

تنوع و پراکندگی موضوعی تولیدات علمی ایران در حوزه فناوری‌های هم‌گرا

چکیده

قاسم آزادی احمدآبادی^{۱*}

حمیدرضا جمالی مهموئی^۲

هدف: پژوهش حاضر در نظر دارد با مطالعه و مقایسه موضوعات مشارکت‌کننده در تولیدات علمی مرتبط با فناوری‌های هم‌گرا در کشور ایران در سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۵، اشتراک و افتراق زیرحوزه‌های مرتبط با هریک از چهار حوزه نانو، فناوری اطلاعات، علوم اعصاب‌شناختی و علوم زیستی را نشان دهد.

روش‌شناسی: این پژوهش بر اساس هدف، از نوع توصیفی - کاربردی علم‌سنجی است که با استفاده از روش‌های تحلیل محتوا و کتابخانه‌ای انجام شده است. مبنای تجزیه و تحلیل‌ها نیز مقالات نمایه‌شده ایران در پایگاه استنادی بین‌المللی اسکوپوس است.

یافته‌ها: بیشترین فراوانی مقالات ایران در حوزه فناوری‌های هم‌گرا به ترتیب به حوزه زیستی، نانو، اطلاعات و شناختی اختصاص داشته است. بالاترین میزان رشد مقالات حوزه‌های مورد مطالعه در سال ۲۰۱۵ نسبت به سال ۲۰۰۱ به حوزه نانو، فناوری اطلاعات، علوم اعصاب‌شناختی و علوم زیستی مربوط بوده است.

نتیجه‌گیری: تنوع و پراکندگی موضوعی مقالات نانو و زیستی بیش از سایر حوزه‌هاست و علوم شناختی از کمترین تنوع موضوعی برخوردار است. زیرحوزه‌های «شیمی زیستی، ژنتیک و زیست‌شناسی مولکولی»، «پزشکی»، «علوم رایانه»، «مهندسی» و «دارو، سم‌شناسی و داروشناسی» از جمله موضوعاتی هستند که بین چهار حوزه مورد مطالعه، مشترک بوده و در تولید مقالات آنها مشارکت داشته‌اند. «شیمی» و «علم مواد» از زیرحوزه‌هایی هستند که به شدت می‌توانند بر رشته‌های نانو، زیستی و اطلاعات تأثیرگذار باشند.

واژگان کلیدی: فناوری‌های هم‌گرا، تولیدات علمی ایران، علم و فناوری نانو، فناوری زیستی، فناوری اطلاعات، علوم شناختی.

۱. دکترای علم اطلاعات و دانش‌شناسی دانشگاه خوارزمی (نویسنده‌مسئول)
۲. دانشیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه خوارزمی
Email: azadi_gh@yahoo.com

دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۰۷

پذیرش: ۱۳۹۶/۰۴/۱۰

مقدمه و بیان مسئله

عبارت «فناوری‌های هم‌گرا»^۱ به رشته‌های توسعه‌یافته بر پایه ترکیب نانوفناوری، زیست‌فناوری، فناوری اطلاعات و علوم شناختی در مقیاسی بزرگ‌تر اطلاق می‌شود که از طریق پروژه‌های مشترک میان بیش از ۷۰ دانشمند در سال ۲۰۰۰ پایه‌گذاری شد (روکو و بین بریج^۲، ۲۰۰۲). فناوری‌های هم‌گرا به ترکیب هم‌افزای چهار حوزه اصلی علم و فناوری اشاره دارد که هر یک از آنها هم‌اکنون با سرعتی پرشتاب در حال پیشرفت هستند. این حوزه‌ها عبارت‌اند از: الف. علم و فناوری نانو؛

ب. فناوری زیستی و پزشکی زیستی شامل مهندسی ژنتیک؛

ج. فناوری اطلاعات، محاسبات و ارتباطات پیشرفته؛

د. علوم شناختی شامل علوم اعصاب‌شناختی (روکو و بین بریج، ۱۳۹۱: ۱۷).

مقصود از یکپارچه‌شدن فناوری‌های چهارگانه آن است که ابعاد کاربرد همه آنها در حال کوچک و نزدیک شدن به تراز نانومتر^۳ است. به این معنا که در آینده‌ای نه‌چندان دور، بستر نانو، به‌منزله فصل مشترکی عمل خواهد کرد و قابلیت‌هایی که به‌نحو مستقل در حوزه فناوری اطلاعات، علوم‌شناختی و زیستی حاصل شده است، در قالب یک «آبرفناوری» ظاهر خواهد شد. این ابرفناوری قادر است در آن واحد از قابلیت‌های هر چهار حوزه نانو، اطلاعات، علوم شناختی و زیستی برای ایجاد یک توانایی منحصربه‌فرد، استثنایی و بی‌نظیر استفاده کند (روکو و بین بریج، ۲۰۰۲). هم‌گرایی فناوری‌ها، نقش مهمی در جامعه از دیدگاه اقتصادی، اجتماعی و منظرهای توسعه‌ای داشته و با سیاست‌گذاری مناسب جهت ادغام و ترکیب بهینه آنها می‌توان رفاه، اقتصاد توسعه‌یافته، فرایند نوآوری و تولید محصولات و خدمات با ارزش افزوده را برای جامعه فراهم آورد (نبی‌پور؛ اسدی، ۱۳۹۳، ص ۱۰۴۷).

از بعد ملی و با توجه به اسناد کلان و بالادستی کشور که سیاست‌های کلان حوزه علم و فناوری را تعیین می‌کنند، مطالعه و ارزیابی فعالیت‌های علمی و فناورانه، دارای ضرورتی بنیادی و حائز اهمیت ملی است. به‌عنوان مثال، در ماده ۱۶ بند «و» برنامه پنجم توسعه، استقرار نظام یکپارچه پایش و ارزیابی علم و فناوری مورد تأکید قرار گرفته است (معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، ۱۳۹۱، ص ۶). در فصل سوم نقشه جامع علمی کشور نیز علوم و فناوری‌های هم‌گرا جزء اولویت‌های ملی مطرح شده است؛ به‌طوری‌که در حوزه فناوری، فناوری‌های اطلاعات، نانو و زیستی از اولویت اول برخوردارند و در حوزه علوم پایه و کاربردی نیز به علوم شناختی و رفتاری، اولویت اول اختصاص یافته است.

از آنجاکه حوزه فناوری‌های هم‌گرا که دنیا روی آن تأکید دارد و در متون مرتبط، به‌عنوان موج چهارم توسعه از آن یاد می‌شود و قرار است با ترکیب و هم‌گراشدن خود به رفاه بشر، حل مسائل اجتماعی و... منجر شود (پایا و کلاتری‌نژاد، ۱۳۹۰)، ضرورت پرداختن به این مسئله در سطح ملی و بین‌الملل بیش‌ازپیش مشخص شده و کسب شناخت از وضعیت هرکدام از آن حوزه‌ها و در تعامل با هم مهم و ضروری است.

از طرف دیگر، میان‌رشتگی یک مسئله کلیدی در سطح پژوهش علمی است که در آن، هم‌گرایی حول ترکیب‌های جدید اتفاق می‌افتد؛ بنابراین درجه انسجام در ترکیب‌های جدید، نقطه پیشرفت حوزه‌های خاص فناوری هم‌گراست. در

1 . Convergent Technologies

2 . Roco, Bainbridge

۳. هر نانومتر، معادل یک میلیاردیم یک متر است.

پژوهش و توسعه محصول، ابزارها و روش‌های اندازه‌گیری انسجام، مهم خواهد بود. در واقع، فرایند هم‌گرایی برای آگاهی‌رسانی جهت تصمیم‌گیری تحلیل می‌شود. پژوهش عملی درمورد فرایند هم‌گرایی علمی- فنی و مفهوم‌سازی دقیق‌تر از فرایندها می‌تواند تصمیمات راهبردی در حوزه تحقیق و توسعه را بهبود بخشیده و به جلوگیری از تخصیص ناصحیح بودجه و شناسایی حوزه‌های جدید هم‌گرا و روندهای آنها کمک کند (سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه^۱، ۲۰۱۴، ص ۱۳). علوم میان‌رشته‌ای به تناسب نیازهای جدید و تخصص‌های نوظهور، از مرزهای سنتی میان رشته‌های دانشگاهی یا مکاتب فکری گذر می‌کنند. از این رو، علوم را که با تلفیق چند علم گوناگون ایجاد می‌شوند، دانش‌های میان‌رشته‌ای می‌نامند، مانند دانش نانو فناوری که دانش میان‌رشته‌ای شیمی و فیزیک به‌شمار می‌آید (خرسندی طاسکو، ۱۳۸۷، ص ۵۰-۴۵). شناسایی تغییر و تحولات حوزه‌های میان‌رشته‌ای مانند فناوری‌های هم‌گرا که قرار است به‌صورت هدفمند و به‌مرور زمان حوزه‌های آنها با هم هم‌گرا شده و منجر به تولید دانش و فناوری‌های جدیدتر گردند، مسئله مهمی بوده و مورد توجه سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان مرتبط با موضوع علم و فناوری است.

روش‌های مختلفی برای مطالعه تحولات حوزه‌های میان‌رشته‌ای وجود دارد که از جمله مهم‌ترین آنها روش‌های مطرح در حوزه علم‌سنجی است که توسط پیشگامانی مانند پرایس پیشنهاد شده‌اند. مدارک و مستندات علمی یکی از بهترین و مهم‌ترین راه‌های اطلاع از آخرین پژوهش‌ها و یافته‌های هر حوزه علمی خواهد بود. مقالات مجلات و کنفرانس‌ها به‌عنوان اصلی‌ترین مجراهای نشر نتایج حاصل از پژوهش‌ها شناخته شده‌اند (بدفورد^۲، ۲۰۱۳).

در عین حال که فناوری‌های هم‌گرا از اهمیت راهبردی در اسناد بالادستی علمی کشور برخوردار هستند، شناخت دقیقی در حال حاضر از روند تولیدات این حوزه‌ها و ارتباط این حوزه‌ها با یکدیگر وجود ندارد. چنین شناختی مقدمه برنامه‌ریزی‌های آینده است و لذا مسئله مورد بررسی در این پژوهش دستیابی به این شناخت است. فواید این بررسی این خواهد بود که علاوه بر روشن شدن روند ۱۵ ساله تولیدات علمی در حوزه فناوری‌های هم‌گرا و همچنین میزان هم‌پوشانی و گرایش این چهار حوزه به یکدیگر، این پژوهش به شناسایی حوزه‌های جدید هم‌گرا و روندهای آنها، بهبود برنامه‌ریزی در حوزه مربوط به آموزش رشته‌های مورد مطالعه، تخصیص منابع پژوهشی نیز کمک خواهد کرد. در پژوهش حاضر، تلاش می‌شود با استفاده از دسته‌بندی‌های موضوعی موجود در پایگاه استنادی بین‌المللی اسکوپوس، تنوع و پراکندگی موضوعی مقالات ایران در هر یک از چهار حوزه فناوری نانو، زیستی، اطلاعات و شناختی بررسی و میزان گرایش این چهار حوزه به یکدیگر مقایسه و تحلیل شود.

