

A Study of the Content Relationship between Science and Technology Documents: A Comparison of Papers and Patent in Autonomous Underwater Vehicle Dominos

Soraia Zolfaghari

MA in Scientometrics; Yazd University szolfaghari@stu.yazd.ac.ir

Mohammad Tavakolizade Ravari

PhD in Knowledge and Information Science; Assistant Professor; Yazd University tavakoli@yazd.ac.ir

Ahmad Mirzaee

PhD in Electrical Engineering; Assistant Professor; Yazd University; Yazd, Iran mirzaei@yazd.ac.ir

Faramarz Soheili

PhD in Knowledge and Information Sciences; Assistant Professor; Payame Noor University; Tehran, Iran; Corresponding Author fsoheili@gmail.com

Received: 14, Jan. 2015

Accepted: 29, Nov. 2015

Iranian Journal of
**Information
Processing and
Management**

Iranian Research Institute
for Science and Technology

ISSN 2251-8223

eISSN 2251-8231

Indexed in SCOPUS, ISC, & LISTA

Vol. 31 | No. 4 | pp: 1099-1120

Summer 2016

Abstract: The current research aims at studying the conceptual relationship between the science and technology documents through the comparison of vocabularies that are used within the patents and the papers in the field of Autonomous Underwater Vehicles (AUV). The research method is descriptive. To perform the research, the patents were retrieved from Google Patents and Lens websites, and the papers from IEEE Explore database. A hybrid keyword-class method was used to conduct the search. It means that the search query was consisted of "Autonomous Underwater Vehicle" keywords and "H" class. The titles and the abstracts of the patents and the papers were automatically indexed through a semi-automatic method. This resulted in 195 keywords for patents and 114 ones for papers. Co-occurrence matrices of these two sets of keywords were created through RavarMatrix software. The hierarchical maps of keywords were drawn by SPSS. Findings show that 65 percent of keywords in

papers are those that occurred within the patents but 23 percent of keywords in patents are similar to the papers'. The structural comparison of patents and papers clustering also revealed that the structural proximity between patents and papers vocabularies is equal to zero. Other finding showed that the similarity between the members of ego networks of prominent keywords is for two cases zero and for others fewer than 15 percent except for the keyword "data". It may be concluded that the science is affected by technology in the field of AUV.

Keywords: Content Analysis, Co-word Analysis, Science and Technology, Patents, Papers



مطالعه رابطه محتوایی بین مدارک علم و فناوری: مقایسه واژگان مقالات و پروانه‌های ثبت اختراع مرتبط با برق زیر دریایی‌های هوشمند

ثریا ذوالفقاری

کارشناسی ارشد علم‌سنجی؛ دانشگاه یزد؛
szolfaghari@stu.yazd.ac.ir

محمد توکل‌زاده راوری

دکتری علم اطلاعات و دانش‌شناسی؛
استادیار؛ دانشگاه یزد؛
tavakoli@yazd.ac.ir

احمد میرزائی

دکتری مهندسی برق؛ استادیار؛ دانشگاه یزد؛
mirzaei@yazd.ac.ir

فرامرز سهیلی

دکتری علم اطلاعات و دانش‌شناسی؛ استادیار؛
دانشگاه پیام نور؛
پدیدآور رابط fsoheili@gmail.com

پژوهش‌نامه
پژوهش و
مدیریت
اطلاعات

دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۲۴ | پذیرش: ۱۳۹۴/۰۹/۰۸ | مقاله برای اصلاح به مدت ۷ ماه نزد پدیدآوران بوده است.

چکیده: پژوهش حاضر در نظر دارد با رویکردهای علم‌سنجی به مطالعه رابطه محتوایی بین مدارک علم و فناوری از طریق مقایسه واژگان مقالات و پروانه‌های ثبت اختراع در زمینه برق زیر سطحی‌های هوشمند (AUV) بپردازد. روش پژوهش توصیفی است. برای انجام پژوهش، ابتدا پروانه‌های ثبت اختراع از وبگاه‌های Google Patent و Lens و مقالات از پایگاه IEEE Xplore بازبایی شدند. برای یافتن پروانه‌های مرتبط، از روش جست‌وجوی دوگانه کلیدواژه-رده استفاده شد؛ به این صورت که در جست‌وجو دستور داده شد پروانه‌هایی بازبایی شوند که حاوی کلیدواژه «Autonomous Underwater Vehicle» هستند. همچنین، جست‌وجو به رده H محدود شد. این پروانه‌ها و مقاله‌ها با توجه به عنوان و چکیده با روش نیمه خودکار نمایه‌سازی شدند. حاصل نهایی این نمایه‌سازی تعداد ۱۹۵ کلیدواژه برای پروانه‌های ثبت اختراع و ۱۱۴ کلیدواژه برای مقاله‌ها بود. ماتریس هم‌رخدادی این کلیدواژه‌ها با نرم‌افزار «راور ماتریس» ایجاد شد. نقشه روابط سلسه‌مراتبی این کلیدواژه‌ها با نرم‌افزار SPSS رسم شد. طبق یافته‌ها، ۶۵ درصد از کلیدواژه‌های مقالات همان اصطلاحاتی

فصلنامه | علمی پژوهشی
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران
شاپا (چاپی) ۸۲۲۳-۲۲۵۱
شاپا (الکترونیکی) ۸۳۳۱-۲۲۵۱
نمایه در SCOPUS، LISTA، ISC و
jipm.irandoc.ac.ir
دوره ۳۱ | شماره ۴ | صص ۱۰۹۹-۱۱۲۰
تابستان ۱۳۹۵

هستند که در پروانه‌های ثبت اختراع وجود دارند، اما تنها ۲۳ درصد از کلیدواژه‌های پروانه‌های ثبت اختراع شبیه به مقالات هستند. همچنین، مقایسه ساختاری خوشه‌بندی‌های حاصل از پروانه‌های ثبت اختراع و مقالات نشان داد که از لحاظ ساختار همجواری بین خوشه‌ها، شباهت در حد صفر است. یافته دیگری نشان داد که شباهت بین اعضای شبکه‌های خصوصی (اگو) موضوعات پرنفوذ در هر دو نوع مدرک در دو مورد صفر و در بقیه موارد به جز Data زیر ۱۵ درصد است. در کل، می‌توان گفت در حوزه برق AUV، علم از فناوری متأثر می‌شود.

کلیدواژه‌ها: تحلیل محتوا، تحلیل هم‌واژگانی، علم، فناوری، پروانه‌های ثبت اختراع، مقالات

۱. مقدمه و بیان مسئله

یکی از موضوعات مرتبط با حوزه‌هایی چون فلسفه علم، تاریخ علم و جامعه‌شناسی، بررسی رابطه بین علم و فناوری است. حوزه دیگری که می‌توان در این راستا به مطالعه پرداخت، علم‌سنجی است. رویکردهای به کار رفته در این حوزه از علم، این عمل را ممکن می‌سازد و پژوهش حاضر در نظر دارد با چنین رویکردی به رابطه بین علم و فناوری در زمینه برق زیردریایی‌های هوشمند^۱ بپردازد.

اصطلاح «علم»، معادل واژه Science در زبان انگلیسی است که زیرمجموعه اصطلاح دانش به معنای Knowledge قرار می‌گیرد. لفظ دانش در مفهوم وسیع خود، شامل مجموعه‌ای از دانسته‌ها از هر نوع آگاهی تصور و تصدیق می‌باشد که در مقایسه با مفهوم علم دارای دامنه گسترده‌تری است. برخی علم را به صورت عام مجموعه‌ای از دانستنی‌ها به شمار می‌آورند. در عبارت زیر، شرح این موضوع آمده است: «... [اگر] علم را به هر نوع دانستنی‌ای که معادل (Knowledge) است اطلاق کنیم، به این معنا علم، مفهوم نسبتاً فراگیر و عامی پیدا می‌کند که (Science) یکی از مصادیق آن به حساب می‌آید. اگر معنای محدود آن را منظور کنیم که بیشتر در علوم جدید و تجربی معادل همان (Science) است و دارای خصلت تجربه‌گرایی و کارکردگرایی است.» (حسنلو ۱۳۸۵). فناوری معادل واژه technology است. تعاریف مختلفی از سوی صاحب‌نظران برای واژه فناوری ارائه گردیده است که با گذشت زمان یک سیر تکاملی به خود گرفته است. اکثر پژوهشگران، فناوری را کاربرد علم در جهت مرتفع کردن نیازهای زندگی انسان دانسته‌اند. برخی علاوه بر علم، تجارب و مهارت‌های انسان را نیز به مؤلفه‌های فناوری اضافه کرده‌اند. دسته‌ای از تعاریف به جزء سومی نیز اشاره کرده و فناوری را مجموعه‌ای از سخت‌افزار، نرم‌افزار،

1. Autonomous Underwater Vehicle (AUV)

دانش و اطلاعات و مهارت‌ها معرفی کرده‌اند (باقری مقدم و عتیقی ۱۳۸۲). به‌طور کلی، می‌توان گفت فناوری دانش حاصل از پژوهش‌های مهندسی و تجربیات فنی برای طراحی، ایجاد، بهبود و توسعه‌ی مصنوعات مورد نیاز بشر است. بعضی‌ها معتقدند که فناوری همان مهندسی است. به‌عبارتی، فناوری دانش‌های حاصل از مهندسی است که تلفیقی از آن‌ها منجر به طراحی و توسعه‌ی یک مصنوع مورد نیاز بشر می‌شود.

