

تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی / دوره ۱۲، شماره ۴۳، صفحه ۴۶-۷

«مقاله پژوهشی»

اثرات پاندمی کووید-۱۹ بر مصرف انرژی‌های اولیه در کشورهای منا:

تحلیل داده-ستانده انرژی

داود منظور^۱، سجاد رجبی^۲، رضا رنجبران^۳

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۰/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۰۷

چکیده

با شیوع ویروس SARS-CoV-2 در کشورهای دنیا و همه‌گیری سریع آن در سطح وسیع، دولت‌ها تصمیم به اعمال محدودیت‌ها و فاصله‌گذاری اجتماعی کردند. محدودیت و تعطیلی بنگاه‌ها و فعالیت‌های اقتصادی و تغییر الگوی عرضه و تقاضا در این مدت، نگرانی‌ها را در میان اقتصاددانان تشدید کرده است. در این مقاله به مسئله تغییر مصرف انرژی‌های اولیه در ۱۸ کشور منطقه منا پرداخته شده است. بدین منظور ۱۰ سناریو مختلف از وضعیت آینده این بیماری و محدودیت‌های ناشی از آن در نظر گرفته شده و از طریق مدل‌سازی داده-ستانده انرژی و ورود شوک‌های اقتصادی این بیماری به تعاملات بخش‌های اقتصاد، تغییرات مصرف انرژی‌های اولیه در ۱۸ کشور محاسبه شده است. نتایج نشان می‌دهد طبق بهترین سناریو (بهبود سریع و کامل اپیدمی) کشور لیبی با ۴,۳۸٪ و عراق با ۳,۳۹٪ بیشترین کاهش را خواهند داشت و طبق بدترین سناریو (تشدید انفجاری بیماری و قرنطینه کامل) کشور لیبی با ۱۲,۶٪ و سوریه با ۱۲,۳٪ بیشترین کاهش مصرف انرژی را خواهند داشت. سه کشور سوریه، لبنان و ایران نیز بیشترین اختلاف را در سناریو بدبینانه و خوش‌بینانه داشته‌اند. همچنین با در نظر گرفتن مجموع تغییرات مصرف انرژی‌های اولیه

Email: manzoor@isu.ac.ir

۱. دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه امام صادق(ع). (نویسنده مسئول).

Email: sajadrajabi@isu.ac.ir

۲. دانشجوی دکتری اقتصاد نفت و گاز، دانشگاه امام صادق(ع)، دانشکده اقتصاد.

Email: r.ranjbaran@isu.ac.ir

۳. دانشجوی دکتری مدیریت قراردادهای نفت و گاز، دانشگاه امام صادق(ع)، دانشکده اقتصاد.

کشورهای مورد مطالعه، طبق خوش بینانه ترین سناریو مصرف انرژی های اولیه ۱,۵٪ و طبق بدترین سناریو ۸,۸٪ کاهش می یابد.

واژه های کلیدی: داده-ستانده، تحلیل بخشی، انرژی های اولیه، کرونا، اقتصاد انرژی.

طبقه بندی JEL: Q43, C67, D57, O13

۱. مقدمه

ویروس SARS-CoV-2 در دسامبر ۲۰۱۹ از شهر ووهان چین شروع شد و به سرعت به سایر کشورهای دنیا سرایت کرد. در پی شیوع این بیماری در نقاط مختلف جهان، شیوع کووید-۱۹ در ایران رسماً در تاریخ ۲۹ بهمن ۱۳۹۸ (۱۸ فوریه ۲۰۲۰) تأیید شد (وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، ۱۳۹۸). یکی از مهم‌ترین اثرات این ویروس بر بخش اقتصادی کشورها بوده است. با توجه به پیوستگی و ارتباطات اقتصادی کشورها و دریافت ورودی و نهاده از یکدیگر، همگی انقباض در تولید را تجربه کرده‌اند. محدود شدن حمل‌ونقل به خصوص در بین کشورها، باعث کندتر شدن فعالیت‌های اقتصاد جهانی شده است. مهم‌تر از همه، ترس در بین مصرف‌کنندگان و بنگاه‌ها منجر به تغییر الگوهای مصرف متداول شده است. بازارهای مالی نیز در پاسخ به این تغییرات واکنش نشان داده‌اند و شاخص‌های سهام جهانی افت کرده است. در این خصوص می‌توان به برخی آمارها اشاره کرد. شاخص تولید صنعتی اتحادیه اروپا (۲۷ کشور) طی دوماهه نخست سال ۲۰۲۰ نسبت به مدت زمان مشابه سال ۲۰۱۹، حدود ۱٫۳ درصد کاهش یافته است. طی مدت زمان مذکور، شاخص تولید صنعتی کشور مالت با افزایش حدود ۱۲/۹ درصدی بالاترین رشد و کشور استونی با کاهش ۶/۲۳ درصدی کم‌ترین رشد را در میان کشورهای اتحادیه اروپا به خود اختصاص داده‌اند. رشد شاخص تولید صنعتی طی دوماهه نخست ۲۰۲۰، برای ۸ کشور عضو اتحادیه اروپا، مثبت و برای ۱۹ کشور مابقی، منفی بوده است. در اتحادیه اروپا در ماه فوریه ۲۰۲۰ نسبت به فوریه ۲۰۱۹، تولید کالاهای سرمایه‌ای ۳/۱ درصد، انرژی ۱٫۷ درصد و کالاهای واسطه‌ای ۰/۲ درصد کاهش یافته است، این در حالی است که تولید کالاهای مصرفی کم‌دوام ۰/۵ درصد و کالاهای مصرفی بادوام با ۱/۵ درصد افزایش همراه بوده است (یوروستات^۱، ۲۰۲۰).

یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی که دستخوش تغییرات گسترده‌ای شده است، بخش انرژی است. تغییر این بخش اثر قابل‌توجهی در بخش‌های دیگر دارد. بر اساس

1. Eurostat

آخرین گزارش «تقویت گذار انرژی اثربخش» سال ۲۰۲۰ مجمع جهانی اقتصاد، متوسط امتیاز شاخص گذار انرژی^۱ جهان معادل ۵۵/۱ درصد ثبت شده که برای اولین بار پس از سال ۲۰۱۵ رشد سالانه منفی را تجربه کرده است. با توجه به آمارها، بیش از ۵۵ درصد کشورهای جهان مورد بررسی در این گزارش، در سال ۲۰۲۰ افت امتیاز شاخص گذار انرژی را تجربه کرده اند. در سال ۲۰۲۰، بازار انرژی با چالش های متعددی همراه بوده است. علاوه بر نا اطمینانی ناشی از پیامدهای بلندمدت شیوع ویروس SARS-CoV-2، ترکیبی از اختلال ها، شامل افت تقریباً یک سومی تقاضای انرژی جهان، تأخیر یا توقف سرمایه گذاری ها و پروژه ها در حوزه انرژی، عدم اطمینان حول چشم انداز اشتغال میلیون ها نفر نیروی کار در بخش انرژی، به همراه نوسانات بی سابقه قیمت نفت و اثرات ژئوپلیتیکی پس از آن، طوفانی را در بازار انرژی ایجاد کرده اند.

یکی از باسابقه ترین مناطق تولید انرژی دنیا منطقه منا^۲ است که جایگاه ویژه ای نیز در جریان انرژی دنیا دارد به طوری که در سال ۲۰۱۷، حدود ۳۷ درصد از تولید نفت و ۲۲ درصد از تولید گاز جهان از منطقه منا تأمین شده است. هرگونه تغییر در مصرف یا تولید انرژی در این کشورها اثرات بسیاری دارد هم از جهت خود این کشورها و اقتصاد داخلی شان و هم اثرات بر دیگر کشورها. از جهت داخلی با توجه به آنکه رانت حاصل از صادرات نفت و گاز در بازارهای جهان از دیرباز یاریگر اصلی اقتصاد کشورهای تولیدکننده هیدروکربن در حوزه منا بوده است، هرگونه شوک از جمله کووید-۱۹ برای این کشورها دارای اهمیت است. برای مثال این رانت در سال ۲۰۱۷ به ۳۸ درصد از تولید ناخالص داخلی عراق، ۳۷ درصد تولید ناخالص داخلی کویت، ۲۳ درصد تولید ناخالص داخلی عربستان سعودی و ۲۳ درصد از تولید ناخالص داخلی عمان کمک کرده است (مرکز پژوهش های مجلس، ۱۳۹۸). اقتصاد این کشورها رابطه تنگاتنگی با قیمت نفت دارد.

۱. شاخص گذار انرژی (Energy Transition Index) به انتقال از سیستم های مصرف و تولید انرژی فعلی، که عمدتاً مبتنی بر

منابع انرژی تجدید ناپذیر مانند نفت، گاز طبیعی و زغال سنگ است، به سمت ترکیبات کارآمدتر و کم-کربن تر انرژی اشاره دارد.

2. MENA: Middle East and North Africa

با توجه به شیوع کووید-۱۹ در کشورهای منا و کاهش قیمت نفت انتظار می‌رود فعالیت‌های اقتصادی در کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا با اختلال جدی مواجه شود. از آغاز سال ۲۰۲۰، قیمت نفت به شدت کاهش یافته است و بهای نفت برنت، از هر بشکه نفت ۶۸/۹۰ دلار در اول ژانویه به هر بشکه ۵۰/۵ دلار در ۲۸ فوریه رسیده است. قیمت نفت خام در طول ژانویه و فوریه حدود ۲۰ دلار در هر بشکه سقوط کرده است و انتظار می‌رود کووید-۱۹ تأثیر منفی قابل توجهی بر تقاضای نفت داشته باشد. پیش‌بینی می‌شود تقاضای جهانی برای سال ۲۰۲۰ نیز ۳۶۵،۰۰۰ بشکه در روز کاهش یابد که بدترین وضعیت تقاضا از سال ۲۰۱۱ تاکنون خواهد بود. خطر ناشی از بحران کووید-۱۹، باعث شده است که کشورهای عضو اوپک کاهش مازاد در تولید نفت ۶۰۰،۰۰۰ بشکه در روز را به عنوان یک اقدام اضطراری در نظر بگیرند که قبلاً بیش از ۱/۷ میلیون بشکه در روز پیش‌بینی شده بود (بانک جهانی ۲۰۲۰). از طرف دیگر به علت محدود شدن صادرات این کشورها، منابع درآمدی آن‌ها کاهش خواهد یافت. تغییرات مصرف انرژی در داخل این کشورها نیز بر تولید ناخالص داخلی اثر می‌گذارد، چراکه وجود رابطه علیت یک‌طرفه بین مصرف انرژی و رشد تولید ناخالص داخلی بعضی از این کشورها از جمله ایران اثبات شده است. (اوزتورک^۱، ۲۰۱۷)

از جهت دیگر منطقه مناجایگاه ویژه‌ای در جریان‌ات انرژی جهانی دارد. تعدادی از این کشورها جزء بزرگ‌ترین عرضه‌کننده‌های نفت و گاز طبیعی در دنیا هستند و کوچک‌ترین اختلال در انرژی این کشورها سیستم جهانی انرژی را متأثر خواهد کرد. (لیفلد و منیچتی^۲، ۲۰۱۸) در مقایسه با رشد تقاضای جهانی انرژی، منطقه منا به‌طور کلی سهم خود را در تقاضای انرژی اولیه طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ در جهان دو برابر کرده است به‌طوری‌که از ۴ درصد (370 Mtoe) در ۱۹۹۰ به ۸ درصد (1084 Mtoe) در ۲۰۱۵ رسیده است. این رشد در کشورهای شورای همکاری خلیج فارس (GCC) و همچنین در ایران مشاهده شده

