



Research Paper

Evaluation of Iran's Status in Terms of Sustainable Development Compared to Different Countries

Maryam Mohebbi: Department of Industrial Management, Ya.C., Islamic Azad University, Yazd, Iran.

Hassan Dehghan Dehnavi*: Department of Industrial Management, Ya.C., Islamic Azad University, Yazd, Iran.

Mozhdeh Rabbani: Department of Industrial Management, Ya.C., Islamic Azad University, Yazd, Iran.

Hamid Babaei Meybodi: Department of Management, Meybod University, Meybod, Iran.

Received: 2025/05/23 **PP** 1-12 Accepted: 2025/08/24

Abstract

In the process of economic development and growth, as well as issues such as economic growth and human development, undesirable outcomes such as environmental pollution will also be important. Considering the application of the DEA method, it will be important to present a model based on this that, on the one hand, calculates and evaluates sustainable development and compares different countries in this regard, and on the other hand, considers undesirable outcomes. Therefore, in this study, by presenting a DEA-based model, considering undesirable outcomes, various countries were evaluated and compared in terms of sustainable development. In this study, efficiency results were presented for 42 developing and developed countries, and information analysis was also performed in GAMS software. The results showed that the countries of Great Britain, Germany, Finland, Japan, Denmark, the United States, and Canada were efficient in the period under consideration and have maintained this efficiency in this period. The countries mentioned were stable in terms of efficiency during the period under consideration and hence these countries are introduced as countries with sustainable development. The results of the study of Iran's efficiency compared to developing and developed countries showed that Iran was not on the efficiency frontier in any of the years under study, but over time, except for 2021, it has moved closer to the efficiency frontier.

Keywords: Sustainable Development, Desirable Output, Undesirable Output, Data Envelopment Analysis.

Citation: Mohebbi, M., Dehghan Dehnavi, H., Rabbani, M., Babaei Meybodi, H. (2025) **Evaluation of Iran's Status in Terms of Sustainable Development Compared to Different Countries.** *Journal of Development Studies and Resource Management*, 3(11), 1-12

*. **Corresponding author:** Hassan Dehghan Dehnavi, **Email:** Denavi2000@iau.ac.ir

Extended Abstract

Introduction

The concept of sustainable development has emerged since the 1970s as an interdisciplinary approach to economic, social, and environmental development. The renowned definition by the Brundtland Commission in 1987 described sustainable development as “development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.” In recent decades, due to the increasing demand for natural resources and the environmental pollution resulting from economic activities, the necessity of addressing undesirable outputs—such as pollutant emissions and excessive energy consumption—has become more prominent.

In this context, assessing and measuring the level of sustainability in countries faces numerous challenges, especially when it is necessary to compare the multifaceted performance of countries across different dimensions and time periods. Analytical approaches such as Data Envelopment Analysis (DEA) have therefore been utilized as appropriate tools for measuring the relative efficiency of countries in achieving sustainable development. The main objective of this study is to assess the level of sustainable development in Iran compared to other countries using the DEA approach. This study focuses on sustainable development across three primary dimensions—economic, social, and environmental—while also accounting for undesirable outputs such as greenhouse gas emissions. The proposed model enables the simultaneous measurement of efficiency in generating desirable outputs and reducing undesirable ones.

The theoretical section of the article presents sustainable development as a multidimensional and multilayered concept that seeks a balance between the use of natural resources, social justice, and economic growth. The authors emphasize that focusing solely on the economic aspects of development, while ignoring environmental and social consequences, may lead to misleading policies. Hence, in modern sustainable development assessments, indicators are selected that accurately reflect the three pillars of development.

Methodology

This study employs the DEA model with undesirable outputs, introduced by Korhonen and Luptacik (2004). These models incorporate negative weights for undesirable outputs—such as carbon dioxide emissions—allowing for a more comprehensive analysis of sustainability. The inputs and outputs of the model are as follows:

Inputs:

- Labor force (population aged 15 and above)
- Energy consumption (including oil, gas, coal, and electricity)
- Natural resource consumption (such as metals and timber)

Desirable Outputs:

- Gross Domestic Product (GDP)
- Human Development Index (HDI)

Undesirable Outputs:

- Carbon dioxide and other greenhouse gas emissions

Data for 42 developed and developing countries were collected for the period 2012 to 2022 and analyzed using GAMS software.

