



Available in:
Journal.isrc.ac.ir

Journal of Space Science,
Technology & Applications
(Persian)

Vol. 5, No. 2, pp.: 75-88
2026

DOI:
[10.22034/jssta.2025.491794.1219](https://doi.org/10.22034/jssta.2025.491794.1219)

Article Info

Received: 2024-11-27
Accepted: 2025-02-15

Keywords

Technology selection; space
industry; Scientometric
approach; WOS; VOSviewer

How to Cite this article

S. Nasrollahi, E. Chizari, H.
Sedighy, "Exploring the
technology selection in space
industry: A scientometric
analysis approach", *Journal
of Space Science,
Technology & Applications*,
Vol. 5, No. 2, pp. 75-88, 2026.

Exploring the technology selection in space industry: A scientometric analysis approach

Saeid Nasrollahi^{1*}, Emad Chizari², Hasan Sedighy³

^{1*}Research Institute of Returnable Systems, Tehran, Iran
ss.nasrollahi@isrc.ac.ir

²School of Progress Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran
emadchizari@ind.iust.ac.ir

³School of Advanced Technologies, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran
sedighy@iust.ac.ir

Abstract

This study aims to explain and analyzing studies related to technology selection in space industry. The second goal is to understand the current status of research area through scientometric maps such as keyword occurrence analysis, author co-citation analysis, etc. For this purpose, the popular and practical VOS viewer software has been used. In the following, based on the analysis of the previous steps, future paths are discovered with the aim of space technology selection. The "scientometric" approach, means revealing a visual representation of the knowledge structure in the target field. It also focuses on conceptual relationships analysis in scientific documents published in research databases. Basically, this method is used to explain the status of a specific scientific concept and other key elements related to it. In this research, scientific-research documents related to the topic of technology selection in the space industry that have been indexed in the scientific and reputable scopus database until 2024 have been examined. The total number of documents is 145, published by 40 countries. In this study, the results of the analysis are presented with the focus on identifying the most active authors, countries, affiliations, sponsors and other relevant parameters. The present study is unique to provide an overview of technology status in the space industry, along with data charts and graphic diagrams analyses, without considering specific geographical or time constraints. This paper also tries to present a scientific procedure for achieving technology selection in the space industry, so that researchers, organizations and even countries can find their positions for investment, development and participation in a comprehensive manner.

بررسی مفهوم انتخاب فناوری در صنعت فضایی با رویکرد تحلیل علم‌سنجی

سید سعید نصراله‌ی^{۱*}، عماد چیدری^۲ و حسن صدیقی^۳

۱- پژوهشگاه فضایی ایران، تهران، ایران - ss.nasrollahi@isrc.ac.ir

۲- مدیریت تکنولوژی، دانشکده اقتصاد، مدیریت و مهندسی پیشرفت، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران - emadchizari@ind.iust.ac.ir

۳- دانشکده فناوری‌های نوین، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران - sedighy@iust.ac.ir

نویسنده مسئول *

دسترس پذیر در نشانی:

Journal.isrc.ac.ir

دوفصلنامه علوم، فناوری و

کاربردهای فضایی

سال پنجم، شماره ۲، صفحه ۷۵-۸۸

پاییز و زمستان ۱۴۰۴

DOI:

10.22034/jsssta.2025.491794.1219

تاریخچه داوری

دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۱۳

پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۰۳

واژه‌های کلیدی

انتخاب فناوری، صنعت فضایی،
رویکرد علم‌سنجی، پایگاه استنادی
اسکوپوس (Scopus)، نرم‌افزار
VOSviewer

نحوه استناد به این مقاله

سید سعید نصراله‌ی، عماد چیدری و حسن صدیقی، "بررسی مفهوم انتخاب فناوری در صنعت فضایی با رویکرد تحلیل علم‌سنجی"، دوفصلنامه علوم، فناوری و کاربردهای فضایی، جلد پنجم، شماره دوم، صفحات ۷۵-۸۸، ۱۴۰۴.

چکیده

پژوهش حاضر باهدف تبیین و تحلیل مطالعات مربوط به انتخاب فناوری در صنعت فضایی انجام شده است. هدف دیگر، شناخت وضعیت موجود در حوزه پژوهش کنونی بوسیله نقشه‌های علم‌سنجی نظیر تحلیل وقوع کلمات کلیدی، بررسی استناد هم‌زمان نویسنده و ... است. برای این منظور از نرم‌افزار رایج و کاربردی VOSviewer استفاده شده است. در ادامه و با توجه به تحلیل گام‌های قبلی، مسیرهای آتی باهدف انتخاب فناوری فضایی ارائه شده است. از رویکرد "علم‌سنجی" به معنای باز کردن تصویری بدنه دانش در حوزه موردبررسی استفاده شده است که تمرکز آن نیز بر تحلیل روابط مفهومی در مستندات علمی منتشرشده، در پایگاه‌های پژوهشی است. به‌طورکلی از این روش برای توضیح وضعیت یک مفهوم خاص علمی و سایر المان‌های کلیدی مرتبط با آن استفاده می‌شود. در این پژوهش، مدارک علمی-پژوهشی مرتبط با موضوع انتخاب فناوری در صنعت فضایی که در پایگاه علمی و معتبر اسکوپوس تا سال ۲۰۲۴ نمایه شده‌اند، موردبررسی قرارگرفته است. کل مدارک جمع‌آوری شده به تعداد ۱۴۵ مورد است که درمجموع با مشارکت ۴۰ کشور به چاپ رسیده‌اند. در این پژوهش، نتایج تجزیه و تحلیل با نگاه شناسایی فعال‌ترین نویسندگان، کشورها، وابستگی‌ها، حامیان مالی و سایر روندهای مرتبط ارائه شده است. پژوهش حاضر اولین مطالعه‌ای است که به بررسی اجمالی وضعیت یک مفهوم فناورانه در صنعت فضایی همراه با ارائه نمودارهای داده‌ای و تحلیل‌های علم‌سنجی و بدون لحاظ محدودیت جغرافیا یا زمان خاص می‌پردازد. همچنین این مقاله سعی می‌کند یک روال علمی برای رسیدن به انتخاب فناوری در صنعت فضایی ارائه کند تا در پرتو آن، محققان، سازمان‌ها و حتی کشورها بتوانند جایگاه خود را برای سرمایه‌گذاری، توسعه و مشارکت به‌صورت فراگیر دست یابند.

۱- مقدمه

جهانی‌شدن، بر روی ساختارهای سازمانی و افزایش رقابت میان سازمان‌ها و کشورها تأثیرگذار است. از همین رو، مدیریت فناوری و نوآوری به نقطه عطف فرآیند تصمیم‌گیری بدل شده است. به‌طور فزاینده‌ای ضرورت درک وابستگی‌ها و ارتباط بین توانمندی‌های فناورانه و اهداف سازمان‌ها و کشورها، در حال افزایش است [۱]. تغییرات گسترده فناوری به همراه پدیده جهانی‌شدن، بر تشدید رقابت‌های سازمانی و بین‌المللی تأثیر گذاشته است. لذا اهمیت درک رابطه بین قابلیت‌های فناورانه و اهداف سازمانی و حتی ملی انکارناپذیر است. این اهمیت زمانی دوچندان می‌شود که بپذیریم مدیریت فناوری و نوآوری نقش مهمی در فرآیندهای کلان تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری ایفا می‌کند [۲].

اهمیت مدیریت فناوری، استفاده از مفاهیمی مانند «انتخاب فناوری» را رایج‌تر می‌کند. انتخاب فناوری بخش مهمی از مدیریت فناوری است [۳-۵]. انتخاب فناوری، به علت نگاه چندبعدی به فناوری برخلاف روش‌های ارزیابی تک‌معیاره، به‌طور گسترده در زمینه مدیریت فناوری مورد کاربرد قرار می‌گیرد [۶]. به‌طور کلی، انتخاب فناوری تعیین می‌کند که چگونه با تخصیص و مدیریت منابع، به یک یا چند فناوری دست‌یافت درحالی‌که بالاترین بازده و خروجی تأمین شود. به عبارت دیگر، هدف از انتخاب فناوری بهینه، بیشینه‌سازی ارزش کل فناوری‌ها توأمان با کمینه‌سازی کل هزینه‌های "اکتساب/انتقال فناوری" است [۷].

