فصلنامه علمی-پژوهشی
سیاست علم و فناوری

سال پنجم، شماره ۱، پاییز ۱۳۹۱

ابعاد شبکه هم‌نویسندگی بین‌المللی ایران در حوزه نانوفناوری

محمد حسن‌زاده[1*]، رضا خدادوست[2]

۱- عضو هیات علمی دانشگاه تربیت مدرس
۲- دانش آموخته دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

پژوهش حاضر، شبکه هم‌نویسندگی بین‌المللی پژوهشگران نانوفناوری ایران را بر حسب فراوانی هم‌نویسندگی کشورها و قاره‌ها، نخستین سال هم‌نویسندگی کشورها، تمرکز اصلی همکاری میان کشورها، اهمیت موقعیت کشورها در شبکه نحوه تکامل شبکه هم‌نویسندگی، رواج هم نویسندگی با کشورها، مطرح کردن فکر جدید توسط کشورها و علایق در حال رشد سریع با استفاده از CiteSpace (نرم‌افزار مصورسازی روندها و الگوها در متون علمی) به‌وسیله ۴۶۰۵ مدرک استخراج شده از نمایه استنادی علوم از طریق بخش جستجوی پیشرفته پایگاه وبگاه علوم بین سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۱ با عبارت جستجوی ساخته شده از اصطلاحات درخت نانوفناوری، شناسایی شده به وسیلهٔ اصطلاح‌نامه اینسپک و کامپندکس، تحلیل کرده است. نتایج نشان داد که پژوهشگران نانوفناوری ایران با ۴۴ کشورخارجی هم‌نویسندگی داشته و بیش‌ترین تعداد مدارک هم‌تألیف را با قاره اروپا و کشور کانادا داشتند. بیش‌ترین همکاری‌های علمی ایران در میان کشورهای هم‌جوار به ترتیب با کشورهای «آذربایجان»، «روسیه»، «پاکستان و ترکیه» و «عمان و امارات متحده عربی» بوده است. ایران با بقیه کشورهای هم‌جوار همکاری علمی نداشته است. از آن‌جا که کانادا کشوری پرکار از نظر همکاری بوده و دارای بیش‌ترین مرکزیت بینیت بوده است، این کشور تاثیر غالبی بر پژوهشگران نانوفناوری کشور ایران داشته است. نخستین اتصالات ایران با کشورهای غیر هم‌سو با جهت مطالعاتی پژوهشگران نانوفناوری ایران در دوره پنج سالهٔ سوم (۲۰۰۵-۲۰۰۱) اتفاق افتاده است. کشورهای با جهت مطالعاتی یکسان با کشور ایران از فعال‌ترین کشورهای مشارکت‌کننده با پژوهشگران نانوفناوری ایران تا سال ۲۰۰۴ بوده‌اند. از نظر پژوهشگران نانوفناوری ایران، کشور ژاپن با مقدار سیگمای ۱.۱۶ بالاترین رتبه را از نظر مطرح کردن فکر جدید به خود اختصاص داده است. "wall-carbon-nanotubes"، "density-functional"، "fe-2-o" و "single-wall-carbon-nanotubes" به ترتیب پرتکرارترین اصطلاحات مورد استفاده در بین تولیدات علمی دارای بیش از یک نویسنده حوزه نانوفناوری ایران بوده است.

کلید واژه‌ها: نانوفناوری، نمایه استنادی علوم، هم‌نویسندگی بین‌المللی، مرکزیت بینیت، شیوع نویسندگی، سیگما، اصطلاحات رایج

۱ـ مقدمه

امروزه واژه «تولید علم» در کانون توجه تمام سیاست‌گذاران، تصمیم‌گیران و برنامه‌ریزان امور علمی و پژوهشی کشور قرار گرفته [۱] و در سند چشم‌انداز بیست سالهٔ توسعه ایران در افق ۱۴۰۴ هجری شمسی، برای توسعهٔ کشور تاکیدات فراوانی بر توسعهٔ علمی در حوزه‌های نو به ویژه نانوفناوری، فناوری زیستی، فناوری اطلاعات و ارتباطات، فناوری هسته‌ای، زیست محیطی و هوافضا شده است [۲و۳] مقام معظم رهبری نیز نقشه علمی[1] را مهم‌ترین وسیله برای دستیابی به اهداف سند چشم‌انداز ۲۰ ساله کشور دانستند و از جامعه علمی کشور خواستار تعریف نقشه علمی در عرصه‌های مختلف شده‌اند. در این میان، نانوفناوری به دلیل

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: hasanzadeh@modares.ac.ir

۱- نقشه علمی (Science Map)، ساختار علمی؛ ساختار مفهومی یک حوزه علمی؛ نقشه کتاب‌سنجی؛ مصورسازی اطلاعات، معادل بازنمون دوبعدی یا سه بعدی از دسته‌بندی و خوشه‌بندی یک حوزهٔ علمی عمومی یا تخصصی (field or specialty) است. به تصویر کشیدن نتایج برآمده از تجزیه وتحلیل انتشارات یک حوزه علمی از زوایای مختلف، و ترسیم یک نگرش کلی از آن حوزه با هدف کشف روابط پنهانی است. در این نقشه ناحیه (area) هایی که بیش‌ترین و کم‌ترین نزدیکی(proximity) را دارند از همدیگر متمایز می‌شوند [۴و۵]. این مفهوم در سال ۱۹۷۴ توسط هنری اسمال و در سال ۱۹۸۰ توسط هووارد وایت بیان شده است [۶].

Archive of SID
www.SID.ir

جدید بودن موضوع، ماهیت بسیار گسترده (گسترش انتشارات علمی) آن، تعامل نزدیک و زیاد آن با علوم و فناوری‌های دیگر (بین‌رشته‌ای بودن آن) و تاثیرات زیاد اقتصادی و اجتماعی، مورد توجه پژوهشگران حوزه‌های مختلف بوده است [۴].

همکاری علمی، سنگِ بنای جامعه علمی است. بدون برقراری ارتباط علمی[۱]، رسالت تولید علم که همان تولید دانش و افزودن آن به گنجینهٔ علم بشر است به سرانجام مطلوب نخواهد رسید. متخصصان با یکدیگر از طریق آشنایی علمی[۲] ارتباط برقرار می‌کنند [۷و۸]. در فعالیت‌های علمی گروهی، به صورت بالقوه، قابلیت‌هایی وجود دارد که در فعالیت‌های فردی موجود نیست و اگر این فعالیت‌ها درست مدیریت شوند می‌توانند بسیار مؤثر و تأثیرگذار باشند [۹]. بنابراین، همکاری علمی باید نظام‌مند یعنی تعریف شده، مشخص، واقعی و برنامه‌ریزی شده باشد. همکاری علمی در دهه‌های اخیر در قالب پدیدهٔ تألیف مشترک نمود یافته است [۷].

یکی از مهم‌ترین عوامل توسعه علمی انجام پژوهش‌های علمی به صورت مشارکتی در سطح جهان است [۱۰]. مشارکت بین‌المللی به عنوان گسترده‌ترین نوع مشارکت علمی است و در کشورهای در حال توسعه، به روشی برای بالا بردن توانایی علمی این کشورها تبدیل شده [۱۱] که از یک سو، با توجه به امکانات، فناوری‌ها و پژوهش‌های گسترده‌تر، موجب استحکام بیش‌تر پژوهش‌ها گردیده و از سوی دیگر، با ایجاد فضایی برای تبادل تجربیات، مهارت‌ها و تخصص‌ها، پویایی پژوهشگران را نیز به دنبال خواهد داشت [۱۰]. در کشورهای جهان سوم، موجب بهبود وضعیت تولیدات علمی و جلوگیری از مهاجرت تحصیلکرده‌های این کشورها به خارج از آن می‌شود [۱۲و۱۳].

از آن‌جا که از طریق شبکه‌های اطلاعاتی کاوش اطلاعات[۳] در سطح کلان انجام می‌شود، پژوهش حاضر وضعیت هم‌نویسندگی[۴] بین‌المللی پژوهشگران نانوفناوری ایران را با روش تحلیل شبکه انجام داده است تا با آگاهی و شناخت از محیط ملی، آگاهی از این‌که چه وقت و کجا مؤثرترین تغییرات اتفاق می‌افتد یعنی آگاهی از این‌که کدام قسمت از شبکه قبلی ماندگار در شبکه‌های جدید است، کدام قسمت از شبکه‌های قبلی دیگر در شبکه‌های جدید فعال نیست، و کدام قسمت از شبکه‌های جدید کاملا جدید است، آگاهی از وضعیت هم‌نویسندگی پژوهشگران نانوفناوری ایران با دیگر ملل، آگاهی از سمت و سوی توجهات پژوهشگران نانوفناوری ایران و بررسی روند تحول در ارتباطات علمی آن‌ها و آگاهی از جهت مطالعاتی، زمینهٔ فکری، وسعت و اهمیت دستاورد علمی پژوهشگران نانوفناوری ایران، زمینه‌های لازم برای برخورداری از تعاملی آگاهانه و پیش برنده برای پژوهشگران نانوفناوری ایران با همتایان‌شان و اصلاح یا ارتقای الگوهای رفتاری پژوهشگران نانوفناوری ایران، فراهم شود و کشور ایران در حوزهٔ نانوفناوری، بتواند هم‌جهت با سند چشم‌انداز به توسعهٔ علمی دست یابد و نظام علمی مستمر در حال ارتقا داشته باشد و این خود یک گام مؤثر برای نظام جمهوری اسلامی ایران خواهد بود. نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند در تصمیم‌گیری به منظور افزایش میزان همکاری علمی و بهبود سیاست‌گذاری علمی کشور مفید باشد.

