

انتشار ریسک در بازارهای بین‌المللی نفت

سمانه باقری^۱

چکیده

بازارهای نفت از مهم‌ترین بازارهای بین‌المللی هستند و نقش مهمی برای ایران به‌عنوان یک کشور صادرکننده نفت دارند. نفت از بازارهای مهم و اثرگذار بر بودجه هر دو دسته کشورهای عرضه‌کننده و مصرف‌کننده نفت هستند. این پژوهش برای نخستین بار به بررسی انتشار ریسک در بازارهای بین‌المللی نفت با استفاده از تئوری شبکه پیچیده و آزمون همبستگی پیرسون برای دوره زمانی ۱۰/۱۹۹۱ تا ۱۲/۲۰۲۲ میلادی پرداخته است. مطابق نتایج به دست آمده، بازار نفت اوپک، بیش‌ترین قدرت گره را در انتشار ریسک در شبکه بازارهای بین‌المللی نفت دارد و این گره بیش‌ترین تأثیر را در شبکه بازارهای نفت داشته است. بازار نفت اندونزی، ضعیف‌ترین قدرت گره را در شبکه انتشار ریسک در بازارهای نفت دارد. وزن گره‌ها، برای بازار نفت برنت بیش‌ترین مقدار است و به این معنا است که بازار نفت برنت، بیش‌ترین همبستگی را به دیگر بازارهای نفت در شبکه بازارهای نفت دارد. درجه گره، برای همه گره‌های بازارهای نفت یکسان بوده است. مطابق نتایج آزمون همبستگی پیرسون، همبستگی در بازارهای نفت وجود دارد و بیش‌ترین همبستگی مربوط به بازارهای نفت نیجریه و الجزایر و بازار نروژ و الجزایر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: انتشار ریسک، بازارهای نفت، تئوری شبکه پیچیده، ضریب همبستگی پیرسون

^۱ دکترای اقتصاد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد (نویسنده مسئول) samanehbagheri@stu.yazd.ac.ir

