فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی/ سال چهاردهم / شماره ۵۸/ پاییز ۱۳۹۷/ صفحات ۲۶-۱

واکنش قیمت گاز طبیعی نسبت به تغییرات قیمت نفت‌خام در بازارهای گاز منطقه‌ای اروپا و آمریکا: مدل انتقال رژیم برداری

تیمور محمدی[۱]
دانشیار اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبایی، atmahmadi@gmail.com

عبدالرسول قاسمی
دانشیار اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبایی، ghasemi.a@hotmail.com

مهدی عسلی
استادیار اقتصاد، مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، mehdi.asali@gmail.com

امیر نکونام
دانشجوی دکتری اقتصاد پردیس تحصیلات تکمیلی دانشگاه علامه طباطبایی، amir_nekounam@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۹/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۵/۲۱

چکیده

این مقاله به بررسی واکنش قیمت گاز طبیعی نسبت به قیمت نفت‌خام در بازارهای منطقه‌ای اروپا و آمریکا می‌پردازد. قیمت گاز طبیعی در بازارهای منطقه‌ای متفاوت بوده و عمدتاً از قیمت نفت‌خام تبعیت می‌کند. متغیرهای اقتصادی از جمله قیمت نفت‌خام و گاز طبیعی در طول زمان، دچار التهابات و نوسانات شدیدی شده که در این حالت مدل‌های غیرخطی بر رگرسیون‌های خطی ارجحیت دارد. مدل انتقال رژیم، چارچوب انعطاف‌پذیر و پویایی را برای مدل‌های غیرخطی و انتقال‌های ناگهانی فراهم می‌نماید. در این مقاله در قالب مدل انتقال رژیم مارکف برداری، میزان اثرپذیری قیمت گاز از قیمت نفت طی دوره زمانی ژانویه ۱۹۹۶ تا ژوئن ۲۰۱۷ مورد سنجش قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که قیمت نفت، در برخی رژیم‌ها اثر مستقیم بر قیمت گاز داشته و در برخی رژیم‌های دیگر اثر معکوس دارد. در اروپا وقفه اول قیمت نفت یک ماه اثر معکوس و ۱۶ ماه اثر مستقیم بر قیمت گاز دارد. در این منطقه، وقفه دوم قیمت نفت در هر دو رژیم اثر مستقیم بر قیمت گاز دارد. در آمریکا، ۲ ماه وقفه اول قیمت نفت و ۱۸ ماه وقفه دوم قیمت نفت‌خام اثر مستقیم بر قیمت گاز دارد. همچنین آزمون علیت گرنجری نشان می‌دهد علیت از قیمت نفت به قیمت گاز می‌باشد.

طبقه‌بندی JEL: C14، C34، Q30

کلیدواژه‌ها: قیمت گاز طبیعی، قیمت نفت‌خام، بازارهای منطقه‌ای، مدل انتقال رژیم مارکف برداری

---

۱. نویسنده مسئول

۱- مقدمه

انرژی یکی از عوامل اصلی تولید بوده و تغییرات قیمت آن، می‌تواند اثرات متفاوتی بر تولید داشته باشد. منابع انرژی را می‌توان بر اساس طبیعت ماهیت آن‌ها، به منابع تجدیدپذیر و منابع پایان‌پذیر طبقه‌بندی نمود. براساس این طبقه‌بندی نفت و گاز جزء منابع پایان‌پذیر می‌باشند. مصرف منابع تجدیدناپذیر موجب کاهش سریع ظرفیت ذخایر آن می‌شود که طبیعت به هیچ وجه نمی‌تواند آن‌ها را مجدداً جایگزین و یا جبران نماید. به دلیل ویژگی خاص و تهی شوندگی[1] این منابع، قیمت‌گذاری آن‌ها متفاوت از قیمت‌گذاری کالاهای رایج اقتصادی بوده و باعث به وجود آمدن شاخه‌ای از علم اقتصاد با عنوان اقتصاد منابع پایان‌پذیر گردیده است. نرخ کمیابی در قیمت منابع پایان‌پذیر نقش اساسی دارد. این موضوع اولین بار در سال ۱۹۳۱ توسط هاتلینگ[2] مطرح و به قانون هاتلینگ معروف گردید.

در خصوص قیمت نفت مطالعات گسترده‌ای انجام شده است. که همیلتون[3] (۲۰۰۸) از دکترین اقتصاد انرژی در مقاله شناخت قیمت نفت‌خام بیان می‌نماید که قیمت نفت‌خام در بلندمدت با نرخ کمیابی آن (نرخ بهره) رشد می‌نماید. تئوری‌های اقتصادی نشان می‌دهد که قیمت گاز طبیعی و نفت‌خام با هم رابطه دارند اما این رابطه در زمان‌ها و مکان‌های مختلف، همگن و یکسان نمی‌باشد. همچنان‌که مشاهدات، این تئوری را تأیید می‌نماید[4]. گاز طبیعی و نفت‌خام در مصرف جانشین و در تولید مکمل یکدیگر می‌باشند؛ عوامل اقتصادی به‌وسیله عرضه و تقاضا، قیمت‌های نفت و گاز طبیعی را به هم پیوند می‌دهند. رفتار بازار نشان می‌دهد، که تغییرات گذشته قیمت نفت‌خام، قیمت گاز طبیعی را تغییر می‌دهد، اما قیمت گاز طبیعی تأثیر چندانی بر قیمت نفت‌خام ندارد. یکی از دلایل این ارتباط نامتقارن می‌تواند اندازه نسبی این دو بازار باشد. قیمت نفت‌خام در بازار جهانی تعیین می‌گردد، درحالی‌که بازارهای گازطبیعی به‌صورت منطقه‌ای از یکدیگر تفکیک شده‌اند. در نتیجه بازار گاز طبیعی، بسیار کوچک‌تر از بازار جهانی نفت‌خام می‌باشد بنابراین رویدادها و یا شرایط بازار گاز طبیعی نمی‌تواند بر

1. Depletion
2. Hotelling
3. Hamilton
4. Jose and Villar (2006)

قیمت جهانی نفت تأثیرگذار باشد. این موضوع در تحقیق حاضر بر اساس آزمون علیت گرنجری تأیید گردیده است.

متغیرهای اقتصاد کلان و بازارهای مالی در زمان‌ها و رژیم‌های مختلف، دچار التهابات و نوسانات ناگهانی می‌گردند که در این حالت استفاده از مدل‌های غیرخطی بر مدل‌های خطی ارجحیت دارند. مدل انتقال رژیم مارکف، چارچوب انعطاف‌پذیری برای سری‌های غیرخطی و انتقال‌های ناگهانی فراهم می‌نماید[1]. لذا در این مقاله در قالب مدل اقتصادسنجی انتقال رژیم مارکف برداری به بررسی واکنش قیمت گاز طبیعی نسبت به قیمت نفت‌خام پرداخته شده است.

این مقاله در شش بخش تدوین گردیده است. در ادامه و در بخش دوم، مبانی و ادبیات نظری موضوع و در بخش سوم پیشینه تحقیق ارائه گردیده است. در بخش چهارم، روش تحقیق و در بخش پنجم نتایج تخمین مدل‌ها و در نهایت در بخش ششم نتیجه‌گیری و پیشنهاد ارائه گردیده است.

۲- ادبیات نظری تحقیق

قیمت کالاها و خدمات اصولاً از طریق عرضه و تقاضای آن کالا تعیین می‌گردند. ریکاردو[2] (۱۸۱۷) اعتقاد داشت کار روی یک محصول، ارزش آن را تعیین می‌نماید. استورات میل[3] (۱۸۸۵) معتقد بود هزینه تولید کالا، قیمت یک کالا را تعیین می‌نماید. اصولاً اقتصاددانان مکتب کلاسیک، هزینه‌های تولید را تعیین‌کننده قیمت یک کالا می‌دانستند. اقتصاددانان نئوکلاسیک و مارژینالیست‌ها مطلوبیت نهایی را مؤثر بر ارزش کالا و تقاضا را اثرگذار بر قیمت کالاها می‌دانستند. مارشال[4] (۱۸۹۸) بیان می‌نماید هر دو سوی عرضه و تقاضا، در تعیین قیمت بازار نقش دارند؛ اما اثر غالب و تعیین‌کننده عرضه و تقاضا طی دوره‌های زمانی آنی[5]، کوتاه‌مدت و بلندمدت متفاوت می‌باشد. در دوره لحظه‌ای و آنی به دلیل عدم امکان تغییر عرضه، تقاضا قیمت را تعیین می‌کند. در

1. Hamilton (1989)
2. Ricardo
3. Stuart Mill
4. Marshall
5. Temporary

کوتاه‌مدت هم عرضه و هم تقاضا در تعیین قیمت اهمیت داشته و در بلندمدت، هزینه‌های تولید و یا عرضه نقش کلیدی در تعیین قیمت بازار دارند[۱].

