فصلنامه علمی، پژوهشهای اقتصادی (رشد و توسعه پایدار)
مقاله پژوهشی/ سال بیست و دوم، شماره چهارم، زمستان ۱۴۰۱، ص: ۴۰-۱

بررسی آثار یارانه انرژی بر تحقق توسعه پایدار با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره MADM و رویکردهای ارزیابی TOPSIS و VIKOR مطالعه موردی کشورهای: ایران، چین، هندوستان، عربستان، روسیه، آلمان، آمریکا و ژاپن

علی محمدی‌پور[۱]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۷ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۴**

چکیده

با عنایت به سیاست‌گذاری بین‌المللی از سال ۲۰۱۵ مبنی بر حرکت در مسیر توسعه پایدار و بنا به تضاد پرداخت یارانه انرژی با اهداف توسعه پایدار(*SDG*[۲]) *، مطالعه حاضر به بررسی آثار پرداخت یارانه بر تحقق توسعه پایدار در کشورهای منتخب می‌پردازد. به این منظور، با طراحی و ساخت شاخص ترکیبی توسعه پایدار، عملکرد ۵ کشور اول جهان به‌لحاظ پرداخت بیشترین یارانه انرژی، با اقتصادهای بزرگ جهان از حیث بالاترین میزان GDP (عمدتاً بدون پرداخت یارانه انرژی) مورد ارزیابی قرار گرفته است. شاخص ترکیبی هدف براساس طراحی مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و استفاده از رویکردهای هفتگانه: Score Z، Max-Min، McGranahan، EJ-Scoring، Guttman، TOPSIS و VIKOR در بازه زمانی ۲۰۲۰-۱۹۹۰ محاسبه، و نتایج حاصله در سطوح ایستا و پویا مقایسه گردیده‌اند. رتبه‌بندی کشورها در سطح پویا، ضمن رفع ایرادات موجود در سطح ایستا، بیانگر ارتباط منفی قوی بین پرداخت یارانه انرژی و تحقق توسعه پایدار می‌باشد. همچنین نتایج، نشان‌دهنده اوضاع نامطلوب ایران در پرداخت یارانه انرژی (رتبه اول جهان) و تحقق توسعه پایدار (رتبه آخر بین کشورهای مورد بررسی) بوده، در مقابل، آلمان بدون پرداخت یارانه انرژی، رتبه اول در این مطالعه را کسب نموده است. نهایتاً نتایج آنالیز حساسیت، بیانگر سهم بالای شاخص امید به زندگی، درآمد سرانه و شاخص آموزش در شاخص ترکیبی هدف می‌باشد.*

واژگان کلیدی: مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MADM)، یارانه انرژی، شاخص توسعه پایدار، رویکرد TOPSIS، رویکرد VIKOR

طبقه‌بندی JEL: Q56، C61، F53

۱. استادیار، گروه اقتصاد، واحد تبریز، دانشگاه پیام نور، تبریز، ایران و مشاور اقتصادی، گروه انرژی، انجمن اقتصاد انرژی ایران، تهران، ایران. Dr.ali.mohammadipour@gmail.com

2. SDG = Sustainable Development Goals

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

۱. مقدمه

تحولات چشمگیر در چند جانبه گرایی و شکل‌گیری سیاست‌های بین‌المللی، با تصویب چندین توافقنامه مهم و تأثیرگذار در سال ۲۰۱۵ میلادی بطور برجسته نقش آفرینی نمود. طی سپتامبر ۲۰۱۵، سران دولت‌های عضو سازمان ملل متحد در نیویورک با تصویب دستور کار ۲۰۳۰ بر تعیین مسیری به سوی توسعه پایدار توافق نمودند. دستور کار مذکور، شامل ۱۷ آرمان و ۱۶۹ هدف بوده که می‌باید اهداف عملیاتی کمی در ابعاد اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی تا سال ۲۰۳۰ در عرصه بین‌المللی محقق شود (تولیور و همکاران[1]، ۲۰۱۹).

در همین راستا، نخسین توافق اقلیمی جهان با حضور ۱۹۵ کشور در اجلاس زیست محیطی پاریس در ۱۲ دسامبر ۲۰۱۵ به تصویب رسید و بر این اساس، سند نهایی مقابله با تغییرات آب و هوایی و عبور از سوخت‌های فسیلی در عرصه بین‌المللی به تأیید نهایی رسید (کاچی و همکاران[2]، ۲۰۲۰).

توسعه پایدار به‌عنوان یک مفهوم چند بعدی، در برگیرنده ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی بوده و مطابق بررسی‌های انجام شده، دگرگونی سیستم انرژی فعلی برای کاهش اثرات مضر آن، هم در سمت عرضه و هم بر تقاضا، ضروری می‌باشد. دگرگونی مورد اشاره بدون لحاظ نمودن ابعاد اجتماعی و زیست محیطی و انعکاس هزینه‌های خارجی انرژی، قابل تحقق نخواهد بود (گانارسدوتیرا و همکاران[3]، ۲۰۲۱). از جمله مهمترین این تحولات در بخش انرژی، توقف پرداخت یارانه به بخش انرژی و اصلاح الگوی تولید و مصرف آن می‌باشد.

پرداخت یارانه به بخش انرژی، مغایر با توافقات جهانی فوق‌الاشاره بوده و مقرر گردیده دولت‌ها با بهره‌گیری از منابع مالی حاصل از کاهش یارانه انرژی، نسبت به بسترسازی برای سرمایه‌گذاری گسترده در انرژی‌های تجدید پذیر اقدام نمایند و از طریق وضع قوانین حمایتی و هدایتی، نسبت به کاهش چشمگیر مصرف سوخت‌های فسیلی اقدام نمایند (مریل و همکاران[4]، ۲۰۱۷). بررسی تجربه کشورهای مختلف جهان، نشان می‌دهد که برخلاف اهداف اولیه، پرداخت یارانه به بخش انرژی، آثار و هزینه‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی فراوانی همچون: افزایش مصرف انرژی و اتلاف منابع، قاچاق و بروز مفاسد اقتصادی، عدم توازن بودجه دولت و تراز تجاری انرژی، باز توزیع منابع به نفع گروه‌های پردرآمد، جلوگیری از توسعه طرح‌های مرتبط با انرژی‌های تجدید پذیر، عدم به‌کارگیری فناوری‌های پاک در تولید و ... را ایجاد می‌نماید (امیرخانلو، ۱۳۹۷).

از این رو، وقوع ترکیبی از بحران‌های اقتصادی و زیست محیطی، اصلاح یارانه‌های انرژی را در راستای سیاست‌گذاری جهانی فوق‌الاشاره اجتناب ناپذیر می‌سازد.

1. Tolliver *et al*. (2019)
2. Kachi *et al*. (2020)
3. Gunnarsdottira *et al*. (2021)
4. Merrill *et al*. (2017)

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

مطالعه حاضر، آثار یارانه‌های ارائه شده به بخش انرژی بر تحقق توسعه پایدار در دو گروه متفاوت از کشورها را بررسی می‌کند. مطابق گزارشات آژانس بین‌المللی انرژی[1]، برآورد کل یارانه واقعی پرداخته شده در جهان به بخش انرژی در سال ۲۰۲۰، ۱۸۱/۵ میلیارد دلار بوده[2] که در این میان، نقش پر رنگ ایران به شدت قابل توجه می‌باشد؛ به‌طوری‌که ایران در سال ۲۰۲۰ با پرداخت ۲۹/۶ میلیارد دلار واقعی (و سهمی بیش از ۱۶ درصد) در رتبه نخست پرداخت یارانه در جهان قرار داشته و کشورهای چین، عربستان، روسیه و هندوستان نیز در رتبه‌های دوم تا پنجم قرار گرفته‌اند. پنج کشور مذکور، به‌عنوان کشورهای گروه اول در مطالعه حاضر می‌باشند.

در مقابل، اقتصادهای بزرگ جهان با بالاترین میزان GDP شامل کشورهای آمریکا، چین، ژاپن و آلمان، به‌عنوان کشورهای گروه دوم مورد بررسی قرار می‌گیرند. این در حالی است که مطابق گزارش آژانس بین‌المللی انرژی[3] (۲۰۲۱)، یارانه مستقیم پرداختی به بخش انرژی در اقتصادهای بزرگ جهان، همانند آمریکا، ژاپن و آلمان، به‌طور کامل حذف شده است. بر این اساس، فرضیه‌های تحقیق عبارتند از:

۱- ارتباط منفی بین رتبه‌بندی کشورها از حیث بیشترین یارانه پرداختی به بخش انرژی با رتبه‌بندی بر مبنای تحقق توسعه پایدار وجود دارد؛

۲- کشورهای گروه دوم (با کمترین یارانه پرداختی)، به‌طور متوسط، وضعیت بهتری در تحقق توسعه پایدار در قیاس با کشورهای گروه اول دارند.

۳- در بین کشورهای گروه دوم، چین با پرداخت مقادیر قابل ملاحظه یارانه انرژی، کمترین تحقق در توسعه پایدار را دارا می‌باشد.

بررسی‌های اخیر گروکو و همکاران[4] (۲۰۱۹)، بیانگر رشد تصاعدی در استفاده از شاخص‌های ترکیبی در ۲۰ سال اخیر بوده، به‌طوری‌که محبوبیت آنها در تمامی حوزه‌هایی که نیازمند تجمیع اطلاعات جهت تصمیم‌گیری[5] می‌باشد، برجسته و چشمگیر است. شاخص‌های ترکیبی با متراکم اطلاعات تعداد زیادی از شاخص‌های اساسی در یک معیار ساده‌تر، می‌توانند تفسیر نتایج را بهبود بخشند؛ که این امر، علت اصلی رشد فزاینده در بهره‌گیری از آنها بویژه برای تحلیل عملکرد مفاهیم چند بعدی می‌باشد (لیندن و همکاران[6]، ۲۰۲۱).

---

1. IEA (From 2010 to 2021)

۲. سهم نفت و مشتقات نفتی از یارانه‌های ارائه شده در جهان، ۵۰ درصد بوده و سهم انرژی الکتریکی، گاز طبیعی و زغال سنگ، به‌ترتیب، ۲۹، ۲۰ و ۱ درصد می‌باشد.

3. IEA (2021)

4. Greco *et al.* (2019)

5. Decision-Making

6. Lind´en *et al*. (2021)

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

طیف وسیعی از مطالعات را می‌توان در ادبیات یافت که به ساخت شاخص ترکیبی در خصوص *اکولوژی و کیفیت زیست محیطی*: اوتیو و گرادینارو[1] (۲۰۱۸)؛ *۱۰ شاخص ترکیبی*: در مطالعه پی‌چون و همکاران[2] (۲۰۲۱)، عقیلی و همکاران (۱۳۹۹)، ثانی حیدری و همکاران (۱۳۹۹)، غفاری‌فرد و همکاران (۱۳۹۹)؛ *پایداری*: مارتینز و همکاران[3] (۲۰۲۰)، ساچس و همکاران[4] (۲۰۲۱)، میرسندسی و امین زاده (۱۳۹۸)، پندار و همکاران (۱۳۹۹) و محمدی‌پور (۱۴۰۱)؛ *توسعه انسانی*: بیگری و مارو[5] (۲۰۱۸) و برنامه توسعه ملل متحد[6] (۲۰۲۰)؛ *رقابت‌پذیری*: سهولت انجام کسب و کار بانک جهانی[7] (۲۰۲۰) و آلفارو و همکاران[8] (۲۰۲۱) و *کیفیت حکمرانی*: رمزی و همکاران[9] (۲۰۱۹)، عمر و بن مبروک[10] (۲۰۲۰)، مؤسسه حاکمیت منابع طبیعی[11] (۲۰۲۱) و ظهیری و همکاران (۱۳۹۹)، می‌پردازد.

بنابراین، شاخص‌های ترکیبی به‌عنوان ابزارهای انعطاف‌پذیر و قوی برای حمایت از تصمیم‌گیری، مورد استفاده قرار می‌گیرند، بخصوص زمانی که بیش از یک معیار یا متغیر مد نظر می‌باشد (گروکو و همکاران[12]، ۲۰۱۶).

در مطالعه حاضر، شاخص ترکیبی توسعه پایدار با بهره‌گیری از ۱۲ متغیر در قالب سه بعد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی و همچنین بر اساس تشکیل مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره[13] با استفاده از رویکردهای هفتگانه: نرمال استاندارد[14]، ماکس- مین[15]، مک‌گراناهان[16]،

1. Otoiu & Gradinaru (2018)
2. Pichon *et al*. (2021)
3. Martínez *et al*. (2020)
4. Sachs *et al*. (2021)
5. Biggeri & Mauro (2018)
6. UNDP (2020)
7. WB (2020)
8. Alfaro *et al*. (2021)
9. Ramzy *et al*. (2019)
10. Omri & Ben Mabrouk (2020)
11. Natural Resource Governance Institute (2021)
12. Greco *et al*. (2016)
13. MADM
14. Z-Score
15. Max-Min
16. McGranahan

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]
[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

امتیاز دهی EJ[1] و گاتمن[2]، تاپسیس[3] و ویکر[4]، برای کشورهای منتخب در بازه زمانی ۲۰۲۰-۱۹۹۰ محاسبه و نتایج حاصله در سطوح ایستا و پویا ارائه، و مقایسه می‌گردد. بر این اساس، تکنیک‌های وزن‌دهی یکسان، مک‌گراناهان، امتیازدهی EJ، گاتمن وCRITIC[5]، در محاسبات از رویکردهای مختلف استفاد می‌شود. سپس رتبه‌بندی کشورها ناشی از پرداخت یارانه در قیاس با رتبه‌بندی کشورها از حیث تحقق توسعه پایدار، مورد مقایسه و بررسی قرار می‌گیرد و نهایتاً آنالیز حساسیت شاخص ترکیبی هدف، ارائه می‌گردد.

۲. پیشینه تحقیق

با توجه به گستردگی بهره‌گیری از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و مقبولیت متدهای طراحی و ساخت شاخص‌های ترکیبی، سالانه مطالعات متعددی در این حوزه در حال انجام بوده که ذیلاً تنها به آخرین مطالعات انجام شده، اشاره می‌گردد:

مدیریت زنجیره تأمین، یک موضوع نوظهور در صنایع نفت و گاز بوده و مطالعه هادید و همکاران[6](۲۰۲۱) با طراحی یک مدل تصمیم‌گیری چند معیاره بر اساس میعارهای بهداشتی، ایمنی و زیست‌محیطی (HSE)[7]، به دنبال ارزیابی سه پیمانکار نمونه می‌باشد. در نتیجه‌گیری مطالعه، تأکید می‌شود که بهره‌گیری از رویکرد تاپسیس، باعث رفع مشکلات انتخاب تأمین کننده بر اساس استانداردهای HSE، کاهش پیچیدگی‌های محاسباتی و ارتقاء تجربیات کاربردی می‌گردد.

ساچس و همکاران[8](۲۰۲۱) ضمن تشریح آرمان‌های ۱۷ گانه در دستور کار ۲۰۳۰، به بررسی عملکرد کشورهای مختلف جهان در خصوص هر یک از آرمان‌ها می‌پردازند. این مطالعه با استفاده از رویکرد ماکس-مین و تکنیک وزن‌دهی یکسان بین آرمان‌ها و همچنین با ارائه امتیاز به عملکرد هر یک از کشورها در هر آرمان، نسبت به ساخت شاخص ترکیبی هدف اقدام می‌نماید. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه، ایران با کسب امتیاز ۷۰، در رتبه ۷۴ ام جهان از حیث عملکرد به مجموع آرمان‌ها قرار دارد.

---

1. Experts' Judgements Scoring
2. Guttman
3. TOPSIS = Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution
۴. واژه "VIKOR" حروف اختصاری عبارت صربستانی "Vlse Kriterijumsk Optimizacija Kompromisno Resenje" بوده که یکی از مدل‌های پرکاربرد در تصمیم‌گیری و انتخاب گزینه برتر می‌باشد.
5. CRiteria Importance Through Intercriteria Correlation
6. Haddad *et al.* (2021)
7. HSE = Health Safety Environment
8. Sachs *et al.* (2021)

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]
[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

مطالعه وانگ و همکاران[1](۲۰۲۱)، تأکید بر برتری رویکرد تاپسیس به روش‌های کلاسیک همانند ارزیابی جمع وزنی محصول[2] داشته و یک آزمایش کاربردی را برای اعتبارسنجی این رویکرد و کاربرد آن در VR[3] و تراکم سناریو انجام می‌دهند. در این مطالعه، از سه تکنیک وزن‌دهی یکسان، تکنیک وزن‌دهی مقایسه زوجی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی[4] استفاده می‌شود. نتایج مطالعه، بیانگر کاهش قابل ملاحظه در ضریب تغییرات[5]، هنگام استفاده از رویکرد تاپسیس می‌باشد.

