵ ۱۰ و برای شبکه از نرم‌افزار گفی^۶ بهره گرفته شده است. جدول ۱ خروجی نرم‌افزار ایویوز است. روش دیبلد ییلماز یک شاخص سرریز است که به صورت ماتریس است و هر عدد از این ماتریس، سرریز تلاطم را نشان می‌دهد. بر

1. Node
2. Edge
3. Network graph
4. Schuenemann et al
5. Eviews
6. Gephi

اساس جداول ۱، ۲ و ۳ که سرریز تلاطم بازارهای نفت با روش دیپلدا-ییلماز به دست می‌آید، شبکه سرریز تلاطم بازارهای نفت ساخته می‌شود.

جدول ۱. ماتریس سرریز دیپلدا-ییلماز قبل از بحران مالی

ایران	ایران	عربستان	الجزایر	آنگولا	برنت	مصر	اندونزی	مالزی
۱۱/۵	۷۸/۵	۷۹/۳	۷۹/۴	۸۱/۹	۷۵/۱	۶۲/۶	۷۰/۸	
عربستان	۱/۳	۱۱/۸	۰/۶	۰/۹	۲	۱/۸	۰/۸	
الجزایر	۰/۵	۰/۹	۱۲/۵	۹/۳	۱۲/۲	۱/۹	۲/۷	
آنگولا	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۳/۲	۰/۴	۳/۴	۱/۳	
برنت	۰/۵	۰/۸	۰/۶	۰/۴	۱/۳	۰/۲	۲/۱	
مصر	۰/۴	۰/۷	۰/۲	۰/۴	۰/۲	۳/۶	۰/۴	
اندونزی	۰/۵	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰	۴/۵	
مالزی	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰	۰/۲	۰/۲	۱۰/۸	
مکزیک	۰/۵	۰/۹	۱	۰/۸	۱/۱	۰/۹	۰/۷	
نیجریه	۰/۵	۰/۷	۰/۴	۰/۶	۰/۴	۰/۴	۱/۲	
نروژ	۱/۸	۲/۵	۲/۶	۲/۷	۲/۴	۲/۸	۰/۹	
عمان	۱/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۱	۰	۰/۱	
روسیه	۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۱	۰/۹	
امارت	۰/۵	۰/۴	۰/۴	۰/۱	۰/۴	۰/۴	۰/۳	
وست‌تگزاس	۰/۵	۱/۳	۰/۶	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۱/۴	
لیبی	۰/۶	۰/۷	۰/۹	۰/۶	۰/۸	۰/۹	۱/۱	

لیبی	وست تگزاس	امارات	روسیه	عمان	نروژ	نیجریه	مکزیک	ایران
۸۰/۵	۷۵/۹	۸۱	۸۴/۶	۸۵	۸۰	۷۸/۵	۷۸/۸	ایران
۰/۷	۱/۲	۰/۸	۳/۱	۳/۹	۰/۸	۱	۱/۶	عربستان
۰/۶	۴/۷	۱/۲	۰/۷	۰/۷	۱۱/۸	۱۱/۲	۷/۱	الجزایر
۰/۵	۰/۴	۰/۷	۰/۴	۰/۴	۰/۶	۰/۷	۰/۴	آنگولا
۰/۹	۲/۵	۱/۴	۱/۸	۱/۷	۰/۶	۰/۵	۱/۴	برنت
۰/۳	۰/۲	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۲	۰/۲	مصر
۰/۱	۰/۲	۰/۴	۰/۲	۰/۳	۰/۱	۰/۱	۰/۲	اندونزی
۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	مالزی
۰/۹	۶/۹	۰/۸	۰/۸	۰/۹	۱/۳	۱/۶	۵/۵	مکزیک
۰/۴	۰/۴	۰/۷	۰/۹	۱	۰/۵	۱/۶	۰/۴	نیجریه
۲/۴	۱/۹	۱/۶	۱/۱	۱/۳	۲/۶	۲/۵	۲/۳	نروژ
۰/۱	۰/۲	۱/۲	۱/۷	۲	۰/۱	۰/۱	۰/۱	عمان
۰	۰/۲	۰/۱	۱/۶	۰/۱	۰	۰	۰/۱	روسیه
۰/۴	۰/۷	۲/۵	۰/۷	۰/۶	۰/۲	۰/۲	۰/۲	امارات
۰/۵	۴	۱/۱	۱/۱	۱	۰/۷	۰/۷	۰/۷	وست تگزاس
۱/۵	۰/۶	۰/۹	۰/۸	۰/۸	۰/۹	۰/۹	۱	لیبی

مطابق جدول ۱، سرریز تلاطم از بازار عربستان به بازار نفت ایران ۱/۳ درصد، از بازار نفت الجزایر، مکزیک، امارات، نیجریه، برنت، اندونزی و آنگولا به بازار نفت ایران، ۰/۵ درصد، از

بازار نفت از بازار نفت مصر به بازار نفت ایران ۰/۴ درصد، از بازار نفت مالزی به بازار نفت ایران ۰/۱ درصد، از بازار نفت نروژ به بازار نفت ایران ۱/۸ درصد، از بازار نفت عمان ۱/۱ درصد، از بازار نفت لیبی ۰/۶ درصد است. قبل از بحران مالی، بیش‌ترین سرریز تلاطم قبل از بحران مالی به بازار نفت ایران از بازار نفت نروژ بوده است و کم‌ترین سرریز تلاطم به بازار نفت ایران از بازار نفت روسیه بوده است. بیش‌ترین سرریز قبل از بحران مالی، سرریز از بازار نفت ایران به بازار نفت نروژ بوده است.