نفت و گاز جزء منابع پایان‌پذیر بوده و می‌دانیم که نرخ یا رانت کمیابی نیز در قیمت منابع تجدیدناپذیر اهمیت دارد. قیمت این منابع در تابع عرضه می‌تواند تابع میزان ذخایر باشد. با عرضه این منابع به دلیل تهی‌شوندگی منبع، ذخایر کاهش یافته و لذا در صورت عدم کشف منابع جدید، افزایش تولید می‌تواند باعث افزایش قیمت آن گردد. از طرف تقاضا نیز قیمت می‌تواند متأثر از قیمت کالاهای جایگزین، دمای هوا، درآمد ملی و ... باشد. در کوتاه‌مدت و میان‌مدت معمولاً تغییری در تکنولوژی تولید از منابع تجدیدناپذیر ایجاد نمی‌شود و لذا عرضه کم کشش بوده و اثر مسلط در تعیین قیمت می‌تواند تقاضا باشد.

گاز طبیعی و نفت‌خام در مصرف جانشین یکدیگر و در تولید می‌توانند مکمل یکدیگر باشند. عواملی که باعث ایجاد رابطه بین قیمت‌های نفت‌خام و گاز طبیعی می‌گردند؛ عبارتند از[۲]:

۱: بخش تقاضا: گاز طبیعی و نفت‌خام، جانشین رقابتی و نزدیک یکدیگر در بخش‌های صنعتی و مصرفی اقتصاد برده و در بلندمدت درجه جانشینی این دو کالا زیاد است. افزایش قیمت نفت می‌تواند باعث انگیزش مصرف‌کنندگان گردد که گاز طبیعی را جانشین محصولات نفتی نمایند؛ لذا افزایش قیمت نفت‌خام منجر به افزایش تقاضای گاز طبیعی و قیمت آن خواهد شد.

۲: بخش عرضه افزایش قیمت نفت و تأثیر بر عرضه گاز طبیعی می‌تواند سه نوع اثر متفاوت داشته باشد:

۲-۱: گاز طبیعی به دو شکل گازهای همراه[۳] و غیرهمراه استخراج می‌گردد. گاز همراه، گازی است که در ذخایر نفت‌خام به‌صورت گاز آزاد (همراه) و یا گاز محلول در نفت‌خام (گاز حل شده) وجود دارد. گاز غیرهمراه گازی است که ذخایر آن با ذخایر نفت‌خام اشتراکی ندارند. افزایش تقاضای نفت‌خام که باعث افزایش قیمت آن می‌گردد،

---

۱. تفضلی (۱۳۹۴)

2. Villar and Joutz (2006)
3. Associated Gas

سبب افزایش عرضه نفت و گاز طبیعی به‌عنوان تولید مشترک نفت[1] می‌گردد؛ لذا با افزایش عرضه گاز طبیعی، قیمت آن تمایل به کاهش خواهد داشت؛ در نتیجه در این حالت با افزایش قیمت نفت‌خام، قیمت گاز طبیعی کاهش می‌یابد.

۲-۲: عوامل تولید نفت‌خام و گاز طبیعی مانند نیروی کار متخصص و سکوهای حفاری می‌توانند یکسان باشند. افزایش قیمت نفت‌خام که به دلیل افزایش تقاضای نفت به وجود آمده سبب افزایش فعالیت‌های اکتشاف، حفاری، تولید و توسعه‌ای نفت‌خام می‌گردد و افزایش هزینه‌های تولید می‌تواند منجر به کاهش عرضه نفت گردد. به دلیل عوامل تولید مشترک نفت‌خام و گاز طبیعی، هزینه‌های تولید و توسعه گاز طبیعی افزایش می‌یابد لذا عرضه گاز طبیعی کاهش و از این‌رو افزایش قیمت گاز طبیعی متصور خواهد بود؛ بنابراین در چنین شرایطی با افزایش قیمت نفت‌خام به دلیل افزایش هزینه‌های تولید، قیمت گاز طبیعی افزایش می‌یابد.

۲-۳: افزایش قیمت نفت‌خام باعث افزایش نقدینگی و منابع مالی به منظور اجرای پروژه‌های حفاری و توسعه نفت‌خام می‌گردد و انتظار می‌رود فعالیت‌های حفاری و توسعه‌ای در صنعت گاز نیز افزایش یابد. لذا با افزایش قیمت نفت‌خام به دلیل افزایش تقاضای آن، پروژهای حفاری و توسعه گاز طبیعی افزایش و عرضه گاز طبیعی افزایش می‌یابد؛ در نتیجه در این حالت با افزایش قیمت نفت‌خام، کاهش قیمت گاز طبیعی متصور خواهد بود.

در نتیجه اثر تغییر قیمت نفت‌خام بر عرضه و قیمت گاز طبیعی بسته به اینکه میزان اثر کدام حالت غالب خواهد بود متفاوت می‌باشد. از این‌رو به لحاظ نظری ارتباط بین قیمت نفت‌خام و قیمت گاز طبیعی وجود دارد و مطالعات تجربی نیز مؤید این مطلب می‌باشد؛ اما میزان و نحوه اثرگذاری در زمان و بازارهای مختلف، متفاوت می‌باشد.

1. Co-product of Oil

۳- پیشینه تحقیق

مطالعات تجربی متفاوتی در خصوص نحوه تعیین قیمت گاز طبیعی در بازارهای بین‌المللی و منطقه‌ای و اثرپذیری آن از قیمت نفت‌خام انجام شده که عمده این مطالعات بر تعامل و واکنش بین قیمت گاز و قیمت سایر سوخت‌ها تمرکز داشته است.

برون و یوسل[1] (۲۰۰۸) در چارچوب همگرایی و استفاده از مدل‌های تصحیح خطا، مکانیزم تعامل بین بازارهای گاز طبیعی و نفت‌خام را در کوتاه‌مدت و بلندمدت بررسی نموده‌اند. آن‌ها از داده‌های هفتگی (هفته اول ژانویه ۱۹۹۴ تا هفته دوم ژوئیه ۲۰۰۶) برای بررسی رابطه بین قیمت هفتگی نفت‌خام و قیمت‌های گاز طبیعی استفاده نمودند. متغیرهای آب و هوا، شرایط ذخایر گاز طبیعی و توقف تولید در خلیج مکزیک را نیز در مدل وارد نموده و آن‌ها نشان دادند که حرکت‌های قیمت نفت‌خام، نقش غالب و مسلط در شکل‌گیری قیمت‌های گاز طبیعی دارد. برون و یوسل دریافتند که گاز طبیعی و محصولات نفتی جانشین یکدیگر هستند. رابطه بین این دو قیمت، در کوتاه‌مدت پیچیده اما در بلندمدت یک رابطه باثبات کامل وجود دارد.

اردوس[2] (۲۰۱۲) با استفاده از مدل تصحیح خطای برداری[3] نشان داد قبل از سال ۲۰۰۹ قیمت‌های گاز طبیعی آمریکا و انگلستان در تعادل بلندمدت با قیمت نفت‌خام بوده و بعد از آن در آمریکا به دلیل انقلاب شیل[4] این رابطه قطع گردیده است. وی در این بررسی از قیمت‌های WTI[5] به‌عنوان پروکسی قیمت جهانی نفت، قیمت گاز هنری هاب[6] در آمریکا و قیمت گاز بازار انگلستان[7] در اروپا استفاده نمود.

نیک و تونس[8] (۲۰۱۴) با استفاده از یک مدل خودرگرسیون برداری ساختاری، بازار گاز آلمان را بررسی نمودند. آن‌ها برای این منظور از داده‌های هفتگی از ژانویه ۲۰۰۸ تا ژوئن ۲۰۱۲ استفاده نموده و نشان دادند در کوتاه‌مدت قیمت گاز طبیعی متأثر از دمای هوا، ذخایر و کمبود عرضه و در میان‌مدت و بلندمدت عمدتاً متأثر از قیمت نفت و زغال سنگ می‌باشد.

---

1. Brown and Yücel
2. Erdős
3. Vector Error Correction Model
4. Shale Revolution
5. West Texas Intermediate
6. Henry Hub
7. The National Balancing Point (UK)
8. Nick and Thoenes

جی و همکاران[1] (۲۰۱۴) تأثیر فعالیت اقتصاد جهانی و قیمت‌های نفت‌خام را بر قیمت‌های وارداتی گازطبیعی بر اساس مدل همجمعی پنل در سه منطقه اصلی بازار گاز طبیعی با استفاده از داده‌های ماهانه از ژانویه ۱۹۹۷ تا اوت ۲۰۱۱ بررسی نمودند. سه نتیجه گرفتند: اول، در هر سه بازار منطقه‌ای جهانی، فعالیت اقتصادی جهان و قیمت‌های نفت‌خام اثر مثبت بلندمدت و معناداری بر قیمت‌های وارداتی گاز طبیعی دارد. (البته تأثیر قیمت‌های بین‌المللی نفت‌خام بر قیمت‌های گاز طبیعی بیشتر از اثر سطح فعالیت‌های اقتصاد جهانی و نیز اثر غالب می‌باشد). دوم، تلاطم قیمت‌های بین‌المللی نفت‌خام اثر منفی بر قیمت‌های وارداتی گاز طبیعی در هر سه بازار دارد و سوم، در هر سه بازار واکنش قیمت‌های وارداتی گاز طبیعی نسبت به افزایش و یا کاهش قیمت‌های جهانی نفت نامتقارن می‌باشد.