1. Ozturk

2. Leifeld & Menichetti

است. به عنوان مثال، قطر و عمان با متوسط نرخ سالانه ۸٫۱ و ۷٫۴ درصد در دوره ۱۹۹۰-۲۰۱۵، سریع ترین رشد در تقاضای انرژی را شاهد بودند. در سال ۲۰۱۵، دو کشور عربستان سعودی و ایران ۴۲ درصد از کل تقاضای انرژی اولیه در منطقه را به خود اختصاص داده اند و پس از آن ترکیه (۱۲ درصد)، مصر (۷ درصد) و الجزایر (۶ درصد) قرار دارند و مابقی کشورها نیز ۲۳ درصد. افزایش سریع تقاضای انرژی، به ویژه برای برق، مسلماً قابل توجه ترین روند در منطقه است. در حالی که تقاضای جهانی برق به طور متوسط سالانه حدود ۲٫۹ درصد افزایش یافته است، این افزایش در کشورهای منا بسیار بیشتر بوده و این میزان در دوره ۲۰۱۵-۲۰۱۹ تا سالانه ۶ درصد بوده است. در سال ۲۰۱۵، عربستان سعودی با ۲۱٫۱ درصد (۳۱۳ TWh) از کل مصرف برق در منطقه منا، بیشترین سهم مصرف برق را به خود اختصاص داده و پس از آن ایران با ۱۶ درصد (۲۳۶ TWh)، ترکیه با ۱۴٫۶ درصد (۲۱۵ TWh)، مصر با ۱۱ درصد (۱۶۰ TWh) و امارات متحده عربی با ۸٫۵ درصد (۱۱۸ TWh) (اوزتورک، ۲۰۱۷)

با توجه به نکات بیان شده و درک اهمیت جریان انرژی در کشورهای منا از سویی و همچنین مشابهت ساختاری کشورهای این منطقه از جهت وابستگی به منابع هیدروکربوری، لازم است تغییرات مصرف انرژی های اولیه در این کشورها مورد بررسی قرار گیرد. لذا سؤال محوری پژوهش حاضر عبارت است از اینکه: میزان تغییرات انرژی های اولیه ناشی از شوک اپیدمی کووید-۱۹ در کشورهای منطقه منا به چه میزان است؟

پاسخ بدین پرسش مهم قطعاً سیاست گذاران و مولیان انرژی کشور را در مدیریت و برنامه ریزی هر چه بهتر بخش انرژی کشور یاری خواهد کرد.

بنابراین در این پژوهش سعی شده است تغییرات مصرف انرژی های اولیه در ۱۸ اقتصاد منطقه منا شبیه سازی شود. انرژی های اولیه مورد مطالعه در این پژوهش شامل گاز طبیعی،

زغال‌سنگ، نفت، برق هسته‌ای^۱، برق آبی^۲، برق زمین‌گرمایی^۳، برق بادی^۴، برق خورشیدی، جزرومد و امواج^۵ و برق زیست‌توده^۶ است. برای این منظور از مدل‌سازی داده-ستانده و ضرایب فزاینده انرژی که روابط مستقیم و غیرمستقیم بخش‌های اقتصادی را اندازه‌گیری می‌کند، استفاده خواهد شد و طبق تحلیل داده-ستانده انرژی و تغییرات عرضه و تقاضا در دیدگاه تعادل عمومی، میزان تغییر مصرف انرژی‌های اولیه در بخش‌های تولیدی، خدمات و مصرف نهایی اندازه‌گیری می‌شود. باتوجه به شرایط عدم اطمینان، از سناریونگاری استفاده می‌شود و ده سناریو مختلف از اعمال محدودیت شدید و کامل در کشورها تا رفع کامل محدودیت‌ها در نظر گرفته خواهد شد.

پس از مقدمه، در بخش دوم مقاله، ادبیات نظری و پیشینه موضوع بیان خواهد شد. بخش سوم مقاله سناریوهای پژوهش بیان خواهد داشت. در بخش چهارم روش‌شناسی مورد استفاده بیان می‌شود. توضیح داده‌ها و سناریوهای مورد استفاده و نتایج مدل برای ۱۸ اقتصاد منطقه منا در بخش پنجم گزارش خواهد شد. در نهایت در بخش ششم به جمع‌بندی و خلاصه‌سازی نتایج و دلالت‌های مستخرج از الگوسازی می‌پردازیم.

۲. پیشینه پژوهش

در این بخش به ادبیات نظری شکل گرفته حول موضوع مورد بحث یعنی اثرات پاندمی کووید-۱۹ بر مصرف انرژی کشورها از طریق مروری بر مطالعات انجام گرفته پس از شیوع پاندمی تا زمان حال، پرداخته می‌شود. به‌طور کلی اثرات اقتصادی کووید-۱۹ بر رکود اقتصاد جهانی اجتناب‌ناپذیر است. بر اساس یک مطالعه تأثیر این همه‌گیری بر فعالیت‌های اقتصادی و تقاضای انرژی به‌طور غیرمنتظره‌ای در مقایسه با بحران مالی ۲۰۰۸-۲۰۰۹ بسیار

1. Nuclear Electricity
2. Hydroelectric Electricity
3. Geothermal Electricity
4. Wind Electricity
5. Solar, Tide and Wave Electricity
6. Biomass and Waste Electricity

شدیدتر بوده است. (سوئرو^۱، ۲۰۲۰) به طور کلی مطالعات نشان می دهد که بخش انرژی یکی از بخش های است که به طور مستقیم و غیرمستقیم از این پاندمی اثرپذیری منفی دارد. (آروگا^۲، ۲۰۲۰) در این مطالعه به این موضوع پرداخته شده است که چگونه کووید-۱۹ باعث کاهش مصرف انرژی در طول بحران شده است. آنان با استفاده از مدل ARDL یک رابطه طولانی مدت بین کووید-۱۹ و مصرف انرژی برقرار کرده اند و به این نتیجه رسیده اند که با کمتر شدن محدودیت ها، مصرف انرژی شروع به بازیابی می کند. بازیابی مصرف در مناطق فقیرنشین مثبت نبود و این بدان معنی است که این مناطق نیازمند کمک و سیاست های ویژه دولت هستند. همچنین مطالعه دیگری در هند نشان می دهد که کاهش تقاضای برق به طور مستقیم منجر به کاهش استفاده از زغال سنگ توسط نیروگاه ها شده است. (وانگ^۳، ۲۰۲۰) همچنین تقاضای انرژی در هند طی ده روز پس از تحمیل محدودیت ها ۲۶ درصد کاهش یافت. (انرژی جهانی^۴، ۲۰۲۰) همچنین مطالعه دیگری نشان می دهد که مصرف انرژی در کشور هند در دوره قبل از اعمال محدودیت ها و بعد از شروع محدودیت ها حدود ۱۰۰۰ مگاوات کاهش را از ۳۵۰۰ به ۲۵۰۰ مگاوات تجربه کرد. (شفیع الله^۵، ۲۰۲۰) گزارش ریستاد نشان می دهد که به علت شیوع کرونا، مصرف سوخت در حمل و نقل جاده ای و هوایی به ترتیب ۹ و ۴۴ درصد در سال ۲۰۲۰ نسبت به سال ۲۰۱۹ کاهش را نشان می دهد که این خود موجب کاهش تقاضا برای نفت خام شده است. (ویرایش چهاردهم گزارش ریستاد در مورد کووید-۱۹) مطالعه دیگری در پاکستان در مورد اثر کووید-۱۹ بر مصرف انرژی و انتشار CO₂ نشان داد که وجود رابطه منفی در این کشور نیز صادق است. این مطالعه پیشنهاد کرد که با تدوین و اجرای برنامه اقدام ملی برای مصرف انرژی و حفاظت از محیط زیست، الگوهای مصرف انرژی اصلاح شود. این مطالعه همچنین با پیشنهاد بینش جدیدی در مورد انتشار CO₂ و الگوی مصرف انرژی در طی

-
1. Suehiro
 2. Aruga
 3. Wang
 4. Energy World
 5. Shafiullah

بیماری همه‌گیر کووید-۱۹، روش‌های انتقال انرژی تجدیدپذیر را به‌عنوان یک فرصت برای جامعه در نظر بگیرید. (اقبال^۱، ۲۰۲۰)

در کشور ایران نیز استفاده از مدل‌های داده-ستانده در برآورد تغییرات انرژی به‌تعدد استفاده‌شده است. رجبی و منظور در مطالعه خود با استفاده از جدول به‌هنگام شده سال ۱۳۹۶ ایران، جایگاه انرژی و زیربخش‌های انرژی را مورد ارزیابی قرار داده‌اند. (رجبی و منظور^۲، ۲۰۱۹). نمونه دیگری از الگوهای داده-ستانده نیز به دو بعد تغییرات قیمتی (تورم) و انرژی می‌پردازند. میرنظامی^۳ و همکاران (۲۰۲۰) با استفاده از مدل قیمتی نوین داده-ستانده به تخمین آثار قیمتی افزایش قیمت برق در اقتصاد ایران پرداخته‌اند و با اعمال انواع سناریو نشان داده‌اند بیشترین تورم حاصل از افزایش قیمت بر بخش ارتباطات عارض خواهد شد.

برخی از مطالعات هستند که اثر کووید-۱۹ را به‌طور مستقیم بر مصرف انرژی‌های اولیه در کشورهای اروپایی سنجیده‌اند. یکی از این مطالعات نیز کاهش مصرف انرژی را تأیید می‌کند. این مطالعه نشان می‌دهد که به‌خاطر اعمال محدودیت‌ها، در بهترین سناریو در کشوری مانند ایتالیا با کاهش ۲٫۸۸ درصدی در مصرف انواع انرژی اولیه مواجه می‌شویم و در بدترین سناریو با کاهش ۱۴ درصدی در کشوری مانند اسپانیا مواجه می‌شویم. (میرنظامی و رجبی^۴، ۲۰۲۰)

پژوهش دیگر که توسط سرافراز^۵ (۲۰۲۰) دیگر در این حوزه به این موضوع پرداخته‌اند که چگونه اعمال محدودیت‌ها منجر به کاهش سطح آلودگی هوا و آلاینده‌ها شده است. یک مطالعه در چین نشان می‌دهد که انتشار پنج آلاینده هوا (SO₂، PM_{2.5}، PM₁₀، NO₂ و CO) پس از ایجاد محدودیت‌ها کاهش‌یافته است، که این خود نشان‌دهنده بهبود کیفیت هوا پس از شیوع کووید-۱۹ است.