به‌منظور درک ساده‌تر ارتباط بین علم و فناوری نگاهی گذرا به دیدگاه‌های مختلفی که در این زمینه ارائه شده، متمرکز خواهد بود. در طول تاریخ، سه مدل اصلی در درک ارتباط میان علم و فناوری ایفای نقش کردند: ۱) براساس مدل مستقل، علم و فناوری قلمروهایی از دانش هستند که تعامل اندکی میان آن‌ها وجود دارد؛ ۲) مدل غیرمستقل، فناوری را وابسته به کاربردهای علم و یا علم را وابسته به کاربردهای فناوری می‌داند؛ و ۳) مدل همبسته مدعی است که این دو حوزه یک ارتباط همزیستی با یکدیگر برقرار می‌کنند؛ به‌نحوی که ویژگی‌های متمایزکننده‌ی این دو حوزه محو می‌گردد. می‌توان گفت که مدل مستقل در دوران باستان و قرون وسطی حکم‌فرما بود، مدل غیرمستقل در اوایل دوره‌ی مدرن و در تمام طول قرن نوزدهم بیشتر مورد توجه بود و مدل همبسته نیز در قرن بیستم استیلا یافت (چنل و ریدر ۱۳۹۲). واقعیت این است که روابط بین علم و فناوری از نظر تاریخی فرق کرده است. این مطلب در جوامع مختلف و در زمان‌های مختلف فرق می‌کند. در دوره‌ای مخترعان حضور داشتند و در دوره‌ای دیگر اهمیت علم بیشتر شده است و در واقع، ارتباط علم و فناوری ارتباطی متحول و متغیر است و به شرایط زمان و اوضاع و احوال بستگی دارد. نگاه غالب در این مورد تا مدت‌ها این بود که اولاً، علم به‌عنوان یک دانش نظری به فناوری برتری دارد و دوماً، فناوری را علم کاربردی می‌دانستند و به ارتباط وثیقی بین علم و فناوری معتقد بودند (خوش‌چهره ۱۳۸۸). طبق این تعبیر، شرط ایجاد فناوری مجهزبودن به بصیرت در مورد قوانین طبیعت است؛ یعنی بر خورداری از نظامی مفهومی در سطحی صوری و مجرد، و توانایی به‌کاربردن این معرفت در مورد قلمرو مادی، و ایجاد فناوری از این راه‌ها. در این تعبیر، فناوری نتیجه‌ی علم است، هم از نظر وجودی، به‌عنوان کاربرد معرفت علمی و هم از نظر تاریخی (دن آیدی^۱ ۱۳۷۷). هایدگر^۲ (۱۳۷۳) در «پرسش از فناوری» و دن آیدی در «تقدم تاریخی و وجودی فناوری بر علم» و «هنر و فناوری» به چستی علم تجربی و رابطه‌ی آن با فناوری پرداخته‌اند. این دو تن، هر دو، فناوری را به لحاظ وجودی بر علم مقدم دانسته‌اند.

«دوسی، للرنا و لایینی» اذعان می‌دارند که پیوند روشنی بین اصول علمی و کاربردهای

1. Don Ihde

2. Heidegger

فناورانه در دوران انقلاب علمی ایجاد شد و در انقلاب صنعتی گسترش یافت (Dosi, Llerena, 2006). «روی» استدلال می‌کند که از لحاظ تاریخی بیش از آنکه علم به فناوری بینجامد، فناوری منجر به علم شده است (Roy 1990). «هورد» ارتباط بین علم و فناوری را این‌گونه به تصویر می‌کشد «علم ابزاری است برای توسعه فناوری‌های جدید و فناوری وسیله‌ای است برای گسترش جنبه‌های علم» (Hurd 1994). «بروکس» این‌گونه استنباط می‌کند که علم و فناوری دو جریان موازی از دانش تجمعی هستند که وابستگی‌ها و روابط متقابل دارند. این دو می‌توانند مستقل از هم وجود داشته باشند، اما حقیقتاً نمی‌توانند تا زمانی که جفت شوند، کارکرد داشته باشند (Brooks 1994). «ماکسلی» بیان می‌کند که علم جنبه‌های نظری و عملی خودش و فناوری نیز جنبه‌های نظری و عملی خودش را دارد. وی همچنین بیان می‌کند که زمانی علم، منبعی برای فناوری است، زمانی نیز فناوری به‌عنوان منبعی برای دانش علمی (Moxley 1989). در مجموع تعامل علم و فناوری دوسویه است. برخی معتقدند که امروزه علم جدید قابل تفکیک از فناوری نیست و به‌هم بسیار نزدیک شده‌اند. علم جدید بر فناوری استوار است و فناوری هم کمک می‌کند که علم مدام رشد کند. در مجموع، هم علم منشاء فناوری شده است و هم فناوری منشأ علم شده است (خوش‌چهره ۱۳۸۸). البته، ابلهانه است که بگوییم علم و فناوری یکسان‌اند. فناوری غالباً بیش از علم به دنیای سیاست، قدرت نظامی و تجاری مرتبط است. فاصله میان علم و محیط ملی و تجاری بسیار بیشتر بود. اما تفاوت تنها در میزان فاصله است. اثرگذاری قدرت نظامی، سیاسی، اقتصادی و دیگر نیروهای اجتماعی می‌تواند به مباحثات فناورانه خاصی مانند گاری و شدت دهد. از سوی دیگر قدرت این نیروها در ساختار دانش علمی و فناورانه نهفته است (کالینز و ترور ۱۳۹۲). با جمع‌بندی مباحثی که ارائه شد، می‌توان رویکردهای اصلی درباره رابطه علم و فناوری را به شرح زیر دانست:

رتال جامع علوم انسانی

۱. فناوری به مثابه علم کاربردی؛
۲. فناوری به مثابه علم نهایی شده؛
۳. علم به مثابه فناوری؛
۴. رابطه دوسویه علم و فناوری.

با قائل شدن تمایز میان مفاهیم علم و فناوری می‌توان به بررسی نسبت بین این دو در حوزه‌های مختلف پرداخت. یکی از روش‌های سنجش رابطه بین علم و فناوری، توجه به واژگان به کار رفته در مقالات و پروانه‌های ثبت اختراع است. فعالیت‌هایی که در زمینه علم صورت می‌گیرد، به صورت مقاله علمی و کتاب چاپ می‌شود و در اختیار همگان قرار می‌گیرد (بایبوردی ۱۳۸۸). بنابراین، می‌توان مدعی شد که این مواد معتبرترین منبع پژوهش‌های علمی هستند. مفهوم

پروانه‌های ثبت اختراع نیز به‌عنوان منبعی از اطلاعات مهم فنی قطعاً مفهوم جدیدی نیست. این مدارک پرکارترین منبع تاریخ اطلاعات در مورد فناوری و حاوی اصطلاحات مهم و نیز اطلاعات دقیق فنی هستند که اغلب در مدارک دیگر یافت نمی‌شوند (Jansson 2000). به‌عبارتی، در حال حاضر ۸۰ درصد از دانش فنی را تنها می‌توان در پروانه‌های ثبت اختراع یافت (European Commission (DG Research) and the European Patent Office 2007). اگرچه پروانه‌های ثبت اختراع از نظر اصطلاحات فنی مهم بوده و شامل نتایج پژوهش‌های مهمی هستند، با این حال، تجزیه و تحلیل متن پروانه‌های ثبت اختراع ساده نیست (Tseng 2005). به‌همین نسبت کشف دانش از میان مواد مضبوط علم نیز ساده نیست. بسیاری از روش‌های ابتدایی تحلیل روند ثبت اختراعات در شرکت «باتل»^۱ بین سال‌های ۱۹۷۹ و ۱۹۸۳ طبق قراردادی با بنیاد ملی علمی ایالات متحده آمریکا به وجود آمد. امروزه شرکت‌های مختلف، روش‌های گوناگونی را برای تحلیل ثبت اختراعات به کار می‌گیرند. این روش‌ها شباهت‌های زیادی با هم دارند. در این میان ژاپنی‌ها در تحلیل ثبت اختراعات پیشرو هستند و اروپایی‌ها و آمریکای شمالی در ردهٔ پس از آن‌ها قرار دارند (بنیاد توسعهٔ فردا ۱۳۸۴).

حال، با توجه به مطالب گفته‌شده، مسئله‌ای که انگیزهٔ این پژوهش شده، این سؤال اصلی است که آیا از لحاظ محتوایی، مقالات مربوط به حوزهٔ زیردریایی‌های هوشمند به همان مسائلی می‌پردازند که پروانه‌های ثبت اختراع آن حوزه نیز به آن توجه دارند. با توجه به این مسئله، هدف این پژوهش را می‌توان مطالعهٔ رابطهٔ محتوایی بین مدارک علم و فناوری از طریق مقایسهٔ واژگان مقالات و پروانه‌های ثبت اختراع در زمینهٔ برق زیردریایی‌های هوشمند با رویکرد علم‌سنجی دانست. در این راستا سؤالات زیر مطرح است:

۱. شباهت واژگانی مقالات و پروانه‌های ثبت اختراع در زمینهٔ فناوری برق AUV چه میزان است؟
۲. ساختار خوشه‌های موضوعی مقالات و پروانه‌های ثبت اختراع در زمینهٔ فناوری برق AUV چه میزان با هم شباهت دارد؟
۳. اعضای شبکهٔ خصوصی (اگو) موضوعات پراهمیت در مقالات و پروانه‌های ثبت اختراع در زمینهٔ فناوری برق AUV چه میزان با هم شباهت دارند؟

۲. پیشینهٔ پژوهش

بسیاری از پژوهش‌هایی که در زمینهٔ رابطهٔ علم و فناوری صورت گرفته، رویکردی نظری و

1. Battelle

فلسفی دارند. پژوهش‌های میدانی نیز در این زمینه وجود دارد که در ادامه به تعدادی از آن‌ها اشاره می‌شود.