توسعه سریع فناوری‌ها به همراه پیچیدگی و تنوع فزاینده آن‌ها، کار انتخاب فناوری را دشوار کرده است [۸]. حوزه انتخاب فناوری و نحوه‌ی پاسخ‌دهی به آن، سهم مهمی در شکل‌گیری یک توسعه پایدار را دارد. بهترین فناوری‌ها می‌توانند مزیت‌های رقابتی قابل‌توجهی را برای یک کشور یا یک شرکت ایجاد کنند تا سوددهی و هم‌زمان قابلیت‌هایش را افزایش داده تا در گام بعد، توسعه پایدار خود را تحقق بخشد [۹]. در فرآیند انتخاب فناوری، هدف این است که در مورد انتخاب مطلوب‌ترین فناوری‌ها از مجموعه‌ای از انتخاب‌های بالقوه فناوری، تصمیم‌گیری شود. مسئله بهینه‌ی مربوط به انتخاب فناوری‌هایی است که به عملکرد مطلوب محصول با ترکیبی از الزامات احتمالاً متضاد و با لحاظ محدودیت منابع ختم می‌شوند. به عنوان مثال، سازندگان هواپیما زمانی که در مراحل طراحی اولیه و مفهومی هستند، گاهی با این وضعیت مواجه می‌شوند، جایی که

هدف نهایی، تصمیم‌گیری در مورد طراحی هواپیمایی است که بتواند مزیت رقابتی قابل‌توجهی را ارائه دهد و درعین حال قابلیت توسعه با توجه به محدودیت‌های زمانی و مالی را به‌طور قابل قبولی داشته باشد. لذا بهبود عملکرد فنی و درعین حال کاهش هزینه‌ها، شاید در وهله اول دو معیار متضاد به نظر برسند، اما به‌وسیله فرآیند انتخاب فناوری، این تناقض اولیه تسهیل می‌شود. به همین ترتیب در صنعت فضایی نیز انتخاب فناوری نقشی حیاتی را ایفا می‌کند، به‌ویژه زمانی که بین محدودیت‌های بودجه‌ای و نیازهای عملکردی، همگرایی حاصل نشده باشد [۱۰].

به‌طور کلی مفهوم «انتخاب فناوری» در صنایع و موضوعات دیگر نظیر: سیستم‌های حمل‌ونقل [۶]، صنعت نانو [۱۱]، مدیریت انرژی در کشاورزی [۱۲]، زنجیره تأمین مواد کامپوزیت [۱۳] و صنعت انرژی فوتوولتائیک هوشمند [۱۴] نیز مطرح شده است تا به سؤالات اساسی فناورانه مرتبط پاسخ دهد. یکی از ابزارهای انتخاب فناوری، رویکرد "علم‌سنجی" است.

به‌طور کلی، علم‌سنجی ابزاری مهم در فرآیند انتخاب فناوری است که می‌تواند با ارائه داده‌ها و تحلیل‌های دقیق به تصمیم‌گیری‌های بهتر در زمینه تحقیق و توسعه کمک کند. علم‌سنجی به مطالعه و تحلیل کمی علم و فناوری می‌پردازد. این ابزار به بررسی تولید علم، انتشار مقالات، استنادها و تأثیرات علمی می‌پردازد. علم‌سنجی می‌تواند به ارزیابی و تحلیل مدارک علمی منتشره، شناسایی روندهای نوآورانه، مقایسه و شناسایی خلأهای علمی و درنهایت مدیریت بهینه منابع و شناسایی همکاری‌های علمی در توسعه فناوری‌های پیشرو کمک کند.

در حوزه فضایی، تنها چند نمونه از تحقیقات به جایگاه فناوری در صنعت فضایی به‌وسیله تکنیک‌های علم‌سنجی پرداخته‌اند. «تحلیل علم‌سنجی پژوهش‌های اخیر هوافضا» [۱۵]، «کاربرد ابزار کتاب‌سنجی برای مطالعه روندهای فناوری فضایی» [۱۶]، «ترسیم نقشه شبکه هم‌نویسندگی و ضریب مشارکت علمی پژوهشگران ایرانی در حوزه هوافضا در شاخص ارجاع علمی تا سال ۲۰۱۴» [۱۷]، «هوافضا: مطالعه علم‌سنجی و تحلیل شاخص‌های مرکزیت شبکه هم‌نویسندگی محققان» [۱۸]، «تجزیه و تحلیل علم‌سنجی ادبیات هوافضا بر اساس پایگاه داده اسکوپوس» [۱۹]، «جفت کتابشناختی و تجزیه و تحلیل شبکه مشترک بر روی انتشارات هوافضا: بر اساس رویکرد علم‌سنجی» [۲۰]، «تحلیل علم‌سنجی در مورد هواپیماهای

مؤسسات حمایتی و تعداد مقالات بر اساس عناوین و سال انتشار مجله مورد تحلیل قرار گرفتند. همچنین رابطه بین تعداد مقالات در موضوعات مختلف مجلات و توسعه حوزه‌های مرتبط با تحقیقات فضایی در اوکراین نیز مورد بررسی قرار گرفته است [۲۴].

در پژوهش حاضر، وضعیت یک فرآیند فناورانه در صنعت فضایی، صرف‌نظر از جغرافیا یا زمان خاص با نمودارهای مختلف و با رویکرد علم‌سنجی مورد بررسی قرار گرفته است. این نگاه در نوع خود یک موضوع منحصر به فرد است. در واقع، در این پژوهش، موضوع انتخاب فناوری در صنعت فضایی را بر اساس تکنیک‌های علم‌سنجی، تحلیل خواهد شد.

پیش‌ازاین، تحقیقات علم‌سنجی مشابهی در حوزه فضا، هوافضا و صنایع هوانوردی یا برخی محصولات مهم زیرمجموعه این صنایع انجام شده است. به عنوان نمونه روند صنایع مذکور در یک کشور خاص تحت مفاهیم خاصی مانند دیجیتالی شدن، توسعه اقتصادی و ... بررسی شده است. لیکن پژوهشی پیرامون یک مفهوم یا روند فناورانه در صنعت فضایی به صورت یکپارچه و بدون توجه به جغرافیای خاص، در پژوهش‌های حوزه فضایی مشاهده نشده است. در پژوهش حاضر، وضعیت کلان مفهوم "انتخاب فناوری" در صنعت فضایی، صرف‌نظر از جغرافیا یا زمان خاص با ارائه نقشه‌ها و نمودارهای گرافی مختلف به همراه تحلیل علم‌سنجی بررسی شده است. این موضوع در نوع خود یک موضوع قابل توجه است. این فرآیند، الگوهای پنهانی موجود در پژوهش‌های منتخب را یافته، مدارک علمی را طبقه‌بندی کرده است و به سازمان‌دهی و جهت‌دهی تحقیقات آتی کمک می‌کند.

همچنین، این مقاله به شناسایی حوزه‌ها و روندهای پراگنده و بدیع به منظور درک چالش پژوهش در انتخاب فناوری در صنعت فضایی کمک می‌کند. علاوه بر این، با شناخت روند فعلی، صنایع و دولت‌ها می‌توانند سرمایه‌گذاری‌ها و حمایت‌های خود را جهت‌دهی کرده و در نتیجه منافع خود را به حداکثر برسانند. همچنین از مزایای پژوهش حاضر برای صنعت فضایی بررسی توان بالقوه همکاری دوجانبه و چندجانبه بین محققان و مؤسسات بین‌المللی در راستای انتخاب، مدیریت و توسعه فناوری‌های کلیدی با همکاری نهادهای حامی صنعت فضایی است. به‌طور کلی، با پذیرش رویکرد علم‌سنجی

کنترل از راه دور با روش RPA « [۲۱] و «چگونه یک الگوریتم ترکیبی باکیفیت برای محققان هوافضا با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی انتخاب کنیم؟» [۲۲]، از جمله این تحقیقات هستند.

Ganguli در پژوهشی با عنوان «تحلیل علم‌سنجی تحقیقات اخیر هوافضا» نشان داد که در شاخص "نسبت تعداد نشریات مرتبط با حوزه هوافضا به جمعیت" در جهان، کشورهای سنگاپور، هلند، استرالیا و آمریکا در رتبه‌های اول تا چهارم قرار دارند. همچنین این رتبه‌بندی برای دانشگاه‌ها و مراکز علمی تحقیقاتی بر اساس "شاخص اچ^۱" به ترتیب ذیل است؛ اول «دانشگاه هوانوردی و فضاوردی پکن» با شاخص ۴۸، دوم «ناسا» با شاخص ۲۴ و سوم «دانشگاه هوانوردی و فضاوردی نانجینگ» با شاخص ۱۸ [۱۵].

در تحقیقات دیگری در سال ۲۰۱۰، Alonso-Valdivielso و Antonio طی چندین مطالعه کتاب‌سنجی به بررسی فعالیت‌های کتابخانه‌های تخصصی نجوم و هوافضا، مانند "موسسه ملی فناوری هوافضا (INTA)^۲" و "مرکز اختر بیولوژی (CAB)" در کشور اسپانیا پرداخته‌اند. تلاش‌های ایشان تأیید می‌کند که تکنیک‌های کتاب‌سنجی در زمینه‌های مختلفی مانند حفظ، استخراج، انتشار نتایج و تسهیل مدیریت اطلاعات داخلی در حوزه فناوری بسیار مؤثر است [۲۳].