مطالعه نان وانگ و همکاران[6](۲۰۲۱) با بهره‌گیری از رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها[7] و طراحی سه ورودی و دو خروجی[8]، به‌منظور کاهش آثار مخرب سوخت‌های فسیلی و گسترش استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر در راستای تسریع در تحقق توسعه پایدار انجام می‌پذیرد. ۴۲ کشور از نظر پتانسیل تولید انرژی‌های تجدید پذیر، با استفاده از رویکرد تاپسیس و پنج معیار: منابع موجود، امنیت انرژی، زیرساخت‌های فناوری، ثبات اقتصادی و پذیرش اجتماعی، مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. نتایج حاصل از مطالعه، بیانگر برتری قابل ملاحظه سه کشور آمریکا، ژاپن و استرالیا می‌باشد.

صادقی و همکاران (۱۳۹۹) با طراحی مدل تصمیم‌گیری چند معیاره، به بررسی و رتبه‌بندی نیروگاه‌های تولید برق با استفاده از رویکردهای تحلیل سلسله مراتبی، تاپسیس و ویکر می‌پردازند. نتایج مطالعه، بیان می‌دارد که نیروگاه‌های بادی به‌عنوان اولین گزینه برای انتخاب استراتژیک نیروگاه برق مطرح بوده و نیروگاه‌های خورشیدی، برقابی، مقیاس کوچک (پراکنده)، گازی، بخار، سیکل ترکیبی و دیزلی، به‌ترتیب، در اولویت‌های بعدی قرار می‌گیرند.

غفاری‌فرد و همکاران (۱۳۹۹) با هدف تعیین جایگاه ایران در بازارهای اخلاقی[9] در بین کشورهای منتخب، از الگوهای تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده نمودند. در این خصوص، شاخص کیفیت زندگی[10]، شاخص توسعه انسانی[11]، شاخص عملکرد محیط زیست[12]، شاخص حمکرانی خوب[13] و

1. Wang *et al*. (2021)
2. WASPAS = Weighted Aggregated Sum Product Assessment
3. Virtual Reality
4. AHP = Analytical Hierarchy Process
5. CV = Coefficient of Variation
6. Nan Wang *et al*. (2021)
7. DEA = Data Envelopment Analysis
۸. ورودی‌ها عبارتند از: جمعیت، کل مصرف انرژی و ظرفیت کل انرژی تجدید پذیر و خروجی‌ها شامل: GDP و کل تولید انرژی می‌باشد.
۹. بازارهای اخلاقی، به کالاها و خدماتی اشاره دارد که مباحث زیست محیطی را مد نظر داشته و از نظر مسائل اجتماعی نیز استاندارد می‌باشند.
10. LQI = Quality of Life Index
11. HDI = Human Development Index
12. EPI = Environmental Performance Index
13. GGI = Good Governance Index

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]
[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

شاخص سرمایه اجتماعی[1]، برای سال‌های ۲۰۱۴، ۲۰۱۶ و ۲۰۱۸ انتخاب و ماتریس‌های تصمیم‌گیری، تشکیل گردیدند. جهت رتبه‌بندی شاخص‌های بازارهای اخلاقی، از روش تحلیل سلسله مراتبی و برای رتبه‌بندی کشورها، از رویکرد تاپسیس استفاده می‌نمایند. مطابق یافته‌های مطالعه، همواره رتبه ایران کمتر از کشورهای ژاپن، چین، هندوستان و عربستان بوده و تنها در سال ۲۰۱۶، یک رتبه بالاتر از هندوستان و در سال ۲۰۱۸، یک رتبه بالاتر از چین را کسب نموده است.

حجازی و همکاری (۱۴۰۰)، با اشاره به موقعیت استراتژیک ایران در منطقه خاورمیانه و با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (ویکر)، به‌دنبال بررسی پتانسیل‌های ژئومورفولوژیکی مناطق مرزی استان کرمانشاه می‌باشند. تکنیک وزن‌دهی به معیارها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی صورت پذیرفته و نتایج مطالعه، بیان می‌دارد: استان کرمانشاه به ۵ کلاس از نامناسب تا خیلی مناسب طبقه بندی شده است.

محمدی‌پور (۱۴۰۱) با استفاده از رویکرد ماکس- مین و تکنیک وزن‌دهی یکسان، به بررسی و مقایسه عملکرد برنامه‌های توسعه اقتصادی در ایران می‌پردازد. در این مطالعه، ساخت شاخص ترکیبی هدف بر مبنای بازنگری اساسی در گزارش توسعه انسانی ۲۰۱۰ سازمان ملل متحد (تا ۲۰۱۹) و با بهره‌گیری از ۲۴ متغیر در قالب ۶ بعد از توسعه، مدل‌سازی گردیده است. بر اساس نتایج حاصله، برنامه‌های سوم و چهارم، به‌عنوان موفق‌ترین برنامه‌های توسعه‌ای و همچنین برنامه‌های اول و پنجم، با ضعیف‌ترین عملکرد، متمایز گردیده‌اند.

۳. روش و فرایند تحقیق

دوره زمانی مورد مطالعه، ۱۹۹۰ الی ۲۰۲۰ میلادی بوده و گردآوری اطلاعات سری‌های زمانی از منابع بین‌المللی برای کشورهای مورد مطالعه در قالب دو گروه، و متغیرها و رویکردهای مورد استفاده، به‌ترتیب، مطابق جداول یک و دو می‌باشد.

۳-۱. ابعاد، متغیرها و منابع داده‌های مورد استفاده

مطابق مطالعه مارتینز و همکاران[2](۲۰۲۰) برای کشور اسپانیا، میرسندسی و امین زاده (۱۳۹۸) و ثانی حیدری و همکاران (۱۳۹۹)، ابعاد مطالعه در قالب سه بعد: اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی مدل‌سازی شده است. بر این اساس، متغیرهای مورد استفاده در هر بعد، نحوه اثرگذاری متغیرها بر شاخص ترکیبی هدف، مقیاس اندازه‌گیری و منابع استخراج داده‌ها در قالب جدول شماره یک، ارائه می‌گردد.

1. SCI = Social Capital Index
2. Martínez et al. (2020)

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

جدول ۱: تشریح اطلاعات تکمیلی متغیرهای مورد استفاده در مطالعه

ابعاد	نماد متغیر	نام متغیر	مقیاس اندازه گیری	شرح متغیر	نحوه اثرگذاری	منبع متغیر
اقتصادی	GNI/Pop	درآمد سرانه	دلار بر نفر	درآمد ملی ناخالص سرانه به قیمت ثابت ۲۰۱۵	+	WDI (2021)
اقتصادی	GCF/GDP	سهم سرمایه از تولید	درصد	سهم تشکیل سرمایه ناخالص از تولید ناخالص داخلی	+	WDI (2021)
اقتصادی	FDI/GDP	سهم سرمایه خارجی از تولید	درصد	سهم جریان ورودی خالص سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی از تولید ناخالص داخلی	+	IMF (2021)
اقتصادی	Inflation CP	شاخص تورم	درصد	شاخص تورم سالانه براساس شاخص قیمت مصرف کننده	-	IMF (2021)
اجتماعی	Education I	شاخص آموزش	مقادیر نرمال	براساس سال‌های مورد انتظار مدرسه و میانگین سال‌های تحصیل از مؤسسه آمار یونسکو (بین صفر و یک)	+	HDRO (2021)
اجتماعی	Self-Employed	شاخص خود اشتغالی	درصد	شاخص خود اشتغالی کل (درصد نسبت به جمعیت شاغل) براساس تخمین‌های مدل شده سازمان جهانی کار	+	ILO (2021)
اجتماعی	Unemployment	نرخ بیکاری	درصد	نرخ بیکاری کل براساس تخمین‌های مدل شده سازمان جهانی کار	-	ILO (2021)
اجتماعی	Trade/GDP	حجم تجارت	درصد	سهم تجارت (مجموع کل صادرات و کل واردات) از تولید ناخالص داخلی	+	WDI (2021)
زیست محیطی	Life Expectancy I	شاخص امید به زندگی	مقادیر نرمال	بر اساس مقادیر امید به زندگی از سازمان ملل - وزارت امور اقتصادی و اجتماعی (بین صفر و یک)	+	HDRO (2021)
زیست محیطی	NR Depletion/GNI	تخریب منابع طبیعی	درصد	شاخص کاهش منابع طبیعی نسبت به درآمد ناخالص ملی	-	WDI (2021)
زیست محیطی	Co2 emissions/TES	شدت کربن	درصد	شاخص شدت کربن: Co2 منتشر شده بر حسب تن تقسیم بر مصرف کل انرژی اولیه بر حسب تراژول	-	IEA (2020)
زیست محیطی	TES/GDP	شدت مصرف انرژی	درصد	شاخص شدت مصرف انرژی بر اساس سال پایه ۲۰۱۰ (نسبت انرژی اولیه کل به تولید ناخالص داخلی) معکوس کارآیی انرژی	-	IEA (2020)
SDI		شاخص توسعه پایدار	رفع مقیاس شده	شاخص ترکیبی هدف محاسبه شده بر حسب رویکردهای علمی مختلف در ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی		یافته‌های پژوهش
FFS		سوبسید سوخت-های فسیلی	دلار	سوبسید مستقیم پرداختی به سوخت های فسیلی بر حسب دلار واقعی ۲۰۲۰		IEA (From 2010 to 2021)

منبع: منابع هر یک از سری‌های زمانی مورد استفاده، در مقابل ردیف مربوطه درج شده است.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

۲-۳. کشورها و سطوح مطالعاتی موضوع تحقیق

کشورهای مورد بررسی در مطالعه حاضر، در قالب دو گروه اصلی و متمایز انتخاب شده‌اند. گروه اول شامل کشورهایی است که براساس گزارشات آژانس بین‌المللی انرژی[1]، بالاترین رتبه جهانی در پرداخت یارانه مستقیم به بخش انرژی را دارا می‌باشند. از این حیث، ۵ رتبه اول جهان طی دهه اخیر، به‌ترتیب، عبارتند از: ایران، چین، هندوستان، عربستان و روسیه. همچنین مطابق نظر ایسلام[2](۲۰۱۷)، GDP مهم‌ترین شاخص ارزیابی عملکرد اقتصادی یک کشور می‌باشد. بر این اساس، اقتصادهای بزرگ جهان با توجه به مقادیر بالای GDP مندرج در منابع آماری بانک جهانی (شاخص‌های توسعه جهانی[3]، ۲۰۲۱)، به‌عنوان کشورهای گروه دوم انتخاب شده‌اند که عبارتند از: آمریکا، چین، ژاپن و آلمان.

مطابق نتایج مطالعه پاریتوش و همکاران[4] (۲۰۱۹)، سو و همکاران[5] (۲۰۲۰)، وانگ و همکاران[6] (۲۰۲۱)، تیو دونگ و ژان تائو[7] (۲۰۲۱)، علیدرسی[8] (۲۰۲۱)، نان وانگ و همکاران[9] (۲۰۲۱)، میچ و فیگن آنتون[10](۲۰۲۱)، وانگ و همکاران[11](۲۰۲۱)، هادید و همکاران[12](۲۰۲۱)، باقری‌راد و بهنامیان (۱۳۹۹) و صادقی و همکاران (۱۳۹۹)، برای تشکیل مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، رابطه (۱) به‌عنوان ماتریس اصلی تصمیم‌گیری، مدل‌سازی شده که در کلیه رویکردها، به‌عنوان گام نخست، عیناً مورد استفاده قرار می‌گیرد:

$$X_{mn}=\begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1j} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2j} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \cdots & x_{ij} & \cdots & x_{in} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mj} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (۱)$$

مطالعه حاضر، ابتدا در سطح ایستا و برای هر کشور به‌صورت مجزا انجام می‌پذیرد. در سطح ایستا، ماتریس فوق ابتدا برای هر کشور به‌صورت مجزا تشکیل شده که در مجموع، از حیث تعداد ردیف‌های ماتریس، ۸ ماتریس تصمیم‌گیری ایجاد می‌شود و $i=1,2,\dots m \rightarrow m=31$ خواهد بود.

1. IEA (From 2010 to 2021)
2. Islam (2017)
3. WDI (2021)
4. Paritosh *et al*. (2019)
5. Su *et al.* (2020)
6. Wang *et al*. (2021)
7. Thuy Duong & Xuan Thao (2021)
8. Alidrisi (2021)
9. Nan Wang *et al*. (2021)
10. Miç & Figen Antmen (2021)
11. Wang *et al*. (2021)
12. Haddad *et al.* (2021)

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]
[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

در حقیقت، m برابر با طول سری‌های زمانی مورد مطالعه یعنی سال ۱۹۹۰ الی ۲۰۲۰ می‌باشد. به این ترتیب، مقادیر آماره‌های میانگین، انحراف معیار، آماره حداکثر، آماره حداقل و ... برای هر سری زمانی، به تفکیک کشورها، جداگانه محاسبه و پردازش می‌شود. این در حالی است که در سطح پویا، کلیه کشورها به‌صورت همزمان مورد مطالعه قرار می‌گیرند و از حیث ردیف‌ها، یک ماتریس واحد برای کل مطالعه تشکیل می‌شود. لذا در سطح پویا، $i = 1, 2, \dots m \rightarrow m = 248$ بوده که m برابر است با طول مجموع هر سری زمانی برای تمامی کشورها (۳۱×۸). به این ترتیب، مقادیر کلیه آماره‌ها در هر سری زمانی، با لحاظ کردن کلیه کشورها، محاسبه می‌شوند.

از طرفی نیز با توجه به اینکه تعداد متغیرها یا همان معیارهای تصمیم‌گیری در مطالعه حاضر، برابر با ۱۲ بوده و بنا به گروه‌بندی معیارها در سه گروه اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی، ابتدا ماتریس اصلی (هم در سطح ایستا و هم در سطح پویا) به سه ماتریس فرعی تقسیم می‌شود که در هر ماتریس فرعی، تعداد معیارها ۴ می‌باشد. لذا برای هر گروه، $j = 1, 2, \dots n \rightarrow n = 4$ بوده و سپس از کنار هم قرار دادن نتیجه ادغام گروه‌ها در کنار هم، گروه نتیجه یا برآیند، تشکیل شده که در آن $n = 3$ می‌باشد.

