



Systematic Review and Scientometric Analysis of Scientific Research on Science, Technology, and Innovation Policies in the Energy Sector

1. Hossein Shirazi ♦

2. Kaveh Alba

- **Article Type:** Research Paper
- **Vol. 34 | No. 2 | Serial 94 | Jun. 2024**
- **Received:** 2024.08.22
- **Revised:** 2024.02.01
- **Accepted:** 2025.01.09
- **Published Online:** 2025.01.14
- **Pages:** 39-64
- **P-ISSN:** 1027-2690
- **E-ISSN:** 2783-4514

Keywords

Scientific Research, Systematic Review, Scientometric Analysis, Science, Technology and Innovation Policies, Energy Industry, Google Scholar, Vosviwer.

1. ♦ Assistant Professor of Technology Management, Islamic Azad University, Qom Branch, Qom, Iran (Corresponding Author)
Hossein.Shirazi63@gmail.com
ORCID: 0000-0003-3130-1642
2. PhD Candidate in Technology Management, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran
Kaveh.Alba@yahoo.com
ORCID: 0009-0009-2299-8442

Cite This Paper: Shirazi, H., Alba, K. (2024). Systematic Review and Scientometric Analysis of Scientific Research on Science, Technology, and Innovation Policies in the Energy Sector. *Rahyaft*, 34 (2), 39-64. (Persian).

DOI: 10.22034/RAHYAFT.2024.11661.1505



Publisher: National Research Institute for Science Policy (N.R.I.S.P)

Abstract

Scientometrics is a branch of scientific studies that deals with the qualitative and quantitative analysis of scientific production, publication patterns, and research trends. In the field of science and technology policy, scientometrics is a useful tool for evaluating and guiding research and innovation. These tools can be very effective in the energy industry, which requires continuous innovation and technological advances. The energy industry plays a vital role in meeting the basic needs of human societies and is considered one of the main pillars of economic, social, and environmental development. This industry includes the production, transmission, and distribution of energy in various forms, including electricity, natural gas, oil, and renewable energies. In general, the future of the energy industry is highly dependent on technology and innovation policies. Given the rapid advances in energy technologies and international commitments to reduce carbon emissions, the importance of developing and implementing effective and sustainable policies is more than ever evident. In recent decades, energy policies have been directed towards the development of sustainable technologies and the reduction of greenhouse gas emissions. This research is practical in terms of purpose and knowledge maps have been drawn with a scientometric approach and using a systematic review. First, keywords were identified through library studies. After exploratory interviews with experts and specialists in a targeted manner and to a theoretical consensus, the process of collecting words was stopped. After

identifying the words, data were extracted through the Publish or Perish software. The number of primary data of scientific research in the field of science, technology, and innovation policies in the energy industry in the Google Scholar database during the years 2000 to 2024 is 38,984 records. After removing duplicate and invalid data, the number of records was reduced to 25,124 and these data were entered into the VOSviewer software. A review of the found records showed that the most citations in the period from 2000 to 2024 were related to the following topics: (1) Environmental policy (2) Energy storage (3) Energy innovation systems (4) Emerging energy technologies (5) Energy economics (6) Energy transfer (7) National energy strategy (8) Energy research and development (9) Innovation systems (10) Technology transfer (11) Comparative energy policies. The findings also show that in recent years, the trend of studies in these areas has been downward. It is worth noting that the most citations related to science and technology policies and innovation in the energy industry were allocated to “technological development” in 2011 and 2012, and the least citations were related to “renewable energies”. The results of this study allow policymakers to identify key research trends in the energy sector and identify emerging areas that require further attention and investment. These trends include topics such as energy and sustainable development, geothermal, energy efficiency, innovative technologies, hydrogen energy, government policies, carbon reduction (decarbonization), energy transition studies. Policymakers can also optimize R&D strategies based on the needs of the energy industry and direct research investments to areas with the greatest potential. Policymakers can also formulate more effective policies to promote innovation and achieve sustainable development in the energy industry. This tool identifies innovation opportunities and strengthens technological infrastructure.

Renewable energies have had an upward trend during the years 2000 to 2010. The findings show that topics such as “technology development” have been of more interest to researchers than “renewable energies”. Also, in the trend analysis section, which divided the period under study into three parts, it was found that the decade 2000

to 2010 was a period of increased investment in renewable energies. The notable point is the downward trend of these studies in recent years and their small number compared to other topics under discussion. However, Iran’s scientific production in the field of solar power plants has increased over the last five years, especially in the field of optimizing efficiency and reducing installation and commissioning costs.

Trends show that the use of smart grids is increasing. Emerging research in areas such as smart grids and the Internet of Things in energy management plays an important role in increasing energy efficiency and reducing costs. These technologies help to better manage energy resources and reduce excessive consumption. In recent decades, energy policies have also tended to develop sustainable technologies and reduce greenhouse gas emissions. Trends also show that the use of new and sustainable technologies is increasing. The trend of sustainable development studies in the energy industry is also growing. The policies of international institutions such as the International Energy Agency, the United Nations Framework Convention on Climate Change, and the Renewable Energy Policy Network all point to reducing greenhouse gas emissions and enhancing the capabilities of developing countries to adopt clean energy.

To improve and strengthen science and technology policies in the energy industry, the use of scientometrics analysis can help identify strengths and weaknesses, draw strategic maps, and formulate effective strategies. In the following, several solutions and suggestions for using scientometrics in this field are presented.

1. Developing a national energy scientometrics system
2. Aligning Scientometrics with the Sustainable Development Goals
3. Developing key technologies in the energy industry
4. Encouraging data-driven innovations and artificial intelligence
5. Allocating resources to strategic energy projects
6. Supporting technological and innovative entrepreneurship in energy
7. Creating an innovation ecosystem in the energy sector

8. Supporting the standardization and regulation of new technologies
9. Encouraging the transfer of knowledge and technology from other sectors
10. Encouraging the development of private investment in research and development



مرور نظام‌مند و تحلیل علم‌سنجی پژوهش‌های علمی سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری در حوزه انرژی

۱. حسین شیرازی

۲. کاوه آلبا

• نوع مقاله: پژوهشی

• دوره ۳۴ | شماره ۲ | پیاپی ۹۴ | تیر ۱۴۰۳

• تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۰۱

• تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۹/۱۱

• تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۲۰

• تاریخ انتشار برخط: ۱۴۰۳/۱۰/۲۵

• صفحات: ۶۴-۳۹

• شابای چاپی: ۱۰۲۷-۲۶۹۰

• شابای الکترونیکی: ۲۷۸۳-۴۵۱۴

چکیده

صنعت انرژی نقشی حیاتی در تأمین نیازهای اساسی جوامع بشری ایفا می‌کند و به عنوان یکی از ارکان اصلی توسعه اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی مطرح است. در دهه‌های اخیر، سیاست‌گذاری‌های انرژی به سمت توسعه فناوری‌های پایدار و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای سوق یافته است. این پژوهش از نظر هدف، کاربردی است و با رویکرد علم‌سنجی و با استفاده از مرور نظام‌مند، نقشه‌های دانش ترسیم شده است. ابتدا واژگان کلیدی از طریق مطالعات کتابخانه‌ای شناسایی شد و پس از مصاحبه‌های اکتشافی با خبرگان و متخصصان به روش هدفمند و با هدف رسیدن به اجماع نظری، روند گردآوری واژگان متوقف شد. پس از شناسایی واژگان، داده‌ها از طریق نرم‌افزار Publish or Perish استخراج شدند. تعداد داده‌های اولیه پژوهش‌های علمی در زمینه سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری در صنعت انرژی، طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴، در پایگاه گوگل اسکالر ۳۸,۹۸۴ رکورد است. پس از حذف داده‌های تکراری و غیرمعتبر، تعداد رکوردها به ۲۵,۱۲۴ مورد کاهش یافت و این داده‌ها وارد نرم‌افزار VOSviewer شدند. بررسی رکوردهای یافت‌شده نشان داد که بیشترین استنادها در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ مربوط به موضوعات زیر است: (۱) سیاست زیست‌محیطی، (۲) ذخیره انرژی، (۳) سیستم‌های نوآوری انرژی، (۴) فناوری‌های نوظهور انرژی، (۵) اقتصاد انرژی، (۶) انتقال انرژی، (۷) استراتژی ملی انرژی، (۸) تحقیق و توسعه در انرژی، (۹) سیستم‌های نوآوری، (۱۰) انتقال فناوری، (۱۱) سیاست‌های مقایسه‌ای انرژی. همچنین یافته‌ها نشان می‌دهد که طی سال‌های اخیر، روند مطالعات در این حوزه‌ها نزولی بوده است. شایان ذکر است که بیشترین استنادها مربوط به سیاست‌های علم و فناوری و نوآوری در صنعت انرژی به «توسعه فناوریانه» در سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲ اختصاص

کلیدواژه‌ها

پژوهش‌های علمی، مرور نظام‌مند، تحلیل علم‌سنجی، سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری، صنعت انرژی، Google Scholar، VOSviewer

۱. استادیار مدیریت فناوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد قم، قم، ایران (پدیدآور رابط)

Hossein.Shirazi63@hotmail.com

ORCID: 0000-0003-3130-1642

۲. دانشجوی دکتری مدیریت تکنولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، تهران، ایران

Kaveh.Alba@yahoo.com

ORCID: 0009-0009-2299-8442

استناد به این مقاله: شیرازی، ح. و آلبا، ک. (۱۴۰۳). مرور نظام‌مند و تحلیل علم‌سنجی پژوهش‌های علمی سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری در حوزه انرژی. *رهیافت*، ۳۴ (۲)، صص. ۳۹-۶۴.

DOI: 10.22034/rahyaft.2024.11661.1505

ناشر: مؤسسه تحقیقات سیاست علمی کشور
نویسندگان: © حق مؤلف



داشته و کمترین استنادها مربوط به «انرژی‌های تجدیدپذیر» بوده است. نتایج این تحقیق به سیاست‌گذاران این امکان را می‌دهد تا روندهای پژوهشی اصلی در حوزه انرژی را شناسایی کنند و نواحی نوظهور را که مستلزم توجه و سرمایه‌گذاری بیشتر هستند، مشخص کنند.

مقدمه

علم‌سنجی شاخه‌ای از مطالعات علمی است که به تحلیل کیفی و کمی تولیدات علمی، الگوهای انتشار و روندهای پژوهشی می‌پردازد. در حوزه سیاست‌های علم و فناوری، علم‌سنجی ابزاری مفید برای ارزیابی و هدایت پژوهش‌ها و نوآوری‌ها محسوب می‌شود. این ابزارها می‌توانند در صنعت انرژی که به نوآوری و پیشرفت‌های فناورانه مستمر نیاز دارد، بسیار مؤثر باشند (Glänzel and Moed, 2013; Van Raan, 2005). صنعت انرژی نقشی حیاتی در تأمین نیازهای اساسی جوامع بشری ایفا می‌کند و به عنوان یکی از ارکان اصلی توسعه اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی مطرح است. این صنعت شامل تولید، انتقال و توزیع انرژی در اشکال مختلف، از جمله برق، گاز طبیعی، نفت و انرژی‌های تجدیدپذیر است (International Energy Agency, 2021). با رشد روزافزون جمعیت جهانی و افزایش تقاضای انرژی، این صنعت با چالش‌های متعددی همچون کاهش منابع فسیلی، تغییرات اقلیمی و نیاز به توسعه فناوری‌های نوین مواجه شده است (BP Statistical Review of World Energy, 2021). در دهه‌های اخیر، سیاست‌گذاری‌های انرژی به سمت توسعه فناوری‌های پایدار و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای متمایل شده است. بسیاری از کشورها به تدوین سیاست‌های ملی و بین‌المللی برای حمایت از انرژی‌های تجدیدپذیر و بهینه‌سازی مصرف انرژی پرداخته‌اند (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2021).

این سیاست‌ها شامل مشوق‌های مالی، مقررات سخت‌گیرانه‌تر و سرمایه‌گذاری‌های کلان در تحقیق و توسعه فناوری‌های نوین انرژی هستند (International Renewable Energy Agency, 2021). یکی از جنبه‌های مهم سیاست‌های فناوری انرژی، تشویق به نوآوری و تحقیق و توسعه در زمینه‌های مختلف انرژی است. دولت‌ها و سازمان‌های بین‌المللی با تخصیص بودجه‌های کلان به پروژه‌های پژوهشی و فراهم کردن زیرساخت‌های لازم، سعی در تسریع توسعه فناوری‌های نوین دارند (European Commission, 2021).

این امر به پیشرفت‌های چشمگیری در حوزه‌هایی مانند انرژی خورشیدی، بادی، هیدروژنی و فناوری‌های ذخیره‌سازی انرژی منجر شده است (National Renewable Energy Laboratory, 2021). علاوه بر فناوری‌های تجدیدپذیر، بهینه‌سازی مصرف انرژی

و افزایش بهره‌وری نیز از اولویت‌های اصلی سیاست‌های فناوری انرژی است. برنامه‌های مدیریت مصرف انرژی، استانداردهای کارایی انرژی برای تجهیزات و ساختمان‌ها و توسعه شبکه‌های هوشمند برق از جمله اقداماتی هستند که در این راستا اتخاذ شده‌اند (U.S. Department of Energy, 2021).

این اقدامات می‌توانند به کاهش تقاضای انرژی و بهبود پایداری سیستم‌های انرژی کمک کنند (International Energy Agency, 2021). یکی دیگر از محورهای کلیدی در سیاست‌های فناوری انرژی، تأکید بر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و مبارزه با تغییرات اقلیمی است. توافق‌نامه‌های بین‌المللی مانند توافق‌نامه پاریس، کشورها را به کاهش انتشار کربن و انتقال به اقتصاد کم‌کربن متعهد کرده‌اند (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2021).

مرور نظام‌مند ابزاری برای مطالعه همه‌جانبه و تحلیل پژوهش‌های مرتبط به منظور پاسخگویی به پرسش‌های پژوهش مورد نظر است. برای انجام پژوهش با این روش، فرایندهای نسبتاً مشابهی توسط صاحب‌نظران و پژوهشگران مختلف مطرح شد، که معمولاً تفاوت اندکی در نام‌گذاری فرایندها و تعداد مراحل دارند (Amoosi et al., 2024). منظور از مرور نظام‌مند، ایجاد ابزاری نظام‌مند و شفاف برای جمع‌آوری، ترکیب و ارزیابی یافته‌های مطالعات درباره یک موضوع یا یک پرسش خاص است که هدف آن به حداقل رساندن سوگیری‌های ایجادشده با مطالعه‌های منفرد و مرور غیرنظام‌مند است (Mosavizadeh et al., 2022; Sweetand Moynihan, 2007). یکی از خصوصیات مرور نظام‌مند این است که دارای پایایی بالا و تکرارپذیر است. این روش ابزاری برای مطالعه همه‌جانبه و تحلیل مطالعات مرتبط برای پاسخگویی به پرسش‌های مورد نظر است (Ghanadi Nejad and Heydari, 2020). همچنین این فن این امکان را به وجود می‌آورد تا خوشه‌های موضوعی در حال ظهور و همچنین خوشه‌های توسعه‌یافته در راستای شفاف‌سازی مسیر برای پژوهش‌های آتی آشکار شوند (Ebrahimzadeh et al., 2023; Lee and Su, 2010).

این امر مستلزم توسعه و پیاده‌سازی فناوری‌های کم‌کربن و سیاست‌های حمایتی مرتبط است (International Energy Agency, 2021). در سطح ملی، بسیاری از کشورها راهبردهای جامع انرژی را تدوین کرده‌اند که شامل توسعه فناوری‌های نوین، افزایش کارایی انرژی و کاهش وابستگی به منابع فسیلی است (International Energy Agency, 2021). این راهبردها معمولاً با همکاری بخش‌های دولتی و خصوصی و همچنین نهادهای پژوهشی و دانشگاهی اجرا می‌شوند (European Commission, 2021). در این میان، کشورهای پیشرو در توسعه فناوری‌های انرژی،

چارچوب نظری

کشورهای پیشرو در حوزه انرژی، با استفاده از ابزارهای علم‌سنجی توانسته‌اند نقاط قوت و ضعف پژوهش‌های خود را شناسایی و به بهبود نظام نوآوری و توسعه فناوری‌های نوین کمک کنند (Europe- an Commission, 2021). مثلاً، بررسی‌های علم‌سنجی در حوزه انرژی خورشیدی، بادی، هیدروژنی و فناوری‌های ذخیره‌سازی انرژی، سیاست‌گذاران را به سمت تدوین استراتژی‌های مبتنی بر نوآوری هدایت کرده است (BP Oil Industry Company, 2021). در دهه‌های اخیر، توجه به علم‌سنجی در حوزه انرژی، به ویژه با تمرکز بر فناوری‌های پایدار و انرژی‌های تجدیدپذیر، افزایش یافته است (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2021). با رشد روزافزون چالش‌های زیست‌محیطی و نیاز به کاهش وابستگی به منابع انرژی فسیلی، سیاست‌گذاران در سراسر جهان تلاش کرده‌اند سیاست‌های نوآورانه و مبتنی بر علم را در این حوزه تدوین و پیاده‌سازی کنند (International Energy Agency, 2021). در این راستا، علم‌سنجی به‌مثابه ابزاری تحلیلی برای ارزیابی میزان پیشرفت فناوری‌های انرژی و شناسایی فرصت‌ها و چالش‌های موجود استفاده شده است (National Renewable Energy Lab- oratory, 2021).

