فصلنامه علمی – ترویجی انرژی ایران

دوره ۲۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، صفحه ۷۸ – ۵۵

بررسی تغییرپذیری اثرمتقابل سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین بر قیمت نفت خام: رویکرد فضا حالت

[۱] احمد صلاح منش*، [۲] سید عزیز آرمن، [۳] سهیل قهریه

تاریخ دریافت:
۱۳۹۹/۱۰/۸

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۰/۱۲/۲۵

کلمات کلیدی:
نفت خام،
انرژی جایگزین،
فضا–حالت،
فیلتر کالمن.

چکیده

انرژی‌های فسیلی در کلیه فعالیت‌ها به صورت مستقیم و غیر مستقیم اثرگذار است و ایجاد وقفه در تامین آن می‌تواند مشکلات گوناگونی را به همراه داشته باشد؛ این موضوع سبب شده است که کشورها به دنبال ایجاد تنوع در منابع انرژی و کاهش وابستگی به یک حامل باشند. از سوی دیگر ملاحضات زیست محیطی موجب گرایش جدی‌تر به سمت انرژی‌های جایگزین شده است. بنابراین تعیین تاثیر متقابل قیمت نفت خام (به عنوان شاخص انرژی‌های فسیلی) و بهره برداری از انرژی‌های جایگزین، با توجه به اینکه در طی زمان امکان تغییر این رابطه تحت تاثیر ارتقاء و توسه فن‌آوری، اعمال سیاست‌های اقتصادی و تغییر در قیمت‌های نسبی و غیره وجود دارد برای سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی‌های انرژی بسیار مهم است. از این رو در این پژوهش با استفاده از مدل‌های فضای حالت و وکارگیری فیلتر کالمن، تغییرپذیری اثر متقابل قیمت نفت خام و سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین طی دوره ی ۱۹۹۵–۲۰۱۷ برای کل بازار انرژی، به منظور تعیین رابطه این دو متغیر و امکان تغییرپذیری این رابطه در طی زمان بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد که قیمت نفت خام بر سرمایه‌گذاری اکثر انرژی‌های جایگزین اثر معناداری دارد اما تاثیر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین بر قیمت نفت خام ضعیف یا بی‌معنی است و هیچ گونه تغییرپذیری در این رابطه مشاهده نشد. اثر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های خورشیدی و بادی بر قیمت نفت خام تا حدودی قابل قبول است که پیش بینی می‌شود با رشد این انرژی‌ها و افزایش سهم تقاضای بازار انرژی، تاثیر آن‌ها بر قیمت نفت خام بیش از پیش باشد.

۱. استادیار، اقتصاد، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران. (نویسنده مسئول) a.salahmanesh@gmail.com
۲. استاد، اقتصاد، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران. Saarman2@yahoo.com
۳. دانشجوی دکتری، اقتصاد، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران. ghahrieh.soheil@yahoo.com

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-12-07]

۱. مقدمه

طی ۱۰ سال گذشته به طور متوسط، حدود ۳۲/۶ درصد کل مصرف انرژی جهان مربوط به نفت خام است؛ که این میزان بیشتر برای تامین انرژی مورد نیاز حمل و نقل و گرمایش استفاده می‌شود. از سوی دیگر، انرژی جایگزین تنها ۸/۵ درصد از عرضه جهانی انرژی را تشکیل می‌دهد، که تقریبا تنها برای تولید برق استفاده می‌شود؛ و حدود ۲۰ درصد از تولید برق از طریق این انرژی‌ها صورت می‌گیرد؛ که به مراتب بیش از نفت است، که تنها ۴/۵ درصد کل تولید برق از طریق آن است (شورای جهانی انرژی[1]،۲۰۱۸). در سال‌های اخیر کشورهای پیشرفته و در حال توسعه توجه بیشتری به انرژی‌های جایگزین[2]، جهت ایجاد تنوع در منابع قابل استفاده انرژی و کاهش وابستگی به یک حامل انرژی داشته‌اند؛ چرا که ملاحظات زیست‌محیطی، نوسان‌های قیمت نفت‌خام و عدم توازن جغرافیایی منابع فسیلی، تامین و استفاده از انرژی‌های فسیلی را پرهزینه کرده است و وابستگی شدید صنایع و فعالیت‌های روزمره به این منبع انرژی موجب شده است که وقفه در تامین آن نیز هزینه‌های زیادی را متوجه اقتصاد هر کشور کند. نوسان‌های قیمت نفت هم برای کشورهای تولیدکننده و هم برای کشورهای واردکننده این محصولات، مشکلات اقتصادی زیادی را به همراه می‌آورد؛ که به دنبال آن مشکلات اجتماعی، بیکاری و حتی مشکلات سیاسی شکل می‌گیرد. همچنین آلودگی‌های زیست‌محیطی بر اثر استفاده از منابع فسیلی به میزانی افزایش یافته که موجب تصویب پیمان‌های زیست محیطی کیوتو، مونترال، معاهده‌ی پاریس و غیره شده است که همگی بر کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و جایگزنی انرژی‌های پاک تمرکز دارند. از سوی دیگر محدودیت منابع فسیلی و تملک آن توسط تعداد محدودی از کشورها به همراه رشد مصرف این منابع با توجه به رشد جمعیت و تغییرات سبد مصرفی در طی زمان، گرایش به سرمایه-گذاری و استفاده از انرژی‌های جایگزین را بیش از پیش کرده است.

1. WEC: World Energy Council
2. Alternative energy

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-12-07]

شوک‌های نفتی چه بر اثر تغییر قیمت نفت باشد و چه بر اثر تغییر حجم عرضه صورت گیرد، از طریق شاخص قیمت نفت بر سایر متغیرها اثر می‌گذارد. مثلا در دهه ۱۹۷۰ اتفاقاتی در کشورهای عضو اوپک رخ داد که منجر به شوک قیمتی نفت شد. مطابق با این افزایش قیمت، مخارج عمومی کشورهای عضو OECD[1] در زمینه تحقیقات برای گسترش و توسعه بخش انرژی افزایش قابل توجهی یافت. این مخارج همزمان با نقطه اوج قیمت نفت در سال ۱۹۸۰ به اوج خود رسید. هر چند که آمار دقیقی از هزینه‌های بخش خصوصی در دسترس نیست، اما احتمالا از همین روند پیروی می‌کند. این افزایش قیمت موجب توجه بیشتر به جایگزین‌های این حامل انرژی شد و هر نوسان در عرضه یا قیمت نفت این توجه و سرمایه‌گذاری را بیشتر ضروری می‌کند (بارس[2]، ۲۰۱۴).

قیمت نفت خام و عرضه انرژی‌های جایگزین از نظر زیست محیطی، اقتصادی و توسعه پایدار دارای اهمیت هستند و از سوی دیگر از نظر سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی‌های داخلی و بین‌المللی اهمیت فزاینده‌ای می‌گیرند. لذا از نظر زیست محیطی، اقتصادی و سیاسی بررسی ارتباط این دو متغیر و امکان تغییرپذیری این ارتباط ضروری است (چشم انداز جهانی نفت[3]،۲۰۲۰). برنامه‌ریزان، سیاست‌گذاران و حتی قانون‌گذاران با توجه به اطلاعات و آمار و ارقام منتشر شده از پژوهش‌های علمی و شواهد عینی برنامه-ریزی، سیاست‌گذاری و قانون وضع می‌کنند؛ هر چه اطلاعات اولیه دقیق‌تر باشد سیاست‌های اتخاذ شده اثر مناسب‌تری دارد. به علت اینکه موضوع مورد بررسی در این پژوهش از نظر زیست محیطی، اقتصادی، روابط سیاسی داخلی و خارجی، برنامه‌ریزی‌های توزیع انرژی، قیمت‌گذاری و... بسیار مورد توجه است و اثرگذاری مستقیم و شدید دارد؛ هر چه پژوهش‌های علمی بیشتری در این زمینه صورت گیرد، می‌تواند راه سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان را روشن‌تر کند(چشم انداز جهانی نفت،۲۰۲۰).