۱. مقدمه

نفت خام، اهمیت زیادی در صنایع گوناگون دارد. نفت خام ماده اولیه بسیاری از صنایع اصلی است و برای اقتصاد کشورهای صادرکننده و واردکننده نفت خام، اهمیت بسیاری دارد. هر عاملی که موجب بروز اختلال در عرضه و تقاضای در بازار نفت شود، سبب شوک در بازار نفت خام می‌شود. عوامل مؤثر بر قیمت نفت، دو گروه عوامل بنیادین و غیربنیادین تقسیم نمود. شوک قیمت نفت، اثرات مختلفی بر اقتصاد کشورها می‌تواند داشته باشد، که به ساختارهای اقتصادی، نهادی و سطح توسعه اقتصادی آن کشور ربط دارد (روستا و دیگران، ۱۳۹۸). نفت خام، علاوه بر این که منبع عمده در تأمین انرژی در دنیای امروز است، به عنوان یک ماده اولیه در تولیدات صنعتی است و نقش مهمی در تعیین میزان قدرت ملی و اعتبار بین‌المللی کشورهای مختلف دارد. کشورهای صادرکننده نفت، از یک سو با تولید و فروش آن، درآمد قابل توجهی را از آن خود می‌کنند. از سوی دیگر، کشورهای واردکننده نفت، از آن به عنوان عامل اصلی در فرآیند رشد و توسعه یاد می‌کنند (شاکری و دیگران، ۱۳۹۸). پیش از دهه هشتاد میلادی، شرایط حاکم بر بازار نفت، به گونه‌ای بود که قیمت‌های نفت خام، نوسان زیادی نداشتند و ریسک زیادی متوجه بازیگران بازار نفت نمی‌کردند. به دلیل افزایش نوسان قیمت نفت در دهه ۱۹۸۰ میلادی قیمت‌گذاری قیمت نفت خام بر بازار کالا واگذار شد و زمینه برای بازار کاغذی نفت ایجاد شد. قیمت‌های جهانی نفت خام، تغییرپذیری زیادی در دوره‌های مختلف داشته‌اند، که می‌توان برای مثال، تغییرپذیری قیمت‌ها در سال ۲۰۰۸ میلادی را بیان کرد. در سال ۲۰۰۸ میلادی قیمت نفت خام از ۱۴۸ دلار به ۴۰ دلار کاهش یافت (جلالی نائینی و دیگران، ۱۳۹۲). بازارهای نفت از مهم‌ترین بازارهای مالی در جهان هستند که به بودجه کشورهای صادرکننده و واردکننده نفت اثرگذار است. بحران مالی جهانی ۲۰۰۸ در واقع نشان داد که خرابی در بخش‌ها یا اجزای سیستم مالی می‌تواند اثرات مخربی برای کل شبکه مالی داشته باشد و می‌تواند در کل اقتصاد گسترش یابد. سرایت ریسک سیستمیک و گسترش آن، به دلیل طغیان بحران مالی جهانی توجه قابل توجهی را در میان محققان و سیاست‌گذاران به خود جلب کرده است. ریسک سیستمیک که به عنوان آسیب‌پذیری بخش مالی توصیف می‌شود که از طریق آن پیامدهای نامطلوب شوک‌های داخلی می‌تواند به کل بخش گسترش یافته و حتی بزرگ شود و سپس به صورت موجی به بقیه اقتصاد سرایت کند، اهمیت را برجسته می‌کند (بیلیو^۱ و دیگران، ۲۰۱۲). انتشار ریسک در بازارهای نفت، به نقش توسعه کشورها، اهمیت می‌دهد. جهانی شدن به همراه گسترش و توسعه بازارها، اهمیت انتشار ریسک در بازارهای نفت را بیش‌تر کرده است. در این پژوهش به دنبال پاسخ به سوالات زیر هستیم.

آیا همبستگی در بازارهای نفت وجود دارد؟ کدام بازارها همبستگی بیش‌تری با دیگر بازارهای نفت دیگر دارد؟ کدام بازار نفت، انتشار ریسک بیش‌تری در شبکه بازارهای نفت دارد؟

۲. مرور ادبیات:

ریسک در بازارهای مالی، امری اجتناب‌ناپذیر است، ریسک می‌تواند در بازارهای مالی انتشار یابد. بعضی از بازارها می‌توانند ریسک را بیش‌تر انتقال دهند. از انواع بازارهای مالی، می‌توان بازار مالی جذب‌کننده پیرامون، بازار مالی پخش‌کننده پیرامون، بازار مالی فوق جذب‌کننده و بازار فوق پخش‌کننده را نام برد. بازار جذب‌کننده پیرامون^۲ که شوک‌ها را جذب می‌کند و به شکل محدودی محدود