در این پژوهش سعی شده است تا به پرسش‌های اساسی زیر پاسخ داده شود:

۱) ساختار علمی حوزهٔ نانوفناوری ایران بر اساس روش هم‌نویسندگی کشورها چگونه است؟
۲) جهت مطالعاتی هر یک از خوشه‌های هم‌نویسندگی کشور چه بوده؟ بزرگ‌ترین طرح‌واره‌های پژوهشی چه هستند؟ روند زمانی اتصالات بین طرح‌واره‌ها چگونه بوده و بیش‌تر اتصالات به کدام طرح‌واره‌ها بوده است؟
۳) فعال‌ترین خوشه هم‌نویسندگی کشور برحسب شایع بودن نویسندگی، کدام است؟
۴) کشورهای جدید از نظر فکری در تولیدات علمی حوزهٔ نانوفناوری ایران کدام‌ها هستند؟
۵) علایق در حال رشد سریع در حوزهٔ نانوفناوری ایران چه هستند؟

۱- ارتباط علمی به معنای تبادل اندیشه و جریان اندیشه از نقطه‌ای به نقطه دیگر است [۱۴].

2- Scientific acquaintance

۳- نظریهٔ کاوش اطلاعات (information foraging theory) که از استراتژی بهینه‌سازی نسبت سود به هزینه بهره می‌گیرد این است که مردم استراتژی جستجوهای خودشان را با حداکثر رساندن سودآوری‌شان، یا نرخ سود سرمایه‌گذاری‌شان تطبیق می‌دهند. سود، پیدا کردن اطلاعات مرتبط و هزینه، زمان صرف شده است. ادراک اطلاعات (information scent) نیز درک ارزش، هزینه، یا مسیر قابل دسترس منابع اطلاعاتی است [۱۵].

4- Co-authorship

Archive of SID
www.SID.ir

۲- پیشینه پژوهش

در حوزه نانوفناوری، در اکثر کشورها پژوهش‌های کتاب‌سنجی و علم‌سنجی مختلفی انجام شده است؛ اما در این‌جا سعی شده پژوهش‌هایی که هم‌نویسندگی بین‌المللی و هم‌رخدادی واژگان را در انتشارات نانوفناوری ایران مورد مطالعه قرار داده‌اند، معرفی شوند.

محمدی [۴] در پژوهشی با عنوان «ترسیم نقشهٔ علمی نانوفناوری در ایران» با استفاده از مدل جستجوی مؤسسه فناوری جورجیا[1]، روش هم‌رخدادی واژگان و نرم‌افزار اس.پی.اس.اس.، پژوهش‌های پژوهشگران ایرانی که از سال ۱۹۷۴ تا ۲۰۰۷ در نمایه استنادی علوم نمایه شده است را مورد تحلیل قرار داد. نتایج نشان داد که اصطلاحات چکیده و عنوان مقاله‌های ایرانی که حداقل در بیش از ۱۰ مدرک تکرار شده، در پانزده خوشه با همدیگر در ارتباط بودند و بیش‌ترین ارتباط بین موضوع‌های علم فیزیک و مهندسی و علم مواد بود. همچنین ده موضوع پژوهشی پرکار و کم‌کار نانوعلم و نانوفناوری در ایران مشخص شد.

دیدگاه و بینش [۱۶] در پژوهشی با عنوان «پیشگامان[2] علمی جهان اسلام در حوزهٔ علوم و فناوری نانو» با محدودهٔ زمانی ۲۰۰۹-۲۰۰۰ در سه نمایهٔ استنادی علوم، علوم اجتماعی و هنر و علوم انسانی نشان دادند که به ترتیب، هفت کشور ایران، ترکیه، مصر، مالزی، تونس، الجزایر و پاکستان کشورهای فعال جهان اسلام در زمینهٔ تولیدات علمی حوزهٔ نانوفناوری بوده‌اند. کشورهای ترکیه و ایران، بیش‌ترین هم‌نویسندگی بین‌المللی را داشتند و دو کشور آمریکا و آلمان همکاران اصلی کشورهای فعال جهان اسلام بودند. کشور ایران در تولید علم نانو با ۳۰ کشور همکاری داشته است.

حسن‌زاده و خدادوست [۱۷] در پژوهشی با عنوان «هم‌نویسندگی و هم‌استنادی در نانوفناوری: رویکرد شبکه اجتماعی» با محدوده زمانی ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۰ در پایگاه وب آو ساینس[3] و با استفاده از راهبرد جستجوی " TS=nano* AND CU=iran" و نرم‌افزارهای اکسل، هیست‌سایت و پاژک نتایج نشان دادند که هم نویسنده های رده بالای ایرانی‌ها به ترتیب از ایران (۷۷/۸ درصد)، آمریکا، انگلیس، کانادا و آلمان بودند.

بررسی پیشینه‌های موجود نشان می‌دهد، هیچ پژوهشی در زمینه تحلیل هم‌نویسندگی بین‌الملل ایران در حوزه نانوفناوری در خارج از کشور انجام نشده است و در داخل کشور نیز تنها دو پژوهش صورت گرفته که تاریخ نشر آن‌ها به نیمهٔ دوم دههٔ ۸۰ بر می‌گردد که این‌ها خود لزوم توجه بر انجام پژوهش‌هایی در این رابطه را یادآور می‌شود. ابزار گردآوری داده‌ها در این سه پژوهش، نمایه‌های استنادی پایگاه وب آو ساینس به ویژه نمایه استنادی علوم بود. این پژوهش‌ها، با رویکرد بولی انجام شده است. پژوهش‌های مرور شده از ابزارهایی چون پاژک، اس.پی.اس.اس.، اکسل و هیست‌سایت برای توصیف و تحلیل داده‌ها استفاده کرده‌اند. یافته‌ای که در دو پژوهش تکرار شده این است که هم نویسنده‌های رده بالای پژوهشگران نانوفناوری ایران اغلب از دو کشور آمریکا و آلمان می‌باشند.

۳- روش‌شناسی

پژوهش حاضر از نوع کتاب‌سنجی است و از روش تحلیل کتابخانه‌ای و تحلیل هم‌نویسندگی بهره می‌گیرد. مراحل زیر به ترتیب جهت شناسایی واژه‌های جستجو انجام شده است: شناسایی اصطلاح‌نامه‌های معتبر بین‌المللی و تقریباً کامل در حوزهٔ نانوفناوری: Inspec[4] و Compendex[5]؛ جستجوی کلمهٔ نانوفناوری در اصطلاح‌نامه‌های شناسایی شده برای پیدا کردن شاخه‌های نانوفناوری؛ وارد کردن اصطلاحات یافته شده در نرم‌افزار پرسونال برین[6] (نسخهٔ ۰-۷-۰-۶) تا ترسیمی از درخت نانوفناوری داشته باشیم؛ بعد از مراحل سه گانهٔ ذکر شده، انجام جستجو بر اساس ۶۵ واژه موجود در درخت نانوفناوریِ ترسیم شده و راهبرد جستجوی OR در زیر فیلد «موضوع (TS)» همراه با نام کشور ایران در زیر فیلد «کشور (CU)»، در بخش جستجوی پیشرفتهٔ پایگاه وب آو ساینس (نسخهٔ ۵.۳) با در نظر گرفتن بازهٔ زمانی ۱۹۹۱-۲۰۱۱، با انتخاب مجموعهٔ[7] نمایهٔ استنادی علوم گسترش یافته[8] – بدون بدون محدودیت زبان، نوع مدرک – داده‌های مورد نیاز استخراج شد. گردآوری داده‌ها از تاریخ ۱۳۹۰/۵/۱۴ (۵

1- www.gatech.edu
2- Pioneers
3- Web Of Science
4- IET Inspec Thesaurus 2010
5- Compendex Thesaurus
6- Personal Brain
7- Collection
8- Science Citation Index Expanded (SCI-Expanded)

Archive of SID
www.SID.ir

آگوست ۲۰۱۱) شروع شد و در تاریخ ۱۳۹۰/۵/۱۶ (۷ آگوست ۲۰۱۱) خاتمه یافت.

داده‌ها به صورت فایل‌های متن ساده[1] ذخیره شد و برای بدست آوردن توزیع فراوانی و مصورسازی از نرم‌افزارهای اکسل و سایت اسپیس[2] استفاده شده است. به منظور ترسیم شبکه هم‌نویسندگی کشور، نام هر یک از فایل‌ها به صورت download_*.txt درآمد. همچنین بعضی از رکوردها مقدار برچسب[3] py آن خالی بود که با جستجو در اینترنت مقدار آن آن مشخص شد. داده‌ها بر اساس وابستگی سازمانی نویسندگان (برچسب C1)، به وسیله نرم‌افزار سایت اسپیس به صورت شبکه درآمد. بعد از آن به‌منظور بدست آوردن توزیع فراوانی از فایل خلاصه شبکه‌ها مستخرج از نرم‌افزار سایت اسپیس که در قالب فایل اکسل بوده، استفاده شده است.

۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها

۴-۱ تحلیل شبکه هم‌نویسندگی حوزه نانوفناوری ایران

برای پاسخ به پرسش اول، مصورسازی ایستا شبکه هم‌نویسندگی کشور تولیدات علمی حوزه نانوفناوری ایران با استفاده از آستانه ۱،۱،۱; ۱،۱،۱; ۱،۱،۱ انجام شده است، و ضریب هم‌نویسندگی کسینوس برای اندازه‌گیری قوت هر پیوند هم‌نویسندگی در داخل هر برش زمانی مورد استفاده بود. فاصلهٔ زمانی ۲۱ ساله به ۴ بخش ۵ ساله (با شروع از ۱۹۹۵-۱۹۹۱ و پایان با ۲۰۱۰-۲۰۰۶) به اضافهٔ یک بخش یک ساله برای سال ۲۰۱۱ برش‌بندی شده بود. فضا در هر برش برابر با تعداد کشورهایی (همراه با ایران) است که در داخل برش زمانی مورد نظر کشور ایران به صورت مستقیم یا غیر مستقیم با آن ها هم نویسندگی داشته است. تعداد گره، تعداد کشورهایی است که از آستانه‌ها عبور کرده‌اند. تعداد پیوندها، تعداد پیوندها در داخل یک برش می‌باشد. جدول ۱ اندازه فضای نویسندگی و جزییات شبکه‌های انفرادی و شبکه‌های ادغام شده را نشان می‌هد.

