Archive of SID.ir

Scientometrics Research Journal
Scientific Bi-Quarterly of Shahed University
Vol. 10, No. 1, Spring & Summer 2024 (Serial 19)

Research Article

DOI: 10.22070/RSCI.2023.4766.1666

Co-Citation Network of Articles in the field of Nuclear Sciences and Technology

Samira Daniali [1]

Nosrat Riahinia [2]

Hamzehali Nourmohammadi [3*]

Ali Azimi [4]

Omid Safarzadeh [5]

1. Ph.D. in Knowledge and Information Science, Kharazmi University, Tehran, Iran.
Email: S.danialy89@gmail.com

2. Ph.D. in Knowledge and Information Science, Professor, Kharazmi University, Tehran, Iran.
Email: riahinia@khu.ac.ir

3. Ph.D. in Scientometrics, Associate Professor; Shahed University, Tehran, Iran. (Corresponding Author).
Email: nourmohammadi@shahed.ac.ir

4. Ph.D. in Knowledge and Information Science, Assistant Professor, Kharazmi University, Tehran, Iran.
Email: azimia@khu.ac.ir

5. Ph.D. in Nuclear Engineering, Associate Professor, Shahed University, Tehran, Iran.
Email: safarzadeh@shahed.ac.ir

Date of Reception: 11/11/2023

Date of Acceptation: 16/03/2024

Abstract

Purpose: The purpose of the current research is to identify the subject trends in the co-citation network of prominent documents in the field of nuclear science and technology worldwide. Analyzing various scientific fields can assist researchers in understanding the limits and boundaries of science. Furthermore, mapping and analyzing the structure of science can serve as a guide for researchers and policymakers in different scientific fields to identify research priorities and tailor them to the specific needs of their country.

Methodology: The current research is practical in terms of purpose. Initially, Scientometrics techniques were utilized to analyze the subject area of nuclear science and technology. Subsequently, the results from the Scientometrics segment of the research were scrutinized through interviews with subject matter experts. The statistical population of the research included all the documents published in the core collection of the science website in the field of nuclear science and technology (342,425 documents) for the quantitative part. For the analysis and creation of a scientific map, notable articles in the field of nuclear science and technology (40,835 articles) that received over 25 citations from 1972 to 2021 were considered. In the qualitative part of the research, a panel of 13 experts specializing in this field was formed. Citespace software was employed to analyze and create co-citation maps of notable documents in the field of nuclear science and technology. To examine the evolution in the field of nuclear science and technology from 1972 to 2021, a 50-year timeframe was divided into five ten-year intervals. Subsequently, the top

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Scientometrics Research Journal
Scientific Bi-Quarterly of Shahed University
Vol. 10, No. 1, Spring & Summer 2024 (Serial 19)
DOI: 10.22070/RSCI.2023.4766.1666

Research Article

Samira Daniali [1]
Nosrat Riahinia [2]
Hamzehali Nourmohammadi [3*]
Ali Azimi [4]
Omid Safarzadeh [5]

Date of Reception: 11/11/2023
Date of Acceptation: 16/03/2024

50 nodes' threshold for each of the 10-year time frames was selected using the trial-and-error method.

Findings: The results of the research showed that among the 205 countries participating in the production of articles in the field of nuclear science and technology, the United States of America produced 84,359 scientific papers. The magazine Nuclear Instruments Methods in Physics Research Section Accelerators, Spectrometers, Detectors, and Associated Equipment produced 46,547 articles. Scientifically, the United States of America Energy Agency ranked first by producing 33,943 scientific degrees. The subject area of nuclear science technology, with 336,489 scientific degrees, is considered a pioneer in the production of scientific degrees in this field. The co-citation network of documents in global dimensions formed 57 thematic clusters. The results of the co-citation analysis of articles in global dimensions showed that Cluster #0 and Cluster #1, both with 29 members, are the largest subject clusters formed from 1972 to 2021. The average year of formation of Cluster #0 is 1978, and the dominant topic of this cluster is computer studies and profiles. The next important cluster is Cluster #1, formed in 2018, making it the newest cluster in the field of nuclear science and technology. The topic of this cluster is deep learning and its application in nuclear sciences. The largest number of clusters (15 out of 57) was formed in the last period, 2012-2021, indicating the special attention of world researchers to various topics in the field of nuclear science and technology.

Conclusion: The increasing number of published articles and the upward trend of publications in the field of nuclear science and technology each year underscore the significance and value of this subject area. Research indicates that nuclear science and technology find applications in various disciplines such as physics, chemistry, medicine, medical imaging, and geology. The emergence of thematic clusters like radiation medicine and medical imaging demonstrates the diverse topics and varied applications of nuclear science and technology across different research domains. The establishment of clusters focusing on deep learning in nuclear sciences further highlights the relevance of this field and its advancements in alignment with modern technological developments.

Keywords: Scientometrics, Documents co-citation, Science map, Citespace, Nuclear sciences, and technology.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

پژوهش‌نامه علم‌سنجی
دوفصلنامه علمی دانشگاه شاهد/ دوره ۱۰/ شماره ۱/ بهار و تابستان ۱۴۰۳ (پیاپی ۱۹)

مقاله پژوهشی

DOI: 10.22070/RSCI.2023.4766.1666

شبکه هم‌استنادی مقالات حوزه علـوم و فنـاوری هسته‌ای

سمیرا دانیالی [۱]
نصرت ریاحی‌نیا [۲]
حمزه‌علی نورمحمدی [*۳]
علی عظیمی [۴]
امید صفرزاده [۵]

۱. دکتری علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
Email: S.danialy89@gmail.com
۲. دکتری علم اطلاعات و دانش‌شناسی، استاد دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
Email: riahinia@khu.ac.ir
۳. دکتری علم‌سنجی، دانشیار دانشگاه شاهد، تهران، ایران. (نویسنده مسئول).
Email: nourmohammadi@shahed.ac.ir
۴. دکتری علم اطلاعات و دانش‌شناسی، استادیار دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
Email: azimia@khu.ac.ir
۵. دکتری مهندسی هسته‌ای، دانشیار دانشگاه شاهد، تهران، ایران.
Email: safarzadeh@shahed.ac.ir

صفحه ۲۰۲-۱۸۱
دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۲۰
پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۶

چکیده

هدف: هدف از انجام پژوهش حاضر شناسایی روند موضوعی موجود در شبکهٔ هم‌استنادی مدارک برجستهٔ حوزهٔ *علوم و فناوری هسته‌ای* در جهان است. شناخت وضعیت موجود، مهم‌ترین اقدام جهت برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری‌های آینده است.

روش‌شناسی: پژوهش حاضر از لحاظ هدف، کاربردی است. در قدم نخست، از فنون علم‌سنجی جهت تحلیل حوزهٔ موضوعی علوم و فناوری هسته‌ای استفاده شد. سپس نتایج حاصل از بخش علم‌سنجی پژوهش به روش مصاحبه با خبرگان موضوعی تحلیل شد. جامعه آماری پژوهش، در بخش کمی در گام نخست، تمام مدارک منتشر شده در مجموعه هستهٔ وبگاه علم در حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای است. (۳۴۲۴۲۵ مدرک) در گام دوم، جهت تحلیل و ترسیم نقشه‌ی علمی، مقالات برجستهٔ حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای (۴۰۸۳۵ مقاله) که بیش از ۲۵ استناد در بازهٔ زمانی ۱۹۷۲-۲۰۲۱م. دریافت کرده‌اند و در بخش کیفی پژوهش نیز ۱۳ نفر از خبرگان موضوعی این حوزه تشکیل داد. جهت تحلیل و ترسیم نقشه‌های هم‌استنادی مدارک برجسته حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای از نرم‌افزار سایت اسپیس استفاده گردید.

یافته‌ها: نتایج حاصل از پژوهش نشان داد، از بین ۲۰۵ کشور مشارکت‌کننده در تولید مقالات حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای، ایالات متحده آمریکا با تولید ۸۴۳۵۹ مدرک علمی، مجله *Nuclear instruments methods in physics research section a accelerators spectrometers detectors and associated equipment* با تولید ۴۶۵۴۷ مقاله علمی، سازمان انرژی ایالات متحده آمریکا با تولید ۳۳۹۴۳ مدرک علمی رتبهٔ نخست را کسب نمودند. حوزهٔ موضوعی فناوری علوم هسته‌ای با تعداد ۳۳۶۴۸۹ مدرک علمی، حوزهٔ پیشگام در تولید مدارک علمی این حوزه محسوب‌می‌شود. شبکه هم استنادی مدرک در ابعاد جهانی ۵۷ خوشه موضوعی را تشکیل دادند. خوشه‌ی شمارهٔ #۰ و #۱ با داشتن ۲۹ عضو و با موضوعات پروفیل‌ها، مطالعات کامپیوتری و موضوع یادگیری عمیق و کاربرد آن در علوم هسته‌ای بزرگ‌ترین خوشه‌های هم استنادی این حوزه هستند.

نتیجه‌گیری: تعداد مقالات منتشر شده و روند صعودی انتشارات در حوزه علوم و فناوری هسته‌ای در هر سال نشان از ارزش و اهمیت این حوزه موضوعی دارد. تشکیل خوشه‌های موضوعی پرتوپزشکی، تصویربرداری پزشکی و... نیز نشان از تنوع موضوعی و کاربرد مختلف حوزه علوم و فناوری هسته‌ای در رشته‌ها و حوزه‌های پژوهشی مختلف دارد. همچنین تشکیل خوشه‌هایی با عنوان یادگیری عمیق در علوم هسته‌ای نشان از به روز بودن این حوزه و پیشرفت آن همراه با فناوری‌های روز جهان دارد.

واژگان کلیدی: علم‌سنجی، هم‌استنادی مدارک، نقشه علم، سایت‌اسپیس، *علوم و فناوری هسته‌ای*.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

مقدمه و بیان مسئله

با کاهش منابع طبیعی تأمین انرژی و لزوم استفاده از انرژی‌های جایگزین، دانش هسته‌ای در سده اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. تحقیقات به‌منظور بررسی عناصر بنیادی و نهایی جهان فیزیک، همیشه یک موضوع مهم و مورد توجه در تاریخ تحقیقات علمی بوده است (نورزاد گلی کند و فراتی راد،۱۳۸۹). با توجه به نیاز فزاینده و روبه‌رشد بشریت به انرژی در دهه‌های بعدی و کافی نبودن سوخت‌های فسیلی پس از جنگ جهانی دوم، بهره‌برداری از قدرت هسته‌ای برای تولید انرژی در مقیاس صنعتی مورد توجه بسیاری قرار گرفت. همین نکته موجب پیشرفت چشمگیر فناوری هسته‌ای بخش انرژی در نیم سده اخیر گردید (وود،۱۳۹۰). افزون بر این دانش هسته‌ای در حیطه حفظ امنیت‌ملی، پزشکی، کشاورزی، دیرینه‌شناسی، کشف مواد معدنی با اشعه، کشف عناصر نایاب در معادن و در بخش صنعت و.... کاربردهای بسیاری دارد (نورزاد گلی کند و فراتی‌راد،۱۳۸۹).

اهمیت پژوهش در حوزهٔ علوم هسته‌ای با توجه به نقش و تأثیر انرژی هسته‌ای در جهان معاصر به‌عنوان یکی از فناوری‌های پیشرفته و نتایج حاصل از آن در گسترش دانش بشری، تأمین انرژی، حفظ منابع طبیعی و جلوگیری از آلودگی‌های زیست محیطی و کمک به رفاه و پیشرفت زندگی بشر در عرصه‌های مختلف بسیار دارای اهمیت است و از محورهای اصلی توسعه پایدار و پیشرفت هر کشوری محسوب‌می‌شود (همتی، ۱۳۸۸). همچنین با توجه به رشد سریع جمعیت و به‌دنبال آن افزایش به کارگیری انرژی، توسعه سریع ، صنعتی‌شدن، و محدود بودن سوخت‌های فسیلی توجه جهانی به‌سمت انرژی هسته‌ای سوق پیدا کرده است. با توجه به کاربرد گسترده علوم هسته‌ای در حوزه‌های مختلف در سده اخیر، پژوهش‌های فراوانی توسط پژوهشگران در سراسر جهان انجام گرفته است. یکی از راه‌هایی که پژوهشگران را برای رسیدن به اهداف پژوهشی در حوزهٔ تخصصی خود کمک می‌کند، داشتن درک و نمایی کلی از چهارچوب علمی حوزهٔ مورد نظر است. در این راستا دیداری‌سازی اطلاعات یا ترسیم نقشه و ترسیم ساختار علمی آن حوزه ضروری به نظر می‌رسد. در سال‌های اخیر نیز علاقه وافری به ترسیم ساختار قلمروهای دانش برپاشده است یکی از مهم‌ترین روش‌های ترسیم حوزه‌های دانش، ترسیم نقشه‌های علم است. نقشه دانش بازنمایی تصویری روابط بین قلمروهای مختلف دانش است. نقشه‌های دقیق علم به درک نحوه ساختاریابی و تکوین قلمروهای دانش کمک می‌کنند (Klavans & Boyack, 2008). نگاشت قلمروهای دانش، حوزه کمابیش جدیدی از علم است که هدفش به تصویر کشیدن، کاوش، تحلیل، طبقه‌بندی و نمایش دانش است (Shiffrin & Borner, 2004).

