

ارزیابی وضعیت ایران از نظر توسعه پایدار در مقایسه با کشورهای مختلف

چکیده

در فرآیند توسعه و رشد اقتصادی نیز همان‌طور که مواردی همچون رشد اقتصادی و توسعه انسانی اهمیت دارند، خروجی‌های نامطلوب همانند آلودگی محیط زیست نیز اهمیت خواهند داشت که با توجه به کاربرد روش DEA، ارائه مدلی بر این اساس که از یک طرف به محاسبه و ارزیابی توسعه پایدار و مقایسه کشورهای مختلف از این نظر پرداخته و از طرف دیگر خروجی‌های نامطلوب را نیز در نظر بگیرد، اهمیت خواهد داشت. از این‌رو در این مطالعه با ارائه یک مدل مبتنی بر DEA با در نظر گرفتن خروجی‌های نامطلوب، به ارزیابی و مقایسه کشورهای مختلف از نظر توسعه پایدار پرداخته شد. در این مطالعه نتایج کارایی برای ۴۲ کشور در حال توسعه و توسعه یافته ارائه شد که تجزیه و تحلیل اطلاعات نیز در نرم‌افزار GAMS انجام گردید. نتایج نشان دادند کشورهای بریتانیا، آلمان، فنلاند، ژاپن، دانمارک، ایالات متحده و کانادا در دوره زمانی مورد نظر کارا بوده و این کارایی را در این دوره حفظ کرده‌اند. کشورهای یاد شده در دوره زمانی مورد نظر از نظر کارایی پایدار بوده و از این‌رو این کشورها کشورهایی با توسعه پایدار معرفی می‌شوند. نتایج بررسی کارایی ایران در مقایسه با کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته نشان داد در هیچ‌کدام از سال‌های مورد بررسی ایران در مرز کارایی قرار نداشته است اما در طول زمان بجز سال ۲۰۲۱ به سمت مرز کارا نزدیک‌تر شده است.

واژگان کلیدی: توسعه پایدار، ستاده مطلوب، ستاده نامطلوب، تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)

مقدمه

از اواسط دهه ۱۹۷۰، مباحث پایداری وارد ادبیات توسعه شد و اولین کاربرد این اصطلاح مربوط به باربارا نسبت داده می‌شود. کمیسیون برانتلند^۱ در سال ۱۹۸۷ توسعه پایدار را به عنوان «توسعه ای که نیازهای نسل حاضر را بدون به خطر انداختن توانایی نسل‌های آینده برای برآوردن نیازهای خود، برآورده می‌کند» تعریف کرد. این تعریف دو مفهوم کلیدی را «نیازها» و محدودیت ظرفیت فن‌آوری مرتبط، و محدوده محیط طبیعی برای برآوردن نیازهای فعلی و آینده را در خود دارد (اولافسون^۲ و همکاران، ۲۰۱۴). از اوایل دهه ۲۰۰۰، به دلیل تقاضای فزاینده برای منابع طبیعی از جمله نفت خام، چوب و فلزات، نگرانی‌های مطرح شده در مورد روش‌های مختلف شرکت‌ها و اقتصادهای نوظهور، نیاز به اندازه‌گیری توسعه پایدار بیش از پیش اهمیت پیدا کرد (تانگ و ژو^۳، ۲۰۱۲؛ ژو^۴ و همکاران، ۲۰۱۸). ارزیابی پایداری به چهار هدف تصمیم‌گیری و مدیریت، حمایت، مشارکت و ایجاد توافق، و تحقیق و تجزیه و تحلیل انجام و در سطوح مختلف ملی، منطقه‌ای یا شهری، صنعتی و شرکتی انجام می‌شود. در ابتدا، این ارزیابی‌ها عمدتاً بر مشکلات پایداری زیست‌محیطی متمرکز بود که فقط ابعاد اقتصادی و زیست‌محیطی را پوشش می‌داد، اما اخیراً این ارزیابی‌ها بر چشم اندازه‌های سود خالص پایدار و مقبولیت قوانین مبادله در بین ابعاد محیطی، اقتصادی و اجتماعی تاکید دارند (گیسون، ۲۰۰۶؛ پوپ^۵ و همکاران، ۲۰۰۴؛ وینفیلد^۶ و همکاران، ۲۰۱۰؛ ژو و همکاران، ۲۰۱۸).

سه دسته از شاخص‌ها و روش‌های به‌منظور ارزیابی پایداری در ادبیات معرفی شده است. یکی از این روش‌ها، تحلیل سیستمی^۷ بوده که در آن هم روابط بین اجزای داخلی سیستم و هم روابط بین اجزای داخلی و محیط خارجی را در نظر گرفته می‌شود. رویکرد دیگر تجزیه و تحلیل جریان^۸ است که پایداری سیستم را از طریق بهره‌وری استفاده از منابع ارزیابی می‌کند. نهایتاً رویکرد سوم محاسبه شاخص‌ها^۹ است که عمدتاً شاخص‌هایی را بر اساس ابعاد محیطی، اقتصادی، اجتماعی و نهادی برای ارزیابی پایداری بدون در نظر گرفتن هر یک از روابط ذکر شده در دو روش قبلی انتخاب می‌کند (بودینی^{۱۰} و همکاران، ۲۰۱۲؛ کمپل و گارمستانی^{۱۱}، ۲۰۱۲؛ اوپو و لیو^{۱۲}، ۲۰۱۲). تحلیل پوششی داده‌ها (DEA^{۱۳}) یکی از روش‌های مبتنی بر محاسبه شاخص برای ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیری با معیارهای عملکرد است. بصورت کلی مدل‌های اولیه در محاسبه عملکرد در روش DEA فقط به خروجی‌های مطلوب ارزش می‌دهند و خروجی‌های نامطلوب را در نظر نمی‌گیرند. ولی چشم‌پوشی از خروجی‌های نامطلوب ممکن است به نتایج گمراه کننده‌ای منتهی شود. بنابراین با توجه به اینکه در مدل‌های DEA به واحدها به دلیل خروجی‌های مطلوب اعتبار داده می‌شود، باید به دلیل تولید خروجی‌های نامطلوب مجازات شوند. در فرآینده توسعه و رشد اقتصادی نیز همان‌طور که مواردی همچون رشد اقتصادی و توسعه انسانی اهمیت دارند، خروجی‌های نامطلوب همانند آلودگی محیط زیست نیز اهمیت خواهند داشت که با توجه به کاربرد روش DEA، ارائه مدلی بر این اساس که از یک طرف به محاسبه و ارزیابی توسعه پایدار و مقایسه کشورهای مختلف از این نظر پرداخته و از طرف دیگر خروجی‌های نامطلوب را نیز در نظر بگیرد، اهمیت خواهد داشت. از این‌رو در این مطالعه با ارائه یک مدل مبتنی بر DEA با در نظر گرفتن خروجی‌های نامطلوب، به ارزیابی و مقایسه کشورهای مختلف از نظر توسعه پایدار پرداخته می‌شود که در این راستا به شش قسمت کلی تقسیم شده است. در قسمت دوم و پس از بیان مقدمه به ارائه مبانی نظری پرداخته شده و در قسمت سوم پیشینه پژوهش ارائه خواهد شد. بخش بعدی

