بررسی اعمال قانون زیست‌محیطی IMO بر نوسانات قیمت نفت خام‌های شاخص بازار مدیترانه*

سید عبداله رضوی[۱]
استادیار دانشگاه صنعت نفت
مطهره هوشمند[۲]
دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد انرژی دانشگاه شهید بهشتی

تاریخ دریافت:۱۳۹۷/۶/۱۵ تاریخ پذیرش:۱۳۹۷/۷/۱۴

چکیده

در دهه‌های اخیر اثرات قوانین زیست‌محیطی بر قیمت نفت و فرآورده‌های آن و نیز شناخت رفتار قیمتی فرآورده‌ها و اثرات آنها قبل از اتخاذ تصمیمات در حوزه انرژی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده است. قوانین زیست‌محیطی از سوی سازمان بین‌المللی دریانوردی موجب ایجاد محدودیت در سولفور سوخت کشتی شده است. طبق قانون جدید، که در نیمه سال ۲۰۱۶ در آی ام او به تصویب رسیده، کشتی‌ها ملزم هستند از سال ۲۰۲۰ از سوخت‌های با حداکثر نیم درصد وزنی سولفور استفاده کنند. قانون مذکور استفاده از فرآورده نفت کوره با درجه سولفور بالا را کاهش داده و از این طریق قیمت نفت خام‌های ترش و شیرین را تحت تأثیر قرار می‌دهد. درجه سولفور فرآورده‌های استحصالی نفت خام ترش بالا و درجه سولفور فرآورده‌های استحصالی نفت خام شیرین کم است. پژوهش حاضر با استفاده از روش گارچ چند متغیره و داده‌های سری زمانی ماهانه طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹ تأثیرات قانون مذکور را بر قیمت نفت خام شاخص در بازار مدیترانه آزمون نموده است. نتایج حاکی از آن است که قانون از طریق فرآورده‌ها بر

---

*- نوع مقاله پژوهشی

۱- نویسنده مسئول: srazavi@put.ac.ir

2- motahharehhooshmand@yahoo.com

DOI: erd.v26i18.84819/10.22067

قیمت نفت خام شاخص شیرین (برنت) در بازار مدیترانه، اثر افزایشی دارد و بر قیمت نفت خام شاخص ترش (اورال) اثر کاهش دارد. ضمن اینکه به صورت مستقیم نیز تأثیری مشابه اثرات قانون از طریق فرآورده دارد.

کلیدواژه‌ها: مصرف نفت کوره، IMO، نفت خام، سوخت دریایی.
طبقه‌بندی JEL: $Q_{53}, C_{23}, G_{00}, O_{10}$

مقدمه

سازمان بین‌المللی دریانوردی[1]، نهادی تنظیم‌گر در حوزه سوخت کشتی و آلودگی‌های حاصله از سولفور موجود در سوخت کشتی است که زیر نظر سازمان ملل متحد فعالیت می‌کند، که قوانین جدی در راستای کاهش سولفور این سوخت را طی دهه‌های گذشته اعمال کرده است (Razavi, 2018).

قوانین الزام کاهش سولفور سوخت کشتی به این شرح است: اولین قانون سازمان مذکور در سال ۲۰۰۵ به اجرا در آمد که طبق آن قانون بایستی سولفور سوخت کشتی به میزان ۴/۵٪در سطح جهان و ۱/۵٪ در مناطق کنترل انتشار[2] باشد قانون دوم در سال ۲۰۱۲ به اجرا درآمد که طبق آن سولفور سوخت کشتی به میزان ۳/۵٪ در سطح جهان و ۱٪ در مناطق کنترل انتشار و در سال ۲۰۱۶ تصمیم به اعمال قانون جدید در سال ۲۰۲۰ گرفتند و طبق آن سولفور سوخت باید به اندازه ۰/۵٪ در سطح جهانی و ۰/۱٪ در مناطق کنترل انتشار باشد (Energy Information Organization, ۲۰۱۹) مناطق کنترل انتشار نیز به چهار بخش تقسیم می‌شوند: دریای بالتیک، دریای شمال، شمال آمریکا (آمریکا و کانادا) و منطقه کارائیب آمریکا.

در جوامع امروزی بیش از هفتاد درصد حمل‌ونقل با کشتی صورت می‌گیرد که بیشترین هزینه این کشتی‌ها بین ۳۰ الی ۶۰ درصد، بسته به نوع کشتی و مسافت سفر، هزینه سوخت است (Morteapoor, 2014). نفت کوره سنگین به علت قیمت پایین از سال ۱۹۶۰ به عنوان بهترین جزء تشکیل دهنده مهم سوخت دریایی شناخته می‌شده است؛ اما استفاده از این سوخت به علت وجود

1- International Maritime Organization(IMO)
2- Emission Control Area(ECA)

سولفور آلودگی‌های زیست‌محیطی فراوانی به همراه دارد. تقاضای جهانی نفت کوره ۳/۵ درصد جهت مصرف در سوخت کشتی روزانه ۳ میلیون بشکه است. کشور ایران نیز یکی از کشورهای تولیدکننده نفت کوره با درجه سولفور بالا است و میزان صادرات و تولید این فرآورده در جدول زیر آورده شده است:

جدول (۱). وضعیت تراز نفت کوره ۳/۵ کشور در سال‌های مختلف

	۹۴	۹۵	۹۶	۹۷
تولید کل فرآورده (میلیون بشکه)	۱,۷	۱,۷	1.8	1.8
تولید نفت کوره	٪۲۳	٪۲۳	٪۲۳,۳	٪۲۶,۵
صادرات نفت کوره	٪۴۶	٪۷۶	٪۸۵	٪۸۹,۵
تعداد بشکه معادل نفت خام	۴۱۴۰۰۰	۴۱۴۰۰۰	۴۲۰۰۰۰	۴۷۷۰۰۰

مأخذ: ترازنامه هیدروکربوری فراورده‌های نفتی شرکت ملی پخش فراورده‌های نفتی (۱۳۹۷)

اعمال قانون جدید محدودیت سال ۲۰۲۰ چالش‌هایی برای صاحبان کشتی و پالایشگاه‌ها به همراه دارد که از آنها می‌توان به افزایش هزینه سوخت کشتی، افزایش هزینه‌های سرمایه‌گذاری برای کشتی‌ها جهت تجهیزات سولفور زدایی مثل اسکرابرها و مشکلات تأمین تقاضای سوخت کم سولفور از سوی پالایشگاه‌ها نام برد (Topali,2019). حال مسئله اصلی این است که از یک سو اعمال این محدودیت موجب جابه‌جایی مصرف از سمت نفت کوره با سولفور بالا[1] به سمت نفت کوره با سولفور کم[2] شده، و به دنبال آن افزایش تقاضا و افزایش قیمت فرآورده‌های کم سولفور را به همراه خواهد داشت. از سوی دیگر نصب اسکرابر هزینهٔ سرمایه‌ای زیادی نیاز دارد (Arshi, 2019). از سوی دیگر قانون مذکور قیمت نفت خام‌های شاخص ترش و شیرین را بعد از تغییر در قیمت فرآورده‌ها نیز تغییر می‌دهد (Alimoradi, 2017). اگرچه بسیاری از پژوهشگران معتقدند کشتی‌ها تا سال ۲۰۲۰ مجهز به اسکرابر نخواهند شد زیرا همان‌طور که بیان شد نصب اسکرابر هزینهٔ سرمایه‌ای زیادی نیاز دارند و اینکه نگرانی راجع به جابه‌جایی سوخت پالایشگاه‌ها

1- High sulfur fuel oil(HSFO)
2- Low sulfur fuel oil (LSFO)