از سوی دیگر برای کشورهایی که عرضه انرژی‌های فسیلی قسمت اعظم تولید ملی این کشورها را تشکیل می‌دهد، سرمایه‌گذاری و عرضه انرژی‌های جایگزین و تغییرپذیری اثر متقابل این متغیر نسبت به قیمت نفت خام اهمیت ویژه‌ای دارد زیرا سهم این کشورها از بازار انرژی با توسعه انرژی‌های

1. Organisation for Economic Co-operation and Development
2. Baars
3. World Oil Outlook

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-12-07]

جایگزین کاهش می‌یابد؛ همچنین با سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین، می‌توانند نوسانات قیمت انرژی‌های فسیلی بر صنعت و کل اقتصاد کشور را کنترل کنند(چشم انداز جهانی نفت،۲۰۲۰). برای کشورهایی که تقاضا کننده عمده انرژی‌های فسیلی هستند، وابستگی کمتر به یک انرژی خاص می‌تواند صنعت و اقتصاد این کشورها را کمتر دچار نوسان و بحران کند. لذا سرمایه‌گذاری و توسعه انرژی‌های جایگزین در این کشورها بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرد. قابل ذکر است که با توجه به محدود بودن منابع مالی کشورها، تعیین جهت و شدت رابطه قیمت نفت و توسعه انرژی‌های جایگزین موجب می‌شود که کشورها در سیاست‌گذاری‌های تولید و مصرف انرژی آینده‌نگرتر و حساب شده‌تر عمل کنند. قابل ذکر است که شدت و جهت رابطه قیمت نفت خام و توسعه انرژی‌های جایگزین به تفکیک انواع انرژی‌های جایگزین، سیاست‌گذاران را در ترکیب و رتبه‌بندی پروژه‌های که به منظور حفظ تعادل (در تولید و مصرف انرژی) است، سیاست‌های بین المللی، درآمدهای ارزی و حتی وابستگی‌های بین‌المللی صورت می‌گیرد یاری می‌کند.

به طور کلی انرژی‌های جایگزین برای ورود به بازارهای مختلف و رقابت با نفت خام برای سهم از تقاضای بازار، اولا، مجبور به تغییر تکنولوژی، به منظور کاهش قیمت آن‌ها در مقایسه با قیمت کالای جانشین (نفت خام) هستند، تا انرژی‌های جایگزین، جانشین گران قیمتی به حساب نیایند. ثانیا، تولید انرژی‌های جایگزین که در مقایسه با انرژی‌های منتشرکننده‌ی کربن (نفت خام) میزان آلایندگی کمتری دارند، کم هزینه‌تر محسوب می‌شوند. بگونه‌ای یکی از بحث‌های روز سیاست‌گذاران، اخذ مالیات از انرژی‌های آلاینده و تشویق به تولید و بکارگیری انرژی‌های با انتشار کربن کمتر است. ثالثا، انرژی‌های جایگزین می‌توانند قدرت رقابت خود را از طریق بهره گرفتن از بازدهی نسبت به مقیاس فزاینده، افزایش دهند. مثلا سلول‌های خورشیدی بخشی از صنعت انرژی‌های جایگزین است که توانسته با افزایش کارآیی و کاهش هزینه‌ی سرمایه‌گذاری در پرتو بازدهی نسبت به مقیاس فزاینده، اقتصادی‌تر جلوه کند. سوالی که مطرح می‌شود این است که آیا رابطه بین قیمت نفت خام و انرژی‌های جایگزین رابطه معناداری است؟ آیا این رابطه متقابل است؟ و یا اینکه شدت و جهت رابطه در طی زمان تغییر می‌کند؟ از این رو در این پژوهش پس از بیان مبانی نظری، با استفاده از مدل‌های فضای حالت و وکارگیری فیلتر کالمن، تغییرپذیری اثر متقابل قیمت نفت خام و سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین طی دوره ی ۱۹۹۵-۲۰۱۷ برای کل بازار انرژی بررسی شده است.

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-12-07]

۲. مبانی نظری

انرژی‌های جایگزین به آن دسته از انرژی‌ها اطلاق می‌شود که می‌توانند به عنوان جایگزین سوخت‌های فسیلی (مشتقات نفت خام) مورد استفاده قرار گیرند؛ که شامل همه منابع و تکنولوژی‌هایی می‌شود که اثرات زیست محیطی مرتبط با منابع هیدروکربنی و مسائل اقتصادی مربوط به سوخت‌های فسیلی را کاهش دهد. بر اساس این رویکرد گاز طبیعی نیز می‌تواند یکی از منابع جایگزین نفت خام باشد و پیل سوختی[1]، گاز طبیعی و سوخت‌های دیزلی می‌توانند جایگزینی برای ذغال سنگ و انرژی هسته‌ای باشند (فارت و سیموئز[2]، ۲۰۰۶). انرژی هسته‌ای و سوخت‌های فسیلی روش‌های اصلی تولید انرژی‌اند که آسیب رسان به طبیعت هستند. در تعریفی دیگر انرژی جایگزین، انرژی است که به گونه‌ای تولید می‌شود که منابع طبیعی را خالی نمی‌کند و به محیط زیست آسیب نمی‌رساند و یک جایگزین برای سوخت‌های فسیلی است. واژه "جایگزین" به این دلیل انتخاب شده که این انرژی‌ها جایگزینی برای سوخت‌های فسیلی (که بیشتر نیاز جمعیت دنیا به انرژی از این انرژی تامین می‌شود) هستند (المظفر[3]،۲۰۱۶). از آنجایی که یکی از مهم‌ترین ابزارهای مصرف‌کنندگان در مقابل عرضه‌کنندگان دارای قدرت انحصاری، وجود کالاهای جایگزین است؛ مصرف‌کنندگان عمده نفت خام نیز از سال‌های گذشته برنامه‌هایی برای ایجاد و توسعه انرژی‌های جایگزین تدارک دیده‌اند. با این حال توسعه انرژی‌های جایگزین امر ساده‌ای نیست؛ در ادامه موثرترین عوامل تاثیرگذار بر توسعه انرژی‌های جایگزین بیان شده است.

- **مقررات زیست محیطی:** هر کالا یا خدمتی که توسط عوامل اقتصادی عرضه می‌شود، می‌تواند واجد پیامدهای مثبت یا منفی جانبی باشد. منفعت یا خسارتی که به واسطه بسیاری از این پیامدها عاید دیگر عوامل (شامل انسان‌ها و سایر موجودات زنده) می‌شود نه تنها قابل ارزیابی دقیق نیست بلکه بسیاری اوقات اصل این تبعات نیز قابل تشخیص نیست.

استفاده از سوخت‌های فسیلی به منظور تامین انرژی موجب ایجاد آلودگی‌های محیط زیستی بیشماری می‌شود. از یک طرف در نتیجه سوختن سوخت‌های فسیلی، گازهای سمی وارد محیط نموده و

1. fuel cell
2. Farret and Simoes
3. Al-Mudhafer

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-12-07]

علاوه بر آلودگی محیط زیست، سبب به خطر افتادن سلامت انسان‌ها نیز میشود. از طرف دیگر، تراکم این گازها در جو زمین، باعث افزایش دمای هوا و تغییرات گسترده آب و هوایی میگردد که همان اثر گلخانه‌ای است. برآوردها نشان می‌دهد که انتشار معادل کربن‌دی‌اکسید تا سال ۲۰۳۰ به میزان ۵۸ میلیارد تن در صورت ادامه روند موجود، خواهد رسید (جنگ آور، ۱۳۹۷). این درحالی است که یکی از دلایل توجه به سمت انرژی‌های جایگزین را می‌توان در کاهش یا فقدان این تبعات دانست. تنظیم دقیق و صحیح مقررات زیست‌محیطی در سال‌های اخیر ضمن آشکارسازی تبعات حاصل از تولید و مصرف سوخت‌های فسیلی، ارزش سایه‌ای تولید و مصرف انرژی‌های جایگزین را شفاف کرده است. مثلا اتحادیه‌های بین‌المللی طبق توافقنامه پاریس، برای رسیدن به هدف کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن و جلوگیری از گرم شدن کره‌ی زمین بیش از ۲ درجه سانتی‌گراد (تا سال۲۰۲۰) و یا قطعنامه G8 که هدف آن کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای به میزان۵۰ درصد تا قبل از سال ۲۰۵۰ است، باید سرمایه-گذاری در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر را طی ۱۵ سال آینده حدود ۱۳۰ بیلیون دلار افزایش دهند (آژانس بین المللی انرژی،۲۰۱۵). این به این معنی است که سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر نیاز به افزایش سریع دارد. زیرا یکی از رایج‌ترین سیاست‌ها برای این هدف، استفاده از انرژی تجدیدپذیر به عنوان جایگزینی برای سوخت‌های فسیلی است.

از آنجایی که اتحادیه‌های بین‌المللی و اتحادیه اروپا (EU)، کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن را به عنوان یک هدف مهم انتخاب کرده‌اند؛ بنابراین دولت‌ها در سراسر جهان به دنبال گسترش تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر هستند. بنابراین احتمالا دخالت دولت در بازار انرژی‌های جایگزین، می‌تواند به عنوان عامل تعیین کننده میزان سرمایه‌گذاری در برخی از سال‌ها در نظر گرفته شود؛ اما باتوجه به افزایش رقابت در تکنولوژی تولید انرژی‌های جایگزین و افزایش نرخ جانشینی میان این انرژی‌ها و نفت، دخالت دولت‌ها رو به کاهش است (عمران شاه[1] و همکاران، ۲۰۱۷).

