



Ranking Iran for Sustainable Society Index and Its Trend Using TOPSIS

Document Type
Research Paper

Abdolrassoul Salmanmahiny^{1*}, Zahra Ebrahimi Monfared², Zahra Parvar², Razieh Danavi², Hadi Rahimi², Maedeh Ramazani², Neda Shiyasi², Seyyedeh Farahnaz Vesali²

Received
2022/10/14

1. Professor, Department of Environmental Sciences, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Golestan, Iran
2. PhD in Environmental Science and Engineering, Department of Environmental Sciences, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Golestan, Iran

Accepted
2025/06/02



DOI: <http://doi.org/10.22034/eiap.2025.229956>

Abstract

Sustainable society index (SSI) includes 22 indicators covering human wellbeing, economic wellbeing and environmental wellbeing of 153 countries. Using SSI data for the years 2006 to 2016 in TOPSIS with sensitivity analysis, rank of Iran and six selected countries were calculated and compared. The calculations were implemented in the developed Python software package PYSIS with easy interface. Results showed that in the year's 2006 and 2016 Iran ranked 5th compared to the selected countries whereas in the year 2010 Iran enjoyed the second rank. During the study period Iran suffered a general downward trend in terms of SSI. Sensitivity analysis using 50% change in weights of the 22 indicators and 100,000 iterations in the PYSIS software indicated relative stability of the results and reliability of the data. The PYSIS software showed its capability for the required calculations including sensitivity analyses. It seems that for the studied period decrease or increase in the rank of Iran for SSI were mainly related to the indicators sufficient food, income distribution and public debt. Hence, the government and relevant bodies can focus on these selected indicators for increasing the SSI rank of the country.

Keywords: Sustainable Society Index, Iran, TOPSIS, Change trend, Sensitivity Analysis, Python

* Corresponding author:

Email: mahini@gau.ac.ir

Introduction

In recent years, growing global concern regarding environmental sustainability and sustainable development has prompted countries to adopt appropriate policies and indicators to facilitate the path toward sustainability. One of the most comprehensive indicators introduced for evaluating national sustainability is the Sustainable Society Index (SSI), developed by the Sustainable Society Foundation in 2006. This index simultaneously incorporates three fundamental dimensions: human well-being, environmental sustainability, and economic sustainability, providing an integrated perspective on the overall status of countries. Nevertheless, global efforts to assess sustainability still face several challenges, including narrow definitions of sustainability, lack of data transparency, and insufficient data updates. According to international rankings based on the SSI, developed countries such as Switzerland, Norway, Australia, and the Netherlands occupy the top positions, while Iran ranks 70th among 105 countries, reflecting an unfavorable status. Several studies in Iran have examined various aspects of sustainable development and related indicators, with many highlighting the country's unstable performance over time. In particular, analyses indicate that Iran has been classified among the "highly deprived" or "relatively unsustainable" countries in certain periods. Given the diversity and complexity of the indicators used in the SSI and the need for precise country comparisons, Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) methods such as the Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) are considered effective tools. The TOPSIS method ranks alternatives based on their relative distance from an ideal positive and negative solution, offering a robust framework for sustainability assessment. Furthermore, determining appropriate weights for the indicators is a critical step, and in cases where expert opinions differ, sensitivity analysis or the use of linguistic variables within a fuzzy evaluation framework can help achieve more reliable results. This study aims to analyze Iran's sustainability status compared to six selected countries in the Middle East region based on the SSI for the period 2006 to 2016. To facilitate the TOPSIS analysis and sensitivity testing, a user-friendly software application was developed in Python, providing accurate results and enabling the monitoring of changes in country rankings over time. The findings of this research can offer valuable insights for policymakers, supporting the identification of key weaknesses and guiding the implementation of appropriate strategies to enhance the country's sustainable development performance.

Methodology

Method: The data for this study were obtained from the Sustainable Society Foundation (SSF) website, currently available at <https://ssi.wi.th-koeln.de/>. The SSF, established in 2006 as a non-profit organization based in the Netherlands, developed the SSI to assess sustainability levels in 154 countries. This index considers three main dimensions: human well-being, environmental well-being, and economic well-being. These dimensions include a total of 21 objective indicators with equal initial weights, covering aspects such as food and water security, health, education, biodiversity, energy, economic performance, and governance. All indicators are standardized on a scale from 0 (no sustainability) to 10 (full sustainability) and aggregated using a geometric mean. The TOPSIS was applied for data analysis.

Study area: This study compares Iran with six selected countries in the Middle East in terms of sustainability. The selected countries include Iraq, Turkey, Turkmenistan, Yemen, the United Arab Emirates, and Egypt. The countries were chosen to ensure diversity in terms of size, development level, and environmental, economic, and social conditions, while keeping the number of countries manageable. The Middle East is a key global energy region, rich in oil and gas reserves. Iran and Qatar hold the second and third largest natural gas reserves in the world, respectively, while countries like Iran, Iraq, Saudi Arabia, Kuwait, and the UAE possess some of the world's largest oil reserves. Turkmenistan has made significant efforts to advance economically following its independence from the former Soviet Union. The UAE has achieved rapid economic growth through oil wealth, tourism, and innovation. In contrast, Yemen has faced severe economic, social, and environmental challenges due to political instability. Egypt has experienced major political fluctuations and corresponding economic and social impacts. Iraq remains in a post-conflict reconstruction phase, while Turkey continues to develop its economy and society with a focus on tourism and integration with Western models. This diverse group provides a suitable basis for comparing sustainability performance in the region.

TOPSIS Method: In this study, the TOPSIS method was applied to rank the selected countries. The core idea of TOPSIS is to identify the alternative with the shortest distance to the ideal positive solution and the farthest distance from the negative ideal solution. Advantages of this method include the ability to handle both qualitative and quantitative criteria, simplicity, flexibility in adjusting input data, and effective performance.

Sensitivity Analysis: Sensitivity analysis was performed to assess the stability of the rankings under variations in the weights of the indicators. A probabilistic approach was used, where all weights were randomly adjusted within a defined range, ensuring the sum of weights did not exceed one. A total of 100,000 iterations were performed with up to 50% variation in the weights.

PYSIS User Interface: To facilitate and accelerate the TOPSIS process, a user-friendly Python-based interface called PYSIS was developed. The software supports an unlimited number of input data in CSV format and provides ranking results in both text and graphical formats (bar and pie charts). Additionally, the software includes an integrated sensitivity analysis function. The user interface developed in Python by the authors is shown in Fig 1.

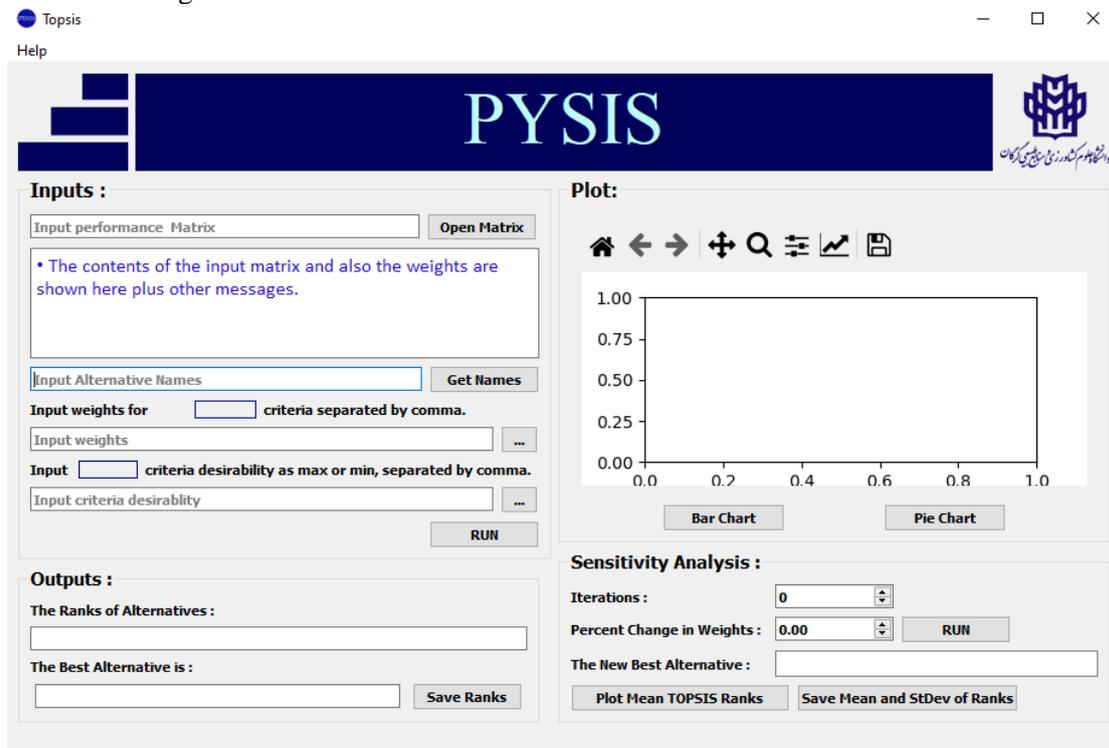


Fig 1. User interface developed in Python by the authors.

Results and Discussion

The indicators related to Iran's social welfare, environmental welfare, and economic welfare subindices reveal that in 2008 and 2016, social welfare components such as adequate food, income distribution, and good governance were at their lowest quality levels, while population growth showed an increasing trend. During the same period, environmental welfare subindices including forest biodiversity, energy consumption, greenhouse gases, and renewable energy exhibited poor performance. From an economic perspective, the public debt subindex reached its highest values in 2008 and 2016. Most of these indicators are reported with two decimal places. The TOPSIS ranking without sensitivity analysis showed that Iran ranked third among six selected Middle Eastern countries in 2006 with a score of 0.486, following Egypt and Turkey. However, Iran's score dropped to 0.386 in 2008, placing it fifth. In 2010, Iran improved to second place with a score of 0.474, matching Turkey, and then ranked third in 2012 and 2014 with scores of 0.497 and 0.494, respectively. By 2016, Iran again fell to fifth place with a score of 0.386. Sensitivity analysis conducted with up to 50% random variation in weights, repeated 100,000 times using the PYSIS software, confirmed the robustness of these results. The best rankings for Iran during the study period were third place

in 2006, 2010, 2012, and 2014. Overall, Iran's sustainability ranking declined over the decade. A closer examination of the indicator values suggests that Iran's drop in ranking in 2008 was linked to declines in adequate food, income distribution, governance, forest biodiversity, and increased population growth, energy consumption, greenhouse gas emissions, and public debt. Conversely, water availability, health, education, healthy living, real savings, GDP, and employment improved that year. From 2008 to 2014, improvements in adequate food, income distribution, and reduced public debt contributed to Iran's ranking rise. However, by 2016, these indicators reverted to 2008 levels, causing a further decline. These findings align with other regional studies that also reported fluctuating but generally declining sustainability performance for Iran during this period.