به سمت سوخت کم سولفور وجود دارد که اگر این اتفاق رخ دهد در این صورت اصلاً نیازی به نصب اسکرابر نخواهد بود. با توجه به این موضوع که تولید این فرآورده از نفت خام ترش است، پس اثر کاهشی بر روی تقاضای نفت خام‌های با سولفور بالا دارد و تولید کنندگان مهمی نظیر عراق، ایران، ونزوئلا، عربستان، مکزیک، و برزیل را تحت تأثیر قرار خواهد داد. به‌عنوان‌مثال اگر کشور ایران را در نظر بگیریم که دارای منابع نفت خام ترش با درجه سولفور بالا است، فرآورده-های استحصالی از این نفت خام مثل نفت کوره با درجه سولفور بالا هستند که طبق این قانون قابل استفاده برای سوخت کشتی نیستند. با احتساب این موارد تفاوت بین قیمت نفت کوره پر سولفور و کم سولفور پس از اجرای قانون ۲۰۲۰ به طرز قابل توجهی افزایش خواهد یافت (Argus, 2019). بازار منطقه‌ای مدیترانه یکی از چندین بازار بین‌المللی فیزیکی نفت جهانی است. نفت خام شاخص ترش که دارای میزان سولفور بالا است، در این بازار نفت خام اورال[1] و نفت خام شاخص شیرین که دارای میزان سولفور کمتر و کیفیت بالاتر نسبت به سایر نفت خام‌ها است، نفت خام برنت[2] است. برنت و اورال به عنوان نفت خام شاخص جهت قیمت‌گذاری سایر نفت خام‌ها در بازار مدیترانه مورد استفاده قرار می‌گیرد و نفت خام ایران نیز از این قاعده مستثنی نیست. در تحقیق حاضر به دو سؤال که قانون اعمال محدودیت سولفور سوخت کشتی سازمان مذکور چه تأثیری بر نوسانات قیمت نفت خام‌های شاخص در منطقه دارد؟ لذا تأثیر تغییر قیمت فرآورده نفت کوره بر قیمت نفت خام شاخص ترش و شیرین در بازار مدیترانه در سال‌های وجود قانون مذکور بررسی گردیده است. در بخش اول به بررسی تحقیقات گذشته و پیشینه‌ای بر این موضوع می‌پردازیم. سپس در بخش دوم راجع به نفت کوره و اهمیت آن در سوخت کشتی و البته مضرات آن صحبت خواهیم کرد. پس از آن سازمان بین‌المللی دریانوردی و اهداف آن را بررسی خواهیم کرد. درنهایت نیز فرضیات پژوهش، مورد آزمون قرار خواهد گرفت.

مبانی نظری

نقش انکارناپذیر نفت در تمدن امروز جهان سبب شده است تا تغییرات قیمت آن و اثرات آن

1- Ural
2- Brent

بر فرآورده‌های نفتی اثر چشم‌گیری داشته باشد (Ji, 2011). در بررسی تقاضا برای نفت خام و به‌تبع آن بررسی آثار قیمتی این تقاضا، قبل از هر چیز باید به این نکته توجه کرد که نفت خام به‌طور خالص قابل استفاده نبوده و با تبدیل به فرآورده‌های نفتی است که قابل استفاده می‌گردد؛ بنابراین هر عاملی که بر تقاضای فرآورده نفت خام اثرگذار باشد به‌طور غیرمستقیم بر روی تقاضای نفت خام نیز اثرگذار خواهد بود (Emami & et, al 2011).

کشورهای صادرکنندهٔ نفت مثل ایران از این تغییرات قیمت نفت بسیار متأثر می‌شوند. از سال ۱۹۸۰ تحولاتی در قیمت‌گذاری نفت صورت گرفت و دیگر روش‌های پیشین برای قیمت‌گذاری نفت دیگر قابل استفاده نیست (Stevens,۱۹۹۵). لذا باید مدل‌های جدید که با شرایط جدید و پیچیدگی بازار امروز نفت خام در دنیا و سرعت تغییر پالایشگاه‌ها و تطبیق آنها با قوانین زیست‌محیطی جدید، ایجاد و مورد استفاده قرار گیرد. از سال ۱۹۸۸ برنت به عنوان قیمت نفت خام شاخص مورد تأیید قرار گرفت و طی سال‌های بعد تغییراتی در این نفت خام ایجاد شد و هم اکنون نیز همچنان به عنوان قیمت نفت خام شاخص استفاده می‌گردد (Salvatore,2014). به علاوه نفت خام دریای مدیترانه (به جز برنت) نفت خام‌هایی هستند که بر اساس قیمت تفاضلی ارزیابی‌های منتشر شده و قیمت برنت موعد دار معامله می‌شوند. خود برنت موعد دار نیز بر مبنای تفاضل ارزش زمانی آن و قیمت برنت سلف معامله می‌شوند. نفت خام اورال روسیه نیز در بازار مدیترانه یکی از نفت خام‌های شاخص ترش در این منطقه محسوب می‌گردد (Ahadifar, 2005).

بیکن[1] برای اولین بار وجود اثر موشک و پَر[2] را در قیمت فرآورده‌های نفتی پالایشگاه‌ها مورد مطالعه قرار داد. بر این اساس قیمت فرآورده نفتی با افزایش قیمت نفت همانند موشک شتاب می‌گیرد و واکنش شدید و سریعی از خود نشان می‌دهد و در مقابل با کاهش قیمت نفت، واکنش کند و ملایمی همانند یک پر از خود نشان می‌دهند (Bacon,۱۹۹۱).

از سوی دیگر می‌توان به موضوع پرکاربرد در صنعت پالایش نفت و فرآورده‌های نفتی کرک اسپرد[3] اشاره کرد، که به اختلاف بهای یک بشکه محصول تولیدی پالایشگاهی و یک بشکه نفت

1- Bacon
2- Rocket-Feather Effects
3- Crack spread

خام شاخص در منطقهٔ مورد بررسی، اشاره دارد. لذا هر چه اختلاف بهای این دو بیشتر شود یعنی سود ناخالص پالایشگاه بیشتر خواهد شد پس فعالیت پالایشگاه‌ها با هدف حداکثر کردن مجموع کرک اسپرد فرآورده است زیرا یک پالایشگاه زمانی نفت را می‌خرد که بتواند با توجه به فرآورده حاصل از آن به یک سود معقولی برسد. از مباحث مهم در حوزهٔ رشد پالایشی توانایی تطبیق عملیات تولیدی آنها با وضعیت کرک اسپردهای موجود و قدرت پاسخ‌گویی به تقاضاهایی است که بعضاً فصلی بوده و شرکت‌ها می‌توانند با تغییر رویه تولید و یک موضوع پرکاربرد در صنعت پالایش نفت و فرآورده نفتی است فروش خود به سرعت در جهت رشد درآمدهایشان گام بردارند. البته این موضوع برای پالایشگاه‌ها با قدرت انتخاب در تولید مناسب است و پالایشگاه-هایی که تصمیمات آنها در جهت تصمیمات حکومت است از سود حاصل از این موضوع بهره‌ای نمی‌برند (Eswards,2009). کرک اسپرد یکی از ابزارهای مهم جهت پوشش ریسک تولید-کنندگان صنایع پرریسک و با نوسان مثل نفت است. پالایشگاه‌ها همیشه در معرض افزایش قیمت نفت خام و کاهش قیمت فرآورده‌های تولیدی هستند که طبق استراتژی‌های مختلف سود خود را افزایش می‌دهند و ریسک ناشی از این نوسانات را کاهش می‌دهند (Alimoradi, 2017). با اجرای قانون آی ام او قیمت فرآورده نفت کوره با درجه سولفور بالا کاهش پیدا خواهد کرد و پالایشگاه‌ها باید خود را با این موضوع جهت کاهش ضرر حاصله وفق بدهند. اگر پالایشگاهی از تکنولوژی پایینی برخوردار باشد دچار مشکل در فروش فرآورده‌های با سولفور بالا جهت استفاده در سوخت کشتی می‌شوند.