پرسش‌های پژوهش

با توجه به هدف کلی پژوهش که شناخت روند تولیدات علمی فناوری‌های هم‌گرا و اشتراک و افتراق آنهاست، این پژوهش به‌صورت خاص‌تر سعی در پاسخ‌گویی به پرسش‌های زیر دارد:

۱. وضعیت انتشار مقالات کشور ایران در پایگاه استنادی بین‌المللی اسکوپوس، حوزه‌های نانو، زیستی، اطلاعات و شناختی در سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۵ چگونه است؟
۲. میزان رشد هر یک از چهار حوزه در مقایسه با یکدیگر چگونه است؟
۳. با توجه به دسته‌بندی موضوعی پایگاه اسکوپوس، زیرحوزه‌های تشکیل‌دهنده هر کدام از حوزه‌های مورد مطالعه کدام‌اند؟

1 . Organization for Economic Co-operation and Development
2 . Bedford

۴. با توجه به دسته‌بندی موضوعی پایگاه اسکوپوس، وجوه اشتراک (هم‌پوشانی) زیرحوزه‌های تشکیل‌دهنده حوزه‌های مورد مطالعه کدام‌اند؟
۵. با توجه به دسته‌بندی موضوعی پایگاه اسکوپوس، وجوه افتراق (ناهم‌پوشانی) زیرحوزه‌های تشکیل‌دهنده حوزه‌های مورد مطالعه کدام‌اند؟

پیشینه پژوهش

باجی و عصاره (۱۳۹۳) در پژوهشی با عنوان «ساختار شبکه هم‌نویسندگی حوزه علوم اعصاب ایران با استفاده از رویکرد تحلیل شبکه اجتماعی» به بررسی ساختار شبکه هم‌تألفی حوزه علوم اعصاب ایران در پایگاه وب‌آوساینس در فاصله سال‌های ۲۰۱۱-۱۹۹۶ پرداخته و سنجه‌های مرکزیت این شبکه را جهت تفسیر بهتر روابط هم‌نویسندگی پژوهشگران و شناسایی افراد مؤثر در این حوزه به دست آوردند. نتایج این مطالعه نشان داد که تولیدات علمی ایران در حوزه علوم اعصاب، روندی صعودی داشته و این حوزه بیشترین تبادلات و همکاری را با موضوعات داروسازی، روان‌پزشکی، علوم رفتاری، روان‌شناسی، فیزیولوژی، جراحی، کودکان و ارتوپدی داشته است.

صدیقی (۱۳۹۲) تحقیقی را با عنوان «تحلیل روابط و الگوهای میان‌رشته‌ای در منتخبی از حوزه‌های اولویت‌دار علم و فناوری» با هدف بررسی روابط و الگوهای میان‌رشته‌ای در منتخبی از حوزه‌های علمی شامل نانو تکنولوژی، بیوفیزیک، فیزیک هسته‌ای، جامعه‌شناسی و ارتباطات بر اساس تولیدات علمی محققان ایرانی در پایگاه اطلاعاتی وب‌آوساینس انجام داد. در این بررسی به منظور قضاوت درباره میان‌رشته‌ای بودن داده‌ها دو نوع رویکرد تعیین حوزه‌های موضوعی مربوط به نشریات منتشرکننده استنادات مقالات و وابستگی سازمانی مؤلفان مقالات مورد توجه قرار گرفت. نتایج این بررسی نشان داد که میزان استنادات مقالات این حوزه نانو به منابع خود رشته تنها ۲ درصد کل استنادات را تشکیل می‌دهد. این رشته، بیشترین وابستگی را به حوزه‌های شیمی (۲۴۲۴ درصد)، مهندسی مواد (۲۳۲۳ درصد)، سایر شاخه‌های مهندسی (۱۹ درصد) و فیزیک (۱۴ درصد) دارد. در واقع، تولیدات علمی حوزه نانو تکنولوژی بیشتر از آنکه به منابع خود رشته متکی باشند به منابع سایر رشته‌ها متکی هستند.

برادر و همکاران (۱۳۸۸) در تحقیقی با عنوان «بررسی روابط میان‌رشته‌ای مقالات علم و فناوری نانو ایران، نمایه‌شده در مؤسسه اطلاعات علمی^۱ تا پایان سال ۲۰۰۷ میلادی: مطالعه استنادی» با هدف کشف روابط میان‌رشته‌ای و روند رشد و تکامل حوزه نوظهور علم و فناوری نانو در ایران انجام دادند. جامعه این پژوهش، کل مقالات پژوهشگران ایرانی نمایه‌شده توسط مؤسسه اطلاعات علمی در حوزه علم و فناوری نانو شامل ۲۳۴ مورد تا پایان سال ۲۰۰۷ میلادی بود. تعداد ۵۷۶۷ استناد از کلیه مقالات تألفی پژوهشگران ایرانی با استفاده از روش تحلیل استنادی مورد بررسی قرار گرفت. پژوهشگران بر اساس عناوین منابع، به کلیه استنادهای گردآوری‌شده یک موضوع اختصاص دادند. نتایج نشان داد که میزان و الگوی روابط میان‌رشته‌ای علوم و فناوری نانو در طول دوره مورد بررسی یکسان نبوده و ۱۳ حوزه موضوعی و ۲۵ رشته علمی مختلف در آن دخالت دارند. اولین و پررنگ‌ترین حوزه موضوعی مورد استناد در مقالات علم و فناوری نانو، حوزه موضوعی مهندسی تولید و ترابری است. حوزه‌های موضوعی فیزیک و شیمی در رتبه‌های بعدی قرار دارند. در ارتباط با رشته‌های مرتبط با حوزه علم و فناوری نانو بیشترین استناد به رشته مهندسی مواد (شکل دادن فلزات) است و رشته‌های فیزیک و مهندسی مواد (سایر گرایش‌ها) در رتبه‌های بعدی قرار دارند.

1 . Institute for Scientific Information (ISI)

قرایلو، مغربی و امیری (۱۳۸۷) پژوهشی با عنوان «شناسایی سمت و سوی تحقیقات فناوری نانو به روش داده‌کاوی» را انجام داده و مقالات فناوری نانو در سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۶ مندرج در پایگاه داده ISI را مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که در سال ۲۰۰۱ مقالات ایران پیرامون دو موضوع شبیه‌سازی و بررسی خواص با دستگاه‌های تعیین مشخصات بوده که در سال ۲۰۰۲ به این دو مورد، سنتز نیز افزوده شد. در سال ۲۰۰۳ و ۲۰۰۴ سنتز به صدر جدول موضوعات مورد توجه محققان صعود کرد و به‌عنوان داغ‌ترین موضوع در میان مقالات ایرانی شناخته شد و پس از آن بررسی خواص با دستگاه‌های تعیین مشخصات و شبیه‌سازی قرار داشته که البته شبیه‌سازی پس از افتی نسبی در سال ۲۰۰۳ مجدداً در سال ۲۰۰۴ افزایش یافته است. در سال ۲۰۰۵ دوباره شبیه‌سازی تبدیل به موضوع اصلی کار محققان تبدیل شده و پس از آن، بررسی خواص با دستگاه‌های تعیین مشخصات در رده‌بندی بوده و سنتز، پایین‌ترین جایگاه را داشته است و در سال ۲۰۰۶ سنتز به جایگاه اول بازگشته و پس از آن شبیه‌سازی با فاصله بسیار کمی قرار دارد. درجه انسجام مقالات نانو ایران نشان داد که تنوع موضوعی در دو سال ۲۰۰۵ و ۲۰۰۶ بیشتر از سال‌های قبل بوده است. نتایج این بررسی همچنین نشان داد که در بیشتر عناصر پایه از قبیل نانوذرات، نانولوله‌های کربنی و نانوکامپوزیت‌ها، سنتز این مواد بیشترین سهم موضوعی را به خود اختصاص داده ولی در نانوالیاف و تک‌لایه‌ها کاربرد بیشتر مطرح بوده است. مطالعات تئوری و شبیه‌سازی نیز بیشتر در مورد چاه‌های کوانتومی، نقاط کوانتومی و تک‌مولکولی‌ها انجام شده است.

قرایلو و مغربی (۱۳۸۵) در پژوهشی با عنوان «بررسی وضعیت مجلات ISI مرتبط با فناوری نانو» به ارزیابی کمی مجلات جامع و معتبر در زمینه فناوری پرداختند. به همین منظور، مقالات مرتبط با فناوری نانو ۱۰۹۷ عنوان مجله در سال ۲۰۰۴ در پایگاه اطلاع‌رسانی ISI را بررسی کردند. در این تحقیق، ۲۲ درصد از کل مقالات یافت‌شده مرتبط با فناوری نانو مربوط به ۱۳ عنوان مجله بود. مجلات «شیمی-فیزیک^۱»، «بررسی فیزیکی^۲» و «لانگمیر^۳» در رتبه‌های اول تا سوم این رده‌بندی قرار داشتند. نزدیک‌بودن شاخص‌های مربوط به هر یک از ۱۳ مجله نخست، بیانگر رقابت تنگاتنگ در میان این مجلات است. از میان ۱۳ مجله برتر در زمینه فناوری نانو، انجمن شیمی آمریکا با ۵ مجله بیشترین مجله مرتبط با فناوری نانو را دارا بود. از میان این مجلات، ۵ عنوان مجله مربوط به شیمی، ۴ عنوان مجله مربوط به فیزیک و یک عنوان مجله تخصصی نانو وجود داشت که این امر بیانگر گرایش بیشتر مقالات به علوم پایه در مقایسه با سایر علوم است.