سیاست‌های علمی و فناوری می‌توانند تأثیر مستقیمی بر روند پژوهش‌ها در صنعت انرژی داشته باشند. مثلاً، سرمایه‌گذاری‌های دولتی در تحقیق و توسعه به افزایش تعداد انتشارات علمی و توسعه فناوری‌های جدید در زمینه انرژی‌های پاک منجر می‌شود. علاوه بر این، سیاست‌های مالیاتی و مشوق‌های مالی برای شرکت‌های انرژی نیز به تحریک نوآوری‌ها و پیشرفت‌های فناوری کمک می‌کنند (Liu et al., 2021). پژوهش‌های متعددی در زمینه علم‌سنجی سیاست‌های علم و فناوری در صنعت انرژی انجام شده است. مثلاً، پژوهشگران به بررسی روندهای پژوهشی در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر و تأثیر سیاست‌های دولتی بر این پژوهش‌ها پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که سیاست‌های حمایتی دولت‌ها نقش مهمی در افزایش تعداد مقالات و همکاری‌های بین‌المللی در این حوزه داشته است (Yang et al., 2020). صنعت انرژی به دلیل نقش حیاتی خود در توسعه اقتصادی و زیست‌محیطی، به بررسی‌های علمی دقیق نیازمند است. علم‌سنجی می‌تواند به شناسایی گرایش‌های پژوهشی، تعیین اولویت‌ها و تخصیص بهینه منابع در این صنعت کمک کند. به ویژه با توجه به افزایش اهمیت انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش انتشار کربن، علم‌سنجی می‌تواند در تدوین سیاست‌های مؤثر نقش مهمی ایفا کند (Xiao and Liu, 2021). بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای و مرور مقالات، تقسیم‌بندی موضوعی پژوهش‌های علمی در زمینه انرژی و سیاست‌گذاری آن، شامل حوزه‌های اصلی زیر است که بر

مانند آلمان، چین و ایالات متحده، با اجرای سیاست‌های حمایتی و سرمایه‌گذاری‌های کلان، نقش مهمی در تحولات جهانی انرژی ایفا می‌کنند (International Energy Agency, 2021).

این امر نیازمند توسعه و پیاده‌سازی فناوری‌های کم‌کربن و سیاست‌های حمایتی مرتبط است (International Energy Agency, 2021). در سطح ملی، بسیاری از کشورها راهبردهای جامع انرژی را تدوین کرده‌اند که شامل توسعه فناوری‌های نوین، افزایش کارایی انرژی و کاهش وابستگی به منابع فسیلی است (International Energy Agency, 2021). این راهبردها معمولاً با همکاری بخش‌های دولتی و خصوصی و همچنین نهادهای پژوهشی و دانشگاهی اجرا می‌شوند (European Commission, 2021). در این میان، کشورهای پیشرو در توسعه فناوری‌های انرژی، مانند آلمان، چین و ایالات متحده، با اجرای سیاست‌های حمایتی و سرمایه‌گذاری‌های کلان، نقش مهمی در تحولات جهانی انرژی ایفا می‌کنند (International Energy Agency, 2021).

در نتیجه، صنعت انرژی و سیاست‌های فناوری آن نقش بسیار مهمی در آینده پایداری جهانی ایفا می‌کنند. با توجه به چالش‌های زیست‌محیطی و نیاز به تأمین انرژی پایدار، توسعه و پیاده‌سازی فناوری‌های نوین انرژی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (International Energy Agency, 2021). سیاست‌گذاران و محققان باید با همکاری نزدیک، راهکارهای مؤثر و پایدار برای تأمین نیازهای انرژی و حفاظت از محیط زیست ارائه دهند (Energy Policy Network for the 21st Century, 2021). به طور کلی، آینده صنعت انرژی به‌شدت به سیاست‌های فناوری و نوآوری وابسته است. با توجه به پیشرفت‌های سریع در فناوری‌های انرژی و تعهدات بین‌المللی برای کاهش انتشار کربن، اهمیت تدوین و اجرای سیاست‌های کارآمد و پایدار بیش از پیش مشهود است (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2021). در ادامه، بر اساس اطلاعات مستخرج از پایگاه استنادی گوگل اسکالر در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ به پرسش‌های پژوهش پاسخ داده خواهد شد.

- ◆ خوشه‌های حوزه سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری در صنعت انرژی کدام‌اند؟
- ◆ خوشه‌های مشخص‌شده از طریق کدام گره‌ها به یکدیگر مرتبط‌اند؟
- ◆ مهم‌ترین دستاوردها و آثار در حوزه سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری در صنعت انرژی، در چه دوره‌های زمانی قابل توجهی رخ داده‌اند؟

اساس چالش‌های جهانی و نیازهای فناورانه و اقتصادی طبقه‌بندی شده‌اند.

۱. انرژی تجدیدپذیر^۱

♦ **انرژی خورشیدی^۲:** انرژی خورشیدی از تابش خورشید به‌عنوان منبع پایدار و پاک برای تولید برق استفاده می‌کند. استفاده از سیستم‌های فتوولتائیک و حرارتی خورشیدی برای تولید انرژی، به‌دلیل کاهش هزینه‌ها و توسعه فناوری، روزبه‌روز گسترده‌تر می‌شود (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2023).

♦ **انرژی بادی^۳:** انرژی بادی با استفاده از توربین‌ها در مقیاس‌های کوچک و بزرگ برای تولید برق کاربرد دارد. این انرژی به‌خصوص در مناطق بادخیز، به‌عنوان جایگزینی مقرون‌به‌صرفه برای سوخت‌های فسیلی مطرح است (Policy Network for the 21st Century, 2022).

♦ **انرژی زیستی^۴:** انرژی زیستی شامل تولید انرژی از مواد آلی مانند زیست‌توده، زباله‌ها و سوخت‌های زیستی می‌شود و می‌تواند به‌طور مستقیم در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای مؤثر باشد (International Energy Agency, 2023).

♦ **برق‌آبی^۵:** تولید برق از نیروی آب، یکی از قدیمی‌ترین و پایدارترین منابع انرژی تجدیدپذیر است که علاوه بر تولید انرژی، به مدیریت منابع آبی کمک می‌کند (IPCC, 2023).

♦ **زمین‌گرمایی^۶:** انرژی زمین‌گرمایی از حرارت زیرسطحی زمین استفاده می‌کند و مزایای مداوم و پایداری را در تأمین انرژی ارائه می‌دهد (IRENA, 2022).

۲. پایداری و محیط زیست^۷

♦ **توسعه پایدار^۸:** توسعه پایدار در حوزه انرژی به معنی ایجاد تعادل بین نیازهای انرژی و حفاظت از محیط زیست است (United Nations Environment Programme, 2022).

♦ **سیاست‌های زیست‌محیطی^۹:** سیاست‌های زیست‌محیطی برای کنترل تأثیرات منفی تولید و مصرف انرژی طراحی می‌شوند، از جمله محدود کردن آلاینده‌ها و ترویج فناوری‌های پاک (OECD, 2023).

♦ **فناوری سبز^{۱۰}:** فناوری‌های سبز مانند سیستم‌های کاهش کربن و بازیافت انرژی، به تحقق اهداف پایداری کمک می‌کنند (IPCC, 2023).

♦ **کاهش انتشار دی‌اکسید کربن^{۱۱}:** کاهش انتشار دی‌اکسید کربن، یکی از اهداف اصلی بسیاری از سیاست‌های انرژی است که شامل استفاده از فناوری‌های جذب و ذخیره کربن است (International Energy Agency, 2023).

♦ **کاهش تغییرات آب‌وهوا^{۱۲}:** سیاست‌ها و فناوری‌های کاهش تغییرات اقلیمی بر مبنای انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر برنامه‌ریزی می‌شوند (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2023).

۳. توسعه فناورانه^{۱۳}

♦ **شبکه‌های هوشمند^{۱۴}:** شبکه‌های هوشمند انرژی با استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات، پایداری و بهره‌وری در تولید و توزیع انرژی را بهبود می‌بخشند (Lund, 2022).

♦ **ذخیره‌سازی انرژی^{۱۵}:** ذخیره‌سازی انرژی، راهکاری کلیدی برای جبران نوسانات تولید در منابع تجدیدپذیر مانند باد و خورشید است (IRENA, 2022).

♦ **فناوری‌های پاک^{۱۶}:** فناوری‌های پاک مانند پنل‌های خورشیدی و توربین‌های بادی به کاهش آلاینده‌ها و افزایش بهره‌وری کمک می‌کنند (IPCC, 2023).

♦ **سیستم‌های نوآوری انرژی^{۱۷}:** سیستم‌های نوآوری انرژی، چارچوبی برای ایجاد و ترویج فناوری‌های نوین هستند (International Energy Agency, 2023).

♦ **فناوری‌های نوظهور در انرژی^{۱۸}:** فناوری‌های نوظهور، مانند پیل‌های سوختی هیدروژنی و انرژی جزرومد، افق‌های جدیدی برای تأمین انرژی پایدار باز می‌کنند (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2023).

۴. جنبه‌های اقتصادی و اجتماعی^{۱۹}

♦ **اقتصاد انرژی^{۲۰}:** تحلیل اقتصادی بازارهای انرژی برای بهینه‌سازی تولید و مصرف انجام می‌شود (Sovacool, 2014).

10. Green Technology
11. Carbon Emissions Reduction
12. Climate Change Mitigation
13. Technological Development
14. Smart Grid
15. Energy Storage
16. Clean Energy Technology
17. Energy Innovation Systems
18. Emerging Energy Technologies
19. Economic and Social Aspects
20. Energy Economics

1. Renewable Energy
2. Solar Energy
3. Wind Energy
4. Bioenergy
5. Hydropower
6. Geothermal Energy
7. Sustainability and Environment
8. Sustainable Development
9. Environmental Policy

- ◆ تأثیرات اجتماعی و اقتصادی^۱: سیاست‌های انرژی بر جنبه‌های اجتماعی و اقتصادی، از جمله اشتغال و عدالت اجتماعی، تأثیر مستقیم دارند (Carley & Konisky, 2020).
- ◆ امنیت انرژی^۲: امنیت انرژی به معنی تضمین دسترسی پایدار و مقرون‌به‌صرفه به منابع انرژی است (International Energy Agency, 2023).
- ◆ سیاست‌های عمومی^۳: سیاست‌های عمومی در انرژی شامل قوانین و برنامه‌هایی است که به بهبود سیستم‌های انرژی کمک می‌کنند (OECD, 2023).
- ◆ انتقال انرژی^۴: گذار به انرژی‌های تجدیدپذیر، مسیری برای کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی است (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2023).
- ۵. دولت و مقررات^۵
 - ◆ سیاست‌های دولتی^۶: سیاست‌های دولتی در مدیریت انرژی، شامل ایجاد زیرساخت‌ها و تنظیم مقررات است (International Energy Agency, 2023).
 - ◆ چارچوب‌های قانونی^۷: چارچوب‌های قانونی، نقش مهمی در تسریع یا محدود کردن توسعه فناوری‌های انرژی دارند (OECD, 2023).
 - ◆ ابزارهای سیاسی^۸: ابزارهایی مانند یارانه‌ها و مالیات‌های کربنی، به ترویج فناوری‌های پاک کمک می‌کنند (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2023).
 - ◆ قوانین انرژی^۹: قوانین مرتبط با انرژی، به عنوان ابزاری برای مدیریت منابع و حمایت از محیط زیست به کار می‌روند (UNEP, 2022).
 - ◆ استراتژی‌های ملی انرژی^{۱۰}: استراتژی‌های ملی انرژی، اهداف بلندمدت و راهبردهای کشورهای مختلف را در زمینه مدیریت منابع و توسعه پایدار مشخص می‌کنند (International Energy Agency, 2023).

۶. تحقیق و توسعه^{۱۱}

- ◆ تحقیق و توسعه در زمینه انرژی^{۱۲}: تحقیق و توسعه در انرژی، به پیشرفت فناوری‌های جدید کمک می‌کند و بهره‌وری را افزایش می‌دهد (Nemet, 2009).
- ◆ پژوهش‌های انرژی^{۱۳}: پژوهش‌های علمی انرژی، بر کشف منابع جدید و بهبود کارایی فناوری‌های موجود تمرکز دارند (Chesbrough, 2003).
- ◆ سیستم‌های نوآوری^{۱۴}: سیستم‌های نوآوری، چارچوبی برای تعامل میان پژوهشگران، دولت‌ها و صنعت فراهم می‌کند (Lund, 2022).
- ◆ انتقال فناوری^{۱۵}: انتقال فناوری بین کشورها به ارتقای استانداردهای جهانی انرژی کمک می‌کند (IRENA, 2022).
- ◆ همکاری‌های تحقیقاتی^{۱۶}: همکاری‌های تحقیقاتی بین‌المللی، فرصت‌هایی برای اشتراک دانش و بهبود فناوری‌ها فراهم می‌کند (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2023).

۷. بازار و پویایی صنعت^{۱۷}

- ◆ بازارهای انرژی^{۱۸}: بازارهای انرژی، معاملات انرژی‌های سنتی و تجدیدپذیر را شامل می‌شوند (OECD, 2023).
- ◆ صنعت نسل ۴ در انرژی^{۱۹}: ادغام فناوری‌های دیجیتال با صنعت انرژی، بهره‌وری و پایداری را افزایش می‌دهد (IRENA, 2022).
- ◆ نفوذ بازار^{۲۰}: نفوذ فناوری‌های جدید، چالشی مهم برای توسعه فناوری‌های پاک است (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2023).
- ◆ سرمایه‌گذاری در انرژی^{۲۱}: سرمایه‌گذاری در انرژی، نقش مهمی در تأمین مالی پروژه‌های بزرگ دارد (International Energy Agency, 2023).
- ◆ کارآفرینی در انرژی^{۲۲}: کارآفرینی در حوزه انرژی، به خلق فناوری‌های نوآورانه کمک می‌کند (Nemet, 2009).

11. Research and Development
12. R&D in Energy
13. Energy Research
14. Innovation Systems
15. Technology Transfer
16. Research Collaboration
17. Market and Industry Dynamics
18. Energy Markets
19. Industry in Energy
20. Market Penetration
21. Energy Investment
22. Energy Entrepreneurship

1. Socioeconomic Impacts
2. Energy Security
3. Public Policy
4. Energy Transition
5. Government and Regulation
6. Government Policy
7. Regulatory Framework
8. Policy Instruments
9. Energy Legislation
10. National Energy Strategy

۸. مطالعات بین‌المللی و تطبیقی^۱

- ♦ **سیاست بین‌المللی انرژی:** سیاست‌های بین‌المللی انرژی شامل توافقات و استانداردهای جهانی است (International Energy Agency, 2023).
- ♦ **سیاست‌های مقایسه‌ای انرژی:** تحلیل تطبیقی سیاست‌ها، تفاوت‌ها و شباهت‌های راهبردهای ملی را برجسته می‌کند (Sovacool, 2014).
- ♦ **نوآوری جهانی انرژی:** نوآوری جهانی در انرژی بر انتقال فناوری و همکاری‌های بین‌المللی تمرکز دارد (IRENA, 2022).
- ♦ **مطالعات انرژی فراملی:** مطالعات بین‌کشوری انرژی، الگوهای موفق را برای کشورهای مختلف شناسایی می‌کند (OECD, 2023).

پیشینه تحقیق

در صنعت انرژی، تحلیل‌ها می‌توانند نشان دهند که کدام حوزه‌های فناوری انرژی بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند و کدام مناطق جغرافیایی در تحقیق و توسعه این فناوری‌ها پیشرو هستند. مثلاً، پژوهش‌های انجام‌شده نشان داد که تعداد مقالات مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر در دهه گذشته به طور چشمگیری افزایش یافته است. مطالعات علم‌سنجی در حوزه انرژی به تحلیل و ارزیابی تولیدات علمی و همکاری‌های پژوهشی پرداخته‌اند.