The countries under study include a mix of developed nations (Germany, Japan, the United States, the United Kingdom, etc.) and developing countries (Iran, China, Turkey, Malaysia, etc.). This diversity allows for a comparative evaluation of sustainability levels across different economic and social contexts. The results of the DEA model over the study period show that countries such as the United Kingdom, Germany, Finland, Japan, Denmark, the United States, and Canada have consistently operated on the efficiency frontier, thereby qualifying as sustainably developed countries. These nations have successfully maintained economic growth, achieved high levels of human development, and kept greenhouse gas emissions at acceptable levels. In contrast, countries like France, Saudi Arabia, and Norway reached the efficiency frontier in some years but failed to maintain this status over time. Other countries—including Iran—never reached the efficiency frontier during the study period, although Iran came relatively closer to it in certain years, such as 2022. The charts and tables presented in the article show that Iran's performance, especially in terms of energy efficiency and emissions management, has been weaker than the selected countries. High energy consumption and excessive greenhouse gas emissions relative to GDP and HDI have been

key factors contributing to Iran's inefficiency in achieving sustainable development.

Results and discussion

The article's analysis reveals that the sustainability of development depends not only on achieving economic growth and improving human welfare but also on proper resource management and reducing environmental impacts. Efficient countries have managed to strike a balance among these three dimensions, improving desirable indicators while preventing negative environmental consequences. In Iran's case, the analysis indicates that despite some progress in human and economic development, the lack of effective policies for optimizing energy use and reducing emissions has led to poor performance in the path toward sustainable development.

Conclusion

The study concludes that Iran faces serious structural and managerial challenges in achieving sustainable development. The most significant of these include overreliance on

fossil fuel resources, low energy efficiency, and weak pollution control mechanisms.

Accordingly, the following policy recommendations are made:

1. Optimize energy consumption across various economic sectors, including industry and transportation;
2. Improve efficiency in the use of natural resources and promote renewable energy sources;
3. Implement stricter environmental policies to reduce greenhouse gas emissions;
4. Increase investment in education, healthcare, and social indicators as foundations of human development.

These strategies, coupled with the development of innovative and sustainable technological infrastructures, can pave the way for Iran's transition toward sustainable development. Achieving this goal requires a holistic vision, long-term policy planning, and active participation from all governing, economic, and social institutions.



مقاله پژوهشی

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

مریم محبی: گروه مدیریت صنعتی، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران

حسن دهقان دهنوی: گروه مدیریت صنعتی، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران

مژده ربانی: گروه مدیریت صنعتی، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران

حمید بابائی مبینی: گروه مدیریت، دانشگاه میبد، میبد، ایران.

دریافت: 1404/03/02 صص 12-1 پذیرش: 1404/06/02

چکیده

در فرآیند توسعه و رشد اقتصادی نیز همان طور که مواردی همچون رشد اقتصادی و توسعه انسانی اهمیت دارند، خروجی های نامطلوب همانند آلودگی محیط زیست نیز حائز اهمیت هستند 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 خروجی های نامطلوب را نیز در نظر بگیرد، اهمیت خواهد داشت. از این رو در این مطالعه با ارائه یک مدل مبتنی بر DEA با در نظر گرفتن خروجی های نامطلوب، به ارزیابی و مقایسه کشورهای مختلف از نظر توسعه پایدار پرداخته شد. در این مطالعه نتایج کارایی برای 42 کشور در حال توسعه و توسعه یافته ارائه شد که تجزیه و تحلیل اطلاعات نیز در نرم افزار 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 کرده اند. کشورهای یاد شده در دوره زمانی مورد نظر از نظر کارایی پایدار بوده و از این رو این کشورها کشورهایی با توسعه پایدار معرفی می شوند. نتایج بررسی کارایی ایران در مقایسه با کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته نشان داد در هیچکدام از سال های مورد بررسی ایران در مرز کارایی قرار نداشته است اما در طول زمان بجز سال 2021 (بدلیل افزایش گازهای گلخانه ای) به سمت مرز کارا نزدیک تر شده است.