لین و لی[2] (۲۰۱۵) بر اساس مدل گارچ چند متغیره[3] اثرات سرریزی[4] بین بازارهای نفت و گاز را بررسی نمودند. در این پژوهش بازارهای گاز طبیعی و نفت‌خام در آمریکا، اروپا و ژاپن به‌صورت مجزا مورد آزمون قرار گرفتند. آن‌ها از داده‌های ماهانه گاز طبیعی در منطقه آمریکا (قیمت سرچاهی)، در اروپا (قیمت گاز وارداتی آلمان)، در ژاپن (قیمت گاز مایع اندونزی) را استفاده نمودند. دوره مورد بررسی ژانویه ۱۹۹۲ تا دسامبر ۲۰۱۲ بود. نتایج تحقیق نشان داد که قیمت‌های گاز ژاپن و اروپا با قیمت‌های نفت برنت همگرا بوده و در منطقه آمریکا بعد از گسترش گاز شیل و آزادسازی بازار گاز، قیمت گاز از قیمت نفت جدا شده است. در تمامی مناطق نیز سرریزی قیمت از بازارهای نفت‌خام به بازار گاز طبیعی بوده است.

یوروسا و بهرامیان[5] (۲۰۱۵) به بررسی و جستجوی رابطه بین قیمت‌های گاز طبیعی و نفت‌خام و مالیات‌ها بین ۱۲ کشور اتحادیه اروپا از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۲ پرداختند. آن‌ها از مدل هم‌جمعی پنل[6] استفاده و نتیجه گرفتند یک رابطه بلندمدت معنادار بین

1. Ji et al.
2. Lin and Li
3. VEC-MGARCH
4. Spillover Effects
5. Yorucu and Bahramian
6. Panel Cointegartion

قیمت‌های گاز طبیعی و نفت‌خام و مالیات‌ها وجود دارد. همچنین از نظر این تحقیق، یک رابطه علیت گرنجری دو طرفه بین قیمت نفت‌خام و گازطبیعی وجود دارد.

گنج و همکاران[1] (۲۰۱۶) به تحلیل مکانیزم قیمت‌های گازطبیعی در بازارهای منطقه‌ای آمریکای شمالی، آسیا و اروپا پرداختند. آن‌ها از روش تجزیه حالت تجربی[2] و نیز روش همبستگی متقابل[3] استفاده نمودند. داده‌های مورد استفاده از قیمت کالاهای اولیه صندوق بین‌المللی پول استخراج گردیده و جامعه آماری آن‌ها ژانویه ۱۹۹۲ تا آپریل ۲۰۱۳ بوده و سه نتیجه یافتند. اول، حوادث اضطراری و عدم تعادل‌های کوتاه‌مدت بین عرضه و تقاضا، تأثیر معناداری بر قیمت‌های گاز طبیعی در منطقه آمریکای شمالی داشته درحالی‌که شرایط روند، نقش اساسی در نوسانات قیمت گاز طبیعی منطقه ژاپن و اروپا دارد. دوم، برخلاف دو بازار دیگر قیمت گاز طبیعی منطقه آمریکای شمالی و قیمت جهانی نفت، مکانیزم واکنش معناداری دارند. سوم، در بازار منطقه‌ای اروپا و آسیا، قیمت‌های نفت نقش مسلط در تعیین قیمت‌های گاز طبیعی دارد.

کاپورین و فونتینی[4] (۲۰۱۷) به بررسی رابطه بلندمدت قیمت گاز طبیعی و نفت در آمریکا با توجه به انقلاب گاز شیل پرداختند. آن‌ها از داده‌های ماهانه طی دوره ۱۹۹۷ تا ۲۰۱۳ استفاده و وجود رابطه بلندمدت تست نمودند. با استفاده از مدل تصحیح خطای برداری نشان دادند که بین قیمت‌های نفت و گاز یک رابطه مثبت بلندمدت یک به یک وجود دارد. تأثیر قیمت نفت بر گاز با در نظر گرفتن انقلاب شیل، بیش از دو برابر قبل گردیده است. این می‌تواند بدین علت باشد که تولید نفت غیرمتعارف که تکنولوژی یکسانی با گاز شیل داشته؛ افزایش یافته و لذا قیمت نفت‌خام و قیمت گاز بعد از انقلاب شیل هر دو کاهش یافته‌اند.

بریجیدا[5] (۲۰۱۴) به مطالعه رابطه بلندمدت قیمت گاز طبیعی و نفت در قالب مدل انتقال رژیم مارکف می‌پردازد. وی مدل بدون رژیم و مدل با دو رژیم را مقایسه و نتیجه می‌گیرد مدل مارکف بر مدل بدون رژیم مزیت دارد. همچنین نتیجه گرفت از سال

1. Geng et al.
2. Empirical Mode Decomposition
3. cross-correlation method
4. Caporin and Fontini
5. Brigida

۲۰۰۰ رابطه بین قیمت گاز طبیعی و نفت قطع نشده و تنها یک انتقال رژیم اتفاق افتاده است.

در مطالعات داخلی، محمدی و طاهرخانی (۱۳۸۸) در مطالعه‌ای با عنوان «بررسی رابطه بین قیمت نفت‌خام و گاز طبیعی» به بررسی و شناسایی تأثیر قیمت نفت‌خام بر گاز طبیعی پرداخته‌اند. آن‌ها با استفاده از مدل خود رگرسیون برداری، اثرات قیمت سبد نفتی اوپک بر قیمت گاز در آمریکا و میزان مصرف را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد یک رابطه هم‌انباشتگی وجود دارد و یک شوک ۱ درصدی قیمت سبد نفتی اوپک، باعث تغییر ۴ درصدی در قیمت گاز طبیعی می‌گردد.

منصور کیایی (۱۳۸۸) در پژوهشی تحت عنوان «تخمین رابطه میان قیمت نفت‌خام و گازطبیعی مایع شده (LNG)، با استفاده از مدل تصحیح خطا» به بررسی رابطه میان قیمت گاز طبیعی و نفت‌خام در بازار آسیا پرداخته است. وی نتیجه می‌گیرد که قیمت‌های گاز در بلندمدت از قیمت‌های نفت‌خام پیروی می‌کند؛ اما نوسانات کوتاه‌مدت می‌تواند منجر به تغییرات قابل توجهی در رابطه نسبی قیمت گاز و نفت‌خام گردد.

بهبودی، اصغرپور و نیکی اسکویی (۱۳۹۵) نیز در مطالعه‌ای به بررسی ارتباط قیمت گاز طبیعی و قیمت نفت‌خام در بازارهای منطقه‌ای گاز جهان پرداخته‌اند. آن‌ها پویایی کوتاه‌مدت و بلندمدت قیمت گاز و قیمت نفت در چهار بازار منطقه‌ای مهم جهان (آمریکای شمالی، انگلستان، آسیا و اروپا) را بررسی و نتیجه گرفتند گرچه رابطه بلندمدت بین قیمت‌های گاز و نفت در بازار آمریکا منفک شده است؛ ولی همچنان در بازارهای انگلستان، اروپا و آسیا ارتباط بلندمدت میان قیمت‌های گاز و نفت برقرار است.

همان‌طور که مشاهده می‌شود عمده مطالعات، قیمت گاز طبیعی را متأثر از قیمت نفت‌خام بیان کرده‌اند. خلاصه پیشینه مطالعاتی تحقیق در جدول (۱) آورده شده است. در این پژوهش نیز به بررسی واکنش قیمت گاز طبیعی نسبت به قیمت نفت‌خام در بازارهای منطقه‌ای آمریکا و اروپا پرداخته می‌شود. وجه تمایز اصلی این پژوهش، استفاده از مدل انتقال رژیم مارکف برداری جهت تجزیه و تحلیل با بهره‌مندی از سری‌های زمانی ماهانه می‌باشد.