جدول ۲. ماتریس سرریز دیبلد- ییلماز در زمان بحران مالی

	ایران	عربستان	الجزایر	آنگولا	برنت	مصر
ایران	۷۹	۷۸/۳	۷۹	۷۷/۸	۷۵/۷	۷۷
عربستان	۱	۱/۱	۱/۳	۱	۱	۱/۱
الجزایر	۰/۳	۰/۳	۰/۶	۰/۴	۰/۳	۰/۵
آنگولا	۷/۴	۵/۷	۶	۷/۲	۷/۸	۶/۷
برنت	۰/۵	۰/۵	۰/۴	۰/۵	۱/۲	۰/۶
مصر	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۶
اندونزی	۲/۱	۲/۲	۲/۳	۲/۲	۲	۲/۱۰
مالزی	۰/۵	۰/۴	۰/۳	۰/۴	۰/۵	۰/۵
مکزیک	۱/۹	۲	۱/۹	۱/۹	۲/۲	۲/۶
نیجریه	۱/۴	۱/۵	۱/۵	۱/۶	۱/۸	۱/۷
نروژ	۳/۳	۳/۴	۳/۶	۳/۷	۴/۵	۳/۷
عمان	۰/۵	۰/۶	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۶
روسیه	۰/۵	۰/۵	۰/۷	۰/۷	۰/۶	۰/۴
امارت	۰/۸	۰/۹	۰/۹	۰/۸	۰/۸	۰/۸
وست‌نگراس	۰/۴	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۶۰	۰/۶
لیبی	۰/۳	۰/۴	۰/۶	۰/۴	۰/۴	۰/۳

بررسی اثر بحران مالی بر بازار نفت ایران: کاربرد شبکه پیچیده

وست تگراس	امارات	روسیه	عمان	نروژ	نیجریه	مکزیک	مالزی	اندونزی	ایران
۷۵/۶	۶۶/۲	۷۱/۱	۷۵/۸	۷۵/۸	۷۷/۷	۷۹/۹	۲/۲	۸/۵	۷۱/۸
۱/۳	۰/۹	۱/۲	۱/۲	۱/۳	۱/۱	۱/۲	۰/۹	۰/۹۰	عربستان
۰/۳	۱/۳	۰/۴	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۵	۰/۶	۰/۲	الجزایر
۷/۷	۶/۹	۸/۷	۷/۶	۷/۶	۷/۲	۶/۲	۷/۶	۸/۵	آنگولا
۰/۵	۰/۸	۰/۷	۰/۵	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۶	۰/۶	برنت
۰	۰/۸	۰/۲	۰	۰	۰/۱	۰	۰/۶	۰/۲	مصر
۱/۹	۲/۱	۲/۷	۱/۹	۲	۲/۳	۲	۲/۲	۸/۵	اندونزی
۰/۵	۶/۱	۰/۹	۰/۶	۰/۵	۰/۵	۰/۴	۳/۵	۰/۴	مالزی
۲	۲	۳/۲	۲	۱/۸	۱/۵	۱/۷	۲/۱	۱/۹	مکزیک
۱/۳	۲/۸	۱/۸	۱/۳	۱/۳	۲/۲	۱/۳	۳/۶	۱	نیجریه
۵/۴	۴	۵/۳	۵/۵	۵/۴	۳/۵	۳/۲	۴	۳/۳	نروژ
۰/۴	۱/۱	۰/۳	۰/۶	۰/۴	۰/۷	۰/۴	۰/۷	۰/۸	عمان
۰/۹	۰/۶	۱/۴	۰/۹	۰/۹	۰/۷	۰/۸	۰/۶	۰/۴	روسیه
۱/۱	۳/۴	۰/۷	۱	۱/۱	۰/۸	۱	۰/۴	۰/۸	امارت
۰/۶	۰/۷	۰/۵	۰/۴	۰/۵	۰/۵	۰/۴	۰/۳	۰/۵	وست تگراس
۰/۵	0/۲	.۴	۰/۴	۰/۵	۰/۵	۰/۶	۰/۲	۰/۳	لیبی

لیبی	۰/۹
تنگزاس	۰/۵
وست	۱/۱
امارت	۱/۱
روسیه	۰/۸
عمان	۰/۶
نروژ	۴/۳
نیجریه	۱/۱
مکزیک	۱/۶
مالزی	۰/۳
اندونزی	۱/۸
مصر	۰/۱
برنت	۰/۶
آنگولا	۶/۴
الجزایر	۰/۴
عربستان	۱/۱
ایران	۷۸/۳
لیبی	

مطابق جدول ۲، سرریز تلاطم از بازار نفت عربستان به بازار نفت ایران ۱ درصد، از بازار نفت الجزایر ۰/۳ درصد، از بازار نفت آنگولا ۷/۴ درصد، از بازار نفت برنت ۰/۵ درصد، از بازار نفت مصر ۰/۱ درصد، از بازار نفت اندونزی ۲/۱ درصد، از بازار نفت مالزی، روسیه و عمان ۰/۵ درصد، از بازار نفت مکزیک ۱/۹ درصد، از بازار نفت نیجریه ۱/۴ درصد، از بازار نفت نروژ ۳/۳ درصد، از بازار نفت امارات ۰/۸ درصد، از بازار نفت وست تگزاس ۰/۴ درصد و از بازار نفت لیبی ۰/۳ درصد است. در زمان بحران مالی، بیش‌ترین سرریز تلاطم به بازار نفت ایران از کشور مکزیک، لیبی و عربستان بوده است و بیس‌ترین سرریز تلاطم از بازار نفت ایران، به بازار نفت عربستان بوده است.

جدول ۳. ماتریس سرریز دیپلد- ییلماز بعد از بحران مالی

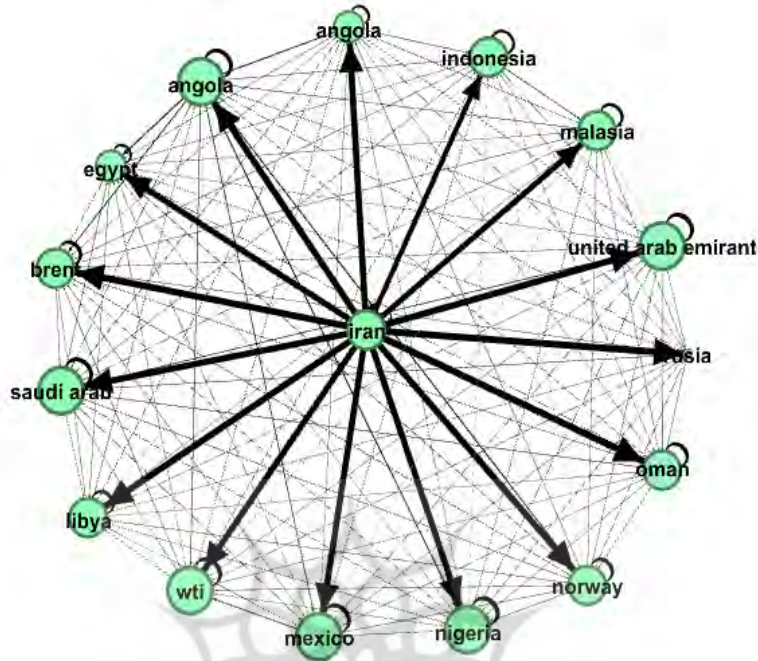
لیبی	۱/۱	۰/۸	۱/۱
وست تگزاس	۲/۱	۱/۹	۲/۱
امارت	۰/۷	۰/۷	۰/۸
روسیه	۵/۴	۶/۵	۵/۳
عمان	۱/۳	۲/۶	۱/۵
نروژ	۰/۶	۰/۵	۱
نیجریه	۰/۷	۰/۵	۰/۶
مکزیک	۴/۸	۳/۸	۲/۲
مالزی	۱/۱	۲/۲	۱/۳
اندونزی	۱/۱	۱/۱	۱/۴
مصر	۰/۱	۰/۱	۰/۱
برنت	۱/۱	۰/۶	۱/۴
آنگولا	۳/۵	۳/۹	۳/۷
الجزایر	۰/۴	۰/۵	۰/۵
عربستان	۰/۶	۴/۸	۴/۸
ایران	۷۵/۴	۶۹/۵	۷۲/۲
ایران			
عربستان			
الجزایر			