واژه های کلیدی: توسعه پایدار، ستاده مطلوب، ستاده نامطلوب، تحلیل پوششی داده ها (DEA)

استاد: محبی، مریم؛ دهقان دهنوی، حسن؛ ربانی، مژده و بابائی مبینی، حمید (1404). ارزیابی وضعیت ایران از نظر توسعه پایدار در مقایسه با کشورهای مختلف. فصلنامه مطالعات توسعه و مدیریت منابع، 3(11)، 1-12.

¹. نویسنده مسئول: حسن دهقان دهنوی، پست الکترونیکی: Denavi2000@iau.ac.ir

مقدمه

از اواسط دهه 1970، مباحث پایداری وارد ادبیات توسعه شد. کمیسیون BRUNTLAND در سال 1987 توسعه پایدار را به عنوان «توسعه‌ای 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 (OLAFSSON ET AL., 2014). از اوایل دهه 2000، 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 (TANG AND ZHOU, 2012; ZHOU ET AL., 2018). 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 چشم‌اندازهای سود خالص پایدار و مقبولیت قوانین مبادله در بین ابعاد محیطی، اقتصادی و اجتماعی تأکید دارند. مساله ارزیابی شاخص‌های عملکرد از دیرباز به عنوان یکی از عوامل مهم موفقیت در سازمانهای مختلف مطرح بوده است. تلاش صاحب نظران همیشه بر این بوده است که از ابزارهای سنجش معتبر در امر ارزشیابی بهره‌جسته و با استفاده از نتایج آن به عنوان پایه و مبنایی جهت برنامه ریزی برای رفع نواقص و ارتقا و پیشرفت این سازمانها بهره‌برداری کنند. امروزه اهمیت و ضرورت ارزیابی عملکرد آنچنان محرز گردیده که در هر نظام و دستگاه اداری به عنوان امری ضروری و اجتناب ناپذیر مطرح و لازمه‌ی یک مدیریت صحیح و پویا به شمار می‌رود. در عصر کنونی، تحولات شگرف دانش مدیریت وجود نظام ارزیابی را اجتناب ناپذیر کرده است به گونه‌ای که فقدان ارزیابی در ابعاد مختلف سازمان اعم از ارزیابی استفاده از منابع و امکانات، کارکنان، اهداف و استراتژیها، یکی از علائم بیماری سازمان قلمداد می‌شود. هر سازمان به منظور آگاهی از میزان مطلوبیت و کیفیت فعالیتهای خود به ویژه در محیطهای پیچیده پویا، نیاز مبرم به نظام ارزیابی دارد. از سوی دیگر نبود نظام ارزیابی و کنترل در یک سیستم به مبنای عدم برقراری ارتباط با محیط درون و برون سازمانی تلقی می‌شود که پیامد آن کاهولت و در نهایت مرگ سازمان است. صاحب‌نظران و محققان معتقدند عملکرد، موضوعی اصلی در تمامی تجزیه و تحلیل‌های سازمانی است و مشکل است بتوان سازمانی را تصور کرد که مشمول ارزیابی و اندازه‌گیری عملکرد نباشد. شرکت‌ها به منظور توجه به اثرات مختلف اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، زیست محیطی و ... عملیات و فعالیتهای خود، تحت فشار ذینفعان داخلی و خارجی قرار دارند. در پاسخ به این فشار، بسیاری از شرکتها، اقدامات پایداری مختلفی را اجرا کرده‌اند. جزییات بیشتر این اقدامات به طور عمومی در پایداری شرکتها و یا در گزارشهای آنها به چشم می‌خورد. برای کمک به شرکت‌های پیشرو در عملکرد پایداری، تعدادی از رتبه‌بندیها، استانداردها و شاخصها ظهور کرده‌اند. (GIBSON, 2006; POPE ET AL., 2004; WINFIELD ET AL., 2010; ZHOU ET AL., 2018).

