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

Scientometrics Research Journal
Scientific Bi-Qualterly Journal of Shahed University/ Article in Press (Not edited)

Co-citation network of articles in the field of nuclear sciences and technology

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

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

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

4. Ph.D. in Knowledge and Information Science; Assistant *Professor;* Kharazmi University, Tehran, Iran

5. Ph.D. in nuclear engineering; *Associate Professor*; Shahed University, Tehran, Iran.
safarzadeh@shahed.ac.ir

نسخه ویرایش نشده

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 in the world. The analysis of different scientific fields can help the researchers of that field know the limits and boundaries of science. Also, drawing and analyzing the structure of science can help researchers and policymakers of different scientific fields as a guide map in identifying research priorities and adapting them to the local needs of the country.

Methodology: The current research is practical in terms of purpose. In the first step, Scientometrics techniques were used to analyze the subject area of nuclear science and technology. Then, the results obtained from the Scientometrics part of the research were analyzed through interviews with subject experts. The statistical population of the research, in the quantitative part, in the first step, all the documents published in the core collection of the science website in the field of nuclear science and technology (342,425 documents) and the second step, to analyze and draw a scientific map, prominent articles in the field of nuclear science and technology (40,835 articles)) who have received more than 25 citations between 1972 and 2021, and in the qualitative part of the research, 13 experts were formed in this field. citespace software was used to analyze and draw co-citation maps

Keywords: Scientometrics, documents co-citation, science map, citespace, nuclear sciences, and technology.

of prominent documents in the field of nuclear science and technology. Based on this, to study the changes in the field of nuclear science and technology during the years 1972-2021, a 50-year time interval has been defined as five ten-year intervals. Then, by the trial-and-error method, the threshold of the top 50 nodes was selected for each of the 10-year time slices.

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, and 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 won the first rank by producing 33,943 scientific degrees. The subject area of nuclear science technology, with the number of 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. Also, 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 between 1972 and 2021. 1978 is the average year of formation of cluster #0 and the dominant topic of this cluster is computer studies and profiles. The next important cluster is cluster #1 and the average year of formation of this cluster is 2018. This cluster was formed in the last period under review, and in fact, it is considered the newest cluster formed 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 clusters out of the total number of 57 clusters) was formed in the last period, i.e., 2012-2021. The formation of the largest number of clusters in the last period shows the special attention of world researchers to various topics in the field of nuclear science and technology.

Conclusion: The number of published articles and the upward trend of publications in the field of nuclear science and technology every year show the value and importance of this subject area. According to the research conducted, it can be said that the field of nuclear science and technology is used in various fields such as physics, chemistry, medicine, medical imaging, geology, etc. The formation of thematic clusters of radiation medicine, medical imaging, etc. shows the diversity of topics and different applications of nuclear science and technology in different research fields. The formation of clusters with the title of deep learning in nuclear sciences also shows the relevance of this field and its progress along with today's world technology.

Drawing scientific maps and interpreting the results of clustering results by subject experts can help researchers find research gaps and help managers make necessary policies.

پژوهش‌نامه علم‌سنجی
دوفصلنامه علمی ـ پژوهشی دانشگاه شاهد/ زودآیند ویرایش نشده

شبکه هم‌استنادی مقالات حوزه علوم و فناوری هسته‌ای

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

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

زودآیند ویرایش نشده

چکیده

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

روش‌شناسی: پژوهش حاضر ازلحاظ هدف، کاربردی است. در قدم اول از فنون علم‌سنجی، جهت تحلیل حوزه موضوعی علوم و فناوری هسته‌ای استفاده شد. سپس نتایج حاصل از بخش علم‌سنجی پژوهش از طریق مصاحبه با خبرگان موضوعی تحلیل شد. جامعه آماری پژوهش، در بخش کمی در گام نخست تمام مدارک منتشر شده در مجموعه هسته‌ی وبگاه علم در حوزه علوم و فناوری هسته‌ای (۳۴۲۴۲۵ مدرک) و در گام دوم جهت تحلیل و ترسیم نقشه‌ی علمی، مقالات برجسته‌ی حوزه‌ی علوم و فناوری هسته‌ای (۴۰۸۳۵ مقاله) که بیش از ۲۵ استناد در بازه زمانی ۱۹۷۲–۲۰۲۱ 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 حوزه علوم وفناوری هسته‌ای از نرم افزار سایت‌اسپیس استفاده گردید.

یافته‌ها: نتایج حاصل از پژوهش نشان داد، از بین ۲۰۵ کشور مشارکت‌کننده در تولید مقالات حوزه 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 تولید۴۶۵۴۷ مقاله علمی، سازمان انرژی ایالات متحده آمریکا با تولید ۳۳۹۴۳ مدرک علمی رتبه نخست را کسب نمودند. **حوزه موضوعی فناوری علوم هسته‌ای** با تعداد ۳۳۶۴۸۹ مدرک علمی، حوزه‌ی پیشگام در تولید مدارک علمی این حوزه محسوب می‌شود. شبکه هم استنادی مدرک در ابعاد جهانی ۵۷ خوشه موضوعی را تشکیل دادند. خوشه‌ی شماره #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.

زودآینه ویرایش نشده

مقدمه و بیان مسئله

با کاهش منابع طبیعی تامین انرژی و لزوم استفاده از انرژی های جایگزین، دانش هسته‌ای در قرن اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. تحقیقات به منظور بررسی عناصر بنیادی و نهایی جهان فیزیک، همیشه یک موضوع مهم و مورد توجه درتاریخ تحقیقات علمی بوده است (نورزاد گلی کند و فراتی راد،۱۳۸۹). با توجه به نیاز فزاینده و روبه رشد بشریت به انرژی در دهه‌های آتی و عدم کفایت سوخت‌های فسیلی در پاسخ به آن پس از جنگ جهانی دوم، بهره‌برداری از قدرت هسته‌ای برای تولید انرژی درمقیاس صنعتی مورد توجه بسیاری قرار گرفت. همین نکته موجب پیشرفت چشمگیر فناوری هسته‌ای در بخش انرژی طی نیم قرن اخیر گردید (وود،۱۳۹۰). علاوه بر این دانش هسته‌ای در حیطه حفظ امنیت ملی، پزشکی، کشاورزی، دیرینه شناسی، کشف مواد معدنی با اشعه، کشف عناصر نایاب در معادن و در بخش صنعت و .... کاربردهای بسیاری دارد(نورزاد گلی کند و فراتی راد،۱۳۸۹).

اهمیت پژوهش در حوزه علوم هسته‌ای با توجه به نقش و تاثیر انرژی هسته‌ای در جهان معاصر به عنوان یکی از فناوری‌های پیشرفته و نتایج حاصل از آن در گسترش دانش بشری، تامین انرژی، حفظ منابع طبیعی و جلوگیری از آلودگی‌های زیست محیطی و کمک به رفاه و پیشرفت زندگی بشر در عرصه‌های مختلف بسیار حائز اهمیت است و از محورهای اصلی توسعه پایدار و پیشرفت هر کشوری محسوب می‌شود (همتی، ۱۳۸۸). همچنین با توجه به رشد سریع جمعیت و به دنبال آن افزایش استفاده از انرژی و توسعه سریع و صنعتی شدن، و محدود بودن سوخت‌های فسیلی توجه جهانی به سمت انرژی هسته‌ای سوق پیدا کرده است. با توجه به کاربردگسترده علوم هسته‌ای در حوزه‌های مختلف، در قرن اخیر پژوهش‌های فراوانی توسط پژوهشگران در سراسر جهان انجام گرفته‌است. یکی از راه‌هایی که پژوهشگران را برای رسیدن به اهداف پژوهشی در حوزه تخصصی خود کمک می‌کند، داشتن درک و نمایی کلی از چهارچوب علمی حوزه مورد نظراست. 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 ایجاد شده است یکی از مهمترین روش‌های ترسیم حوزه‌های دانش، ترسیم نقشه‌های علم است. نقشه علم بازنمایی تصویری روابط بین قلمروهای مختلف دانش است. نقشه‌های دقیق علم به درک نحوه ساختاریابی و تکوین قلمروهای دانش کمک می‌کنند (Boyack, 2008 & Klavans). نگاشت قلمروهای دانش، حوزه نسبتاً 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 ۱۹۶۵میلادی انجام شد که در آن تلاش شد که توصیفی از ماهیت شبکه جهانی مقالات علمی ارائه شود (Price, 1965). از آن پس، در این زمینه روش‌های متعددی برای ترسیم نقشه‌های علمی مطرح شد که از آن جمله می‌توان از تحلیل هم‌استنادی، تحلیل کتابسنجی و تحلیل هم‌واژگانی یاد کرد (Van den Besselaar & Heimeriks,2006)

در نقشه جامع علمی کشور، اولویت علم و فناوری در سه سطح الف، ب و ج تنظیم شده‌اند. 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 حوزه هسته‌ای در الویت سطح الف علم و فناوری لزوم توجه و پژوهش در این حوزه را ضروری می‌نماید. بر این اساس مطالعه حاضر در صدد پاسخگویی به این پرسش است که به‌طور کلی روند موضوعی موجود در شبکه‌ی هم‌استنادی مدارک برجسته‌ی حوزه علوم و فناوری هسته‌ای در جهان چگونه است؟

