

تاثیرپذیری قیمت‌های منطقه‌ای گاز از قیمت‌های نفت خام در بازار جهانی^۱

علی عقیلی مقدم*، ابراهیم عباسی**، شهریار نصیبیان⁺، مرجان دامن کشیده^x

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۶/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۳/۱۲

چکیده

هدف این مقاله بررسی روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت رفتار قیمت‌های گاز و نفت در بازارهای منطقه‌ای و تاثیرپذیری آن‌ها از یکدیگر با استفاده از روش تصحیح خطای برداری (VECM) طی دوره ۲۰۰۰ - ۲۰۱۹ است. بدین منظور، به دلیل گستردگی متغیرها در هر منطقه، از تکنیک پروکسی برای تحلیل بازارهای منطقه‌ای گاز و نفت استفاده شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد میان قیمت‌های منطقه‌ای بازار گاز و نفت در آسیا و اروپا به دلیل وجود رابطه هم‌انباشتگی، تاثیرپذیری از نوسانات بازار نفت بسیار بالاست. بر خلاف این دو، در بازار آمریکا، به دلیل مازاد عرضه انرژی، به ویژه در حوزه نفت شیل، این ارتباط دیده نمی‌شود. پیشنهاد می‌شود با توجه به اهمیت نقش بازارهای مالی، نفت و گاز از طریق بورس انرژی عرضه شود.

طبقه‌بندی JEL: Q40, Q43, C51.

واژگان کلیدی: قیمت گاز، قیمت نفت خام، بازارهای منطقه‌ای، بازار جهانی، روش تصحیح خطای برداری.

^۱ مقاله مستخرج از رساله دکتری علی عقیلی مقدم به راهنمایی دکتر ابراهیم عباسی و مشاوره دکتر شهریار نصیبیان و دکتر مرجان دامن کشیده در دانشکده اقتصاد و حسابداری دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی می‌باشد.

* دانشجوی دکتری علوم اقتصادی، دانشکده اقتصاد و حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران، پست الکترونیکی: aaghili@gmail.com

** استادیار گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)، پست الکترونیکی: abbassiebrahim@yahoo.com

⁺ دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران، پست الکترونیکی: Sh_nessabian@iauctb.ac.ir

^x استادیار گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران، پست الکترونیکی: m.damankeshideh@yahoo.com

۱. مقدمه

امروزه، «نقش انرژی» در تحقق اهداف اقتصادی کشورها، بی‌بدیل دانسته شده و به تناسب وضعیت کشورها نیز متفاوت است. مهم‌ترین منابع انرژی، نفت خام و گاز طبیعی هستند که هر ساله سازمان اوپک، گزارشی از وضعیت انرژی در سال گذشته را با عنوان «گزارش چشم‌انداز نفت جهان»^۱ منتشر می‌کند. در این گزارش، اطلاعات و تحلیل‌های آماری در زمینه‌های مختلف انرژی به صورت تخصصی و به تفکیک کشورها، برای بهره‌برداری محققان عرضه می‌شود.^۲ بر پایه گزارش (۲۰۱۵) تقاضای کل روزانه نفت در جهان، به میزان ۳۱/۵ درصد از تقاضای کل انرژی بوده است که این سهم تا سال ۲۰۲۰ با کاهشی اندک، تقریباً به میزان ۳۱/۴ درصد خواهد رسید.

از سوی دیگر، با افزایش قیمت نفت و بروز آلودگی‌های زیست‌محیطی، امروزه کشورها گاز طبیعی را به لحاظ مزیت‌های زیست‌محیطی و گستردگی ذخایر، به عنوان جانشین مناسبی برای نفت مطرح می‌کنند. آمارها نشان می‌دهد سهم تقاضای کل گاز در سال ۲۰۱۵ برابر با ۲۱/۷ درصد از تقاضای کل انرژی در جهان بوده است که این میزان تا سال ۲۰۲۰ به ۲۲/۳ درصد افزایش می‌یابد؛ بنابراین مشاهده می‌شود در آینده‌ای نزدیک (یعنی ۲۰۲۰) نفت و گاز بیش از ۵۰ درصد از تقاضای کل انرژی جهان را به خود اختصاص خواهد داد.

مطابق شکل‌های (۱ و ۲) از لحاظ فنی، جانشین کردن گاز به جای نفت با مشکلاتی همراه است که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به مسئله فشرده‌سازی و هزینه‌های حمل و نقل بیش‌تر گاز در مقایسه با نفت اشاره کرد. انتقال گاز به دو روش عمده «حمل با کشتی» و «انتقال از طریق خطوط لوله» انجام می‌شود. در روش انتقال با کشتی، هزینه‌های اصلی را مسائل فنی، به ویژه هزینه‌های مربوط سوخت کشتی حامل گاز تشکیل می‌دهد که بسیار متأثر از مسافت پیموده شده و نوسانات قیمت سوخت است. از سوی دیگر، روش انتقال با خط لوله، نیازمند سرمایه‌گذاری گسترده در تاسیسات زیربنایی است. از مزایای این روش، می‌توان به ثبات میزان صادرات و هزینه‌های انتقال در بلندمدت اشاره نمود. از این‌رو، تمرکز فروشندگان گاز بیش‌تر

^۱World Oil Outlook

<https://woo.opec.org/>

^۲ برای اطلاعات بیش‌تر رجوع کنید به سایت:

بر مشتریان منطقه‌ای قرار می‌گیرد تا بتوانند با استفاده از خط لوله صادرات باثبات و بلندمدت به بازارهای هدف خود داشته باشند.

از منظری دیگر، به دلیل وجود اثرات فصلی مصرف انرژی، تفاوت جایگزینی گاز و نفت در فصل‌های مختلف سال و نیز تفاوت فناوری استخراج در هر یک از مناطق مورد بررسی، مطالعه منطقه‌ای تاثیرپذیری بازار گاز از نفت را ضروری می‌سازد.

در ایران نیز طی سه دهه گذشته، توسعه منابع گازی به عنوان «صنایع پایین‌دستی»^۱ صنعت نفت و تبدیل ذخایر گازی به منابع قابل بهره‌برداری، همواره مورد توجه بوده است. از این رو، این پژوهش با هدف بررسی روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت رفتار قیمت‌های گاز و نفت در بازارهای منطقه‌ای و تاثیرپذیری آنها از یکدیگر با هدف توسعه صادرات این محصول صورت پذیرفته است. برای دستیابی به این هدف، مقاله بدین شکل سازماندهی شده است: در ادامه، پس از مقدمه، ادبیات مرور می‌شود؛ در بخش سوم، روش پژوهش بیان می‌شود؛ بخش چهارم، به یافته‌ها اختصاص دارد و در بخش پنجم، نتایج و پیشنهادها ارائه می‌شود.

۲. مروری بر ادبیات

در ادامه مبانی نظری و پیشینه مرتبط با پژوهش ارائه می‌شود.