۳-۳. رویکردهای مورد استفاده در تحقیق

در خصوص مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، مطالعات اخیر از قبیل: پاریتوش و همکاران[1] (۲۰۱۹)، میچ و فیگن آنتون[2] (۲۰۲۱)، وانگ و همکاران[3] (۲۰۲۱)، ثانی حیدری و همکاران (۱۳۹۹) و صادقی و همکاران (۱۳۹۹)، عمدتاً از رویکردهای مختلفی استفاده نموده و سپس به تحلیل و تجمیع نتایج حاصل از آنها می‌پردازند. با عنایت به قابلیت پایین مطالعات در سطح ایستا برای مقایسه عملکرد کشور، در مطالعه حاضر، تنها یک رویکرد در سطح ایستا برای کلیه کشورها به‌صورت مجزا انجام می‌پذیرد و سپس در سطح پویا، هفت رویکرد مختلف مطابق جدول شماره ۲، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

1. Paritosh *et al*. (2019)
2. Miç & Figen Antmen (2021)
3. Wang *et al*. (2021)

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

جدول ۲: رویکردها، تکنیک‌های وزن‌دهی و رفع مقیاس مورد استفاده

ردیف	سطح مطالعه	رویکرد شاخص سازی	نحوه ترکیب شاخص‌ها	روش رفع مقیاس	تکنیک وزن دهی
-	ایستا (دامنه مجزا)	رویکرد Max-Min	میانگین هندسی	محاسبه شاخص Max-Min	تکنیک وزن دهی یکسان
۱	پویا (دامنه یکسان)	رویکرد Z-Score	میانگین حسابی	محاسبه شاخص Z استاندارد	تکنیک وزن دهی یکسان
۲		رویکرد Max-Min	میانگین هندسی	محاسبه شاخص Max-Min	تکنیک وزن دهی یکسان
۳		رویکرد McGranahan	میانگین موزون بر اساس اوزان	تقسیم داده‌ها به میانگین	وزن دهی بر اساس متوسط همبستگی متغیرها
۴		رویکرد EJ-Scoring	میانگین موزون بر اساس اوزان	تقسیم داده‌ها به آماره حداکثر (MAX)	وزن دهی براساس امیتازات متغیرها
۵		رویکرد Guttman	میانگین موزون بر اساس اوزان	تقسیم داده‌ها به انحراف معیار	وزن دهی براساس شاخص‌های تراکمی
۶		رویکرد TOPSIS	سنجش فواصل از حل ایده‌آل و ضد ایده‌آل	تقسیم داده‌ها به مجموع توان ۲ سری زمانی	وزن دهی براساس تکنیک CRITIC
۷		رویکرد VIKOR	محاسبه مقادیر سودمندی و تاسف	تقسیم داده‌ها به مجموع توان ۲ سری زمانی	وزن دهی براساس تکنیک CRITIC

منبع: یافته‌های پژوهش

۱-۳-۳. رویکرد نرمال استاندارد (Z-Score)

مطابق نتایج مطالعه مایرو و همکاران[1] (۲۰۲۱) و ثانی حیدری و همکاران (۱۳۹۹)، در مطالعه حاضر، از رویکرد نرمال استاندارد استفاده شده است. بعد از تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری براساس رابطه (۱)، جهت رفع مقیاس داده‌های سری‌های زمانی، می‌باید یک توزیع نرمال (Z) با میانگین ($\overline{X}$) صفر و انحراف معیار (S_{x_j} به اختصار S_j) یک، با استفاده از رابطه (۲) ایجاد گردد:

$$for: X_{mn} \to Z_{mn} \ , \ in\ each\ j: \ z_{ij} = \frac{(x_{ij} - \bar{x}_j)}{s_j} \qquad (۲)$$

که در آن، $S_{x_j} = \left\{n^{-1} \times \sum_{i=1}^{n}(x_{ij} - \bar{x}_j)^2\right\}^{1/2} \bar{x}_j = n^{-1} \times \sum_{i=1}^{n} x_{ij}$ ، X ماتریس اولیه مطابق رابطه (۱) بوده که کلیه درایه‌های آن با استفاده از رابطه فوق، به ماتریس جدید رفع مقیاس شده Z استاندارد، تبدیل شده است.

1. Mauro *et al*. (2021)

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

مطابق نتایج مطالعه کارانویچ و کارانویچ[1] (۲۰۱۵)، مارتینز و همکاران[2] (۲۰۲۰)، لیندن و همکاران[3] (۲۰۲۱)، ساچس و همکاران[4] (۲۰۲۱)، وانگ و همکاران[5] (۲۰۲۱)، حسین زاده (۱۳۹۹)، ثانی حیدری و همکاران (۱۳۹۹) و محمدی‌پور (۱۴۰۱)، در رویکردهای نرمال استاندارد و ماکس-مین، از تکنیک وزن‌دهی یکسان استفاده شده است.

در این مرحله، می‌باید کلیه معیارهای مورد بررسی با شاخص ترکیبی گروه‌ها و متعاقب آن با شاخص ترکیبی هدف، هم‌راستا و هم‌جهت گردند. در این خصوص، در کلیه رویکردها به استثناء رویکردهای تاپسیس و ویکر، متغیر جایگزین یا متضاد مطابق نتیجه مطالعه محمدی‌پور (۱۴۰۱) تعریف و جایگزین متغیر اولیه می‌شود. برای کلیه متغیرهایی که در جدول (۱) تأثیر منفی دارند، می‌باید متغیر جایگزین یا متضاد ایجاد شود.[6]

ساچس و همکاران[7] (۲۰۲۱) با استفاده از میانگین حسابی بین ۱۷ آرمان توسعه پایدار، به محاسبه شاخص ترکیبی هدف می‌پردازند. مطابق نتیجه‌گیری این مطالعه، با استفاده از میانگین حسابی ساده، ابتدا از ترکیب معیارهای ۴ گانه، گروه‌های اصلی با استفاده از روابط ۳ تا ۵ محاسبه می‌شوند و سپس با بهره‌گیری از رابطه ۶ شاخص ترکیبی هدف و با استفاده از رویکرد نرمال استاندارد ($SDI_{\mathrm{Z-Score}}$)[8] حاصل می‌گردد.

$$Eco = \left[\frac{\left(\frac{GNI}{Pop} + \frac{GCF}{GDP} + \frac{FDI}{GDP} + Anti\ Inflation\ CP\right)}{4}\right] \quad (۳)$$

$$Soc = \left[\frac{(\mathrm{Education\ I} + \mathrm{Self-Employed} + Anti\ Unemployment + \frac{\mathrm{Trade}}{GDP})}{4}\right] \quad (۴)$$

$$Env = \left[\frac{(\mathrm{Life\ Expectancy\ I} + Anti\frac{NR\ Depletion}{GNI} + Anti\frac{Co_2\ emissions}{TES} + Anti\frac{TES}{GDP})}{4}\right] \quad (۵)$$

$$SDI_{\mathrm{Z-Score}} = \left[\frac{(Eco + Soc + Env)}{3}\right],\ P(SDI_{\mathrm{Z-Score}} \in [-3, +3]) = 99.7\% \quad (۶)$$

1. Karanovic & Karanovic (2015)
2. Martínez *et al*. (2020)
3. Lind´en *et al*. (2021)
4. Sachs *et al*. (2021)
5. Wang *et al*. (2021)

۶. در رویکرد ماکس-مین، با کسر متغیر از یک و در رویکردهای نرمال استاندارد، مک‌گراناهان، امتیاز دهی EJ و گاتمن، با ضرب متغیر در منهای یک، متغیر جایگزین تعریف می‌شود. برای مشخص‌سازی متغیرهای جایگزین، در ابتدای نام متغیر، واژه "$Anti$" درج می‌گردد.

7. Sachs *et al*. (2021)
8. SDI = Sustainable Development Index

(اندیس بیانگر نوع رویکردی می‌باشد که براساس آن محاسبه می‌شود).

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

۲-۳-۳. رویکرد ماکس- مین (Max-Min)

بعد از تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری مطابق رابطه (۱)، رویکرد ماکس- مین (موریس) طبق نتایج مطالعه کارانویچ و کارانویچ[1](۲۰۱۵)، مایرو و همکاران[2](۲۰۲۱)، ساچس و همکاران[3](۲۰۲۱)، هادید و همکاران[4](۲۰۲۱)، ثانی حیدری و همکاران (۱۳۹۹)، سپهوند و همکاران (۱۴۰۰) و محمدی‌پور (۱۴۰۱)، مورد استفاده قرار گرفته است.

در این رویکرد بعد از رفع مقیاس، کلیه درایه‌های ماتریس تصمیم‌گیری حتماً می‌بایست بین صفر و یک قرار گیرند تا امکان میانگین‌گیری هندسی فراهم شود. لذا ابتدا می‌باید آماره حداقل برای هر سری زمانی مطابق رابطه (۷) کنترل شود، و در صورتی که این میزان منفی باشد، باید یک متغیر جایگزین به‌نحوی برای سری زمانی تعریف شود که مقدار آماره حداقل آن صفر گردد.

در مطالعه حاضر، مقادیر جریان ورودی خالص سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و تورم در بعضی از سال‌ها، منفی است. سپس با استفاده از رابطه (۸)، کلیه درایه‌های ماتریس تصمیم‌گیری، رفع مقیاس می‌شوند.

$$for\ each\ j: if\ x_{i\,min} < 0\ \rightarrow x'_i = x_i - x_{i\,min} \quad (۷)$$

$$for: X_{mn} \rightarrow Y_{mn}\ ,\ in\ each\ j:\ y_{ij} = \frac{(x_{ij} - x_{i\,min})}{(x_{i\,max} - x_{i\,min})} \quad (۸)$$

در مرحله بعد، ابتدا متغیرهای متضاد جایگزین شده و همچنین مطابق منابع ذکر شده در وزن-دهی برای رویکرد نرمال استاندارد، از تکنیک وزن‌دهی یکسان استفاده شده است. بر این اساس، برای ترکیب شاخص‌ها مطابق نتیجه‌گیری پی‌چون و همکاران[5](۲۰۲۱)، از فرمول میانگین هندسی استفاده می‌شود. در مرحله اول، گروه‌های اصلی سه گانه و سپس شاخص ترکیبی هدف با استفاده از رویکرد ماکس- مین ($SDI_{\text{Max-Min}}$) محاسبه می‌گردد.

$$Eco = \left(\frac{GNI}{Pop} \times \frac{GCF}{GDP} \times \frac{FDI}{GDP} \times Anti\ \ Inflation\ CP\right)^{1/4} \quad (۹)$$

$$= \left(\text{Education I} \times \text{Self} - \text{Employed} \times Anti\ \ Unemployment \times \frac{\text{Trade}}{GDP}\right)^{1/4} \quad (۱۰)$$

$$Env = \left(Life\ Expectancy\ I \times Anti\ \frac{NR\ Depletion}{GNI} \times Anti\ \frac{Co_2\ emissions}{TES} \times Anti\ \frac{TES}{GDP}\right)^{1/4} \quad (۱۱)$$

$$SDI_{\text{Max-Min}} = \left(Eco \times Soc \times Env\right)^{\frac{1}{3}}\ ,SDI_{\text{Max-Min}} \in [0,1] \quad (۱۲)$$

1. Karanovic & Karanovic (2015)
2. Mauro et al. (2021)
3. Sachs *et al*. (2021)
4. Haddad *et al*. (2021)
5. Pichon *et al*. (2021)

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

۳-۳-۳. رویکرد مک‌گراناهان (McGranahan)

مطابق نتیجه مطالعه جعفری و همکاران[1](۲۰۲۰) و ثانی حیدری و همکاران (۱۳۹۹)، در مطالعه حاضر، از رویکرد مک‌گراناهان و تکنیک وزن‌دهی براساس متوسط همبستگی متغیرها استفاده می‌شود. در این رویکرد، ابتدا جهت رفع مقیاس مطابق رابطه ذیل، داده‌های سری زمانی به میانگین تقسیم می‌شوند:

$$for: X_{mn} \rightarrow M_{mn} \ , in\ each\ j: \ m_{ij} = \left(\frac{x_{ij}}{\bar{x}_j}\right) \quad (۱۳)$$

رویکرد مک‌گراناهان با تشکیل ماتریس همبستگی بین متغیرها، متوسط همبستگی بین هر متغیر با سایر متغیرها محاسبه و براساس آن، اوزان معیارها استخراج می‌شود. در مطالعه حاضر، اوزان معیارها در کلیه تکنیک‌های وزن‌دهی، از رابطه ذیل تبعیت می‌نماید.

$$w = \{w_1, w_2, \cdots, w_{12}\} \ \rightarrow \ \sum_{j=1}^{12} w_j = \%100 \quad (۱۴)$$

در مرحله بعد، متغیرهای متضاد، جایگزین متغیرها با تأثیرات منفی می‌شوند. نهایتاً در رویکرد مک‌گراناهان و کلیه رویکردهای دارای تکنیک وزن‌دهی، براساس فرمول میانگین موزون نسبت به ترکیب معیارها استفاده می‌شود.

$$Eco = \left\{\frac{\left[\left(w_1 \times \frac{GNI}{Pop}\right)+\left(w_2 \times \frac{GCF}{GDP}\right)+\left(w_3 \times \frac{FDI}{GDP}\right)+(w_4 \times Anti\ \ Inflation\ CP)\right]}{\sum_{j=1}^{4} w_j}\right\} \quad (۱۵)$$

$$Soc = \left\{\frac{\left[(w_5 \times \text{Education I})+(w_6 \times \text{Self-Employed})+(w_7 \times Anti\ \ Unemployment)+\left(w_8 \times \frac{\text{Trade}}{GDP}\right)\right]}{\sum_{j=5}^{8} w_j}\right\} \quad (۱۶)$$

$$Env = \left\{\frac{\left[(w_9 \times \text{Life Expectancy I})+\left(w_{10} \times Anti\frac{NR\ Depletion}{GNI}\right)+\left(w_{11} \times Anti\frac{Co_2\ emissions}{TES}\right)+\left(w_{12} \times Anti\frac{TES}{GDP}\right)\right]}{\sum_{j=9}^{12} w_j}\right\} \quad (۱۷)$$

$$SDI_{\text{McGranahan}} = \left[\frac{(Eco + Soc + Env)}{100}\right] \quad (۱۸)$$

۴-۳-۳. رویکرد امتیاز دهی EJ (EJ-Scoring)

مطابق دستورالعمل‌های تولید شاخص‌های ترکیبی منتشر شده توسط کمیسیون اقتصادی سازمان ملل متحد برای اروپا[2](۲۰۱۹)، از رویکرد امتیاز دهی EJ برای وزن‌دهی به معیارها استفاده شده است. مراحل انجام کار، نحوه ورود متغیر متضاد، نحوه میانگین‌گیری موزون در رویکردهای امتیاز دهی EJ و گاتمن، مشابه رویکرد مک‌گراناهان می‌باشد، لذا از ذکر مجدد آنها پرهیز می‌شود. ولیکن تفاوت اصلی سه رویکرد مورد اشاره، در دو نکته حساس متمرکز می‌باشد:

1. Jafari *et al*. (2020)
2. UNECE (2019)

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]
[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

الف) تکنیک توزیع متفاوت اوزان بین معیارها: در رویکرد مک‌گراناهان، مبنای توزیع اوزان بین معیارها، متوسط همبستگی بین متغیرها بوده، در حالی که در رویکرد امتیاز دهی EJ، براساس امتیازات تعلق گرفته به هر متغیر در مقابل سایر متغیرها، و در رویکرد گاتمن، براساس متوسط توزیع شاخص‌های تراکمی (مساحتی، جمعیتی و اقتصادی) برای هر متغیر می‌باشد؛

ب) روش رفع مقیاس متفاوت: عموماً در مطالعات تجربی، روش رفع مقیاس، متناسب با نوع توزیع اوزان در نظر گرفته می‌شود. لذا داده‌های سری زمانی، در رویکرد مک‌گراناهان به میانگین، در رویکرد امتیاز دهی EJ، به آماره حداکثری (مطابق رابطه ۱۹) و در رویکرد گاتمن، به شاخص‌های پراکندگی نظیر ضریب تغییرات و یا انحراف معیار (مطابق رابطه ۲۱)، تقسیم می‌شود.

$$for: X_{mn} \to E_{mn} \ , in\ each\ j: e_{ij} = \left(\frac{x_{ij}}{x_{i\,max}}\right) \qquad (۱۹)$$

بعد از ورود متغیر متضاد، محاسبه اوزان و میانگین‌گیری موزون برای هر گروه، مطابق روابط ۱۵ تا ۱۷، خواهیم داشت:

$$SDI_{\text{EJ}-\text{Scoring}} = \left[\frac{(Eco + Soc + Env)}{100}\right], \quad SDI_{\text{EJ}-\text{Scoring}} \in [-1,1] \qquad (۲۰)$$

۵-۳-۳. رویکرد گاتمن (Guttman)

مقیاس تراکمی یا مقیاس گاتمن[1] جهت سنجش نگرش‌های تک بعدی، اولین بار توسط لوئیس گاتمن و همکاران او در دوران جنگ جهانی دوم و در جریان مطالعه بر روی سربازان آمریکایی مورد استفاده قرار گرفت و به‌تدریج شاخص‌های تراکمی، کاربردهای گسترده‌تری در علوم انسانی پیدا کردند. مطابق نتیجه مطالعه باقری و پاپی (۱۳۹۷)، از شاخص‌های ترکمی، می‌توان در طراحی و ساخت شاخص‌های ترکیبی نیز بهره برد. از این رو، در مطالعه حاضر، براساس معیارهای تراکمی سه گانه (مساحتی، اقتصادی و جمعیتی)، نسبت به محاسبه توزیع اوزان بین معیارها اقدام شده است.