با استفاده از روش‌های علم‌سنجی و پایگاه‌های داده مانند SCOPUS و CORDIS، محققان به جمع‌آوری اطلاعات از مقالات و پروژه‌ها در این زمینه اقدام کرده‌اند. محتوای این مقالات و پروژه‌ها بیشتر بر موضوعات عمومی، مانند درک استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و مشارکت شهروندان در مقابله با تغییرات اقلیمی و مصرف مسئولانه انرژی تمرکز داشته است. نتایج تحقیقات علم‌سنجی نشان می‌دهد بیشتر به آگاهی‌بخشی و مشارکت عمومی در مسائل انرژی توجه شده است، اما کمتر به شکل‌گیری فرایندهای فعال و درگیرکننده برای مشارکت واقعی شهروندان در تحقیقات علمی پرداخته شده است (De Filippo et al., 2020). تحلیل علم‌سنجی تحقیقات در بهرهوری انرژی و علم شهروندی از طریق پروژه‌ها و انتشارات به بررسی نقش‌برداری و تکنیک‌های علم‌سنجی در نشریات به منظور تحلیل روند تحقیق در ذخیره‌سازی و تبدیل انرژی پرداخته است. این تحقیق بر اساس داده‌های Web of Science برای دوره‌های ۱۹۹۳-۲۰۲۱ انجام شده است. این مطالعه نشان داد که تلاش تحقیقاتی هند

در زمینه ذخیره‌سازی و تبدیل انرژی به طور قابل توجهی کمتر از تولید جهانی برای تمام سال‌ها در دوره مورد مطالعه از ۱۹۹۳ تا ۲۰۲۱ بوده است. همچنین مشخص شد مردم چین با ۱۲۱۴۵ (۴۶,۰۵٪) حدود نیمی از انتشارات تحقیقاتی مشترک را به برنامه‌های ذخیره‌سازی انرژی و تبدیل اختصاص داده‌اند (Chinnasamy et al., 2022). تحلیل شبکه‌های همکاری علمی یکی دیگر از کاربردهای مهم علم‌سنجی است. در صنعت انرژی، این همکاری‌ها می‌توانند بین دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی و شرکت‌های صنعتی باشند.

همچنین، در پژوهشی با عنوان پیشرفت‌های فناوری به‌سمت مدیریت هوشمند انرژی در شهرهای هوشمند، پیشرفت‌های فناوری به‌سمت مدیریت انرژی هوشمند در شهرهای هوشمند بررسی شد. این پژوهش نمایی کلی از مفهوم مدیریت هوشمند انرژی، چالش‌های پیش روی شهرها در مدیریت مصرف انرژی و نیاز به پیشرفت‌های فناوری برای غلبه بر این چالش‌ها را ارائه می‌دهد. پیشرفت‌ها بر اساس کاربردهایشان، مانند شبکه‌های هوشمند، ساختمان‌های هوشمند و حمل‌ونقل هوشمند دسته‌بندی می‌شوند و درباره مزایای آنها از جمله افزایش کارایی، کاهش هزینه‌ها و پایداری بهتر بحث می‌شود. این مقاله همچنین مطالعات موردی اجرای موفقیت‌آمیز فناوری‌های مدیریت انرژی هوشمند را ارائه می‌کند و چالش‌هایی را که در طول اجرا با آن مواجه می‌شوند و چگونگی غلبه بر آنها را بررسی می‌کند. علاوه بر این، این مقاله حوزه‌های تحقیقاتی بالقوه و فناوری‌های نوظهور، از جمله زنجیره بلوک، محاسبات لبه، اینترنت اشیا، تحلیل داده‌های بزرگ، فناوری‌های برداشت انرژی، یادگیری ماشین و منابع انرژی توزیع‌شده (DER) را برجسته می‌کند. بر اهمیت پیشرفت‌های فناوری برای مدیریت هوشمند انرژی در شهرهای هوشمند تأکید شده و توصیه‌هایی برای تحقیق و توسعه آینده در این زمینه ارائه شده است. به طور کلی، این پژوهش مروری به توسعه مداوم شهرهای هوشمند کمک می‌کند و بینش‌های ارزشمندی در اختیار محققان، متخصصان صنعت و سیاست‌گذارانی می‌گذارد که به‌سمت آینده‌ای پایدارتر کار می‌کنند (Pandiyan et al., 2023).

در سال‌های اخیر، تحقیقات متعددی در ایران با محوریت علم‌سنجی و سیاست‌گذاری علم و فناوری در صنعت انرژی انجام شده است. این مطالعات به تحلیل دستاوردهای علمی در این حوزه و همچنین بررسی نحوه تدوین و اجرای سیاست‌های مرتبط پرداخته‌اند. در ادامه، چند نمونه از تحقیقات برجسته فارسی در این زمینه ارائه می‌شود.

تحلیل علم‌سنجی خروجی‌های تحقیقات علم و فناوری هسته‌ای در ایران

هدف اصلی این مطالعه ارزیابی بهرهوری پژوهش‌های منتشرشده

1. International and Comparative Studies
2. International Energy Policy
3. Comparative Energy Policies
4. Global Energy Innovation
5. Cross-national Energy Studies

بین‌المللی و ارزیابی کمی و کیفی وضعیت علم و فناوری هسته‌ای در ایران است. داده‌ها از Science Citation Index (Expanded) (SCIE) برای سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۱۰ جمع‌آوری شده است. نتایج این کار نشان می‌دهد که ادبیات ایران در زمینه علم و فناوری هسته‌ای در طول دوره مورد مطالعه رشد تصاعدی داشته است. میانگین تعداد استناد در هر مقاله ۵٫۶۴ است. مؤسسات دانشگاهی منبع اصلی بهره‌وری پژوهش هستند. حدود ۹۳ درصد از مقالات با هم نویسندگی هستند. مقالاتی که در سطح بین‌المللی مشترک هستند در مقایسه با مقالات داخلی از نرخ استناد بالاتری برخوردارند. توصیف انضباطی تحقیقات علم و فناوری هسته‌ای ایران نشان می‌دهد که بر فیزیک و شیمی تأکید می‌شود و نشریاتی که در آن پژوهش ظاهر می‌شود به طور مساوی در میان تعدادی از زمینه‌های علمی توزیع شده است (Davaranpanah, 2012).

تحلیل علم‌سنجی تولیدات علمی در حوزه نیروگاه‌های خورشیدی

یکی از پژوهش‌های اخیر در زمینه علم‌سنجی به تحلیل تولیدات علمی مرتبط با نیروگاه‌های خورشیدی در ایران پرداخته است. این تحقیق به بررسی مقالات علمی منتشرشده در حوزه نیروگاه‌های خورشیدی و همچنین میزان ارجاعات و همکاری‌های علمی داخلی و بین‌المللی پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد که تولیدات علمی ایران در زمینه نیروگاه‌های خورشیدی طی پنج سال اخیر افزایش یافته است، به ویژه در حوزه‌های بهینه‌سازی بازدهی و کاهش هزینه‌های نصب و بهره‌برداری. این پژوهش نشان می‌دهد که بسیاری از تحقیقات انجام‌شده به صورت نظری بوده و کمتر به چالش‌های اجرایی و عملی در راه‌اندازی و بهره‌برداری از نیروگاه‌های خورشیدی پرداخته شده است. همچنین، همکاری‌های بین‌المللی ایران در این زمینه محدود است، هرچند برخی پژوهشگران موفق به همکاری با دانشمندان خارجی شده‌اند. این تحقیق بر ضرورت تقویت همکاری‌های بین‌المللی و افزایش تعامل با کشورهای پیشرو در حوزه انرژی خورشیدی تأکید می‌کند. پیشنهادهای این تحقیق شامل افزایش حمایت‌های دولتی از پروژه‌های تحقیق و توسعه در حوزه نیروگاه‌های خورشیدی، بهبود زیرساخت‌های پژوهشی و تسهیل همکاری‌های بین‌المللی برای ارتقای کیفیت و کاربردی‌سازی تحقیقات است (Abbasi et al., 2021).

توجه سیاست‌گذاران بخش انرژی به تولید انرژی بادی در ایران

ایران به عنوان یک کشور در حال توسعه در سال‌های آینده با افزایش چشمگیر تقاضای برق مواجه خواهد شد. این کشور تولیدکننده نفت است که به یارانه‌های شدید برای تولید انرژی از منابع فسیلی مانند

نفت و گاز منجر شده است. این موضوع یکی از مهم‌ترین عوامل توسعه‌نیافتگی انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران است. استفاده گسترده از منابع فسیلی در تأمین انرژی مورد نیاز باعث شده است تا ایران در بین ۲۰ کشوری قرار گیرد که در انتشار ۷۵ درصدی گازهای گلخانه‌ای سهم دارند. این موضوع باعث توجه بیشتر سیاست‌گذاران بخش انرژی به انرژی‌های تجدیدپذیر به ویژه باد شده است. آگاهی از وضعیت فعلی هر سیستم اولین قدم برای سیاست‌گذاری بهینه است. بر این اساس، تحلیل شرایط باد ایران و ارزیابی توانمندی‌های فناوری آن، پیش‌نیاز سیاست‌گذاری بخش‌های بادی محسوب می‌شود. هدف این مقاله بررسی وضعیت انرژی باد ایران در قالب ظرفیت‌های موجود، تولید برق، ویژگی‌های نیروگاه بادی، عوامل اصلی و قوانین حفاظتی موجود است. همچنین تمرکز اصلی این مقاله بر ارزیابی توانمندی‌های بالقوه و مؤثر فناوری ایران برای تولید قطعات اصلی توربین‌های بادی در اندازه‌های مختلف است. به منظور انجام این وظیفه، قابلیت‌های فناوری در سطح بخش تعریف شده است. سپس با تحلیل سازمان‌های فعال در این زمینه، سطح توانمندی ایران مشخص شده و با مقایسه آن با شرایط ایده‌آل، خلأهای فناوری ایران شناسایی می‌شود. دلایل ایجاد چنین کاستی‌هایی نیز از جنبه‌های مختلف در قالب مدل اطلس معرفی خواهد شد. در نهایت توانمندی‌های بالقوه ایران در رفع نواقص فناوری شناسایی خواهد شد (Moghaddam et al., 2011).

وضعیت تولیدات علمی ایران در حوزه انرژی و سوخت و مقایسه آن با کشورهای خاورمیانه

پژوهش‌هایی نیز در زمینه وضعیت تولیدات علمی ایران در حوزه انرژی و سوخت و مقایسه آن با کشورهای خاورمیانه، انجام شد که به بررسی کمی و کیفی تولیدات علمی حوزه‌های مختلف، در دانشگاه‌ها و مراکز علمی پرداخته شد. هدف این پژوهش، تعیین وضعیت تولیدات علمی ایران در حوزه انرژی و سوخت و مقایسه آن با کشورهای خاورمیانه است. این پژوهش از نوع کاربردی و به روش علم‌سنجی انجام شده است. داده‌های آن با استفاده از بخش جست‌وجوی پیشرفته پایگاه استنادی Web of Science گردآوری شده است. این داده‌ها مربوط به حوزه انرژی و سوخت در بین سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۷ است. برای تحلیل داده‌ها و ترسیم نقشه‌های علمی نرم‌افزارهای HistCite و VOSviewer به کار گرفته شده و برای تحلیل داده‌های آماری، از نرم‌افزار اکسل استفاده شده است. نتایج نشان داد که ایران در زمینه انرژی و سوخت ۱۰۸۷۰ شواهد نمایه‌شده در این پایگاه دارد. بیشترین تعداد مدارک مربوط به سال ۲۰۱۶ است. ایران از لحاظ تعداد مدارک در این حوزه جایگاه سیزدهم در جهان و جایگاه اول را در خاورمیانه داراست. همچنین از لحاظ همکاری‌های بین‌المللی در خاورمیانه و جهان به ترتیب بیشترین همکاری‌های ایران با کشورهای ترکیه و

انتخاب شد، (۶) حداقل تعداد دفعات یک اصطلاح برابر با ۶۰ در نظر گرفته شد.

♦ **مصورسازی:** VOSviewer ابزارهای گرافیکی قدرتمندی برای مصورسازی شبکه‌های ایجاد شده دارد. نقشه‌های مختلفی ایجاد شد که ساختار و روابط بین عناصر مختلف را نشان می‌دهند. این نقشه‌ها شامل نقشه‌های حرارتی (heat maps)، نقشه‌های خوشه‌بندی (Cluster maps) و نقشه‌های چگالی (Density maps) هستند (Van Eck & Waltman, 2010).

♦ **تحلیل و تفسیر:** پس از مصورسازی، مرحله تحلیل و تفسیر داده‌ها آغاز می‌شود. در این مرحله، باید الگوها و روندهای مشخصی را در داده‌ها شناسایی شود و نتایج به‌دست‌آمده با استفاده از مقالات و مطالعات پیشین مقایسه شود (Donthu et al., 2021).

پس از مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه‌های اکتشافی با خبرگان و متخصصان، با رسیدن به اجماع نظری، روند گردآوری واژگان متوقف شد. تمامی خبرگان مورد بررسی مرد بودند. ۷۱ درصد از آنها دارای مدرک دکتری (۵ نفر) و ۲۹ درصد دارای مدرک کارشناسی ارشد (۲ نفر) بودند و همگی حداقل ۱۰ سال سابقه کاری داشتند. جامعه هدف پژوهش شامل پژوهشگران و خبرگان دانشگاهی و مدیران ارشد صنعت برق بود که در این صنعت تجربه علمی و عملی داشتند. برای نمونه‌گیری از روش نمونه‌گیری هدفمند استفاده شد. این روش، یک روش غیرتصادفی است که در آن محققان برای شناسایی افراد بالقوه در مطالعاتی که یافتن نمونه‌ها دشوار است، به افراد از طریق معرفی دیگران دسترسی پیدا می‌کنند.

ایالات متحده آمریکا، پررخداترین کلیدواژه‌هایی که پژوهشگران ایرانی استفاده کرده‌اند، به ترتیب optimization, genetic algo- rithm و exergy است. همچنین با بررسی موضوعات کار شده در مقالات پراستناد دنیا مشخص شد که این مقالات بیشتر بر موضوعات مربوط به انرژی‌های تجدیدپذیر تمرکز داشته‌اند، در حالی که بیشترین تمرکز پژوهشی ایران بر موضوعات مربوط به انرژی‌های تجدیدناپذیر است. نتایج حاکی از روند رو به رشد مدارک ایران در این حوزه است. اگرچه ایران از لحاظ تعداد مدارک، جایگاه خوبی در خاورمیانه دارد، اما از لحاظ تعداد استنادها و شاخص هرش عملکرد ضعیفی داشته است که این مسئله باید مورد توجه قرار گیرد (Fazeli Varzaneh et al., 2018).

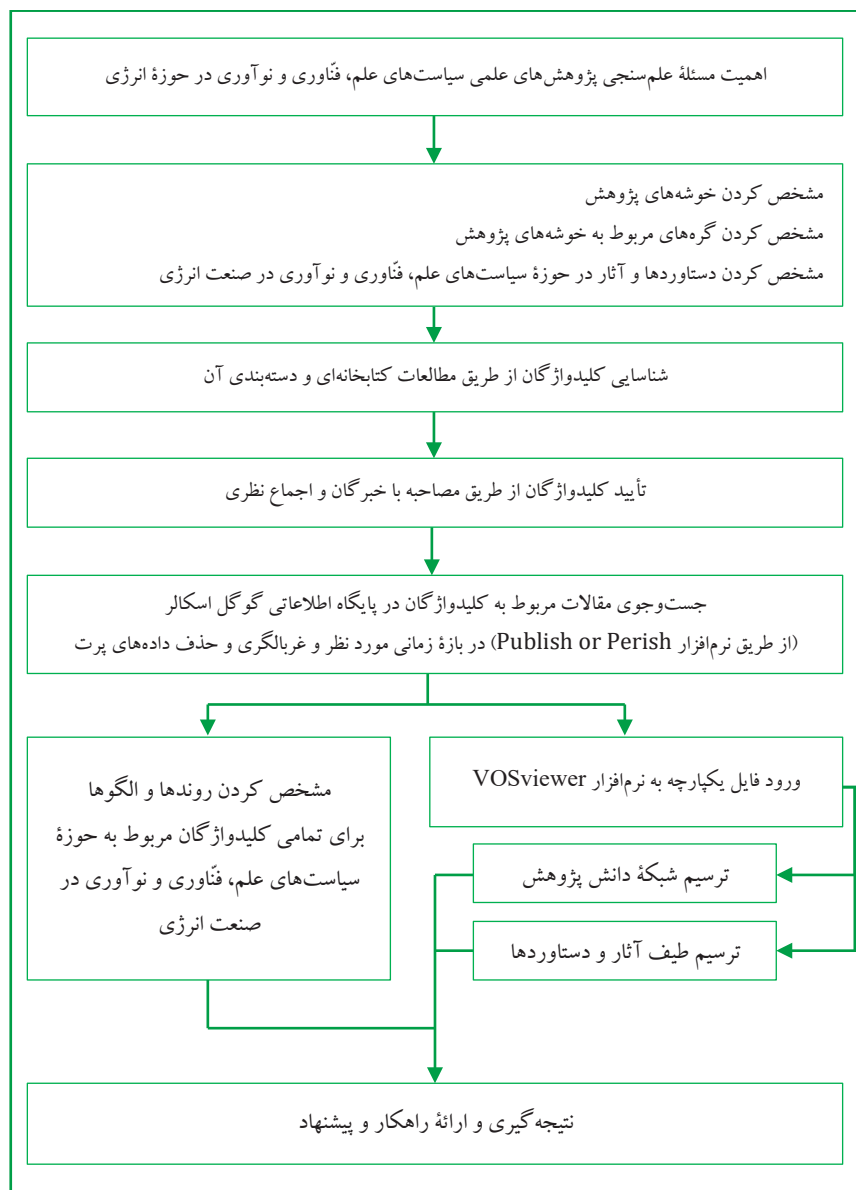
روش‌شناسی

روش‌های علم‌سنجی شامل تحلیل کتاب‌سنجی، تحلیل شبکه‌های همکاری و تحلیل محتوای مقالات علمی است. ابزارهایی مانند Sco- pus، Web of Science و Google Scholar برای جمع‌آوری و تحلیل داده‌های علمی استفاده می‌شوند. این ابزارها می‌توانند به شناسایی پژوهشگران پرکار، مراکز پژوهشی برجسته و روندهای پژوهشی کمک کنند. برای پاسخ به سؤالات پژوهش مراحل زیر انجام شده است.