^۱ Billio

^۲ Peripheral -absorber

شوک‌ها را به دیگر بازارها منتقل می‌کند، بازار مالی پخش‌کننده پیرامون^۱ شوک‌ها را از دیگر بازارهای مالی جذب و شوک‌ها را به‌طور گسترده به دیگر بازارها منتقل نمی‌کند. بازار فوق جذب‌کننده^۲ شوک‌ها را از دیگر بازارهای مالی جذب می‌کند ولی این شوک‌ها را به دیگر بازارها انتقال نمی‌دهد و بازار فوق پخش‌کننده^۳ شوک‌ها را جذب و به‌طور گسترده به دیگر بازارهای مالی منتقل می‌سازد. بازار پل^۴، بازاری است که بحران‌ها را به بازارهای دیگر منتقل می‌کند (چادهوری^۵ و همکاران، ۲۰۱۹). می‌توان با استفاده از شبکه پیچیده نوع بازارهای مالی را شناسایی کرد. برای بررسی شبکه سرریز تلاطم، باید سرریز تلاطم در بین سهم‌ها بررسی شوند که از طریق آزمون‌های سرریز تلاطم، می‌توان سرریز تلاطم بین سهم‌ها بررسی کرد. با کمک شبکه پیچیده، می‌توان ساختار بازارها را بررسی کرد. این دیدگاه از نظریه گراف^۶ به دست آمده است. با توجه به اینکه در عموم موارد تحلیل بازارهای مالی امکان استفاده از نظریه گراف کلاسیک^۷ امکان‌پذیر نیست. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از شبکه استفاده می‌شود. عناصری که با هم ارتباط داشته باشند، شبکه گفته می‌شود و شکل‌های به دست آمده را نمودار شبکه^۸ می‌گویند. بازارها ساختارهای پیچیده‌ای دارند که در این ساختارهای پیچیده اقتصادی، شرایط متغیر است. از مطالعاتی که به شبکه پیچیده پرداختند، می‌توان به مطالعات، 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 حداستانه 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. چادهوری^۹ و دیگران (۲۰۱۹) به بررسی تغییرات شبکه در ارتباط نظام مالی، به عنوان 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. با بررسی پیشینه تحقیق انجام شده، پژوهشی که در زمینه انتشار ریسک در بازارهای نفت انجام نشده است، این پژوهش برای نخستین بار به بررسی انتشار ریسک در بازارهای نفت می‌پردازد.

۳. روش شناسی تحقیق:

در این پژوهش از شبکه پیچیده و آزمون همبستگی پیرسون بهره گرفته شده است. که در ادامه به بررسی هر دو روش پرداخته می‌شود.

¹ Peripheral-spreader

² Super-absorber

³ Super-spreader

⁴ Bridge

⁵ Chowdhury

⁶ graph theory

⁷ classical graph theory

⁸ network graph

⁹ Chowdhury

۱.۳. آزمون همبستگی پیرسون

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

$$\rho_{i,j}^{t,\Delta} = \frac{(R_i^t R_j^t) - (R_i^t)(R_j^t)}{\sqrt{\left[(R_j^t)^2 - (R_i^t)^2 \right] \left[(R_i^t)^2 - (R_j^t)^2 \right]}} \quad (1)$$

در معادله (۱)، Δ فاصله اطمینان، N تعداد متغیرهای تحقیق، $\rho_{i,j}^{t,\Delta}$ ضرایب همبستگی متغیرها، $R_i^t = \{r_i(t)\}$ و $R_j^t = \{r_j(t)\}$ لگاریتم بازده هستند (zhao and cai, 2016).

۲.۳. تئوری شبکه پیچیده^۱

در اکثر سیستم‌های طبیعی و ساخته شده، مجموعه‌ای از پدیده‌ها در الگوهای پیچیده‌ای با یکدیگر تعامل دارند که شامل انواع مختلفی از روابط متغیر در زمان و شامل لایه‌های مختلف اتصال است. به دست آوردن درک چنین سیستم‌های پیچیده‌ای با مشکلاتی همراه است. یک شبکه به زبان ساده مجموعه‌ای از نقاط است که گره نامیده می‌شود که به صورت جفتی توسط خطوط به هم متصل شده‌اند که لبه نامیده می‌شود. ترسیم عناصر مرتبط به هم نمودار شبکه^۲ را ارائه می‌دهد (Schuenemann et al, 2020). در دهه‌های اخیر تئوری شبکه پیچیده، برای شناسایی بهتر شبکه به کار رفته است. Romance, 2011 بر اهمیت centrality در پژوهش خود تأکید داشتند و به بررسی معیارهای مرکزیت در شبکه و نقش این معیارها در اهمیت گره‌ها در شبکه پرداختند. نظریه شبکه پیچیده از نظریه گراف^۳ به دست آمده است (Moghadam et al, 2019) و ترکیبی از علم فیزیک و آمار است که می‌توان برای بررسی رفتارهای مالی و بازارهای سهام از آن استفاده کرد (Majapa and Gossel, 2016). کاربرد شبکه پیچیده زمانی بهتر دیده می‌شود که امکان استفاده از نظریه گراف کلاسیک^۴ امکان‌پذیر نیست (Caraiani, 2012). با کمک شبکه پیچیده می‌توان ساختار بازارهای مالی را بررسی نمود. بازارها دارای ساختارهای پیچیده‌ای هستند که در این ساختارهای پیچیده اقتصادی، شرایط متغیر است (Gomes and Gubareva, 2021). شبکه پیچیده از گره^۵ و یال^۶ تشکیل شده است. هر شبکه پیچیده شامل $G = (V, E)$ است. V گره و E

