

## تجزیه و تحلیل اثرات قیمت نفت و گاز طبیعی بر محصولات پتروشیمی ایران:

### مطالعه موردی متانول<sup>۱</sup>

مجید دلاوری<sup>۲</sup>

نادیا گندلی علیخانی<sup>۳</sup>

اسماعیل نادری<sup>۴</sup>

دریافت: ۱۳۹۲/۰۴/۳۰ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۶/۲۳

### چکیده

انرژی در حیات اقتصاد صنعتی جوامع، نقش زیربنایی ایفا نموده، به این معنا که هرگاه انرژی به مقدار کافی و به موقع در دسترس باشد، توسعه اقتصادی نیز میسر خواهد بود. در این بین نفت و گاز طبیعی، به عنوان مهمترین منابع تأمین انرژی بشر امروزی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. اهمیت این قضیه در کشور ایران دوچندان می‌باشد، چراکه سیاستگذاری‌های این کشور به عنوان یکی از مالکان عظیم منابع انرژی در جهان، نه تنها بر سطح قیمت فرآورده‌های نفتی داخلی و خارجی مؤثر است بلکه بر دیگر متغیرهای اقتصادی این کشور نیز مؤثر می‌باشد. از سوی دیگر، به علل مختلفی نظیر نوسانات قیمت نفت و درآمد حاصل از صادرات آن، گسترش صادرات غیرنفتی \_ به ویژه در دهه‌های اخیر \_ نقطه ثقل تفکر برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران اقتصادی در ایران قرار داشته است. از این رو، متانول<sup>۵</sup> به عنوان یکی از پر کاربردترین محصولات پتروشیمی<sup>۶</sup>، پتانسیل‌های فراوانی در زمینه تولید و صادرات غیرنفتی ایران دارد. لذا بررسی رابطه میان قیمت نفت خام سنگین ایران، قیمت گاز طبیعی و قیمت متانول در ایران، به کمک مدل IGARCH<sup>۷</sup> و با استفاده از داده‌های سری‌زمانی هفتگی متغیرهای تحقیق طی دوره‌ی زمانی ۱۳۸۳/۱۰/۱۷ الی ۱۳۹۲/۳/۲، هدف اصلی این تحقیق را تشکیل داده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که شوک‌های وارده بر قیمت متانول از جانب قیمت نفت خام و گاز طبیعی، معنادار ولی دیرپا بوده و در بلندمدت نمایان خواهند شد.

واژگان کلیدی: قیمت متانول، قیمت نفت، قیمت گاز طبیعی، مدل IGARCH.

طبقه بندی JEL: C32.C13.Q43

۱. این تحقیق تحت حمایت شرکت پتروشیمی فن‌آوران می‌باشد.

۲. مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان، دانشکده اقتصاد. Email: Mjd\_delavari@yahoo.com.

۳. کارشناس ارشد اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان (نویسنده مسئول).

Email: N.alikhani@khuzestan.srbiau.ac.ir.

۴. کارشناس ارشد اقتصاد، دانشگاه تهران، Email: Naderi.ec@ut.ac.ir.

5. Methanol

6. Petrochemical Production

7. Integrated Generalized Auto Regressive Conditional

## ۱. مقدمه

انرژی یک کالای استراتژیک در سطوح بین المللی محسوب شده و فعالیت دولت‌ها، سازمان‌ها و تولیدکنندگان در حد وسیعی در وابستگی به این محصول و بازارهای مربوط به آن است. از این رو، اتخاذ هر نوع سیاستی توسط دولت‌ها و سازمان‌های بین‌المللی در زمینه‌ی انرژی و بازارهای مالی، اثرات مستقیم و غیر مستقیمی بر قیمت محصولات حوزه‌ی انرژی باقی می‌گذارد. شواهد نشان می‌دهند هرگونه تغییر در قیمت انرژی، بر روی قیمت سایر کالاها و نیز بر سبب مصرفی خانوارها و رفاه جامعه تأثیرگذار است (کمیجانی و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۳). لذا تحقق توسعه اقتصادی پایدار، در گرو آن است که تولید و بهره‌برداری از انرژی در کنار سایر نهاده‌ها نظیر تکنولوژی، منابع انسانی، مواد اولیه، منابع مالی و... به طور هماهنگ و همساز برنامه‌ریزی شود (باربیرولی<sup>۲</sup>، ۲۰۰۲).

نفت خام به عنوان اصلی‌ترین نوع انرژی، منبع اصلی درآمد کشورهای اوپک را تشکیل می‌دهد، این امر در ایران محسوس‌تر است، زیرا که حدود ۶۰ درصد درآمدهای دولتی و ۹۰ درصد درآمدهای صادراتی کشور ایران ریشه در درآمدهای حاصل از فروش منابع نفت و گاز دارد (فرزانگان<sup>۳</sup>، ۲۰۱۱)، لذا نوسانات قیمت این کالا نقش مهمی در ایجاد نوسانات اقتصادی کشورهای تولیدکننده نفت، از جمله ایران ایفا می‌نماید (مهرآرا و نیکی‌اسکویی، ۱۳۸۵). علت این امر را می‌توان از یک سو، در حساسیت زیاد قیمت نفت به مسائل سیاسی، اقتصادی و فرهنگی در سطح جهان و در نتیجه پر تلاطم بودن آن، و از سوی دیگر در اثرگذاری قابل توجه این قیمت‌های پر تلاطم بر متغیرهای کلان اقتصادی، جست‌وجو نمود (کانگ و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۱۱). بنابراین اقتصاد ایران همواره در معرض ضربات درآمدهای ارزی حاصل از صادرات و مخاطرات ناشی از تغییرات ناگهانی درآمدهای نفتی قرار دارد. استمرار و دیرپایی این ویژگی در اقتصاد کشور به ویژه در دهه‌های اخیر، ضرورت اتخاذ تصمیمات صحیح را در سیاست‌گذاری کلان برای اقتصاد ایران به روشنی نمایان می‌سازد (هادیان و پارسا، ۱۳۸۵). بنابراین، متکی بودن اقتصاد ایران به درآمدهای

- 
1. Komijani et al
  2. Barbiroli
  3. Farzanegan
  4. Kang et al

حاصل از فروش منابع فسیلی و تزلزل ناشی از نوسانات قیمت آنها، سبب شده است تا گسترش صادرات غیرنفتی در اولویت سیاست‌گذاری‌های کشور قرار گیرد (بهرادمهر، ۱۳۸۷). از سوی دیگر، با توجه به اینکه بخش قابل توجهی از صادرات غیر نفتی ایران را محصولات پتروشیمی تشکیل می‌دهد که متانول نیز یکی از اقلام مهم آن است و همچنین وجود مزیت نسبی در تولید و صادرات محصولات پتروشیمی (که علاوه بر اشتغال‌زایی فراوان، درآمدهای ارزی سرشاری را نصیب کشور می‌سازد)، گسترش صادرات این محصولات می‌تواند از شدت آثار مخرب ناشی از شوک‌های نفتی، بکاهد (رهبر و رام، ۱۳۸۶).

پس از نفت، گاز طبیعی که خوراک اصلی محصولات پتروشیمی می‌باشد، جایگاه دومین انرژی مهم در جهان را دارا است. امروزه انرژی گاز به دلیل دارا بودن مزایای فراوان به ویژه از نظر شاخص‌های زیست محیطی، مزیت عمده‌ای را نسبت به سایر حامل‌های انرژی دارد. تغییر تقاضای جهانی انرژی طی چند دهه‌ی اخیر، از سوی سوخت‌های فسیلی به سوخت‌هایی با محتوای کربن کمتر همانند محصولات پتروشیمی، مؤید این امر می‌باشد (مسیح، البینالی، دملو، ۲۰۱۰ A). بگونه‌ای که، طی این مدت انرژی مورد نیاز انسان از چوب (با محتوای کربن ۱/۲۵ نسبت به هیدروژن موجود در آن) به زغال‌سنگ سپس به نفت و در حال حاضر به گاز طبیعی (گاز متان با میزان کربن ۶۵٪) تغییر نموده و در این راستا سهم گاز طبیعی به عنوان سوخت در حال افزایش است. در واقع گاز طبیعی در هر واحد انرژی حدود ۲۴ درصد نسبت به نفت خام و ۴۲ درصد نسبت به زغال‌سنگ گازهای آلاینده کمتری تولید می‌کند و این بیان‌گر آن است که می‌توان انرژی بیشتری مصرف و در مقایسه با نفت خام و زغال‌سنگ، آلاینده‌های کمتری تولید کرد (گندلی علیخانی و دلاوری، ۱۳۹۰). گاز طبیعی، نه تنها منبع انرژی تقریباً پاکیزه، فراوانی است بلکه منبع انرژی ارزان قیمتی نیز می‌باشد. همچنین تلاش جهانی برای کاهش گازهای گلخانه‌ای و گاز CO<sub>2</sub> مزیت استفاده از گاز طبیعی در مقایسه با سایر سوخت‌ها را نشان می‌دهد. شواهد حاکی از آن است که افزایش مصرف کالای مذکور، در دهه ۱۹۹۰ در اروپا (به طوری که در آلمان ۳۰ درصد، در ایتالیا ۵۰ درصد و در انگلیس ۱۰۰ درصد رشد داشته است) موجب کاهش تولید گاز آلاینده CO<sub>2</sub> شده است. علاوه بر آن، به دلیل ارتباط با

سایر بخش‌ها و نهادهای اقتصادی (در قالب نهاده به ویژه در صنایع پتروشیمی یا کالای نهایی)، نقش قابل توجه‌ای در فرآیند تصمیم‌گیری‌های اقتصادی و پیش‌برد اهداف توسعه‌ای کشور ایفا می‌کند (صادقی و ذوالفقاری، ۱۳۸۸).