شکل ۱ شبکه هم‌نویسندگی کشور حوزه نانوفناوری ایران را نشان می‌دهد که متشکل از ۴۵ کشور به همراه ۶۳ پیوند هم‌نویسندگی میان آن‌ها می‌باشد. در کل ۸۹ دفعه ظهور[4] کشورها اتفاق افتاده است. به‌عبارت دیگر، تقریباً ۴۹ درصد کشورها در بیش از یک برش زمانی ظاهر شدند. سایت اسپیس، خوشه‌بندی بر مبنای رنگ پیوند فراهم می‌کند که با توجه به شکل ۱، شبکه هم‌نویسندگی کشور انتشارات نانوفناوری ایران، شامل چهار ابرخوشه اصلی است.

۴-۱-۱ همکاری ایران با کشورها و قاره‌های مختلف از نظر تولید علم

با توجه به شکل ۲ (برگرفته از شکل ۱)، مشخص شد که پژوهشگران نانوفناوری ایران در حوزه – نمایه استنادی- علوم در ۲۱ سال گذشته با پژوهشگرانی از ۴۴ کشور خارجی، همکاری علمی داشته که حاصل این همکاری تولید ۶۰۷ مدرک علمی مشترک بوده است. کشور کانادا با ۸۴ مدرک (۱۸۲درصد) در صدر کشورهای همکاری کننده با نویسندگان نانوفناوری ایران در تولید مدارک علمی قرار گرفته و پس از آن کشورهای آمریکا و انگلستان به ترتیب با ۶۹ مدرک (۱۵۰ درصد) و ۶۴ مدرک (۱۳۹ درصد) رتبه‌های دوم تا سوم را به خود اختصاص داده‌اند. در میان کشورهای آسیایی، مالزی، ژاپن و هند به ترتیب با ۴۲، ۳۴ و ۱۹ مدرک رتبه‌های اول، دوم و سوم را به خود اختصاص داده‌اند. بیشترین همکاری‌های علمی ایران در میان کشورهای هم‌جوار به‌ترتیب با کشورهای «آذربایجان»، «روسیه»، «پاکستان و ترکیه» و «عمان و امارات متحده عربی» بوده است. ایران با بقیه کشورهای هم‌جوار همکاری علمی نداشته است. کشورهای تایوان، اکراین، نیوزلند، مراکش، امارات متحده عربی، فنلاند، عمان، مکزیک و لیبی طی ۲۱ سال مورد بررسی تنها یک تألیف مشترک با ایران داشته‌اند که اکثراً در سال ۲۰۰۶ منتشر شده‌اند. نسبت تألیفات مشترک ایران با ۴۴ کشور(۶۰۷ رکورد) به کل تولیدات ایران در طی ۲۱ سال مورد بررسی (۴۶۰۵ رکورد) شناسایی شده به وسیله سایت اسپیس، تقریباً برابر با ۱۳ درصد است. چنان که از شکل ۲ قابل مشاهده است از مجموع ۵۷ کشور عضو سازمان همکاری اسلامی، ایران با ۹ کشور (به جز ایران) در دوره زمانی مورد مطالعه، هم‌نویسندگی داشته است که حاصل این

1- Plain text
2- CiteSpace
3- tag
4- apearances

www.SID.ir

همکاری تولید ۶۹ مدرک علمی مشترک در حوزهٔ نانوفناوری بوده است. از میان این ۹ کشور، کشور ایران در حوزه نانوفناوری با کشورهای مالزی و امارات متحده عربی به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مدارک هم‌تألیف را در نمایه استنادی علوم در طول سال‌های مورد بررسی دارد. کشورهای آذربایجان، مصر، سوریه، ترکیه، مراکش، لیبی، عمان به ترتیب بعد از مالزی، در رتبه‌های دوم تا هشتم قرار گرفتند.

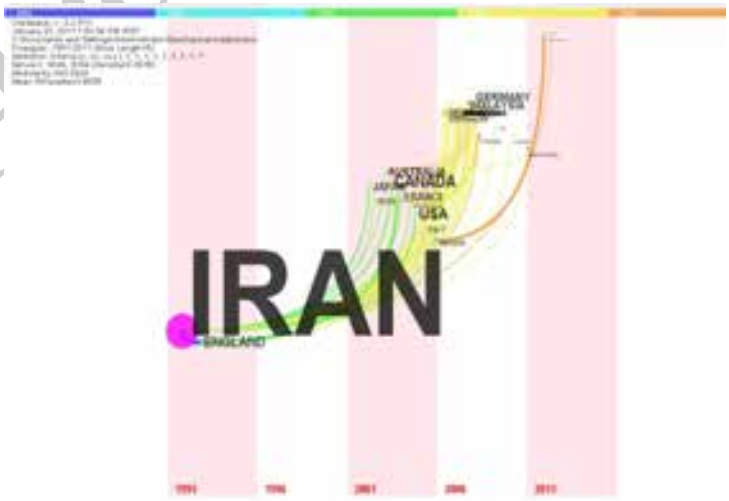
بر طبق توزیع فراوانی هم‌نویسندگی با کشورهای قاره‌های مختلف، ۳ کشور از قارهٔ آمریکا، ۱۴ کشور از قارهٔ آسیا (به جز ایران)، ۲ کشور از قاره اقیانوسیه، ۲ کشور از قاره آفریقا و ۲۳ کشور از قاره اروپا وجود دارد. شکل ۳ وضعیت هم نویسندگی پژوهشگران نانوفناوری ایران با هر قاره را نشان می‌دهد. همان‌طور که شکل ۳ نشان می‌دهد، پژوهشگران نانوفناوری ایران بیش‌ترین تعداد هم نویسندگی را در نمایه استنادی علوم با قاره اروپا داشتند. قاره‌های آسیا و آمریکا به ترتیب بعد از قاره اروپا در رتبه‌های دوم تا سوم قرار گرفتند.

۴-۱-۲ همکاری ایران با کشورها از نظر سال شروع و در هر یک از دوره‌های ۵ ساله

با مرتب کردن خلاصه شبکه هم‌نویسندگی پژوهشگران نانوفناوری ایران با کشورهای جهان (فایل اکسل) بدست آمده از نرم‌افزار سایت اسپیس بر اساس سال، کشورهای هم نویسنده جدید ایران شناسایی شد. نیوزلند و مکزیک، کشورهایی هستند که پژوهشگران نانوفناوری ایران برای نخستین بار در سال ۲۰۱۱ با آن ها هم‌نویسندگی داشتند.

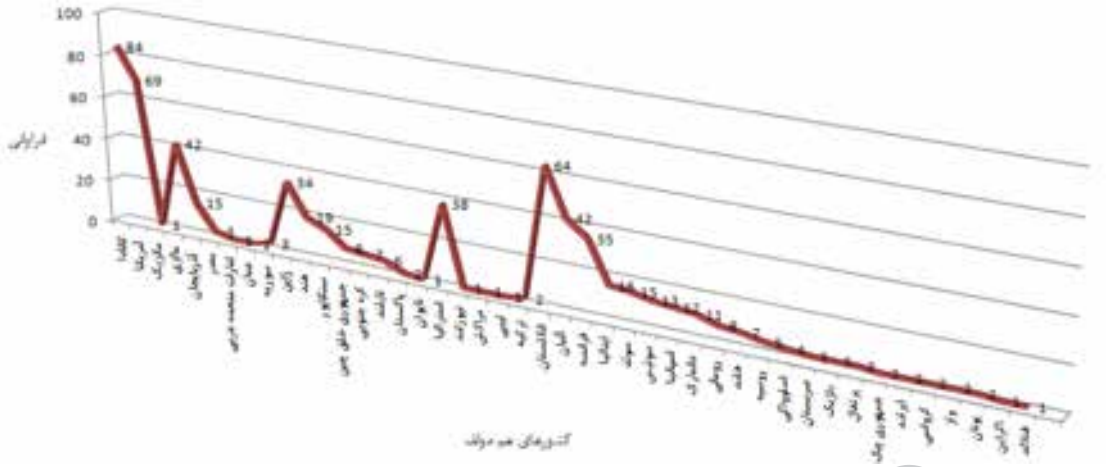
جدول ۱) تنظیمات آستانه و برش‌بندی زمانی شبکه هم‌نویسندگی کشور انتشارات نانوفناوری ایران در سایت اسپیس

برش‌های ۵ ساله	تعداد تولیدات علمی	درصد تولیدات علمی دارای چند مولف (بین‌المللی)	آستانه فراوانی هم‌نویسندگی کشورها	آستانه فراوانی نویسندگی کشورها	اندازه فضای نویسندگی کشورها	تعداد گره	تعداد پیوندها (ضریب هم‌نویسندگی کسینوس≤ ۰.۰۱)
۱۹۹۱_۱۹۹۵	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۱
۱۹۹۶_۲۰۰۰	۲	۱	۱	۱	۲	۲	۱
۲۰۰۱_۲۰۰۵	۱۰۶	۴۲	۱	۱	۱۳	۱۳	۱۲
۲۰۰۶_۲۰۱۰	۳۳۷۹	۵۵۳	۱	۱	۴۳	۴۳	۵۵
۲۰۱۱_۲۰۱۱	۱۱۰۳	۱۹۹	۱	۱	۲۹	۲۹	۳۱
نامشخص	۱۴	۶					
جمع (منحصر به فرد)	۴۶۰۵	۸۰۲			۸۹	۸۹ (۴۵)	۱۰۰ (۶۳)

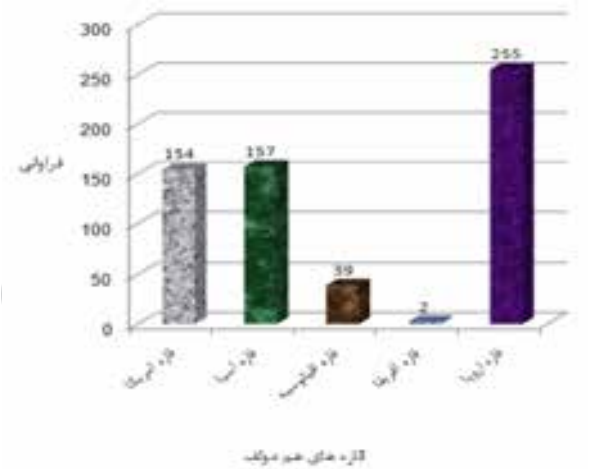


شکل ۱) نمای منطقه زمانی شبکه هم‌نویسندگی کشور بدست آمده از انتشارات نانوفناوری ایران (کشورهای با مشارکت بالا با برچسب درشت‌تر نمایش داده شده‌اند)