بررسی اثر بحران مالی بر بازار نفت ایران: کاربرد شبکه پیچیده

عمان	نروژ	نیجریه	مکزیک	مالزی	اندونزی	مصر	برنت	آنگولا	ایران
۷۱/۵	۷۱/۱	۷۲/۵	۷۰/۳	۷۲/۲	۶۳/۳	۷۴/۱	۷۱/۲	۷۱/۸	ایران
۲/۲	۱/۷	۱/۴	۰/۴	۱/۴۰	۰/۹	۰/۸	۱/۶	۱/۲	عربستان
۰/۵	۱/۹	۱/۵	۱/۲	۰/۹	۲/۴	۰/۷	۱/۴	۱/۱	الجزایر
۳/۱	۳/۸	۳/۸	۴/۳	۴/۳	۱/۴	۳/۸	۴/۱	۴/۲	آنگولا
۰/۵	۱/۹	۱/۶	۰/۶	۱/۵	۰/۸	۱/۱	۱/۸	۱/۵	برنت
۰	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰	۰/۴	۰/۵	۰/۱	۰	مصر
۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۴	۱/۳	۱/۳	۱۱/۳	۱/۳	۱/۳	اندونزی
۲	۱/۳	۱/۵	۱/۵	۱/۷	۰/۹	۰/۹	۱/۲	۱/۴	مالزی
۴/۵	۴/۴	۴/۶	۸/۱	۵/۱	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵	مکزیک
۰/۷	۰/۷	۰/۸	۰/۳	۰/۷	۰/۵	۰/۷	0/۷	۰/۶	نیجریه
۰/۸	۱/۳	۰/۷	۰/۵	۱/۱	۰/۵	۰/۴	۱	۱	نروژ
۲/۳	۱/۶	۱/۶	۲/۲	۱/۵	۱/۸	۱/۸	۱/۷	۱/۸	عمان
۶/۶	۴/۷	۴/۸	۵/۱	۴/۶	۵/۲	۵/۸	۵/۳	۵/۶	روسیه
۰/۷	۱	۰/۸	۱/۹	۰/۷	۳	۰/۸	۰/۹	۰/۸	امارت
۲/۴	۲/۲	۲	۱/۴	۲	۲/۳	۲	۲/۲	۲/۱	وست نگرانس
۱	۱	۰/۹	۰/۸	۱	۱/۱	۰/۹	۱	۱	لیبی

لیبی	۱/۱	۱/۶	۱/۱	۱/۱
وست تگزاس	۱/۹	۲/۳	۴/۷	۲/۲
امارات	۰/۶	۰/۹	۱/۵	۱
روسیه	۶/۹	۶/۱	۶/۴	۵/۳
عمان	۲/۱	۲/۱	۰/۹	۱/۷
نروژ	۰/۷	۰/۸	۱/۴	۱
نیجریه	۸/۷	۰/۶	۰/۷	۰/۷
مکزیک	۵/۲	۴/۴	۶/۶	۴/۵
مالزی	۱/۵	۱/۸	۰/۹	۱/۳
اندونزی	۱	۱/۳	۱/۶	۱/۳
مصر	۰	۰	۰/۲	۰/۱
برنت	۰/۹	۰/۶	۸/۹	۰/۲
آنگولا	۳/۷	۳/۲	۳/۷	۴/۲
الجزایر	۰/۶	۰/۵	۱/۶	۱/۵
عربستان	۲	۲/۸	۰/۱	۱/۴
ایران	۷۱/۱	۷۱/۶	۶۷/۱	۷۰/۵

مطابق جدول ۳ سرریز تلاطم از بازار نفت عربستان به بازار نفت ایران، ۰/۶ درصد، از بازار نفت الجزایر ۰/۴ درصد، از بازار نفت آنگولا ۳/۵ درصد، از بازار نفت برنت ۱/۱ درصد، از بازار نفت مصر ۰/۱ درصد، از بازار نفت اندونزی و مالزی ۱/۱ درصد، از بازار نفت مکزیک ۴/۸ درصد، از بازار نفت نیجریه ۰/۷ درصد، از بازار نفت نروژ ۰/۶ درصد، از بازار نفت عمان ۱/۳ درصد، از بازار نفت روسیه ۵/۴ درصد، از بازار نفت امارات ۰/۷ درصد، از بازار نفت وست-تگزاس ۱/۲ درصد، از بازار نفت لیبی ۱/۱ درصد است. بعد از بحران مالی، بیش‌ترین سرریز از بازار نفت مکزیک به بازار نفت ایران است و کم‌ترین سرریز از بازار نفت مصر بوده است.



شکل ۱. شبکه بازارهای نفتی قبل از بحران مالی

جدول ۴ خصوصیات شبکه قبل از بحران مالی در شکل ۱ را نشان می‌دهد که در ادامه به بررسی شاخص‌های آن پرداخته می‌شود.