پرسش‌های پژوهش

۱. سهم کشورهای مختلف در تولید مقالات حوزه علوم و فناوری هسته‌ای به چه میزان است؟
۲. مجلات برتر انتشاردهنده مقالات حوزه علوم و فناوری هسته‌ای کدامند؟
۳. مؤسسات و دانشگاه‌های برتر حوزه علوم و فناوری هسته‌ای کدامند؟
۴. کدام قلمروهای پژوهشی در تولید مقالات حوزه علوم و فناوری هسته‌ای پیشگام هستند؟
۵. نقشه هم‌استنادی مدارک برجسته در حوزه علوم و فناوری هسته‌ای جهان در وبگاه علم به چه صورت است؟

۶ خوشه‌های موضوعی تشکیل شده‌ی حاصل از هم‌استنادی مدارک برجسته حوزه علوم و فناوری هسته‌ای جهان به چه صورت است؟ و تحلیل خبرگان موضوعی از خوشه‌های تشکیل شده چیست؟

چارچوب نظری

شاخص های کیفی و کمی مختلفی برای اندازه‌گیری تولید علم و سنجش آن مورد استفاده قرار می‌گیرد. از جمله این شاخص‌ها، تعداد مقالات، تعداد مجله‌ها وتعداد نیروی انسانی متخصص در حوزه‌های علمی مختلف است. تعیین درصد رشد هر کدام از این شاخص‌ها، بررسی و مقایسه دوره‌ای آن‌ها می تواند بستر نوعی تحلیل کیفی را فراهم سازد. شاخص استناد یکی از عناصر و مولفه‌های میزان کیفیت و تاثیر متون علمی محسوب شده و نقش بارزی در تولید و نشر اطلاعات دارد. شاخص‌های استنادی به دلیل 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 به شمار می‌آیند (نوروزی چاکلی، ۱۳۹۲).

علم سنجی به لحاظ بنیانی پیوند زیادی با کتابسنجی دارد. ابداع واژه کتابسنجی به آلن پریچارد در سل ۱۹۶۹ نسبت داده می‌شود او این کار را با هدف جایگزینی واژه مناسبی به جای عبارت مهجور و مبهم « کتابشناسی آماری» انجام داد. وی این واژه را در تعریف جدیدی نسبت به آنچه پائول اتله قبلا آن را تحت عنوان« بیلیومتری» استفاده نموده بود، به کاربرد، یعنی به کارگیری روش‌های ریاضیات و آمار در ارتباط با کتاب و سایر رسانه‌های ارتباطی(Hood & Wilson, 2001).

در تحلیل استنادی چنین فرضی وجود دارد که اگر دو مقاله دارای مراجع یکسانی باشند، نوعی رابطه‌ی محتوایی بین مقالات برقرار است. این رابطه اولین بار توسط کسلر در سال ۱۹۶۳ مطرح شد (عصاره، ۱۳۸۰). با استفاده از تحلیل هم‌استنادی می توان روابط بین نویسندگان، مجله‌ها، یا مدارک را آشکار ساخت. این روش به ما کمک می‌کند تا مفاهیم و خوشه‌های اصلی در یک حوزه‌ی خاص را شناسایی کرده و تغییر آن‌ها در طول زمان را مورد بررسی قرار دهیم و بینش مناسبی از حوزه مورد بررسی به‌دست آوریم. بدین طریق می‌توان ساختار فکری دانش در پژوهش‌های علم‌سنجی و حوزه‌های سنجشی وابسته را به دست 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 حوزه کمک نماید (خاصه و سهیلی، ۱۳۹۷). در واقع یکی از روش‌های موثر 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 ازکشور در حوزه علوم‌هسته‌ای با فنون علم‌سنجی انجام شده‌است که در ادامه‌ها به مرتبط‌ترین این پژوهش‌ها می‌پردازیم.

پیشینه پژوهش در داخل

نجفی (۱۳۹۰) در پژوهش خود با عنوان «ترسیم نقشه‌ی علم‌نگاری تولیدات علمی حوزه‌ی پزشکی هسته‌ای در نمایه استنادی علوم در سال‌های۲۰۰۰-۲۰۰۹» به ترسیم و تحلیل تولیدات علمی حوزه پزشکی هسته‌ای در وبگاه علم بین سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۰۹ با استفاده از نرم‌افزار هیست‌سایت پرداخت. نتایج حاکی از آن است که پژوهشگران وابسته به دانشکده پزشکی دانشگاه هاروارد بیش‌ترین سهم را در تولید مدارک علمی حوزه پزشکی هسته‌ای دارا هستند. ایالات متحده آمریکا رتبه اول را از لحاظ تولید مدرک علمی در این حوزه دارا است. آلمان و بریتانیا در رتبه‌های بعدی قرار دارند. ایران در رتبه سی‌ام کشورهای تولید کننده مدارک پزشکی هسته‌ای قرار دارد. مجله Journal of Nuclear Medicine بیش‌ترین تعداد مدرک را در بازه‌ی زمانی مورد پژوهش منتشر نموده‌است. نتایج همچنین نشان داد که پنجاه مجله به تنهایی ۲۶۰۸ مدرک یعنی بیش از ۵۲ درصد کل تولیدات علمی پزشکی هسته‌ای را منتشر نموده‌اند. خوشه‌های اصلی شکل گرفته عمدتا مبتنی بر فعالیت‌های

حلقه‌های علمی در دانشگاه‌های هاروارد، تگزاس و کالیفرنیا هستند. فاصله زمانی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵ بازه زمانی بسیار مهمی در روند تولید مدارک علمی حوزه پزشکی هسته‌ای است.

جلالی‌دیزجی و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهش خود با عنوان «تحلیل استنادی و ترسیم نقشه تولیدات علمی پژوهشگران حوزه فیزیک هسته‌ای ایران در پایگاه استنادی علوم از ابتدا تا سال ۲۰۱۳» به تحلیل استنادی و ترسیم نقشه تولیدات علمی پژوهشگران حوزه فیزیک هسته‌ای ایران از اولین پیشینه ثبت شده تا سال ۲۰۱۳ 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 کلیه تولیدات علمی نمایه شده حوزه موضوعی پژوهش از ابتدا تا پایان سال ۲۰۱۳ در پایگاه استنادی علوم به تعداد ۱۳۶۲ مدرک است. برای تجزیه و تحلیل داده ها از توابع داخلی نرم افزار های هیست سایت، پاژک، بایب اکسل، اکسل و نیز آمار توصیفی استفاده شده‌است. ترسیم نقشه علمی این حوزه براساس شاخص امتیاز استناد محلی (ال سی اس) و امتیاز استناد جهانی (جی سی اس) تشکیل چهار خوشه موضوعی در موضوعات ماده‌ی هسته نامتقارن، ماهیت هسته، فرکانس بار فازی و گرانش‌کوانتومی را نشان داد. به طور کلی روند تولیدات علمی درحوزه فیزیک هسته‌ای ایران در طول سال های مورد مطالعه روبه رشد بوده ولی میانگین نرخ رشد تولیدات علمی چندان رضایت بخش نیست. تعداد ۵۸۵۱ نویسنده در تولیدات علمی حوزه مورد مطالعه مشارکت داشته اند و ضریب همکاری بین آن ها ۰.۵۷ درصد بوده که نشان از همکاری علمی نسبتا خوب میان پژوهشگران این حوزه است. تولیدات علمی حوزه فیزیک هسته‌ای با مشارکت ۸۳۵ موسسه، در ۴۸ مجله و در ۸ قالب اطلاعاتی انتشار یافته اند. موسسات برتر ایرانی در تولیدات حوزه فیزیک هسته‌ای به ترتیب دانشگاه تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر و دانشگاه صنعتی شریف بوده اند. نویسندگان فعال ایرانی حوزه فیزیک هسته‌ای مدرس، حسن آبادی، ستاره و زرین کمر بوده‌اند. بیشترین همکاری علمی بین المللی پژوهشگران ایرانی با همتایان آنها در کشورهای کانادا، ایتالیا، بریتانیا و آمریکا صورت گرفته است.

سادات موسوی و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهش خود با عنوان «تحلیل ساختار شبکه اجتماعی هم‌نویسندگی کشورهای حوزه علوم و فناوری هسته‌ای: شاخص سطح خرد و کلان » به تحلیل ساختار هم بندی شبکه های اجتماعی هم‌نویسندگی کشورها در حوزه علوم و فناوری هسته‌ای پرداخته‌است. روش انجام این پژوهش از نوع کتاب سنجی است و به منظور دیداری سازی شبکه های هم نویسندگی از روش تحلیل شبکه‌ای استفاده شده است. بررسی شاخص های کلان شبکه هم نویسندگی کشورها در حوزه علوم و فناوری هسته‌ای در سه بازه زمانی نشان داد که این ساختار با دارا بودن ویژگی‌های میانگین طول مسیر کم، قطر شبکه کم (مساوی یا کمتر از ۶) و ضریب خوشه بندی نسبتاً زیاد، نوعی شبکه «جهان کوچک» محسوب می‌شود. تحلیل شاخص های خرد نشان می‌دهد که 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 نمره های مرکزیت کشورها حاکم است.