Pelicioni و دیگران در سال ۲۰۱۸ در تحقیقات خود با استفاده از تحلیل کتابشناختی به بررسی مقالات نمایه شده در پایگاه اسکوپوس در بازه زمانی سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۵ و درباره فناوری‌های فضایی پرداخته‌اند. در پژوهش مذکور، کلیدواژه‌های فناوری فضایی، ماهواره، پرتابگر فضایی، فضاپیما، موشک و ایستگاه فضایی مدنظر قرار گرفته‌اند. نتیجه تحقیق فوق نشان داد که در حوزه فناوری فضایی، تمرکز بر ماهواره و پرتاب ماهواره است. همچنین نتایج این تحقیق تأیید کرد که آیت‌های "هزینه" و "پشتیبانی عملیاتی" در توسعه فناوری‌های جدید، چالش‌زا هستند. به علاوه اینکه در سال‌های آتی، فناوری‌های جدیدی توسعه خواهند یافت که قابلیت استفاده در ماهواره‌های کوچک را دارند [۱۶].

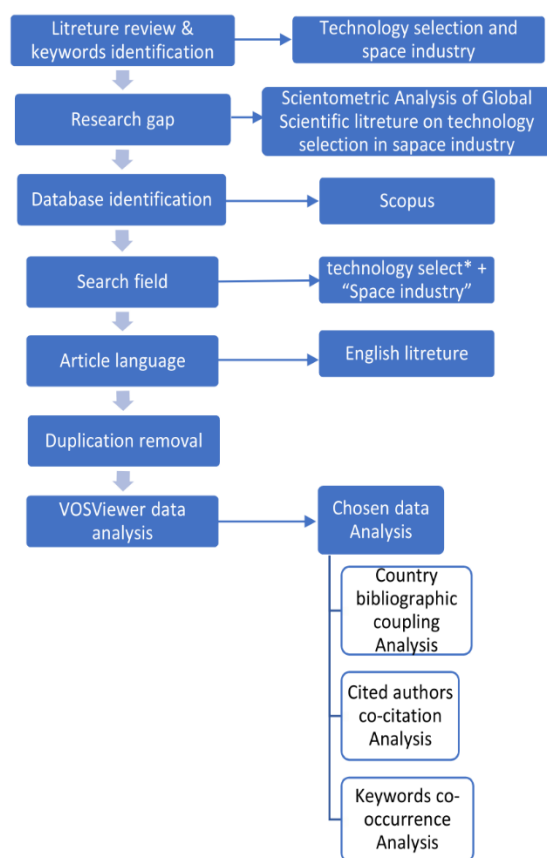
در سال ۲۰۲۰، Vavilova و دیگران، مجله اوکراینی «علوم و فناوری فضایی: آمار و علم‌سنجی ۱۹۹۵-۲۰۲۰» را شامل ۱۲۵ شماره و ۱۹ پیوست با روش تحلیل آماری و علم‌سنجی مورد بررسی قرار داده‌اند. مستندات علمی مربوطه بر اساس پراکندگی جغرافیایی،

¹ H-index

² National Institute for Aerospace Technology

ایجاد نمایش‌های گرافیکی و نمودارهای داده‌ای از اطلاعات جمع‌آوری شده است [۲۷].

با توجه به عنوان پژوهش، کلیدواژه "انتخاب فناوری + صنعت فضایی" برای جستجو در پایگاه داده اسکوپوس مشخص شد که در مجموع تعداد ۱۴۵ مدرک علمی به عنوان نتیجه جستجو بازیابی شدند. در گام بعد، مقالات به دست آمده در بانک اطلاعاتی نرم افزار VOSviewer قرار گرفتند. شکل ۱ روند و روش تحقیق انجام شده در این پژوهش را به طور کلی نشان می‌دهد. مراحل بعدی کار، در ادامه تشریح خواهند شد.



شکل (۱): روش تحقیق و روند پژوهش

۳- ارزیابی و تحلیل یافته‌ها

در این بخش به تحلیل آماری مدارک علمی جمع‌آوری شده پرداخته خواهد شد.

می‌توان حرکت کلی جوامع علمی را شناخت و از پرتو آن برای ریل‌گذاری و یا حتی صحت‌سنجی مسیر کنونی استفاده کرد.

در ادامه، مقاله حاضر به شرح زیر سازمان‌دهی شده است: بخش ۲ روش تحقیق مورد استفاده را شرح می‌دهد، بخش ۳ به ارزیابی و تحلیل یافته‌ها می‌پردازد، بخش ۴ مسیر آینده فناوری و چشم‌انداز و فرصت‌های در دسترس را مورد بحث و بررسی قرار می‌دهد و در نهایت بخش ۵ نتیجه‌گیری و پیشنهادات آتی برای ادامه مسیر را ارائه می‌کند.

۲- روش تحقیق

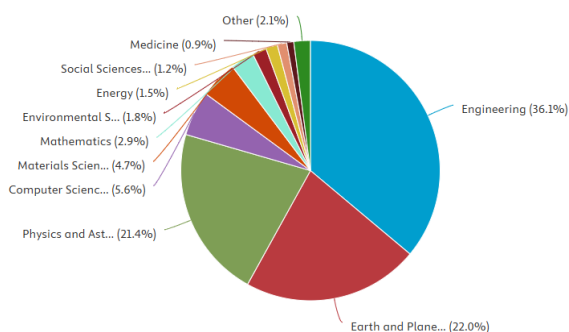
روش‌های ارزیابی فعالیت‌های علمی شامل: تدوین سیاست‌ها و خط‌مشی‌های علمی و پژوهشی، بررسی ارتباطات علمی و تحلیل استنادی، ارزیابی کمی و کیفی منابع و انتشارات علمی، مطالعه برون‌داد، تعیین بازدهی/ عملکرد و میزان تأثیرگذاری علمی می‌شود. علم‌سنجی یکی از رایج‌ترین روش‌های کمی ارزیابی فعالیت‌های علمی است. شاخص‌های علم‌سنجی که روندهای پژوهشی را در جوامع مختلف علمی توصیف می‌کنند، می‌توانند به عنوان ابزارهای مفیدی برای مدیریت تحقیقات و سیاست‌گذاری علمی مورد استفاده قرار گیرند. ضمن اینکه به شناسایی سطح پذیرش و اصالت حوزه‌های مختلف علمی نیز کمک می‌کنند [۲۵]. در واقع علم‌سنجی یک فرآیند کمی است که به محققان برای درک سریع‌تر و بهتر وضعیت متغیرهای علمی و نحوه ارتباط آن‌ها کمک می‌کند [۲۶].

در گام اول این پژوهش، اطلاعات علم‌سنجی با عبارت و کلیدواژه‌های ("technology select* + "space industry") یا همان انتخاب فناوری در صنعت فضایی، بدون دست‌کاری و مربوط به بازه زمانی سال ۱۹۸۵ تا سال ۲۰۲۴ میلادی از پایگاه داده علمی اسکوپوس جمع‌آوری شد. در اینجا منظور از «دست‌کاری» این است که برخی از داده‌ها بدون هیچ آزمایش یا اعتبارسنجی دیگری تغییر یافته و به صورت غیر حرفه‌ای ارائه شوند. سپس داده‌های حاصله از اسکوپوس در قالب سند متنی (CSV). گردآوری شدند. پس از بارگیری نتایج و قبل از تجزیه و تحلیل، موارد تکراری توسط نرم‌افزار علم‌سنجی VOSviewer حذف شدند. دلیل استفاده از نرم‌افزار مذکور در این تحقیق، دسترسی آسان و رایگان به این نرم‌افزار، امکان محاسبه وابستگی‌ها و ارائه تحلیل‌های بازدهی و همچنین امکان

نو بودن، در حال رشد بودن و عمیق نشدن سطح مطالعات کنونی در حوزه موردتحقیق جستجو کرد.

۳-۳- مقالات از منظر حوزه موضوعی

همان‌طور که در نمودار شکل ۳ قابل‌مشاهده است، از مجموع ۱۴۵ مدرک علمی مستخرج‌شده، برحسب طبقه‌بندی موضوعی^۴ نمایه‌شده در اسکوپوس، حدود ۳۶٪ از کل مستندات علمی مربوط به علوم مهندسی، ۲۲٪ مربوط به مطالعات زمین و سیارات، ۲۱٪ مربوط به مطالعات فیزیک و اخترشناسی، ۶٪ مربوط به علوم کامپیوتر است. سایر حوزه‌های موضوعی ازجمله علم مواد، ریاضیات، علوم محیطی، انرژی، علوم اجتماعی، پزشکی و سایر، دارای سهمی کمتر از ۵ درصد هستند. همان‌طور که در طبقه‌بندی بالا مشخص است، سهم علوم مدیریتی و علوم انتخاب^۵، در موضوع مورد مطالعه بسیار پایین است.