Conclusion

Governments worldwide use indices like the SSI to promote resource and social sustainability. Iran's SSI ranking among six Middle Eastern countries was moderate from 2006 to 2016, influenced by factors such as food and water security, income distribution, governance, biodiversity, population growth, energy use, and public debt. Enhancing resilience to natural hazards, sustainable resource management, environmental protection, and social reforms are key to improving Iran's sustainability. The Python-based PYSIS software effectively supported this study's TOPSIS analysis, offering efficient multi-criteria decision-making and visualization. Future work should explore alternative ranking methods, broader sensitivity analyses, and diverse sustainability indicators for more comprehensive evaluations.

رتبه‌بندی ایران بر اساس شاخص جامعه پایدار و بررسی روند آن به کمک روش تاپسیس

عبدالرسول سلمان ماهینی*^۱، زهرا ابراهیمی منفرد^۲، زهرا پرور^۲، راضیه دنیوی^۲، هادی رحیمی^۲،
مائده رمضانی^۲، ندا شباسی^۲، سیده فرحناز وصالی^۲

۱. استاد، گروه محیط‌زیست، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
۲. دکتری علوم و مهندسی محیط‌زیست، گروه محیط‌زیست، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۰۳/۱۲

تاریخ وصول مقاله: ۱۴۰۱/۰۸/۰۲

چکیده

شاخص جامعه پایدار از ۲۲ نمایه دربرگیرنده رفاه انسان، رفاه اقتصادی و رفاه محیط‌زیستی برای کشورهای جهان از سال ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶ در دسترس است. به کمک این داده‌ها و روش تاپسیس همراه با حساسیت‌سنجی، رتبه ایران برای این شاخص در مقایسه با شش کشور منتخب منطقه محاسبه شد و روند تغییرات آن نیز بررسی شد. مراحل اجرای تاپسیس و حساسیت‌سنجی در نرم‌افزار نوشته شده در پایتون با رابط کاربر آسان اجرا شد. نتایج نشان داد که در دو سال ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶ میلادی وضعیت ایران از نظر شاخص جامعه پایدار در رتبه پنجم در مقایسه با کشورهای منتخب منطقه بود، حال آن که در سال ۲۰۱۰ در رتبه دوم قرار داشت. همچنین، نتایج نشان داد این رتبه‌بندی به شکل کلی در طی سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶ برای ایران روند کاهشی داشته است. حساسیت‌سنجی با تغییر ۵۰ درصدی در وزن‌های ۲۲ نمایه مورد استفاده و تکرار ۱۰۰۰۰۰ بار در نرم‌افزار نشان داد نتایج حاصل از تاپسیس قبل و بعد از حساسیت‌سنجی تغییر چندانی نمی‌کند و این موضوع گویای قابلیت اتکای نتایج و داده‌های خام مورد استفاده است. همچنین، نرم‌افزار پایتون نوشته شده نقش خود را به خوبی در تسهیل انجام محاسبات نشان داد. به نظر می‌رسد طی دوره مورد بررسی تنزل یا ارتقای رتبه ایران از نظر شاخص جامعه پایدار بیشتر ناشی از نمایه‌های غذایی کافی، توزیع درآمد و بدهی عمومی بوده است. از این‌رو، دولت و سازمان‌های مرتبط می‌توانند با تمرکز بر این نمایه‌ها موجب ارتقای وضعیت ایران از نظر این شاخص شوند.

کلید واژه‌ها: شاخص جامعه پایدار، ایران، تاپسیس، روند تغییرات، حساسیت‌سنجی، پایتون

سرآغاز

پایداری یک منطقه باید برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار افزایش یابد (Roy et al., 2024). بنابراین، ارزیابی پایداری از نظر جنبه‌های اجتماعی، اقتصادی و محیط‌زیستی تأثیر قابل توجهی بر دستیابی به امنیت معیشت هر منطقه دارد (Fan et al., 2024). نگرانی جهانی در مورد پایداری محیط‌زیست که انسان را نیز دربرمی‌گیرد به سرعت در حال افزایش است و توسعه پایدار به‌عنوان یکی از دغدغه‌های مهم عصر حاضر، موجب شده تا کشورها برای رسیدن به آن چاره‌اندیشی کنند (Van de Kerk, 2014). توسعه نشان‌دهنده فرآیند تکاملی مشترک بین دانش، ارزش‌ها، سازمان‌ها، فناوری و محیط است و هر یک از این مؤلفه‌ها در طول تکامل خود به مؤلفه‌های دیگر مرتبط می‌شوند. مطالعات توسعه پایدار تأکید می‌کنند که دستیابی به پایداری به چگونگی تکامل ابعاد مختلف توسعه پایدار بستگی دارد (Ulman et al., 2020).

در جستجوی مجموعه‌ای از شاخص‌های مناسب برای اندازه‌گیری سطح پایداری یک کشور از جنبه‌های طبیعی، اقتصادی و اجتماعی، دانشمندان روش‌های مختلفی را پیشنهاد کرده‌اند (Wu et al., 2018). با این حال، به نظر می‌رسد هیچ یک از این شاخص‌ها پاسخی کامل به سؤالات مطرح شده ارائه نمی‌کنند (Saisana & Philippas, 2012; Van de Kerk & Manuel, 2008; Singh et al., 2009). کمبودهای اصلی می‌تواند در محدود بودن تعریف پایداری، عدم شفافیت و عدم به‌روزرسانی منظم داده‌ها باشد. به همین دلیل، یک شاخص جدید به نام شاخص جامعه پایدار (SSI) ایجاد شده است (Van de Kerk & Manuel, 2008). شاخص جامعه پایدار محصولی از بنیاد جامعه پایدار (Sustainable Society Foundation) است که در سال ۲۰۰۶ توسط Geurt van de Kerk و Arthur Manuel تأسیس شد (Michalos & Hatch, 2020). SSI پایداری را در معنای وسیع خود شامل جنبه‌های اجتماعی، محیط‌زیستی، اقتصادی و نهادی تحت پوشش قرار می‌دهد، در حالی که اکثر شاخص‌های دیگر این کار را فقط تا حدی انجام می‌دهند (Camelia & Vasile, 2017). SSI می‌تواند به‌عنوان یک مسئله تصمیم‌گیری با اهداف متعدد در نظر گرفته شود (Seppälä et al., 2017) که در سه بعد رفاه انسانی، محیط‌زیستی و اقتصادی پایداری کشورها را ارزیابی می‌کند (Sustainable Society Foundation, 2016).

مجموعه داده‌ها و نتایج کامل SSI از طریق وب سایت (<https://ssi.wi.th-koeln.de/>) در دسترس است (Van de Kerk & Manuel, 2008). از زمان معرفی و انتشار SSI در سال ۲۰۰۶ تاکنون مطالعات بسیاری جهت معرفی، اصلاح و بهبود عملکرد این شاخص (Saisana & Philippas, 2012; Witulski & Dias, 2020) و نیز اندازه‌گیری و تسهیل ارتباط بین ابعاد اجتماعی، محیط‌زیستی و اقتصادی جوامع برای دستیابی به توسعه پایدار انجام شده است (Kiavo et al., 2013; Rodriguez-Rosa et al., Larson, 2021; Michalos (Luukkanen, 2019; Hatch, 2020). در سال ۲۰۲۰ با استفاده از ترکیبی از ۲۱ شاخص کیفیت و رفاه زندگی، ۱۰۵ کشور را رتبه‌بندی کردند و براساس آن، به ترتیب سوئیس، نروژ، ایسلند، استرالیا، فنلاند، هلند، اسلواکی، بلژیک، سوئد و دانمارک بالاترین امتیازات را گرفتند. در این رتبه‌بندی، ایران مقام ۷۰ را در میان ۱۰۵ کشور به دست آورد. Strezov و همکاران در سال ۲۰۱۶ تأیید کردند که SSI مفهوم گسترده‌ای از پایداری را اندازه‌گیری می‌کند زیرا شامل شاخص‌هایی برای هر یک از سه بعد است.

در ایران نیز مطالعاتی با هدف رتبه‌بندی جایگاه ایران از نظر پایداری در جهان صورت گرفته است که یک یا ترکیبی از شاخص‌های پایداری را در نظر گرفته‌اند (Zamani & Javaherian, 2015). فرآیند ورود مفهوم پایداری اجتماعی در برنامه‌های توسعه ایران تقریباً هم‌زمان و همگام با توسعه بین‌المللی این مفهوم بوده است. در این راستا پژوهش‌هایی در زمینه مؤلفه‌های پایداری اجتماعی در برنامه‌های توسعه چهارم و پنجم توسعه ایران (Vaezzadeh et al, 2015)، در سطح مناطق مختلف شهری (Makhtari Malekabadi et al, 2013; Meshkini et al, 2014) و اولویت‌بندی شاخص‌های پایداری اجتماعی (Nastaran et al, 2013) انجام گرفته است. با توجه به تحلیل شاخص پایداری و رتبه‌بندی کشورهای آسیایی، ایران در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۱ در طبقه ناپایدار (بسیار محروم) قرار داشته است، این در حالی است که وضعیت ایران در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۹ بهتر بوده و در طبقه نسبتاً ناپایدار قرار گرفته است (Rajabi & Sobhani, 2016). Mohamadi و Sobhani (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای به بررسی کشورهای خاورمیانه از لحاظ وضعیت توسعه پایدار با استفاده از ۳۲ شاخص توسعه پایدار با تأکید بر کشور ایران پرداختند (Mohamadi & Sobhani, 2016).

(2018).

Zamani و Javaherian (2015) در پژوهشی با مرور بر مهم‌ترین شاخص‌های پایداری از گذشته تا حال تلاش نمودند تا به اهمیت شاخص‌های پایداری و لزوم توجه و استفاده صحیح از آنها توسط تصمیم‌گیرندگان اشاره نمایند (Zamani & Javaherian, 2015).

شاخص جامعه پایدار چارچوب مفیدی برای تصمیم‌گیری بهتر در مورد سیاست‌ها، برنامه‌ها و برنامه‌ریزی‌ها و همچنین قوانین و تعهدات، ایجاد می‌کند (Department of the Environment of United Kingdom, 1994). بهبود پایداری اجتماعی بدون در نظر گرفتن پایداری محیط‌زیستی عملی نخواهد بود و پایداری محیط‌زیستی بدون پایداری اجتماعی منطقی نیست و این دو نیز وابسته به پایداری اقتصادی هستند (Kaivo-oja et al., 2014; Wu et al., 2018). البته، توسعه اقتصادی نباید به مصرف بیش از حد منابع بستگی داشته باشد. به عبارت دیگر، محیط‌زیست به‌عنوان بستر توسعه، قاعده هر می را تشکیل می‌دهد که در آن جامعه و اقتصاد نمود و تحول می‌یابند. توسعه هماهنگ و متوازن جامعه، اقتصاد و محیط‌زیست می‌تواند باعث توسعه پایدار شود (Ding et al., 2016). با مرور منابع، مطالعه‌ای در خصوص پایداری ایران براساس شاخص‌های جامعه پایدار (SSI) و تغییرات رتبه پایداری کشور در طی سال‌های پوشش داده شده توسط داده‌های پایه یافت نشد. از طرف دیگر، هر مطالعه‌ای از این دست می‌تواند در بستر مقایسه میان مجموعه‌ای از کشورها صورت گیرد. برای رتبه‌بندی کشورها، هنگامی که تعداد گزینه‌های موردنظر از چند کشور بیشتر می‌شود و با توجه به تعداد ۲۲ شاخص مورد استفاده در SSI، به وضوح نیازمند روش‌های رتبه‌دهی مناسب هستیم که در این میان، تاپسیس نیز می‌تواند به‌عنوان یک روش مناسب مطرح شود.