در این رویکرد که تکنیک وزن‌دهی بر مبنای شاخص‌های تراکمی بوده، جهت رفع مقیاس می‌باید داده‌های سری زمانی به یکی از شاخص‌های پراکندگی تقسیم شوند که در مطالعه حاضر، انحراف معیار، مورد استفاده قرار گرفته و فرمول آن، در توضیحات ذیل رابطه (۲) ارائه شده است.

$$for: X_{mn} \to G_{mn} \ , in\ each\ j: g_{ij} = \left(\frac{x_{ij}}{s_j}\right) \qquad (۲۱)$$

نهایتاً بعد از ورود متغیر متضاد، برای محاسبه اوزان و میانگین‌گیری موزون برای هر گروه، مطابق روابط ۱۵ تا ۱۷، خواهیم داشت:

$$SDI_{\text{Guttman}} = \left[\frac{(Eco + Soc + Env)}{100}\right] \qquad (۲۲)$$

1. Guttman Scale

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

۶-۳-۳. رویکرد تاپسیس (TOPSIS)

مطابق نتیجه پژوهش پاریتوش و همکاران[1] (۲۰۱۹)، تیو دونگ و ژان تائو[2] (۲۰۲۱)، هادید و همکاران[3] (۲۰۲۱)، نان وانگ و همکاران[4] (۲۰۲۱)، میچ و فیگن آنتون[5] (۲۰۲۱)، وانگ و همکاران[6] (۲۰۲۱) و صادقی و همکاران (۱۳۹۹)، در مطالعه حاضر، از رویکرد تاپسیس استفاده شده است. در این خصوص، بعد از تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری مطابق رابطه (۱)، ابتدا جهت رفع مقیاس، داده‌های سری زمانی، به مجموع مربع سری زمانی خود تقسیم می‌شوند:

$$for: X_{mn} \to T_{mn}\ ,\ in\ each\ j:\ \ t_{ij} = \frac{x_{ij}}{\left(\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^{2}\right)^{\frac{1}{2}}} \qquad (۲۳)$$

در رویکرد تاپسیس، می‌باید در هر سری زمانی، راه‌حل‌های بهینه (ایده‌آل یا مطلوب) و همچنین ضد ایده‌آل (بدترین یا نامطلوب) مشخص شوند تا نهایتاً، بعد از پردازش‌های آماری، گزینه‌ای انتخاب گردد که کمترین فاصله ممکن را از راه حل بهینه و در عین حال، بیشترین فاصله ممکن را از راه حل ضد ایده‌آل داشته باشد. در رویکردهای تاپسیس و ویکر، متغیر متضاد جایگزین نمی‌شود که می‌تواند یکی از نکات ضعف این مدل‌ها در مطالعات سری‌های زمانی باشد. ماتریس رفع مقیاس شده، به شرح ذیل بازنویسی می‌گردد:

$$T_{mn} = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & \cdots & t_{1j} & \cdots & t_{1n} \\ t_{21} & t_{22} & \cdots & t_{2j} & \cdots & t_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{i1} & t_{i2} & \cdots & t_{ij} & \cdots & t_{in} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{m1} & t_{m2} & \cdots & t_{mj} & \cdots & t_{mn} \end{bmatrix} \qquad (۲۴)$$

در این مرحله، می‌باید مقادیر بهینه و ضد ایده‌آل برای هر سری زمانی با توجه به تأثیرگذاری مثبت یا منفی آن سری زمانی بر شاخص ترکیبی هدف (مطابق جدول ۱)، مشخص گردد. راه‌حل بهینه برای داده‌های سری زمانی با تأثیر مثبت بر شاخص ترکیبی هدف، حداکثر مقدار آن سری زمانی می‌باشد:

$$T^{+} = \qquad (۲۵)$$
$$\left\{ \begin{matrix} if\ \left[\text{Impact } of\ j_1 \gg 0 \to Max\left(t_{1,1}, t_{2,1}, \dots, t_{m,1}\right)\right],\ else\ \left[Min\left(t_{1,1}, t_{2,1}, \dots, t_{m,1}\right)\right] \\ if\ \left[\text{Impact } of\ j_2 \gg 0 \to Max\left(t_{1,2}, t_{2,2}, \dots, t_{m,2}\right)\right],\ else\ \left[Min\left(t_{1,2}, t_{2,2}, \dots, t_{m,2}\right)\right] \\ \vdots \\ if\ \left[\text{Impact } of\ j_n \gg 0 \to Max\left(t_{1,n}, t_{2,n}, \dots, t_{m,n}\right)\right],\ else\ \left[Min\left(t_{1,n}, t_{2,n}, \dots, t_{m,n}\right)\right] \end{matrix} \right\}$$

1. Paritosh *et al*. (2019)
2. Thuy Duong & Xuan Thao (2021)
3. Haddad *et al*. (2021)
4. Nan Wang *et al*. (2021)
5. Miç & Figen Antmen (2021)
6. Wang *et al*. (2021)

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

به همین طریق، راه‌حل ضد ایده‌آل برای سری‌های زمانی مورد بررسی، به شرح ذیل می‌باشد:

$$T^- = \begin{Bmatrix} if\ [\text{Impact}\ of\ j_1 \gg 0 \rightarrow Min\ (t_{1,1}, t_{2,1}, \dots, t_{m,1})],\ else\ [Max\ (t_{1,1}, t_{2,1}, \dots, t_{m,1})] \\ if\ [\text{Impact}\ of\ j_2 \gg 0 \rightarrow Min\ (t_{1,2}, t_{2,2}, \dots, t_{m,2})],\ else\ [Max\ (t_{1,2}, t_{2,2}, \dots, t_{m,2})] \\ \vdots \\ if\ [\text{Impact}\ of\ j_n \gg 0 \rightarrow Min\ (t_{1,n}, t_{2,n}, \dots, t_{m,n})],\ else\ [Max\ (t_{1,n}, t_{2,n}, \dots, t_{m,n})] \end{Bmatrix} \quad (۲۶)$$

مطابق نتایج تحقیقات هادید و همکاران[1] (۲۰۲۱)، میچ و فیگن آنتون[2] (۲۰۲۱)، غفاری گیلانده و همکاران (۱۳۹۸) و عقیلی و همکاران (۱۳۹۹)، در رویکردهای تاپسیس و ویکر، از تکنیک وزن‌دهی CRITIC استفاده می‌شود. در این تکنیک، از روش عینی برای تعیین وزن معیارها استفاده می‌شود که شامل شدت تضاد و ناسازگاری بین اجزای یک مسأله تصمیم‌گیری می‌باشد. در این روش، ابتدا ماتریس همبستگی بین معیارها تشکیل شده و سپس مجموع تضاد بین معیارها با استفاده از رابطه ذیل، محاسبه می‌شود:

$$for\ each\ j: TC_j = \sum_{i=1}^{m}\{(1 - Corr(x_{ij}, x_{ij})\} \quad (۲۷)$$

میزان اطلاعات برای هر معیار، با استفاده از مجموع تضاد و انحراف معیار آن معیار، حاصل می‌گردد:

$$C_j = S_j \times TC_j \quad (۲۸)$$

وزن نرمال معیارها در این تکنیک، با استفاده از رابطه ذیل محاسبه می‌شود.

$$w_j = \frac{C_j}{\sum_{j=1}^{n} C_j} \quad (۲۹)$$

بعد از مشخص‌سازی اوزان معیارها و مقادیر بهینه و ضد ایده‌آل، فواصل هرکدام از درایه‌های ماتریس تصمیم‌گیری رفع مقیاس شده با راه‌حل بهینه و ضد ایده‌آل، به‌ترتیب، با استفاده از روش اقلیدسی و با استفاده از روابط ذیل، محاسبه می‌گردد:

$$D_i^+ = \left\{\sum_{j=1}^{n} w_j \left(T_j^+ - t_{ij}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} \quad (۳۰)$$

$$D_i^- = \left\{\sum_{j=1}^{n} w_j (T_j^- - t_{ij})^2\right\}^{1/2} \quad (۳۱)$$

از آنجایی که مقادیر فواصل از راه حل‌های بهینه و ضد ایده‌آل، دو مقدار مستقل و مجزا می‌باشند، لذا برای به‌دست آوردن مقادیر یکپارچه در یک بعد، جهت ایجاد قابلیت رتبه‌بندی گزینه‌های مورد بررسی، ضریب نزدیکی نسبی به راه حل بهینه با استفاده از رابطه ذیل، محاسبه می‌گردد:

$$RCC_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^-}\ ,\ \ RCC_i \in [0,1]\ ,\ \ RCC_i \cong SDI_{\text{TOPSIS}} \quad (۳۲)$$

1. Haddad *et al.* (2021)
2. Miç & Figen Antmen (2021)

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]
[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

۷-۳-۳. رویکرد ویکر (VIKOR)

رویکرد ویکر، مبتنی بر برنامه‌ریزی توافقی مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره بوده و به‌عنوان یک روش توافقی بر مبنای روش ال پی متریک توسعه یافته عمل نموده و از آن، به منزله تابع کل در برنامه نویسی سازشی استفاده می‌شود. تأکید در این رویکرد، بر رتبه‌بندی و انتخاب از مجموعه‌ای از گزینه‌ها و تعیین راه حل توافقی برای مسأله با معیارهای متضاد می‌باشد (حجازی و همکاران، ۱۴۰۰).

در مطالعه حاضر، مطابق نتایج مطالعات پاریتوش و همکاران[1] (۲۰۱۹)، سو و همکاران[2] (۲۰۲۰)، علیدرسی[3] (۲۰۲۱)، صادقی و همکاران (۱۳۹۹)، باقری‌راد و بهنامیان (۱۳۹۹) و حجازی و همکاران (۱۴۰۰)، از رویکرد ویکر استفاده شده است. جهت خلاصه‌نویسی و پرهیز از تکرار فرمول‌ها، مراحل اولیه این رویکرد مشابه تاپسیس در نظر گرفته شده و روابط ۲۳ تا ۲۹ دقیقاً مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

به این ترتیب، با همان روش رویکرد تاپسیس، داده‌های سری زمانی رفع مقیاس شده (رابطه ۲۳)، به همان عناوین نقاط بهینه و ضد ایده‌آل مشخص (روابط ۲۵ و ۲۶) و با تکنیک CRITIC وزن‌دهی انجام گرفته است (روابط ۲۷ تا ۲۹). کلیه فروض فوق تا این مرحله، آسیبی به محاسبات ویکر وارد نکرده و باعث تکرار غیرعلمی نتایج نمی‌گردند؛ چرا که وجه افتراق این رویکر، با تاپسیس از اینجا آغاز می‌گردد.

در رویکرد ویکر بعد از مشخص شدن نقاط بهینه و ضد ایده‌آل، مقادیر سودمندی و تأسف، به ترتیب، با استفاده از روابط ذیل محاسبه می‌شود:

$$S_i = \sum_{j=1}^{n} \left\{ w_j \times \left(\frac{T_j^+ - t_{ij}}{T_j^+ - T_j^-} \right) \right\} \quad (۳۳)$$

$$R_i = Max_j \left\{ w_j \times \left(\frac{T_j^+ - t_{ij}}{T_j^+ - T_j^-} \right) \right\} \quad (۳۴)$$

در حقیقت، S_i فاصله هر کدام از گزینه‌ها با راه حل بهینه (بهترین ترکیب) و R_i فاصله همان گزینه از راه حل ضد ایده‌آل (بدترین ترکیب) را نشان می‌دهد. به این ترتیب، در این مرحله برای هر گزینه، تنها دو مقدار بهترین و بدترین باقیمانده و ماتریس تصمیم‌گیری، به صورت ذیل درآمده است.

$$SR_{m2} = \begin{bmatrix} S_1 & R_1 \\ S_2 & R_2 \\ \vdots & \vdots \\ S_m & R_m \end{bmatrix} \quad (۳۵)$$

در مرحله بعد، مقادیر بهینه و ضد ایده‌آل برای سودمندی و تأسف، با استفاده از روابط ذیل مشخص می‌گردد:

1. Paritosh *et al*. (2019)
2. Su *et al*. (2020)
3. Alidrisi (2021)

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

$$S^+ = Min\, S_i \quad (۳۶)$$

$$S^- = Max\, S_i \quad (۳۷)$$

$$R^+ = Min\, R_i \quad (۳۸)$$

$$R^- = Max\, R_i \quad (۳۹)$$

نهایتاً شاخص نهایی ویکر (مقدار Q) با استفاده از رابطه ذیل محاسبه می‌گردد:

$$Q_i = \left\{v \times \left[\frac{(S_i - S^+)}{(S^- - S^+)}\right]\right\} + \left\{(1-v) \times \left[\frac{(R_i - R^+)}{(R^- - R^+)}\right]\right\}, v \in [0,1], \quad Q_i \cong SDI_{\text{VIKOR}} \quad (۴۰)$$

در رابطه فوق، v بیانگر وزنی برای استراتژی بیشینه مطلوبیت گروهی بوده و زمانی که مقدار آن بیشتر از نیم باشد، شاخص Q_i به اکثریت موافق منجر می‌شود و هنگامی که مقدار آن کمتر از نیم باشد، شاخص Q_i بیانگر نگرش منفی اکثریت می‌باشد. معمولاً در محاسبات تجربی، v برابر نیم در نظر گرفته می‌شود که بیانگر نگرش توافقی متخصصان است (صادقی و همکاران، ۱۳۹۹). بر این اساس، در مطالعه حاضر v برابر نیم در نظر گرفته شده است.

۴-۳. نتایج محاسبات اوزان

در مطالعاتی از قبیل مطالعات مارتینز و همکاران[1] (۲۰۲۰)، دی‌مانتیس و همکاران[2] (۲۰۲۱)، لیندن و همکاران[3] (۲۰۲۱)، وانگ و همکاران[4] (۲۰۲۱)، ثانی حیدری و همکاران (۱۳۹۹) و عقیلی و همکاران (۱۳۹۹)، از تکنیک‌های متعددی برای وزن‌دهی به معیارها استفاده می‌شود که عمدتاً یکی از آنها، تکنیک وزن‌دهی یکسان می‌باشد. این امر در مطالعه حاضر نیز اعمال گردیده است.

همچنین در تکنیک وزن‌دهی بر اساس نظر خبرگان، احتمال وقوع خطای انسانی بالا بوده، در تکنیک وزن‌دهی مک‌گراناهان، صرفاً همبستگی معیارها لحاظ شده و در تکنیک وزن‌دهی آنتروپی شانون، فقط پراکندگی داده‌ها ملاک تصمیم‌گیری قرار می‌گیرد. این در حالی است که در تکنیک CRITIC، با استفاده همزمان از پراکندگی و همبستگی داده‌های سری زمانی، وزن معیارها محاسبه شده و برتری قابل ملاحظه‌ای به سایر تکنیک‌های وزن دهی دارد؛ چراکه انحراف معیار، به پراکندگی درونی یک سری زمانی و همبستگی به ارتباط بیرونی آن سری زمانی با دیگر سری‌ها اشاره دارد. لذا با توجه به قابلیت بالای تکنیک‌های وزن‌دهی یکسان و CRITIC، هر کدام در دو رویکرد و مابقی تکنیک‌ها تنها در یک رویکرد، مورد استفاده قرار گرفته‌اند. نتایج محاسبات اوزان بر اساس تکنیک‌های مختلف مندرج در جدول (۲)، به شرح جدول (۳) ارائه می‌گردد:

1. Martínez *et al*. (2020)
2. De Montis *et al*. (2021)
3. Lind´en *et al*. (2021)
4. Wang *et al*. (2021)

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

جدول ۳: نتایج محاسبات اوزان بر اساس تکنیک‌های متناسب با رویکردهای مورد استفاده

شاخص	GNI/Pop	GCF/GDP	FDI/GDP	Inflation CP	Education I	Self-Employed	Unemployment	Trade/GDP	Life Expectancy I	NR Depletion/GNI	Co2 emissions/TES	TES/GDP
تکنیک وزن دهی یکسان	۸/۳۳	۸/۳۳	۸/۳۳	۸/۳۳	۸/۳۳	۸/۳۳	۸/۳۳	۸/۳۳	۸/۳۳	۸/۳۳	۸/۳۳	۸/۳۳
تکنیک وزن دهی مک گرانهان	۱۲/۵۶	۸/۷۶	۳/۵۴	۹/۲۷	۱۳/۶۳	۶/۵۸	۱۰/۰۵	۹/۹۲	۴/۹۶	۶/۹۱	۶/۵۲	۷/۳۰
تکنیک وزن دهی امتیاز دهی EJ	۱۱/۱۱	۷/۴۱	۳/۷۰	۱۱/۱۱	۷/۴۱	۳/۷۰	۱۱/۱۱	۱۱/۱۱	۳/۷۰	۱۱/۱۱	۱۱/۱۱	۷/۴۱
تکنیک وزن دهی Guttman	۸/۱۰	۸/۲۱	۸/۲۱	۸/۲۱	۷/۸۸	۷/۸۸	۷/۸۸	۸/۲۱	۷/۸۸	۹/۷۷	۹/۷۷	۷/۹۹
تکنیک وزن دهی CRITIC	۱۰/۸۳	۷/۳۹	۶/۲۲	۱۰/۸۳	۵/۸۳	۱۰/۸۲	۶/۴۵	۱۰/۰۹	۵/۸۳	۶/۷۳	۷/۲۱	۱۱/۷۷

منبع: یافته‌های پژوهش

۴. یافته‌های پژوهش و تفسیر نتایج

در این قسمت، یافته‌های پژوهش در دو سطح ایستا و پویا به تفکیک ارائه گردیده و سپس آنالیز حساسیت معیارها در سطوح خرد و کلان مورد بررسی قرار می‌گیرد.