اهمیت گاز طبیعی تنها به دلیل ارزش سوختی و تمیزی آن نیست و این ماده مهم‌ترین ماده خام اولیه برای صنایع مختلف به ویژه پتروشیمی است. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های صنعت پتروشیمی که بر پایه مواد گازی شکل می‌گیرد، ارزش افزوده بسیار بالای این صنعت است. بدین معنی که با تغییرات شیمیایی و فیزیکی بر روی هیدروکربورهای نفتی و گازی می‌توان ارزش محصول را به میزان ۱۰ تا ۱۵ درصد افزایش داد (پورکاظمی، ۱۳۸۵). از ویژگی‌های دیگر این صنعت، تنوع محصولات آن و تأمین مواد اولیه هزاران کارگاه و کارخانه صنایع پایین دستی آن می‌باشد که از نظر اشتغال زایی و کسب درآمدهای ارزی و قطع وابستگی نقش بسیار مؤثری در اقتصاد کشور دارد. در این بین، متانول یکی از سه محصول بسیار مهم صنایع پتروشیمی در دنیاست و مواد بسیاری از آن مشتق می‌شوند (حسینی و احتیاطی، ۱۳۸۵). بر این اساس، این صنعت به عنوان یکی از گزینه‌های صادرات غیرنفتی نقش مهمی در زمینه‌ی شکوفایی و توسعه‌ی اقتصاد کشور، بومی نمودن فناوری و گسترش صنایع جانبی بر عهده دارد. بنابراین، گسترش سطح تولیدات و توسعه صادرات این محصول، سبب افزایش میزان درآمدهای ارزی، افزایش رشد اقتصادی و کاهش نرخ بیکاری در کشور می‌گردد.

بنابراین آنچه در این پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرد، آزمون این فرضیات است که: آیا قیمت نفت خام سنگین بر نوسانات بازدهی قیمت متانول ایران اثر مثبت و معناداری دارد؟ و دیگر اینکه، آیا قیمت گاز طبیعی بر نوسانات بازدهی قیمت متانول ایران اثر مثبت و معناداری دارد؟ همچنین در صورت وجود هر یک از روابط مذکور، میزان کشش قیمتی متانول نسبت به کدامیک از آنها بیشتر می‌باشد؟ در همین راستا از داده‌های سری‌زمانی هفتگی قیمت متانول، قیمت نفت خام سنگین ایران و قیمت گاز طبیعی ایران طی دوره‌ی هفته‌ی اول ۲۰۰۵:۱ الی هفته‌ی سوم ۲۰۱۳:۵ استفاده خواهد شد و روابط میان متغیرهای نامبرده را به کمک خانواده مدل‌های GARCH مدل‌سازی می‌گردد. به همین منظور، در ادامه پس از بررسی مطالعات پیشین صورت گرفته در این زمینه به تشریح مبانی نظری

تحقیق پرداخته و در ادامه به تحلیل تجربی، تفسیر نتایج و نهایتاً نتیجه‌گیری و پیشنهادات پرداخته خواهد شد.

## ۲. سیری در مبانی نظری و مطالعات پیشین

واژه متانول از متیل الکل که ریشه یونانی دارد، بدست آمده است. Methu به معنی شراب و hyl به معنی چوب است. متیل در سال ۱۸۴۰ از کلمه متیلن مشتق شد و برای نامیدن متیل الکل استفاده شد. در سال ۱۸۹۲ از طرف انجمن بین المللی نامگذاری ترکیبات شیمیایی، متیل الکل به متانول تغییر نام یافت. در سال ۱۹۲۳ شیمیدان آلمانی، "ماتیاس" پیر، متانول را از گاز سنتز (مخلوطی از CO و H<sub>2</sub> که از کک بدست می‌آید) را کشف نمود. امروزه گاز سنتز مورد نظر برای تولید متانول مانند گذشته از زغال بدست نمی‌آید، بلکه از واکنش متان موجود در گازهای طبیعی تحت فشار ملایم ۱۰-۲۰ اتمسفر و دمای ۸۵۰ درجه سانتی‌گراد با بخار آب و در مجاورت کاتالیزور نیکل تولید می‌شود. این کاتالیزور اولین بار در سال ۱۹۶۶ توسط ICI استفاده شد (بالینگر و لانگ<sup>۱</sup>، ۱۹۹۶). روش دیگر تولید متانول، واکنش دی‌اکسیدکربن با هیدروژن اضافی است که تولید متانول و آب می‌کند بنابراین، در صورت استخراج آن از دی‌اکسیدکربن، می‌تواند مستقیماً موجبات کاهش آلودگی محیط زیست را نیز فراهم نمود (متانکس<sup>۲</sup>، ۲۰۱۱).

متانول یکی از پرکاربردترین محصولات پتروشیمی بوده که در میان محصولات گازی از نقش اساسی برخوردار است، چرا که ساختار مولکولی این محصول بسیار ساده بوده و قابلیت تبدیل به بسیاری از محصولات پتروشیمی را دارد. به همین علت میزان تولید جهانی آن از ۱۵,۹ میلیون متریک/تن در سال ۱۹۸۳ به ۳۲ متریک/تن در سال ۲۰۰۶ رسیده است (ورا و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۰۹). همچنین با توجه به کمبود قابل پیش‌بینی منابع انرژی در آینده، مصرف مستقیم متانول به عنوان سوخت پاک و یا در تولید هیدروژن مصرفی پیل‌های سوختی، بسیار مورد توجه است.

- 
1. Ballinger & Long
  2. Methanex
  3. Vora et al

همانطور که پیش‌تر بیان شده است، مواد بسیاری از متانول مشتق می‌شود و در صنایع پایین دستی بسیاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. از جمله فرآورده‌های این محصول: MTBE<sup>۱</sup>، DME<sup>۲</sup>، اسید استیک<sup>۳</sup>، رزین‌ها، متیل آمین<sup>۴</sup>، پلی آمیدها،

۱. متیل ترشری بوتیل اتر یک بنزین افزودنی است که برای افزایش عدد اکتان اضافه می‌شود و از متانول و ایزو بوتیلن تولید می‌شود. MTBE اولین ماده ی اکسیژن داری بود که به عنوان افزودنی به بنزین برای کامل تر شدن فرآیند احتراق در نظر گرفته شد، متانول که خود از اجزای اصلی بوجودآورنده ی MTBE است اغلب از گاز طبیعی و دیگر محصولات نفتی بدست می‌آید. این ماده عمدتاً به عنوان اکسیژن دار کننده ی سوخت بکار می‌رود. پس از کنار گذاشتن تترا اتیل سرب در کشور از روش اکسیژن دار کردن بنزین از طریق افزودن MTBE استفاده می‌شود، در واقع در حال حاضر عدد اکتان مورد نظر خود را به جای افزودن تترا اتیل سرب با افزودن MTBE بدست می‌آوریم.

۲. دی متیل استات عمدتاً برای تولید استات سلولز استفاده می‌شود و به همین دلیل تولید متیل استات تقریباً برابر با مصرف آن می‌باشد. بیشترین میزان استات سلولز در تولید فیلتر سیگار و صنایع الیاف استفاده می‌شود. میزان تقاضا برای متیل استات بستگی به میزان تولید استات سلولز دارد. مصرف جهانی استات سلولز برای تولید فیلتر سیگار همچنان در حال رشد است و به همین دلیل پیش بینی می‌شود مصرف متیل استات که جهت تولید استات سلولز مصرف میشود تا سال ۲۰۱۱ رشد متوسطی داشته باشد.