۲-۱. مبانی نظری

با گسترش جهانی‌سازی، بازارهای انرژی ابعاد جهانی به خود گرفته است و روش‌های قیمت‌گذاری آنها طی دو دهه گذشته، مسیر تکاملی خود را پیموده‌اند. در این میان، گاز طبیعی نیز به عنوان یک حامل انرژی مهم و جایگزین نفت مورد توجه بوده است. از دیدگاه اقتصادی، قیمت‌گذاری گاز مبتنی بر ساختار عرضه و تقاضاست. ملینگ^۲ (۲۰۱۰) سه روش اصلی برای قیمت‌گذاری گاز به ترتیب زیر معرفی می‌نماید.

^۱ صنایع پایین‌دستی اصطلاحی است که برای اشاره به عملیاتی از قبیل فروش و توزیع گاز طبیعی و محصولات مشتق شده از نفت خام مورد استفاده قرار می‌گیرد.

^۲ Melling

(۱) قیمت‌گذاری دولتی؛

(۲) قیمت‌گذاری شاخصی^۱؛

(۳) قیمت‌گذاری نقدی گاز بر اساس بازارهای گاز.

در هر سه روش، عواملی مانند قیمت سایر سوخت‌ها، شرایط جغرافیایی، قراردادهای بلندمدت و میزان وابستگی کشورها به واردات انرژی بر قیمت گاز تاثیرگذار هستند. از سوی دیگر، نفت به عنوان اصلی‌ترین جایگزین گاز از مشخصات فیزیکی خاصی برخوردار است که ذخیره‌سازی و حمل و نقل آن را آسان می‌سازد و همچنین، در بازارهای مختلف منطقه‌ای و جهانی شرایط مناسبی برای قیمت‌گذاری دارد. در حالی که چنین شرایطی برای گاز طبیعی به عنوان یک کالا میسر نیست. برای تبیین این موضوع می‌توان به زنجیره ارزش نفت و گاز اشاره کرد. امروزه، تحلیل زنجیره ارزش به عنوان یکی از مهم‌ترین راه‌های افزایش بهره‌وری و بهبود مدیریت شناخته می‌شود. صنایع مختلف دنیا از جمله نفت و گاز با بهره‌گیری از تحلیل زنجیره ارزش توانسته‌اند کاهش هزینه و اصلاح بنیادی را برای خود به ارمغان آورند.

مفهوم «زنجیره ارزش»^۲ برای اولین بار توسط مایکل پورتر^۳ در سال ۱۹۸۵ ارائه شده است.^۴ زنجیره ارزش، مجموعه عملیاتی است که در یک صنعت (در اینجا، صنعت نفت و گاز) به صورت زنجیروار انجام می‌گیرد تا به خلق ارزش منتهی شود. به بیان ساده، زنجیره ارزش به دنبال بهینه کردن تمامی فعالیت‌های حاکم در یک سازمان و یا شرکت در جهت افزایش مزیت رقابتی است.

زنجیره ارزش گاز طبیعی مجموعه پیوسته فرایندهایی است که از اکتشاف و توسعه میادین گازی تا فروش گاز به مشتری را دربر می‌گیرد. این مجموعه عظیم شامل حلقه‌های به هم پیوسته‌ای است که به جز در پایان فرایند، همگی به شکل کلانی هزینه‌بر هستند. در بخش بالادستی، اکتشاف و تولید گاز (به عنوان اولین حلقه از زنجیره ارزش گاز) بر اساس قوانین

^۱ در قیمت‌گذاری شاخصی، قیمت گاز به عنوان ضریبی از قیمت نفت در نظر گرفته می‌شود.

^۲ Value Chain

^۳ Michael Porter

www.vcmstuty.ir

^۴ برای اطلاعات بیشتر رجوع کنید به سایت «مرکز مطالعات زنجیره ارزش» به آدرس رویه‌رو:

فعلی، به نیابت از دولت، در اختیار شرکت ملی نفت ایران است. فعالیت‌های میان دستی و پایین دستی صنعت گاز (حلقه‌های میانی زنجیره ارزش شامل انتقال، پالایش و فرآوری و توزیع) توسط شرکت ملی گاز مدیریت می‌شوند و امور مربوط به صادرات گاز (که در پایان زنجیره و به عنوان حلقه درآمدزاست) زیر نظر شرکت ملی صادرات گاز می‌باشد.

فعالیت هم‌زمان و موازی سه شرکت یاد شده در صنعت گاز امکان مدیریت یکپارچه زنجیره ارزش گاز را منتفی ساخته و موجب شده با وجود کشف میداین گازی مستقل و تبدیل ایران به دومین دارنده ذخایر گازی جهان، رشد جهانی تقاضا برای گاز طبیعی و رونق بازار تجاری آن، ایران نتواند سهم زیادی از حجم تجارت و صادرات آن را به خود اختصاص دهد؛ به طوری که در سال ۲۰۰۷ سهم ایران از صادرات جهانی تنها در حدود یک درصد بوده است. در زنجیره ارزش بخش بالادستی نفت بر وجود ۳ یا ۴ حلقه اتفاق نظر وجود دارد و بیش‌ترین تکرارپذیری آن «اکتشاف، توسعه و تولید» یا «اکتشاف، ارزیابی، توسعه و تولید» است. کامل‌ترین زنجیره‌ای که می‌توان برای فعالیت‌های بالادستی نفت ارائه داد شامل «اکتشاف، ارزیابی، توسعه، بهره‌برداری و انتقال» است. در کشور عملیات انتقال نفت در مجموعه پایین‌دستی و عملیات انتقال گاز در مجموعه بالادستی قرار می‌گیرد. بنابراین، در تحلیل‌هایی که بر مبنای وجود تفاوت‌های فنی در فرایندهای زنجیره ارزش ارائه می‌شود، ساز و کار قیمت‌گذاری گاز از نفت متفاوت است.

از سوی دیگر، عدم توسعه‌یافتگی بازارهای معاملاتی گاز، کاهش کارایی بازار برای قیمت‌گذاری این حامل انرژی را به دنبال داشته است که موجب تقویت ماهیت منطقه‌ای این بازار می‌گردد. از این‌رو، نیاز است تا بازارهای گاز و تأثیرپذیری آن‌ها از نفت به صورت منطقه‌ای مورد بررسی قرار گیرد.

دستیابی گاز به جایگاه بین‌المللی به عنوان یک کالا، بسیار پیچیده و دشوار است. از این‌رو، امروزه قیمت‌های گاز در دو طرف عرضه و تقاضا و به صورت منطقه‌ای تحلیل می‌شود. در این پژوهش برای بررسی بازارهای انرژی در دو حوزه نفت و گاز، گستره جغرافیایی به سه ناحیه آمریکا، اروپا و آسیا تقسیم‌بندی شده است و به دلیل سهم اندک

استرالیا و آفریقا از قیمت‌گذاری در بازارهای جهانی نفت و گاز، از پژوهش حذف شده‌اند. جدول (۱) شاخص‌های به کار رفته در پژوهش را به تفکیک بازار نمایش می‌دهد.