- **توسعه دانش:** برای آن بخش از آثار برون‌زا که مقابله و کنترل تبعات حاصل از آن می‌تواند در چارچوب پدیده سواری مجانی مطرح شده و یا آثار آن در کوتاه‌مدت ملموس نباشد، افراد مختلف

1. Imran Shah

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-12-07]

واکنش یکسانی برای مشارکت در این زمینه ندارند (تروک و انچاپسی[1]، ۲۰۱۸). توسعه دانش، به مفهوم ارتقای سطح اطلاعات و فهم عمومی از تبعات عمومی و بلندمدت تولید و مصرف برای حامل‌های انرژی می‌تواند اهمیت ویژه‌ای داشته باشد (حیدری،۱۳۹۴).

- **قیمت سوخت‌های فسیلی (نفت خام):** قیمت نفت خام تأثیر زیادی بر اقتصاد جهانی دارد و تقریبا عملکرد همه شرکت‌ها تحت تاثیر نوسانات قیمت نفت و شوک‌های نفتی قرار دارد (راکشتورم[2] و همکاران، ۲۰۰۹). از آنجایی که انرژی‌های جایگزین (تجدید شونده)، جانشینی برای انرژی پایه نفتی هستند، بنابراین سرمایه‌گذاری انرژی‌های جایگزین (تجدید شونده) نیز باید تحت تاثیر تغییرات قیمت نفت قرار گیرد. بر اساس نظریه عرضه و تقاضای مارشال، افزایش قیمت نفت‌خام باید تقاضای انرژی‌های جایگزین را افزایش دهد و این امر انگیزه سرمایه‌گذاران را برای سرمایه‌گذاری بیشتر در انرژی‌های جایگزین افزایش می‌دهد؛ در نتیجه سرمایه‌گذاری در این انرژی‌ها را نیز افزایش می‌دهد (هوانگ[3] و همکاران،۲۰۲۰). همچنین تحقیقات سالانه بنیاد ملی علوم[4]، در خصوص تحقیق و توسعه صنعت، نشان می‌دهد که این هزینه‌ها (دولتی و بخش خصوصی) در زمینه توسعه تحقیقات انرژی در کشورهای عضو OECD در طول دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰، پیوسته در حال کاهش بوده؛ به طوری که در سال ۱۹۹۹ به حدود یک پنجم از ارزش واقعی سال ۱۹۸۰ رسیده است (گالاگر[5] و همکاران، ۲۰۰۶). با بررسی قیمت نفت در دهه ۱۹۷۰، مشخص است که هزینه‌های صرف شده برای توسعه انرژی‌های جایگزین به شدت به قیمت نفت وابسته است (ابرهارت، ماکسول، سیدیکو[6]،۲۰۰۲). طبق پژوهش‌های انجام شده، افزایش هزینه کرد در بخش تحقیق و توسعه انرژی‌های جایگزین منجر به افزایش سوددهی سرمایه‌گذاری در این انرژی‌ها شده است و انگیزه برای سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین بیشتر شده است. بنابراین قیمت نفت اثر مثبت روی سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین دارد (ابرهارت و همکاران، ۲۰۰۲؛ گروم، ۲۰۱۳).

1. Trück & Inchaupse
2. Rockström
3. Huang
4. National Science Foundation
5. Gallagher
6. Eberhart, Maxwell, Sidique

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-12-07]

اما در مجموع هیچ اجماعی در مورد اثری که قیمت نفت بر روی سرمایه‌گذاری انرژی‌های جایگزین دارد، وجود ندارد، زیرا تاثیر تغییرات قیمت نفت خام بر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین به دامنه‌ی تغییر قیمت نفت، جهت و سطح شروع تغیر بستگی دارد (عمران شاه و همکاران، ۲۰۱۷). مثلا افزایش ۱۰ درصدی قیمت نفت خام می‌تواند از قیمت ۴۰ دلار یا از قیمت ۱۰۰ دلار آغاز شود که این دو اثر یکسانی بر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین ندارد و حتی ممکن است اثر کاهش ۱۰ درصدی قیمت از ۸۷ دلار همان اثری را بر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین داشته باشد که افزایش قیمت نفت از قیمت ۵۴ دلار دارد. در ادامه برخی از این مطالعات گذشته که نتایج آن‌ها به صورت مستقیم یا غیر مستقیم با این مطالعه مرتبط است و مبانی ذکر شده را تایید می‌کند، بیان شده است.

هوانگ و همکاران (۲۰۲۰)، برای بررسی رابطه بین قیمت نفت‌خام و عملکرد سهام شرکت‌های انرژی‌های جایگزین (از سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۹)، از مدل(VECM) استفاده کرده‌اند. آنها دوره نمونه را به سه زیر دوره (با دو جنگ خاورمیانه (عراق و لبنان) به عنوان تقسیمات طبیعی) تقسیم کرده‌اند. قیمت نفت طی دوره‌های مذکور تغییرات متفاوتی داشته است. در دو دوره اول، قیمت نفت و ذخایر انرژی تجدیدپذیر رابطه معنی‌داری با هم نداشته‌اند. اما، در آخرین دوره زمانی (پس از سال ۲۰۰۶)، تغییرات قیمت نفت تأثیر قابل توجهی در عملکرد شرکت‌های انرژی جایگزین داشته است.

تروک و انچاپسی (۲۰۱۸) پژوهشی از هنریکوز[1] و سادورسکی (۲۰۰۷) را با استفاده از یک مدل فضا–حالت با ضریب متغیر زمان را گسترش دادند. در این تحقیق، آنها دریافتند که افزایش شدید قیمت نفت اثر اندکی در سرمایه‌گذاری در بازار انرژی‌های تجدیدشونده دارد.

عمران شاه[2] و همکاران (۲۰۱۷)، در مطالعه‌ای با عنوان قیمت نفت، عوامل اقتصاد کلان و سیاست–گذاری‌ها چگونه بر بازار انرژی‌های تجدیدپذیر اثر می‌گذارند؟ با استفاده از رهیافت سری زمانی به بررسی رابطه میان سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر، قیمت نفت‌خام، تولید ناخالص داخلی و نرخ بهره طی دوره‌ی ۲۰۱۵–۱۹۶۰پرداختند. در مطالعه مذکور دو کشور نروژ و انگلستان به عنوان صادرکننده انرژی‌های تجدیدپذیر و آمریکا به عنوان واردکننده درنظر گرفته شده‌اند. با استفاده از مدل VAR رابطه‌ی متغییرها

1. Henriques
2. Imran shah

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-12-07]

مورد بررسی قرار گرفته و نتایج ناهمگونی برای کشورهای ذکر شده بدست آمده است. طبق نتایج هر سه متغیر قیمت نفت خام، تولید ناخالص داخلی و نرخ بهره مقداری از سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر را توضیح می‌دهند. رابطه میان قیمت نفت و انرژی‌های تجدیدپذیر در آمریکا بسیار قوی بود (حدود ۴۰٪)، در حالیکه در نروژ این رابطه ضعیف و در انگلستان هیچ رابطه‌ای وجود نداشت. شوک‌های تولید داخلی و نرخ بهره اثر مثبتی بر سرمایه‌گذاری در نروژ داشتند. این شاید به این دلیل باشد که آمریکا در طول دوره‌ای که این پژوهش انجام شده واردکننده نفت بوده و به انرژی‌های جایگزین اهمیت کمتری داده است. مهمترین نتیجه‌ای که در این پژوهش به آن اشاره شده این است که کشورهایی که در آن دولت کمتر از سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین حمایت می‌کند، سرمایه‌گذاری بیشتر تحت تاثیر عوامل کلان اقتصاد است.

کینگ و نئو[1] (۲۰۱۶)، در یک تحلیل آماری با عنوان اثر سقوط قیمت نفت بر روی سرمایه‌گذاری انرژی‌های جایگزین که فاقد مدل رگرسیونی است، کاهش شدید قیمت نفت در سال ۲۰۱۴ و ادامه‌ی آن تا سال ۲۰۱۶ را مدنظر قرار داده و اثرات کوتاه‌مدت آن بر روی سرمایه‌گذاری انرژی‌های جایگزین را بررسی کردند. آنها اعتقاد داشتند که این اتفاق مشابه اتفاقی است که در دهه ۱۹۸۰ برای قیمت نفت رخ داد. نتایج پژوهش مذکور نشان می‌دهد که کاهش قیمت نفت اثر ناچیزی بر این سرمایه‌گذاری دارد، چرا که سرمایه‌گذاران به این سرمایه‌گذاری به چشم یک استراتژی بلند مدت نگاه می‌کنند و سقوط قیمت نفت را یک پدیده کوتاه مدت چرخه‌ای می‌دانند و پیش‌بینی می‌کنند که اگر از این مسیر دور شوند در صورت بازگشت دوباره قیمت نفت به بالا دچار زیان خواهند شد.