«بایوین» یکی از کارهای اولیه در زمینه تحلیل هم‌واژگانی را انجام داده است تا پویایی رابطه بین موضوعات حوزه آبریزان را در سال‌های ۱۹۷۹ تا ۱۹۸۱ به دست آورد. وی براساس شاخص‌های شباهت و دربردارندگی، نقشه‌های شمول و شباهت را ایجاد کرد. او کلیدواژه‌ها را به دسته‌های مرکزی و واژه‌های واسط تفکیک نمود و با مقایسه نقشه‌های به دست آمده نشان داد که از سال ۱۹۷۹ تا سال ۱۹۸۱، برخی از خوشه‌ها مانند "feeding and nutrition" در حوزه آبریزان گسترش یافته‌اند و ساختار بهتری به دست آورده‌اند؛ به عبارتی، میانگین تعداد پیوندهای هر اصطلاح افزایش یافته است. در کل، تعداد متوسط پیوندهای هر اصطلاح در کل نقشه از ۲/۳۳ به ۲/۹۵ افزایش یافته است که می‌توانست نشانه‌ای از آغاز یکپارچه شدن تمام این حوزه باشد (Bauin 1986).

«ریپ و کورتیال» با استفاده از تحلیل هم‌واژگانی مقالات زیست فناوری یک مجله در یک دوره ده ساله، به تحلیل توسعه زمینه‌های علمی در این حوزه پرداختند. آن‌ها پس از کددهی به واژگان، با فن تحلیل هم‌واژگانی ارتباط بین مقالات را به دست آوردند و با ترسیم نقشه، همبستگی و رابطه بین حوزه‌ها و تغییرات آن را در طول زمان نشان دادند (Rip & Courtial 1984).

«کولتر، مونارچ و کوندا» با استفاده از فنون تحلیل هم‌واژگانی و تحلیل محتوا به ترسیم نقشه ادبیات تحقیق در حوزه مهندسی نرم‌افزار پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها حاکی از آن است که برخی از مفاهیم خاص در حوزه مهندسی نرم‌افزار بدون تغییر مانده‌اند؛ گرچه نفوذ و اهمیت آن‌ها تغییر کرده است. برخی از مفاهیم در این حوزه نیز تکامل یافته و از بین رفته‌اند. آن‌ها در مطالعه خود بیان می‌دارند که با استفاده از مجموعه داده‌های متنی می‌توان تغییرات تدریجی حوزه‌ها را به دست آورد (Coulter, Monarch & Konda 1998).

«لاو»^۱ و «ریپ» در سال ۱۹۸۶ کتابی را با عنوان «سنجش روابط پویا در علم و فناوری» ویرایش کردند. این کتاب، یک اثر پایه در حوزه تحلیل هم‌واژگانی محسوب می‌شود. «ترنر و کالون» (۱۹۸۶)، «لاو» و «کورتیال» (۱۹۸۹ و ۱۹۹۸)، «وایتاکر» (۱۹۹۲)، همچنین «کولتر» و همکارانش در زمینه تجزیه و تحلیل هم‌واژگانی مطالعات دیگری در دهه ۸۰ و ۹۰ میلادی انجام داده‌اند (نقل در هی^۲، ۱۹۹۹).

پژوهشی به نام پروژه Hindsight توسط بخش دفاعی ایالات متحده آمریکا صورت گرفت که در آن توسعه ۲۰ نوع سلاح را در ۲۰ سال بعد از جنگ جهانی دوم مورد توجه قرار دادند. این

1. Law

2. He

مطالعه نشان داد که تنها دو رخداد نتیجه پژوهش‌هایی بوده است که پایه علمی داشتند. مطالعه دیگری نیز در بریتانیا صورت گرفت که تقریباً نتایج مشابهی داشت. تحلیل اخیر نشان داد که یک فاصله ۹ ساله بین علم و فناوری وجود دارد. به عبارتی، ۹ سال طول می‌کشد تا نتایج یک پژوهش علمی به فناوری تبدیل شود (Volti 1992).

«وینز» در پژوهشی با عنوان «رابطه هم‌زیستی علم و فناوری در قرن ۲۱» کوشید تا با مطالعه حوزه بیوتکنولوژی و مهندسی ژنتیک نشان دهد که مسیر علم و فناوری جدا نیست. وی این‌گونه بیان می‌کند که در نهایت، مسیر علم و فناوری به هم پیوسته می‌شود و بین آن‌ها ارتباط مستقیمی به وجود می‌آید، اما این ارتباط دوسویه و همزی است (Wiens 1999).

«بروکس» در مقاله‌ای به بررسی رابطه بین علم و فناوری پرداخته است. وی در این بررسی به کمک‌های علم به فناوری و فناوری به علم می‌پردازد و عنوان می‌کند که ارتباط بین علم و فناوری پیچیده است و به‌طور قابل ملاحظه‌ای در زمینه‌های خاص فناوری متفاوت است؛ همچنانکه امروزه ما نمونه‌های زیادی را می‌توانیم نشان دهیم که علم و فناوری مکمل یکدیگر هستند و مواردی هم هستند که به هم مرتبط نیستند. از نظر «بروکس» علم از جهاتی به فناوری کمک می‌کند: به‌عنوان منبعی برای ایده‌های فناورانه جدید، به‌عنوان منبعی برای فنون و ابزارهای طراحی مهندسی، در ابزارسازی، فنون آزمایشگاهی و روش‌های تحلیلی، در توسعه مهارت‌های انسانی، ارزیابی فناوری و به‌عنوان منبع راهبردی توسعه. از سوی دیگر وی اذعان می‌دارد که فناوری نیز از جهاتی در توسعه علم نقش داشته است: فناوری به افزایش توان ابزارسازی در چالش‌های علمی جدید کمک می‌کند (Brooks 1994).

«مورای» همپوشانی بین علم و فناوری را در حوزه مهندسی بافت بررسی کرده است. وی در این پژوهش با بررسی دقیق ۷۶ پروانه ثبت اختراع و ۱۵۸ مقاله به مطالعه شبکه علمی و شبکه فناوری این حوزه پرداخته است. وی ضمن بیان اینکه تعاملات داخلی در شبکه علمی بیشتر از تعامل اعضای شبکه فناوری است، اذعان می‌دارد که شبکه‌های علمی به اندازه شبکه‌های فناوری در پیشرفت‌های فناوری مؤثرند (Murray 2002).

«تیمورپور» و همکاران با روش‌های متن‌کاوی و علم‌سنجی به مطالعه موردی مقالات فناوری نانو متخصصان ایران پرداخته‌اند (۱۳۸۸).

«الهی» و همکاران در تحقیقی با بررسی ۳۰۰ مقاله در حوزه توسعه نوآوری در مناطق از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۲ در پایگاه‌های اطلاعاتی «اسکاپوس» و «سیج»، خوشه‌بندی دانش موجود در این

حوزه را با استفاده از روش متن کاوی و ترسیم نقشه مفهومی دانش، مورد بررسی قرار دادند (۱۳۹۱).

«صدیقی» با استفاده از روش هم‌واژگانی به این مسئله پرداخته است که دانش اطلاع‌سنجی از چه زیرحوزه‌های موضوعی تشکیل شده است و ارتباط این زیرحوزه‌ها چگونه بوده است. در این پژوهش مشخص شد که برخی از واژه‌ها در تمامی سال‌های مورد مطالعه حضور دارند، در حالی که برخی دیگر در طول زمان ناپدید می‌شوند. مفاهیم جدید به‌عنوان بازترکیبی از واژه‌های موجود و در تعامل با تحولات و فناوری‌های جدید پدید می‌آیند (۱۳۹۳).

به‌طور خلاصه می‌توان گفت که پیشینه‌های پژوهش نشان از آن دارند که تحلیل واژگانی بر پایه اصطلاحات نمایه‌ای متون علمی و فنی، یک فن فراگیر و پذیرفته‌شده در مطالعات مربوط به شناسایی حوزه‌های علم و فناوری است. همچنین، پروانه‌های ثبت اختراع به‌عنوان یک منبع مؤثر در مطالعات مربوط به فناوری به رسمیت شناخته شده‌اند. در ارتباط با رابطه علم و فناوری، پژوهش‌ها نتایج متنوع و ناهمگونی را نشان داده‌اند که بیانگر این نکته است که ارائه یک نظریه واحد برای نحوه رابطه بین علم و فناوری وجود ندارد و احتمالاً در رابطه بین این دو، عناصر زیادی دخیل هستند.