۳. استیک اسید (اتانوئیک اسید، CH<sub>3</sub>COOH، C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>) یا جوهر سرکه تاریخیچه بسیار قدیمی دارد. بشر از گذشته‌های بسیار دور از طریق غیرسنتزی و عمدتاً به روش تخمیر و تقطیر به این ماده دسترسی داشته و در تولید مواد غذایی، دارویی و صنایعی مانند چرم سازی و تهیه رنگ‌ها و غیره از آن استفاده می‌کرده است. اسید استیک به صورت صنعتی از روشهای سنتزی تهیه می‌شود. یکی از این روش‌ها سنتز اسید استیک از متانول و مونواکسیدکربن (کربوناسیون) است. اسید استیک در تهیه موادی چون استانیلید، اتیل استات، ایزو پروپیل استات، بوتیل استات، استیل کلرید، مونوکلرو استیک اسید، کتن و ... مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۴. مونومتیل آمین یا متیل آمین با نام‌های متان آمین یا آمینومتان، دی متیل آمین با نام متیل متان آمین شناخته می‌شود. این مواد در دمای محیط به شکل گازی با بوی آمونیاکی که در آب، الکل و اتر محلول هستند، همچنین به صورت خالص بسیار قابل اشتعال و سمی می‌باشند. مونومتیل آمین در تولید ماده ای به نام متیل ایزوسیانات بکار می‌رود که این ماده خود ماده اولیه تولید سمومی مانند کاربایل سوین تمیک، بروت، کر بوفوران و کربوسولفان می‌باشد، همچنین با مونومتیل آمین فسژن شده سموم متومیل و اگزامیل تولید می‌شود. حلال نرمال متیل پیرولیدون از مصارف عمده این حلال استخراج مواد از روغن‌های روان کننده می‌باشد. در این فرایند از متیل پیرولیدون برای جداسازی بنزن، تولوئن و زایلن استفاده می‌شود. همچنین این ترکیب به دلیل سمیت کم می‌تواند جایگزین حلال متیل کلراید در تولید رنگبرها شود و در پوشش‌های پلی آمیدسیسم و کابل نیز مصرف دارد. آلکیل آلکانول آمین‌ها در نتیجه واکنش مونومتیل آمین با اکسید اتیلن

فرمالدئیدها<sup>۱</sup>، حلالها، چسبها، ضد یخها، سموم، آفت کشها، اتیلن و پروپیلن<sup>۲</sup> می باشد (مسیح وهمکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۱۰ ب). لذا، با توجه به اهمیت این محصول و افزایش روزافزون تقاضا برای آن، بررسی عوامل مؤثر بر قیمت متانول ضروری می نماید. بنابراین در ادامه به تبیین و تفسیر چگونگی اثرگذاری قیمت گاز طبیعی و قیمت نفت خام بر قیمت متانول با عنایت به اهداف اصلی این مطالعه و یافته های مطالعات صورت پذیرفته شده، پرداخته خواهد شد.

آلکیل آلکانول آمین تولید می شود و از این مواد در داروسازی، جذب و جداسازی ترکیبات CO<sub>2</sub> و H<sub>2</sub>S از گاز طبیعی استفاده می شود. سایر کاربردهای مونومتیل آمین تولید ماده فعال سطحی متیل تائورات که در صنایع نساجی و شوینده، تولید موادی چون دی متیل اوره، کافئین و در ساخت مواد منفجره به صورت مونو متیل آمین نیترات مصرف می شود.

۱. فرمالدئیدها در صنعت از اکسیداسیون کاتالیزوری متانول، تهیه می شود. معمولاً از نقره فلزی یا مخلوط اکسید آهن و مولیبدن به عنوان کاتالیزور استفاده می شود. در صورت استفاده از اکسید آهن و مولیبدن به عنوان کاتالیزور، متانول با اکسیژن در دمای ۴۰۰ درجه سانتی گراد واکنش میدهد. از فرمالدئید به علت از بین بردن بیشتر باکتریها بعنوان محلول ضد عفونی کننده استفاده می شود. همچنین برای نگهداری از نمونه های بیولوژیکی هم مورد استفاده قرار می گیرد. عمده ترین استفاده فرمالدئید در تولید پلیمر و سایر ترکیبات شیمیایی است. رزینهای فرمالدئید، از واکنش فرمالدئید با فنل، اوره و ملامین ایجاد می شوند. این مواد معمولاً بعنوان رزینهای چسبناک در تولید تخته های سه لایه، در ساخت اسفنجهای قالب گیری شده و تولید اسفنجهای عایق کاربرد دارند. همچنین فرمالدئید در تولید پلی فرمالید، EDTA، رزول، نوولاک، فنل فرمالید، پیرولیدون، متیل پیرولیدون، پلی استال و... نیز کاربرد دارد.

۲. اتیلن و پروپیلن یکی از این فرآورده های تبدیل کاتالیستی ترکیبات متوکسی نظیر متانول و یا دی متیل اتر به مخلوط الفینها میباشد. این پروسه یا "متانول به الفین" نام دارد. متانول خام را به اتیلن و پروپیلن تبدیل مینماید. در طی این فرآیند ابتدا در مرحله اول، گاز طبیعی به متانول خام تبدیل میگردد و در مرحله دوم متانول حاصله از طریق یک واکنش کاتالیستی به اتیلن و پروپیلن تبدیل میگردد. از عمده ویژگیهای این فرآیند تبدیل عمده ترین جزء گاز طبیعی (متان) به الفین میباشد. متان حدود ۹۰ درصد از گاز طبیعی را تشکیل میدهد از اینرو تبدیل آن به الفین بسیار پرفایده میباشد. اتیلن و پروپیلن تولیدی با خلوص بالای ۹۷ درصد بوده و میتوان آنرا به راحتی جدا ساخته و به واحد پلیمرسازی فرستاد. اقتصادی بودن این پروسه به عواملی نظیر قیمت و بازار فروش اولفینها، هزینه متانول خوراک، هزینه کاتالیست و پلنت بستگی دارد. بسته به زمان و مکانهای مختلف بازارهای متفاوتی برای اتیلن و پروپیلن وجود دارد. در آمریکا و اروپا تقاضا برای اتیلن اغلب بیشتر از پروپیلن میباشد در حالیکه در اقیانوسیه تقاضا برای پروپیلن بیشتر از اتیلن است.

ارتباط قیمت گاز طبیعی و قیمت متانول واضح و مشخص می‌باشد. چراکه، همانطور که گفته شده است، گاز طبیعی خوراک اصلی متانول بوده، بدین مفهوم که، گاز طبیعی از جمله مواد اولیه‌ی اساسی تولید متانول می‌باشد. بنابراین، هرگونه افزایش قیمتی از جانب گاز طبیعی، منجر به افزایش هزینه‌های تولید متانول و در نتیجه افزایش قیمت این کالا می‌شود. این در حالی است که، تعیین نوع ارتباط قیمت نفت خام و متانول به سادگی ارتباط قیمت گاز طبیعی و قیمت آن محصول نمی‌باشد. بطور کلی اثرگذاری قیمت نفت خام بر قیمت متانول از دو منظر مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

نخست اینکه نگرانت ۱ (۲۰۰۹) عوامل مؤثر بر قیمت متانول را به سه دسته تقسیم می‌کنند:

۱) تغییرات تکنولوژیکی تولید متانول.

۲) تغییر قیمت خوراک اصلی (گاز طبیعی) تولید متانول.

۳) تغییرات بازار.

بر این اساس، قیمت نفت از دو کانال می‌تواند قیمت متانول را تحت تأثیر قرار دهد. یکی از طریق اثرگذاری بر قیمت خوراک اصلی متانول (گاز طبیعی)، دیگری از طریق مکانیسم بازار. تجزیه و تحلیل مسیر اثرگذاری قیمت نفت خام بر قیمت متانول از کانال مکانیسم بازار بدین صورت است که:

اولاً تغییر قیمت نفت خام به عنوان یک کالای اساسی در اقتصاد جهانی، منجر به ایجاد تغییر در بسیاری از متغیرهای اقتصادی شده و به طور سیستماتیک، کلیه بخش‌های بازار جهانی را متأثر می‌سازد. این نکته با مطالعه هی و همکاران ۲ (۲۰۱۰) نیز سازگار است. چرا که بر اساس مطالعه آنها قیمت نفت خام بر کل فعالیت‌های اقتصاد جهانی در کوتاه‌مدت و بلندمدت اثر گذار است. همچنین، مطالعات دیگری نیز وجود دارند که اثر قیمت نفت خام را به طور مجزا بر متغیرهای کلان کشورهای مختلف مورد ارزیابی قرار داده‌اند. به عنوان مثال بشیری‌بهمیری و منسو ۳ (۲۰۱۲) علت و معلول بودن نفت خام و GDP پرتقال را به کمک آزمون علیت گرنجر و مدل VECM را مورد تأیید قرار دادند. همچنین، او و

1 Nexant

2. He et al

3. Bashiri Behmiri, & Manso



همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۲) اثر تغییر قیمت نفت خام را بر ساختار اقتصاد کلان چین و زیرامبو<sup>۲</sup> (۲۰۱۰) اثر قیمت نفت خام بر تولید ناخالص داخلی آفریقای جنوبی را تأیید نموده‌اند. قوش<sup>۳</sup> (۲۰۱۱) نیز تحت تأثیر قرار گرفتن نرخ ارز هند (روپیه به دلار) را نسبت به تغییرات قیمت نفت تأیید نموده است. بنابراین، با توجه به وجود ارتباطات معنادار بین قیمت نفت خام و متغیرهای کلان کشورهای مختلف و نیز به علت گسترش روند جهانی شدن و وابستگی کشورهای مختلف به یکدیگر، شوک‌های قیمت نفت از طریق کانال‌ها متفاوتی در بازار جهانی می‌تواند بر قیمت کالاهای مختلف اثرگذار باشد.