یکی از نخستین تلاش‌ها برای ترسیم وضعیت دانش در سال ۱۹٦۵ میلادی انجام شد و توصیفی از ماهیت شبکه جهانی مقالات علمی است (Price, 1965). از آن پس، در این زمینه روش‌های متعددی برای ترسیم نقشه‌های علمی مطرح شد، از آن میان؛ می‌توان از تحلیل هم‌استنادی، تحلیل کتاب‌سنجی و تحلیل هم‌واژگانی یاد کرد (Van den Besselaar & Heimeriks,2006)

در پژوهش حاضر جهت تحلیل مقالات حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای از روش تحلیل هم‌استنادی مدارک استفاده شد. در روش هم استنادی به بررسی بسامد دو مأخذ که با هم مورد استناد قرار گرفته‌اند (دو مأخذ با هم در فهرست مأخذ یک مقاله جدید حضور یافته‌اند) پرداخته می‌شود، و این دو مأخذ را هم‌استناد می‌خوانند.

در نقشهٔ جامع علمی کشور، اولویت علم و فناوری در سه سطح الف، ب و ج تنظیم‌شده‌اند. الویت‌های سطح الف در فناوری عبارتند از: فناوری‌های هوافضا، اطلاعات و ارتباطات، هسته‌ای، نانو و میکرو، نفت و گاز، زیستی، زیست محیطی و نرم و فرهنگی (شورای عالی انقلاب فرهنگی، ۱۳۸۹). بر این اساس، قرار گرفتن حوزهٔ هسته‌ای در اولویت

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

سطح الف دانش و فناوری لزوم توجه و پژوهش در این حوزه را ضروری می‌نماید. بر این اساس مطالعه حاضر در صدد پاسخ‌گویی به این پرسش است، به‌طور کلی روند موضوعی موجود در شبکه هم‌استنادی مدارک برجستهٔ حوزه علوم و فناوری هسته‌ای در جهان چگونه است؟

پرسش‌های پژوهش

۱. سهم کشورهای مختلف در تولید مقالات حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای به چه میزان است؟

۲. مجلات برتر انتشاردهنده مقالات حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای کدامند؟

۳. مؤسسات و دانشگاه‌های برتر حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای کدامند؟

٤. کدام قلمروهای پژوهشی در تولید مقالات حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای پیشگام هستند؟

۵. نقشه هم‌استنادی مدارک برجسته در حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای جهان در وبگاه علم به چه صورت است؟

٦. خوشه‌های موضوعی تشکیل شده حاصل از هم‌استنادی مدارک برجسته حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای جهان به چه صورت است و تحلیل خبرگان موضوعی از خوشه‌های تشکیل شده چیست؟

چارچوب نظری

شاخص‌های کیفی و کمی مختلفی برای اندازه‌گیری تولید دانش و سنجش آن مورد استفاده قرار می‌گیرد. از جمله این شاخص‌ها: تعداد مقالات، تعداد مجله‌ها و تعداد نیروی انسانی متخصص در حوزه‌های علمی مختلف است. تعیین درصد رشد هر کدام از این شاخص‌ها، بررسی و مقایسه دوره‌ای آن‌ها می‌تواند بستر نوعی تحلیل کیفی را فراهم سازد. شاخص استناد یکی از عناصر و مؤلفه‌های میزان کیفیت و تأثیر متون علمی محسوب شده و نقش بارزی در تولید و نشر اطلاعات دارد. شاخص‌های استنادی به‌دلیل توجه به کیفیت تولیدات علمی و کارآمدی بالای آن در تحلیل استنادی، از رایج‌ترین و معتبرترین شاخص‌های علم‌سنجی هستند. تعداد استناد به مقاله و تعداد خود استنادی از شاخص‌های ارزیابی کیفیت مقالات به‌شمار می‌آیند (نوروزی چاکلی، ۱۳۹۰).

علم‌سنجی به‌لحاظ بنیانی پیوند زیادی با کتاب‌سنجی دارد. ابداع واژه کتاب‌سنجی به آلن پریچارد در ۱۹٦۹م. نسبت داده می‌شود؛ او این کار را با هدف جایگزینی واژه مناسبی به‌جای عبارت مهجور و مبهم «کتاب‌شناسی آماری» انجام داد. او این واژه را در تعریف جدیدی نسبت به آنچه پائول اتله پیش از آن تحت‌عنوان «بیلیومتری» استفاده کرد و به‌معنای، به‌کارگیری روش‌های ریاضیات و آمار در ارتباط با کتاب و سایر رسانه‌های ارتباطی است. (Hood & Wilson, 2001).

در تحلیل استنادی چنین فرضی وجود دارد، اگر دو مقاله دارای مراجع یکسانی باشند، نوعی رابطه محتوایی بین مقالات برقرار است. این رابطه نخستین‌بار توسط کسلر در سال ۱۹٦۳م. مطرح شد (عصاره، ۱۳۸۰). با به کارگیری تحلیل هم‌استنادی می‌توان روابط میان نویسندگان، مجله‌ها، یا مدارک را آشکار ساخت. این روش به ما کمک می‌کند تا مفاهیم و خوشه‌های اصلی در یک حوزهٔ ویژه را شناسایی کرده و تغییر آن‌ها در طول زمان را مورد بررسی قرار دهیم و بینش مناسبی از حوزهٔ مورد بررسی به‌دست آوریم. بدین‌ترتیب می‌توان ساختار فکری دانش در پژوهش‌های علم‌سنجی و حوزه‌های سنجشی وابسته را به‌دست آورد. پژوهشگران، سیاست‌گذاران علم و همچنین سایر علاقه‌مندان با آگاهی از این ساختار می‌توانند اهداف خاص خود را پیش برده و با آگاهی بیشتری در این حوزه پیش بروند. استخراج الگوهای مکنون در ساختار دانش، پژوهش‌های علم‌سنجی و حوزه‌های سنجشی وابسته می‌تواند به پژوهشگران علاقه‌مند، اطلاعات مفیدی ارائه کرده و به مدیران علمی در راستای سیاست‌گذاری‌های علمی در این

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

حوزه کمک نماید (خاصه و سهیلی، ۱۳۹۷). به راستی یکی از روش‌های مؤثر در سازماندهی حجم عظیم اطلاعات، ترسیم ساختار علمی آن‌هاست. با ترسیم ساختار علمی می‌توان به مشخص کردن چارچوب این رشته پرداخت و ساختار رشد و توسعه آن را ترسیم کرد (دانیالی و ریاحی‌نیا، ۱۳۹۹).

پیشینه پژوهش

پژوهش‌های محدودی در داخل و خارج از کشور در حوزهٔ علوم‌هسته‌ای با فنون علم‌سنجی انجام شده است و در ادامه به مرتبط‌ترین این پژوهش‌ها می‌پردازیم. فاضلی ورزنه و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهش خود با عنوان «بررسی وضعیت تولیدات علمی ایران در حوزه انرژی و سوخت و مقایسهٔ آن با کشورهای خاورمیانه» به تعیین وضعیت تولیدات علمی ایران در حوزهٔ انرژی و سوخت و مقایسهٔ آن با کشورهای خاورمیانه بین سال های ۱۹۹۸م. تا ۲۰۱۷ م. در پایگاه وب‌آوساینس پرداختند. جهت تحلیل داده‌ها و ترسیم نقشه‌های علمی از نرم‌افزارهای هیست‌سایت[1] و وی‌اواس‌ویور،[2] و برای تحلیل داده‌های آماری، از نرم‌افزار اکسل[3] استفاده شده است. نتایج این پژوهش نشان داد؛ ایران در زمینه انرژی و سوخت ۱۰۸۷۰ مدرک تولید کرده‌است. بیشترین تعداد مدارک مربوط به سال ۲۰۱۶م. است. ایران از لحاظ تعداد مدارک در این حوزه جایگاه سیزدهم در جهان و جایگاه نخست را در خاورمیانه داراست. همچنین از لحاظ همکاری‌های بین‌المللی در خاورمیانه و جهان به‌ترتیب بیشترین همکاری‌های ایران با کشورهای ترکیه و ایالات متحده آمریکا است. پرخدادترین واژه کلیدی به کار گرفته شده توسط پژوهشگران ایرانی به ترتیب optimization، genetic algorithm و exergy است. همچنین با بررسی موضوعات مقالات پراستناد دنیا مشخص شد؛ مقالات بیشتر روی موضوعات مربوط به انرژی های تجدیدپذیر تمرکز داشته اند، در حالی که بیشترین تمرکز پژوهشی ایران روی موضوعات مربوط به انرژی های تجدیدناپذیر است. همچنین مدارک ایران در این حوزه از روندی روبه‌رشد برخوردار است. جلالی‌دیزجی و همکاران (۱۳۹٤) در پژوهش خود با عنوان «تحلیل استنادی و ترسیم نقشه تولیدات علمی پژوهشگران حوزهٔ فیزیک هسته‌ای ایران در پایگاه استنادی علوم از ابتدا تا سال ۲۰۱۳م.» به تحلیل استنادی و ترسیم نقشه تولیدات علمی پژوهشگران حوزهٔ فیزیک هسته‌ای ایران از نخستین پیشینه ثبت شده تا سال ۲۰۱۳م. پرداختند. این پژوهش از نوع کاربردی و با کمک فنون علم‌سنجی از جمله تحلیل استنادی و ترسیم شبکه همکاری علمی انجام شده است. جامعه آماری پژوهش تمام تولیدات علمی نمایه شده حوزهٔ موضوعی پژوهش از ابتدا تا پایان سال ۲۰۱۳ م. در پایگاه استنادی علوم به تعداد ۱۳٦۲ مدرک است. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از توابع داخلی نرم افزارهای هیست سایت، پاژک، بایب اکسل، اکسل و نیز آمار توصیفی استفاده شده است. ترسیم نقشهٔ علمی این حوزه براساس شاخص امتیاز استناد محلی (ال سی اس) و امتیاز استناد جهانی (جی سی اس) تشکیل چهار خوشه موضوعی در موضوعات ماده هستهٔ نامتقارن، ماهیت هسته، فرکانس بار فازی و گرانش‌کوانتومی را نشان داد. به طور کلی روند تولیدات علمی درحوزهٔ فیزیک هسته‌ای ایران در طول سال‌های مورد مطالعه روبه‌رشد بوده ولی میانگین نرخ رشد تولیدات علمی چندان رضایت بخش نیست. تعداد ۵۸۵۱ نویسنده در تولیدات علمی حوزهٔ مورد مطالعه همکاری داشته‌اند و ضریب همکاری آن‌ها ۰.۵۷ درصد بوده که نشان از همکاری علمی نسبتاً خوب میان پژوهشگران این حوزه است. تولیدات علمی حوزهٔ فیزیک هسته‌ای با مشارکت ۸۳۵ مؤسسه، در ٤۸ مجله و در ۸ قالب