^۱ Bruntland Commission

^۲ Olafsson

^۳ Tang and Zhou

^۴ Zhou

^۵ Pope

^۶ Winfield

^۷ System analysis

^۸ Flow analysis

^۹ indicator enumeration

^{۱۰} Bodini

^{۱۱} Campbell and Garmestani

^{۱۲} Ou and Liu

^{۱۳} Data Envelopment Analysis (DEA)

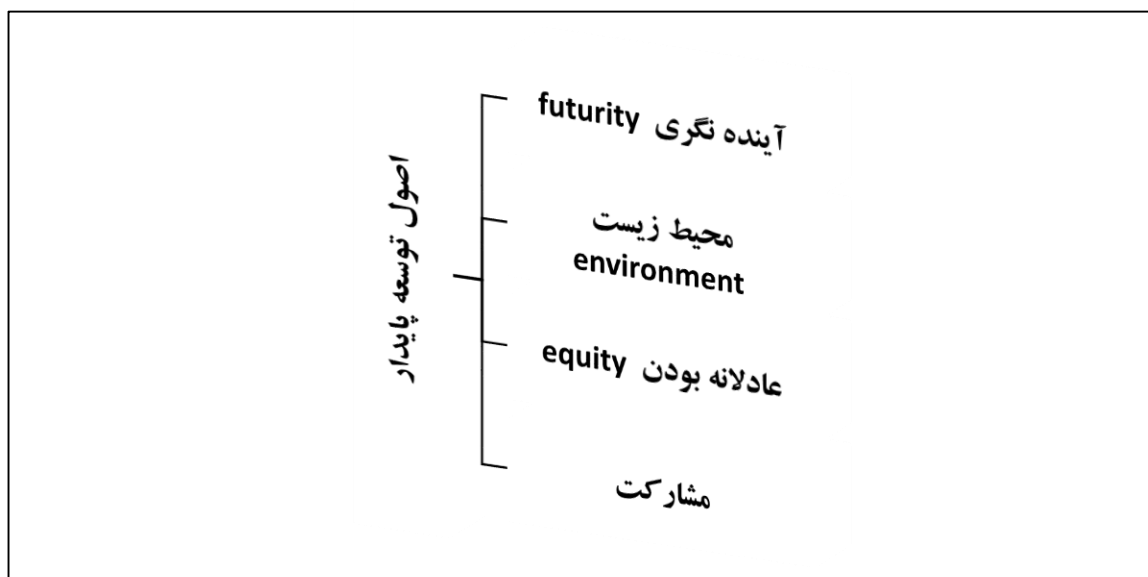
مطالعه به ارائه مدل و توصیف متغیرها پرداخته و در قسمت پنجم نتایج ارائه خواهند شد. بخش ششم و پایانی نیز به ارائه خلاصه و نتیجه‌گیری و پیشنهادهای تحقیق می‌پردازد.

مبانی نظری

اگرچه مفهوم «ماهیت توسعه پایدار» تا حدودی روشن است، اما تفاسیر و تعاریف توسعه پایدار بحث‌های زیادی را به همراه داشته است. ابهام در مفهوم توسعه پایدار از ماهیت دوگانه آن ناشی می‌شود زیرا هم «توسعه» و هم «پایداری» را شامل شده است. در ادبیات اقتصادی و زیست محیطی از دهه ۱۹۷۰، تعاریف متعددی برای توسعه پایدار ارائه شده است. در گزارش کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه (WCED)^۱ یا به عبارت دیگر کمیسیون برانتلند^۲ توسعه پایدار بصورت زیر تعریف می‌شود:

«توسعه پایدار نوعی از توسعه است که نیازهای نسل امروز را بدون به خطر انداختن فرصت‌های تأمین نیازهای نسل‌های آینده تأمین می‌کند. مفهوم توسعه پایدار حیطه مشخصی - نه مطلقاً محدودی - دارد ولی استفاده از منابع موجود تکنولوژیکی و محیط سازمان اجتماعی و ظرفیت جذب اثرات فعالیت‌های انسانی را محدود می‌کند.»

بر اساس این تعریف قبل از اینکه هر کشور و یا جامعه‌ای بتواند به پایداری برسد، بایستی عدالت بین نسلی را تأمین کند. به عبارت دیگر توسعه اجتماعی و اقتصادی باید بصورتی محقق شود که در هر زمان که بر نسل‌های آینده هزینه‌ای تحمیل شود، آثار فعالیت‌های اقتصادی را به حداقل برساند. توسعه پایدار در واقع ایجاد تعادل بین توسعه و محیط زیست بوده که پایداری چهار جنبه پایداری منابع طبیعی، پایداری سیاسی، پایداری اجتماعی و پایداری اقتصادی را در بر می‌گیرد. در واقع توسعه پایدار تنها بر جنبه زیست محیطی اتفاقی متمرکز نیست، بلکه به جنبه‌های اجتماعی و اقتصادی آن نیز توجه دارد. بر اساس نظر ال‌کین^۳ چهار اصل توسعه پایدار را می‌توان بصورت شکل زیر ارائه داد:



شکل ۱: رابطه بین اقتصاد، اجتماع و محیط زیست در توسعه پایدار

^۱ World Commision on Environment and Development

^۲ Brundtland

^۳ Elkin

بنابراین می توان گفت که توسعه پایدار در اصول کلی خود موضوعات زیرادنبال خواهد کرد :

