



## ابعاد شبکه هم‌نویسندگی بین‌المللی ایران در حوزه نانوفناوری

محمد حسن زاده<sup>۱\*</sup>، رضا خدادوست<sup>۲</sup>

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 هم‌نویسندگی با کشورها، مطرح کردن فکر جدید توسط کشورها و علائق در حال رشد سریع با استفاده از CiteSpace (نرم‌افزار مصورسازی روندها و الگوها در متون علمی) به وسیله 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 وسیله اصطلاح‌نامه اینسپک و کامپندکس، تحلیل کرده است. نتایج نشان داد که پژوهشگران نانوفناوری ایران با ۴۴ کشور خارجی 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 ساله 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 پر تکرارترین 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 نویسنده، سیگما، اصطلاحات رایج

### ۱- مقدمه

معظم رهبری نیز نقشه علمی<sup>۱</sup> 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

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 ساله توسعه ایران در افق ۱۴۰۴ هجری شمسی، برای توسعه کشور تأکیدات فراوانی بر توسعه علمی در حوزه‌های نو به ویژه نانوفناوری، فناوری زیستی، فناوری اطلاعات و ارتباطات، فناوری هسته‌ای، زیست محیطی و هوافضا شده است [۲ و ۳] مقام

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 حوزه علمی عمومی یا تخصصی (field or specialty) است. به تصویر کشیدن نتایج برآمده از تجزیه و تحلیل 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 [۴ و ۵]. این مفهوم در سال ۱۹۷۴ توسط هنری اسمال و در سال ۱۹۸۰ توسط هوارد وایت بیان شده است [۶].

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

ابعاد شبکه هم‌نویسندگی بین‌المللی ایران در حوزه نانو فناوری

هم‌نویسندگی<sup>۴</sup> بین‌المللی پژوهشگران نانو فناوری 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 کاملاً جدید است، آگاهی از وضعیت هم‌نویسندگی پژوهشگران نانو فناوری ایران با دیگر ملل، آگاهی از سمت و سوی توجهات پژوهشگران نانو فناوری ایران و بررسی روند تحول در ارتباطات علمی آن‌ها و آگاهی از جهت مطالعاتی، زمینه فکری، وسعت و اهمیت دستاورد علمی پژوهشگران نانو فناوری ایران، زمینه‌های لازم برای برخورداری از تعاملی آگاهانه و پیش‌برنده برای پژوهشگران نانو فناوری ایران با همتایان‌شان و اصلاح یا ارتقای الگوهای رفتاری پژوهشگران نانو فناوری ایران، فراهم شود و کشور ایران در حوزه نانو فناوری، بتواند هم‌جهت با سند چشم‌انداز به توسعه 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 حوزه نانو فناوری 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 حوزه نانو فناوری ایران کدام‌ها هستند؟
- ۵) علایق در حال رشد سریع در حوزه نانو فناوری ایران چه هستند؟

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، سنگ بنای جامعه علمی است. بدون برقراری ارتباط علمی<sup>۱</sup>، رسالت تولید علم که همان تولید دانش و افزودن آن به گنجینه علم بشر است به سرانجام مطلوب نخواهد رسید. متخصصان با یکدیگر از طریق آشنایی علمی<sup>۲</sup> ارتباط برقرار می‌کنند [۸ و ۷]. در فعالیتهای علمی گروهی، به صورت بالقوه، قابلیت‌هایی وجود دارد که در فعالیتهای فردی موجود نیست و اگر این فعالیتهای 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 پدیده 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 [۱۲ و ۱۳].

از آن‌جا که از طریق شبکه‌های اطلاعاتی کاوش اطلاعات<sup>۳</sup> در سطح کلان انجام می‌شود، پژوهش حاضر وضعیت

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

2- Scientific acquaintance

۳- نظریه 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

## ۲- پیشینه پژوهش

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

محمدی [۴] در پژوهشی با عنوان «ترسیم نقشه علمی نانو فناوری در ایران» با استفاده از مدل جستجوی مؤسسه فناوری جورجیا، روش هم‌رخدادی واژگان و نرم‌افزار اس.پی.اس.اس. پی. 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 نانو علم و نانو فناوری در ایران مشخص شد.