جدول ۱. شاخص‌های قیمتی

منطقه	شرح	نماد در پژوهش	عنوان	بازار
آمریکا	قیمت نفت خام وست تگزاس اینترمدیت	CRUDE_WTI	نفت وست تگزاس اینترمدیت	بازار نفت
اروپا	قیمت نفت خام برنت دریای شمال	CRUDE_BRENT	نفت برنت	
آسیا	قیمت نفت خام بازار دبی	CRUDE_DUBAI	نفت دبی	
آمریکا	قیمت گاز طبیعی بازار هنری هاب	NGAS_US	گاز هنری هاب	بازار گاز
اروپا	قیمت گاز طبیعی وارداتی آلمان توسط خط لوله از روسیه	NGAS_EU	گاز اروپا	
آسیا	قیمت LNG وارداتی ژاپن	NGAS_JP	گاز ژاپن	

منبع: یافته‌های پژوهش

۲-۲. پیشینه پژوهش

از دیدگاه نظری، نفت خام و گاز در تولید مکمل یکدیگر هستند و در بخش مصرف، به صورت جانشین مورد استفاده قرار می‌گیرند. از این رو، تحلیل و بررسی قیمت این دو کالای استراتژیک، یکی از دغدغه‌های اساسی برای کشورهای تولیدکننده و مصرف‌کننده انرژی در جهان به شمار می‌آید. پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

بر اساس گزارش اداره اطلاعات انرژی^۱، کشور ایران با برخورداری از ۱۷ درصد ذخایر اثبات شده گاز طبیعی دارای رتبه دوم و بیش از ۱۰ درصد از کل ذخایر اثبات شده نفت جهان رتبه چهارم جهان در این زمینه را داراست؛ اما مشاهده می‌شود با توجه به ظرفیت‌های موجود در کشور، نقش مستقیم ایران از تجارت و قیمت‌گذاری این دو محصول، با جایگاه واقعی آن فاصله دارد.

^۱ Energy Information Administration

از سوی دیگر، دستیابی به جایگاه سوم در میان صادرکنندگان گاز در جهان با سهم ۸ تا ۱۰ درصدی از تجارت جهانی، از جمله اهداف مندرج در افق چشم‌انداز ۱۴۰۴ در بخش گاز کشور بوده است. برای دستیابی به این منظور، راهبردها و سیاست‌هایی در این بخش طراحی شده است که بهره‌برداری از موقعیت منطقه‌ای و جغرافیایی کشور جهت خرید و فروش، فرآوری، پالایش، معاوضه و انتقال نفت و گاز به بازارهای داخلی و جهانی از جمله آن‌هاست. عمده مشتریان نفت خام و میعانات گازی ایران در سال ۲۰۱۷ در نمودار (۱) نمایش داده شده است. مشاهده می‌شود مقصد ۶۱ درصد از صادرات نفت خام و میعانات گازی ایران، کشورهای چین، هند، کره جنوبی و ژاپن بوده است که دلالت بر اهمیت استراتژیک بازار آسیا برای ایران دارد. هم‌چنین کشورهای ترکیه، ایتالیا و فرانسه با سهم ۲۱ درصدی، عمده مشتریان حوزه اروپایی گاز ایران بوده‌اند.



نمودار ۱. عمده مشتریان نفت خام و میعانات گازی ایران در سال ۲۰۱۷

منبع: EIA (۲۰۱۸)

از سوی دیگر، عواملی مانند ظهور نفت شیل، پیشرفت فناوری در استخراج گاز و مناقشات سیاسی و اقتصادی در بازارهای انرژی، موجب تغییر رفتار در برخی از بازارهای گاز شده است که به صورت مستقیم و غیرمستقیم بر بازارهای صادراتی گاز ایران موثر هستند.

از این رو، ضروری است روابط حاکم بر دو متغیر قیمت گاز و قیمت نفت خام در سطح جهانی بررسی شود تاکنون پژوهش‌های متعددی در زمینه بررسی ارتباط میان قیمت نفت و گاز صورت گرفته است.

ویلار و جوتز^۱ (۲۰۰۶) به بررسی رابطه میان قیمت نفت خام وست تگزاس اینترمدیت و گاز هنری هاب پرداختند و نشان دادند که در دوره زمانی ۱۹۸۹ - ۲۰۰۵ رابطه هم‌انباشتگی میان این دو متغیر برقرار است و شوک ۲۰ درصدی در نفت وست تگزاس اینترمدیت، موجب شوک ۵ درصدی در بازار گاز هنری هاب می‌شود.

پاناتیوگیدیس و روتلج^۲ (۲۰۰۷) با هدف مطالعه رابطه نفت و گاز در بازار انگلستان، قیمت‌های عمده فروشی گاز و نفت برنت را در بازه زمانی ۱۹۹۶ - ۲۰۰۳ به صورت ماهانه مورد بررسی قرار دادند. یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد رابطه بلندمدت میان متغیرها پرنوسان است؛ اما رابطه کوتاه‌مدت به صورت خطی تبیین می‌شود.

هارتلی، مدلاک و روستهال^۳ (۲۰۰۸) به بررسی رابطه میان قیمت گاز و نفت خام پرداخته‌اند و به تبیین عواملی می‌پردازند که موجب انحراف رابطه کوتاه‌مدت از رابطه بلندمدت می‌شود. یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد در کوتاه‌مدت به دلیل مسائل فنی از یک سو و عوامل طبیعی مانند طوفان‌های شدید و شرایط آب و هوایی از سوی دیگر موجب می‌شود رابطه کوتاه‌مدت میان این دو متغیر متفاوت از رابطه بلندمدت آن‌ها باشد.

رامبرگ^۴ (۲۰۱۰) به مطالعه رابطه میان قیمت‌های نقدی نفت خام و گاز طبیعی می‌پردازد و ثبات آن در طول زمان را مورد بررسی قرار می‌دهد. یافته‌های وی نشان می‌دهد که رابطه میان این دو متغیر در طول زمان تغییر کرده است و از تعادل بلندمدت خود در سال ۲۰۰۸ خارج شده است و به یک رابطه تعادلی جدید وارد شده است.

^۱ Villar & Joutz

^۲ Panagiotidis & Rutledge

^۳ Hartley & Medlock & Rosthal

^۴ Ramberg

بتن، سینر و لوسی^۱ (۲۰۱۶) ارتباط پویای میان بازارهای نفت خام و گاز طبیعی را در بازه زمانی ۱۹۹۴ - ۲۰۱۴ مورد بررسی قرار دادند. یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد ارتباط میان این بازارها از سال ۲۰۰۶ به شدت کاهش یافته است.

اشچی، اوکلند و اسموندسن^۲ (۲۰۱۷) به بررسی دوره‌های واگرایی میان قیمت گاز و نفت در انگلستان پرداختند. یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد در ابتدای پاییز و زمستان طی دوره زمانی ۱۹۹۷ تا ۲۰۱۴ اثر فصلی بر قیمت گاز مسلط است و این امر موجب کاهش تأثیرپذیری قیمت گاز از افت احتمالی قیمت نفت در فصل‌های مورد اشاره می‌گردد.

دی منزس، روسو و اورگا^۳ (۲۰۱۹) تلاطم قیمت گاز در بازار انگلستان را مورد بررسی قرار دادند. یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد سه عامل عرضه، تقاضا و ذخیره‌سازی بر شدت تلاطم قیمت گاز در انگلستان بیش‌ترین اثرگذاری را دارند. در ادامه، به اهم پژوهش‌های داخلی اشاره می‌شود.