تاپسیس (TOPSIS) یا روش ترجیح بر اساس مشابهت به راه‌حل ایده‌آل روشی مفید برای حل مسایل تصمیم‌گیری چند صفت (MADM) است که اولین بار توسط Yoon و Hwang در سال ۱۹۸۱ معرفی شد و از آن در مسایل تصمیم‌گیری چندصفتی در دنیای واقعی استفاده‌های زیادی شده است (Asici & Acar, 2016). در این روش، از نزدیکی نسبی به راه‌حل ایده‌آل مثبت به کمک محاسبه فاصله از راه‌حل ایده‌آل مثبت و راه‌حل ایده‌آل منفی استفاده می‌شود (Rahim et al., 2017). هنگامی که در خصوص وزن معیارها یا صفات مورد استفاده،

حتی با نظرسنجی از متخصصان مختلف اتفاق نظر وجود نداشته باشد، می‌توان راهکارهای مختلفی را به کار بست تا به مجموعه‌ای از وزن‌های نهایی قابل اجماع دست یافت. یکی از این راه‌ها، معدل‌گیری از وزن‌های به‌دست آمده از تعدادی کارشناس خبره در زمینه مورد بحث است. راه‌حل دیگر، استفاده از روش حساسیت‌سنجی است، به‌گونه‌ای که در آن، در تکرارهای فراوان با تغییر وزن‌ها به شکل سامان‌مند به میزان موردنظر کارشناسان میانگین رتبه هر یک از گزینه‌ها و احتمال جابه‌جایی رتبه گزینه‌ها مشخص می‌شود. در پژوهش حاضر از روش اخیر استفاده شده است. راه دیگر دخالت دادن اختلاف نظر در وزن‌دهی، استفاده از متغیرهای زبانی (Linguistic Variables) در چارچوب ارزیابی فازی است.

در طول سی سال گذشته، تحقیق در مورد تصمیم‌گیری چند معیاره و چند صفتی (MADM / MCDM) به موضوعی مهم در زمینه‌های مختلف علوم طبیعی و علوم اجتماعی تبدیل شده است (Pramanik et al., 2017). بسیاری از محققان روش TOPSIS را با سایر روش‌های محاسبات هوشمند ترکیب کرده‌اند که منجر به حل بسیاری از مشکلات در زندگی واقعی شده است (Wang et al., 2019; Biswas et al., 2018).

در زمینه تاپسیس تاکنون تعدادی نرم‌افزار تهیه شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به بسته Triptych قابل اجرا در Microsoft Excel با محدودیت تعداد ۲۰۰ ویژگی و گزینه و یا Sanna و Topsis Solver 2012 در محیط Microsoft Excel با محدودیت تعداد ویژگی‌ها و گزینه‌ها اشاره نمود. از جمله نرم‌افزارهایی که در محیط پایتون نوشته شده می‌توان به PyTOPS اشاره نمود که توسط Yadav و همکاران (۲۰۱۹) تهیه شده و براساس ادعای نویسندگان تنها نرم‌افزار رایگان و منبع باز موجود برای استفاده است. در ایران نیز بسته‌های نرم‌افزاری برای حل مسایل MADM با استفاده از TOPSIS وجود دارد (www.parsmodir.com).

در این پژوهش به بررسی رتبه کشور در مقایسه با ۶ کشور منتخب در منطقه خاورمیانه از نظر شاخص SSI پرداخته می‌شود و تغییرات این رتبه نیز برای سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶ ارائه می‌شود. برای سهولت اجرای تحلیل‌های تاپسیس و انجام حساسیت‌سنجی، نرم‌افزاری با رابط کاربر مناسب در پایتون نوشته شده است که به معرفی آن نیز پرداخته می‌شود.

مواد و روش‌ها

روش

داده‌های این مطالعه از وب سایت موسسه توسعه پایدار با آدرس قبلی <http://www.ssindex.com> و آدرس کنونی در کلن آلمان (<https://ssi.wi.th-koeln.de/>) برداشت شده است. بنیاد جامعه پایدار (Sustainable Society Foundation) به‌عنوان یک سازمان غیرانتفاعی در سال ۲۰۰۶ با هدف تشویق و کمک به جوامع برای حرکت به سمت توسعه پایدار تأسیس شد. این موسسه که در هلند واقع است و در سطح جهانی فعالیت می‌کند، شاخص جامعه پایدار را ایجاد نموده است که سطح پایداری را در ۱۵۴ کشور جهان نشان می‌دهد. روش مورد استفاده در این پژوهش جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها تاپسیس است. سه بعد اساسی که این شاخص در نظر می‌گیرد شامل رفاه اقتصادی، محیط‌زیستی و انسانی است. بعد رفاه انسانی در سه گروه (نیازهای اساسی، رشد فردی و سلامتی، جامعه‌ای متعادل)، شاخص‌های غذای کافی، آب کافی، امنیت، بهداشت، آموزش، زندگی سالم، برابری، توزیع درآمد، رشد جمعیت و حکمرانی خوب را دربرمی‌گیرد.

بعد رفاه محیط‌زیستی در دو دسته (منابع طبیعی و آب‌وهوا و انرژی) شامل تنوع‌زیستی مناطق جنگلی، تنوع‌زیستی مناطق حفاظت‌شده، منابع آب تجدیدپذیر، مصرف، مصرف انرژی، ذخیره انرژی، گازهای گلخانه‌ای و انرژی تجدیدپذیر می‌شود. بعد رفاه اقتصادی در دو گروه (انتقال و اقتصاد) شامل کشاورزی ارگانیک، پس‌انداز واقعی، تولید ناخالص داخلی، استخدام و بدهی عمومی است. به این ترتیب در هر گروه ۲ تا ۴ شاخص عینی با وزن اولیه یکسان وجود دارد که در مجموع ۹ شاخص برای رفاه انسان، ۷ شاخص برای رفاه محیط‌زیست و ۵ شاخص را برای رفاه اقتصادی شامل می‌شود (شکل ۱).

این شاخص‌ها از صفر تا ۱۰ استاندارد می‌شوند که صفر نشانگر «عدم پایداری» و ۱۰ نشان‌دهنده «پایداری کامل» است. شاخص‌ها با استفاده از میانگین هندسی در هر بعد جمع می‌شوند (Michalos & Hatch, 2020).

منطقه مورد مطالعه

در این مطالعه بین ایران و شش کشور منتخب واقع در منطقه خاورمیانه از نظر پایداری مقایسه صورت گرفته است. شش کشور

برگزیده شامل عراق، ترکیه، ترکمنستان، یمن، امارات متحده عربی و مصر هستند (شکل ۲).

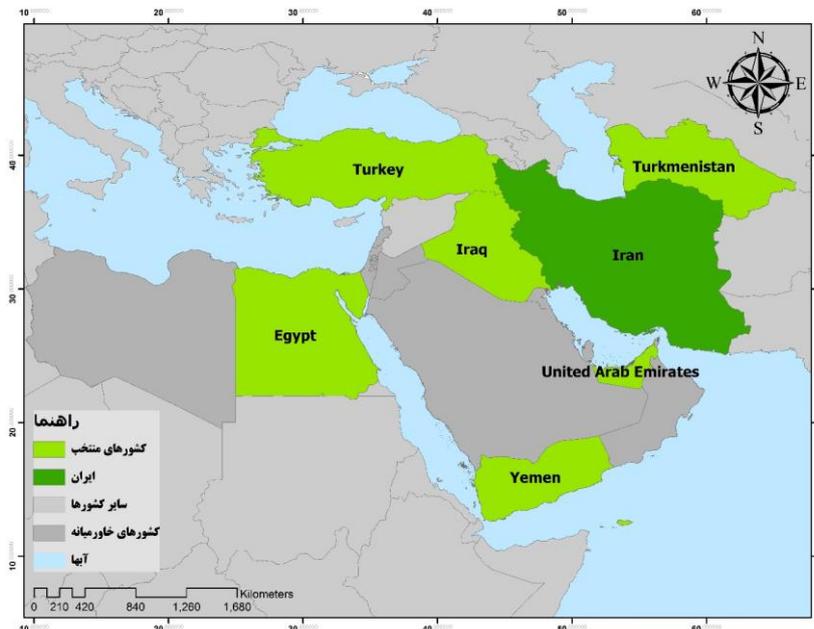
در انتخاب کشورها، سعی شد ضمن جلوگیری از زیاد شدن تعداد کشورها، آنهایی برگزیده شوند که از نظر وسعت و پیشرفت تنوع قابل‌قبولی را ارائه می‌کنند و همچنین، شرایط مختلفی از نظر محیط‌زیستی، اقتصادی و رشد و پیشرفت دارند. البته، در ادامه این مطالعات می‌توان تعداد بسیار بیشتری از کشورها را در کنار هم مقایسه نمود.

خاورمیانه از مناطقی است که به دلیل برخورداری از ذخایر عظیم نفت، یک محدوده کسب انرژی برای جهان به شمار می‌رود. عربستان، ایران، عراق، کویت، امارات متحده عربی از کشورهایی هستند که دارای بزرگ‌ترین منابع نفت در جهان هستند. خاورمیانه همچنین دارای ذخایر عظیم گاز طبیعی است. ایران و قطر به ترتیب دومین و سومین ذخایر گاز طبیعی در جهان را دارند. اقتصاد کشورهای نفت‌خیز خاورمیانه بیشتر تک‌محصولی و به صادرات نفت وابسته است و بخش کوچک‌تری از منابع نفت در صنایع این کشورها استفاده می‌شود. یمن یکی از کشورهای فقیر این منطقه به شمار می‌رود.

ترکمنستان در شمال شرقی ایران، پس از جدا شدن از اتحاد جماهیر شوروی سابق با الگوبرداری از بلوک غرب، تلاش زیادی نموده است که به سرعت راه‌های پیشرفت را طی کند. در جنوب ایران، امارات متحده عربی با تکیه بر ذخایر بزرگ نفت، توسعه و مدیریت الگو گرفته از غرب و گردشگری و نوآوری پیشرفت‌های اقتصادی عظیمی در طی دهه‌های اخیر نشان می‌دهد. یمن با ناآرامی‌های سیاسی طی سال‌های اخیر صدمات زیادی را از نظر اقتصادی و اجتماعی و محیط‌زیستی پذیرا شده است. مصر با ویژگی‌های خاص خود طی دهه‌های اخیر نوسانات سیاسی زیادی متحمل شده و به تبع آن شاهد تغییرات اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی بوده است. عراق نیز پس از ثبات نسبی سیاسی در سال‌های اخیر، همچنان در فرایند بازسازی فیزیکی، اجتماعی و سیاسی و نظامی قرار دارد. از سوی دیگر، ترکیه با تکیه بر گردشگری و تمایل به غرب تلاش داشته است تغییراتی در اقتصاد و مؤلفه‌های اجتماعی و فرهنگی در محدوده‌های خود ایجاد نماید. برای شروع مقایسه، این کشورها همراه با ایران مجموعه‌ای متنوع فراهم می‌کنند که در ادامه می‌تواند در زمینه چرایی تفاوت‌های رتبه‌ای احتمالی به شکل نسبتاً راحتی مورد بررسی قرار گیرد.