جدول ۴. خصوصیات شبکه قبل از بحران مالی

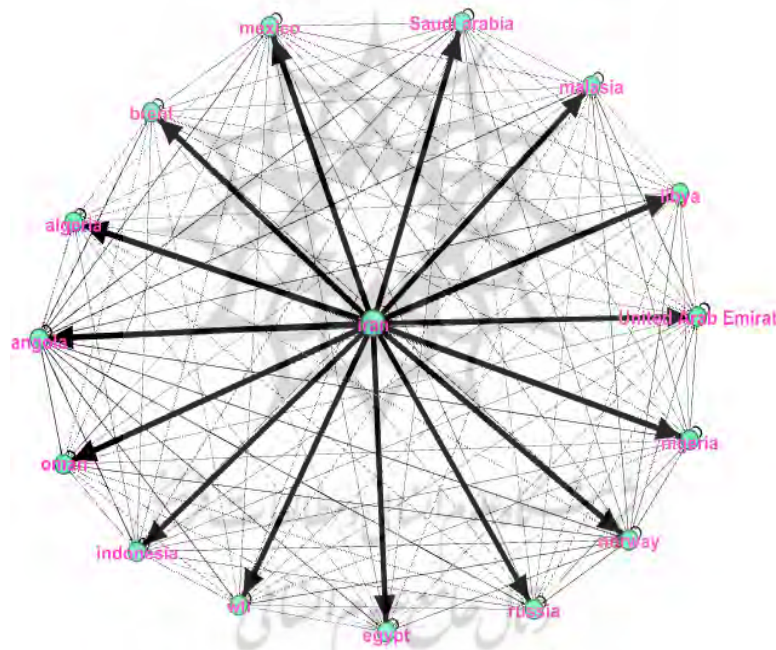
	In degree	Out degree	Degree	Weighed in degree	Weighed out degree	Weighed Degree	Betweenness Centrality	Closeness Centrality
ایران	۱۵	۱۶	۳۱	۹۹/۹	۱۲۶۲/۷	۱۳۲۶/۶	۰/۲۳	۱
عربستان	۱۶	۱۶	۳۲	۱۰۰/۱	۳۸/۹	۱۳۹	۰/۷۴	۱
الجزایر	۱۶	۱۶	۳۲	۱۰۰/۱	۸۶/۴	۱۸۶/۵	۰/۷۴	۱
آنگولا	۱۶	۱۶	۳۲	۱۰۰/۱	۱۴/۳	۱۸۶/۵	۰/۷۴	۱

	In degree	Out degree	Degree	Weighed in degree	Weighed out degree	Weighed Degree	Betweenness Centrality	Closeness Centrality
برنت	۱۵	۱۶	۳۱	۱۰۰/۲	۱۸/۸	۱۱۹	۰/۲۳	۱
مصر	۱۴	۱۶	۳۰	۹۹/۹	۱۰/۴	۱۱۰/۳	۰/۵۸	۱
اندونزی	۱۶	۱۵	۳۱	۱۰۰/۱	۳۰/۳	۱۳۰/۴	۰/۵۸	۰/۹۳
مالزی	۱۶	۱۵	۳۱	۹۹/۹	۱۲/۵	۱۱۲/۴	۰/۵۵	۰/۹۳
مکزیک	۱۶	۱۶	۳۲	۱۰۰	۲۵	۱۲۵	۰/۷۴	۱
نیجریه	۱۶	۱۶	۳۲	۱۰۰	۱۱/۴	۱۱۱/۴	۰/۷۴	۱
نروژ	۱۵	۱۶	۳۱	۱۰۰	۳۱/۷	۱۳۱/۷	۰/۲۳	۱
عمان	۱۶	۱۵	۳۱	۱۰۰/۵	۶/۴	۱۰۶/۹	۰/۵۸	۰/۹۳
روسیه	۱۶	11	۲۷	۹۹/۹	۴/۱	۱۰۴	۰/۱۵	۰/۷۵
امارات	۱۶	۱۶	۳۲	۹۹/۸	۹	۱۰۸/۸	۰/۷۴	۱
وست تگزاس	۱۶	۱۶	۳۲	۱۰۰/۱	۱۶/۸	۱۱۶/۹	۰/۷۴	۱
لیبی	۱۵	۱۶	۳۱	۸۹/۹	۱۲/۹	۱۰۲/۸	۰/۲۳	۱

تأثیرپذیری (in degree) بازار نفت و تأثیرگذاری بازار نفت (out degree) است. معیار نزدیکی^۱، نشان‌دهنده کوتاه‌ترین مسیر بین یک بازار نفتی و سایر بازارهای نفتی است. در شبکه قبل از بحران مالی، بیش‌ترین تأثیرپذیری مربوط به گره مالزی، نیجریه، نروژ، عمان و اندونزی است. کم‌ترین تأثیرپذیری مربوط به گره مصر است. بیش‌ترین تأثیرگذاری مربوط به الجزایر، مکزیک، نیجریه، نروژ، وست تگزاس، آنگولا، عربستان، مصر، امارات و لیبی است. کم‌ترین تأثیرگذاری مربوط به بازار نفت روسیه است. قبل از بحران مالی، بیش‌ترین معیار نزدیکی (Closeness Centrality) مربوط به بازار نفت روسیه، است و بیش‌ترین آسیب را در شبکه پیچیده

1. centrality

داشته است. Weighed in degree وزن سرریز تلاطم به بازارهای نفت، Weighed out degree وزن سرریز تلاطم خروجی از بازارهای نفت و Weighed Degree وزن سرریز تلاطم به بازارهای نفت را نشان می‌دهد. in degree تعداد یال‌های ورودی به هر گره است و Out degree تعداد یال‌های خروجی از هر گره است، در این پژوهش گره‌ها بازارهای نفت و یال‌ها سرریز تلاطم در بین بازارهای نفت هستند. گره با Closness Centrality به معنی این است که گره بیش‌تر در مرکز شبکه قرار دارد. Betweenness Centrality بالاتر، یعنی گره‌ای در کوتاه‌ترین مسیر بین گره‌های شبکه که حضور بیش‌تری نسبت به بقیه گره‌ها دارند (ساجی و همکاران، ۲۰۱۴). بر اساس Betweenness Centrality بازارهای عربستان، الجزایر، آنگولا، مکزیک و نیجریه در شبکه سرریز تلاطم دارای اهمیت هستند.