رحیمی (۱۳۸۶) به بررسی مکانیزم‌های قیمت‌گذاری گاز طبیعی در مناطق مختلف پرداخته است و دلایل تفاوت قیمت‌گذاری گاز در مناطق مختلف را تبیین کرده است. یافته‌های وی دلالت بر تفاوت در مکانیزم قیمت‌گذاری گاز در آمریکا با اروپا و آسیا دارد.

منصور کیایی (۱۳۸۸) به تخمین رابطه میان قیمت نفت خام و قیمت گاز طبیعی مایع شده (LNG) پرداخته است و یافته‌های وی دلالت بر تخمین کارایی رابطه بلندمدت میان قیمت نفت خام و قیمت گاز طبیعی بر اساس مدل تصحیح خطا دارد.

محمدی و قاسمی و نکونام (۱۳۹۷) به بررسی واکنش گاز طبیعی نسبت به نفت خام در بازارهای منطقه‌ای اروپا و آسیا پرداختند و با استفاده از مدل انتقال رژیم مارکف نشان دادند که قیمت نفت خام در برخی رژیم‌ها اثر مستقیم بر قیمت گاز طبیعی داشته و در برخی رژیم‌ها اثر معکوس دارد.

¹ Batten, Ciner & Lucey

² Asche, Oglend & Osmundsen

³ De Menezes, Russo & Urga

محمدی و آماده، تلکلیف، قدیمی دیزج (۱۳۹۸) با به‌کارگیری روش هم‌انباشتگی جوهانسن-یوسلیوس و الگوی تصحیح خطای برداری (VECM) به بررسی روابط بین قیمت گاز طبیعی با تاب‌آوری سیستم توزیع گاز ایران پرداختند. یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد هرچند قبل از اجرای قانون هدفمندی یارانه‌ها، قیمت گاز طبیعی بر تاب‌آوری سیستم گازرسانی اثر مثبت داشته است، لیکن بعد از اجرای قانون هدفمندی یارانه‌ها، منجر به کاهش تاب‌آوری سیستم گازرسانی شده است.

به طور کلی، تمرکز پژوهش‌های پیشین بر بررسی وجود رابطه میان قیمت نفت و گاز به ویژه در بازار آمریکا بوده است. این پژوهش با هدف جبران بخشی از خلأهای پژوهشی در زمینه تاثیرپذیری گاز از نفت، رشد روزافزون تقاضای گاز در بازارهای اروپا و آسیا و بررسی تاثیرات افزایش تولید و صادرات نفت و گاز آمریکا به سایر نقاط جهان صورت پذیرفته است.

۳. روش پژوهش

۳-۱. مدل تصحیح خطای برداری (VECM)

یکی از مشکلات عمده داده‌های سری زمانی، عدم ایستایی متغیرهای سری زمانی به ویژه در حوزه انرژی و بازارهای مالی است. از روش‌های مرسوم جهت رفع نایستایی در سری‌های زمانی، استفاده از تفاضل‌گیری است که خود با مشکلاتی همراه است که از آن جمله می‌توان به از دست رفتن بخشی از اطلاعات و تغییر ماهیت متغیرهای مورد نظر در نظریه اشاره کرد. از این رو، روش تصحیح خطای برداری توسط انگل و گرنجر (۱۹۸۷) با هدف نمایش روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت میان متغیرهای هم‌انباشته ابداع گردید. این روش شامل دو رابطه است. رابطه (۱) سری هم‌انباشته را نمایش می‌دهد و رابطه (۲) که تعدیل‌کننده انحراف از تعادل بلندمدت است که در پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است.

$$\Delta Y_t = \beta_0 + \sum_{i=0}^n \beta_i \Delta Y_{t-1} + \sum_{i=0}^n \delta_i \Delta X_{t-1} + \varphi Z_{t-1} + \mu_t \quad (1)$$

$$Z_{t-1} = ECT_{t-1} = Y_{t-1} - \beta_0 - \beta_t X_{t-1} \quad (2)$$

۲-۳. معرفی داده‌ها

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش با تواتر ماهانه و به صورت اسنادی و کتابخانه‌ای از آرشیو بانک جهانی تهیه شده است. با هدف یکسان‌سازی دامنه داده‌ها، دوره مورد بررسی در تمامی بازارها از ژانویه ۲۰۰۰ تا مارس ۲۰۱۹ در نظر گرفته شده است. هم‌چنین ترسیم نمودارها و محاسبات به کمک نرم‌افزارهای Eviews10 و Excel انجام شده است.

۴. یافته‌های پژوهش

۴-۱. هم‌بستگی میان متغیرها

در این قسمت با هدف دستیابی به نمایی کلی از وضعیت هم‌بستگی میان متغیرهای مورد بررسی، نخست، ماتریس ضرایب هم‌بستگی پیرسن میان متغیرها در وضعیت سطح در جدول (۲) و پس از آن در جدول (۳) ماتریس ضرایب هم‌بستگی پیرسن برای تفاضل مرتبه اول متغیرهای پژوهش مورد تحلیل قرار گرفته است.

همان‌گونه که جدول (۳) نشان می‌دهد، مقدار ضریب هم‌بستگی پیرسن میان قیمت‌های نفت در وضعیت سطح با یکدیگر، عددی مثبت و بیش از ۰/۹ است که دلالت بر رابطه مستقیم و بسیار قوی میان آن‌ها دارد.

نتایج ضریب هم‌بستگی پیرسن میان قیمت‌های گاز، تفاوت نحوه ارتباط میان قیمت‌های گاز با یکدیگر را نمایش می‌دهد. ضریب هم‌بستگی گاز هنری هاب با گاز اروپا مقدار ۰/۱۸ و هم‌بستگی با گاز ژاپن مقدار ۰/۱۹- است؛ بنابراین رابطه میان گاز هنری هاب با گاز اروپا مستقیم و ضعیف و با گاز ژاپن این رابطه عکس و ضعیف ارزیابی می‌شود.

بر اساس نتایج جدول (۲) ضریب هم‌بستگی میان گاز هنری هاب و قیمت نفت وست تگزاس اینترمدیت برابر با مقدار ۰/۱۹ است که نشان‌دهنده رابطه‌ای ضعیف و مثبت میان آنهاست. این در حالی است که ضریب هم‌بستگی میان گاز هنری هاب و نفت برنت برابر ۰/۰۸ و برای نفت دبی برابر ۰/۰۵ است که مقادیری کوچک هستند. به این ترتیب، ارتباط میان گاز هنری هاب و قیمت‌های نفت برنت و دبی بسیار ضعیف است.