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۲) میزان همکاری پژوهشگران نانوفناوری ایران با کشورهای دیگر در نمایه استنادی علوم در سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۱



شکل ۳) فراوانی هم‌نویسندگی ایران با قاره‌های هم نویسنده در حوزه نانوفناوری (بدون در نظر گرفتن ایران)

جدول ۲) سال شروع هم‌نویسندگی پژوهشگران نانوفناوری ایران با کشورهای مختلف

نخستین سالی که ایران با آن کشور تولید علمی داشت	کشور
۱۹۹۱	ایران، انگلستان
۲۰۰۱	کانادا، استرالیا، ژاپن
۲۰۰۲	فرانسه، هند، هلند، ولز
۲۰۰۳	آمریکا
۲۰۰۴	ایتالیا، مراکش
۲۰۰۵	سوئد
۲۰۰۶	مالزی، آلمان، آذربایجان، سنگاپور، سوئیس، اسپانیا، دانمارک، رومانی، چین، روسیه، مصر، بلژیک، پرتغال، سوریه، ترکیه، پاکستان، جمهوری چک، ایرلند، کرواسی، یونان، تایوان، اکراین، امارات متحده عربی، فنلاند، عمان، لیبی
۲۰۰۷	صربستان
۲۰۰۸	تایلند، اسلوواکی
۲۰۰۹	کره جنوبی
۲۰۱۱	نیوزلند، مکزیک

شکل ۴ کشورهای هم نویسنده با پژوهشگران نانوفناوری ایران را در هر یک از برش‌های زمانی پنج ساله به تصویر کشیده است. از سال ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۰ (دوره پنج ساله ۱۹۹۵-۱۹۹۱ و دوره پنج ساله ۲۰۰۰-۱۹۹۶) تنها همکار دانشمندان نانوفناوری ایران با توجه شکل۴، پژوهشگران کشور «انگلیس» بوده است. بدون در نظر گرفتن ایران می‌توان گفت که در دوره پنج ساله سوم به ترتیب پژوهشگران کشور «کانادا»، «آمریکا»، «استرالیا» و «فرانسه» در رتبه‌های اول تا چهارم همکار اصلی پژوهشگران نانوفناوری ایران بودند. در دوره پنج ساله چهارم نیز به ترتیب پژوهشگران کشور «کانادا»، «آمریکا»، «انگلستان» و «آلمان» در رتبه‌های اول تا چهارم جای گرفتند. در دوره یک ساله آخر نیز کشور مالزی با برچسب درشت‌تر نسبت به بقیه کشورها در شکل ۴ نمایان شده است و به نوعی ایران همکار جدیدی را در عرصهٔ نانوفناوری برای خود پیدا کرده است. بعد از آن کانادا، آلمان و استرالیا در رتبه‌های بعدی جای گرفتند.

۴-۱-۳ سنجش ساختاری: مرکزیت بینیت

مرکزیت[1] یک گره، اهمیتِ موقعیتِ گره را در یک شبکه تعیین می‌کند [۱۸] تحلیل شبکه اجتماعی مجموعه‌ای از سنجه‌های مرکزیت مانند مرکزیت بینیت را فراهم می‌کند [۱۹]. نگرش مرکزیت بینیت بر این ایده استوار است که چطور کشوری برای انتقال اطلاعات در یک شبکه حیاتی است؟ اگر یک کشور عبور اطلاعات را متوقف کند یا عبور اطلاعات را از شبکه محو کند چقدر جریان اطلاعات بهم زده

1- Centrality

www.SID.ir

می‌شود یا چقدر جریان اطلاعات از خط سیر منحرف می‌شود؟ تا چه اندازه کشوری ممکن است جریان اطلاعات را در نتیجهٔ موقعیت خود در شبکه ارتباطات کنترل کند؟ از آنجایی که ژئودزیک[1]ها به‌عنوان محتمل‌ترین کانال‌ها برای انتقال اطلاعات بین کشورها محسوب می‌شوند، کشوری که در کوتاه‌ترین مسیر بین بعضی جفت کشورها قرار داده شده، برای جریان اطلاعات در داخل شبکه خیلی مهم است. این کشور، بیش‌تر کشورِ میانجی[2] است [۲۰]. شاخص مرکزیت بینیت اندازه‌گیری می‌کند که تا چه میزان کشوری در وسطِ مسیری، که کشورهای دیگر در شبکه را متصل می‌کند، قرار دارد [۲۱]. مرکزیت بینیت، درصد تعداد کوتاه‌ترین مسیرها در یک شبکه که از گره مربوطه می‌گذرد را اندازه می‌گیرد [۱۸و۲۲]. سنجهٔ مرکزیت بینیت فریمن، برای هر گره در شبکه تعریف می‌شود [۱۵]. مقدار مرکزیت بینیت (BC) اگر کم‌تر از ۱/. باشد گره هیچ نقشی ندارد. اگر بزرگ‌تر و مساوی ۱/. باشد نقطه محوری است و موقعیت استراتژیک دارد که در این‌صورت این گره خود می‌تواند کاندیدای نقطه عطف باشد. اگر بزرگ‌تر از ۱ باشد نقطهٔ عطف (بحرانی[3]) است و موقعیت منحصر به فردی در متون دارد [۲۴-۲۱]. با توجه به شکل ۵ کشورهای کانادا، سوئد، ژاپن، دانمارک و آمریکا به ترتیب بزرگ‌ترین نسبت مرکزیت بینیت را بعد از کشور ایران دارند. اما فقط ایران به‌عنوان گره محوری محسوب می‌شود. از آن‌جا که کشور کانادا از بین کشورهای مشارکت‌کننده علاوه بر این که کشور پرکار از نظر همکاری بوده، دارای بیشترین مرکزیت بینیت بوده است (۰.۰۹). به‌عبارت دیگر، این کشور تاثیر غالبی بر پژوهشگران نانوفناوری کشور ایران داشته است.

۴-۱-۴ خوشه‌بندی و برچسب زدن خودکار خوشه‌های هم‌نویسندگی کشور

برای پاسخ به پرسش دوم باید گفت که الگوریتم‌های خوشه‌بندی بر دو نوع است: مبتنی بر خصیصه‌های[4] گره، مبتنی بر پیوند[5] گره‌ها. که نوع دوم به دو دسته سنتی (از قبیل k-means یا single linkage) و جدید (از قبیل خوشه‌بندی طیفی) تقسیم می‌شود. سایت اسپیس دو، خوشه‌بندی طیفی را فراهم می‌کند که خوشه‌بندی طیفی با مسأله بخش‌بندی گراف شباهت دارد یعنی، خوشه‌ها را بر مبنای قوت پیوندها و نه حضور یا غیبت ساده پیوندها، در شبکه‌ها تعیین می‌کند. به‌طوری‌که گره‌ها در داخل یک خوشه به‌طور محکم[6] متصل خواهند بود، درحالی که گره‌ها بین خوشه‌های مختلف کمابیش[7] متصل خواهند بود یا ابداً متصل نیستند. خوشه‌بندی طیفی خوشه‌های ظریف‌تر[8] را پیدا خواهد کرد [۲۵و۲۶].

در شکل ۶، تعداد ۴۵ کشور و ۶۳ رابطه همکاری به ۷ خوشه همکاری شناسایی شده بر مبنای قوت رابطه همکاری با مدولار بودن[9] ۰.۰۴۲۴، تقسیم شده است. مصورسازی با دو لایه اطلاعات، به‌وسیله سایت اسپیس (نسخهٔ R11 .۲.۲)،ساخته شده است: لایه اصلی، شبکه کشورهای همکاری کننده با ایران بین سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۱ است؛ اگر در مقالات نانوفناوری پژوهشگرانی از کشورهای مختلف هم‌نویسنده باشند، این کشورها در پنجره مصورسازی با یکدیگر متصل خواهند بود. لایه طرح واره‌ای، کشورهای خاصی را داخل خوشه‌هایی محدود می‌کند به‌طوری‌که کشورهایی در یک خوشه خاص روابط همکاری محکم‌تری نسبت به آن‌هایی که در خوشه‌های دیگر هستند، دارند.

ماهیت هر خوشه به‌وسیله انتشارات نانوفناوری که به‌صورت همکاری گروهی توسط پژوهشگرانی از این کشورها نوشته شده، مشخص می‌شود. منبع اصطلاحات برچسب خوشه‌ها می‌تواند، از عنوان این انتشارات[10]، اصطلاحات نمایه‌سازی آن‌ها[11] و یا عبارات اسمی استخراج شده از چکیده آن‌ها[12]، انتخاب شود.

در این مقاله، منبع برچسب خوشه‌ها از پنجره اصلی نرم‌افزار، اصطلاحات عنوان مدارک استنادکننده هر خوشه انتخاب شد.

۱- ژئودزیک: کوتاه‌ترین مسیر بین دو رأس، ژئودزیک نامیده می‌شود [۲۰].