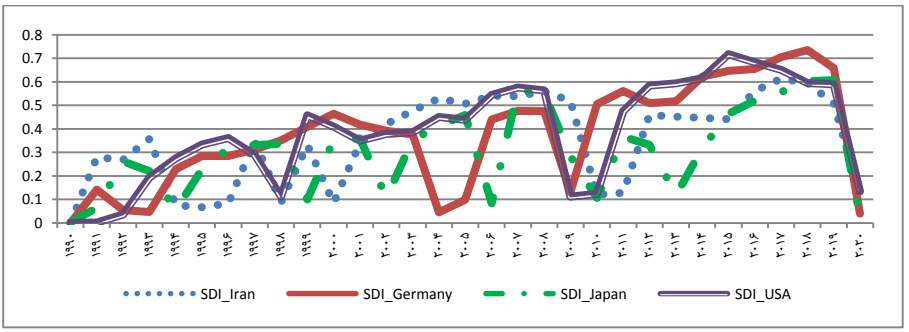
۴-۱. یافته‌های پژوهشی در سطح ایستا

در این قسمت، با استفاده از رویکرد ماکس-مین و تکنیک وزن دهی یکسان، شاخص ترکیبی توسعه پایدار در سطح ایستا محاسبه و گزارش می‌گردد. به این ترتیب، با تشکیل ماتریس اصلی تصمیم‌گیری برای هر کشور به‌صورت جداگانه، فرایند محاسبه $SDI_{\text{Max-Min}}$ ۸ بار به‌صورت مستقل برای ۸ کشور

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

مورد بررسی، انجام می‌پذیرد. نتایج حاصل از محاسبات در بازه ۳۱ ساله مورد بررسی، در قالب نمودار ۱ گزارش می‌شود.



منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۱: نتایج محاسبه $SDI_{\text{Max-Min}}$ در سطح ایستا برای ایران، چین، آمریکا و ژاپن (روند ۳۱ ساله)

نمودار ۱ در حقیقت، عملکرد شاخص توسعه پایدار در ایران را در دو حوزه گزارش می‌نماید: اولاً، روند حرکتی و نوسانات این شاخص در بازه ۳۱ ساله در ایران تبیین می‌گردد؛ ثانیاً، روند مورد بحث برای ایران در مقایسه با سه اقتصاد بزرگ جهان نیز به تصویر کشیده می‌شود.

بررسی‌ها نشان می‌دهد عوامل تأثیرگذار بر روند حرکتی و نوسانات شاخص توسعه پایدار در هر کشور، به دو گروه کلی عوامل داخلی و بیرونی قابل تفکیک می‌باشد. برنامه‌ریزی هدفمند، سیاست‌گذاری منجسم و عملکرد بهینه دولت را می‌توان به‌عنوان مهمترین عوامل درونی در هر کشور قلمداد نمود. وقوع انواع بحران‌های جهانی و منطقه‌ای در کلیه حوزه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی و همچنین بلایای طبیعی، انواع جنگ و تحریم‌های اقتصادی، از جمله مهمترین عوامل بیرونی تأثیرگذار می‌باشند. در خصوص بحران‌های اخیر، می‌توان به بحران دوشنبه سیاه ۱۹ اکتبر ۱۹۸۷، بحران ۸ ماهه ریزش ارزش شرکت‌های اینترنتی و کامپیوتری در مارس ۲۰۰۱، رکود عمیق مالی ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲ به‌عنوان شدیدترین رکود پس از بحران بزرگ در دهه ۱۹۳۰[1] و بحران کرونا ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۱ اشاره نمود (محمدی‌پور، ۱۴۰۱) که کم و بیش منشأ اثر آنها در نمودار ۱ برای هر کشور به تفکیک قابل رؤیت می‌باشد.

در این میان، تأثیر بیماری کرونا برای کشورهای مورد بررسی به وضوح مشخص بوده و شدت آثار آن، بیشتر از تمامی بحران‌های قبلی بر شاخص توسعه پایدار تأثیر گذاشته، و بعد از بحران کرونا، رکود عمیق مالی ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲ به‌عنوان دومین عامل سراسری، بیشترین تأثیر گسترده را بر عملکرد

۱. این بحران به‌علت کاهش تقاضای مؤثر، افزایش سرمایه‌گذاری خارجی در بازار سرمایه آمریکا بخصوص توسط آسیای شرقی، حباب مسکن در آمریکا و ...، به وقوع پیوسته است.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]
[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

شاخص توسعه پایدار طی دوره مورد بررسی ایجاد نموده است. به‌علت گستردگی عوامل داخلی و بیرونی تأثیرگذار بر نوسانات شاخص توسعه پایدار، از بررسی موشکافانه سایر عوامل پرهیز می‌گردد.

با توجه به اینکه مقادیر یارانه مستقیم پرداخته شده به بخش انرژی، در گزارشات آژانس بین‌المللی انرژی[1]، از سال ۲۰۱۰ تاکنون محاسبه و منتشر می‌شود، بنابراین، جدول تکمیلی مقایسه متوسط یارانه پرداخته شده طی ۱۱ سال اخیر در مقایسه با مقادیر متوسط $\overline{SDI}_{\text{Max-Min}}$ در بازه ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ در جدول (۴) ارائه می‌گردد:

جدول ۴: متوسط یارانه انرژی و $\overline{SDI}_{\text{Max-Min}}$ در سطح ایستا طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰

کشورها	گروه	Eco متوسط	Soc متوسط	Env متوسط	SDI متوسط	رتبه توسعه پایدار	متوسط سوبسید انرژی	رتبه جهانی در پرداخت سوبسید
مقیاس اندازه‌گیری	واحد	مقادیر نرمال بین صفر و یک				واحد	میلیون دلار واقعی به قیمت ثابت ۲۰۲۰	واحد
Iran	۱	۰/۵۵۸۷	۰/۳۷۲۰	۰/۵۰۱۷	۰/۴۰۳۹	۵	۶۷۳,۸۹	۱
China	۱ و ۲	۰/۵۷۵۳	۰/۳۱۲۶	۰/۴۶۴۳	۰/۳۵۷۷	۸	۹۱۸,۳۷	۳
India	۱	۰/۵۶۷۱	۰/۶۳۶۴	۰/۳۴۰۰	۰/۴۲۵۹	۴	۹۶۰,۳۳	۴
S Arabia	۱	۰/۵۴۳۴	۰/۴۰۶۱	۰/۳۹۰۸	۰/۳۷۱۳	۶	۴۲۴,۴۷	۲
Russian	۱	۰/۵۷۷۴	۰/۵۸۳۹	۰/۶۳۸۴	۰/۵۹۰۰	۱	۳۴۷,۲۷	۵
Germany	۲	۰/۴۳۶۰	۰/۷۱۲۴	۰/۶۳۳۲	۰/۵۵۹۵	۲	۰	۴۳
Japan	۲	۰/۳۸۷۴	۰/۴۴۰۹	۰/۴۴۶۳	۰/۳۶۵۳	۷	۰	۴۳
USA	۲	۰/۵۳۲۵	۰/۴۰۴۸	۰/۷۹۶۱	۰/۵۲۳۷	۳	۰	۴۳
متوسط ۸ کشور	-	۰/۵۲۲۲	۰/۴۸۳۶	۰/۵۲۶۳	۰/۴۴۹۷	-	۵۴۰/۳۷,۲۹	-
متوسط گروه اول	-	۰/۵۶۴۴	۰/۴۶۲۲	۰/۴۶۷۰	۰/۴۲۹۸	۵	۲۶۴/۶۰,۴۷	۳
متوسط گروه دوم	-	۰/۴۸۲۸	۰/۴۶۷۷	۰/۵۸۵۰	۰/۴۵۱۶	۵	۴۷۹/۶۰,۹	۳۳
همبستگی نتایج رویکرد ماکس-مین با مقادیر سوبسید پرداختی به بخش انرژی			همبستگی مقادیر		-۰/۴۰۸۸	همبستگی رتبه‌بندی‌ها		-۰/۱۹۶۹

منبع: یافته‌های پژوهش

1. IEA (From 2010 to 2021)

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

همچنین نگاهی به روند نوسانی شاخص توسعه پایدار طی دو دهه اخیر در ایران، نشان می‌دهد که این شاخص در سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۹ همواره دارای مقادیر بالاتر از نیم بوده، ولیکن طی سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱، به‌ترتیب، به ۰/۱۲ و ۰/۱۳ سقوط نموده و در حقیقت، ۵ برابر تنزل یافته است. این کاهش دهشتناک، متقارن با آغاز دور چهارم تحریم‌های آمریکا علیه ایران از سال ۱۳۸۹ بوده که با هدف کاستن از سرعت رشد توان هسته‌ای، تحریم صادرات نفت ایران، تحریم بانک مرکزی ایران و تحریم شدیدتر واردات کالاهای ضروری و اساسی، صورت پذیرفته است (گرشاسبی و یوسفی دیندارلو، ۱۳۹۵).

به این ترتیب، از تحریم بانک مرکزی ایران در سال ۲۰۱۰ و تشدید جنگ ارزی[1] علیه ایران، می‌توان به‌عنوان نکته عطف در طی دو دهه اخیر یاد نمود که دقیقاً در روند شاخص توسعه پایدار نیز منعکس می‌باشد. مطالعه گرشاسبی و یوسفی دیندارلو (۱۳۹۵)، آثار چشمگیر تحریم‌های سال ۱۳۸۹ را بر تورم، صادرات غیرنفتی، اشتغال، سرمایه‌گذاری بخش خصوصی، مصرف و ... محاسبه و ارائه نموده که با نتایج مطالعه حاضر، کاملاً همخوانی دارد. به‌تدریج با مدیریت شدت آثار تحریم‌های دوره چهارم، شاخص توسعه پایدار در سال ۲۰۱۲ به ۰/۴۶ افزایش یافته و تا سال ۲۰۱۹، همواره بالای ۰/۴۴ قرار داشته است. ولیکن در سال ۲۰۲۰ و همزمان با گسترش بیماری کرونا، این شاخص، مجدداً از ۰/۵۱ به ۰/۱۲ دومین سقوط خود را تجربه نموده است.

به‌رغم اینکه تحلیل نوسانات شاخص توسعه پایدار در قبال عوامل بحران‌ها، تحریم‌های اقتصادی و سایر عوامل تأثیرگذار داخلی یا بیرونی، عملکرد منطقی و قابل پذیرشی را منعکس می‌نماید، ولیکن مقایسه عملکرد کشورها از حیث برخورداری از مقادیر بالاتر این شاخص، نتایج غیرمنطقی و نامتناسبی را ارائه می‌کند. نتایج مندرج در جدول ۴، بیان می‌دارد که $\overline{SDI}_{\text{Max-Min}}$ طی دهه اخیر برای ایران، بالاتر از کشورهای ژاپن، چین و عربستان می‌باشد. لذا رابطه منطقی بین رتبه جهانی در پرداخت یارانه به انرژی و تحقق توسعه پایدار، وجود نخواهد داشت؛ چراکه کشور ژاپن از حیث متوسط شاخص توسعه پایدار (به‌رغم عدم پرداخت یارانه مستقیم به بخش انرژی)، رتبه پایین‌تر از ایران دارد که بیشترین یارانه را در جهان به بخش انرژی پرداخت می‌کند. این در حالی است که مطابق نتیجه تحقیق ساچس و همکاران[2] (۲۰۲۱) رتبه جهانی ژاپن در پیاده‌سازی آرمان‌های ۱۷گانه توسعه پایدار، ۱۸ در مقابل رتبه ۷۴ ایران می‌باشد.

همچنین مقایسه مقادیر سالانه SDI در نمودار (۱) با سه اقتصاد بزرگ جهان، نشان می‌دهد که در سال‌های ۱۹۹۱ تا ۱۹۹۳، ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۵، ۲۰۰۹ و ۲۰۲۰، میزان شاخص توسعه پایدار در ایران بالاتر از کشورهای آمریکا، چین و ژاپن می‌باشد که نمی‌تواند منطقی باشد.

---

۱. جنگ ارزی، نوعی از جنگ مالی است که سقوط ارزش پول کشورها را در دستور کار قرار می‌دهد. از آنجایی‌که ارزش پول یک کشور، پاشنه آشیل آن است، لذا سقوط آن می‌تواند تبعات بسیار سنگینی را برای اقتصاد کشور به همراه داشته باشد.

2. Sachs *et al*. (2021)

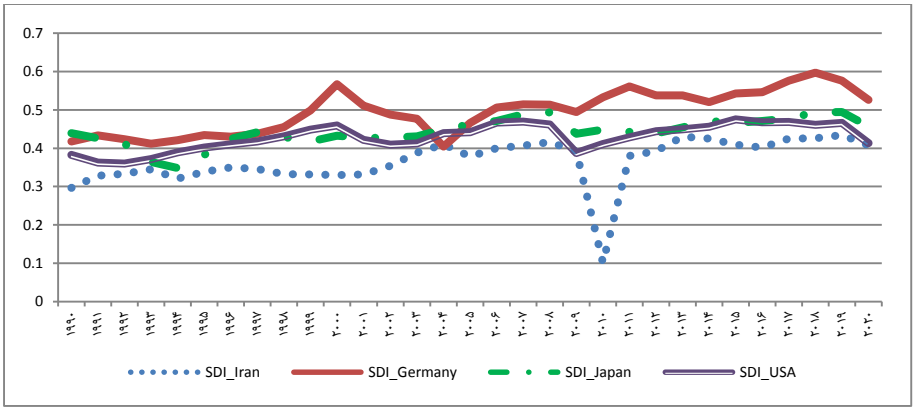
[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

از طرفی نیز همبستگی بین متوسط یارانه پرداخته شده به بخش انرژی و متوسط $\overline{SDI}_{\text{Max-Min}}$ در بازه ۱۱ ساله مورد بررسی به میزان ۰/۴۱- و همبستگی بین رتبه‌بندی کشورها از حیث یارانه پرداختی و توسعه پایدار به میزان ۰/۲۰- می‌باشد. مقادیر همبستگی خیلی پایین بوده و نمی‌تواند نشان دهنده روابط قوی بین یارانه پرداختی و تحقق توسعه پایدار باشد و یا اینکه ایراد و خطا در سطح ایستای مطالعه و یا استفاده از رویکرد ماکس-مین می‌باشد.

۲-۴. یافته‌های پژوهشی در سطح پویا

در این قسمت، با استفاده از رویکردهای هفتگانه مندرج در جدول (۲) و پنج تکنیک وزن‌دهی متناظر با هر رویکرد، شاخص ترکیبی توسعه پایدار در سطح پویا محاسبه و گزارش می‌گردد. بر این اساس، یک ماتریس اصلی و واحد در سطح پویا تشکیل می‌شود و محاسبات، هفت بار بر مبنای رویکردهای مختلف انجام می‌پذیرد. با توجه به گستردگی محاسبات انجام شده، در نمودار ۲، تنها نتایج $SDI_{\text{Max-Min}}$ در بازه ۳۱ ساله مورد بررسی، گزارش می‌گردد تا قابلیت مقایسه با نمودار ۱ ایجاد شود.



منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۲: نتایج محاسبه $SDI_{\text{Max-Min}}$ در سطح پویا برای ایران، چین، آمریکا و ژاپن (روند ۳۱ ساله)

همچنین به‌طور متناظر با جدول (۴)، نتایج محاسبات شاخص‌های توسعه پایدار در سطح پویا بر اساس متوسط رویکردهای هفتگانه برای هر کشور در کنار متوسط یارانه پرداخته شده به بخش انرژی، در قالب جدول (۵) گزارش می‌شود.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

جدول ۵. متوسط شاخص‌های توسعه پایدار بر مبنای رویکردهای هفتگانه مورد استفاده در سطح پویا در مقایسه با متوسط یارانه پرداختی به بخش انرژی در هر کشور طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰

رتبه جهانی در پرداخت سوسید	متوسط سوسید انرژی	SDI_ VIKOR		SDI_ TOPSIS	SDI_ Guttman	SDI_ EJ-Scoring	SDI_ McGranahan	SDI_ Max-Min	SDI_ Z-Score	گروه	کشورها
واحد	میلیون دلار واقعی قیمت ثابت ۲۰۲۰	مقادیر متوسط هر رویکرد بر حسب واحد نرمال بین صفر و یک - همراه با رتبه بندی هر کشور (واحد)								واحد	مقیاس اندازه‌گیری
۱		۰/۰۰	۶	۰/۷۶	۰/۱۲	-۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۳۸	-۰/۱۰	۱	Iran
۳	۹۱۸/۳۷	۰/۰۰	۴	۰/۷۸	۰/۳۵	۰/۰۵	۰/۳۶	۰/۴۱	۰/۱۸	۲و۱	China
۴	۹۶۰/۳۳	۰/۰۰	۵	۰/۷۸	۰/۳۴	۰/۰۴	۰/۳۱	۰/۴۱	۰/۱۲	۱	India
۲	۴۳۴/۴۷	۰/۰۰	۷	۰/۷۶	۰/۳۲	۰/۰۲	۰/۱۹	۰/۴۱	۰/۰۳	۱	S Arabia
۵	۳۴۷/۲۷	۰/۰۰	۸	۰/۷۶	۰/۱۷	۰/۰۰	۰/۱۳	۰/۴۰	-۰/۰۴	۱	Russian
۴۳	۰	۰/۰۰	۱	۰/۷۹	۰/۸۲	۰/۱۷	۰/۶۳	۰/۵۵	۰/۶۱	۲	Germany
۴۳	۰	/۰۰	۲	/۷۷	/۴۷	/۱۰	/۴۴	/۴۶	/۳۷	۲	Japan
۴۳	۰	۰/۰۰	۳	۰/۷۸	۰/۵۴	۰/۱۱	۰/۵۴	۰/۴۵	۰/۳۲	۲	USA
-	۵۴۰/۳۷/۲۹	۰/۰۰	-	۰/۷۷	۰/۳۸	۰/۰۶	-	-	۰/۱۷	-	متوسط ۸ کشور
۳	۲۶۴/۶۰/۴۷	۰/۰۰	۶	۰/۷۷	۰/۲۴	۰/۰۲	۰/۳۰	۰/۴۰	۰/۰۴	-	متوسط گروه اول
۳۳	۴۷۹/۶۰/۹	۰/۰۰	۳	۰/۷۸	۰/۵۴	۰/۱۱	۰/۴۹	۰/۴۷	۰/۳۴	-	متوسط گروه دوم
همبستگی نتایج هر رویکرد با مقادیر سوسید انرژی		از حیث نتایج مقدار ی هر رویکرد		از حیث نتایج رتبه ای هر رویکرد							
-۰/۸۵		-۰/۸۴		-۰/۵۲	-۰/۸۵	-۰/۸۵	-۰/۸۵	-۰/۸۵	-۰/۷۹		

منبع: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

کلیه تحلیل‌های مطرح شده در سطوح ایستا درخصوص بررسی روندی شاخص توسعه پایدار مبتنی بر عوامل داخلی و بیرونی، در این قسمت نیز عیناً صادق می‌باشند و از تکرار مجدد آنها، پرهیز می‌شود؛ ولیکن مباحث مربوط به مقایسه عملکرد هر کشور در قیاس با کشورهای دیگر در سطح پویا، تغییرات اساسی با مطالعه در سطح ایستا دارد.

در نمودار (۲)، روند حرکتی شاخص توسعه پایدار برای ایران مشابه نمودار (۱) بوده، ولیکن مقایسه کلی مقادیر ایران با سه اقتصاد بزرگ جهان (آلمان، آمریکا و ژاپن) در دو نمودار مورد بحث به شدت فرق دارند. در نمودار (۲)، به وضوح عملکرد ایران واقعی‌تر شده و در بازه ۳۱ ساله مورد بررسی، پایین‌تر از سه کشور مذکور می‌باشد. همچنین به وضوح مشخص است که آلمان هم در طول بازه مورد بررسی، کاملاً از تمامی کشورها بالاتر می‌باشد. گزارش ارائه شده از شاخص توسعه پایدار در دو نمودار ۱ و ۲، تنها در سطح مطالعه، متفاوت می‌باشند و مقادیر نهایی در هر دو نمودار با رویکرد ماکس- مین و تکنیک وزن‌دهی یکسان محاسبه شده‌اند. به این ترتیب، می‌توان استنباط نمود که مطالعه در سطح پویا، ایرادات قبلی مطالعه در سطح ایستا برای مقایسه عملکرد کشورها را ندارد.

از طرفی نیز مقایسه در رتبه‌بندی کشورها بر اساس $\overline{SDI}_{\mathrm{Max-Min}}$ در جداول ۴ و ۵، به وضوح نشان می‌دهد که رتبه‌بندی کشورها کاملاً واقعی‌تر شدند و از طرف دیگر نیز در جدول (۵)، همبستگی بین متوسط یارانه انرژی و $\overline{SDI}_{\mathrm{Max-Min}}$ به میزان ۰/۷۴- و هبستگی رتبه‌بندی براساس پرداخت یارانه و $\overline{SDI}_{\mathrm{Max-Min}}$، به میزان ۰/۸۵- ارتقاء یافته که نشان از واقعی شدن و وجود رابطه منفی قوی بین پرداخت یارانه و تحقق توسعه پایدار می‌باشد. مقادیر متوسط شاخص‌های توسعه پایدار با تغییر رویکرد مطالعه و تکنیک‌های وزن‌دهی نیز در جدول (۵) ارائه شده که همگی نشان از واقعی‌تر شدن رتبه‌بندی کشورها در سطح پویا نسبت به سطح ایستا دارند.

بر این اساس، همبستگی مقداری و رتبه‌ای بین متوسط یارانه پرداختی و متوسط شاخص‌های توسعه پایدار به‌طور چشمگیری افزایش یافته و در هر حالتی، بیش از ۰/۵۲- می‌باشد. این امر، به منزله تأیید فرضیه اول تحقیق است.

همچنین مقایسه متوسط تحقق توسعه پایدار در گروه‌های اول و دوم در جدول (۵)، نشان از برتری مقداری و رتبه‌ای کشورهای گروه دوم نسبت به گروه اول داشته که به منزله تأیید فرضیه دوم بوده و نهایتاً، چین در رتبه‌بندی بر اساس ۷ رویکرد، در ۶ رویکرد در رتبه ۴ بعد از آلمان، آمریکا و ژاپن قرار داشته که به منزله تأیید فرضیه سوم می‌باشد.

۳-۴. آنالیز حساسیت معیارها در سطح پویا

در این قسمت، آنالیز حساسیت ناشی از حذف هر یک از متغیرهای ۱۲گانه برای تمامی کشورهای گروه اول و دوم در سطح پویا در رویکرد مبتنی بر نرمال استاندارد، انجام و تغییرات مقادیر $SDI_{\mathrm{Z-Score}}$ و رتبه‌بندی کشورها در نتیجه حذف هر یک از متغیرها (۱۲ حالت) به تفکیک مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس میانگین حالات ۱۲گانه با حالت استاندارد محاسبه $SDI_{\mathrm{Z-Score}}$ بر اساس ۱۲ متغیر، مورد مقایسه قرار می‌گیرد. بر این اساس، نتایج آنالیز حساسیت ناشی از حذف هر

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

یک از متغیرها، بیان می‌دارد: حذف درآمد سرانه در بعد اقتصادی، شاخص آموزش در بعد اجتماعی و شدت کربن در بعد زیست محیطی، بیشترین تأثیر را در مقادیر شاخص هدف و رتبه‌بندی کشورها ایجاد می‌نماید.

همچنین برتری کشور آلمان بر کشورهای مورد بررسی، به‌گونه‌ای می‌باشد که حذف هیچ متغیری، نمی‌تواند رتبه اول بودن این کشور را تحت تأثیر قرار دهد. ایران نیز بدترین وضعیت در تحقق توسعه پایدار را داشته و حذف نرخ بیکاری، می‌تواند ۲ رتبه و حذف متغیرهای سهم سرمایه خارجی از تولید، شدت کربن و شدت مصرف انرژی، می‌تواند ۱ رتبه جایگاه ایران را در بین ۸ کشور ارتقاء دهد. به عبارت دیگر، عملکرد بسیار بد ایران در این چهار شاخص، سبب شده تا رتبه آخر نصیب این کشور گردد.

در مرحله بعد، آنالیز حساسیت حذف هر یک از ابعاد سه گانه در سطح پویا برای تمامی کشورهای گروه اول و دوم با استفاده از رویکرد نرمال استاندارد، انجام و تغییرات مقادیر $SDI_{\mathrm{Z-Score}}$ و رتبه-بندی کشورها در نتیجه حذف هر یک از بعدها (۳ حالت)، به تفکیک مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس میانگین حالات سه‌گانه با حالت استاندارد محاسبه $SDI_{\mathrm{Z-Score}}$ براساس سه بعد، مورد مقایسه قرار می‌گیرد. مسلماً هر یک از ابعاد، نقش قابل ملاحظه‌ای در شاخص ترکیبی هدف داشته و کنار گذاشتن هر بعد، می‌تواند مقادیر شاخص هدف و رتبه‌بندی کشورها را با شدت بیشتری تحت تأثیر قرار دهد. در این خصوص، نتایج آنالیز حساسیت ناشی از حذف هر یک از بعدها، نشان می‌دهد که تغییر نتایج مقداری و رتبه‌بندی کشور در این قسمت در مقایسه با قسمت قبل، محسوس‌تر می‌باشد. همچنین کنار گذاشتن بعد زیست محیطی، جایگاه کشورهای آمریکا و ژاپن را به شدت تنزل داده و چین (دومین اقتصاد بزرگ جهان) را به رتبه دوم ارتقاء می‌دهد. لذا حذف بعد زیست محیطی، بیشترین تأثیر در مقادیر شاخص هدف و رتبه‌بندی کشورها را در پی دارد که محور اصلی توسعه پایدار می‌باشد.

برای محاسبه سهم هر متغیر در شاخص توسعه پایدار مطابق نتیجه پژوهش کارانویچ و کارانویچ[1] (۲۰۱۵)، از روابط ۴۱ الی ۴۵ استفاده شده است. مطابق رابطه (۴۱)، شاخص ترکیبی هدف، از مجموع معیارهای رفع مقیاس شده تشکیل شده که با امید ریاضی گرفتن از طرفین معادلات خواهیم داشت:

$$SDI_{\mathrm{Z-Score}} = \sum_{j=1}^{n} z_j \,, \quad \mathrm{n}=12 \qquad (۴۱)$$

$$E(SDI_{\mathrm{Z-Score}}) = \sum_{j=1}^{n} E(z_j) \qquad (۴۲)$$

مطابق رابطه (۴۳)، انحراف معیار شاخص ترکیبی هدف، مساوی است با همبستگی شاخص هدف و هر یک از متغیرها ضرب‌در انحراف معیار متغیرها.

$$S_{SDI_{\mathrm{Z-Score}}} = \sum_{j=1}^{n} corr\left(z_j,\ SDI_{\mathrm{Z-Score}}\right) \times S_{z_j} \qquad (۴۳)$$

1. Karanovic & Karanovic (2015)

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

با جابه‌جایی و جایگذاری روابط، نهایتاً شاخص سهم هر متغیر از نوسانات شاخص ترکیبی (VC_j) با استفاده از روابط ذیل، حاصل می‌گردد:

$$GC_j = \frac{E(z_j)}{E(SDI_{\text{Z-Score}})} \quad (۴۴)$$

$$VC_j = \left\{ \frac{corr(z_j,\ SDI_{\text{Z-Score}}) \times S_{z_j}}{S_{SDI_{\text{Z-Score}}}} \right\} \quad (۴۵)$$

نتایج محاسبه سهم متغیرها در رویکرد نرمال استاندارد با استفاده از رابطه (۴۵)، در جدول (۶) گزارش شده است. در صورتی که سهم متغیرها قبل از رفع مقیاس محاسبه گردد، نتایج گمراه کننده‌ای حاصل می‌شود که در جدول مذکور در ستون VC اولیه، نمایش داده شده است. محاسبه سهم استاندارد شده هر متغیر، نشان می‌دهد که به‌ترتیب، شاخص امید به زندگی، درآمد سرانه، شاخص آموزش و تخریب منابع طبیعی، بیشترین تأثیر را در نوسانات شاخص ترکیبی هدف دارا می‌باشند (سهم شاخص امید به زندگی در نوسانات شاخص توسعه پایدار، ۲/۲۹ درصد می‌باشد).

جدول ۶: سهم متغیرها در نوسانات شاخص توسعه پایدار در رویکرد مبتنی بر نرمال استاندارد

رتبه هر شاخص	سهم استاندارد شده هر متغیر	VC اولیه	انحراف معیار استاندارد شده هر متغیر	انحراف معیار هر متغییر (قبل از رفع مقیاس)	انحراف معیار شاخص هدف	همبستگی با شاخص هدف	شاخص
۱	۲/۲۹	۰/۰۱	۱	۰/۰۰	۰/۳۰	۰/۶۹	Life Expectancy I
۲	۱/۹۲	۸۱۳,۳۳	۱	۶۰۱,۱۷	۰/۳۰	۰/۵۸	GNI/Pop
۳	۱/۷۱	۰/۲۹	۱	۰/۱۷	۰/۳۰	۰/۵۲	Education I
۴	۱/۴۹	۶	۱	۴/۳۰	۰/۳۰	۰/۴۵	NR Depletion/GNI
۵	۱/۴۶	۳۹	۱	۲۶/۶۱	۰/۳۰	۰/۴۴	TES/GDP
۶	۱/۴۵	۴	۱	۲/۶۳	۰/۳۰	۰/۴۴	Unemployment
۷	۱/۳۴	۱۴۹	۱	۱۱۱/۵۳	۰/۳۰	۰/۴۰	Inflation CP
۸	۰/۱۹	۱	۱	۷/۹۰	۰/۳۰	۰/۰۶	GCF/GDP
۹	۱/۱۵	۲	۱	۱/۶۷	۰/۳۰	۰/۳۵	FDI/GDP
۱۰	۰/۴۸	۱۳	۱	۲۷/۴۵	۰/۳۰	۰/۱۵	Self-Employed
۱۱	۰/۳۵	۲	۱	۶/۰۱	۰/۳۰	۰/۱۱	Co2 emissions/TES
۱۲	۰/۲۲	۴	۱	۱۹/۹۵	۰/۳۰	۰/۰۷	Trade/GDP
-	۱/۱۷	۸۳۶,۲	۱	۴۸۴/۱۳,۱	۰/۳۰	۰/۳۵	میانگین حالات ۱۲ گانه
-	۱۴/۰۵	۰۳۵,۳۴	۱۲	۸۰۹/۵۵,۱۷	۳/۶۲	۴/۲۴	مجموع حالات

منبع: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

۵. بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر، تأثیر پرداخت یارانه مستقیم به بخش انرژی (به‌عنوان یک نهاد استراتژیک و تأثیرگذار بر کلیه فعالیت‌های تولیدی و خدماتی) بر تحقق توسعه پایدار در کشورهای گروه اول (۵ رتبه اول جهان در پرداخت یارانه به بخش انرژی در ۱۱ سال اخیر) و دوم (چهار اقتصاد بزرگ جهان)، بررسی شده است. ابتدا کشورها براساس میزان تحقق توسعه پایدار در سطح ایستا رتبه‌بندی و مورد پردازش قرار گرفتند. نتایج حاصله، بیانگر احتمال صحت سه استنباط (۱- ارتباط ضعیف بین پرداخت یارانه انرژی و تحقق توسعه پایدار یا ۲- ضعف رویکرد ماکس- مین در برآورد میزان تحقق توسعه پایدار در کشورها و یا ۳- ایراد در رتبه‌بندی کشورها براساس نتایج سطح ایستا)، بود.

با تکرار محاسبات در سطح پویا و استفاده از ۶ رویکرد دیگر، استنباط‌های ۱ و ۲ فوق، مردود شده و تبیین گردید که محاسبات در سطح ایستا، به‌رغم درستی در برآورد روند تحقق توسعه پایدار در کشور مورد بررسی، قابلیت مقایسه عملکرد کشورها را با یکدیگر ندارد. به‌عنوان نمونه: حداکثر میزان درآمد سرانه در بازه ۳۱ ساله مورد بررسی، در چین با ۱۰۳۹۳ و ایران با ۵۶۲۴ دلار، بعد از رفع مقیاس در رویکرد ماکس- مین معادل یک قرار می‌گیرند. این در حالی است که حداقل مقدار درآمد سرانه در کشورهای آمریکا با ۳۹۴۱۳، آلمان با ۲۹۹۵۱ و ژاپن با ۲۸۳۹۳ دلار، بعد از رفع مقیاس در این رویکرد، معادل صفر امتیاز می‌گیرند.