♦ **جمع‌آوری داده‌ها:** ابتدا داده‌ها از پایگاه اطلاعاتی Google Scholar استخراج شد. برای دریافت رکوردها در این حجم بالا، باید از نرم‌افزار Publish or Perish 8 استفاده کرد. این نرم‌افزار قابلیت آن را دارد که در هر بار جست‌وجو ۱۰۰۰ رکورد را استخراج کند. شایان ذکر است که قبل از جست‌وجو باید بازه زمانی را تنظیم کرد. در این پژوهش بازه زمانی بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ است.

♦ **آماده‌سازی داده‌ها:** پس از جست‌وجو، داده‌های استخراج‌شده از نرم‌افزار Publish or Perish برای استفاده در قالب فایل csv ذخیره شد.

♦ **ساخت شبکه‌ها:** در نرم‌افزار VOSviewer گزینه‌های مختلفی برای ترسیم شبکه دانش وجود دارد. در این پژوهش برای ترسیم شبکه دانش و ترسیم طیف فعال‌ترین و قدیمی‌ترین اصطلاحاتی که در این بازه زمانی تهیه شدند مراحل زیر انجام شد: (۱) ابتدا گزینه Create a map based on text data انتخاب شد، (۲) سپس گزینه Read data from Bibliophics database files انتخاب شد، (۳) نشانی فایل مورد نظر در بخش Select Files مشخص شد، (۴) در این مرحله گزینه Titled Field انتخاب شد، (۵) به منظور شمارش و ترسیم شبکه دانش روش دودویی Binary



شکل ۱. گام‌های مرور نظام‌مند پژوهش حاضر

ویژگی‌های جمعیت‌شناختی خبرگان به شرح زیر است:

جدول ۲. ویژگی جمعیت‌شناختی خبرگان

ردیف	جنسیت	سن (سال)	رشته تحصیلی	سمت	سابقه کار (سال)
۱	مرد	۵۲	دکتری مدیریت فناوری	عضو هیئت علمی دانشگاه	۱۸
۲	مرد	۵۶	دکتری سیاست‌گذاری علم و فناوری	عضو هیئت علمی دانشگاه	۲۳
۳	مرد	۴۰	دکتری مدیریت فناوری	عضو هیئت علمی دانشگاه	۱۳
۴	مرد	۵۱	دکتری مدیریت صنعتی	عضو هیئت علمی دانشگاه	۲۱
۵	مرد	۴۳	دکتری مدیریت فناوری	مشاور ارشد و مدیریت فنی	۱۷
۶	مرد	۳۳	کارشناس ارشد انرژی	مشاور ارشد انرژی	۱۲
۷	مرد	۳۲	کارشناس ارشد اقتصاد	مشاور ارشد مطالعات بازار	۱۰

در این پژوهش، کلیدواژگان زیر برای سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ تحلیل شد:

جدول ۱. فهرست کلیدواژگان مورد مطالعه در پژوهش در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴

تعداد استنادها	تعداد مقالات	کلیدواژگان	خوشه اصلی
۵۹۲,۳۱۷	۹۹۹	Solar Energy	Renewable Energy
۲۰۲,۶۶۱	۹۹۹	Wind Energy	
۱۵۵,۳۷۰	۱۰۰۰	Bioenergy	
۱۴۶,۵۲۰	۱۰۰۰	Hydropower	
۵۹,۸۳۸	۱۰۰۰	Geothermal Energy	
۶۴۴,۹۱۹	۱۰۰۰	Sustainable Development	Sustainability and Environment
۲,۱۷۷,۹۲۲	۱۰۰۰	Environmental Policy	
۱,۶۵۱,۴۴۴	۱۰۰۰	Green Technology	
۸۱۴,۴۳۰	۹۹۹	Carbon Emissions Reduction	
۲۲۷,۵۱۶	۹۹۹	Climate Change Mitigation	
۱۹۶,۰۱۷	۱۰۰۰	Smart Grid	Technological Development
۲,۵۲۵,۳۷۰	۱۰۰۰	Energy Storage	
۱,۲۴۶,۹۹۴	۹۹۹	Clean Energy Technology	
۲,۲۳۰,۲۳۵	۱۰۰۰	Energy Innovation Systems	
۲,۲۶۳,۳۴۷	۱۰۰۰	Emerging Energy Technologies	
۲,۳۴۴,۷۲۲	۱۰۰۰	Energy Economics	Economic and Social Aspects
۱,۵۲۶,۲۹۳	۱۰۰۰	Socioeconomic Impacts	
۶۱۵,۵۳۲	۱۰۰۰	Energy Security	
۱,۱۴۷,۴۹۰	۹۹۹	Public Policy	
۱,۹۸۰,۶۷۸	۹۹۹	Energy Transition	
۱,۲۰۲,۷۲۰	۱۰۰۰	Government Policy	Government and Regulation
۱,۴۵۰,۸۶۱	۹۹۹	Regulatory Framework	
۱,۲۰۸,۶۸۱	۱۰۰۰	Policy Instruments	
۷۰۳,۹۸۲	۱۰۰۰	Energy Legislation	
۲,۲۲۳,۲۵۱	۱۰۰۰	National Energy Strategy	
۲,۱۵۹,۰۵۶	۱۰۰۰	R&D in Energy	Research and Development
۸۶۲,۱۵۶	۱۰۰۰	Energy Research	
۲,۱۹۷,۰۴۰	۱۰۰۰	Innovation Systems	
۲,۱۵۳,۵۸۶	۱۰۰۰	Technology Transfer	
۱۶۰,۳۱۵	۱۰۰۰	Research Collaboration	

تعداد استنادها	تعداد مقالات	کلیدواژگان	خوشه اصلی
۱,۷۸۲,۶۱۶	۱۰۰۰	Energy Markets	Market and Industry Dynamics
۲۷۲,۵۰۹	۱۰۰۰	in Energy 4.0 Industry	
۳۶۷,۳۹۰	۹۹۷	Market Penetration	
۱,۷۷۴,۷۵۴	۱۰۰۰	Energy Investment	
۸۹۶,۲۲۵	۹۹۹	Energy Entrepreneurship	
۹۸۶,۴۵۹	۱۰۰۰	International Energy Policy	International and Comparative Studies
۱,۹۶۴,۴۵۶	۱۰۰۰	Comparative Energy Policies	
۱,۲۹۲,۶۵۲	۹۹۸	Global Energy Innovation	
۳۶۴,۷۴۸	۹۹۸	Cross-national Energy Studies	
۳۸,۹۸۴	جمع		

یافت‌شده به خود اختصاص داده‌اند. در ادامه به پرسش اول پاسخ داده خواهد شد:

♦ خوشه‌های حوزه سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری در صنعت انرژی کدام‌اند؟

در حوزه سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری در صنعت انرژی، چندین خوشه اصلی وجود دارد که به طور گسترده مورد توجه قرار گرفته و در حال توسعه هستند. این خوشه‌ها شامل زیرمجموعه‌های مختلفی از فناوری‌ها و راهبردها هستند که به پیشبرد اهداف انرژی پایدار و بهینه‌سازی منابع انرژی کمک می‌کنند.

حداقل تعداد دفعات یک اصطلاح در نرم‌افزار VOSviewer برابر با ۶۰ در نظر گرفته شده است. در مجموع ۴۱۸۶۲ اصطلاح وجود دارد که برای هر ۱۶۱ اصطلاح، یک امتیاز در نظر گرفته می‌شود. بر اساس این امتیاز، بیشترین اصطلاحات مربوطه انتخاب شده و ۶۰٪ اصطلاحات در خروجی در نظر گرفته شده است که برابر با ۹۷ اصطلاح بوده که ۳ واژه پرت حذف شد و تعداد به ۹۴ واژه تقلیل یافت. در شکل ۱ خوشه‌های مربوط به سیاست علم و فناوری و نوآوری در حوزه انرژی مورد مطالعه در پژوهش مشخص شده است.

در ابتدا، تعداد ۳۸,۹۸۴ پژوهش انجام‌شده در خصوص صنعت انرژی با موضوعات مختلف یافت شد. این کلیدواژگان در حوزه‌های مختلف از جمله Renewable Energy (انرژی تجدیدپذیر)، Sustainability and Environment (پایداری و محیط زیست)، Technological Development (توسعه فناوری)، Economic and Social Aspects (جنبه‌های اقتصادی و اجتماعی)، Government and Regulation (دولت و مقررات)، Research and Development (تحقیق و توسعه)، Market and Industry Dynamics (پویایی بازار و صنعت)، International and Comparative Studies (مطالعات بین‌المللی و تطبیقی) در صنعت انرژی بوده که پس از حذف داده‌های تکراری و پرت، تعداد رکوردها به ۲۵,۱۳۴ تقلیل یافت.

یافته‌ها

با توجه به رکوردهای یافت‌شده مشخص شد که بیشترین استنادها در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ عبارت است از: (۱) سیاست زیست‌محیطی، (۲) ذخیره انرژی، (۳) سیستم‌های نوآوری انرژی، (۴) فناوری‌های نوظهور انرژی، (۵) اقتصاد انرژی، (۶) انتقال انرژی، (۷) استراتژی ملی انرژی، (۸) تحقیق و توسعه در انرژی، (۹) سیستم‌های نوآوری (۱۰) انتقال فناوری، (۱۱) سیاست‌های مقایسه‌ای انرژی. این اصطلاحات بیش از ۵۰٪ از استنادها را در این بازه زمانی در رکوردهای

جدول ۲. مشخصات شبکه

Total Link Strength	Links	Clusters	Items
۸۶۳۳	۲۱۱۶	۵	۹۴

جدول ۳. کلیدواژگان خوشه اول

label	Weight <Links>	Weight <Total link strength>	Weight <Occurrences>	Score <Avg. year>	
advance	۲۸	۴۷	۶۹	۲۷۵۴	۲۰۱۳
application	۷۸	۶۵۱	۸۷۵	۹۶	۲۰۱۲
bioenergy	۶۱	۲۹۳	۳۷۴	۷۹۹۵	۲۰۱۴
production Bioenergy	۳۷	۷۴	۱۳۲	۸۳۳۳	۲۰۱۴
biofuel	۳۳	۷۷	۹۴	۲۰۲۱	۲۰۱۲
biomass	۴۵	۱۶۰	۱۷۶	۳۴۰۹	۲۰۱۲
challenge	۸۲	۶۳۱	۵۶۱	۶۴۸۸	۲۰۱۳
comprehensive review	۳۷	۶۶	۶۸	۵	۲۰۱۵
critical review	۲۵	۴۸	۶۷	۱۹۴	۲۰۱۴
current status	۲۹	۷۴	۷۶	۷۷۶۳	۲۰۱۲
energy storage	۴۵	۲۱۵	۲۸۲	۷۴۱۱	۲۰۱۳
environmental impact	۳۶	۵۸	۸۵	۱۰۵۹	۲۰۱۳
geothermal energy	۵۳	۲۰۸	۴۴۰	۳۷۵	۲۰۱۵
graphene	۱۴	۴۳	۸۳	۲۶۵۱	۲۰۱۲
hydrogen	۳۷	۸۶	۱۰۶	۳۸۶۸	۲۰۱۲
indonesia	۳۷	۵۹	۶۶	۱۳۶۴	۲۰۱۵
issue	۶۰	۱۸۳	۱۸۴	۸۱۵	۲۰۱۳
life cycle assessment	۳۳	۴۹	۷۹	۸۳۵۴	۲۰۱۲
malaysia	۲۵	۶۲	۶۱	۴۹۲	۲۰۱۴
material	۴۸	۲۳۰	۴۰۵	۴۰۷۴	۲۰۱۲
oil	۳۶	۵۵	۱۰۰	۵۸	۲۰۱۲
opportunity	۵۸	۲۶۱	۲۵۲	۵۵۱۶	۲۰۱۳
overview	۷۵	۲۳۱	۲۷۳	۱۱۳۶	۲۰۱۳
progress	۴۸	۱۳۸	۱۳۰	۱۸۴۶	۲۰۱۳
prospect	۵۷	۱۸۶	۱۸۴	۹۲۳۹	۲۰۱۳
recent advance	۲۲	۵۱	۶۲	۳۲۳	۲۰۱۴
solar energy	۳۴	۵۸	۱۲۲	۱۶۴	۲۰۱۳
storage	۵۳	۱۵۸	۲۱۰	۴۱۹	۲۰۱۳
turkey	۳۵	۹۶	۱۲۳	۹۹۱۹	۲۰۱۰
utilization	۵۰	۱۳۲	۱۵۱	۶۵۵۶	۲۰۱۳

جدول ۴. کلیدواژگان خوشه دوم

label	Weight <Links>	Weight <Total link strength>	Weight <Occurrences>	Score <Avg. year>	
adaptation	۳۹	۲۱۲	۱۵۲	۱۱۱۸	۲۰۱۴
brazil	۳۷	۶۹	۶۷	۷۶۱۲	۲۰۱۳
change	۵۸	۲۱۰	۲۷۶	۹۷۸	۲۰۱۲
climate	۳۲	۷۰	۹۹	۲۴۲۴	۲۰۱۳
climate change	۶۶	۴۰۸	۴۵۶	۳۲۶۸	۲۰۱۳
climate change mitigation	۶۷	۲۸۸	۴۵۷	۸۴۰۳	۲۰۱۵
contribution	۴۱	۱۰۰	۱۰۶	۲۹۲۵	۲۰۱۳
education	۳۵	۹۲	۱۵۸	۵۷	۲۰۱۲
energy security	۴۰	۱۰۵	۱۵۹	۳۰۱۹	۲۰۱۳
entrepreneurship	۴۵	۱۳۹	۲۷۳	۲۲	۲۰۱۱
european union	۳۳	۶۱	۸۹	۸۶۵۲	۲۰۱۲
germany	۴۰	۶۳	۱۰۰	۷	۲۰۱۳
governance	۴۲	۱۱۶	۱۹۴	۶۴۴۳	۲۰۱۲
government	۳۰	۶۸	۱۲۱	۳۳۰۶	۲۰۱۲
impact	۸۲	۶۱۵	۶۷۸	۱۱۲۱	۲۰۱۳
innovation	۶۴	۳۸۸	۵۲۴	۹۲۱۸	۲۰۱۲
introduction	۳۴	۶۳	۱۰۶	۲۸۳	۲۰۱۱
lesson	۲۹	۵۳	۸۱	۷۴۱	۲۰۱۳
mitigation	۴۵	۲۰۲	۱۳۹	۶۶۹۱	۲۰۱۴
politic	۳۲	۸۳	۱۶۶	۲۷۱۱	۲۰۱۲
practice	۵۱	۱۶۷	۲۰۰	۲۰۵	۲۰۱۲
public policy	۲۴	۴۷	۶۶	۶۲۱۲	۲۰۱۰
science	۴۱	۸۳	۱۵۵	۸	۲۰۱۱
theory	۵۴	۲۱۶	۲۸۷	۲۰۹۱	۲۰۱۱