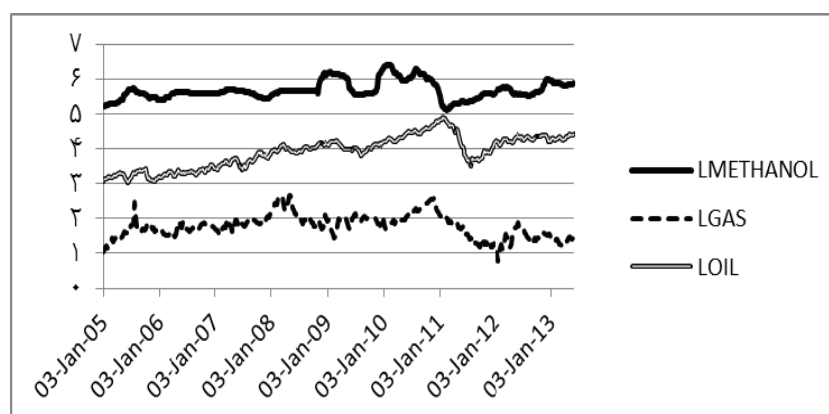
ثانیاً به علت وجود رابطه جانشینی بین فرآورده‌های نفتی از جمله بنزین، گازوئیل و ... و مشتقات گازی نظیر متانول، ارتباط متقابلی میان قیمت این دو گروه کالا وجود دارد (محمدی و طاهرخانی، ۱۳۸۸). مطالعه مسیح همکاران (۲۰۱۰، الف) وجود رابطه بین قیمت نفت خام و اتیلن را در بازار آمریکا را تصدیق نموده‌اند. همچنین، هنرور<sup>۴</sup> (۲۰۰۹) در مقاله-ای با عنوان «عدم تقارن در تغییرات قیمت بنزین خرده فروشی و نفت خام» ایالات متحده آمریکا، به کمک روش هم‌انباشتگی پنهان (CECM) پرداخته است. لیو و همکاران (۲۰۱۰) نیز وجود رابطه نامتقارن بین قیمت نفت و قیمت فرآورده‌های نفتی و گازوئیل در نیوزیلند را نشان داده‌اند. در این راستا، ادرنگی و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۰۱) در مطالعه‌ای اثر تغییرپذیری قیمت نفت خام دامنه‌ی آلاسکای شمالی را بر قیمت گازوئیل لوس آنجلس بررسی و تأیید نمودند. بنابراین، با وجود مطالعات مذکور، این احتمال که قیمت نفت خام بتواند از طریق اثرگذاری بر قیمت فرآورده‌های خود بر قیمت کالاهای جانشین آنها (مشتقات گازی) اثرگذار باشد، ناممکن نمی‌باشد.

دوم اینکه بر اساس مطالعه مسیح و همکاران (۲۰۱۰، ب) نیز می‌توان به وجود رابطه (ولی به طور غیرمستقیم) بین قیمت نفت خام و متانول پی برد. چرا که بر اساس همکاران مطالعه ایشان محرک اصلی قیمت متانول در قاره اروپا و آمریکا، قیمت گاز طبیعی بوده حال آنکه در خاور دور علاوه بر قیمت گاز طبیعی، تغییر در میزان تقاضا نیز عاملی مؤثر بر قیمت

- 
1. Ou et al
  2. Ziramba
  3. Ghosh
  4. Honarvar
  5. Adrangi et al

کالای مذکور بوده است. بنابراین، با توجه به اینکه مطالعات متعدد دیگری نیز وجود دارند که بر نقش غیر قابل انکار تغییرات قیمت نفت خام بر قیمت گاز طبیعی تأکید نموده‌اند، می‌توان وجود رابطه بین قیمت نفت خام و متانول را نتیجه گرفت. برای مثال روستال<sup>۱</sup> (۲۰۱۰) رابطه بین قیمت نفت خام و گاز طبیعی و اثرات آنها بر تقاضا در کشور آمریکا را ارزیابی نموده و ضمن تأیید وجود رابطه غیرمستقیم و بلندمدت بین قیمت گاز طبیعی و نفت خام، بر تأثیر قابل توجه تکنولوژی و عوامل محیطی نیز تأکید نمودند. همچنین، استفن و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای با عنوان "چه عواملی محرک تغییر قیمت گاز طبیعی می‌باشند؟" به بررسی عوامل تأثیرگذار بر قیمت گاز طبیعی پرداخته‌اند که نتایج تحقیق ایشان نشان می‌دهد که، فرآورده‌های نفتی و گاز طبیعی جانشین یکدیگر بوده و بنابراین، قیمت نفت خام محرک اصلی قیمت گاز طبیعی می‌باشد. به عنوان مثالی دیگر می‌توان به مطالعه ویلار و جوتز و میگنون<sup>۳</sup> (۲۰۰۶) اشاره نمود، که رابطه‌ی بین قیمت نفت خام و گاز طبیعی را مورد بررسی قرار داده بودند. نتایج این تحقیق نیز مؤید جانشین بودن گاز طبیعی و نفت خام بوده و لذا وابسته بودن قیمت این دو متغیر به هم را تأیید می‌نمایند. نمودار زیر نیز همانند نتایج تحقیقات پیشین صورت پذیرفته، مؤید وجود ارتباط میان متغیرهای قیمت نفت خام، قیمت گاز طبیعی و قیمت متانول می‌باشد.

نمودار ۱. روند قیمتی نفت خام، گاز طبیعی و متانول



1. Rosthal
2. Stephen et al
3. Joets & Mignon

بنابراین نمودار فوق و نتایج تجربی سایر مطالعات، با توجه به تأیید اثر تغییرات قیمت گاز طبیعی بر قیمت متانول، و نیز تأیید وجود روابط معنادار و بلندمدت بین قیمت گاز طبیعی و نفت خام، این مقوله که نوسانات قیمت نفت خام و گاز طبیعی نیز می‌تواند موجب ایجاد نوسانات قیمت متانول باشد، نیاز به بررسی مسئله را آشکار می‌سازد.

#### ۴. معرفی مدل و روش تحقیق

بطور کلی، این امر که قیمت در بازارهای مالی (از جمله بازارهای نفت، گاز و محصولات پتروشیمی) دارای پویایی و نوسانات شدید می‌باشند، همانند یک الگو و قالب کلی می‌باشد، که در ادبیات اقتصادسنجی اینگونه بازارها را اکثراً با مدل‌های خانواده‌ی GARCH مدل‌سازی و پیش‌بینی می‌نمایند. این مدل مشکل نوسانات خوشه‌ای و پهن دنباله بودن (غیرنرمال بودن) در سری‌های زمانی را برطرف نموده و همچنین، عواملی که قیمت دارای‌ها را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهند از جمله شوک‌های ناگهانی، تغییرات ساختاری، پاسخ به تقاضای داخلی، شرایط جهانی اقتصاد و حوادث سیاسی را به خوبی در نظر داشته و در مدل‌سازی به آنها توجه بسیار می‌نماید (وو<sup>۱</sup>، ۲۰۱۱).

مدل واریانس ناهمسانی شرطی اتورگرسیو (ARCH) که نخستین بار توسط انگل<sup>۲</sup> (۱۹۸۲) مطرح شد و بعدها توسط بولرسلو<sup>۳</sup> (۱۹۸۶) تعمیم داده شد، از جمله مدل‌هایی هستند که جهت تبیین نوسانات یک سری بکار می‌روند. پس از آن، انواع مختلف مدل‌های واریانس ناهمسانی شرطی معرفی گردیدند که به طور کلی آنها را می‌توان به دسته؛ مدل‌های خطی (مدل‌های GARCH و IGARCH) و مدل‌های غیرخطی (شامل مدل‌های EGARCH، TGARCH، PGARCH، FIGARCH و...) تقسیم نمود.