فاضلی ورزنه و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهش خود با عنوان «بررسی وضعیت تولیدات علمی ایران در حوزه انرژی و سوخت و مقایسه‌ی آن با کشورهای خاورمیانه» به تعیین وضعیت تولیدات علمی ایران در حوزه‌ی انرژی و سوخت و مقایسه ی آن با کشورهای خاورمیانه بین سال های ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۷ در پایگاه وب‌آوساینس پرداختند. جهت تحلیل داده ها و ترسیم نقشه‌های علمی از نرم افزارهای هیست‌سایت و وی‌اواس‌ویور، و برای تحلیل داده های آماری، از نرم افزار اکسل استفاده شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که ایران در زمینه‌ی انرژی و سوخت ۱۰۸۷۰ مدرک تولید کرده‌است. 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 همکاری های بین المللی در خاورمیانه و جهان به ترتیب بیشترین همکاری‌های ایران با کشورهای ترکیه و ایالات متحده آمریکا است. پرخدادترین کلیدواژه های به کار گرفته شده توسط پژوهشگران ایرانی به ترتیب optimization، genetic algorithm و exergy است. همچنین با بررسی موضوعات مقالات پراستناد دنیا مشخص شد این 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 رو به رشد برخوردار است.

پیشینه پژوهش در خارج

پورشیخعلی و همکاران پژوهشی با عنوان «مستندات علمی برنامه توسعه رادیوداروهای ایران در افق ۲۰۲۵ در مقایسه با سایر رقبای منطقه‌ای: یک مطالعه علم سنجی» انجام دادند. داده‌های این پژوهش از سال ۱۹۹۲ تا ۲۰۲۱ از پایگاه وب‌آوساینس استخراج و جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار اکسل استفاده شده است. یافته‌های این پژوهش نشان داد بالاترین رتبه تولید

زودآیند ویرایش نشده

علم متعلق به ایران و ترکیه هر کدام با ۲.۶ 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 (به ترتیب ۱۶.۶ و ۱۰.۲ درصد) ثبت شده است. بیشترین سهم حوزه تحقیقاتی مربوط به فناوری هسته ای با ۳۷.۱ درصد است. ایران بیشترین همکاری بین المللی 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 زمینه رادیودارو، برترین محقق ایرانی است. نتیجه حاصل از این پژوهش نشان داد، اگرچه ایران رتبه اول 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 « علم سنجی مطالعات علوم هسته‌ای در هند و چین بر اساس مقالات نمایه شده در وب آو ساینس بین سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۹ از اکسل جهت تحلیل پژوهش خود استفاده نمودند. نتایج این مطالعه نشان داد که در کل کشور هند ۸۶۳۷ مقاله و کشور چین ۱۶۸۷۹ مقاله منتشر کرده‌است. که تقریباً دو برابر انتشارات هند است. بیشترین میزان تولید مقاله در بازه زمانی ۲۰۰۰-۲۰۱۹ در کشور هند با تولید ۶۵۸ مقاله و به سال ۲۰۱۴ و در کشور چین با تولید ۲۲۴۹ مقاله و به سال ۲۰۱۹ مربوط است. مطالعات نشان داد که هند از نظر میزان انتشار تنها در سال‌های ۲۰۰۳ و ۲۰۰۶ از چین پیشتاز بوده‌است. 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. ۶ مقاله هندی و ۱۰ مقاله چینی بیش از ۳۰۰ استناد دریافت کرده‌است (Bid & Mandal, 2020). دات (Dutt, 2020) به تجزیه و تحلیل کتاب‌سنجی تولیدات علمی فیزیک هسته‌ای در دوره‌ی زمانی ۲۰۱۹-۱۹۹۶ با استفاده از پایگاه داده سایمگو[1] پرداختند. نتایج پژوهش نشان داد، در مجموع ۷۶۹۱۸۰ مدرک در سراسر جهان منتشر شده است. بیشترین میزان تولید مدارک علمی حوزه فیزیک هسته‌ای مربوط به ایالات متحده (۱۶.۴۷٪)، آلمان (۸.۶۴٪)، ژاپن (۶.۶۵٪)، چین (۶.۴۱٪) و روسیه (۵.۸۹٪) است. نتایج تحقیق به‌صورت کلی نشان داد، رشد تولیدات علمی در حوزه 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 زباله های هسته‌ای: یک تحلیل علم سنجی» به شناسایی نشریات علمی در زمینه مدیریت پسماندهای هسته‌ای از سال ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۹ در وب آو ساینس پرداختند (Loan & Yaseen, 2020). در این پژوهش از نرم‌افزار وی‌اواس‌ویور جهت تحلیل داده‌ها استفاده‌شده‌است. نتایج نشان داد که از سال ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۹ در مجموع ۱۸۲۴ مقاله در این زمینه منتشر شده است. ایالات متحده آمریکا با ۴۳۲ نشریه از بیشترین تعداد نشریه در این زمینه برخوردار است، پس از آن فرانسه با ۲۳۸ نشریه، بریتانیا با ۲۰۸ و آلمان با ۲۰۴ 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 به‌عنوان برگزیده‌ترین مجله برای انتشار مقالات در زمینه مدیریت پسماند هسته‌ای شناخته شده است. مولدترین مؤسسه، وزارت انرژی ایالات متحده با تولید ۱۱۴ سند علمی است. بورگر جوآن[2] از ایالات متحده آمریکا با ۱۷ مقاله پرتولیدترین نویسنده این حوزه موضوعی محسوب می‌شود. همچنین نتایج پژوهش نشان داد که نویسندگان این حوزه گرایش زیادی به چند نویسندگی دارند و موسسات علمی و دانشگاهی در سراسر جهان از شبکه‌های مشترک هم‌نویسندگی قوی برخوردار هستند. اوبرگون و همکاران در پژوهش خود با عنوان « روند پژوهش در حوزه انرژی هسته‌ای بین سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۸: تحلیل کتاب سنجی » به تحلیل تولیدات علمی حوزه انرژی هسته‌ای در وبگاه علم با استفاده ازنرم‌افزار وی‌اواس‌ویور پرداختند (Obregon et al., 2019) نتایج این پژوهش نشان داد، ایالات متحده آمریکا با ۶۴۳ مقاله کشور پیشرو در تولید مقاله است. پس از آن چین و آلمان به ترتیب در رتبه 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 سایر کشورها رتبه اول را کسب نمود. آکادمی علوم چین با ۷۹ همکاری، رتبه اول را از نظر همکاری موسسه‌ای 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 طول

[1] SCImago
[2] Burger Joanna

سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۰۱ در پایگاه وب‌آوساینس بیان کرده‌اند. در مجموع، ۸۵۱۹۸ مقاله توسط ۳۵ مجله درحوزه علوم و فناوری هسته‌ای منتشر شده است(Hossein Mardani & Abdiazar, 2014) . در این پژوهش تحلیل شبکه‌های همکاری با استفاده از نرم‌افزار NetDraw انجام گرفته‌است. یافته‌های پژوهش نشان داد، بالاترین تاثیر 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). داده های این پژوهش در بازه زمانی ۱۹۹۰-۲۰۱۰ ازپایگاه وب آو ساینس جمع آوری شد. نتایج این پژوهش نشان می دهد که ادبیات ایران در موضوع علوم و فنون هسته‌ای در طول دوره مطالعه رشد نمایی داشته‌است. تعداد متوسط استنادها در هر مقاله ۵.۶۴ است. موسسات دانشگاهی منبع اصلی تولید مدارک این حوزه محسوب می‌شوند. حدود ۹۳ درصد از مقاله ها بصورت مشترک تألیف شده‌اند و مقالات مشترک بین المللی در مقایسه با مقالات داخلی از نرخ استناد بیشتری برخوردار هستند.

لوان و یاسین[۱](۲۰۲۲)در پژوهش خود با عنوان « ارزیابی انتشارات علوم و فناوری هسته‌ای» به سنجش کیفیت تحقیقات علوم و فناوری هسته‌ای با استفاده از شاخص‌های علم‌سنجی مانند شاخص فعالیت[۲]، شاخص جذابیت[۳] و شاخص کارایی انتشار[۴] پرداختند. جامعه این پژوهش کلیه مقالات وبگاه علم بین سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۹ است. 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 که 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. که این امر نشان دهنده برتری کشور چین در جذب استناد به نشریات خود در زمینه علوم هسته‌ای است. شاخص کارایی انتشار، برای مقالات ایران حداکثر مقدار بوده است. شاخص کارایی انتشار ایران بیشتر از ۱ (۱.۶۱۸) است. بالا بودن شاخص کارایی انتشار مقالات ایران نشان از اثربخشی پژوهش‌های ایران در زمینه علوم و فناوری هسته‌ای نسبت به سایر کشورها است.

جمع‌بندی از مرور پیشینه

از بررسی پیشینه‌ها می‌توان به این جمع‌بندی رسید که در پژوهش‌های انجام گرفته نتایج ارزشمندی از موضوع، مجلات هسته، نویسندگان مؤثر یا پراستناد به‌دست آمده است. با این حال پژوهشی که به ترسیم نقشه علمی و بررسی عمیق موضوعی حوزه‌ی علوم و تکنولوژی هسته‌ای با روش هم‌استنادی و استفاده از نرم افزار 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 برجسته‌ی پنجاه سایر اخیر این حوزه موضوعی بررسی و آنالیز شدند؛ بنابراین وجه تمایز دیگر این پژوهش با پژوهش‌های پیشین جامعیت زمانی است. علاوه بر این بهره‌گیری از نظر خبرگان موضوعی سبب تعمق‌بخشی به نتایج حاصله گردید.