سازمان بین‌المللی دریانوردی یکی از سازمان‌هایی است که قوانین زیست‌محیطی در حیطهٔ دریانوردی را اعمال می‌کند و قوانین زیست‌محیطی در حیطهٔ سوخت کشتی دریا موجب ایجاد تغییرات در سطح تقاضای فرآورده‌های نفتی مورد استفاده در این سوخت مثل نفت کوره می‌شود. (Energy Studies Agency, 2019).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فرمول قیمت‌گذاری متکی بر محصول[1]

نت بک[2] به معنای خالص برگشتی و منظور از اعمال آن عبارت از قیمت‌گذاری نفت خام بر مبنای تک محموله فرآورده‌های حاصله می‌باشد. برای محاسبه ارزش نت بک ابتدا بایستی «ارزش ناخالص فرآورده»[3] را محاسبه کرده و سپس برای خالص کردن آن، هزینه حمل‌ونقل تا پالایشگاه موردنظر، هزینه پالایش و سایر هزینه‌های مرتبط به آن (سود پالایشگر نیز جزو هزینه پالایش است) را از آن کسر می‌کنیم. برای محاسبه ارزش ناخالص فرآورده به ترتیب زیر عمل می‌گردد:

الف – بازده پالایشگاهی نفت خام مورد نظر در بازار (و یا منطقه) مورد محاسبه را مشخص می‌سازیم تا بتوانیم درصد هر یک از فرآورده‌های استحصالی از آن نفت خام را محاسبه کنیم.

ب – قیمت فرآورده‌های مورد نظر در بازار (و با منطقه) مورد بحث را از طریق مأخذ بین‌المللی جهت تاریخ مربوطه مشخص می‌کنیم.

د – درصدهای بند الف را در قیمت‌های تحصیل شده بند ب ضرب می‌کنیم که ارزش ناخالص فرآورده به دست می‌آید (Kameli, 2010).

کانال‌های اثرگذاری

این قانون طی مراحل مختلف بر بازارهای نفت و فرآورده‌های نفتی اثرگذار است:

از طریق تقاضا

در ابتدای امر به علت منع استفاده کشتی‌ها از سوخت نفت کوره با درجه سولفور بالا، تقاضا برای فرآورده نفت کوره با درجه سولفور کم جهت استفاده در سوخت کشتی زیاد می‌شود. افزایش و کاهش تقاضا بر قیمت محصولات و فرآورده‌ها تأثیر گذاشته و قیمت نفت کوره با سولفور بالا کاهش می‌دهد و برعکس قیمت نفت کوره با درجه سولفور کم را افزایش می‌دهد و این فرآورده‌ها ارزشمندتر خواهد شد. به عنوان نتیجه می‌توان گفت اختلاف قیمت این دو نفت کوره افزایش خواهد یافت. (Razavi, 2018)

1- NET BACK PRICING
2- NET BACK
3- GROSS PRODUCT WORTH

تقاضای نفت شیرین و ترش

همان‌طور که بیان شد نفت خام ترش دارای سولفور بالا است لذا فرآورده استحصالی از نفت خام ترش دارای درجه سولفور بالا و نفت خام شیرین نیز دارای سولفور کم است لذا فرآورده استحصالی از نفت خام شیرین دارای درجه سولفور کم هستند. افزایش اختلاف تقاضا و قیمت دو فرآورده کم سولفور و پر سولفور موجب افزایش اختلاف قیمت نفت خام ترش و شیرین می‌شود. این موضوع منجر به افزایش کرک اسپرد در بازار شده و ریسک فعالیت پالایشگاه‌ها را افزایش می‌دهد. البته این موضوع بیشتر کشورهایی که دارای پالایشگاه‌هایی با فناوری‌های ضعیف هستند و نفت خام آن‌ها نفت خام ترش است را با کاهش قیمت نفت خام شاخص ترش و افزایش قیمت نفت خام شاخص شیرین تحت تأثیر قرار می‌دهد. (International Energy Agency, 2019)

پیشینه تحقیق

الف) مطالعات داخلی

رضوی در مقاله‌ای تحت عنوان بررسی اعمال محدودیت درجه سولفور سوخت دریایی توسط سازمان بین‌المللی دریانوردی بر روی پالایشگاه‌ها و بازار نفت کوره به بررسی اثرات قانون مورد اشاره بر بازار نفت کوره و پالایشگاه‌های ایران پرداخته و به تحلیل تأثیر قانون سازمان مذکور بر روی قیمت نفت خام‌های شاخص می‌پردازد از نتایج این تحقیق اختلاف قیمتی نفت کوره با درجه سولفور بالا و پایین و متأثر شدن قیمت نفت خام‌های شاخص در کوتاه‌مدت می‌باشد و به این نتیجه می‌رسد که، اگرچه در کوتاه‌مدت و به محض اجرایی شدن قانون در ابتدای سال ۲۰۲۰ تفاوت قیمتی بین نفت کوره با سولفور بالا و نفت کوره کم سولفور افزایش می‌یابد ولی در بلندمدت به دلیل اینکه صاحبان کشتی‌ها ممکن است ترجیح دهند با نصب اسکرابرها همچنان از مزیت ارزان‌تر بودن نفت کوره با سولفور بالا استفاده نمایند منجر به این شود که تفاوت قیمتی این دو سوخت کاهش یابد(Razavi, 2018) .

Arshi (2018)در مقاله‌ای تحت عنوان چالش‌ها و فرصت‌های حاصل از قوانین آی ام او در مورد چالش‌ها و راهکارهای موردنظر پالایشگاه‌ها بحث می‌کند. وی معتقد است اعمال این قانون به هزینه‌های سرمایه‌ای عظیم و هزینه عملیاتی زیاد که حدود پنج سال طول می‌کشد برای

پالایشگاه‌ها همراه است و بسیاری از پالایشگاه‌های سراسر جهان از فناوری‌های پیشرفته برای گوگرد زدایی از نفت و تبدیل نفت به فرآورده‌های کم گوگرد برخوردار نیستند. وی راهکارهای کاهش تولید نفت کوره، استفاده از نفت کوره به‌عنوان خوراک پالایشگاه و کرک کردن نفت کوره را ارائه می‌دهد.

Soleimani Dinani & et, al. (2009) در پژوهشی تحت عنوان سولفور در نفت خام و محصولات آن به بررسی مشخصات و روش‌های آنالیز نفت پرداخته است. در این پژوهش مشخصات گوگرد، منشأ وجود گوگرد در نفت‌های خام و فناوری‌های جهانی گوگردزدایی را مورد تحقیق و بررسی قرار داده است.

Cheraghi & et, al., (2015) در مقاله‌ای تحت عنوان «بررسی اهداف و کنوانسیون‌های سازمان بین‌المللی دریانوردی» فعالیت سازمان آیمو، زیر مجموعه‌های آن و نحوهٔ قانون‌گذاری آن را بررسی کرده است. طبق این پژوهش مهم‌ترین هدف این سازمان که از سال ۱۹۵۸ شروع به کار کرد «ایمنی، امنیت، کشتی‌رانی کارآمد در اقیانوس‌های عاری از آلودگی» است.

ب) مطالعات خارجی

Topali & et, al. (2019) در مقاله‌ای تحت عنوان اجرای قانون جهانی سولفور در حمل‌ونقل دریایی به بررسی چالش‌های مختلف ناشی از اجرای قانون جهانی سولفور می‌پردازد و میزان جریمه در صورت تخطی را بررسی کرده، سود ناشی از عدم فرمان‌برداری آن‌ها در دریای آزاد را مدل‌سازی می‌نماید که برای میزان بازدارندگی از تخطی در استفاده از سوخت دریایی با درجه سولفور کم ارائه نموده است. یک سیستم هماهنگ که مانع تخطی کشتیران‌ها از قانون مذکور می‌تواند عامل بازدارنده قوی برای سازگاری آنها باشد.

Halff & et, al. (2019)در مقاله‌ای تحت عنوان پیام‌های احتمالی قانون جدید سازمان بین‌المللی دریانوردی در صنعت حمل‌ونقل دریایی به بررسی تأثیر احتمالی محدودیت‌های زیست‌محیطی کاهش سولفور از سال ۲۰۲۰ و مقایسه آن با الگوی مصرف سوخت‌های کشتی در سال‌های گذشته به ارزیابی تأثیر احتمالی این قانون در نوآوری آینده در بخش سوخت دریایی می‌پردازد.