جدول ۵. کلیدواژگان خوشه سوم

label	Weight <Links>	Weight <Total link strength>	Weight <Occurrences>	Score <Avg. year>	
control	۵۴	۲۲۹	۲۹۵	۴۶۴۴	۲۰۱۲
design	۶۱	۲۵۰	۳۵۷	۹۹۴۴	۲۰۱۲
electric vehicle	۴۳	۱۳۶	۱۵۹	۴۴۰۳	۲۰۱۴
energy system	۶۳	۲۷۶	۳۴۱	۴۱۹۴	۲۰۱۴
grid	۴۰	۱۴۴	۱۵۲	۹۵۳۹	۲۰۱۲
high penetration	۲۱	۴۹	۶۷	۷۶۱۲	۲۰۱۵

label	Weight <Links>	Weight <Total link strength>	Weight <Occurrences>	Score <Avg. year>	
integration	۵۴	۱۵۶	۱۸۰	۸۳۸۹	۲۰۱۳
management	۷۰	۳۳۱	۴۸۰	۳۵۴۲	۲۰۱۳
method	۶۵	۲۴۶	۳۹۳	۸۹۰۶	۲۰۱۲
modeling	۴۸	۱۱۳	۱۲۴	۳۸۷۱	۲۰۱۳
operation	۴۵	۱۳۳	۱۶۷	۲۸۱۴	۲۰۱۴
optimization	۵۳	۱۸۱	۲۴۷	۴۳۷۲	۲۰۱۵
renewable energy source	۴۴	۱۱۲	۱۰۶	۷۴۵۳	۲۰۱۳
smart grid	۵۱	۴۵۳	۶۰۱	۴۶۶	۲۰۱۵
solution	۵۱	۱۵۵	۱۷۲	۱۱۶۳	۲۰۱۴
wind energy conversion system	۲۲	۸۰	۱۰۶	۹۵۲۸	۲۰۱۱

جدول ۶. کلیدواژه‌گان خوشه چهارم

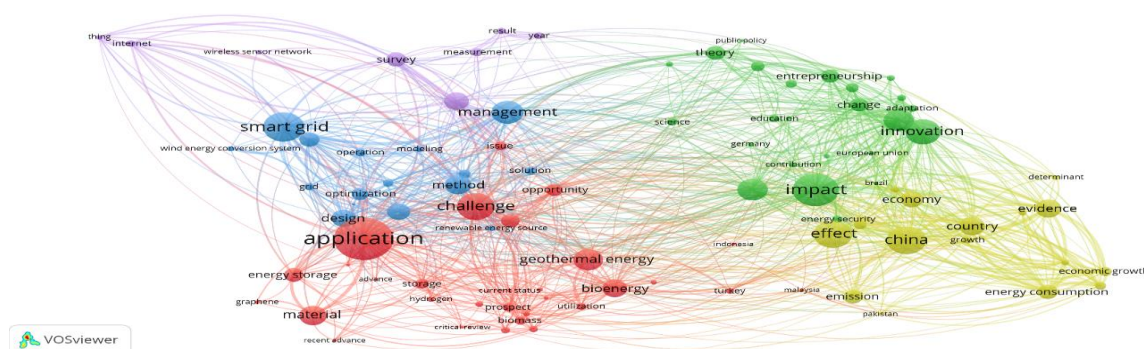
label	Weight <Links>	Weight <Total link strength>	Weight <Occurrences>	Score <Avg. year>	
carbon emission	۳۴	۱۷۵	۱۲۷	۹۴۴۹	۲۰۱۳
china	۶۷	۵۳۳	۵۷۷	۴۲۸۱	۲۰۱۴
CO ₂ emission	۳۴	۲۷۶	۱۷۴	۵۹۷۷	۲۰۱۳
country	۶۷	۳۹۶	۳۸۰	۶۸۶۸	۲۰۱۲
determinant	۲۷	۷۱	۹۴	۴۸۹۴	۲۰۱۱
economic growth	۴۳	۳۷۲	۱۹۸	۱۵۶۶	۲۰۱۳
economy	۶۲	۲۴۹	۳۳۵	۸۶۵۷	۲۰۱۲
effect	۷۰	۳۶۱	۵۷۴	۵۷۳۲	۲۰۱۲
emission	۵۹	۲۴۸	۲۸۲	۵۹۲۲	۲۰۱۳
energy consumption	۵۲	۴۶۸	۲۹۴	۷۸۲۳	۲۰۱۳
evidence	۵۹	۵۲۰	۳۷۸	۸۲۲۸	۲۰۱۲
factor	۵۳	۱۵۲	۱۹۵	۷۸۴۶	۲۰۱۲
growth	۴۳	۱۲۷	۱۶۲	۸۹۵۱	۲۰۱۲
influence	۴۰	۹۳	۱۳۴	۵۴۴۸	۲۰۱۲
pakistan	۳۴	۸۶	۶۹	۵۵۰۷	۲۰۱۳
relationship	۴۱	۱۳۸	۱۱۹	۸۴	۲۰۱۲

جدول ۷. کلیدواژه‌گان خوشه پنجم

label	Weight <Links>	Weight <Total link strength>	Weight <Occurrences>	Score <Avg. year>	
internet	۲۸	۲۴۲	۱۳۷	۸۹۷۸	۲۰۱۴
measurement	۲۴	۵۹	۱۶۷	۳۴۱۳	۲۰۱۲

label	Weight <Links>	Weight <Total link strength>	Weight <Occurrences>	Score <Avg. year>	
result	۳۱	۱۳۰	۱۳۷	۷۳	۲۰۱۶
security	۶۱	۳۰۱	۳۶۸	۴۰۲۲	۲۰۱۴
survey	۶۱	۲۶۸	۳۰۲	۹۷۳۵	۲۰۱۳
thing	۲۱	۱۹۲	۹۹	۱۳۱۳	۲۰۱۵
wireless sensor network	۱۷	۵۲	۸۴	۴۵۲۴	۲۰۱۲
year	۳۷	۱۱۵	۱۴۱	۸۵۸۲	۲۰۱۴

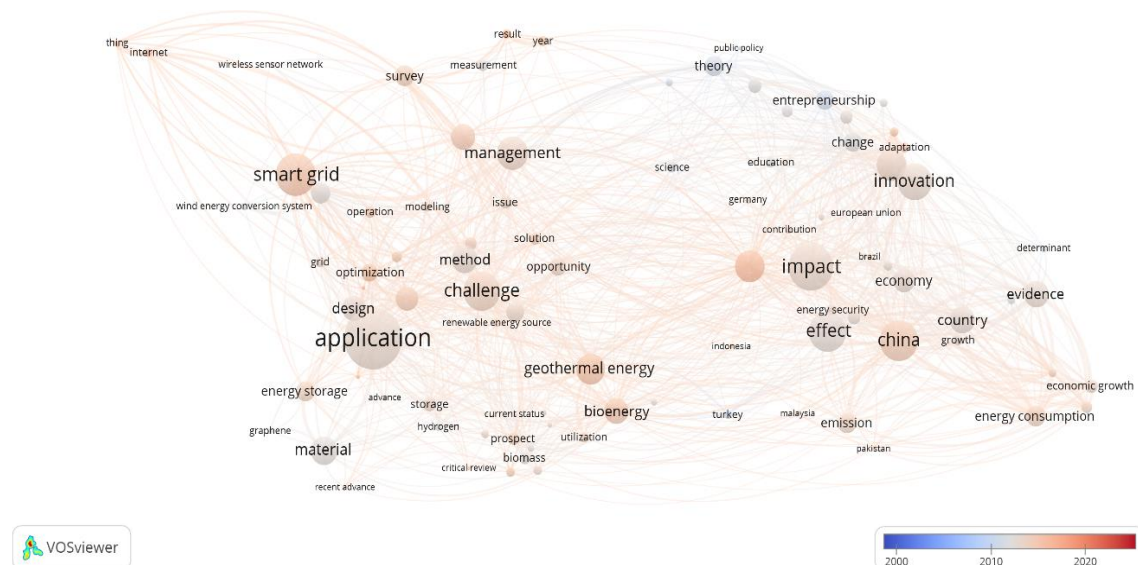
در ادامه به پرسش دوم پاسخ داده خواهد شد:
 ♦ خوشه‌های مشخص‌شده از طریق کدام گره‌ها به یکدیگر مرتبط‌اند؟



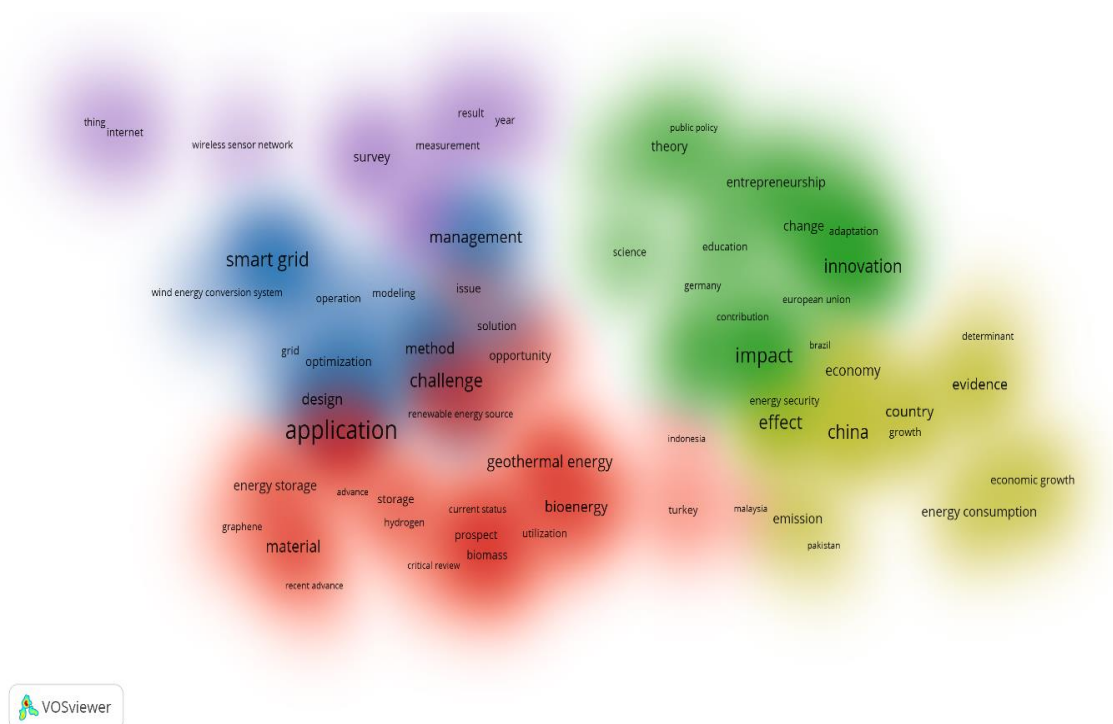
شکل ۲. نمودار شبکه‌ای خوشه‌ها و اصطلاحات مربوط به سیاست‌های علم و فناوری در صنعت انرژی

۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ بیان‌کننده فعال‌ترین آثار در این حوزه است. قدیمی‌ترین و جدیدترین آثار و موضوعات بر اساس طیف زیر قابل مشاهده است. افزایش استفاده از شبکه‌های هوشمند از موضوعات مهم در این صنعت است.

در ادامه به پرسش سوم پاسخ داده خواهد شد:
 ♦ مهم‌ترین دستاوردها و آثار در حوزه سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری در صنعت انرژی، در چه دوره‌های زمانی قابل توجهی رخ داده‌اند؟
 بر اساس خروجی نرم‌افزار VOSviewer طیف زیر از سال‌های



شکل ۳. نمودار مقالات علمی تهیه‌شده در سال‌های مختلف سیاست‌های علم و فناوری در صنعت انرژی



شکل ۴. نمودار دانسیته اصطلاحات مختلف سیاست‌های علم و فناوری در صنعت انرژی

در جدول زیر تعداد مقالات چاپ‌شده استنادهایی که در پژوهش در نظر گرفته شده، مشخص شده است.

جدول ۸. فهرست ناشران مورد مطالعه در پژوهش

استنادها		تعداد مقالات		ناشر
درصد	تعداد	درصد	تعداد	
٪۲۱،۲۲	۴،۴۹۶،۷۰۳	٪۳۳،۱۸	۸۳۴۴	Elsevier
٪۴،۸۰	۱،۰۱۶،۷۴۷	٪۶،۷۱	۱۷۰۱	ieeexplore.ieee.org
٪۶،۳۴	۱،۳۴۲،۹۹۴	٪۶،۰۷	۱۴۸۹	Wiley Online Library
٪۳،۸۲	۸۰۸،۹۲۴	٪۵،۵۰	۱۳۶۲	Springer
٪۱۱،۱۴	۲،۳۵۹،۵۳۲	٪۴،۴۳	۱۱۴۵	books.google.com
٪۶،۵۰	۱،۳۷۶،۴۲۳	٪۲،۹۴	۷۲۲	nature.com
٪۳،۲۹	۶۹۸،۰۴۸	٪۲،۸۱	۶۸۷	journals.sagepub.com
٪۱،۶۷	۳۵۳،۲۸۰	٪۲،۷۹	۶۹۳	Taylor & Francis
٪۴،۶۴	۹۸۳،۳۴۵	٪۲،۴۰	۵۹۵	ACS Publications
٪۰،۳۷	۷۹،۲۱۸	٪۲،۰۵	۵۲۲	mdpi.com
٪۴،۰۶	۸۵۹،۴۱۴	٪۱،۸۶	۴۶۷	taylorfrancis.com
٪۱،۹۴	۴۱۱،۰۵۲	٪۱،۷۳	۴۱۶	academic.oup.com
٪۲،۳۳	۴۹۴،۴۸۴	٪۱،۴۳	۳۵۴	pubs.rsc.org
٪۱،۷۲	۳۶۴،۲۲۴	٪۱،۳۸	۳۵۱	APS
٪۱،۱۵	۲۴۳،۲۸۰	٪۱،۱۴	۲۹۲	iopscience.iop.org

ناشر	تعداد مقالات		استاندها	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد
science.org	۲۷۳	٪۱،۱۱	۶۸۷،۶۱۱	٪۳،۲۴
National Acad Sciences	۲۲۳	٪۰،۹۰	۳۹۵،۸۰۷	٪۱،۸۷
researchgate.net	۲۱۳	٪۰،۸۶	۵۳،۵۴۳	٪۰،۲۵
academia.edu	۱۷۴	٪۰،۶۹	۹۴،۷۴۲	٪۰،۴۵
Google Patents	۱۶۴	٪۰،۶۵	۹۷،۹۵۸	٪۰،۴۶
emerald.com	۱۶۲	٪۰،۶۴	۹۵،۰۱۴	٪۰،۴۵
سایر	۴۷۷۵	٪۱۸،۷۲	۳،۸۷۷،۸۰۵	٪۱۸،۳۰
جمع	۲۵،۱۲۴	٪۱۰۰	۲۱،۱۹۰،۱۴۸	٪۱۰۰

که اهداف بلندپروازانه‌تری برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و محدود کردن افزایش دمای جهانی تعیین کرد. این توافق‌نامه باعث تقویت سیاست‌های ملی و بین‌المللی در حمایت از انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی شد (UNFCCC, 2016).

پیشرفت‌های فناوریانه: در این دوره، پیشرفت‌های چشمگیری در فناوری‌های خورشیدی و بادی و همچنین سیستم‌های ذخیره‌سازی انرژی رخ داد. این پیشرفت‌ها به کاهش هزینه‌ها و افزایش کارایی این فناوری‌ها منجر شد (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2019).

◆ دهه ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۴

افزایش استفاده از شبکه‌های هوشمند: در این دوره، توسعه و استفاده از شبکه‌های هوشمند برای مدیریت بهتر مصرف انرژی و افزایش بهره‌وری سیستم‌های انرژی رشد چشمگیری داشت. این شبکه‌ها به بهبود ادغام انرژی‌های تجدیدپذیر در شبکه‌های برق کمک کردند (International Energy Agency, 2021).

فناوری‌های نوین و پایدار: توسعه فناوری‌های نوین مانند پیل‌های سوختی، هیدروژن سبز و انرژی هسته‌ای پیشرفته از جمله تحولات مهم این دوره است که هدف آنها کاهش بیشتر انتشار گازهای گلخانه‌ای و تأمین انرژی پایدار است (World Energy Council, 2022).

همان‌طور که در جدول بالا مشخص است، Elsevier بیشترین آثار (۸۳۴۴) مربوط به سیاست‌های علم و فناوری و نوآوری در صنعت انرژی را منتشر کرده است. تعداد استندهای مربوط به این مقالات، ۴،۴۹۶،۷۰۳ ارجاع است که بیش از ۲۰٪ ارجاعات در این حوزه است. در ادامه نمودار روند مطالعات انجام‌شده در هر یک از حوزه‌های مختلف در صنعت انرژی بررسی شده‌اند. این نمودارها، روند تعداد مقالات تهیه‌شده طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ مشخص شده است.