تعریف	شاخص	طبقه	ابعاد شاخص جامعه پایدار
تعداد افراد دچار سوء تغذیه به درصد کل جمعیت درصدی از کل جمعیت، با دسترسی پایدار به یک منبع آب بهبود یافته درصدی از کل جمعیت، با دسترسی پایدار به یک شرایط بهداشتی بهبود یافته	غذای کافی آب آشامیدنی کافی بهداشت	نیازهای اساسی	اجتماعی
نسبت ثبت نام ناخالص در آموزش ابتدایی، متوسطه و عالی (ترکیبی) امید به زندگی در بدو تولد به تعداد سال های زندگی سالم شاخص شکاف جنسیتی مجمع جهانی اقتصاد	آموزش زندگی سالم برابری جنسیتی	رشد و سلامت فردی	
نسبت درآمد ۱۰ درصد ثروتمندترین به ۱۰ درصد فقیرترین افراد یک کشور تغییر ۵ ساله در اندازه کل جمعیت (% از کل جمعیت) مجموع شش شاخص حکمرانی جهانی	توزیع درآمد رشد جمعیت حکمرانی خوب	جامعه متعادل	
تغییر ۱۰ ساله در مساحت جنگل و اندازه مساحت زمین حفاظت شده (درصد کل مساحت زمین) برداشت سالانه آب (متر مکعب سرانه) به صورت درصد منابع آب تجدیدپذیر رد پای اکولوژیکی منهای رد پای گرین	تنوع زیستی منابع آب تجدیدپذیر مصرف	منابع طبیعی	محیط زیستی
مصرف انرژی (تن معادل نفت سرانه) تغییر در مصرف انرژی طی ۴ سال (%) انتشار CO2 به ازای هر نفر در سال مصرف انرژی های تجدیدپذیر به صورت درصد کل انرژی مصرفی	مصرف انرژی صرفه جویی در انرژی گازهای گلخانه ای انرژی تجدیدپذیر	اقلیم و انرژی	
مساحت کشاورزی ارگانیک با عنوان درصد کل مساحت کشاورزی یک کشور پس انداز واقعی (پس انداز خالص تعدیل شده) به صورت درصد درآمد ناخالص ملی	کشاورزی ارگانیک پس انداز واقعی	انتقال و تحول	اقتصادی
تولید ناخالص داخلی سرانه، PPP بر مبنای دلار بین المللی فعلی تعداد افراد بیکار به صورت درصد کل نیروی کار میزان بدهی عمومی یک کشور به صورت درصد تولید ناخالص داخلی	GDP اشتغال بدهی عمومی	اقتصاد	

شکل (۱): شاخص‌های جامعه پایدار و تعاریف آن‌ها

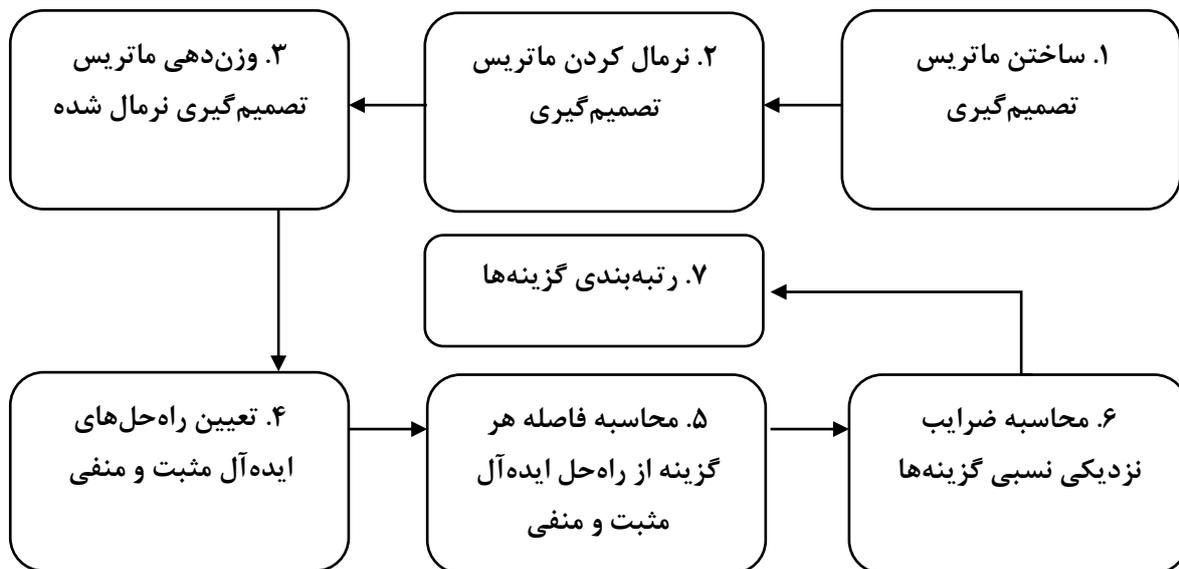


شکل (۲): موقعیت ایران و ۶ کشور منتخب

تاپسیس

در این مطالعه از تاپسیس به منظور رتبه‌بندی کشورها استفاده شد. مرحله اصلی این روش یافتن حداقل فاصله از بهترین راه حل با بهترین عملکرد و حداکثر فاصله از هر یک از راه‌حل‌های با بدترین عملکرد است. از مزایای این روش می‌توان به امکان لحاظ کردن ویژگی‌های کمی و کیفی، اجرای سریع و ساده، عملکرد خوب و قابل قبول، توانایی تغییر ورودی داده‌ها و بررسی

پاسخ سیستم بر اساس این تغییرات، و روش تعیین وزن شاخص‌ها بر اساس اطلاعات مسئله اشاره نمود (Roghani & Shakeri, 2016). اندیشه پشت TOPSIS یافتن گزینه مناسب است که دارای کمترین فاصله از راه‌حل ایده‌آل مثبت و بیشترین فاصله از راه‌حل ایده‌آل منفی باشد. مراحل اجرای TOPSIS در شکل (۳) ارائه شده است (Pranab et al., 2018).



شکل (۳): مراحل اجرای TOPSIS

در محیطی ساده و کاربرپسند تهیه شد (شکل ۴). از قابلیت‌های این نرم‌افزار نداشتن محدودیت در تعداد داده‌های ورودی با فراخوانی داده‌ها با فرمت CSV است. نتایج رتبه‌بندی در فرمت متنی در اختیار کاربر قرار می‌گیرد و به صورت نمودارهای ستونی و دایره‌ای نمایش داده می‌شود. همچنین، امکان اجرای تاپسیس با حساسیت‌سنجی نیز در این نرم‌افزار فراهم شده است.

یافته‌ها

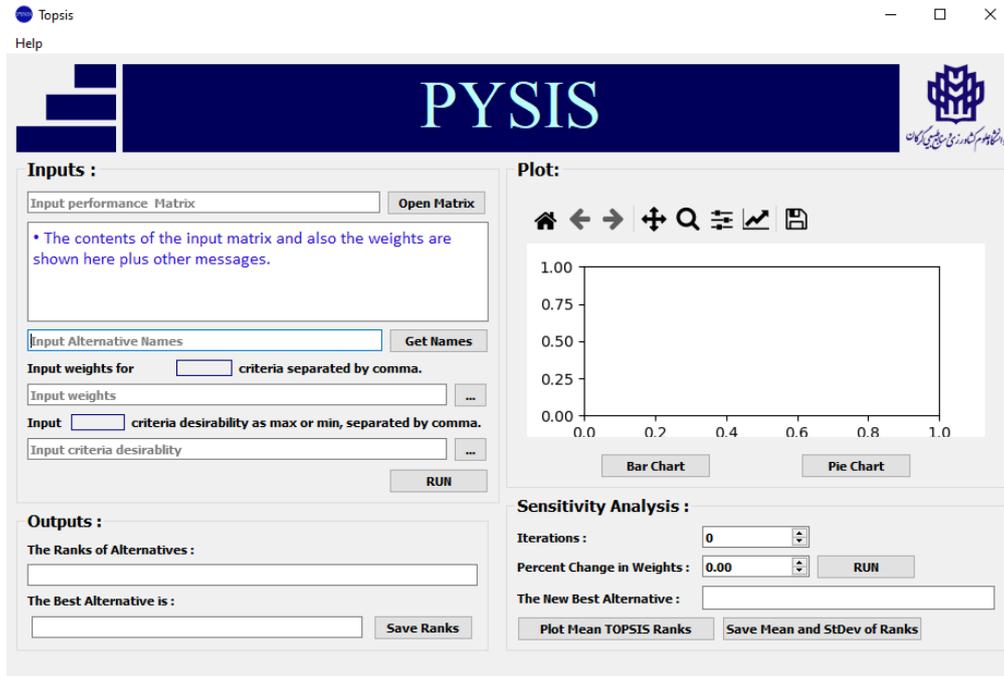
داده‌های شاخص جامعه پایدار مربوط به کشورهای مورد مطالعه برای اجرای تاپسیس در نرم‌افزار پایتون نوشته شده یک‌بار بدون حساسیت‌سنجی و با وزن‌های یکسان $0/045455$ به ترتیب برای سال‌های در دسترس به منظور بررسی روند آن‌ها استفاده شد که نمودارهای آن در شکل (۵) نشان داده شده است.