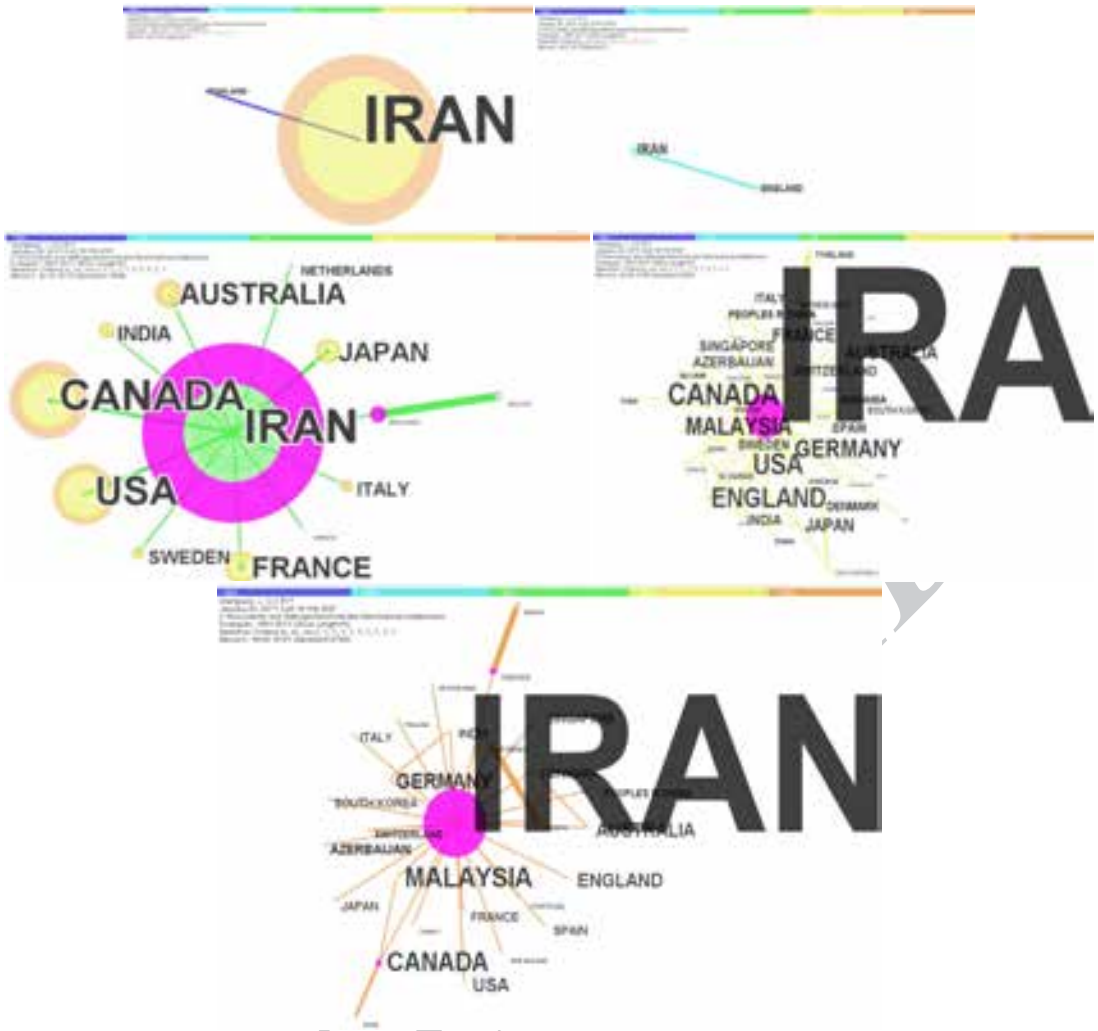
2- Go-between
3- Critical
4- Attributes
5- Linkage

6- Tightly
7- Loosely
8- Finer-grained

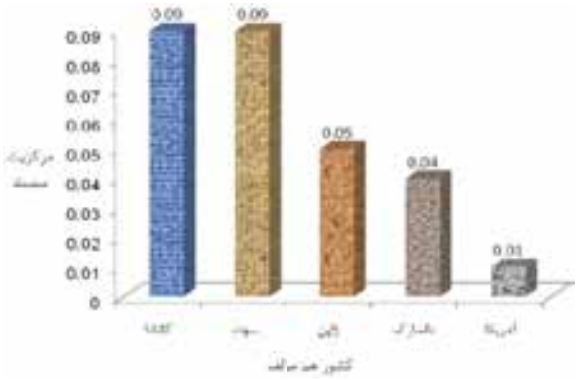
۹- مدولار بودن (Q) اندازه می‌گیرد که تا چه حد شبکه‌ای می‌تواند به بلوک‌های مستقل یعنی ماژول‌ها تقسیم بشود. محدودهٔ نمرهٔ مدولار بودن از ۰ تا ۱ است. مدولار بودن کم، شبکه‌ای ارائه می‌کند که نمی‌تواند به خوشه‌هایی با مرزهای واضح کاهش یابد، در حالی که مدولار بودن بالا، ممکن است این مفهوم را برساند که شبکه خوب ساختار یافته است. این سنجش برای مقایسه شبکه‌های مختلف بر حسب مدولار بودن شان، به کار می‌رود [۲۱].

10- Title terms
11- Indexing terms(DE, ID)
12- Abstract terms

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۴) روند هم‌نویسندگی ایران با دیگر کشورها در حوزه نانوفناوری به تفکیک هر یک از برش‌های زمانی



شکل ۵) مرکزیت بینیت کشورها در شبکه کشورهای هم‌نویسنده با ایران در حوزه نانوفناوری

اصطلاحات به‌وسیله چهار الگوریتم (عکس بسامد مدرک ضربدر بسامد کلیدواژه‌ها در داخل یک مدرک[1]، نرخ احتمال وقوع[2]، اطلاعات متقابل[3] و نمایه‌سازی معنایی پنهان[4]) رتبه‌بندی شدند: "tf*idf" تمایل به ارائه جنبه برجسته‌تر[5] یک خوشه دارد و اغلب، اصطلاحات با فراوانی بالا و عام را مشخص می‌کند، اما قدرتش برای افتراق خوشه‌ها کم است. "LLR" تمایل به انعکاس جنبهٔ منحصر به فرد[6] یک خوشه دارد [۲۱]. مفاهیم ظریف‌تر را مشخص می‌کند و برای افتراق خوشه‌ها مفیدتر است [۲۶]. همچنین ارتباطات آماری بین اصطلاحات و رده مقاله‌های مربوطه که در آن مقاله‌ها، این کلمات ظاهر شدند را با یک سطح اهمیت آماری (p-level) آزمون می‌کند [۲۷]. "LSI": عبارات اسمی تک‌واژه‌ای را به‌جای عبارات اسمی چند واژه‌ای استفاده می‌کند و پژواک انتخاب tf*idf را ظاهر می‌سازد [۲۶]. برچسب خوشه‌های نشان داده شده در شکل ۶ به‌وسیله الگوریتم LLR رتبه‌بندی شده‌اند.

1- Tf*Idf
2- Look-Likehood Ratio(LLR)
3- Mutual Information(MI)
4- Latent Semantic Indexing(LSI)
5- Most salient
6- Unique

www.SID.ir

شکل ۶) نمای خوشه‌ای شبکه هم‌نویسندگی کشور بدست آمده از انتشارات نانوفناوری ایران (خوشه‌ها در مصورسازی با رنگ قرمز برچسب شدند)

در خوشهٔ ۴، Preparation موضوع برجسته‌ای برای پژوهشگران همکاری کننده از ۲۸ کشور (پرتغال، سنگاپور، ولز، تایوان، مراکش، انگلستان، اسلواکی، یونان، نیوزلند، آمریکا، ژاپن، ایرلند، پاکستان، بلژیک، عمان، فنلاند، صربستان، جمهوری خلق چین، ایتالیا، لیبی، آذربایجان، امارات متحدهٔ عربی، ایران، فرانسه، اوکراین، سوئیس، ترکیه و روسیه) می‌باشد، درحالی‌که Eccentric Connectivity Index، در خوشه ۶، محتمل است تا تمرکز اصلی همکاری میان سه کشور کرواسی، اسپانیا و رومانی باشد. برچسب زدن خودکار برای پژوهشگری که دانش دایره‌المعارف گونه از دامنه موضوعی ندارد، خوب است. برچسب‌های برگزیده[1]، ماهیت یک خوشه را آشکار می‌سازد [۲۱]. جدول ۳ و ۴ برچسب‌های انتخاب شده به‌وسیله روش‌های مختلف را خلاصه می‌کند. اما انتقاد به عملکرد برچسب‌گذاری خودکار خوشه‌ها توسط نرم‌افزار این است که در میان بعضی برچسب‌های برگزیده اسامی افراد وجود دارد، این در حالی است که منبع اصطلاحات "عنوان" رکوردها انتخاب شده بود.

۴-۱-۵ مصور کردن تکامل شبکه هم‌نویسندگی کشور و اکتشاف بصری

برای پاسخ به ادامه پرسش دوم باید گفت روش مصورسازی پیشرونده[2] برای مصورسازی این‌که چگونه شبکهٔ هم‌نویسندگی کشور حوزه نانوفناوری ایران در نمایه استنادی علوم پایگاه وب آو ساینس در طول زمان تکامل یافته است، به کار برده شد. این روش از استراتژی تقسیم و حل[3] – یعنی برش‌بندی زمانی– بهره می‌گیرد [۲۱، ۲۴و۲۸]. در این استراتژی، فاصله زمانی کامل در پنجره اصلی نرم افزار می‌تواند به بخش[4]هایی (زیرفاصله[5]هایی) با طول برابر برش[6] برش[6] زده شود. بعد در پنجره مصورسازی نرم افزار برای به دست آوردن تصویر متحرکی از تکامل شبکه از دکمه Link walkthrough استفاده نمود که در اینصورت برای هر برش زمانی شبکه هم‌نویسندگی مجزایی بدست می‌آید. از جمله مزایای این روش می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: فراهم کردن نقشه راه از حوزه دانشمندان؛ ساده کردن ردیابی تغییرات قابل توجه شبکه هم‌نویسندگی دامنه دانشی در طول زمان [۲۴]؛ فراهم کردن اطلاعاتی در مورد فعالیت نسبی حوزه نانوفناوری ایران در داخل دوره‌های زمانی [۲۹] و تکامل شبکه [۳۰]. در شکل ۷ روند زمانی اتصالات بین طرح‌واره‌ها در هر برش نشان داده شده است. رنگ پیوندهای هم‌نویسندگی آشکار می‌سازد که نخستین اتصالات برون خوشه‌ای در دوره پنج سالهٔ سوم اتفاق افتاده است. بیش‌تر اتصالات به خوشه چهارم می‌باشد.