جدول ۲. نتایج ماتریس هم‌بستگی میان متغیرهای مورد بررسی در وضعیت سطح

گاز ژاپن	گاز اروپا	گاز هنری هاب	نفت دبی	نفت برنت	نفت WTI	
۰/۸۰۱۲	۰/۸۵۳۷	۰/۱۹۴۲	۰/۹۹۰۲	۰/۹۸۳۶	۱	نفت WTI
۰/۸۵۷۶	۰/۸۵۵۴	۰/۰۸۷۲	۰/۹۹۸۰	۱	۰/۹۸۳۶	نفت برنت
۰/۸۶۹۵	۰/۸۵۸۲	۰/۰۵۹۵	۱	۰/۹۹۸۰	۰/۹۹۰۲	نفت دبی
-۰/۱۹۱۵	۰/۱۸۸۹	۱	۰/۰۵۹۵	۰/۰۸۷۲	۰/۱۹۴۲	گاز هنری هاب
۰/۸۴۷۲	۱	۰/۱۸۸۹	۰/۸۵۸۲	۰/۸۵۵۴	۰/۸۵۳۷	گاز اروپا
۱	۰/۸۴۷۲	-۰/۱۹۱۵	۰/۸۶۹۵	۰/۸۵۷۶	۰/۸۰۱۲	گاز ژاپن

منبع: یافته‌های پژوهش

هم‌چنین، ضریب هم‌بستگی میان قیمت نفت برنت و گازهای اروپا و ژاپن در وضعیت سطح، برابر با ۰/۸۵ است که دلالت بر رابطه مستقیم و قوی میان این متغیرها دارد. به طور مشابه، ضریب هم‌بستگی میان قیمت نفت دبی و گازهای اروپا و ژاپن در وضعیت سطح، به ترتیب مقدارهای ۰/۸۵ و ۰/۸۶ را نمایش می‌دهد که نشان‌دهنده رابطه‌ای مستقیم و قوی میان این متغیرهاست.

بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که ضرایب هم‌بستگی در وضعیت سطح برای قیمت‌های نفت، رفتاری مشابه یکدیگر دارند. هم‌چنین، از بررسی ضرایب هم‌بستگی میان گازهای منطقه‌ای با یکدیگر و قیمت‌های نفت، به نظر می‌رسد که هم‌بستگی بازارهای گاز از عوامل منطقه‌ای تأثیر می‌پذیرد.

برای تبیین دقیق‌تر، در جدول (۵) به بررسی ضرایب هم‌بستگی پیرسن برای تفاضل مرتبه اول متغیرهای پژوهش پرداخته شده است. نتایج حاصل مشابه با وضعیت در سطح است. ضرایب هم‌بستگی برای تفاضل مرتبه اول قیمت‌های نفت با اندکی کاهش، عددی مثبت و بیش از ۰/۹ را نمایش می‌دهد که دلالت بر رابطه مستقیم و بسیار قوی میان تفاضل مرتبه اول آن‌ها دارد.

ضرایب هم‌بستگی پیرسن میان تفاضل مرتبه اول قیمت‌های گاز نیز مشابه وضعیت در سطح تفاوت نحوه ارتباط میان قیمت‌های گاز با یکدیگر را نمایش می‌دهد. ضریب هم‌بستگی میان گاز هنری هاب با گاز اروپا در تفاضل مرتبه اول، مقدار ۰/۱۶ و هم‌بستگی آن با تفاضل مرتبه اول گاز ژاپن مقدار ۰/۱۲- می‌باشد و این نتایج بر رابطه مستقیم و ضعیف میان گاز هنری هاب با گاز اروپا و رابطه عکس و ضعیف با گاز ژاپن دلالت دارد که این مقادیر در مقایسه با وضعیت در سطح اندکی کاهش را نشان می‌دهند.

نتایج جدول (۳) نشان می‌دهد ضریب هم‌بستگی میان تفاضل مرتبه اول گاز هنری هاب و تفاضل مرتبه اول قیمت نفت وست تگزاس اینترمدیت برابر با مقدار ۰/۱۸ است که نشان‌دهنده رابطه‌ای ضعیف و مثبت میان آن‌هاست. هم‌چنین ضریب هم‌بستگی میان تفاضل مرتبه اول گاز هنری هاب و با تفاضل مرتبه اول قیمت‌های نفت برنت و دویی در حدود ۰/۰۴ است که مقادیری اندک هستند. به این ترتیب، ارتباط میان تفاضل مرتبه اول گاز هنری هاب و تفاضل مرتبه اول قیمت‌های نفت برنت و دویی بسیار ضعیف ارزیابی می‌شود.

جدول ۳. نتایج ماتریس هم‌بستگی میان متغیرهای مورد بررسی با وقفه یک

گاز ژاپن (-۱)	گاز اروپا (-۱)	گاز هنری هاب (-۱)	نفت دبی (-۱)	نفت برنت (-۱)	نفت WTI (-۱)	
۰/۷۲۹۰	۰/۷۱۷۶	۰/۱۸۴۸	۰/۹۶۷۲	۰/۹۶۸۸	۱	نفت WTI (-۱)
۰/۷۴۲۶	۰/۷۷۱۳	۰/۰۴۱۵	۰/۹۸۷۹	۱	۰/۹۶۸۸	نفت برنت (-۱)
۰/۷۳۴۵	۰/۷۱۹۱	۰/۰۴۶۹	۱	۰/۹۸۷۹	۰/۹۶۷۲	نفت دبی (-۱)
-۰/۱۲۸۴	۰/۱۶۹۳	۱	۰/۰۴۶۹	۰/۰۴۱۵	۰/۱۸۴۸	گاز هنری هاب (-۱)
۰/۷۳۷۱	۱	۰/۱۶۹۳	۰/۷۱۹۱	۰/۷۷۱۳	۰/۷۱۷۶	گاز اروپا (-۱)

گاز ژاپن (-۱)	گاز اروپا (-۱)	گاز هنری هاب (-۱)	نفت دبی (-۱)	نفت برنت (-۱)	نفت WTI (-۱)	
۱	۰/۷۳۷۱	-۰/۱۲۸۴	۰/۷۳۴۵	۰/۷۴۲۶	۰/۷۲۹۰	گاز ژاپن (-۱)

منبع: یافته‌های پژوهش

۲-۴. آزمون ریشه واحد

برای بررسی وجود ریشه واحد در داده‌های قیمت نفت و گاز از آزمون‌های استاندارد و فصلی استفاده شده است؛ بر این اساس، نخست، آزمون‌های دیکی فولر تعمیم‌یافته^۱ و فیلیپس-پرون^۲ انجام شدند که نتایج دلالت بر ناپایداری تمامی سری‌های زمانی به جز گاز هنری هاب داشت که در ادامه، این سری‌ها پس از یک‌بار تفاضل‌گیری، ایستا شدند.

برای بررسی ریشه واحد فصل دو، سه، چهار، شش و دوازده‌ماهه از آزمون هگی (HEGY)^۳ استفاده شده است. نتایج آزمون برای تمامی متغیرها نشان می‌دهد که داده‌ها تنها دارای ریشه واحد ساده هستند و پدیده ریشه واحد در آن‌ها از اثرات فصلی تبعیت نمی‌کند.

هم‌چنین آزمون جوهانسون که با هدف بررسی وجود رابطه هم‌انباشتگی میان متغیرها انجام شده است، نشان می‌دهد بازار گاز هنری هاب و بازار نفت وست تگزاس اینترمدیت، دارای رابطه هم‌انباشتگی نیستند؛ اما بازار گاز اروپا با بازار نفت برنت و بازار گاز ژاپن با بازار نفت دویی دارای رابطه هم‌انباشتگی معنادار هستند.