1 . HistCite
2 . VOSviewer
3 . Microsoft Excel

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

اطلاعاتی انتشار یافته‌اند. مؤسسات برتر ایرانی در تولید حوزهٔ فیزیک هسته‌ای به‌ترتیب دانشگاه تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر و دانشگاه صنعتی شریف بوده‌اند. نویسندگان فعال ایرانی حوزهٔ فیزیک هسته‌ای مدرس، حسن‌آبادی، ستاره و زرین‌کمر بوده‌اند. بیشترین همکاری علمی بین‌المللی پژوهشگران ایرانی با همتایان آنها در کشورهای کانادا، ایتالیا، بریتانیا و آمریکا صورت گرفته است. سادات موسوی و همکاران (۱۳۹٤) در پژوهش خود با عنوان «تحلیل ساختار شبکه اجتماعی هم‌نویسندگی کشورهای حوزه علوم و فناوری هسته‌ای: شاخص سطح خرد و کلان» به تحلیل ساختار هم‌بندی شبکه‌های اجتماعی هم‌نویسندگی کشورها در حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای پرداخته‌اند. روش انجام این پژوهش از نوع کتاب‌سنجی است و به منظور دیداری‌سازی شبکه‌های هم نویسندگی از روش تحلیل شبکه‌ای استفاده شده است. بررسی شاخص‌های کلان شبکه هم نویسندگی کشورها در حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای در سه بازه زمانی نشان داد؛ این ساختار با دارا بودن ویژگی‌های میانگین طول مسیر کم، قطر شبکه کم (مساوی یا کمتر از ٦) و ضریب خوشه‌بندی نسبتاً زیاد، نوعی شبکه «جهان کوچک» محسوب‌می‌شود. تحلیل شاخص‌های خرد نشان‌می‌دهد، جایگاه کشورهای عضو باشگاه هسته‌ای در این شبکه، جایگاهی برجسته و میزان قدرت و نفوذ آن‌ها در شبکه نسبت به دیگر کشورها بسیار بالاتر است. همچنین پراکندگی بالایی میان نمره‌های مرکزیت کشورها حاکم است. نجفی (۱۳۹۰) در پژوهش خود با عنوان «ترسیم نقشه‌ی علم‌نگاری تولیدات علمی حوزهٔ پزشکی هسته‌ای در نمایه استنادی علوم در سال‌های ۲۰۰۰–۲۰۰۹م.» به ترسیم و تحلیل تولیدات علمی حوزهٔ پزشکی هسته‌ای در وبگاه دانش بین سال‌های ۲۰۰۰–۲۰۰۹م. با به کارگیری نرم‌افزار هیست‌سایت پرداخت. نتایج حاکی از آن است؛ پژوهشگران وابسته به دانشکده پزشکی دانشگاه هاروارد بیش‌ترین سهم را در تولید مدارک علمی حوزهٔ پزشکی هسته‌ای دارا هستند. ایالات متحده آمریکا رتبهٔ نخست را از لحاظ تولید مدرک علمی در این حوزه داراست. آلمان و بریتانیا در رتبه‌های بعدی قرار دارند. ایران در رتبهٔ سی‌ام کشورهای تولیدکننده مدارک پزشکی هسته‌ای قرار دارد. مجله *Journal of Nuclear Medicine* بیش‌ترین تعداد مدرک را در بازهٔ زمانی مورد پژوهش منتشر نموده است. نتایج همچنین نشان داد؛ پنجاه مجله به تنهایی ۲٦۰۸ مدرک یعنی بیش از ۵۲ درصد کل تولیدات علمی پزشکی هسته‌ای را منتشر نموده‌اند. خوشه‌های اصلی شکل گرفته عمدتاً بر پایه فعالیت‌های حلقه‌های علمی در دانشگاه‌های هاروارد، تگزاس و کالیفرنیا هستند. فاصله زمانی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵م. زمان بسیار مهمی در روند تولید مدارک علمی حوزهٔ پزشکی هسته‌ای است.

لوان و یاسین در پژوهش خود با عنوان «ارزیابی انتشارات علوم و فناوری هسته‌ای» به سنجش کیفیت تحقیقات علوم و فناوری هسته‌ای با به کارگیری شاخص‌های علم‌سنجی مانند شاخص فعالیت،[1] شاخص جذابیت[2] و شاخص کارایی انتشار[3] پرداختند. جامعهٔ این پژوهش تمام مقالات وبگاه دانش در سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۹م. است (Loan & Yaseen, 2022). نتایج حاصل از پژوهش نشان داد، ایالات متحده آمریکا با سهم کلی تقریباً ۲۹ درصد برترین تولیدکننده این حوزه است. پس از آن ژاپن، آلمان، فرانسه و انگلستان در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. نتایج این مطالعه نشان داد، شاخص فعالیت، به عنوان شاخص عملکرد نسبی نیز نامیده می شود، برای مقالات ایالات متحده بالاترین میزان است و شاخص جذابیت برای مقالات چین بالاترین میزان است و این امر نشان دهندهٔ برتری کشور چین در جذب استناد به نشریات خود در زمینهٔ علوم هسته‌ای است. شاخص کارایی انتشار، برای مقالات ایران حداکثر مقدار

1 . Activity Index.
2 . Attractivity Index.
3 . Ublication Efficiency Index.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

بوده است. شاخص کارایی انتشار ایران بیشتر از ۱ (۱.٦۱۸) است. بالا بودن شاخص کارایی انتشار مقالات ایران نشان از اثربخشی پژوهش‌های ایران در زمینه علوم و فناوری هسته‌ای نسبت به سایر کشورها است.

پورشیخعلی و همکاران، پژوهشی با عنوان «مستندات علمی برنامه توسعه رادیوداروهای ایران در افق ۲۰۲۵ م. در مقایسه با سایر رقبای منطقه‌ای: یک مطالعه علم سنجی» انجام دادند. داده‌های این پژوهش از سال ۱۹۹۲ تا ۲۰۲۱م. از پایگاه وب‌آوساینس استخراج و جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار اکسل استفاده شده است. یافته‌های این پژوهش نشان داد؛ بالاترین رتبهٔ تولید علم متعلق به ایران و ترکیه هر کدام با ۲.٦ درصد است. بیشترین میزان استناد متعلق به ترکیه با ۱.۸ درصد و پس از آن ایران با ۱.۷ درصد است. بیشترین تولیدات و استنادات علمی رادیودارو در ایران در سال ۲۰۲۰ م. (به ترتیب ۱٦.٦ و ۱۰.۲ درصد) ثبت شده است. بیشترین سهم حوزهٔ تحقیقاتی مربوط به فناوری هسته ای با ۳۷.۱ درصد است. ایران بیشترین همکاری بین‌المللی را با آمریکا (۳.۵ درصد) دارد. مرکز تحقیقات علوم هسته‌ای بیشترین سهم تولید علم و استنادات (به ترتیب ۲۲.۱ و ۷.۱ درصد) را به خود اختصاص داده است. علی جلیلیان با ۱۱.۵ درصد از کل تولیدات ایران در زمینهٔ رادیودارو، برترین محقق ایرانی است. نتیجهٔ حاصل از این پژوهش نشان داد، اگرچه ایران رتبه نخست تولید علم و رتبه دوم استناد را در بین کشورهای رقیب دارا است، اما برای پیشرفت کمی و کیفی این حوزه نیاز به برنامه‌ریزی جامع تحقیق و توسعه در حوزه علوم هسته‌ای دارد. همچنین پژوهشگران ایرانی نیازمند تعامل، ارتباط علمی و همکاری بیشتر با مراکز دانشگاهی کشورهای دارای فناوری پیشرفته در علوم هسته‌ای و بهداشتی به ویژه کشورهای آسیای شرقی هستند(Poursheikhali et al., 2022) .

ماندال و بید در پژوهش خود با عنوان «علم‌سنجی مطالعات علوم هسته‌ای در هند و چین بر پایه مقالات نمایه شده در وب آوساینس بین سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۹م. از اکسل جهت تحلیل پژوهش خود استفاده نمودند. نتایج این مطالعه نشان داد که روی‌هم‌رفته کشور هند ۸٦۳۷ مقاله و کشور چین ۱٦۸۷۹ مقاله منتشر کرده است و تقریباً دو برابر انتشارات هند است. بیشترین میزان تولید مقاله در سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۹م. در کشور هند با تولید ٦۵۸ مقاله و به سال ۲۰۱٤م. و در کشور چین با تولید ۲۲٤۹ مقاله و به سال ۲۰۱۹م. مربوط است. مطالعات نشان داد، هند از نظر میزان انتشار تنها در سال‌های ۲۰۰۳م. و ۲۰۰٦م. از چین پیشتاز بوده است. از نظر میانگین استناد در هر مقاله، هند از چین پیشتاز است. از نظر همکاری علمی، آلمان با هند در صدر و آمریکا با چین در صدر است. ٦ مقاله هندی و ۱۰ مقاله چینی بیش از ۳۰۰ استناد دریافت کرده است. (Bid & Mandal, 2020). دات (Dutt, 2020) به تجزیه و تحلیل کتاب‌سنجی تولیدات علمی فیزیک هسته‌ای در دورهٔ زمانی ۱۹۹٦-۲۰۱۹م. با به کارگیری پایگاه داده سایمگو[1] پرداختند. نتایج پژوهش نشان داد، روی‌هم‌رفته ۷٦۹۱۸۰ مدرک در سراسر جهان منتشر شده است. بیشترین میزان تولید مدارک علمی حوزهٔ فیزیک هسته‌ای مربوط به ایالات متحده (۱٦.٤۷٪)، آلمان (۸.٦٤٪)، ژاپن (٦.٦۵٪)، چین (٦.٤۱٪) و روسیه (۵.۸۹٪) است. نتایج پژوهش به‌صورت کلی نشان داد، رشد تولیدات علمی در حوزهٔ فیزیک هسته‌ای در سطح جهانی به جز کشور چین به سمت کوچک شدن است. لوآن و یاسین در پژوهش خود با عنوان «بهره‌وری تحقیقات جهانی در مدیریت زباله‌های هسته‌ای: یک تحلیل علم سنجی» به شناسایی نشریات علمی در زمینه مدیریت پسماندهای هسته‌ای از سال ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۹م. در وب‌آوساینس پرداختند (Loan & Yaseen, 2020) . در این پژوهش از نرم‌افزار وی‌اواس‌ویور جهت تحلیل داده‌ها استفاده‌شده‌است. نتایج نشان داد که از سال ۱۹۸۹ تا م. روی‌هم‌رفته ۱۸۲٤ مقاله در این زمینه منتشر شده است. ایالات متحده آمریکا با ٤۳۲ نشریه از بیشترین تعداد نشریه در

1 . SCImago.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

این زمینه برخوردار است، پس از آن فرانسه با ۲۳۸ نشریه، بریتانیا با ۲۰۸ و آلمان با ۲۰٤ نشریه در رتبه‌های بعدی قرار دارند. از دیگر کشورهای پیشرو می‌توان به کانادا، هند، سوئد، ژاپن و جمهوری خلق چین اشاره کرد. *International Journal for Nuclear Power* به عنوان برگزیده‌ترین مجله برای انتشار مقالات در زمینهٔ مدیریت پسماند هسته‌ای شناخته شده است. مولدترین مؤسسه، وزارت انرژی ایالات متحده با تولید ۱۱٤ سند علمی است. بورگر جوآن[1] از ایالات متحده آمریکا با ۱۷ مقاله پرتولیدترین نویسنده این حوزه موضوعی محسوب‌می‌شود. همچنین نتایج پژوهش نشان داد، نویسندگان این حوزه گرایش زیادی به چند نویسندگی دارند و مؤسسات علمی و دانشگاهی در سراسر جهان از شبکه‌های مشترک هم‌نویسندگی برخوردار هستند. اوبرگون و همکاران در پژوهش خود با عنوان «روند پژوهش در حوزه انرژی هسته‌ای بین سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۸م: تحلیل کتاب‌سنجی» به تحلیل تولیدات علمی حوزهٔ انرژی هسته‌ای در وبگاه علم با استفاده از نرم‌افزار وی‌اواس‌ویور پرداختند (Obregon et al., 2019) نتایج این پژوهش نشان داد، ایالات متحده آمریکا با ٦٤۳ مقاله کشور پیشرو در تولید مقاله است. پس از آن چین و آلمان به ترتیب در رتبهٔ دوم و سوم قرار گرفتند. ۹۷ درصد از کل اسناد به زبان انگلیسی منتشر شده است و ایالات متحده با داشتن ۲۰ همکاری علمی با دیگر کشورها رتبه نخست را کسب کرد. آکادمی علوم چین با ۷۹ همکاری، رتبه نخست را از نظر همکاری مؤسسه‌ای کسب نمود. مجله برتر این حوزه *Nuclear Instruments and Methods* است. حسین مردانی و عبدی آذر هدف از انجام پژوهش خود را تحلیل کتاب‌سنجی وضعیت جهانی انتشارات علم و فناوری هسته‌ای در سال‌های ۲۰۰۱–۲۰۱۰ م. در پایگاه وب‌آوساینس بیان کرده‌اند. روی‌هم‌رفته، ۸۵۱۹۸ مقاله توسط ۳۵ مجله درحوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای منتشر شده است(Hossein Mardani & Abdiazar, 2014) . در این پژوهش تحلیل شبکه‌های همکاری با به کارگیری نرم‌افزار NetDraw انجام گرفته است. یافته‌های پژوهش نشان داد، بالاترین تأثیر علمی و بهره‌وری در میان انتشارات متعلق به مجله *International Journal of Radiation Biology* است. همچنین ایالات متحده آمریکا در مرکز شبکه همکاری‌های بین‌المللی قرار دارد. داورپناه در مقاله خود به تجزیه و تحلیل و سنجش تحقیقات علوم و فناوری هسته‌ای در ایران پرداخت (Davarpanah, 2012). داده‌های این پژوهش در سال‌های ۱۹۹۰–۲۰۱۰م. از پایگاه وب‌آوساینس گردآوری شد. نتایج این پژوهش نشان‌می‌دهد؛ ادبیات ایران در موضوع علوم و فنون هسته‌ای در دورهٔ مطالعه رشد نمایی داشته است. تعداد متوسط استنادها در هر مقاله، ۵.٦٤ است. مؤسسات دانشگاهی منبع اصلی تولید مدارک این حوزه محسوب می‌شوند. حدود ۹۳ درصد از مقاله‌ها به صورت مشترک تألیف شده‌اند و مقالات مشترک بین‌المللی در مقایسه با مقالات داخلی از نرخ استناد بیشتری برخوردار هستند.