استوپار و همکاران^۴ (۲۰۱۵) در پژوهشی با عنوان «تحلیل استنادی و نگاشت علم و فناوری نانو: شناسایی دامنه و میان‌رشته‌گی پژوهش» مدعی شدند که حوزه علوم و فناوری نانو ویژگی‌های میان‌رشته‌گی قوی را نشان می‌دهد. بررسی دسته‌های موضوعی اختصاص‌یافته به مجلات، پراکندگی مطالعات نانو در میان دامنه وسیعی از موضوعات پژوهشی را نشان داد. پژوهشگران، چهار گروه متمایز از دسته‌های موضوعی با ویژگی‌های اشتراکی قابل تشخیص را شناسایی کردند. این پژوهش مشخص کرد که دسته‌های موضوعی مربوط به مقالات استناددهنده و استنادشونده اغلب در چارچوب فیزیک، شیمی و مواد متمرکز است.

والتمن، وان ران و اسمارت^۵ (۲۰۱۴) در پژوهشی با عنوان «کشف ارتباط بین مهندسی، علوم فیزیک، علوم زیستی

1. The Journal of Physical Chemistry B
2. Physical Review B
3. Langmuir
4. Stopar
5. Waltman, van Raan and Smart

تنوع و پراکندگی موضوعی تولیدات علمی ایران در حوزه فناوری های هم گرا

و سلامت با استفاده از روش های کتاب سنجی پیشرفته» به دنبال این بودند که بدانند چه پیشرفت هایی در حوزه علوم زیستی و سلامت وابسته به پژوهش در مهندسی و علوم فیزیک به ویژه فیزیک، شیمی، ریاضیات و مهندسی اتفاق افتاده است. پژوهشگران در این تحلیل، دو رویکرد کتاب سنجی متفاوت را ترکیب کردند. اولین رویکرد برای تحلیل «فصل مشترک این حوزه» مبتنی بر مصورسازی نقشه واژگان حوزه های پژوهشی علوم زیستی و سلامت بود. آنها ۱۶ حوزه بالینی و ۵ حوزه علوم زیستی را در نظر گرفته و به این نتیجه رسیدند که پژوهش های علوم فیزیک و مهندسی عمدتاً به پنج روش در پیشرفت های علوم زیستی و سلامت مشارکت دارد. در این تحلیل، حدود ۱۰ درصد از انتشارات حوزه علوم زیستی و سلامت و علوم فیزیک و مهندسی به عنوان فصل مشترک این دو حوزه دسته بندی شدند.

رافولز، میر و پارک^۱ (۲۰۰۹) پژوهشی تحت عنوان «آیا پژوهش مواد نانو پیوندی واقعاً بین رشته ای است؟» را با هدف درک ساختار دانشی نانو مواد انجام دادند. آنها ۱۱۳ مقاله مروری مرتبط با این حوزه را از پایگاه علوم استخراج کردند. آنها در ابتدا به بررسی انسجام شبکه بین این مقالات بر اساس تعداد ارجاعات اشتراکی (زوج کتاب شناختی) پرداخته و این شبکه را خوشه بندی کردند. سپس به توزیع رشته های استناد شده مطابق دسته بندی موضوعی پایگاه علوم پرداختند. نتایج تلاش این پژوهشگران نشان داد که پیوستگی رشته های مختلف در ابتدا حول پژوهش در مواد غیر آلی خاص (نقاط کوانتومی، نانولوله های کربن و غیره) و سپس حول پژوهش در مورد کاربردهای ماشین های ملکولی و حسگر اتفاق افتاده است. مرکزیت کاربردهای حسی و حضور فراگیر آنها در خوشه های دیگر بیانگر آن بود که این موضوع، نتایج منسجمی را برای میان رشته ای در نانو مواد پیوندی تشکیل می دهد. همچنین یافته ها نشان داد که تنوع رشته ای در نانو مواد پیوندی بیش از حد معمول در رشته های شیمی است که در آن ادغام شده است. این حوزه عمدتاً بر مبنای رشته های شیمی (آلی، غیر آلی، فیزیکی) و علم مواد (علم مواد چند رشته ای، نانو فناوری، ماده چگال، فیزیک کاربردی) همچنین برخی حوزه های زیست شناسی (بیوفیزیک، بیوتکنولوژی، بیوشیمی) شکل گرفته است.

پورتر و یوتی^۲ (۲۰۰۹) در پژوهشی با عنوان «میان رشته ای نانو فناوری چگونه است؟» ماهیت ارتباطات بین رشته ای این حوزه را با بهره گیری از «نقشه های پوششی علم» مقالات و ارجاعات آنها بر اساس دسته های موضوعی مورد توجه قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که پژوهش های نانورشته های چندگانه را شامل شده و شدیداً در حال انسجام است. ترسیم و نگاشت پژوهش های نانو یک هسته غالب در علوم مواد را نشان می دهد که به طور وسیعی تعریف شده است. این تحلیل روی مقالات مرتبط با نانو در پایگاه استنادی علوم در دوره ۱۹۹۱-۲۰۰۸ انجام شد. این مجموعه داده، نشان داد که انتشارات نانویی تقریباً هر ۵ سال یک بار دو برابر شده است. این پژوهش با استفاده از رویکرد نقشه علم به این نتیجه دست یافت که نانو به طور معناداری شامل بسیاری از رشته های دیگر می شود و ارتباط آن با علوم زیست پزشکی، علوم رایانه و ریاضی، علوم محیطی و مهندسی بیش از سایر رشته ها بوده است. میانگین امتیازات هم گرایی حوزه نانو با دسته بندی موضوعی منتخب عبارت بود از پزشکی، پژوهش و آزمایش (۰.۶۶)، بیوفنآوری (۰.۶۵)، علوم اعصاب (۰.۶۴)، فیزیک (۰.۶۰)، الکترونیک و الکترونیک (۰.۵۳) و ریاضیات (۰.۲۹).

باسکولارد^۳ و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهشی با عنوان «نگاشت علوم نانو به وسیله جریانات استنادی: تحلیل

1 . Rafols, Ismael and Park
2 . Porter & Youtie
3 . Bassecoulard

مقدماتی»، به بررسی میزان میان‌رشتگی علوم نانو پرداختند. به همین منظور، آنها روابط استنادی را با استفاده از تکنیک «زوج کتابشناختی» برای تقسیم رشته به حوزه‌های فرعی تر مورد استفاده و در نهایت برای ترسیم ساختار ذهنی این رشته، جریان‌های استنادی بین‌رشته‌ای مورد توجه قرار دادند. بر این اساس، مجموعه‌ای از اسناد بازیابی شده شامل ۱۶۸۰۰۰ مقاله طی سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۳ به‌عنوان مبنای مطالعه شکل گرفت و از نظر ترکیب واژگانی و بر اساس الگوریتم K-means مورد تحلیل قرار گرفت که ۵۰ خوشه موضوعی از آنها حاصل شد. عناوین این خوشه‌ها به‌منظور انجام بهتر تحلیل‌ها به ۷ موضوع کلان شامل بیونانو (با ۱۵ درصد)، مغناطیس-کوانتوم (با ۲۸.۷)، مواد مزوپروس (با ۳.۷ درصد)، نانو مواد (با ۳۱ درصد) اشیای نانویی (با ۹.۲ درصد)، الکترونیک (با ۵.۲ درصد) تبدیل شد.

بررسی پیشینه‌های یافته‌شده داخلی و خارجی حاکی از آن است که در میان حوزه‌های تشکیل‌دهنده فناوری‌های هم‌گرا، جذاب‌ترین حوزه برای پژوهشگران علم‌سنجی و سایر علاقه‌مندان به‌منظور سنجش روابط میان‌رشتگی، حوزه نانو بوده است که البته ارزیابی این حوزه هم در درون خود آن حوزه بوده و دقیقاً ارتباطی با سایر حوزه‌های فناوری‌های هم‌گرا برقرار نشده است؛ اما در میان نتایج این تلاش‌ها می‌توان به ماهیت میان‌رشته‌بودن هریک از این چهار حوزه پی‌برد. از طرف دیگر، جستجو در میان پیشینه‌ها نشان داد که پژوهش واحدی یافت نشد که در سطح ملی یا بین‌المللی هم‌زمان به بررسی چهار حوزه مورد بحث در فناوری‌های هم‌گرا بپردازد. به این ترتیب، نبودن زمینه این مطالعه و ضرورت پرداختن به این مسئله، بیش‌ازپیش هویدا می‌گردد.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر بر اساس هدف، از نوع توصیفی-کاربردی علم‌سنجی است که با استفاده از روش‌های تحلیل محتوا و کتابخانه‌ای انجام شده است. برای تجزیه و تحلیل داده‌های کتابشناختی از نرم‌افزار اکسل بهره گرفته شده است. از آنجاکه حوزه نانو، رده موضوعی مشخص و مستقلی در پایگاه استنادی اسکوپوس ندارد به‌منظور بازیابی مقالات مرتبط با این حوزه لازم است روش متفاوتی غیر از انتخاب دسته موضوعی برای این کار در پیش گرفته شود. در این رابطه، دستورالعمل جامعی توسط چند پژوهشگر ایرانی ارائه شده که کارایی آن در این رابطه مورد تأیید قرار گرفته و نتایج آن به‌عنوان یک مقاله پژوهشی تحت عنوان «یک دستورالعمل جستجوی واژگانی جامع و مختصر برای تعیین انتشارات نانوفناوری» در مجله علم‌سنجی^۱ در سال ۲۰۱۱ به چاپ رسیده^۲، مبنای کار قرار گرفت. این فرمول عبارت است از:

```
((nano* not nano2 not nano3 not nanog not nanosecond* not nanomol* not nanogram* not nanoplankton*) OR ("atom* scale") OR ("atomic layer deposition*") OR ("giant magnetoresist*") OR (graphen*) OR (dendrimer*) OR (fulleren*) OR ("c-60") OR ("langmuirblodgett*") OR (mesopor*) OR ("molecul* assembl*") OR ("molecul* wire*") OR ("porous silicon*") OR ("quantum dot*") OR ("quantum well*") OR ("quantum comput*") OR ("quantum wire*") OR (qubit*) OR ("self assembl*") OR (supramolecul*) OR (supermolecul*) OR ("ultrathin film*") OR ("ultra thin film*")) AND (LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY , "Iran"))).
```

با اجرای فرمول فوق در بخش جستجوی پیشرفته پایگاه اسکوپوس برای کشور ایران در سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۵، مقالات انگلیسی‌زبان که در مجلات مختلف منتشر شده بود بازیابی شد. بر این اساس، ۲۱۳۹۳ رکورد بازیابی شده و

1 . Scientometrics

2 . Maghrebi, M., Abbasi, A., Amiri, S., Monsefi, R. & Harati, A. (2011). A collective and abridged lexical query for delineation of nanotechnology publications. *Scientometrics*, 86, 15-25.