جدول ۱. مطالعات پیشین

موضوع تحقیق	سال	نویسندگان	روش تحقیق	نتایج
تعیین قیمت گاز طبیعی	۲۰۰۸	برون و یوسل	چارچوب همگرایی	رابطه باثبات قیمت گاز با نفت در بلندمدت
جدایی قیمت‌های گاز و نفت	۲۰۱۲	اردوس	مدل تصحیح خطای برداری	قیمت گاز آمریکا و انگلستان در تعادل بلندمدت با قیمت نفت می‌باشند و بعد از سال ۲۰۰۹ در آمریکا به دلیل انقلاب شیل این رابطه قطع گردیده است.
قیمت گاز طبیعی	۲۰۱۴	نیک و تونس	مدل خود رگرسیون برداری	در میان‌مدت و بلندمدت قیمت گاز عمدتاً متأثر از قیمت نفت و زغال سنگ می‌باشد.
تأثیر قیمت نفت بر قیمت گاز وارداتی منطقه‌ای	۲۰۱۴	جی، گنج و فن	مدل هم‌جمعی پنل	فعالیت اقتصادی جهان و قیمت نفت‌خام اثر مثبت بلندمدت و معناداری بر قیمت وارداتی گاز طبیعی دارند.
اثرات سرریزی بازارهای نفت و گاز	۲۰۱۵	لین و لی	مدل GARCH چند متغیره	قیمت گاز ژاپن و اروپا با قیمت نفت برنت همگرا می‌باشند و در منطقه آمریکا بعد از گسترش گاز شیل، قیمت گاز از قیمت نفت جدا شده است. در تمامی مناطق، سرریزی قیمت از بازارهای نفت‌خام به بازار گاز طبیعی است.
مدل قیمت‌گذاری گاز طبیعی در ۱۲ کشور اروپایی	۲۰۱۵	یوروسا و بحرامین	مدل هم‌جمعی پنل	یک رابطه بلندمدت معنادار بین قیمت گاز طبیعی و نفت‌خام و مالیات‌ها وجود دارد. همچنین یک رابطه علیت گرنجری دو طرفه بین قیمت نفت‌خام و گاز طبیعی وجود دارد.
تأثیر انقلاب شیل بر بازارهای گاز منطقه‌ای	۲۰۱۶	گنج، جی و فن	تجزیه حالت تجربی و نیز روش همبستگی متقابل	قیمت گاز طبیعی منطقه آمریکای شمالی و قیمت جهانی نفت، مکانیزم واکنش معناداری دارند. در بازار منطقه‌ای اروپا و آسیا، قیمت نفت نقش مسلط در تعیین قیمت گاز طبیعی دارد.
رابطه بلندمدت قیمت نفت و گاز و انقلاب شیل	۲۰۱۷	کاپورین و فونتینی	مدل تصحیح خطای برداری	بین قیمت نفت و گاز یک رابطه مثبت بلندمدت یک به یک وجود دارد. تأثیر قیمت نفت بر گاز با در نظر گرفتن انقلاب شیل، بیش از دو برابر قبل گردیده است.
رابطه انتقال رژیم بین قیمت نفت و گاز	۲۰۱۴	بریجیدا	مدل انتقال رژیم مارکف	از سال ۲۰۰۰ رابطه بین قیمت گاز طبیعی و نفت قطع نگردیده و تنها یک انتقال رژیم اتفاق افتاده است.
بررسی رابطه بین قیمت نفت‌خام و گاز طبیعی	۱۳۸۸	محمدی و طاهرخانی	مدل خود رگرسیون برداری	یک رابطه هم‌انباشتگی وجود دارد و یک شوک ۱ درصدی قیمت سبد نفتی اوپک، باعث تغییر ۴ درصدی در قیمت گاز طبیعی می‌گردد

موضوع تحقیق	سال	نویسندگان	روش تحقیق	نتایج
رابطه میان قیمت نفت‌خام و گاز طبیعی مایع شده	۱۳۸۸	منصور کیایی	مدل تصحیح خطا	قیمت گاز در بلندمدت از قیمت نفت‌خام پیروی می‌کند؛ اما نوسانات کوتاه‌مدت می‌تواند منجر به تغییرات قابل توجهی در رابطه نسبی قیمت گاز و نفت‌خام گردد.
ارتباط قیمت گاز طبیعی و قیمت نفت‌خام در بازارهای منطقه‌ای	۱۳۹۵	بهبودی، اصغرپور و نیکی اسکویی	مدل تصحیح خطا	رابطه بلندمدت بین قیمت گاز و نفت در بازار آمریکا منفک شده است؛ ولی همچنان در بازارهای انگلستان، اروپا و آسیا ارتباط بلندمدت میان قیمت گاز و نفت برقرار است.

۴- روش تحقیق

در این پژوهش رهیافت استفاده شده جهت تجزیه و تحلیل، مدل انتقال رژیم مارکف برداری می‌باشد. بدین منظور مدل با دو رژیم[1] و یا دو حالت[2] در نظر گرفته می‌شود. متغیرهای اقتصادی متحمل حوادثی می‌شوند که سبب می‌شود رفتار سری‌ها یک‌دفعه، تغییرات قابل‌ملاحظه‌ای از خود نشان دهند و دچار جهش‌های شدیدی گردند. متغیرهای اقتصاد کلان، مالی و قیمت نفت و گاز چنین رفتاری را از خود نشان می‌دهند. این‌چنین تغییراتی در سرهای زمانی می‌تواند در نتیجه جنگ، اضطراب‌های مالی و تغییرات قابل توجه در سیاست‌های دولت‌ها باشد. قیمت نفت و گاز نیز در بلندمدت تغییرات قابل‌ملاحظه و سویچی داشته که می‌تواند از الگوی انتقال رژیم مارکف تبعیت نمایند.

ویژگی‌های مدل مارکف

مدل مارکف دارای متغیر مشاهده نشده‌ای به نام s_t می‌باشد که به آن رژیم مارکف گفته می‌شود و تنها می‌تواند ارزش اعداد صحیح[3] بگیرد. احتمال آنکه s_t برابر ارزش j باشد بستگی به گذشته‌های s_t و تنها به دوره‌های ما قبل آن، بستگی دارد:

$$p(s_t = j|s_{t-1} = i, s_{t-2} = k, \dots) = p(s_t = j|s_{t-1} = i) = p_{ij} \qquad (۱)$$

1. Regime
2. State
3. Integer Value

فرض نمایید یک فرایند به‌وسیله زنجیره مارکف N حالتی[1] با احتمال انتقال p_{ij} تعریف گردد که i و j اعداد صحیح به خود می‌گیرند. احتمال انتقال p_{ij}، احتمالی می‌دهد که حالت[2] j بعد از حالت i می‌آید، جمع این احتمالات یک می‌باشد. به عبارت دیگر p_{ij} احتمال انتقال رژیم را نشان می‌دهد. یعنی:

$$p_{i1} + p_{i2} + \cdots + p_{iN} = 1 \qquad (۲)$$

به‌طور مثال، عنصر p_{11}، احتمال قرار گرفتن در زمان t و دوره بعد از آن در رژیم اول و p_{12} احتمال قرار گرفتن در رژیم ۲ و دوره قبل آن در رژیم ۱ را نشان می‌دهد که جمع احتمالات یک می‌باشد.

بیان مدل تصادفی تغییرات در رژیم مارکف

فرض نمایید یک نمونه با اندازه $T(y_1, \dots, y_T)$ و با یک فرایند برداری $(y_t \in R^n)$ وجود داشته باشد. اقتصادسنج‌ها اعتقاد دارند که امکان انتقال گسسته در سطح، واریانس و خود همبستگی y ها وجود دارد. فرض نمایید که K رژیم‌های مختلف از یک مشاهده y_t می‌توان ترسیم نمود. یک متغیر تصادفی اسکالر مشاهده نشده به نام حالت و یا رژیم معرفی می‌گردد. این رژیم مشاهده نشده s_t نام‌گذاری می‌گردد که یک ارزش عدد صحیح $\{1, \dots, K\}$ می‌گیرد. طول وقفه خودرگرسیونی m در نظر گرفته شده و y_t به دوره جاری و m دوره قبلی s_t، m وقفه y_t و بردار پارامترهای θ بستگی دارد. یعنی[3]:

$$p\,(y_t|s_t, s_{t-1}, \dots, y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, ; \theta) \qquad (۳)$$
$$= p\,(y_t|s_t, s_{t-1}, \dots, s_{t-m}, y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-m}\,; \theta)$$
$$\equiv p\left(y_t\middle|z_t;\ \theta\right)$$

که s_t متغیر تصادفی مشاهده نشده (رژیم‌ها) می‌باشد و z_t معادل است با:

$$z_t \equiv (s_t, s_{t-1}, \dots, s_{t-m}, y'_{t-1}, y'_{t-2}, \dots, y'_{t-m})' \qquad (۴)$$

و θ بردار پارامترها، یعنی میانگین و واریانس نمونه و ضرایب خودرگرسیونی می‌باشند. با استفاده از روابط بالا و اینکه در انتقال بین حالت‌ها زنجیره مارکف حاکم باشد و ارزش $\{1 \text{ و } \dots \text{ و } K\}$ بگیرد، داریم:

---

1. N-State Markov Chain

۲. در این پژوهش کلمات رژیم (Regime) و یا حالت (State) معادل هم در نظر گرفته شده است.

3. Hamilton (1990).

$$p(s_t = j|s_{t-1} = i) = p_{ij} \quad (۵)$$

که مجموع احتمالات یک می‌باشد؛ یعنی:

$$\sum_{j=1}^{k} p_{ij} = 1 \text{ به ازای } i = 1, \dots, K \quad (۶)$$

p_{ij} احتمال انتقال رژیم را نشان می‌دهد که اگر این احتمالات در یک ماتریس $N \times N$ نشان داده شود به آن ماتریس احتمال انتقال (ماتریس p) گفته می‌شود.