دیدگاه و بینش [۱۶] در پژوهشی با عنوان «پیشگامان<sup>۲</sup> علمی جهان اسلام در حوزه علوم و فناوری نانو» با محدوده زمانی ۲۰۰۹-۲۰۰۰ در سه نمایه 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 زمینه تولیدات علمی حوزه نانو فناوری 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 نانو فناوری: رویکرد شبکه اجتماعی» با محدوده زمانی ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۰ در پایگاه وب آو ساینس<sup>۳</sup> و با استفاده از راهبرد جستجوی "TS=nano\* AND CU=iran" و نرم‌افزارهای اکسل، هیست‌سایت و پاژک نتایج نشان دادند که هم‌نویسندگی‌های 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 نانو فناوری در خارج از کشور انجام نشده است و در داخل کشور نیز تنها دو پژوهش صورت گرفته که تاریخ نشر آن‌ها به نیمه دوم دهه 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 هم‌نویسندگی‌های رده بالای پژوهشگران نانو فناوری 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 حوزه نانو فناوری: <sup>۴</sup>Inspec و <sup>۵</sup>Compendex؛ جستجوی کلمه نانو فناوری در اصطلاح‌نامه‌های شناسایی شده برای پیدا کردن شاخه‌های نانو فناوری؛ وارد کردن اصطلاحات یافته شده در نرم‌افزار پرسونال برین<sup>۶</sup> (نسخه ۷-۰-۶) تا ترسیم از درخت نانو فناوری داشته باشیم؛ بعد از مراحل سه گانه ذکر شده، انجام جستجو بر اساس ۶۵ واژه موجود در درخت نانو فناوری ترسیم شده و راهبرد جستجوی OR در زیر فیلد «موضوع (TS)» همراه با نام کشور ایران در زیر فیلد «کشور (CU)»، در بخش جستجوی پیشرفته پایگاه وب آو ساینس (نسخه ۵.۳) با در نظر گرفتن بازه زمانی ۱۹۹۱-۲۰۱۱، با انتخاب مجموعه<sup>۷</sup> نمایه استنادی علوم گسترش یافته<sup>۸</sup> - بدون بدون محدودیت زبان، نوع مدرک - داده‌های مورد نیاز استخراج شد. گردآوری داده‌ها از تاریخ ۱۳۹۰/۵/۱۴ (۵)

4- IET Inspec Thesaurus 2010

5- Compendex Thesaurus

6- Personal Brain

7- Collection

8- Science Citation Index Expanded (SCI-Expanded)

1- www.gatech.edu

2- Pioneers

3- Web Of Science

هم‌نویسندگی میان آن‌ها می‌باشد. در کل ۸۹ دفعه ظهور<sup>۴</sup> کشورها اتفاق افتاده است. به عبارت 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 نانو فناوری 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 نانو فناوری 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 (۱۸۲ درصد) در صدر کشورهای همکاری کننده با نویسندگان نانو فناوری 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 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. 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

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

داده‌ها به صورت فایل‌های متن ساده<sup>۱</sup> ذخیره شد و برای بدست آوردن توزیع فراوانی و مصورسازی از نرم‌افزارهای اکسل و سایت اسپیس<sup>۲</sup> 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<sup>۳</sup> py آن خالی بود که با جستجو در اینترنت مقدار آن مشخص شد. داده‌ها بر اساس وابستگی سازمانی نویسندگان (برچسب CI)، به وسیله نرم‌افزار سایت اسپیس به صورت شبکه درآمد. بعد از آن به منظور 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 نانو فناوری ایران

برای پاسخ به پرسش اول، مصورسازی ایستا شبکه هم‌نویسندگی کشور تولیدات علمی حوزه نانو فناوری ایران با استفاده از آستانه ۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱ انجام شده است، و ضریب هم‌نویسندگی کسینوس برای اندازه‌گیری قوت هر پیوند هم‌نویسندگی در داخل هر برش زمانی مورد استفاده بود. فاصله زمانی ۲۱ ساله به ۴ بخش ۵ ساله (با شروع از ۱۹۹۵-۱۹۹۱ و پایان با ۲۰۱۰-۲۰۰۶) به اضافه 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 آن‌ها هم‌نویسندگی 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 می‌دهد.

شکل ۱ شبکه هم‌نویسندگی کشور حوزه نانو فناوری ایران را نشان می‌دهد که متشکل از ۴۵ کشور به همراه ۶۳ پیوند

1- Plain text  
2- CiteSpace  
3- tag

نانوفناوری ایران بیشترین تعداد هم‌نویسندگی 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