- تصمیمات امروز نباید آینده کودکان و نسل آینده تصمیمات آنان را به خطر اندازند.
 - منابع طبیعی باید عادلانه مورد استفاده قرار گرفته و پایداری جامعه فدای پایداری جامعه دیگر نشود.
 - استفاده از منابع تجدید شونده مورد تأیید و تشویق قرار گرفته و استفاده از منابع غیرتجدید شونده باید به حداقل برسد.
 - پایداری، به توانمندی جامعه اکوسیستم و یا به هر سیستم در حال فعالیت کنونی اطلاق می شود که می تواند تا آینده نامعلوم بدون اینکه بر اثر فرسایش و تهی شدن منابع کلیدی به حکم اجبار به سمت سقوط هدایت شوند، ادامه فعالیت دهد (سفلی، ۱۳۸۶).
- همه این تعاریف و اهداف باعث می شود که ارزیابی وضعیت توسعه پایدار کشورها با پیچیدگی ها و مشکلات خاصی مواجه باشد؛ از این رو همان طور که بیان شد، روش ها و شاخص های مختلفی جهت اندازه گیری و ارزیابی توسعه پایدار ارائه شده است. هدف شاخص های توسعه پایدار اندازه گیری توسعه پایدار در یک سیستم چند لایه است که توسعه پایدار را از پایه ارزیابی می کند و نوعی هرم توسعه را ایجاد کرده و شاخص های خاص پایه و مفهوم کلی توسعه پایدار را تشکیل می دهد. ضروری است که شاخص هایی که پایه این هرم توسعه را تشکیل می دهند به اندازه کافی جهت گیری های موجود در لایه بعدی هرم را منعکس کنند. انتخاب شاخص ها به همان اندازه که دشوار هستند، بسیار مهم بوده و تنها از طریق انتخاب شاخص مناسب، داده ها به اندازه کافی توسعه پایدار را به عنوان یک ایده آل کامل و یکپارچه نشان می دهند. بنابراین، مجموعه شاخص های زیربنایی شاخص های توسعه پایدار فقط شامل آن دسته از شاخص هایی است که برای هدف کلی شاخص کاملاً ضروری هستند، تا درک نظری مورد نظر در پشت هر یک از سه ژانر توسعه را به بهترین شکل منتقل کنند. هر شاخص کمی که در شاخص های توسعه پایدار گنجانده شده است، برای اشاره به جهت گیری مربوطه و موضوع کلی پایداری که در تعریف منعکس شده است، هدف مشخصی را دنبال می کند. هر شاخص در شاخص های توسعه پایدار نمایشی از یک مفهوم خاص و غیر همپوشانی را ارائه می دهد که برای تعریف پایه توسعه پایدار ضروری است. همان طور که بیان شد، توسعه پایدار به سه جز توسعه زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی تقسیم می شود. بر اساس تعریف توسعه اجتماعی حفظ و تقویت نیازهای اساسی انسانی جامعه، از جمله بهداشت، آموزش و رهایی از ظلم تعریف می شود که می تواند شامل شاخص های زیر شود:

- تحصیلات
 - سلامتی
 - مسئولیت اجتماعی دولت
 - ثبات / شکنندگی
- توسعه اقتصادی نیز رشد اقتصادی که نیازهای اساسی جمعیت را تامین می کند و به جامعه اجازه می دهد تا فعالانه در بازار جهانی مدرن شرکت کند و می تواند شامل شاخص های دربرگیرنده موارد زیر باشد:

- سرمایه گذاری خارجی
- نوسانات مالی
- درآمد
- درآمد دولت

توسعه زیست محیطی نیز مدیریت محیط زیست به گونه‌ای که هم آینده جهان طبیعی و هم آینده توسعه انسانی را حفظ کند. شاخص‌های زیست محیطی نیز می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

- خوداتکایی منابع طبیعی
- پایداری انرژی
- کنترل منابع داخلی
- پتانسیل کاربری زمین
- ظرفیت جذب آلودگی توسط محیط زیست

بنابراین می‌توان گفت، اندازه‌گیری پایداری توسعه نیازمند در نظر گرفتن شاخص‌های مختلفی است که سه بعد اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی را پوشش دهد.

پیشینه پژوهش

پیشینه مربوط به مطالعه حاضر در چند حیطه کلی تقسیم می‌شود؛ در تعدادی از مطالعات به ارزیابی بخش‌های مختلف اقتصاد از نظر توسعه پایدار پرداخته شده و برخی از مطالعات نیز به بررسی توسعه پایدار شهرها و مناطق مختلف پرداخته‌اند. در تعدادی از مطالعات نیز به اولویت‌بندی شاخص‌های توسعه پایدار در منطقه و یا یک صنعت خاص پرداخته‌اند. بخشی از مطالعات نیز که به مطالعه حاضر نزدیک است، به بررسی شاخص‌های توسعه پایدار در کشورها و مقایسه کشورها پرداخته شده است. حال با این توضیحات در ادامه و در دو بخش مطالعات داخلی و خارجی، به بررسی پیشینه پژوهش پرداخته می‌شود. نکته اینکه بر اساس بررسی‌های انجام شده در این مطالعه به ارائه یک مدل DEA با در نظر گرفتن خروجی‌های مطلوب و نامطلوب به منظور ارزیابی توسعه یافتگی کشورهای مختلف پرداخته شده که این مطالعه در مطالعات یافت نشده است.

۳-۱) مطالعات داخلی

فنی و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای با استفاده از رویکرد توسعه پایدار، به ارائه چارچوبی مفهومی برای ارزیابی ساختار اقتصاد ایران ارائه دادند. نتایج این مطالعه نشان داد بالاترین و پایین‌ترین عدد شاخص توسعه پایدار به ترتیب مربوط به دهه‌های ۱۳۵۰ و ۱۳۷۰ بوده است. نتایج تحلیل حساسیت مدل همچنین نشان داد که آب، بحرانی‌ترین موضوع در بحث توسعه پایدار بوده و بهبود شاخص‌های مصرف آب بیشترین تأثیر را در بهبود شاخص توسعه پایدار دارند.

صفرعلی زاده و همکاران (۱۳۹۷) به بررسی کارایی سیزده کشور خاورمیانه در دوره زمانی ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۲ از نظر شاخص‌های توسعه پایدار پرداختند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد در بین شاخص‌های توسعه پایدار، شاخص‌های تولید ناخالص ملی، میزان پس انداز و اشتغال بیشترین ضریب را با متغیر خروجی یعنی توسعه پایدار دارند. نتایج این پژوهش بصورت کلی نشان می‌دهد بیش از ۶۰ درصد کشورهای خاورمیانه از لحاظ شاخص‌های توسعه پایدار دارای سطح عملکرد متوسط طی دوره زمانی مورد مطالعه بوده‌اند. ضمن اینکه از لحاظ کارایی نسبی کشورهای امارات متحده عربی و قطر به عنوان کشورهای کارا و کشورهای عراق، یمن و به عنوان کشورهای ناکارا از لحاظ شاخص‌های توسعه پایدار در خاورمیانه هستند.

صابری و برون (۱۳۹۹) در مطالعه‌ای وضعیت توسعه پایدار و روند آن را در جهان و ایران مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق توصیفی-تحلیلی ویژگی‌های شاخص‌های توسعه پایدار و روند آن مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که بجز معدودی از شاخص‌ها از جمله استفاده پایدار از آب، بقیه شاخص‌ها در سطح جهان رو به بهبود است. نتایج همچنین نشان داد که در ایران نیز تعدادی زیادی از روندی رو به رشد داشته و با برنامه‌ریزی‌های بهتر و همگرایی جهانی انتظار می‌رود این شاخص‌ها بهبود پیدا کنند.

یوسفی و موسوی کاشی (۱۴۰۰) در مطالعه‌ای با استفاده از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های یکپارچه SORM و مدل تحلیل پوششی داده‌های معکوس یکپارچه SORM توسعه به محاسبه پایداری کشورها و ارائه مقادیر بهبود به آن‌ها جهت پایداری بیشتر پرداختند. در مدل یکپارچه SORM، میزان پایداری ۲۴ کشور با توجه هم زمان به ورودی‌ها و خروجی‌ها محاسبه شده است. در مدل معکوس یکپارچه SORM نیز تغییرات مقادیر بهینه ورودی‌ها و خروجی‌ها با حفظ شرط ثبات کارایی یا پایداری ارائه شد. تغییرات بهینه ارائه شده به کشورها در راستای اهداف توسعه پایدار و هدف کلی رسیدن به توسعه بلندمدت جهانی بوده است. نتایج این مطالعه بصورت کلی کاهش یا ثبات ورودی‌ها و خروجی‌های نامطلوب و افزایش یا ثبات ورودی‌ها و خروجی‌های مطلوب را نشان می‌دهد.