1. Iqbal
2. Rajabi & Manzoor
3. Mirnezami et al
4. Mirnezami & Rajabi
5. Sarfraz

برخی از مطالعات نیز به‌طور کلی به تأثیر این پاندمی بر اقتصاد پرداخته‌اند و خصوصیتی در بخش انرژی ندارند. در پژوهشی با در نظر گرفتن شوک‌های پاندمی کووید-۱۹ در اقتصاد، از مدل تعادل عمومی داده ستانده بر پایه جدول داخلی استفاده کرده‌اند تا کاهش ارزش افزوده تولیدی هر بخش از اقتصاد در هفت سناریو را مدل‌سازی کنند. نتایج نشان می‌دهد که در اقتصاد ایران به بخش‌های «هتل‌ها و رستوران‌ها»، «حمل و نقل» و «تولید مواد معدنی نفتی و شیمیایی و غیرفلزی» بیشترین آسیب و به بخش‌های «مدیریت عمومی»، «برق و ماشین‌آلات» و «پست و ارتباطات» کمترین آسیب وارد آمده است. همچنین سه بخش «هتل‌ها و رستوران‌ها»، «عمده‌فروشی‌ها» و «خرده‌فروشی‌ها» بسیار وابسته به عملکرد حکمرانی است و اختلاف آسیب آن در دو سناریوی بدترین عملکرد و بهترین عملکرد بیشتر است. در مجموع، کاهش درآمد داخلی کشور بر اثر شیوع این بیماری بین ۵ / ۶۵ تا ۶۳ / ۶ درصد بوده است. (میرنظامی و رجبی، ۲۰۲۰)

مطالعه دیگری اثرات سناریوهای مختلف را در نتایج کلان اقتصادی و بازارهای مالی در یک مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر بررسی می‌کند. سناریوهای مورد مطالعه مکین و فرناندو^۱ (۲۰۲۰) در این مقاله نشان می‌دهد که حتی شیوع این بیماری در وضع موجود آن می‌تواند در کوتاه‌مدت تأثیر چشمگیری بر اقتصاد جهانی داشته باشد. این سناریوها نشان می‌دهد با سرمایه‌گذاری بیشتر در سامانه‌های بهداشت عمومی در کلیه اقتصادها، به‌ویژه اقتصادهای کمتر توسعه‌یافته که سامانه‌های مراقبت‌های بهداشتی کمتر توسعه‌یافته دارند و همچنین تراکم جمعیت زیاد است، از چه میزان هزینه ناشی از بیماری می‌توان جلوگیری کرد. (مکین و فرناندو، ۲۰۲۰)

با بررسی آثار این حوزه از علم اقتصاد و همچنین رصد پژوهش‌های متمرکز بر این همه‌گیری، مقاله حاضر از سه جنبه دارای نوآوری است. نخست آنکه در هیچ‌یک از مطالعات اقتصاد ایران، اثر همه‌گیری کرونا بر بخش انرژی کشور مورد بررسی قرار نگرفته است. دومین نوآوری این پژوهش استفاده از ضرایب اکولوژیک تفکیکی (انواع انرژی‌های اولیه همچون نفت، گاز طبیعی،

1. McKibbin, Fernando

زغال‌سنگ و...) است و از تجميع همه انواع انرژی در قالب يك بخش جلوگیری شده است چراكه برخی از انواع انرژی‌های اولیه تفاوت‌هایی ماهوی در نوع مصرف خود دارند. سومین جنبه نوآوری مربوط به متدولوژی استفاده شده در پژوهش حاضر است كه روشی نوین در مدل‌سازی شوک‌های غیراقتصادی و غیر قیمتی همچون شوک کرونا بر اقتصاد و بخش‌های آن است.

۳. روش پژوهش

۳-۱. مدل‌های داده-ستانده

در يك طبقه‌بندی کلی، مدل‌سازی داده-ستانده انرژی به دو طبقه «روش بخش‌های نامتجانس» و «نهادها و محصولات اکولوژیک-اقتصادی» تقسیم می‌شوند. طبق نوع اول، برای تحلیل بخش انرژی با استفاده از جدول داده - ستانده، از روش «بخش‌های نامتجانس»^۱ استفاده می‌شود. در این روش داده‌های انرژی برحسب واحد گرمایی بریتانیا^۲ (Btu) و داده‌های غیر انرژی برحسب واحد پول در جدول منظور می‌شود. برای این منظور، ابتدا ماتریس‌های لازم برای این تحلیل تعریف شود. ماتریس Z ، يك ماتریس بین بخشی است كه شامل ۲ بخش حامل‌های انرژی و مواد غیر انرژی است. در این ماتریس، واحد سنجش حامل‌های انرژی بی‌تی‌یو (Btu) و مواد غیر انرژی واحد پولی است. تولید كل X در ماتریس داده - ستانده انرژی به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$X^* = \begin{cases} E_x & \text{انرژی مورد مطالعه (Btu)} \\ X_j & \text{سایر بخش‌های اقتصاد (ارزش ریالی یا دلاری)} \end{cases} \quad (1)$$

1. Hybrid Sectors

2. British Thermal Unit

تقاضای نهایی نیز در ماتریس داده-ستانده انرژی، شامل ۲ بخش پولی و Btu است. F نشان دهنده مجموع مصارف کل انرژی است.

حال ماتریس ضرایب لئونتیف A^* برای ماتریس داده-ستانده انرژی به صورت رابطه ۵ محاسبه می شود:

$$A^* = Z^* (\hat{X}^*)^{-1} \quad (2)$$

ماتریس $\hat{X}^*$ یک ماتریس قطری است که هر یک از عناصر قطر آن، تولید کل یکی از بخش های اقتصاد است. برای مثال برای یک اقتصاد دوبخشی ماتریس ضرایب لئونتیف به صورت زیر خواهد بود:

$$A^* = \begin{bmatrix} \frac{Btu}{Btu} & \frac{Btu}{\$} \\ \frac{\$}{\$} & \frac{\$}{\$} \\ \frac{Btu}{Btu} & \frac{\$}{\$} \end{bmatrix}_{2 \times 2} \quad (3)$$

منظور از مصرف مستقیم انرژی، مقدار نهاده انرژی است که هر بخش به صورت مستقیم از بخش انرژی دریافت می کند ۱ و به مصرف آن بخش می رسد. برای محاسبه از سیگما استفاده می شود:

$$\delta = F^* \cdot (X^*)^{-1} \cdot A^* \quad (4)$$

ضرایب مصرف کل انرژی ۲ شامل مصارف مستقیم و غیرمستقیم هر بخش است که با آلفا نشان داده می شود ۳:

$$\alpha = F^* \cdot (X^*)^{-1} \cdot (I - A^*)^{-1} \quad (5)$$

به ترتیب سیگما ضرایب مستقیم مصرف انرژی هریک از بخش ها را محاسبه می کند و نشان می دهد هر بخش اقتصادی چه مقدار برای تولید مطالبه انرژی دارد. از آنجایی که مصرف انرژی غیرمستقیم نیز مهم است و می بایست انرژی کل مصرف شده برای تولید یک

1. Direct Energy Requirements Matrix

2. Total Energy Requirements Matrix

۳ جهت مطالعه تفصیل این نوع از مدل سازی انرژی می توان به کتاب تحلیل داده-ستانده تألیف علی سوری (۱۳۸۴) فصل هشتم صفحات ۱۲۷ الی ۱۳۱ مراجعه نمایند.

واحد محصول نهایی را در نظر گرفت، آلفا بر مبنای تعاملات میان بخشی جدول، کل انرژی را برای هر بخش (مجموع انرژی مستقیم و غیرمستقیم) را حساب می‌کند (میلر و بلر، ۲۰۰۹: ۴۰۴-۴۱۰).

نوع دوم مدل‌سازی داده-ستانده انرژی که مربوط به انرژی‌های اولیه است، روش نهاده‌ها و محصولات اکولوژیکی-اقتصادی است. در این پژوهش از این روش استفاده می‌شود.

در مدل‌سازی مصرف انرژی و مسائل زیست‌محیطی، بین عواملی که در فرآیند تولید به‌عنوان نهاده به کار می‌روند مانند انرژی‌های اولیه، زمین و آب و عواملی که در این فرآیند تولید می‌شود مانند آلودگی تفکیک قائل می‌شوند.

می‌توان از این عوامل محیط زیستی به‌عنوان نهاده و ستانده استفاده کرد. مجموعه‌ای از نهاده‌های اکولوژیکی مانند نفت خام، گاز، انرژی خورشیدی، بادی، زیست‌توده، آب، زمین و... در نظر می‌گیریم و مقدار آن را با ماتریس $M = (m_{kj})$ نشان می‌دهیم. هر عنصر ماتریس M مقدار نهاده محیط زیستی نوع k را منعکس می‌کند که در تولید بخش j ام به کار می‌رود.

همچنین مجموعه‌ای از ستانده‌های زیست‌محیطی، مانند میزان آلودگی هوای ناشی از SO_2 را در نظر می‌گیریم (یکی از انواع نهاده‌ها و ستانده‌های اکولوژیکی، آلودگی‌ها هستند. انرژی‌های اولیه مورد مطالعه این پژوهش تماماً به‌عنوان نهاده اکولوژیکی هستند). و آن را با ماتریس $N=[n_{ik}]$ نشان می‌دهیم. هر عنصر ماتریس N بیانگر مقدار ستانده اکولوژی نوع k است که توسط ستانده بخش i ایجاد شده است. در این صورت جدول به شکل زیر تعمیم می‌یابد (فرض کرده‌ایم جدول دارای سه بخش، دو نهاده اکولوژیکی شامل نفت و گاز و زمین، و دو محصول اکولوژیکی است):

جدول ۱. مدل شماتیک جدول متقارن داده-ستانده با داده ها و ستانده های اکولوژیک

		مبادلات بین بخش			تقاضای نهایی	تولید کل	محصول اکولوژیکی	
		بخش های مصرف کننده					SO_2	HC
		کشاورزی	معادن	صنعت				
بخش های تولید کننده	کشاورزی	a_{11}	a_{12}	a_{13}	f_1	x_1	n_{11}	n_{12}
	معادن	a_{21}	a_{22}	a_{23}	f_2	x_2	n_{21}	n_{22}
	صنعت	a_{31}	a_{32}	a_{33}	f_3	x_3	n_{31}	n_{32}
نهاده های اکولوژیک	نفت و گاز زمین	m_{11} m_{21}	m_{12} m_{22}	m_{13} m_{23}				

مأخذ: میلر و بلر، ۲۰۰۹

بر اساس این جدول می توان ماتریس ضرایب فنی لئونتیف را تعریف نمود.

$$A_{n \times n} = Z_{n \times n} \hat{X}_{n \times n}^{-1} \quad (۶)$$

در اینجا $Z_{n \times n}$ ماتریس مبادلات بین بخشی و $\hat{X}^{n \times n}$ ماتریس قطری است که عناصر قطر آن تولید کل هر یک از بخش هاست.

سپس ماتریس ضرایب نهاده های اکولوژیکی $R=[rkj]$ را تعریف می کنیم که عبارت است از مقدار کالای اکولوژیکی k که برای یک دلار تولید در صنعت j مورد استفاده قرار می گیرد.

$$R_{k \times n} = M_{k \times n} (\hat{X}_{n \times n})^{-1} \quad (۷)$$

در مثال فوق $M_{2 \times 3}$ ماتریس مبادلات بین بخشی دو کالای اکولوژیکی زمین و نفت و گاز با بخش های صنعت، کشاورزی و معادن را نشان می دهد. ماتریس ضرایب ستانده های اکولوژیکی نیز به همین ترتیب تعریف می شود. عناصر ماتریس ضرایب ستانده های اکولوژیکی $Q=[qkj]$ بیانگر ستانده اکولوژیکی k ام است که به ازای یک دلار محصول بخش j ام تولید می شود.

$$Q_{k \times n} = N'_{k \times n} (\hat{X}_{n \times n})^{-1} \quad (۸)$$

در این حالت $Nn \times k$ ماتریس تولیدات نهایی کالاهایی اکولوژیکی است که هر یک از بخش‌های اقتصاد تولید می‌کند. سپس ماتریس ضرایب آثار کل نهاده‌ای و ستانده‌ای کالاهای اکولوژیکی به صورت تابعی از تقاضای نهایی محاسبه می‌شود. در ابتدا ماتریس ضرایب آثار کل نهاده‌ای را بیان می‌کنیم:

$$Q_{k \times n}^* = Q_{k \times n} (I - A_{n \times n})^{-1} \quad (9)$$

$$R_{k \times n}^* = R_{k \times n} (I - A_{n \times n})^{-1} \quad (10)$$

عناصر ماتریس $Q^* = [q_{ij}]$ مقدار آلودگی از نوع i را نشان می‌دهند که به صورت مستقیم و غیرمستقیم به ازای تأمین یک ریال تقاضای نهایی بخش j تولید می‌شوند. عناصر ماتریس $R^* = [r_{ij}]$ بیانگر این مطلب هستند که برای تأمین یک دلار تقاضای نهایی از محصول بخش j ، چه مقدار نهاده اکولوژیکی به صورت مستقیم و غیرمستقیم مورد نیاز است. از آنجایی که به دلیل محدودیت‌های اجتماعی اعمال شده لازم است تغییرات تولید، روابط بین بخش‌ها و شوک حاصل از آن نیز مورد بررسی قرار گیرد، تغییرات ستانده کل و روابط میان بخش‌ها از طریق روش حذف فرضی جزئی^۱ مدل‌سازی می‌شود. (میلر و بلر^۲، ۲۰۰۹)