تنوع و پراکندگی موضوعی تولیدات علمی ایران در حوزه فناوری های هم گرا

اطلاعات کتابشناختی و سایر اطلاعات و داده های مرتبط با آنها در قالب فایل اکسل در تاریخ ۶ سپتامبر ۲۰۱۶ میلادی مطابق با ۱۶ شهریورماه ۱۳۹۵ شمسی از این پایگاه استخراج و ذخیره شد. این داده ها، مبنای تحلیل های بعدی و ارتباطات آنها با سایر حوزه های مورد مطالعه قرار گرفت.

برای بازیابی مقالات مربوط به حوزه فناوری زیستی از دسته بندی پایگاه اسکوپوس تحت عنوان «زیست شیمی، ژنتیک، زیست شناسی ملکولی^۱» استفاده شد که زیرشاخه های فرعی آن، سالمندی، زیست شیمی، ژنتیک، زیست شناسی ملکولی (گوناگون)، زیست فیزیک، فناوری زیستی، پژوهش سرطان، زیست شناسی سلولی، زیست شیمی آزمایشگاهی، زیست شناسی توسعه ای، غده شناسی، ژنتیک، زیست شناسی ملکولی، پزشکی ملکولی، فیزیولوژی و زیست شناسی ساختاری را در بر می گیرد. مطابق تعاریف ارائه شده برای این حوزه و به ویژه مسائل مطرح در متون مرتبط با بحث هم گرایی علوم و فناوری، زیرشاخه های مطرح در این دسته بندی، موارد کلان مورد نظر این ادبیات را پوشش می دهد. با انتخاب این دسته موضوعی برای کشور ایران برای سال های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۵، مقالات انگلیسی زبان که در مجلات مختلف منتشر شده بود بازیابی شد. بر این اساس، ۲۷۵۷۸ رکورد بازیابی شد.

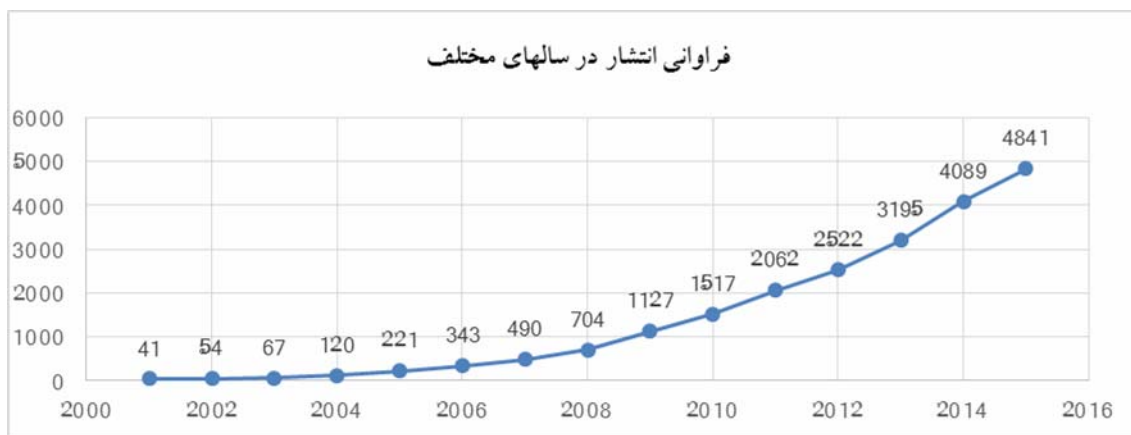
برای مقالات مرتبط با حوزه فناوری اطلاعات از دسته بندی موضوعی متعلق به اسکوپوس که تحت عنوان «علوم رایانه^۲» مطرح شده و زیرشاخه های آن شامل هوش مصنوعی، نظریه محاسباتی و ریاضی، گرافیک رایانه و طراحی به کمک رایانه، شبکه رایانه های و ارتباطات، کاربردهای علوم رایانه، علوم رایانه (متفرقه)، بینایی ماشین و تشخیص الگو، سخت افزار و معماری، تعامل انسان و رایانه، نظام های اطلاعاتی، پردازش سیگنال و نرم افزار است، استخراج شد. قابل ذکر است که این دسته بندی و شاخه های فرعی آن با تعریف کلی و عمومی از فناوری اطلاعات و نیز ابعادی که از این حوزه در بحث ها و متون مربوط به میان رشتگی مدنظر است ارتباط بالایی دارد. با انتخاب این دسته موضوعی برای کشور ایران برای سال های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۵، مقالات انگلیسی زبان که در مجلات مختلف منتشر شده بود بازیابی شد. بر این اساس، ۱۶۳۵۸ رکورد بازیابی شد.

برای حوزه علوم شناختی در پایگاه استنادی اسکوپوس، یک دسته موضوعی به نام «علوم اعصاب^۳» وجود دارد که شاخه های زیرمجموعه آن شامل: علوم اعصاب رفتاری، روان پزشکی زیست شناسانه، علوم اعصاب سلولی و ملکولی، علوم اعصاب شناختی، علوم اعصاب توسعه ای، سیستم های خود پیرو و غدد درون ریز، عصب شناسی، علوم اعصاب (گوناگون) و نظام های حسی وجود دارد. با اذعان متون عمومی که به تعریف این حوزه پرداخته اند، علوم شناختی، ترکیبی از رشته های متنوع اعم از فلسفه، زبان شناسی، روان شناسی و... است اما از آنجاکه در منابع مربوط به بحث هم گرایی علوم و فناوری، وجه علوم اعصاب شناختی این حوزه بیشتر مورد تأکید قرار گرفته است، دسته بندی فوق مبنای بازیابی مقالات مرتبط با این حوزه قرار گرفت. با انتخاب این دسته موضوعی برای کشور ایران برای سال های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۵، مقالات انگلیسی زبان که در مجلات مختلف منتشر شده بود بازیابی شد. بر این اساس، ۳۵۳۶ رکورد بازیابی شد.

1 . BIOC
2 . COMP
3 . NEUR

یافته‌های پژوهش

سؤال شماره ۱- وضعیت انتشار مقالات کشور ایران در پایگاه استنادی بین‌المللی اسکوپوس، حوزه‌های نانو، زیستی، اطلاعات و شناختی در سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۵ چگونه است؟
در ابتدا اطلاعات مربوط به روند و وضعیت انتشار مقاله در هرکدام از چهار حوزه به شرح زیر ارائه می‌شود:



نمودار ۱- وضعیت انتشار مقالات حوزه نانو در سال‌های مورد مطالعه

نمودار شماره ۱، نمایانگر تعداد مقالات منتشره در سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۵ و روند صعودی انتشار مقاله در این حوزه است. مطابق داده‌های این نمودار، تعداد مقالات این حوزه از ۴۱ عنوان در سال ۲۰۰۱ به ۴۸۴۱ عنوان در سال ۲۰۱۵ افزایش پیدا کرده و در واقع افزایش بیش از ۱۱۸ برابری را تجربه کرده است.



نمودار ۲- وضعیت انتشار مقالات حوزه زیستی در سال‌های مورد مطالعه

نمودار شماره ۲، تعداد مقالات منتشره حوزه زیستی در سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۵ را به نمایش گذاشته است. مطابق داده‌ها، روند صعودی انتشار مقاله در این حوزه تا سال ۲۰۱۳ قابل مشاهده است؛ اما از سال ۲۰۱۳ به عدد در این روند کاهش مشاهده می‌شود. بر اساس داده‌های این نمودار، تعداد مقالات این حوزه از ۱۸۹ عنوان به ۳۶۹۸ عنوان افزایش پیدا کرده و به این ترتیب، رشد ۱۹.۵ برابری را تجربه کرده است.

نمودار شماره ۳، تعداد مقالات منتشره در حوزه فناوری اطلاعات طی سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۵ را نشان می‌دهد. روند صعودی انتشار مقاله در این حوزه نیز قابل مشاهده است. مطابق داده‌های این نمودار، تعداد مقالات این حوزه از

۵۷ عنوان در سال ۲۰۰۱ به ۲۴۷۱ عنوان در سال ۲۰۱۵ افزایش یافته و در واقع افزایش بیش از ۴۳ برابری را تجربه کرده است. مقایسه آمار سال ۲۰۱۵ با سال ۲۰۱۴ نشان دهنده این است که تولید مقاله در سال ۲۰۱۵ با کاهش ۴.۳ درصدی مواجه بوده است.



نمودار ۳- وضعیت انتشار مقالات حوزه فناوری اطلاعات در سالهای مورد مطالعه



نمودار ۴- وضعیت انتشار مقالات حوزه علوم اعصاب شناختی در سالهای مورد مطالعه

نمودار شماره ۴، نمایانگر تعداد مقالات منتشر شده ایران در حوزه علوم اعصاب شناختی طی سالهای ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۵ است و روند صعودی انتشار مقاله در این حوزه قابل مشاهده است. بر مبنای داده های این نمودار، تعداد مقالات این حوزه از ۲۷ عنوان در سال ۲۰۰۱ به ۵۴۲ عنوان در سال ۲۰۱۵ افزایش پیدا کرده و به این ترتیب، افزایش ۲۰ برابری را تجربه کرده است.