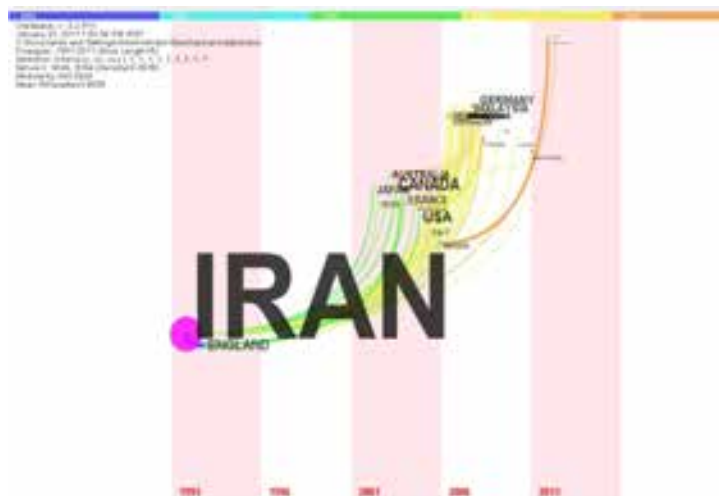
با مرتب کردن خلاصه شبکه هم‌نویسندگی پژوهشگران نانوفناوری ایران با کشورهای جهان (فایل اکسل) بدست آمده از نرم‌افزار سایت اسپیس بر اساس سال، کشورهای هم‌نویسندگی جدید ایران شناسایی شد. نیوزلند و مکزیک، کشورهایی هستند که پژوهشگران نانوفناوری ایران برای نخستین بار در سال ۲۰۱۱ با آن‌ها هم‌نویسندگی داشتند.

همکاری تولید ۶۹ مدرک علمی مشترک در حوزه 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.

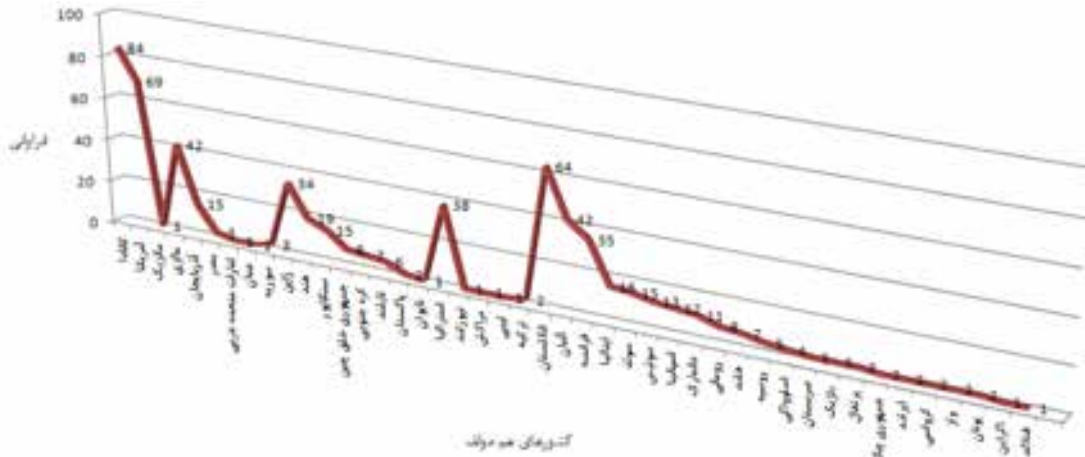
بر طبق توزیع فراوانی هم‌نویسندگی با کشورهای قاره‌های مختلف، ۳ کشور از قاره آمریکا، ۱۴ کشور از قاره آسیا (به جز ایران)، ۲ کشور از قاره اقیانوسیه، ۲ کشور از قاره آفریقا و ۲۳ کشور از قاره اروپا وجود دارد. شکل ۳ وضعیت هم‌نویسندگی پژوهشگران نانوفناوری ایران با هر قاره را نشان می‌دهد. همان‌طور که شکل ۳ نشان می‌دهد، پژوهشگران

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 نویسنده‌گی کشورها	اندازه فضای نویسنده‌گی کشورها	تعداد گره	تعداد پیوندها (ضریب هم‌نویسندگی کسینوس $\leq 0.01$ )
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 درشت تر نمایش داده شده‌اند)

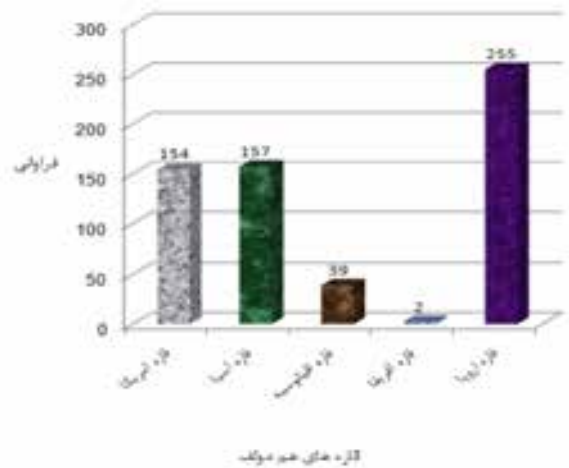


شکل ۲) میزان همکاری پژوهشگران نانوفناوری ایران با کشورهای دیگر در نمایه استنادی علوم در سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۱