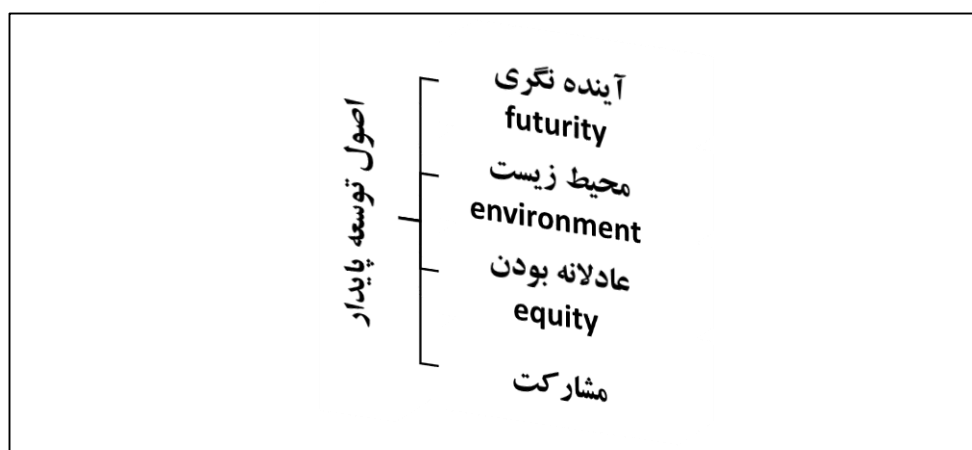
سه دسته از شاخص‌ها و روش‌ها به منظور ارزیابی پایداری در ادبیات معرفی شده است. یکی از این روش‌ها، تحلیل سیستمی بوده که در آن هم روابط بین اجزای داخلی سیستم و هم روابط بین اجزای داخلی و محیط خارجی را در نظر گرفته می‌شود. رویکرد دیگر تجزیه و تحلیل جریان است که پایداری سیستم را از طریق بهره‌وری استفاده از منابع ارزیابی می‌کند. نهایتاً رویکرد سوم محاسبه شاخص‌ها 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 (BODINI ET AL., 2012; CAMPBELL AND GARMESTANI, 2012; OU AND LIU, 2012). تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) یکی از روش‌های مبتنی بر محاسبه شاخص برای ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیری با معیارهای عملکرد است. به صورت 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 گمراه‌کننده‌ای 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 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 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 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 پیشنهادها و تحقیق می‌پردازد.

مبانی نظری

اگرچه مفهوم «ماهیت توسعه پایدار» تا حدودی روشن است، اما تفاسیر و تعاریف توسعه پایدار بحث های زیادی را به همراه داشته است. ابهام در مفهوم توسعه پایدار از ماهیت دوگانه آن ناشی می شود زیرا هم «توسعه» و هم «پایداری» را شامل شده است. در ادبیات اقتصادی و زیست محیطی از دهه 1970، تعاریف متعددی برای توسعه پایدار ارائه شده است. در گزارش کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه (WCED1) یا به عبارت دیگر کمیسیون Brundtland توسعه پایدار بصورت زیر تعریف می شود:

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

بر اساس این تعریف قبل از اینکه هر کشور و یا جامعه ای 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 نسل های آینده هزینه ای تحمیل شود، آثار فعالیت های 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 می گیرد. در واقع توسعه پایدار تنها بر جنبه زیست محیطی اتفاقی متمرکز نیست، بلکه به جنبه های اجتماعی و اقتصادی آن نیز توجه دارد. بر اساس نظر Elkin چهار اصل توسعه پایدار را می توان بصورت شکل زیر ارائه داد:



شکل 1: رابطه بین اقتصاد، اجتماع و محیط زیست در توسعه پایدار

بنابراین می توان گفت که توسعه پایدار در اصول کلی خود موضوعات زیر را دنبال خواهد کرد :

تصمیمات امروز نباید آینده کودکان و نسل آینده و 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 (سفلایی، 1386).