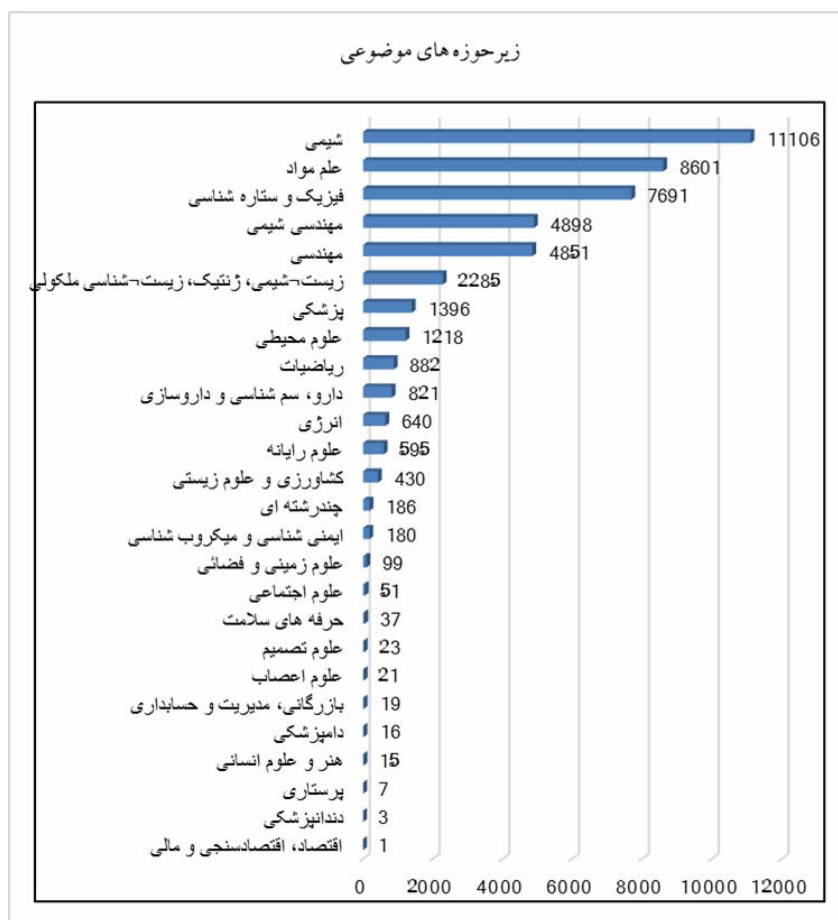
سؤال شماره ۲- میزان رشد هریک از چهار حوزه در مقایسه با یکدیگر چگونه است؟

مطالعه روند رشد تولیدات علمی این چهار حوزه در سالهای مختلف، دیدگاه های مفیدی را ارائه خواهد کرد. بر این اساس می توان به این شناخت دست پیدا کرد که رشد این حوزه ها به چه میزان با یکدیگر هماهنگ است. برای نمونه در سال ۲۰۰۲، دو حوزه نانو و زیستی رشد یکسانی داشته اند. در سال ۲۰۰۵، حوزه فناوری های نانو و اطلاعات رشد بسیار نزدیکی داشته اند.

جدول ۱- مقایسه رشد تولیدات علمی در چهار حوزه مورد بررسی در سال‌های مختلف

سال	علوم شناختی	فناوری اطلاعات	زیستی	نانو
2002	۷۴.۱	۱,۳۵	۳۱.۷	۳۱.۷
2003	۳۶.۲	۲,۶۶	۹,۳۲	۲۴.۱
2004	۱۵.۶	۷.۸	۳۹.۰	۷۹.۱
2005	۲۵.۷	۸۵.۵	۲۲.۴	۸۴.۲
2006	۵۷	۲۹.۷	۶۰.۷	۵۵.۲
2007	۳۰.۸	۲۲.۰	۴۲.۰	۴۲.۹
2008	۱۰.۵	۶۴.۰	۱۵.۸	۴۳.۷
2009	۵.۲	۸۱.۲	۱۲.۹	۶۰.۱
2010	۱۴.۹	۱۸.۴	۱۸.۹	۳۴.۶
2011	۳۰.۶	۳۴.۶	۵۰.۵	۳۵.۹
2012	۱۲	۱۶.۰	۲۶.۶	۲۲.۳
2013	۲۶	۱۱.۷	۹.۵	۲۶.۷
2014	۳۸	۳.۸	-۱۰.۱	۲۸.۰
2015	۱۱.۱	-۴.۲	-۱.۴	۱۸.۴

دوفصلنامه علمی - پژوهشی دانشگاه شاهد / دوره ۳ / شماره ۲ / پاییز و زمستان ۱۳۹۴ (پیاپی ۴) پژوهش نامه علم سنجی



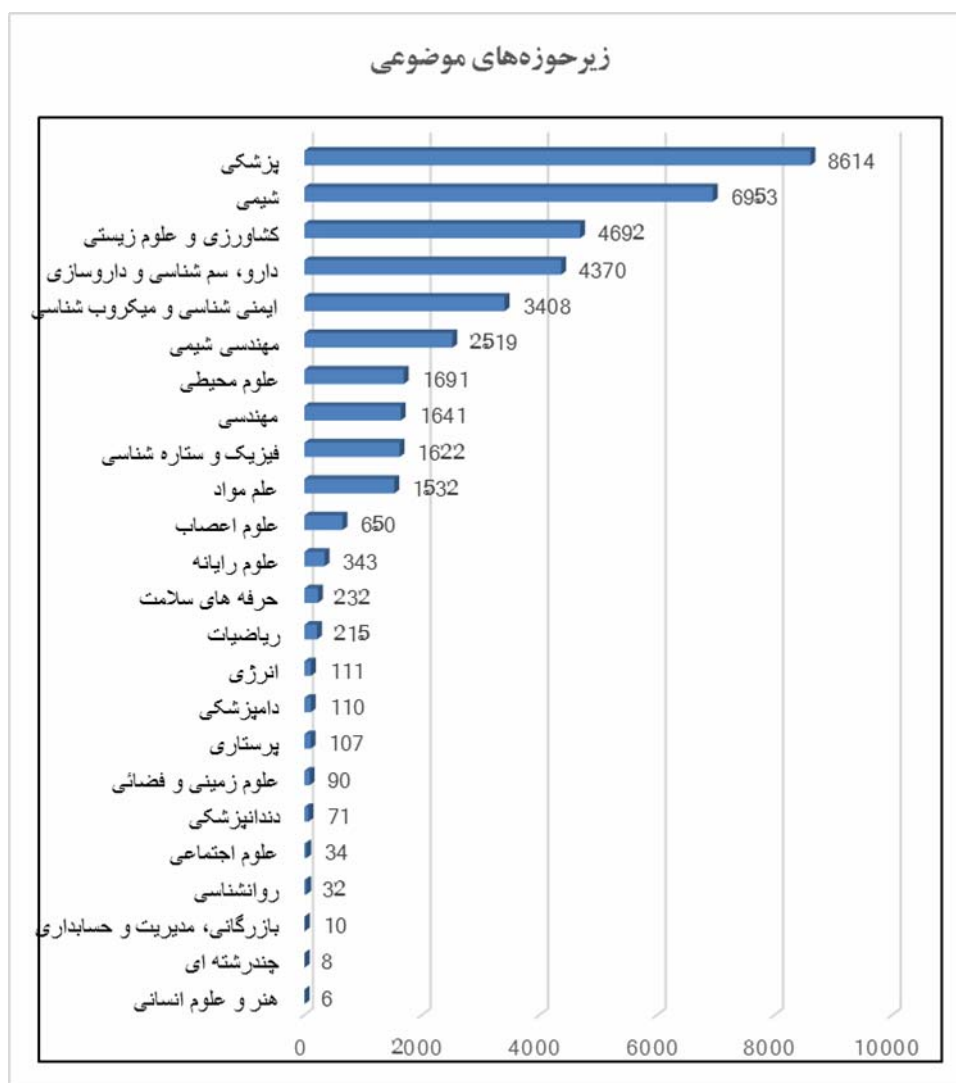
نمودار ۵- حوزه‌های موضوعی مشارکت‌کننده در تولید مقالات نانو

مطابق داده‌های جدول شماره ۱، در سال ۲۰۱۴ نیز حوزه علوم اعصاب‌شناختی و فناوری اطلاعات رشد برابر را تجربه کرده‌اند. بیشترین میزان رشد تولید مقالات حوزه نانو در سال ۲۰۰۵ اتفاق افتاده در حوزه فناوری زیستی بیشترین میزان در سال ۲۰۰۶؛ در حوزه فناوری اطلاعات در سال ۲۰۰۵ و در حوزه علوم شناختی در سال ۲۰۰۲ به وقوع پیوسته است.

در مجموع، بیشترین افزایش در روند تولیدات علمی این چهار حوزه در سال‌های مورد مطالعه مربوط به بخش نانو با افزایش بیش از ۱۱۸ برابری بوده است. حوزه زیستی و شناختی (به‌ترتیب با افزایش ۱۹.۵ و ۲۰ برابری) رشد نزدیک و هماهنگی نسبت به سایر حوزه‌ها داشته‌اند.

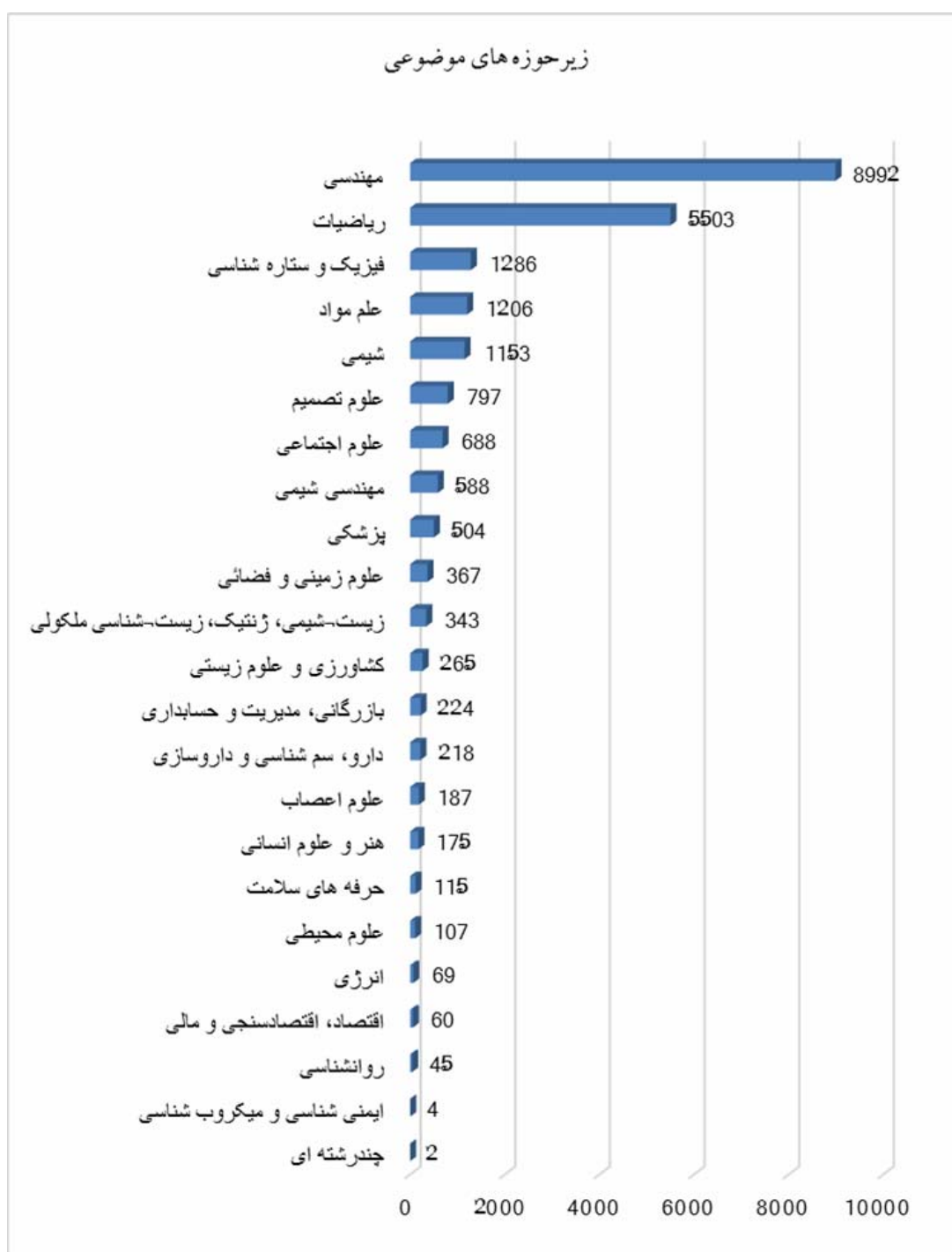
سؤال شماره ۳- با توجه به دسته‌بندی موضوعی پایگاه اسکوپوس، زیرحوزه‌های تشکیل‌دهنده هریک از حوزه‌های مورد مطالعه کدام‌اند؟