شکل ۴ کشورهای هم‌نویسنده 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 شکل ۴، 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 برجسب درشت‌تر نسبت به بقیه کشورها در شکل ۴ نمایان شده است و به نوعی ایران همکار جدیدی را در عرصه 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<sup>۱</sup> یک گره، اهمیت موقعیت 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



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

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

کشور	نخستین سالی که ایران با آن کشور تولید علمی داشت
ایران، انگلستان	۱۹۹۱
کانادا، استرالیا، ژاپن	۲۰۰۱
فرانسه، هند، هلند، ولز	۲۰۰۲
آمریکا	۲۰۰۳
ایتالیا، مراکش	۲۰۰۴
سوئد	۲۰۰۵
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	۲۰۰۶
صربستان	۲۰۰۷
تایلند، اسلواکی	۲۰۰۸
کره جنوبی	۲۰۰۹
نیوزلند، مکزیک	۲۰۱۱

1- Centrality



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. به طوری که گره‌ها در داخل یک خوشه به طور محکم<sup>۶</sup> متصل خواهند بود، درحالی که گره‌ها بین خوشه‌های مختلف کمابیش<sup>۷</sup> متصل خواهند بود یا ابداً متصل نیستند. خوشه‌بندی طیفی خوشه‌های ظریف‌تر<sup>۸</sup> را پیدا خواهد کرد [۲۵ و ۲۶].

در شکل ۶، تعداد ۴۵ کشور و ۶۳ رابطه همکاری به ۷ خوشه همکاری شناسایی شده بر مبنای قوت رابطه همکاری با دلار بودن<sup>۹</sup> ۰.۰۴۲۴، تقسیم شده است. مصورسازی با دو لایه اطلاعات، به وسیله سایت اسپیس (نسخه R۱۱ 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 هم‌نویسند باشند، این کشورها در پنجره مصورسازی با یکدیگر متصل خواهند بود. لایه طرح واره‌ای، کشورهای خاصی را داخل خوشه‌هایی محدود می‌کند به طوری که کشورهای در یک خوشه خاص روابط همکاری محکم‌تری نسبت به آن‌هایی که در خوشه‌های دیگر هستند، دارند.

ماهیت هر خوشه به وسیله انتشارات نانوفناوری که به صورت همکاری گروهی توسط پژوهشگرانی از این کشورها نوشته شده، مشخص می‌شود. منبع اصطلاحات برجسب خوشه‌ها می‌تواند، از عنوان این انتشارات<sup>۱۰</sup>، اصطلاحات نمایه‌سازی آن‌ها<sup>۱۱</sup> و یا عبارات اسمی استخراج شده از چکیده آن‌ها<sup>۱۲</sup>، انتخاب شود.

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

می‌شود یا چقدر جریان اطلاعات از خط سیر منحرف می‌شود؟ تا چه اندازه کشوری ممکن است جریان اطلاعات را در نتیجه موقعیت خود در شبکه ارتباطات کنترل کند؟ از آنجایی که ژئودزیک<sup>۱</sup>ها به عنوان 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 کشور میانجی<sup>۲</sup> است [۲۰]. شاخص مرکزیت بینیت اندازه‌گیری می‌کند که تا چه میزان کشوری در وسط 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 [۱۸ و ۲۲]. سنجه 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 این صورت این گره خود می‌تواند کاندیدای نقطه عطف باشد. اگر بزرگ‌تر از ۱ باشد نقطه عطف (بحرانی)<sup>۳</sup> 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 به عنوان 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). به عبارت دیگر، این کشور تاثیر غالبی بر پژوهشگران نانوفناوری کشور ایران داشته است.