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 حوزه علوم و فناوری هسته‌ای کل مدارک منتشر شده در مجموعه هسته‌ی وبگاه علم در حوزه علوم و فناوری هسته‌ای (۳۴۲۴۲۵ مدرک) استخراج شد. در گام دوم جهت تحلیل و ترسیم نقشه‌ی علمی تمام مقالات برجسته‌ی حوزه‌ی علوم و فناوری هسته‌ای (۴۰۸۳۵ مقاله) که بیش از ۲۵ استناد دریافت کرده‌اند در بازه زمانی ۱۹۷۲-۲۰۲۱ بازیابی شدند. دلیل انتخاب بازه زمانی ۵۰ ساله بدین علّت است که به نظر می‌رسد استفاده از این بازه زمانی بتواند به خوبی ساختار فکری دانش در این حوزه پژوهشی را در طول پنج دهه اخیر نشان دهد. همچنین با توجه به اعتبار تولیدات علمی نمایه‌شده در پایگاه اطلاعاتی وب‌آوساینس، از این پایگاه اطلاعاتی جهت بررسی و تحلیل داده‌ها استفاده گردید.

---

[۱] Loan & Yaseen
[۲] Activity Index
[۳] Attractivity Index
[۴] Ublication Efficiency Index

زودآیند ویرایش نشده

راهبرد جستجوی استفاده شده در این پژوهش بصورت 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 برجسته حوزه علوم وفناوری هسته‌ای با استفاده از نرم افزار سایت‌اسپیس انجام شد. بر این اساس فاصله زمانی ۵۰ ساله به صورت پنج بازهٔ زمانی ده ساله تعریف شده است. همچنین نوع تحلیل Document Co-citation Network انتخاب شده است. در گام اول جهت تحلیل هم‌استنادی مقالات حوزه علوم و فناوری هسته‌ای تمام مقالات مستخرج از وبگاه علم که تعداد ۴۰۸۳۵ مقاله بود در نرم‌افزار سایت‌اسپیس فراخوانی شد. سپس به روش آزمون و خطا، آستانه‌ی 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[۱] و ماجولاریتی [۲] که توسط نرم افزار سایت‌اسپیس محاسبه می‌شود، جهت تحلیل وضعیت خوشه‌های تشکیل یافته این حوزه 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 جزء های شبکه را نشان می‌دهدو نشان از شبکه‌ی ساختاریافته حوزه‌های موضوعی دارد. هر چه فشردگی ساختار، و اتصال میان خوشه‌های یک حوزه‌ی موضوعی به سبب پژوهش‌های چندرشته‌ای و میان رشته‌ای افزایش یابد، شاخص ماجولاریتی کاهش می‌یابد، که این امر نشان دهنده‌ی افزایش میزان پویایی شبکه‌ای آن حوزه موضوعی است.

در گام سوم تفسیر موضوعی هر خوشه در سه مرحله انجام شد. ابتدا تفسیر موضوعی خوشه‌ها براساس برچسب‌هایی است که نرم‌افزار سایت اسپیس به هر خوشه اختصاص می‌دهد، سپس جستجو در داده‌های اولیه جمع آوری شده از وبگاه علم و مطالعه مقالات و در نهایت با نظر خبرگان حوزه موضوعی علوم و فناوری هسته‌ای انجام گردید، و علت هررخداد بررسی و تفسیر شد.

جهت شناسایی و انتخاب خبرگان حوزه علوم و فناوری هسته‌ای از روش نمونه برداری گلوله برفی استفاده شد و معیار اصلی پژوهشگر در انتخاب نمونه آماری، متخصصانی هستند که بیش از ۵ سال سابقه خدمت و فعالیت پژوهشی در حوزه علوم هسته‌ای را دارا می‌باشند. به این ترتیب ۱۴ نفر از اعضای هیات علمی که تخصص‌شان مرتبط با علوم و تکنولوژی هسته‌ای بود، شناسایی شد. اگر اعضای شرکت‌کننده در مطالعه، نماینده گروه یا حوزه 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 استفاده از روش مصاحبه از خبرگان موضوع خواسته شد نظر خود را در مورد نتایج حاصل از مراحل قبل؛ یعنی خوشه‌های موضوعی تشکیل یافته درحوزه پژوهشی مورد مطالعه، اعلام نمایند.

یافته‌های پژوهش

پاسخ به پرسش اول پژوهش. سهم کشورهای برتر در تولید مقالات حوزه علوم هسته‌ای به چه میزان است؟

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

یافته‌های پژوهش

[۱] Silhouette
[۲] Madularity

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	۶۳۶.۲۴
۲	ژاپن	۴۰۴۱۵	۸۰۳.۱۱
۳	آلمان	۲۹۱۴۲	۵۱۰.۸
۴	چین	۲۴۴۰۵	۱۲۷.۷
۵	فرانسه	۲۳۰۲۵	۷۲۴.۶
۶	انگلستان	۱۹۷۶۸	۷۷۳.۵
۷	ایتالیا	۱۹۶۵۳	۷۳۹.۵
۸	روسیه	۱۶۴۷۲	۸۱۰.۴
۹	هند	۱۴۴۱۹	۲۱۱.۴
۱۰	سوئیس	۱۱۰۰۰	۲۱۲.۳

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

بر اساس اعداد جدول شماره۲ مجله Nuclear instruments methods in physics research section a accelerators spectrometers detectors and associated equipment با تولید۴۶۵۴۷ مقاله رتبه نخست را در انتشار مقاله حوزه علوم و فناوری هسته‌ای کسب نموده‌است. پس از آن مجله 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 رتبه های بعدی قرار گرفته‌اند.

جدول ۱. ده مجله برتر انتشار دهنده مقالات حوزه علوم و فناوری هسته‌ای

ردیف	نام مجله	تعداد مدرک	درصد از کل۳۴۲۴۲۵
۱	Nuclear Instruments Methods In Physics Research Section A Accelerators Spectrometers Detectors And Associated Equipment	۴۶۵۴۷	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	۲۴۳۱۲	۷.۱۰۰
۴	Ieee Transactions On Nuclear Science	۲۳۴۱۳	۶.۸۳۷
۵	Journal Of Radioanalytical And Nuclear Chemistry	۱۳۷۸۷	۴.۰۲۶
۶	Nuclear Engineering And Design	۱۳۶۴۱	۳.۹۸۴
۷	Fusion Engineering And Design	۱۳۲۷۴	۳.۸۷۶
۸	Radiation Physics And Chemistry	۱۲۲۸۳	۳.۵۸۷
۹	Radiation Protection DOsimetry	۱۲۱۶۴	۳.۵۵۲
۱۰	Applied Radiation And Isotopes	۱۰۶۹۷	۳.۱۲۴

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 ۳۳۹۴۳ مدرک علمی رتبه نخست را کسب نموده است. نام سایر سازمان ها وموسسات برتر در جدول زیر قابل مشاهده است.

جدول ۲ . ده موسسه و دانشگاه برتر حوزه علوم هسته‌ای

ردیف	نام موسسات و دانشگاه‌ها	تعداد مدرک	درصد از کل۳۴۲۴۲۵
۱	United States Department Of Energy Doe	۳۳۹۴۳	۹.۹۱۳
۲	Helmholtz Association	۱۵۴۷۹	۴.۵۲۰
۳	Japan Atomic Energy Agency	۱۰۹۶۰	۳.۲۰۱

زودآیند ویرایش نشده

۴	CEA	۹۳۷۶	۲.۷۳۸
۵	dice French Research Universities	۹۲۶۵	۲.۷۰۶
۶	The 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	۶۹۶۶	۲.۰۳۴
۱۰	Oak Ridge National Laboratory	۶۳۳۲	۱.۸۴۹

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

بر اساس اعداد جدول شماره۴ حوزه های پیشگام در تولید مدارک علمی را می توان فناوری علوم هسته‌ای با تعداد ۳۳۶۴۸۹ مدرک علمی دانست . فیزیک با تولید ۱۰۲۲۰۵ مدرک علمی، ابزار دقیق با۹۰۰۶۲ مدرک علمی به ترتیب رتبه های دوم وسوم را به خود اختصاص داده اند. جزئیات مربوط به سایر قلمروهای پژوهشی در جدول زیر قابل مشاهده‌است.