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

شاخص‌های 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 می‌کند. هر شاخص در شاخص‌های توسعه پایدار نمایشی از یک مفهوم خاص و غیر همپوشانی را ارائه می‌دهد که برای تعریف پایه توسعه پایدار ضروری است. همان‌طور که بیان شد، توسعه پایدار به سه جز توسعه زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی تقسیم می‌شود. بر اساس تعریف توسعه اجتماعی حفظ و تقویت نیازهای اساسی انسانی جامعه، از جمله بهداشت، آموزش و رهایی از ظلم تعریف می‌شود که می‌تواند شامل شاخص‌های زیر شود:

- تحصیلات
- سلامتی
- مسئولیت اجتماعی دولت
- ثبات / شکنندگی

توسعه اقتصادی نیز رشد اقتصادی که نیازهای اساسی جمعیت را تامین می‌کند و به جامعه اجازه می‌دهد تا فعالانه در بازار جهانی مدرن شرکت کند و می‌تواند شامل شاخص‌های 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.

(Chen et al., 2020) تحقیقی به ارائه یک مدل DEA شبکه‌ای برای ارزیابی پایداری برای استان‌های چین انجام داده‌اند. این تحقیق در 30 استان چین و در دوره زمانی 2000-2012 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. فرآیند 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 به طور قابل توجهی بهبود یافته است.

(Lemke & Bastini, 2020) 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 چندمتغیره تحلیل مؤلفه اصلی (PCA) استفاده شد. کاربرد مدل MLSDI در 62 صنعت در اقتصاد آلمان نشان داد که صنایع شیمیایی با توجه به عملکردهای زیست‌محیطی نیاز به اقدام فوری دارد و صنعت کشاورزی نیازمند کمک و اقدام در هر سه حوزه است.

(Lin et al., 2023) به ارزیابی پایداری توسعه‌یافتگی 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 به‌تدریج سیاست‌هایی را برای کاهش مصرف سوخت فسیلی اتخاذ می‌کنند. علاوه بر این، تجزیه و تحلیل منطقه‌ای نشان داد که عملکرد کلی کشورهای G7 به‌طور قابل‌توجهی با کشورهای غیر G7 متفاوت بوده است.

(Wang et al., 2024) با استفاده از تحلیل خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی و تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) یک شاخص توسعه پایدار منطقه‌ای (RSDI) ارائه دادند. در این مطالعه با استفاده از شاخص به‌دست‌آمده، پیشرفت چین به سمت توسعه پایدار در سطح بخشی در سال‌های 2013-2020 بررسی شد. نتایج این مطالعه نشان داد شاخص به‌دست‌آمده در طول زمان به عنوان یک چارچوب مشاهده ثابت مانده است و برای بررسی توسعه پایدار چین در درازمدت نیاز به روش‌های دیگر که منعکس‌کننده توسعه اقتصادی و روش کلان داده است، خواهد بود. نتایج این مطالعه نشان داد توسعه در منطقه شرقی چین سالانه 0.32 درصد کاهش یافته، در حالی که در مناطق مرکزی و غربی سالانه 1.26 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 $\chi \in R_+^{m \times n}$ و $Y \in R_+^{s \times n}$ 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، (Korhonen & Luptacik 2004) 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 0 آورده شده است:

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

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 0 تا 0 ارائه می‌شوند: بر اساس مدل مورد نظر، متغیرهای این مطالعه بصورت جدول زیر است:

$$\begin{aligned}
\max \theta_o^U &= \sum_{r=1}^k u_r y_{ro}^U - \sum_{t=k+1}^s u_t y_{to}^L \\
s. t. \quad &\sum_{r=1}^k u_r y_{rj}^U - \sum_{t=k+1}^s u_t y_{tj}^L - \sum_{i=1}^m V_i X_{ij}^L \leq 0, \quad j = 1, \dots, n. \\
&\sum_{i=1}^m V_i X_{io}^L = 1 \\
&u_r, V_i \geq \varepsilon, \quad r = 1, \dots, S, \quad i = 1, \dots, m.
\end{aligned} \tag{2}$$

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

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

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

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

نمونه متغیرهای مورد مطالعه

نام متغیر	نوع	تعریف
نیروی کار	ورودی	جمعیت بالای 15 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 (2) 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

ردیف	نام کشور	ردیف	نام کشور
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 جدول (۳) تا جدول (۶) 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 علت افزایش گازهای گلخانه‌ای) 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 (3) نتایج اندازه‌گیری کارایی کشورها در سالهای 2012-2014