#### ۴-۱-۴ خوشه‌بندی و برجسب زدن خودکار خوشه‌های هم‌نویسندگی کشور

برای پاسخ به پرسش دوم باید گفت که الگوریتم‌های خوشه‌بندی بر دو نوع است: مبتنی بر خصیصه‌های<sup>۴</sup> گره، مبتنی بر پیوند<sup>۵</sup> گره‌ها. که نوع دوم به دو دسته سنتی (از قبیل k-means یا single linkage) و جدید (از قبیل خوشه‌بندی

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

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

6- Tightly

7- Loosely

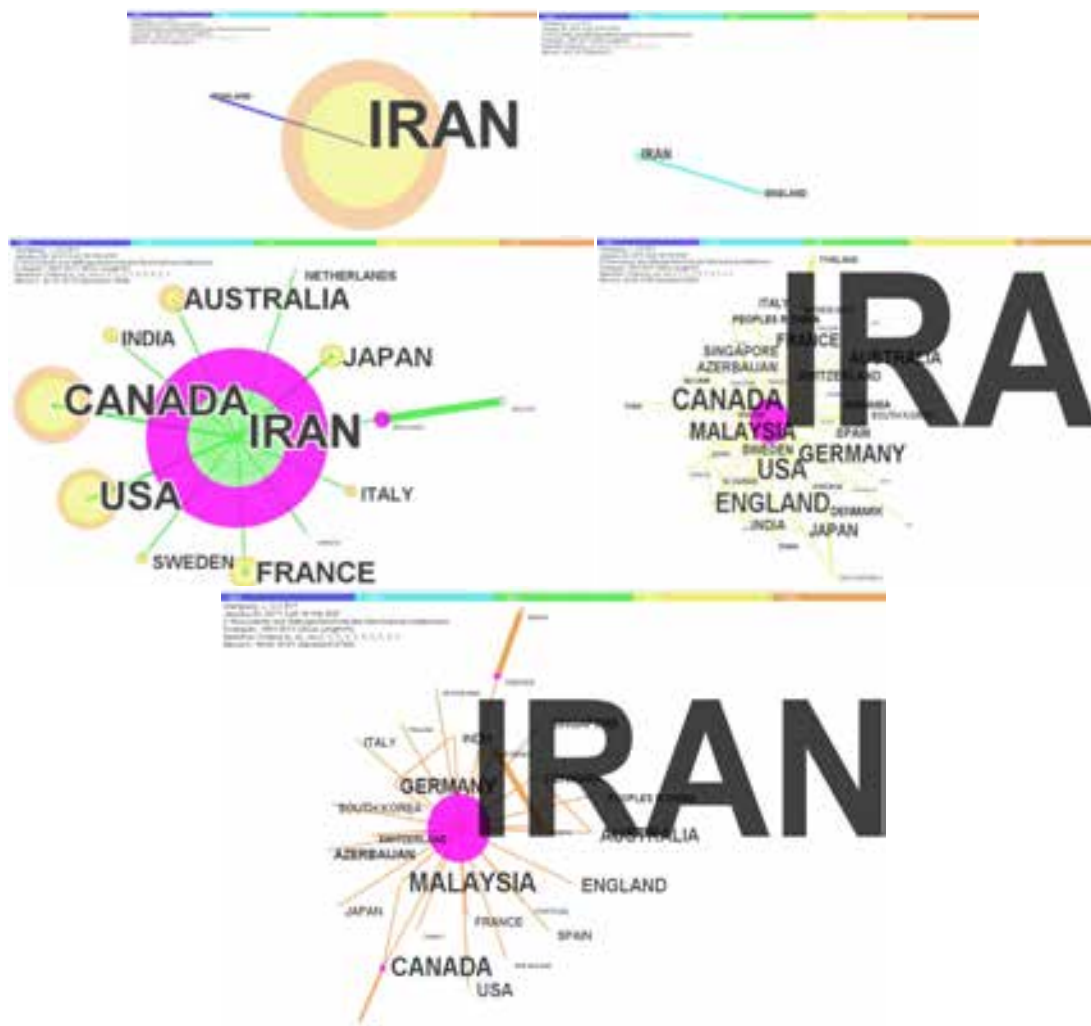
8- Finer-grained

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

10- Title terms

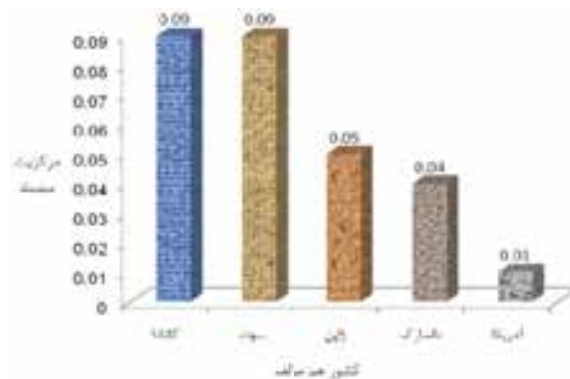
11- Indexing terms (DE, ID)

12- Abstract terms



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

رتبه‌بندی شدند: "tf\*idf" تمایل به ارائه جنبه برجسته‌تر<sup>۵</sup> 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 جنبه منحصربه‌فرد<sup>۶</sup> 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 به جای عبارات اسمی چند واژه‌ای استفاده می‌کند و پژوهاک انتخاب tf\*idf را ظاهر می‌سازد [۲۶]. برجسب خوشه‌های نشان داده شده در شکل ۶ به‌وسیله الگوریتم LLR رتبه‌بندی شده‌اند.