حسینی (۱۴۰۲) به معرفی شاخص‌های ۱۷ گانه توسعه پایدار و بررسی وضعیت این شاخص‌های و پیش‌بینی آن برای ۲۰۳۰ پرداخت. در این مطالعه در یک تحلیل توصیفی از اسناد و منابع کتابخانه‌ای، ترجمه متون، مصاحبه و تایید نظر کارشناسان استفاده شد. نتایج این مطالعه نشان داد که بسیاری از شاخص‌های توسعه پایدار به طور جهانی بهبود یافته است و از این‌رو برنامه ریزی‌های انجام شده، از جمله مدل‌های ساخت و مصرف پایدار، امیدواری به دستیابی به اهداف توسعه پایدار تا سال ۲۰۳۰ و کاهش فاصله تا این اهداف را ممکن می‌سازد.

۳-۱) مطالعات خارجی

اولافسون و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه خود به بررسی کارایی شاخص‌های زیست‌محیطی و میزان مؤثر بودن آن‌ها هنگام ارزیابی پایداری زیست‌محیطی کشورهای مختلف پرداختند. در این مطالعه با استفاده از اِیسلند به عنوان مطالعه موردی، کارایی چهار شاخص محیطی انتخاب شده (شاخص آسیب‌پذیری محیطی، شاخص عملکرد زیست‌محیطی، ردپای زیست‌محیطی و شاخص سیاره شاد) را برای نهادهای حاکمیتی در هنگام فرموله کردن پاسخ‌های منطقی به چالش‌ها بررسی می‌کند. نتایج این مطالعه نشان داد فعالیت‌های اقتصادی در اِیسلند مطابق با مفاهیم پذیرفته شده عمومی توسعه پایدار، که بر تعامل اهداف اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی، همراه با شناسایی نیازهای فعلی و آینده تاکید دارد، مشاهده نشده است.

چن^۱ و همکاران (۲۰۲۰) تحقیقی به ارائه یک مدل DEA شبکه‌ای برای ارزیابی پایداری برای استان‌های چین انجام داده‌اند. این تحقیق در ۳۰ استان چین و در دوره زمانی ۲۰۱۲-۲۰۰۰ انجام شده است. داده‌ها از سالنامه آماری چین (دفتر ملی آمار چین)، سالنامه آماری محیط زیست چین و سالنامه آماری انرژی چین استخراج شده است. در این تحقیق جهت بررسی ارزیابی پایداری در مرحله اول کارایی تولید و در مرحله دوم کارایی محیط زیست اندازه‌گیری می‌شود. فرآیند تولید هر استان، سرمایه، نیروی کار و انرژی را به عنوان ورودی مصرف می‌کند و تولید ناخالص داخلی را که متغیر واسطه‌ای است تولید می‌کند. فرایند سازگار با محیط زیست از تولید ناخالص داخلی به عنوان ورودی استفاده می‌کند و CO₂ و SO₂ را که خروجی نهایی هستند تولید می‌کند. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داده است شاخص پایداری زیست‌محیطی در استان‌های مورد بررسی بطور قابل توجهی بهبود یافته است.

لماک و باستینی^۲ (۲۰۲۰) به توسعه یک مدل توسعه پایدار چندسطحی جامع و قابل مقایسه (MLSDI) پرداختند. در این مطالعه یک الگوریتم مبتنی بر داده‌ها و روش‌های وزن‌دهی آماری چند متغیره تحلیل مؤلفه اصلی (PCA) استفاده شد. کاربرد مدل MLSDI در ۶۲ صنعت در اقتصاد آلمان نشان داد که صنایع شیم+یایی نیاز با توجه به عملکردهای زیست‌محیطی نیاز به اقدام فوری دارد و صنعت کشاورزی نیازمند کمک و اقدام در هر سه حوزه است.

لین^۳ و همکاران (۲۰۲۳) به ارزیابی پایداری توسعه یافتگی کشورهای منتخب بر اساس روش DEA و تحلیل تاپسیس پرداختند. در این مطالعه عملکرد هر کشور سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD) بر اساس وزن‌های به‌دست‌آمده از تجزیه و تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، همراه با تکنیک اصلاح‌شده برای اولویت با روش TOPSIS ارزیابی شد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که کشورهای عضو به تدریج سیاست

^۱ Chen

^۲ Lemke and Bastini

^۳ Lin

هایی را برای کاهش مصرف سوخت فسیلی اتخاذ می‌کنند. علاوه بر این، تجزیه و تحلیل منطقه‌ای نشان داد که عملکرد کلی کشورهای G7 به طور قابل توجهی با کشورهای غیر G7 متفاوت بوده است.

وانگ^۱ و همکاران (۲۰۲۴) با استفاده از تحلیل از خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی و تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) یک شاخص توسعه پایدار منطقه‌ای (RSDI) ارائه داد. در این مطالعه با استفاده از شاخص بدست آمده پیشرفت چین به سمت توسعه پایدار در سطح بخشی در سال‌های ۲۰۱۳-۲۰۲۰ استفاده شد. نتایج این مطالعه نشان داد شاخص بدست آمده در طول زمان به عنوان یک چارچوب مشاهده ثابت مانده است و برای بررسی توسعه پایدار چین در درازمدت نیاز به روش‌های دیگر که منعکس کننده توسعه اقتصادی و روش کلان داده است، خواهد بود. نتایج این مطالعه نشان داد توسعه در منطقه شرقی چین سالانه ۰/۳۲ درصد کاهش یافته در حالی که در مناطق مرکزی و غربی سالانه ۱/۲۶ درصد رشد کرده است.

ارائه مدل و توصیف متغیرها

در اینجا مدل‌های با وجود خروجی‌های مطلوب و نامطلوب ارائه می‌شوند که خروجی‌های متناظر با اندیس‌های $1, 2, \dots, k$ مطلوب هستند و خروجی‌های متناظر با اندیس‌های $k+1, k+2, \dots, s$ نامطلوب هستند. ترجیح داده می‌شود که خروجی‌های مطلوب هر چه بیشتر تولید شوند و خروجی‌های نامطلوب تولید نشوند. فرض کنید $Y \in R_+^{s \times n}$ و $X \in R_+^{m \times n}$ ماتریس‌هایی متشکل از عناصر نامنفی باشند که حاوی اندازه‌های مشاهده شده‌ی ورودی و خروجی برای واحدهای تصمیم‌گیری هستند. بردار ورودی‌های مصرف شده به وسیله DMU_j با X_j نشان داده می‌شود. کمیت ورودی i مصرف شده به وسیله DMU_i با X_{ij} نشان داده می‌شود. برای خروجی‌ها نیز از نماد مشابهی استفاده می‌شود.