شکل ۲. شبکه بازارهای نفت در زمان بحران‌های مالی

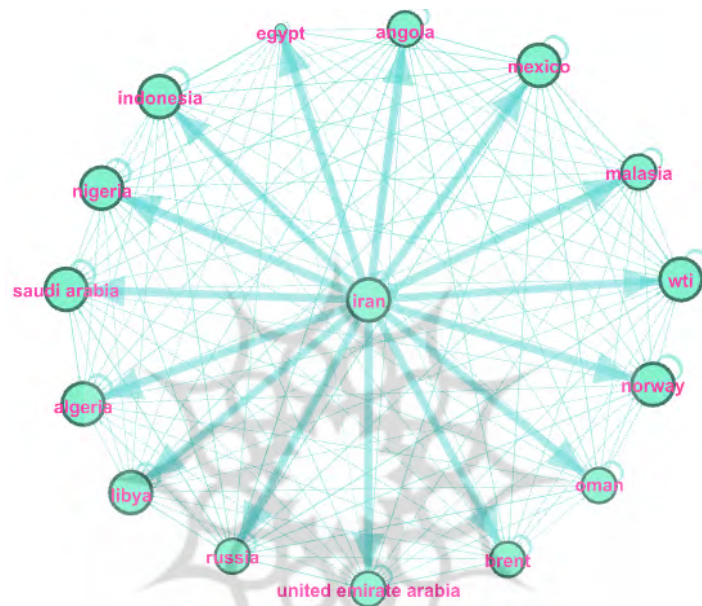
شاخص‌های شبکه سرریز بازارهای نفت در شکل ۲ در جدول ۵ نشان داده می‌شود.

جدول ۵. خصوصیات شبکه در زمان بحران مالی

	In degree	Out degree	Degree	Weighed in degree	Weighed out degree	Weighed Degree	Betweenness Centrality	Closeness Centrality
ایران	۱۶	۱۶	۳۲	۱۰۰/۶	۱۲۱۱/۸	۱۳۱۲/۴	۰/۵	۱
عربستان	۱۶	۱۶	۳۲	۱۰۰/۲	۱۷/۷	۱۱۷/۹	۰/۵	۱
الجزایر	۱۶	۱۶	۳۲	۱۰۰	۲۷/۲	۱۰۷	۰/۵	۱
آنگولا	۱۵	۱۶	۳۱	۹۹/۶	۱۱۸	۲۱۷/۶	۰	۱
برنت	۱۶	۱۶	۳۲	۱۰۰	۹/۲	۱۰۹/۲	۰/۵	۱
مصر	۱۶	۱۱	۲۷	۹۹/۸	۳	۱۰۲/۸	۰/۰	۰/۷۵
اندونزی	۱۶	۱۶	۳۲	۱۰۰/۲	۴۰/۳	۱۴۰/۵	۰/۵	۱
مالزی	۱۶	۶	۳۲	۱۰۰/۱	۱۶/۳	۱۱۶/۴	۰/۵	۱
مکزیک	۱۵	۱۶	۳۱	۱۰۰/۸	۳۲/۳	۱۳۳/۱	۰	۱
نیجریه	۱۶	۱۶	۳۲	۱۰۰	۲۷/۲	۱۲۷/۲	۰/۵	۱
نروژ	۱۵	۱۶	۳۱	۹۹/۸	۶۶/۱	۱۶۵/۹	۰	۱
عمان	۱۵	۱۶	۳۱	۱۰۰	۹/۲	۱۰۹/۲	۰	۱
روسیه	۱۶	۱۶	۳۲	۱۰۰/۱	۱۱/۴	۱۱۱/۵	۰/۵	۱
امارات	۱۶	۱۶	۳۲	۹۹/۹	۱۶/۴	۱۱۶/۳	۰/۵	۱
وست تگزاس	۱۵	۱۶	۳۱	۱۰۰	۸	۱۰۸	۰	۱
لیبی	۱۵	۱۵	۳۰	۹۹	۶/۶	۶/۶	۰/۷۵	۱

تأثیرپذیری (in degree) بازار نفت و تأثیرگذاری بازار نفت (out degree) است. در زمان

بحران مالی، همه بازارهای نفت به یک اندازه تأثیرپذیر هستند و کم‌ترین تأثیرپذیری مربوط به نیجریه و نروژ است. در زمان بحران مالی، بیش‌ترین آسیب را بازار نفت نروژ داشته است و بقیه بازارهای نفت کم‌ترین آسیب را در شبکه بازارهای نفت داشته‌اند. در زمان بحران مالی Betweenness Centrality برای بازار نفت لیبی در شبکه سرریز تلاطم بیش‌ترین مقدار است.



شکل ۳. شبکه بازارهای نفت بعد از بحران مالی

شاخص‌های شبکه سرریز بازارهای نفت در شکل ۳ در جدول ۶ نشان داده می‌شود.

جدول ۶. خصوصیات شبکه بازارهای نفتی پس از بحران مالی

	In degree	Out degree	Degree	Weigthed in degree	Weigthed out degree	Weigthed Degree	Betweenness Centrality	Closeness Centrality
ایران	۱۶	۱۶	۳۲	۹۷/۹	۱۱۳۵	۱۲۳۲/۹	۰/۴۳	۱
عربستان	۱۶	۱۶	۳۲	۱۰۰	۲۷/۸	۱۲۷/۸	۰/۴۳	۱

	In degree	Out degree	Degree	Weighed in degree	Weighed out degree	Weighed Degree	Betweenness Centrality	Closeness Centrality
الجزایر	۱۶	۱۶	۳۲	۱۰۱/۹	۱۸/۶	۱۲۰/۵	۰/۴۳	۱
آنگولا	۱۵	۱۶	۳۱	۹۹/۹	۵۹/۴	۱۵۹/۳	۰/۰۷	۱
برنت	۱۵	۱۶	۳۱	۹۹	۱۸/۳	۱۱۷/۳	۰/۳۶	۱
مصر	۱۶	۱۲	۲۸	۱۱۰/۳	۲/۱	۱۱۲/۴	۰/۰۷	۰/۷۸
اندونزی	۱۶	۱۶	۳۲	۹۰/۳	۳۰/۶	۱۲۰/۹	۰/۴۳	۱
مالزی	۱۵	۱۶	۳۱	۱۰۰	۲۱/۶	۱۲۱/۶	۰/۰۷	۱
مکزیک	۱۶	۱۶	۳۲	۱۰۰/۲	۷۶/۱	۱۷۶/۳	۰/۴۳	۱
نیجریه	۱۶	۱۶	۲	۹۹/۹	۱۰۲/۲	۱۱۰/۱	۰/۴۳	۱
نروژ	۱۶	۱۶	۲	۹۹/۹	۱۴	۱۱۳/۹	۰/۴۳	۱
عمان	۱۶	۱۵	۳۱	۹۹/۹	۲۶/۱	۱۲۶	۰/۳۶	۰/۹۳
روسیه	۱۵	۱۶	۳۱	۱۰۰	۸۴/۱	۱۸۴/۱	۰/۰۷	۱
امارات	۱۵	۱۶	۳۱	۱۰۰	۲۱/۵	۱۲۱/۵	۰/۰۷	۱
وست تگزاس	۱۶	۱۶	۳۲	۹۹/۹	۳۴/۳	۱۳۴/۲	۰/۴۳	۱
لیبی	۱۶	۱۶	۳۲	۹۸/۲	۱۷/۶	۱۱۵/۸	۰/۴۳	۱