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & \cdots & p_{N1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{1N} & \cdots & p_{NN} \end{bmatrix} \quad (۷)$$

احتمال قرار گرفتن در زمان t و دوره قبل آن در رژیم اول p_{11} نامیده شده است. به همین ترتیب عناصر دیگر ماتریس احتمال انتقال تعریف می‌گردد و جمع احتمالات در هر ستون یک می‌باشد. اگر احتمال قرار گرفتن در زمان t و بعد از آن در حالت اول، یک باشد (یعنی $p_{11} = 1$) گفته می‌شود حالت یک، یک حالت جذب کننده[1] است و زنجیره مارکف کاهشی است. اگر در زنجیره مارکف دو حالتی داشته باشیم $p_{11} < 1$ و $p_{22} < 1$، یعنی احتمال انتقال کمتر از یک باشد، اصطلاحاً گفته می‌شود زنجیره مارکف غیر کاهشی[2] است. در یک زنجیره مارکف غیر کاهشی N حالتی با ماتریس احتمال انتقال p، اگر یکی از مقادیر ویژه ماتریس احتمال انتقال عدد یک باشد و سایر مقادیر ویژه درون دایره واحد قرار داشته باشند؛ این زنجیره مارکف ارگدیک[3] می‌باشد. در یک زنجیره مارکف ارگدیک، فرایند کوواریانس ایستا بوده و مدل مارکف نیز ایستا می‌باشد. مدل انتقال رژیم مارکف ایستا[4] بوده اما به دلیل وجود یک ریشه واحد، مدل بی‌ثبات[5] می‌باشد[6]. پارامترهای مدل انتقال رژیم نامعلوم بوده و برای به دست آوردن پارامترها که معادلات آن‌ها غیرخطی است از تابع حداکثر درست نمایی[7] (MLE) استفاده می‌گردد. در این بررسی از ویژگی تحلیلی مشتق تابع درست نمایی استفاده و

---

1. Absorbing
2. Irreducable
3. Ergodic
4. Stationary
5. Unstable

۶. برای کسب اطلاعات بیشتر در خصوص مدل انتقال رژیم مارکف می‌توان به همیلتون (۱۹۸۹، ۱۹۹۰ و ۱۹۹۴) مراجعه نمود.

7. Log-Likelihood

مدل نیز توسط الگوریتم تکرار EM[1] تخمین زده می‌شود که اصول آن را دمپستر، لیرد و رابین[2] در سال ۱۹۷۷ بیان نموده‌اند. بدین معنا که از یک فرایند تکراری استفاده می‌گردد تا فاصله بین پارامترهای تخمینی کمتر از یک معیار همگرایی مشخص شده گردد.

در این پژوهش با توجه به مدل انتقال رژیم مارکف، واکنش قیمت گازطبیعی نسبت به نفت بررسی می‌گردد. مدل دو رژیمی و از بردار خود رگرسیونی الگو می‌پذیرد. اگر قیمت گاز طبیعی را با G و قیمت نفت‌خام را با O نمایش دهیم در زمان $t = 1, 2, \dots, t_0$ (حالت اول) و در نظر گرفتن مرتبه دو خود رگرسیونی داریم:

$$G_{1t} = a_{1\,10} + a_{1\,11}G_{t-1} + a_{1\,12}G_{t-2} + a_{1\,13}O_{t-1} + a_{1\,14}O_{t-2} + \varepsilon_{1\,1t} \qquad (۸)$$

$$O_{1t} = a_{1\,20} + a_{1\,21}G_{t-1} + a_{1\,12}G_{t-2} + a_{1\,13}O_{t-1} + a_{1\,24}O_{t-2} + \varepsilon_{1\,2t}$$

اجزای اخلال میانگین صفر، واریانس ثابت و همبستگی سریالی ندارند. اندیس‌های اول مربوط به شماره رژیم و اندیس‌های دوم مربوط به معادلات VAR می‌باشد. مشابه این معادلات برای زمان بعد از t_0 و رژیم دوم وجود دارد؛ لذا اندیس اول پارامترها در رژیم دوم معادلات، به عدد ۲ تغییر می‌یابد. در این بررسی نظر به اینکه قیمت گاز در دو منطقه مختلف بررسی می‌گردد لذا معادلات بالا دوبار و در دو رژیم، مورد تخمین قرار می‌گیرند.

۵- نتایج تحقیق

جامعه آماری، داده‌ها و بررسی ایستایی

با توجه به محدود بودن داده‌های سالانه در دسترس و در نتیجه احتمال کاهش اعتبار نتایج اقتصادسنجی در این تحقیق از داده‌های ماهانه استفاده گردیده است. دوره زمانی تحقیق از ژانویه ۱۹۹۶ تا ژوئن ۲۰۱۷ می‌باشد. داده‌های استفاده شده توسط صندوق بین‌المللی پول، تولید گردیده است. مطالعه در دو بازار اصلی گاز طبیعی جهان بازار گاز هنری هاب در آمریکا و بازار گاز اروپا انجام می‌شود. گاز طبیعی مصرفی در بازار هنری هاب در آمریکای شمالی و نیز اروپا عمدتاً از طریق خط لوله و در ژاپن از

1. Expectation-Maximization
2. Dempster, Laird, and Rubin

طریق گاز طبیعی مایع (LNG) تأمین می‌گردد. در بازار هنری هاب، قیمت گاز طبیعی به‌صورت رقابتی تعیین می‌شود و برای این منطقه از قیمت نفت‌خام WTI[1] استفاده می‌گردد. در بازار منطقه‌ای اروپا با توجه به اینکه کشور صنعتی آلمان، مصرف عمده گاز طبیعی را در اتحادیه اروپا به خود اختصاص داده، قیمت گاز طبیعی انتقالی روسیه از طریق خط لوله به این کشور مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین به دلیل حجم عمده نفت‌خام برنت نیز از شاخص قیمت نفت‌خام برنت[2]، در اروپا استفاده می‌گیرد. متغیرهای دیگری نیز می‌توانند بر قیمت گاز طبیعی اثرگذار باشند از جمله دمای هوا، ذخایر گاز طبیعی، عوامل سیاسی و ... و از آنجاکه سری زمانی این داده‌ها در دسترس نمی‌باشد و نیز این متغیرها اثر و یا رفتار خود را سریعاً و یا با وقفه بر قیمت می‌گذارند لذا در مدل از قیمت گاز طبیعی و قیمت نفت‌خام و وقفه‌های آن‌ها استفاده شده است.

با توجه به گام تصادفی بودن متغیرهای اقتصادی، ابتدا آزمون‌های دیکی فولر و فیلیپس پرون انجام گردید که نتایج حاکی از ناایستا بودن داده‌های قیمت گاز طبیعی و نفت‌خام بود. به‌منظور رفع این موضوع از تفاضل لگاریتم متغیرها در مدل استفاده گردید و لذا به‌منظور تجزیه و تحلیل نرخ رشد قیمت گاز طبیعی و قیمت نفت‌خام مورد استفاده قرار گرفت. سپس آزمون دیکی فولر و فیلیپس پرون جهت آزمون ایستایی متغیرها انجام شد که نتایج آن در جدول (۲) ارائه گردیده است.

جدول ۲. نتایج آزمون ریشه واحد برای سطح سری و تفاضل مرتبه اول سری‌ها

متغیرها	آزمون دیکی فولر (سطح سری)	آزمون فیلیپس پرون (سطح سری)	آزمون دیکی فولر (تفاضل سری)	آزمون فیلیپس پرون (تفاضل سری)	سطح بحرانی٪۵
ge	-۲/۷۸	-۲/۹۴	-۱۳/۴۲	-۱۳/۹۷	-۳/۴۳
gh	-۰/۵۹	-۱/۳۲	-۱۴/۸۲	-۱۴/۷۷	-۳/۴۳
ob	-۱/۰۵	-۱/۸۲	-۱۳/۰۳	-۱۳/۰۵	-۳/۴۳
ow	-۱/۲۷	-۲/۱۲	-۱۲/۱۹	-۱۲/۱۹	-۳/۴۳

منبع: یافته‌های تحقیق

1. West Texas Intermediate Crude Oil
2. Brent Crude Oil

همان‌طور که ملاحظه می‌گردد متغیرها در ابتدا ناایستا بوده که پس از تفاضل‌گیری ایستا گردیده‌اند. در ادامه به تخمین مدل در دو بازار منطقه‌ای مورد بحث خواهیم پرداخت.

بازار اروپا

گاز مصرفی این منطقه عمدتاً از طریق خط لوله از کشور روسیه تأمین می‌گردد و کشور مصرف‌کننده عمده آلمان می‌باشد. قیمت گاز وارداتی آلمان که از روسیه تأمین می‌گردد به‌عنوان پروکسی قیمت بازار اروپا در نظر گرفته می‌شود.

در ابتدا بر اساس مدل VAR و وقفه بهینه، تخمین مدل انجام گردیده که معیارهای اطلاعاتی آکائیک، شوارتز و هنان کوئین عدد حدود ۱۳ را نشان می‌دهد (جدول ۳).