حساسیت‌سنجی

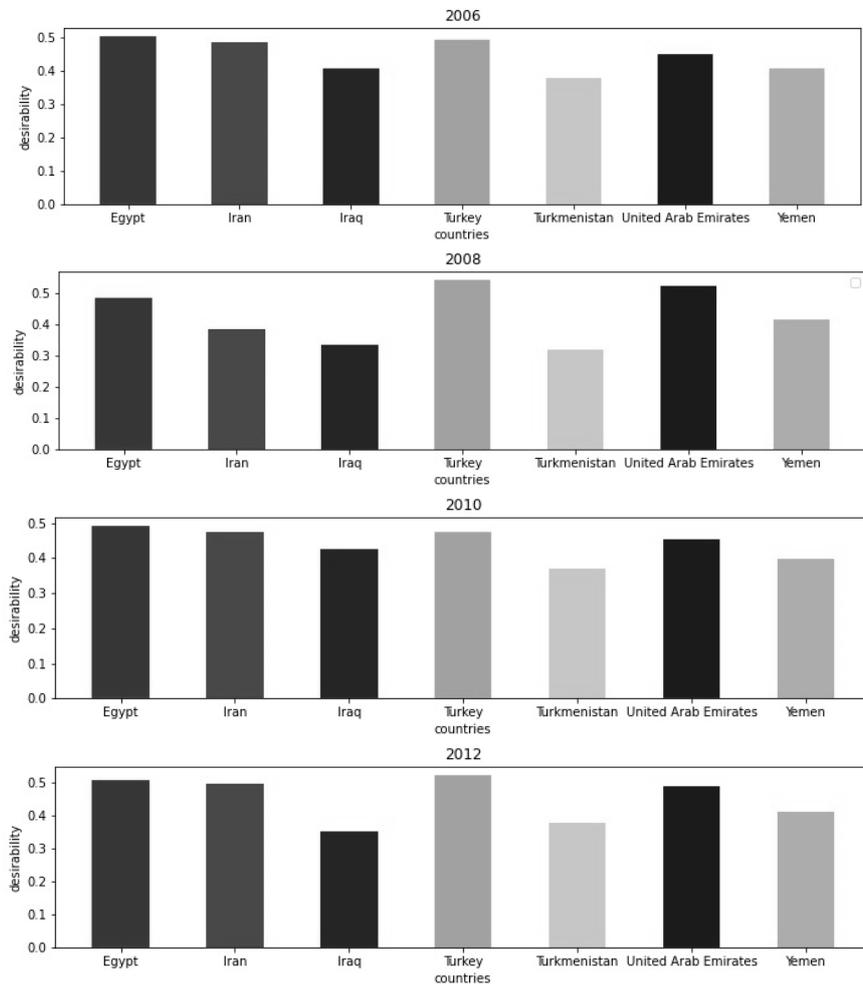
حساسیت‌سنجی یا بررسی میزان و احتمال تغییر رتبه‌بندی را می‌توان به روش‌های مختلفی شامل تغییر تدریجی و جداگانه هر یک از وزن‌ها یا اعداد، استفاده از روش‌های احتمالاتی و بالاخره کاربرد مدل‌های ریاضی انجام داد (Leonelli, 2012). در این پژوهش از روش احتمالاتی، یعنی تغییر تصادفی تمامی وزن‌ها با هم در یک محدوده مشخص، به شرطی که مجموع وزن‌ها از ۱ بیشتر نشود استفاده شد. برای این کار، ۱۰۰۰۰۰ بار تکرار با میزان حداکثر ۵۰ درصد تغییر وزن‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

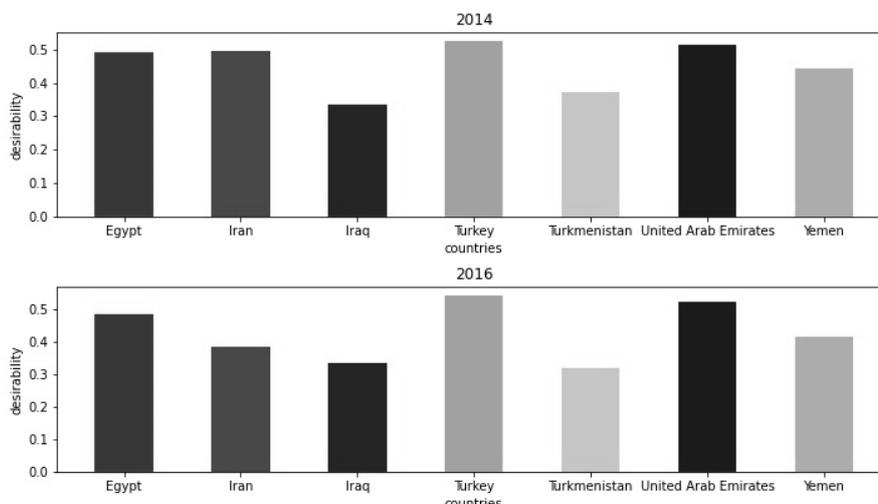
رابط کاربری PYSIS

یکی از دغدغه‌ها در مطالعات مربوط به حل مسایل MADM زمان‌بر بودن انجام این فرایند است. رابط کاربری تاپسیس در محیط پایتون به منظور تسهیل و سرعت بخشیدن به این فرایند



شکل (۴): رابط کاربر تهیه شده در پایتون توسط نویسندگان





شکل (۵): نمودار وضعیت کشورهای مورد مطالعه از نظر شاخص جامعه پایدار در سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶

محیط‌زیستی، زیرشاخص‌های تنوع‌زیستی مناطق جنگلی، مصرف انرژی، گازهای گلخانه‌ای و انرژی تجدیدپذیر نامناسب‌ترین میزان را دارا بودند. همچنین از بُعد شاخص‌های اقتصادی، زیر شاخص بدهی عمومی در سال ۲۰۰۸ و ۲۰۱۶ بالاترین میزان را به خود اختصاص دادند. لازم به ذکر است این سنجها در بیشتر موارد با دو رقم اعشار آورده شده‌اند.

سنجه‌های مرتبط با زیرشاخص‌های رفاه اجتماعی، رفاه محیط‌زیستی و رفاه اقتصادی ایران که در جداول (۱ تا ۳) به تفکیک آورده شده حاکی از آن است که در سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۱۶ شاخص رفاه اجتماعی، زیرشاخص‌های غذای کافی، توزیع درآمد، حکمرانی خوب در پایین‌ترین حد کیفی قرار داشتند و رشد جمعیت افزایشی بوده است. در سال‌های مشابه، شاخص رفاه

جدول (۱): زیرشاخص‌های رفاه اجتماعی ایران

سال	غذای کافی	آب کافی	بهداشت	آموزش	زندگی سالم	برابری جنسیتی	توزیع درآمد	رشد جمعیت	حکمرانی خوب
۲۰۰۶	۶/۵	۹۴/۹	۸۲/۸	۶۴/۴۹	۶۳/۳۳	۰/۵۸۰۳	۱۱/۶۳	۴/۹۵	-۴/۷۶
۲۰۰۸	۵	۹۶/۲	۸۹/۹	۸۷/۵۳	۶۶/۵	۰/۵۸	۱۰/۲۰	۵/۲۲	-۵/۹۵
۲۰۱۰	۶/۵	۹۵/۵	۸۶/۷	۶۹/۴۲	۶۴/۵۱	۰/۵۹۳۳	۱۴/۱۲	۴/۶۳	-۶/۳۲
۲۰۱۲	۶/۲	۹۵/۸	۸۸/۶	۷۲/۳۱	۶۵/۷۶	۰/۵۹۲۷	۱۳/۷۶	۴/۸۲	-۷/۳۴
۲۰۱۴	۵/۷	۹۶	۸۹/۶	۸۷/۱۷	۶۶/۳۰	۰/۵۸۱۴	۱۱/۳۹	۵/۱۵	-۶/۵۹
۲۰۱۶	۵	۹۶/۲	۸۹/۹	۸۷/۵۳	۶۶/۵	۰/۵۸	۱۰/۲۰	۵/۲۲	-۵/۹۵

جدول (۲): زیرشاخص‌های رفاه محیط‌زیستی

سال	غذای کافی	تنوع‌زیستی مناطق جنگلی	تنوع‌زیستی مناطق حفاظت‌شده	منابع آب تجدیدپذیر	مصرف مصرف انرژی	ذخیره انرژی	گازهای گلخانه‌ای	انرژی تجدیدپذیر
۲۰۰۶	۶/۵	۰/۹۰	۹/۱۱	۶۷/۸۵	۰/۹۷	۲/۲۴۴	۵/۹۵	۱/۱۴
۲۰۰۸	۵	۰	۹/۱۳	۶۷/۸۵	۱/۰۶	۳/۰۳۴	۷/۱۱	۰/۷۳
۲۰۱۰	۶/۵	۰/۸۳	۹/۱۱	۶۷/۸۵	۰/۸۳	۲/۸۲۱	۶/۷۱	۰/۵۱
۲۰۱۲	۶/۲	۰/۵۰	۹/۱۳	۶۷/۸۵	۱/۰۶	۲/۷۵۱	۶/۷۱	۰/۷۱
۲۰۱۴	۵/۷	۰/۱۶	۹/۱۳	۶۷/۸۵	۰/۹۸	۲/۸۴۶	۶/۷۲	۰/۷۳
۲۰۱۶	۵	۰	۹/۱۳	۶۷/۸۵	۱/۰۶	۳/۰۳۴	۷/۱۱	۰/۷۳

جدول (۳): زیرشاخص‌های رفاه اقتصادی

سال	کشاورزی ارگانیک	پس انداز واقعی	تولید ناخالص داخلی	اشتغال	بدهی عمومی
۲۰۰۶	۰	۷/۰۹	۱۴۱۰۱/۳۶	۱۰/۳۰	۱۲/۴۶
۲۰۰۸	۰	۱۰/۸۷	۱۷۸۸۸/۲۹	۱۲/۸۰	۱۷/۵۲
۲۰۱۰	۰	۷/۹۷	۱۷۱۱۴/۹۶	۱۰/۵	۱۲/۱۷
۲۰۱۲	۰	۹/۲۰	۱۶۷۹۴/۸۰	۱۳/۵	۱۶/۷۸
۲۰۱۴	۰	۱۱/۲۵	۱۷۲۹۳/۵۴	۱۳/۱۰	۱۵/۶۲
۲۰۱۶	۰	۱۰/۸۷	۱۷۸۸۸/۲۹	۱۲/۸۰	۱۷/۵۲

جدول (۴) امتیاز هر کشور و جدول (۵) نیز رتبه‌بندی کشورها را می‌دهد.
در سال‌های مختلف بر اساس نتایج حاصل از تاپسیس نشان

جدول (۴): امتیاز رتبه‌بندی کشورهای مورد مطالعه در سال‌های مختلف بر اساس شاخص جامعه پایدار به روش تاپسیس

	۲۰۰۶	۲۰۰۸	۲۰۱۰	۲۰۱۲	۲۰۱۴	۲۰۱۶
مصر	۰/۵۰۴	۰/۴۸۳	۰/۴۹۳	۰/۵۰۸	۰/۴۹	۰/۴۸۳
ایران	۰/۴۸۶	۰/۳۸۶	۰/۴۷۴	۰/۴۹۷	۰/۴۹۴	۰/۳۸۶
عراق	۰/۴۰۷	۰/۳۳۴	۰/۴۲۵	۰/۳۵۳	۰/۳۳۶	۰/۳۳۴
ترکیه	۰/۴۹۳	۰/۵۴۳	۰/۴۷۴	۰/۵۲۴	۰/۵۲۶	۰/۵۴۳
ترکمنستان	۰/۳۷۷	۰/۳۱۹	۰/۳۷	۰/۳۷۷	۰/۳۷۳	۰/۳۱۹
امارات متحده عربی	۰/۴۵	۰/۵۲۱	۰/۴۵۵	۰/۴۹	۰/۵۱۵	۰/۵۲۱
یمن	۰/۴۰۷	۰/۴۱۴	۰/۳۹۷	۰/۴۱۳	۰/۴۴۲	۰/۴۱۴