بولرسلو (۱۹۸۶) بر مبنای مدل ARCH انگل، (۱۹۸۲) به معرفی مدل تعمیم یافته‌ی ARCH یعنی مدل GARCH پرداخت. وجه تمایز این دو مدل در وجود وقفه‌های واریانس در معادله واریانس شرطی می‌باشد. در واقع مدل GARCH، ساختاری همانند یک مدل ARMA دارد. فرم تصریحی این مدل از قرار زیر می‌باشد:

- 
1. Vo
  2. Engel
  3. Borlertsev

$$\begin{aligned} M_t &= \mu_t + \varepsilon_t \\ \varepsilon_t &= z_t \sqrt{h_t}, \quad z_t \sim N(0,1) \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} h_t &= \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta h_{t-1} \\ h_t &= \sigma_t^2 \end{aligned} \quad (6)$$

معادله‌ی (۵)، معادله میانگینی است و از دو بخش  $\mu_t$  که ساختاری مناسب جهت تبیین معادله میانگین باشد،  $\varepsilon_t$  بیانگر اجزاء اخلاص مدل فوق بوده که دارای ویژگی واریانس ناهمسانی می‌باشد و از دو جزء نرمال ( $z_t$ ) و انحراف معیار شرطی ( $\sqrt{h_t}$ ) که فرم تصریحی آن در معادله (۶) آورده شده است، تشکیل شده است. در واقع  $h_t$ ، معادله واریانس شرطی-ای است که جهت رفع مشکل واریانس ناهمسانی  $\varepsilon_t$  به همراه معادله میانگین تخمین می‌خورد. در معادله‌ی مذکور،  $\omega$  میانگین  $\sigma_t^2$  بوده، ضریب  $\varepsilon_{t-1}^2$  بیانگر اثرات ARCH و ضریب  $h_{t-1}$  معرف اثرات GARCH می‌باشد (کانگ و همکاران، ۲۰۰۹). یکی از مهمترین ویژگی‌های این مدل، زودگذر بودن شوک‌های وارده بر سری مورد بررسی می‌باشد. همچنین، مطالعات انگل و بلرسلو (۱۹۸۶) نشان می‌دهد که در برخی از موارد معادله GARCH بالا دارای ریشه واحد می‌باشد. یعنی برای مثال در GARCH(1,1)، مقدار  $\alpha_1 + \beta_1$  خیلی نزدیک به یک است. در این صورت مدل GARCH همجمع بوده که در اصطلاح آنرا IGARCH می‌نامند (آروری و همکاران، ۲۰۱۰). در این مدل‌ها، در صورت وارد شدن تکانه‌ای به سری مورد بررسی، آثار آن دیرپا بوده و در بلندمدت نمایان می‌شوند.

## ۵. برآورد تجربی مدل

به منظور انجام این پژوهش، از داده‌های هفتگی مربوط به قیمت نفت خام، گاز طبیعی و متانول طی دوره زمانی ۱۳۸۳/۱۰/۱۷ الی ۱۳۹۲/۳/۲ استفاده شده است که به ترتیب از

سایت‌های مرکز مطالعات انرژی آمریکا، مرکز تحقیقات بین‌المللی انرژی و شرکت پتروشیمی فن‌آوران گردآوری شده‌اند. گفتنی است که علائم اختصاری متغیرهای بکاربرده شده در این مطالعه عبارتند از: LOIL؛ بیانگر لگاریتم قیمت نفت خام سنگین، LGAS؛ بیانگر لگاریتم قیمت گاز طبیعی و LMETHANOL؛ بیانگر لگاریتم قیمت متانول. پیش از انجام مراحل مختلف مدل‌سازی، با توجه به این نکته که، در مدل‌های مبتنی بر داده‌های سری‌زمانی، پیش از هر چیز به منظور جلوگیری از ایجاد رگرسیون کاذب، ابتدا می‌بایست مانایی متغیرهای تحقیق مورد بررسی قرار گیرد (چراکه در غیراینصورت نتایج تحقیق قابل اعتماد نمی‌باشند)، به انجام آزمون مانایی بر اساس آزمون‌های دیکی‌فولر تعمیم-یافته (ADF)<sup>۱</sup> و فیلیپس-پرون (PP)<sup>۲</sup> پرداخته می‌شود، که نتایج آن در قالب جدول (۱) بیان شده است.

جدول ۱. نتایج آزمون مانایی متغیرهای تحقیق

نتیجه	آماره بحرانی	آماره محاسباتی در سطح ۵٪	نوع آزمون	متغیر
نامانا	-۱/۹۴	-۰/۲۶	ADF	LMETHANOL
نامانا	-۱/۹۴	-۰/۶۴	PP	
نامانا	-۱/۹۴	-۱/۳۷	ADF	LOIL
نامانا	-۱/۹۴	-۱/۲۳	PP	
نامانا	-۱/۹۴	-۱/۰۲	ADF	LGAS
نامانا	-۱/۹۴	-۱/۰۶	PP	

لازم به ذکر است که تفاضل مرتبه اول کلیه متغیرها بر اساس هر دو آزمون، مانا بوده‌اند.

منبع: یافته‌های محققین

نتایج جدول فوق بیانگر آن است که کلیه متغیرهای تحقیق، بر اساس هر دو آزمون ADF و PP، در سطح نامانا می‌باشند. در حقیقت تمامی متغیرهای مذکور همجمع از مرتبه اول (یا به

1. Augment Dickey- Fuller  
2. Philips- Pron

بیان دیگر  $I(1)$  بوده و لذا، جهت بهره‌مندی از مدل‌سازی صحیح روابط این متغیرها، تفاضل‌گیری از آنها الزامی است، چراکه، در غیر این صورت نتایج برآوردها قابل اعتماد نخواهند بود. از این‌رو، در ادامه نظر به اینکه عملکرد مدل‌های مختلف سری‌زمانی، با توجه به داده‌های مختلف می‌تواند تحت تأثیر قرار گیرد، پیش از انجام هر اقدامی، به بررسی آماره‌های توصیفی تفاضل سری متغیر وابسته در قالب جدول (۲) می‌پردازیم:

جدول ۲. آماره‌های توصیفی تفاضل سری قیمت متانول طی دوره نمونه

(با تعداد مشاهدات ۴۳۸)

آماره	سری بازدهی بورس	آماره	سری بازدهی بورس
Mean	۰/۰۰۱۴	Kurtosis	۲۵/۰۴
Max	۰/۳۳۴۲	Jarque- Bra	۸۹۸۶/۱۸(۰/۰۰۰)
Min	-۰/۲۵۸۶	ADF	-۵/۶۲(۰/۰۰۰)
S.D	۰/۰۴	PP	-۶/۱۲(۰/۰۰۰)
Skewness	۱/۲۸	Box- Ljung Q(10)	۱۷۹/۰۲(۰/۰۰۰)

منبع: یافته‌های محققین

با مشاهده جدول فوق می‌توان دریافت که، میانگین سری بازدهی قیمت متانول (تفاضل قیمت متانول) در دوره مورد بررسی معادل ۰/۰۰۱۴ و انحراف معیار آن برابر ۰/۰۴ می‌باشد، که با مقایسه این دو می‌توان دریافت که، این سری در دوره مورد بررسی دارای نوسانات زیادی می‌باشد. این امر بدین مفهوم است که، احتمال ناهمسان بودن واریانس سری بازدهی قیمت متانول وجود دارد. آزمون نرمال بودن توزیع سری مذکور نیز، بیانگر غیرنرمال بودن این سری می‌باشد. بگونه‌ای که چولگی غیرصفر (مثبت) و کشیدگی بیش‌تر حالت نرمال داشته، بنابراین جهت مدل‌سازی این متغیر می‌بایست از توزیع Skewed-Student استفاده نمود (نادری و کمیجانی، ۱۳۹۱). با مشاهده‌ی آماره‌ی لیانگ- باکس (با ده دوره وقفه)، می‌توان به رد فرضیه صفر این آزمون مبنی بر «عدم وجود خودهمبستگی سریالی میان جملات سری» پی برد. در نهایت، بررسی آماره‌های آزمون مانایی مطرح شده (ADF و Phillips-Perron) دال بر مانا بودن متغیر مذکور می‌باشند. لذا جهت مرتفع نمودن مشکل خود همبستگی پیاپی، می‌بایست از مدل‌های خودتوضیح میانگین متحرک هم

جمع (ARIMA) استفاده کرد. نتایج حاصل از برآورد مدل‌های مختلف مذکور در قالب جدول (۳) مشاهده نمود.