۳. روش پژوهش

این پژوهش دارای ماهیتی ترکیبی شامل مطالعه توصیفی و تحلیل محتواست که با داده کاوی متن از طریق تحلیل هم‌واژگانی و تحلیل شبکه‌های اجتماعی و خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی صورت گرفته است. برای انجام پژوهش، ابتدا عنوان و چکیده پروانه‌های ثبت اختراع حوزه برق AUV که در پایگاه‌های Google Patent و Lens نمایه شده بودند و نیز عنوان و چکیده مقالات این حوزه از پایگاه IEEE Xplore، بازیابی شدند. برای یافتن مدارک مرتبط، از روش جست‌وجوی دوگانه کلیدواژه - رده استفاده شد که (Benson & Magee (2013 پیشنهاد داده‌اند. به این صورت که در جست‌وجو دستور داده شد تا رکوردهایی از مقالات و پروانه‌هایی بازیابی شوند که حاوی کلیدواژه "Autonomous Underwater Vehicle" هستند. در کنار این کلیدواژه، جست‌وجو به رده H محدود شد. این رده، در رده‌بندی جهانی پروانه‌های ثبت اختراع، به پروانه‌هایی داده می‌شود که موضوع آن‌ها برق است. از طریق این راهبرد، در هر یک از پایگاه‌های یادشده جست‌وجو صورت گرفت. پروانه‌های بازیابی‌شده از این دو جست‌وجو با هم مقایسه شدند تا موارد مشترک شناسایی شود. عمل شناسایی با توجه به شماره ثبت اختراع و با توجه به امکانات نرم‌افزار Microsoft Excel صورت گرفت؛ به‌گونه‌ای که اگر دو شماره مشابه وجود داشت، یکی حذف می‌شد. در نهایت،

تعداد ۲۲۳ پروانه ثبت اختراع و ۱۳۶ مقاله باقی ماند که شکل آن‌ها از «اچ‌تی‌ام‌ال»^۱ به متن ساده تبدیل گردید.

اساس پژوهش حاضر تحلیل هم‌واژگانی است که یکی از فنون تحلیل محتواست. تحلیل هم‌واژگانی، روشی مناسب برای کشف ارتباطات حوزه‌های پژوهشی علم است و پیوندهای مهمی را نشان می‌دهد که ممکن است کشف آن‌ها به روش‌های دیگر مشکل باشد. روش تحلیل هم‌واژگانی می‌تواند به‌عنوان ابزاری قدرتمند، امکان تعقیب تحولات ساختاری و تکامل شبکه ادراکی و اجتماعی را میسر سازد (Bauin 1986). بدین ترتیب، این روش، رویکردی قابل توجه به کشف دانش دارد. تحلیل هم‌واژگانی از روش‌های کمی کشف ساختار دانش است که در دهه‌های گذشته توسط گروه‌های پژوهشی مختلف اجرا شده است و به‌عنوان ابزاری قدرتمند برای کشف دانش به اثبات رسیده است (He 1999).

این فن، از الگوهای هم‌رخدادی (به‌عنوان مثال واژه یا عبارت اسمی) در یک مجموعه از متن استفاده می‌کند تا ارتباط میان اندیشه‌ها در حوزه موضوعات متون را شناسایی کند. در این تحلیل، شاخص‌ها براساس فراوانی هم‌رخدادی دو مورد^۲ - مانند شاخص نزدیکی و شاخص شباهت که برای اندازه‌گیری میزان ارتباط بین موردهاست - به کار می‌روند. براساس این شاخص‌ها، موارد در گروه‌هایی خوشه‌بندی و به‌صورت شبکه نشان داده می‌شوند. این نقشه‌ها، برای برجسته کردن موضوعات اصلی موجود در یک حوزه و یافتن ارتباطات پنهان در آن حوزه استفاده می‌شوند (He 1999). ورودی داده‌ها در تحلیل‌های هم‌واژگانی یک ماتریس $D(N, M)$ است. N ، تعداد مدارک و M ، تعداد کلیدواژه‌هاست. از این ماتریس، دو ماتریس دیگر مشتق می‌شود: ابتدا یک ماتریس از هم‌رخدادی کلیدواژه‌ها (ستون) و مجموعه مدارک (ردیف)، و سپس یک ماتریس هم‌رخدادی جفت واژه‌ها (دوگانه). ضریب هم‌نشینی واژگان محاسبه می‌شود که این گونه تعریف می‌شود: (Polanco 2005)

فرمول ۱: محاسبه ضریب هم‌نشینی

$$E_{ij} = \frac{[c_{(ij)}]^2}{(C_i)(C_j)}$$

$C_{(ij)}$: تعداد کل هم‌رخدادی کلمات i ؛ (C_i) : تعداد کل هم‌رخدادی کلمات i و (C_j) : تعداد کل هم‌رخدادی کلمات j

اولین قدم در تحلیل هم‌واژگانی، استخراج کلیدواژه‌ها از رکوردهای اطلاعاتی موجود است

1. HyperText Markup Language (HTML)

2. item

(He 1999). بر این اساس، مرحله بعدی، نمایه‌سازی موضوعی این پروانه‌ها و مقالات بود تا کلیدواژه‌های آن‌ها تعیین شود. واژه‌هایی که در تحلیل‌های هم‌واژگانی مورد استفاده قرار می‌گیرد، می‌تواند از اصطلاحات کنترل‌شده‌ای که توسط یک فرد به یک مدرک داده شده است تا واژه‌های موجود در یک متن کامل متفاوت باشد. در پژوهش‌های مشابه اولیه فقط کلیدواژه‌های اصطلاح‌نامه‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفت، بعدها برای استخراج این کلیدواژه‌ها، توجه به عنوان، چکیده و متن کامل گسترش یافت. درباره اینکه چه بخشی از متن باید مورد توجه قرار گیرد، نظریات متفاوت است. Morgan و Rotto (1997) توصیه کردند که تحلیل واژگانی باید روی چکیده‌ها با استفاده از واژه‌هایی که خبرگان آن حوزه پیشنهاد می‌دهند، انجام شود تا به تعیین موضوعات توجه بیشتری در یک حوزه پژوهشی کمک کند (نقل در He 1999). در این پژوهش، برای نمایه‌سازی، چکیده و عنوان پروانه‌های ثبت اختراع و مقالات در نظر گرفته شد.

برای نمایه‌سازی چکیده و عنوان پروانه‌های ثبت اختراع و مقالات از روش نیمه‌خودکار استفاده شد، به این صورت که یک برنامه رایانه‌ای به زبان سی شارپ، با الگوریتم «شکاف-گلچین» نوشته شد. براساس این الگوریتم، حروف اضافه و افعال و هر آنچه که در متن مفهومی ندارد، با یک علامت ستاره جایگزین شد (شکاف‌دهی). سپس، هر آنچه که بین دو ستاره قرار گرفته بود به عنوان یک اصطلاح احتمالی در نظر گرفته شد. این اصطلاحات احتمالی با تلفیقی از چهار پارامتر فراوانی اصطلاحات در متن، میانگین فراوانی واژه‌های تشکیل‌دهنده اصطلاح موضوعی، تعداد واژه‌های تشکیل‌دهنده آن اصطلاح، و تعداد حضور آن اصطلاح به عنوان جزئی از اصطلاحات دیگر وزن‌دهی شدند. در آخر، با یک تابع لگاریتمی تعداد کلیدواژه‌هایی که باید از آن متن استخراج شود، تعیین شده و با در نظر گرفتن مسئله رابطه اعم و اخص بین موضوعات، مهم‌ترین کلیدواژه‌ها انتخاب (گلچین) شدند (توکلی‌زاده رواری ۱۳۹۴).

حاصل این نمایه‌سازی در کل ۱۰۶۲ کلیدواژه پروانه‌های ثبت اختراع و مقالات بود. این کلیدواژه‌ها وارد نرم‌افزار «راور ماتریس» شد. با امکاناتی که در این نرم‌افزار وجود دارد، موضوعاتی که دقت یا جامعیت کافی نداشتند، حذف شدند. همین‌طور، موضوعاتی که از نظر املائی با هم تفاوت داشتند و نیز جمع و مفرد واژه‌ها یک‌دست شدند. در پایان، ۱۹۵ کلیدواژه برای پروانه‌های ثبت اختراع و ۱۱۴ کلیدواژه برای مقالات باقی ماند. ماتریس هم‌رخدادی این کلیدواژه‌ها از طریق نرم‌افزار «راور ماتریس» ایجاد شد. ایده «تحلیل هم‌رخدادی کلیدواژه‌ها» که در سال ۱۹۸۳ توسط «کالن»^۱ مطرح شد، این بود که آمدن کلمات با هم در یک مدرک،

1. Callon

نشان‌دهنده‌ی محتوای آن مدرک است. بنابراین، اگر میزان این هم‌رخدادی را اندازه‌گیری کنیم، می‌توانیم شبکه‌ی مفاهیم یک زمینه‌ی علمی را ترسیم کنیم. این نقشه‌ها با شمارش تعداد دفعات باهم آمدن هر اصطلاح موضوعی با موضوعات دیگر ترسیم می‌شوند (به نقل از الهی و همکاران ۱۳۹۱). مثلاً در این پژوهش، حداکثر هم‌رخدادی دو اصطلاح در پروانه‌های ثبت اختراع می‌تواند ۱۹۵ بار (به تعداد کل پروانه‌های ثبت اختراع) و حداقل صفر بار باشد (یعنی دو اصطلاح در هیچ پروانه‌ی ثبت اختراعی با هم نیامده‌اند).