جدول (۵): رتبه‌بندی کشورها در سال‌های مختلف بدون حساسیت‌سنجی تاپسیس

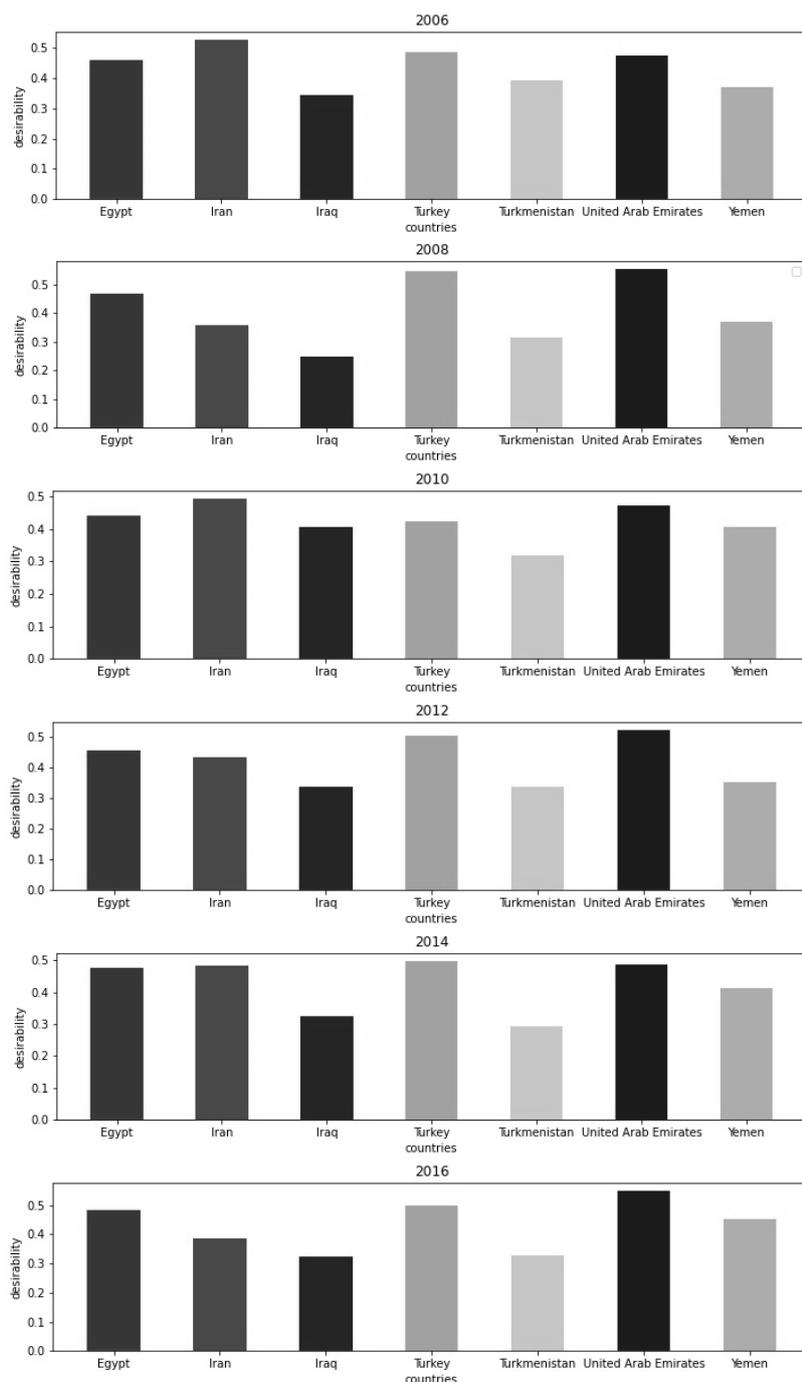
	۲۰۰۶	۲۰۰۸	۲۰۱۰	۲۰۱۲	۲۰۱۴	۲۰۱۶
۱ مصر	ترکیه	مصر	ترکیه	ترکیه	ترکیه	ترکیه
۲ ترکیه	امارات متحده عربی	ترکیه-ایران	مصر	امارات متحده عربی	امارات متحده عربی	امارات متحده عربی
۳ ایران	مصر	امارات متحده عربی	ایران	ایران	ایران	مصر
۴ امارات متحده عربی	یمن	عراق	امارات متحده عربی	مصر	مصر	یمن
۵ عراق-یمن	ایران	یمن	یمن	یمن	یمن	ایران
۶ ترکمنستان	عراق	ترکمنستان	ترکمنستان	ترکمنستان	ترکمنستان	عراق
۷ -	ترکمنستان	-	عراق	عراق	عراق	ترکمنستان

و مصر در رتبه سوم قرار گرفت. در سال ۲۰۱۴ با تغییر جزئی و کسب امتیاز ۰/۴۹۴ پس از ترکیه و امارات متحده عربی مجدداً در رتبه سوم قرار گرفت. در سال ۲۰۱۶ نیز با امتیاز ۰/۳۸۶ مشابه با سال ۲۰۰۸ و دو پله سقوط از نظر شاخص جامعه پایدار در رتبه پنجم پس از ترکیه، امارات متحده عربی، مصر و یمن قرار گرفت و کشورهای عراق و ترکمنستان در رتبه‌های بعدی

رتبه‌بندی حاصل از تاپسیس بدون حساسیت‌سنجی نشان می‌دهد ایران در سال ۲۰۰۶ با امتیاز ۰/۴۸۶ در رتبه سوم پس از مصر و ترکیه قرار گرفته است. در سال ۲۰۰۸ امتیاز ایران به ۰/۳۸۶ کاهش یافته و در رتبه پنجم جای گرفته است. ایران در سال ۲۰۱۰ با کسب امتیاز ۰/۴۷۴ مشابه با کشور ترکیه در رتبه دوم قرار گرفت و در سال ۲۰۱۲ با کسب امتیاز ۰/۴۹۷ پس از ترکیه

در مرحله بعد به منظور حساسیت‌سنجی و تعیین میزان استواری نتایج مدل، در وزن‌های نمایه‌ها تغییر حداکثر ۵۰ درصدی داده شد و با تکرار ۱۰۰۰۰۰ بار مجدداً تاپسیس برای هر سال اجرا شد. شکل (۶) نمودار میانگین رتبه‌های تاپسیس را نشان می‌دهد.

قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بهترین رتبه ایران در بین شش کشور همسایه رتبه دوم در سال ۲۰۱۰ بوده است و به‌طور کلی رتبه ایران در فاصله زمانی بررسی شده با کاهش همراه بوده است.



شکل (۶). نمودار وضعیت کشورهای مورد مطالعه از نظر شاخص جامعه پایدار با تأثیر حساسیت‌سنجی در سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶

ارائه شده است.

در جدول (۶) میانگین انحراف معیار و جدول (۷) امتیاز رتبه‌بندی‌های کشورهای در سال‌های مختلف همراه با حساسیت‌سنجی

جدول (۶): میانگین و انحراف معیار امتیاز رتبه‌بندی کشورها

	۲۰۱۶	۲۰۱۴	۲۰۱۲	۲۰۱۰	۲۰۰۸	۲۰۰۶							
انحراف میانگین معیار	میانگین												
	۰/۰۳۳۸	۰/۴۸۲۶	۰/۰۳۳۲	۰/۴۸۹۹	۰/۰۳۳۶	۰/۵۰۸۳	۰/۰۳۶۱	۰/۴۹۲۹	۰/۰۳۳۸	۰/۴۸۲۸	۰/۰۳۴۵	۰/۵۰۳۷	مصر
	۰/۰۳۲۷	۰/۳۸۶۲	۰/۰۳۳۵	۰/۴۹۳۷	۰/۰۳۳۸	۰/۴۹۶۸	۰/۰۳۶۷	۰/۴۷۳۶	۰/۰۳۲۸	۰/۳۸۶۲	۰/۰۳۴۴	۰/۴۸۵۹	ایران
	۰/۰۳۱۱	۰/۳۳۳۱	۰/۰۳۲۲	۰/۳۳۵۹	۰/۰۳۳	۰/۳۵۲۷	۰/۰۳۳۹	۰/۴۲۴۶	۰/۰۳۱۳	۰/۳۳۳۲	۰/۰۳۳۸	۰/۴۰۷	عراق
	۰/۰۳۷۴	۰/۵۴۳۷	۰/۰۳۴۵	۰/۵۲۷	۰/۰۳۴۷	۰/۵۲۴۵	۰/۰۳۶۸	۰/۴۷۴	۰/۰۳۷۴	۰/۵۴۳۵	۰/۰۳۴۹	۰/۴۹۳۳	ترکیه
	۰/۰۳۵۳	۰/۳۱۷۴	۰/۰۳۳۸	۰/۳۷۱۱	۰/۰۳۳۵	۰/۳۷۵۶	۰/۰۳۶۴	۰/۳۶۸۴	۰/۰۳۵۴	۰/۳۱۷۴	۰/۰۳۳۵	۰/۳۷۵۸	ترکمنستان
	۰/۰۳۵۸	۰/۵۲۰۲	۰/۰۳۷۱	۰/۵۱۳۸	۰/۰۳۹	۰/۴۸۸۴	۰/۰۳۷۸	۰/۴۵۴۲	۰/۰۳۶	۰/۵۲۰۲	۰/۰۳۶۲	۰/۴۴۹۳	امارات متحده عربی
	۰/۰۳۹۷	۰/۴۱۲۷	۰/۰۴۲۲	۰/۴۳۹۶	۰/۰۳۴۷	۰/۴۱۲۳	۰/۰۳۴۹	۰/۳۹۶۳	۰/۰۳۹۷	۰/۴۱۲۷	۰/۰۳۴۳	۰/۴۰۶۹	یمن

جدول (۷): میانگین رتبه‌بندی کشورها در سال‌های مختلف همراه با حساسیت‌سنجی

	۲۰۱۶	۲۰۱۴	۲۰۱۲	۲۰۱۰	۲۰۰۸	۲۰۰۶	
۱	ترکیه	ترکیه	ترکیه	مصر	ترکیه	مصر	۱
۲	امارات متحده عربی	امارات متحده عربی	مصر	ترکیه	امارات متحده عربی	ترکیه	۲
۳	مصر	ایران	ایران	ایران	مصر	ایران	۳
۴	یمن	مصر	امارات متحده عربی	امارات متحده عربی	یمن	امارات متحده عربی	۴
۵	ایران	یمن	یمن	عراق	ایران	عراق	۵
۶	عراق	ترکمنستان	ترکمنستان	یمن	عراق	یمن	۶
۷	ترکمنستان	عراق	عراق	ترکمنستان	ترکمنستان	ترکمنستان	۷

درستی نتایج به‌دست آمده از تاپسیس است. تنها اختلاف رتبه‌بندی حاصل در سال ۲۰۱۰ است که با مقایسه امتیازات ایران و ترکیه مشخص می‌شود که این اختلاف بسیار ناچیز است. با توجه به نتایج یاد شده می‌توان گفت، رتبه میانگین ایران از نظر شاخص جامعه پایدار طی دوره ۶ ساله ۲۰۰۶ به میزان ۳/۶ است.