برای در نظر گرفتن عوامل نامطلوب، کورهنن و لویپتاجیک^۲ (۲۰۰۴) یک مدل تحلیل پوششی داده‌های مرز بهترین عملکرد معرفی کردند. مدل آنها براساس این است که همه خروجی‌ها به صورت یک مجموع وزنی ارائه می‌شوند، ولی برای خروجی‌های نامطلوب از وزن‌های منفی استفاده می‌شود که این مورد در مدل (۱-۳) آورده شده است:

$$\begin{aligned} \max \theta_o &= \sum_{r=1}^k u_r y_{ro} - \sum_{t=k+1}^s u_t y_{to} \\ s. t \quad &\sum_{r=1}^k u_r y_{ro} - \sum_{t=k+1}^s u_t y_{tj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0, \quad j \\ &= 1, \dots, n. \\ &\sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1, \\ &u_r, v_i \geq \varepsilon, \quad r = 1, \dots, s, \quad i = 1, \dots, m \end{aligned} \quad (1-3)$$

که در اینجا u_r و u_t به ترتیب وزن‌های داده شده به خروجی‌های مطلوب و خروجی‌های نامطلوب هستند. بصورت کلی مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها که در آن هم خروجی مطلوب و هم خروجی هم خروجی‌های نامطلوب وجود دارند، به صورت مدل‌های (۳-۲) تا (۳-۵) ارائه می‌شوند:

^۱ Wang

^۲ Korhonen, 2004 #14

$$\begin{aligned} \max \theta^U &= \sum_{r=1}^k u_r y_{ro}^U - \sum_{t=k+1}^s u_t y_{to}^L \\ \text{s. t. } \sum_{r=1}^k u_r y_{rj}^U &- \sum_{t=k+1}^s u_t y_{tj}^L - \sum_{i=1}^m V_i X_{ij}^L \leq 0, \quad j = 1, \dots, n. \end{aligned} \quad (2-3)$$

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m V_i X_{io}^L &= 1 \\ u_r, V_i &\geq \varepsilon, \quad r = 1, \dots, S, \quad i = 1, \dots, m. \\ \max \theta^L &= \sum_{r=1}^k u_r y_{ro}^U - \sum_{t=k+1}^s u_t y_{to}^L \\ \text{s. t. } \sum_{r=1}^k u_r y_{rj}^U - \sum_{t=k+1}^s u_t y_{tj}^L - \sum_{i=1}^m V_i X_{ij}^L &\leq 0, \quad j = 1, \dots, n. \end{aligned} \quad (3-3)$$

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m V_i X_{io}^L &= 1, \\ u_r, V_i &\geq \varepsilon, \quad r = 1, \dots, S, \quad i = 1, \dots, m. \\ \min \varphi_o^L &= \sum_{r=1}^k u_r y_{ro}^L - \sum_{t=k+1}^s u_t y_{to}^U \\ \text{s. t. } \sum_{r=1}^k u_r y_{rj}^L - \sum_{t=k+1}^s u_t y_{tj}^U - \sum_{i=1}^m V_i X_{ij}^U &\geq 0, \quad j = 1, \dots, n \end{aligned} \quad (4-3)$$

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m V_i X_{io}^U &= 1, \\ u_r, V_i &\geq \varepsilon, \quad r = 1, \dots, S, \quad i = 1, \dots, m \\ \min \varphi_o^U &= \sum_{r=1}^k u_r y_{ro}^U - \sum_{t=k+1}^s u_t y_{to}^L \\ \text{s. t. } \sum_{r=1}^k u_r y_{rj}^L - \sum_{t=k+1}^s u_t y_{tj}^U - \sum_{i=1}^m V_i X_{ij}^U &\geq 0, \quad j = 1, \dots, n \end{aligned} \quad (5-3)$$

بر اساس مدل مورد نظر، متغیرهای این مطالعه بصورت جدول زیر است:

جدول (۱) نمونه کشورهای مورد مطالعه

نام متغیر	نوع	تعریف
نیروی کار	ورودی	جمعیت بالای ۱۵ سال مجاز برای کار
مصرف انرژی	ورودی	مصرف انرژی نفت، گاز طبیعی، زغال سنگ و برق
مصرف منابع طبیعی	ورودی	منابع طبیعی مانند فلزات، مواد معدنی و چوب
تولید ناخالص داخلی	ستاده مطلوب	ارزش بازاری کلیه کالاها و خدمات تولید شده در اقتصاد به قیمت ثابت
شاخص توسعه انسانی	ستاده مطلوب	شاخص توسعه انسانی متوسط دستیابی یک کشور در سه بعد توسعه انسانی شامل زندگی طولانی توأم با سلامتی، دانش، استاندارد زندگی را اندازه گیری می کند. زندگی طولانی توأم با سلامتی با معیار امید به زندگی در بدو تولد، دانش بوسیله ترکیبی از میزان سواد بزرگسالان و نسبت ثبت نام خالص ترکیبی در آموزش ابتدایی، متوسطه و عالی و استاندارد زندگی بوسیله GDP سرانه و یا درآمد اندازه گیری می شود.
انتشار دی اکسید کربن	ستاده نامطلوب	انتشار گازهای گلخانه ای شامل دی اکسید کربن، متان، اکسید نیتروژن، پرفلئوروکربن، هیدروفلئوروکربن و هگزا فلوراید گوگرد. مقدار معادل دی اکسید کربن واحد انتشار را تعیین می کند

در جدول زیر کشورهای مورد نظر ارائه شده است که در دو قسمت به بررسی کارایی و پایداری کارایی این کشورها در دوره زمانی مورد مطالعه پرداخته خواهد شد.

جدول (۱) نمونه کشورهای مورد مطالعه

ردیف	نام کشور	ردیف	نام کشور
۱	نروژ	۲۲	بلژیک
۲	سوئیس	۲۳	فنلاند
۳	استرالیا	۲۴	اتریش
۴	سنگاپور	۲۵	لوکزامبورگ
۵	کره جنوبی	۲۶	فرانسه
۶	ایسلند	۲۷	اسلوونی
۷	هنگ کنگ	۲۸	اسپانیا
۸	سوئد	۲۹	جمهوری چک
۹	جمهوری ایرلند	۳۰	ایتالیا
۱۰	هلند	۳۱	ترکیه
۱۱	آلمان	۳۲	قزاقستان
۱۲	کانادا	۳۳	ایران
۱۳	ایالات متحده آمریکا	۳۴	برزیل
۱۴	بریتانیا	۳۵	چین
۱۵	ژاپن	۳۶	تایلند
۱۶	نیوزیلند	۳۷	تایوان
۱۷	دانمارک	۳۸	عربستان سعودی
۱۸	پرتغال	۳۹	رومانی
۱۹	عمان	۴۰	امارات متحده عربی
۲۰	روسیه	۴۱	قطر
۲۱	مالزی	۴۲	یونان

داده‌ها برای کشورهای فوق در دوره زمانی ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۲ مورد استفاده قرار گرفته و تحلیل نتایج نیز با استفاده از نرم‌افزار GAMS انجام شده است.