تحلیل روند

در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴، حوزه سیاست‌های علم و فناوری و نوآوری در صنعت انرژی شاهد فعالیت‌های بسیار زیادی بوده است. در ادامه، به بررسی مهم‌ترین دوره‌های زمانی و تحولات مهم در این حوزه پرداخته می‌شود:

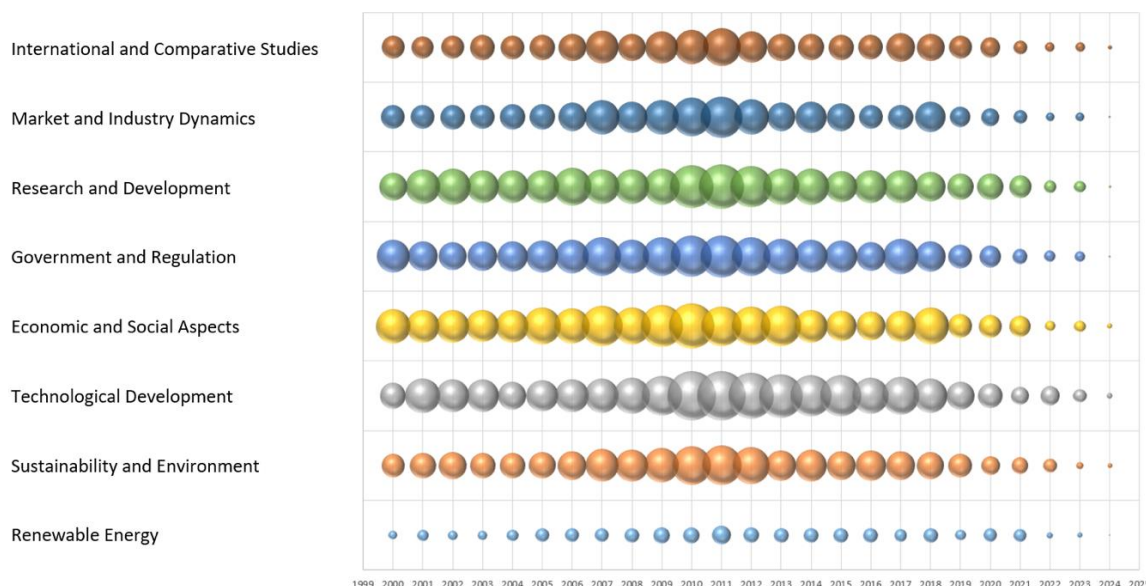
◆ دهه ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰

افزایش سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر: در این دوره، سرمایه‌گذاری‌ها در تحقیق و توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی و بادی به طور چشمگیری افزایش یافت. این امر به واسطه نگرانی‌های جهانی در خصوص تغییرات اقلیمی و نیاز به کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی صورت گرفت (International Energy Agency, 2009).

توافق‌نامه کیوتو: در سال ۲۰۰۵، توافق‌نامه کیوتو اجرایی شد که کشورهای صنعتی را ملزم به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای کرد. این توافق‌نامه تأثیر بسزایی در سیاست‌های انرژی کشورهای مختلف داشت و موجب توسعه فناوری‌های پاک شد (UNFCCC, 2005).

◆ دهه ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰

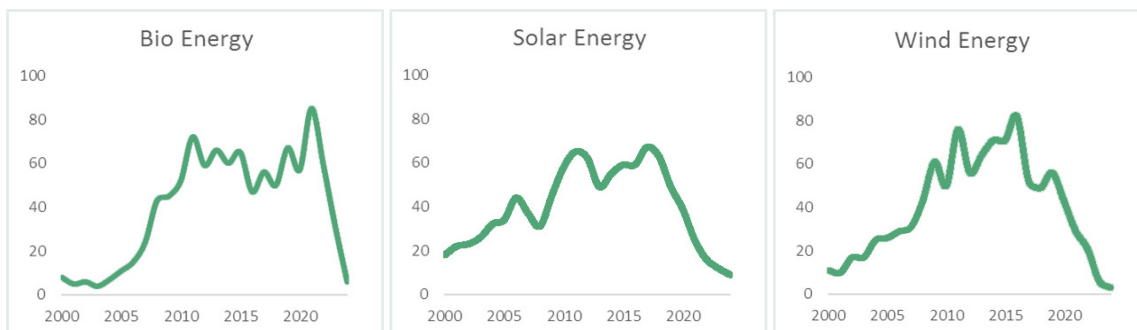
توافق‌نامه پاریس: در سال ۲۰۱۵، توافق‌نامه پاریس به امضا رسید



شکل ۵. نمودار استنادهای اصطلاحات مختلف سیاست‌های علم و فناوری در صنعت انرژی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴

بالا بیانگر آن است که روند استنادها از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۱ با یک رشد نسبی همراه است و این روند طی سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲ به حداکثر خود رسیده و از سال ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۴ با یک شیب نزولی مواجه شده است.

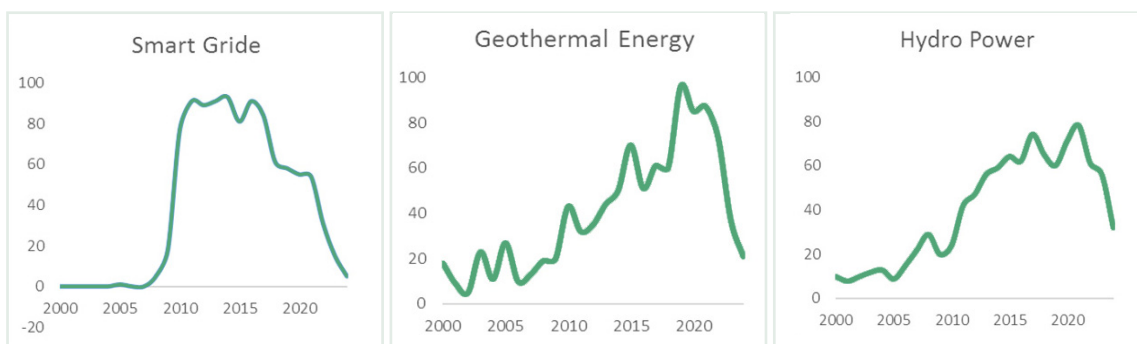
همان‌طور که در شکل بالا مشخص است، بیشترین استنادها مربوط به سیاست‌های علم و فناوری و نوآوری در صنعت انرژی مربوط به «توسعه فناوریانه» طی سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲ بوده و کمترین استنادها مربوط به «انرژی‌های تجدیدپذیر» است. نمودار