روش حذف فرضی جزئی که در قالب روش حذف فرضی تعمیم یافته مطرح است، در سال ۲۰۱۳ توسط دیازنباخر و لهر^۳ که از پیشگامان مدل‌سازی داده-ستانده هستند، معرفی شد. همان‌گونه که بیان گردید، بر روش حذف فرضی کلی سه ایراد عمده وارد بود که در این روش، این نارسایی‌ها و اشکالات بدین نحو پاسخ داده شد که اولاً در این روش، فرض بر آن است که α درصد از داده واسطه‌ای بخش‌های اقتصاد به دلایل گوناگونی حذف می‌شود تا با آنچه در واقعیت اقتصاد روی می‌دهد، تطابق بالاتری داشته باشد. ثانیاً بر اساس این روش تأکید مطلق بر ماتریس اثرات واسطه‌ای وجود ندارد و بردار ارزش افزوده و تغییرات آن مدنظر قرار می‌گیرد. ثالثاً بر اساس روش حذف فرضی جزئی، لزومی وجود

1. Partial Hypothetical Extraction Method

2. Miller and Blair

3. Dietzenbacher and Lahr

ندارد که α درصد از داده یک بخش کاهش یابد، بلکه می توان فرض افزایش α درصد در بخش ها را به دلایل متعددی همچون عوامل طبیعی، اکتشاف معادن و مخازن، سیاست گذاری اقتصادی و... فرض نمود. رابعاً، در این روش عرضه بخش، محذوف نخواهد بود و به تبع آن ماتریس مبادلات واسطه ای کوچک تر نخواهد شد.

دیانباخر و لهر روش حذف فرضی جزئی را برای تجزیه تحلیل اثرات محدودیت های ظرفیت استفاده کردند. محصولات که قبلاً توسط یک بخش تولید می شده است، احتمالاً یا دیگر تقاضا نمی شوند و یا از منابع خارج از اقتصاد محلی، مانند واردات تأمین می شوند. از آنجا که ستانده x_k کاهش می یابد، نهاده های واسطه ای مورد استفاده در فعالیت z_{ik} (برای تمام i ها) نیز به همان میزان درصد کاهش می یابند. در نتیجه، ستون k م نیازهای مستقیم اقتصاد ماتریس A بدون تغییر باقی می ماند. در این صورت خواهیم داشت:

$$\bar{a}_{ik} = \frac{\bar{z}_{ik}}{\bar{x}_k} = \frac{(1 - \alpha)z_{ik}}{(1 - \alpha)x_k} = a_{ik} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (11)$$

معادله بالا نشان دهنده حذف جزئی است. تمام عناصر به جز عنصر قطری k امین سطر ماتریس A ، به اندازه α درصد کاهش می یابد. که این برای تمامی $j=1, 2, \dots, n$ ($j \neq k$) صادق است و خواهیم داشت:

$$\bar{a}_{kj} = \frac{\bar{z}_{kj}}{\bar{x}_j} = \frac{(1 - \alpha)z_{kj}}{(1 - \alpha)x_j} = a_{kj} \quad (12)$$

مشخص است که این حذف بخشی، صفر تا صد درصد را شامل می شود و به نوعی، $0 \leq \alpha \leq 1$ است و در حالتی که $\alpha = 1$ باشد، داریم $\bar{a}_{kj} = 0$ برای تمام $k \neq j$ ، که همان روش حذف فرضی کامل است. در نماد ماتریسی، خواهیم داشت:

$$\bar{A} = A - \alpha e_k b_k \quad (13)$$

که e_k بیانگر برداری است که k امین عنصر آن عدد یک و مابقی عناصر صفر هستند و:

$$\begin{aligned} \bar{b}_k \\ = (a_{k1} \cdot a_{k2} \cdot \dots \cdot a_{k,k-1} \cdot 0 \cdot a_{k,k+1} \cdot \dots \cdot a_{kn}) \end{aligned} \quad (14)$$

بنابراین داریم $I - \bar{A} = I - A + \alpha e_k \bar{b}_k L$. از آنجایی که ماتریس $\bar{A}$ مجموع قسمتی از ماتریس A قبلی و ماتریس دیگری است، با استفاده از روش‌هایی می‌توان معکوس لئونتیف را محاسبه کرد. به‌طور خلاصه، بر اساس یک بررسی عالی که توسط از هندرسون و سیرل^۱ در سال ۱۹۸۱ انجام شده است:

$$\bar{L} = L + \frac{\alpha L e_k \bar{b}_k L}{1 + \alpha b_k \bar{L} e_k} \quad (15)$$

پس از مشخص شدن ماتریس معکوس لئونتیف قبل و بعد از تغییرات، می‌توان میزان تغییرات ستانده را با رابطه زیر محاسبه نمود:

$$\bar{x} - x = (\bar{L} - L)f \quad (16)$$

میزان تقاضای نهایی در اثر کاهش α درصدی عرضه بخشی، می‌تواند به‌اندازه $\bar{f}_k$ کاهش یابد:

$$\bar{f}_k = (1 - \alpha)f_k \quad (17)$$

مشخصاً در صورتی که شاهد این کاهش در تقاضای نهایی باشیم، ستانده نیز به میزان $\bar{x} - x$ کاهش خواهد داشت که عبارت است از (دیانباخر و لهر، ۲۰۱۳):

$$\bar{x} - x = (\bar{L} - L)\bar{f} \quad (18)$$

۳-۲. روش کمی کردن سناریوهای پژوهش

به‌منظور کمی کردن سناریوها در این پژوهش از شاخص ردیابی پاسخگویی دولت‌ها (OxCGRT)^۲ استفاده شده است. این شاخص که دانشگاه آکسفورد آن را منتشر کرده است در موردسنجش عملکرد دولت‌ها در سراسر جهان در مقابل ویروس SARS-CoV-2 است. در نتایج این مطالعات آمده است که کووید-۱۹ طیف وسیعی از پاسخ دولت‌ها را

1. Henderson and Searle

2. Government Response Tracker (OxCGRT)

برای مقابله این ویروس برانگیخته است. از این روی نیاز به اطلاعات روزآمد در مورد سیاست ها وجود دارد، زیرا با گذشت زمان این پاسخ ها افزایش یافته و متنوع تر می شود و دولت ها به طور مداوم تصمیم گیری در مورد سخت گیری سیاست های خود را در برابر نگرانی ها ارزیابی می کنند. لذا باید شاخصی را ارائه داد که بتوان این ارزیابی را انجام داد. این شاخص ردیابی پاسخگویی دولت ها نامیده شده است که روشی منظم برای ردیابی پاسخگویی دولت ها به کووید-۱۹ را در هر زمانی فراهم می کند. ردیابی پاسخ دولت یک اقدام منظم بین المللی را برای درک چگونگی پیشرفت دولت ها در طول دوره کامل شیوع بیماری ارائه می دهد. این پروژه سیاست ها و مداخلات دولت ها را در مجموعه ای از شاخص های استاندارد ردیابی می کند و بر اساس آن برخی شاخص های ترکیبی را برای سنجش میزان این پاسخ ها محاسبه و منتشر می کند. داده ها توسط گروه های زیادی از پژوهشگران از منابع در دسترس عموم مانند مقالات خبری و اطلاعیه های مطبوعاتی و جلسات دولتی جمع آوری می شوند و طبق استاندارد مشخص ثبت می شوند. اطلاعات جمع آوری شده در قالب ۱۸ نماگر که در جدول ۲ قابل مشاهده است، گزارش می شوند.

جدول ۲. نماگرهای تشکیل‌دهنده شاخص ردیابی پاسخگویی دولت‌ها (OxCGRT)

علامت اختصاری	نام	نوع	گروه‌های خاص / عمومی
بسته شدن و محدودیت آمودشد			
C1	بسته شدن مدارس	مقیاس ترتیبی	جغرافیایی
C2	بسته شدن محل کار	مقیاس ترتیبی	جغرافیایی
C3	لغو تجمعات عمومی	مقیاس ترتیبی	جغرافیایی
C4	محدود کردن اندازه تجمعات	مقیاس ترتیبی	جغرافیایی
C5	بسته شدن حمل و نقل عمومی	مقیاس ترتیبی	جغرافیایی
C6	ماندن در خانه	مقیاس ترتیبی	جغرافیایی
C7	محدودیت دررفت و آمدهای داخلی	مقیاس ترتیبی	جغرافیایی
C8	محدودیت دررفت و آمدهای خارجی	مقیاس ترتیبی	خیر
واکنش‌های اقتصادی			
E1	حمایت درآمدي	مقیاس ترتیبی	بخشی
E2	بازپرداخت بدهی خانوارها	مقیاس ترتیبی	خیر
E3	اقدامات مالی	مقیاس عددی	خیر
E4	حمایت‌های بین‌المللی	مقیاس عددی	خیر
سلامت و مهار همه‌گیری			
H1	کمپین اطلاع‌رسانی عمومی	- مقیاس ترتیبی	جغرافیایی
H2	سیاست انجام آزمایش	- مقیاس ترتیبی	خیر
H3	ردیابی تماس‌های مبتلایان	- مقیاس ترتیبی	خیر
H4	سرمایه‌گذاری اضطراری در مراقبت‌های بهداشتی	مقیاس عددی	خیر
H5	سرمایه‌گذاری در تولید واکسن کووید-۱۹	مقیاس عددی	خیر
متفرقه			
M1	دیگر اقدامات	متن آزاد	خیر

مأخذ: <https://covidtracker.bsg.ox.ac.uk>

نماگرهای فوق در مجموع سه نوع هستند. نماگرهای ترتیبی سیاست‌ها را در یک مقیاس ترتیبی برحسب شدت اقدامات اندازه‌گیری می‌کنند. نماگرهای عددی یک عدد خاصی را که برحسب واحد اندازه‌گیری معینی بیان می‌شود، نشان می‌دهند. نماگرهای متنی "پاسخ آزادی" را نشان می‌دهند که به صورت متنی ثبت می‌شوند.

در گام بعد و پس از ثبت مشاهدات، اطلاعات جمع‌آوری شده در قالب ۴ شاخص سیاستی تجمیع می‌شوند: شاخص کل واکنش دولت، شاخص شدت سخت‌گیری، شاخص سلامت و مهار همه‌گیری، شاخص حمایت اقتصادی.

هر یک از این شاخص‌ها از ترکیب نماگرهای سنجش تعدادی از واکنش‌های سیاستی تشکیل می‌شوند. مقدار هر نماگر همان مقدار ترتیبی است که برای آن ثبت می‌شود با این ملاحظه که برای نماگرهایی که عمومی باشند نیم واحد به مقدار ترتیبی مربوطه اضافه می‌شود. در نهایت، مقیاس هر یک از نماگرها با توجه به مقدار حداکثر آن‌ها به گونه‌ای ویرایش می‌شود که نمره مربوطه بین صفر تا ۱۰۰ قرار داشته باشد. سپس برای اندازه‌گیری مقدار شاخص ترکیبی، میانگین نماگرهایی که ذیل آن شاخص قرار می‌گیرند، محاسبه می‌شود.

در پژوهش حاضر میانگین شدت محدودیت هر بخش اقتصادی از طریق شاخص OxCGRT به عنوان شوک اولیه در جدول داده-ستانده وارد می‌شود و با محاسبه اثرات کل (اثرات مستقیم + اثرات غیرمستقیم)، کاهش ستانده کل هر یک از بخش‌های ۲۶ گانه سنجیده شده و سپس از طریق ضریب مصرف انرژی، تغییرات مصرف ارائه خواهد شد.