ارائه نتایج

نتایج مربوط به بررسی پایداری کشورها از نظر توسعه‌یافتگی در دوره زمانی ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۲ در ۰ تا جدول (۴-۳) ارائه شده است. همان‌طور که در جداول نیز مشخص است، برخی از کشورها در دوره زمانی مورد نظر کارا بوده و این کارایی را در این دوره حفظ کرده‌اند. از جمله این کشورها می‌توان به کشورهای بریتانیا، آلمان، فنلاند، ژاپن، دانمارک، ایالات متحده و کانادا اشاره نمود. همان‌طور که مشخص است کشورهای یاد شده در دوره زمانی مورد نظر از نظر کارایی پایدار بوده و از این‌رو این کشورها کشورهایی با توسعه پایدار معرفی می‌شوند. از طرف دیگر برخی از کشورها از جمله فرانسه، نروژ و عربستان سعودی در برخی از سال‌ها کارا بوده ولی این کارایی در طول زمان حفظ نشده است؛ از این‌رو می‌توان گفت کشورهای یاد شده توسعه یافته بوده ولی این توسعه یافتگی در طول زمان پایدار نبوده است. دیگر کشورهای مورد مطالعه نیز در این دوره زمانی کارا نبوده و از این‌رو می‌توان گفت این کشورها در مرز کارا و یا به عبارت دیگر مرز توسعه یافتگی قرار نداشته و از طرف دیگر از این نظر نیز پایا نیستند. در مورد ایران نیز همان‌طور که مشخص است در هیچ‌کدام از سال‌های مورد بررسی نسبت به مرز کارایی کشورهای توسعه یافته در مرز

کارایی قرار نداشته است اما در طول زمان بجز سال ۲۰۲۱ به سمت مرز کارا نزدیک‌تر شده است. بنابراین می‌توان گفت با توجه به گروه کشورهای مورد مطالعه، ایران از نظر کارایی در مرز کارا قرار نداشته و از این‌رو ایران در دستیابی به توسعه پایدار موفق عمل نکرده است.

جدول (۲) نتایج اندازه‌گیری کارایی کشورها در سالهای ۲۰۱۲-۲۰۱۴

کشور	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴	کشور	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴
استرالیا	۰/۷۱۴	۰/۷۳۵	۰/۷۸۲	برزیل	۱	۰/۶۷۰	۰/۶۳۸
سنگاپور	۰/۷۰۵	۰/۷۰۴	۰/۷۳۱	فرانسه	۰/۹۳۹	۱	۱
کره جنوبی	۰/۵۰۶	۰/۵۱۱	۰/۵۰۹	لوکزامبورگ	۱	۰/۷۲۶	۱
ایسلند	۰/۵۴۹	۰/۵۶۶	۰/۵۶۵	بریتانیا	۱	۱	۱
هنگ کنگ	۰/۵۴۷	۰/۶۰۳	۰/۵۸۵	آلمان	۱	۱	۱
سوئیس	۰/۷۲۶	۱	۰/۷۵۹	چین	۰/۵۶۶	۰/۶۰۸	۰/۵۸۹
جمهوری ایرلند	۰/۷۸۶	۱	۰/۶۹۲	تایلند	۰/۵۴۸	۰/۶۳۰	۰/۶۰۶
هلند	۰/۷۵۵	۰/۵۷۴	۰/۵۳۷	فنلاند	۱	۱	۱
نیوزیلند	۰/۵۷۵	۰/۵۹۷	۰/۵۸۵	تایوان	۰/۵۶۵	۰/۵۸۶	۰/۵۶۶
بلژیک	۰/۵۶۷	۰/۶۵۳	۰/۶۷۶	عربستان سعودی	۰/۵۷۸	۰/۶۳۲	۰/۵۹۰
اتریش	۰/۵۷۶	۰/۶۷۶	۰/۵۷۸	نروژ	۱	۱	۰/۷۵۷
اسلوونی	۰/۵۷۲	۰/۵۷۰	۰/۶۰۹	سوئد	۱	۱	۰/۷۵۴
اسپانیا	۰/۷۴۳	۰/۷۵۲	۰/۷۴۹	پرتغال	۱	۰/۶۳۷	۰/۶۹۳
جمهوری چک	۰/۶۶۲	۰/۷۱۲	۰/۶۸۴	عمان	۰/۶۸۰	۱	۰/۵۵۰
ایتالیا	۰/۶۹۱	۰/۶۸۹	۰/۷۵۶	روسیه	۰/۵۴۹	۰/۶۰۰	۰/۵۵۸
ترکیه	۰/۶۲۷	۰/۶۷۳	۰/۶۸۵	مالزی	۰/۶۵۲	۰/۷۵۸	۰/۶۵۰
قزاقستان	۰/۷۸۰	۰/۵۵۱	۰/۷۰۰	رومانی	۰/۷۸۹	۰/۷۲۷	۰/۶۰۸
ژاپن	۱	۱	۱	امارات متحده عربی	۰/۶۷۹	۰/۶۸۵	۰/۶۳۰
دانمارک	۱	۱	۱	قطر	۰/۹۴۱	۱	۰/۷۳۰
ایران	۰/۶۲	۰/۵۸۶	۰/۷۲۰	ایالات متحده	۱	۱	۱
				کانادا	۱	۱	۱

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول (۴-۱) نتایج اندازه‌گیری کارایی کشورها در سالهای ۲۰۱۷-۲۰۱۵

کشور	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۷	کشور	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۷
استرالیا	۰/۵۶۵	۰/۵۶۷	۰/۵۴۳	برزیل	۰/۶۴۳	۰/۶۵۹	۰/۷۶۸
سنگاپور	۰/۵۳۰	۰/۵۳۲	۰/۵۳۰	فرانسه	۱	۰/۷۵۱	۰/۵۱۲
کره جنوبی	۰/۵۰۷	۰/۵۰۹	۰/۵۰۹	لوکزامبورگ	۱	۱	۱
ایسلند	۰/۶۴۸	۰/۵۷۰	۰/۵۷۱	بریتانیا	۱	۱	۱
هنگ کنگ	۰/۶۳۱	۰/۶۵۹	۰/۶۱۹	آلمان	۱	۱	۱
سوئیس	۰/۷۷۰	۰/۷۵۴	۰/۷۴۵	چین	۰/۶۰۰	۰/۶۸۶	۰/۶۰۳
جمهوری ایرلند	۰/۷۵۰	۰/۷۵۷	۰/۷۳۸	تایلند	۰/۵۵۰	۰/۵۶۱	۰/۵۵۶
هلند	۰/۷۶۵	۰/۷۵	۰/۷۸۶	فنلاند	۱	۱	۱
نیوزیلند	۰/۵۷۳	۰/۵۸۴	۰/۵۸۸	تایوان	۰/۵۶۵	۰/۵۷۵	۰/۵۷۳
بلژیک	۰/۶۰۳	۰/۵۹۹	۰/۶۰۳	عربستان سعودی	۰/۵۹۷	۰/۷۵۸	۰/۵۶۵
اتریش	۰/۵۷۱	۰/۵۶۷	۰/۵۷۰	نروژ	۱	۰/۷۳۴	۱
اسلوونی	۰/۵۹۰	۰/۵۹۵	۰/۵۴۳	سوئد	۰/۵۰۳	۰/۵۸۶	۰/۷۵۵
اسپانیا	۰/۵۴۳	۰/۵۴۹	۰/۵۵۸	پرتغال	۰/۵۸۰	۰/۵۸۳	۰/۵۷۸
جمهوری چک	۰/۶۵۶	۰/۶۷۹	۰/۶۶۶	عمان	۰/۵۵۱	۰/۵۵۷	۰/۵۵۴
ایتالیا	۰/۶۰۶	۰/۶۲۱	۰/۶۱۴	روسیه	۰/۵۴۴	۰/۵۵۳	۰/۵۴۹
ترکیه	۰/۶۰۸	۰/۷۳۸	۰/۶۵۵	مالزی	۰/۶۴۸	۰/۶۵۶	۰/۶۵۶
قزاقستان	۰/۷۸۵	۰/۷۵۴	۰/۷۲۵	رومانی	۰/۵۹۶	۰/۶۳۹	۰/۶۰۷
ژاپن	۱	۱	۱	امارات متحده عربی	۰/۶۳۴	۰/۶۵۹	۰/۶۵۷
دانمارک	۱	۱	۱	قطر	۰/۶۲۰	۰/۶۷۶	۰/۶۰۴
ایران	۰/۷۸۹	۰/۷۵۷	۰/۷۵۶	ایالات متحده	۱	۱	۱
				کانادا	۱	۱	۱