از بررسی پیشینه‌ها می‌توان به این جمع‌بندی رسید، در پژوهش‌های انجام گرفته نتایج ارزشمندی از موضوع، مجلات هسته، نویسندگان مؤثر یا پراستناد به دست آمده است. با این حال پژوهشی که به ترسیم نقشه علمی و بررسی عمیق موضوعی حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای با روش هم‌استنادی و به کارگیری نرم‌افزار سایت اسپیس بپردازد، مشاهده نگردید. با ترسیم ساختار علمی می‌توان به مشخص کردن چهارچوب این حوزه پرداخت و ساختار رشد و توسعه آن را ترسیم کرد. در این پژوهش تمام مقالات برجستهٔ پنجاه سایر اخیر این حوزهٔ موضوعی بررسی و آنالیز شدند؛ بنابراین، تمایز دیگر این پژوهش با پژوهش‌های پیشین جامعیت زمانی است. افزون بر این بهره‌گیری از نظر خبرگان موضوعی سبب تعمق‌بخشی به نتایج گردید.

1 . Burger Joanna.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربردی است. جهت نیل به اهداف پژوهش از روش تحلیل هم‌استنادی مدارک استفاده شد. در گام نخست، جهت درک بهتر مطالعات حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای همه مدارک منتشر شده در مجموعه هستهٔ وبگاه علم در حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای (۳٤۲٤۲۵ مدرک) استخراج شد. در گام دوم، جهت تحلیل و ترسیم نقشهٔ علمی تمام مقالات برجستهٔ حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای (٤۰۸۳۵ مقاله) با بیش از ۲۵ استناد، دریافت کرده‌اند از سال ۱۹۷۲–۲۰۲۱م. بازیابی شدند. به نظر می‌رسد انتخاب این دورهٔ زمانی ۵۰ ساله، به خوبی ساختار فکری دانش در این حوزه پژوهشی را نشان می‌دهد. همچنین با توجه به اعتبار تولیدات علمی نمایه‌شده در پایگاه اطلاعاتی وب‌آوساینس، از این پایگاه اطلاعاتی جهت بررسی و تحلیل داده‌ها استفاده گردید.

راهبرد جستجوی استفاده شده در این پژوهش به صورت زیر است:

WC = (Nuclear Science and Technology) and 1972-2021 (Publication Years) and English (Languages) and Articles (Document Types)

تحلیل و ترسیم نقشه‌های هم استنادی مدارک برجستهٔ حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای با به کارگیری نرم‌افزار سایت اسپیس انجام شد. بر این اساس فاصلهٔ‌زمانی ۵۰ ساله به صورت پنج بازهٔ زمانی ده ساله تعریف شده است. همچنین نوع تحلیل Document Co-citation Network انتخاب شده است. در گام نخست، جهت تحلیل هم‌استنادی مقالات حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای تمام مقالات مستخرج از وبگاه علم که تعداد ٤۰۸۳۵ مقاله بود در نرم‌افزار سایت‌اسپیس فراخوانی شد. سپس به روش آزمون و خطا، آستانهٔ ۵۰ گره برتر به ازای هر یک از برش‌های زمانی ۱۰ ساله انتخاب گردید. بر این اساس ۲۹۱ گره برجسته مشخص گردید و این گره‌ها ۵۷ خوشه موضوعی را تشکیل دادند.

از دو شاخص سیلهوئت[1] و ماجولاریتی [2] که توسط نرم افزار سایت‌اسپیس محاسبه می‌شود، جهت تحلیل وضعیت خوشه‌های تشکیل یافته این حوزهٔ موضوعی استفاده شد. هرچه شاخص سیلهوئت بالاتر باشد، اعضای خوشه از پایداری بیشتری با هم برخوردارند که بر این اساس می‌توان خوشه‌ها را با همدیگر مقایسه کرد. شاخص ماجولاریتی هر چه به یک نزدیک شود، انزوای زیر جزءهای شبکه را نشان‌می‌دهد و نشان از شبکهٔ ساختار یافته حوزه‌های موضوعی دارد. هرچه فشردگی ساختار و اتصال میان خوشه‌های یک حوزهٔ موضوعی با پژوهش‌های چندرشته‌ای و میان رشته‌ای افزایش یابد، شاخص ماجولاریتی کاهش می‌یابد و این امر نشان دهندهٔ افزایش میزان پویایی شبکه‌ای آن حوزهٔ موضوعی است.

در گام سوم، تفسیر موضوعی هر خوشه در سه مرحله انجام شد. نخست، موضوع خوشه‌ها براساس برچسب‌هایی است که نرم‌افزار سایت اسپیس به هر خوشه اختصاص می‌دهد، در ادامه، جستجو در داده‌های اولیه وبگاه علم و مطالعهٔ مقالات گردآوری شد و در پایان با نظر خبرگان حوزهٔ موضوعی علوم و فناوری هسته‌ای انجام گردید و علت هر رخداد بررسی و تفسیر شد.

جهت شناسایی و انتخاب خبرگان حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای از روش نمونه‌برداری گلوله برفی استفاده شد و معیار اصلی پژوهشگر در انتخاب نمونه آماری، متخصصانی با بیش از ۵ سال سابقه خدمت و فعالیت پژوهشی در حوزهٔ علوم هسته‌ای هستند. بدین‌سان ۱٤ نفر از اعضای هیئت‌علمی که تخصص‌شان مرتبط با علوم و فناوری هسته‌ای

1 . Silhouette.
2 . Madularity.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

بود، شناسایی شد. اگر اعضای شرکت‌کننده در مطالعه، نماینده گروه یا حوزهٔ دانش مورد نظر باشند، اعتبار محتوا تضمین می‌شود (احمدی، ۱۳۸۸). در نتیجه، برخلاف یک بررسی ساده، روایی و اعتبار این روش بیشتر به خبرگی گروه شرکت‌کننده در مطالعه برمی‌گردد تا تعداد شرکت‌کنندگان (پاشایی، ۱۳۸۷). پس از شناسایی خبرگان موضوعی، با به کارگیری روش مصاحبه از خبرگان موضوع خواسته شد نظر خود را در مورد نتایج حاصل از مراحل پیش؛ یعنی خوشه‌های موضوعی تشکیل یافته درحوزهٔ پژوهشی مورد مطالعه، اعلام نمایند.

یافته های پژوهش

در این قسمت از پژوهش به پاسخ هر یک از پرسش‌های پژوهش پرداخته خواهد شد.

پاسخ به پرسش نخست پژوهش: سهم کشورهای برتر در تولید مقالات حوزهٔ علوم هسته‌ای به چه میزان است؟

براساس اعداد جدول ۱. از بین ۲۰۵ کشور مشارکت‌کننده در تولید مدارک علمی حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای، ایالات متحده آمریکا با تولید ۸۴۳۵۹ مدرک علمی رتبهٔ نخست را کسب نمود. پس از آن ژاپن و آلمان با تولید ۴۰۴۱۵ و ۲۹۱۴۲ به ترتیب رتبه‌های دوم و سوم را در این زمینه کسب نمودند. کشور ایران با تولید ۳۶۴۸ مدرک علمی رتبه ۲۶ را به خود اختصاص داده است.

جدول ۱. سهم ده کشور برتر در تولید مدارک علمی حوزه علوم و فناوری هسته‌ای

ردیف	نام کشور	تعداد مدارک	درصد از کل۳۴۲۴۲۵
۱	ایالات متحده آمریکا	۸۴۳۵۹	۲۴.۶۳۶
۲	ژاپن	۴۰۴۱۵	۱۱.۸۰۳
۳	آلمان	۲۹۱۴۲	۸.۵۱۰
۴	چین	۲۴۴۰۵	۷.۱۲۷
۵	فرانسه	۲۳۰۲۵	۶.۷۲۴
۶	انگلستان	۱۹۷۶۸	۵.۷۷۳
۷	ایتالیا	۱۹۶۵۳	۵.۷۳۹
۸	روسیه	۱۶۴۷۲	۴.۸۱۰
۹	هند	۱۴۴۱۹	۴.۲۱۱
۱۰	سوئیس	۱۱۰۰۰	۳.۲۱۲

پاسخ به پرسش دوم پژوهش: مجلات برتر انتشار دهنده مقالات حوزه علوم و فناوری هسته‌ای کدامند؟

بر اساس اعداد جدول شماره۲ مجلهٔ *Nuclear instruments methods in physics research section a accelerators spectrometers detectors and associated equipment* با تولید۴۶۵۴۷ مقاله رتبهٔ نخست را در انتشار مقاله حوزه علوم و فناوری هسته‌ای کسب نموده‌است. پس از آن مجلهٔ *Nuclear Instruments Methods In Physics Research Section B Beam Interactions With Materials And Atoms* و *Journal Of Nuclear Materials* با تولید ۳۳۸۸۹ و ۲۴۳۱۲مقاله به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار گرفته‌اند.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جدول ۲ . ده مجله برتر انتشار دهندهٔ مقالات حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای

ردیف	نام مجله	تعداد مدرک	درصد از کل۳٤۲٤۲۵
۱	Nuclear Instruments Methods in Physics Research Section A Accelerators Spectrometers Detectors and Associated Equipment	٤٦٥٤٧	۱۳.۵۹۳
۲	Nuclear Instruments Methods in Physics Research section b beam interactions With Materials and Atoms	۳۳۸۸۹	۹.۸۹۷
۳	Journal Of Nuclear Materials	۲٤۳۱۲	۷.۱۰۰
٤	Ieee Transactions on Nuclear Science	۲۳٤۱۳	٦.۸۳۷
۵	Journal Of Radioanalytical and Nuclear Chemistry	۱۳۷۸۷	٤.۰۲٦
٦	Nuclear Engineering and Design	۱۳٦٤۱	۳.۹۸٤
۷	Fusion Engineering and Design	۱۳۲۷٤	۳.۸۷٦
۸	Radiation Physics and Chemistry	۱۲۲۸۳	۳.۵۸۷
۹	Radiation Protection DOsimetry	۱۲۱٦٤	۳.۵۵۲
۱۰	Applied Radiation and Isotopes	۱۰٦۹۷	۳.۱۲٤

پاسخ به پرسش سوم پژوهش: مؤسسات و دانشگاه‌های برتر حوزه علوم و فناوری هسته‌ای کدامند؟

بر اساس اعداد جدول شماره۳ United States Department Of Energy(Doe) با تولید ۳۳۹٤۳ مدرک علمی رتبهٔ نخست را کسب نموده‌است. نام دیگر سازمان‌ها و مؤسسات برتر در جدول زیر قابل مشاهده است.

جدول ۳ . ده مؤسسهٔ و دانشگاه برتر حوزهٔ علوم هسته‌ای

ردیف	نام موسسات و دانشگاه‌ها	تعداد مدرک	درصد از کل۳٤۲٤۲۵
۱	United States Department of Energy Doe	۳۳۹٤۳	۹.۹۱۳
۲	Helmholtz Association	۱۵٤۷۹	٤.۵۲۰
۳	Japan Atomic Energy Agency	۱۰۹٦۰	۳.۲۰۱
٤	CEA	۹۳۷٦	۲.۷۳۸
۵	udice french Research Universities	۹۲٦۵	۲.۷۰٦
٦	University Of California System	۸۸۰۱	۲.۵۷۰
۷	Istituto Nazionale Di Fisica nucleare infn	۸۵۹۱	۲.۵۰۹
۸	Chinese Academy of Sciences	۷۹۹۷	۲.۳۳۵
۹	Centre National De La RecherChe Scientifique CNRS	٦۹۲٦	۲.۰۳٤
۱۰	Oak Ridge National Laboratory	٦۳۳۲	۱.۸٤۹

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

پاسخ به پرسش چهارم پژوهش: کدام قلمروهای پژوهشی در تولید مقالات حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای پیشگام هستند؟

بر اساس اعداد جدول شمارهٔ حوزه‌های پیشگام در تولید مدارک علمی را می‌توان فناوری علوم هسته‌ای با تعداد ۳۳٦٤۸۹ مدرک علمی دانست. فیزیک با تولید ۱۰۲۲۰۵ مدرک علمی، ابزار دقیق با۹۰۰٦۲ مدرک علمی به ترتیب رتبه های دوم و سوم را به خود اختصاص داده‌اند. جزئیات مربوط به دیگر قلمروهای پژوهشی در جدول زیر قابل مشاهده است.