۳.۳. سناریوهای پژوهش

در این پژوهش برای ۱۸ کشور منطقه منا، محدودیت‌ها و قرنطینه‌های احتمالی که در این کشورها در یک بازه زمانی یکساله ممکن است رخ دهد، در ده سناریو و بر اساس شوک‌های وارده بر اقتصاد، تا انتهای سال مدل‌سازی خواهد شد. در این کشورها در ماه‌های جولای تا انتهای دسامبر به عنوان شوک‌های اولیه وارده بر این اقتصادها در نظر گرفته شده و اثرات آن‌ها بر بخش‌های اقتصادی این کشورها مورد مطالعه قرار می‌گیرد. برای محاسبه

اثرات این شوک‌ها با در نظر گرفتن انواع روابط مستقیم، غیرمستقیم و کل در اقتصادها، از جدول داده-ستانده متقارن فعالیت در فعالیت^۱ سال ۲۰۱۵ که در ۲۶ بخش تجمع شده‌اند، استفاده می‌شود. تجمع بخش‌های جدول داده-ستانده بر مبنای ورژن چهارم طبقه‌بندی ISIC صورت می‌گیرد. همچنین جهت برقراری ارتباط میان الگوی داده-ستانده و انواع انرژی‌های اولیه، از ضرایب فزاینده^۲ مصرف انرژی‌های اولیه و شاخص ردپای انرژی^۳ که توسط موسسه کی جی ام^۴ منتشر شده است، استفاده شد. کشورهای منتخب در منطقه منا که در این مطالعه مورد بررسی قرار می‌گیرند، در جدول ۳ مشخص شده‌اند.

جدول ۳. کشورهای منتخب منطقه منا

کشور	نماد	کشور	نماد
آذربایجان	AZE	عربستان	SAU
اردن	JOR	عمان	OMN
الجزایر	DZA	قطر	QAT
ایران	IRN	کویت	KWT
بحرین	BHR	لبنان	LBN
تانزانیا	TZA	لیبی	LBY
ترکیه	TUR	مراکش	MAR
سوریه	SYR	مصر	EGY
عراق	IRQ	یمن	YEM

مأخذ: بانک جهانی، کشورهای منطقه منا

برای مقایسه جدول‌های داده-ستانده با یکدیگر لازم است جدول‌هایی با ابعاد یکسان داشته باشیم. به عبارت دیگر جدول‌های مورد مطالعه باید از نظر تعداد و ماهیت بخش‌ها

1. Industry-Industry
2. Multiplier Coefficients
3. Footprint
4. KGM & Associates

همسان سازی شوند. برای این منظور از رابطه زیر استفاده می شود (لنز و همکاران، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳):

$$H_{i \times j} \times Y_{j \times j} \times H'_{j \times i} = Y^*_{i \times i} \quad (۱۹)$$

Y ماتریس اولیه و Y^* ماتریس همسان سازی شده است. ماتریس H نقش یک مبدل را ایفا می کند که تعداد سطرهای آن با تعداد سطرهای ماتریس همسان سازی شده و تعداد ستونهای آن برابر با تعداد بخش های ماتریس اولیه است. در نتیجه، با کاهش تعداد بخش های ماتریس اولیه از j به i ، ماتریس همسان سازی شده به دست می آید. عناصر ماتریس تبدیل H و ترانزاده آن $\hat{H}$ ، حسب مورد از صفر و یک تشکیل می شود.

جهت تبدیل یک جدول داده- ستانده اولیه n بخشی به یک جدول m بخشی، ابتدا ماتریس تبدیل H ، در ماتریس اصلی Y پیش ضرب و سپس ترانزاده آن در حاصل ضرب ماتریس H در ماتریس Y پس ضرب می شود. به این ترتیب:

$$\begin{aligned} [H]_{n \times v} \times [Y_{ij}]_{m \times m} \times [\hat{H}]_{m \times n} \\ = [Y^*_{ij}]_{n \times n} \end{aligned} \quad (۲۰)$$

جدول ۴. بخش‌های ۲۶ گانه جداول داده-ستانده کشورهای مورد مطالعه

نماد	نام بخش	نماد	نام بخش
بخش ۱۴	ساخت‌وساز	بخش ۱	کشاورزی
بخش ۱۵	نگهداری و تعمیر	بخش ۲	ماهی‌گیری
بخش ۱۶	عمده‌فروشی	بخش ۳	معدن و استخراج معادن
بخش ۱۷	خرده‌فروشی	بخش ۴	غذا و نوشیدنی
بخش ۱۸	هتلداری و رستوران‌داری	بخش ۵	پارچه و پوشاک
بخش ۱۹	حمل‌ونقل	بخش ۶	چوب و کاغذ
بخش ۲۰	پست و ارتباطات	بخش ۷	محصولات معدنی نفتی، شیمیایی و غیرفلزی
بخش ۲۱	واسطه‌گری مالی و فعالیت‌های تجاری	بخش ۸	محصولات فلزی
بخش ۲۲	مدیریت عمومی	بخش ۹	برق و ماشین‌آلات
بخش ۲۳	آموزش، بهداشت و دیگر خدمات	بخش ۱۰	تجهیزات حمل‌ونقل
بخش ۲۴	خدمات خانوارها و خانگی	بخش ۱۱	سایر تولیدات
بخش ۲۵	دیگر بخش‌ها	بخش ۱۲	بازیافت
بخش ۲۶	صادرات مجدد و واردات مجدد	بخش ۱۳	برق، گاز و آب

مأخذ: جداول داده-ستانده تجميع شده توسط محققين

همچون سایر الگوهای مدل‌سازی در علوم مختلف، در این مطالعه نیز فروشی در نظر گرفته شده است که در سه دسته قابل طبقه‌بندی است. دسته نخست مربوط به فروش مدل‌سازی داده-ستانده است که در کتب و مقالات متنوعی همچون را^۱ (۲۰۱۷)، میلر و بلر (۲۰۰۹) و سیاشینی^۲ (۱۹۸۸) بیان شده‌اند. گروه دوم فروش به این موضوع اشاره دارد که از سال ۲۰۱۵ تا به امروز فن‌آوری‌های تولید و میزان انرژی‌بری فعالیت‌های اقتصادی دچار تحول نشده است و به عبارت دیگر، ضرایب فنی بخش‌ها از سال ۲۰۱۵ تا امروز یکسان است. دسته سوم از فروش مربوط به بیماری کرونا و تصمیمات دولت‌ها است به‌طوری‌که

1. Raa
2. Ciaschini

فرض شده است با تشدید اپیدمی، محدودیت‌ها اجتماعی و ممنوعیت فعالیت تشدید شده و با کاهش آن از شدت محدودیت‌ها کم می‌شود.

دسته اول فروض همچون همگنی^۱، تقاضا نهایی برون‌زا، تابع تولید خطی و... بستر اصلی اجرای مدل‌های داده-ستانده را برای مدل‌ساز فراهم می‌کند^۲. گروه دوم به این دلیل در نظر گرفته شده است که جداول داده-ستانده آماری کشورهای منطقه منا در سال‌های بعد ۲۰۱۵ موجود نیست. دسته سوم فروض نیز امکان کمی سازی شوک را در عرضه و تقاضا فراهم می‌سازد.

۴. یافته‌های پژوهش

در این بخش نتایج مدل‌سازی تغییرات مصرف انرژی‌های اولیه در قالب ده سناریو به تفکیک ۱۸ کشور در منطقه مناره شده است. از آنجایی که وضعیت پیش روی کشورهای دنیا در قبال شیوع کرونا و اعمال محدودیت‌های ناشی از آن در شرایط نا اطمینانی قرار دارد، ۱۰ سناریوی مختلف در این مقاله مورد بررسی قرار خواهد گرفت و وضعیت مصرف انرژی در هر حالت مدل‌سازی شد. در حقیقت سناریوهای پژوهش، طیفی از بروز انواع وضعیت‌ها درباره آینده این بیماری و همه‌گیری است به‌طوری‌که در نخستین سناریو کوتاه‌ترین و سریع‌ترین مسیر توقف همه‌گیری در نظر گرفته شده است (خوش‌بینانه‌ترین سناریو) و در سناریو دهم بدبینانه‌ترین سناریو مطرح شده درباره آینده بیماری در نظر گرفته شده است. بر این اساس، سناریو شماره ۲ تا سناریو شماره ۹ نیز طیفی از حالات محتمل بروز همه‌گیری در یک بازه زمانی یک‌ساله^۳ خواهد بود. این سناریوها عبارت‌اند از:

- **سناریو یک:** بهبود کامل شرایط در ماه جولای و توقف همه محدودیت‌ها تا انتهای سال

1. Homogeneity

۲. در کتاب تحلیل‌های داده-ستانده اسفندیار جهانگرد (۱۳۹۳)، ۱۰ فرض الگوهای داده-ستانده احصا شده‌اند. (صفحه ۳۵ الی ۳۷)

۳. بازه زمانی را می‌بایست یکساله در نظر گرفت تا قابلیت تطبیق و مدل‌سازی در بستر جدول داده-ستانده را داشته باشد.

- **سناریو دو:** بهبود تدریجی بیماری و رفع ممنوعیت‌ها و محدودیت‌ها به‌مرور و به صفر رسیدن تا انتهای سال میلادی
 - **سناریو سه:** کاهش تدریجی اپیدمی تا انتهای سال ولی باقی ماندن بیماری و برخی محدودیت‌ها در سطح کم
 - **سناریو چهار:** کاهش اپیدمی از ماه جولای و اوج‌گیری دوباره آن با شروع پاییز به طوریکه موج دوم ضعیف‌تر از ماه مارس تا ماه می باشد.
 - **سناریو پنج:** کاهش اپیدمی از ماه جولای و اوج‌گیری دوباره آن با شروع پاییز به طوریکه موج دوم همچون از ماه مارس تا ماه می باشد.
 - **سناریو شش:** کاهش اپیدمی از ماه جولای و اوج‌گیری دوباره آن با شروع پاییز به طوریکه موج دوم شدیدتر از محدودیت‌های ماه مارس تا ماه می باشد.
 - **سناریو هفت:** تداوم محدودیت‌ها تا انتهای سال به‌اندازه محدودیت‌های ماه مارس تا ماه می.
 - **سناریو هشت:** پیشرفت تدریجی اپیدمی و اعمال محدودیت‌های تدریجی به‌تبع آن.
 - **سناریو نه:** پیشرفت اپیدمی به‌طوری‌که تا ماه اکتبر رشد کند و پس‌از آن قرنطینه کامل اعمال شود.
 - **سناریو ده:** پیشرفت جهشی و انفجاری اپیدمی و قرنطینه کامل از ماه جولای تا انتهای سال.
- نتایج مدل‌سازی برای همه ۱۸ کشور انجام و نتایج مشخص شده است. در جدول ۵ مجموع تغییرات انرژی‌های اولیه در این ۱۸ کشور (به‌صورت تجمیعی) گزارش شده است^۱.

۱. نتایج مدل‌سازی برای همه ۱۸ کشور منطقه منا و همچنین ۲۶ بخش فعالیت اقتصادی آن‌ها محاسبه شده است که جهت جلوگیری از اطناب در متن اصلی مقاله گزارش نشده‌اند. خوانندگان این پژوهش جهت ملاحظه نتایج اجرای مدل و ضرایب شوک اولیه آن‌ها برای هر یک از ۱۸ کشور می‌توانند با ارسال ایمیل به نویسندگان، به داده‌های آن دسترسی داشته باشند.