Delf (2016)در گزارش «ارزیابی قابلیت دسترسی به سوخت نفت - گزارش نهایی» سه

سناریو تقاضای سوخت، یک مورد پایه، یک مورد تقاضای بالا برای سوخت دریایی با محتوای سولفور کمتر از ۰.۵٪ و یک مورد تقاضای کمتر که در آن کشتی با بیشترین سازگاری تجهیز خواهند شد و کمتر از سوخت کم سولفور استفاده می‌کنند، را بررسی می‌کند. هدف از این مطالعه ارزیابی توانایی صنعت پالایش برای تولید سوخت با سولفور کم برای صنعت حمل‌ونقل است که می‌تواند تقاضا را زمانی که مقررات به اجرا درآید، پوشش دهد .

Aastveit (2014)در مقاله‌ای تحت عنوان «شوک قیمت نفت در یک محیط» با استفاده از روش VAR تأثیر انواع مختلف شوک‌های قیمت نفتی در اقتصاد ایالات‌متحده بررسی شده است نتایج حاکی از آن است که شوک تقاضا و عرضه اثرات متفاوتی دارند و شوک‌های تقاضا از اهمیت بیشتری نسبت به شوک‌های عرضه برخوردارند و شوک تقاضای نفت اثر مثبت و مداوم بر قیمت واقعی جهانی نفت دارد ضمن اینکه عوامل به وجود آورنده شوک مهم هستند نه صرفاً شوک.

Aastveit & et, al. (2013) در مقاله‌ای تحت عنوان «عوامل مؤثر بر قیمت نفت، نسخه‌ای برای کشورهای توسعه یافته و نو ظهور» با استفاده از مدل FAVAR به دو سؤال در رابطه به تأثیر شوک‌های تقاضا در اقتصاد نو ظهور و توسعه یافته بر قیمت نفت و تولید جهانی نفت و سؤال دوم در رابطه با تأثیرات عرضه نفت و شوک‌های خاص نفت بر اقتصاد نو ظهور و توسعه یافته پاسخ می‌دهد و به سه نتیجه می‌رسد که اولاً شوک‌های تقاضا حدود پنجاه درصد از نوسانات قیمت واقعی نفت را در دو دهه گذشته به خود اختصاص داده ثانیاً شوک‌های تقاضا در بازارهای نوظهور به ویژه آسیا بسیار مهمتر از شوکهای تقاضا در کشورهای توسعه یافته در توضیح نوسانات قیمت واقعی نفت نفت و تولید جهانی نفت هستند. ثالثاً مناطق مختلف به شوک‌های منفی بازار نفت واکنش متفاوت نشان می‌دهد.

Yang & et, al. (2012) در مقاله‌ای تحت عنوان «تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر نوسانات قیمت بازار نفت» با استفاده از مدل تصحیح خطا به بررسی ساختار بازار اوپک، ثبات و بی ثباتی ساختار تقاضا و کشش نسبی تقاضا به‌طور خاص تأثیر رونق و رکود اقتصاد جهانی و تغییر تقاضای ناشی از آن بر قیمت نفت خام مورد بررسی قرار می‌دهد.

در زمینهٔ قوانین مهم بین‌المللی از سوی سازمان بین‌المللی دریانوردی به صورت دقیق کار نشده و به صورت ارائهٔ راهکار یا تحلیل‌های کیفی در کنفرانس‌ها یا همایش‌ها بوده و تاکنون به بررسی

دقیق اثرات قوانین مذکور بر نفت خام شاخص بازار بین‌المللی نفت و فرآورده‌های نفتی پرداخته نشده است. در این پژوهش به بررسی اثر دقیق قوانین سازمان مذکور از طریق کانال‌های اثرگذاری بر نفت شاخص ترش و شیرین در بازار منطقهٔ مدیترانه می‌پردازیم.

سوخت کشتی و نفت کوره

کاربرد سوخت فسیلی بسیار گسترده است از جمله کاربرد آن‌ها می‌توان به تأمین انرژی مورد نیاز صنایع و حمل‌ونقل اشاره کرد گرچه لازم به ذکر است آلودگی ناشی از این سوخت‌ها اثرات منفی بر محیط زیست دارد. نفت خام ترکیبات متنوعی دارد مثل ترکیبات آلی گوگرد دار. نفت خام با سولفور زیاد (۱٪<) ((نفت ترش)) و نفت خام با سولفور کم (۱٪>) ((نفت شیرین)) نامیده می‌شود. مقدار سولفور به صورت درصد وزنی سولفور بیان می‌شود و بسته به نوع و منبع نفت خام از کمتر از ۰۳./. تا بیشتر از ۵ درصد وزنی متغیر است. حضور ترکیبات گوگردی در فرایند پالایش نامطلوب است زیرا می‌توانند باعث غیر فعال شدن برخی کاتالیست ها در فراوری نفت خام و نیز ایجاد مشکلات خوردگی در لوله‌ها، پمپ‌ها و تجهیزات پالایشی شوند.، موتورهای احتراق را پیش از موعد از کار بیندازد و مبدل کاتالیتیکی را که در خروجی موتور اتومبیل‌ها استفاده می‌شوند را مسموم کنند. از اثرات منفی س از احتراق نفت خام و فرآورده با گوگرد ذرات و آلودگی‌های زیست‌محیطی زیادی وارد محیط می‌شود. امروزه به علت قوانین زیست‌محیطی انگیزه‌ای قوی برای کاهش سولفور سوخت‌ها وجود دارد (Dinani & et, al., 2009). نفت کوره یکی از فرآورده‌های نفتی است که از هیدروکربن‌های نفت خام که دارای ترکیبات گوگردی، اکسیژنه و فلزات هستند تشکیل می‌شود. نفت کوره سنگین که سوختی چسبناک، کثیف، ارزان و سهل الوصول است برای مدت زمانی طولانی رشد خوبی در صنعت کشتیرانی بین‌المللی داشته است. از سال ۱۹۶۰ نفت کوره سنگین بهترین سوخت دریایی محسوب شد (Razavi, 2018).

در ایران در حال حاضر ۹ پالایشگاه تصفیه نفت خام (آبادان، تهران، اصفهان، تبریز، شیراز، کرمانشاه، لاوان، اراک، بندر عباس) وجود دارد. ظرفیت کل پالایش گاه‌های کشور در سال ۲۰۱۷ حدود ۱/۹ میلیون بشکه در روز بوده است. از میان پالایشگاه‌های ایران بیشترین سهم تولید نفت کوره متعلق به پالایشگاه‌های آبادان، بندر عباس و اصفهان است که نزدیک ۳۰٪ از کل تولید فرآوردهٔ آنها به نفت کوره اختصاص پیدا کرده است (Balance sheet, 2017)

۸۰ درصد تجارت جهانی به صورت حجم و ۷۰ درصد آن به صورت ارزش از طریق کشتی‌ها

صورت می‌گیرد. (International Energy Agency, 2019)و یکی از اصلی‌ترین هزینه‌های کشتی‌ها هزینه سوخت است، این هزینه بسته به نوع کشتی و سفر بین ۳۰الی ۶۰ درصد هزینه‌ها را شامل می‌گردد. پس از گذشت سال‌ها، تمام موتورهای دریایی قادر به سوزاندن سوخت نفت کوره هستند که دلیل اصلی آن قیمت پایین این سوخت است. در حال حاضر روزانه بیش از ۳ میلیون بشکه در روز تقاضا برای نفت کوره جهت استفاده در سوخت کشتی وجود دارد. (Platts, 2019). سوخت کشتی هنگام سوختن مقادیری از آلاینده‌ها را آزاد می‌کند که مهم‌ترین آن‌ها اکسیدهای گوگرد و نیتروژن، مونوکسید کربن و دی اکسید، کربن سیاه و انواع مختلف ذرات (Molloy,2016) کربن و سولفور موجود در سوخت کشتی به دی اکسید کربن و اکسیدهای سولفور اکسیده می‌شوند. در موتور کشتی، نیتروژن به اکسیدهای نیتروژن اکسیده می‌شود، که به همراه اکسیدهای گوگرد، هنگامی که به جو برسند، به ذرات ریز، ذرات معلق، سولفات و نیترات تبدیل می‌شوند (کریستیسن، ۲۰۱۱). خطرناک‌ترین اکسیدهای گوگرد، دی اکسید گوگرد است که عامل اصلی باران اسیدی است. بنادر و مناطقی که صنایع بزرگ تولید سوخت با سولفور بالا را دارند غلظت بالاتری از دی اکسید گوگرد دارند و جمعیت بیشتر از مشکلات تنفسی رنج می‌برند (US Environmental Protection Agency, 2016).