جدول ۳. ده قلمرو پژوهشی پیشگام در تولید مدارک علمی حوزه علوم و فناوری هسته‌ای

ردیف	قلمروهای پژوهشی	تعداد مدرک	درصد از کل۳۴۲۴۲۵
۱	فناوری علوم هسته‌ای	۳۳۶۴۸۹	۹۸.۲۶۶
۲	فیزیک	۱۰۲۲۰۵	۲۹.۸۴۷
۳	ابزار دقیق	۹۰۰۶۲	۲۶.۳۰۱
۴	شیمی	۵۱۷۸۸	۱۵.۱۲۴
۵	رادیولوژی پزشکی هسته‌ای (تصویربرداری پزشکی)	۴۵۴۰۸	۱۳.۲۶۱
۶	علم مواد	۲۴۳۱۲	۷.۱۰۰
۷	اکولوژی علوم محیطی	۲۲۱۰۷	۶.۴۵۶
۸	بهداشت محیط	۲۰۹۰۹	۶.۱۰۶
۹	مهندسی انرژی	۸۰۸۶	۲.۳۶۱
۱۰	علوم زیستی زیست پزشکی	۶۰۱۹	۱.۷۵۸

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

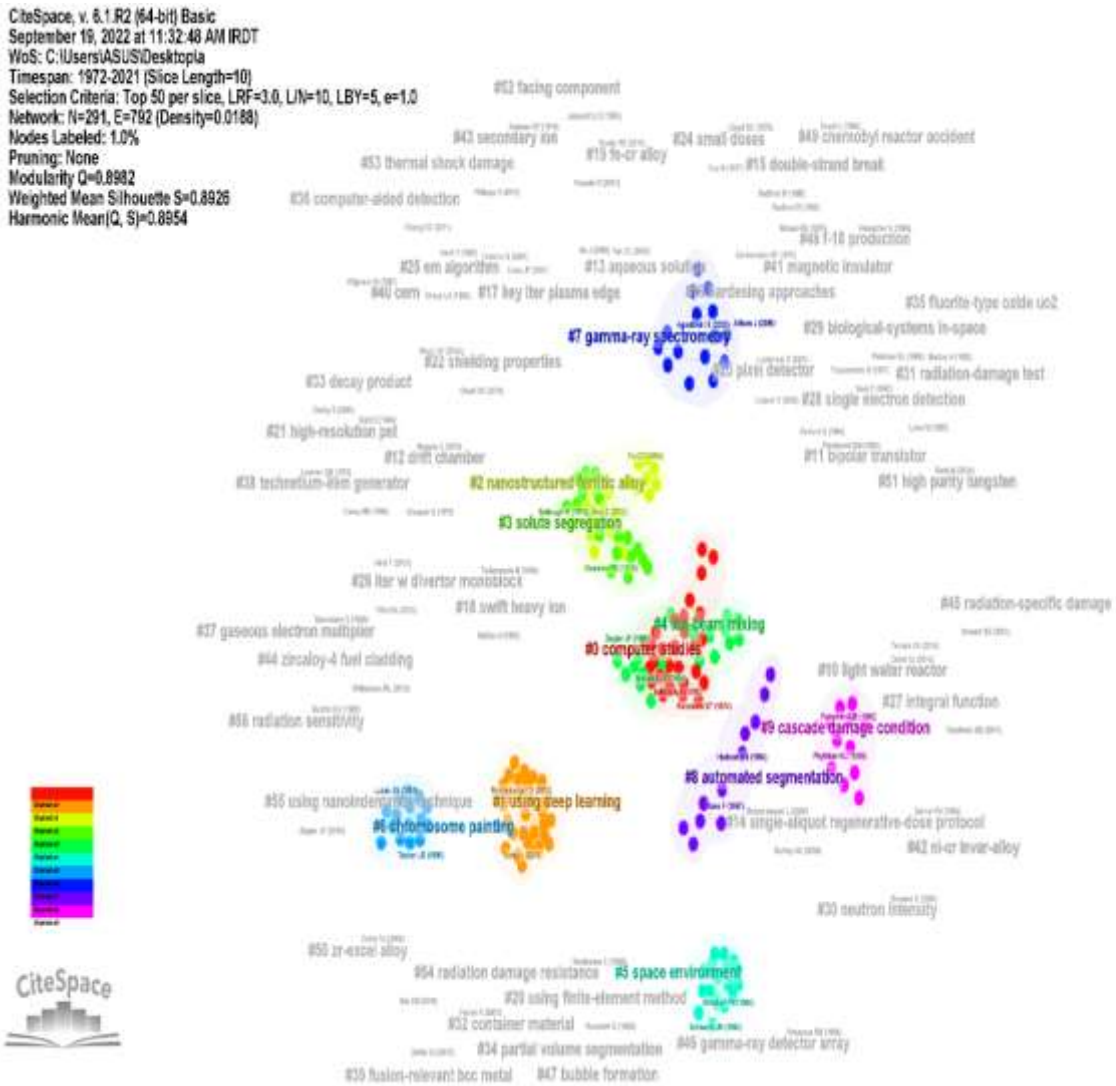
نقشه‌ی شماره ۱. نقشه هم استنادی مدارک برجسته حوزه علوم وفناوری هسته‌ای در ابعاد جهانی است. این نقشه بوسیله نرم افزار سایت اسپیس ترسیم شده‌اند. برای مطالعه تغییرات حوزه علوم وفناوری هسته‌ای طی سال‌های ۱۹۷۲– ۲۰۲۱ ، فاصله زمانی ۵۰ ساله به صورت پنج بازۀ زمانی ده ساله تعریف شده است. همچنین نوع تحلیل Document Co-Citation Network انتخاب شده است.

نقشه شماره ۱. نتایج حاصل از هم‌استنادی ۴۰۸۳۵ مدرک درحوزه موضوعی علوم و فناوری هسته‌ای در بازه زمانی ۱۹۷۲–۲۰۲۱ است. شبکه هم استنادی مدرک حوزه علوم و فناوری هسته‌ای از ۲۹۱ گره یا مدرک تشکیل شده است. پیوند هم استنادی بین مدارک توسط خطوط نشان داده شده است، در کل ۷۹۲ پیوند هم استنادی بین ۲۹۱ مدرک در شبکه هم‌استنادی مدارک برقرارگردید. همانطور که در شکل قابل رویت است، مقالات برتر حوزه علوم و

فناوری هسته در بازه زمانی مذکور ۵۷ خوشه موضوعی را تشکیل دادند.

کسب نمرهٔ ی۰.۸۹۲۶در شاخص سیلهوئت این خوشه نیز نشانگر همگن بودن اعضای آن، در عین حال استقلال کامل این خوشه از سایر ها خوشه‌ها 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. اگر اندازه خوشه کوچک باشد همگن بودن زیاد معنا ندارد.

کسب نمره‌ی ۰.۸۹۸۲در شاخص ماجولاریتی نشان‌دهنده‌ی شبکه‌ی ساختاریافته این حوزه است. هر چه این عدد به یک نزدیک شود، انزوای زیر جزء های شبکه را نشان می‌دهد.



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

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

۵۷ خوشه موضوعی، بر اساس میانگین سال تشکیل، در هرکدام از بازه‌های زمانی ده‌ساله(۱۹۷۲–۱۹۸۱)، (۱۹۸۲–۱۹۹۱)، (۱۹۹۲–۲۰۰۱)، (۲۰۰۲–۲۰۱۱)، (۲۰۱۲–۲۰۲۱)، تفکیک گردیدند. تفسیر موضوعی هر خوشه در ابتدا براساس برچسب‌هایی است

که نرم‌افزار سایت اسپیس به هر خوشه اختصاص می‌دهد. سپس جستجو در داده های اولیه جمع آوری شده از وبگاه علم و مطالعه مقالات و در نهایت نیز با نظر خبرگان حوزه موضوعی علوم و فناوری هسته‌ای انجام گردید، و علت هررخداد بررسی شد. و در نهایت سعی شد خوشه‌های حاصل از هم‌استنادی مدارک حوزه علوم هسته در ابعاد جهانی از نظر خبرگان موضوعی مورد تحلیل قرار گیرد.

خوشه‌های هم‌استنادی مقالات حوزه علوم و فناوری هسته‌ای در دهه‌ی۱۹۷۲-۱۹۸۱

در این بازه زمانی شش خوشه موضوعی تشکیل شد. خوشه شماره ۴۳# قدیمی‌ترین خوشه موضوعی شکل گرفته در این بازه زمانی است. سال ۱۹۷۶میانگین سال تشکیل این خوشه است. موضوع غالب این خوشه طیف سنجی اشعه گاما و یون ثانویه است. خوشه شماره ۰# بزرگترین خوشه موضوعی شکل‌گرفته در این بازه زمانی است. موضوع غالب این خوشه مطالعات کامپیوتری و پروفیل‌ها است.

بصورت کلی در سال ۱۹۷۶ موضوعات طیف سنجی اشعه گاما و یون ثانویه بررسی شده‌است. پس از آن در سال ۱۹۷۷ موضوعات آشکارسازها و مبحث محفظه رانش مطرح شده‌است. تفکیک املاح و کامپوزیت، تحقیق و پژوهش بیشتر بر روی موضوع طیف سنجی اشعه گاما عمده ترین مباحثی هستند که در سال ۱۹۷۸ مطرح شدند.

خوشه‌های هم‌استنادی مقالات حوزه علوم و فناوری هسته‌ای در دهه‌ی۱۹۸۲-۱۹۹۱

در این بازه زمانی ۱۴ خوشه موضوعی تشکیل شد. خوشه شماره ۳۸# قدیمی‌ترین خوشه موضوعی شکل گرفته در این بازه زمانی است. سال ۱۹۸۳میانگین سال تشکیل این خوشه است. موضوع غالب این خوشه ژنراتور تکنسیوم است. خوشه شماره ۴# بزرگترین خوشه موضوعی شکل‌گرفته در این بازه زمانی است. موضوع غالب این خوشه اختلاط پرتو یونی است.