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول (۴-۲) نتایج اندازه‌گیری کارایی کشورها در سالهای ۲۰۲۰-۲۰۱۸

کشور	۲۰۱۸	۲۰۱۹	۲۰۲۰	کشور	۲۰۱۸	۲۰۱۹	۲۰۲۰
استرالیا	۰/۵۲۳	۰/۵۲۷	۰/۵۲۹	برزیل	۰/۶۷۲	۰/۶۸۲	۰/۷۰۳
سنگاپور	۰/۵۱۶	۰/۵۰۹	۰/۵۱۹	فرانسه	۰/۶۹۷	۰/۶۴۳	۱
کره جنوبی	۰/۵۰۸	۰/۵۱۰	۰/۵۱۲	لوکزامبورگ	۱	۱	۱
ایسلند	۰/۵۶۴	۰/۵۷۹	۰/۵۸۲	بریتانیا	۱	۱	۱
هنگ کنگ	۰/۵۸۴	۰/۵۹۹	۰/۶۲۹	آلمان	۱	۱	۱
سوئیس	۰/۶۰۳	۰/۶۱۹	۰/۶۱۹	چین	۰/۵۸۹	۰/۶۰۵	۰/۶۰۷
جمهوری ایرلند	۰/۶۳۲	۰/۶۶۷	۰/۶۴۲	تایلند	۰/۵۵۱	۰/۵۵۶	۰/۵۵۷
هلند	۰/۶۴۱	۰/۷۶۹	۰/۶۶۲	فنلاند	۱	۱	۱
نیوزیلند	۰/۵۸۰	۰/۵۹۹	۰/۵۹۹	تایوان	۰/۵۶۹	۰/۵۸۱	۰/۵۷۲
بلژیک	۰/۵۹۵	۰/۶۱۴	۰/۶۳۴	عربستان سعودی	۱	۰/۷۵۶	۰/۵۲۶
اتریش	۰/۵۶۵	۰/۵۷۰	۰/۵۷۱	نروژ	۱	۱	۱
اسلوونی	۰/۵۳۷	۰/۵۳۶	۰/۵۳۹	سوئد	۰/۷۳۶	۰/۷۵۰	۰/۷۷۵
اسپانیا	۰/۵۵۶	۰/۵۶۳	۰/۵۶۰	پرتغال	۰/۷۵۳	۰/۶۰۰	۰/۶۰۶
جمهوری چک	۰/۶۶۹	۰/۶۷۹	۰/۶۸۵	عمان	۰/۵۵۲	۰/۵۵۱	۰/۵۵۴
ایتالیا	۰/۵۹۷	۰/۶۰۱	۰/۶۶۲	روسیه	۰/۵۵۱	۰/۵۵۲	۰/۵۵۴
ترکیه	۰/۶۵۱	۰/۶۶۱	۰/۶۶۳	مالزی	۰/۶۴۵	۰/۶۶۶	۰/۶۸۲
قزاقستان	۰/۷۲۳	۰/۷۴۳	۰/۷۱۱	رومانی	۰/۶۰۹	۰/۶۱۱	۰/۶۲۰
ژاپن	۱	۱	۱	امارات متحده عربی	۰/۷۳۱	۰/۶۵۳	۰/۶۴۸
دانمارک	۱	۱	۱	قطر	۰/۵۷۹	۰/۶۷۳	۰/۷۵۵
ایران	۰/۷۵۸	۰/۵۱۰	۰/۷۷۸	ایالات متحده	۱	۱	۱
				کانادا	۱	۱	۱

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول (۳-۴) نتایج اندازه‌گیری کارایی کشورها در سالهای ۲۰۲۱-۲۰۲۲

کشور	۲۰۲۱	۲۰۲۲	کشور	۲۰۲۱	۲۰۲۲
استرالیا	۰/۵۷۱	۰/۶۰۰	برزیل	۰/۷۰۶	۰/۷۱۷
سنگاپور	۰/۵۵۶	۰/۵۴۹	فرانسه	۰/۸۲۷	۰/۷۸۵
کره جنوبی	۰/۵۱۳	۰/۵۱۴	لوکزامبورگ	۱	۱
ایسلند	۰/۵۸۶	۰/۵۹۰	بریتانیا	۱	۱
هنگ کنگ	۰/۵۶۴	۰/۶۴۷	آلمان	۱	۱
سوئیس	۰/۷۳۷	۰/۷۷۳	چین	۰/۶۲۲	۰/۶۲۴
جمهوری ایرلند	۰/۶۶۴	۰/۶۷۱	تایلند	۰/۵۶۴	۰/۵۶۶
هلند	۰/۶۷۳	۰/۷۲۶	فنلاند	۱	۱
نیوزیلند	۰/۶۱۷	۰/۵۷۶	تایوان	۰/۵۷۸	۰/۵۷۹
بلژیک	۰/۷۳۱	۰/۷۵۷	عربستان سعودی	۰/۷۵۱	۰/۷۵۴
اتریش	۰/۶۱۶	۰/۶۳۳	نروژ	۱	۱
اسلوونی	۰/۵۴۱	۰/۶۱۱	سوئد	۰/۷۷۹	۰/۷۰۸
اسپانیا	۰/۵۵۴	۰/۵۵۶	پرتغال	۰/۶۰۲	۰/۶۰۱۸
جمهوری چک	۰/۷۰۴	۰/۷۲۴	عمان	۰/۵۵۶	۰/۵۶۲
ایتالیا	۰/۶۱۶	۰/۷۶۴	روسیه	۰/۵۵۹	۰/۵۶۱
ترکیه	۰/۶۸۴	۰/۷۵۳	مالزی	۰/۶۷۸	۰/۶۶۰
قزاقستان	۰/۷۵۱	۰/۷۵۸	رومانی	۰/۶۲۹	۰/۶۵۳
ژاپن	۱	۱	امارات متحده عربی	۰/۶۵۵	۰/۶۵۵
دانمارک	۱	۱	قطر	۰/۶۱۰	۰/۷۲۷
ایران	۰/۷۱۸	۰/۷۶۹	ایالات متحده	۱	۱
			کانادا	۱	۱