کشور	2012	2013	2014	کشور	2012	2013	2014
استرالیا	0/714	0/735	0/782	برزیل	1	0/670	0/638
سنگاپور	0/705	0/704	0/731	فرانسه	0/939	1	1
کره جنوبی	0/506	0/511	0/509	لوکزامبورگ	1	0/726	1
ایسلند	0/549	0/566	0/565	بریتانیا	1	1	1
هنگ کنگ	0/547	0/603	0/585	آلمان	1	1	1
سوئیس	0/726	1	0/759	چین	0/566	0/608	0/589
جمهوری ایرلند	0/786	1	0/692	تایلند	0/548	0/630	0/606
هلند	0/755	0/574	0/537	فنلاند	1	1	1
نیوزیلند	0/575	0/597	0/585	تایوان	0/565	0/586	0/566
بلژیک	0/567	0/653	0/676	عربستان سعودی	0/578	0/632	0/590
اتریش	0/576	0/676	0/578	نروژ	1	1	0/757
اسلوونی	0/572	0/570	0/609	سوئد	1	1	0/754
اسپانیا	0/743	0/752	0/749	پرتغال	1	0/637	0/693
جمهوری چک	0/662	0/712	0/684	عمان	0/680	1	0/550
ایتالیا	0/691	0/689	0/756	روسیه	0/549	0/600	0/558
ترکیه	0/627	0/673	0/685	مالزی	0/652	0/758	0/650
قزاقستان	0/780	0/551	0/700	رومانی	0/789	0/727	0/608
ژاپن	1	1	1	امارات متحده عربی	0/679	0/685	0/630
دانمارک	1	1	1	قطر	0/941	1	0/730
ایران	0/62	0/586	0/720	ایالات متحده	1	1	1
				کانادا	1	1	1

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول (4) نتایج اندازه‌گیری کارایی کشورها در سالهای 2015-2017

کشور	2015	2016	2017	کشور	2015	2016	2017
استرالیا	0/565	0/567	0/543	برزیل	0/643	0/659	0/768
سنگاپور	0/530	0/532	0/530	فرانسه	1	0/751	0/512
کره جنوبی	0/507	0/509	0/509	لوکزامبورگ	1	1	1
ایسلند	0/648	0/570	0/571	بریتانیا	1	1	1
هنگ کنگ	0/631	0/659	0/619	آلمان	1	1	1
سوئیس	0/770	0/754	0/745	چین	0/600	0/686	0/603
جمهوری ایرلند	0/750	0/757	0/738	تایلند	0/550	0/561	0/556
هلند	0/765	0/75	0/786	فنلاند	1	1	1
نیوزیلند	0/573	0/584	0/588	تایوان	0/565	0/575	0/573
بلژیک	0/603	0/599	0/603	عربستان سعودی	0/597	0/758	0/565
اتریش	0/571	0/567	0/570	نروژ	1	0/724	1
اسلوونی	0/590	0/595	0/543	سوئد	0/503	0/586	0/755
اسپانیا	0/543	0/549	0/558	پرتغال	0/580	0/583	0/578
جمهوری چک	0/656	0/679	0/666	عمان	0/551	0/557	0/554

کشور	2015	2016	2017	کشور	2015	2016	2017
ایتالیا	0/606	0/621	0/614	روسیه	0/544	0/553	0/549
ترکیه	0/608	0/738	0/655	مالزی	0/648	0/656	0/656
قزاقستان	0/785	0/754	0/725	رومانی	0/596	0/639	0/607
ژاپن	1	1	1	امارات متحده عربی	0/634	0/659	0/657
دانمارک	1	1	1	قطر	0/620	0/676	0/604
ایران	0/789	0/757	0/756	ایالات متحده	1	1	1
				کانادا	1	1	1

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول (5) نتایج اندازه‌گیری کارایی کشورها در سالهای 2018-2020