قوانین زیست‌محیطی سازمان بین‌المللی دریانوردی

در ماه مه سال ۲۰۰۵ پیوست شماره ۶ کنوانسیون بین‌المللی سازمان دریایی بین‌المللی مبنی برممانعت از آلودگی ناشی از کشتی‌ها لازم الاجرا گردید. این دستورالعمل محتویات سولفور سوخت‌های دریایی را به ۴/۵ درصد در دنیا محدود نمود. این محدودیت سپس در ژانویه ۲۰۱۲ به ۳/۵ درصد تقلیل یافت. پیوست شماره ۶ همچنین یک محدودیت ۱/۵ درصدی برای مناطق کنترل آلودگی وضع کرد که از ماه مه سال ۲۰۰۶ اجرایی بوده است. این محدودیت سولفور در یک ژوئیه ۲۰۱۰ به ۱ درصد کاهش یافت و در ژانویه ۲۰۱۵ نیز به ۰/۱ درصد محدود شد. مناطق کنترل انتشار شامل دریای بالتیک از ماه مه ۲۰۰۶، دریای شمال از نوامبر ۲۰۰۷، شمال آمریکا (آمریکا و کانادا) از اوت ۲۰۱۱ و منطقه کارائیب آمریکا از ژانویه ۲۰۱۳ می‌شود (Razavi, 2018)

قوانین مذکور چالش‌هایی را برای صاحبان کشتی به همراه دارد:

۱- افزایش شدید هزینه سوخت به علت گران‌تر بودن سوخت کم سولفور.

۲- افزایش هزینه کل سرمایه برای استفاده از اسکرابرها (از سویی کشتی‌ها نصب اسکرابر را به عنوان راه حل انتخاب کرده‌اند و از سویی دیگر نگرانی برای جایگزینی سوخت پالایشگاه‌ها با سوخت‌های کم سولفور وجود دارد که در این صورت اصلاً نیازی به نصب اسکرابر نخواهد بود. بسیاری از پژوهشگران معتقدند تا سال ۲۰۲۰ بسیاری از کشتی‌ها به اسکرابر مجهز نخواهند بود).

۳- افزایش نرخ باربری کشتی و ترجیح کشتی‌ها به رفت و آمد مسیرهای کوتاه (Topali, 2019).

سازمان بین‌المللی دریانوردی در آیین‌نامه ممیزی، وظایف کشورها را در سه حوزه وضعیت پرچم، وضعیت بندری، وضعیت ساحلی تعیین کرده است که به اختصار شامل: قانونگذاری ملی، بررسی سوانح کشتی‌های تحت پرچم در آبراه‌های بین‌المللی، ارسال قوانین ملی و برخی الزامات به سازمان بین‌المللی دریانوردی، ایمنی آبراه‌ها، و خدمات‌رسانی به کشتی‌ها شامل سوخت‌رسانی، دریافت زائدات و ... است. اختیار اطمینان از رعایت کشتی‌ها در دریاهای آزاد با کشورهای صاحب پرچم است. (United Nations Convention on the Law of the Sea, 1982). فقط کشورهای صاحب پرچم صلاحیت رسیدگی «امور اداری، فنی، اجتماعی» کشتی‌های ثبت شده را دارند و لذا اختیار بررسی سوخت کشتی و بررسی تطابق فنی کشتی‌ها با قوانین بین‌المللی نیز با این کشورها است (United Nations, 1982) به همین منظور باید یک برنامه نظارتی و کنترلی تدوین کرده و افراد شایسته و متخصصی جذب شوند تا بتوانند علاوه بر اجرای قوانین بین‌المللی، قوانین ملی را نیز اجرا کنند که به چند مورد از راهکارهای نظارتی جهت جلوگیری از سرپیچی اشاره می‌کنیم:

۱- بازرسی‌های بندر

۲- نظارت‌های هوایی

۳- ایجاد ایستگاه‌های ثابت جهت نظارت

۴- اندازه گیری دائم انتشار گازهای گلخانه‌ای

۵- ممنویت حمل‌ونقل و بارگیری سوخت غیر مجاز (Topali, 2019)

این موارد به خوبی نشان دهنده سخت گیری سازمان مذکور در خصوص اجرای قوانین است.

ارتباط سازمان بین‌المللی دریانوردی با فرآورده‌های نفتی

انطباق پالایشگاه‌ها در کشورها با قوانین زیست‌محیطی مستلزم زمان و سیاست انرژی جهت هماهنگ کردن تقاضای فرآورده‌های پاک با ملاحظات جدید است. قوانین آیمو برای استفادهٔ کشتی‌ها از سوخت با سولفور بالا محدودیت ایجاد می‌کند و موجب کاهش تقاضای نفت کوره با سولفور بالا و افزایش تقاضا برای فرآورده نفتی کم سولفور میشودکه این موضوع افزایش قیمت فرآورده‌های کم سولفور به همراه خواهد داشت (International Energy Agency, 2019) لذا نیاز به جایگزینی تقاضای سه میلیون بشکه نفت کوره با درجه سولفور بالا با فراورده کم سولفور است. (Argus, 2019) به علت کاهش تقاضای فرآورده پر سولفور و اینکه این فرآورده‌ها از نفت خام‌های با سولفور بالا تولید می‌شوند و نیاز به فرآیندهای پالایشی پیچیده جهت کاهش سولفور این فرآورده، اثر کاهشی بر روی قیمت نفت خام‌های با سولفور بالا دارد و تولید کنندگان مهمی نظیر عراق، ایران، ونزوئلا، عربستان، مکزیک، و برزیل را تحت تأثیر قرار خواهد داد. از سوی دیگر این امر منتج به کاهش چشمگیر دسترسی و عرضه فرآورده‌های کم سولفور و پاک شده است. این موضوع با افزایش قیمت این فراورده‌ها همراه است (Razavi, 2018) لذا یک توافق جمعی در این خصوص وجود دارد که تفاوت قیمت بین نفت کوره با سولفور بالا و نفت کوره با سولفور کم پس از اجرای قانون ۲۰۲۰ آی ام او به نحو قابل توجهی افزایش خواهد یافت و تنها راه انطباق کشتی‌ها استفاده از سوخت کم سولفوری است که پالایشگاه‌ها تولید می‌کنند البته که این اتفاق به صورت ناگهانی رخ نخواهد داد (Ensys Energy and Navigistics Consulting,2016)

روش تحقیق

بررسی رفتار متغیرهای اقتصادی یکی از حوزه‌های مهم در مطالعات اقتصادی به حساب می آید. علاوه بر جهت تغییرات متغیرهای اقتصادی میزان تغییرات و شدت نوسانات آنها نیز اطلاعات ارزشمندی از نوع رفتار متغیر و اثرگذاری آن دارد. نااطمینانی ناشی از شدت نوسانات متغیر اقتصادی باعث شده مدل‌های اقتصادی به مقوله تصمیم گیری در شرایط نااطمینانی توجه خاصی داشته باشند. از این رو بر اساس تئوری‌های اقتصادی نااطمینانی قیمت‌های مهم در اقتصاد و نااطمینانی سطح عمومی قیمت‌ها اثرگذاری قابل ملاحظه بر شاخص‌های اقتصادی می‌گذارد. بازار

نفت و فرآورده‌های آن از پویایی قابل ملاحظه‌ای برخوردارند. در دهه‌های گذشته توسعهٔ مقررات زیستی محدودیت‌های سنگینی ر ا برای شرکت‌های نفتی نیز ایجاد کرده است که منتج به افزایش چشمگیر تقاضا و کاهش عرضه برای سوخت‌های منطبق با شرایط و قوانین زیست‌محیطی شده است. این اتفاقات منجر به ایجاد نوسانات و تشدید نگرانی‌هایی شده که به نوبهٔ خود نا اطمینانی از این بازار را افزایش داده است. لذا در این پژوهش از روش گارچ استفاده شده که به اختصار توضیح داده شده است.