منبع: یافته‌های پژوهش

خلاصه و نتیجه‌گیری

در فرآینده توسعه و رشد اقتصادی نیز همان‌طور که مواردی همچون رشد اقتصادی و توسعه انسانی اهمیت دارند، خروجی‌های نامطلوب همانند آلودگی محیط زیست نیز اهمیت خواهند داشت که با توجه به کاربرد روش DEA، ارائه مدلی بر این اساس که از یک طرف به محاسبه و ارزیابی توسعه پایدار و مقایسه کشورهای مختلف از این نظر پرداخته و از طرف دیگر خروجی‌های نامطلوب را نیز در نظر بگیرد، اهمیت خواهد داشت. از این‌رو در این مطالعه با ارائه یک مدل مبتنی بر DEA با در نظر گرفتن خروجی‌های نامطلوب، به ارزیابی و مقایسه کشورهای مختلف از نظر توسعه پایدار پرداخته شد. به منظور دسترسی به این هدف از روش مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) با در نظر گرفتن ستادهای مطلوب و نامطلوب برای ۴۲ کشور در حال توسعه و توسعه یافته در دوره زمانی ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۲ استفاده شد که تجزیه و تحلیل اطلاعات نیز در نرم‌افزار GAMS انجام گردید. بر اساس تجزیه و تحلیل‌های انجام شده، نتایج بررسی کارایی ایران در مقایسه با کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته نشان داد در هیچ‌کدام از سال‌های مورد بررسی ایران در مرز کارایی قرار نداشته است اما در طول زمان بجز سال ۲۰۲۱ به سمت مرز کارا نزدیک‌تر شده است. بنابراین می‌توان گفت با توجه به گروه کشورهای مورد مطالعه، ایران از نظر کارایی در مرز کارا قرار نداشته و از این‌رو ایران در دستیابی به توسعه پایدار موفق عمل نکرده است. آنچه مشخص است ایران چه در مقایسه با کشورهای در حال توسعه و چه در مقایسه با کشورهای توسعه یافته از نظر توسعه پایدار به موفقیت نرسیده است که این عدم دستیابی به دو دلیل بالا بودن مصرف انرژی و تولید گازهای گلخانه‌ای در مقایسه

با شاخص توسعه انسانی و تولید ناخالص داخلی بوده است؛ از این رو به نظر می‌رسد سیاست‌گذاران اقتصادی اگر به دنبال توسعه پایدار هستند نیاز است از طریق بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی کارایی انرژی را افزایش داده و به همراه سایر سیاست‌های اقتصادی تثبیت کننده رشد اقتصادی، تولید ناخالص داخلی را با رشد بیشتری مواجه نمایند. ضمن اینکه نیاز است که افزایش کارایی در راستای کنترل آلودگی‌های زیست محیطی انجام گیرد.

References

1. Bodini, A., Bondavalli, C., & Allesina, S. (2012). Cities as ecosystems: growth, development and implications for sustainability. *Ecological Modelling*, 245, 185-198.
2. Campbell, D. E., & Garmestani, A. S. (2012). An energy systems view of sustainability: energy evaluation of the San Luis Basin, Colorado. *Journal of Environmental Management*, 95(1), 72-97.
3. Cook, D., Saviolidis, N. M., Davíðsdóttir, B., Jóhannsdóttir, L., & Ólafsson, S. (2017). Measuring countries' environmental sustainability performance—The development of a nation-specific indicator set. *Ecological Indicators*, 74, 463-478.
4. Goodarzvand Chegini, M. (2013). Sustainable development; indicators and policy. *World Politics*, 4(2), 216-237.
5. Lemke, C., & Bastini, K. (2020). Embracing multiple perspectives of sustainable development in a composite measure: The Multilevel Sustainable Development Index. *Journal of Cleaner Production*, 246, 118884.
6. Lin, S. W., Lo, H. W., & Gul, M. (2023). An assessment model for national sustainable development based on the hybrid DEA and modified TOPSIS techniques. *Complex & Intelligent Systems*, 1-18.
7. Mohammadi, M. (2013). *Evaluation and ranking of sustainable development of selected oil countries using VIKOR and TOPSIS approach* (Master's thesis, Ilam University, Faculty of Literature and Humanities).
8. Mohammadi Hamidi, S., & Sobhani, N. (2018). Evaluation of sustainable development indicators in the Middle East region with emphasis on Iran. *Journal of Geographical Space Planning*, 8(28), 99-114.
9. Ólafsson, S., Cook, D., Davíðsdóttir, B., & Jóhannsdóttir, L. (2014). Measuring countries' environmental sustainability performance—A review and case study of Iceland. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, 934-948.
10. Ou, C. H., & Liu, W. H. (2010). Developing a sustainable indicator system based on the pressure–state–response framework for local fisheries: A case study of Gungliaw, Taiwan. *Ocean & Coastal Management*, 53(5-6), 289-300.
11. Pope, J., Annandale, D., & Morrison-Saunders, A. (2004). Conceptualising sustainability assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, 24(6), 595-616.
12. Saremi Rasouli, B., Bafande Zende, A., & Nejaei, A. (2013). Presenting a sustainable industrial development model in the Aras Free Zone with a system dynamics approach. *Modern Research in Decision Making*, 6(4), 159-187.
13. Tang, C. S., & Zhou, S. (2012). Research advances in environmentally and socially sustainable operations. *European Journal of Operational Research*, 223(3), 585-594.
14. Winfield, M., Gibson, R. B., Markvart, T., Gaudreau, K., & Taylor, J. (2010). Implications of sustainability assessment for electricity system design: The case of the Ontario Power Authority's integrated power system plan. *Energy Policy*, 38(8), 4115-4126.
15. Yahaghi, E. (2018). *Evaluation and clustering of Middle East countries based on sustainable development indicators* (Master's thesis, Zand Institute of Higher Education).
16. Zamzam, F., Zare Ahmadabadi, H., Nasser Sadrabadi, A., & Marvati Sharifabadi, A. (2013). A new hybrid approach based on DFM data envelopment analysis with undesirable output and cluster analysis to assess sustainable development of countries. *Modern Research in Decision Making*, 7(2), 53-86.

17. Zhou, H., Yang, Y., Chen, Y., & Zhu, J. (2018). Data envelopment analysis application in sustainability: The origins, development and future directions. *European Journal of Operational Research*, 264(1), 1-16.