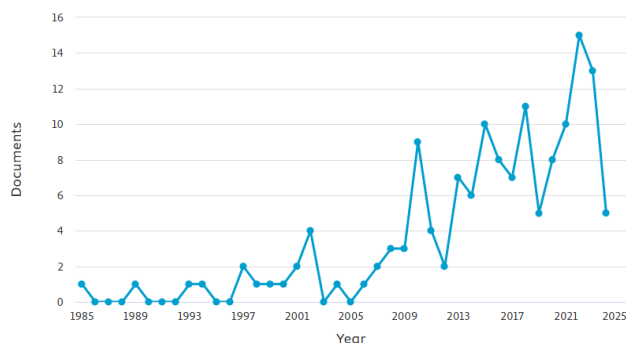
Subject area ↓	Documents ↓
Engineering	123
Earth and Planetary Sciences	75
Physics and Astronomy	73
Computer Science	19
Materials Science	16
Mathematics	10
Environmental Science	6
Energy	5
Social Sciences	4

شکل (۳): مقالات از منظر طبقه‌بندی اسکوپوس با توجه به حوزه موضوعی

۳-۱- ارزیابی بر اساس نرخ رشد سالیانه

همان‌طور که اشاره شد، تعداد ۱۴۵ مدرک علمی از پایگاه داده اسکوپوس جمع‌آوری شدند. در نمودار شکل ۲، میزان فراوانی مقاله‌ها در طول زمان نمایش داده‌شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، سال ۲۰۲۲ بیشترین انتشار را با ۱۵ مورد داشته است. بسیاری از سال‌ها نیز بدون انتشار در موضوع موردتحقیق سپری‌شده است. اولین سند در مورد موضوع این تحقیق نیز در سال ۱۹۸۵ منتشرشده است.

Documents by year



شکل (۲): میزان فراوانی مدارک علمی مرتبط با انتخاب فناوری در صنعت فضایی در پایگاه اسکوپوس بر حسب سال

همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده‌شده است، اگرچه تعداد مقالات در چندین سال دچار نوسان بوده است، اما می‌توان روند صعودی آن را مشاهده کرد، به‌ویژه این روند در سال ۲۰۱۰ از جهش قابل توجهی برخوردار شده است تا اینکه تعداد آن‌ها در بین سال‌های ۲۰۲۱ تا ۲۰۲۳ به حدود ۲۷ درصد از کل مدارک علمی منتشره در بین سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۲۴ رسیده است.

۳-۲- ارزیابی بر اساس نوع مستندات علمی^۳

از بین ۱۴۵ مدرک علمی استخراجی از پایگاه علمی اسکوپوس، طبق دسته‌بندی انجام‌شده توسط پایگاه مذکور، ۷۳٪ مقاله کنفرانسی، ۲۲٪ مقاله علمی-پژوهشی، حدود ۴٪ کتاب یا فصل‌هایی از کتاب و سایر موارد نیز مربوط به مقالات مروری و گزارش‌های علمی است. علت بیشتر بودن سهم مقالات کنفرانسی را می‌توان در

⁴ Subject area

⁵ Decision sciences

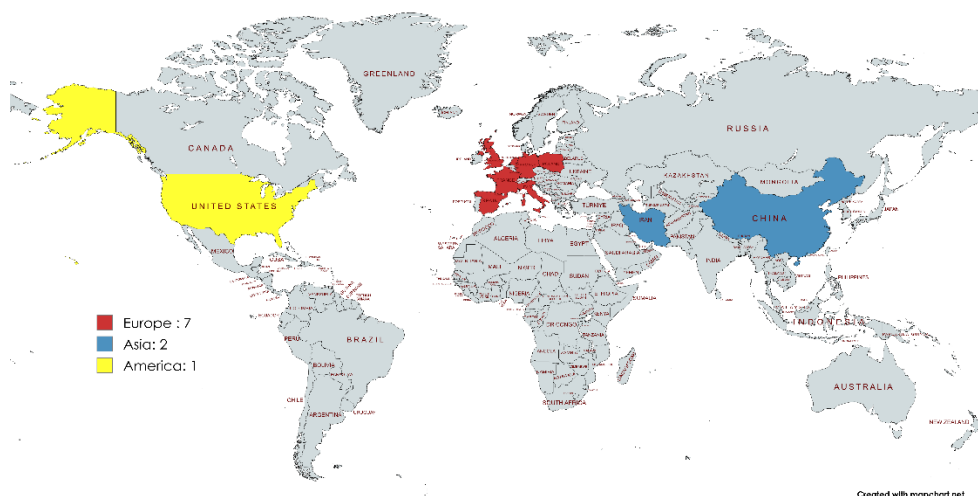
³ Documents by type

۳-۴- ارزیابی مقالات از منظر وابستگی‌ها^۶

از ۱۴۵ مدرک علمی مستخرج‌شده، ۸ مورد توسط محققان مرکز هوافضای آلمان^۷، همچنین همین تعداد توسط پژوهشگران مرکز پژوهش و فناوری فضایی اروپا^۸، ۶ مورد توسط شرکت هوافضای OHB آلمان، ۶ مورد توسط محققان شرکت فضایی و دفاعی ایرباس، ۴ مورد توسط محققان اداره کل هوانوردی و فضایی (ناسا) و همین تعداد توسط پژوهشگران CNES (به‌عنوان یکی از زیرمجموعه‌های آژانس فضایی اروپا) و شرکت فضایی فرانسوی تیلز^۹ منتشر شده است. سایر دانشگاه‌ها و مراکز علمی کمتر از ۴ مقاله علمی در موضوع فناوری فضایی داشته‌اند.

۳-۵- ارزیابی وضعیت کشورها

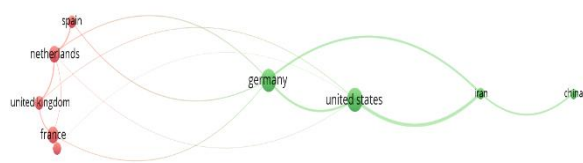
کشورهای پیشرو در زمینه پژوهش انتخاب فناوری در صنعت فضایی مبتنی بر پایگاه اسکوپوس بر اساس پراکندگی جغرافیایی و به تفکیک قاره‌ها در شکل ۴ نمایش داده شده است. موضوع قابل توجه در این نقشه عدم حضور هیچ کشوری از قاره آفریقا در بین ۱۵ کشور برتر است. علاوه بر این، به‌غیر از ایران که از کشورهای در حال توسعه محسوب می‌شود، سایر کشورهای مشخص شده، کشورهای توسعه‌یافته هستند.



شکل (۴): توزیع جغرافیایی ۱۰ کشور برتر جهان در موضوع پژوهش طبق پایگاه اسکوپوس که با استفاده از لینک

<https://mapchart.net/world.html> تولید شده است

برای هر کشور حداقل تعداد مدارک علمی برای ورود به تحلیل، ۵ مورد تعیین شده است که در نتیجه از مجموع ۴۰ کشوری که در این زمینه، تحقیقاتی را منتشر کرده‌اند، تنها ۱۰ کشور در نمودار مذکور قرار گرفته‌اند.



به‌منظور درک بهتر نیز در شکل ۵ در قالب یک گراف شبکه‌ای، فعالیت‌های ۱۰ کشور پرکار و روابط آن‌ها در موضوع انتخاب فناوری در صنعت فضایی به تصویر کشیده شده است. این گراف توسط نرم‌افزار VOSviewer رسم شده است. برای رسم گراف، بایستی یک «واحد تجزیه و تحلیل»^{۱۰} مشخص شود و دیگری «نوع تحلیل»^{۱۱}. در گراف شکل ۴، کشور به‌عنوان واحد تجزیه و تحلیل و نوع تحلیل بر اساس «جفت کتابشناختی»^{۱۲} به مفهوم میزان ارتباط بین مدارک علمی بر اساس تعداد ارجاعات مشترک انتخاب شده‌اند.

⁹ Thales Alenia Space

¹⁰ Unit of analysis

¹¹ Type of analysis

¹² Bibliographic coupling

⁶ Affiliations

⁷ DLR: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V) به

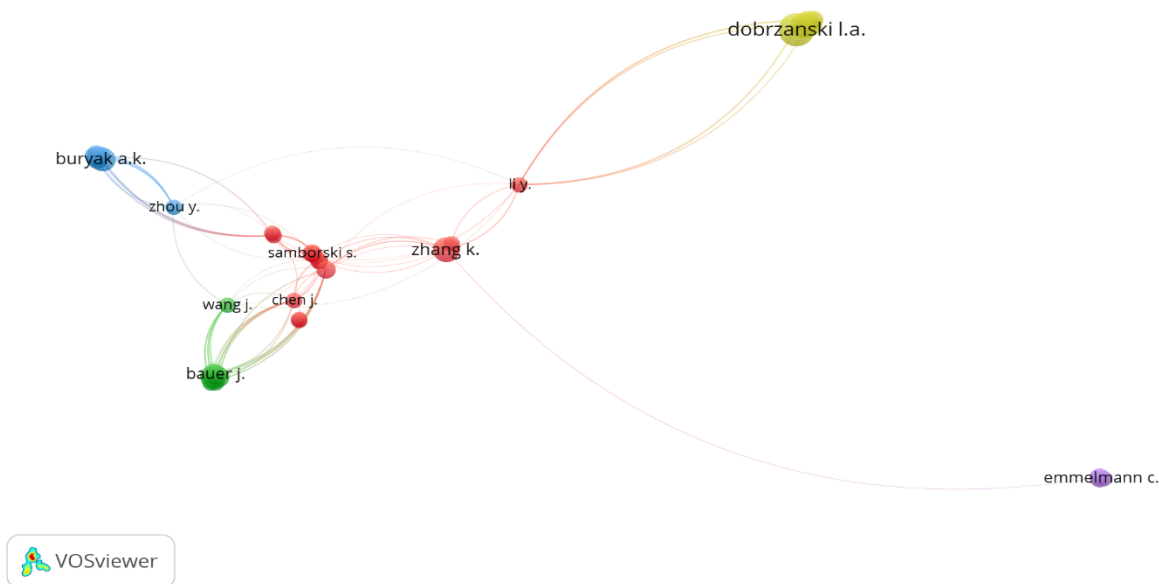
آلمانی:

⁸ ESTEC

نرم افزار محاسبه و تخصیص داده شده است. تراکم خطوط بین کشورها، حجم فعالیت های مشترک علمی بین آنها را بر اساس مستندات ورودی به نرم افزار نشان می دهد. به عنوان مثال، مشاهده می شود که ارتباط بین ایران و آمریکا با قدرت پیوند ۲۰۷، قوی ترین ارتباط بین کشورها را در موضوع تحقیق نشان می دهد. که این موضوع می تواند ناشی از ارتباط دانشجویان و پژوهشگران ایرانی با دانشگاه ها و مراکز تحقیقاتی آمریکایی باشد.

۳-۶- پر استنادترین نویسندگان

- در میان ۱۴۵ مدرک علمی برگزیده، ۳ نویسنده برتر بر اساس تعداد استنادها و کل پیوندها به شرح زیر است:
- Dobrzanski I.a با ۲۳ استناد و ۹۶۶ پیوند
 - Dobrzanska-Danikiewicz a.d با ۱۴ استناد و ۷۱۴ پیوند
 - Achtelek-franczak a با ۱۰ استناد و ۵۵۰ پیوند



شکل (۶): گراف هم استنادی نویسندگان در زمینه پژوهش انتخاب فناوری در صنعت هوا فضا طبق اسناد منتخب اسکوپوس

«هم استنادی^{۱۵}» به مفهوم میزان ارتباط نویسندگان با یکدیگر از لحاظ استناد توأمان به آنها، به عنوان «نوع تحلیل» انتخاب شده اند.

شکل (۵): پرکارترین کشورها در زمینه پژوهش انتخاب فناوری در صنعت فضایی طبق اسناد منتخب اسکوپوس

طبق نتایج به دست آمده، سه کشور ایالات متحده آمریکا، آلمان و فرانسه به ترتیب با ۲۹، ۲۷ و ۱۵ مدرک علمی، بیشترین تعداد مدارک علمی را در بین ۱۴۵ مدرک مستخرج شده را به خود اختصاص داده اند. همچنین پژوهش های علمی سه کشور آلمان، ایالات متحده آمریکا و هلند به ترتیب با ۴۹۳، ۱۳۴ و ۹۰ استناد، دارای بیشترین تعداد استناد هستند.

شکل ۵، قدرت علمی کشورها از منظر استنادها، پیوندها و انتشارات، در موضوع فناوری در فضایی را به صورت گرافی نمایش می دهد. شاخص مجموع قدرت پیوند^{۱۳} نیز نشان دهنده میزان تأثیرگذاری انتشارات تولیدی یک کشور در مقایسه با سایر کشورهای مرتبط با موضوع پژوهش است [۲۸]. ایران با شاخص ۳۵۸، دارای بالاترین قدرت پیوند است و کشورهای آمریکا و آلمان به ترتیب با شاخص ۳۲۰ و ۲۳۵ پس از ایران قرار دارند. اعداد اعلامی نیز توسط

برای درک بهتر از استنادهای مشترک و روابط بین نویسندگان در موضوع مورد پژوهش، نقشه هم استنادی نویسندگان در شکل ۶ ارائه شده است. بدین منظور برای استفاده از نرم افزار VOSviewer، «نویسندگان استناد شده^{۱۴}» به عنوان «واحد تحلیل» و

¹⁵ Co-citation

¹³ Total link strength

¹⁴ Cited authors

خوشه‌ها در ارتباط هستند ولی بازیگران حاضر در سایر خوشه‌ها تنها با یک یا چند خوشه در ارتباط هستند. خوشه سوم (آبی) متشکل از نویسندگانی از اروپای شرقی، ترکیه و چین است. خوشه چهارم (زرد) را می‌توان خوشه نویسندگان پرکار و پر استناد نامید که به واسطه حجم بالای استنادها و فعالیت‌ها، منجر به ایجاد یک خوشه مجزا شده است.

در خوشه ۵ (بنفش)، به‌عنوان آخرین خوشه، در مجموع شامل ۳ بازیگر است که هر ۳ متعلق به دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی آلمانی هستند.

۳-۷- وقوع کلمات کلیدی در طول زمان

میزان هم‌زمانی کلمات کلیدی، ابزاری است که با استفاده از آن می‌توان به کشف الگوهای پنهان و میزان ارتباط شناختی بین اسناد علمی پرداخت (۲۵). بدین منظور و برای ارزیابی ۱۴۵ سند علمی حاضر در پژوهش حاضر، مجدد از نرم‌افزار VOSviewer استفاده شده است.

بدین ترتیب که «All keywords» به‌عنوان «واحد تحلیل» و «هم‌وقوعی»^{۱۸} به‌عنوان «نوع تحلیل» انتخاب شدند. هم‌وقوعی به مفهوم تعداد اسناد علمی است که کلمات کلیدی، هم‌زمان در آن‌ها تکرار شده‌اند. «روش شمارش» نیز «شمارش کامل» است، یعنی محاسبه تکرار کلمه بدون در نظر گرفتن میزان تعداد سایر کلمات کلیدی در هر سند مشترک. حداقل تعداد تکرار یک کلمه کلیدی برای ورود به ارزیابی، ۵ بار تعیین شده است. لذا از مجموع ۱۷۶۷ کلمه کلیدی در ۱۴۵ مدرک علمی حاضر، تنها ۵۰ کلمه کلیدی وارد تحلیل شده‌اند. لازم به ذکر است که گزینه «All keywords» به مفهوم کلمات کلیدی مشخص‌شده توسط نویسنده اثر در بعد از چکیده^{۱۹}، به‌اضافه کلمات کلیدی شناسایی‌شده توسط نرم‌افزار است.

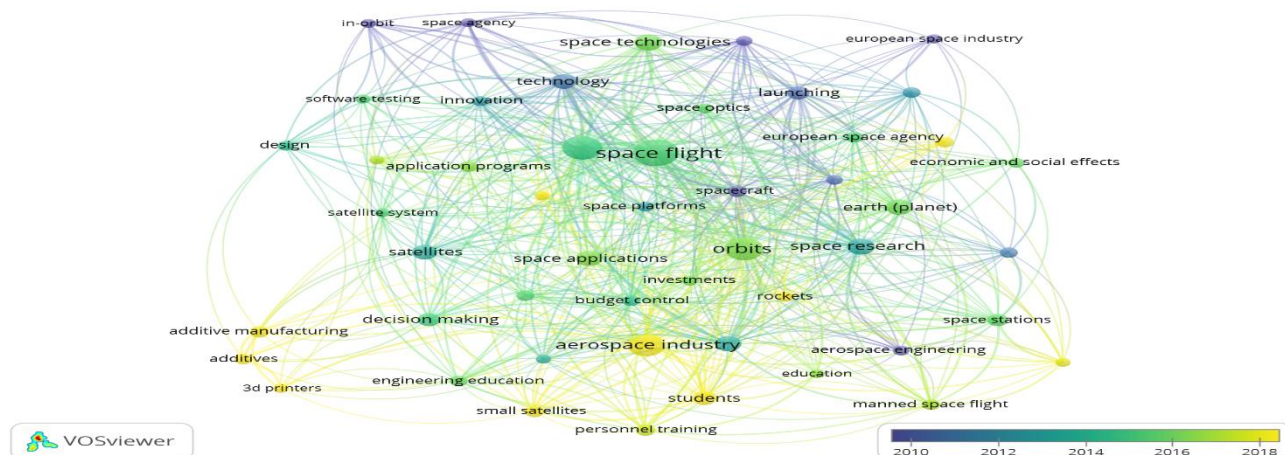
«روش شمارش»^{۱۶} نیز «شمارش کامل»^{۱۷} در نظر گرفته شده است. منظور از شمارش کامل یعنی فرد در هر تعدادی از خروجی‌های پژوهشی مشارکت داشته باشد، به همان تعداد شمارش می‌شود. برعکس، در شمارش نسبی تعداد خروجی‌های پژوهشی هر نویسنده با توجه به تعداد نویسندگان مشترک هر اثر محاسبه می‌شود. برای مثال اگر یک مقاله دارای دو نویسنده باشد، میزان مشارکت هر یک از آن‌ها می‌شود ۰/۵. اما اگر ۳ نویسنده وجود داشته باشد، میزان تأثیرگذاری هر یک از آن‌ها ۰/۳۳ محاسبه می‌شود. برای ورود به تحلیل گرافی، حداقل تعداد استناد به یک نویسنده ۵ استناد تعیین شده است که در نتیجه این شرط، از مجموع ۵۰۸۵ نویسنده، تنها ۶۰ نویسنده وارد گراف شده‌اند.