نمودار شماره ۵ زیرحوزه‌های موضوعی حوزه نانو را نشان می‌دهد که پایگاه استنادی اسکوپوس به مقالات منتشره این حوزه نسبت داده است. زیرحوزه «شیمی» با ۱۱۱۰۶ مورد، بیشترین پوشش موضوعی را داشته و سپس «علم مواد» و «فیزیک و نجوم» بیشترین فراوانی را داشته‌اند. زیرحوزه موضوعی «اقتصاد، اقتصادسنجی و مالی» نیز کمترین سهم پوشش موضوعی را داشته است.



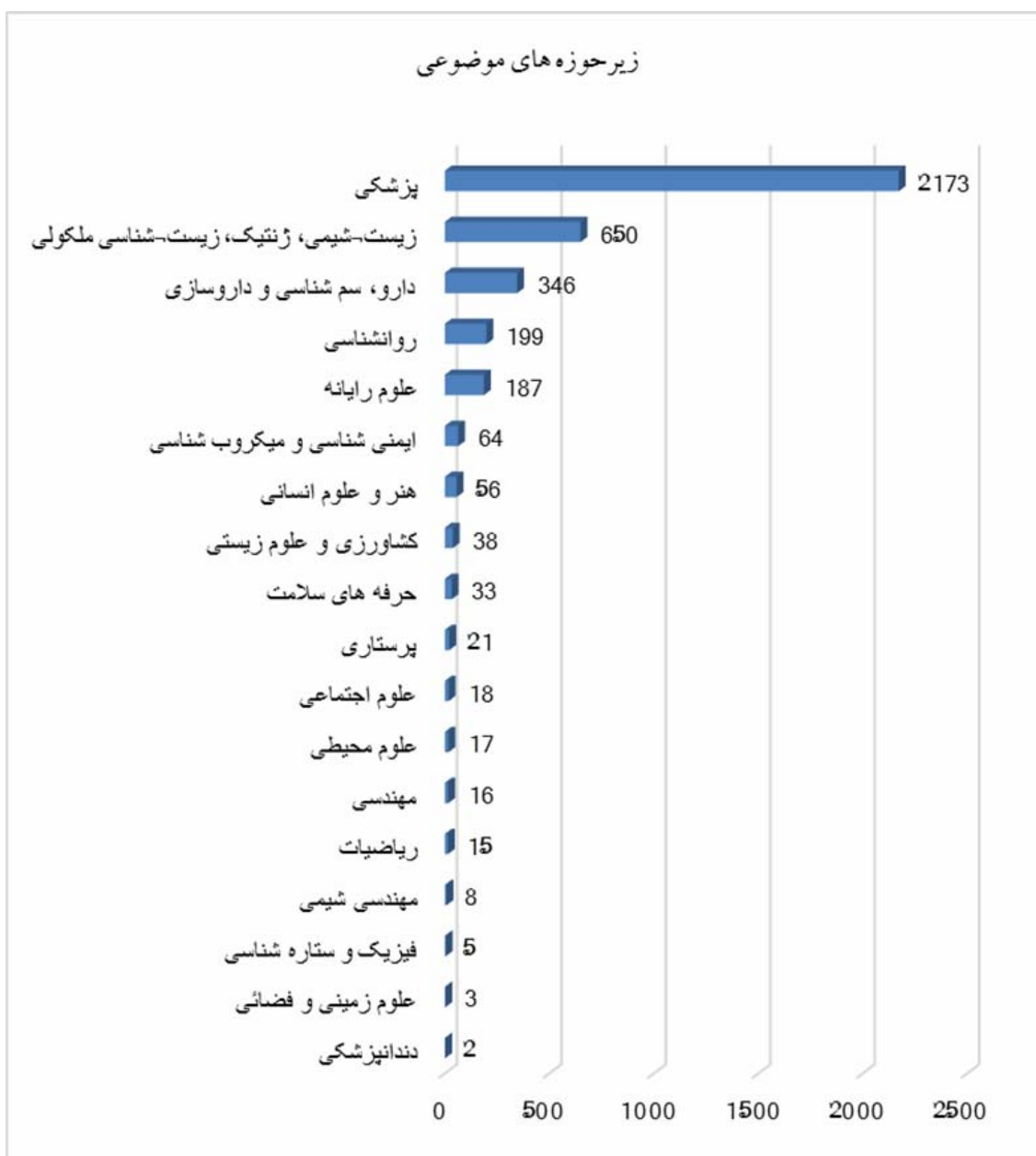
نمودار ۶- حوزه‌های موضوعی مشارکت‌کننده در تولید مقالات فناوری زیستی

نمودار شماره ۶، نمایانگر زیرحوزه‌های موضوعی مقالات حوزه زیستی متناسب از سوی پایگاه استنادی اسکوپوس را نشان می‌دهد. قاعدتاً تمام این مقالات، سرفصل «بیوشیمی، ژنتیک و بیولوژی ملکولی» را دریافت کرده‌اند. زیرحوزه «پزشکی» با ۸۶۱۴ عنوان، بالاترین پوشش موضوعی را داشته و بعدازآن، «شیمی» با ۶۹۵۳ مورد و «کشاورزی و علوم زیستی» با ۴۶۹۲ عنوان بیشترین فراوانی را داشته‌اند. زیرحوزه موضوعی «هنر و علوم انسانی» نیز کمترین سهم پوشش موضوعی را داشته است.



نمودار ۷- حوزه‌های موضوعی مشارکت‌کننده در تولید مقالات فناوری اطلاعات

نمودار شماره ۷ زیرحوزه‌های موضوعی را نشان می‌دهد که پایگاه استنادی اسکوپوس به مقالات منتشره این حوزه فناوری اطلاعات نسبت داده است. حوزه «مهندسی» بیشترین پوشش موضوعی را داشته و سپس «ریاضیات» و «فیزیک و نجوم» بیشترین فراوانی را داشته‌اند. زیرحوزه موضوعی «چندرشته‌ای» نیز کمترین میزان حوزه موضوعی مرتبط را داشته است.



نمودار ۸- حوزه‌های موضوعی مشارکت‌کننده در تولید مقالات علوم شناختی

نمودار شماره ۸، نشانگر زیرحوزه‌های موضوعی است که پایگاه استنادی اسکوپوس به مقالات منتشرشده حوزه علوم شناختی نسبت داده است. قاعدتاً تمام مقالات، سرفصل «علوم اعصاب» را دریافت کرده‌اند. بعدازآن، زیرحوزه پزشکی با ۲۱۷۳ مقاله قرار دارد و سپس «بیوشیمی، ژنتیک و بیولوژی ملکولی» بیشترین فراوانی را داشته‌اند. زیرحوزه موضوعی «دندانپزشکی» نیز با ۲ مورد، کمترین سهم پوشش موضوعی را داشته است.

سؤال شماره ۴- با توجه به دسته‌بندی موضوعی پایگاه اسکوپوس، وجوه اشتراک (هم‌پوشانی) زیرحوزه‌های تشکیل‌دهنده حوزه‌های مورد مطالعه کدام‌اند؟

سؤال شماره ۵- با توجه به دسته‌بندی موضوعی پایگاه اسکوپوس، وجوه افتراق (ناهم‌پوشانی) زیرحوزه‌های تشکیل‌دهنده حوزه‌های مورد مطالعه کدام‌اند؟

جدول ۲- وجوه اشتراک و افتراق (هم‌پوشانی و ناهم‌پوشانی) زیرحوزه‌های موضوعی تشکیل‌دهنده حوزه‌های مورد مطالعه

زیرحوزه‌های موضوعی اسکوپوس	علوم شناختی	فناوری اطلاعات	زیستی	نانو
کشاورزی و علوم زیستی	۰.۹۹	۱.۱۶	۱۲.۰۱	۰.۹۳
هنر و علوم انسانی	۱.۴۵	۰.۷۶	۰.۰۲	۰.۰۳
زیست‌شیمی، ژنتیک، زیست‌شناسی ملکولی	۱۶.۸۸	۱.۵۰		۴.۹۶
بازرگانی، مدیریت و حسابداری	۰.۹۸	۰.۰۳	۰.۰۳	۰.۰۴
مهندسی شیمی	۰.۲۱	۲.۵۷	۶.۴۵	۱۰.۶۳
شیمی		۵.۰۴	۱۷.۸۰	۲۴.۱۱
علوم رایانه	۴.۸۶		۰.۸۸	۱.۲۹
علوم تصمیم		۳.۴۸		۰.۰۵
دندانپزشکی	۰.۰۵		۰.۱۸	۰.۰۱
علوم زمینی و فضائی	۰.۰۸	۱.۶۰	۰.۲۳	۰.۲۱
اقتصاد، اقتصادسنجی و مالی		۰.۲۶		۰.۰۰
انرژی		۰.۳۰	۰.۲۸	۱.۳۹
مهندسی	۰.۴۲	۳۹.۲۷	۴.۲۰	۱۰.۵۳
علوم محیطی	۰.۴۴	۰.۴۷	۴.۳۳	۲.۶۴
حرفه‌های سلامت	۰.۸۶	۰.۵۰	۰.۵۹	۰.۰۸
ایمنی‌شناسی و میکروبی‌شناسی	۱.۶۶	۰.۰۲	۸.۷۲	۰.۳۹
علم مواد		۵.۲۷	۳.۹۲	۱۸.۶۷
ریاضیات	۰.۳۹	۲۴.۰۳	۰.۵۵	۱.۹۱
پزشکی	۵۶.۴۳	۲.۲۰	۲۲.۰۵	۳.۰۳
چندرشته‌ای		۰.۰۱	۰.۰۲	۰.۴۰
علوم اعصاب		۰.۸۲	۱.۶۶	۰.۰۵
پرستاری	۰.۵۵		۰.۲۷	۰.۰۲
دارو، سم‌شناسی و داروسازی	۸.۹۸	۰.۹۵	۱۱.۱۹	۱.۷۸
فیزیک و ستاره‌شناسی	۰.۱۳	۵.۶۲	۴.۱۵	۱۶.۶۹
روانشناسی	۵.۱۷	۰.۲۰	۰.۰۸	
علوم اجتماعی	۰.۴۷	۳.۰۰	۰.۰۹	۰.۱۱
دامپزشکی			۰.۲۸	۰.۰۳
جمع کل	۱۰۰.۰۰	۰۰,۱۰۰	۱۰۰.۰۰	۱۰۰.۰۰