ربوردو[2] و همکاران (۲۰۱۶)، در مطالعه‌ای با عنوان آزمون روابط متقابل و علیت میان قیمت نفت و قیمت سهام انرژی‌های تجدیدپذیر با استفاده از روش موجک[3]، در دوره زمانی ۲۰۱۵-۲۰۰۶ به بررسی دو موضوع پرداختند: اول، همبستگی پویای متغیرها در طول زمان و در بازه‌های مختلف زمانی با موجک-های مستمر و گسسته، دوم، تشخیص خطی یا غیرخطی بودن رابطه علیت گرنجری در دامنه زمان. نتایج

1. King and neo
2. Reboredo
3. Wavelet

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-12-07]

حاکی از آن است که رابطه میان نفت و انرژی‌های تجدیدپذیر در کوتاه مدت ضعیف بود، اما در بلند مدت به تدریج قوی‌تر می‌شد. همچنین در مورد علیت یک طرفه و دوطرفه شواهدی مبنی بر وجود رابطه خطی یافت نشد. اما در مورد رابطه غیرخطی، شواهد سازگاری برای رابطه علیت از انرژی‌های تجدیدپذیر به نفت، و شواهد نامنظمی برای رابطه علیت از نفت به انرژی‌های تجدیدپذیر وجود داشت.

ابیض و همکاران (۱۳۹۹)، در پژوهشی با عنوان انرژی‌های تجدیدپذیر، منبع پایدار تامین سوخت جایگزین در محافظت از عرضه‌های منابع طبیعی، سوخت‌های زیستی جامد و بیوگاز را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها موارد مصرف سوخت‌های زیستی، میزان ممکن بهره برداری و تولید انرژی از آن‌ها را برآورد کردند. همچنین مزایای استفاده از این گروه انرژی را از طریق میزان کاهش گازهای گلخانه‌ای و اثرات ناشی از عدم دفع زباله و... مطرح نموده اند.

تک روستا و همکاران (۱۳۹۸)، در مقاله‌ای با عنوان تحلیل عوامل موثر بر قیمت نفت با تاکید بر ریسک سیاسی کشورهای عضو اوپک، از طریق بکارگیری روش خودرگرسیون برداری ساختاری داده‌های فصلی در طی سال‌های ۱۹۹۴-۲۰۱۶ را به منظور ارائه تحلیلی درباره عوامل ایجاد شوک‌های نفتی بررسی کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان می‌دهد که تاثیر شوک‌های نفتی بر قیمت نفت خام هم از نظر جهت تاثیر گذاری و هم از نظر عمر و دوام آن‌ها متفاوت است. همچنین ورود تکنولوژی‌های جدید به بازار انرژی می‌تواند حساسیت‌های قیمتی بازار را موجب شود.

شریفی و همکاران (۱۳۹۲)، در مطالعه‌ای با عنوان ارزیابی جایگزینی انرژی‌های تجدیدپذیر به جای سوخت‌های فسیلی در ایران: رهیافت کنترل بهینه، به منظور حداکثر کردن رفاه اجتماعی، یک مدل کنترل بهینه را طراحی کردند و با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک، مسیرهای بهینه‌ی جایگزینی انرژی خورشیدی و باد به جای سوخت‌های فسیلی در طی زمان را برای ایران ترسیم کرده‌اند. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که در صورت در نظر گرفتن نرخ تنزیل اجتماعی ۵٪، ثابت ماندن هزینه تبدیل انرژی خورشیدی و بادی و حرکت از انرژی‌های فسیلی به سمت انرژی‌های خورشیدی و بادی، با فرض اینکه هر ۱۰ سال هزینه تبدیل انرژی خورشید و باد کاهش ۵۰٪ داشته باشد، این انتقال در سال ۱۴۰۹ باید صورت پذیرد.

حیدری (۱۳۹۱)، در مطالعه‌ای با عنوان تاثیر متقابل قیمت نفت خام و عرضه‌ی انرژی‌های جایگزین، با استفاده از مدل خود توضیح برداری و آزمون تودا و یاماموتو ارتباط متقابل قیمت نفت خام و عرضه

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-12-07]

انرژی را در حوزه مطالعه اقتصاد جهانی برای دوره‌ی ۱۹۶۹–۲۰۱۱ بررسی کردند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که قیمت نفت و عرضه‌ی انرژی‌های جایگزین اثر متقابل دارند و انرژی‌های جایگزین بر شدت مصرف انرژی و برعکس اثر معناداری ندارد. همچنین تاثیر یک جانبه قیمت نفت خام بر شدت مصرف انرژی تایید شده است.

همان طور که از مرور ادبیات مشخص است اثرگذاری قیمت نفت خام برعرضه انرژی‌های جایگزین به طور قطع مشخص است اما رابطه‌ی عکس مشخص نبوده و نیاز به بررسی دارد؛ همچنین با توجه به اینکه سری‌های زمانی در بازارهای مالی و بازار انرژی به ویژه نفت خام، در دوره‌های مختلف، نوسان بالا و پس از آن در دوره‌هایی دیگر سکون و ایستایی از خود نشان می‌دهند و به عبارتی دارای تلاطم[1] و ناهمسانی واریانس در طول زمان می‌باشند؛ بی‌ثباتی داده‌های یک متغیر به صورت انحراف از معیار یا واریانس بیان می‌شود در چنین وضعیتی فرض ثبات واریانس که یکی از فروض کلاسیک‌ها و مدل‌های غیر شرطی است نادرست خواهد بود. در واقع برخی از عوامل (سیاسی، اقتصادی و...) نسبت به دیگر عوامل با وقفه زمانی بیشتری بر متغیرهای مدل تاثیر می‌گذارد؛ زیرا در برخی موارد نیاز تغییرات ساختاری؛ قانون‌گذاری و... است.

۳. روش تحقیق

مدل‌های سری زمانی ساختاری، شامل تجزیه متغیر وابسته به متغیرهای توضیحی به همراه اجزای روند و نامنظم هستند. اگر چه امکان دارد مدلی بر مبنای یک روند مشخص ایجاد کرد و انعطاف‌پذیری ترجیحی، از طریق فراهم کردن فرصت تغییر روند در طول زمان یا تصادفی بودن روند حداقل در مدل کلی اولیه به وجود می‌آید. چهارچوب آماری برای مدل‌هایی که دارای اجزای غیر قابل مشاهده هستند، فرم فضا حالت است و به فضایی گفته می‌شود که اجزای سازنده آن متغیرهای حالت هستند و حالت یک سیستم هم نمایانگر برداری است که در فضا نمایش داده می‌شود (نادمی و زبیری، ۱۳۹۵). تصریح مدل‌ها در فضا–حالت دو مزیت عمده وجود دارد. اولا، در این روش قابلیت تخمین متغیرهای مشاهده نشده، در کنار سایر متغیرها وجود دارد. ثانیا، در این حالت امکان تخمین متغیرهای مذکور بـه وسـیلهٔ الگوریتم‌های

1. Volatility

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-12-07]

بازگشتی قوی مانند، فیلتر کالمن۱، که یک روش قوی به روز شونده می‌باشد، میسر است (سلیمانی و همکاران،۱۳۹۵). همچنین با توجه به اینکه سری‌های زمانی اقتصاد کلان دارای شکست‌های ساختاری و تغییرات سیکلی در طول زمان هستند، استفاده از ضرایب متغیر زمانی (TVP) منجر به نتایج دقیق تری می‌شوند (دل نگرو و اترک۲، ۲۰۰۸؛ ایکمیر، لمک و مارسلینو۳، ۲۰۱۱؛ کروبلیس۴، ۲۰۱۳).