مرحله بعد، سنجش روایی کلیدواژه‌ها بود. برای این کار مرکزیت بینایی اصطلاحات محاسبه شد. مرکزیت بینایی به عنوان خصیصه‌ی ساختاری گره، نشان‌دهنده‌ی اهمیت گره از نظر موقعیت آن در نقشه و از نظر انتقال اطلاعات در شبکه است. شاخص مرکزیت بینایی براساس موقعیت گره‌ها در شبکه محاسبه می‌شود. واژه‌ای دارای بیشترین مرکزیت بینایی است که بینابین تعداد زیادی از گره قرار بگیرد و راه‌های ارتباطی دیگر از آن بگذرد. این گره‌ها قدرت ایزوله کردن یا افزایش ارتباطات را دارند (صدیقی ۱۳۹۳). گره‌هایی که به عنوان واسطه برای جریان اطلاعات عمل می‌کنند، نمرات بینایی بالایی خواهند داشت. یک عامل بینابین می‌تواند کنترل‌کننده‌ی جریان اطلاعات و یا تبادل منابع باشد (عصاره و همکاران ۱۳۹۱).

برای تعیین مرکزیت بینایی هر اصطلاح، ماتریس حاصله از پروانه‌های ثبت اختراع و مقالات به‌طور جداگانه به نرم‌افزار Ucinet داده شد و میزان مرکزیت بینایی هر اصطلاح استخراج گردید. در نهایت، ماتریسی در ابعاد ۱۹۵ در ۱۹۵ برای پروانه‌های ثبت اختراع و ۱۱۴ در ۱۱۴ برای مقالات ایجاد گردید.

ماتریس نهایی هر کدام جداگانه به نرم‌افزار NetDraw وارد شد. این نرم‌افزار امکان به تصویر درآوردن روابط بین گره‌های شبکه را فراهم می‌سازد. در این پژوهش، هر موضوع یک گره محسوب می‌شود. همچنین، از طریق نرم‌افزار SPSS 20 موضوعات استخراج شده از پروانه‌های ثبت اختراع و مقالات جداگانه خوشه‌بندی شده‌اند. خوشه‌های حاصل برای مقایسه‌ی هم‌جواری موضوعات در مقالات و پروانه‌های ثبت اختراع استفاده شد. خوشه‌بندی، تقسیم یک گروه ناهمگن به چندین زیرگروه همگن است که در جست‌وجوی حداکثرسازی تفاوت بین گروه‌ها و حداقل‌سازی تفاوت درون گروه‌هاست (Punj & Stewart 1983). در سازوکار این روش، ابتدا با استفاده از یک معیار، فواصل خرده‌گروه‌ها تعریف می‌شود و سپس، روش مناسب برای تشکیل خوشه‌ها و پیوند آن‌ها با یکدیگر انتخاب می‌گردد. در نهایت نیز تعداد خوشه‌های مناسب برای داده‌ها تعیین شده و خوشه‌بندی انجام می‌گیرد. در اساس، خوشه‌بندی را می‌توان به انواع ساده، سلسله‌مراتبی و فازی تقسیم کرد. این پژوهش به نوع سلسله‌مراتبی آن اشاره دارد. خوشه‌بندی

سلسله‌مراتبی با جداسازی هر موجودیت و قراردادن آن در یک خوشه جداگانه شروع می‌شود. در هر مرحله تحلیل، جداسازی موارد تا جایی انجام می‌گیرد که شبیه‌ترین دو خوشه در هم ادغام شوند و در نهایت، تمامی موارد در یک درخت طبقه‌بندی کامل ادغام گردند. معیاری که خوشه‌بندی براساس آن انجام می‌گیرد، فاصله است. مواردی که نزدیک یکدیگرند، در یک خوشه ادغام شده و مواردی که نسبت به یکدیگر فاصله بیشتری دارند در خوشه‌های متفاوت قرار می‌گیرند (کفاش‌پور و علیزاده زوام‌پور ۱۳۹۱). روش‌های متفاوتی برای انتخاب فاصله بین خوشه‌ها از یکدیگر و یا یک خوشه از یک فرد وجود دارد که منجر به به‌وجود آمدن روش‌های متفاوت تلفیق خوشه‌ها شده است. یکی از این روش‌ها خوشه‌بندی به روش «وارد»^۱ است. در روش خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی «وارد»، برای کاهش تلفات ناشی از داده‌های دورافتاده^۲ از معیاری جدید برای محاسبه عدم شباهت بین خوشه‌ها استفاده می‌کنند. در این روش، از مجموع مربعات تفاضل هر داده از یک خوشه با بردار میانگین آن خوشه به‌عنوان معیاری برای سنجش یک خوشه استفاده می‌شود. الگوریتم زیر را می‌توان برای روش «وارد» در نظر گرفت.

الف- ابتدا هر داده به‌عنوان یک خوشه در نظر گرفته می‌شود.

ب- به ازاء تمام جفت خوشه‌های ممکن از مجموعه خوشه‌ها آن دو خوشه‌ای که مجموع مربعات تفاضل داده‌های خوشه حاصل از اجتماع آن‌ها با بردار میانگین خوشه حاصل کمینه باشد، انتخاب می‌شود.

ج- دو خوشه انتخاب‌شده با هم ترکیب می‌شوند.

د- تا زمانی که تعداد خوشه‌ها به تعداد مورد نظر نرسیده است، مراحل ب، ج و د تکرار می‌شوند (He 1999).

برای سنجش شباهت بین واژگان موضوعی حاصل از پروانه‌های ثبت اختراع و مقالات از شاخص دربردارندگی استفاده شد. این شاخص را می‌توان یک شاخص نامتقارن دانست که شباهت دو دسته را به‌صورت یک طرفه نشان می‌دهد. پیش‌فرض این شاخص این است که شباهت الف با ب مساوی با شباهت ب با الف نیست. اساس کار آن فرمول زیر است: (Makrehchi & Reuters 2011).

فرمول ۲: محاسبه شاخص شباهت

$$ID(t_i; t_j) = \frac{\|t_i t_j\|}{\|t_j\|} = \frac{n(t_i, t_j)}{n(t_j)}, ID(t_i; t_j) \neq ID(t_j; t_i)$$

1. Ward

2. outlier

$ID(t_i; t_j)$: شاخص شباهت (تبعیت) خوشه i به خوشه j : $\|t_i \cap t_j\|$: مجموع اشتراکات خوشه i و خوشه j

$\|t_j\|$: مجموع اعضای خوشه j : $n(t_i, t_j)$: تعداد مؤلفه‌های مشترک t_i و t_j و $n(t_j)$: تعداد مؤلفه‌های t_j

برای محاسبه‌ی شباهت ساختار هم‌جواری بین دو خوشه‌بندی موضوعی که از مقالات و پروانه‌های ثبت اختراع حاصل شده بود، فرمول شاخص دربردارندگی در دو مرحله بسط داده شد: در مرحله‌ی اول $ID(t_i; t_j)$ (مجموع شباهت خوشه‌های خوشه‌بندی i با خوشه‌بندی j) و در مرحله‌ی بعد، $ID(t_j; t_i)$ (مجموع شباهت خوشه‌های خوشه‌بندی j با خوشه‌بندی i) محاسبه شد. در مرحله‌ی اول، پس از محاسبه‌ی مجموع شباهت‌ها، نتیجه به دست آمده بر تعداد خوشه‌های خوشه‌بندی i و در مرحله‌ی دوم، نتیجه حاصل از شباهت j بر تعداد خوشه‌بندی j تقسیم شد.

فرمول ۳: مرحله‌ی اول (مقایسه‌ی خوشه‌بندی i با j)

$$\frac{\int ID(t_i; t_j)}{n(i)}$$

فرمول ۴: مرحله‌ی دوم (مقایسه‌ی خوشه‌بندی j با i)

$$\frac{\int ID(t_j; t_i)}{n(j)}$$

اگر i را معادل خوشه‌های مقالات و j را معادل خوشه‌های پروانه‌های ثبت اختراع بدانیم، برای سنجش شباهت خوشه‌بندی مقالات با پروانه‌های ثبت اختراع از فرمول ۳ و بر عکس، از فرمول ۴ استفاده شد. این کار عملاً میزان شباهت ساختار هم‌جواری این دو را مشخص ساخت. از آنجا که نتیجه این فرمول‌ها، عددی بین صفر و یک است، با ضرب آن در ۱۰۰، می‌توان درصد شباهت را محاسبه کرد.

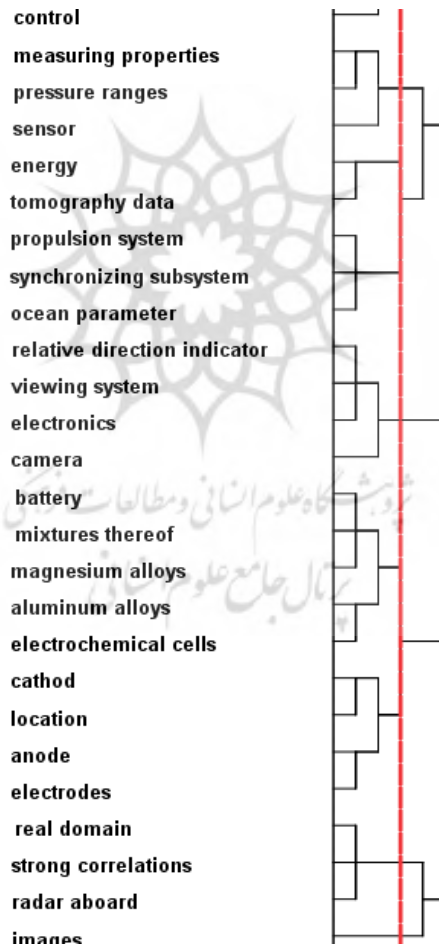
۴. یافته‌ها

در این پژوهش برای مقایسه‌ی کلیدواژه‌های دو گروه مقالات و پروانه‌های ثبت اختراع از لحاظ ساختار یا همجواری، ابتدا نمودار روابط سلسله‌مراتبی آن‌ها با فن خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی با روش «وارد» ترسیم شد.