نمودار ۳. روند مطالعات بیوانرژی

نمودار ۲. روند مطالعات انرژی خورشیدی

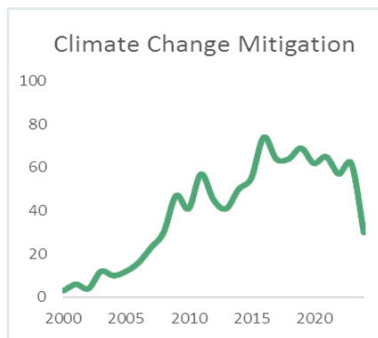
نمودار ۱. روند مطالعات انرژی بادی



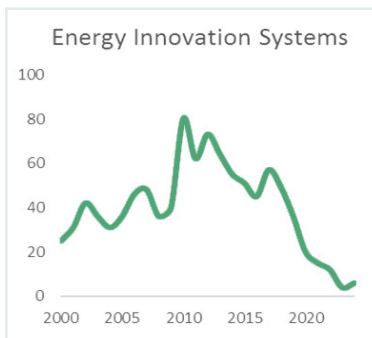
نمودار ۶. روند مطالعات شبکه هوشمند

نمودار ۵. روند مطالعات زمین گرمایی

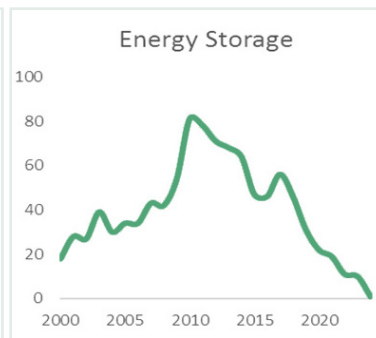
نمودار ۴. روند مطالعات انرژی هیدروژنی



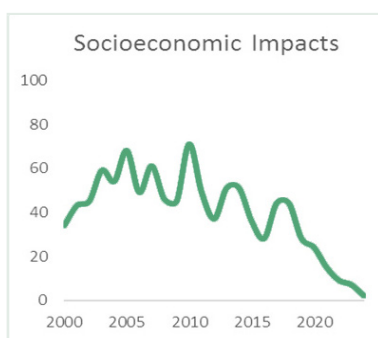
نمودار ۹. روند مطالعات تغییرات آب‌وهوا



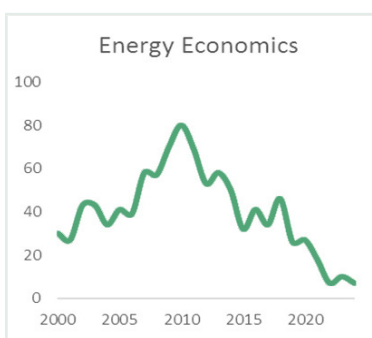
نمودار ۸. روند مطالعات نوآوری در انرژی



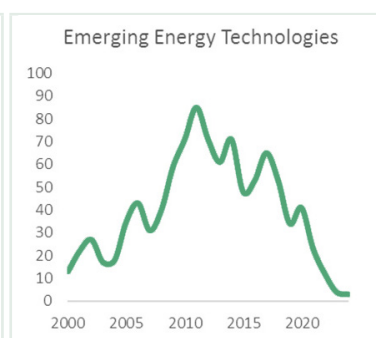
نمودار ۷. روند مطالعات ذخیره انرژی



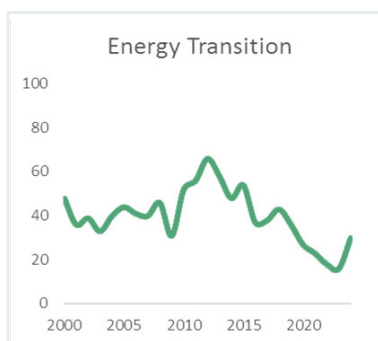
نمودار ۱۲. روند تأثیرات اجتماعی-اقتصادی



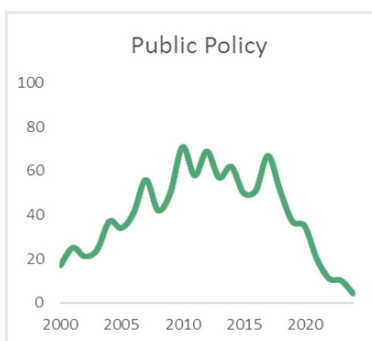
نمودار ۱۱. روند مطالعات اقتصاد انرژی



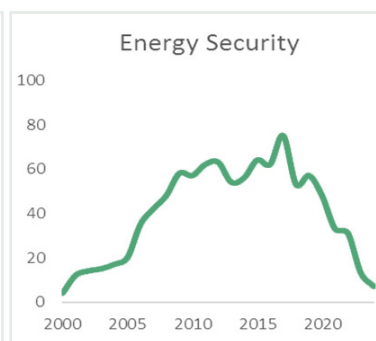
نمودار ۱۰. روند مطالعات انرژی نوظهور



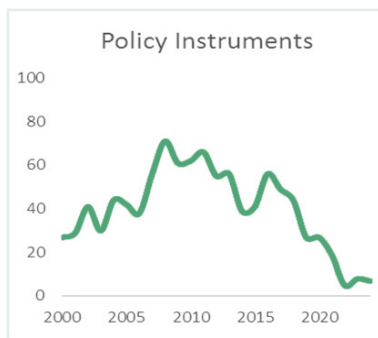
نمودار ۱۵. روند مطالعات انتقال انرژی



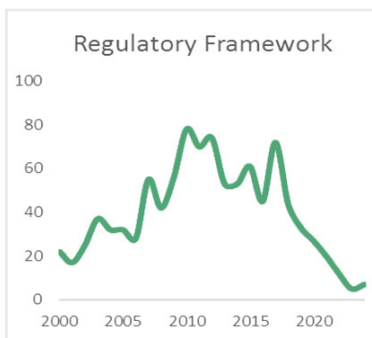
نمودار ۱۴. روند مطالعات سیاست عمومی



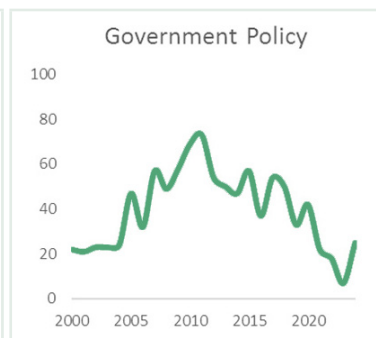
نمودار ۱۳. روند مطالعات امنیت انرژی



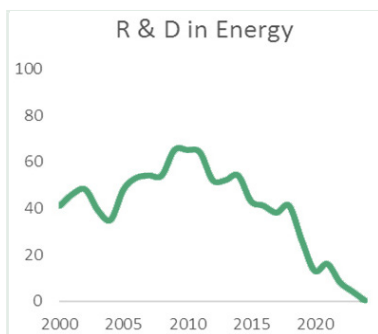
نمودار ۱۸. روند مطالعات ابزار سیاست



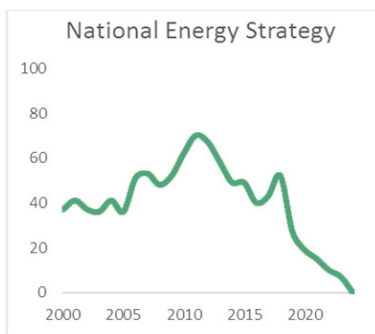
نمودار ۱۷. روند مطالعات چارچوب نظارت



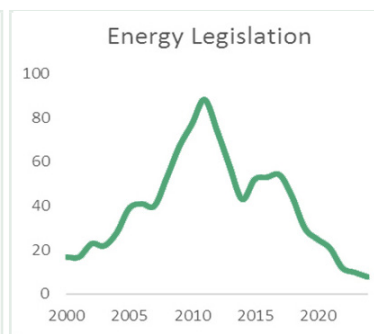
نمودار ۱۶. روند مطالعات سیاست دولت



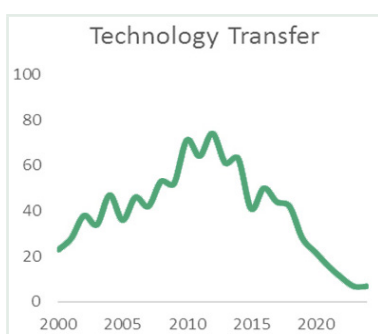
نمودار ۲۱. روند تحقیق و توسعه



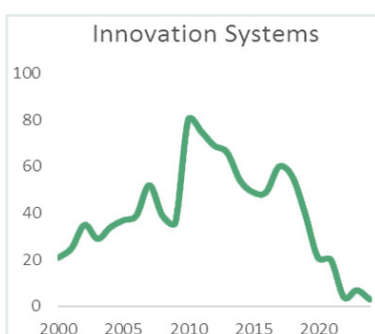
نمودار ۲۰. روند راهبرد جهانی



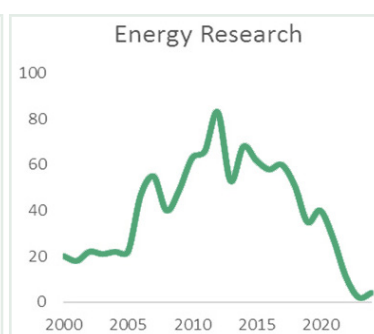
نمودار ۱۹. روند قانون گذاری



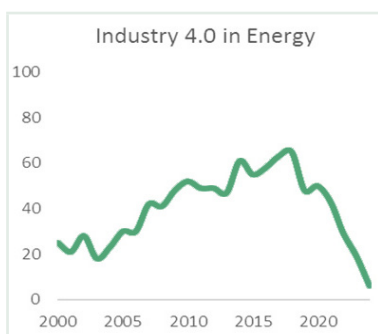
نمودار ۲۴. روند انتقال فناوری



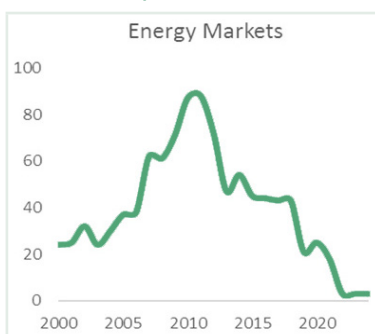
نمودار ۲۳. روند سیستم های نوآوری



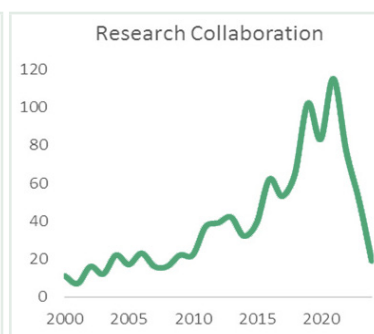
نمودار ۲۲. روند پژوهش های انرژی



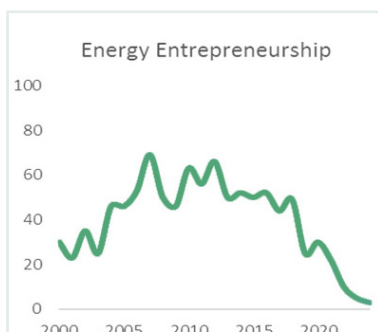
نمودار ۲۷. روند صنعت نسل ۴



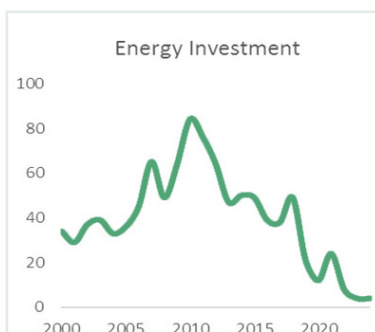
نمودار ۲۶. روند بازار انرژی



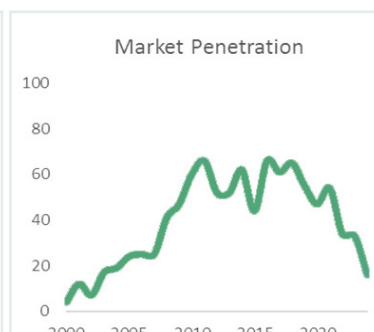
نمودار ۲۵. روند همکاری پژوهشی



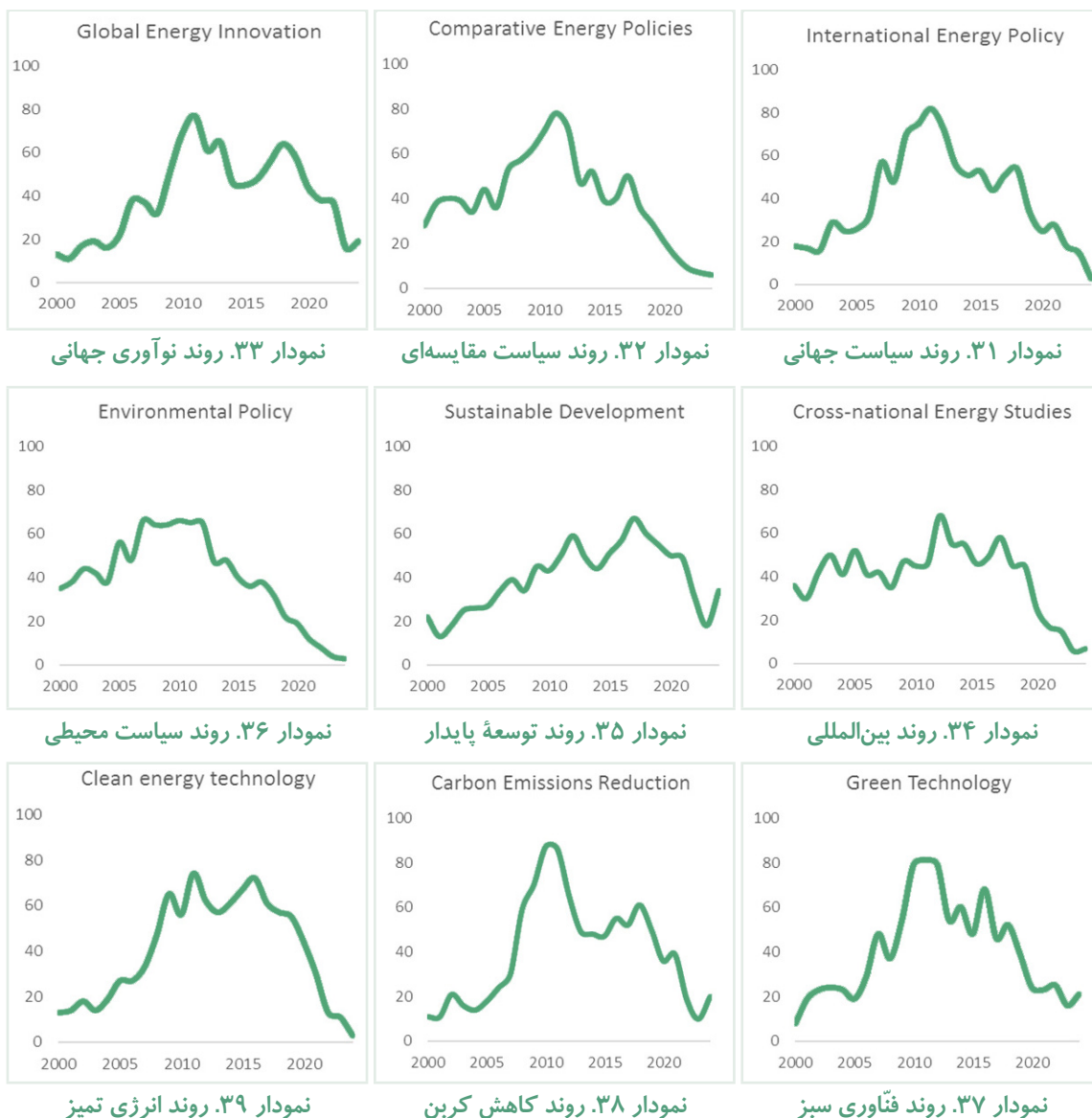
نمودار ۳۰. روند مطالعات کارآفرینی



نمودار ۲۹. روند ابزار انرژی



نمودار ۲۸. روند نفوذ بازار



نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق به سیاست‌گذاران این امکان را می‌دهد تا روندهای پژوهشی اصلی را در حوزه انرژی شناسایی و نواحی نوظهوری را مشخص کنند که مستلزم توجه و سرمایه‌گذاری بیشتر هستند. این روندها شامل موضوعاتی مانند انرژی و توسعه پایدار، زمین‌گرایی، بهرموری انرژی، فناوری‌های نوآورانه، انرژی هیدروژنی، سیاست‌های دولت، کاهش کربن (دی‌کربونیزاسیون)، مطالعات انتقال انرژی هستند. همچنین سیاست‌گذاران می‌توانند راهبردهای تحقیق و توسعه را بر اساس نیازهای صنعت انرژی بهینه‌سازی کنند و سرمایه‌گذاری‌های پژوهشی را به سمت نواحی با بیشترین پتانسیل سوق دهند. همچنین سیاست‌گذاران می‌توانند سیاست‌های مؤثرتری برای پیشبرد نوآوری و دستیابی به توسعه پایدار در صنعت انرژی تدوین کنند. این ابزار باعث

شناسایی فرصت‌های نوآوری و تقویت زیرساخت‌های فناورانه می‌شود. شکل ۵ بیانگر آن است انرژی‌های تجدیدپذیر طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ روند صعودی داشته که با نتایج پژوهش ژانگ و ژائو مطابقت دارد. این شکل نشان‌دهنده آن است که موضوعاتی همچون «توسعه فناورانه» نسبت به «انرژی‌های تجدیدپذیر» بیشتر مورد توجه پژوهشگران بوده است. همچنین در بخش تحلیل روندها که دوره مورد مطالعه به سه بخش تقسیم شد، مشخص شد که در دهه ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰، دوره افزایش سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر است. اما نکته قابل توجه سیر نزولی این پژوهش‌ها طی سال‌های اخیر و تعداد کم آنها نسبت به سایر موضوعات مورد بحث است. شایان ذکر است که تحقیقات نشان می‌دهد که تولیدات علمی ایران در زمینه نیروگاه‌های خورشیدی طی پنج سال اخیر افزایش یافته است، به

ویژه در حوزه‌های بهینه‌سازی بازدهی و کاهش هزینه‌های نصب و بهره‌برداری (Abbasi et al., 2021).

روندها نشان می‌دهد که استفاده از شبکه‌های هوشمند در حال افزایش است. تحقیق شیانو و لیو نیز نشان می‌دهد که پژوهش‌های نوظهور در زمینه‌هایی مانند شبکه‌های هوشمند و اینترنت اشیا در مدیریت انرژی، نقش مهمی در افزایش بهره‌وری انرژی و کاهش هزینه‌ها دارند. این فناوری‌ها به مدیریت بهتر منابع انرژی و کاهش مصرف بی‌رویه کمک می‌کنند. همچنین پژوهش‌ها نشان می‌دهد که تحقیقات علمی در این حوزه در ایران رشد خوبی داشته است. شایان ذکر است که نمودار ۶ بیانگر آن است که طی سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۷ تعداد پژوهش‌های مربوط به این بخش به طور چشمگیری افزایش یافته، ولی در سال‌های اخیر با روند نزولی مواجه شده است (Zare et al., 2022).

در دهه‌های اخیر نیز سیاست‌گذاری‌های انرژی به سمت توسعه فناوری‌های پایدار و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای متمایل شده است. همچنین روندها نشان می‌دهد که استفاده از فناوری‌های نوین و پایدار در حال افزایش است. همان‌طور که در نمودار ۳۵ مشخص است، روند مطالعات توسعه پایدار در صنعت انرژی نیز رو به رشد است. سیاست نهادهای بین‌المللی همچون آژانس بین‌المللی انرژی، کنوانسیون سازمان ملل متحد در مورد تغییرات آب‌وهوا، شبکه سیاست انرژی تجدیدپذیر نیز همگی بر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و ارتقای توانمندی‌های کشورهای در حال توسعه در پذیرش انرژی پاک اشاره دارد.

یافته‌ها نشان می‌دهد که بیشترین استنادهای سیاست‌های علم و فناوری و نوآوری در صنعت انرژی مربوط به «توسعه فناوری» طی سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲ و کمترین استنادها مربوط به «انرژی‌های تجدیدپذیر» است. همچنین طی سال‌های اخیر روند مطالعات انجام‌شده در حوزه سیاست‌های علم و فناوری و نوآوری در صنعت انرژی نزولی است. این امر می‌تواند به دلایل متعددی باشد، از جمله (۱) کاهش بودجه‌های پژوهشی، (۲) تغییر اولویت‌های پژوهشی (۳) مشکلات سیاسی و اقتصادی، (۴) تمرکز بر توسعه فناوری‌های موجود، (۵) تغییر در تمرکز پژوهش‌های علمی.

♦ **کاهش بودجه‌های پژوهشی:** در شرایط اقتصادی نامساعد یا بحران‌های مالی، دولت‌ها و سازمان‌های خصوصی ممکن است بودجه‌های خود را برای پژوهش‌های علمی کاهش دهند. مثلاً، در دوران رکود اقتصادی، برخی کشورها ممکن است به دلیل فشارهای مالی، اولویت‌های پژوهشی خود را تغییر دهند و بودجه‌های پژوهشی را به سمت دیگر حوزه‌ها مانند بهداشت و درمان هدایت کنند.

♦ **تغییر اولویت‌های پژوهشی:** با تغییر نیازهای جهانی و

پیشرفت‌های سریع در فناوری‌های دیگر، توجه پژوهشگران و سرمایه‌گذاران ممکن است به سمت حوزه‌های نوین مانند هوش مصنوعی، فناوری‌های نانو و زیست‌فناوری جلب شود. این تغییر تمرکز ممکن است به کاهش توجه به پژوهش‌ها در صنعت انرژی منجر شود.

♦ **مشکلات سیاسی و اقتصادی:** نوسانات قیمت نفت و گاز، تغییرات در سیاست‌های انرژی و تحریم‌های بین‌المللی می‌تواند تأثیرات منفی بر صنعت انرژی داشته باشد. این مشکلات ممکن است باعث کاهش سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه فناوری‌های جدید در این حوزه شوند. مثلاً، تحریم‌های بین‌المللی و مشکلات سیاسی در کشورهای تولیدکننده نفت می‌تواند بر پژوهش‌ها در زمینه انرژی تأثیر بگذارد.

♦ **تمرکز بر توسعه فناوری‌های موجود:** گاهی، تمرکز بر بهبود و توسعه فناوری‌های موجود به جای تحقیق درباره فناوری‌های جدید، می‌تواند به کاهش توجه به پژوهش‌های بنیادی منجر شود. به ویژه زمانی که فناوری‌های موجود به مرحله تجاری‌سازی نزدیک شده‌اند، سرمایه‌گذاران و شرکت‌ها ممکن است تمایل بیشتری به بهبود فناوری‌های موجود به جای تحقیق درباره نوآوری‌های بنیادی داشته باشند.

♦ **تغییر در تمرکز پژوهش‌های علمی:** در برخی موارد، تغییر در سیاست‌های پژوهشی و سرمایه‌گذاری‌های دولتی به سمت حل مسائل فوری‌تر و مرتبط با تغییرات اقلیمی و حفاظت از محیط زیست ممکن است موجب کاهش تمرکز بر پژوهش‌های بنیادی در صنعت انرژی شود. مثلاً، تمرکز بیشتر بر فناوری‌های کاهش کربن و انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند توجه کمتری به دیگر جنبه‌های صنعت انرژی جلب کند.

راهکارها و پیشنهادها

برای بهبود و تقویت سیاست‌های علم و فناوری در صنعت انرژی، استفاده از تحلیل‌های علم‌سنجی می‌تواند به شناسایی نقاط قوت و ضعف، ترسیم نقشه‌های راهبردی و تدوین راهبردهای مؤثر کمک کند. در ادامه، چندین راهکار و پیشنهاد برای استفاده از علم‌سنجی در این زمینه ارائه می‌شود.

♦ **توسعه سیستم ملی علم‌سنجی انرژی:** یکی از راهکارهای مؤثر برای سیاست‌گذاری در صنعت انرژی می‌تواند ایجاد یک نظام ملی علم‌سنجی برای ارزیابی و تحلیل دقیق دستاوردهای علمی و نوآوری‌های مرتبط با صنعت انرژی باشد؛ همچنین این امر می‌تواند به سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیران کمک کند تا بر اساس داده‌های دقیق و شفاف تصمیم‌گیری کنند. این سیستم باید شامل شاخص‌هایی مانند تعداد مقالات علمی،

از فناوری‌های دیجیتال مانند هوش مصنوعی، داده‌کاوی و اینترنت اشیا می‌تواند بهره‌وری تحقیقاتی را افزایش دهد و به بهبود عملکرد علم‌سنجی در صنعت انرژی منجر شود. این فناوری‌ها به محققان کمک می‌کنند تا با تحلیل دقیق‌تر داده‌ها، نتایج علمی بهتری به دست آورند و فرایندهای تحقیق و توسعه را بهینه کنند. برای عملی کردن این استراتژی، نیاز به زیرساخت‌های فناوری اطلاعات پیشرفته و آموزش تخصصی به پژوهشگران و فعالان صنعت انرژی وجود دارد. علاوه بر این، باید از پروژه‌های تحقیقاتی‌ای که از این فناوری‌ها بهره می‌برند، حمایت شود و سیاست‌های تشویقی برای نوآوری‌های مبتنی بر داده ایجاد شود.

♦ **تخصیص منابع به پروژه‌های راهبردی انرژی:** تخصیص منابع مالی و زیرساختی به پروژه‌های راهبردی و استراتژیک در صنعت انرژی از اهمیت بالایی برخوردار است. این پروژه‌ها به ویژه در زمینه‌هایی که امنیت انرژی و توسعه اقتصادی را تضمین می‌کنند، باید در اولویت قرار گیرند. تمرکز بر پروژه‌های با بازدهی بالا می‌تواند به تحقق اهداف ملی در زمینه توسعه انرژی کمک کند. دولت‌ها و نهادهای سرمایه‌گذار باید با اولویت‌بندی پروژه‌های تحقیقاتی و ارائه بودجه‌های ویژه به آنها، از این پژوهش‌ها حمایت کنند. همکاری‌های مالی بین بخش خصوصی و دولتی نیز از دیگر راهکارهای مؤثر برای تأمین منابع لازم در جهت توسعه پروژه‌های راهبردی است.

♦ **پشتیبانی از کارآفرینی فناورانه و نوآورانه در انرژی:** تشویق و حمایت از کارآفرینی در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر و فناوری‌های نوین می‌تواند به گسترش نوآوری و ایجاد اشتغال در این صنعت کمک کند. سیاست‌های تشویقی برای استارت‌آپ‌ها و کارآفرینان فناورانه می‌تواند به تجاری‌سازی ایده‌های نوآورانه و افزایش رقابت‌پذیری این بخش منجر شود. ایجاد بسترهای حمایتی مانند مراکز رشد، شتاب‌دهنده‌ها و ارائه تسهیلات مالی و اعتباری به استارت‌آپ‌های فعال در این حوزه، از مهم‌ترین راهکارهای عملی این استراتژی است. این امر می‌تواند به شکوفایی نوآوری‌های فناورانه و بهبود ساختار اقتصادی صنعت انرژی کمک کند.