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

اصطلاحات به‌وسیله چهار الگوریتم (عکس بسامد مدرک ضربدر بسامد کلیدواژه‌ها در داخل یک مدرک<sup>۱</sup>، نرخ احتمال وقوع<sup>۲</sup>، اطلاعات متقابل<sup>۳</sup> و نمایه‌سازی معنایی پنهان<sup>۴</sup>)

4- Latent Semantic Indexing (LSI)  
5- Most salient  
6- Unique

1- Tf\*Idf  
2- Look-Likelihood Ratio (LLR)  
3- Mutual Information (MI)



علوم پایگاه وب آو ساینس در طول زمان تکامل یافته است، به کار برده شد. این روش از استراتژی تقسیم و حل<sup>۳</sup> - یعنی برش‌بندی زمانی - بهره می‌گیرد [۲۱، ۲۴ و ۲۸]. در این استراتژی، فاصله زمانی کامل در پنجره اصلی نرم افزار می‌تواند به بخش‌هایی (زیرفاصله‌هایی) با طول برابر برش 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 ساله 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. به طوری که تحلیل حاضر نشان خواهد داد کشورهای خوشه preparation (#۴) از فعال‌ترین کشورهای مشارکت کننده با پژوهشگران نانوفناوری ایران تا سال ۲۰۰۴ بوده‌اند.



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

در خوشه<sup>۴</sup> 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 متحده عربی، ایران، فرانسه، اوکراین، سوئیس، ترکیه و روسیه) می‌باشد، درحالی که Eccentric Connectivity Index در خوشه ۶، محتمل است تا تمرکز اصلی همکاری میان سه کشور کرواسی، اسپانیا و رومانی باشد. برجسب زدن خودکار برای پژوهشگری که دانش دایره‌المعارف گونه از دامنه موضوعی ندارد، خوب است. برجسب‌های برگزیده<sup>۱</sup>، ماهیت یک خوشه را آشکار می‌سازد [۲۱]. جدول ۳ و ۴ برجسب‌های انتخاب شده به وسیله روش‌های مختلف را خلاصه می‌کند. اما انتقاد به عملکرد برجسب‌گذاری خودکار خوشه‌ها توسط نرم‌افزار این است که در میان بعضی برجسب‌های 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<sup>۲</sup> برای مصورسازی این که چگونه شبکه هم‌نویسندگی کشور حوزه نانوفناوری ایران در نمایه استنادی

3- Divide-and-conquer strategy  
4- Segment  
5- Subinterval  
6- Slice

1- Candidate  
2- Progressive visualization

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

جدول ۴) برچسب‌های انتخاب شده به وسیله الگوریتم نمایه‌سازی معنایی پنهان در شبکه هم‌نویسندگی کشور انتشارات نانو فناوری 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 Electrochemiluminescence	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 محدودده‌ای از ۱- تا ۱ نشان می‌دهد. مقدار کم نیمرخ سیاه یک خوشه نشان می‌دهد که یک محدوده متنوع و پیچیده‌ای از جنبه‌های پژوهش ممکن است بر روی دانش این خوشه ترسیم شده باشد. مقدار ۱ جدایی کامل از خوشه‌های دیگر را ارائه می‌کند. لیبیل‌گذاری خوشه برای خوشه‌هایی که مقدار نیمرخ سیاه آن‌ها در محدوده ۷/ تا ۹/ یا بیش‌تر است، درست‌تر خواهد بود [۲۱].