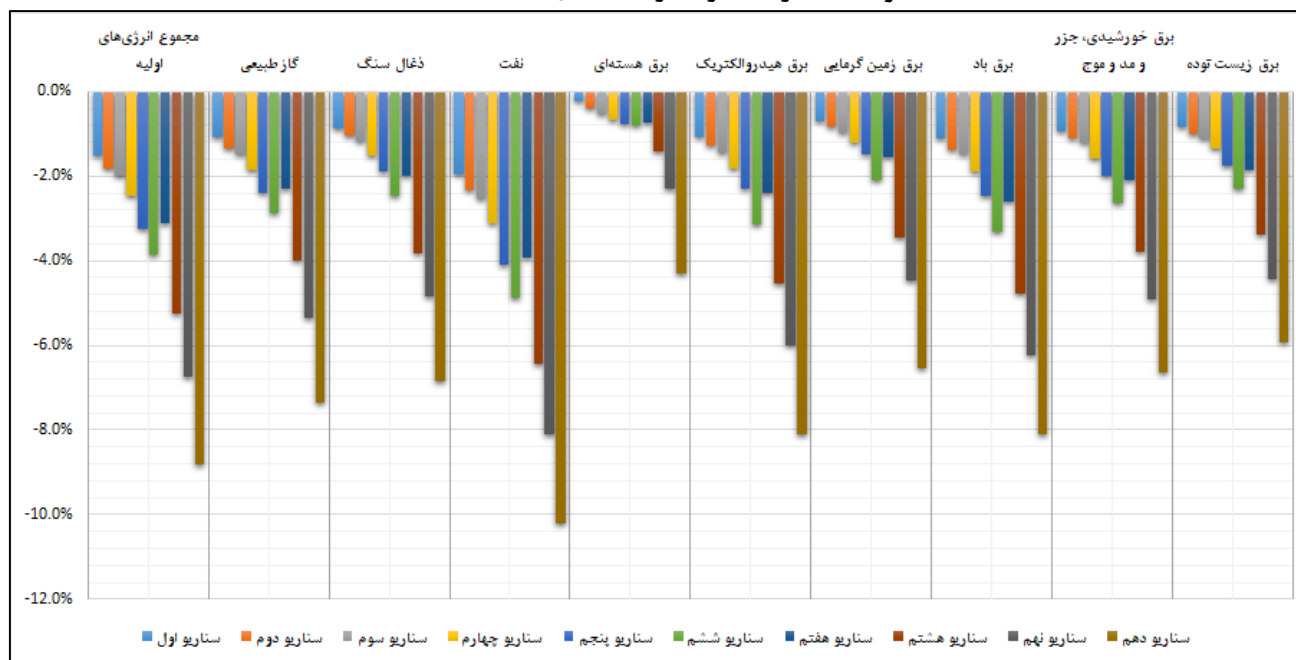
جدول ۵. مجموع تغییرات انرژی اولیه در کشورهای منطقه منا تحت سناریوهای ده گانه شیوع کووید ۱۹

ردیف	انواع انرژی های اولیه	سنار یو اول	سناریو دوم	سنار یو سوم	سناریو چهارم	سناریو پنجم	سناریو ششم	سناریو هفتم	سناریو هشتم	سناریو نهم	سناریو دهم
-	مجموع انرژی های اولیه	-۱/۵٪	-۱/۸٪	-۲/۰٪	-۲/۵٪	-۳/۲٪	-۳/۹٪	-۳/۱٪	-۵/۳٪	-۶/۷٪	-۸/۸٪
۱	گاز طبیعی	-۱/۱٪	-۱/۳٪	-۱/۵٪	-۱/۹٪	-۲/۴٪	-۲/۹٪	-۲/۳٪	-۴/۰٪	-۵/۴٪	-۷/۴٪
۲	زغال سنگ	-۰/۹٪	-۱/۰٪	-۱/۲٪	-۱/۵٪	-۱/۹٪	-۲/۵٪	-۲/۰٪	-۳/۸٪	-۴/۸٪	-۶/۷٪
۳	نفت	-۱/۹٪	-۲/۳٪	-۲/۵٪	-۳/۱٪	-۴/۱٪	-۴/۹٪	-۳/۹٪	-۶/۴٪	-۸/۱٪	-۱۰/۲٪
۴	برق هسته ای	-۰/۲٪	-۰/۴٪	-۰/۵٪	-۰/۷٪	-۰/۸٪	-۰/۸٪	-۰/۷٪	-۱/۴٪	-۲/۳٪	-۴/۳٪
۵	برق آبی	-۱/۱٪	-۱/۳٪	-۱/۴٪	-۱/۸٪	-۲/۳٪	-۳/۲٪	-۲/۴٪	-۴/۵٪	-۶/۰٪	-۸/۱٪
۶	برق زمین گرمایی	-۰/۷٪	-۰/۸٪	-۱/۰٪	-۱/۲٪	-۱/۵٪	-۲/۱٪	-۱/۶٪	-۳/۵٪	-۴/۵٪	-۶/۵٪
۷	برق باد	-۱/۱٪	-۱/۴٪	-۱/۵٪	-۱/۹٪	-۲/۵٪	-۳/۳٪	-۲/۶٪	-۴/۸٪	-۶/۲٪	-۸/۱٪
۸	برق خورشیدی، جزر و مد و موج	-۰/۹٪	-۱/۱٪	-۱/۲٪	-۱/۶٪	-۲/۰٪	-۲/۶٪	-۲/۱٪	-۳/۸٪	-۴/۹٪	-۶/۶٪
۹	برق زیست توده	-۰/۸٪	-۱/۰٪	-۱/۱٪	-۱/۳٪	-۱/۷٪	-۲/۳٪	-۱/۸٪	-۳/۳٪	-۴/۴٪	-۵/۸٪
۱۰	مجموع انرژی های اولیه	-۱/۵٪	-۱/۸٪	-۲/۰٪	-۲/۵٪	-۳/۲٪	-۳/۹٪	-۳/۱٪	-۵/۳٪	-۶/۷٪	-۸/۸٪

مأخذ: یافته های پژوهش

در نمودار ۱ می‌توان وضعیت مجموع تغییرات انرژی اولیه در منطقه منا را تحت ده سناریو پژوهش به صورت مقایسه‌ای مشاهده کرد:

نمودار ۱. تغییرات مصرف انرژی‌های اولیه در منطقه منا



مأخذ: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد، در بخش برق تولیدی از منابع زیست‌توده، بیشترین کاهش مصرف طبق سناریو خوش‌بینانه (سناریو یک) مربوط به کشور لیبی با ۳/۱۱٪ و در سناریو بدبینانه (سناریو ده) مربوط به کشور الجزایر با ۱۲/۶۹٪ است. در بخش زغال‌سنگ بیشترین کاهش مصرف طبق سناریو خوش‌بینانه مربوط به کشور مراکش با ۳/۱۳٪ و در سناریو بدبینانه مربوط به کشور ایران با ۱۴/۷۸٪ است. در بخش برق زمین‌گرمایی بیشترین کاهش مصرف طبق سناریو خوش‌بینانه مربوط به کشور ترکیه با ۰/۷٪ و در سناریو بدبینانه همین کشور با ۶/۵۴٪ است. در بخش برق‌آبی بیشترین کاهش مصرف طبق سناریو خوش‌بینانه مربوط به کشور مراکش با ۳/۱۳٪ و در سناریو بدبینانه کشور سوریه با ۱۸/۵۸٪ است. در بخش گاز طبیعی بیشترین کاهش مصرف طبق سناریو خوش‌بینانه مربوط به کشور لیبی با ۳/۷۷٪ و در سناریو بدبینانه مربوط به کشور سوریه با ۱۱/۴۹٪ است. در بخش برق هسته‌ای بیشترین کاهش مصرف طبق سناریو خوش‌بینانه مربوط به کشور لیبی با ۳/۱۱٪ و در سناریو بدبینانه مربوط به کشور سوریه با ۱۷/۷۶٪ است. در بخش نفت بیشترین کاهش مصرف طبق سناریو خوش‌بینانه مربوط به کشور لیبی با ۴/۷۱٪ و در سناریو بدبینانه مربوط به همین کشور با ۱۳/۴۹٪ است. در بخش برق خورشیدی، جزر و مد موج بیشترین کاهش مصرف طبق سناریو خوش‌بینانه مربوط به کشور اردن با ۱/۷۸٪ و در سناریو بدبینانه مربوط به کشور مصر با ۸/۴۴٪ است. در بخش برق باد بیشترین کاهش مصرف طبق سناریو خوش‌بینانه مربوط به کشور مراکش با ۳/۱۳٪ و در سناریو بدبینانه مربوط به همین کشور با ۱۰/۲٪ است.

در نمودارهای ۲ تا ۵ نیز وضعیت نقشه رنگی^۱ کشورها ترسیم شده است و می‌توان ورود هر کشور تحت سناریوهای مختلف به کاهش‌های خفیف (رنگ سبز)، کاهش‌های متوسط (رنگ زرد) و کاهش‌های شدید (رنگ قرمز) انواع انرژی را ملاحظه کرد.

1 Heat Map

نمودار ۲. تغییرات مصرف برق تجدید پذیر و هسته‌ای در کشورهای منطقه منا در ۱۰ سناریو مختلف

	سناریو اول	سناریو دوم	سناریو سوم	سناریو چهارم	سناریو پنجم	سناریو ششم	سناریو هفتم	سناریو هشتم	سناریو نهم	سناریو دهم
آذربایجان	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
اردن	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
الجزایر	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ایران	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
بحرین	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
تانزانیا	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ترکیه	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
سوریه	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
عراق	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
عربستان	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
عمان	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
قطر	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
کویت	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
لبنان	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
لیبی	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
مراکش	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
مصر	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
یمن	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نمودار ۳. تغییرات مصرف گاز طبیعی در کشورهای منطقه منا در ۱۰ سناریو مختلف

	سناریو اول	سناریو دوم	سناریو سوم	سناریو چهارم	سناریو پنجم	سناریو ششم	سناریو هفتم	سناریو هشتم	سناریو نهم	سناریو دهم
آذربایجان	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
اردن	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
الجزایر	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ایران	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
بحرین	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
تانزانیا	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ترکیه	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
سوریه	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
عراق	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
عربستان	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
عمان	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
قطر	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
کویت	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
لبنان	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
لیبی	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
مراکش	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
مصر	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
یمن	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

مأخذ: یافته های پژوهش

نمودار ۴. تغییرات مصرف زغال سنگ در کشورها منطقه منا در ۱۰ سناریو مختلف

	سناریو اول	سناریو دوم	سناریو سوم	سناریو چهارم	سناریو پنجم	سناریو ششم	سناریو هفتم	سناریو هشتم	سناریو نهم	سناریو دهم
آذربایجان	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
اردن	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
الجزایر	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ایران	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
بحرین	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
تانزانیا	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ترکیه	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
سوریه	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
عراق	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
عربستان	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
عمان	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
قطر	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
کویت	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
لبنان	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
لیبی	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
مراکش	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
مصر	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
یمن	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نمودار ۵. تغییرات مصرف نفت در کشورهای منطقه منا در ۱۰ سناریو مختلف

	سناریو اول	سناریو دوم	سناریو سوم	سناریو چهارم	سناریو پنجم	سناریو ششم	سناریو هفتم	سناریو هشتم	سناریو نهم	سناریو دهم
آذربایجان	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
اردن	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
الجزایر	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ایران	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
بحرین	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
تانزانیا	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ترکیه	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
سوریه	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
عراق	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
عربستان	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
عمان	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
قطر	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
کویت	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
لبنان	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
لیبی	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
مراکش	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
مصر	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
یمن	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در بیان تفاوت نتایج مدل با در نظر گرفتن سناریوهای یکسان برای کشورها باید به سه مطلب اشاره نمود. نخست آنکه مهم‌ترین علت تفاوت، تکنولوژی تولید در کشورها است (ناحیه اول جدول داده-ستانده که در ماتریس ضرایب فنی منعکس می‌شود). ثانیاً شدت انرژی صنایع در دو کشور ممکن است متفاوت باشد. ثالثاً سبد مصرف نهایی هر کشوری (تقاضای نهایی یا ناحیه دوم جدول داده-ستانده) منحصربه‌فرد است و تفاوت‌ها می‌تواند کاملاً محسوس باشد. به‌طور مثال علت تفاوت محسوس کشور ترکیه با کشورهای

همچون لیبی، عراق و اردن در سناریو هشت این است که فناوری تولید صنایع در ترکیه شدت انرژی پایین‌تری در تناسب با عراق و اردن و لیبی دارد و به همین علت، کاهش مصرف نفت در صنایع اردن و عراق شدیدتر است.

همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد مصرف انواع انرژی‌های اولیه در کشورهای منطقه منا کاهش خواهد یافت. این نتیجه در پژوهش‌های دیگر نیز تأیید می‌شود. پژوهش‌های دیگر که اثر کووید-۱۹ بر تغییرات مصرف انرژی اولیه را در مناطق مختلف جهان سنجیده‌اند، نتایج مشابهی داشته‌اند. به‌طور مثال مطالعه میرنظامی و رجبی (۲۰۲۰) که تغییرات مصرف انرژی را در ۲۰ کشور منطقه اروپا - که بیشترین تولید ناخالص داخلی را دارند - بررسی کرده‌اند. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که مطابق سناریوهای متفاوت در بدترین و بهترین حالت، کشورها با کاهش مصرف انرژی اولیه مواجه خواهند شد. در بهترین سناریو یعنی بهبود سریع وضعیت اقتصادی، کشورهای روسیه و ایتالیا به ترتیب با ۳/۵ و ۲/۸ درصد بیشترین کاهش در مصرف انرژی‌های اولیه را تجربه خواهند کرد. در بدترین سناریو و به طول انجامیدن اپیدمی، اسپانیا با ۱۴ درصد و ایتالیا با ۱۳ درصد بیشترین کاهش را شاهد خواهند بود. به‌طور مشابه در پژوهش حاضر نیز طبق بهترین سناریو (بهبود سریع و کامل اپیدمی) کشور لیبی با ۴/۳۸٪ و عراق با ۳/۳۹٪ بیشترین کاهش را خواهند داشت و طبق بدترین سناریو (تشدید انفجاری بیماری و قرنطینه کامل) کشور لیبی با ۱۲/۶٪ و سوریه با ۱۲/۳٪ بیشترین کاهش مصرف انرژی را خواهند داشت.

ونگ (۲۰۲۰) نیز در مطالعه خود که هر یک بخشی از نتایج مطالعه حاضر را تأیید می‌کند. مطالعه‌ای در هند نشان می‌دهد که کاهش تقاضای برق به‌طور مستقیم منجر به کاهش استفاده از زغال‌سنگ توسط نیروگاه‌ها شده است. در مطالعه حاضر نیز مصرف تقاضای برق با توجه به جدول ۶ در همه ۱۰ سناریو با کاهش مواجه شده است. مصرف زغال‌سنگ نیز در همه سناریوها با کاهش مواجه می‌شود.

گزارش ریستاد نیز حاکی از آن است که به علت شیوع کرونا، مصرف سوخت در حمل‌ونقل جاده‌ای و هوایی به ترتیب ۹ و ۴۴ درصد در سال ۲۰۲۰ نسبت به سال ۲۰۱۹ کاهش را نشان می‌دهد که این خود موجب کاهش تقاضا برای نفت خام شده است. (ویرایش چهاردهم گزارش ریستاد در مورد کووید-۱۹) نتیجه‌ای که در مطالعه حاضر نیز

تأیید می‌شود و نفت خام در همه ۱۰ سناریو با توجه به جدول ۶ کاهش در مصرف را نشان می‌دهد.

مطالعه دیگری که توسط لزن^۱ (۲۰۲۰) در مورد اثرات کووید-۱۹ و خسارت‌های آن بر اقتصاد جهانی بحث کرده است، به این نتیجه رسیده که در نتیجه کاهش حمل‌ونقل، به‌ویژه هواپیمایی، تقاضا برای برخی از انرژی‌های اولیه کاهش یافته و در نتیجه میزان استخراج و پالایش و فعالیت‌های نفتی کاهش یافته و در نهایت منجر به کاهش درآمدهای نفتی این کشورها شده است.

پژوهش دیگری که توسط ویلیامز و زاکمن (۲۰۲۰) منتشر شده و در خصوص اثرات کووید ۱۹ است، تغییرات مصرف برق در کشورهای اروپایی را بررسی کرده و به این نتیجه رسیده است که تقاضای برق ایتالیا ۳۰ درصد کاهش نسبت به دوره مشابه سال ۲۰۱۹ را تجربه کرده است که این بدترین میزان است. تقاضای اسپانیا نیز از زمان شروع اقدامات محدودسازی تا حدود ۲۰ درصد کاهش یافته است. اقدامات محدودسازی در انگلیس بین ۲۰ تا ۲۳ مارس آغاز شد. قبل از آن تاریخ‌ها، تقاضا پاسخ‌چندانی به بحران نداده بود ولی پس از ۲۲ مارس، تقاضای انگلیس به شدت واکنش نشان داد و ۱۵ درصد نسبت به سال ۲۰۱۹ کاهش یافت. مطالعه حاضر نیز با توجه به نتایج بیان شده در پیوست، نشان می‌دهد که مصرف برق در اکثر کشورها طبق سناریوهای متفاوت کاهش را تجربه خواهد کرد. به‌طور مجموع تقاضا برای برق در کشورهای منطقه منا طبق بهترین سناریو ۰٫۹۱٪ و در بدترین سناریو ۶٫۹۲٪ کاهش خواهد یافت. (ولیلیام و زاکمن، ۲۰۲۰)

۴. نتیجه‌گیری

شیوع ویروس SARS-CoV-2 از اعماق استان هبئی چین آغاز شد و به‌سرعت رو به گسترش است. حالا موارد بالایی از ابتلا به این ویروس از شرق آسیا تا خاورمیانه، اروپا و قاره آمریکا هم دیده‌شده و در چندین کشور موارد ابتلا و مرگ‌ومیر از چین نیز پیشی گرفته است. بیماری کروناویروس ۲۰۱۹ یا کووید-۱۹^۲ که به آن بیماری تنفسی حاد

1. Lenzen
2. COVID-19

ان‌کاو-۲۰۱۹^۱ نیز گفته می‌شود، یک بیماری عفونی است که بر اثر کرونای جدید، یک ویروس بسیار مشابه کروناویروس سارس، ایجاد می‌شود. خسارت‌های اقتصادی شیوع این ویروس می‌تواند شامل آمریکا، منطقه یورو، خاورمیانه و خاور دور شود و همگام با اتخاذ سیاست‌های بهداشتی و درمانی، حکمرانان به پیامدهای اقتصادی آن فکر می‌کنند. در اثر بروز این بیماری، رشد اقتصادی چین در سه ماه نخست سال ۲۰۲۰ به پایین‌ترین حد خود رسیده است و طبق برآوردهای اولیه ۲,۷ تریلیون دلار از اقتصاد جهان کم شده است که برابر با کل تولید ناخالص داخلی انگلیس است. به خاطر ناشناخته‌های بسیاری که در مورد همه‌گیری این ویروس وجود دارد و پاسخ متفاوت دولت‌ها، برآوردهای خسارت اقتصادی از آن محل مناقشه اقتصاددانان است و به میزان بالایی وابسته به اقدامات دولت‌ها خواهد بود.

در این مطالعه با در نظر گرفتن شوک‌های اقتصادی حاصل از پاندمی کووید-۱۹ و در چارچوب مدل‌سازی داده-ستانده و با در نظر گرفتن عدم‌تغییر تکنولوژی تولید در کشورهای درگیر بیماری، آثار آن را بر هریک از فعالیت‌های تولیدی و خدماتی اقتصادها سنجیده و در ضمن ده سناریو، تغییرات مصرف انرژی در ۱۸ کشور منطقه منای بررسی شد. بنابراین وضعیت تغییرات مصرف انرژی‌های اولیه در این ۱۸ کشور را تحت شرایط مختلف اپیدمی کرونا که در آینده رخ خواهد داد، می‌توان چنین خلاصه کرد:

(۱) در صورتی که محدودیت‌ها و قرنطینه‌های اعمال‌شده تا ابتدای ماه ژوئن باشد و با شروع این ماه تمامی محدودیت‌ها برداشته شود، کشورهای ایران، بحرین، تانزانیا، ترکیه، قطر و یمن تغییر بسیار کمی را در مصرف انرژی خواهند داشت (زیر یک درصد کاهش). کشورهای آذربایجان، الجزایر، سوریه، عمان، لبنان و مصر کاهش یک تا دو درصدی مصرف انرژی دارند و کشورهای اردن، عراق، عربستان، کویت، لیبی و مراکش کاهشی بین ۲٪ تا ۴,۵٪ را تجربه می‌کنند.

(۲) در صورتی که بهبود تدریجی بیماری و رفع ممنوعیت‌ها و محدودیت‌ها به‌مرور ادامه یابد و در دسامبر همه محدودیت‌ها برداشته شود، کشورهای بحرین، تانزانیا، ترکیه، قطر و یمن زیر یک درصد کاهش مصرف انرژی، کشورهای الجزایر، ایران، سوریه، عمان، لبنان و مصر بین

1. Ncov Acute Respiratory Disease

یک تا دو درصد کاهش داشته، کشورهای آذربایجان، اردن، عراق، لیبی و مراکش بین دو تا پنج درصد کاهش مصرف انرژی خواهند داشت.

۳) در صورتی که کاهش تدریجی اپیدمی تا انتهای سال اتفاق افتد ولی در انتهای سال مقدار کمی از محدودیت ها باقی بماند، کشورهای الجزایر، ایران، بحرین، تانزانیا، ترکیه، عمان، قطر و یمن زیر دو درصد کاهش مصرف انرژی خواهند داشت. کشورهای آذربایجان، اردن، سوریه، عربستان، کویت، لبنان بین ۲ تا ۳٫۵ درصد کاهش و کشورهای عراق، لیبی و مراکش بیش از ۳٫۵ درصد کاهش مصرف انرژی خواهد داشت.

۴) در صورتی که کاهش اپیدمی از ژوئن اتفاق افتد و اوج گیری دوباره آن با شروع پاییز آغاز شود (به طوریکه موج دوم ضعیف تر از شرایط ماه مارس تا ماه می باشد)، کشورهای تانزانیا، قطر و یمن زیر یک درصد کاهش، کشورهای الجزایر، سوریه، عمان، لبنان و مصر بین ۲ تا ۳ درصد کاهش و کشورهای اردن، عربستان و کویت بین ۳ تا ۴ درصد کاهش مصرف انرژی خواهند داشت. عراق و مراکش با کاهش ۴ تا ۵ درصدی و لیبی با کاهش ۶/۱۴ درصدی مواجه خواهند بود.

۵) در صورتی که کاهش اپیدمی از ماه ژوئن اتفاق افتد و اوج گیری دوباره آن با شروع پاییز آغاز شود (به طوریکه موج دوم همچون شرایط ماه مارس تا ماه می باشد)، کشورهای تانزانیا و یمن کاهش زیر یک درصد در مصرف انرژی را شاهد خواهند بود. کشورهای الجزایر، ایران، بحرین، قطر، مصر و یمن کاهش بین یک تا سه درصدی، کشورهای آذربایجان، اردن، سوریه، عربستان، امان، کویت و لبنان کاهش بین ۳ تا ۵ درصدی و کشورهای عراق، لیبی و مراکش کاهش بالای ۵ درصدی را در مصرف انرژی شاهد خواهند بود.

۶) در صورتی که کاهش اپیدمی از ماه ژوئن اتفاق افتد و اوج گیری دوباره آن با شروع پاییز آغاز شود (به طوریکه موج دوم شدیدتر از شرایط ماه مارس تا ماه می باشد)، کشورهای تانزانیا و یمن کاهش زیر یک درصد در مصرف انرژی را شاهد خواهند بود. کشورهای بحرین و قطر کاهش یک تا دو درصدی مصرف انرژی را شاهد هستند، خواهند بود. کشورهای ایران، ترکیه و عمان دو تا چهار درصد کاهش، کشورهای آذربایجان، الجزایر و مصر چهار تا پنج درصد کاهش، کشورهای اردن، سوریه، عربستان و لبنان بین ۵ تا ۷ درصد کاهش در مصرف انرژی را تجربه می کنند. کشورهای عراق، لیبی و مراکش کاهش بالای ۷ درصدی را تجربه خواهند کرد.

۷) در صورتی که تداوم محدودیت‌ها تا انتهای سال به همان اندازه‌ای باشد که کشورها از ماه مارس تا ماه می اعمال کرده‌اند، در این صورت، کشورهای بحرین، تانزانیا، ترکیه، قطر و یمن زیر دو درصد مصرف انرژی خود را کاهش می‌دهند. کشورهای آذربایجان، الجزایر، ایران، سوریه، عربستان، عمان، لبنان و مصر بین ۲ تا ۵ درصد مصرف خود را کم می‌کنند. کشورهای اردن، عراق، کویت، لیبی و مراکش نیز کاهش مصرف بالای ۵ درصد را تجربه خواهند کرد.

۸) در صورتی که همه‌گیری بیشتر و تدریجی اپیدمی اتفاق افتد و اعمال محدودیت‌های تدریجی به تبع آن محقق شود به‌طوری که در آخرین روزهای سال قرنطینه کامل اتفاق افتد، تنها کشور قطر کاهش زیر دو درصد را تجربه خواهد کرد. کشورهای ایران، بحرین، تانزانیا، ترکیه، عمان و یمن نیز با کاهش ۲ تا ۵ درصدی مواجه خواهند شد. کشورهای آذربایجان، اردن، الجزایر، سوریه، عراق، عربستان، کویت، لبنان و مصر کاهش ۵ تا ۸ درصد و کشور مراکش بین ۸ تا ۹ درصد و کشور لیبی کاهش دورقمی ۱۱/۱ درصدی را خواهد دید.

۹) در صورتی که پیشرفت اپیدمی و همه‌گیری آن به‌طوری شیوع یابد که کشورها مجبور شوند از ماه اکتبر قرنطینه کامل را اعمال کنند، کشورهای بحرین، ترکیه، قطر و یمن کاهش ۲ تا ۵ درصدی در مصرف انرژی را مواجه خواهند شد. کشورهای آذربایجان، الجزایر، ایران، عربستان، عمان، کویت و مصر مصرف خود را بین ۵ تا ۸ درصد کاهش خواهند داد. کشورهای اردن، سوریه، لبنان و مراکش با کاهش بین ۸ تا ۱۰ درصدی و کشور عراق با کاهش ۱۰ درصد و لیبی کاهش ۱۱ درصدی را تجربه خواهند کرد.

۱۰) در صورتی که پیشرفت جهشی و انفجاری اپیدمی اتفاق افتد و قرنطینه کامل از ماه ژوئن تا انتهای سال اعمال شود، تنها دو کشور بحرین و قطر کاهش زیر ۵ درصد خواهند داشت. کشورهای تانزانیا، ترکیه و عمان با کاهش ۵ تا ۸ درصدی روبرو خواهند بود. کشورهای آذربایجان، الجزایر، عربستان، کویت، مصر و یمن کاهش ۸ تا ۱۰ درصدی و کشورهای اردن، ایران، سوریه، عراق، لبنان، لیبی و مراکش با کاهش شدید ۱۰ تا ۱۳ درصدی روبرو خواهند بود.

منابع و مأخذ

- Aruga, K., Islam, M.M., Jannat, A., 2020. Effects of COVID-19 on Indian energy consumption. *Sustain.* 12, 1–16. <https://doi.org/10.3390/su12145616>
- BEN MCWILLIAMS, GEORG ZACHMANN, (2020), Electricity Consumption as a Near Real-time Indicator of COVID-19 Economic Effects, IAAE Energy Forum / Third Quarter 2020
- Dietzenbacher, Erik & Lahr, Michael. (2013). Expanding Extractions. *Economic Systems Research.* 25. 341–360.
- Emanuela Menichetti, Abdelghani El Gharras, Barthélémy Duhamel and Sohbet Karbuz1, THE MENA REGION IN THE GLOBAL ENERGY MARKETS, October 2018
- Energy Transformation Newsletter (2019), Perspectives on Developments in the MENA Region in the Field of Energy, Parliamentary Research Center. 35), Volume 10.
- EnergyWorld. Coronavirus Impact: Within Ten Days, a 26 Percent Fall in India's Energy Consumption. 2020. Available online: <https://energy.economictimes.indiatimes.com/news/power/coronavirus-impact-withintendays-26-per-cent-fall-in-indias-energy-consumption/74854825> (accessed on 21 June 2020).
- Eurostat (European Statistical Office). 2020: <https://ec.europa.eu/eurostat>.
- Haddad, Eduardo Amaral, Fernando S. Perobelli, Inácio Fernandes de Araújo, (2020) Input-Output Analysis of COVID-19: Methodology for Assessing the Impacts of Lockdown Measures, Report number:TD NEREUS 01-2020Affiliation: University of São Paulo
- <https://behdasht.gov.ir>
- <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>
- Iqbal, S., Bilal, A.R., Nurunnabi, M. et al. It is time to control the worst: testing COVID-19 outbreak, energy consumption and CO2 emission. *Environ Sci Pollut Res* (2020).
- Jahangard, E. (2013). Input-Output Analysis; Technology, planning and development. 1. Tehran. Publication of statistics. (in persion)
- Ji Chou, Nai-Fong Kuo, Su-Ling Peng, (2004) Potential Impacts of the SARS Outbreak on Taiwan's Economy, *Asian Economic Papers* 3(1):84-99
- Leifeld, J., Menichetti, L. The underappreciated potential of peatlands in global climate change mitigation strategies. *Nat Commun* 9, 1071 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03406-6>
- Lenzen M, Li M, Malik A, Pomponi F, Sun Y-Y, Wiedmann T, et al. (2020) Global socioeconomic losses and environmental gains from the Coronavirus pandemic. *PLoS ONE* 15(7): e0235654. <https://doi.org/10.1371/journal>.

- Maurizio Ciaschini, (1988), *Input-Output Analysis: Current Developments* (International Studies in Economic Modelling). Springer Netherlands.
- Menichetti, Emanuela; El Gharas, Abdelghani; Duhamel, Barthélémy; Karbuz Sohbet; THE MENA REGION IN THE GLOBAL ENERGY MARKETS, Menara working paper, October 2018
- Miller R.E., Peter D.B (2009), *Input-Output Analysis, Foundations and Extensions*, Cambridge University Press.
- Mirnezami S R, Rajabi S, Moridi Farimani F. The Inflationary Effects of Increasing Electricity Price - in Different Consumption Tariffs - on Economic Activities and Household Cost: Input-Output Method. *jemr*. 2020; 11 (41) :91-144. (in persion)
- Mirnezami, S. R., & Rajabi, S. (2020). Changing Primary Energy Consumption Due to COVID-19: The Study 20 European Economies.
- Mirnezami, S., Rajabi, S. (2020). Estimating the Impacts of COVID-19 on Iran Economy: Modelling Seven Scenarios. *Science and Technology Policy Letters*, 10(2), 7-19. (in persion)
- Ozturk, Feride; Energy consumption-GDP causality in MENA countries, *Energy Sources*, Volume 12, 2017, Pages 231-236
- Rajabi S, Manzoor D. Assessing the Importance of Energy Sector Using the Expanding Extraction Method: Iranian Economy. *jemr*. 2019; 9 (35) :69-110. (in persion)
- Sarfraz, M.; Shehzad, K.; Meran Sha, S.G. The impact of COVID-19 as a necessary evil on air pollution in India during the lockdown. *Environ. Pollut*. 2020. [CrossRef]
- Shafiullah, G.; Raju, K.; Jamal, T.; Reddy, S.K. COVID-19: Impact Analysis and Recommendations for Power and Energy Sector Operation *EnerarXiv-Preprint Preprint*. 2020. Available online: <https://www.researchgate.net/publication/341204513%0ACOVID-19> (accessed on 22 June 2020).
- Smith, David, Moore, Lang, (2004) "The SIR Model for Spread of Disease - The Differential Equation Model"
- Souri, A. (2005). *Input-Output Analysis*. First Edition. Hamedan. Noor Alam Publications. (in persion)
- Suehiro, S. Impact of Covid-19 on Energy Demand. *IEEJ e-Newsl*. 2020, 184, 3. Available online: <https://eneken.ieej.or.jp/data/8938.pdf> (accessed on 24 June 2020).
- Wang, B.; Yang, Z.; Xuan, J.; Jiao, K. Crises and opportunities in terms of energy and AI technologies during the COVID-19 pandemic. *Energy AI* 2020. [CrossRef]
- Warwick Mckibbin, Roshen Fernando, (2020) *The Global Macroeconomic Impacts of COVID-19: Seven Scenarios*, CAMA Working Paper

- Xiao-Guang Yue, Xue-Feng Shao, Rita Yi Man Li, Michael James C Crabbe, Lili Mi, Siyan Hu, Julien S Baker, (2020) Gang Liang, Risk Management Analysis for Novel Coronavirus in Wuhan, China, Journal of Risk and Financing Management, pp13-22
- Xiuli Liu, Geoffrey J.D. Hewings, Shouyang Wang, Minghui Qin, Xin Xiang, Shan Zheng, Xuefeng Li, (2020) Modeling the situation of COVID-19 and effects of different containment strategies in China with dynamic differential equations and parameters estimation.

Effects of COVID-19 Pandemic on Primary Energy Consumption in MENA Countries: Energy Input-Output Analysis

Davood Manzor¹, Sajad Rajabi², Reza Ranjbaran³

Received: 2021/01/19 Accepted: 2021/06/28

Abstract

With the outbreak of the coronavirus in countries around the world and its rapid spread, governments have decided to impose restrictions and social distancing. Restrictions and closures of businesses and economic activities, and changes in supply and demand patterns during this period, have exacerbated concerns among economists. This article deals with the issue of changing primary energy consumption in 18 countries in the MENA region. To this end, 10 different scenarios of the future state of the disease and its limitations have been considered. The results show that according to the best scenario (rapid and complete improvement of the epidemic), Libya with 4.38% and Iraq with 3.39% will have the largest decrease, and according to the worst-case scenario (explosive disease exacerbation and complete quarantine), Libya with 12.6% and Syria with 12.3% will have the greatest reduction in primary energy consumption. The three countries, Syria, Lebanon, and Iran, also had the most differences in the pessimistic and optimistic scenario. Also, taking into account the total changes in the primary energy consumption of these 18 countries, according to the most optimistic scenario, the primary energy consumption will be reduced by 1.5% and according to the worst-case scenario, it will be reduced by 8.8%.

Keywords: Input-Output, Sectoral Analysis, Primary Energy, Coronavirus, Energy Economics.

JEL Classification: Q43, C67, D57, O13

1. Associate Professor of Economics Faculty, Imam Sadiq (AS) University, Tehran, Iran
(Corresponding Author) Email: manzoor@isu.ac.ir

2. Ph.D Student in Oil & Gas Economics, Imam Sadiq University, Faculty of Economics, Tehran, Iran. Email: Sajadrajabi@isu.ac.ir

3. Ph.D Student in Oil and Gas Contract Management, Imam Sadiq University, Faculty of Economics, Tehran, Iran. Email: r.ranjbaran@isu.ac.ir