روش‌های متفاوتی برای برآورد نوسان پذیری مورد استفاده قرار می‌گیرد و مطالعات زیادی در این راستا شده است اما مطالعات ابتدایی در این زمینه توسط Engle (۱۹۸۲) بوده که مدل ARCH را معرفی کرد و سپس به مدل GARCH ارتقا پیدا کرد.

در مدل‌های اقتصاد سنجی مقطعی، ثابت بودن واریانس جملات اختلال همواره یکی از فروض کلاسیک به حساب آمده است. انگل برای رهایی از این فرض محدودکننده مدل جدیدی موسوم به ARCH را پیشنهاد کرد. در این مدل فرض بر این است که جمله‌های اختلال مستقل از هم با میانگین صفر هستند، ولی واریانس آنها با فرض وجود اطلاعات گذشته خود متغیر شکل می‌گیرد. یکی از دلایل استفاده از مدل‌های آرچ وجود خطاهای پیش‌بینی کوچک و بزرگ در خوشه‌های اقتصادی (مانند نرخ ارز، تورم و قیمت نفت و ...) است؛ به‌طوری‌که ممکن است هر سری گفته شده طی سال‌های مختلف رفتارهای متفاوتی را از خود به نمایش بگذارد. به مفهوم دیگر، در برخی سال‌ها نوسان کم و در برخی از سال‌های دیگر نوسان زیاد داشته باشد. در چنین شرایطی انتظار بر این است که واریانس در طول روند تصادفی سری مورد نظر ثابت نبوده و تابعی از رفتار جملات اختلال باشد. در واقع با مدل‌های آرچ می‌توان روند واریانس شرطی را با توجه به اطلاعات گذشته توضیح داد.

بنابراین برای ارزیابی عدم قطعیت و بی‌ثباتی در متغیرها چندین روش وجود دارد، اما روش متداول و مسلط در اکثر مطالعات اقتصادسنجی، استفاده از مدل‌های GARCH می‌باشد. این روش، یک مدل‌سازی مبتنی بر واریانس متغیر در طول زمان است. مدل‌های GARCH در یک طبقه‌بندی کلی و براساس تعداد متغیرهای موجود در مدل، به مدل‌های تک متغیره و مدل‌های چند متغیره تقسیم می‌شوند. مدل‌های GARCH تک متغیره محدودیت‌هایی دارند که کاربرد آنها را دچار مشکل می‌نماید: از جمله فرض می‌کنند واریانس شرطی هر سری مستقل از تمام سری‌های دیگر

است. علاوه بر این به کوواریانس بین سری‌ها به عنوان یک عامل مهم در بررسی نوسانات متغیرها، توجهی ندارند. این محدودیت‌ها باعث می‌شوند که این مدل‌ها در بسیاری از موارد غیر قابل تشخیص شوند. در مقابل مدل‌های چندمتغیره GARCH بسیار شبیه مدل‌های تک متغیره هستند و از این رو تخمین آنها شبیه مدل‌های تک متغیره GARCH ساده می‌باشد؛ با این تفاوت که علاوه بر معادلات قبلی، معادلات مشخصی برای بیان چگونگی حرکت کوواریانس در طول زمان دارند (Heidari & Bashiri, 2012). یکی از انواع مدل‌های گارچ چند متغیره مدل بک می‌باشد که در بررسی اثر سرریز تلاظم مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مدل اولین بار توسط Engle and Kroner(۱۹۹۵) معرفی شد.

روش بک برای الگوی گارچ سه متغیره به صورت زیر است:

$$H_t = C'C + A'^{\varepsilon_{t-1}\varepsilon'_{t-1}}A + B'H_{t-1}B$$

که در اینجا H_t ماتریس واریانس کوواریانس شرطی 3×3 در زمان t و C ماتریس پایین مثلثی با ۶ پارامتر است. A توان دوم ماتریس ضرایب است و میزان وابستگی واریانس شرطی به مجذور خطاهای گذشته را محاسبه می‌کند. B توان دوم ماتریس ضرایب است و میزانی که سطح جاری واریانس شرطی به مقادیر گذشته واریانس وابسته است را اندازه گیری می‌کند. شکل ماتریسی معادله فوق به صورت زیر است:

$$\begin{matrix} c_{11} & 0 & 0 \\ c_{21} & c_{22} & 0 \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} \end{matrix} \begin{matrix} c_{11} & 0 & 0 \\ c_{21} & c_{22} & 0 \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} \end{matrix} + \begin{matrix} h_{11.t} & h_{12.t} & h_{13.t} \\ h_{21.t} & h_{22.t} & h_{23.t} \\ h_{31.t} & h_{32.t} & h_{33.t} \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{matrix} \begin{matrix} \varepsilon^2_{1.t-1} & \varepsilon_{1.t-1}\varepsilon_{2.t-1} & \varepsilon_{1.t-1}\varepsilon_{3.t-1} \\ \varepsilon_{2.t-1} & \varepsilon^2_{2.t-1} & \varepsilon_{2.t-1}\varepsilon_{3.t-1} \\ \varepsilon_{3.t-1}\varepsilon_{1.t-1} & \varepsilon_{3.t-1}\varepsilon_{2.t-1} & \varepsilon^2_{3.t-1} \end{matrix} \begin{matrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{matrix} \begin{matrix} h_{11.t-1} & h_{12.t-1} & h_{13.t-1} \\ h_{21.t-1} & h_{22.t-1} & h_{23.t-1} \\ h_{31.t-1} & h_{32.t-1} & h_{33.t-1} \end{matrix} \begin{matrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{matrix}$$

در ماتریس ضرایب، عناصر قطری نشان دهنده اثر خودی و عناصر غیر قطری نشان دهنده اثر سایر بازارها و معنی داری ضرایب a و b معرف اثر سرریز است. برای مثال معنی داری a_{ii} نشان

می‌دهد که شوک‌های وارده به بازار در دوره قبل، بر تلاظم در زمان حال اثر دارد و معنی داری a_{ji} نشان می‌دهد که شوک‌های وارده بر بازار j در دوره قبل (نشان داده شده توسط اندیس j) بر تلاطم جاری بازار i (نشان داده شده توسط اندیس i) اثرگذار است، به بیان دیگر اثر سرریز شوک از بازار j به بازار i وجود دارد و تلاطم زمان حال در بازار i از شوک گذشته بازار j تأثیر می‌گیرد.

به همین ترتیب معنی داری b_{ii} نشان می‌دهد که تلاطم بازار در گذشته بر تلاطم جاری آن مؤثر است و معنی داری b_{ji} نشان می‌دهد که تلاطم بازار j در گذشته ، تلام جاری بازار i را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به بیان دیگر ، اثرسرریز تلاطم از بازار j به بازار i وجود دارد و تلاطم جاری بازار I از تلاطم گذشته بازار j تأثیر می‌پذیرد (Kang & Yoon, 2011).

از آنجا که هدف اصلی این مقاله بررسی نوسانات قیمت‌های نفت به دلیل قوانین بین‌المللی است. برای مدل سازی نوسانات، با توجه به وجود ناهمسانی واریانس، از یک مدل گارچ چند متغیره استفاده شده است.