بررسی رابطه علی میان متغیرها توسط آزمون علیت گرنجر در جدول (۴) نشان می‌دهد در بازه زمانی مورد مطالعه، بازارهای نفت و گاز در آمریکا علیت گرنجر یکدیگر نیستند؛ اما رابطه علی در بازار اروپا و آسیا به صورت رابطه‌ای یک‌طرفه است که از سوی بازار نفت به سوی بازار گاز برقرار است. به سخن دیگر، نوسانات قیمت نفت بر بازار گاز در اروپا و آسیا موثر است؛ اما عکس این قضیه صادق نیست و نوسانات بازار گاز علت نوسانات نفت نیست.

¹ Augmented Dickey-Fuller Test Statistic

² Philips-Perron Test

³ Hylleberg, Engle, Granger And Yoo

جدول ۴. نتایج آزمون علیت گرنجر

بازار	فرض صفر	تعداد مشاهدات	آماره F	سطح معناداری
آمریکا	گاز هنری هاب علیت گرنجر نفت WTI نیست.	۲۳۰	۰/۳۶۰۳	۰/۶۹۷۸
	نفت WTI علیت گرنجر گاز هنری هاب نیست.	۲۳۰	۰/۲۹۴۵	۰/۷۴۵۲
اروپا	گاز اروپا علیت گرنجر نفت برنت نیست.	۲۳۰	۱/۱۸۸۶	۰/۳۰۶۵
	نفت برنت علیت گرنجر گاز اروپا نیست.	۲۳۰	۲۶/۳۱۸۳	۰/۰۰۰۰
آسیا	گاز ژاپن علیت گرنجر نفت دبی نیست.	۲۳۰	۱/۰۹۶۰	۰/۳۳۶۰
	نفت دبی علیت گرنجر گاز ژاپن نیست.	۲۳۰	۵۱/۳۱۹۹	۰/۰۰۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

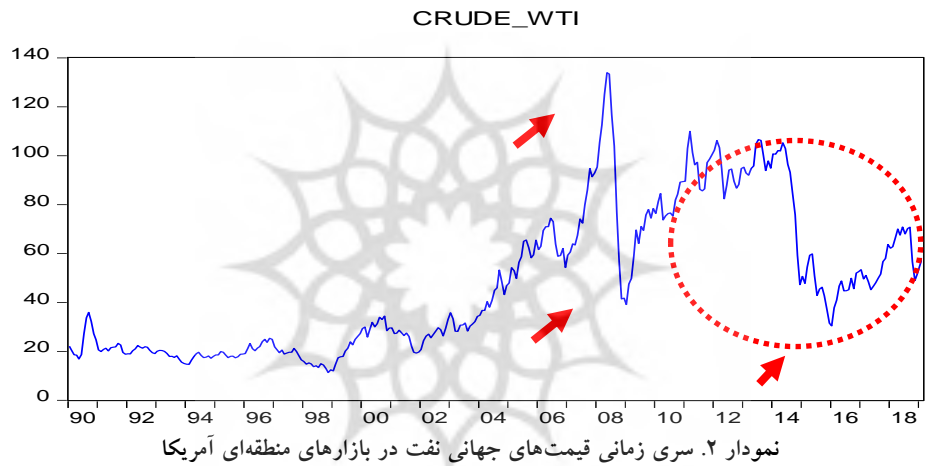
حال با هدف توصیف دقیق‌تر تاثیرپذیری قیمت گاز از قیمت نفت، هر یک از مناطق به تفکیک مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

۳-۴. بازار آمریکا

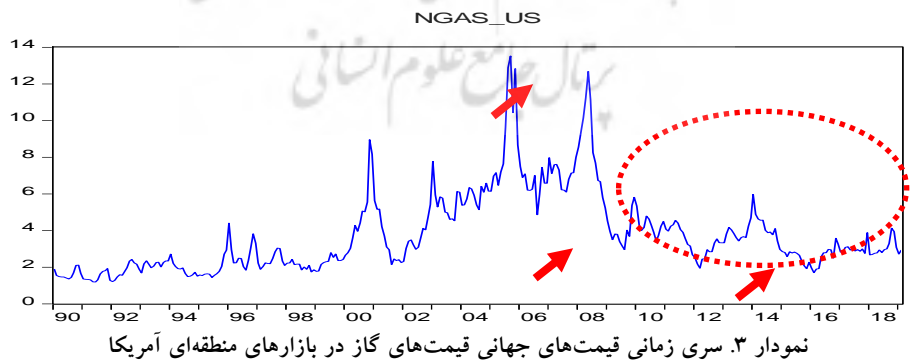
نتایج آزمون هم‌انباشتگی و وقایع‌نگاری رفتار دو بازار گاز و نفت در این منطقه، حاکی از جدا شدن تاثیرپذیری بازار گاز هنری هاب از بازار نفت وست تگزاس ایترمدیت است. مدرسی (۱۳۹۱) در پژوهش خود دریافته است یکی از دلایل عمده ساختاری این جدا شدن را باید در توسعه بازار مالی گاز در این منطقه جستجو کرد؛ به باور وی، گسترش بازار مالی گاز در سه دهه اخیر موجب شده گاز به عنوان کالایی مستقل از نفت مورد داد و ستد قرار گیرد.

برای دلایل فنی عدم تبعیت قیمت گاز از قیمت نفت در این منطقه به ویژه پس از بحران سال ۲۰۰۸ در آمریکا، می‌توان به مواردی چون وجود مازاد عرضه انرژی به ویژه در بخش نفت شیل و کشف منابع گاز شیل اشاره کرد. «انقلاب نفت شیل» در آمریکا موجب شده است کنگره این کشور در سال ۲۰۱۶ پس از ۴۰ سال، ممنوعیت صادرات نفت این کشور را لغو نماید. امروزه، کشور آمریکا به‌طور متوسط با تولید روزانه ۱۲/۴ میلیون بشکه در روز، با پیشی گرفتن از عربستان با تولید روزانه ۹/۹ میلیون بشکه نفت به رتبه نخست تولید نفت در جهان

دست یافته است. از این رو، مازاد عرضه انرژی در بخش نفت آمریکا، تأثیرات شدیدی بر بازار گاز این کشور داشته است. بازتاب این مازاد عرضه انرژی در حوزه سیاسی، سیاست‌گذاران در آن کشور را بر آن داشته است تا با اجرای سیاست‌های مقررات‌زدایی از یک سو و اعمال تحریم صادرات نفت و گاز بر کشورهایمانند ایران و ونزوئلا از سوی دیگر، بازارهای صادراتی خود در کشورهای آسیایی عمده واردکننده انرژی مانند کره جنوبی، ژاپن، هند، چین و کشورهای اروپایی را گسترش دهند. در نمودارهای (۲ و ۳) رخدادهای مهم حوزه نفت و گاز منطقه آمریکا ترسیم شده است.