¹ Complexity Network

² network graph

³ graph theory

⁴ classical graph theory

⁵ Node

⁶ Edge

شامل یال‌هایی است که گره‌ها را به هم متصل می‌کند (Costa et al, 2007). یک شبکه می‌تواند شامل حلقه^۱ باشد. حلقه در شبکه به یال‌هایی گفته می‌شود که از رأس^۲ خود به با بیش از یک یال به هم متصل شده باشند (ژو^۳ و دیگران، ۲۰۱۸).

$$c_p = \left(\frac{1}{N-1} \sum_{q=1}^N l_{pq} \right)^{-1} \quad (2)$$

closeness centrality کوتاه‌ترین مسیر (l_{pq}) بین رأس p و رأس دیگر q که شامل مجموعه v در شبکه هستند، گفته می‌شود. N طول^۴ سری زمانی است (Zou et al, 2018).

$$b_p = \sum_{q,r=1, r \neq 1}^N \frac{\sigma_{qr}(p)}{\sigma_{qr}} \quad (3)$$

betweenness centrality در شبکه پیچیده کوتاه‌ترین مسیرها در شبکه ای که از یک رأس مشخص می‌گذرد، را اندازه‌گیری می‌کند. σ_{qr} در معادله (۳) به تعداد کل کوتاه‌ترین مسیرهای بین دو رأس q و r اشاره دارد و $\sigma_{qr}(p)$ تعداد کوتاه‌ترین مسیرها را که شامل رأس p است را نشان می‌دهد (Zou et al, 2018).

۴. یافته‌های تحقیق

داده‌های این پژوهش شامل قیمت بازارهای نفت برای دوره زمانی ۱۰/۱۹۹۱ تا ۱۲/۲۰۲۲ میلادی است که از سایت اوپک به دست آمده است. نرم افزارهای مورد استفاده در این پژوهش از نرم‌افزارهای spss و Gephi استفاده شده است. در این پژوهش، ابتدا به بررسی همبستگی بازارهای نفت با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون پرداخته می‌شود و در ادامه با استفاده از شبکه پیچیده، بازارهای نفت بررسی می‌شود.

۴.۱. برآورد آزمون همبستگی پیرسون

ابتدا با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون، همبستگی در بازارهای نفت بررسی می‌شود. مطابق جدول (۱)، همبستگی براساس آزمون همبستگی پیرسون، در بازارهای نفت وجود دارد. در ادامه به ساخت ماتریس فاصله بازارهای نفت می‌پردازیم. بیش‌ترین همبستگی در بازارهای نفت به بازارهای نیجریه و بازار نفت الجزایر و هم‌چنین در بازارهای نروژ و الجزایر می‌باشد.