مطابق با جدول ۶، پس از بحران مالی، کم‌ترین تأثیرپذیری، بازار نفت نیجریه است و بقیه بازارها به یک اندازه تأثیرپذیری دارند. کم‌ترین تأثیرگذاری، مربوط به گره نیجریه و نروژ است و بقیه بازارها به یک اندازه تأثیرگذار هستند. در شبکه بازارهای نفت، بعد از بحران مالی، بازار نفت نروژ بیش‌ترین تأثیرپذیری را در شبکه پیچیده داشته است. Betweenness Centrality برای بازارهای نفت ایران، عربستان، الجزایر، اندونزی، مکزیک، نیجریه، نروژ، وست‌تگزاس و لیبی بیش‌ترین مقدار است.

در جدول ۷ به مقایسه شبکه سرریز تلاطم در بازارهای نفت در سه دوره قبل از بحران مالی، بحران مالی و بعد از بحران مالی پرداخته می‌شود.

جدول ۷. مقایسه شبکه بازارهای نفت

	شبکه بازارهای نفت قبل از بحران مالی	شبکه بازارهای نفت در زمان بحران مالی	شبکه بازارهای نفت بعد از بحران مالی
Average Degree	۱۵/۵	۱۵/۶۲	۱۵/۶۸
Avg. Weighted Degree	۹۹/۴۷۵	۱۰۰/۰۱	۹۹/۸۳
Graph Density	۱/۰۳۳	۱/۰۴۲	۱/۰۴۶
Avg. path Length	۱/۰۳۳	۱/۰۲	۱/۰۳

مطابق جدول ۷ طول مسیر میانگین^۱، در زمان بحران‌های مالی کاسته شده است و در زمان بحران‌های مالی در حداقل قرار دارد و به این معنی است که یک نوسان در زمان بحران‌های مالی سریع‌تر و مستقیم‌تر در بازارهای نفت گسترش می‌یابد. ارتباط بازارهای مالی و شبکه سرریز تلاطم در زمان بحران‌های مالی کاهش می‌یابد که نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش ژانگ (۲۰۲۰) مطابقت دارد. چگالی شبکه^۲، میانگین یال‌های شبکه^۳ و میانگین وزن یال‌های شبکه^۴. در زمان بحران مالی بیش‌تر شده است که به معنای این است که سرریز تلاطم در زمان بحران‌های مالی افزایش می‌یابد و نشان‌دهنده وقوع یک بحران در شبکه سرریز بازارهای نفت است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

بازارهای نفت از جمله مهم‌ترین بازارهای بین‌المللی هستند که اقتصاد بسیاری از کشورهای صادرکننده و واردکننده نفت به این بازار وابسته است. بازارهای نفت هم بر بازارهای دیگر

1. Avg path Length
2. Graph Density
3. Average Degree
4. Avg Weighted Degree

می‌توانند اثر بگذارند و هم اثر بپذیرند. کشور ایران دارای یک اقتصاد وابسته به نفت است، پس موضوع بحران‌های مالی و اثری که این بحران‌های مالی بر بازار نفت دارد اهمیت می‌یابد. در این پژوهش به بررسی شبکه بازارهای نفتی در زمان بحران مالی، بحران مالی و بعد از بحران مالی پرداخته شد. مطابق نتایج این پژوهش، بازار نفت ایران، در زمان بحران‌های مالی در شبکه بازارهای نفت تأثیرپذیرتر شد. بر اساس نتایج شاخص دیلد-یلماز می‌توان به این نتایج رسید که در زمان بحران مالی، بیش‌ترین سرریز تلاطم به بازار نفت ایران از کشور مکزیک، لیبی و عربستان بوده است و بیس‌ترین سرریز تلاطم از بازار نفت ایران، به بازار نفت عربستان بوده است. بعد از بحران مالی، بیش‌ترین سرریز از بازار نفت مکزیک به بازار نفت ایران است و کم‌ترین سرریز از بازار نفت مصر بوده است. قبل از بحران مالی، بیش‌ترین سرریز تلاطم قبل از بحران مالی به بازار نفت ایران از بازار نفت نروژ بوده است و کم‌ترین سرریز تلاطم به بازار نفت ایران از بازار نفت نروژ بوده است. بیش‌ترین سرریز قبل از بحران مالی، سرریز از بازار نفت ایران به بازار نفت نروژ بوده است.

با مقایسه سه شبکه سرریز تلاطم نفت، می‌توان به این نتیجه رسید که بحران مالی سبب می‌شود تأثیرپذیری بازار نفت ایران به دلیل بیش‌تر شدن in degree در شبکه بیش‌تر شود ولی همچنان بازار نفت ایران در زمان بحران مالی out degree بالایی در شبکه دارد که نشان می‌دهد از بازارهای اثرگذار در شبکه است، پس می‌توان نتیجه گرفت بحران مالی سبب می‌شود تأثیرپذیری بازار نفت ایران افزایش یابد، ولی همچنان بازار نفت ایران، یک بازار نفت تأثیرگذار در شبکه بازارهای نفت است.

از جمله پیشنهادها سیاستی که می‌توان ارائه داد، این است که اقتصاد ایران باید از یک اقتصاد وابسته به نفت خارج شود، چون بازار نفت این کشور در طی بحران‌ها نفتی اثرپذیرتر می‌شود و از پیشنهادها دیگری که می‌توان ارائه داد، یافتن بازارهای جدیدتر و متنوع‌تر نفتی است که تأثیرپذیری بازار نفت این کشور را در بحران‌ها، کاهش می‌دهد. با مقایسه شبکه سرریز تلاطم در سه دوره به این نتیجه می‌توان رسید که چگالی شبکه و وزن شبکه در زمان بحران مالی بیش‌تر

شده است که به معنای این است که سرریز تلاطم در زمان بحران‌های مالی افزایش می‌یابد. طول مسیر میانگین، در زمان بحران‌های مالی کاسته شده است، به این معنی است که یک نوسان در زمان بحران‌های مالی سریع‌تر و مستقیم‌تر در بازارهای نفت گسترش می‌یابد. ارتباط بازارهای مالی و شبکه سرریز در زمان بحران‌های مالی کاهش می‌یابد.