♦ **ایجاد زیست‌بوم نوآوری در حوزه انرژی:** برای توسعه نوآوری‌های علمی و فناوری در صنعت انرژی، باید یک زیست‌بوم حمایتی ایجاد شود که شامل تمامی ذی‌نفعان از پژوهشگران و دانشگاه‌ها تا شرکت‌های خصوصی و دولت باشد. این زیست‌بوم می‌تواند به عنوان یک پلتفرم همکاری و نوآوری عمل کند و پژوهش‌ها را به محصولات و خدمات کاربردی در صنعت تبدیل کند. راهکار عملی این استراتژی

اختراعات ثبت‌شده، پروژه‌های تحقیقاتی و همکاری‌های بین‌المللی باشد. پایگاه داده جامع و متمرکزی که اطلاعات پژوهش‌ها و نوآوری‌ها را گردآوری می‌کند، می‌تواند شفافیت و قابلیت ارزیابی علم و فناوری در صنعت انرژی را به طور چشمگیری افزایش دهد. برای پیاده‌سازی این استراتژی، باید به ایجاد پایگاه داده‌های قابل‌دسترسی برای همه ذی‌نفعان (دولت، دانشگاه‌ها و صنایع) توجه کرد. استفاده از این پایگاه داده به پژوهشگران و متخصصان امکان می‌دهد تا بر اساس اطلاعات واقعی و معتبر، تحقیقات خود را جهت‌دهی کنند و در عین حال، با ارتقای همکاری‌های علمی و فناورانه، زمینه‌ساز نوآوری‌های بیشتر شوند.

♦ **هم‌راستاسازی علم‌سنجی با اهداف توسعه پایدار:** بر اساس نتایج به‌دست‌آمده و روند تحقیقات انجام‌شده، مشخص شد که یکی از استراتژی‌های کلان علم‌سنجی در صنعت انرژی، هم‌راستا کردن پژوهش‌ها و نوآوری‌ها با اهداف توسعه پایدار، از جمله کاهش انتشار کربن و افزایش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر است. این هدف نه تنها به بهبود وضعیت محیط زیست کمک می‌کند، بلکه می‌تواند به عنوان یک محرک اقتصادی نیز عمل کند، زیرا بازار جهانی به‌سمت فناوری‌های پاک و پایدار حرکت می‌کند. راهکار عملی این استراتژی شامل ایجاد برنامه‌های تحقیقاتی ویژه و حمایت مالی از پروژه‌های مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر و فناوری‌های سبز است. دولت‌ها و نهادهای تحقیقاتی می‌توانند از طریق ارائه تسهیلات مالی و تنظیم سیاست‌های تشویقی، پژوهشگران و صنایع را به سرمایه‌گذاری در حوزه توسعه پایدار ترغیب و از نتایج علمی این پژوهش‌ها برای سیاست‌گذاری‌های بلندمدت استفاده کنند.

♦ **توسعه فناوری‌های کلیدی در صنعت انرژی:** تمرکز بر توسعه و تجاری‌سازی فناوری‌های کلیدی مانند ذخیره‌سازی انرژی، شبکه‌های هوشمند و انرژی‌های نو از جمله مهم‌ترین استراتژی‌های علم‌سنجی در صنعت انرژی است. این فناوری‌ها می‌توانند تحولاتی اساسی در صنعت انرژی ایجاد کنند و زمینه‌ساز رشد پایدار و رقابت‌پذیری بیشتر کشورها در این حوزه باشند. برای تحقق این استراتژی، دولت‌ها و بخش خصوصی باید سرمایه‌گذاری‌های استراتژیک در تحقیق و توسعه این فناوری‌ها انجام دهند. ایجاد مراکز نوآوری و پارک‌های علم و فناوری که به طور خاص به تحقیق و توسعه در این حوزه می‌پردازند، می‌تواند به شتاب‌دهی نوآوری‌ها و افزایش قابلیت تجاری‌سازی آنها کمک کند.

♦ **تشویق نوآوری‌های مبتنی بر داده و هوش مصنوعی:** استفاده

References

- Abbasi, M., Razavi, S., & Karimi, N. (2021). Scientometric analysis of scientific productions in the field of solar power plants. *Journal of Iranian Energy Research*, 7 (2), 25-40. (Persian) DOI: 10.29252/jebr.2.4.23
- Amoosi, F., Fazli, S., Arasti, Z., & Elahi, S. M. (2024). A Systematic Review and Scientometrics Analysis of Scientific Research in the Field of Green Entrepreneurship Development. *Journal of Scientometrics Research*, 10 (19), 259-282. (Persian) DOI: 10.22070/rsci.2023.17194.1644
- BP Oil Industry Company. (2021). *Statistical review of world energy 2021*. Retrieved from: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>
- Carley, S., & Konisky, D. M. (2020). The justice and equity implications of the clean energy transition. *Nature Energy*, 5 (8), 569-577. DOI: 10.1038/s41560-020-0641-6
- Chesbrough, H. W. (2003). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Massachusetts: Harvard Business School Press.
- Chinnasamy, B., Yuvakkumar, R., Kumar, P. S., Ravi, G., Velauthapillai, D., Karaman, C., ... & Karimi-Maleh, H. (2022). Mapping and scientometric measures on research publications of energy storage and conversion. *Topics in Catalysis*, 65 (5), 753-764. DOI: 10.1007/s11244-022-01597-3
- Davarpanah, M.R. (2012). Scientometric analysis of nuclear science and technology research output in Iran. *Journal of Scholarly Publishing*, 43 (4), 421-439. DOI: 10.1353/scp.2012.0016.
- De Filippo, D., Lascrain, M. L., Pandiella-Dominique, A., & Sanz-Casado, E. (2020). Scientometric analysis of research in energy efficiency and citizen science through projects and publications. *Sustainability*, 12 (12), 5175. DOI: 10.3390/su12125175
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285-296. DOI: 10.1016/j.jbusres.2021.04.070
- Ebrahimzadeh, F., Mahdizadeh Seraj, F., Norouzian Maleki, S., & Piri, S. (2023). Evaluation of scientific productions in the field of students' physical activity focusing on the physical characteristics of open spaces in elementary schools: A systematic review. *Journal of Scientometrics Research*, 9 (2), 385-412. (Persian) DOI: 10.22070/rsci.2022.15591.1551

ایجاد مراکز نوآوری و پارک‌های علم و فناوری تخصصی در حوزه انرژی است. همچنین، شبکه‌سازی میان پژوهشگران، صنایع و دولت‌ها برای توسعه پروژه‌های مشترک و تجاری‌سازی فناوری‌های نوین باید تشویق شود. ارائه حمایت‌های مالی و فنی به شرکت‌های نوآور نیز از دیگر اقدامات ضروری است.

♦ حمایت از استانداردسازی و مقررات‌گذاری فناوری‌های نوین:

استانداردسازی فناوری‌ها و مقررات‌گذاری مناسب در صنعت انرژی، به ویژه در حوزه‌هایی مانند انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی، از عوامل مهمی برای تسهیل توسعه علمی و فناوریانه است. وجود استانداردهای شفاف و مشخص باعث می‌شود که نوآوری‌ها سریع‌تر به مرحله تجاری‌سازی برسند و صنعت انرژی به طور منظم رشد کند. برای اجرای این استراتژی، لازم است سازمان‌های مسئول تدوین استانداردهای فنی و مقررات زیست‌محیطی همکاری‌های نزدیکی با دانشگاه‌ها و صنایع داشته باشند. دولت نیز باید از طریق وضع مقررات شفاف و کارآمد، به ویژه در حوزه‌هایی مانند تولید و مصرف انرژی‌های پاک، از توسعه فناوری‌های نو حمایت کند.

♦ تشویق به انتقال دانش و فناوری از بخش‌های دیگر: انتقال

فناوری و دانش از صنایع و بخش‌های دیگر به صنعت انرژی می‌تواند باعث تسریع در توسعه نوآوری‌ها و استفاده بهینه از فناوری‌های پیشرفته شود. بسیاری از فناوری‌های مورد استفاده در سایر صنایع مانند خودروسازی یا فناوری اطلاعات می‌توانند با تغییراتی در صنعت انرژی نیز کاربرد پیدا کنند. راهکار این استراتژی ایجاد پل‌های ارتباطی و پروژه‌های همکاری مشترک بین صنایع مختلف و بخش انرژی است. حمایت از انتقال فناوری‌های پیشرفته، مانند رباتیک یا سیستم‌های هوشمند، از دیگر بخش‌های صنعتی به انرژی می‌تواند به بهبود کارایی و بهره‌وری در این صنعت منجر شود.

♦ تشویق به توسعه سرمایه‌گذاری خصوصی در تحقیق و

توسعه: یکی از کلیدهای موفقیت در علم‌سنجی صنعت انرژی، جذب سرمایه‌گذاری خصوصی در پروژه‌های تحقیق و توسعه است. این سرمایه‌گذاری‌ها می‌توانند به تسریع فرایندهای نوآوری و تجاری‌سازی فناوری‌های جدید منجر شوند و در عین حال به کاهش بار مالی دولت‌ها در زمینه تحقیق و توسعه کمک کنند. برای تحقق این استراتژی، می‌توان مشوق‌های مالیاتی و اقتصادی برای شرکت‌های خصوصی که در حوزه تحقیق و توسعه انرژی سرمایه‌گذاری می‌کنند، ایجاد کرد. علاوه براین، تقویت همکاری‌های عمومی-خصوصی برای توسعه پروژه‌های مشترک تحقیقاتی و نوآورانه می‌تواند تأثیر چشمگیری در جذب سرمایه‌های خصوصی داشته باشد.

- Lee, P. C., & Su, H. N. (2010). Investigating the structure of regional innovation system research Information Science. *Innovation Organization & Management*, 19 (1), 71-85. DOI: 10.5172/impp.12.1.26
- Lund, H. (2014). *Renewable energy systems: A smart energy systems approach to the choice and modeling of 100% renewable solutions*. Cambridge: Academic Press.
- Moghaddam, N., Mousavi, S., Nasiri, M., Moallemi, E. A., & Yousefdehi, H. (2011). Wind energy status of Iran: Evaluating Iran's technological capability in manufacturing wind turbines. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15 (8), 4200-4211. DOI: 10.1016/j.rser.2011.07.029
- Mosavizadeh, M., Norouzi Chakoli, A., & Pournaghi, R. (2022). Identification of analytical components in retrieval systems based on visualization techniques in scientometrics: A systematic review. *Scientometrics Research Journal*, 8 (1), 191-216. (Persian) DOI: 10.22070/rsci.2020.5321.1367
- National Renewable Energy Laboratory. (2021). *Annual technology baseline*. Available from: <https://www.nrel.gov/docs/fy21osti/80095.pdf><https://atb.nrel.gov/>
- Nemet, G. F. (2009). Demand-pull, technology-push, and government-led incentives for non-incremental technical change. *Research Policy*, 38 (5), 700-709. DOI: 10.1016/j.respol.2009.01.004
- OECD. (2023). *OECD Economic Outlook*. Retrieved from: https://www.oecd.org/en/publications/oecd-economic-outlook/volume-2023/issue-2_7a5f73ce-en/full-report.html
- Pandiyani, P., Saravanan, S., Usha, K., Kannadasan, R., Alsharif, M. H., & Kim, M. K. (2023). Technological advancements toward smart energy management in smart cities. *Energy Reports*, 10, 648-677. DOI: 10.1016/j.egyr.2023.07.021
- Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. (2019). *Renewables 2019; global status report*. Retrieved from: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2019_full_report_en.pdf
- Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. (2021). *Renewables 2021; Global Status Report*. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. Retrieved from: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2021_Full_Report.pdf
- Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. (2023). *Renewables global status report 2023*. Available from: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2023_GlobalOverview_Full_Report_with_endnotes_web.pdf<https://www.ren21.net>
- European Commission. (2021). Report from the commission to the European Parliament, the council, the European Economic and Social Committee, and the committee of the regions/ State of the Energy Union 2021 – Contributing to the European Green Deal and the Union's recovery (pursuant to Regulation (EU) 2018/1999 on the Governance of the Energy Union and Climate Action). Retrieved from: https://energy.ec.europa.eu/system/files/2021-10/state_of_the_energy_union_report_2021.pdf
- Fazeli Varzaneh, M., Bahmani, M., & Ghadari Azad, E. (2018). Iranian scientific outputs in the field of energy and fuel, and their comparison with those of the Middle East countries. *Caspian Journal of Scientometrics*, 5 (1), 7-18. (Persian) DOI: 10.22088/cjs.5.1.7
- Ghanadi Nejad, F., & Heydari, G. (2020). Methods and indicators for evaluating scientific productions in humanities and social sciences: A systematic review. *Journal of Scientometrics Research*, 6 (2), 203-230. (Persian) DOI: 10.22070/rsci.2020.4998.1341
- Glänzel, W., & Moed, H. F. (2013). Opinion paper: Thoughts and facts on bibliometric indicators. *Scientometrics*, 96, 381-394.
- International Energy Agency. (2009). *World Energy Outlook 2009*. Retrieved from: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpglclefndmkaj/https://iea.blob.core.windows.net/assets/ac80b701-bdfc-48cf-ac4c-00e60e1246a0/weo2009.pdf>
- International Energy Agency. (2021). *World Energy Outlook 2021*. Retrieved from: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/4ed140c1-c3f3-4fd9-acac-789a4e14a23c/WorldEnergyOutlook2021.pdf>
- International Energy Agency. (2023). *World energy outlook 2023*. Retrieved from: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/86ede39e-4436-42d7-ba2a-edf61467e070/WorldEnergyOutlook2023.pdf>
- International Renewable Energy Agency. (2021). *Renewable energy statistics 2021*. Retrieved from: <https://www.irena.org/Publications/2021/Aug/Renewable-Energy-Statistics-2021>
- IPCC. (2023). *Climate change 2023: Mitigation of climate change*. Retrieved from: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_FullVolume.pdf
- IRENA. (2022). *Renewable energy statistics 2022*. International Renewable Energy Agency. Retrieved from: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Jul/IRENA_Renewable_energy_statistics_2022.pdf

- net/?s=Renewables+global+status+report+2023
- Siano, P. (2014). Demand response and smart grids-a survey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 30, 461-478. DOI: 10.1016/j.rser.2013.10.022
- Sovacool, B. K. (2014). What are we doing here? Analyzing fifteen years of energy scholarship and proposing a social science research agenda. *Energy Research & Social Science*, 1, 1-29. DOI: 10.1016/j.erss.2014.02.003
- Sweet, M. and Moynihan, R. (2007). *Improving population health: The uses of systematic review*. New York: Millbank Memorial Fund.
- U.S. Department of Energy. (2021). *Office of energy efficiency and renewable energy*. Retrieved from: <https://www.energy.gov/eere/office-energy-efficiency-renewable-energy>
- UNFCCC. (2005). *What is the Kyoto Protocol?* Retrieved from: https://unfccc.int/kyoto_protocol
- UNFCCC. (2016). *Paris agreement. What is the Paris agreement?* Retrieved from: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/parisagreement_publication.pdf
- UNFCCC. (2021). Paris agreement. What is the Paris agreement? Retrieved from: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>
- United Nations Environment Programme. (2022). *Emissions gap report 2022*. Retrieved from: <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2022>
- Van Eck, N., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84 (2), 523-538. DOI: 10.1007/s11192-009-0146-3
- Van Raan, A. F. J. (2005). Measuring science. In H. F. Moed, W. Glänzel, & U. Schmoch (Eds.), *Handbook of Quantitative Science and Technology Research* (pp. 19-50). Berlin: Springer. DOI:10.1007/1-4020-2755-9_2
- World Energy Council. (2022). *World Energy Trilemma Index 2022*. Retrieved from: <https://trilemma.worldenergy.org/reports/main/2022/World%20Energy%20Trilemma%20Index%202022.pdf>



حسین شیرازی



استادیار دانشکده مدیریت و عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قم و دانش‌آموخته دکتری تخصصی مدیریت تکنولوژی از دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران است. وی کارشناسی مهندسی صنایع خود را از دانشگاه آزاد اسلامی واحد سمنان اخذ کرده است. همچنین ایشان دارای دو مدرک کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی و مدیریت تکنولوژی از دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران هستند. حوزه تمرکز ایشان در حال حاضر در بخش مدیریت تکنولوژی است.

کاوه آلبا



دانشجوی دکتری مدیریت تکنولوژی گرایش انتقال تکنولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی است. وی کارشناسی و کارشناسی ارشد خود را از دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب به ترتیب در رشته‌های مهندسی صنایع-تولید صنعتی و کارآفرینی گرایش کسب‌وکار جدید کسب کرده است. حوزه تمرکز ایشان در حال حاضر در بخش مدیریت تکنولوژی است.