منبع: یافته‌های پژوهش



منبع: یافته‌های پژوهش

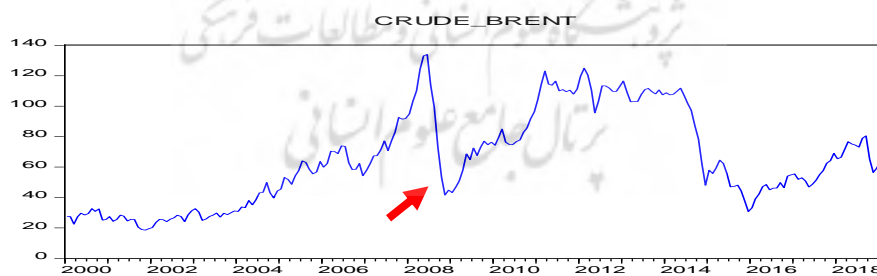
۴-۴. بازار اروپا

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد میان بازار نفت و گاز در منطقه اروپا، رابطه هم‌انباشتگی وجود دارد. رابطه بلندمدت دو متغیر با توجه به برازش مدل تصحیح خطای برداری، از رابطه (۳) پیروی می‌نماید.

$$NGAS_EU = 0/8065 + 0/1026 \times CRUDE_BRENT \quad (3)$$

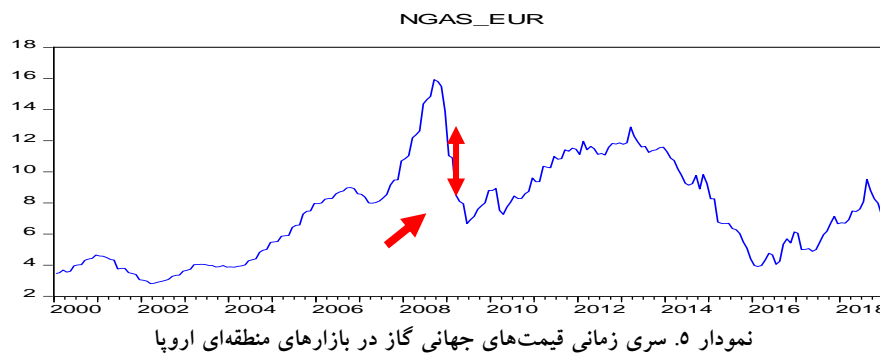
رابطه (۳) بیان می‌کند که افزایش یک درصدی در قیمت نفت برنت، موجب افزایش ۰/۱۰۲۶ درصدی در قیمت گاز اروپا می‌شود. هم‌چنین ضریب تصحیح خطای به دست آمده برای مدل تصحیح خطای برداری نشان می‌دهد در صورت انحراف قیمت گاز از تعادل بلندمدت، با سرعت ۰/۱۲۷۵ نسبت به تعادل بلندمدت خود هم‌گرا می‌شود.

هم‌چنین، نمودارهای (۴ و ۵) نشان می‌دهد هم‌سویی رفتار قیمت نفت و گاز در اروپا پس از بحران اقتصادی سال ۲۰۰۸، برخلاف منطقه آمریکا، تداوم یافته است. در تایید نتایج آزمون هم‌انباشتگی، در نمودارهای (۴ و ۵) رفتاری هم‌سو میان متغیرهای قیمت نفت و گاز در منطقه اروپا مشاهده می‌شود. از دلایل رخداد چنین پدیده‌ای، نیاز گسترده به واردات انرژی و مصرف بالای آن در کشورهای صنعتی مانند آلمان است. به دلیل وجود شبکه گسترده خطوط لوله انتقال گاز، به ویژه از کشور روسیه، جایگزین نمودن گاز با نفت در این منطقه، آسان‌تر از سایر نقاط جهان انجام می‌شود.



نمودار ۴. سری زمانی قیمت‌های جهانی نفت در بازارهای منطقه‌ای اروپا

منبع: یافته‌های پژوهش



منبع: یافته‌های پژوهش

۴-۵. بازار آسیا

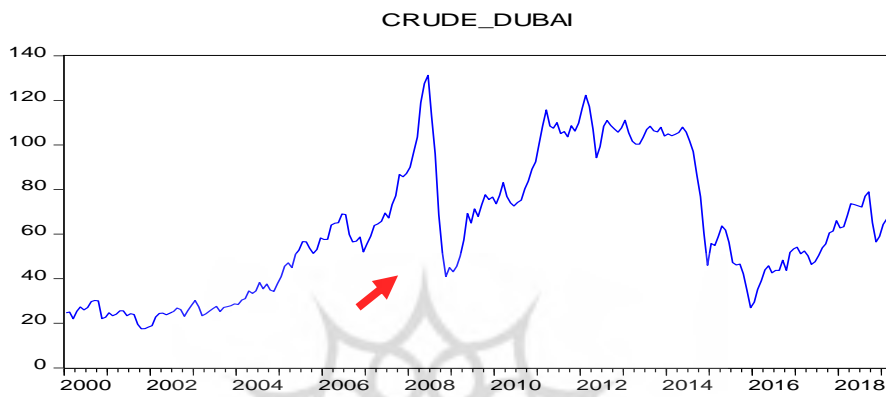
یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد میان بازار نفت و گاز در منطقه آسیا نیز رابطه هم‌انباشتگی وجود دارد و از برازش مدل تصحیح خطای برداری مشاهده می‌شود رابطه بلندمدت دو متغیر به صورت رابطه (۴) است.

$$NGAS_{JP} = 0/5146 + 0/1426 \times CRUDE_{DUBAI} \quad (4)$$

رابطه (۴) نشان می‌دهد افزایش یک درصدی قیمت نفت خام در بازار دبی، قیمت گاز در بازار ژاپن را ۰/۱۰۲۶ درصد افزایش می‌دهد. هم‌چنین ضریب تصحیح خطای به دست آمده برای مدل تصحیح خطای برداری نشان می‌دهد در صورت انحراف قیمت گاز ژاپن از تعادل بلندمدت، با سرعت ۰/۱۶۳۵ نسبت به تعادل بلندمدت خود هم‌گرا می‌شود.

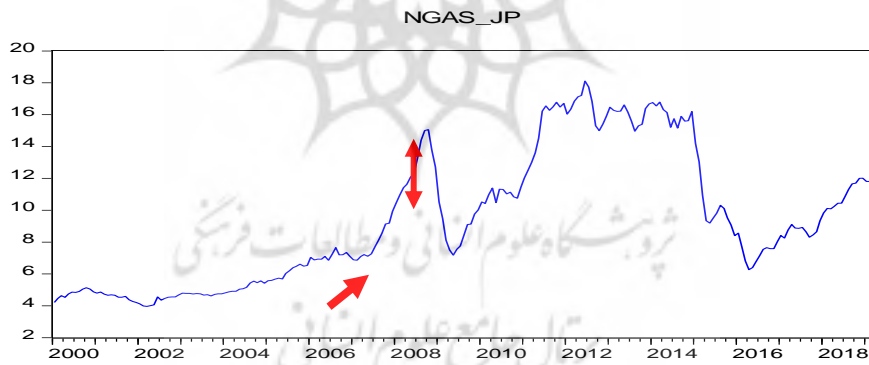
همان‌گونه که نمودارهای (۶ و ۷) نمایش می‌دهند، به دلیل تقاضای بالای مصرف انرژی و نیاز به واردات گسترده در بازار آسیا، به ویژه کشورهای ژاپن، کره، هند و چین، رفتار قیمت نفت و گاز در این منطقه مشابه قاره اروپاست و با یکدیگر هم‌سو هستند. هم‌چنین از آنجا که بخش عمده‌ای از تقاضای نفت کشورها توسط نفت خاورمیانه تامین می‌شود، هم‌سویی میان قیمت این نفت با قیمت گاز وارداتی ژاپن به روشنی مشهود است. از وقایع‌نگاری قیمت نفت و گاز در این منطقه مشاهده می‌شود که افزایش قیمت گاز پس از بحران اقتصادی سال ۲۰۰۸ آمریکا در این منطقه بیش از اروپاست که از دلایل اصلی رخداد چنین پدیده‌ای به رشد

روزافزون تقاضای گاز در کشورهای هند و چین از یک‌سو و بالاتر بودن هزینه‌های حمل و نقل دریایی در این منطقه در مقایسه با روش انتقال به کمک خط لوله گاز در اروپا اشاره کرد.