با تمرکز بیشتر بر مقدار نمایه‌ها می‌توان نمایه‌های مؤثر در افزایش و کاهش رتبه هر کشور را مشخص نمود. تنزل رتبه ایران در سال ۲۰۰۸ با کاهش نمایه‌های غذای کافی، توزیع درآمد، دولت خوب، تنوع‌زیستی مناطق جنگلی و افزایش رشد جمعیت، مصرف انرژی، گازهای گلخانه‌ای و بدهی عمومی همراه بوده است. هر چند در این سال نمایه‌های آب کافی، بهداشت، آموزش، زندگی سالم، پس‌انداز واقعی، تولید ناخالص داخلی و اشتغال افزایش داشتند. از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۴ افزایش غذای کافی، توزیع درآمد و کاهش بدهی عمومی منجر به صعود رتبه ایران شده است. در سال ۲۰۱۶ با برگشت امتیاز نمایه‌های غذای کافی، توزیع درآمد، دولت خوب، تنوع‌زیستی مناطق جنگلی، رشد جمعیت، مصرف انرژی و بدهی عمومی به سطح سال ۲۰۰۸ مجدداً رتبه ایران نزول یافت. با توجه به مقدار

مراحل اجرای تاپسیس و حساسیت‌سنجی در نرم‌افزار نوشته شده در پایتون PYSIS نشان داد که بهترین رتبه ایران در بین شش کشور همسایه رتبه سوم در سال‌های ۲۰۰۶، ۲۰۱۰، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۴ میلادی بوده است. در سال ۲۰۰۶ میلادی ایران با میانگین امتیاز ۰/۴۸۵۹ از نظر شاخص جامعه پایدار پس از مصر و ترکیه در رتبه سوم قرار گرفت. در سال ۲۰۰۸ میلادی با کاهش امتیاز به ۰/۳۸۶۲ این رتبه به پنجم نزول یافت. نتایج نشان داد ایران در سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۲ مجدداً پس از کشورهای مصر و ترکیه و به ترتیب با امتیازهای ۰/۴۷۳۶ و ۰/۴۹۶۸ در رتبه سوم قرار گرفت. در سال ۲۰۱۴ با تغییر جزئی و کسب امتیاز ۰/۴۹۳۷ پس از ترکیه و امارات متحده عربی مجدداً در رتبه سوم قرار گرفت. در سال ۲۰۱۶ نیز با امتیاز مشابه ۰/۳۸۶۲ و دو پله سقوط از نظر شاخص جامعه پایدار در رتبه پنجم پس از ترکیه، امارات متحده عربی، مصر و یمن قرار گرفت و کشورهای عراق و ترکمنستان در رتبه‌های بعدی جای گرفتند. وضعیت این رتبه‌بندی در طی سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶ برای ایران دچار کاهش شده است.

مقایسه نتایج حاصل از تاپسیس قبل و بعد از حساسیت‌سنجی تغییر چندانی را در نتایج نشان نمی‌دهد و این موضوع گویای

شاخص‌های جامعه پایدار و اهمیت هر یک از آن‌ها برای یک کشور در طول زمان متغیر است و همچنین از یک کشور به کشور دیگر نیز متفاوت خواهند بود چرا که اهداف توسعه و چالش‌های کشورهای مختلف با یکدیگر متفاوت است (Zamani & Javaherian, 2015).

شاخص جامعه پایدار ترکیبی از حوزه‌های مختلف سیاسی، بهداشت، محیط‌زیست، اقتصاد و کیفیت زندگی هستند. با مدیریت جامع‌نگر و انجام اقدامات اصلاحی در بخش‌های گوناگون اجتماعی می‌توان به بهبود شاخص جامعه پایدار در ایران امید داشت. همچنین، شناخت پتانسیل‌های موجود در منابع انسانی، اقتصادی، محیط‌زیستی در تعامل با سیاست‌های ملی و منطقه‌ای راه‌کار مناسبی برای بهبود بخشیدن به شاخص‌های توسعه پایدار در ایران است. این مطالعه نشان داد که تنزل یا ارتقای رتبه ایران به شکل کلی ناشی از نمایه‌های غذایی کافی، آب کافی، توزیع درآمد، حکمرانی خوب، تنوع‌زیستی مناطق جنگلی و افزایش رشد جمعیت، مصرف انرژی، گازهای گلخانه‌ای و بدهی عمومی و بهداشت، آموزش، زندگی سالم، پس‌انداز واقعی، تولید ناخالص داخلی و اشتغال بوده است. به نظر می‌رسد طی دوره مورد بررسی نمایه‌های غذایی کافی، توزیع درآمد و بدهی عمومی تأثیر بیشتری در برآورد شاخص جامعه پایدار داشته‌اند.

با توجه به شرایط طبیعی ایران به نظر می‌رسد که با در نظر گرفتن شاخص مخاطرات طبیعی و آمادگی سازمان‌های مسئول برای مواجهه با بحران‌های طبیعی که به‌طور مستقیم حکمرانی خوب، بهداشت، زندگی سالم و اشتغال را هدف می‌گیرند بتوان به ارتقا رتبه ایران از نظر جامعه پایدار کمک کرد. شناخت منابع مختلف کشور و توان بوم‌شناختی آنها جهت بهره‌برداری پایدار و توزیع عادلانه درآمد حاصل از آنها از طریق مدیریت جامع‌نگر راهی برای ایجاد جامعه پایدارتر در ایران فراهم می‌کند. با توجه بیشتر به دریای مازندران، خلیج فارس و دریای عمان و سایر دریاچه‌های ایران و همچنین الگوی تولید و مصرف و توزیع عادلانه منابع این محیط‌ها نیز می‌توان موجب افزایش تولید غذا و توزیع عادلانه درآمد و در نتیجه افزایش سطح پایداری جامعه شد. برای مثال از طریق تأمین تجهیزات مورد نیاز بنادر ماهیگیری، حفاظت و احیای منابع ماهیان و آبی‌پروری می‌توان به ارتقای نقش صید صنعتی و صنایع آبی‌پروری در این مناطق پرداخت. با جلوگیری از آلودگی ناشی از تخلیه زباله‌های جامد/

نمایه‌ها به نظر می‌رسد طی دوره مورد بررسی نمایه‌های غذایی کافی، توزیع درآمد و بدهی عمومی تأثیر بیشتری در برآورد شاخص جامعه پایدار داشته‌اند.

مطالعات انجام شده دیگر نیز روند تقریباً مشابهی را نشان می‌دهند. در بررسی جایگاه ۱۶ کشور خاورمیانه از لحاظ وضعیت توسعه پایدار با استفاده از ۳۲ شاخص توسعه پایدار و روش ویکور توسط Mohammadi & Sobhani (2018) در بازه زمانی ۲۰۱۲-۲۰۰۶، ایران در سال ۲۰۰۶ و ۲۰۰۸ در جایگاه چهارم، در سال ۲۰۱۰ با یک رتبه صعود در جایگاه سوم و بالاخره در سال ۲۰۱۲ با یک رتبه نزول در جایگاه چهارم قرار گرفت. بر اساس نتایج مطالعه (Mohammadi & Sobhani, 2018)، بهترین جایگاه ایران مربوط به سال ۲۰۱۰ وضعیت کلی ایران در خاورمیانه در سال‌های ۲۰۰۶، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۲ نیمه مطلوب و در سال ۲۰۱۰ مطلوب بوده است. نتایج مطالعه Sajadi et al., (2019) به‌منظور شناخت روند تحول شاخص‌های توسعه پایدار و چگونگی وضعیت ایران نشان داد که ایران بر اساس شاخص عملکرد محیط‌زیستی در سال ۲۰۰۶ در میان کشورهای منطقه خاورمیانه و شمال افریقا امتیاز ۷۰ و رتبه پنجم را کسب کرد و در سال ۲۰۰۸ با کسب امتیاز ۷۶/۹ در رتبه ششم قرار گرفت. در سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ نیز به ترتیب رتبه‌های ۷، ۹، ۱۲ و ۱۳ را کسب کرده است (Sajadi et al, 2019).

نتیجه‌گیری

دولت‌ها و سیاستمداران در کشورهای مختلف به دنبال پایدار کردن منابع و جامعه خود بر اساس شاخص‌های مختلفی نظیر جامعه پایدار هستند. ایران نیز گام‌هایی در زمینه پایداری از جنبه‌های مختلف برداشته است. برای نمونه، سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران در سال ۱۳۹۰ اقدام به تدوین شاخص‌های پایداری محیط‌زیستی از بین سه مجموعه شاخص‌های توسعه پایدار جهانی نموده است (Zamani & Javaherian, 2015). نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که وضعیت ایران از نظر شاخص جامعه پایدار در بین شش کشور منتخب خاورمیانه طی سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶ به‌طور میانگین در حد متوسط بوده است و برای ارتقا آن نیاز است که به چالش‌های جامعه و اهداف و سیاست‌های توسعه کشور نیز توجه نمود. Zamani و Javaherian (2015) بیان می‌کنند که شاخص‌ها در حقیقت پلی میان چالش‌ها و اهداف جامعه پایدار هستند. بنابراین،

برای دستیابی به یک جامعه پایدار نیاز به تهیه و اجرای طرح‌های آمایش سرزمین و بهره‌برداری بر اساس توان بوم‌شناختی نواحی مختلف کشور است. طرح آمایش سرزمین می‌تواند راهگشای توسعه متوازن صنعت و فناوری نیز باشد تا رشد و توسعه آن‌ها به ایجاد یک جامعه پایدار کمک کند. افزون بر آن، به‌منظور پیاده‌سازی اهداف توسعه پایدار نیاز به همکاری و هماهنگی مستمر بین همه ذی‌نفعان دولتی، عمومی، خصوصی و جوامع مدنی است تا شاهد پیشرفتی موزون، متعادل و پایدار در کشور باشیم.

نرم‌افزار PYSIS نیز در این مطالعه نقش خود را به خوبی در تسهیل انجام محاسبات نشان داد. این نرم‌افزار ابزاری مبتنی بر پایتون برای تصمیم‌گیری چندمعیاره است. روش TOPSIS سهولت و کاربرد خود را در مطالعات رتبه‌بندی نشان داده است. رسم نمودار نتایج ایجاد شده توسط این نرم‌افزار کمک می‌کند به مقایسه راحت‌تر نتایج بپردازیم. علاوه بر کاهش زمان پردازش، مجموعه ویژگی‌های PYSIS آن را به‌عنوان گزینه‌ای مناسب برای مجموعه داده‌های بزرگ مطرح می‌کند. کاربران مختلف می‌توانند از PYSIS برای سایر مطالعات متضمن اجرای تاپسیس و حساسیت‌سنجی استفاده نمایند. البته، در مطالعات آینده استفاده از سایر روش‌های رتبه‌بندی و انجام حساسیت‌سنجی میزان استواری نتایج ارائه شده در این پژوهش را نشان خواهد داد. همچنین، پیشنهاد می‌شود از دیگر شاخص‌های توسعه پایدار با معیارهای مختلف برای مقایسه کشورها استفاده شود.

مایع به دریا، می‌توان به حفظ اکوسیستم خط ساحلی و حفاظت از گونه‌های منحصربه‌فرد یا در حال انقراض پرداخت و با این روش به افزایش تنوع‌زیستی در این مناطق کمک کرد. همچنین می‌توان با تبدیل مناطق ساحلی به قطب‌های گردشگری از طریق ایجاد زیرساخت‌های موردنیاز و استفاده از ظرفیت‌های طبیعی و تاریخی مطلوب، منبع درآمد ایجاد کرد. با ایجاد صنایع شیمیایی، پتروشیمی، معدنی و دریایی بر اساس ذخایر و تأسیسات نفت و گاز موجود در خط ساحلی خلیج فارس و دریای خزر، با رعایت کامل مسایل محیط‌زیستی و همچنین با ایجاد زیرساخت‌های تجاری و ارائه تسهیلات مناسب که پاسخگوی تقاضای فزاینده ترانزیت کالا به کشورهای همسایه باشد، می‌توان به افزایش تولید ناخالص داخلی، درآمد و اشتغال پرداخت (Pak & Farajzade., 2007).