¹ loop

² vertex

³ Zou

⁴ length

جدول (۱): آزمون همبستگی پیرسون در بازارهای نفت

| | Algeria | Angola | egypt | iran | indonesia | libya | malaysia | mexico | Nigeria | norway | oman | qatar | Russia | saudi | brent | wti | emirate | openc |
|-----------|---------|--------|--------|--------|-----------|--------|----------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|
| Algeria | 1 | .992** | .982** | .972** | .836** | .990** | .935** | .941* | .995** | .995** | .933** | .946* | .980** | .925** | .978** | .950** | .937* | .968** |
| Angola | .992* | 1 | .978** | .969** | .841** | .987** | .935** | .943** | .993** | .991** | .933** | .945** | .980** | .925** | .974** | .950** | .936* | .968** |
| egypt | .982* | .978** | 1 | .965** | .844** | .978** | .915** | .939** | .976** | .982** | .945** | .946** | .994** | .928** | .982** | .942** | .947* | .964** |
| iran | .972* | .969** | .965** | 1 | .867** | .968** | .940** | .943** | .968** | .972** | .961** | .964** | .963** | .948** | .966** | .950** | .961* | .966** |
| indonesia | .836* | .841** | .844** | .867** | 1 | .854** | .890** | .836** | .829** | .844** | .896** | .885** | .843** | .869** | .879** | .848** | .885* | .900** |
| libya | .990* | .987** | .978** | .969** | .854** | 1 | .950** | .935** | .990** | .993** | .943** | .946** | .976** | .948** | .982** | .949** | .950* | .982** |
| malaysia | .935* | .935** | .915** | .940** | .890** | .950** | 1 | .902** | .939** | .939** | .925** | .946** | .912** | .923** | .938** | .917** | .927** | .960** |
| mexico | .941* | .943** | .939** | .943** | .836** | .935** | .902** | 1 | .939** | .939** | .926** | .929** | .929** | .919** | .938** | .938** | .926* | .939** |
| Nigeria | .995* | .993** | .976** | .968** | .829** | .990** | .939** | .939** | 1 | .992** | .928** | .946** | .973** | .928** | .982** | .942** | .934* | .967** |
| norway | .995* | .991** | .982** | .972** | .844** | .993** | .939** | .939** | .992** | 1 | .943** | .953** | .980** | .933** | .986** | .950** | .946* | .974** |
| oman | .933* | .933** | .945** | .961** | .896** | .943** | .925** | .926** | .928** | .942** | 1 | .986** | .946** | .974** | .966** | .929** | .993* | .974** |
| qatar | .946* | .945** | .946** | .964** | .885** | .968** | .948** | .929** | .946** | .953** | .986** | 1 | .946** | .974** | .966** | .939** | .987* | .985** |
| Russia | .980* | .972** | .998** | .966** | .843** | .978** | .912** | .929** | .973** | .980** | .943** | .946** | 1 | .928** | .982** | .938** | .947* | .960** |
| saudi | .925* | .931** | .928** | .945** | .864** | .943** | .923** | .910** | .927** | .936** | .973** | .979** | .926** | 1 | .948** | .916** | .979* | .977** |
| brent | .978* | .974** | .982** | .968** | .879** | .988** | .938** | .935** | .973** | .986** | .966** | .966** | .981** | .948** | 1 | .949** | .964* | .983** |
| wti | .950* | .946** | .942** | .950** | .848** | .949** | .917** | .938** | .945** | .950** | .933** | .933** | .938** | .917** | .949** | 1 | .929* | .952** |
| emirate | .937* | .936** | .947** | .961** | .885** | .950** | .927** | .926** | .934** | .946** | .993** | .988** | .947** | .974** | .966** | .929** | 1 | .978** |
| openc | .968* | .968** | .964** | .966** | .900** | .988** | .960** | .939** | .967** | .974** | .974** | .988** | .963** | .977** | .983** | .952** | .978* | 1 |

مأخذ: نتایج تحقیق

۲.۴. ماتریس فاصله در بازارهای نفت

در ادامه به بررسی ماتریس فاصله در بازارهای نفت می‌پردازیم. مطابق جدول (۲)، بیش‌ترین فاصله در بازارهای نفت بر اساس ماتریس فاصله، در بازارهای اندونزی و نیجریه بوده است.