جدول ۳. نتایج تخمین بازار منطقه‌ای اروپا

مدل آلترناتیو	معیار اطلاعاتی			معادله	آماره	Cons	ge(-1)	ob(-1)	ge(-2)	ob(-2)
مدل VAR	AIC	SC	HQ	ge	ضریب	۰/۹۴	۰/۱	۰/۰۵	**۰/۲۳	**۰/۱۳
					آماره z	۰/۲۹	۱/۸۴	۱/۵۴	۳/۹۶	۳/۹۶
					Prob.	۰/۷۷	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۰۰	۰/۰۰
	۱۳/۴۲	۱۳/۵۵	۱۳/۴۷	ob	ضریب	۰/۳۱	-۰/۱۲	**۰/۱۹	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱
					آماره z	۰/۵۶	-۱/۱۶	۳/۱	۰/۰۷	۰/۴
					Prob.	۰/۵۷	۰/۲۴	۰/۰۰	۰/۹۴	۰/۶۸
مدل مارکف رژیم اول	۶/۰۴	۶/۲	۶/۱	ge	ضریب	۰/۳	-۰/۶۶	**-۱/۳۶	۰/۵۵	**۰/۷۵
					آماره z	۱/۲۷	-۱/۵۷	-۲/۶	۱/۵۸	۳/۵
					Prob.	۰/۳	۰/۱۱	۰/۰۰	۰/۱۱	۰/۰۰
				ob	ضریب	**-۴/۴	**-۰/۴	**۰/۶	-۰/۲۶	-۰/۰۳
					آماره z	-۲/۷	-۲/۹	۳/۷	-۱/۷	-۰/۲
					Prob.	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۸	۰/۸۴
مدل مارکف رژیم دوم				ge	ضریب	۰/۳	**۰/۱۶	**۰/۱	**۰/۱۲	**۰/۱
					آماره z	۱/۲۷	۳/۴	۳/۲	۱/۹۶	۲/۸
					Prob.	۰/۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۴	۰/۰۰
				ob	ضریب	**۳/۳	۰/۰۸	**-۰/۲	۰/۲	-۰/۰۱
					آماره z	۳/۹	۰/۵۴	-۲/۷	۱/۳	-۰/۱۸
					Prob.	۰/۰۰	۰/۵۸	۰/۰۰	۰/۲	۰/۸۵

**: معناداری در سطح ۰/۰۵

منبع: یافته‌های تحقیق

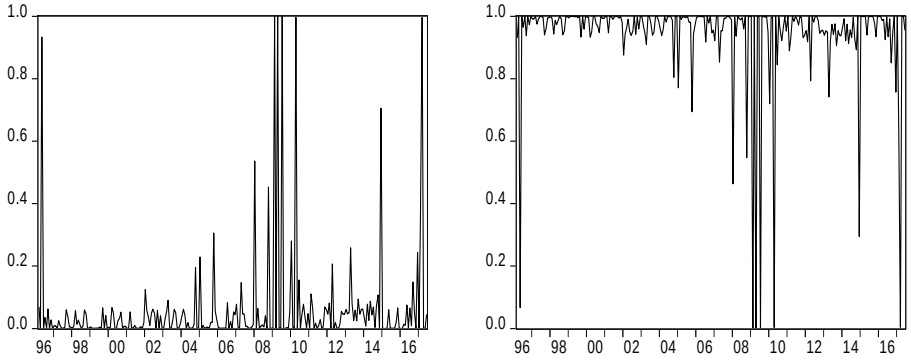
سپس بر اساس مدل MS VAR مدل مورد تخمین قرار گرفته که معیارهای اطلاعاتی عدد حدود ۶ را نشان می‌دهد. بر پایه نتایج به دست آمده مدل انتقال رژیم برداری بر مدل خود رگرسیون برداری مزیت دارد. نتایج تخمین در جدول (۲) با در نظر گرفتن دو رژیم آورده شده است. در این مدل، ge قیمت گاز طبیعی در بازار اروپا و ob قیمت نفت برنت را نشان می‌دهد.

همان‌گونه که مشاهده می‌شود در رژیم اول، وقفه اول قیمت نفت‌خام اثر معکوس بر قیمت گاز طبیعی و وقفه دوم اثر مستقیم دارد؛ اما وقفه‌های قیمت گاز طبیعی در رژیم اول بی‌معنی است و به عبارت دیگر در این رژیم متغیر اثرگذار بر قیمت گاز طبیعی، نفت‌خام می‌باشد. در رژیم دوم کلیه متغیرهای اثرگذار بر گاز طبیعی به غیر از عرض از مبدأ، معنادار می‌باشد. در این رژیم، وقفه‌های قیمت گاز طبیعی و نفت‌خام، اثر مثبت بر قیمت گاز طبیعی دارد؛ به عبارت دیگر تحت رژیم دوم، این دو کالا جانشین یکدیگر می‌باشند. در این مدل و رژیم اول، هنگامی‌که متغیر وابسته قیمت نفت‌خام باشد؛ وقفه اول قیمت گاز طبیعی اثر معکوس و وقفه اول قیمت نفت، اثر مستقیم بر قیمت نفت‌خام دارد. در رژیم دوم، تنها عرض از مبدأ و وقفه اول قیمت نفت‌خام معنادار و اثر معکوس بر قیمت نفت‌خام دارد. ماتریس احتمال انتقال و دوره انتظاری قرار گرفتن در هر رژیم در بلندمدت بدین صورت می‌باشد:

$\pi = [1 \quad 16]$ و $P=\begin{bmatrix}0.03 & 0.97\\ 0.06 & 0.94\end{bmatrix}$

P ماتریس احتمال انتقال و π تداوم قرار گرفتن در هر رژیم در بلندمدت را نشان می‌دهد. در ماتریس P، احتمال اینکه در ماه جاری در رژیم یک قرار گرفته و در ماه بعد در همان رژیم باشیم، ۰/۰۳ و احتمال آنکه در این ماه در رژیم یک و ماه بعد در رژیم دو قرار گرفته باشیم ۰/۹۷ می‌باشد. احتمال آنکه در دوره جاری در رژیم دو قرار گرفته باشیم و در دوره بعد در رژیم یک باشیم ۰/۰۶ و نیز احتمال آنکه در دوره بعد در همان رژیم دو قرار گرفته باشیم ۰/۹۴ می‌باشد. همچنین انتظار می‌رود در بلندمدت ۱ ماه در رژیم یک و ۱۶ ماه در رژیم دو قرار گرفته باشیم. نمودار (۱) احتمالات انتقال رژیم مارکف در بازار منطقه‌ای اروپا را نشان می‌دهد. نمودار سمت چپ، احتمال آنکه در رژیم یک و نمودار سمت راست احتمال آنکه در رژیم دو قرار گرفته باشیم را نشان می‌دهد.

مشاهده می‌گردد که در بیشتر ماه‌های سال (به غیر از سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۰) قیمت‌ها از رژیم دو پیروی می‌نماید.



نمودار ۱. احتمالات انتقال رژیم مارکف در بازار اروپا

آزمون علیت گرنجری نیز با توجه به ایستایی متغیرها و وقفه دو، انجام شده است. دو فرض صفر عبارتند از قیمت نفت‌خام برنت علیت قیمت گاز طبیعی بازار اروپا نمی‌باشد و قیمت گاز طبیعی بازار اروپا علیت قیمت نفت‌خام برنت نمی‌باشد. نتایج این آزمون در جدول (۴) آورده شده است.

جدول ۴. آزمون علیت گرنجری

Equation	Exclude	آماره چی دو	Prob
ge	ob	۱۹/۰۱	۰/۰۰
ge	All	۱۹/۰۱	۰/۰۰
ob	gj	۱/۳۷	۰/۵
ob	All	۱/۳۷	۰/۵

منبع: محاسبات تحقیق

آزمون علیت گرنجری از قیمت نفت‌خام برنت به قیمت گاز طبیعی در بازار اروپا وجود دارد و همچنین قیمت گاز طبیعی علیت گرنجری قیمت نفت‌خام در این منطقه نمی‌باشد.

بازار آمریکای شمالی

با توجه به داده‌های موجود در این منطقه نیز مدل تحت دو رژیم و با دو وقفه تخمین زده می‌شود. در این مدل، gh قیمت گاز طبیعی در بازار هنری هاب آمریکای شمالی و ow قیمت WTI را نشان می‌دهد.

در ابتدا بر اساس مدل VAR و وقفه بهینه تخمین صورت گرفته که معیارهای اطلاعاتی آکائیک، شوارتز و هنان کوئین عدد حدود ۱۵ به دست آمده و نتایج آن به تفکیک در جدول (۵) آورده شده است. سپس بر اساس مدل MS VAR تخمین انجام گرفته و معیارهای اطلاعاتی عدد حدود ۸ به دست آمده است. لذا مزیت مدل انتقال مارکف رژیم برداری را بر مدل خود رگرسیون برداری نشان می‌دهد. نتایج تخمین این مدل‌ها نیز در جدول (۵) با در نظر گرفتن دو رژیم آورده شده است.