جدول ٤ . ده قلمرو پژوهشی پیشگام در تولید مدارک علمی حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای

ردیف	قلمروهای پژوهشی	تعداد مدرک	درصد از کل۳٤۲٤۲۵
۱	فناوری علوم هسته‌ای	۳۳٦٤۸۹	۹۸.۲٦٦
۲	فیزیک	۱۰۲۲۰۵	۲۹.۸٤۷
۳	ابزار دقیق	۹۰۰٦۲	۲٦.۳۰۱
٤	شیمی	۵۱۷۸۸	۱۵.۱۲٤
۵	رادیولوژی پزشکی هسته‌ای (تصویربرداری پزشکی)	٤۵٤۰۸	۱۳.۲٦۱
٦	علم مواد	۲٤۳۱۲	۷.۱۰۰
۷	اکولوژی علوم محیطی	۲۲۱۰۷	٦.٤۵٦
۸	بهداشت محیط	۲۰۹۰۹	٦.۱۰٦
۹	مهندسی انرژی	۸۰۸٦	۲.۳٦۱
۱۰	علوم زیستی زیست‌پزشکی	٦۰۱۹	۱.۷۵۸

پاسخ به پرسش پنجم پژوهش: نقشه هم‌استنادی مدارک برجسته در حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای جهان در وبگاه علم به چه صورت است؟

نقشهٔ شمارهٔ۱. نقشهٔ هم استنادی مدارک برجسته حوزهٔ علوم وفناوری هسته‌ای در ابعاد جهانی است. این نقشه به وسیله نرم‌افزار سایت اسپیس ترسیم شده‌اند. برای مطالعهٔ تغییرات حوزهٔ علوم وفناوری هسته‌ای در سال‌های ۱۹۷۲-۲۰۲۱م.، این ۵۰ ساله به صورت پنج بازهٔ زمانی ده ساله تعریف شده است. همچنین نوع تحلیل Co-Document Citation Network انتخاب شده است.

نقشهٔ شمارهٔ ۱. نتایج حاصل از هم‌استنادی ٤۰۸۳۵ مدرک درحوزهٔ موضوعی علوم و فناوری هسته‌ای در بازهٔ زمانی ۱۹۷۲-۲۰۲۱م. است. شبکه هم استنادی مدرک حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای از ۲۹۱ گره یا مدرک تشکیل شده است. پیوند هم استنادی بین مدارک توسط خطوط نشان داده شده است، روی‌هم‌رفته ۷۹۲ پیوند هم استنادی بین ۲۹۱ مدرک در شبکه هم‌استنادی مدارک برقرارگردید. همانطور که در شکل قابل رؤیت است، مقالات برتر حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای در بازهٔ زمانی مذکور ۵۷ خوشهٔ موضوعی را تشکیل دادند.

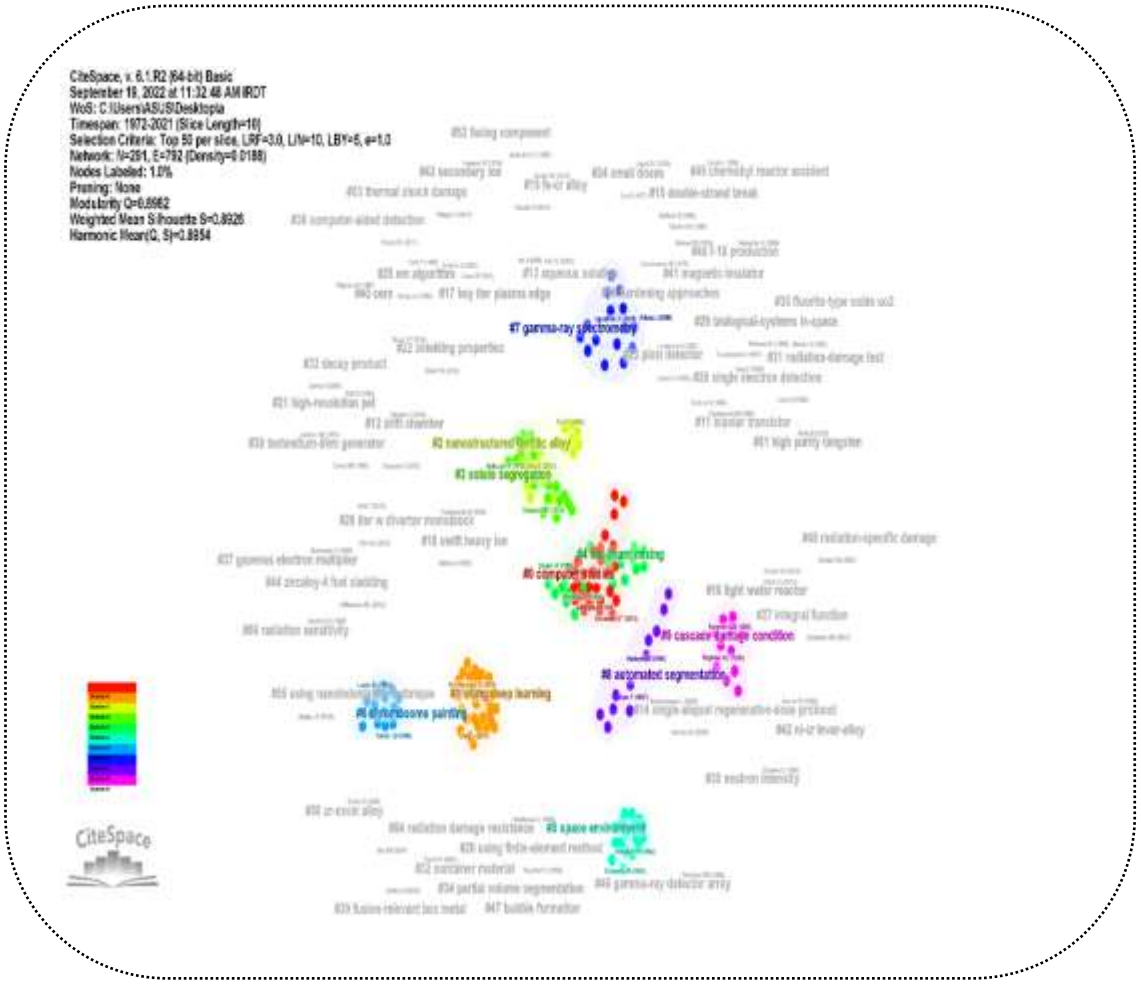
کسب نمرهٔ ۰.۸۹۲٦در شاخص سیلهوئت این خوشه، نشانگر همگن بودن اعضای آن، در همان سان استقلال کامل

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

این خوشه از سایر خوشه‌ها است. هر چه عدد سیلهوئت بالاتر باشد، اعضای خوشه از پایداری بیشتری با هم برخوردارند که براین اساس می‌توان خوشه‌ها را با همدیگر مقایسه کرد. اگر اندازهٔ خوشه کوچک باشد همگن بودن بسیار معنا ندارد.

کسب نمرهٔ ۰.۸۹۸۲در شاخص ماجولاریتی نشان‌دهندهٔ شبکهٔ ساختار یافته این حوزه است. هر چه این عدد به یک نزدیک شود، انزوای زیر جزءهای شبکه را نشان‌می‌دهد.



تصویر ۱. نقشه هم استنادی مدارک حوزهٔ حوزه موضوعی علوم و فناوری هسته‌ای (در ابعاد جهانی)

پاسخ به پرسش ششم پژوهش: خوشه‌های موضوعی تشکیل شدهٔ حاصل از هم‌استنادی مدارک برجسته حوزهٔ علوم هسته‌ای جهان به چه صورت است و تحلیل خبرگان موضوعی از خوشه‌های تشکیل شده چیست؟

۵۷ خوشه موضوعی، هرکدام براساس میانگین سال تشکیل، در بازهٔ زمانی دهساله(۱۹۷۲–۱۹۸۱م.)، (۱۹۸۲–۱۹۹۱م.)، (۱۹۹۲–۲۰۰۱م.)، (۲۰۰۲–۲۰۱۱م.)، (۲۰۱۲–۲۰۲۱م.)، تفکیک گردیدند. تفسیر موضوعی هر خوشه در ابتدا براساس برچسب‌هایی است که نرم‌افزار سایت اسپیس به هر خوشه اختصاص می‌دهد. سپس جستجو در داده‌های نخست از وبگاه علم و مطالعهٔ مقالات جمع‌آوری شده و در پایان نیز با نظر خبرگان حوزهٔ موضوعی علوم و فناوری

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

هسته‌ای انجام گردید و علت هر رخداد بررسی شد. در پایان سعی شد خوشه‌های حاصل از هم‌استنادی مدارک حوزهٔ علوم هسته‌ای در ابعاد جهانی از نظر خبرگان موضوعی مورد تحلیل قرار گیرد.

خوشه‌های هم‌استنادی مقالات حوزه علوم و فناوری هسته‌ای در دههٔ ۱۹۷۲-۱۹۸۱م.

در این دورهٔ زمانی، شش خوشه موضوعی تشکیل شد. خوشهٔ شمارهٔ ۴۳# قدیمی‌ترین خوشهٔ موضوعی شکل گرفته در این دوره است. سال ۱۹۷٦م. میانگین سال تشکیل این خوشه است. موضوع غالب این خوشه، طیف‌سنجی اشعهٔ گاما و یون ثانویه است. خوشهٔ شمارهٔ #۰ بزرگترین خوشهٔ موضوعی شکل‌گرفته در این دوره است. موضوع غالب این خوشه، مطالعات کامپیوتری و پروفیل‌ها است.

بنابراین، در سال ۱۹۷٦م. موضوعات طیف سنجی اشعه گاما و یون ثانویه بررسی شده است. پس از آن در سال ۱۹۷۷م. موضوعات آشکارسازها و مبحث محفظه رانش مطرح شده است. تفکیک املاح و کامپوزیت، تحقیق و پژوهش بیشتر بر روی موضوع طیف سنجی اشعه گاما عمده‌ترین مباحثی هستند که در سال ۱۹۷۸م. مطرح شدند.

خوشه‌های هم‌استنادی مقالات حوزه علوم و فناوری هسته‌ای در دههٔ ۱۹۸۲-۱۹۹۱م.

در این بازه زمانی، ١٤ خوشه موضوعی تشکیل شد. خوشهٔ شمارهٔ ۳۸# قدیمی‌ترین خوشهٔ موضوعی شکل گرفته در این دوره است. سال ۱۹۸۳م. میانگین سال تشکیل این خوشه است. موضوع غالب این خوشه، ژنراتور تکنسیوم است. خوشهٔ شمارهٔ ٤# بزرگترین خوشهٔ موضوعی شکل‌گرفته در این بازه زمانی است. موضوع غالب این خوشه اختلاط پرتو یونی است.

بنابراین، در سال ۱۹۸۳ م. موضوع ژنراتور تکنسیوم بررسی شده است. پس از آن در سال ۱۹۸٤م. موضوعات تست آسیب تشعشع و سوسوزن باریم فلوراید، موضوع آلیاژ Ni_Cr مطرح شده است. اختلاط پرتو یونی و شکستن دو رشته‌ای و فشردگی کروموزوم نابهنگام/زود هنگام عمده‌ترین مباحثی هستند که در سال ۱۹۸٦م. مطرح شدند.