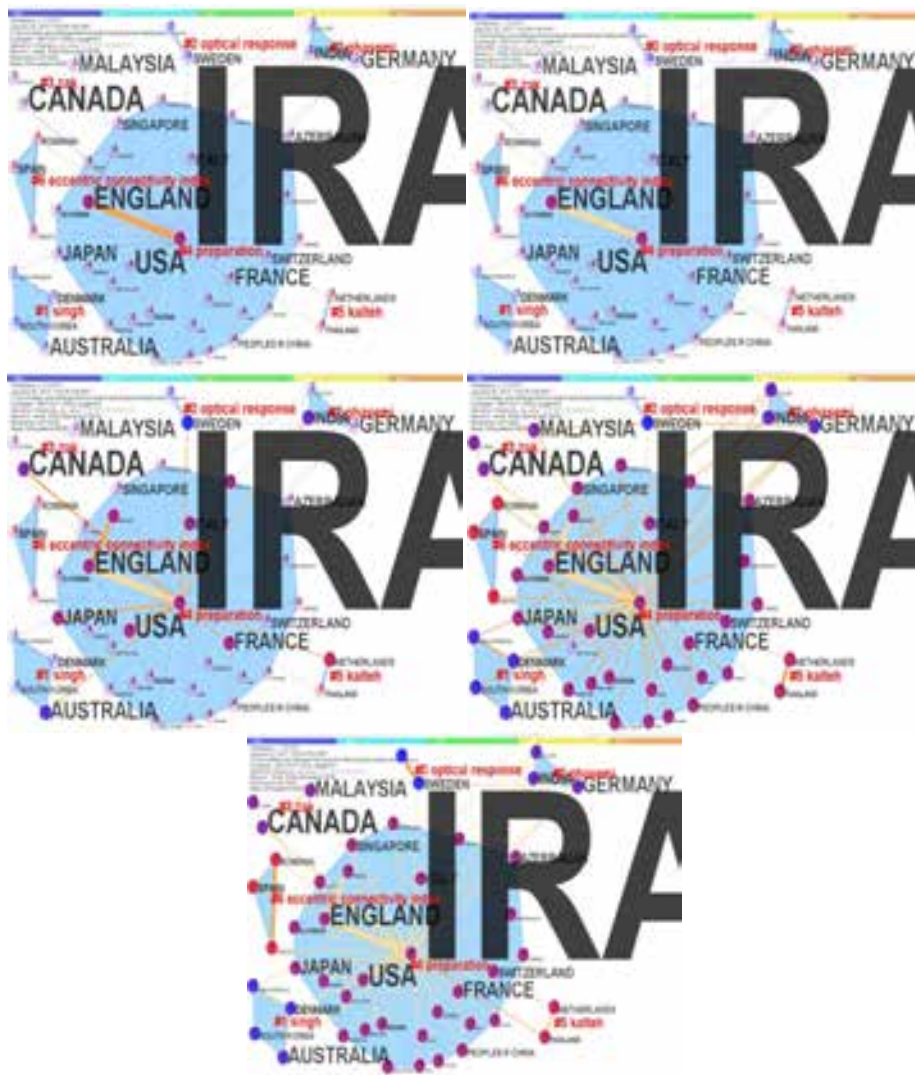
سیگما: یک شاخص تازگی

برای پاسخ به پرسش چهارم باید گفت که سنجۀ 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 علائق در حال رشد سریع

در پاسخ به پرسش پنجم، شکل ۹ مصورسازی ایستای شبکه همیبریدی 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 ۱,۰۱; ۱,۰۱; ۱,۰۱; ۱,۰۱ 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 به وسیله 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-single-"، "nanotubes"، "density-functional"، "o-2-fe" 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.



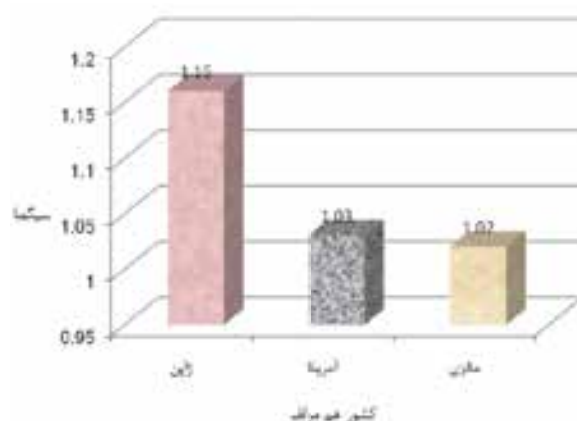
شکل ۷) روند زمانی اتصالات بین خوشه‌ها در شبکه کشورهای هم‌نویسندگی با پژوهشگران انتشارات نانوفناوری ایران بر اساس برش‌های زمانی

جدول ۵) ده کشور با رواج نویسنده‌گی بالا در شبکه هم‌نویسندگی کشور، انتشارات نانو فناوری ایران