جدول ۵. نتایج تخمین بازار منطقه‌ای آمریکای شمالی

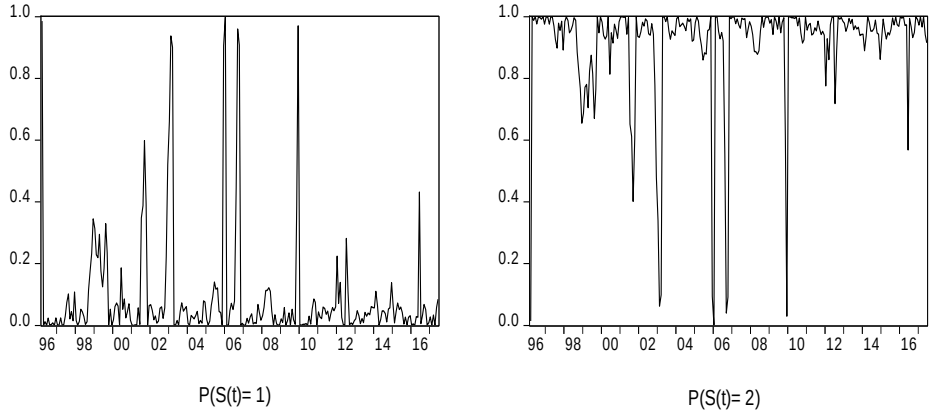
مدل آلترناتیو	معیار اطلاعاتی			معادله	آماره	Cons	gh (-1)	ow(-1)	gh(-2)	ow(-2)
مدل VAR	AIC	SC	HQ	gh	ضریب	۰/۲۷	۰/۰۷	-۰/۰۲	-۰/۱۱	**۰/۳۲
					آماره z	۰/۳۳	۱/۱۳	-۰/۱۸	-۱/۸۸	۳/۱۷
					Prob.	۰/۷۴	۰/۲۵	۰/۸۵	۰/۰۶	۰/۰۰
	۱۵/۱۵	۱۵/۲۹	۱۵/۲۱	ow	ضریب	۰/۲۲	۰/۰۲	**۰/۲۴	-۰/۰۰۴	۰/۰۶
					آماره z	۰/۴۳	۰/۷	۳/۷۷	-۰/۱۱	۰/۹۵
					Prob.	۰/۶۶	۰/۴۵	۰/۰۰	۰/۹۱	۰/۳۴
مدل مارکف رژیم اول	۸/۰۶	۸/۲	۸/۱	gh	ضریب	-۰/۲۷	**-۰/۹	**۱/۵	**۱/۲	-۰/۵۳
					آماره z	-۰/۳۵	-۳/۹	۲/۴	۴/۳	-۰/۷۷
					Prob.	۰/۷	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۴۳
				ow	ضریب	۰/۸	۰/۰۹	**۰/۶۵	۰/۲۲	**۰/۵۷
					آماره z	۱/۵	۰/۳۷	۳/۳	۱/۰۷	۲/۰۴
					Prob.	۰/۱۳	۰/۷	۰/۰۰	۰/۲۸	۰/۰۴
مدل مارکف رژیم دوم				gh	ضریب	-۰/۲۷	**۰/۲	-۰/۰۴	**-۰/۲	**۰/۳۴
					آماره z	-۰/۳۵	۳/۲	-۰/۴	-۳/۳	۳/۴
					Prob.	۰/۷	۰/۰۰	۰/۶۸	۰/۰۰	۰/۰۰
				ow	ضریب	۰/۸	۰/۰۳	۰/۰۶	-۰/۰۲	-۰/۰۴
					آماره z	۱/۵	۰/۷	۰/۷۹	-۰/۵۹	-۰/۵۶
					Prob.	۰/۱۳	۰/۴۶	۰/۴۳	۰/۵۵	۰/۵۷

**: معناداری در سطح ۰/۰۵ منبع: یافته‌های تحقیق

همان‌طور که مشاهده می‌شود در رژیم یک، قیمت گاز طبیعی در آمریکای شمالی با وقفه اول خود رابطه معکوس و با وقفه دوم خود و وقفه اول قیمت نفت‌خام رابطه مستقیم دارد. در رژیم دو، قیمت گاز طبیعی با وقفه اول خود و نیز وقفه دوم قیمت WTI، رابطه مستقیم و با وقفه دوم خود رابطه معکوس دارد. در این رژیم، وقفه اول قیمت نفت‌خام معنادار نمی‌باشد. همچنین هنگامی‌که متغیر وابسته قیمت نفت‌خام باشد؛ در رژیم یک، تنها وقفه‌های اول و دوم قیمت نفت‌خام معنادار بوده و در رژیم دو متغیرهای اثرگذار بر قیمت نفت‌خام بی‌معنی و حاکی از آن است که احتمالاً در این منطقه، قیمت نفت‌خام از الگوی دیگری پیروی می‌کند و قیمت گاز طبیعی بر آن اثر ندارد؛ اما همچنان قیمت نفت‌خام بر قیمت گاز طبیعی اثرگذار می‌باشد. ماتریس احتمال انتقال و در بلندمدت دوره انتظاری قرار گرفتن در هر رژیم بدین صورت می‌باشد:

$$\pi = [2 \quad 18] \text{ و } P=\begin{bmatrix}0.47 & 0.53\\ 0.06 & 0.94\end{bmatrix}$$

یعنی احتمال اینکه در دوره جاری در رژیم یک قرار گرفته و در دوره بعد در همان رژیم باشیم ۰/۴۷ و احتمال آنکه در این دوره در رژیم اول و در دوره بعد در رژیم دو قرار گرفته باشیم، ۰/۵۳ می‌باشد. همچنین احتمال آنکه در دوره جاری در رژیم دو قرار گرفته باشیم و در دوره بعد در رژیم یک باشیم، ۰/۰۶ و احتمال آنکه در دوره بعد در همان رژیم دو قرار گرفته باشیم، ۰/۹۴ می‌باشد. همچنین انتظار می‌رود در بلندمدت در رژیم یک، ۲ ماه و در رژیم دو، ۱۸ ماه قرار گرفته باشیم. نمودار (۲) احتمالات انتقال رژیم مارکف در بازار آمریکا را نشان می‌دهد. نمودار سمت چپ، احتمال آنکه در رژیم یک و نمودار سمت راست احتمال آنکه در رژیم دو قرار گرفته باشیم را نشان می‌دهد. مشاهده می‌گردد در اکثر ماه‌های سال در این منطقه، احتمال آنکه قیمت‌ها در رژیم دو قرار گرفته باشد نزدیک یک می‌باشد؛ یعنی قیمت‌ها در بلندمدت بیشتر از رژیم دو پیروی می‌نماید.



نمودار ۲. احتمالات انتقال رژیم مارکف در بازار منطقه‌ای آمریکای شمالی

آزمون علیت گرنجری با توجه به ایستایی متغیرها و وقفه دو، انجام شده است. دو فرض صفر مورد آزمون عبارتند از قیمت WTI علیت قیمت گاز طبیعی بازار آمریکای شمالی نمی‌باشد و قیمت گاز طبیعی این بازار منطقه‌ای، علیت قیمت WTI نمی‌باشد. نتایج این آزمون در جدول (۶) آورده شده است.

جدول ۶. آزمون علیت گرنجری

Equation	Exclude	آماره چی دو	Prob
gh	ow	۱۰/۴۷	۰.۰۰
gh	All	۱۰/۴۷	۰.۰۰
ow	gh	۰/۵۵	۰/۷۵
ow	All	۰/۵۵	۰/۷۵

منبع: یافته‌های تحقیق

بنابراین آزمون علیت گرنجری از قیمت نفت‌خام به قیمت گاز طبیعی در بازار هنری هاب وجود دارد، اما قیمت گاز طبیعی در این بازار علیت قیمت نفت‌خام نمی‌باشد.

برای استفاده از نتایج کاربردی مدل، در نحوه تعیین قیمت گاز در ایران با توجه به اینکه بازار کامل و منطقه‌ای در ایران وجود ندارد و قیمت‌ها صرفاً به‌صورت دستوری تعیین می‌گردد و نیز وجود داده‌های آماری محدود و به‌صورت سالانه، امکان تخمین و

بهره‌مندی از مدل مارکف در تعیین قیمت گاز طبیعی در بازار ایران وجود ندارد؛ اما در صورت وجود بازار منطقه‌ای در کشور، برای مبادلات خارجی، بنابر یافته‌های تحقیق، نمی‌توان گفت لزوماً در تمام دوره‌ها قیمت گاز از نفت تبعیت نمی‌کند و با افزایش قیمت نفت در تمامی دوره‌ها قیمت گاز افزایش می‌یابد.

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهاد

گاز طبیعی و نفت‌خام دو حامل مهم انرژی بوده که در مصرف، جانشین و در تولید، مکمل یکدیگر می‌باشند. قیمت گاز طبیعی عمدتاً بر اساس ارزش حرارتی یکسان، رابطه‌ای بلندمدت با قیمت نفت‌خام دارد. در این تحقیق در دو بازار آمریکا و اروپا رابطه بین قیمت گاز طبیعی با نفت‌خام در رژیم‌های مختلف بررسی گردید. بیشتر متغیرهای اقتصادی دچار حوادثی می‌شوند که با وقوع آن، یک‌دفعه و به‌صورت ناگهانی، سری‌ها تغییرات قابل ملاحظه‌ای از خود نشان می‌دهند و دچار جهش‌های شدیدی گردند. این تغییرات ناگهانی در سری‌های زمانی در نتیجه جنگ، اضطراب‌های مالی و تغییرات قابل توجه در سیاست‌های دولت‌ها می‌باشد. قیمت نفت و گاز نیز تغییرات قابل‌ملاحظه و سویچی داشته که رفتار آن می‌تواند از الگوی انتقال رژیم مارکف تبعیت نماید. لذا در این تحقیق جهت تجزیه و تحلیل از مدل انتقال رژیم مارکف برداری استفاده گردید.

در بازار اروپا در رژیم اول، وقفه اول قیمت نفت‌خام اثر معکوس بر قیمت گاز طبیعی دارد و وقفه دوم اثر مستقیم دارد. وقفه‌های قیمت گاز طبیعی در رژیم اول بی‌معنی بوده و متغیر اثرگذار بر قیمت گاز طبیعی، نفت‌خام می‌باشد. در رژیم دوم کلیه متغیرهای اثرگذار بر گاز طبیعی به غیر از عرض از مبدأ، معنادار می‌باشند. در این رژیم، وقفه‌های قیمت گاز طبیعی و نفت‌خام، اثر مثبت بر قیمت گاز طبیعی دارد؛ به عبارت دیگر تحت رژیم دوم، این دو کالا جانشین یکدیگر می‌باشند. در این منطقه در بلندمدت انتظار می‌رود قیمت‌ها ۱ ماه در رژیم یک و ۱۶ ماه در رژیم دو قرار داشته باشند.