افزون بر این، در سال ۱۹۸٦م. مبحث الگوریتمEM مطرح شد؛ الگوریتم EM یکی از روش‌هایی است و براساس وجود متغیر پنهان امکان برآورد پارامترهای مدل آماری را میسر می‌سازد. الگوریتمEM می‌تواند ابزاری مؤثر در تحلیل‌های آماری به خصوص برآورد به روش حداکثر تابع درست‌نمایی باشد. در سال ۱۹۸۷م. موضوع محیط فضایی این مورد علاقه پژوهشگران بوده است. محیط فضایی، محیطی است در سفینه‌های فضایی برای مواجه موجودات زنده در فضا است و مشخصه آن نبود هوا، سرمای شدید و تابش خورشیدی است. سال ۱۹۸۸م. موضوع برش‌نگاری با گسیل پوزیترون[1] بررسی شده‌است. برش‌نگاری با گسیل پوزیترون که به اختصار پِت اسکن[2] گفته می‌شود؛ روشی نوین است و در علوم تشخیصی در فیزیک پزشکی به ویژه پزشکی هسته‌ای کاربرد پژوهشی فراوانی دارد. شدت نوترونی و مباحث پیرامون آن در سال ۱۹۸۸م. مورد علاقه پژوهشگران واقع شد. سازمان اروپایی پژوهش‌های هسته‌ای به جهت فعالیت‌های گسترده‌اش از دیگر واژهٔ کلیدی مطرح در سال ۱۹۸۸م. است. این سازمان بزرگ‌ترین آزمایشگاه فیزیک ذره‌ای جهان است و در سال ۱۹٥٤م. در بخش شمال‌شرقی شهر ژنو در کشور سوئیس در مجاورت مرز فرانسه ایجاد شد. فعالیت اصلی این سازمان تهیه و ارائه شتاب‌دهنده ذرات و دیگر زیربناها و ابزارهایی است برای استفاده در پژوهش‌های فیزیکی در انرژی‌های بالاست. افزون بر این مباحث فلوئور۱۸(F-18) نیز در سال ۱۹۸۸م. مطرح گردیده است. فلوئور۱۸ یک ایزوتوپ پرتوزا از عنصر فلوئور است و منبع مهمی برای پوزیترون‌ها محسوب می‌شود. در سال

1 . Positron Emission Tomography.
2 . PET scan.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

۱۹۸۸م. خوشه‌ای با عنوان حادثه راکتور چرنوبیل شکل گرفته است. فاجعهٔ چرنوبیل حادثه‌ای هسته‌ای بود که در ۲۶ آوریل ۱۹۸٦م. در رآکتور هسته‌ای شمارهٔ ٤ نیروگاه چرنوبیل رخ داد. این خوشهٔ موضوعی حدوداً دو سال بعد از وقوع این حادثه عظیم هسته‌ای شکل گرفته است.

در سال‌های ۱۹۹۰م. موضوع حساسیت به تشعشع مطرح شد، این موضوع به آسیب‌پذیری زیاد بافت زنده اشاره دارد. موضوع عایق مغناطیسی در سال ۱۹۹۱م. مبحث مورد علاقه پژوهشگران بوده است.

خوشه‌های هم‌استنادی مقالات حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای در دههٔ۱۹۹۲-۲۰۰۱م.

در این بازهٔ زمانی ۱۰ خوشهٔ موضوعی تشکیل شد. خوشهٔ شمارهٔ ٦# قدیمی‌ترین و بزرگترین خوشهٔ موضوعی شکل گرفته در دوره است. سال ۱۹۹٦م. میانگین سال تشکیل این خوشه است. رنگ‌آمیزی کروموزوم‌ها موضوع غالب این خوشه است. به صورت کلی، در سال ۱۹۹٦م. موضوعات رنگ‌آمیزی کروموزوم‌ها، وضعیت آسیب آبشاری، آمورف یا بی‌شکل، ترانزیستور دوقطبی یا ترانزیستور پیوندی دوقطبی، راکتور گرماهسته‌ای آزمایشی بین‌المللی (ای‌تر) از جمله مباحث مورد علاقه پژوهشگران بوده است.

آمورف یا بی‌شکل جامدی است که در آن اجزای تشکیل‌دهنده (اتم‌ها/مولکول‌ها) برخلاف مواد بلورین نظم بلند برد نداشته و فقط نظم کوتاه‌برد دارند.

ترانزیستور دو قطبی یا ترانزیستور پیوندی دو قطبی، یکی از المان‌های نیمه‌هادی است و از آن می‌توان به عنوان سوییچ یا تقویت‌کننده استفاده نمود

راکتور گرماهسته‌ای آزمایشی بین‌المللی (ای‌تر) بزرگترین طرح یک رآکتور هم‌جوشی هسته‌ای است.

پس از این موضوعات در سال ۱۹۹۷م. موضوعات دی‌اکسید اورانیوم مطرح شده‌است. دی‌اکسید اورانیوم(UO2) به طور گسترده در راکتورهای هسته‌ای آب سبک و آب سنگین به عنوان سوخت هسته‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد و نقطه ذوب بالا، شکل‌پذیری مطلوب، پایداری حرارتی، ثبات تشعشعی و ترکیب شیمیایی مطلوب از عمده دلایل استفاده از دی اکسید اورانیوم به عنوان سوخت راست. موضوع پردازش تصویر پزشکی با استفاده از الگوریتم‌های جدید عمده ترین مباحثی بود که در سال ۱۹۹۸م. مطرح شد.

موضوع تشخیص تک الکترون در سال ۱۹۹۹م. و موضوع آشکارسازی پرتو گاما در سال ۲۰۰۱م. از جمله مباحث مورد توجه پژوهشگران بوده است.

خوشه‌های هم‌استنادی مقالات حوزه علوم و فناوری هسته‌ای در دههٔ ۲۰۰۲-۲۰۱۱م.

در این دورهٔ، ۱۲ خوشه موضوعی تشکیل شد. خوشهٔ شمارهٔ ١٤# قدیمی‌ترین خوشهٔ موضوعی شکل گرفته در این بازهٔ زمانی است. سال ۲۰۰۲م. میانگین سال تشکیل این خوشه است. موضوع غالب این خوشه حفاظت در برابر تشعشعات هسته‌ای است. خوشهٔ شمارهٔ ۲# بزرگترین خوشهٔ موضوعی شکل‌گرفته در این بازهٔ زمانی است. موضوع غالب این خوشه کاربرد آلیاژهای ODS در محیط‌های هسته‌ای است.

به صورت کلی در سال ۲۰۰۲م. موضوعات حفاظت در برابر تشعشعات هسته‌ای، ضریب الکترون گازی که نوعی ردیاب یونیزاسیون گازی است و در فیزیک هسته‌ای، ذرات و تابش استفاده می‌شود، مورد توجه پژوهشگران واقع شد.

پس از آن در سال ۲۰۰۳م. موضوعات الگوریتم‌های تصاویر سه بعدی پزشکی، آشکارسازهای پیکسل در فیزیک ذرات و تصویربرداری مطرح شده‌است. علاوه بر این مباحث در سال ۲۰۰۳م. موضوع شتاب دهندهٔ ذرات مطرح شد. شتاب‌دهنده، دستگاهی است که در آن ذرّات باردار (مانند: ذرات بنیادی، هسته اتم‌ها یا اتم‌های یونیزه شده، مولکول‌ها

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

یا قسمت‌های مولکول) به‌وسیله میدان‌های الکتریکی یا مغناطیسی تا سرعت‌های بسیار زیادی شتاب‌داده می‌شوند.

موضوع برهمکنش پلاسما و مواد و موضوع آسیب‌های خاص تشعشعات هسته‌ای عمده ترین مباحثی هستند که در سال ۲۰۰٤م. مطرح شدند. پس از آن در سال ۲۰۰۵م. مباحث ویژه‌ای از طیف‌سنجی اشعه گاما مطرح شد. رویکردهای جدید در موضوع پردازش تصاویر پزشکی از جمله مباحث مطرح در سال ۲۰۰٦م. بوده است. موضوع مورد توجه پژوهشگران در سال۲۰۰۷م. کاربرد آلیاژهای ODS در محیط‌های هسته‌ای بوده است. در سال ۲۰۰۸م. موضوعات رادون در خانه‌ها و خطر ابتلا به سرطان و در سال ۲۰۱۰م. موضوع جذب زیستی فلزات از محلول آبی نظر پژوهشگران را به خود جلب کرد.

خوشه‌های هم‌استنادی مقالات حوزه علوم و فناوری هسته‌ای در دهۀ ۲۰۱۲-۲۰۲۱م.

در این دورۀ زمانی، ۱۵ خوشۀ موضوعی تشکیل شد. خوشۀ شمارۀ ٤۷# قدیمی‌ترین خوشۀ موضوعی شکل گرفته در این دوره است. سال ۲۰۱۳م. میانگین سال تشکیل این خوشه است. موضوع غالب این خوشه، تشکیل حباب در جوشش هسته‌ای است. خوشۀ شمارۀ ۱# بزرگترین خوشۀ موضوعی شکل‌گرفته در این بازه زمانی است.

به صورت کلی در سال ۲۰۱۳م. موضوع آلیاژ زیرکونیم یکی از مباحث مورد توجه پژوهشگران بوده است. آلیاژهای زیرکونیوم محلول‌های جامد زیرکونیوم یا سایر فلزات هستند و یک زیرگروه رایج با علامت تجاری Zircaloy است. زیرکونیوم دارای سطح مقطع دمای نوترون، سختی بالا، شکل پذیری و مقاومت خوردگی در برابر خوردگی است. یکی از کاربردهای اصلی آلیاژهای زیرکونیوم در فناوری هسته‌ای به عنوان روکش میله‌های سوخت در راکتورهای هسته‌ای به ویژه واکنش‌گاه آب‌سبک است.

موضوع مواد رو به پلاسما، در سال ۲۰۱۳م. مورد توجه پژوهشگران واقع شد. در تحقیقات انرژی گداخت هسته‌ای ماده (یا مواد) رو به پلاسما هر ماده‌ای است که برای ساخت اجزای رو به پلاسما از آن استفاده شود. اجزای رو به پلاسما اجزایی هستند که در معرض پلاسمایی قرار دارند و در آن همجوشی هسته‌ای رخ می‌دهد، از جمله این مواد می‌توان به ویژه به موادی، برای پوشش دیوارۀ اول یا ناحیه انحرافی در کشتی راکتور مورد استفاده قرار می‌گیرند، اشاره کرد.

پس از آن در سال ۲۰۱٤م. موضوع نانو خوشه مطرح شده است. نانو خوشه‌های فلزی حلقه گمشده بین اتم‌ها و نانو ذرات فلزی هستند و از این رو توجه محققان را به خود جلب کرده است. در سال ۲۰۱٤م. موضوع ابزار و روش‌های هسته‌ای در تحقیقات فیزیک نیز مورد توجه پژوهشگران واقع شد.

موضوعات طراحی دیورتور تنگستن ایتر، طراحی به کمک کامپیوتر، غلاف سوختی zircaloy-4 از جمله موضوعات مورد توجه پژوهشگران در سال ۲۰۱۵م است. علت توجه به موضوع غلاف سوختی zircaloy-4 را می‌توان اینگونه توجیه کرد؛ یکی از اجزا مهم در قلب راکتورغلاف سوخت است و به طور معمول از جنس آلیاژهای زیرکونیم است. پژوهش بر روی مقاومت در برابر آسیب تشعشعات هسته‌ای از دیگر موضوعات داغ پژوهشی در سال ۲۰۱۵م. محسوب می‌شود.

موضوع راکتور آب سبک در سال ۲۰۱٦م. موضوع مورد علاقه پژوهشگران واقع شد. راکتور آب سبک پرمصرف‌ترین نوع راکتور هسته‌ای صنعتی در نیروگاه هسته‌ای در جهان است که از انرژی هسته‌ای استفاده می‌کند. راکتور توسط آب سبک (آب معمولی) خُنک می‌شوند. موضوع طیف‌سنجی نوترون موضوع دیگری است، که در سال ۲۰۱٦ م. مورد توجه واقع شد. در همین سال موضوع تابش نوترون نیز از موضوعات مطرح محسوب می‌گردد. تابش نوترون گونه‌ای

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

از پرتو یونی از نوترون‌های آزاد تشکیل شده است و می‌تواند حاصل یک شکافت هسته‌ای یا همجوشی هسته‌ای باشد. این تابش با برخورد به هسته دیگر اتم‌ها جذب شده و منجر به پدید آمدن ایزوتوپ‌های جدید می‌شود.