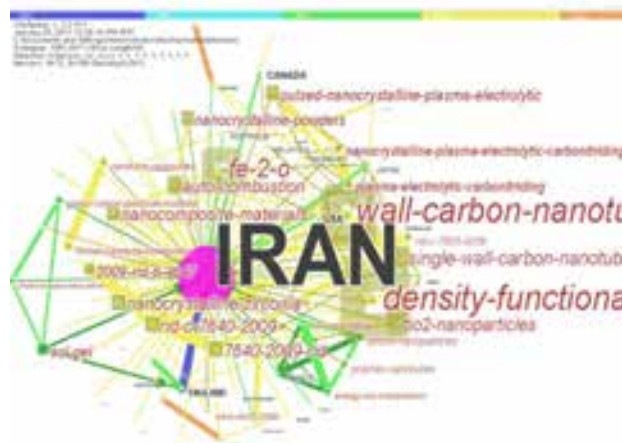
ردیف	نام کشور	مقدار رواج بودن	سال شروع رواج	سال پایان رواج	گستره زمانی رواج	زمان انتظار برای رسیدن به رواج (سال)	شماره خوشه
۱	فرانسه	۵.۷۳	۲۰۰۲	۲۰۰۴	۳	۰	۴
۲	مالزی	۵.۶۴	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲	۴	۳
۳	آمریکا	۴.۲۱	۲۰۰۳	۲۰۰۴	۲	۰	۴
۴	تایلند	۳.۴۵	۲۰۰۸	۲۰۱۱	۴	۰	۵
۵	هند	۳.۴۴	۲۰۰۸	۲۰۱۱	۴	۶	۵
۶	ژاپن	۳.۲۵	۲۰۰۰	۲۰۰۴	۵	-۱	۴
۷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

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



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



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

## ۵- بحث و نتیجه گیری

در این بخش به طور 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 تشکیل دهنده 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 کشورهای 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 نتیجه پژوهش حسن‌زاده و خدادوست [۱۷] که می‌گفت هم‌نویسندگان 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 بخواد 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 سهمیم 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.

## References

## منابع

- [۱] محمدی، احسان، ۱۳۸۷، "ترسیم نقشه علمی نانوتکنولوژی در ایران"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
- [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"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
- [۳] تیمورپور، بابک، سپهری، محمدمهدی و پزیشک، لیلا، ۱۳۸۸، "روشی نوین برای دسته‌بندی هوشمند متون علمی (مطالعه موردی مقالات فناوری نانو 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 اطلاع‌رسانی (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 هم‌تالیفی"، ره یافت، ۱۹(۴۴)، صص. ۳۷-۴۱.
- [۸] حسن‌زاده، محمد، بقایی، سولماز و نوروزی چاکلی، عبدالرضا، ۱۳۸۷، "هم‌تالیفی در مقالات ایرانی مجلات ISI در طول سال‌های ۱۹۸۹

- [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/~chen/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](http://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", *12<sup>th</sup> 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]Synnestevedt, 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, Il-y. and Zhu, W., 2007, "Trends in conceptual modeling: citation analysis of the ER conference papers (1979-2005)", *11<sup>th</sup> 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. ۷۳-۸۲.
- [۳۲] خاتمی، سیدمحمد، ۱۳۸۱، "توسعه با ضعف علمی میسر نیست: رئیس جمهوری در مراسم افتتاح کنگره راهبردهای توسعه علمی ایران"، *نشریه ایران*.
- 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*، ۱(۱)۱۴، صص. ۷-۱.
- [۱۲] خسروجردی، محمود، ۱۳۸۵، "ترسیم شبکه ارتباطات علمی میان دانشمندان با استفاده از رویکرد شبکه استنادی"، *مجله کتابداری*، ۴۰(۴۵)، صص. ۹۷-۱۱۲.
- [۱۳] میرزایی، شهرداد، ۱۳۸۶، ایران آینده از نگاه سه اندیشمند ایران امروز: حسن عشایری، موسا غنی‌نژاد و رضا منصوری، دیبایه، تهران.
- [۱۴] داوریان، محمدرضا، ۱۳۸۷، "رفتار استنادی در حوزه علوم انسانی و چالش‌های علم‌سنجی و ژئوپولیتیک 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 حوزه علوم و فناوری نانو"، *علوم و فناوری اطلاعات*، ۲(۲)۲۶، صص. ۴۰۹-۳۹۳.
- [17]Hassanzadeh, Mohammad and Khodadust, Reza., 2011, "Co-authorship and Co-citation in Nano sciences: a Social Network Approach", *7<sup>th</sup> international conferences on Webometrics, Informetrics and Scientometrics & twelfth COLLNET Meeting*, Bilgi University, Istanbul, Turkey.
- [18]Chen, C., 2006, "Citespace II: Detecting and Visualizing Emerging Trends and Transient Patterns in Scientific Literature", *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.