کشور	2018	2019	2020	کشور	2018	2019	2020
استرالیا	0/523	0/527	0/529	برزیل	0/672	0/682	0/703
سنگاپور	0/516	0/509	0/519	فرانسه	0/697	0/643	1
کره جنوبی	0/508	0/510	0/512	لوکزامبورگ	1	1	1
ایسلند	0/564	0/579	0/582	بریتانیا	1	1	1
هنگ کنگ	0/584	0/599	0/629	آلمان	1	1	1
سوئیس	0/603	0/619	0/619	چین	0/589	0/605	0/607
جمهوری ایرلند	0/632	0/667	0/642	تایلند	0/551	0/556	0/557
هلند	0/641	0/769	0/662	فنلاند	1	1	1
نیوزیلند	0/580	0/599	0/599	تایوان	0/569	0/581	0/572
بلژیک	0/595	0/614	0/634	عربستان سعودی	1	0/756	0/526
اتریش	0/565	0/570	0/571	نروژ	1	1	1
اسلوونی	0/537	0/536	0/539	سوئد	0/736	0/750	0/775
اسپانیا	0/556	0/563	0/560	پرتغال	0/753	0/600	0/606
جمهوری چک	0/669	0/679	0/685	عمان	0/552	0/551	0/554
ایتالیا	0/597	0/601	0/662	روسیه	0/551	0/552	0/554
ترکیه	0/651	0/661	0/663	مالزی	0/645	0/666	0/682
قزاقستان	0/723	0/743	0/711	رومانی	0/609	0/611	0/620
ژاپن	1	1	1	امارات متحده عربی	0/731	0/653	0/648
دانمارک	1	1	1	قطر	0/579	0/673	0/755
ایران	0/758	0/510	0/778	ایالات متحده	1	1	1
				کانادا	1	1	1

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول (6) نتایج اندازه‌گیری کارایی کشورها در سالهای 2021-2022

کشور	2021	2022	کشور	2021	2022
استرالیا	0/571	0/600	برزیل	0/706	0/717
سنگاپور	0/556	0/549	فرانسه	0/827	0/785
کره جنوبی	0/513	0/514	لوکزامبورگ	1	1
ایسلند	0/586	0/590	بریتانیا	1	1

کشور	2021	2022	کشور	2021	2022
هنگ کنگ	0/564	0/647	آلمان	1	1
سوئیس	0/737	0/773	چین	0/622	0/624
جمهوری ایرلند	0/664	0/671	تایلند	0/564	0/566
هلند	0/673	0/726	فنلاند	1	1
نیوزیلند	0/617	0/576	تایوان	0/578	0/579
بلژیک	0/731	0/757	عربستان سعودی	0/751	0/754
اتریش	0/616	0/633	نروژ	1	1
اسلوونی	0/541	0/611	سوئد	0/779	0/708
اسپانیا	0/554	0/556	پرتغال	0/602	0/6018
جمهوری چک	0/704	0/724	عمان	0/556	0/562
ایتالیا	0/616	0/764	روسیه	0/559	0/561
ترکیه	0/684	0/753	مالزی	0/678	0/660
قزاقستان	0/751	0/758	رومانی	0/629	0/653
ژاپن	1	1	امارات متحده عربی	0/655	0/655
دانمارک	1	1	قطر	0/610	0/727
ایران	0/718	0/769	ایالات متحده	1	1
			کانادا	1	1

منبع: یافته‌های پژوهش

خلاصه و نتیجه‌گیری

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 شایانی دارند 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. به‌منظور دسترسی به این هدف از روش مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) با در نظر گرفتن ستاده‌های مطلوب و نامطلوب برای 42 کشور در حال توسعه و توسعه یافته در دوره زمانی 2012 تا 2022 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 2021 (به علت افزایش گازهای گلخانه‌ای) 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 این‌رو 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. علاوه بر این مشکلات ساختاری و کمبودهای عمده از قبیل:

1- تحریم‌ها: موانع جدی در مسیر پیشرفت علمی. تحریم‌های اقتصادی و فناوری یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های ایران در زمینه تحقیق و توسعه است. تحریم‌ها نه تنها دسترسی به فناوری‌های نوین را محدود کرده، بلکه بسیاری از محققان ایرانی را از دسترسی به منابع علمی جهانی، تجهیزات پیشرفته و همکاری‌های بین‌المللی محروم کرده است. تحریم‌ها همچنین ایران را از مهم‌ترین پایگاه‌های علمی جهان نظیر پایگاه‌های داده بین‌المللی و دستگاه‌های آزمایشگاهی پیشرفته محروم کرده است. این تحریم‌ها باعث ایجاد یک خلا در عرصه‌های نوآوری و فناوری‌های پیشرفته در ایران شده است.