موضوع یادگیری عمیق و کاربرد آن در علوم هسته‌ای در سال ۲۰۱۸م. مورد توجه پژوهشگران واقع شد. علت این امر پیوند ناگسستنی علوم کامپیوتر و زیرشاخه‌های آن با علوم مختلف بشری است. موضوع شیشه محافظ، موضوع مطرح دیگر در سال ۲۰۱۸م. است. شیشه محافظ عموماً به شیشه ضد-اشعه ایکس-پرتو ایکس یا گاما-یا ضد-شیشه نوترون اشاره دارد. از آنجایی که توانایی یک ماده در جذب تشعشعات رادیواکتیو با افزایش عدد اتمی عنصر فلزی موجود در آن افزایش می‌یابد، شیشه محافظ حاوی مقدار زیادی اکسید فلزات سنگین است. موضوع چالش‌های مواد در انرژی هسته‌ای از دیگر مباحث مطرح در سال ۲۰۱۸م. است.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از انجام پژوهش حاضر شناسایی روند موضوعی موجود در شبکه‌ی هم‌استنادی مدارک برجستهٔ حوزه علوم و فناوری هسته‌ای در جهان است. یافته‌های حاصل از تحلیل هم‌استنادی به شناسایی مدارک شاخص هر بازهٔ زمانی و موضوع آن کمک‌رسان است. تحلیل خبرگان موضوعی در مورد خوشه‌های موضوعی تشکیل شده و مباحث پژوهشی داغ، نشان از درستی یا نادرستی نتایج حاصل از قسمت علم‌سنجی پژوهش دارد. تأیید و تفسیر نظر خبرگان موضوعی به روشن شدن ابهامات موجود و به شناسایی شکاف‌های پژوهشی کمک نمود. علاوه بر آن، در پیدا کردن موضوع پژوهشی به دانشجویان کمک رسان خواهد بود. در متون علم‌سنجی به کرات به استفاده از روش‌های مکمل کیفی، به ویژه مشورت با متخصصان و به کارگیری روش‌های اعتبارسنجیِ متن محور[1] در جهت عمق‌بخشیدن به یافته‌های حاصل از تحلیل‌های علم‌سنجی تأکید شده‌است. برای نمونه رجوع کنید به:(Zavaraqi & Fadaie, 2012؛ He & Hui, 2002؛ McCain,1990) آنچه اتخاذ چنین رویکردی را بیش از پیش ضرورت می‌بخشد، کمرنگ بودن نگاه تفسیری و کیفی در نتایج اکثر پژوهش‌های علم‌سنجی رایج است (منصوریان،۱۳۸۹). در ادامه به تحلیل مهم‌ترین یافته‌های پژوهش می‌پردازیم:

کسب نمرهٔ۰.۸۹۸۲ در شاخص ماجولاریتی شبکه هم‌استنادی مقالات نشان‌دهندهٔ شبکهٔ ساختار یافته این حوزه است. بالا بودن شاخص ماجولاریتی نشان‌می‌دهد؛ در حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای در جهان پژوهش‌های چندرشته‌ای و میان‌رشته‌ای چندانی انجام نمی‌شود و پژوهشگران تمایلی به انجام کارهای چندرشته‌ای و میان رشته‌ای ندارند.

کسب نمرهٔ۰.۸۹۲۶در شاخص سیلهوئت شبکهٔ هم‌استنادی مقالات حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای در ابعاد جهانی نیز تأییدکنندهٔ همگن بودن اعضای خوشه‌ها و در همان سان استقلال کامل خوشه‌های این حوزه از همدیگر است. هر چه عدد سیلهوئت بالاتر باشد، اعضای خوشه از پایداری بیشتری با هم برخوردارند که بر این اساس می‌توان خوشه‌ها را با همدیگر مقایسه کرد. به صورت کلی، در این پژوهش شاخص سیلهوئت برای اغلب خوشه‌ها عدد یک است و این امر نشان از نبود پویایی در حوزهٔ موضوعی مورد پژوهش است. خوشه‌هایی با نمره کمتر از یک سیلهوئت، تخصص‌هایی هستند که توانسته‌اند با یکدیگر ارتباط استنادی برقرار کنند. افزایش تجانس اعضای یک خوشه، نشانگر تمرکز بیشتر نویسندگان آن خوشه بر یک تخصص معین و نبود انجام کارهای چندرشته‌ای و میان‌رشته‌ای با دیگر نویسندگان در خوشه‌های دیگر است. بالا بودن شاخص سیلهوئت در شبکه هم‌استنادی مقالات نیز نشان از

1 . Text-based Methods of Validating Results.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

تخصص‌گرایی نویسندگان حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای و نبود انجام پژوهش‌های میان‌رشته‌ای و چند رشته‌ای است.

یک حوزهٔ موضوعی هنگامی به بلوغ می‌رسد که نویسندگان محوری بتوانند با نویسندگان سایر تخصص‌های موجود درشبکه ارتباط برقرار کنند و به راستی بتوانند پژوهش‌های میان‌رشته‌ای و چندرشته‌ای انجام دهند در این حالت است که حوزهٔ موضوعی پویا خواهد شد و شاخص ماجولاریتی کاهش و شاخص سیلهوئت افزایش می‌یابد؛ بنابراین، حوزهٔ موضوعی علوم و فناوری هسته‌ای از پویایی بالا برخوردار نیست و پژوهش‌های میان‌رشته‌ای و چند رشته‌ای چندانی در آن انجام نمی‌شود.

از نظرخورسندی‌طاسکوه (۱۳۸۸)، فعالیت‌های میان‌رشته‌ای در عمل و فرایندکار با پیچیدگی‌ها و چالش‌های خاصی مواجه هستند و عمدتاً سازمانی و روشی هستند و نتایج و اهداف دلخواه را با ابهاماتی مواجه می‌کنند. از این رو، میان‌رشتگی در عمل، مستلزم دانش فنی، آگاهی‌های روشی و از همه مهم‌تر، رعایت دقایق و ظرافت‌های معرفتی و موقعیتی است. به‌طور کلی، مهم‌ترین موانع و چالش‌های فعالیت‌های میان‌رشته‌ای در قالب سه مانع اصلی، یعنی «سازمانی»، «حرفه‌ای» و «فرهنگی اجتماعی» قابل طبقه‌بندی و توصیف است.

همچنین نتایج تحلیل هم‌استنادی مقالات در ابعاد جهانی نشان داد، خوشهٔ شمارهٔ ۰# و خوشهٔ شمارهٔ ۱# هر دو با ۲۹ عضو بزرگترین خوشه‌های موضوعی شکل گرفته در سال‌های ۱۹۷۲ –۲۰۲۱م. هستند. سال ۱۹۷۸م. میانگین سال تشکیل خوشهٔ شمارهٔ ۰# است. موضوع غالب این خوشه؛ مطالعات کامپیوتری و پروفیل‌ها است. تشکیل خوشه با موضوع مطالعات کامپیوتری در سال ۱۹۷۸م. نشان از توجه ویژهٔ و ورود کامپیوتر و استفاده کاربردی از آن در حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای است. خوشهٔ مهم بعدی خوشهٔ شمارهٔ ۱# و میانگین سال تشکیل این خوشه سال ۲۰۱۸م. است. این خوشه در آخرین بازه زمانی مورد بررسی شکل گرفته است و در واقع جدیدترین خوشه شکل‌گرفته در حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای محسوب‌می‌شود. موضوع این خوشه، یادگیری عمیق و کاربرد آن در علوم هسته‌ای است. علت این امر، پیوند ناگسستنی علوم کامپیوتر و زیرشاخه‌های آن با علوم مختلف بشری از جمله حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای است. یادگیری عمیق و هوش مصنوعی کمک می‌کند، فرآیندهای تولید انرژی هسته‌ای ارزان‌تر و ساده‌تر انجام شود. بنابراین، می‌توان از یادگیری عمیق در طراحی راکتورهای هسته‌ای کارآمد استفاده‌کرد.

نتایج بخش هم‌استنادی مدارک در ابعاد جهانی نشان داد که بیشترین تعداد خوشه (۱۵ خوشه از تعداد کل ۵۷ خوشه) در بازه زمانی آخر یعنی ۲۰۱۲–۲۰۲۱م. تشکیل شده‌است. تشکیل بیشترین تعداد خوشه در دورهٔ آخر نشان از توجه ویژه پژوهشگران جهان به مباحث مختلف حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای است. زمانی‌که خوشه‌های موضوعی به صورت متعادل در یک بازه زمانی شکل می‌گیرند، بیانگر این موضوع است که پژوهشگران آن حوزه موضوعی به صورت متعادل به شاخه‌ها و موضوعات مختلف حوزهٔ موضوعی پرداخته‌اند. اما زمانی‌که تعداد خوشه‌ها به صورت نامتعادل در یک بازه زمانی بالا می‌رود نشان از عمق کم و تنوع زیاد موضوع پژوهش‌ها است. وقتی در کشوری تنها رشد کمی ملاک برتری افراد و مؤسسات و دانشگاه‌ها باشد، باید شاهد شکل‌گیری خوشه‌ها انبوه و کم عمق در آن حوزه موضوعی باشیم. خروجی این پژوهش‌ها هم اغلب بدون کاربرد و توجه به مسائل کشور و الویت‌های پژوهشی کشور است. البته، تنوع موضوعی و تشکیل خوشه‌های مختلف به صورت افراطی در یک بازه زمانی امری منفی تلقی می‌شود، تشکیل نشدن خوشه جدید برای یک حوزه موضوعی نیز امری منفی است.

به صورت کلی، نتایج حاصل از پژوهش حاضر می‌تواند به ارائهٔ گزارشی از وضعیت علمی حوزهٔ علوم هسته‌ای و شناسایی حوزه‌های قوی و ضعیف پژوهشی و کشف پتانسیل لازم در کارهای پژوهشی حوزهٔ علوم هسته‌ای به منظور

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

الگوبرداری و استفاده از آن در حمایت هر چه بیشتر از این مقوله و در نهایت حرکت در مسیر اثربخشی بیشتر علم و فناوری انجام گیرد. علاوه بر این مشخص نبودن جهت مطالعاتی و زمینهٔ فکری در این حوزه، لزوم بررسی، مطالعه و ترسیم نقشه علمی حوزهٔ علوم هسته‌ای را ضروری می‌نماید؛ بنابراین، شناخت هر چه بهتر این حوزه و شناخت نقاط فعال (مباحث موضوعی داغ یا جبهه پژوهش) در این حوزه ضروری است. بسیاری از حوادث و رویدادهای آینده قابل پیش بینی و انقیاد هستند؛ لذا، دخالت انسان در این روند می‌تواند تغییر و تحولات مطلوب را ایجاد کند (نامداریان، ۱۳۹۵).

پیشنهادهای اجرایی پژوهش

- برگزاری جلساتی با پژوهشگران حوزهٔ علوم هسته‌ای جهت آشنایی و اطلاع آن‌ها از نتایج حاصل از این پژوهش؛
- برگزاری کارگاه‌های آموزشی جهت آشنایی دانشجویان رشته علوم هسته‌ای با مباحث علم‌سنجی جهت رصد و شناخت مباحث موضوعی داغ رشته خود و آشنایی با روند پژوهشی حوزهٔ علمی خود در داخل و بیرون از کشور؛
- استفاده از ظرفیت علمی استادان برتر شناسایی شده در پژوهش حاضر، در نهادهای سیاست‌گذار علمی کشور؛
- استفاده از نظر خبرگان موضوعی جهت تحلیل و اعتبارسنجی نتایج حاصل از پژوهش‌های علم‌سنجی.

پیشنهاد برای پژوهش‌های آتی

- ترسیم نقشه علمی سایر حوزه‌های پژوهشی اولویت‌دار؛
- جمع‌آوری داده‌های پژوهش از پایگاه‌های استنادی دیگری همچون اسکاپوس و گوگل اسکالر و مقایسه نتایج حاصله با پژوهش حاضر؛
- ترسیم و تحلیل تأثیرگذارترین دانشمندان حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای و ترسیم خطوط فکری آن‌ها؛
- ترسیم و تحلیل مقالات حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای، از منظر هم‌نویسندگی کشور، سازمان و نویسندگان؛
- ترسیم و تحلیل مقالات حوزهٔ علوم و فناوری هسته‌ای در کشورهایی که در رتبه‌های نخست علمی قراردارند، جهت مشخص شدن جزئیات وضعیت این حوزه از علم درآن کشورها؛
- استفاده از نرم‌افزارهای دیگری نظیر، هیست سایت، پاژک، پابلیش اور پریش و سایر نرم‌افزارها با قابلیت‌های متفاوت در تحلیل نتایج.

فهرست منابع

جلالی دیزجی، ع.، جعفری، ح.، و گلینی مقدم، گ. (۱۳۹۵). *تحلیل استنادی و ترسیم نقشه تولیدات علمی پژوهشگران رشته فیزیک هسته‌ای ایران در پایگاه استنادی علوم از ابتدا تا سال ۲۰۱۳*. [مقاله همایش]. دومین کنفرانس ملی سنجش و ارزشیابی علم: ارزشیابی کیفیت نظام نظام‌های سنجش علم، فناوری و صنعت اصفهان.