۴-۱-۶ سنجش‌های هیبریدی و زمانی

رواج هم‌نویسندگی: نوسان شدید خصیصه‌های گره‌ها (کشورها)

در پاسخ به پرسش سوم، با توجه به جدول ۵، خوشه preparation (#۴) فعال‌ترین خوشه بر حسب رواج هم‌نویسندگی است و خوشه kalteh (#۵) در رتبه دوم رواج هم‌نویسندگی قرار دارد. همچنین، قوی‌ترین رواج هم‌نویسندگی (۵.۷۳) در تاریخچه هم‌نویسندگی ایران با کشور فرانسه آشکار شده است. به‌طوری‌که تحلیل حاضر نشان خواهد داد کشورهای خوشه preparation (#۴) از فعال‌ترین کشورهای مشارکت کننده با پژوهشگران نانوفناوری ایران تا سال ۲۰۰۴ بوده‌اند.

1- Candidate
2- Progressive visualization
3- Divide-and-conquer strategy
4- Segment
5- Subinterval
6- Slice

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳) پنج خوشه بزرگ هم‌نویسندگی کشور به همراه اصطلاحات برگزیده برای برچسب هر خوشه که به وسیله سه روش انتخاب شدند.

شماره خوشه	اندازه خوشه	نیمرخ سیاه[1]	میانگین (سال)	برچسب (اصطلاحات عنوان رتبه‌بندی شده به‌وسیله tf*idf)	برچسب(اصطلاحات عنوان رتبه‌بندی شده به‌وسیله LLR)	برچسب (اصطلاحات عنوان رتبه‌بندی شده به‌وسیله MI)
۴	۲۸	۰.۸۵۱	۲۰۰۴	(9.22) **Preparation**; (7.79) Study; (7.28) Base; (7.28) Glassy carbon electrode; (6.66) Saboktakin	**Preparation** (20.24, 1.0E-4); Saboktakin (8.95, 0.0050); Nanoparticle (8.95, 0.0050);	Complexe
۱	۴	۰.۹۴۸	۲۰۰۵	(6.66) **Singh**; (3.24) Processing; (3.24) Application; (1.7) Property; (1.21) Ali	**Singh** (15.69, 1.0E-4); Mechanical Property (5.19, 0.05); Co-Reduction Synthesis (5.19, 0.05);	New ln
۲	۳	۰.۷۷۸	۲۰۰۴	(5.86) **Shahmoradi**; (4.73) Low Temperature; (4.73) Nanocomposite Film; (4.73) Barium; (4.73) Enhancement	**Ghasemi** (16.37, 1.0E-4); Shahmoradi (12.25, 0.0010); Barium (8.15, 0.0050);	New In
۳	۳	۰.۴۵۵	۲۰۰۴	(6.66) **darroudi**; (6.66) silver nanoparticle; (5.86) use; (5.86) heidarpour; (4.73) mixed matrix membrane	**Zak** (14.63, 0.0010); Darroudi (10.95, 0.0010); Heidarpour (10.95, 0.0010);	Growth
۶	۳	۰.۹۸۸	۲۰۰۶	(4.73) **Eccentric Connectivity Index**; (4.73) tuc; (4.73) Electric Field; (4.73) Ashrafi; (4.73) Riahifar	**Eccentric Connectivity Index** (11.65, 0.0010); Tuc (11.65, 0.0010); Electric Field (11.65, 0.0010);	Complexe
۰	۲	۰.۹۶	۲۰۰۸	(4.73) **Optical Response**; (4.73) Gold Nanodisk;	**Optical Response** (17.5, 1.0E-4); Gold Nanodisk (17.5, 1.0E-4); Using Au Nanoparticle (8.63, 0.0050);	Fabrication
۵	۲	۰.۹۹۲	۲۰۰۵	...	**Kalteh** (9.16, 0.0050); Wood Cellulose (9.16, 0.0050); Nanofluid Laminar (9.16, 0.0050);	Microchannel

جدول ۴) برچسب‌های انتخاب شده به‌وسیله الگوریتم نمایه‌سازی معنایی پنهان در شبکه هم‌نویسندگی کشور انتشارات نانوفناوری ایران

خوشه‌ها	#0	#1	#2	#3	#4	#5	#6
مفهوم اولیه	0.00 Multiwalled	2.59 2011	3.82 2011	4.48 2011	4.54 2005	.00 Bioresources	2.56 2011
	0.00 Electrochemilu minescence	1.81 Materials	0.99 Surface	2.71 Nanoparticles	4.31 2011	0.00 Wood	1.33 Materials
	0.00 Fabrication	1.49 Singh	0.85 Synthesis	2.07 Synthesis	3.5 Carbon	0.00 Paper	1.01 Electric
	0.00 Biosensor	0.76 Binary	0.82 Materials	1.93 Characterization	.41 Materials	0.00 Production	0.67 Physical
	0.00 Actuators	0.73 Tunable	0.77 Flow	1.43 International	1.96 Nanotubes	-1.00 International	0.56 Mtch-communications
مفهوم ثانویه	0.00 Response	1.52 Materials	1.40 Nanoparticles	1.20 Synthesis	3.83 2005	0.00 Eulerian-ulerian	0.93 Materials
	0.00 Optical	0.65 Al6063	1.22 2010	1.18 Darroudi	2.13 Carbon	0.00 International	0.85 Electric
	0.00 Optics	0.65 Transaction	1.22 Treatment	1.11 Nanomedicine	0.97 Nanotubes	0.00 Microchannel	0.50 Different
	0.00 Mendoza-galvan	0.65 Microstructure	1.18 Surface	1.10 Nanoparticles	0.78 Modified	0.00 Flow	0.50 Frequency
	0.00 Express	0.65 Asgharzadeh	0.84 Pharmaceutical	0.89 International	0.77 Salimi	0.00 Convection	0.50 Sorting

۱- سنجش نیمرخ سیاه، برای تخمین زدن ابهامات درگیر در شناسایی ماهیت یک خوشه مفید است. مقدار نیمرخ سیاه یک خوشه محدوده‌ای از ۱- تا ۱ نشان می‌دهد. مقدار کم نیمرخ سیاه یک خوشه نشان می‌دهد که یک محدوده متنوع و پیچیده‌ای از جبهه‌های پژوهش ممکن است بر روی دانش این خوشه ترسیم شده باشد. مقدار ۱ جدایی کامل از خوشه‌های دیگر را ارائه می‌کند. لیبل‌گذاری خوشه برای خوشه‌هایی که مقدار نیمرخ سیاه آن‌ها در محدودهٔ ۷٪ تا۹٪ یا بیش‌تر است، درست‌تر خواهد بود [۲۱].

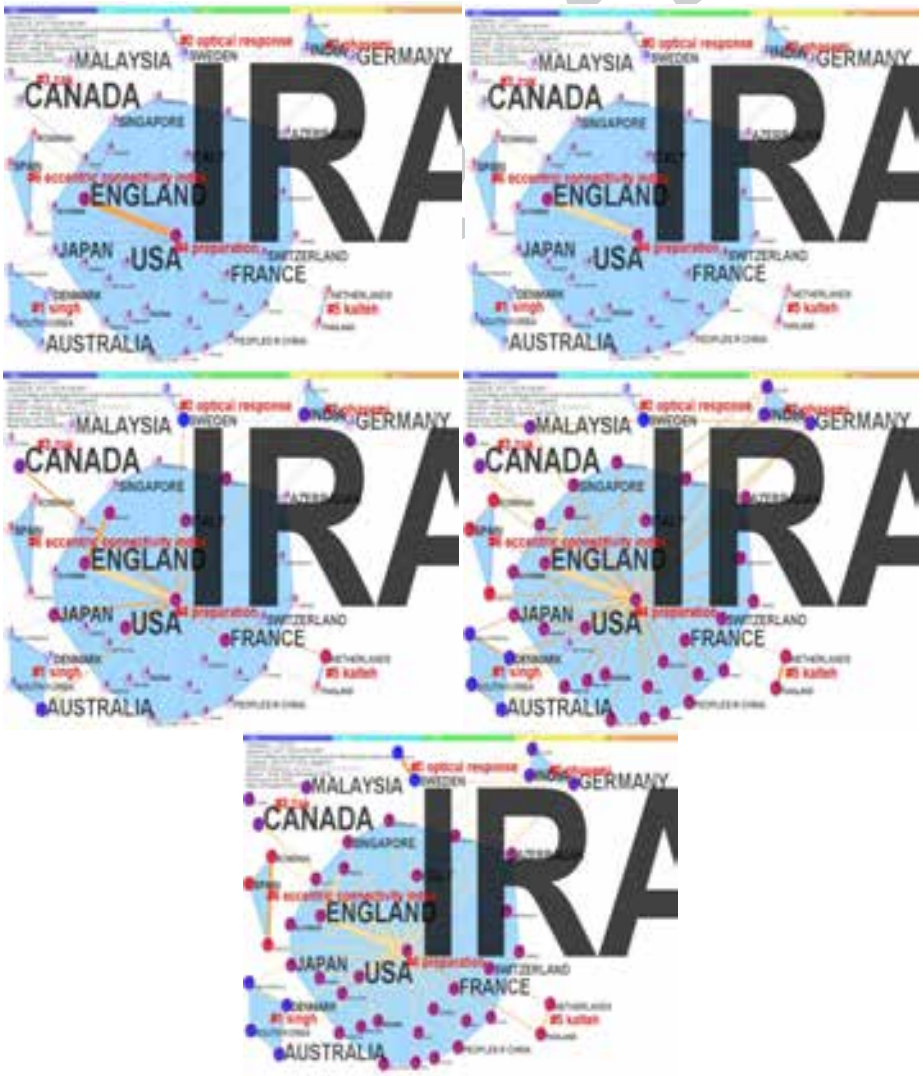
Archive of SID
www.SID.ir

سیگما: یک شاخص تازگی

برای پاسخ به پرسش چهارم باید گفت که سنجهٔ سیگما در شبکه هم‌نویسندگی کشورها بدست آمده از انتشارات نانوفناوری ایران، کشورهایی که محتمل برای نشان دادن ایده‌های جدید هستند را شناسایی می‌کند. با توجه به شکل ۸ می‌توان گفت که از نظر پژوهشگران نانوفناوری ایران، کشور ژاپن با مقدار سیگمای ۱.۱۶ بالاترین رتبه را از نظر مطرح کردن فکر جدید به خود اختصاص داده است.