تنوع و پراکندگی موضوعی تولیدات علمی ایران در حوزه فناوری‌های هم‌گرا

سه‌م حوزه‌های ۲۷ گانه اسکوپوس در ۴ گروه مورد بررسی، از طریق فرمول: جمع کل مقالات هر گروه تقسیم بر فراوانی هر زیرحوزه، محاسبه و در جدول شماره ۲ ارائه شده است. مقایسه داده‌های حاصل، هم‌پوشانی و ناهم‌پوشانی زیرحوزه‌های موضوعی تشکیل‌دهنده حوزه‌های مورد مطالعه را نمایش می‌دهد. موارد شاخص در این رابطه به شرح زیر است:

در زیرحوزه «کشاورزی و علوم زیستی»^۱ مقایسه سه‌م هر حوزه بیانگر آن است که در سه حوزه فناوری نانو، اطلاعات و شناختی، درصدها نزدیک به هم بوده است اما برای حوزه زیستی، سه‌م ۱۲ درصدی حاصل شده است.

در زیرحوزه «هنر و علوم انسانی»^۲ نیز سه‌م سه حوزه نانو، زیستی و اطلاعات پایین بوده و علوم شناختی به سبب ماهیت آن و سروکار داشتن با مباحثی نظیر فلسفه، زبان‌شناسی و غیره، سه‌م ۱.۴ را کسب کرده است.

در زیرحوزه «زیست‌شیمی، ژنتیک، زیست‌شناسی ملکولی»^۳ واضح است که همه مقالات حوزه علوم زیستی، زیرمجموعه آن قرار گرفته است. علوم شناختی به سبب اینکه به مباحثی نظیر علوم اعصاب سلولی و ملکولی، سیستم‌های خودپیرو و غدد درون‌ریز می‌پردازد، ارتباط بالایی با این زیرحوزه پیدا کرده و سه‌م ۹،۱۶ درصدی را به خود اختصاص داده است.

در زیرحوزه «مهندسی شیمی»^۴، به سبب هم‌پوشانی با مباحث نانو، مشارکت بالایی در این حوزه داشته و سه‌م ۶،۱۰ درصدی را نشان می‌دهد. در حوزه علوم زیستی سه‌م ۴،۶ درصدی و در حوزه فناوری اطلاعات، سه‌م ۶،۲ درصدی مشاهده می‌شود. این زیرحوزه، مشارکت پایینی در مقالات مرتبط با علوم شناختی داشته است.

در زیرحوزه «علوم رایانه»^۵ واضح است که همه مقالات حوزه فناوری اطلاعات زیرمجموعه آن قرار خواهد گرفت. ۹،۴ درصد از مقالات علوم شناختی به این زیرحوزه اختصاص پیدا کرده و ۱،۳ درصد حوزه نانو را پوشش داده اما در حوزه زیستی مشارکت پایینی داشته است.

زیرحوزه «انرژی»^۶ ۱،۴ درصد در مقالات حوزه نانو مشارکت داشته و در سایر حوزه‌ها، قابل توجه نیست. زیرحوزه «مهندسی»^۷، ۳۹،۳ درصد مقالات فناوری اطلاعات؛ ۱۰،۵ درصد مقالات نانو و ۲،۴ درصد مقالات حوزه زیستی را پوشش داده اما در ارتباط با مقالات حوزه شناختی، نقش زیادی نداشته است.

زیرحوزه «علوم محیطی»^۸ ۳،۴ درصد مقالات حوزه زیستی و ۶،۲ درصد مقالات نانو را پوشش داده اما در ارتباط با مقالات حوزه شناختی و اطلاعات، نقش زیادی نداشته است.

زیرحوزه «ایمنی‌شناسی و میکروبی‌شناسی»^۹ به سبب ماهیت فعالیت و رشته علوم زیستی، مشارکت ۷،۸ درصدی در این حوزه و سه‌م ۷،۱ درصدی در علوم شناختی داشته اما در دو حوزه دیگر، مشارکت بالایی نداشته است.

زیرحوزه موضوعی «علم مواد»^{۱۰}، به سبب ماهیت فعالیت و رشته علوم و فناوری نانو، مشارکت ۷،۱۸ درصدی در این حوزه داشته است. ۳،۵ درصد مقالات حوزه فناوری اطلاعات و ۹،۳ درصد مقالات حوزه زیستی در این زیرشاخه

- 1 . Agricultural and Biological Sciences
- 2 . Arts and Humanities
- 3 . Biochemistry, Genetics and Molecular Biology
- 4 . Chemical Engineering
- 5 . Computer Science
- 6 . Energy
- 7 . Engineering
- 8 . Environmental Science
- 9 . Immunology and Microbiology
- 10 . Materials Science

طبقه‌بندی شده اما در حوزه علوم شناختی مشارکتی نداشته است. زیرحوزه «ریاضیات»^۱ ۲۴ درصد مقالات ایرانی حوزه فناوری اطلاعات را پوشش داده و سهم ۹,۱ درصدی در حوزه نانو داشته اما در دو حوزه دیگر نقش چندانی نداشته است. زیرحوزه «پزشکی»^۲ سهم بالایی در دو حوزه شناختی (با ۴,۵۶ درصد) و زیستی (با ۲۲ درصد) داشته است. همچنین ۳ درصد مقالات نانو و ۲,۲ درصد مقالات فناوری اطلاعات را به خود اختصاص داده است. زیرحوزه «علوم اعصاب»^۳ پوشش‌دهنده تمام مقالاتی است که در این پژوهش از آنها به‌عنوان مقالات حوزه علوم شناختی استفاده شده است. این زیرحوزه سهم ۷,۱ درصدی در حوزه علوم زیستی داشته و در سایر حوزه‌ها مشارکت چندانی نداشته است. زیرحوزه «دارو، سم‌شناسی و داروسازی»^۴، ۲,۱۱ درصد مقالات حوزه زیستی، تقریباً ۹ درصد حوزه علوم شناختی و ۸,۱ درصد حوزه نانو را به خود اختصاص داده است، اما در حوزه فناوری اطلاعات مشارکت چندانی نداشته است. زیرحوزه «فیزیک و ستاره‌شناسی»^۵، ۷,۱۶ درصد مقالات حوزه نانو؛ ۶,۵ حوزه فناوری اطلاعات و ۱,۴ درصد حوزه زیستی را پوشش داده است. در زیرحوزه «علوم تصمیم»^۶، بالاترین مشارکت مربوط به مقالات حوزه فناوری اطلاعات بوده و در سایر حوزه‌های مورد مطالعه، مشارکت بالایی مشاهده نمی‌شود. زیرحوزه «روانشناسی»^۷ سهم ۲,۵ درصدی در علوم شناختی به سبب ماهیت این رشته داشته و در سایر حوزه‌ها مشارکت قابل توجهی مشاهده نمی‌شود. زیرحوزه «علوم اجتماعی»^۸ جز اینکه در حوزه فناوری اطلاعات، سهم ۳ درصدی دارد، در سایر رشته‌ها تأثیر چندانی ندارد. سایر زیرحوزه‌ها، عموماً مشارکت چندانی در تولید مقالات حوزه‌های چهارگانه مورد مطالعه نداشته‌اند.

بحث و نتیجه‌گیری

این مقاله درصدد رفع ابهام درخصوص روند علمی حوزه‌های چهارگانه فناوری‌های هم‌گرا و جنبه‌های اشتراک و افتراق موضوعی آنها بود تا بر اساس آن، شناخت کافی برای برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری‌های آینده حاصل شود. با شناخت مرزهای موضوعی مشترک بین این چهار حوزه، زمینه‌های مشترک برای اجرای پژوهش‌های میان‌رشته‌ای مشخص شده و تخصیص بهینه منابع پژوهشی در راستای اجرای پروژه‌های مشترک امکان‌پذیر خواهد شد. نتایج این پژوهش در راستای مقایسه فراوانی مقالات علمی منتشرشده در چهار حوزه مورد مطالعه در دوره پانزده‌ساله ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۵ نشان داد که بیشترین فراوانی به‌ترتیب به حوزه زیستی (با ۲۷۵۷۸ رکورد)؛ حوزه نانو (با ۲۱۳۹۳ رکورد)؛ حوزه فناوری اطلاعات (با ۱۶۳۵۸ رکورد) و حوزه شناختی (با ۳۵۳۶ رکورد) اختصاص داشته است.

1. Mathematics
2. Medicine
3. Neuroscience
4. Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics
5. Physics and Astronomy
6. Decision Sciences
7. Psychology
8. Social Sciences

تنوع و پراکندگی موضوعی تولیدات علمی ایران در حوزه فناوری‌های هم‌گرا

بالاترین میزان رشد مقالات حوزه‌های مورد مطالعه در سال ۲۰۱۵ نسبت به سال ۲۰۰۱ به حوزه نانو (با رشد ۱۱۸ برابری)؛ حوزه فناوری اطلاعات (با رشد ۴۳ برابری)؛ حوزه علوم اعصاب‌شناختی (با رشد ۲۰ برابری) و علوم زیستی (با رشد ۵,۱۹ برابری) مربوط بوده است.