بر مبنای آنچه بیان شد به منظور بررسی رابطه متقابل بین قیمت نفت خام و سرمایه‌گذاری انرژی جایگزین از ۲ الگو مجزا استفاده می‌شد که در ادامه به تفکیک توضیح داده شده است. باید توجه شود که به علت تفاوت مقیاس بین تغییرات سرمایه‌گذاری و قیمت نفت، در صورتی که جهت بررسی ارتباط این دو متغیر رگرسیون ساده مد نظر قرار گیرد، فقط زمانی که کاهش (افزایش) شدید در قیمت نفت رخ دهد ارتباط بین قیمت نفت و سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین مشخص می‌شود (آلازراکو[۵] و همکاران،۲۰۱۶). از این رو برای رفع تفاوت‌های مقیاس از حالت لگاریتمی در پایه e استفاده می‌شود زیرا لگاریتم طبیعی به عنوان تقریبی مناسب به طور مستقیم تفسیر می‌شود (گلمن و هیل[۶]،۲۰۰۶؛ اوت و لونجنیکر[۷]،۲۰۱۵). مزیت این عملکرد این است که در بررسی ارتباط بین قیمت نفت و سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین فقط یک سال را در نظر نمی‌گیرد و اطلاعات سال‌های دیگر را بکار می‌گیرد و امکان مقایسه‌ی ارتباط بین دو متغیر ذکر شده را در بیش از دو سال متوالی را می‌دهد. الگوی مورد استفاده جهت بررسی اثر سرمایه‌گذاری انرژی‌های جایگزین بر قیمت نفت مطابق پژوهش تروک و انچاپسی (۲۰۱۸) و به صورت معادله زیر در نظر گرفته شده است:

(۱) معادله اندازه‌گیری

$$POIL_t = \alpha + AY_t + u_t$$

(۲) معادله حالت (پارامترهای متغیر در زمان)

$$A_{j,t} = A_{j,0} + \sum_{h-0}^{n} \omega_{j,t-k}$$

1. Kalman Filter
2. Del Negro and Otrok
3. Eickmeier, Lemke and Marcellino
4. Korobilis
5. Alazraque
6. Gelman and Hill
7. Ott and Longnecker

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-12-07]

ماتریس $POIL_t$، قیمت نفت خام در زمان t را نشان می‌دهد و ماتریس Y شامل متغیرهای درون‌زای مدل از جمله:

$SOIL_t$: عرضه‌ی نفت خام

AEI_{it}: سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین

EI_t: شدت مصرف انرژی

A : ماتریس پارامترها

α: ماتریس ضرایب ثابت یا عرض از مبدا

u_t و $\omega_{j,t-k}$: اجزا اخلال

و الگوی مورد استفاده جهت بررسی اثر قیمت نفت‌خام بر سرمایه‌گذاری انرژی‌های جایگزین مطابق پژوهش آلازراکو و همکاران (۲۰۱۶) و به صورت زیر در نظر گرفته شده است.

(۳) معادله اندازه‌گیری $AEI_t = c_t + \beta_t X_t + +\varepsilon_t$

(۴) معادله حالت (پارامترهای متغیر در زمان) $\beta_{j,t} = \beta_{j,0} + \sum_{h-0}^{n} \omega_{j,t-k}$

که در آن AEI_t ماتریس سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین است و ماتریس X شامل متغیرهای درون‌زای مدل از جمله:

AEI_t: سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین

$POIL_t$: قیمت نفت

$GDPPC_t$: تولید ناخالص داخلی سرانه

$CO2_t$: میزان انتشار دی اکسید کربن (به عنوان شاخص محرک ملاحظات زیست محیطی)

β_t: ماتریس پارامترها

c_t: ماتریس عرض از مبدا

ε_t و $\omega_{j,t-k}$: اجزا اخلال

k: تعداد وقفه‌ها

متغیرهای مورد استفاده در الگوی مطرح شده به صورت لگاریتمی تنظیم و مورد استفاده قرار گرفته است. داده‌های پژوهش متشکل از تمام کشورهای موجود در بازارهای جهانی انرژی است و از پایگاه داده

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-12-07]

بانک جهانی، سازمان ملل متحد، آژانس بین المللی انرژی، بریتیش پترولیوم و مرکز داده OECD جمع‌آوری شده است. همچنین قابل ذکر است که، جامعه آماری مورد بررسی با توجه به موضوع، باید خصوصیات مورد نیاز بازارهای جهانی چه در عرضه انرژی و چه تقاضای انرژی را داشته باشد. لذا جهت تعیین مناسب‌ترین نمونه، داده‌های مربوط به انرژی برای کشورها از گزارش پیشرفت انرژی [1] و برای مناطق جغرافیایی از سایت انرژی جهانی[2] بررسی شد و با توجه به نواقص موجود در داده‌ها هم به صورت کشوری و هم به صورت منطقه‌ای و عدم امکان بررسی موضوع طرح با وجود این نواقص، جامعه آماری به صورت جهانی و برای دوره ی زمانی ۱۹۹۵–۲۰۱۷ در نظر گرفته شد.

٤. نتایج اجرای مدل

برای برآورد بهینه و کارایی مدل‌های فضا حالت باید دو نکته (نسبت سیگنال به نویز و نرمال بودن توزیع جملات اخلال) مد نظر قرار گیرد تا نتایج حاصل از تخمین، قابل اطمنیان بوده و استنباط‌های صورت گرفته بر مبنای این نتایج دارای استنباط درستی باشد (همیلتون، ۱۹۹۴). لذا باید آزمون تشخیصی[3] به منظور برقراری فرض‌های فیلتر کالمن انجام شود، از این رو بررسی‌های زیر صورت گرفته است.

٤-۱. بررسی نسبت سیگنال به نویز

در سیستم معادلات فضا حالت نسبت واریانس جزء اخلال معادله حالت به واریانس جزء اخلال معادله مشاهده، نسبت سیگنال به نویز نام دارد. در صورتی که مقدار نسبت سیگنال به نویز[4] مخالف صفر باشد متغیرهای معادله دارای نوسان در طی زمان هستند، اما در صورتی که این نسبت برابر با صفر شود مدل تخمینی با مشکل انباشته شدن (پایلاپ[5]) مواجه است. مشکل هم انباشته شدن زمانی رخ می‌دهد که واریانس جزء اخلال معادله حالت صفر باشد که نشان می‌دهد در مدل مورد نظر متغیر حالت غیر

1. The Energy Progress Repor: trackingsdg7.esmap.org/countries & https://trilemma.worldenergy.org
2. https://trilemma.worldenergy.org/#!/regional-profile
3. Diagnostics
4. Signal to noise Ratio
5. Pile-up Problem

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-12-07]

تصادفی است. به عبارت دیگر، مقادیر بزرگتر این آزمون نشان دهنده تغییر در ضرایب بوده و مقادیر کوچکتر (نزدیک به صفر) نشان دهنده ثابت بودن ضرایب (یا غیر تصادفی بودن آن) است. بررسی نسبت سیگنال به نویز برای مدل پژوهش حاضر در جدول زیر نشان داده شده است.

جدول ۱. نتایج بررسی نسبت سیگنال به نویز (در الگوی اثر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین بر قیمت نفت)

ردیف	شرح	مقدار
۱	نسبت واریانس ضریب عرض از مبدا	۰.۶۸۲۲۳۵۷۵۴۳۶
۲	نسبت واریانس ضریب عرضه نفت	۰.۰۱۷۰۲۰۲۷۴۹۷
۳	نسبت واریانس ضریب تولید ناخالص داخلی	۰.۰۰۱۴۶۵۴۸۳۵۸
۴	نسبت واریانس ضریب شدت مصرف انرژی	۰.۱۴۲۱۸۵۸۸۹۰۰
۵	نسبت واریانس انرژی بیوماس	۰.۰۰۲۵۰۳۱۱۳۳۰
۶	نسبت واریانس انرژی سوخت‌های زیستی مایع	۰.۰۰۴۰۰۶۶۴۹۱۹
۷	نسبت واریانس انرژی زمین گرمایی	۰.۰۶۷۸۳۶۸۳۱۱۰
۸	نسبت واریانس انرژی برق آبی	۰.۰۰۱۲۰۸۶۵۱۵۰
۹	نسبت واریانس انرژی خورشیدی	۰.۰۴۸۹۵۴۲۰۵۴۸
۱۰	نسبت واریانس انرژی جزر و مد، موج و اقیانوس	۰.۰۰۱۹۸۷۶۵۴۴۶
۱۱	نسبت واریانس انرژی بادی	۰.۰۰۰۰۹۴۷۹۹۱۶

منبع: محاسبات محقق

همانطور که در این جدول مشاهده می‌شود، آماره آزمون بدست آمده برای اکثر ضرایب نزدیک به صفر است که نشان دهنده تغییر پذیر نبودن ضرایب این متغیرها است. اما می‌توان احتمال تغییرپذیر شدن ضرایب متغیرهای شدت مصرف انرژی، سرمایه‌گذاری در انرژی زمین گرمایی و خورشیدی و عرض از مبدا را در طی زمان بر اثر شوک‌های سیاسی و اقتصادی داد.