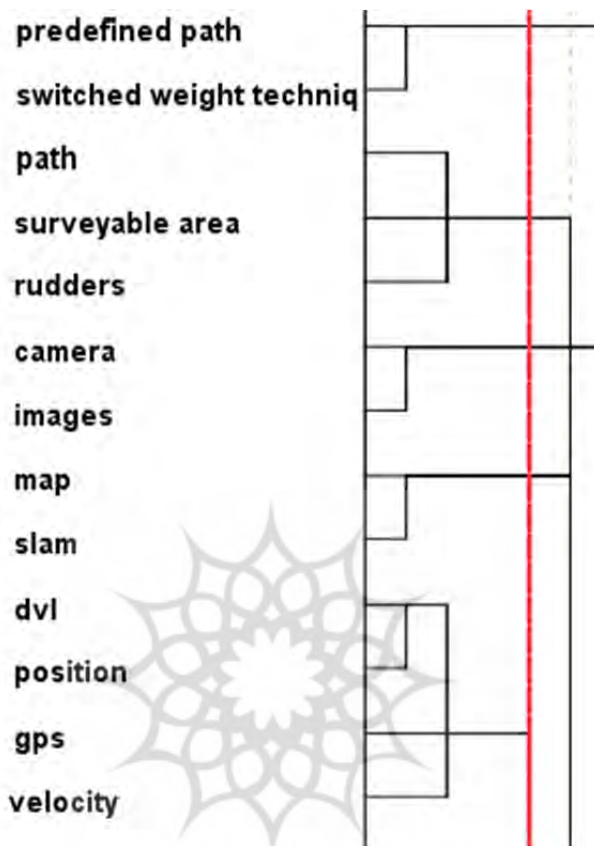
اطلاعات به دست آمده از نمودارهای ۱ و ۲ نشان می‌دهند که تعداد اصطلاحات موضوعی پروانه‌های ثبت اختراع ۱۹۵ مورد است که در ۵۰ خوشه قرار گرفته‌اند و نیز تعداد اصطلاحات به دست آمده از مقالات ۱۱۴ موضوع است که در ۲۶ خوشه قرار گرفته‌اند. مقایسه‌ی خوشه‌های دو

مورد نشان می‌دهد که تنها ۲۶ اصطلاح موضوعی بین پروانه‌های ثبت اختراع و مقالات مشترک می‌باشند. محاسبه شاخص دربردارندگی نشان می‌دهد که ۲۳ درصد از موضوعات پروانه‌های ثبت اختراع در مقالات وجود دارد. این در حالی است که ۶۵ درصد از موضوعاتی که در مقالات هست، در پروانه‌های ثبت اختراع نیز وجود دارد. نگاه دقیق‌تر نشان می‌دهد که در مقالات ۸۸ اصطلاح موضوعی وجود دارد که در پروانه‌های ثبت اختراع موجود نیست و ۱۶۹ مورد از اصطلاحات موضوعی پروانه‌های ثبت اختراع در مقالات وجود ندارد.

مقایسه همجواری دو خوشه براساس فرمول‌های ۲ و ۳ نشان داد که شباهت این دو از لحاظ ساختار همجواری، صفر است. این در حالی است که بین این دو، ۲۶ موضوع مشترک وجود دارد.



نمودار ۱. بخشی از رابطه سلسله‌مراتبی موضوعات مرتبط با پروانه‌های ثبت اختراع



نمودار ۲. بخشی از رابطه سلسله‌مراتبی موضوعات مرتبط با مقالات

در مرحله بعد، از طریق سنج‌مرکزیت بینابینی، پرنفوذترین موضوعات در مقالات و پروانه‌های ثبت اختراع مشخص گردید. جدول ۱، بیست مورد اول هر یک از دو نوع مدرک را، که بالاترین مرکزیت بینابینی را داشته‌اند، نشان می‌دهد.

جدول ۱. اصطلاحات موضوعی پروانه‌های ثبت اختراع و مقالات که بینابینی بالایی دارند (۲۰ مورد اول)

مقالات	پروانه‌های ثبت اختراع
Control, Missions, Navigation, Data, Sensor, DVL, Velocity, Speed, Position, GPS, Cable, Controllers, Mapping, Linear Model, Magnetic Noise, Array, Path, Depth, Frequency, Sonar	Data, Transmission, Communications, Array, Signals, Navigation, Acoustic, Antenna, Position, Sonar, Electrodes, Anode, Electromagnetic, Underwater Structure, Received Signal, Electroics, Beam, Control, Sensor, Modulated Signal

با مقایسه پرنفوذترین کلیدواژه‌های پروانه‌های ثبت اختراع و مقالات در جدول ۱ مشخص گردید که تعداد ۷ موضوع پرنفوذ از ۲۰ مورد اول هر یک از این دو نوع مدرک مشترک است. بر این اساس، شبکه آگوی هر یک از این ۷ مورد کلیدواژه برای مقالات و پروانه‌های ثبت اختراع تعیین شد.

جدول ۲. اعضای شبکه آگوی هفت موضوع مشترک بین پروانه‌های ثبت اختراع و مقالات که در ۲۰ ردیف

اول لیست بینابینی قرار داشتند

نام شبکه آگو	اعضای شبکه آگو در مقالات (A)	اعضای شبکه آگو در پروانه‌های ثبت اختراع (B)	میزان حضور	میزان حضور
			اعضای A در B $\frac{A \cap B}{A}$	اعضای B در A $\frac{A \cap B}{B}$
Data	Missions, Mapping, Sensor, Depth, Navigation, Transmission, Path	Transmission, Navigation, Position, Communications, Array, Antenna, Sensor, Telemetry System, Magnetic Field, Underwater System, Electromagnetic, Electrical Isolation, Control, Sound, Acoustic, Modulated Signals, Magnetic Signal, Velocity, Underwater Structure, Ocean parameter, Frequency, Wireless, Conrollers, Sonar	3÷7=0.42	3÷24=0.125
Navigation	Control, GPS, Data, Sonar, DVL	Data, Position, Transmission, Underwater Structure, Underwater System, Electromagnetic, Velocity, Sensor, Sound, Conrollers, Images, Array, Received Signal, Beacon	1÷5=0.2	1÷14=0.07
Position	Velocity, GPS, DVL, Acoustic	Data, Navigation, Velocity, Control, Sound, Underwater System, Magnetic Field, Conrollers, Acoustic, Array, Sonar, Sensor, Signals, Beacon	2÷4=0.5	2÷14=0.14
Array	ایزوله	Sonar, Data, Navigation, Conrollers, Acoustic, Position, Transmission, Communications, Electrodes, Tranducer, Beam, Mapping, Cable	0	0
Sonar	Navigation	Array, Beam, Data, Images, Position, Signals, Electrodes, Tranducer, Mapping	0	0
Control	Speed, Velocity, Frequency, Linear Model, Conrollers, Missions, Navigation, Gps	Data, Acoustic, Posision, Sound, Velocity, Transmission, Hull, Ocean parameter	1÷9=0.11	1÷8=0.12
Sensor	Cable, Mapping, Magnetic noise, Missions, Depth, Data	Data, Transmission, Acoustic, Navigation, Position, Signals, Ocean parameter, Underwater Structure,	1÷6=0.16	1÷8=0.12

در جدول ۲، شباهت نامتقارن بین هفت موضوعی که در هر دو نوع مدرک، پرنفوذ تشخیص داده شده بودند، نشان داده می‌شود. به این صورت که در ستون دوم و سوم از چپ، اعضای شبکه

خصوصی (اگو) هر یک از این هفت موضوع پرنفوذ آمده است و در دو ستون آخر، شباهت نامتقارن آن دو شبکه اگو، براساس شاخص دربردارندگی سنجیده شده است. به این صورت که نشان می‌دهد چه نسبت از اعضای هر یک از آگوهای پروانه‌های ثبت اختراع در مقالات و چه نسبت از اعضای هر یک از آگوهای مقالات در پروانه‌های ثبت اختراع وجود دارد. اگر این نسبت را در ۱۰۰ ضرب کنیم، درصد بستگی نشان داده می‌شود. مثلاً در شبکه اگوی Data، ۴۲ درصد از موضوعات مقالات همان چیزی است که در شبکه اگوی Data پروانه‌های ثبت اختراع وجود دارد، اما ۱۲/۵ درصد از اعضای آگوی پروانه‌های ثبت اختراع شبیه اعضای آگوی مقالات است. از این نظر، بستگی مقالات به پروانه‌های ثبت اختراع ۴۲ درصد و بستگی پروانه‌های ثبت اختراع به مقالات ۱۲/۵ درصد است. همان‌گونه که جدول ۲ نشان می‌دهد، به جز مورد Data، بقیه موارد بستگی کمی به هم دارند و در دو مورد این بستگی برابر با صفر است.