بر مبنای ایده هم‌گرایی ۴ فناوری انتظار می‌رود تولیدات علمی هریک از چهار حوزه که زیربنای شکل‌گیری هم‌گرایی در سطح فناوری باشد، به‌طور هماهنگ و یکنواخت رشد پیدا کنند، حوزه علوم اعصاب‌شناختی و علوم زیستی رشد هماهنگ و نزدیک به هم داشته‌اند. با رشد ۱۱۸ برابری در حوزه نانو می‌توان گفت در این حوزه رشد انفجارگونه اتفاق افتاده که نمایانگر توجه مراکز علمی و پژوهشی به توسعه این علوم و سیاست‌گذاری در جهت ارتقای وضعیت علمی و فناوری حوزه نانو کشور است.

بررسی زیرحوزه‌های موضوعی که در تولید مقالات حوزه‌های مورد مطالعه مشارکت داشته‌اند نشان داد که حوزه نانو شامل شیمی، علم مواد، فیزیک و ستاره‌شناسی، مهندسی شیمی، مهندسی، شیمی زیستی، ژنتیک و زیست‌شناسی مولکولی و پزشکی است. این یافته با یافته‌های پژوهش صدیقی (۱۳۹۲) که حوزه نانو را متأثر از شیمی، مهندسی مواد، سایر شاخه‌های مهندسی و فیزیک می‌داند همسو است. همچنین با پژوهش‌های برادر و همکاران (۱۳۸۸) که نانو را مرتبط با فیزیک، شیمی و مهندسی مواد می‌داند؛ قرایلو و مغربی (۱۳۸۵) که گرایش فناوری نانو را به حوزه‌های شیمی و فیزیک منتسب می‌داند؛ استویار و همکاران (۲۰۱۵) که دسته‌های موضوعی فیزیک، شیمی و مواد را به نانو مرتبط می‌دانند؛ رافولز، میر و پارک (۲۰۰۹) که تنوع رشته‌ای نانو را در رشته‌های شیمی، علم مواد و برخی حوزه‌های زیست‌شناسی می‌داند هماهنگ است. حوزه زیستی شامل زیرحوزه‌های پزشکی، شیمی، علوم زیستی و کشاورزی، دارویی، سم‌شناسی و داروشناسی و ایمنی‌شناسی و میکروبی‌شناسی؛ حوزه فناوری اطلاعات شامل زیرحوزه‌های مهندسی، ریاضیات، فیزیک و ستاره‌شناسی، علم مواد، شیمی و حوزه علوم شناختی نیز شامل زیرحوزه‌های پزشکی، ژنتیک و زیست‌شناسی مولکولی، دارو، سم‌شناسی و داروشناسی، روانشناسی و علوم رایانه است. این یافته تا حد زیادی با نتایج پژوهش باجی و عصاره (۱۳۹۳) که حوزه علوم اعصاب ایران را متأثر از رشته‌هایی مانند داروسازی و روانشناسی دانسته‌اند همسو است. مقایسه زیرحوزه‌های مشارکت‌کننده در تولید مقالات حوزه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که تنوع و پراکندگی موضوعی مقالات نانو و زیستی بیش از سایر حوزه‌هاست و علوم شناختی از کمترین تنوع موضوعی برخوردار است.

از نتایج این پژوهش چنین برمی‌آید که زیرحوزه‌های «شیمی زیستی، ژنتیک و زیست‌شناسی مولکولی»؛ «پزشکی»؛ «علوم رایانه»؛ «مهندسی» و «دارو، سم‌شناسی و داروشناسی» از جمله موضوعاتی هستند که بین چهار حوزه مورد مطالعه مشترک بوده و در تولید مقالات آنها مشارکت داشته‌اند. «شیمی» و «علم مواد» از زیرحوزه‌هایی هستند که به‌شدت می‌توانند بر رشته‌های نانو، زیستی و اطلاعات تأثیرگذار باشند.

مطالعات میان‌رشته‌ای این ویژگی را دارند که می‌توان بر اساس داده‌های حاصل از اطلاعات کتابشناختی، برای آنها زمینه‌های پژوهشی مشترک تعیین کرد تا متخصصان هر حوزه به‌صورت هدفمند به مرزهای معرفت‌شناختی و روش‌شناختی دیگر حوزه‌ها وارد شده و از آنها به‌منظور مبنای کار خود و ادامه فعالیت‌های پیشین بهره‌مند شوند. در راستای مسئله این پژوهش به‌منظور شناسایی هم‌پوشانی و گرایش این چهار حوزه به یکدیگر می‌توان عنوان کرد که زیرحوزه‌های «شیمی زیستی، ژنتیک و زیست‌شناسی مولکولی»؛ «پزشکی»؛ «علوم رایانه»؛ «مهندسی» و «دارویی، سم‌شناسی و داروشناسی» از جمله حوزه‌هایی هستند که دانشمندان و پژوهشگران حوزه‌های نانو، زیستی، اطلاعات و

شناختی می‌توانند بر اساس آن با هم همکاری داشته باشند و به‌صورت پروژه‌های مشترک به چاپ و انتشار مقاله پردازند. «شیمی» و «علم مواد» نیز از زیرحوزه‌هایی هستند که به‌عنوان زمینه‌های مشترک برای اجرای پژوهش‌های میان‌رشته‌ای به متخصصان رشته‌های «نانو و زیستی» به‌صورت هم‌تألیفی پیشنهاد می‌شود. در رابطه با مسائل آموزشی نیز می‌توان چنین نتیجه گرفت که بر اساس حوزه‌های پژوهشی مورد اشتراک، محتواها و سرفصل‌های درسی مشترک برای آن چهار رشته پیش‌بینی کرد یا کلاس‌های آموزشی را به‌طور مشترک برای دانشجویان چهار رشته برقرار کرد.

منابع

- باجی، فاطمه؛ عصاره، فریده (۱۳۹۳). ساختار شبکه هم‌نویسندگی حوزه علوم اعصاب ایران با استفاده از رویکرد تحلیل شبکه اجتماعی. مطالعات کتابداری و علم اطلاعات، ۲۱(۱۴)، ۷۱-۹۲.
- برادر، رویا؛ منصور تاجداران؛ سید مجید سید موسوی و هدی عابدی (۱۳۸۸). بررسی روابط میان‌رشته‌ای مقالات علم و فناوری نانوی ایران، نمایه‌شده در ISI، تا پایان سال ۲۰۰۷ میلادی: مطالعه استنادی. پنجمین همایش دانشجویی فناوری نانو، تهران، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده فناوری‌های نوین پزشکی. [آنلاین]: <http://www.civilica.com/Paper-NANOSC>، ۰۵-۶۱.html.
- پایا، علی، کلانتری‌نژاد، رضا (۱۳۹۰). چهارمین موج توسعه علمی- فناوریانه و پیامدهای فرهنگی و اجتماعی آن در ایران. تهران: مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور.
- خورسندی طاسکوه، علی (۱۳۸۷). گفتمان میان‌رشته‌ای دانش: مبانی نظری، گونه‌شناسی و خط‌مشی‌هایی برای عمل در آموزش عالی. تهران: پژوهشکده مطالعات فرهنگی و اجتماعی.
- روکو، میهالسی، بین‌بریج، ویلیام سیمز (۱۳۹۱). نقش فناوری‌های هم‌گرا در بهبود عملکرد انسانی. مترجمان علیرضا فرشچی، مصطفی مهرورزی، تهران: مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی، مرکز آینده‌پژوهی علوم و فناوری دفاعی.
- صدیقی، مهری (۱۳۹۲). تحلیل روابط و الگوهای میان‌رشته‌ای در منتخبی از حوزه‌های اولویت‌دار علم و فناوری. پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات، ۲۹(۱)، ۱۹۰-۱۶۵.
- قرایلو، داود، مغربی، مرتضی، امیری، سعید (۱۳۸۷). شناسایی سمت و سوی تحقیقات فناوری نانو به روش داده‌کاوی. آنلاین: http://nano.ir/index.php?ctrl=paper&actn=paper_view&id=۲۹۶۴
- معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری (۱۳۹۱). متن کامل قانون برنامه پنج‌ساله پنجم توسعه جمهوری اسلامی ایران. تهران: معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری.
- مغربی، مرتضی؛ قرایلو، داود (۱۳۸۵). بررسی وضعیت مجلات ISI مرتبط با فناوری نانو. آنلاین: <http://paper.nano.ir/> ۱/۱۳۴۸
- نبی پور، ایرج؛ اسدی، مجید (۱۳۹۳). فناوری‌های هم‌گرا شکل‌دهنده آینده پزشکی. مجله طب و تزکیه، ۱۷(۶)،

- Bassecoulard, E., Lelu, A., & Zitt, M. (2007). Mapping nano sciences by citation flows: A preliminary analysis. *Scientometrics*, 70, 859-880.
- Bedford, D. A. D. (2013). Knowledge management Education and Training in Academic Institutions In 2012. *Journal of Information & Knowledge Management*, 12(4), doi: 10.1142/S0219649213500299
- Organization for Economic Co-operation and Development (2014). Challenges and Opportunities for Innovation through Technology: The Convergence of Technologies. [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=DSTI/STP\(2013\)15/FINAL&docLanguage=En](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=DSTI/STP(2013)15/FINAL&docLanguage=En)
- Porter, A. L., & Youtie, J. (2009). How interdisciplinary is nanotechnology? *Journal of Nanoparticle Research*, 11(5): 1023–1041. <http://doi.org/10.1007/s11051-009-9607-0>
- Rafols, I. and Park, J., & Meyer, M. S. (2010). Hybrid Nano materials Research: Is it really interdisciplinary? In: Rurack, Knut and Martinez-Máñez, Ramon, Eds. *The Supramolecular Chemistry of Organic-Inorganic Hybrid Materials*. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, US, pp. 673-688. ISBN 9780470376218.
- Roco, M. C. and Bainbridge, & W. S., eds. (2002). *Converging technologies for improving human performance: nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science*. [Report]; Arlington, Virginia: National Science Foundation.
- Stopar, K., Drobne, D., Eler, K., & Bartol, T. (2015). Citation analysis and mapping of nanoscience and nanotechnology: identifying the scope and interdisciplinarity of research. *Scientometrics*, 106 (2): 563-581.
- Waltman, L, van Raan, A.F.J., & Smart, S. (2014). Exploring the Relationship between the Engineering and Physical Sciences and the Health and Life Sciences by Advanced Bibliometric Methods. *PLoS ONE* 9(10), e111530. doi:10.1371/journal.pone.0111530