جدول ۳. انواع مختلف مدل‌های ARMIA

ARCH	AIC	SBC	معیار مدل
$F(1, 434) = 8/88 (0/000)$	-۳/۸۳۸	-۳/۷۹۲	ARIMA(1,1,1)*
$F(1, 433) = 7/34 (0/000)$	-۳/۶۷۱۳	-۳/۶۵۲۳	ARIMA(2,1,1)
$F(1, 433) = 7/68 (0/000)$	-۳/۶۶۶۴	-۳/۶۲۶۸	ARIMA(1,1,2)
$F(1, 432) = 7/54 (0/000)$	-۳/۵۶۴۵	-۳/۵۲۳۳	ARIMA(2,1,2)

منبع: یافته‌های محققین

همانگونه که جدول (۳) نشان می‌دهد، بر اساس معیارهای آکائیک (AIC) و شوارتز (SBC) مدل ARIMA(1,1,1) بهترین برآورد در میان سایر مدل‌های ARIMA می‌باشد. ذکر این نکته ضروری است که آزمون اثرات ناهمسانی واریانس به کمک آزمون آرچ مورد بررسی قرار گرفته و نتایج آن همانطور که در جدول فوق قابل مشاهده است، حاکی از وجود ویژگی مذکور در اجزاء اخلاص تمامی این مدل‌ها است. به همین علت جهت رفع مشکل مذکور از برآوردگرهای سازگار وایت (Robust) در تخمین استفاده شده است. بنابراین به منظور رفع مشکل ناهمسانی واریانس، از خانواده مدل‌های GARCH که با استفاده از روش حداکثر درست‌نمایی (MLE) برآورد می‌گردند، استفاده خواهد شد. نتایج برآورد مدل‌های مذکور از قرار زیر است.

جدول ۴. انواع مدل‌های خانواده GARCH

ARIMA(1,1)		انواع مدل‌ها
AIC	SBC	
-۸/۳۷۵۴	-۸/۳۲۱۶	GARCH
-۸/۴۳۰۲	-۸/۳۵۲۶	EGARCH
-۸/۵۳۶۷	-۸/۵۰۵۵	GJR-GARCH
-۸/۵۲۸۵	-۸/۵۰۳۸	APGARCH
-۸/۵۷۹۳	-۸/۵۱۴۶	IGARCH

منبع: یافته‌های محققین

با مقایسه‌ی مقادیر معیارهای اطلاعات مربوط به انواع مختلف مدل‌های GARCH به سادگی می‌توان دریافت که، مدل IGARCH-ARIMA(1,1,1) دارای کمترین مقدار آماره‌ی اطلاعات آکائیک و شوارتز بوده و بنابراین بهترین تصریح جهت تبیین الگوی رفتاری تلاطم موجود در سری بازدهی قیمت متانول می‌باشد، که ضرایب متغیرهای این مدل به همراه آماره‌های مربوط به معناداری این ضرایب در جدول (۵) ارائه شده است. همچنین آماره‌های مربوط به بررسی وجود واریانس ناهمسانی در اجزاء اخلاص این مدل (آماره‌های مربوط به آزمون‌های لیانگ-باکس، مک‌لئود-لی و آرچ) نیز در قسمت زیرین جدول مربوط به تخمین این مدل، ارائه گردیده است.



جدول ۵. پارامترهای برآورد شده برای مدل ARIMA(1,1,1)- IGARCH

پارامتر	ضریب	انحراف استاندارد	مقدار آماره Z	مقدار احتمال
معادله میانگین				
C	۰/۱۳	۰/۰۴	۳/۱۹	۰/۰۰۲
dLGAS	۰/۲۱	۰/۰۲	۱۰/۹۷	۰/۰۰۰
dLOIL	۰/۶۴	۰/۰۳	۱۷/۱۹	۰/۰۰۰
AR(1)	۰/۷۹	۰/۰۵	۱۳/۵	۰/۰۰۰
MA(1)	-۰/۵۱	۰/۰۸	-۶/۰۲	۰/۰۰۰
DUM	۰/۷۶	۰/۰۲	۳/۴۹	۰/۰۰۲
معادله واریانس				
$\alpha_1$	۰/۶۷	۰/۰۲۳	۲۹/۱۱	۰/۰۰۰
$\beta_1$	۰/۳۲	۰/۰۱۲	۲۶/۶۳	۰/۰۰۰
R2	۰/۷۸	Box- Ljung Q(10)	۱۱/۱۵(۰/۱۹۳)	
Log-Likelihood	۱۷۴۷/۲۸	McLeod-Lee Q2(10)	۲/۴۲۶(۰/۹۶۵)	
ARCH(1)		۰/۰۸(۰/۷۷۵)		

## منبع: یافته‌های تحقیق

بر اساس جدول فوق ذکر چند نکته ضروری است: نخست اینکه؛ متغیر مجازی معرفی شده در معادله میانگین مدل فوق (Dum)، بیانگر شوک‌های نامتعارف وارده به سری مذکور در اثر بحران مالی جهانی سال ۲۰۰۸ میلادی می‌باشند. اساس انتخاب شوک‌های نامتعارف، بزرگی آنها می‌باشد. به این معنا که، شوک‌هایی را که بیش از چهار برابر انحراف معیار سری بازده بوده‌اند، به عنوان شوک نامتعارف انتخاب نموده شده‌اند. همچنین، در مدل مذکور کلیه ضرایب این مدل در سطح ۹۵٪ معنادار می‌باشد. نتایج آزمون لیانگ- باکس نیز، هیچگونه اثری از خودهمبستگی سریالی در اجزاء اخلاص این مدل را نشان نمی‌دهد. وجود واریانس ناهمسانی در اجزاء اخلاص، نیز بر اساس آزمون مک‌لئود- لی و آرچ، منتفی اعلام شده است.

### ۶. تحلیل یافته‌ها و نتیجه‌گیری

در این مطالعه، به بررسی رابطه‌ی کوتاه مدت تغییرات قیمت نفت خام و همچنین گاز طبیعی بر قیمت متانول طی دوره‌ی زمانی ۱۳۸۳/۱۰/۱۷ الی ۱۳۹۲/۳/۲، به کمک داده‌های هفتگی و با بهره‌جویی از روش IGARCH پرداخته شد. بررسی نتایج آزمون مانایی متغیرهای تحقیق (آزمون‌های ADF و PP) نشان داد که، متغیرهای لگاریتم قیمت نفت خام، لگاریتم قیمت گاز طبیعی و لگاریتم قیمت متانول نامانا و انباشته از مرتبه واحد بوده و بنابراین جهت مدل‌سازی از تفاضل متغیرهای تحقیق استفاده شده است.

در گام بعدی، انجام آزمون‌های تشخیصی‌ای از جمله لیانگ-باکس جهت تعیین مدلی مناسب با ساختار داده‌های بازدهی قیمت متانول پرداخته شد؛ که نتایج این آزمون‌های بر وجود خودهمبستگی پیاپی و احتمال وجود ناهمسانی واریانس تأکید نمودند. سپس، مدل‌های مختلف ARIMA جهت رفع مشکل ناهمسانی برآورد گشت. نتایج بیانگر آن بوده است که، مدل  $ARIMA(1,1,1)$  بر اساس معیارهای اطلاعات آکائیک و شوارتز دارای بهترین عملکرد در میان سایر مدل‌های ARIMA بوده است. اما نکته‌ی حائز اهمیت آن است که، در بررسی پسماندهای تمامی مدل‌های ARIMA وجود ویژگی ناهمسانی واریانس تأیید شده است. بنابراین به منظور رفع مشکل ناهمسانی واریانس که موجبات برآوردی اریب و ناکارا را فراهم می‌آورد، مدل‌های مختلف خانواده‌ی GARCH، از جمله EGARCH، GJR-GARCH، APGARCH و IGARCH برآورد گشته و از نظر خطای تخمین به معیارهای اطلاعات نامبرده، به مقایسه آنها پرداخته شد. در این میان، بهترین مدلی که می‌توان جهت مدل‌سازی رفتار بازدهی قیمت متانول استفاده نمود، مدل IGARCH بوده است.

نتایج حاصل از برآورد مدل منتخب IGARCH- $ARIMA(1,1,1)$ ، بیانگر آن است که، بر اساس معیارهای اطلاعات، دقت برآورد مدل IGARCH- $ARIMA(1,1,1)$  در مقایسه با مدل  $ARIMA(1,1,1)$  بسیار بالاتر است. همچنین اینکه، تمامی ضرایب برآورد شده‌ی تحقیق در سطح اطمینان ۹۵٪ معنادار می‌باشند.