همان‌طور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، گراف هم‌استنادی از ۵ خوشه رنگی تشکیل شده است. خوشه‌ها توسط نرم‌افزار ساخته شده‌اند بدین ترتیب که گره‌ها یا نویسندگان برحسب تعداد اتصالاتشان با یکدیگر، در خوشه‌ها دسته‌بندی شده‌اند. به عبارت دیگر، اتصالات بین گره‌های یک خوشه، قوی‌تر از اتصالاتی است که با گره‌های سایر خوشه‌ها دارند. میزان تراکم ارتباطات بین نویسندگان نیز نشان‌دهنده تعداد انتشارات دارای استناد مشترک است. با این توضیحات، کل گراف شامل ۵ خوشه می‌شود. خوشه ۱ بارنگ قرمز شامل ۱۴ نویسنده، خوشه ۲ بارنگ سبز شامل ۹ نویسنده، خوشه ۳ بارنگ آبی با ۸ نویسنده، خوشه ۴ بارنگ زرد با ۵ نویسنده و خوشه ۵ بارنگ بنفش شامل ۳ نویسنده نمایش داده می‌شود.

تحلیل خوشه‌ها نشان داد که خوشه ۱ (قرمز) بیشتر شامل نویسندگان چینی، اروپای شرقی و ایرانی است. خوشه ۲ (سبز)، متشکل از نویسندگان کشورهای مختلف است، اما غلبه با نویسندگان اروپایی است. تفاوت قابل توجه این خوشه و سایر خوشه‌ها با خوشه ۱، تراکم تعامل و میزان همکاری نویسندگان حاضر در خوشه ۱ با سایر خوشه‌ها است. به‌طوری‌که نویسندگان خوشه ۱ با تمامی

¹⁸ Co-occurrence
¹⁹ Author keywords

¹⁶ Counting method
¹⁷ Full counting



شکل (۷): گراف هم‌زمانی وقوع کلمات کلیدی در طول زمان در زمینه پژوهش انتخاب فناوری‌های فضایی طبق داده‌های اسکوپوس

«فناوری» در بازه‌ی اول زمانی، کلیدواژه‌های «ماهواره‌ها»، «تصمیم‌گیری»، «پرواز فضایی» و «پلتفرم‌های فضایی» در بازه‌ی دوم و کلیدواژه‌های «ماهواره‌های کوچک»، «چاپگرهای ۳ بعدی»، «آموزش پرسنل» و «تولید مواد افزودنی^{۲۰}» نیز در بازه‌ی پس از ۲۰۱۶ قرار می‌گیرند.

۳-۸- ارزیابی مدارک علمی از منظر حمایت‌کنندگان

به‌طور کلی تعداد ۱۵ موسسه تحقیقاتی و صنعتی از ۱۴۵ مدرک علمی مورد بررسی حمایت کرده‌اند. همان‌طور که قابل پیش‌بینی بود، آژانس فضایی اروپا^{۲۱} و ناسا، هر یک با حمایت از ۵ مدرک علمی، بیشترین سهم را به خود اختصاص داده‌اند. پس‌ازاین دو موسسه، آژانس فضایی ایتالیا، مرکز هوافضای آلمان، یکی از زیرمجموعه‌های مرکز هوافضای آلمان با عنوان DLR، جامعه اکولوژی آمریکا و کمیسیون اروپا هر یک با حمایت از ۲ مستند علمی، در رده دوم قرار دارند. سایر مؤسسات حمایت‌کننده نیز تنها از یک مدرک علمی حمایت کرده‌اند.

۴- تحلیل رویکرد، چشم‌انداز و فرصت‌ها

پژوهش حاضر با استفاده از ابزارهای علم‌سنجی و نمودارهای گرافی مبتنی بر پایگاه اسکوپوس، به‌روزترین نقشه انتخاب فناوری در ادبیات و صنعت فضایی جهان را ارائه می‌دهد. این یافته‌ها نشان می‌دهند که کشورهای آمریکا، آلمان و فرانسه نقش مهمی در این

جدول (۱): ده کلیدواژه پرتکرار در موضوع پژوهش بدون لحاظ زمان

طبق اسناد اسکوپوس

ردیف	کلیدواژه	تعداد تکرار	قدرت پیوند کل
۱	Space flight	۴۳	۱۹۳
۲	Space industry	۳۳	۱۳۲
۳	Orbits	۳۲	۱۴۱
۴	Aerospace industry	۲۹	۹۶
۵	Space research	۱۶	۸۶
۶	Space technologies	۱۶	۶۱
۷	Earth (planet)	۱۵	۶۵
۸	Nasa	۱۵	۶۴
۹	Space applications	۱۵	۴۲
۱۰	Technology	۱۴	۷۳

در جدول ۱ پرتکرارترین کلمات کلیدی به ترتیب و با ذکر تعداد تکرار هر یک به‌صورت جداگانه نشان داده می‌شود. متغیر قدرت پیوند کل نیز نشان‌دهنده‌ی مجموع سایر کلمات کلیدی در همه اسناد است که در کنار کلمه کلیدی برتر قرار گرفته‌اند.

گراف شکل ۷ نیز نمایشی از هم‌زمانی وقوع کلیدواژه‌ها و ارتباطاتشان با یکدیگر را در موضوع انتخاب فناوری در صنعت فضایی را ارائه می‌دهد. در این گراف می‌توان یک تحلیل علم‌سنجی مبتنی بر زمان نیز انجام داد؛ بدین‌صورت که اگر شکل ۷ به ۳ بازه‌ی زمانی قبل از ۲۰۱۲، ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۶ و بعد از ۲۰۱۶ تقسیم شود، به ترتیب کلیدواژه‌های «آژانس فضایی»، «صنعت فضایی اروپا»، «فضاپیما» و

^{۲۱} ESA

^{۲۰} Additive manufacturing

فناوری‌های نوظهور، یاری‌رسان و مؤثر است. از ۱۰ موسسه‌ای که بیشترین حمایت را از ۱۴۵ مدرک علمی پژوهش داشته‌اند، ۹ سازمان متعلق به کشورهای اروپایی یا آمریکایی هستند که پیش‌ازاین بیان شد که همگی در بین کشورهای پیشرو در موضوع پژوهش هستند. شایان‌ذکر است که هر ۹ سازمان دولتی است و هدف اصلی آن‌ها ترویج همکاری صنعت-دانشگاه-پژوهش و جذب و جمع‌آوری منابع اجتماعی برای مشارکت در ادامه این تحقیقات اساسی در حوزه توسعه فناوری‌های پیشرفته ساخت در صنعت فضایی است.

این روند در بسیاری از کشورها صادق است. به‌عنوان نمونه، تحقیق دیگری که این یافته را تأیید می‌کند، پژوهشی با عنوان «تجزیه و تحلیل روندهای فناورانه و مجموعه فناوری‌های وسایل نقلیه هوایی بدون سرنشین» در کره جنوبی است [۳۰]. در پژوهش مذکور، با ارائه نموداری با عنوان پتنت^{۲۲} پهنادهای شرکت‌های فضایی کره جنوبی نشان داده‌شده است که سهم عمده آن‌ها متعلق به بخش دولتی است که آژانس توسعه دفاعی کره جنوبی در رأس آن‌ها قرار دارد. در جای دیگری از پژوهش مذکور نیز اشاره شده است که برخی از فناوری‌ها توسط صنایع و بخش دولتی توسعه و تثبیت می‌شود. همچنین یکی دیگر از نتایج تحقیقات مذکور، رشد مستمر و افزایش سریع فناوری‌های مرتبط با صنعت هوانوردی و پهپادهاست که در بخش یافته‌های پژوهش حاضر نیز به‌نوعی تأیید شد. همچنین در پژوهش دیگری با عنوان «عوامل و روند توسعه صنعت فضایی در چارچوب دیجیتالی شدن اقتصاد جمهوری قزاقستان»، کشورهای آمریکا و چین و مراکز وابسته به دولت‌های آن‌ها، به‌عنوان مهم‌ترین حامیان مالی تحقیقات فضایی ذکر شده‌اند [۳۱] که تأییدی دیگر بر ادعای حمایت‌گری ارگان‌های دولتی در انتخاب و توسعه فناوری‌های صنعت فضایی است.