۵. بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه، پروانه‌های ثبت اختراع به‌عنوان مدارک تولید شده توسط فناوری و مقالات به‌عنوان مدارک علمی در نظر گرفته شده است. طبق یافته‌ها، ۶۵ درصد از اصطلاحات مقالات همان اصطلاحاتی هستند که در پروانه‌های ثبت اختراع وجود دارند، اما تنها ۲۳ درصد از موضوعات پروانه‌ها شبیه به مقالات است. همچنین، یافته‌ها نشان داد که از لحاظ هم‌جواری بین خوشه‌های حاصل از پروانه‌های ثبت اختراع و مقالات، شباهت در حد صفر است. یافته دیگر نشان داد که شباهت بین اعضای شبکه‌های آگوی موضوعات پرنفوذ در هر دو نوع مدرک در دو مورد صفر و در بقیه موارد به جز Data زیر ۱۵ درصد است. تفاوت واژگانی بین مقالات و پروانه‌های ثبت اختراع می‌تواند به این معنا باشد که این دو دسته از مدارک به مسئله AUV نگاهی متفاوت دارند. همچنین، به این نکته نیز باید توجه داشت که تفاوت ماهوی بین برخی از اسناد با یکدیگر و در نتیجه، تفاوت میان واژگان به کار رفته وجود دارد؛ به‌طوری که واژه‌هایی که در پروانه‌های ثبت اختراع مورد استفاده قرار می‌گیرند نسبت به کلیدواژه‌های مقالات، انتزاعی و خلاقانه‌تر هستند (Nanba & Takezawa 2009). با توجه به دیدگاه «موری»، این مسئله از آن‌جا ناشی می‌شود که «تعامل میان دانشمندان شبکه علم و شبکه فناوری بسیار کم است. وی هم‌چنان بیان می‌دارد که میزان همکاری و تعامل شبکه علمی بسیار بیشتر از همکاری و تعامل در شبکه فناوری است و دلیل این امر را ساختار رقابتی تر شبکه فناوری می‌داند. به همین جهت، واژگان علمی می‌تواند تنوع کمتری نسبت به واژگان فنی داشته باشد (Murray 2002).

شباهت ۶۵ درصدی موضوعات مقالات به موضوعات پروانه‌های ثبت اختراع نشان می‌دهد

که فناوری AUV، عملاً از مباحث فناوری است و در این حوزه، علم از فناوری متأثر می‌شود. این دستاورد مطابق با نظر «روی» است که معتقد است «از لحاظ تاریخی بیش از آنکه علم به فناوری بینجامد، فناوری منجر به علم شده است (Roy 1990). عجیب آن است که مطالعات جدید نشان داده است که غالب دانش فنی هنوز بر دوش دانش‌های فنی پیشین است تا بر دوش علم. از طرفی، فناوری AUV کاربرد نظامی بالایی نیز دارد. طبق یافته‌های پژوهش بخش دفاعی آمریکا که در آن توسعه ۲۰ نوع سلاح در ۲۰ سال بعد از جنگ جهانی دوم مورد توجه قرار گرفت، تنها دو مورد حاصل پژوهش‌های علمی بود (Volti 1992). مطالعه دیگری نیز در بریتانیا صورت گرفت که تقریباً نتایج مشابهی داشت و نشان داد که تقریباً ۹ سال طول می‌کشد تا یک علم به فناوری تبدیل شود (همان).

از لحاظ ساختار خوشه‌بندی، این دو نوع مدرک نیز شباهتی در اندازه‌ی صفر داشت. در خوشه‌بندی موضوعی، کنار هم قرار گرفتن موضوعات در یک خوشه نشان می‌دهد که مجموع آن‌ها، روی هم به یک مسئله بزرگ‌تر مربوط می‌شود و یک مبحث در حوزه دانش را شکل می‌دهد. لذا، مدارکی که همه این موضوعات یا بخشی از آن‌ها را در بر دارند، عملاً پاسخ و راه حلی برای آن مسئله هستند. خوشه‌بندی موضوعی نشان می‌دهد که در کل، مدارک مورد بررسی، به چه سؤالاتی پاسخ می‌دهند. «توکلی‌زاده راوری» چنین بینشی را در زمینه واژگان‌های کنترل‌شده مثل اصطلاحنامه مطرح می‌کند که قابل تعمیم به خوشه‌بندی نیز هست: «در حقیقت واژگان‌های کنترل‌شده موضوعی، سؤالاتی را نشان می‌دهند که یک پایگاه اطلاعاتی می‌تواند به آن‌ها پاسخ دهد. بنابراین، تعداد توصیف‌گرهایی که به یک مدرک در یک پایگاه اطلاعاتی داده شده است، نشان می‌دهد که چه تعداد سؤال توسط این مدارک موجود پاسخ داده می‌شود. پس، اصطلاحنامه‌ها مجموعه‌ای فشرده از سؤالاتی هستند که می‌توان از طریق ادبیات منتشره به آن‌ها پاسخ داد» (۲۰۰۷). با چنین بینشی، وقتی که ساختار هم‌جواری یا همان اعضای خوشه‌های دو خوشه‌بندی، شباهتی در حد صفر دارند، به این معناست که مسائل مطرح در دو گروه مدارک کاملاً از هم متفاوت است؛ یعنی در حوزه برق AUV، پروانه‌های ثبت اختراع به مسائلی متفاوت از مقالات پرداخته‌اند. البته، این نمی‌تواند به رد کامل این نظریه «بروکس» بینجامد که معتقد است، علم و فناوری دو جریان موازی از دانش هستند که وابستگی‌ها و روابط متقابلی دارند، اما تا زمانی که با هم جفت نشوند، نمی‌توانند کارکرد داشته باشند. اگر رابطه این دو را ناشی از کاربرد قوانین علم در فناوری بدانیم، باید اذعان داشت که نتایج پژوهش‌های علمی درباره یک محصول فناوری نیست که بین آن دو ارتباط برقرار می‌کند، بلکه قوانین محض علمی است که در یک فناوری به کار گرفته می‌شود و از طریق این قوانین ارتباط برقرار می‌شود.

اما فناوری همیشه آن قوانین را به همان شکل علمی مورد استفاده قرار نمی‌دهد. «روفوهل» معتقد است «مهندسان به دانش نظری برای حل مسائل طراحی نیاز دارند، اما به جای قوانین طبیعی از قواعدی بهره می‌گیرند که می‌توان به آن‌ها قوانین فناوری گفت. قانون فناوری از تبدیل یک یا چند قانون طبیعی در فرایندی فنی و واقعی حاصل می‌شود. غالباً، قوانین فناوری حتی از نظریه‌های علمی هم برگرفته نمی‌شوند. به‌عنوان مثال، قانون برش فلزات در مهندسی تولید، حاصل یک دسته از آزمایشات است که یک نظریه منسجم برای توضیح آن همانند قوانین طبیعی به‌وجود نیامده است و بر اساس اصل معرفت‌شناسی «پوپر» علمی هم نیست، اما تا آن زمان که کار می‌کند، متخصصان فناوری از بودنش ملول نمی‌شوند» (Ropohl 1997). نکته دیگر این است که ارتباط بین علم و فناوری پیچیده است و به‌طور قابل ملاحظه‌ای در زمینه‌های خاص فناوری متفاوت است. امروزه، ما نمونه‌های زیادی را می‌توانیم نشان دهیم که علم و فناوری مکمل یکدیگر هستند و مواردی هستند که به هم مرتبط نیستند (Wiens 1999; Brooks 1994). به‌عنوان مثال، در فناوری مکانیک سهم علم نسبت به فناوری بسیار ضعیف است و اغلب اختراعات مهم بدون دانش عمیق علمی ممکن است. در مقابل، الکترونیک، شیمی و فناوری هسته‌ای عمیقاً به علم وابسته هستند و بیشتر اختراعات با آموزش‌های علمی ساخته می‌شوند (Brooks 1994). از این رو، نتیجه مقایسه هم‌خوانی بین علم و فناوری در یک حوزه را نمی‌توان به حوزه دیگر تعمیم داد.

فهرست منابع

- آیدن، دن. ۱۳۷۷. *تقدم وجودی و تاریخی تکنولوژی بر علم*. مجموعه مقالات فلسفه تکنولوژی، ترجمه شاپور اعتماد، تهران: نشر مرکز، ۴۴-۵۶.
- الهی، شعبان، رضا نقی‌زاده، منوچهر منطقی، و قاضی سید سپهر نوری. ۱۳۹۱. شناسایی جریان‌های غالب در حوزه توسعه نوآوری در مناطق با استفاده از روش تحلیل هم‌رخدادی کلمات. *بهبود مدیریت* (۶): ۳-۱۳۶.
- باقری مقدم، ناصر، و حسین عقیقی. ۱۳۸۲. *شناسایی تکنولوژی با رویکرد نگاشت تکنولوژی*. اولین کنفرانس مدیریت تکنولوژی، تهران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- بایوردی، محمد. ۱۳۸۸. *علم چیست؟ تکنولوژی چیست؟* تهران: همفکران جامعه مجازی.
- بنیاد توسعه فردا. ۱۳۸۴. *روش‌های آینده‌نگاری تکنولوژی*. تهران: بنیاد توسعه فردا.
- توکلی‌زاده راور، محمد. ۱۳۹۴. مدل دو مرحله‌ای شکاف-گلچین برای نمایه‌سازی خودکار متون فارسی. *تحقیقات اطلاع‌رسانی و کتابخانه‌های عمومی* ۲ (۸۰): ۴۰-۱۳.