بصورت کلی در سال ۱۹۸۳ موضوع ژنراتور تکنسیوم بررسی شده‌است. پس از آن در سال ۱۹۸۴ موضوعات تست آسیب تشعشع و سوسوزن باریم فلوراید، موضوع آلیاژ Ni_Cr مطرح شده‌است. اختلاط پرتو یونی و شکستن دو رشته‌ای و فشردگی کروموزوم نابهنگام/زود هنگام عمده ترین مباحثی هستند که در سال ۱۹۸۶ مطرح شدند.

علاوه بر این موضوعات در سال ۱۹۸۶ مبحث *الگوریتم*EM *مطرح شد؛* الگوریتم EM یکی از روش‌هایی است که براساس وجود متغیر پنهان امکان برآورد پارامترهای مدل آماری را میسر می‌سازد. الگوریتم EM می‌تواند ابزاری موثر در تحلیل‌های آماری بخصوص برآورد به روش حداکثر تابع درستنمایی باشد. در سال ۱۹۸۷ موضوع محیط فضایی این مورد علاقه پژوهشگران بوده‌است. محیط فضایی محیطی که در سفینه های فضایی ، موجودات زنده در فضا با آن مواجه می شوند و مشخصه آن نبود هوا ، سرمای شدید و تابش خورشیدی است. سال ۱۹۸۸ موضوع برش‌نگاری با گسیل پوزیترون[۱] بررسی شده‌است. برش‌نگاری با گسیل پوزیترون که به اختصار پِت اسکن[۲] گفته می‌شود، روشی نوین است که در علوم تشخیصی در فیزیک پزشکی به ویژه پزشکی هسته‌ای کاربرد پژوهشی فراوانی دارد. شدت نوترونی و مباحث پیرامون آن در سال ۱۹۸۸مورد علاقه پژوهشگران واقع شد. سازمان اروپایی پژوهش‌های هسته‌ای به جهت فعالیت‌های گسترده‌اش از دیگر کلیدواژه مطرح در سال ۱۹۸۸ است. این سازمان از بزرگ‌ترین آزمایشگاه فیزیک ذره‌ای جهان است که در سال ۱۹۵۴ در بخش شمال‌شرقی شهر ژنو در کشور سوییس در مجاورت مرز فرانسه ایجاد شد. فعالیت اصلی این سازمان تهیه و ارائه شتاب‌دهنده ذرات و دیگر زیربناها و ابزارهایی است که برای پژوهش‌های فیزیکی در انرژی‌های بالا استفاده می‌شوند .علاوه بر این مباحث فلوئور۱۸ (F-18) نیزدر سال ۱۹۸۸ مطرح گردیده‌است. فلوئور۱۸ یک ایزوتوپ پرتوزا از عنصر فلوئور است که منبع مهمی برای پوزیترون‌ها محسوب می‌شود. در سال ۱۹۸۸ خوشه‌ای با عنوان حادثه راکتور چرنوبیل شکل گرفته است. فاجعه چرنوبیل حادثه‌ای هسته‌ای بود که در ۲۶ آوریل ۱۹۸۶ در رآکتور هسته‌ای شماره ۴ نیروگاه چرنوبیل رخ داد. این خوشه موضوعی حدودا دوسال بعد ازوقوع این حادثه عظیم هسته‌ای شکل گرفته‌است.

در سال‌های ۱۹۹۰ موضوع حساسیت به تشعشع مطرح گردید این موضوع به آسیب‌پذیری زیاد بافت زنده اشاره دارد. موضوع عایق مغناطیسی در سال ۱۹۹۱ مبحث مورد علاقه پژوهشگران بوده‌است.

خوشه‌های هم‌استنادی مقالات حوزه علوم و فناوری هسته‌ای در دهه‌ی۱۹۹۲-۲۰۰۱

[۱] Positron Emission Tomography
[۲] PET scan

در این بازه زمانی ۱۰ خوشه موضوعی تشکیل شد. خوشه شماره ۶# قدیمی‌ترین و بزرگترین خوشه موضوعی شکل گرفته در این بازه زمانی است. سال ۱۹۹۶میانگین سال تشکیل این خوشه است. رنگ آمیزی کروموزوم‌ها موضوع غالب این خوشه است. بصورت کلی در سال ۱۹۹۶ موضوعات رنگ آمیزی کروموزوم‌ها، وضعیت آسیب آبشاری، آمورف یا بی‌شکل، ترانزیستور دوقطبی یا ترانزیستور پیوندی دوقطبی، راکتور گرماهسته‌ای آزمایشی بین‌المللی(ایتر) از جمله مباحث مورد علاقه پژوهشگران بوده‌است.

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

ترانزیستور دوقطبی یا ترانزیستور پیوندی دوقطبی که یکی از المان‌های نیمه‌هادی است و از آن می‌توان به عنوان سوییچ یا تقویت‌کننده استفاده نمود

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

پس از این موضوعات در سال ۱۹۹۷ موضوعات دی‌اکسید اورانیوم مطرح شده‌است. دی اکسید اورانیوم (UO_2) به طور گسترده در راکتورهای هسته‌ای آب سبک و آب سنگین به عنوان سوخت هسته‌ای مورد استفاده قرار می گیرد و نقطه ذوب بالا ، شکل پذیری مطلوب ، پایداری حرارتی ، ثبات تشعشعی و ترکیب شیمیایی مطلوب از عمده دلایل استفاده از دی اکسید اورانیوم به عنوان سوخت راکتور است.

موضوع پردازش تصویر پزشکی با استفاده از الگوریتم‌های جدید عمده ترین مبحثی بود که در سال ۱۹۹۸ مطرح شد.

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

خوشه‌های هم‌استنادی مقالات حوزه علوم و فناوری هسته‌ای در دهه‌ی۲۰۰۲-۲۰۱۱

در این بازه زمانی ۱۲ خوشه موضوعی تشکیل شد. خوشه شماره ۱۴# قدیمی‌ترین خوشه موضوعی شکل گرفته در این بازه زمانی است. سال ۲۰۰۲ میانگین سال تشکیل این خوشه است. موضوع غالب این خوشه حفاظت در برابر تشعشعات هسته‌ای است. خوشه شماره ۲# بزرگترین خوشه موضوعی شکل‌گرفته در این بازه زمانی است. موضوع غالب این خوشه کاربرد آلیاژهای ODS در محیط‌های هسته‌ای است.

بصورت کلی در سال ۲۰۰۲ 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 ۲۰۰۳ موضوعات الگوریتم‌های تصاویر سه بعدی پزشکی، آشکارسازهای پیکسل در فیزیک ذرات و تصویربرداری مطرح شده‌است. علاوه بر این مباحث در سال ۲۰۰۳ موضوع شتاب دهنده‌ی ذرات مطرح شد. شتاب‌دهنده، دستگاهی است که در آن ذرّات باردار (مانند: ذرات بنیادی، هسته اتم‌ها یا اتم‌های یونیزه شده، مولکول‌ها یا قسمت‌های مولکول) به وسیله 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 ۲۰۰۴ مطرح شدند. پس از آن در سال ۲۰۰۵ مباحث ویژه‌ای از طیف سنجی اشعه گاما مطرح شد. رویکردهای جدید در موضوع پردازش تصاویر پزشکی از جمله مباحث مطرح در سال ۲۰۰۶ بوده‌است. موضوع مورد توجه پژوهشگران در سال۲۰۰۷ کاربرد آلیاژهای ODSدر محیط های هسته‌ای بوده‌است. در سال ۲۰۰۸ موضوعات رادون در خانه ها و خطر ابتلا به سرطان و در سال ۲۰۱۰ موضوع جذب زیستی فلزات از محلول آبی نظر پژوهشگران را به خود جلب کرد.

خوشه‌های هم‌استنادی مقالات حوزه علوم و فناوری هسته‌ای در دهه‌ی۲۰۱۲-۲۰۲۱

در این بازه زمانی ۱۵ خوشه موضوعی تشکیل شد. خوشه شماره ۴۷# قدیمی‌ترین خوشه موضوعی شکل گرفته در این بازه زمانی است. سال ۲۰۱۳ میانگین سال تشکیل این خوشه است. موضوع غالب این خوشه تشکیل حباب در جوشش هسته‌ای است. خوشه شماره ۱# بزرگترین خوشه موضوعی شکل‌گرفته در این بازه زمانی است.

بصورت کلی در سال ۲۰۱۳ موضوع آلیاژ زیرکونیم یکی از مباحث مورد توجه پژوهشگران بوده‌است. آلیاژهای زیرکونیوم محلول‌های جامد زیرکونیوم یا سایر فلزات هستند که 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 موضوع دیگری است که در سال ۲۰۱۳ 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 که در آن همجوشی هسته‌ای رخ می‌دهد، از جمله این مواد می‌توان به ویژه به موادی که برای پوشش دیواره اول یا ناحیه انحرافی در کشتی راکتور مورد استفاده قرار می‌گیرند، اشاره کرد.