با توجه به اهداف اصلی این تحقیق که در قالب سه فرضیه در بخش مقدمه بیان شده است و همچنین با عنایت به نتایج مدل IGARCH- $ARIMA(1,1,1)$  می‌توان اظهار داشت که:

فرضیه‌ی اول این پژوهش مبنی بر "آیا قیمت نفت خام سنگین بر نوسانات بازدهی قیمت متانول ایران اثر مثبت و معناداری دارد؟" مورد قبول واقع شده است. تحلیل دستاوردهای این پژوهش بدین صورت می‌باشد که علت مثبت بودن رابطه قیمت نفت خام و قیمت متانول را می‌توان در دو عامل جست‌جو کرد، نخست اینکه افزایش قیمت نفت خام بر اساس تئوری‌های تقاضا، سبب افزایش تقاضا برای کالاهای جانشین آن از جمله گاز طبیعی (به عنوان مهمترین خوراک تولید متانول) شده (نوبخت و مرعشی‌علی‌آبادی، ۱۳۸۸) و این امر طبیعتاً قیمت متانول را نیز افزایش خواهد داد، و دیگر اینکه در اقتصادی وابسته به نفت همچون اقتصاد ایران (عمدتاً) افزایش قیمت نفت خام منجر به افزایش تورم گردیده (آرمن و آغاجری، ۱۳۸۸) و به تبع آن با افزایش هزینه عوامل تولید، هزینه‌های تولید کلیه کالاها از جمله متانول نیز افزایش خواهد یافت.

فرضیه دوم این مطالعه مبنی بر "آیا قیمت گاز طبیعی بر نوسانات بازدهی قیمت متانول ایران اثر مثبت و معناداری دارد؟" نیز مورد تأیید قرار گرفته است. بطوریکه ضریب قیمت گاز طبیعی در معادله میانگین مدل IGARCH-ARIMA(1,1,1) برابر مقدار عددی ۰/۲۱ بوده است. این بدین مفهوم است که با افزایش یک درصدی قیمت گاز طبیعی، قیمت متانول حدود ۰/۲۱ درصد افزایش می‌یابد. چراکه افزایش قیمت گاز طبیعی به عنوان خوراک اصلی متانول، منجر به افزایش هزینه‌های تولید این محصول گشته و لذا، به دنبال این افزایش هزینه تولید، قیمت خود محصول متانول نیز افزایش می‌یابد.

در پاسخ به هدف سوم این تحقیق حاکی از "میزان کشش قیمتی متانول نسبت به کدامیک از قیمت دو کالای نفت خام و گاز طبیعی بیشتر می‌باشد؟" بیان داشت که، با بررسی ضرایب متغیرهای تحقیق در مدل منتخب، می‌توان دریافت که، کشش قیمتی متانول نسبت به قیمت نفت خام در حدود ۰/۶۴ بوده در حالی که کشش قیمتی آن نسبت به قیمت گاز طبیعی در حدود ۰/۲۱ می‌باشد. بدین مفهوم که، افزایش قیمت نفت خام اثرات بیشتری در مقایسه با افزایش یکسان قیمت گاز طبیعی بر قیمت متانول ایجاد می‌نماید. علت این امر را می‌توان در ساختار تعیین قیمت دو کالای نفت خام و گاز طبیعی دانست؛ چراکه اولی در بازارهای رقابتی جهانی تعیین گشته و بالتبع دارای نوسانات بیشتر در پاسخ به مسائل اقتصادی، سیاسی و تحولات جهانی است، حال آنکه دومی توسط دولت ایران و بصورت

یارانه‌ای به شرکت‌های پتروشیمی عرضه می‌گردد و بدون شک از وقایع اقتصادی و غیره کمتر تأثیر می‌پذیرد و متعاقباً کمتر بر دیگر متغیرهای مرتبط با آن اثر می‌گذارد.

یافته اساسی دیگر این پژوهش، بر اساس مدل IGARCH شوک‌های وارده بر قیمت متانول دیرپا بوده و آثار خود را بصورت یک رابطه معنادار بسیار قوی در بلندمدت بر این متغیر برجای خواهد گذاشت. تحلیل این یافته‌ها نیز بدین صورت است که اگرچه محصولات پتروشیمی قابلیت جانشینی بالایی با محصولات نفتی دارند، اما به علت عدم وجود زیرساخت‌های مناسب در بکارگیری این محصولات (به عنوان عامل تولید) و نیز مقرون به صرفه نبودن تغییر تکنولوژیکی مورد نیاز، جایگزینی آنها با افزایش قیمت نفت (که در بلندمدت امکانپذیر است) بیشتر خواهد شد. همچنین، از آنجایی که در ایران، قیمت گاز طبیعی بکارگرفته شده به عنوان خوراک محصولات پتروشیمی عمدتاً به صورت یارانه‌ای می‌باشد، لذا تأثیرپذیری قیمت متانول از تغییرات قیمت نفت خام از کانال گاز طبیعی غیرمنطقی می‌نماید. بنابراین، با توجه به تشریح کانال‌های اثرگذاری تغییرات قیمت نفت بر قیمت متانول در بخش مبانی نظری، اثر تغییر در قیمت نفت خام از کانال بازار و تغییر در قیمت عوامل تولید، بر قیمت متانول وارد خواهد شد، و با توجه به زمان‌بر بودن این مسیر اثرگذاری، می‌توان دریافت که یافته این پژوهش مبنی بر دیرپا بودن آثار تکانه‌های متغیرهای تحقیق (نفت خام و گاز طبیعی) بر قیمت متانول و در عوض وجود یک رابطه معنادار بسیار قوی در بلندمدت بین این متغیرها، کاملاً با واقعیت سازگار است.

پیشنهاد سیاستی برآمده از این تحقیق را می‌توان اینگونه بیان داشت که با توجه به اینکه عمده‌ی صادرات غیرنفتی ایران را صادرات محصولات پتروشیمی تشکیل می‌دهد و نیز به علت آنکه یکی از مهمترین اقلام محصولات پتروشیمی ایران متانول می‌باشد، بر اساس یافته‌های این تحقیق افزایش قیمت نفت خام منجر به افزایش قیمت متانول و در نتیجه کاهش صادرات غیرنفتی ایران می‌گردد. لذا در این شرایط، با ایجاد نوسانات در قیمت نفت و به تبع آن ایجاد تزلزل در درآمدهای نفتی کشور، ثبات درآمدهای ارزی حاصل از صادرات متانول به عنوان یکی از اقلام صادرات غیرنفتی نیز با ابهام مواجه خواهد شد. بنابراین، این نتیجه پیامدها و مخاطرات تصمیم‌گیری‌های کلان کشور را کاهش خواهد داد.

لازم به ذکر است که در بازه زمانی بکار رفته شده در این تحقیق، قیمت گاز طبیعی بکارگرفته شده جهت تولید متانول عمدتاً یارانه‌ای بوده است، لذا با اعمال قانون هدفمند کردن یارانه‌ها و حذف یارانه حامل‌های انرژی، می‌توان انتظار داشت که تغییرات قیمت نفت خام بر قیمت متانول از کانال گاز طبیعی نیز اثرگذار باشد. بنابراین، به عنوان یک پیشنهاد می‌توان به بررسی مجدد نتایج این تحقیق پس از اعمال قانون حذف یارانه‌ها پرداخت.

## منابع

- ۱- آرمن، عزیز و آغاجری، جواد (۱۳۸۸)، "درآمد نفت، تورم و رشد در ایران: آزمونی از بیماری هلندی پیش از اصلاح نرخ ارز"، فصلنامه اقتصاد مقداری (فصلنامه بررسی های اقتصادی)، شماره ۲۱، صفحات ۳۷-۶۲.
- ۲- اندرس، والتر (۲۰۰۴)، "اقتصاد سنجی سری زمانی با رویکرد کاربردی"، ترجمه: سعید شوال پور و مهدی صادقی، انتشارات دانشگاه امام صادق (ع)، جلد یکم.
- ۳- بهرادمهر، نفیسه (۱۳۸۷)، "پیش بینی قیمت نفت خام با استفاده از هموارسازی موجک و شبکه عصبی مصنوعی"، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۱۸، صفحات ۸۱-۹۸.
- ۴- پورکاظمی، محمدحسین (۱۳۸۵)، "ارزیابی مجتمع های صنایع پتروشیمی ایران با استفاده از تحلیل پوششی داده ها"، پیک نور، شماره ۱۴، صفحات ۳۴-۴۳.
- ۵- جلالی نایینی، احمدرضا و کشاورز حداد، غلامرضا و اسکندی زنجانی، روح الله و زمانی، مهرزاد (۱۳۸۸)، "بررسی رابطه علیت بین قیمت نفت خام و قیمت فرآورده های نفتی در بازار آمریکا و اروپا"، فصلنامه مطالعات اقتصادی انرژی، شماره ۲۲، صفحات ۱-۲۷.
- ۶- حسینی، شمس الدین و احتیاطی، احسان (۱۳۸۵)، "مزیت رقابتی و اندازه گیری آن"، مطالعه ای موردی متانول ایران، فصلنامه پژوهش های اقتصادی ایران، شماره ۲۸، صفحات ۱۶۹-۱۹۳.
- ۷- گندلی علیخانی، نادیا، دلاوری، مجید، (۱۳۹۰)، "بررسی اثر تغییرات قیمت نفت خام و گاز طبیعی بر قیمت متانول ایران"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان، دانشکده اقتصاد.
- ۸- رهبر، فرهاد و رام، منصوره، (۱۳۸۶)، "مقایسه ارزیابی صادرات گاز از طریق خط لوله و LNG، با صادرات فرآورده های پتروشیمی"، فصلنامه مطالعات اقتصادی انرژی، شماره ۱۴، صفحات ۱۳۶-۱۵۵.
- ۹- محمدی، تیمور و طاهرخانی، علی رضا (۱۳۸۸)، "بررسی رابطه قیمت نفت خام و گاز طبیعی"، فصلنامه مطالعات انرژی، شماره ۲۲، صفحات ۷۰-۵۳.
- ۱۰- مهرآرا، محسن و نیکی اسکویی، کامران (۱۳۸۵)، "تکانه های نفتی و اثرات پویای آن بر متغیرهای کلان اقتصادی"، مجله پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۴۰، صفحات ۱-۳۲.