۲. کمبود منابع مالی و سرمایه‌گذاری ناکافی؛ در حالی که کشورهای پیشرفته برای پیشبرد تحقیق و توسعه به طور متوسط ۳ تا ۴ درصد از تولید ناخالص داخلی (GDP) خود را صرف می‌کنند، ایران در این زمینه با کاهش بودجه‌های دولتی و سرمایه‌گذاری اندک مواجه است. این وضعیت به معنای آن است که بسیاری از پروژه‌های علمی و تحقیقاتی کشور به دلیل عدم تامین مالی متوقف می‌شوند یا به مرحله نهایی نمی‌رسند.

۳. مهاجرت نخبگان و از دست دادن سرمایه انسانی، یکی از مسائل عمده در ایران، مهاجرت نخبگان علمی است. بسیاری از محققان، دانشمندان و مهندسان برجسته به دلیل نبود شرایط مناسب کاری، دستمزدهای پایین، و کمبود امکانات تحقیقاتی، از ایران مهاجرت می‌کنند. این پدیده باعث کاهش سرمایه انسانی و به تبع آن کاهش کیفیت و سرعت رشد پروژه‌های تحقیقاتی می‌شود. در این راستا، تعداد زیادی از محققان و دانشمندان ایرانی که می‌توانستند به پیشرفت علمی و صنعتی کشور کمک کنند، برای ادامه کار خود به خارج از کشور رفته‌اند. این روند، علاوه بر از دست دادن ظرفیت‌های علمی، باعث کاهش انگیزه برای محققان باقی‌مانده در داخل کشور نیز شده است.

۴. مشکلات ساختاری و زیرساخت‌های ناکافی؛ اگرچه ایران در زمینه منابع انسانی و نیروی علمی توانمند است، اما به دلیل کمبود زیرساخت‌های مناسب، دستگاه‌های آزمایشگاهی پیشرفته و دسترسی به اطلاعات علمی و داده‌های بین‌المللی، قادر به بهره‌برداری صحیح از این منابع انسانی نیست. علاوه بر این، سرعت پایین اینترنت و فقدان تجهیزات به‌روز در بسیاری از دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی، از جمله عواملی هستند که فرآیند تحقیقات علمی را کند و محدود کرده‌اند.

در نهایت جهت تأکید بر ضرورت در توسعه پایدار در ایران اهمیت پژوهش در انواع علوم انسانی از اهمیت بالایی برخوردار است و عمده دلیل آن هم پیچیدگی و گستردگی سیستم اجتماعی محسوب می‌شود که نمی‌توان با یک سیاست و برنامه تک خطی و از پیش تعیین شده چنین سیستمی را مدیریت کرد و نیازمند به‌روزرسانی لحظه‌ای، ارتقا و بهینه‌سازی است تا مطلوب‌ترین و شایسته‌ترین خروجی‌ها و نتایج را به دنبال داشته باشد. باید توجه داشت در کنار اهمیت ویژه و خاصی که اکثر کشورهای توسعه‌یافته جهان طی سال‌های اخیر به علوم انسانی و رشد فراگیر آن داده‌اند؛ در کشور ما این مهم با کم‌توجهی برخی مسئولین مواجه بوده و از این‌رو آن‌چنان که انتظار می‌رفت، پیشرفتی در این زمینه حاصل نشده است درحالی‌که کشور ما در این حوزه متخصصان و صاحب‌نظران بسیاری را دارد که باتکیه بر علم و تخصص آنان می‌تواند جهشی حائز اهمیت در این عرصه داشته باشد که کمک شایانی به پیشرفت همه‌جانبه ایران اسلامی خواهد داشت.

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: emergy 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. Olafsson, S., Cook, D., Davidsdottir, B., & Johannsdottir, 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 Gungliau, 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.