جدول (۲): ماتریس فاصله در بازارهای نفت

| | Algeria | Angola | egypt | iran | indonesia | libya | malaysia | mexico | Nigeri | norway | oman | qatar | Russia | saudi | brent | wti | emirate | opec |
|-----------|---------|--------|-------|------|-----------|-------|----------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|------|---------|------|
| Algeria | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.16 | 0.01 | 0.06 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.05 | 0.02 | 0.07 | 0.02 | 0.05 | 0.06 | 0.03 |
| Angola | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.15 | 0.01 | 0.06 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.05 | 0.02 | 0.06 | 0.02 | 0.05 | 0.06 | 0.03 |
| egypt | 0.01 | 0.02 | 0 | 0.03 | 0.15 | 0.02 | 0.08 | 0.06 | 0.02 | 0.01 | 0.05 | 0.05 | 0.00 | 0.07 | 0.01 | 0.05 | 0.05 | 0.03 |
| iran | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0 | 0.13 | 0.03 | 0.06 | 0.05 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.05 | 0.03 | 0.05 | 0.03 | 0.03 |
| indonesia | 0.16 | 0.15 | 0.15 | 0.13 | 0 | 0.14 | 0.11 | 0.16 | 0.17 | 0.15 | 0.10 | 0.11 | 0.15 | 0.13 | 0.12 | 0.15 | 0.11 | 0.1 |
| libya | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.14 | 0 | 0.05 | 0.06 | 0.01 | 0.00 | 0.05 | 0.04 | 0.02 | 0.05 | 0.01 | 0.05 | 0.05 | 0.01 |
| malaysia | 0.06 | 0.06 | 0.08 | 0.06 | 0.11 | 0.05 | 0 | 0.09 | 0.06 | 0.06 | 0.0 | 0.05 | 0.08 | 0.07 | 0.06 | 0.08 | 0.07 | 0.04 |
| mexico | 0.05 | 0.00 | 0.06 | 0.05 | 0.16 | 0.06 | 0.09 | 0 | 0.06 | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.09 | 0.06 | 0.06 | 0.07 | 0.01 |
| Nigeri | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.17 | 0.01 | 0.06 | 0.06 | 0 | 0.00 | 0.07 | 0.05 | 0.02 | 0.07 | 0.02 | 0.05 | 0.06 | 0.03 |
| norway | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.15 | 0.00 | 0.06 | 0.06 | 0.00 | 0 | 0.05 | 0.04 | 0.02 | 0.064 | 0.01 | 0.05 | 0.05 | 0.02 |
| oman | 0.06 | 0.067 | 0.055 | 0.03 | 0.10 | 0.05 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.05 | 0 | 0.01 | 0.05 | 0.02 | 0.03 | 0.07 | 0.00 | 0.02 |
| qatar | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.03 | 0.11 | 0.04 | 0.05 | 0.07 | 0.05 | 0.04 | 0.014 | 0 | 0.05 | 0.02 | 0.03 | 0.06 | 0.01 | 0.01 |
| Russia | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.03 | 0.15 | 0.02 | 0.08 | 0.07 | 0.02 | 0.02 | 0.05 | 0.05 | 0 | 0.07 | 0.01 | 0.06 | 0.05 | 0.03 |
| saudi | 0.07 | 0.06 | 0.07 | 0.05 | 0.13 | 0.05 | 0.07 | 0.09 | 0.07 | 0.06 | 0.02 | 0.02 | 0.07 | 0 | 0.05 | 0.08 | 0.02 | 0.02 |
| brent | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.12 | 0.01 | 0.06 | 0.06 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.03 | 0.01 | 0.05 | 0 | 0.05 | 0.03 | 0.01 |
| wti | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.15 | 0.05 | 0.08 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.08 | 0.05 | 0 | 0.07 | 0.04 |
| emirate | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.03 | 0.11 | 0.05 | 0.07 | 0.07 | 0.06 | 0.05 | 0.007 | 0.01 | 0.05 | 0.02 | 0.03 | 0.07 | 0 | 0.02 |
| opec | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.1 | 0.01 | 0.04 | 0.06 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.04 | 0.02 | 0 |

مأخذ: نتایج تحقیق

۴.۳. بررسی شبکه همبستگی بازارهای نفت

در ادامه به بررسی شبکه همبستگی بازارهای نفت پرداخته می‌شود.