این امر، باعث ناکارآمدی شاخص ترکیبی محاسبه شده برای مقایسه عملکرد کشورها با یکدیگر می‌شود. لذا شاخص محاسبه شده در سطح ایستا، صرفاً برای تحلیل روند نوسانی توسعه پایدار در هر کشور و تأثیر پذیری از عوامل داخلی و بیرون مورد اشاره در یافته‌های مطالعه، قابلیت استفاده را دارند، ولیکن در سطح پویا، علاوه بر امکان بررسی روند نوسانی و تأثیرپذیری از عوامل داخلی و بیرون، مقادیر محاسبه شده برای تحقق توسعه پایدار، قابلیت مقایسه بین کشوری را نیز دارا می‌باشند.

بر این اساس، محاسبات در سطح پویا با بهره‌گیری از ۵ تکنیک وزن‌دهی در قالب ۷ رویکرد مندرج در جدول (۲)، تداوم یافتند. بررسی نتایج محاسبات مطالعه حاضر، نشان می‌دهد که بحران کرونا در بین عوامل داخلی و بیرونی، به‌صورت گسترده در تمامی کشورها، بیشترین آثار تخریبی را بر شاخص توسعه پایدار ایجاد نموده و پس از آن، رکود عمیق مالی ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲ به‌عنوان دومین عامل سراسری تأثیرگذار بوده است.

بحران کرونا با ماهیتی برون‌نگر، ویژگی‌های متمایزی با بحران‌های مالی سیستماتیک جهانی ماقبل با ماهیتی درونزا دارد. رکود عمیق ۲۰۰۸ درنتیجه عواملی درونزا همانند: محصولات اعتباری ساختاری ضعیف ارزیابی شده، توهم سرمایه بانکی، تقسیم بندی مقررات، داوری نظارتی گسترده و بدهی‌های خارج از ترازنامه ایجاد شده که در حقیقت ناشی از ضعف سیستم مالی حاکم قلمداد می‌شد. بر این اساس، عامل اصلی بحران ۲۰۰۸ از نوع کمبود نقدینگی بوده و راهکار مناسب مقابله با آن نیز تزریق متناسب نقدینگی می‌باشد. این در حالی است که بحران کرونا، ناشی از ضعف سیستم

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

مالی نبوده و اصلاحات و راه‌حل‌هایی که بر محور سیستم مالی متمرکز باشند، نمی‌توانند به تنهایی راهگشا باشند.

بر این اساس، بحران کرونا با انجماد فعالیت‌های اقتصادی، باعث کاهش شدید تولید و سرمایه-گذاری در اقتصاد شده و بیکاری گسترده‌ای را به دنبال داشته است. از طرفی نیز بسته‌ها و کمک‌های حمایتی دولت‌ها نیز چیزی جز افزایش کاذب تقاضا و تشدید تورم را به‌صورت همزمان ایجاد ننموده است. بر این اساس، اکثریت متغیرها طی سال‌های ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۰ با شدت بیشتری نسبت به بحران کرونا (در مقایسه رکود ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲)، عکس‌العمل منفی نشان داده و در صورت حذف متغیرهایی با روند عمومی مثبت همانند: شاخص آموزش، شاخص امید به زندگی و ...، شاخص ترکیبی هدف، می‌توانست با شدت بیشتری به حداقل مقدار شاخص توسعه پایدار در کل دوره ۳۱ ساله مورد مطالعه نزدیک شود.

نتایج حاصله با نتایج مطالعه سخائی و همکاران (۱۳۹۹) و تحلیل‌های اقتصادی صندوق بین‌المللی پول[1](۲۰۲۲)، همخوانی دارد. همچنین نتایج حاصل از رتبه‌بندی کشورها براساس رویکردهای هفتگانه مندرج در جدول (۵)، به‌رغم بهبود قابل ملاحظه و قابل قبول در نتایج حاصله، با شدت و ضعف‌هایی همراه می‌باشد.

رویکرد تاپسیس، با کمترین همبستگی مقداری و رتبه‌ای، بیشترین اختلاف در رتبه‌بندی کشورها را با سایر رویکردهای مطالعاتی دارا می‌باشد. پس از آن، دقت اندازه‌گیری رویکرد ویکر به اندازه یک درصد کمتر از رویکرد ماکس- مین بوده، ولیکن دقت محاسبات در سایر رویکردها به‌شدت بالا می-باشد.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که علت اصلی ضعف در رتبه‌بندی در رویکردهای تاپسیس و ویکر برای مطالعات سری‌های زمانی، تفاوت تکنیک عملکردی آنها در مواجه با معیارهای منفی می‌باشد. در کلیه رویکردهای مطالعاتی بجز تاپسیس و ویکر، متغیر با تأثیر منفی، از مطالعه کنار گذاشته شده و متغیر جایگزینی که معکوس آن برای تک‌تک داده‌های سری زمانی تعریف شده، وارد مطالعه می‌شود. این در حالی است که در رویکردهای تاپسیس و ویکر، معیارها با تأثیر منفی عیناً در مطالعه باقی می‌مانند و صرفاً فواصل از مقادیر مطلوب و نامطلوب در تاپسیس و مقادیر سودمندی و تأسف در ویکر اندازه-گیری می‌شود. لذا این رویکردها در مطالعات با سری‌های زمانی، نسبت به رویکردهایی که برای تک تک متغیرها، متغیر جایگزین وارد می‌کنند، قابلیت پایین‌تری دارند.

با وجود اینکه در رتبه‌بندی حاصل از برخی رویکردها، شدت و ضعف‌هایی وجود دارد، آیا می‌توان درخصوص درستی نتایج و تأیید/رد فرضیات تحقیق، اظهار نظر نمود؟ برای پاسخ به این سؤال، ابتدا تجربیات مشابه در مطالعات اخیر واکاوی گردیده و سپس جمع‌بندی نظرات انجام می‌پذیرد. رتبه‌بندی نهایی ۸ گزینه حاصل از دو رویکرد تاپسیس و ویکر، در مطالعه پاریتوش و همکاران[2](۲۰۱۹)، تناقضات

1. IMF (2022)
2. Paritosh *et al*. (2019)

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]
[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

اساسی با هم داشتند؛ به‌طوری‌که گزینه‌ای که در رتبه‌بندی بر مبنای تاپسیس اول بوده، در رتبه‌بندی بر اساس ویکر، گزینه آخر را کسب نمود.

در این مطالعه، انتخاب آخر تاپسیس، انتخاب دوم ویکر بوده و انتخاب اول ویکر، انتخاب سوم تاپسیس قرار گرفته بود. در تفسیر نتایج پاریتوش و همکاران، بیان می‌شود که رویکرد ویکر به‌عنوان روش برنامه‌ریزی سازشی، توانایی بالاتری نسبت به تاپسیس در انتخاب بهترین گزینه ممکن را دارا می‌باشد. در مطالعه حاضر نیز دقت اندازه‌گیری در رویکرد ویکر بالاتر، از تاپسیس بوده و همچنین نتایج ویکر، به انتخاب آلمان به‌عنوان گزینه نهایی منجر شده که براساس تمامی رویکردها نیز انتخاب بهینه می‌باشد، و لذا تحلیل‌های بیان شده، درخصوص نتایج مطالعه پیش‌رو نیز صادق می‌باشند.

مطالعه دی‌مانتیس و همکاران[1] (۲۰۲۱)، از تغییر در تکنیک‌های وزن‌دهی جهت آنالیز حساسیت و تجمیع رتبه‌بندی ناشی از تغییرات ایجاد شده در رتبه‌بندی‌ها، از طریق محاسبه متوسط تغییرات ایجاد شده در رتبه‌بندی‌ها، استفاده می‌نماید. این تکنیک پژوهشی نیز در مطالعه حاضر به‌طور کامل پیاده‌سازی شده است، چراکه ۵ تکنیک وزن‌دهی متفاوت در کنار ۶ تکنیک رفع مقیاس متفاوت در قالب ۷ رویکرد مطالعاتی، مورد استفاده قرار گرفته و در صورتی که متوسط تغییرات ایجاد شده در رتبه‌بندی‌ها را ملاک نتیجه‌گیری قرار دهیم، با استفاده از رابطه ذیل، می‌توان متوسط رتبه‌بندی کلی را استنباط نمود:

$$Rank^* = \frac{\sum_{i=1}^{q} Rank_i}{q}, \quad q = 7 \qquad (۴۶)$$

در فرمول فوق، q به تعداد رتبه‌بندی‌ها اشاره دارد که در مطالعه پیش‌رو ۷ رویکرد، اقدام به ۷ نوع رتبه‌بندی متفاوت نموده است. به‌وضوح مشخص بوده که با اعمال این فرمول در نتایج رتبه‌بندی مندرج در جدول (۵)، خواهیم داشت: کشورهای آلمان، آمریکا، ژاپن، چین، هندوستان، عربستان، روسیه و ایران، به‌ترتیب، رتبه‌های اول تا آخر را در تحقق توسعه پایدار کسب می‌نمایند و به‌عبارت دیگر، هر سه فرضیه تحقیق (۱ تا ۳)، مورد تأیید قرار می‌گیرند.

نهایتاً، میچ و فیگن آنتون[2] (۲۰۲۱) در مواجهه با رتبه‌بندی‌های متفاوت ناشی از رویکردهای مختلف، بیان می‌دارند که رتبه نهایی هر گزینه می‌باید از بیشترین تکرار آن رتبه در رویکردهای متفاوت انتخاب شود. این مطالعه از سه رویکرد جهت رتبه‌بندی چهار گزینه، استفاده نموده و گزینه چهارم که در رویکرد تاپسیس و MOORA[3]، گزینه اول و در رویکرد WASPAS، گزینه دوم بود، به‌علت بیشترین تکرار، به‌عنوان گزینه بهینه و نهایی انتخاب شد.

در صورتی که بیشترین تکرار رتبه را ملاک انتخاب نهایی در جدول (۵) مطالعه حاضر قرار دهیم، عیناً نتایج فوق‌الذکر تکرار شده و کلیه فرضیات ۱ تا ۳ نیز تأیید می‌شوند. لذا با استفاده از تجربه

1. De Montis *et al*. (2021)
2. Miç & Figen Antmen (2021)
3. Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis
(بهینه‌سازی چند هدفه براساس تحلیل نسبت)

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]
[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

مطالعاتی دی‌مانتیس و همکاران مبنی بر محاسبه متوسط رتبه‌ها و تجربه مطالعاتی میچ و فیگن آنتون مبنی بر ملاک قرار گرفتن بیشترین تکرار رتبه در رویکردهای مختلف، کلیه فرضیات، مورد تأیید قرار گرفته و رتبه‌بندی کشورها هیچ تغییری نمی‌نمایند. در صورتی که آنالیز حساسیت را در رویکردها انجام دهیم، یعنی تأثیر حذف هر رویکرد را بر رتبه‌بندی نهایی کشورها ارزیابی نماییم، بر اساس تجربیات فوق، هیچ تغییری در نتیجه نهایی رتبه‌بندی ایجاد نمی‌شود که برای کاهش حجم محتوای مقاله، از ارائه این محاسبات پرهیز گردیده است.

پیشنهاد اصلی مستخرج از نتایج تحقیقات، ضرورت برنامه‌ریزی برای حذف یارانه‌های انرژی در کشور مطابق سیاست‌گذاری بین‌المللی از سال ۲۰۱۵ می‌باشد؛ ولیکن مطابق نتایج مطالعه محمدی-پور و همکاران(۱۴۰۰)، حذف یارانه‌های انرژی و اصلاح قیمت حامل‌های انرژی، آثار مخرب بسیار گسترده و ماندگار (طولانی مدت) بر متغیرهای اقتصاد کلان ایجاد می‌نماید. از طرفی نیز مطابق نظر تیلر[1](۲۰۲۰)، بر اساس نقشه راه طراحی شده توسط آژانس بین‌المللی انرژی‌های تجدید پذیر[2]، اولاً، سیاست‌گذاری در مسیر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، هسته‌ای و ...، و برنامه ریزی برای کاهش یارانه‌های سوخت‌های فسیلی در قالب دو محور (تا سال ۲۰۳۰ و تا سال ۲۰۵۰) مشخص گردیده و ثانیاً، مسیر ویژه‌ای برای مدیریت و حرکت از یارانه‌های مضر به محیط زیست و توسعه پایدار به نوع یارانه‌های سازگار با محیط زیست تا سال ۲۰۵۰ ترسیم شده است.

لذا با توجه به آثار مخرب یاد شده، اولاً، پیشنهاد می‌گردد که کلیه اصلاحات و حذف یارانه‌های انرژی در قالب برنامه جامع، ضابطه‌مند، تدریجی و همراه با نقش باز توزیعی قوی دولت انجام شود. ثانیاً، کلیه این اقدامات می‌باید هم‌راستا و مطابق با برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری جهانی و با در نظر گرفتن نقشه راه فوق صورت پذیرد.

همچنین طبق نتایج مطالعه پیش‌رو، پیشنهاد می‌نماید تا در طراحی مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، زمانی‌که داده‌های پژوهشی از نوع سری‌های زمانی می‌باشند، رویکردهای نرمال استاندارد، ماکس-مین، مک‌گراناهان، امتیاز دهی EJ و گاتمن، با جایگزینی متغیر متضاد برای تک تک داده‌های سری زمانی، عملکرد بهتری دارند و بر آنها تأکید بیشتری می‌رود؛ ولیکن، زمانی‌که داده‌های پژوهشی از نوع غیر از سری‌های زمانی باشند، عملکرد رویکردهای تاپسیس و ویکر، با ساده‌سازی روابط پیچیده بهینه بوده و بیشتر توصیه می‌شوند.

1. Taylor (2020)
2. REmap (Renewable Energy roadmap analysis) by IRENA (International Renewable Energy Agency)

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

Refrences

Aghili, S. A. H., Golmohammadi, M. H., & Nikouei, A. (2021). "Evaluation of Resources Sustainability Indexes in Water-Food-Energy Nexus through Developing and Analysing the Management Scenarios with Respect to Virtual Water Content; Case Study: Lenjanat Sub-Basin". Iran-Water Resources Research, **16**(4): 77-97 (in Persian).

Alfaro, L., Auerbach, A., Cárdenas. M., Ito, T., Kalemli-Özcan, S., & Sandefur, J. (2021). "Doing Business: External Panel Review-Final Report". World Bank Group, International Bank for Reconstruction and Development: 1-84.

Alidrisi, Hisham. (2021). "An Innovative Job Evaluation Approach Using the VIKOR Algorithm". Journal of Risk and Financial Management, MDPI, **14**, 271: 1-19.

Amirkhanlou, M. (2017). "Examining current issues of Iran's economy". Center for Economic Research and Surveys, Vice President of Economics, Chamber of Commerce, Industries and Mines and Agriculture of Iran, Tehran: 1-75 (in Persian).

Bagheri, K. & Papi, S. (2017). "Determining the Level of Ownership of Iran's Provinces based on Housing Indicators in Urban Areas". Quarterly Journal of Geography and Urban Planning, **10**(36): 137-164 (in Persian).

Bagherirad, N., & Behnamian, J. (2019). "Supplier Selection Using Fuzzy ANP-DEMATEL-VIKOR Hybrid Approach". Journal of Modeling in Engineering, **18**(60): 87-105 (in Persian).

Biggeri, M., & Mauro, V. (2018). "Towards a more 'Sustainable' Human Development Index: Integrating the Environment and Freedom". Ecological Indicators, 91: 220-231.

De Montis, A., Serra, V., Calia, G., Trogu, D., & Ledda, A. (2021). "To Weight or Not to Weight, That Is the Question: The Design of a Composite Indicator of Landscape Fragmentation". Applied Sciences, MDPI, 11, 3208: 1-27.

Gershasbi, A. R., & Yousefi Dindarlou, M. (2015). "Investigating the Effects of International Sanctions on Iran's Macroeconomic Variables". Economic Modeling Research Quarterly, 25: 129-182 (in Persian).

Ghafarid, M., Rahmati, A., & Yousefzai, D. (2019). "Examining the Combined Performance Index of Iran's Ethical Markets among Selected Countries (AHP-TOPSIS Integrated Model Approach)" . Scientific Quarterly Journal of Islamic Economics and Banking, 31: 49-68 (in Persian).