در بازار آمریکای شمالی، تحت رژیم یک، قیمت گاز طبیعی با وقفه اول خود رابطه معکوس و با وقفه دوم خود و وقفه اول قیمت نفت‌خام، رابطه مستقیم دارد. در رژیم دو قیمت گاز طبیعی با وقفه اول خود و نیز وقفه دوم قیمت نفت‌خام، رابطه مستقیم و با وقفه دوم خود رابطه معکوس دارد. در این رژیم، وقفه اول قیمت نفت‌خام معنادار

نمی‌باشد. انتظار می‌رود در بلندمدت قیمت‌ها در رژیم یک، ۲ ماه و در رژیم دو، ۱۸ ماه قرار داشته باشند. همچنین با استفاده از آزمون علیت گرنجری در هر دو بازار منطقه‌ای، نشان داده شد؛ علیت از قیمت نفت‌خام به قیمت گاز طبیعی می‌باشد.

نتایج تخمین‌ها نشان داد در هر دو منطقه، دوره‌های بیشتری قیمت‌ها در رژیم دو قرار گرفته و در این رژیم اکثر وقفه‌های قیمت نفت‌خام اثر مستقیم بر قیمت گازطبیعی دارد. به‌علاوه، با توجه به کاهش قیمت جهانی نفت و عدم انتظار افزایش قیمت‌های آتی نفت‌خام به دلیل انقلاب شیل، قیمت‌های پایین گاز طبیعی نیز در آینده متصور خواهد بود. نظر به اینکه بخش قابل توجهی از درآمد ارزی کشورمان از صادرات نفت‌خام، میعانات گازی و گاز طبیعی تأمین می‌گردد؛ لذا درآمدهای ارزی از بابت صعود قیمت‌ها، افزایش نخواهد یافت. لذا پیشنهاد می‌گردد سیاست‌گذاران در وزارت نفت به‌دنبال اقدام سریع برای فروش گاز طبیعی باشند و در انعقاد قراردادهای فروش گاز طبیعی، موضوع عدم افزایش قیمت‌ها در آینده را مدنظر خود قرار دهند و به امید افزایش قیمت‌ها، انعقاد قراردادهای فروش گاز طبیعی در بازارهای جهانی را به تأخیر نیاندازند.

منابع

تفضلی، فریدون (۱۳۹۴). تاریخ عقاید اقتصادی: از افلاطون تا دوره معاصر (چاپ چهاردهم)، تهران: نشر نی.

بهبودی داوود، اصغر پور حسین و نیکی اسکویی کامران (۱۳۹۵). ارتباط قیمت گاز طبیعی و قیمت نفت‌خام در بازارهای منطقه‌ای گاز جهان. فصلنامه پژوهش‌های سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی انرژی. ۲ (۳): ۲۹-۵۹.

محمدی، تیمور و طاهر خانی علیرضا (۱۳۸۸). بررسی رابطه قیمت نفت‌خام و گاز طبیعی. فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۶ (۲۲): ۷۰-۵۳.

منصور کیایی، اسحاق (۱۳۸۷). تخمین رابطه میان قیمت نفت‌خام و گاز طبیعی مایع شده (LNG)، با استفاده از مدل تصحیح خطا، ۵ (۱۸): ۱۲۱-۹۹.

Bachmeier, L. J. & Griffin, J. M. (2006). Testing for market integration crude oil, coal, and natural gas. *The Energy Journal*, 55-71.

Brigida, M. (2014). The switching relationship between natural gas and crude oil prices. *Energy Economics*, *43*, 48-55.

Brown, S. P., & Yücel, M. K. (2008). What drives natural gas prices?. *The Energy Journal*, 45-60.

Brown, S. P., & Yücel, M. K. (2009). Market arbitrage: European and North American natural gas prices. *The Energy Journal*, 167-185.

Brown, S. P. (2017). Natural gas vs. oil in US transportation: Will prices confer an advantage to natural gas?. *Energy Policy*, *110*, 210-221.

Caporin, M., & Fontini, F. (2017). The long-run oil–natural gas price relationship and the shale gas revolution. *Energy Economics*, *64*, 511-519.

Dempster, A. P., Laird, N. M., & Rubin, D. B. (1977). Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm. *Journal of the royal statistical society. Series B (methodological)*, 1-38.

Erdős, P. (2012). Have oil and gas prices got separated?. *Energy Policy*, *49*, 707-718.

Geng, J. B., Ji, Q., & Fan, Y. (2016). The impact of the North American shale gas revolution on regional natural gas markets: Evidence from the regime-switching model. *Energy Policy*, *96*, 167-178.

Hamilton, J. D. (1988). Rational-expectations econometric analysis of changes in regime: An investigation of the term structure of interest rates. *Journal of Economic Dynamics and Control*, *12*(2-3), 385-423.

Hamilton, J. D. (1989). A new approach to the economic analysis of nonstationary time series and the business cycle. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 357-384.

Hamilton, J. D. (1990). Analysis of time series subject to changes in regime. *Journal of econometrics*, *45*(1-2), 39-70.

Hamilton, J. D., & Susmel, R. (1994). Autoregressive conditional heteroskedasticity and changes in regime. *Journal of econometrics*, *64*(1), 307-33

Hamilton, J. D. (1994). *Time series analysis* (Vol. 2). Princeton: Princeton university press.

Hamilton, J. D. (1996). Specification testing in Markov-switching time-series models. *Journal of econometrics*, *70*(1), 127-157.

Hamilton, J. D. (2008). *Understanding crude oil prices* (No. w14492). National Bureau of Economic Research.

Hamilton, J. D. (2010). Regime switching models. In *Macroeconometrics and time series analysis* (pp. 202-209). Palgrave Macmillan UK.

Hotelling, H. (1931). The economics of exhaustible resources. *Journal of political Economy*, *39*(2), 137-175.

Ji, Q., Geng, J. B., & Fan, Y. (2014). Separated influence of crude oil prices on regional natural gas import prices. *Energy Policy*, *70*, 96-105.

Kuck, K., & Schweikert, K. (2017). A Markov regime-switching model of crude oil market integration. *Journal of Commodity Markets*.

Lin, B., & Li, J. (2015). The spillover effects across natural gas and oil markets: Based on the VEC–MGARCH framework. *Applied Energy*, *155*, 229-241.

Loungani, P., & Matsumoto, A. (2012). Oil and Natural Gas Prices: Together Again. In *International Monetary Fund Working Paper*.

Nick, S., & Thoenes, S. (2014). What drives natural gas prices?—A structural VAR approach. *Energy Economics*, *45*, 517-527.

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., & Parsons, J. E. (2012). The weak tie between natural gas and oil prices. *The Energy Journal*, 13-35.

Shi, X., & Variam, H. M. (2017). East Asia's gas-market failure and distinctive economics—A case study of low oil prices. *Applied Energy*, *195*, 800-809.

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.

Yorucu, V., & Bahramian, P. (2015). Price modelling of natural gas for the EU-12 countries: Evidence from panel cointegration. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, *24*, 464-472.

The Reaction of the Natural Gas Price to the Changes of the Crude Oil Price in Europe and American Regional Gas Markets: MSVAR Approach

Teymour Mohammadi[1]
Associate Professor, Faculty of Economics, Allameh Tabataba'i University, atmahmadi@gmail.com

Abdolrasol Ghasemi
Associate Professor of Economics, Faculty of Economics, Allameh Tabataba'i University, ghasemi.a@hotmail.com

Mehdi Asali
Assistant Professor of Economics, Institute for International Energy Studies, Mehd.asali@gmail.com

Amir Nekounam
Ph.D Student of Economics, llameh Tabataba'i University, amir_nekounam@yahoo.com
Received: 2017/11/10 Accepted: 2018/07/05

Abstract

This paper examines the response of natural gas prices to crude oil prices in Europe and America. Gas price variations in regional markets mostly follow crude oil prices. Economic variables such as oil and gas prices fluctuate substantially over time. We find that nonlinear models are preferable to linear regression for the study of such fluctuations. The regime switching model provides a flexible and dynamic framework for the study of sudden changes. In this paper, we use the MSVAR approach to study the impact of oil price changes on gas prices during the period of January 1996 to June 2017. This relationship changes with time, during certain periods oil price has a positive effect on gas prices while during other times it has a negative effect. In Europe, the first lag of oil price has a negative effect for 1 month, and positive one for 16 months. During both time periods, the second lag effect of oil prices on gas prices are positive. In the United States, there was a positive effect for the first lag of oil price for 2 months. The second lag of oil price had a positive impact on gas prices for 22 months. The Granger causality test supports the thesis that changes in oil prices are the Granger cause of changes in gas prices.

JEL Classifications: C14 ،C34 ،Q30

Keywords: Natural Gas Prices, Crude Oil Price, Regionals Markets, Markov Switching Vector Autoregression Models

1. Corresponding Author