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-12-07]

جدول ۲. نتایج بررسی نسبت سیگنال به نویز (در الگوی اثر قیمت نفت بر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین)

ردیف	نسبت واریانس ضریب	بیوماس	سوخت‌های زیستی مایع	زمین گرمایی	برق آبی	خورشیدی	جزر و مد، موج و اقیانوس	بادی
۱	عرض از مبدا	۰.۰۲۶۰۳۲۴۶۲	۰.۰۰۰۰۷۴۲۷۹۹۹	۰.۰۰۰۳۱۸۷۷۶۲۹	۰.۰۰۰۰۷۵۸۱۷۷۶	۰.۰۰۰۰۰۰۲۹۷۸۷	۰.۰۰۰۰۱۴۴۱۰۸۷	۰.۰۰۰۳۱۸۷۷۶۲۹
۲	دی اکسید کربن	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰۱	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۲	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۷	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۲	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۲	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۷
۳	تولید ناخالص داخلی	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰۰۲	۰.۰۰۰۰۰۰۰۲۲۶	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱	۰.۰۰۰۰۰۰۰۱۶۷	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰۰۷	۰.۰۰۰۰۰۰۰۲۲۶
۴	قیمت نفت	۰.۰۰۰۰۰۰۰۳۱	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰۰۹	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱	۰.۰۰۰۱۰۸۹۶۳۸	۰.۰۰۰۰۰۰۰۸۷۹	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰۰۹

منبع: محاسبات محقق

۲-٤. آزمون نرمال بودن توزیع جملات اخلال[1]

همان طور که قبلا بیان شد، هنگام استفاده از فیلتر کالمن در برآورد پارامترها، لازم است که توزیع جملات اخلال در معادله‌های مشاهده شده و حالت گوسی۲ (نرمال) باشد؛ از این رو آزمون نرمال بودن توزیع جملات اخلال انجام شده و نتیجه‌ی آن به شرح زیر است.

1. Jarque-Bera
2. Gaussian

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-12-07]

جدول۳. نتایج آزمون نرمال بودن توزیع جملات اخلال

عنوان		Jarque-Bera	Prob
در الگوی اثر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین بر قیمت نفت		۰/۴۹	۰/۷۸
در الگوی اثر قیمت نفت بر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین	بیوماس	۱/۴۲	۰/۴۹
	سوخت‌های زیستی مایع	۱/۸۰	۰/۴
	زمین گرمایی	۱/۲۵	۰/۵۳
	برق آبی	۰/۵۰	۰/۷۷
	خورشیدی	۰/۸۹۶	۰/۶۳
	جزر و مد، موج و اقیانوس	۱/۵۳	۰/۴۶
	بادی	۱/۲۸	۰/۵۲

منبع: محاسبات محقق

با توجه به اینکه مقدار ارزش احتمال آماره آزمون نرمال بودن توزیع جملات اخلال برای تمام الگوهای بررسی شده از عدد ۰/۰۵ (مقدار احتمال مربوط به سطح معنی داری ۵ درصد یا همان فاصله اطمینان ۹۵ درصد) بزرگتر است، می‌توان نتیجه گرفت که فرضیه صفر آزمون رد نشده است، بنابراین جملات خطای رگرسیون‌های بررسی شده همه نرمال هستند.

۳-٤. آزمون هانس

انجام آزمون هانسن کمک می‌کند تا ثابت شود که پارامترهای تخمین زده شده در طول زمان در حال تغییر هستند. فرضیه صفر این تست بیان می‌کند که پارامترها پایدار هستند و فرضیه مقابل نشان می‌دهد که پارامترها ناپایدار هستند. آزمون‌های مجموع تجمعی[1] و مجموع مجذور تجمعی[2] نیز برای همین منظور است. از آزمون مجموع تجمعی و مجموع مجذور تجمعی برای بررسی پایداری ضرایب رگرسیون استفاده می‌شود. در واقع اگر ضرایب رگرسیون طی زمان تغییر کنند (یا به عبارت دیگر شکست ساختاری به وقوع بپیوندد و سبب تغییر ضرایب رگرسیون شود) با این دو آزمون می‌توان به آن پی برد. این دو آزمون باید

1. CUSUM
2. CUSUM SQUARED

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-12-07]

در کنار یکدیگر استفاده شوند، دلیل آن نیز این است که آزمون مجموع تجمعی به درستی زمان شکست یا تغییر در ضرایب را تشخیص می‌دهد، اما از توان پایینی برخوردار است. به عبارت دیگر، ممکن است فرضیه صفر نادرست را نتواند رد کند. به بیان بهتر، ممکن است، شکست به وقوع پیوسته باشد اما این آزمون نتواند وقوع شکست را نشان دهد. از طرف دیگر، آزمون مجموع مجذور تجمعی توان بالایی دارد اما نقطه شکست را به درستی نمی‌تواند تشخیص دهد. بنابراین لازم است تا از این دو آزمون در کنار یکدیگر استفاده شود. در آزمون مجموع تجمعی در تمامی طول دوره، مقدار آماره آزمون در داخل فاصله اطمینان ۹۵ درصد قرار دارد و نشان می‌دهد که شکست اتفاق نیفتاده و ضرایب طی زمان پایدار هستند. اما نتایج آزمون مجموع مجذور تجمعی نشان می‌دهد که شکست یا تغییری در ضرایب ممکن است.

٤-٤. تخمین مدل

براساس دنباله‌ای از متغیرهای تصادفی، فرایند تصادفی شکل می‌گیرد. فرایندهای تصادفی در ابتدا در علم فیزیک و برای توصیف پدیده‌های تصادفی که حالت آنها در طی زمان تغییر می‌کند مطرح شد. در مدلسازی هر سیستم تصادفی که حالت آن در طی زمان (فضا یا سایر پارامترها) تغییر می‌کند، مدل باید قادر به توصیف حالت سیستم در طول زمان باشد. به عبارت دیگر مدل شامل دنباله‌ای از متغیرهای تصادفی است که پدیده تصادفی را توصیف می‌کند. از این رو ضرایب الگوی‌های پژوهش به صورت یک فرآیند گام تصادفی[1] مدل‌سازی شده‌اند. فرایندهای تصادفی دیگر نظیر AR و MR فرایندهای هستند که مانا بودن برای آن‌ها الزامی است و گاها به اعمال بعضی محدودیت‌ها بر پارامترها نیاز است که برای مدل‌های فضا حالت مناسب نیستند. همچنین با توجه به اینکه واریانس جملات خطا، باید یک عدد مثبت باشد، بنابراین واریانس اجزاء خطا به صورت نمایی مدل‌سازی شده‌اند. در جداول زیر نتایج تخمین‌های صورت گرفته نشان داده شده است. در بخش اول نتایج مربوط به اثر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین بر قیمت نفت خام و در بخش دوم نتایج مربوط به اثر قیمت نفت بر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین نشان داده شده است.

1. Random Process

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-12-07]

الف) نتایج مربوط به اثر سرمایه‌گذاری درانرژی‌های جایگزین بر قیمت نفت خام

همان طور که در جدول زیر مشاهده می‌شود، ضریب واریانس معادله معادله اصلی برابر ۱۲/۹- بدست آمده است. در واقع واریانس اجزاء خطای این معادله برابر با $e^{-12.9}$ است. بر این اساس، هرچقدر ضریب برآورد شده، عدد بزرگی باشد به معنای بزرگتر شدن واریانس اجزای خطای معادله است. c(2) تا c(12) نیز ضرایب واریانس اجزاء خطای مربوط به معادلات حالت هستند. هرچقدر که ضریب برآورد شده برای این ضرایب کوچک باشند به این معنی است که ضریب طی زمان تغییر نکرده است در واقع صفر بودن واریانس اجزای خطای معادلات حالت نیز به این معنی است که ضریب برای آن متغیر طی زمان ثابت بوده و هیچ واریانس یا تغییری نداشته است.