Ghaffari Gilandeh, A., Hashemi Masoomabad, R., Mostafapour, M., & Nikfal Moghanloo, S. (2019)."Evaluating the Spatial Distribution of Neighborhood Parks and Presenting the Optimal Site Selection Model Using VIKOR Method (Case Study: Ardabil City)". J. Env. Sci. Tech., **21**(5): 247-261 (in Persian).

Greco, S., Ehrgott, M., & Figueira, J. (2016). *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. Springer-Verlag, New York, 233, ISBN: 978-1-4939-3093-7.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

Greco, S., Ishizaka, A., Tasiou, M., & Torrisi, G. (2019). "On the Methodological Framework of Composite Indices: A Review of the Issues of Weighting, Aggregation, and Robustness". Soc Indic Res, 141: 61-94.

Gunnarsdottira, I., Davidsdottir, B., Worrell, E., & Sigurgeirsdottir, S. (2021). "Sustainable Energy Development: History of the Concept and Emerging Themes". Renewable and Sustainable Energy Reviews, 141, 110770: 1-18.

Haddad, A. N., Da Costa, B. B. F., De Andrade, L.S., Hammad, A., & Soares, C. A. P. (2021). "Application of Fuzzy-TOPSIS Method in Supporting Supplier Selection with Focus on HSE Criteria: A Case Study in the Oil and Gas Industry". Infrastructures, MDPI, **6**, 105: 1-16.

HDRO. (2021). "Human Development Data Center: HDRO Calculations". The Human Development Report Office (HDRO), United Nations Development Programme, Download date from the database: 08/14/2021.

Hijazi, M., Roustaii, S., Fakhri, S., & Heydari, Z. (2022). "Evaluation of the Geomorphological Capabilities of the Border Areas of Kermanshah Province with a Passive Defense Approach". Quantitative Geomorphological Research Quarterly, **9**(4): 186-202 (in Persian).

IEA. (2020). "Database: CO_2 Emissions from Fuel Combustion-Highlights". International Energy Agency, Statistics and Full Analysis of Emissions Stemming from Energy Use, IEA Publications.

IEA. (From 2010 to 2021). "International Energy Agency Fossil-Fuel Subsidies Report". World Energy Outlook Team, World Energy Outlook, According to annual reports published from 2010 to 2021.

ILO. (2021). "International Labour Organization: ILOSTAT Database". Free and Open Access to Labour Statistics, ILO Modelled Estimates and Projections, Data retrieved on June 15, 2021.

IMF. (2021). "IMF Data: Access to Macroeconomic & Financial Data". International Financial Statistics and Balance of Payments databases, International Monetary Fund, Latest Update Date: 11/29/2021.

IMF. (2022). "World Economic Outlook- Update: Rising Caseloads, a Disrupted Recovery, and Higher Inflation". International Monetary Fund, According to the versions published in the years 2020 to 2022.

Islam, R. (2017). "Factors Affecting Per Capita GDP in Bangladesh: An Econometric Analysis". IOSR Journal of Economics and Finance, **10**, 19: 66-70.

Jafari, A., Saremi, H., & Baghdadi, A. (2020). "Investigating and Explaining the Justice-oriented Model in Smartening New Urban Development with a Mathematical Approach and McGranahan Method: A Case Study on the Abdul Azim Shrine Privacy". International Journal of Nonlinear Analysis and Applications, 11, Special Issue: 445-463.

Kachi, A., Mooldijk, S., & Dransfeld, B. (2020). "Indicators for Sustainable development under Article 6 of the Paris Agreement Final report". Ressort for schungs plan of the Federal Ministry for the Enviroment, Nature Conservation and Nuclear Safety, German Environment Agency, Climate Change 47/2020: 1-50.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

Karanovic, G., & Karanovic, B. (2015). "Developing an Aggregate Index for Measuring Financial Stability in the Balkans". Procedia Economics and Finance, 33: 3-17.

Lind´en, D., Cinelli, M., Spada, M., Becker, W., Gasser, P., & Burgherr, P. (2021). "A Framework based on Statistical Analysis and Stakeholders' Preferences to Inform Weighting in Composite Indicators". Environmental Modelling and Software, 145, 105208: 1-16.

Martínez, P. F., De Castro-Pardo, M., Barroso, V. M., & Azevedo, J. C. (2020). "Assessing Sustainable Rural Development Based on Ecosystem Services Vulnerability". Land, MDPI, **9**, 222: 1-23.

Mauro, V., Giusti, C., Marchetti, S., & Pratesi, M. (2021). "Does Uncertainty in Single Indicators Affect the Reliability of Composite Indexes? An Application to the Measurement of Environmental Performances of Italian Regions". Ecological Indicators, 127, 107740: 1-8.

Merrill, L., Bridle, R., Klimscheffskij, M. *et al*. (2017). "Making the Switch: From Fossil Fuel Subsidies to Sustainable Energy". Nordic Council of Ministers, Nordic co-operation, TemaNord 2017:537, Rosendahls, Denmark: 1-81.

Miç, P., & Figen Antmen, Z. (2021). "A Decision-Making Model Based on TOPSIS, WASPAS, and MULTIMOORA Methods for University Location Selection Problem". SAGE Open, 10: 1-18.

Mirsondosi, Z., & Aminzadeh, B. (2020)."Regional Equilibrium Analysis Based on the Combined Indices of Core-Periphery Theory and Sustainable Tourism (Case Study of Khorasan-e-Razavi Province)" . Hoviat Shahr, **14**(43): 89-102 (in Persian).

Mohammadipour, A. (2022). "Investigating the Dimensions of Economic Development in Iran Based on Designing Composite Indicators (CIs)". The Quarterly Journal of Economic Growth and Development Research, **12**(48): in paging for publication (in Persian).

Mohammadipour, A., Salmanpourzonouz, A., & Fakhrhosseini, S. F. (2022). "The Effect of Energy Price Shocks on Iran's Oil-centric Economy base on New-Keynesian Modeling Method and Using Dynamic Stochastic General Equilibrium Equations". Quarterly Journal of Financial Economics, **15**(57): 129-164 (in Persian).

Nan Wang, C., Dang, T. T., Tibo, H., & Duong, D. H. (2021). "Assessing Renewable Energy Production Capabilities Using DEA Window and Fuzzy TOPSIS Model". Symmetry, MDPI, **13**, 334: 1-20.

Natural Resource Governance Institute. (2021). "WGI: Worldwide Governance Indicators". Data Bank, Worldwide Governance Indicators, World Bank Development Research Group (Produced by Kaufmann and Kraay).

Omri, A., & Ben Mabrouk, N. (2020). "Good Governance for Sustainable Development Goals: Getting ahead of the Pack or Falling Behind?. Environmental Impact Assessment Review, 83, 106388: 1-14.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

Otoiu, A., & Gradinaru, G. (2018). "Proposing a Composite Environmental Index to Account for the Actual State and Changes in Environmental Dimensions, as a Critique to EPI". Ecological Indicators, 93: 1209-1221.

Paritosh, K., Pareek, N., Chawade, A., & Vivekanand, V. (2019). "Prioritization of Solid Concentration and Temperature for Solid State Anaerobic Digestion of Pearl Millet Straw Employing Multi-Criteria Assessment Tool". Scientific Reports, 9, 11902: 1-11.

Pendar, M., Pouryegan, M., Bahrami, S., & Pourasghar Sangachin, F. (2020). "Surveying and Ranking of Deprivation Northern Provinces of Iran". Journal of Regional Planning, **10**(38): 19-32 (in Persian).

Pichon, E., Widuto, A., Dobreva, A., & Jensen, L. (2021). "Ten Composite Indices for Policy-Making: In Depth Analysis". European Parliamentary Research Service (EPRS), PE 696. 203: 1-25.

Ramzy, O., El Bedawy, R., Anwar, M., & Eldahan, O. H. (2019). "Sustainable Development & Good Governance". European Journal of Sustainable Development, **8**(2): 125-141.

Sachs, J. D., Kroll, C., Lafortune, G., Fuller, G., & Woelm, F. (2021). *Sustainable Development Report: The Decade of Action for the Sustainable Development Goals-incudes the SDG index and Dashboards*. Cambridge University Press, University Printing House, United Kingdom, First published: 1-505.

Sadeghi,Z., Rezaee Jafari, M., & Ghasemi Nejad, A. (2020). "Investigating the Pollution of Renewable Power Plants with AHP, TOPSIS and VIKOR Analysis Approach". J. Env. Sci. Tech., **22**(8): 45-58 (in Persian).

Sakhai, E., Khorsandi, M., Mohammadi, T., & Arbab, H. (2019). "Investigating the Effects of the Shock Caused by the Corona Virus on Iran's Economy: The Application of the Global Vector Autoregression Model". Economics and Modeling Quarterly, Shahid Beheshti University, **11**(2): 125-153 (in Persian).

Sani Heidary, A., Daneshvar Kakhki, M., Shahnoushi, N., & Sabouhi Sabouni, M. (2020). "Analysis of the Effect of Microcredit on Rural Sustainable Development Components: Application of Propensity Score Regression Approach and Bootstrap Algorithm". Agricultural Economics, 14(1): 51-93 (in Persian).

Sepahund, R., Sayeh Miri, A., & Shirkhani, A. (2021). "The Effect of Economic Complexity on Environmental Performance in MENA Countries". The Quarterly Journal of Economic Research (QJER), **21**(3): 177-208 (in Persian).

Su, L., Wang, T., Li, H., Cao, Y., & Wang, L. (2020). "Multi-Criteria Decision Making for Identification of Unbalanced Bidding". Journal of Civil Engineering and Management, **26**(1): 43-52.

UNDP. (2020). "Human Development Report 2020-The Next Frontier: Human Development and the Anthropocene". United Nations Development Programme, New York, USA: 1-397.

UNECE. (2019). "Guidelines on producing leading, composite and sentiment indicators". United Nations Economic Commission for Europe, Geneva: United Nations: 1-125.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

Taylor, Michael. (2020). "Energy subsidies: Evolution in the global energy transformation to 2050". IRENA, Abu Dhabi: 1-62.

Thuy Duong, T. T., & Xuan Thao, N. (2021). "TOPSIS Model based on Entropy and Similarity Measure for Market Segment Selection and Evaluation". Asian Journal of Economics and Banking, **5**(2): 194-203.

Tolliver, C., Ryota Keeley, A., & Managi, S. (2019). "Green Bonds for the Paris Agreement and Sustainable Development Goals". Environmental Research Letters, IOP Publishing Ltd, 14, 064009: 1-14.

Wang, Y., Chardonnet, J.R., & Merienne, F. (2021). "Enhanced Cognitive Workload Evaluation in 3D Immersive Environments with TOPSIS Model". International Journal of Human-Computer Studies, Elsevier, 147, 102572: 1-13.

WB. (2020). "Doing Business 2020: Comparing Business Regulation in 190 Economies". World Bank Group, International Bank for Reconstruction and Development, The World Bank: 1-136.

WDI. (2021). "Data Bank: World Development Indicators". World Bank Group, International Bank for Reconstruction and Development, Under the Access to Information Classification Policy, Last Updated: 11/23/2021.

Zahiri, M., Zaianderoodi, M., & Jalaee, S. A. (2021). "Investigating the Effect of Good Governance Dimensions on the Sustainable Development Index of Iran". Macroeconomics Research Letter, **15**(30): 210-231 (in Persian).

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

Quarterly Journal of The Economic Research (Sustainable Growth and Development)
Original Research Article/ Vol.22, No.4, Winter 2022, P:1-40.

Investigating the Effects of Energy Subsidies on Achieving Sustainable Development using Multiple Attribute Decision Making (MADM) Models and TOPSIS & VIKOR Evaluation Methods - Case Study of Iran, China, India, Saudi Arabia, Russia, Germany, USA and Japan

Ali Mohammadipour [1]

Received: 28-12-2021 Accepted: 23-02-2022

Introduction

Considering the international policy towards sustainable development and conflict of the energy subsidy with the SDG, the present study examines the effects of subsidy on the realization of sustainable development in the selected countries. For this purpose, by designing and constructing a Composite Indicator (CI) for sustainable development, the performance of the top five countries in the world in terms of paying the most energy subsidies (first group), is compared with the performance of the world's large economies in terms of the highest rate of GDP (second group, mainly without paying energy subsidies). The hypotheses of the research are: 1) there is a negative relationship between the rankings of countries in terms of the largest energy subsidies with the ranking based on the realization of sustainable development. 2) the countries of the second group (with the lowest energy subsidies) have on average a better situation in achieving sustainable development compared to the countries of the first group. 3) among the countries of the second group, China has the least realization in sustainable development by paying significant energy subsidies.

Methodology

In the present study, the composite index of sustainable development is investigated using 12 variables in the form of three economic, social and environmental dimensions and based on the design of Multiple Attribute Decision Making (MADM). The targeted CI is calculated using seven approaches: Z-Score, Max-Min, McGranahan, Experts' Judgements Scoring, Guttman, TOPSIS and VIKOR, for selected countries over the period of 1990-2020, and the results are presented and compared at static and dynamic levels. To weight the variables, the same weighting technique, McGranahan, EJ scoring, Guttman and CRITIC (Criteria Importance Through Intercriteria Correlation) are used in the calculations.

Findings

The results of the study indicate the unfavorable situation of Iran in paying energy subsidies (ranked first in the world) and the realization of sustainable development (ranked last among the countries surveyed); Germany, on the other hand, ranks first in the study without paying energy subsidies. Ranking countries at the dynamic level, while eliminating the existing problems at the static level, indicates

1. Assistant Professor, Department of Economics, Tabriz Branch, Payame noor University, Tabriz, Iran and Economics Consultant, Department of Energy, Iranian Association for Energy Economics, Tehran, Iran. Email: Dr.ali.mohammadipour@gmail.com

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

a strong negative relationship between paying energy subsidies and achieving sustainable development. This confirms the first hypothesis of the research. In this regard, the correlation between the average energy subsidy and $\overline{\mathrm{SDI}}_{\mathrm{Max-Min}}$ has been increased to -0.74 and the ranked correlation between $\overline{\mathrm{SDI}}_{\mathrm{Max-Min}}$ and subsidy payment has been improved to -0.85. On the other hand, the average values of sustainable development indicators, with the change of study approach and weighting techniques, have had similar and stable results, which all indicate that the ranking of countries in different situations has become more realistic in the dynamic level compared to the static level. Also, the comparison of the average sustainable development realization in the first and second groups, shows that in terms of quantity and rank, the countries of the second group have a significant advantage over the first group, which means confirming the second hypothesis. And finally, in the ranking based on 7 approaches, China is ranked 4th after Germany, America and Japan in 6 approaches, which means confirming the third hypothesis. The results of sensitivity analysis indicate the high share of life expectancy, per capita income and education index in the targeted CI.

Discussion and Conclusion

Regarding some minor differences in the results of the seven approaches, using De Montis et al. (2021)'s experience based on calculating the average ranks and Miç & Figen Antmen (2021)'s experience based on setting the criterion of the highest repetition of the rank in different approaches, all hypotheses are confirmed and the ranking of the countries does not change. Also, if we perform a sensitivity analysis on the approaches, there will be no change in the final ranking result. The main suggestion derived from the results of the research is the necessity of planning to eliminate energy subsidies in the country in accordance with international policies from 2015. However, according to Mohammadipour et al. (2022), the removal of energy subsidies and the modification of the energy carriers' prices creates very extensive and lasting (long-term) destructive effects on macroeconomic variables. On the other hand, according to Taylor (2020), based on the REmap (Renewable Energy roadmap analysis) by IRENA (International Renewable Energy Agency), firstly, policy development in the direction of renewable energy, nuclear, etc., and planning to reduce fossil fuel subsidies have been identified in the form of two axes (until 2030 and until 2050). And secondly, a special path has been drawn to manage and move from harmful subsidies to the environment and sustainable development to environmentally friendly subsidies until 2050. Therefore, considering the destructive effects of energy subsidies, it is suggested that all reforms and removal of energy subsidies should be carried out in the form of a comprehensive, regulated, gradual program with a strong redistributive role of the government. Secondly, all these actions should be done in line with the global planning and policy and taking into account the REmap. Also, the research results of the study suggest that in the design of MADM models, when the data are of the time series type, Z-Score, Max-Min, McGranahan, Experts' Judgements Scoring and Guttman approaches perform better (and more recommended) by replacing the opposite variable for each time

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]

series data. However, when the data are not in the time series form, the performance of TOPSIS and VIKOR approaches are optimal (and more recommended) by simplifying complex relationships.

Keywords: Multiple Attribute Decision Making (MADM), Energy Subsidy, Sustainable Development Index, TOPSIS Method and VIKOR Approach.
JEL codes: C61, F53, Q56.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1401.22.4.1.2]