ارائه متغیرها و یافته‌های پژوهش

سه نوع نفت خام مهمی که در این بازار معامله می‌شوند عبارتند از: نفت خام‌های برنت، اورال مدیترانه، ایران. (Mabro, 1994) به منظور بررسی اثرات قانون بین‌المللی سازمان بین‌المللی دریانوردی در این بازار از داده‌های ماهانه مربوط به نفت و فرآورده نفت طی سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹ استفاده شده است. منبع آماری اطلاعات ذیل امور بین الملل شرکت ملی نفت می‌باشد. همچنین از نرم افزار Eviews10 جهت برآورد متغیرها استفاده شده است. متغیرهای مورد استفاده در این پژوهش به شرح ذیل می‌باشد:

BRENT1 قیمت اسپات نفت خام شاخص برنت در بازار مدیترانه،BRENT2 قیمت آتی نفت خام برنت در بازار ICE لندن. URAL قیمت نفت خام شاخص ترش در بازار مدیترانه، HSFO قیمت نفت کوره با درجه سولفور بالا، LSFO قیمت نفت کوره با درجه سولفور پایین،D در این معادله به معنای متغیر دامی قانون سازمان بین‌المللی دیانوردی است که به دو صورت اثرات مستقیم این قانون بر نفت خام‌های شاخص و(Log(LSFO -HSFO)*D1 برابر با اثرات غیرمستقیم آن بر نفت خام‌های شاخص مورد تحلیل قرار گرفته است. در این ارتباط اثر متغیر دامی با توجه به اعلام خبر محدودیت درجه سولفور برای سوخت کشتی‌ها توسط سازمان بین‌المللی یاد شده و تاثیرآن بر

قیمت نفت خام در نیمه دوم سال ۲۰۱۶، از این زمان در نظر گرفته شده است. بدین منظور برای بررسی نوسانات بازار نفت مدیترانه و تغییرات ایجاد شده در بازار نفت به سبب تغییرات در قیمت فرآورده‌های نفتی از روش گارچ چند متغیره استفاده می‌گردد. پس از بررسی مانایی آن‌ها متغیرهای مدل مانا بودند.

(۱)Log(BRENT1) = C(1) + C(2)*D1 + C(3)*D1*(Log(LSFO - HSFO))+ C(4)*Log(LSFO - HSFO)

Log(U)=C(5) +C(6)*D1+C(7)*D1*(Log(LSFO-HSFO))+C(8)*Log(LSFO-HSFO)+C(9)*Log(BRENT2) (۲)

σ_t^2 (i) = M(i) +A(i)*e_{t-1}^2 + B(i)*σ_{t-1}^2 (۳)

جدول از دو بخش تشکیل شده است. قسمت اول معدله میانگین و قسمت دوم معادله واریانس را نشان می‌دهد. معادله سوم ماتریس واریانس جز خطا،M ماتریس ضرایب ساده،Aماتریس ضرایب مربع خطای دوره گذشته و B ماتریس ضرایب واریانس دوره گذشته است. نتایج به دست آمده در جدول زیر آورده شده است.

جدول (۲). تأثیر قانون IMO بر روی قیمت نفت خام شاخص ترش و شیرین

		Constant	D1	D1*Log(LSFO-HSFO)	Log(LSFO-HSFO)	Log(BRENT2)
معادلات میانگین	Log(BRENT1)	3.79 (85.06)	0.41 (4.71)	-0.23 (-7.99)	0.21 (14.53)	-
	Log(URAL)	-0.37 -) (12.46	-0.036 (-2.71)	0.021 (4.84)	-0.009 (-3.07)	1.086 (135.5)
معادلات واریانس	M		A		B	
	0.003 (۲)	-0.0002 (-2.13)	1.28 (3.72)	0.69 (3.29)	0.02 (0.36)	0.158 (1.20)
	0	۰,۰۰۰۱ (1.51)	0	0.47 (2.78)	0	۰,۴۸۸ (3.79)

منبع: یافته‌های پژوهش

ارقام داخل پرانتز آماره t هستند

ضرایب معادله میانگین و واریانس از لحاظ آماری معنادار و علامت ضرایب مطابق انتظار

است. بر اساس نتایج برآورد شده، در صورت افزایش یک درصد اختلاف نفت کوره کم سولفور و نفت کوره با درجه سولفور بالا، قیمت نفت خام برنت که در زمره نفت خام‌های شیرین تلقی می‌گردد، به میزان ۰/۲۱ درصد رشد می‌یابدکه این امر بر اساس آنچه که در بخش مبانی نظری مطرح گردید، عمدتاً به دلیل افزایش تقاضا نفت کوره کم سولفور است. این قانون مطابق انتظار بر نفت خام شاخص برنت اثر مثبت و بر نفت خام شاخص اورال اثر منفی دارد. بر اساس نتایج حاصل از متغیر مجازی که اثرات قانون مذکور را از سال ۲۰۱۶(تصویب قانون اعمال محدودیت سولفور سال ۲۰۲۰) در نظر می‌گیرد نفت خام شاخص برنت به میزان ۴۱/. درصد رشد می‌یابد در مقابل بر نفت نفت خام شاخص اورال اثر منفی گذاشته و به میزان ۰۳/. درصد کاهش می‌دهد. این قانون به صورت غیرمستقیم و از طریق اختلاف نفت کوره کم سولفور با نفت کوره با درجه سولفور بالا نیز بر نفت خام شاخص اثرگذار است؛ و در صورت افزایش یک درصد در اختلاف آنها نفت خام شاخص برنت به میزان ۲۳/. درصد کاهش می‌یابد؛ در حالی که این تغییر بر نفت خام شاخص اورال اثر افزایشی به میزان ۰۲/. دارد. نفت خام شاخص برنت ملاکی برای ارزیابی قیمت نفت خام‌ها در منطقه مدیترانه است. لذا قیمت آتی نفت خام برنت بر قیمت نفت خام اورال نیز تأثیر گذار است که در صورتی که یک درصد افزایش در قیمت نفت خام برنت موجب افزایش قیمت نفت خام اورال به میزان ۱،۰۸ درصد می‌شود.

ضرایب معادلات واریانس نشان می‌دهد که نوسانات در هر کدام از بازارهای نفت خام‌های شاخص برنت و اورال روی بازارهای دیگر تأثیر مثبت و معناداری دارد. ماتریس‌های A و B تغییرات شوک‌ها و نوسانات در هر یک از بازارها روی بازارهای دیگر را نشان می‌دهد. ضرایب ماتریس $M(1,2)$ نشان می‌دهد که تکانه‌های قیمتی در بازار نفت خام برنت اثر منفی بر قیمت نفت خام اورال دارد؛ به عبارت دیگر نوسانات روبه بالای قیمت نفت خام مذکور، باعث نوسانات رو به پایین نفت خام اورال می‌شود. با مشاهده اثر تلاطم‌های یک بازار روی بازار دیگر، عناصر غیر قطری ماتریس‌های A و B در واقع تأثیر نوسانات و شوک‌ها بر بازارهای مختلف بر یکدیگر را نشان می‌دهند. همان طور که مشاهده می‌شود، این ضرایب مثبت هستند. هر شوک در یک بازار باعث ایجاد تکانه مثبت در بازار دیگری می‌شود و علاوه بر آن تلاطم در هر بازار یعنی ضرایب قطری ماتریس B که ضرایب واریانس‌های دوره‌های قبل می‌باشند، نیز مثبت‌اند و به عبارت دیگر، این ضرایب اثر مثبت افزایش تلاطم‌ها روی بازارهای دیگر را نشان می‌دهند. یعنی اگر در بازار

برنت نوسانات تشدید شود در بازار نفت‌خام اورال نیز تشدید می‌شود و اثر مثبت روی نوسانات می‌گذارد. در مجموع، تلاطم و شوک‌ها و تکانه‌های ناشی از قانون محدودیت سولفور مذکور ابتدا سبب تقویت قیمت نفت‌خام برنت شده و با توجه به تشدید تلاطم بازار نفت خام برنت (نفت خام شاخص شیرین)، تلاطم در بازار نفت‌خام شاخص ترش در بازار مدیترانه در جهت معکوس تشدید می‌نماید.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