شکل (۱): شبکه بازارهای نفت



مأخذ: نتایج تحقیق

شکل (۱) بر اساس آزمون همبستگی پیرسون، رسم شده است. مطابق شکل (۱)، بازار نفت برنت، دارای بیش‌ترین مقدار همبستگی در بازارهای نفت است و به این معنا است که این بازار، همبستگی بیش‌تری با بازارهای دیگر دارد. کوچک‌ترین گره، بازار نفت اندونزی است که نشان‌دهنده کم‌ترین ضریب همبستگی در بازارهای نفت است.

جدول (۳): بررسی درجه و قدرت گره در بازارهای نفت

| نام گره | قدرت گره | درجه گره |
|--------------|----------|----------|
| Algeria | 16.25 | 17 |
| Angola | 16.23 | 17 |
| egypt | 16.20 | 17 |
| iran | 16.24 | 17 |
| indonesia | 14.64 | 17 |
| libya | 16.33 | 17 |
| malaysia | 15.79 | 17 |
| mexico | 15.74 | 17 |
| Nigeri | 16.20 | 17 |
| norway | 16.31 | 17 |
| oman | 16.09 | 17 |
| qatar | 16.20 | 17 |
| Russia | 16.16 | 17 |
| Saudi arabia | 15.93 | 17 |
| brent | 16.35 | 17 |
| wti | 15.88 | 17 |
| emirate | 16.12 | 17 |
| opec | 16.4 | 17 |

مأخذ: نتایج تحقیق

مطابق جدول (۲) قوی‌ترین گره در انتشار ریسک را بازار نفت اوپک دارد، به ترتیب بعد از بازار نفت اوپک، بازارهای برنت، لیبی، نروژ و ایران قرار گرفته‌اند. درجه گره برای همه گره‌ها یکسان به دست آمده است.

۵. نتیجه‌گیری:

بازارهای نفت از مهم‌ترین بازارهای بین‌المللی هستند. بازارهای نفت، نقش مهمی برای کشور ایران به‌عنوان یک کشور صادرکننده نفت دارد. مطابق نتایج به دست آمده، بازار نفت اوپک، بیش‌ترین مقدار قدرت گره را در انتشار ریسک در شبکه بازارهای بین‌المللی نفت دارد و این گره بیش‌ترین تأثیر را در شبکه بازارهای نفت خواهد داشت. بازار نفت اندونزی، ضعیف‌ترین قدرت گره، را در شبکه انتشار ریسک در بازارهای نفت دارد. درجه گره، برای بازار نفت برنت بیش‌ترین مقدار است و به این معنا است که بازار نفت برنت، بیش‌ترین همبستگی را با دیگر بازارهای نفت دارد. درجه گره، برای همه گره‌های بازارهای نفت، یکسان است. بیش‌ترین قدرت انتشار ریسک به‌وسیله بازار نفت اوپک است. نقش بازار نفت اوپک در شبکه بازارهای نفت بسیار زیاد است، به این معنی است که این بازار می‌تواند ریسک را در شبکه بازارهای نفت به طور بسیار مؤثر پخش نماید. این بازار نقش مهمی در شبکه بازارهای نفت دارد. مطابق با نتایج آزمون همبستگی پیرسون، همبستگی در بازارهای نفت وجود دارد و بیش‌ترین همبستگی در بازارهای نفت بین بازارهای نیجریه و الجزایر و بازار نروژ و الجزایر می‌باشد. با توجه به این همبستگی در بازارهای نفت، سیاست‌گذاران باید در زمان نوسان در

قیمت‌های بازارهای نفت، از تأثیر این نوسانات و تلاطم قیمت نفت، بر بازار نفت خود آگاه باشند و تمهیداتی را برای کاهش قیمت نفت خود در نظر گیرند.