۴-۱-۷ علایق در حال رشد سریع

در پاسخ به پرسش پنجم، شکل ۹ مصورسازی ایستای شبکه هیبریدی از کشورها (نشان داده شده به صورت دایره و برچسب سیاه) و اصطلاحات رایج (نشان داده شده به صورت مربع و برچسب قرمز تیره) در انتشارات نانوفناوری ایران را با استفاده از آستانه ۱,۱,۱; ۱,۱,۱; ۱,۱,۱ و بر حسب فراوانی اصطلاح نشان می‌دهد. «کشورها» از آدرس رکوردها و «اصطلاحات رایج» از عنوان رکوردها (مدارک استناد کننده) استخراج شده است. تعداد رأس‌های موجود در شکل ۹، ۷۱ رأس (شامل ۲۶ اصطلاح رایج از بین ۹۷ اصطلاح رایج آشکار شده به‌وسیله سایت اسپیس و ۴۵ کشور) و تعداد پیوندها، ۱۵۶ است. «اصطلاحات شایع» به ما کمک می‌کند تا ماهیت موضوع‌های ظاهر شده در هر یک از سال‌ها را شناسایی کنیم. با توجه به جدول ۶، "wall-carbon-nanotubes"، "density-functional"، "fe-2-o" و "single-wall-carbon-nanotubes" به ترتیب پرتکرارترین اصطلاح مورد استفاده در بین تولیدات علمی دارای بیش از یک نویسنده حوزه نانوفناوری ایران بوده است.



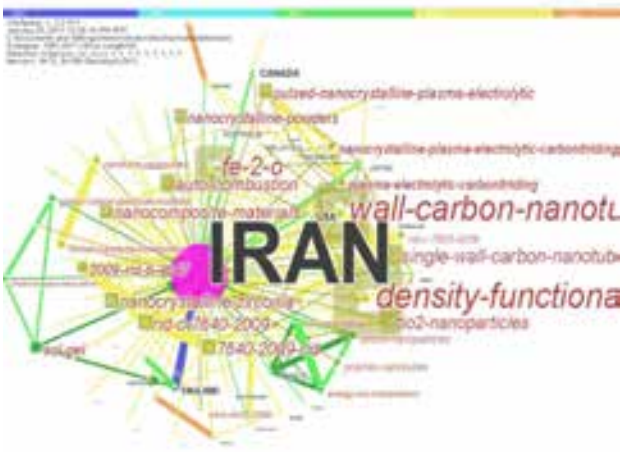
شکل ۷) روند زمانی اتصالات بین خوشه‌ها در شبکه کشورهایِ هم‌نویسنده با پژوهشگران انتشارات نانوفناوری ایران بر اساس برش‌های زمانی

www.SID.ir

جدول ۵) ده کشور با رواج نویسندگی بالا در شبکه هم‌نویسندگی کشور، انتشارات نانوفناوری ایران

ردیف	نام کشور	مقدار رواج بودن	سال شروع رواج	سال پایان رواج	گستره زمانی رواج	زمان انتظار برای رسیدن به رواج (سال)	شماره خوشه
۱	فرانسه	۵.۷۳	۲۰۰۲	۲۰۰۴	۳	۰	۴
۲	مالزی	۵.۶۴	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲	۴	۳
۳	آمریکا	۴.۲۱	۲۰۰۳	۲۰۰۴	۲	۰	۴
۴	تایلند	۳.۴۵	۲۰۰۸	۲۰۱۱	۴	۰	۵
۵	هلند	۳.۴۴	۲۰۰۸	۲۰۱۱	۴	۶	۵
۶	ژاپن	۳.۲۵	۲۰۰۰	۲۰۰۴	۵	۱-	۴
۷	کره جنوبی	۳.۱۱	۲۰۰۹	۲۰۱۱	۳	۰	۱

شکل ۸) کشورهایی با مقدار جدید بودن بالا در شبکه کشورهای هم نویسنده با ایران



شکل ۹) شبکه هیبریدی هم‌نویسندگی کشورها و هم‌رخدادی اصطلاحات رواج عنوان انتشارات نانوفناوری ایران. (بزرگی برچسب‌ها بر اساس میزان فراوانی[1] است. برش پنج ساله می‌باشد.)

جدول ۶) فهرست اصطلاحات جبهه پژوهش موجود در شبکه هیبریدی هم‌نویسندگی کشورها و هم‌رخدادی اصطلاحات شایع به همراه سال ظهور آن اصطلاح

اصطلاح	فراوانی	وزن اصطلاح	شروع رواج	پایان رواج
۲۰۰۱				
Sol-Gel	۸	۳.۷۱۱۸	۲۰۰۳	۲۰۰۸
Silicon-Nanoparticles	۴	۳.۳۹۵۱	۲۰۰۵	۲۰۰۵
Ion-Implantation	۳	۵.۴۳۲۶	۲۰۰۵	۲۰۰۵
Glassy-Carbon-Electrode-Modified	۳	۳.۲۸۶۴	۲۰۰۵	۲۰۰۷
Energy-Ion-Implantation	۳	۴.۷۵۳۴	۲۰۰۵	۲۰۰۵
Chemical-Vapor-Deposition	۲	۳.۶۷۳۸	۲۰۰۵	۲۰۰۶
۲۰۰۶				
Wall-Carbon-Nanotubes	۳۷	۵.۳۶۰۹	۲۰۰۶	۲۰۰۷
Density-Functional	۳۷	۴.۰۹۸۳	۲۰۰۸	۲۰۰۸
Fe-2-o	۲۱	۳.۸۹۰۲	۲۰۱۰	
Single-Wall-Carbon-Nanotubes	۱۳	۴.۲۴۷۶	۲۰۰۶	۲۰۰۸
Tio2-Ranoparticles	۱۱	۵.۱۷۱	۲۰۰۷	۲۰۰۸
Nanocomposite-Materials	۱۱	۴.۹۴۱۲	۲۰۰۶	۲۰۰۸
Rid-c-7640-2009	۱۰	۴.۷۴۹۴	۲۰۰۷	۲۰۰۹
Nanocrystalline-Zirconia	۱۰	۳.۳۶۱۸	۲۰۰۶	۲۰۰۸
Auto-Combustion	۱۰	۳.۰۹۸۹	۲۰۰۷	۲۰۰۸
7640-2009-rid	۱۰	۴.۳۱۰۳	۲۰۰۷	۲۰۰۸
Pulsed-Nanocrystalline-Plasma-Electrolytic	۸	۴.۶۶۰۹	۲۰۰۷	۲۰۰۸
Nanocrystalline-Powders	۸	۳.۷۹۲۳	۲۰۰۷	۲۰۰۸
2009-rid-b-4647	۷	۳.۴۴۹۶	۲۰۰۷	۲۰۰۸
Plasma-Electrolytic-Carbonitriding	۶	۳.۱۰۷	۲۰۰۷	۲۰۰۸
Nanocrystalline-Plasma-Electrolytic-Carbonitriding	۶	۳.۱۰۷	۲۰۰۷	۲۰۰۸
Rid-c-7605-2009	۴	۶.۰۲۴۱	۲۰۰۷	۲۰۰۸
Polyhex-Nanotubes	۴	۳.۱۶	۲۰۰۶	۲۰۰۸
Rid-b-4647-2009	۳	۳.۶۱۶۹	۲۰۰۷	۲۰۰۸
Nanotube-waveguides	۳	۴.۰۹۲۸	۲۰۰۹	۲۰۰۹
Carbon-Nanotube-Waveguides	۳	۴.۰۹۲۸	۲۰۰۹	۲۰۰۹

1- Frequency

Archive
www.SID.ir

۵- بحث و نتیجه‌گیری

در این بخش به‌طور خلاصه به بیان یافته‌های پژوهش پرداخته می‌شود:

- در این مقاله، برای جستجوی متون نانوفناوری ایران از راهبرد جستجوی حول درخت نانوفناوری شناسایی شده به وسیله اصطلاح‌نامه‌های معتبر و دسته‌بندی سلسه مراتبی اصطلاحات استفاده شده است. درخت ایجاد شده شامل ۲۳ زیرشاخه می‌گردد که در بعضی جاها با هم اشتراک داشته و اجتماع آن‌ها تشکیل‌دهنده کل حوزه نانوفناوری است. این روش در شناخت زمینه‌های پژوهشی دیگر در حوزه نانو فناوری می‌تواند استفاده شود.
- کشورها الگوهای متفاوت همکاری را نشان می‌دهند. بعضی کشورها تمایل دارند با کشورهایی روابط دوجانبه داشته باشند که این کشورها با یک آرایه بزرگ‌تری از ملت‌ها همکاری می‌کنند. پژوهشگران نانوفناوری ایران در حوزه - نمایه استنادی- علوم در ۲۱ سال گذشته با پژوهشگرانی از ۴۴ کشور خارجی، همکاری علمی داشته که حاصل این همکاری تولید ۶۰۷ مدرک علمی مشترک بوده است. کشور کانادا با ۸۴ مدرک (۱.۸۲ درصد) در صدر کشورهای همکاری کننده با نویسندگان نانوفناوری ایران در تولید مدارک علمی قرار گرفته و پس از آن کشورهای آمریکا، انگلستان به ترتیب با ۶۹ مدرک (۱.۵۰ درصد) و ۶۴ مدرک (۱.۳۹ درصد) رتبه‌های دوم تا سوم را به خود اختصاص داده‌اند. این با نتیجهٔ پژوهش حسن‌زاده و خدادوست [۱۷] که می‌گفت هم‌نویسنده‌های رده بالای خارجی ایرانی‌ها در حوزه نانوفناوری از سه کشور آمریکا، انگلیس، کانادا بود، مطابقت دارد.
- در زمینه مشارکت با کشورهای قاره‌های مختلف در تألیف انتشارات نانوفناوری ایران، ۳ کشور آمریکایی، ۱۴ کشور آسیایی (به جز ایران)، ۲ کشور اقیانوسیه، ۲ کشور آفریقایی و ۲۳ کشور اروپایی وجود دارد. ۲۵۵ مدرک با همکاری کشورهایی از قاره اروپا تألیف شده‌اند. با در نظر نگرفتن کشور ایران، قاره آسیا در رتبه دوم و قاره آمریکا در رتبه سوم قرار دارد. ایران همکاری‌کننده اصلی انتشارات نانوفناوری ایران (۸۹.۷۱ درصد) به شمار می‌رود. این با نتیجه پژوهش حسن‌زاده و خدادوست [۱۷] مطابقت دارد. اگر علم بخواهد در ایران بومی و فعال شود، ارتباط بین‌المللی و وصل شدن به دنیا لازم است. البته انواع و اقسام موانع مالی و فرهنگی در راه آن وجود دارد؛ ولی باید سد را شکست [۳۱]. اگر حرکت‌های علمی ما محدود به کشور خودمان و یا در منطقه جغرافیایی گردد و این محدودیت جایگزین ارتباط‌گیری ما با جهان شود نه تنها پیشرفتی نخواهیم داشت بلکه حتی به عقب بازگشت خواهیم گشت. برای تحقق توسعه علمی توجه به ارتباطات علمی و بین‌المللی نیز اهمیت ویژه دارد. به هر میزانی که ما در داد و ستد علمی جهان سهیم گردیم به همان اندازه نیز در عرصه مناسبات علمی و فرهنگی و اجتماعی و اقتصادی و سیاسی جهان حضور خواهیم داشت [۳۲]. کشور باید از جزیره‌ای فکر کردن و جزیره‌ای عمل کردن بیرون بیاید. با این کار می‌توان امیدوار بود که مقاله‌های دانشمندان ایرانی در سایه همکاری‌های علمی به مجله‌هایی با ضریب تأثیر بالا راه پیدا کند.

منابع

[۱] محمدی، احسان، ۱۳۸۷، "ترسیم نقشه علمی نانوتکنولوژی در ایران"، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم وتحقیقات.

[۲] آزادی نقش، فاطمه، ۱۳۸۸، "رهگیری حوزه راهبردی فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا) مورد اشاره در سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ هجری شمسی"، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

[۳] تیمورپور، بابک، سپهری، محمدمهدی و پزشک، لیلا، ۱۳۸۸، "روشی نوین برای دسته‌بندی هوشمند متون علمی (مطالعه موردی مقالات فناوری‌نانو متخصصان ایران"، *فصلنامه سیاست علم و فناوری*، ۲(۲)، صص ۱۴-۱.

[۴] محمدی، احسان، ۱۳۸۷، "نقشه‌های علمی ابزاری برای سیاست‌گذاری علم"، *مجموعه مقالات دومین همایش سراسری اتحادیه انجمن‌های علمی- دانشجویی کتابداری و اطلاع رسانی(ادکا)*، تهران.

[۵] مطلبی، داریوش، ۱۳۸۸، "یک نقد، یک دیدگاه بر برخی همکاری‌های علمی!"، *کتاب ماه کلیات*، ۱۳(۲)، صص. ۴۷- ۴۰.

[6] Chen, C., 2008, "Information Visualization and Macroscopic Knowmetrics", *In Proceedings of the dalianuniversity of technology,* March 28, china.

[۷] حسن‌زاده، محمد و بقایی، سولماز، ۱۳۸۸، "جامعه علمی، روابط علمی و هم تالیفی"، *رهیافت*، ۱۹(۴۴)، صص. ۴۱-۳۷.

[۸] حسن‌زاده، محمد، بقایی، سولماز و نوروزی چاکلی، عبدالرضا، ۱۳۸۷، "هم‌تألیفی در مقالات ایرانی مجلات ISI در طول سال‌های ۱۹۸۹

References

www.SID.ir

تا ۲۰۰۵ و رابطه آن با میزان استناد به آن مقالات"، *فصلنامه سیاست علم و فناوری*، ۱(۴)، صص. ۱۹-۱۱.

[۹] موسوی موحدی، علی اکبر، ۱۳۸۸، "از تولید علم و فناوری تا توسعه و رفاه"، *نشریه پول*.

[۱۰] بینش، سیده مژگان و مقصودی دریه، رؤیا، ۱۳۸۷، "بررسی وضعیت انتشارات علمی دانشگاه‌های ایران در بازه زمانی ۲۰۰۲-۲۰۰۶ (بر اساس پایگاه Web of science)"، *مجله کتابداری*، ۴۲(۴۷)، صص. ۱۵۴-۱۳۹.

[۱۱] رحیمی، فروغ و کرمی، نورالله، ۱۳۸۸، "طلایه داران علم ایران در عرصه هنر و معماری"، *ماهنامه ارتباط علمی*، ۱۴(۱)، صص. ۷-۱.

[۱۲] خسروجردی، محمود، ۱۳۸۵، "ترسیم شبکهٔ ارتباطات علمی میان دانشمندان با استفاده از رویکرد شبکهٔ استنادی"، *مجله کتابداری*، ۴۰(۴۵)، صص. ۱۱۲-۹۷.

[۱۳] میرزایی، شهرداد، ۱۳۸۶، ایران آینده از نگاه سه اندیشمند ایران امروز: حسن عشایری، موسا غنی‌نژاد و رضا منصوری، دیبایه، تهران.

[۱۴] داورپناه، محمدرضا، ۱۳۸۷، "رفتار استنادی در حوزه علوم انسانی و چالش‌های علم‌سنجی و ژئوپولتیک اطلاعات"، مجموعه *مقالات کنگره علوم انسانی و مطالعات فرهنگی*، تهران.

[15] Chen, C., 2007, "Holistic sense making: Conflicting opinions, creative ideas, and collective intelligence", Library Hi Tech, 25(3), pp. 311-327.

[۱۶] دیدگاه، فرشته و بینش، سیده مژگان، ۱۳۸۹، "پیشگامان علمی جهان اسلام در حوزهٔ علوم و فنّاوری نانو"، *علوم و فناوری اطلاعات*، ۲۶(۲)، صص. ۴۰۹-۳۹۳.

[17] Hassanzadeh, Mohammad and Khodadust, Reza., 2011, "Co-authorship and Co-citation in Nano sciences: a Social Network Approach", *7th international conferences on Webometrics, Informetrics and Scientometrics & twelveth COLLNET Meeting*, Bilgi University, Istanbul, Turkey.

[18] Chen, C., 2006, "Citespace II: Detecting and Visualizing Emerging Trends and Transient Patterns in Scientific Literture", *Journal of the American Society for Information Science and Technology* (*JASIST)*, 57(3), pp. 359-377.

[19] Leydesdorff, L., 2007, "betweenness centrality as an indicator of the interdisciplinarity of scientific journals", *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 58(9), pp. 1303-1309.

[20] Nooy, W.D., Mrvar, A. and Batagelj, V., 2005, *Exploratory network analysis with pajek,* New York, Cambridge university press.

[21] Chen, C., SanJuan, F.I. and Hou, J., 2010, "The Structure and Dynamics of Co-Citation Clusters: A Multiple-Perspective Co-Citation Analysis". *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(7), pp. 1386-1409.

[22] Chen, C., 2005, "CiteSpace. Quick Guide 1.2", available *from:* http://cluster.cis.drexel.edu/~cchen/citespace/doc/guide.ppt.

[23] Chen, C., 2004, "Searching for Intellectual Turing Points: Progressive Knowledge Domain Visualization". Available from: www.pnas.org/content/101/suppl.1/5303.full.pdf.

[24] Chen, C., 2004, "Information visualization research: citation and co-citation highlights", *IEEE Symposium on Information Visualization (InfoVis 2004)*.

[25] Börner, K., Zoss, A., Guo, H., Weingart, S., McCranie, A., Price, M.A. et.al. 2009, *Network Workbench Tool User Manual 1.0.0*, Bloomington: School of Library and Information Science, Indiana University.

[26] Chen, C., Zhang, J. and Vogeley, M.S., 2009, "Visual analysis of scientific discoveries and knowledge diffusion", *12th International Conference on Scientometrics and Informetrics (ISSI 2009),* Rio de Janeiro, Brazil.

[27] Chen, C., Zhang, J., Zhu, W. and Vogeley, M., 2007, "Delineating the Citation Impact of Scientific Discoveries", *Joint Conference on Digital Libraries (JCDL)*, Vancouver, British Columbia, Canada.

[28] Chen, C., 2005, "Visualizing Critical Trails of Scientific Knowledge", *Proceedings of the Society for Social Studies of Science,* October 20-22, Pasadena.

[29] Synnestvedt, M.B., Chen, C. and Holmes, J. H., 2005, "CiteSpace II: Visualization and Knowledge Discovery in Bibliographic Databases", pp. 724-728, *In Proceedings of the AMIA.*

[30] Chen, C., Song, II-y. and Zhu, W., 2007, "Trends in conceptual modeling: citation analysis of the ER conference papers (1979-2005)", *11th international conference of the international society for scientometrics and informetrics (ISSI),* pp. 189-200, Madrid, Spain.

[۳۱] ولایتی، خالید و نوروزی، علیرضا، ۱۳۸۷، "بررسی میزان همکاری‌های علمی ایران و کشورهای هم‌جوار در تألیف مشترک از سال ۱۹۹۰-۲۰۰۷"، *فصلنامه سیاست علم و فناوری*، ۱(۴)، صص. ۸۲-۷۳.

[۳۲] خاتمی، سیدمحمد، ۱۳۸۱، "توسعه با ضعف علمی میسر نیست: رئیس جمهوری در مراسم افتتاح کنگره راهبردهای توسعه علمی ایران"، *نشریهٔ ایران*.

Archive of SID

www.SID.ir