جدول۴. ضرائب واریانس معادله اصلی و اجزای خطای معادلات حالت

ضرائب واریانس	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C(1)	-۱۲.۹۵۵۶۷	۱۶۲.۳۱۰۱	-۰.۰۷۹۸۲۰	۰.۹۳۶۴
C(2)	-۱۳.۳۳۸۰۵	۷۰۶.۷۷۲۴	-۰.۰۱۸۸۷۲	۰.۹۸۴۹
C(3)	-۱۷.۰۲۹۰۲	۹۱۶.۹۳۱۵	-۰.۰۱۸۵۷۲	۰.۹۸۵۲
C(4)	-۱۹.۴۸۱۲۴	۱۵۸۲.۷۹۶	-۰.۰۱۲۳۰۸	۰.۹۹۰۲
C(5)	-۱۴.۹۰۶۲۹	۲۳.۵۸۱۷۹	-۰.۶۳۲۱۱۰	۰.۵۲۷۳
C(6)	-۱۸.۹۴۵۸۹	۲۷۱۴.۶۸۹	-۰.۰۰۶۹۷۹	۰.۹۹۴۴
C(7)	-۱۸.۴۷۵۴۷	۳۹۶.۳۸۷۱	-۰.۰۴۶۶۱۰	۰.۹۶۲۸
C(8)	-۱۵.۶۴۶۳۲	۷۷.۶۰۵۶۰	-۰.۲۰۱۶۱۳	۰.۸۴۰۲
C(9)	-۱۹.۶۷۳۹۲	۱۲۳۳.۷۲۱	-۰.۰۱۵۹۴۷	۰.۹۸۷۳
C(10)	-۱۵.۹۷۲۵۴	۵۸.۶۹۹۸۳	-۰.۲۷۲۱۰۵	۰.۷۸۵۵
C(11)	-۱۹.۱۷۶۴۷	۱۷۲.۳۹۵۶	-۰.۱۱۱۲۳۵	۰.۹۱۱۴
C(12)	-۲۲.۲۱۹۴۲	۲۶۹۰۲.۷۱	-۰.۰۰۰۸۲۶	۰.۹۹۹۳

منبع: محاسبات محقق

با توجه به اینکه مقدار ضرایب طی زمان متغیر نبوده است، مقدار ضرائب گزارش شده در جدول زیر که برای سال ۲۰۱۷ است، برای مابقی سال‌ها نیز همین رقم است. همانطور که مشاهده می‌شود، در

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-12-07]

مدل مورد بررسی برخی از ضرائب معنی‌دار نیستند. ضرائب مربوط به عرضه نفت خام، تولید ناخالص داخلی و سرمایه مایه‌گذاری در برخی از انرژی‌های جایگزین معنادار است.

جدول۵. نتایج تخمین مدل مربوط به اثر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین بر قیمت نفت‌خام

متغیرها	Final State	Root MS	z-Statistic	Prob.
عرض از مبدا	−۴.۸۹۰۹۱۶	۵.۸۶۲۲۹۴	−۰.۸۳۴۳۰۱	۰.۴۰۴۱
عرضه نفت خام	−۰.۳۱۲۳۵۵	۰.۱۵۷۶۸۹	−۱.۹۸۰۸۳۳	۰.۰۴۷۶
تولید ناخالص داخلی	۰.۴۵۸۵۵۶	۰.۲۱۷۶۱۷	۲.۱۰۷۱۶۶	۰.۰۳۵۱
شدت مصرف انرژی	۰.۰۳۶۷۶۰	۰.۰۴۰۸۲۲	۰.۹۰۰۵۰۲	۰.۳۶۷۹
سرمایه‌گذاری در انرژی بیوماس	−۰.۰۹۶۶۵۵	۰.۰۲۷۶۰۳	−۳.۵۰۱۶۴۴	۰.۰۰۰۵
سرمایه‌گذاری در انرژی بیوماس مایع	۰.۰۰۲۵۹۲	۰.۰۰۵۳۷۳	۰.۴۸۲۴۷۳	۰.۶۲۹۵
سرمایه‌گذاری در انرژی زمین گرمایی	−۰.۰۲۶۲۴۳	۰.۰۰۴۶۱۱	−۵.۶۹۱۹۲۳	۰.۰۰۰۰
سرمایه‌گذاری در انرژی آلی	۰.۰۰۳۵۹۴	۰.۰۰۵۴۹۶	۰.۶۵۳۸۴۲	۰.۵۱۳۲
سرمایه‌گذاری در انرژی خورشیدی	−۰.۰۹۱۵۶۳	۰.۰۲۲۶۶۰	−۴.۰۴۰۷۱۷	۰.۰۰۰۱
سرمایه‌گذاری در انرژی جزر ومد	۰.۰۰۱۴۰۳	۰.۰۰۲۴۴۷	۰.۵۷۳۴۲۵	۰.۵۶۶۴
سرمایه‌گذاری در انرژی بادی	−۰.۰۴۷۳۹۷	۰.۰۰۵۶۷۳	−۸.۳۵۵۱۹۵	۰.۰۰۰۰

منبع: محاسبات محقق

ب) اثر قیمت نفت خام بر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین

طبق مبانی نظری انتظار بر این است که قیمت نفت خام، تولید ناخالص داخلی، میزان انتشار در اکسید کربن بر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین اثرگذار باشد؛ با توجه به نتایج بدست آمده برای برخی از انرژی‌ها ضرائب مدل برآورد شده معنادار نیستند. اما برای انرژی‌های خورشیدی و بادی که بیشترین سهم را در انرژی‌های جایگزین دارند معنادارهستند. از طرف دیگر اثر قابل توجه‌ای در تغییر پذیری اثر بین قیمت نفت و سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین مشاهده نشد.

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-12-07]

جدول۵. نتایج تخمین مدل مربوط به اثر قیمت نفت خام بر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین

سرمایه‌گذاری در انرژی		عرض از مبدا	انتشار دی اکسید کربن	تولید ناخالص داخلی	قیمت نفت خام
بیوماس	Coefficient	۰.۶۱۳۱۱۸	۰.۴۱۰۰۵۷	۰.۲۰۸۶۵۸	۰.۷۹۵۷۳
	Prob.	۰.۸۳۹۳	۰	۰.۰۳۲۶	۰
خورشیدی	Coefficient	۰.۱۵۲۲۰۷	۰.۴۰۵۶۴۷	۰.۴۵۸۰۷۶	۱۲۴۸۵۴۲
	Prob.	۰.۹۵۴۶	۰	۰	۰
زمین گرمایی	Coefficient	−۰.۱۲۶۹۲	۰.۸۵۰۱۷۴	−۰.۰۵۱۳۹	۰.۵۱۷۴۶۶
	Prob.	۰.۹۹۵۸	۰	۰.۹۴۸	۰.۰۵۷۱
بادی	Coefficient	−۳۱۲۳۱۳۶	۰.۰۶۸۸۹۵	۱۶۰۵۸۶۱	۰.۹۱۲۹۴۱
	Prob.	۰.۱۰۰۳	۰.۴۴۸۷	۰.۰۱۰۳	۰
جزر و مد، موج و اقیانوس	Coefficient	−۳۱۱۰۰۱۴	−۰.۰۷۷۱۷	۰.۴۳۱۸۰۶	۰.۱۲۴۷۹۵
	Prob.	۰.۹۴۳۴	۰.۷۱۳	۰.۷۶۴۶	۰.۸۰۲۵
برق آبی	Coefficient	−۳۷۴۶۵۶۸	−۰.۰۲۸۷۸	۱۲۹۰۰۳۳	۰.۰۹۵۷۹۵
	Prob.	۰.۰۹۴۷	۰.۷۸۸۴	۰.۰۸۰۵	۰.۷۰۷۴
سوخت‌های زیستی	Coefficient	−۲۶۱۸۹۱۸	۰.۱۵۱۸۹۶	۰.۹۸۲۸۰۷	۰.۴۸۹۶۱
	Prob.	۰.۲۴۷۷	۰.۱۶۱	۰.۱۸۷۶	۰.۰۵۷۷

منبع: محاسبات محقق

۵. نتیجه گیری و پیشنهادات

محدودیت منابع فسیلی، امنیت انرژی و اثرات اقتصادی–سیاسی ناشی از نوسانات قیمت نفت خام، کشورها را به سمت استفاده از انرژی‌های جایگزین هدایت کرده است. از بین عوامل ذکر شده، نوسان قیمت نفت برای اکثر کشورها ایجاد بحران مالی کرد و موجب شروع سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر و انرژی‌های جایگزین شد. رابطه بین قیمت نفت خام و سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین به طور واضح وجود دارد اما سوال این است که شدت و جهت این رابطه به چه شکل است؟ و آیا این رابطه در طی زمان تغییرپذیر است؟ از این رو به منظرو برآورد رابطه متقابل بین دو متغیر ذکر شده و سنجش تغییرپذیری این رابطه از مدل مدل ساختاری چند متغیره در چهارچوب مدل‌های فضا–حالت استفاده شده است و به کمک فیلتر کالمن تغییرپذیری ضرائب متغیرها بررسی شده است.