۶. منابع:

تک‌روستا، علی، محمدی، تیمور، مهاجری، پریسا، شاکری، عباس، قاسمی، عبدالرسول. (۱۳۹۸). تحلیل عوامل مؤثر بر قیمت با تأکید بر ریسک سیاسی کشورهای عضو اوپک. تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، ۱۳۷-۱۰۶: ۳۷.

جلالی نائینی، سید احمدرضا، قربانی پاشایی کلانی، وحید، صیادی، محمد (۱۳۹۲). اثر سرریز ریسک بین بازدهی قیمت در بازارهای نقدی و آتی های نفت خام. فصلنامه اقتصاد ایران. ۵۲-۳۱: ۳(۹).

راعی، رضا، جعفری، غلام‌رضا و نمکی، علی (۱۳۸۹). تحلیل بازار بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های پیچیده مبتنی بر روش حدآستانه. بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، ۱۷(۶۲): ۴۸-۳۳.

دستخوان، حسین، شمس‌قارنه، ناصر (۱۳۹۶). مقایسه شاخص‌های ارزیابی ریسک سیستمی در شبکه‌های مالی: شناسایی شرکت‌های مهم از نظر سیستمی در بازار بورس تهران، مدل‌سازی ریسک و مهندسی مالی، ۲(۱): ۲۱-۱.

رحیمی باغی، علی و عرب صالحی نصرآبادی، مهدی. (۱۳۹۷). ارزیابی ریسک سیستمی در نظام مالی کشور. تحقیقات مالی، ۲۱(۱): ۱۴۲-۱۲۱.

شاکری، عباس، محمدی، تیمور و جعفری، محمد. (۱۳۹۸). تأثیر نوسانات بازارهای مالی جهانی بر بازار نفت با تأکید بر بحران مالی ۲۰۰۸. پژوهشنامه اقتصادی، ۱۹(۷۴): ۳۸-۱.

Billio, M, Getmansky, Lo, & Pelizzon (2012). Econometric measures of connectedness and systemic risk in the finance and insurance sectors. *Journal of Financial Economic*.

Caraiani, p.(2012). Characterizing emerging European stock markets through complex networks: From local properties to self-similar characteristics. *Physica A* 391:3629–3637.

Chowdhury, B., Dungey, M., Kangogo, M., Sayeed, M. A., & Volkov, V. (2019). The changing network of financial market linkages: 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.

da F. Costa, F. A. Rodrigues, G. Travieso, P. R. Villas Boas, (2007), Characterization of complex networks: A survey of measurements, *Adv. Phys.* 56 (1) :167–242.

Moghadam, H,E. Mohammadi,T,. Kashani,M,F.Shakeri, A.(2019). Complex networks analysis in Iran stock market: The application of centrality. *Physica A*.

Majapa, M, and Gossel, S,J. (2016). Topology of the South African stock market network across the 2008 financial crisis. *Physica A*. 445:35–47.

Nettleton, D.(2014). *Commercial Data Mining. Processing, Analysis and Modeling for Predictive Analytics Projects*. Elsevier.

Romance, M. (2011). Local estimates for eigenvector-like centralities of complex networks. *Journal of Computational and Applied Mathematics*. 7(235): 1868-1874.

Yin L, Feng J. Han, L.(2021). Systemic risk in international stock markets: Role of the oil market. *International Review of Economics & Finance*. 71: 592-619.

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.

Gomes, O., Gubareva, M. (2021), Complex Systems in Economics and Where to Find Them. *J Syst Sci Complex*, 34: 314–338.

Zhao, L ,Li, W,., cai, X.(2016). Structure and dynamics of stock market in times of crisis. *Physics Letters A*,

Zou, et al., Complex network approaches to nonlinear time series analysis, *Physics Reports* (2018).