نمودار ۶. نمایش سری زمانی قیمت‌های جهانی نفت در بازارهای منطقه‌ای آسیا

منبع: یافته‌های پژوهش



نمودار ۷. نمایش سری زمانی قیمت‌های جهانی گاز در بازارهای منطقه‌ای آسیا

منبع: یافته‌های پژوهش

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به تفاوت‌های توزیع منابع نفت و گاز در مناطق مختلف جهان، تفاوت‌های فناوری استخراج در کشورهای صادرکننده این منابع، عوامل طبیعی، اثرات فصلی و میزان

توسعه‌یافتگی بازارهای مالی موجب شده است که تاثیرپذیری قیمت‌های منطقه‌ای گاز از قیمت نفت با تفاوت‌هایی در مناطق مختلف همراه باشد. بر این اساس، یافته‌های پژوهش حاکی از این است که رابطه بلندمدت میان قیمت نفت و قیمت گاز در منطقه آمریکا به دلایلی چون پیشرفت فناوری استخراج منابع نفت و گاز و نیز توسعه بازار معاملات گاز از یکدیگر جدا شده است؛ اما، در بازارهای آسیا و اروپا به دلیل تقاضای گسترده واردات این حامل‌های انرژی، همچنان ارتباط بلندمدت میان این متغیرها برقرار است و افزایش قیمت گاز پس از بحران سال ۲۰۰۸ در آمریکا، باعث شده در بازار آسیا بیش از اروپا باشد. بر اساس آزمون علیت گرنجر، در بازار اروپا و آسیا رابطه علی میان نفت و گاز، یک‌طرفه از سوی نفت به سمت گاز بوده است؛ بنابراین، در بازارهای یاد شده، نوسانات قیمت نفت بر نوسانات قیمت گاز منطقه‌ای موثر است و نوسانات بازار گاز بر بازار نفت بی‌تاثیر است.

نتایج تخمین‌ها نشان می‌دهد همچنان رابطه بلندمدت میان بازارهای نفت و گاز در دو منطقه آسیا و اروپا برقرار است و سرعت تعدیل در آسیا بیش از سرعت تعدیل و بازگشت به تعادل بلندمدت در اروپاست.

با توجه به یافته‌های پژوهش، توصیه‌های سیاستی به شرح زیر ارائه می‌گردد. نظر به اینکه خریداران عمده نفت و گاز در آسیا، سهم بزرگی از نیازهای انرژی خود را از خاورمیانه و از مسیر دریایی تامین می‌کنند، پیشنهاد می‌شود توسعه زیرساخت‌های حمل و نقل دریایی در بخش نفت و گاز در اولویت قرار گیرد.

با توجه به مازاد عرضه نفت و گاز شیل در آمریکا و روابط تجاری گسترده این کشور با خریداران عمده نفت و گاز در جهان، جهت حفظ مشتریان فعلی و توسعه بازارها پیشنهاد می‌شود، در شرایط قراردادهای نفت و گاز بازنگری و انعطاف‌پذیری بیش‌تری اعمال گردد. به دلیل اهمیت نقش بازارهای مالی در تسهیل معاملات نفت و گاز، پیشنهاد می‌گردد عرضه عمده نفت و گاز از طریق بورس انرژی مورد توجه ویژه قرار گیرد.

منابع

- رحیمی، غلامعلی (۱۳۸۶). بررسی مکانیزم‌های قیمت‌گذاری گاز طبیعی در مناطق مختلف، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۴(۱۳): ۹۶-۱۲۱.
- مدرس، میترا (۱۳۹۱). روش‌های قیمت‌گذاری بین‌المللی نفت و گاز، تهران: انتشارات هزاره سوم.
- محمدی، تیمور، قاسمی، عبدالرسول، نکونام، امیر (۱۳۹۷). واکنش قیمت گاز طبیعی نسبت به تغییرات قیمت نفت خام در بازار منطقه‌ای اروپا و آسیا: رهیافت رژیم مارکوف برداری. پژوهش‌نامه اقتصاد انرژی ایران، ۷(۲۷): ۳۰-۱.
- محمدی، تیمور، آماده، حمید، تلکلیف، عاطفه، قدیمی دیزج، خلیل (۱۳۹۸). اثر آزادسازی قیمت گاز طبیعی بر تاب‌آوری سیستم گازرسانی در ایران، پژوهشنامه بازرگانی.
- منصور کیایی، اسحاق (۱۳۸۷). تخمین رابطه میان قیمت نفت خام و گاز طبیعی مایع شده (LNG). فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۵(۱۸): ۹۹-۱۲۱.
- Asche, F. Oglend, A., & Osmundsen, P. (2017). Modeling UK natural gas prices when gas prices periodically decouple from the oil price. *The Energy Journal*, 38(2): 131-148.
- Batten, J. A., Ciner, C., & Lucey, B. M. (2017). The dynamic linkages between crude oil and natural gas markets. *Energy Economics*, 62: 155-170.
- BP Statistical Review of World Energy, (2019). 68th edition.
- De Menezes, L. M., Russo, M., & Urga, G. (2019). Measuring liquidity in gas markets: The case of the UK National Balancing Point (No. RB201906).
- Engle, R. F., & Granger, C. W. (1987). Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing. *Econometrica*, 55(2): 251-276.
- Granger, C. W. (1988). Causality, cointegration, and control. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2-3): 551-559.
- Hartley, P. R., Medlock III, K. B., & Rosthal, J. E. (2008). The relationship of natural gas to oil prices. *The Energy Journal*, 29(3): 47.
- Hylleberg, S., Engle, R. F., Granger, C. W., & Yoo, B. S. (1990). Seasonal integration and cointegration. *Journal of econometrics*, 44(1-2): 215-238.
- Johansen, S. (1991). Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in Gaussian vector autoregressive models. *Econometrica: journal of the Econometric Society*: 1551-1580.
- Melling, A. J. (2010). *Natural gas pricing and its future: Europe as the battleground*. Carnegie Endowment for International Peace.

- Panagiotidis, T., & Rutledge, E. (2007). Oil and gas markets in the UK: Evidence from a cointegrating approach. *Energy economics*, 29(2): 329-347.
- Ramberg, D. J. (2010). The relationship between crude oil and natural gas spot prices and its stability over time (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).
- Villar, J. A., & Joutz, F. L. (2006). The relationship between crude oil and natural gas prices. *Energy Information Administration, Office of Oil and Gas*, 1-43.