- ۱۱- نادری، اسماعیل، کميجانی، اکبر، (۱۳۹۱). "تحلیل آشوب و بررسی عملکرد مدل‌های خطی و غیرخطی سری‌زمانی در پیش‌بینی بازدهی شاخص بورس اوراق بهادار تهران"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده اقتصاد.
- ۱۲- نوبخت، محمدباقر، مرعشی‌علی‌آبادی، سارا، (۱۳۸۸). "پیش‌بینی وضعیت بازار گاز و ارتباط آن با قیمت‌های جهانی نفت"، انتشارات مرکز تحقیقات استراتژیک، پژوهشنامه ۱۰، شاپک: ۷-۴۹-۵۲۴۷-۶۰۰-۹۷۸.
- ۱۳- نوفرستی، محمد (۱۳۸۷)، "ریشه واحد و همجمعی در اقتصاد سنجی"، انتشارات مؤسسه خدمات فرهنگی رسا.
- ۱۴- هادیان، ابراهیم و پارسا، حجت (۱۳۸۵)، "بررسی تأثیر نوسانات قیمت نفت بر عملکرد اقتصاد کلان در ایران"، پژوهشنامه علوم انسانی و اجتماعی، پاییز ۱۳۸۵، شماره ۲۲، صفحات ۱۱۱-۱۳۲.
- ۱۵- یاری، مهدی (۱۳۸۹). "تحلیل تطبیقی تأثیر تکانه نفتی بر رشد اقتصادی کشورهای منتخب توسعه یافته و در حال توسعه"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده اقتصاد.

- 16-Abounoori, A.A., Mohammadali, H., Gandali Alikhani, N., Naderi, E., (2012); Comparative study of static and dynamic neural network models for nonlinear time series forecasting, MPRA Paper 46466, University Library of Munich, Germany.
- 17-Abounoori, A.A., Naderi, E., Gandali Alikhani, N., Amiri, A., (2013); Financial Time Series Forecasting by Developing a Hybrid Intelligent System, MPRA Paper 45615, University Library of Munich, Germany.
- Adrangi. B., Chatratha, A., Raffieeb, K., Ripplec, R.D., (2001); Alaska North Slope Crude Oil Price And The Behavior Of Diesel Prices In California, Energy Economics, Vol. 23, PP. 29-42.
- 18-Arouri, M., Lahiani, A., Nguyen, D.K., (2010), Forecasting the Conditional Volatility of Oil Spot and Futures Prices with Structural Breaks and Long Memory Models, International Conference on Economic Modeling, July, (Istanbul, Turkey).
- 19-Ballinger, P., Long, F.A., (1960). "Acid Ionization Constants of Alcohols. II. Acidities of Some Substituted Methanols and Related Compounds". Journal of the American Chemical Society, Vol. 82, No. 4, PP. 795-798.

- 20-Barbiroli, G., (2002); Sustainable Economic Systems, Principles of Sustainable Development, Vol. I, PP. 1-10.
- 21-Bashiri Behmiri, N., Manso, J.R.P., (2012); Does Portuguese Economy Support Crude Oil Conservation Hypothesis?, Energy Policy, Vol. 45, PP. 628-634.
- 22-Bollerslev. T., (1986), Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity, Journal of Econometrics, Vol. 31, No. 3, PP. 307-327.
- 23-Delavari, M., Gandali Alikhani, N., Naderi, E., (2013); Does long memory matter in forecasting oil price volatility?, MPRA Paper 46356, University Library of Munich, Germany .
- 24-Delavari, M., Mohammadali, H., Naderi, E., Gandali Alikhani, N., (2013); The sources of Iran's Business Cycles, European Journal of Scientific Research, Vol. 104, No 4, PP. 663-672.
- 25-Engle. R. F., (1982), Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of UK Inflation, Econometrica, Vol. 50, No. 4, PP. 987-1008.
- 26-Farzanegan, M.R., (2011); Oil Revenue Shocks And Government Spending Behavior In Iran, Energy Economics, Vol. 33, PP. 1055–1069.
- 27-Ghosh, S., (2011); Examining Crude Oil Price–Exchange Rate Nexus For India During The Period Of Extreme Oil Price Volatility, Applied Energy, Vol. 88, Issue. 5, PP. 1886-1889.
- 28-He, Y., Wang, SH., Lai, K.K., (2010); Global Economic Activity And Crude Oil Prices: A Cointegration Analysis, Energy Economics, Vol. 32, Issue. 4, PP. 868-876.
- 29-Honarvar, A., (2009); Asymmetry in Retail Gasoline And Crude Oil Price Movements In The United States: An Application Of Hidden Cointegration Technique, Energy Economics, Vol. 31, PP. 395-402.
- 30-Joets, M, Mignon, V., (2011); On The Link Between Forward Energy Prices: A Nonlinear Panel Cointegration Approach, Universities De Paris Ouest Nanterre La Defense, No. 7235, PP. 1-16.
- 31-Kang, S.H., Cheong, C., Yoon, S.M., (2011), Structural Changes and Volatility Transmission in Crude Oil Markets, Physica A, Vol. 390, PP. 4317–4324.
- 32-Komijani, A., Alikhani, N.G., Naderi, E., (2013), "The Long-run and Short-run Effects of Crude Oil Price on Methanol Market in Iran", International Journal of Energy Economics and Policy, Vol. 3, No. 1, pp. 43-50.
- 33-Liu, M.H., Margaritis, D., Tourani-Rad, A., (2010); Is There an Asymmetry in the Response of Diesel and Petrol Prices to Crude Oil Price Changes? Evidence from New Zealand, Energy Economics, Vol. 32, Issue. 4, PP. 926-932.



- 34-Masih, M., Algahtani, I., Demello, L., (2010 A); Price Dynamics of Crude Oil and the Regional Ethylene Markets, *Energy Economics*, Vol 38, PP. 1435-1444.
- 35-Masih, M., Albinali, K., Demello, L., (2010 B); Price Dynamics of Natural Gas And The Regional Methanol Markets, *Energy Policy*, Vol 38, PP. 1372–1378.
- 36-Methanex, November (2011); Methanex Investor Presentation, A Responsible Care Company.
- 37-Nexant, November (2009); Methanol Strategic Business Analysis, Chemsystems.
- 38-Ou, B., Zhang, X., Wang, Sh., (2012); How Does China's Macro-Economy Response To The World Crude Oil Price Shock: A Structural Dynamic Factor Model Approach, *Computers & Industrial Engineering*, In Press, Accepted Manuscript, Available Online.
- 39-Rosthal. J. E., (2010); The Relationship Between Crude Oil And Natural Gas Prices And Its Effect On Demand, A Thesis Submitted In Partial Fulfillment Of The Requirements For The Degree Doctor Of Philosophy.
- 40-Stephen P.A., Brown, M., Yucel, K., (2008); What Drives Natural Gas Prices? , *The Energy Journal*, Vol. 29, No. 2, PP. 43-58.
- 41-Takaendes, P., (2006); The Behaviour And Fundamental Determinants Of The Real Exchange Rate In South Africa, Rhodes University, Masters In Commerce (Financial Markets).
- 42-Vo, M., (2011), Oil and Stock Market Volatility: A Multivariate Stochastic Volatility Perspective, *Energy Economics*, Vol. 33, PP. 956–965.
- 43-Vora, B., Chen, J.Q., Bozzano, A., Glover, B., Barger, P., (2009); Various Routes To Methane Utilization—SAPO-34 Catalysis Offers The Best Option, *Catalysis Today*, Vol. 141, PP. 77–83.
- 44-Ziramba, E., (2010); Price and Income Elasticities of Crude Oil Import Demand in South Africa: A Cointegration Analysis, *Energy Policy*, Vol. 38, Issue. 12, PP. 7844-7849.