با توجه به روش علم‌سنجی به کار گرفته‌شده در این تحقیق، نوع روش و فرآیندی که برای جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها استفاده می‌شود، ممکن است بر نتایج تأثیرگذار باشند. نتیجه نهایی این مطالعه ممکن است تحت تأثیر پایگاه داده انتخاب‌شده برای مدیریت و بازیابی حجم وسیعی از داده‌ها باشد. پایگاه داده اسکوپوس نسبت به پایگاه داده WoS^{۲۳} از لحاظ کمی و تعداد انتشارات گسترده‌تر است، لذا این پایگاه داده برای بررسی انتخاب شد [۳۲، ۳۳].

حوزه دارا هستند. اگرچه نمی‌توان از نقش میهن عزیزمان، ایران در این حوزه موضوعی غافل شد.

کشور ایران، با تولید ۷ مستند علمی در موضوع پژوهش، هشتمین کشور از منظر تعداد مستندات است. سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۲۲ میلادی به ترتیب با ۳ و ۲ مدرک علمی، بهترین سال‌ها از منظر تعدد انتشارات علمی در موضوع انتخاب فناوری در صنعت فضایی برای ایران است. آقایان خلیلی دامغانی و توانا هر یک با تولید ۲ مستند علمی در موضوع پژوهش، پرکارترین ایرانیان در این حوزه هستند. ایران در این حوزه با کشورهای آمریکا، چین و آلمان، خروجی علمی مشترک ارائه داده است. از منظر موضوع مستندات علمی منتشرشده نیز، حدود ۳۰٪ مستندات پیرامون ابعاد مهندسی موضوع، ۱۵٪ پیرامون علوم کامپیوتر، ۱۵٪ ذیل موضوع زمین و سیارات، ۱۵٪ ذیل موضوع فیزیک و اخترشناسی و سایر حوزه‌های موضوعی نیز سهمی کمتر از ۱۰ درصد را شامل می‌شوند.

همچنین تحلیل علم‌سنجی این پژوهش نشان می‌دهد که مهم‌ترین موضوعات در انتخاب فناوری در صنعت فضایی شامل عناوین "پرواز فضایی"، "صنعت فضایی"، "مدارها"، "صنعت هوافضا"، "پژوهش فضایی" و "فناوری‌های فضایی" و ... است. از میان این کلیدواژه‌ها، برخی کلیدواژه‌ها مانند مدارها، زمین (سیاره) و فناوری، به المان‌های مؤثر در صنعت فضایی اشاره دارند. کلیدواژه‌هایی مانند پرواز فضایی و کاربردهای فضایی به کارکردهای صنعت اشاره دارند. سایر کلمات کلیدی مانند صنعت فضایی، صنعت هوافضا و پژوهش فضایی نیز به کلیات صنعت می‌پردازند. ضمن اینکه تنها سازمان و ساختاری که در بین ۱۰ کلیدواژه پرکاربرد وجود دارد، "ناسا" است.

علاوه بر این با بررسی ۱۴۵ مدرک علمی مستخرج‌شده، می‌توان دریافت که در مجموع، ۴۰ کشور جهان در تولید محتوای پژوهشی مرتبط با انتخاب فناوری در صنعت فضایی مشارکت داشته‌اند.

به‌عنوان یک آورده ارزشمند، یافته‌های این تحقیق برخی از شکاف‌ها در زمینه فناوری در صنعت فضایی را شناسایی و روشن می‌سازد. این رویکرد امری دور از واقعیت نیست و در کشورهای دیگر نظیر هند و در حوزه تحقیقات هوانوردی مطرح و پشتیبانی شده است [۲۹]. یکی دیگر از نتایج حاصله آن است که بخش دولتی به مراتب بیشتر از مراکز تحقیقاتی دانشگاهی در انتخاب و توسعه

• کاهش داشته است، اما ذکر این نکته ضروری است که در مطالعه و بررسی روندها، کلان‌روندها مبنا قرار گرفته است نه استثنائات.

• سه کشور برتر در حوزه تولید و استناد مدارک علمی مرتبط با موضوع، کشورهای آمریکا، آلمان و فرانسه هستند. در نتیجه مشخص می‌شود که کشورهای مذکور نقش بسزایی در این حوزه دارند. با این حال، همان‌طور که در شکل ۴ نشان داده شده است، کشورهای دیگر نیز به میزان سهم خود در موضوع مورد مطالعه مؤثر واقع شده‌اند. در لیست کشورهای پیشرو، تنها کشور در حال توسعه در بین ده کشور برتر موضوع تحقیق، ایران است. لذا ایران با توجه به دارا بودن پیش‌نیازهای علمی، توانمندی بالقوه برای کسب سهم بیشتر از تجارت و گردش مالی صنعت فضایی را دارد.

• چهار کلیدواژه تکراری برتر و مستقل از زمان در این تحقیق عبارت‌اند از: «پرواز فضایی»، «صنعت فضایی»، «مدارها» و «صنعت هوافضا». همچنین از نظر قدرت پیوند کل، ۴ کلمه کلیدی مذکور بالاترین شاخص را دارند. با بررسی خوشه‌های کلمات کلیدی و مطالعه سیر آن‌ها در طول زمان طبق شکل ۷، می‌توان این‌گونه برداشت کرد که حرکت مقالات از تحقیقات کل‌نگر و سیستماتیک به تحقیقات فناوری محور و مبتنی بر فناوری سخت در حال تغییر است.

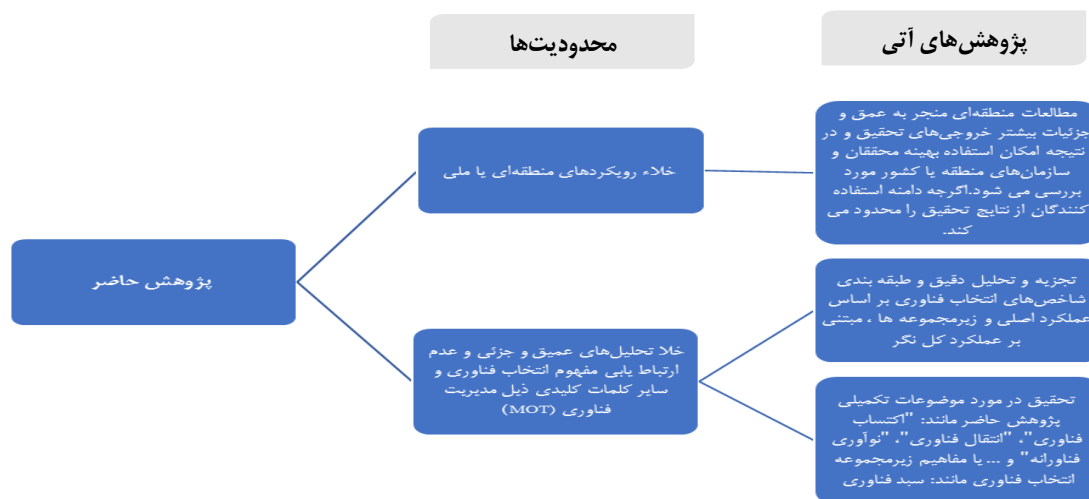
• بررسی مؤسسات حامی مقالات منتشر شده نشان می‌دهد که در انتخاب و توسعه فناوری‌های فضایی پیشرو، سهم بخش ارگان‌های دولتی به مراتب بیشتر از مراکز دانشگاهی و مؤسسات خصوصی است.

نتایج حاصل از علم‌سنجی برای پژوهشگران و دانشگاهیان چشم‌انداز همکاری‌های مشترک را نیز فراهم می‌کند بدین ترتیب که کشورهای برتر، مؤسسات تأمین مالی و محققان پیشرو را شناسایی و طبقه‌بندی می‌کند. به عنوان نمونه و طبق شکل ۴، از دو قاره آفریقا و اقیانوسیه، هیچ کشوری در فهرست ۱۵ کشور برتر نیست، هرچند دو کشور آفریقای جنوبی و استرالیا در فهرست ۳۰ کشور برتر در این زمینه قرار دارند. لذا امکان انجام فعالیت‌های بیشتر توسط محققان و مؤسسات علمی و پژوهشی در جغرافیای مذکور وجود دارد، طوری که می‌توان این دو قاره را به عنوان اهداف بالقوه برای تعریف فعالیت‌های مشترک علمی کشورمان ایران با آن‌ها در نظر گرفت.