سازمان بین‌المللی دریانوردی، تنها سازمانی که کاملاً اختصاص به مسائل دریایی دارد و نهادی تنظیم گر در حوزهٔ سوخت کشتی و آلودگی‌های حاصل از سولفور موجود در سوخت دریایی است، قوانین آن در راستای کاهش این آلودگی‌ها اعمال می‌کند و طبق قانون جدید که در نیمه سال ۲۰۱۶ به تصویب رسیده کشتی‌ها ملزم هستند از سال ۲۰۲۰ از سوخت‌های با حداکثر نیم درصد وزنی سولفور استفاده کنند. هزینهٔ سوخت، بیش‌ترین هزینه‌ای است که کشتی‌ها پرداخت می‌کنند. قسمت اعظم این سوخت را نفت کوره با درجه سولفور بالا (۳/۵ درصد) تشکیل می‌دهد. بر اساس نتایج برآورد شده، با افزایش اختلاف قیمت دو فرآورده نفت کوره با درجه سولفور بالا و نفت کوره با درجه سولفور کم به دلیل افزایش تقاضا نفت کوره کم سولفور قیمت نفت خام شاخص برنت رشد می‌کند ولی بر نفت خام اورال اثر معکوس دارد و موجب کاهش قیمت آن می‌شود. متغیر مجازی موجود در مدل که اثر تصمیم بر اعمال قانون از نیمه سال ۲۰۱۶ برای سال ۲۰۲۰ را نشان می‌دهد دارای دو اثر به صورت مستقیم بر نفت خام‌های شاخص و غیرمستقیم از طریق فرآورده‌های کم سولفور و پر سولفور بر نفت خام‌های شاخص می‌باشد نشان می‌دهد که نفت خام شاخص برنت به صورت مستقیم از قانون متأثر خواهد شد و قیمت آن رشد پیدا کرده و قیمت آن با تأثیر از اختلاف فرآورده نفت کوره کم سولفور و پر سولفور کاهشی است. قیمت نفت خام شاخص اورال از طریق تأثیر مستقیم قانون مذکور کاهش پیدا می‌کند و با افزایش اختلاف قیمت فرآورده‌ها، قیمت نفت خام شاخص اورال نیز افزایش پیدا می‌کند. نفت خام شاخص برنت ملاکی برای ارزیابی قیمت نفت خام‌ها در منطقه مدیترانه است. لذا با افزایش قیمت آن قیمت نفت اورال نیز افزایش پیدا می‌کند. تلاطم و شوک‌ها و تکانه‌های ناشی از قانون

محدودیت سولفور مذکور ابتدا سبب تقویت قیمت نفت‌خام برنت شده و با توجه به تشدید تلاطم بازار نفت خام برنت (نفت خام شاخص شیرین)، تلاطم در بازار نفت‌خام شاخص ترش در بازار مدیترانه در جهت معکوس تشدید می‌نماید. این مساله می‌تواند شرکت‌های حمل‌ونقل دریایی را ترغیب به استفاده از سوخت‌های جایگزین نظیر متانول، اتانول و سوخت‌های گازی نماید البته که هزینهٔ اصلی کشتی یعنی سوخت را افزایش خواهد داد. هزینه سرمایه‌گذاری برای ساخت فناوری‌های جدید جهت پالایش نفت کوره و سولفور زدایی بسیار وسیع است و از عهدهٔ بسیار از کشورهای تولید کننده نفت کوره با درجه سولفور بالا خارج است. کشتی‌ها می‌توانند از اسکرابر ها استفاده کنند این موضوع به دو دلیل تا به حال به صورت گسترده انجام نشده است: ابتدا نصب تجهیزات اسکرابر هزینهٔ بالایی دارد و در صورت افزایش تقاضا برای نصب آن ممکن است شرکت‌های تولید کننده از عهدهٔ تأمین آن بر نیایند و تقاضا به شدت افزایش یابد که موجب افزایش قیمت مجدد اسکرابر ها خواهد شد. سپس اسکرابر ها تا به حال به صورت وسیع آزمون نشده و ممکن است به صورت کامل سولفور زدایی را انجام ندهد. درنهایت نگرانی صاحبان کشتی در مورد تأمین سوخت مطرح می‌شود اگر پالایشگاه‌ها تصمیم به تولید سوخت کم سولفور داشته باشند نیازی به استفاده از اسکرابر ها نیست. پژوهشگران برای کشورهایی با تکنولوژی ضعیف مثل ایران که غالب تولید آن، فرآورده‌های پایین برج تقطیر مثل نفت کوره است توصیه‌هایی مد نظر دارند آن‌ها می‌توانند نفت خام ترش را با آب ترکیب کنند. آب موجب افزایش کارایی سوخت در عملیات احتراق می‌شود این کار را شرکت شیلا انجام داده است. این کشورها می‌توانند برای نفت کوره سنگین خود بازار دیگری را در نظر بگیرند و به‌عنوان‌مثال برای خوراک پالایشگاه‌ها استفاده کنند.

Refrances

[1] Baillie, R. T., Bollerslev, T., & Mikkelsen, H. O. (1996). Fractionally integrated generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of econometrics*, *74*(1), 3-30.

[2] Delft, C. E. (2016). *Assessment of fuel oil availability–final report*. Technical report, CE Delft, Stratas Advisors, UMAS, NMRI, Petro market Research Group, and Shinichi Hanayama, July.

[3] EIA. (2019). *The Effects of Changes to Marine Fuel Sulfur Limits in 2020 on Energy Markets*. United state of America: U.S. Department of Energy.

[4] Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with

estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 987-1007.

[5] *Emami, K., & Adibpour, M. (2012). Oil income shocks and economic growth in Iran. Economic Modelling, 29(5), 1774-1779.*

[6] Ensys Energy and Navigistics Consulting (2016), "Supplemental marine fuel availability study",Technical report, EnSys Energy, July.

[7] Halff, A., Younes, L., & Boersma, T. (2019). The likely implications of the new IMO standards on the shipping industry. *Energy policy*, *126*, 277-286.

[8] Heidari, H & Bashiri, S, (2012) "Investigating the relationship between real currency uncertainty and stock price index In Tehran Stock Exchange: Observations based on GARCH-VA model ", Quarterly Journal of Economic Modeling Research 9, Pages 71-92. (In Persian)

[9] IMO (2011), "Procedures for port state control". Resolution A.1052(27), International Maritime Organization (IMO).

[10] IMO (1978), International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL), Annex VI,International Maritime Organization (IMO).

[11] International Energy Agency, 2018. *Oil Analysis and Forecasts to2018-2023*.

[12] OECD,Paris

[13] *Ji, Q. (2012). System analysis approach for the identification of factors driving crude oil prices. Computers & Industrial Engineering, 63(3), 615-625.*

[14] Kang, S. H., Cheong, C., & Yoon, S. M. (2011). Structural changes and volatility transmission in crude oil markets. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 390(23-24), 4317-4324.

[15] Kruse, E. (2009). North Carolina v. Environmental Protection Agency. *Harv. Envtl. L. Rev.*, *33*, 283.

[16] Mabro, R. (1998), "OPEC behaviour 1960–1998": *A review of the literature J. Energy Lit*., 4(1), 3-27

[17] Molloy, N. (2016). The IMO's 2020 Global Sulfur Cap, What a 2020 sulfur constrained world means for shipping lines, refineries and bunker suppliers. *S&P Global Platts*.

[18] Morteza Pour & et, al., (2013) "Study of the recession of the global economy and sanctions in the maritime transport industry", Mediayar's comprehensive management site. (In Persian)

[19] Razavi, Seyed Abdullah. Salimifar, Mostafa, Mostafavi, Seyed Mehdi. Becky, Morteza (2015). Investigating the financial impact of Iran's heavy crude oil price behavior in the short term. *Quarterly Economics Quarterly (former economic studies)*. Pages 115-143. (In Persian)

[20] Razavi, S. A (2018). *Investigate the IMO's restriction on the degree of marine sulfur fuel on refineries and the fuel oil market*. National Conference on Environmental Energy and Sustainable Natural Resources. (In Persian)

[22] Salvatore, C (2014) Anatomy of the Price of Oil in the World Market, 1(R.Khannehushnejad), Tehran: Ney Publishing. (In Persian)
[23] Soleimani Dinani, P & Pour Saberi, T & Ghanizadeh, F (2009). Sulfur in crude oil and its products - specifications and methods of analysis. (first ed.) Tehran: Petroleum Industry Research Institute. (In Persian)

[24] Topali, D., & Psaraftis, H. N. (2019). The enforcement of the global sulfur cap in maritime transport. *Maritime Business Review*.
[25] UNCLOS (1982), United Nations Convention on the Law of the Sea, United Nations.
[26] Verleger, P. K. (1982). The determinants of official OPEC crude prices. *The Review of Economics and Statistics*, 177-183.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی