تحقیقات مدلسازی اقتصادی/ دوه ۱۱، شماره ۴۳، بهار ۱۴۰۰، صفحه ۷-۴۶

«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 پرداخته‌شده است. بدین منظور ۱۰سناریو مختلف از وضعیت آینده این بیماری و محدودیت‌های ناشی از آن در نظر گرفته‌شده و از طریق مدل‌سازی داده-ستانده انرژی و ورود شوک‌های اقتصادی این بیماری به تعاملات بخش‌های اقتصاد، تغییرات مصرف انرژی‌های اولیه در ۱۸ کشور محاسبه‌شده 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

۱. دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه امام صادق(ع). (نویسنده مسئول). Email: manzoor@isu.ac.ir

۲. دانشجوی دکتری اقتصاد نفت و گاز، دانشگاه امام صادق(ع)، دانشکده اقتصاد. Email: sajadrajabi@isu.ac.ir

۳. دانشجوی دکتری مدیریت قراردادهای نفت و گاز، دانشگاه امام صادق(ع)، دانشکده اقتصاد. Email:r.ranjbaran@isu.ac.ir

کشورهای موردمطالعه، طبق خوش‌بینانه‌ترین سناریو مصرف انرژی‌های اولیه ٪۱٫۵ و طبق بدترین سناریو ٪۸٫۸ کاهش می‌یابد.

**واژه‌های کلیدی:** داده-ستانده، تحلیل بخشی، انرژی‌های اولیه، کرونا، اقتصاد انرژی.

**طبقه‌بندی JEL:** Q43, C67, D57, O13

## ۱. مقدمه

ویروس SARS-CoV-2 در دسامبر ۲۰۱۹ از شهر ووهان چین شروع شد و به‌سرعت به سایر کشورهای دنیا سرایت کرد. در پی شیوع این بیماری در نقاط مختلف جهان، شیوع کووید۱۹ در ایران رسماً در تاریخ ۲۹ بهمن ۱۳۹۸ (۱۸ فوریه ۲۰۲۰) تائید 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 به‌خصوص 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 مدت‌زمان مشابه سال ۲۰۱۹، حدود ۱,۳ درصد کاهش‌یافته است. طی مدت‌زمان 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 کاهش‌یافته 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[1]، 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[1] جهان معادل ۵۵/۱ درصد ثبت‌شده 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 موردبررسی در این گزارش، در سال ۲۰۲۰ افت امتیاز شاخص گذار انرژی را تجربه کرده‌اند. در سال ۲۰۲۰، بازار انرژی با چالش‌های متعددی همراه بوده است. علاوه بر نا اطمینانی ناشی از پیامدهای بلندمدت شیوع ویروس SARS-CoV-2، ترکیبی از اختلال‌ها، شامل افت تقریباً یک سومی تقاضای انرژی جهان، تأخیر یا توقف سرمایه‌گذاری‌ها و پروژه‌ها در حوزه انرژی، عدم اطمینان حول چشم‌انداز اشتغال میلیون‌ها نفر نیروی کار در بخش انرژی، به همراه نوسانات بی‌سابقه قیمت نفت و اثرات ژئوپلیتیکی پس‌ازآن، طوفانی را در بازار انرژی ایجاد کرده‌اند.

یکی از باسابقه‌ترین مناطق تولید انرژی دنیا منطقه منا[2] است که جایگاه ویژه‌ای نیز در جریان انرژی دنیا دارد به‌طوری‌که در سال ۲۰۱۷، حدود ۳۷ درصد از تولید نفت و ۲۲ درصد از تولید گاز جهان از منطقه منا تأمین‌شده است. هرگونه تغییر در مصرف یا تولید انرژی در این کشورها اثرات بسیاری دارد هم از جهت خود این کشورها و اقتصاد داخلی‌شان 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 ازجمله 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 پژوهش‌های مجلس، ۱۳۹۸). اقتصاد این کشورها رابطه تنگاتنگی باقیمت نفت دارد.

---

۱. شاخص گذار انرژی (Energy Transition Index) به انتقال از سیستم‌های مصرف و تولید انرژی فعلی، که عمدتاً مبتنی بر منابع انرژی تجدید ناپذیر مانند نفت، گاز طبیعی و زغال‌سنگ است، به سمت ترکیبات کارآمدتر و کم-کربن‌تر 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 به‌شدت کاهش‌یافته 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 قابل‌توجهی 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 به‌عنوان یک اقدام اضطراری در نظر بگیرند که قبلاً بیش از ۱/۷ میلیون بشکه در روز پیش‌بینی‌شده 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 ازجمله ایران اثبات‌شده است. (اوزتورک[1]، ۲۰۱۷)

از جهت دیگر منطقه منا جایگاه 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[2]، ۲۰۱۸) در مقایسه با رشد تقاضای جهانی انرژی، منطقه منا به‌طورکلی 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 خلیج‌فارس (GCC) و همچنین در ایران مشاهده‌شده

1. Ozturk
2. Leifeld & Menichetti

است. به‌عنوان‌مثال، قطر و عمان با متوسط نرخ سالانه ۸,۱ و ۷,۴ درصد در دوره ۱۹۹۰-۲۰۱۵، سریع‌ترین 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 داده‌اند و پس‌ازآن ترکیه (۱۲ درصد)، مصر (۷ درصد) و الجزایر (۶ درصد) قرار دارند و مابقی کشورها نیز ۲۳ درصد. افزایش سریع تقاضای انرژی، به‌ویژه برای برق، مسلماً قابل‌توجه‌ترین روند در منطقه است. درحالی‌که تقاضای جهانی برق به‌طور متوسط سالانه حدود ۲,۹ درصد افزایش‌یافته 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[1]) از کل مصرف برق در منطقه منا، بیشترین سهم مصرف برق را به خود اختصاص داده و پس‌ازآن 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 بیان‌شده 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 انرژی‌های اولیه در این کشورها موردبررسی قرار گیرد. لذا سؤال محوری پژوهش حاضر عبارت است از اینکه: میزان تغییرات انرژی‌های اولیه ناشی از شوک اپیدمی کووید-۱۹ در کشورهای منطقه منا به چه میزان است؟

پاسخ بدین پرسش مهم قطعاً سیاست‌گذاران و مولیان انرژی کشور را در مدیریت و برنامه‌ریزی هرچه بهتر بخش انرژی کشور یاری خواهد کرد.

بنابراین در این پژوهش سعی شده است تغییرات مصرف انرژی‌های اولیه در ۱۸ اقتصاد منطقه منا شبیه‌سازی شود. انرژی‌های اولیه موردمطالعه در این پژوهش شامل گاز طبیعی،

۱. تراوات ساعت

زغال‌سنگ، نفت، برق هسته‌ای[1]، برق‌آبی[2]، برق زمین‌گرمایی[3]، برق بادی[4]، برق خورشیدی، جزرومد و امواج[5] و برق زیست‌توده[6] 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. باتوجه‌به 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 مورداستفاده بیان می‌شود. توضیح داده‌ها و سناریوهای مورداستفاده و نتایج مدل برای ۱۸ اقتصاد منطقه منا در بخش پنجم گزارش خواهد شد. درنهایت در بخش ششم به تجمیع و خلاصه‌سازی نتایج و دلالت‌های مستخرج از الگوسازی می‌پردازیم.

## ۲. پیشینه پژوهش

در این بخش به ادبیات نظری شکل‌گرفته حول موضوع موردبحث یعنی اثرات پاندمی کووید-۱۹ بر مصرف انرژی کشورها از طریق مروری بر مطالعات انجام‌گرفته پس از شیوع پاندمی تا زمان حال، پرداخته می‌شود. به‌طورکلی 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. (سوئیرو[1]، ۲۰۲۰) به‌طورکلی مطالعات نشان می‌دهد که بخش انرژی یکی از بخش‌های است که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم از این پاندمی اثرپذیری منفی دارد. (آروگا[2]، ۲۰۲۰) در این مطالعه به این موضوع پرداخته‌شده است که چگونه کووید-۱۹ باعث کاهش مصرف انرژی در طول بحران شده است. آنان با استفاده از مدل ARDL یک رابطه طولانی‌مدت بین کووید -۱۹ و مصرف انرژی برقرار کرده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که با کمتر شدن محدودیت‌ها، مصرف انرژی شروع به بازیابی می‌کند. بازیابی مصرف در مناطق فقیرنشین مثبت نبود و این بدان معنی است که این مناطق نیازمند کمک و سیاست‌های ویژه دولت هستند. همچنین مطالعه دیگری در هند نشان می‌دهد که کاهش تقاضای برق به‌طور مستقیم منجر به کاهش استفاده از زغال‌سنگ توسط نیروگاه‌ها شده است. (وانگ[3]، ۲۰۲۰) همچنین تقاضای انرژی در هند طی ده روز پس از تحمیل محدودیت‌ها ۲۶ درصد کاهش یافت.(انرژی جهانی[4]، ۲۰۲۰) همچنین مطالعه دیگری نشان می‌دهد که مصرف انرژی در کشور هند در دوره قبل از اعمال محدودیت‌ها و بعد از شروع محدودیت‌ها حدود ۱۰۰۰ مگاوات کاهش را از ۳۵۰۰ به ۲۵۰۰ مگاوات تجربه کرد. (شفیع الله[5]، ۲۰۲۰) گزارش ریستاد نشان می‌دهد 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) 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 محیط‌زیست، 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[1]، ۲۰۲۰)

در کشور ایران نیز استفاده از مدل‌های داده-ستانده در برآورد تغییرات انرژی به تعدد استفاده‌شده است. رجبی و منظور در مطالعه خود با استفاده از جدول به هنگام شده سال ۱۳۹۶ ایران، جایگاه انرژی و زیربخش‌های انرژی را مورد ارزیابی قرار داده‌اند. (رجبی و منظور[2]، ۲۰۱۹). نمونه دیگری از الگوهای داده-ستانده نیز به دو بعد تغییرات قیمتی (تورم) و انرژی می‌پردازند. میرنظامی[3] 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 به خاطر 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[4]، ۲۰۲۰)

پژوهش دیگر که توسط سرافراز[5] (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، PM2.5، 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 به‌طورکلی به تأثیر این پاندمی بر اقتصاد پرداخته‌اند و خصوصیتی در بخش انرژی ندارند. در پژوهشی با درنظرگرفتن شوک‌های پاندمی کووید -۱۹ در اقتصاد، از مدل تعادل عمومی داده ستانده بر پایه جدول داخلی استفاده کرده‌اند تا کاهش ارزش‌افزوده تولیدی هر بخش از اقتصاد در هفت سناریو را مدل‌سازی کنند. نتایج نشان می‌دهد که در اقتصاد ایران به بخش‌های «هتل‌ها و رستوران‌ها»، «حمل‌ونقل» 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. درمجموع، کاهش درآمد داخلی کشور براثر شیوع این بیماری بین ۶۵ / ۵ 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 موردمطالعه مکبین و فرناندو[1] (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. (مکبین 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 موردبررسی 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 تجمیع همه انواع انرژی در قالب یک بخش جلوگیری شده است چراکه برخی از انواع انرژی‌های اولیه تفاوت‌هایی ماهوی در نوع مصرف خود دارند. سومین جنبه نوآوری مربوط به متدولوژی استفاده شده در پژوهش حاضر است که روشی نوین در مدل‌سازی شوک‌های غیراقتصادی و غیر قیمتی همچون شوک کرونا بر اقتصاد و بخش‌های آن است.

## ۳. روش پژوهش

### ۱-۳. مدل‌های داده-ستانده

در یک طبقه‌بندی کلی، مدل‌سازی داده-ستانده انرژی به دوطبقه «روش بخش‌های نامتجانس» و «نهاده‌ها و محصولات اکولوژیک-اقتصادی» تقسیم می‌شوند.

طبق نوع اول، برای تحلیل بخش انرژی با استفاده از جدول داده - ستانده، از روش «بخش‌های نامتجانس»[1] استفاده می‌شود. در این روش داده‌های انرژی برحسب واحد گرمایی بریتانیا[2] (Btu) و داده‌های غیر انرژی برحسب واحد پول در جدول منظور می‌شود. برای این منظور، ابتدا ماتریس‌های لازم برای این تحلیل تعریف شود. ماتریس $Z$، یک ماتریس بین بخشی است که 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 کل X در ماتریس داده - ستانده انرژی به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$X^{*}=\begin{cases} E_x & \text{انرژی موردمطالعه}(Btu) \\ X_j & \text{سایر بخش‌های اقتصاد (ارزش ریالی یا دلاری)} \end{cases} \qquad (۱)$$

1. Hybrid Sectors
2. British Termal Unit

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

حال ماتریس ضرایب لئونتیف *A برای ماتریس داده-ستانده انرژی به‌صورت رابطه ۵ محاسبه می‌شود:

$$A^* = Z^*\left(\hat{X}^*\right)^{-1} \quad (۲)$$

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

$$A^* = \begin{bmatrix} \frac{Btu}{Btu} & \frac{Btu}{\$} \\ \frac{\$}{Btu} & \frac{\$}{\$} \end{bmatrix}_{2\times 2} \quad (۳)$$

منظور از مصرف مستقیم انرژی، مقدار نهاده انرژی است که هر بخش به‌صورت مستقیم از بخش انرژی دریافت می‌کند۱ و به مصرف آن بخش می‌رسد. برای محاسبه از سیگما استفاده می‌شود:

$$\delta = F^*.(X^*)^{-1}.A^* \quad (۴)$$

ضرایب مصرف کل انرژی۲ شامل مصارف مستقیم و غیرمستقیم هر بخش است که با آلفا نشان داده می‌شود۳:

$$\alpha = F^*.(X^*)^{-1}.(I - A^*)^{-1} \quad (۵)$$

به ترتیب سیگما ضرایب مستقیم مصرف انرژی هریک از بخش‌ها را محاسبه می‌کند و نشان می‌دهد هر بخش اقتصادی چه مقدار برای تولید مطالبه انرژی دارد. ازآنجایی‌که مصرف انرژی غیرمستقیم نیز مهم است و می‌بایست انرژی کل مصرف‌شده برای تولید یک

1. Direct Energy Requirements Matrix
2. Total Energy Requirements Matrix
۳ جهت مطالعه تفصیل این نوع از مدل‌سازی انرژی می‌توان 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 jام به کار می‌رود.

همچنین مجموعه‌ای از ستانده‌های زیست‌محیطی، مانند میزان آلودگی هوای ناشی از SO2 را در نظر می‌گیریم (یکی از انواع نهاده‌ها و ستانده‌های اکولوژیکی، آلودگی‌ها هستند. انرژی‌های اولیه موردمطالعه این پژوهش تماماً به‌عنوان نهاده اکولوژیکی هستند.) و آن را با ماتریس N=[nik] نشان می‌دهیم. هر عنصر ماتریس N بیانگر مقدار ستانده اکولوژی نوع k است که توسط ستانده بخش i ایجادشده 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 داده‌ها و ستانده‌های اکولوژیک**

| | | مبادلات بین بخش | | | تقاضای نهایی | تولید کل | محصول اکولوژیکی | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | بخش‌های مصرف‌کننده | | | | | | |
| | | کشاورزی | معدن | صنعت | | | $SO_2$ | $HC$ |
| بخش‌های تولیدکننده | کشاورزی<br>معدن<br>صنعت | $a_{11}$<br>$a_{21}$<br>$a_{31}$ | $a_{12}$<br>$a_{22}$<br>$a_{32}$ | $a_{13}$<br>$a_{23}$<br>$a_{33}$ | $f_1$<br>$f_2$<br>$f_3$ | $x_1$<br>$x_2$<br>$x_3$ | $n_{11}$<br>$n_{21}$<br>$n_{31}$ | $n_{12}$<br>$n_{22}$<br>$n_{32}$ |
| نهاده‌های اکولوژیک | نفت و گاز<br>زمین | $m_{11}$<br>$m_{21}$ | $m_{12}$<br>$m_{22}$ | $m_{13}$<br>$m_{23}$ | | | | |

مأخذ: میلر و بلر ، ۲۰۰۹

بر اساس این جدول می‌توان 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 Zn*n ماتریس مبادلات بین بخشی و X^ n*n ماتریس قطری است که عناصر قطر آن تولید کل هر یک از بخش‌هاست.

سپس ماتریس ضرایب نهاده‌های اکولوژیکی R=[rkj] را تعریف می‌کنیم که عبارت است از مقدار کالای اکولوژیکی k که برای یک دلار تولید در صنعت j مورداستفاده قرار می‌گیرد.

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

در مثال فوق M2*3 ماتریس مبادلات بین بخشی دو کالای اکولوژیکی زمین و نفت و گاز با بخش‌های صنعت، کشاورزی و معدن را نشان می‌دهد. ماتریس ضرایب ستانده‌های اکولوژیکی نیز به همین ترتیب تعریف می‌شود. عناصر ماتریس ضرایب ستانده‌های اکولوژیکی Q = [qkj] بیانگر ستانده اکولوژیکی k ام است که به ازای یک دلار محصول بخش j ام تولید می‌شود.

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

در این حالت Nn*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 به‌صورت تابعی از تقاضای نهایی محاسبه می‌شود. در ابتدا ماتریس ضرایب آثار کل نهاده‌ای را بیان می‌کنیم:

$$Q^*_{k\times n} = Q_{k\times n}(I - A)^{-1}_{n\times n} \quad (۹)$$

$$R^*_{k\times n} = R_{k\times n}(I - A_{n\times n})^{-1} \quad (۱۰)$$

عناصر ماتریس Q* = [qij] مقدار آلودگی از نوع i را نشان می‌دهند که به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم به ازای تأمین یک ریال تقاضای نهایی بخش j تولید می‌شوند. عناصر ماتریس R*2*3=[r*ij] بیانگر این مطلب هستند که برای تأمین یک دلار تقاضای نهایی از محصول بخش j ، چه مقدار نهاده اکولوژیکی به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم موردنیاز است. ازآنجایی‌که به دلیل محدودیت‌های اجتماعی اعمال‌شده لازم است تغییرات تولید، روابط بین بخش‌ها و شوک حاصل از آن نیز موردبررسی قرار گیرد، تغییرات ستانده کل و روابط میان بخش‌ها از طریق روش حذف فرضی جزئی[1] مدل‌سازی می‌شود. (میلر و بلر[2]، ۲۰۰۹)

روش حذف فرضی جزئی که در قالب روش حذف فرضی تعمیم‌یافته مطرح است، در سال ۲۰۱۳ توسط دیازنباخر و لهر[3] 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 مطلقی بر ماتریس اثرات واسطه‌ای وجود ندارد و بردار ارزش‌افزوده 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 $\alpha$ درصد از داده یک بخش کاهش یابد، بلکه می‌توان فرض افزایش $\alpha$ درصد در بخش‌ها را به دلایل متعددی همچون عوامل طبیعی، اکتشاف معادن و مخازن، سیاست‌گذاری اقتصادی و... فرض نمود. رابعاً، در این روش عرضه بخش، محذوف نخواهد بود و به‌تبع آن ماتریس مبادلات واسطه‌ای کوچک‌تر نخواهد شد.

دیازنباخر و لهر روش حذف فرضی جزئی را برای تجزیه تحلیل اثرات محدودیت‌های ظرفیت استفاده کردند. محصولاتی که قبلاً توسط یک بخش تولید می‌شده است، احتمالاً یا دیگر تقاضا نمی‌شوند و یا از منابع خارج از اقتصاد محلی، مانند واردات تأمین می‌شوند. ازآنجاکه ستانده $x_k$ کاهش می‌یابد، نهاده‌های واسطه‌ای مورداستفاده در فعالیت k، $z_{ik}$ (برای تمام iها) نیز به همان میزان درصد کاهش می‌یابند. درنتیجه، ستون kام نیازهای مستقیم اقتصاد ماتریس A بدون تغییر باقی می‌مانند. در این صورت خواهیم داشت:

$$\bar{a}_{ik} = \frac{\bar{z}_{ik}}{\bar{x}_k} = \frac{(1-\alpha)z_{ik}}{(1-\alpha)x_k} = a_{ik} \qquad i = 1.2. \dots . n \tag{۱۱}$$

معادله بالا نشان‌دهنده حذف جزئی است. تمام عناصر به‌جز عنصر قطری kامین سطر ماتریس A، به اندازه $\alpha$ درصد کاهش می‌یابد. که این برای تمامی $j=1,2,\dots,n \quad (j\neq k)$ صادق است و خواهیم داشت:

$$\bar{a}_{kj} = \frac{\bar{z}_{kj}}{\bar{x}_j} = \frac{(1-\alpha)z_{kj}}{(1-\alpha)x_j} = a_{kj} \tag{۱۲}$$

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

$$\bar{A} = A - \alpha e_k \acute{b}_k \tag{۱۳}$$

که $e_k$ بیانگر برداری است که kامین عنصر آن عدد یک و مابقی عناصر صفر هستند و:

$$\acute{b}_k = (a_{k1}.a_{k2}.\ldots.a_{k.k-1}.0.a_{k.k+1}.\ldots.a_{kn}) \quad (۱۴)$$

بنابراین داریم $I - \bar{A} = I - A + \alpha e_k \acute{b}_k$ . ازآنجایی‌که 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[1] در سال ۱۹۸۱ انجام‌شده است:

$$\bar{L} = L + \frac{\alpha L e_k \acute{b}_k L}{1 + \alpha b_k \acute{L} e_k} \quad (۱۵)$$

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

$$\bar{x} - x = (\bar{L} - L)f \quad (۱۶)$$

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

$$\bar{f}_k = (1 - \alpha)f_k \quad (۱۷)$$

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

$$\bar{x} - x = (\bar{L} - L)\bar{f} \quad (۱۸)$$

### ۲-۳. روش کمی کردن سناریوهای پژوهش

به‌منظور کمی کردن سناریوها در این پژوهش از شاخص ردیابی پاسخگویی دولت‌ها (OxCGRT)[2] 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. ازاین‌روی نیاز به اطلاعات روزآمد در مورد سیاست‌ها وجود دارد، زیرا باگذشت زمان این پاسخ‌ها افزایش‌یافته و متنوع‌تر می‌شود و دولت‌ها به‌طور مداوم تصمیم‌گیری در مورد سخت‌گیری سیاست‌های خود را در برابر نگرانی‌ها ارزیابی می‌کنند. لذا باید شاخصی را ارائه داد که بتوان این ارزیابی را انجام داد. این شاخص ردیابی پاسخگویی دولت‌ها نامیده شده است که روشی منظم برای ردیابی پاسخگویی دولت‌ها به کووید-۱۹ را در هرزمانی فراهم می‌کند. ردیابی پاسخ دولت یک اقدام منظم بین‌المللی را برای درک چگونگی پیشرفت دولت‌ها در طول دوره کامل شیوع بیماری ارائه می‌دهد. این پروژه سیاست‌ها و مداخلات دولت‌ها را در مجموعه‌ای از شاخص‌های استاندارد ردیابی می‌کند و بر اساس آن برخی شاخص‌های ترکیبی را برای سنجش میزان این پاسخ‌ها محاسبه و منتشر می‌کند. داده‌ها توسط گروه‌های زیادی از پژوهشگران از منابع در دسترس عموم مانند مقالات خبری و اطلاعیه‌های مطبوعاتی و جلسات دولتی جمع‌آوری می‌شوند و طبق استانداردی مشخص ثبت می‌شوند. اطلاعات جمع‌آوری‌شده در قالب ۱۸ نماگر که در جدول ۲ قابل‌مشاهده است، گزارش می‌شوند.

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

| علامت اختصاری | نام | نوع | گروه‌های خاص/ عمومی |
|---|---|---|---|
| بسته شدن و محدودیت آمدوشد | | | |
| 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 حمل‌ونقل 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 درآمدی | 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 درمجموع سه نوع هستند. نماگرهای ترتیبی سیاست‌ها را در یک مقیاس ترتیبی برحسب شدت اقدامات اندازه‌گیری می‌کنند. نما گرهای عددی یک عدد خاصی را که برحسب واحد اندازه‌گیری معینی بیان می‌شود، نشان می‌دهند. نماگرهای متنی "پاسخ آزادی" را نشان می‌دهند که به‌صورت متنی ثبت می‌شوند.

در گام بعد و پس از ثبت مشاهدات، اطلاعات جمع‌آوری‌شده 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 نما گرهای 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. درنهایت، مقیاس هر یک از نماگرها با توجه به مقدار حداکثر آن‌ها به‌گونه‌ای 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 به‌عنوان شوک اولیه در جدول داده–ستانده وارد می‌شود و با محاسبه اثرات کل (اثرات مستقیم + اثرات غیرمستقیم)، کاهش ستانده کل هر یک از بخش‌های ۲۶گانه 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 به‌عنوان شوک‌های اولیه وارده بر این اقتصادها در نظر گرفته‌شده و اثرات آن‌ها بر بخش‌های اقتصادی این کشورها موردمطالعه 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[1] سال ۲۰۱۵ که در ۲۶ بخش تجمیع شده‌اند، استفاده می‌شود. تجمیع 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[2] مصرف انرژی‌های اولیه و شاخص ردپای انرژی[3] که توسط موسسه کی جی ام[4] منتشرشده است، استفاده شد. کشورهای منتخب در منطقه منا که در این مطالعه موردبررسی قرار می‌گیرند، در جدول ۳ مشخص‌شده‌اند.

**جدول ۳. کشورهای منتخب منطقه منا**

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

مأخذ: بانک جهانی، کشورهای منطقه منا

برای مقایسه جدول‌های داده-ستانده با یکدیگر لازم است جدول‌هایی با ابعاد یکسان داشته باشیم. به‌عبارت‌دیگر جدول‌های موردمطالعه باید ازنظر تعداد و ماهیت بخش‌ها

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

همسان‌سازی شوند. برای این منظور از رابطه زیر استفاده می‌شود (لنزو و همکاران، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳):

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

$Y$ ماتریس اولیه و $Y^*$ ماتریس همسان‌سازی شده است. ماتریس $H$ نقش یک مبدل را ایفا می‌کند که تعداد سطرهای آن با تعداد سطرهای ماتریس همسان‌سازی شده و تعداد ستون‌های آن برابر با تعداد بخش‌های ماتریس اولیه است. درنتیجه، با کاهش تعداد بخش‌های ماتریس اولیه از $j$ به $i$، ماتریس همسان‌سازی شده به دست می‌آید. عناصر ماتریس تبدیل $H$ و ترانهاده آن $\acute{H}$، حسب مورد از صفر و یک تشکیل می‌شود.

جهت تبدیل یک جدول داده- ستانده اولیه $n$ بخشی به یک جدول $m$ بخشی، ابتدا ماتریس تبدیل $H$، در ماتریس اصلی $Y$ پیش‌ضرب و سپس ترانهاده آن در حاصل‌ضرب ماتریس $H$ در ماتریس $Y$ پس‌ضرب می‌شود. به‌این‌ترتیب:

$$[H]_{\mathrm{n\times v}} \times [Y_{ij}]_{\mathrm{m\times m}} \times [\acute{H}]_{\mathrm{m\times n}} = [Y^*_{ij}]_{\mathrm{n\times n}} \qquad (۲۰)$$

**جدول ٤. بخش‌های ٢٦گانه جداول داده-ستانده کشورهای موردمطالعه**

| نماد | نام بخش | نماد | نام بخش |
|---|---|---|---|
| بخش ۱۴ | ساخت‌وساز | بخش ۱ | کشاورزی |
| بخش ۱۵ | نگه‌داری و تعمیر | بخش ۲ | ماهی گیری |
| 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 تجمیع شده توسط محققین

همچون سایر الگوهای مدل‌سازی در علوم مختلف، در این مطالعه نیز فروضی در نظر گرفته‌شده است که در سه دسته قابل‌طبقه‌بندی است. دسته نخست مربوط به فروض مدل‌سازی داده-ستانده است که در کتب و مقالات متنوعی همچون را[1] (۲۰۱۷)، میلر و بلر (۲۰۰۹) و سیاشینی[2] (۱۹۸۸) بیان‌شده‌اند. گروه دوم فروض به این موضوع اشاره دارد که از سال ۲۰۱۵ تا به امروز فن‌آوری‌های تولید و میزان انرژی‌بری فعالیت‌های اقتصادی دچار تحول نشده است و به‌عبارت‌دیگر، ضرایب فنی بخش‌ها از سال ۲۰۱۵ تا امروز یکسان است. دسته سوم از فروض 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[1]، تقاضا نهایی برون‌زا، تابع تولید خطی و... بستر اصلی اجرای مدل‌های داده-ستانده را برای مدل‌ساز فراهم می‌کند[2]. گروه دوم به این دلیل در نظر گرفته‌شده 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.

## ٤. یافته‌های پژوهش

در این بخش نتایج مدل‌سازی تغییرات مصرف انرژی‌های اولیه در قالب ده سناریو به تفکیک ۱۸ کشور در منطقه منا ارائه‌شده است. ازآنجایی‌که وضعیت پیش روی کشورهای دنیا در قبال شیوع کرونا و اعمال محدودیت‌های ناشی از آن در شرایط نا اطمینانی قرار دارد، ۱۰سناریوی مختلف در این مقاله موردبررسی 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 گرفته‌شده است (خوش‌بینانه‌ترین سناریو) و در سناریو دهم بدبینانه‌ترین سناریو مطرح‌شده درباره آینده بیماری در نظر گرفته‌شده است. بر این اساس، سناریو شماره ۲ تا سناریو شماره ۹ نیز طیفی از حالات محتمل بروز همه‌گیری در یک بازه زمانی یک‌ساله[3] 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 می‌باشد.
- **سناریو پنج:** کاهش اپیدمی از ماه جولای و اوج‌گیری دوباره آن با شروع پاییز به طوریکه موج دوم همچون از ماه مارس تا ماه می‌باشد.
- **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 می‌باشد.
- **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 پس‌ازآن 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 مشخص‌شده است. در جدول ۵ مجموع تغییرات انرژی‌های اولیه در این ۱۸ کشور (به‌صورت تجمیعی) گزارش‌شده 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 می‌توانید با ارسال ایمیل به نویسندگان، به داده‌های آن دسترسی داشته باشند.

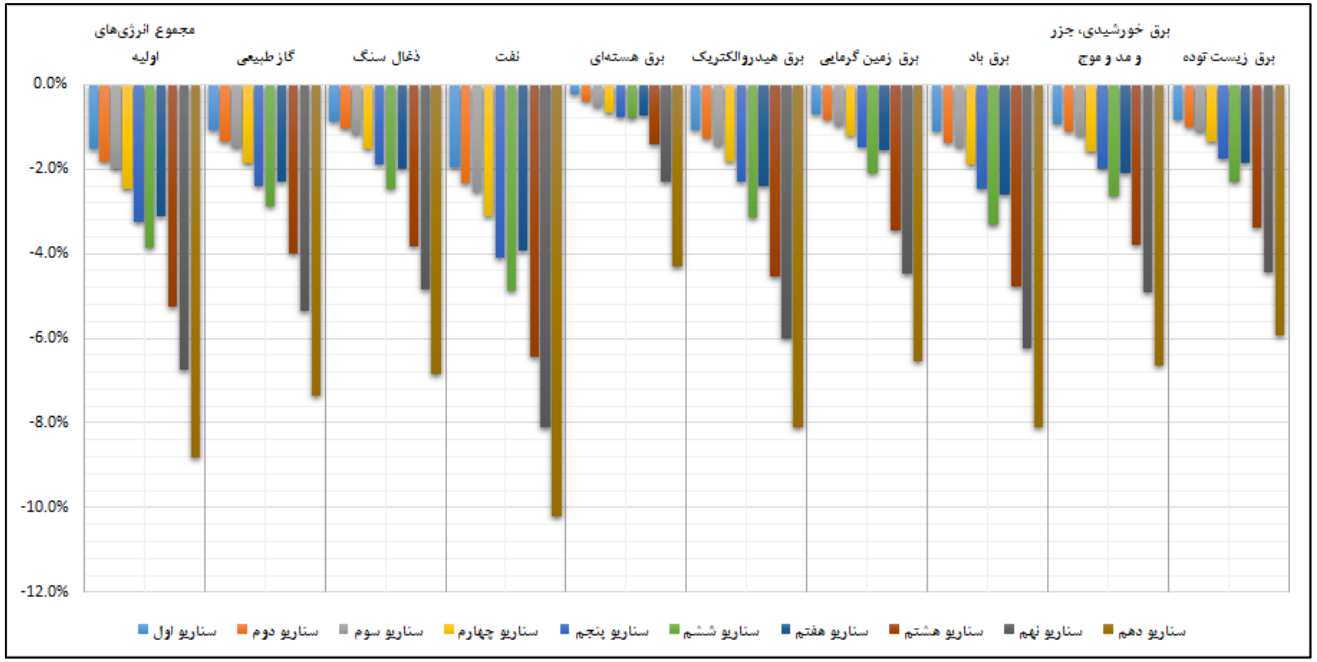
**جدول ۵. مجموع تغییرات انرژی اولیه در کشورهای منطقه منا تحت سناریوهای ده‌گانه شیوع کووید۱۹**

| ردیف | انواع انرژی‌های اولیه | سناریو اول | سناریو دوم | سناریو سوم | سناریو چهارم | سناریو پنجم | سناریو ششم | سناریو هفتم | سناریو هشتم | سناریو نهم | سناریو دهم |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| – | مجموع انرژی‌های 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 | زغال‌سنگ | -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 هسته‌ای | -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 زمین‌گرمایی | -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 زیست‌توده | -۰/۸٪ | -۱/۰٪ | -۱/۱٪ | -۱/۳٪ | -۱/۷٪ | -۲/۳٪ | -۱/۸٪ | -۳/۳٪ | -۴/۴٪ | -۵/۸٪ |
| ۱۰ | مجموع انرژی‌های اولیه | -۱/۵٪ | -۱/۸٪ | -۲/۰٪ | -۲/۵٪ | -۳/۲٪ | -۳/۹٪ | -۳/۱٪ | -۵/۳٪ | -۶/۷٪ | -۸/۸٪ |

مأخذ: یافته‌های پژوهش

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

**نمودار ۱. تغییرات مصرف انرژی‌های اولیه در منطقه منا**



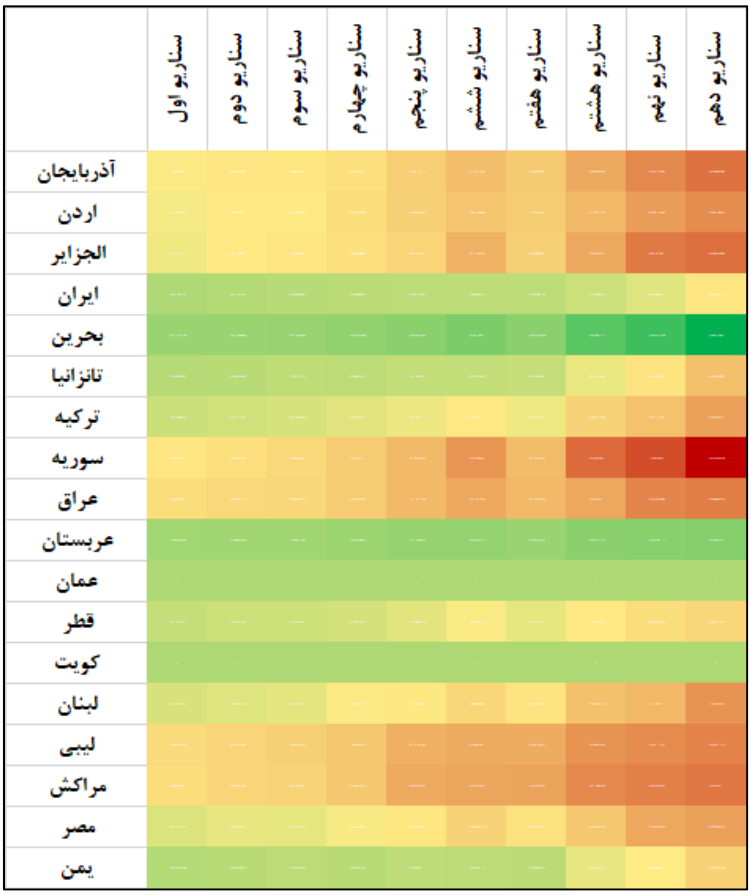

مأخذ: یافته‌های پژوهش

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[1] کشورها ترسیم‌شده 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**

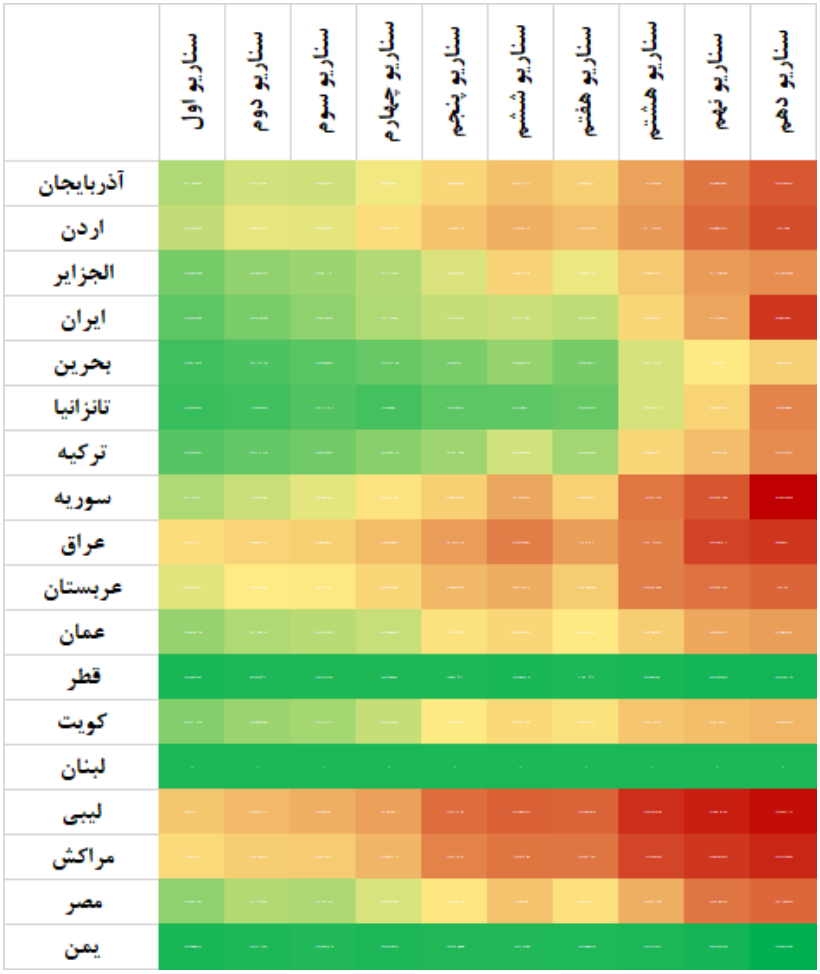



مأخذ: یافته‌های پژوهش

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

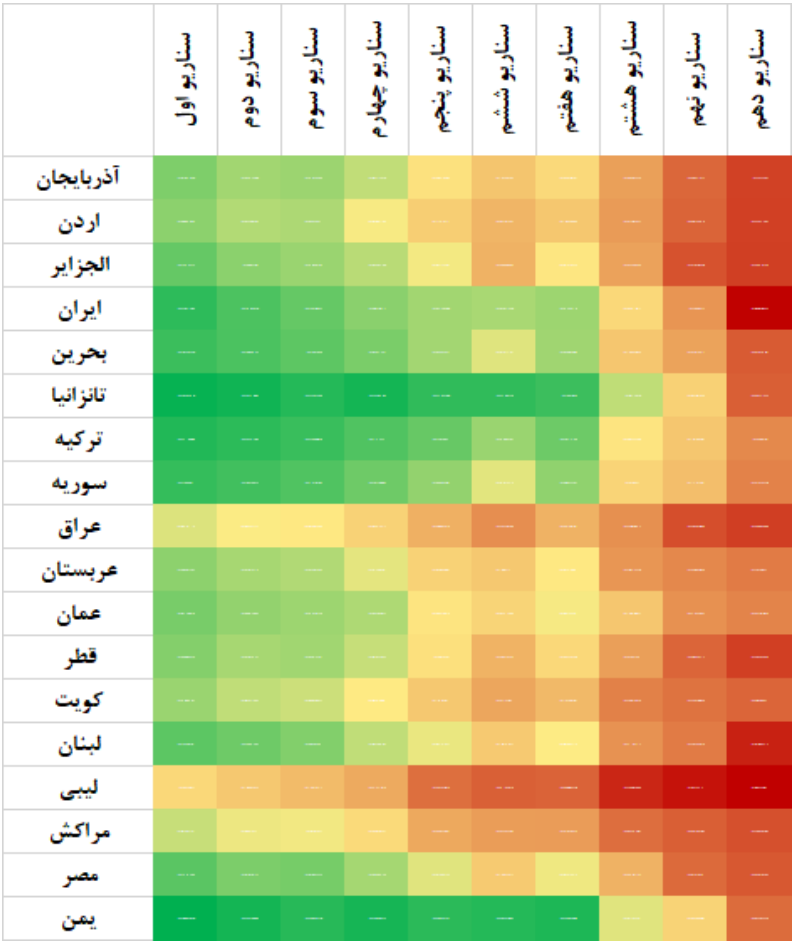
مأخذ: یافته‌های پژوهش

**نمودار ٤. تغییرات مصرف زغال‌سنگ در کشورها منطقه منا در ۱۰ سناریو مختلف**




مأخذ: یافته‌های پژوهش

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




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 کشورهایی

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 اثرکووید-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 با۳/۵ 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 و تقاضای برق با توجه به جدول ۶ در همه ۱۰سناریو 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 لنزن[1] (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 پاسخ چندانی 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)

## ٤. 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[2] که به آن بیماری تنفسی حاد

1. Lenzen
2. COVID-19

ان‌کاو-۲۰۱۹[1] نیز گفته می‌شود، یک بیماری عفونی است که براثر 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 منا 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) درصورتی‌که 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) درصورتی‌که 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) درصورتی‌که کاهش تدریجی اپیدمی تا انتهای سال اتفاق افتد ولی در انتهای سال مقدار کمی از محدودیت‌ها 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 ۳,۵درصد کاهش و کشورهای عراق، لیبی و مراکش بیش از۳,۵ درصد کاهش مصرف انرژی خواهد داشت.

۴) درصورتی‌که کاهش اپیدمی از ژوئن اتفاق افتد و اوج‌گیری دوباره آن با شروع پاییز آغاز شود (به طوریکه موج دوم ضعیف‌تر از شرایط ماه مارس تا ماه می‌باشد)، کشورهای تانزانیا، قطر و یمن زیر یک درصد کاهش، کشورهای ایران، بحرین و ترکیه بین یک تا دو درصد کاهش، کشورهای آذربایجان، 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) درصورتی‌که کاهش اپیدمی از ماه ژوئن اتفاق افتد و اوج‌گیری دوباره آن با شروع پاییز آغاز شود (به طوریکه موج دوم همچون شرایط ماه مارس تا ماه می‌باشد)، 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) درصورتی‌که کاهش اپیدمی از ماه ژوئن اتفاق افتد و اوج‌گیری دوباره آن با شروع پاییز آغاز شود (به طوریکه موج دوم شدیدتر از شرایط ماه مارس تا ماه می‌باشد)، 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 می‌کنند. کشورهای عراق، لیبی و مراکش کاهش بالای ۷ درصدی را تجربه خواهند کرد.

۷) درصورتی‌که تداوم محدودیت‌ها تا انتهای سال به همان اندازه‌ای باشد که کشورها از ماه مارس تا ماه می‌اعمال 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) درصورتی‌که همه‌گیری بیشتر و تدریجی اپیدمی اتفاق افتد و اعمال محدودیت‌های تدریجی به‌تبع آن محقق شود به‌طوری‌که 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) درصورتی‌که 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)درصورتی‌که 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 مآخذ


- 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, IAEE 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 Gharras, 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 Manzor[1], Sajad Rajabi[۲], Reza Ranjbaran[3]**

**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