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات آتی

در این پژوهش، ۱۴۵ مدرک علمی نمایه شده در پایگاه اسکوپوس با موضوع انتخاب فناوری در صنعت فضایی با استفاده از تکنیک‌های علم‌سنجی و ابزار نرم‌افزاری VOSviewer مورد تحلیل و بررسی قرار گرفتند. با هدف یافتن روندها و پایش فضای پژوهشی کنونی با استفاده از نقشه‌های رخداد کلمات کلیدی، هم‌استنادی نویسندگان، کشورهای برتر و ... نتایج زیر حاصل شدند:

- طبق شکل ۲، روند تعداد مقالات منتشر شده به جز در تعداد محدودی از سال‌ها، در حال افزایش بوده است. به خصوص از سال ۲۰۲۰ که می‌توان نتیجه گرفت که علاقه به موضوع انتخاب فناوری فضایی از سال مذکور افزایش چشم‌گیری داشته است. اگرچه در سال اخیر یعنی سال ۲۰۲۴ حجم مطالعات مقداری



شکل (۸): محورهای پیشنهادی برای پژوهش‌های علم‌سنجی آتی در حوزه انتخاب فناوری در صنعت هوافضا

- Engineering Optimization", *Engineering Optimization*, vol. 38, no. 8, pp. 889-908, 2006.
- [11] S. Ghazinoory, M. Daneshmandi-Mehr, A. Azadegan, "Technology selection: application of the PROMETHEE in determining preferences-a real case of nanotechnology in Iran", *Journal of the Operational Research Society*, vol. 64, no. 6, pp. 884-897, 2013.
- [12] K. W. Corscadden, J. N. Biggs and M. Pradhanang, "Energy efficient technology selection for dairy farms: Milking cooling and electric water heating", vol. 30, no.3, pp. 375-382, 2014.
- [13] A. E. C. Mondragon, E. Mastrocinque and P. J. Hogg, "Technology selection in the absence of standardised materials and processes: a survey in the UK composite materials supply chain", *Production Planning & Control*, vol. 28, no.2, pp. 158-176, 2017.
- [14] M. Daw, C. Chang and S. W. Hung, "The selection of technology for late-starters: A case study of the energy-smart photovoltaic industry", *Economic Modelling*, vol. 35, no. 1, pp. 10-20, 2013.
- [15] R. Ganguli, "A scientometric analysis of recent aerospace research", *Current Science*, vol. 95. no. 12, pp. 1670-1672, 2008.
- [16] L.C. Pelicioni, J.R. Ribeiro, T. Devezas, M.C.N. Belderrain, and F.C.L.D. Melo, "Application of a bibliometric tool for studying space technology trends", *Journal of Aerospace Technology and Management*, vol. 10, no.1 pp. 318-328, 2018.
- [17] G. Galyani-Moghaddam and P. Taheri, "Mapping co-authorship network and scientific collaborative coefficient of Iranian researchers in the field of aerospace in the Science Citation Index to 2014", *Knowledge Retrieval and Semantic Systems*, vol. 2, no. 3, pp. 23-42, 2015.
- [18] S. GhaviDel, N. Riahinia, F. Danesh, and A. Noroozi-Chakoli, "Aerospace: The study of scientometrics and an analysis of centrality indicators of the co-authorship network of researchers", *Scientometrics Research Journal*, vol. 9, no. 2, pp. 165-204, 2022.
- [19] M. A. Alonso-Valdivieslo and E. G. Antonio, "Why Include Bibliometric Analysis in the Activities of a Library Specialized in Astronomy?- Notes From the Libraries of INTA", In *Library and Information Services in Astronomy VI: 21st Century Astronomy Librarianship, From New Ideas to Action*, vol. 433, no.1, pp. 95-105.
- [20] J. Shanthi, "Scientometric analysis of literature on aerospace based on scopus bibliographic database", *PhD Thesis*, Bharathi University, 2011.
- [21] D. Munn and G. Palanisamy, "Bibliographic coupling and collaborative network analysis on Aerospace publications: based on scientometric approach", *Bibliotecas. Anales de Investigación*, vol. 20, no. 1, pp.6.16, 2024.
- [22] H. Golizadeh, M. R. Hosseini, I. Martek, D. Edwards, M. Gheisari, S. Banihashemi and J. Zhang, "Scientometric analysis of research on 'remotely piloted aircraft' A research agenda for the construction industry", *Engineering, Construction and Architectural Management*, vol. 27, no. 3, pp. 634-657, 2020.
- [23] S. GhaviDel, N. Riahinia, F. Danesh and A. Noroozi-Chakoli, "How do we select a combined algorithm to determine high-quality aerospace researchers by utilizing data mining

با توجه به محدودیت‌ها، همان‌طور که در شکل ۸ نشان داده شده است، می‌توان سه پیشنهاد مطرح در آن را برای مطالعات آینده در نظر گرفت.

تعارض منافع

"هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است."

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از پژوهشگاه فضایی ایران بابت حمایت مالی از طرح پژوهشی شماره ۲۷ با طرفیت دانشگاه علم و صنعت ایران، که این مقاله از خروجی‌های آن است، قدردانی می‌گردد.

مراجع

- [1] E. Chizari, S.h. Sedighy, M.S. Pishvae and A. Azar, "Hybrid quantitative-qualitative method for technology portfolio selection: a case study of Iran's space industry", *RAIRO-Operations Research*, vol. 58, no.3, pp. 2481-2505, 2024.
- [2] D. R. Probert, C. J. P. Farrukh, R. Phaal, "Technology roadmapping—developing a practical approach for linking resources to strategic goals", in *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 2003, pp. 1183-1195
- [3] S. A. Sadeghi, N. Ahmady and E. Ahmady, "Technology selection in the presence of fuzzy data and dual-role factors", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 62, no. 1, pp. 801-811, 2012.
- [4] R. F. Saen, "Technology selection in the presence of imprecise data, weight restrictions, and nondiscretionary factors", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 41, no. 1, pp. 827-838, 2009.
- [5] R. F. Saen, "A decision model for technology selection in the existence of both cardinal and ordinal data", *Applied Mathematics and Computation*, vol. 181, no. 2, pp. 1600-1608, 2006.
- [6] C. J. Chen, M. C. Chung and C. H. Wei, "Government policy of technology selection for advanced traveler information systems", *R&D Management*, vol. 35, no. 4, pp. 439-450, 2006.
- [7] P. Davison, B. Cameron and E.F. Crawley, "Technology portfolio planning by weighted graph analysis of system architectures", *Systems Engineering*, vol. 18, no. 1, pp. 45-58, 2015.
- [8] N. Shehabuddeen, D. Orobart and R. Phaal, "From theory to practice: challenges in operationalising a technology selection framework", *Technovation*, vol. 26, no. 3, pp. 324-35, 2006.
- [9] J. P. Fan, Y. J. Li and M. Q. Wu, "Technology selection based on EDAS cross-efficiency evaluation method", in *IEEE Access*, vol. 7, pp. 58974-58980, 2019.
- [10] A. Utturwar, S. Rallabhandi, D. Delaurenitis and D. Mavris, "A two-step optimization approach for technology selection.

- Technologies and Assessments*, vol. 55, no. 1, pp. 1029-1053, 2023.
- [29] G. Prathap, "Assessment of academic aeronautical research in India", *Current Science*, vol. 88, no. 12, pp.1880-1882, 2005.
- [30] G. Battsengel, S. Geetha and J. Jeon, "Analysis of technological trends and technological portfolio of unmanned aerial vehicle", *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 6, no. 3, pp. 48-58, 2020.
- [31] A. Salykov, A. Aimbetov, N. Yesmagulova and A. Jussibaliyeva, "Factors and trends in the development of the space industry in the context of the digitalization of the economy of the Republic of Kazakhstan", *Environment, Development and Sustainability*, vol. 26, no. 3, pp. 6703-6718, 2024.
- [32] W. Marx and L. Bornmann, "On the causes of subject-specific citation rates in Web of Science", *Scientometrics*, vol. 102, no. 1, pp. 1823-1827, 2015.
- [33] V. K. Singh, P. Singh, M. Karmakar, J. Leta and P. Mayr, "The journal coverage of Web of Science, Scopus and Dimensions: A comparative analysis", *Scientometrics*, vol. 126, no. 1, pp. 5113-5142, 2021.
- techniques?", *International Journal of Information Science and Management (IJISM)*, vol. 22, no. 4, pp. 155-183, 2024.
- [24] I. B. Vavilova, V. S. Zievako, L. K. Pakuliak and L. P. Potapovych, "Space science and technology", *journal: Statistics and Scientometrics for 1995-Kosmichna Nauka i Tekhnologiya*, vol. 26, no. 1, pp. 94-103, 2020.
- [25] E. Chizari, S. H. Sedighy, M. S. Pishvae and A. Azar, "A comparative study of 'technology roadmap' and 'technology portfolio' using scientometric approach", *Caspian Journal of Scientometrics*, vol. 9, no. 2, pp. 109-121, 2022.
- [26] T. Braun, E. Bujdosó and A. Schubert, "Literature of analytical chemistry: A scientometric evaluation", CRC Press, 2019.
- [27] K. Gomis, R. Kahandawa and R. S. Jayasinghe, "Scientometric analysis of the global scientific literature on circularity indicators in the construction and built environment sector", *Sustainability*, vol. 15, no. 1, pp. 728-738, 2022.
- [28] A. Nawaz, J. Chen and X. Su, "Exploring the trends in construction and demolition waste (C&DW) research: A scientometric analysis approach", *Sustainable Energy*