پس از آن در سال ۲۰۱۴ موضوع نانو خوشه مطرح شده‌است. نانو خوشه های فلزی حلقه گمشده بین اتم ها و نانو ذرات فلزی هستند و از این رو توجه محققان را به خود جلب کرده است. در سال ۲۰۱۴ 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 موضوعاتی بودند که در سال ۲۰۱۵ مورد توجه پژوهشگران واقع شدند. علت توجه به موضوع غلاف سوختی zircaloy-4 را می‌توان اینگونه توجیه کرد که یکی از اجزا مهم در قلب راکتورغلاف سوخت است که بطور معمول از جنس آلیاژهای زیرکونیم است. پژوهش بر روی مقاومت در برابر آسیب تشعشعات هسته‌ای از دیگر موضوعات داغ پژوهشی در سال ۲۰۱۵ محسوب می‌شود.

موضوع راکتور آب سبک در سال ۲۰۱۶ 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 ۲۰۱۶ مورد توجه واقع شد. در همین سال موضوع تابش نوترون نیز از موضوعات مطرح محسوب می‌گردد. تابش نوترون گونه‌ای از پرتو یونی است که از نوترون‌های آزاد که می‌تواند حاصل یک شکافت هسته‌ای یا همجوشی هسته‌ای باشد، تشکیل شده‌است. 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 ۲۰۱۸ 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 ۲۰۱۸ 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 ۲۰۱۸ است.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از انجام پژوهش حاضر شناسایی روند موضوعی موجود در شبکه‌ی هم‌استنادی مدارک برجسته‌ی حوزه علوم و فناوری هسته‌ای در جهان است. یافته‌های حاصل از تحلیل هم‌استنادی به شناسایی مدارک شاخص هر بازه‌ی زمانی و موضوع آن کمک‌رسان است. تحلیل خبرگان موضوعی در مورد خوشه‌های موضوعی تشکیل شده و مباحث پژوهشی داغ، نشان از صحت و سقم نتایج حاصل از قسمت علم‌سنجی پژوهش دارد. تایید 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 خواهدبود. در متون علم‌سنجی به کرات به استفاده از روش‌های مکمل کیفی، به ویژه مشورت با متخصصان و بکارگیری روش‌های اعتبارسنجیِ متن محور[1] در جهت عمق‌بخشیدن به یافته‌های حاصل از تحلیل‌های علم‌سنجی تأکیدشده است. برای مثال رجوع کنید به(Zavaraqi & Fadaie, 2012؛ McCain,1990؛ He & Hui, 2002) 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 نمره‌ی۰.۸۹۸۲ در شاخص ماجولاریتی شبکه هم‌استنادی مقالات نشان‌دهنده‌ی شبکه‌ی ساختاریافته این حوزه است. بالا بودن شاخص ماجولاریتی نشان می‌دهد که در حوزه علوم و فناوری هسته‌ای در جهان پژوهش‌های چندرشته‌ای و میان‌رشته‌ای چندانی انجام نمی‌شود و پژوهشگران تمایلی به انجام کارهای چندرشته‌ای و میان رشته‌ای ندارند.

[1] Text-based Methods of Validating Results

کسب نمره‌ی۰.۸۹۲۶در شاخص سیلهوئت شبکه هم‌استنادی مقالات حوزه علوم و فناوری هسته‌ای در ابعاد جهانی نیز تاییدکننده‌ی همگن بودن اعضای خوشه‌ها، و در عین حال 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 خوشه‌هار را با همدیگر مقایسه کرد. بصورت کلی در این پژوهش شاخص سیلهوئت برای اغلب خوشه‌ها عدد یک است که این امر نشان از عدم پویایی در حوزه موضوعی مورد پژوهش دارد. خوشه‌هایی که نمره سیلهوئت کمتر از یک کسب کرده‌اند 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 عدم انجام کارهای چندرشته‌ای و میان‌رشته‌ای با دیگر نویسندگان در خوشه‌های دیگر است. بالا بودن شاخص سیلهوئت در شبکه هم‌استنادی مقالات نیز نشان از تخصص‌گرایی نویسندگان حوزه علوم و فناوری هسته‌ای و عدم انجام پژوهش‌های میان‌رشته‌ای و چند رشته‌ای دارد.

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

از نظر خورسندی‌طاسکوه (۱۳۸۸) فعالیت‌های میان‌رشته‌ای در عمل و فرایندکار با پیچیدگی‌ها و چالش‌های خاصی مواجه هستند که عمدتاً، سازمانی و روشی هستند و نتایج و اهداف مد نظر 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 ـ اجتماعی» قابل طبقه‌بندی و توصیف است.

همچنین نتایج تحلیل هم‌استنادی مقالات در ابعاد جهانی نشان داد، خوشه شماره ۰# و خوشه شماره ۱# هر دو با ۲۹ عضو بزرگترین خوشه‌های موضوعی شکل گرفته در بازه زمانی ۱۹۷۲ –۲۰۲۱ هستند. سال ۱۹۷۸ میانگین سال تشکیل خوشه شماره ۰# است و موضوع غالب این خوشه مطالعات کامپیوتری و پروفیل‌ها است. تشکیل خوشه با موضوع مطالعات کامپیوتری در سال ۱۹۷۸ نشان از توجه ویژه و ورود کامپیوتر و استفاده کاربردی از آن در حوزه علوم و فناوری هسته‌ای دارد. خوشه مهم بعدی خوشه شماره ۱# و میانگین سال تشکیل این خوشه سال ۲۰۱۸ است. این خوشه در آخرین بازه زمانی مورد بررسی شکل گرفته‌است، و در واقع جدیدترین خوشه شکل‌گرفته در حوزه علوم وفناوری هسته‌ای محسوب می‌شود. 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 حوزه علوم وفناوری هسته‌ای است. یادگیری عمیق و هوش مصنوعی کمک می‌کند که فرآیندهای تولید انرژی هسته‌ای ارزان‌تر و ساده‌تر انجام شود. می‌توان از یادگیری عمیق در طراحی راکتورهای هسته‌ای کارآمد استفاده کرد.

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 ۲۰۱۲–۲۰۲۱ تشکیل شده‌است. تشکیل بیشترین تعداد خوشه در بازه زمانی آخر نشان از توجه ویژه پژوهشگران جهان به مباحث مختلف حوزه علوم و فناوری هسته‌ای دارد. زمانی‌که خوشه‌های موضوعی بصورت متعادل در یک بازه زمانی شکل گیرند، بیانگر این موضوع است که پژوهشگران آن حوزه موضوعی بصورت متعادل به شاخه‌های مختلف و موضوعات مختلف حوزه موضوعی پرداخته‌اند اما زمانی‌که تعداد خوشه‌ها بصورت نامتعادل در یک بازه زمانی بالا می‌رود نشان از عمق کم پژوهش‌ها و تنوع زیاد موضوعی می‌دهد. وقتی در کشوری صرفا رشد کمی ملاک برتری افراد و موسسات و دانشگاه‌ها باشد باید شاهد شکل‌گیری خوشه‌ها متعدد و کم عمق در آن حوزه موضوعی باشیم. خروجی این پژوهش‌ها هم اغلب بدون کاربرد و بدون توجه به مسائل کشور و الویت‌های پژوهشی کشور است. البته همانطور که تنوع موضوعی و تشکیل خوشه‌های مختلف بصورت افراطی در یک بازه زمانی امری منفی تلقی می‌شود، عدم تشکیل خوشه جدید برای یک حوزه موضوعی نیز امری منفی تلقی می‌شود.

بصورت کلی نتایج حاصل از پژوهش حاضر می‌تواند به ارائه گزارشی از وضعیت علمی حوزه علوم هسته‌ای و شناسایی حوزه‌های قوی و ضعیف پژوهشی و کشف پتانسیل لازم در کارهای پژوهشی حوزه علوم هسته‌ای به منظور 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 زمینه فکری در این حوزه، لزوم بررسی و مطالعه و ترسیم نقشه علمی حوزه 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. دخالت انسان در این روند می‌تواند تغییر و تحولات مطلوب را ایجاد کند (نامداریان، ۱۳۹۵).

پیشنهادهای اجرایی پژوهش

- برگزاری جلساتی با پژوهشگران حوزه 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 حوزه علمی خود در داخل و خارج از کشور؛
- استفاده از ظرفیت علمی اساتید 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 اسکالرو مقایسه نتایج حاصله با پژوهش حاضر؛
- ترسیم و تحلیل تأثیرگذارترین دانشمندان حوزه علوم و فناوری هسته‌ای و ترسیم خطوط فکری آن‌ها؛
- ترسیم و تحلیل مقالات حوزه علوم و فناوری هسته‌ای، از منظر هم‌نویسندگی کشور، سازمان و نویسندگان؛
- ترسیم و تحلیل مقالات حوزه 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 نرم افزارهای دیگری نظیر، هیست سایت، پاژک، پابلیش اور پریش و سایر نرم افزارها با قابلیت‌های متفاوت در تحلیل نتایج .

تقدیر و تشکر

این مقاله از رساله دکترای نویسنده اول مقاله با راهنمایی سرکار خانم دکتر نصرت ریاحی و جناب آقای دکتر حمزه‌علی نورمحمدی، مصوب و دفاع شده در دانشگاه خوارزمی استخراج شده است. نویسندگان بر خود لازم می‌دانند مراتب تشکر صمیمانه خود را از مسئولان پژوهشی دانشگاه خوارزمی به عمل آورند.