منابع

- ابراهیمی، محسن، بابایی آغ اسمعیلی، و کفیلی، وحید (۱۳۹۵). بررسی رژیم‌های قیمتی دو شاخص عمده بازار جهانی نفت (برنت و وست‌تگزاس) قبل و بعد از بحران مالی: کاربرد از رویکرد مارکف سویچینگ. *اقتصاد مقداری*. ۱۳(۳): ۸۳-۵۷.
- باقری، سمانه و انصاری سامانی، حبیب (۱۳۹۹). بررسی اثرات سرریز بحران‌های مالی جهانی بر بازار نفت اوپک. *نشریه انرژی ایران*. ۱۰۳-۸۵: (۳) ۲۳.
- حسن زاده، ع، و کیانوند، م (۱۳۸۸). بحران مالی جهانی، بازار جهانی نفت و استراتژی اوپک. *تازه‌های اقتصاد*. ۷(۱۲۶): ۸۴-۹۴.
- دستخوان، ح، و شمس قارنه، ن (۱۳۹۶). مقایسه شاخص‌های ارزیابی ریسک سیستمی در شبکه‌های مالی: شناسایی شرکت‌های مهم از نظر سیستمی در بازار بورس تهران. *فصلنامه مدل‌سازی ریسک و مهندسی مالی*. ۲(۱): ۲۱-۲۱.
- رحیمی باغی، علی و عرب صالحی نصرآبادی، مهدی (۱۳۹۷). ارزیابی ریسک سیستمی در نظام مالی کشور. *تحقیقات مالی*. ۲۱(۱): ۱۲۱-۱۴۲.
- شاکری، عباس، محمدی، تیمور، و جعفری، محمد (۱۳۹۸). تأثیر نوسانات بازارهای مالی جهانی بر بازار نفت اوپک با تأکید بر بحران مالی ۲۰۰۸. *پژوهشنامه اقتصادی*. ۱۹(۷۴): ۳۸-۱.
- قویدل، صالح، حسن‌نیا، ماریه، و خانعلی‌پور، امیر (۱۳۹۳). بحران‌های مالی بر بازار جهانی نفت (کاربرد از GARCH و الگوریتم icss). *مطالعات اقتصاد انرژی*. ۱۰(۴۳): ۱۸۰-۱۵۵.
- محسنی، حسین و بت‌شکن، محمدهاشم (۱۳۹۷). بررسی سرریز نوسانات قیمت نفت بر بازدهی بازار سهام. *دانش سرمایه‌گذاری*. ۷(۲۵): ۲۶۷-۲۸۴.
- محسنی، حسین و بت‌شکن، محمدهاشم (۱۳۹۹). بررسی همبستگی شرطی میان صنایع در بازار سرمایه. *پژوهش‌های راهبردی بودجه و مالی*. ۱(۱): ۹۱-۸۶.

- Adelman, M. A. (1984). International oil agreements. *The Energy Journal*, 5(3).
- Adelman, M. A. (1992). Is the World Oil Market 'One Great Pool?'. *The Energy Journal*, 13(1).
- An, S., Gao, X., An, H., An, F., Sun, Q., & Liu, S. (2020). Windowed volatility spillover effects among crude oil prices. *Energy*, 200.
- Annual petroleum and other liquids production*. U.S. Energy Information Administration. Retrieved 26 March 2021.
- Antonakakis, N., Badinger, H. (2015). Economic growth, volatility, and cross-country spillovers: New evidence for the G7 countries, *Econ. Model*
- Bhanja, N., Dar, A. B., & Tiwari, A. K. (2018). Do global crude oil markets behave as one great pool? A cyclical analysis. *Journal of Business Cycle Research*, 14(2), 219-241.
- Bhanja, N., Nasreen, S., Dar, A. B., & Tiwari, A. K. (2021). Connectedness in International Crude Oil Markets. *Computational Economics*, 1-36.
- Bollerslev, T., Chou, R. Y., & Kroner, K. F. (2011). ARCH modeling in finance: A review of the theory and empirical evidence. *Journal of Econometrics*, 52, 5-59.
- Carollo, S. (2012). *Understanding Oil Prices: A Guide to what Drives the Price of Oil in Today's Markets*, John Wiley & Sons, Vol. 634.
- Chaudhari, H., Crane, M. (2020). Cross-correlation dynamics and community structures of cryptocurrencies. *Journal of Computational Science*,
- Chowdhury, B, Dungy, M, Kangogo, M, Abu Sayeed, M, Volkov, V. (2019). The Changing Network of Market Linlage: The Asian Experience, *International Review of Financial Analysis*, 64: 71-92.
- Diebold, F.X., Yilmaz, K. (2012). Better to give than to receive: predictive directional measurement of volatility spillovers. *Int. J. Forecast.* 28 (1): 57-66.
- Fasanya, I., & Akinbowale, S. (2019). Modelling the return and volatility spillovers of crude oil and food prices in Nigeria. *Energy*, 169, 186-205.
- Gong, C and Tang, P, Wang, T. (2019). Measuring the network connectedness of global stock markets. *Physica A*. 535: 1-10.
- Guo, F., Chen, C. R., & Sophie Huang, Y. (2011). Markets contagion during financial crisis: A regime-switching approach. *International Review of Economics & Finance*, 20 (1), 95-109.
- Hamilton, J. D. (2009). The causes and consequences of the oil shock of 2007-08. *NBER Working Paper*.
- Hamma, w., Jarboui, A, Ghorbel, A. (2014). Effect of oil price volatility on Tunisian stock market at sector-level and effectiveness of hedging strategy. *Procedia Economics and Finance*, 13, 109 - 127.
- Hammoudeh, S., & Li, H. (2004). The impact of the Asian crisis on the behavior of US and international petroleum prices. *Energy Economics*, 26 (1), 135-160.
- Iannuzzi, E, and Berardi, M. (2011). Global Financial Crisis: Causes and Perspective. *EuroMed. Journal of Business*, 5(3), 279-297.
- Ji, Q., & Fan, Y. (2015). Dynamic integration of world oil prices: A reinvestigation of globalisation vs. regionalisation. *Applied Energy*, 155, 171-180.
- Ji, Q., & Fan, Y. (2016). Evolution of the world crude oil market integration: A graph theory analysis. *Energy Economics*, 53, 90-100.
- Joo, K, Suh, J,H, Lee,D,Y, Ahn,K. (2020). Impact of the global financial crisis on the crude