خاصه، ع. ا.، و سهیلی، ف. (۱۳۹۷). ترسیم چشم‌انداز پژوهش در علم‌سنجی و حوزه‌های سنجشی وابسته. *پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات*، ۳۳ (۳)، ۹۴۱-۹۶۶. https://doi.org/10.35050/JIPM010.2018.036

خورسندی طاسکوه، ع. (۱۳۸۸). میان رشتگی و مسائل آن در آموزش‌عالی. *فصلنامه مطالعات میان‌رشته‌ای در علوم انسانی*، ۱(۲)، ۸۵-۱۰۱. https://doi.org/10.7508/isih.2009.02.005

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

دانیالی، س.، و ریاحی‌نیا، ن.(۱۳۹۹). نگاشت شبکه‌های هم‌استنادی مطالعات حوزه کرونا ویروس. *پیاورد سلامت*، ۱٤ (٤)، ۳۷۰-۳٥٦. http://payavard.tums.ac.ir/article-1-7045-fa.html

سادات موسوی، ع.، نوشین‌فرد، ف.، حریری، ن.، و محمداسماعیل، ص. (۱۳۹٤). تحلیل ساختار شبکه اجتماعی هم‌نویسندگی کشورهای حوزه علوم و فناوری هسته‌ای: شاخص‌های سطح خرد و کلان. *فصلنامه تحقیقات کتابداری و اطلاع رسانی دانشگاهی*، ٤۹(۳)، ۳٥٥-۳٥۳. https://doi.org/10.22059/jlib.2015.57950

شورای عالی انقلاب فرهنگی (۱۳۸۹). *سند نقشه جامع علمی کشور*. بازیابی از: https: www.msrt.ir.file.download.page.1488284345-m01.pdf

عصاره، ف. (۱۳۸۰). روش‌ها و کاربردهای اطلاع‌سنجی. *رهیافت*. ۱۱(۲٥)، ۹٤. https://rahyaft.nrisp.ac.ir/article_13308_c8a0fa43aed3cb3ac622f9b29874f8bc.pdf

فاضلی ورزنه، م.، بهمنی، م.، و قادری آزاد، ع. (۱۳۹۷). بررسی وضعیت تولیدات علمی ایران در حوزهٔ انرژی و سوخت و مقایسه آن با کشورهای خاورمیانه، *نشریه علم سنجی کاسپین*،٥(۱)،۷-۱۸. http://dx.doi.org/10.22088/cjs.5.1.7

منصوریان، ی. (۱۳۸۹). پنجاه محور پژوهشی در مطالعات علم‌سنجی. *کتاب ماه: کلیات*، ۱۳(۱۰)، ٦٤-۷۱. https://ensani.ir/file/download/article/20120326164220-3039-514.pdf

نامداریان، ل .(۱۳۹٥). *مروری بر نقش آزمایشگاه‌ها در سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری*، [مقاله کنفرانسی]. دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت و اقتصاد در قرن ۲۱، تهران. *https://scholar.conference.ac/index.php/download/file/10532-Reviewing-the-role-of-labs-in-Science, -Technology-and-innovation-Policy-making*

نجفی، م.، و زارع، ا. (۱۳۹۰). *ترسیم نقشه علم‌نگاری تولیدات علمی حوزه پزشکی هسته‌ای در نمایه استنادی علوم در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹* [مقاله کنفرانس]. مجموعه مقالات دومین همایش ملی پژوهش و تولید علم در حوزه پزشکی، بابل. https://elmnet.ir/doc/21015510-29011

نورزاد گلی کند، ا.، و فراتی راد، ح. (۱۳۸۹). *مبانی علوم هسته‌ای*. تهران: پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای.

نوروزی چاکلی، ع. (۱۳۹۰). آشنایی با علم‌سنجی: (مبانی، مفاهیم، روابط و ریشه‌ها). تهران، سمت، دانشگاه شاهد.

نوروزی، ع.، ابوالقاسمی، م.، و قهرمانی، م. (۱۳۹۱). راهبرد تولید علم براساس تحلیل ساختارهای سازمانی و مدیریتی دانشگاه‌ها. *فصلنامه مطالعات مدیریت راهبردی*. (۳) ۱۲۳-۱٤۳. https://www.smsjournal.ir/article_88831.html

همتی، ش. (۱۳۸۸). انرژی هسته‌ای به روایت اسناد مجلس سنا. *پیام بهارستان*،۲(٥)،٥۲٥-٥٤۰. https://ensani.ir/file/download/article/20101205114654-Pages%20from%20payam5-29.pdf

وود، ج. (۱۳۹۰). *انرژی هسته‌ای*. ترجمهٔ علی حاج آقازاده و محمد قنادی مراغه. تهران: پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Bid, S., & Mandal, S. (2020). Scientometric Study of Nuclear Science and Technology Research in India and China based on Web of Science (2000-2019). *Library Philosophy and Practice (e-journal).* https://www.researchgate.net/publication/345158120_Scientometric_Study_of_Nuclear_Science_and_Technology_Research_in_India_and_China_based_on_Web_of_Science_2000-2019

Daniali, S., & Riahinia N. (2020) Drawing Co-Citation Networks of Corona Virus Studies. *payavard*, 14 (4), 356-370. http://payavard.tums.ac.ir/article-1-7045-fa.html

Davarpanah, M. R. (2012). Scientometric analysis of nuclear science and technology research output in Iran. *journal of Scholarly Publishing*, *43*(4), 421-439. https://doi.org/10.3138/jsp.43.4.421

Dutt, I. (2020). Published research documents in nuclear and high energy physics from 1996-2019: A bibliometric analysis of leading countries in comparison with India. *Library Philosophy and Practice*, 1-22. https://www.researchgate.net/publication/348804261_Published_research_documents_in_nuclear_and_high_energy_physics_from_1996-2019_A_bibliometric_analysis_of_leading_countries_in_comparison_with_India

Fazeli Varzaneh, M., Bahmani, M., & Ghaderi 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. http://dx.doi.org/10.22088/cjs.5.1.7 **[In Persian].**

Hemmati, S. (2008). Nuclear energy according to the documents of the Senate. *Payam Baharestan*, 2(5), 525-540. https://ensani.ir/file/download/article/20101205114654-Pages%20from%20payam5-29.pdf **[In Persian].**

Hood, W. W., & Wilson, C. S. (2001). The literature of bibliometrics, scientometrics, and informetrics. *Scientometrics*, *52*(2), 291-314. http://dx.doi.org/10.1023/A:1017919924342

Hosein Mardani, A., & Abdiazar, S. (2014). Global research status in leading nuclear science and technology journals during 2001-2010: A bibliometric analysis based on ISI Web of Science. *Library Review*, *63*(4/5), 324-339. https://doi.org/10.1108/LR-02-2013-0014

Jalali Dizaji, A., Jafari, H., Galini Moghadam, G. (2015). Citation analysis and mapping of the scientific productions of Iran's nuclear physics researchers in the science citation database from the beginning to 2013 [Conference presentation]. The second national science assessment and evaluation conference: evaluation of the quality of science, technology and industry assessment systems, Esfahan. **[In Persian].**

Khasseh, A. A., & Soheili, F. (2018). Tracing the Landscape of Research in Scientometrics and Related Metric Areas. *Iranian Journal of Information Processing and Management*, *33*(3), 941-966. https://doi.org/10.35050/JIPM010.2018.036 **[In Persian].**

Khorsandi Taskoh, A. (2009). Interdisciplinarity and its challenges in higher education. *Interdisciplinary Studies in Humanities*, *1*(2), 85-101. https://doi.org/10.7508/isih.2009.02.005 **[In Persian].**

Klavans, R., & Boyack, K. W. (2009). Toward a consensus map of science. *Journal of the American Society for information science and technology*, *60*(3), 455-476. https://doi.org/10.1002/asi.20991

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Loan, F. A., & Shah, U. Y. (2023). The cross-country evaluation of nuclear science and technology publications. *Collection and Curation*, *42*(1), 34-39. http://dx.doi.org/10.1108/CC-10-2021-0029

Loan, F. A., & Yaseen, U. (2020). Global research productivity in nuclear waste management: a scientometric analysis. *Library Philosophy and Practice*, *4135*, available at: https://digitalcommons.unl.edu/libphilprac/4135

Mansourian, Y. (2010) Fifty research axes in scientometric studies. *Koliate ketab mah*, *13*(10), 64-71. https://ensani.ir/file/download/article/20120326164220-3039-514.pdf **[In Persian].**

McCain, K. W. (1990). Mapping authors in intellectual space: A technical overview. *Journal of the American Society for Information Science (1986-1998)*, *41*(6), 433. https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4571(199009)41:63.0.CO;2-Q

Najafi, M., & Zare, A. (2011). Drawing a scientific map of scientific productions in the field of nuclear medicine in the science citation index in the years 2000 to 2009 [Conference presentation]. Proceedings of the second national conference on research and science production in the field of medicine, babol. https://elmnet.ir/doc/21015510-29011 **[In Persian].**

Namdarian, L. (2015). *An overview of the role of laboratories in the policy making of science, technology and innovation* [Conference presentation]. The second international conference on management and economics in the 21st century, Tehran. https://scholar.conference.ac/index.php/download/file/10532-Reviewing-the-role-of-labs-in-Science, -Technology-and-innovation-Policy-making **[In Persian].**

Noorzad Golikand, Ah., & Forati Rad, H. (2009). *Basics of Nuclear Sciences*. Tehran: Nuclear Sciences and technology Research Institute. **[In Persian].**

Noroozi Chakoli, A. (2012). Introduction To Scientometrics: (foundations, concepts, relations and origins). Tehran: SAMT, Shahed University. **[In Persian].**

Norouzi, A., Abolghasemi, M., & Gahramani, M. (2013). Science creating strategy based on organizational structures and management style for high educations centers. *Journal of Strategic Management Studies*, *3*(12), 123-143. https://www.smsjournal.ir/article_88831.html **[In Persian].**

Obregon, L., Orozco, C., Camargo, J., Duarte, J., & Valencia, G. (2019). Research trend on Nuclear Energy from 2008 to 2018: A Bibliometric Analysis. *International Journal of Energy Economics and Policy*, *9*(6), 542. http://orcid.org/0000-0002-4558-8288

Osareh, F. (2008). Information measurement methods and applications. *Rahyaft*, *11*(25), 94. https://rahyaft.nrisp.ac.ir/article_13308_c8a0fa43aed3cb3ac622f9b29874f8bc.pdf **[In Persian].**

Pournaghi, R., & Nemati-Anaraki, L. (2015). The Mutual Role of Scientometrics and Foresight–A Review. *Collnet Journal of Scientometrics and Information Management*, *9*(2), 145-160. http://dx.doi.org/10.1080/09737766.2015.1069950

Poursheikhali, A., Bamir, M., Moghadam, M. G., & Ali, M. (2022). Scientific documentation of the Iranian radiopharmaceutical development program in the horizon 2025 in comparison to other regional competitors: A scientometric study. *Iranian Journal of Nuclear Medicine*, *30*(1), 57-61. https://irjnm.tums.ac.ir/article_39987.html **[In Persian].**

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Price, D. J. D. S. (1965). Statistical studies of networks of scientific papers [Conference presentation]. In *Statistical Association Methods for Mechanized Documentation: Symposium Proceedings* (Vol. 269, p. 187). Washington, DC, USA: US Government Printing Office. Networks of Scientific Papers | Science

Sadate Mosavi, A., & Noshinfard, F., Hariri, N., Mohammad Esmaeil. S. (2015). The Co-Authorship social network structure of countries in the field of nuclear science and technology analysis: the micro and macro level indicators. *Academic Librarianship and Information Research*, *49*(3), 339-353. https://doi.org/10.22059/jlib.2015.57950 **[In Persian].**

Shiffrin, R. M., & Borner, K. (2004). Mapping knowledge domains [Conference presentation]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *101*(suppl_1), 5183-5185. https://doi.org/10.1073/pnas.0307852100

Supreme Council of the Cultural Revolution (2011). Comprehensive scientific map of the country. https: www.msrt.ir.file.download.page.1488284345-m01.pdf **[In Persian].**

Van den Besselaar, P., & Heimeriks, G. (2006). Mapping research topics using word-reference co-occurrences: A method and an exploratory case study. *Scientometrics*, *68*(3), 377-393. http://dx.doi.org/10.1007/s11192-006-0118-9

Wood, J. (2011). *Nuclear energy*. Translated by A. Haj Aghazadeh & M. Qanadi Maragheh. Tehran: Nuclear Sciences and technology Research Institute. **[In Persian].**

Zavaraqi, R., & Fadaie, G. (2012). Scientometrics or science of science: quantitative, qualitative or mixed one. *Collnet Journal of Scientometrics and Information Management*, *6*(2), 273-278. https: doi.org/10.1080/09737766.2012.10700939

Archive of SID.ir