_____ ۱۳۹۳. راور ماتریس: نرم‌افزار ایجاد ماتریس هم‌رخدادی (نسخه رایگان دوم) [نرم‌افزار رایانه]. یزد: دانشگاه یزد.

تیمورپور، بابک، محمدمهدی سپهری، و لیلا پزشکی. ۱۳۸۸. روش نوین برای دسته‌بندی هوشمند متون علمی (مطالعه موردی مقالات فناوری نانو متخصصان ایرانی). فصلنامه سیاست علم و فناوری (۲) ۲: ۱۵۱-۱۵۳.
چاپرک، علی. ۱۳۹۱. سنجش دیدگاه دکتر سروش درباره تکنولوژی. فصلنامه روش‌شناسی علوم انسانی (۱۸) ۷۳: ۱۷۴-۱۵۳.

چنل، دیوید اف.، و هنس ریدر. ۱۳۹۲. ظهور علوم مهندسی، تحلیل تاریخی ظهور علوم مهندسی و بررسی نظری رابطه علم و فناوری. ترجمه رضا میرزایی. سوره اندیشه ۶۹: ۱۱۹-۱۲۲.
حسنلو، خسرو. ۱۳۸۵. نقش فناوری در مسائل نظامی آینده. همایش آینده‌پژوهی، فناوری و چشم‌انداز توسعه، خوش چهره، محمد، میثم موسایی، مهدی ناظمی اردکانی، صادق واعظزاده، علی مبینی دهکردی، حسین کچویان، سید مرتضی نبوی. ۱۳۸۸. مصاحبه با محمد خوش‌چهره و همکاران. در میزگرد علمی: علم، فناوری و توسعه. راهبرد توسعه ۱۹: ۷-۵۷.

صدیقی، مه‌ری. ۱۳۹۳. بررسی کاربرد روش تحلیل هم‌رخدادی واژگان در ترسیم ساختار حوزه‌های علمی (مطالعه موردی: حوزه اطلاع‌سنجی). پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات ۳۰ (۲): ۳۷۳-۳۹۶.
عصاره، فریده، فرامز سهیلی، عبدالحسین فرح‌بیلو، و عبدالمحید معرف‌زاده. ۱۳۹۱. بررسی سنجه مرکزیت در شبکه هم‌نویسندگی مقالات مجلات علم اطلاعات. پژوهشنامه کتابداری و اطلاع‌رسانی ۲ (۲): ۱۸۱-۲۰۰.
کالینز، هری، و پینچ ترور. ۱۳۹۲. تکنولوژی رها. ترجمه مصطفی تقوی، عمار میرزایی، و زهرا زنگنه‌مدار. ۱۳۹۲. تهران: سمت.

کفایش پور، آذر، علی‌علیزاده زوارم. ۱۳۹۱. به‌کارگیری فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی دلفی فازی (FDAHP) و تحلیل خوشه سلسله‌مراتبی (HCA) در مدل آر. اف. ام. (RFM) جهت تعیین ارزش دوره عمر مشتری. تحقیقات بازاریابی نوین (۲) ۳: ۶۸۵۱.

مارتین، هایدگر. ۱۳۷۳. پرسش از تکنولوژی. ترجمه شاپور اعتماد. ارغنون ۱: ۳۰-۱.

- Bauin, S. 1986. *Aquaculture: A field by bureaucratic fiat*. In M. Callon, J. Law, and A. Rip (Eds.), *Mapping the dynamics of science and technology: Sociology of science in the real world* (pp. 124-141). London: The Macmillan Press Ltd.
- Benson, C. L., and C. L. Magee. 2013. A hybrid keyword and patent class methodology for selecting relevant sets of patents for a technological field. *Scientometrics* 96 (1): 69-82.
- Brooks, H. 1994. The relationship between science and technology. *Research Policy* 23 (5): 477-486.
- Coulter, N., I. Monarch, and S. Konda. 1998. Software engineering as seen through its research literature: A study in co-word analysis. *Journal of the American Society for Information Science* 49 (13): 1206-1223.
- Dosi, G., P. Llerena, M. S. Labini. 2006. The relationships between science, technologies and their industrial exploitation: An illustration through the myths and realities of the so-called 'European Paradox'. *Research policy* 35 (10): 1450-1464.

- He, Q. 1999. Knowledge Discovery through Co-Word Analysis. *Library trends* 48 (1): 133-59.
- _____. *A review of clustering algorithms as applied in IR*. Urbana-Champaign: Graduate School of Library and Information Science University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Hurd, P. D. 1994. Technology and the advancement of knowledge in the sciences. *Bulletin of science, technology & society* 14 (3): 125-131.
- Jansson, U. 2000. *Patent Documents as a Source of Technological Information*. WIPO ROVING NATIONAL SEMINAR ON INDUSTRIAL PROPERTY. Ethiopia, March 29 to 31.
- Makrehchi, M., and T. Reuters. 2011. Taxonomy-based Document Clustering. *JDIM* 9 (2): 79-86.
- Moxley, R. A. 1989. Some historical relationships between science and technology with implications for behavior analysis. *The Behavior Analyst* 12: 45-57.
- Murray, F. 2002. Innovation as co-evolution of scientific and technological networks: exploring tissue engineering. *Research Policy* 31 (8): 1389-1403.
- Nanba, Hidetsugu, Toshiyuki Takezawa. 2009. *Classification of Research Papers into a Patent Classification System Using Two Translation Models*. Proceedings of the 2009 Workshop on Text and Citation Analysis for Scholarly Digital Libraries, ACL-IJCNLP 2009, pages 27-35, Suntec, Singapore, 7 August 2009.
- Polanco, X. 2005. *Co-word Analysis Revisited: Modelling Co-word Clusters in Terms of Graph Theory*. In Proceedings of ISSI (Vol. 2, pp. 662-663). July 24-28, Stockholm, Sweden
- Punj, G., and D. W. Stewart. 1983. Cluster analysis in marketing research: review and suggestions for application. *Journal of marketing research* 20 (2): 134-148.
- Rip, A., and J. P. Courtial. 1984. Co-word Maps of Biotechnology: An Example of Cognitive Scientometrics. *Scientometrics* 6 (6): 381-400.
- Ropohl, G. 1997. *Knowledge Types in Technology*, in Vries, M. J. de and Tamir, A. (Eds.), *Shaping Concepts of Technology: From Philosophical Perspectives to Mental Images*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 65-72
- Roy, R. 1990. The Relationship of Technology to Science and the Teaching of Technology. *Journal of Technology Education* 1 (2): 20-32.
- Tavakolizadeh-Ravari, M. 2007. Analysis of the long term dynamics in thesaurus developments and its consequences. Doctoral dissertation, Humboldt-Universität zu Berlin, Philosophische Fakultät I).
- Tseng, Y. H. 2005. Text mining for patent map analysis. *Catalyst* 5424054 (5780101) 6333016.
- Volti, R. 1992. *Society and technological change* (2nd ed.). New York: St. Martin's Press.
- Wiens, A. E. 1999. The Symbiotic Relationship of Science and Technology in the 21st Century. *Journal of Technology Studies* 25 (2): 9-16.

ژییا ذوالفقاری

دارای مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد در رشته علم‌سنجی از دانشگاه یزد است.

علم‌سنجی، داده‌کاوی متن، تحلیل شبکه‌های اجتماعی، فن‌سنجی و تحلیل پتنت از جمله علایق پژوهشی وی است.



محمد توکلی زاده راوری

دارای مدرک تحصیلی دکتری در رشته علم اطلاعات و دانش‌شناسی از دانشگاه هومبولت برلین در کشور آلمان است. ایشان هم‌اکنون استادیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی دانشگاه یزد است. علم‌سنجی، فناوری‌سنجی، محتواسنجی، داده‌کاوی متن، ذخیره و بازیابی اطلاعات و تولید نرم‌افزارهای مدیریت و پردازش اطلاعات از جمله علایق پژوهشی وی است.

**احمد میرزایی**

متولد سال ۱۳۴۰، دارای مدرک تحصیلی دکتری در رشته مهندسی برق از دانشگاه صنعتی اصفهان است. ایشان هم‌اکنون استادیار گروه قدرت - الکترونیک دانشگاه یزد است. ماشین‌های الکتریکی، سیستم‌های قدرت و سیستم‌های کنترل هوشمند از جمله علایق پژوهشی وی است.

**فرامرز سهیلی**

متولد سال ۱۳۵۶، دارای مدرک تحصیلی دکتری در رشته علم اطلاعات و دانش‌شناسی از دانشگاه شهید چمران اهواز است. ایشان هم‌اکنون استادیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی دانشگاه پیام نور است. علم‌سنجی، فن‌سنجی، جامعه‌شناسی علم و رفتار اطلاعاتی از جمله علایق پژوهشی وی است.



پرتال جامع علوم انسانی و مطالعات فرهنگی