- oil market. *Energy Strategy Reviews*. *Energy Strategy Reviews*, 30.
- Kallis, G and Sager, G. (2016). Oil and the economy: A systematic review of the literature for ecological economists. *Ecological Economics*,
- Kilian, L. (2006). *Not All Oil Price Shocks are Alike: Disentangling Demand and Supply Shocks in the Crude Oil Market*, University of Michigan.
- Kilian, L., Lee, T.K. (2014). Quantifying the speculative component in the real price of oil: the role of global oil inventories. *J. Int. Money Finance*, 42, 71–87.
- Kuzubaş, T, Ömercikoğlu, I and Burak, S. (2014). Network centrality measures and systemic risk: An application to the Turkish financial crisis. *Physica A*. 405: 203-2015.
- Lahmiri, S. (2016). A Study on Chaos in Crude Oil Markets Before and After 2008 International Financial Crisis, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 466: 389-395.
- Lei, L., Shan, Y Chen, Y Weid, Y. (2018). Does the financial crisis change the economic risk perception of crude oil traders? A MIDAS quantile regression approach. *Finance Research Letters*.
- Liu, L., Chen, C. C., & Wan, J. (2013). Is world oil market “one great pool”? An example from China's and international oil markets. *Economic Modelling*, 35, 364-373.
- Malliaris, A. G., & Ramaprasad, B. (2011). Oil Prices and the Impact of the Financial Crisis of 2007-2009. *Energy Economics*, 33(6), 1049-1054.
- Mensy, W. (2017). Global Financial Crisis and Co-movements between Oil Prices and Sector Stock Markets in Saudi Arabia: A VaR based Wavelet. *Borsa istanbul Review*, 1-40.
- Mollick, A.V and Asefa, T.A. (2013). US Stock Returns and Oil Prices: The Tale From Daily Data and The 2008-2009 Financial Crisis. *Energy Economics*, 36: 1-18.
- Nonejad, N. (2020). A detailed look at crude oil price volatility prediction using macroeconomic variables. *Journal of Forecasting*, 39(7), 1119-1141.
- Plante, M., & Strickler, G. (2021). Closer to One Great Pool? Evidence from Structural Breaks in Oil Price Differentials. *The Energy Journal*, 42(2).
- Rafiq, S., Salim. R., & Bloch, H. (2009). Impact of crude oil volatility on economic activities: an empirical investigation in the Thai economy. *Resources Policy*, 34, 212-132.
- Rodriguez, A. E., & Williams, M. D. (1993). Is the World Oil Market" One Great Pool"? A Test. *Energy Studies Review*, 5(2).
- Salameh, M.G. (2004). Oil Crises, Historical Perspective. *Encyclopedia of Energy*, 633-648.
- Schuenemann, J. H, Ribberink, N, Katenka, N. (2020). Japanese and Chinese Stock Market Behaviour in Comparison – an analysis of dynamic networks. *Asia Pacific Management Review*, 25(2): 99-110.
- Wen, F, Zhang, M, Deng, M, Zhao, Y. and Ouyang, J. (2019). Exploring the dynamic effects of financial factors on oil prices based on a TVP-VAR model. *Physica A*. 532: 1-12.
- Zavadská, M, Morales, L, and Coughlan, J, (2018). Brent Crude Oil Prices Volatility during Major Crises. *Finance Research Letters*,, 1-20.
- Zhang, T. F. and Ma, B. Shi. (2018). Forecasting the prices of crude oil: An iterated combination approach, *Energy Econ*. 70: 472–483.
- Zhang, W, Zhuang, X and Lu, Y. (2020). Spatial spillover effects and risk contagion around G20 stock markets based on volatility network North American. *Journal of Economics and Finance*,
- Wang, Y., & Wu, C. (2012). Energy prices and exchange rates of the US dollar: Further

- evidence from linear and nonlinear causality analysis. *Economic Modelling*, 29(6), 2289-2297.
- Weiner, R. J. (1991). Is the World Oil Market. *The Energy Journal*, 12(3).
- Yu, L, Zha, R., Stafylasb, D, He, K. Liud, J. (2021). Dependences and volatility spillovers between the oil and stock markets: New evidence from the copula and VAR-BEKK-GARCH models. *International Review of Financial Analysis*.
- Zhang, D., Ji, Q., & Kutan, A. M. (2019). Dynamic transmission mechanisms in global crude oil prices: estimation and implications. *Energy*, 175, 1181-1193.
- Zhang, w, Zhuang, X, Lu, y. (2020). Spatial spillover effects and risk contagion around G20 stock markets based on volatility network. *The North American Journal of Economics and Finance*.



Investigating the effect of the financial crisis on the Iranian oil market: complexity network

Samaneh Bagheri *, Habib Ansari Samani **

Abstract

The financial crisis can affect oil revenues due to the effect on oil price fluctuations and the amount of oil sold, so the purpose of this study is to model the financial crisis turbulence spillover in the oil markets network. For this purpose, the data of the period 2/1/2003 to 26/8/2019 and the complex network have been used. The findings show that the average path length is reduced to a minimum during financial crises. The density and weight of the oil market spillover network has increased during such periods. Turbulence in financial markets has increased in times of crisis. According to the research results, the financial crisis causes the Iranian oil market to be more affected by the network, but it is still an influential oil market in the oil markets network. Prior to the financial crisis, the largest turmoil in the Iranian oil market was from the Norway oil market and the lowest turbulence in the Iranian oil market was from the Russian oil market. The largest volatility spillover from the Iranian oil market to the Norway oil market has been. During the financial crisis, the biggest turbulence in the Iranian oil market came from the oil markets of Mexico, Libya and Saudi Arabia. The most significant spillover of turbulence from the Iranian oil market was to the Saudi oil market. After the financial crisis, the biggest volatility spillover from the Mexican oil market to the Iranian oil market. The least volatility spillover was from the Egypt oil market.

Keywords: Oil Markets, Complex Network, Financial Crisis, Iranian Oil Market

* Corresponding Author: PhD student in Economics, Faculty of Economics, Management and Accounting, Yazd University, Yazd, Iran

** Associate Professor, Faculty of Economics, Management and Accounting, Yazd University, Yazd, Iran