شناخت توان اکولوژیکی کشور و فرهنگ‌سازی در کنار ایجاد و اجرای قوانین حفاظت از تنوع‌زیستی، کنترل مصرف انرژی و رشد جمعیت باعث افزایش سطح پایداری جامعه خواهد شد. با اضافه کردن شاخص رشد فرهنگی معیاری برای افزایش درک، آگاهی و عملکرد مردم در راستای ایجاد جامعه پایدار خواهیم داشت. همچنین، از طریق تقویت ارگان‌های آموزش‌دهنده نیروی انسانی ماهر در زمینه‌های حفاظت از تنوع‌زیستی می‌توان گامی در جهت افزایش پایداری جامعه برداشت. شاخص سرانه فضای سبز در شهرها نیز می‌تواند به‌عنوان معیاری برای افزایش رتبه ایران جهت ایجاد جامعه پایدار مورد توجه قرار گیرد. به‌طور کلی

منابع

- Asici, A.A., & Acar, S. 2016. Does income growth relocate ecological footprint? *Ecological Indicators*. 61, 707–714.
- Biswas, P., Pramanik, S., & Giri, B.C. 2018. TOPSIS strategy for multi-attribute decision making with trapezoidal neutrosophic numbers. *Neutrosophic Sets and Systems*. 19, 29–39.
- Camelia, B., & Vasile, B. 2017. CONSEQUENCES OF ORGANIC FARMING ON THE SUSTAINABLE SOCIETY-ROMANIA AND EU. *Annals of Constantine Brancusi University of Targu-Jiu. Economy Series*. (1).
- Department of the Environment of United Kingdom. *Indicators of Sustainable Development for the United Kingdom*. HMSO: London, UK, 1994.
- Ding, L., Shao, Z., Zhang, H., Xu, C. & Wu, D. 2016. A Comprehensive Evaluation of Urban Sustainable Development in China Based on the TOPSIS-Entropy Method. *Sustainability*. doi:10.3390/su8080746. 8(8), 746.
- Fan, W., Meng, M. & Zhou, C. 2024. Research on the impact of economic development and environmental security on human well-being in typical cities on the Qinghai-Tibet Plateau. *Environment, Development and Sustainability*, doi 10.1007/s10668-024-04560-2.
- Hwang, C.L., & Yoon, K. 1981. *Multiple attribute decision making*. Springer. New York.

- Kaivo-oja, J., Panula-Ontto, J., Luukkanen, J., & Vehmas, J. 2014. Relationships of the dimensions of sustainability as measured by the Sustainable Society Index framework. *The International Journal of Sustainable Development and World Ecology*. 21, 39-45. doi:10.1080/13504509.2013.860056.
- Larson, P. D. 2021. Relationships between Logistics Performance and Aspects of Sustainability: A Cross-Country Analysis. *Sustainability*. 13(2), 623. doi:10.3390/su13020623.
- Leonelli, R.C.B. 2012. Enhancing a decision support tool with sensitivity analysis, M.Sc. Thesis, University of Manchester, 143 pp.
- Luukkanen, J., Kaivo-oja, J., Vähäkari, N., O'Mahony, T. & Korkeakoski, M., Panula-Ontto, J., Phonhalath, K., Nanthavong, K., Reincke, K., Vehmas, J. and Hogarth, N.J. 2019. Green economic development in Lao PDR: A sustainability window analysis of Green Growth Productivity and the Efficiency Gap. *Journal of Cleaner Production*. 211, 818-829. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.11.149.
- Makhtari Malekabadi, R., Marsousi, N., Hosseini, S.A., & Gholami, M. 2014. Assessment of socio-cultural sustainability indicators in extractive cities (Case study: Asaluyeh extractive city). *Journal of Urban Research and Planning*, 5(19), 91–110. (In Persian)
- Meshkini, A., Borhani, K., & Shaban Zadeh Nemini, R. (2013). Spatial analysis for assessing urban social sustainability. *Iranian Geographical Society International Quarterly*, 39, 186–211.
- Michalos, A.C., & Hatch, P.M. 2020. Good Societies, Financial Inequality and Secrecy, and a Good Life: from Aristotle to Piketty. *Applied Research in Quality of Life*. 15(4), 1005-54.
- Mohamadi, S. & Sobhani, N. 2018. Evaluation of Sustainable Development Indicators in the Middle East with an emphasis on Country Iran. *Geographical Planning of Space*, 8(28): 99-114 . (In Persian)
- Nastaran, M., Ghasemi, V., & Hadizadeh Zargar, S. (2013). Assessment of social sustainability indicators using Analytic Network Process (ANP). *Journal of Applied Sociology*, 24(3), 155–173. (In Persian)
- Pak, A., & Farajzadeh, M. 2007. Iran's Integrated Coastal Management plan: Persian Gulf, Oman Sea, and southern Caspian Sea coastlines. *ELSEVIER*. doi:10.1016/j.ocecoaman.2007.03.006
- Pramanik, S., Biswas, P., & Giri, B.C. 2017. Hybrid vector similarity measures and their applications to multi-attribute decision making under neutrosophic environment. *Neural Computing and Applications*. 28(5): 1163–1176. doi: 10.1007/s00521-015-2125-3
- Pranab, B., Surapati, S., & Bibhas, C.G. 2018. TOPSIS Strategy for Multi-Attribute Decision Making with Trapezoidal Neutrosophic Numbers, Neutrosophic Sets and Systems. 19: 29-39.
- Rajabi, A. & Sobhani, N. 2016. Analysis of Sustainability index among Asian countries. *Human Geography Research*, 48(4): 733-749, doi 10.22059/jhgr.2016.53397. (In Persian)
- Rahim, R., Nurarif, S., Ramadhan, M., Aisyah, S. & Purba, W. 2017. Comparison Searching Process of Linear, Binary and Interpolation Algorithm. *Journal of Physics: Conference Series*. 930. doi :10.1088/1742-6596/930/1/012007
- Rodriguez-Rosa, M., Gallego-Alvarez, I., Vicente-Galindo, P. & Galindo-Villardón, P. 2017. Are Social, Economic and Environmental Well-Being Equally Important in all Countries Around the World? A Study by Income Levels. *Social Indicators Research*. doi: 10.1007/s11205-016-1257-x.
- Roghianian, E., & Shakeri Kebria, Z. 2017. The combination of TOPSIS method and Dijkstra's algorithm in multi-attribute routing. *Scientia Iranica*. 24(5):2540-9.
- Roy, S., Bose, A., Basak, D. & Chowdhury, I.R. 2024. Towards sustainable society: the sustainable livelihood security (SLS) approach for prioritizing development and understanding sustainability: an insight from West Bengal, India. *Environment, Development and Sustainability*, 26(8): 20095-20126.
- Saisana, M., & Philippas, D. 2012. Sustainable society index (SSI): taking societies' pulse along social, environmental and economic issues. *Environmental Impact Assessment Review*. 32, 94–106.
- Sajadi, Z., Afrasiabi Rad, M., Tavakolinia, J., & Yousefi, H. 2019. A review of the evolution of sustainable development and environmental performance indicators and Iran's position in the world. *Environment and Development*, 10(19), 47–60. (In Persian)
- Seppälä, J., Leskinen, P., & Myllyviita, T. 2017. Expert panel weighting and aggregation of the Sustainable Society Index (SSI) 2010—a decision analysis approach. *Sustainable Development* 25(4), 322-335.
- Singh, R.K., Murty, H.R., Gupta, S.K., & Dikshit, A.K., 2009. An overview of sustainability assessment methodologies. *Ecological Indicators*. 9(2), 189-212.

- Strezov, V., Evans, A., & Evans, T.J. 2016. Assessment of the economic, social and environmental dimensions of the indicators for sustainable development. *Sustainable Development*, 25 (3), 242–253. Doi:10.1002/sd.1649.
- Sustainable Society Foundation, 2016. Sustainability and the SSI. <http://www.ssfindex.com/ssi/ssi-2016/> (accessed 10 June 2019).
- Ulman, S.-R., Mihai, C. & Cautisanu, C. 2020. Peculiarities of the Relation between Human and Environmental Wellbeing in Different Stages of National Development. *Sustainability*, 12(19), doi 10.3390/su12198106
- Van de Kerk, G. 2014. Sustainable Society Index, Tool for Measuring Well-Being. In A. C. Michalos (Ed.), *Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research* (pp. 6516-6525). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Van de Kerk, G. & Manuel, A. R. 2008. A comprehensive index for a sustainable society: The SSI—the Sustainable Society Index. *Ecological Economics*, 66(2-3): 228-242.
- Vaezzadeh, S., Naghdi, A., & Eyaseh, A. 2015. Social sustainability components in Iran's development programs. *Iranian Journal of Social Development Studies*, 7(2), 45–59. (In Persian)
- Wang, Z., Hao, H., Gao, F., Zhang, Q., Zhang, J. & Zhou, Y. 2019. Multi-attribute decision making on reverse logistics based on DEA-TOPSIS: a study of the Shanghai End-of-life vehicles industry. *Journal of Cleaner Production*, 214, 730–737.
- Witulski, N., & Dias, J.G. 2020. The Sustainable Society Index: Its reliability and validity. *Ecological Indicators*, 114, 106190.
- Wu, S., Fu, Y., Shen, H., & Liu, F. 2018. Using ranked weights and Shannon entropy to modify regional sustainable society index. *Sustainable cities and society*, 41, 443-448. doi:10.1016/j.scs.2018.05.052.
- Yadav, V., Karmakar, S., Kalbar, P., & Dikshit, A. 2019. PyTOPS: A Python based tool for TOPSIS. *SoftwareX*, 9: 217–222. doi:10.1016/j.softx.2019.02.004.
- Zamani, L. & Javaherian, Z. 2015. An exploration of Changes in the International Sustainability Index. *Journal of Environmental Science and Technology*, 4(17): 181-200. (in Persian)
- Mohamadi, S. & Sobhani, N. 2018. Evaluation of Sustainable Development Indicators in the Middle East with an emphasis On Country Iran. *Geographical Planning of Space*, 8(28): 99-114.
- Rajabi, A. & Sobhani, N. 2016. Analysis of Sustainability index among Asian countries. *Human Geography Research*, 48(4): 733-749, doi 10.22059/jhgr.2016.53397.
- Seppälä, J., Leskinen, P. & Myllyviita, T. 2017. Expert panel weighting and aggregation of the Sustainable Society Index (SSI) 2010—a decision analysis approach. *Sustainable Development*, 25(4): 322-335.
- Zamani, L. & Javaherian, Z. 2015. An exploration of Changes in the International Sustainability Index. *Journal of Environmental Science and Technology*, 4(17): 181-200.