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 سال۲۰۱۳. در *دومین کنفرانس ملی سنجش و ارزشیابی علم: ارزشیابی کیفیت نظام های سنجش علم، فناوری و صنعت*، اصفهان. از: https://elmnet.ir/vslg?url=https%3A%2F%2Fsearch.ricest.ac.ir%2FDL%2FDigitization%2FCheckDigitalTypes.aspx%3FDTC%3D36%26DC%3D200241&type=0&id=20971205

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

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

دانیالی، س. و ریاحی‌نیا، ن. (۱۳۹۹). نگاشت شبکه‌های هم‌استنادی مطالعات حوزه کرونا ویروس. *پیاورد سلامت*، ۱۴ (۴)، ۳۵۶-۳۷۰. از *https://payavard.tums.ac.ir/article-1-7045-fa.pdf*

سادات موسوی، ع.، نوشین فرد، ف.، حریری، ن. و محمداسماعیل، ص. (۱۳۹۴). تحلیل ساختار شبکه اجتماعی هم نویسندگی کشورهای حوزه علوم و فناوری هسته ای: شاخص‌های سطح خرد و کلان. *تحقیقات کتابداری و اطلاع رسانی دانشگاهی*، ۴۹(۳)، ۳۵۵-۳۵۳. doi: 10.22059/jlib.2015.57950

شورای علی 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(۲۵)،۹۴. از: https://rahyaft.nrisp.ac.ir/article_13308.html

فاضلی ورزنه، م.، بهمنی،م. و قادری آزاد، ع. (۱۳۹۷). بررسی وضعیت تولیدات علمی ایران در حوزه ی انرژی و سوخت و مقایسه‌ی آن با کشورهای خاورمیانه، *نشریه علم سنجی کاسپین*،۵(۱)،۷-۱۸. doi: org10.22088/cjs.5.1.7

منصوریان، ی. (۱۳۸۹). پنجاه محور پژوهشی در مطالعات علم‌سنجی. *کتاب ماه: کلیات*، ۱۳(۱۰)، ۶۴-۷۱. از: https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/599795/%D9%85%D9%82%D8%A7%D9%84%D9%87-%D9%BE%D9%86%D8%AC%D8%A7%D9%87-%D9%85%D8%AD%D9%88%D8%B1-%D9%BE%DA%98%D9%88%D9%87%D8%B4%DB%8C-%D8%AF%D8%B1-%D9%85%D8%B7%D8%A7%D9%84%D8%B9%D8%A7%D8%AA-%D8%B9%D9%84%D9%85-%D8%B3%D9%86%D8%AC%DB%8C

نامداریان، ل. (۱۳۹۵). مروری بر نقش آزمایشگاه‌ها در سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری، در *دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت و اقتصاد در قرن ۲۱، تهران*. از: *https://www.sid.ir/paper/833253/fa*

نجفی، م. و زارع، ا. (۱۳۹۰). ترسیم نقشه علم نگاری تولیدات علمی حوزه پزشکی هسته ای در نمایه استنادی علوم در سالهای ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹. در *مجموعه مقالات دومین همایش ملی پژوهش و تولید علم در حوزه پزشکی*. بابل. از: https://elmnet.ir/vslg?url=https%3A%2F%2Fsearch.ricest.ac.ir%2FDL%2FDigitization%2FCheckDigitalTypes.aspx%3FDTC%3D36%26DC%3D591&type=0&id=20986499

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

نوروزی، ع.، ابوالقاسمی، م.، و قهرمانی، م. (۱۳۹۱). راهبرد تولید علم بر اساس تحلیل ساختارهای سازمانی و مدیریتی دانشگاه‌ها. *فصلنامه مطالعات مدیریت راهبردی*. (۳) ۱۲۳-۱۴۳. از: https://sid.ir/paper/181578/fa

نوروزی چاکلی، ع. (۱۳۹۲). *آشنایی با علم‌سنجی: (مبانی، مفاهیم، روابط و ریشه‌ها)*. تهران، سمت.

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

همتی، ش. (۱۳۸۸). انرژی هسته‌ای به روایت اسناد مجلس سنا. *پیام بهارستان*،۲(۵)،۵۲۵-۵۴۰. از: https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/574768/%D8%A7%D9%86%D8%B1%DA%98%DB%8C-%D9%87%D8%B3%D8%AA%D9%87-%D8%A7%DB%8C-%D8%A8%D9%87-%D8%B1%D9%88%D8%A7%DB%8C%D8%AA-%D8%A7%D8%B3%D9%86%D8%A7%D8%AF-%D9%85%D8%AC%D9%84%D8%B3-%D8%B3%D9%86%D8%A7

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). Retrieved from https://digitalcommons. unl. edu/libphilprac/4425*.

Daniali, S., & Riahi, N. (2020). Drawing Co-Citation Networks of Corona Virus Studies. *Payavard Salamat*, *14*(4), 356-370. *Retrieved from* https://payavard.tums.ac.ir/article-1-7045-fa.html [In Persian]

Davarpanah, M. R. (2012). Scientometric analysis of nuclear science and technology research output in Iran. *journal of Scholarly Publishing*, *43*(4), 421-439. doi: 10.3138/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. *Retrieved from* https://digitalcommons.unl.edu/libphilprac/4811/

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. DOI:10.22088/cjs.5.1.7 [In Persian]

Hemmati, S. (2008). Nuclear energy according to the documents of the Senate. *Payam-e-Baharestan*, 2(5), 525-540. *Retrieved from* https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/574768/%D8%A7%D9%86%D8%B1%DA%98%DB%8C-%D9%87%D8%B3%D8%AA%D9%87-%D8%A7%DB%8C-%D8%A8%D9%87-%D8%B1%D9%88%D8%A7%DB%8C%D8%AA-%D8%A7%D8%B3%D9%86%D8%A7%D8%AF-%D9%85%D8%AC%D9%84%D8%B3-%D8%B3%D9%86%D8%A7 [In Persian]

Hood, W. W., & Wilson, C. S. (2001). The literature of bibliometrics, scientometrics, and informetrics. *Scientometrics*, *52*, 291-314. *Retrieved from* https://link.springer.com/article/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. doi: 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. In *the second national science assessment and evaluation conference: evaluation of the quality of science, technology and industry assessment systems*, Esfahan. . *Retrieved from* https://elmnet.ir/vslg?url=https%3A%2F%2Fsearch.ricest.ac.ir%2FDL%2FDigitization%2FCheckDigitalTypes.aspx%3FDTC%3D36%26DC%3D200241&type=0&id=20971205 [In Persian]

Khasseh, 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. doi: 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. doi: 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. doi: 10.1002/asi.20991

Loan, F. A., & Shah, U. Y. (2023). The cross-country evaluation of nuclear science and technology publications. *Collection and Curation*, *42*(1), 34-39. doi :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 (e-Journal, 4135*. *Retrieved from* https://digitalcommons.unl.edu/libphilprac/4135/

Mansourian, Y. (2010) Fifty research axes in scientometrics studies. *Koliate ketab mah* , 13(10), 64-71. *Retrieved from* https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/599795/%D9%85%D9%82%D8%A7%D9%84%D9%87-%D9%BE%D9%86%D8%AC%D8%A7%D9%87-%D9%85%D8%AD%D9%88%D8%B1-%D9%BE%DA%98%D9%88%D9%87%D8%B4%DB%8C-%D8%AF%D8%B1-%D9%85%D8%B7%D8%A7%D9%84%D8%B9%D8%A7%D8%AA-%D8%B9%D9%84%D9%85-%D8%B3%D9%86%D8%AC%DB%8C [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. doi: 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. *Proceedings of the second national conference on research and science production in the field of medicine*, babol. *Retrieved from* https://elmnet.ir/vslg?url=https%3A%2F%2Fsearch.ricest.ac.ir%2FDL%2FDigitization%2FCheckDigitalTypes.aspx%3FDTC%3D36%26DC%3D591&type=0&id=20986499 [In Persian]

Namdarian, L. (2015). An overview of the role of laboratories in the policy making of science, technology and innovation, *the second international conference on management and economics in the 21st century*, Tehran. *Retrieved from https://www.sid.ir/paper/833253/fa* [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. [In Persian]

Norouzi, A., Abolghasemi, M., & Gahramani, M. (2013). Science creatting strategy based on organizational structures and management style for high educations centers. *Journal of Strategic Management Studies*, *3*(12), 123-143. *Retrieved from* https://sid.ir/paper/181578/fa [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. . Retrieved from https://www.econjournals.com/index.php/ijeep/article/view/8515

Osareh, F. (2008). Information measurement methods and applications. *Rahyaft*, 11(25), 94. *Retrieved from* https://rahyaft.nrisp.ac.ir/article_13308.html [In Persian]

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. *Retrieved from* https://irjnm.tums.ac.ir/article_39987.html

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. doi: 10.1080/09737766.2015.1069950 .

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

Sadat Mosavi, A., Noshinfard, F., Hariri, N., & Mohammad Esmaeel, 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. doi: 10.22059/jlib.2015.57950 [In Persian]

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

Supreme Council of the Cultural Revolution (2011). Comprehensive scientific map of the country. *Retrieved from* 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. Doi: 10.1007/s11192-006-0118-9

Wood, J. (2011). *Nuclear energy*. Translators Ali Haj Aghazadeh and Mohammad Qanadi Maragheh. Tehran: Nuclear Sciences and technology Research Institute. *Retrieved from* [In Persian]

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

زودآیند ویرایش نشده