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-12-07]

همان طور که در بررسی‌های گذشته نیز مشخص شده است، رابطه نفت خام و انرژی‌های جایگزین در مناطق جغرافیایی مختلف متفاوت است و در واقع می‌توان بیان داشته که مجموعه سیاست‌های مالی، زیست محیطی و سیاسی و ترکیبی از آن‌ها بر رابطه بین این دو متغیر موثر است. اما در بررسی جامع (نه منطقه‌ای) مشخص شد که اثر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین بر قیمت نفت خام بسیار ناچیز است. از این رو در صورت ثبات سایر شرایط، سرمایه‌گذاری گسترده در انرژی‌های جایگزین می‌تواند اثر اندگی بر قیمت نفت خام داشته باشد در غیر این صورت هیچ اثر معنادار و پایداری نخواهد داشت. قابل ذکر است که اثر سرمایه‌گذاری در انرژی خورشیدی بر قیمت نفت خام نسبت به سایر انرژی‌های جایگزین بیشتر است؛ بنابراین هر واحد سرمایه‌گذاری در این انرژی اثر بیشتری نسبت به میانگین سرمایه‌گذاری در گروه انرژی‌های جایگزین بر قیمت نفت خام خواهد داشت. همچنین در بررسی اثر قیمت نفت خام بر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین، انتظار کلی بر این بود که قیمت نفت خام بر سرمایه‌گذاری تمام انرژی‌های جایگزین اثرگذار باشد اما مشخص شد که قیمت نفت خام فقط بر سرمایه‌گذاری انرژی خورشیدی و بادی اثر قابل قبولی دارد. برخی از پژوهشگران علت رابطه ضعیف بین دو متغیر ذکر شده را این می‌دانند که اکثر سیاستگذاران نوسانات قیمت نفت را کوتاه مدت می‌دانند و در مقابل با آن عکس-العمل نشان نمی‌دهند. از طرفی هزینه‌های زیاد سرمایه‌گذاری اولیه دو انرژی خورشیدی و بادی نیز موجب می‌شود که تنها نوسان مثبت در قیمت نفت خام بر سرمایه‌گذاری در این دو انرژی اثر گذار شود.

به طور کلی از بین انرژی‌های جایگزین، رابطه متقابل بین قیمت نفت خام و سرمایه‌گذاری در انرژی‌های خورشیدی و بادی قابل قبول است با این تفاوت که این رابطه از دو طرف به یک شدت نیست. شدت اندک اثرگذاری سرمایه‌گذاری در این انرژی‌ها بر قیمت نفت، بنظر می‌آید که بیشتر بخاطر حجم فعلی این انرژی‌ها و پراکندگی جغرافیایی آن‌ها باشد. در واقع در تمام مناطق جغرافیایی از انرژی‌های فسیلی استفاده می‌شود اما بهره‌گیری از انرژی‌های خورشیدی و بادی، مختص به مناطق جغرافیایی خاص است. همچنین انرژی‌های فسیلی قابلیت جابجایی و مبادله را دارند اما انرژی‌های جایگزین این قابلیت را ندارند و محدود به مناطق محدود هستند. در مجموع با توجه به اینکه هدف از سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین، در نظر گرفتن ملاحظات زیست محیطی، محدودیت منابع و مقابله با نوسانات قیمت نفت است؛ با توجه به تاثیر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین هر چند ناچیز (با توجه به عدم تغییرپذیری این رابطه) می‌توان سیاست‌گذاری انرژی و برنامه‌ریزی‌های سیاسی و اقتصادی را با توجه به

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-12-07]

شدت این رابطه تنظیم کرد و در زمان بحران‌های ناشی از نوسانات قیمت نفت، قدرت کشورها را در مقابله با شرایط سخت را بیشتر کرد و امنیت انرژی را تامین نمود. از این رو سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین با اولویت انرژی خورشیدی و بادی برای تمام کشورهای که پتانسیل کافی دارند توصیه می‌شود.

منابع

[۱] ابیض، علی؛ افرا، الیاس؛ شاه حیدر، نرجس؛ محمدی، نصیبه، (۱۳۹۹)، "انرژی‌های تجدیدپذیر، منبع پایدار تامین سوخت جایگزین در محافظت از عرصه‌های منابع طبیعی"، فصلنامه انرژی‌های جایگزین و نو، شماره ۲، ص ۸۴-۸۹.

[۲] تک روستا، علی؛ مهاجری، پریسا؛ محمدی، تیمور؛ شاکری، عباس؛ قاسمی، عبدالرسول، (۱۳۹۸)، "تحلیل عوامل موثر بر قیمت نفت با تاکید بر ریسک سیاسی کشورهای عضو اوپک"، فصلنامه تحقیقات مدلسازی اقتصادی، شماره ۳۷، دوره ۱۰، ص ۱۰۵-۱۳۸.

[۳] جنگ آور، حسن؛ نورالهی، یونس؛ یوسفی، حسین، "بررسی امکان‌پذیری تحث اهداف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از طریق تولید برق از منابع تجدیدپذیر در ایران"، فصلنامه انرژی‌های تجدیدپذیر و نو، شماره ۲، ص ۶۲-۷۰.

[۴] حیدری، کیومرث، (۱۳۹۱)، بررسی تاثیر قیمت نفت خام و عرضه انرژی‌های جایگزین با توجه به تحولات آتی بازار جهانی انرژی، پایان نامه دکتری، دانشگاه علامه طباطبائی.

[۵] شریفی، علی مراد و همکاران، ۱۳۹۲، "ارزیابی جایگزینی انرژی‌های تجدیدپذیر بجای سوخت‌های فسیلی در ایران: رهیافت کنترل بهینه"، تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، شماره ۱۱.

[6] Alazraque M. & et al (2016), "Renewable energy investment in China: the impact of low oil prices", Economic and Political Studies, Pages 278-298.

[7] Baars.N & A. Rukavishnikova A., (2014), The Impact of Oil Price Fluctuations on Stock Performance of Clean Energy Companies, School of Economics and Management, Lund University.

[8] Eberhart, A. C.; W. F. Maxwell & A. Siddique. 2002. "An Examination of Long-Term Abnormal Stock Returns and Operating Performance Following R&D Increases." Journal of Finance 59 p: 623–650.

[9]Friedemann polzin, Michael migendt, Florian A. taube, paschen von flotow. (2015), ''Public policy influence on renewable energy investments—A panel data study across OECD countries'', Energy Policy journal, Volume 80, Pages 98–111.

[10] Grom.H, (2013), The relationship between renewable energy assets and crude oil prices, Master thesis in Financial Econoomics, NORWEGIAN SCHOOL of ECONOMICS.

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-12-07]

[11] Gallagher, K.S. Holdren, J.P. and Sagar, A.D. (2006), "Energy Technology Innovation", Annual review of Environmental Resources. No.31 p: 193-237.
[12] Henriques, Irene. Sadorsky, Perry, 2008. "Oil prices and the stock prices of alternative energy companies", Energy Economics Journal no. 30. PP: 998–1010.
[13] Henriques, Irene. Sadorsky, Perry, (2011), "The Effect of Oil Price Volatility on Strategic Investment", Energy Economics, Vol. 33, PP. 79-87.
[14] Huang, Alex YiHou. Cheng, Chiao-Ming, Chen, Chih-Chun. Hu, Wen-Cheng, (2020), "Oil Prices and Stock Prices of Alternative Energy Companies: Time Varying Relationship with Recent Evidence", Journal of Economics and Management, Vol. 8, issue 2, PP. 221-258.
[15] IAEA: International Atomic Energy Agency, (2017).
[16] IEA: International Energy Agency,(2009, 2013,2016, 2017)
[17] International Crude Oil Market Handbook, 2011.
[18] Imran Shah, Hiles, Carlie. And Morley, Bruce, (2017), "How Do Oil Prices, Macroeconomic Factors and Policies Affect the Market for Renewable Energy?", Bath Economics Research Working Papers, 63/17.
[19] International Renewable Energy Agency (IRENA),(2019).
[20] IPE: International Petroleum Exchange,2008.
[21] Kumar Das, Pranab (2012), "Fundamentals, Financial Factors and Firm Investment in
[22] India: A Panel VAR Approach", The Indian Economic Journal, Vol. 55, No. 4, PP. 3-18.
[23] King, Sean. Neo, Yue Zheng, (2016), "Impact of the Oil Price Collapse On Alternative Energy Investments", ENERGY 267: Engineering Valuation and Appraisal of Oil and Gas Wells, Facilities, and Properties Research Paper.
[24] Ott. R and Longnecker. M, (2015), An Introduction to Statistical Methods and Data Analysis, Thomson Learning Academic Resource Center.
[25] Reboredo, Juan C.; Rivera-Castro, A.miguel; Ugolini, Andrea, (2016), " Wavelet-based test of co-movement and causality between oil and renewable energy stock prices", Energy Economics, vol. 61, PP. 241-252
[26] Trück.S, J.Inchaupse,R. Ripple,(2018), "The Dynamics of Returns on Renewable Energy Companies: A State-Space Approach" , Energy Economics, Vol. 48, 22p.
[27] World Energy Council, 2010.
[28] World Energy Investment, (2018).
[29] World Oil Outlook, (2040), Availablev at: www.opec.org.
[30] WEC: World Energy Council ,2010,2015, 2016.
[31] World Bank,(2019.2020): worldbank.org.

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-12-07]