# بررسی شاخص‌های هم‌تألیفی، مرکزیت بینیّت، و چاله‌های ساختاری پژوهشگران نانوفنّاوری ایران نمایه‌شده در نمایه استنادی علوم (۱۹۹۱ تا ۲۰۱۱)


**محمد حسن‌زاده***
استادیار،
گروه کتابداری و اطلاع‌رسانی، دانشگاه تربیت مدرس

**رضا خدادوست**[1]
کارشناس ارشد کتابداری و اطلاع‌رسانی

**فاطمه زندیان**[2]
استادیار،
گروه کتابداری و اطلاع‌رسانی، دانشگاه تربیت مدرس



دریافت: ۱۳۹۰/۰۷/۲۷ | پذیرش: ۱۳۹۰/۱۱/۲۶

فصلنامهٔ علمی پژوهشی
پژوهشگاه علوم و فنّاوری اطلاعات ایران
شاپا(چاپی) ۸۲۲۳- ۲۲۵۱
شاپا(الکترونیکی) ۸۲۳۱- ۲۲۵۱
نمایه در LISA، SCOPUS و ISC
http://jipm.irandoc.ac.ir
دوره ۲۸ | شمارهٔ ۱ | ص ص ۲۲۳- ۲۴۹
پاییز ۱۳۹۱

**نوع مقاله: پژوهشی**



**چکیده:** هدف این مقاله، تحلیل فعالیت دانشمندان حوزه نانوفنّاوری ایران در قالب شاخص‌های پراستنادی، پرتأثیری، و پرکاری است. جامعه آماری این پژوهش کل مدارک پژوهشگران نانوفنّاوری ایران در نمایه استنادی علوم در سال‌های ۱۹۹۱ تا ۷ آگوست ۲۰۱۱ (۴۶۰۵ رکورد) بوده است. یافته‌ها نشان داد که شاخص همکاری در هر مدرک ۳/۳۹ است. بیشترین شاخص همکاری در سال ۱۹۹۷ با ۶ نویسنده در هر مدرک بوده است. درجه همکاری پژوهشگران نانوفنّاوری ایران ۰/۹۶ بوده که حاکی از گرایش بیشتر نویسندگان این حوزه به هم‌تألیفی است. با توجه به ضریب همکاری کلی (۰/۶۴)، نویسندگان این حوزه تمایل بالایی به تولید مدارک علمی مشارکتی دارند. سال ۱۹۹۷، بالاترین ضریب مشارکت (۰/۸۳) و سال ۱۹۹۱ کمترین ضریب مشارکت (۰/۵) را به‌خود اختصاص داده‌اند.



**کلیدواژه‌ها:** نمایه استنادی علوم، شاخص همکاری، درجه همکاری، ضریب همکاری، شبکه هم‌تألیفی، مرکزیت بینیّت، چاله ساختاری



*hasanzadeh@modares.ac.ir
1. reza.khodadust@modares.ac.ir
2. zandian@modares.ac.ir

**۱. مقدمه، اهمیت، ضرورت، و مسأله پژوهش**

پدیده "هم‌تألیفی" وسیع‌ترین شبکه اشتراک دانش و دخالت حقیقی پژوهشگران در تولید علم و توسعه علمی است (زوارقی و عباس‌پور ۱۳۸۸). به‌طور کلی، "هم‌تألیفی" مینیاتوری از ارتباطات علمی است و زمانی شکل می‌گیرد که دو یا چند نویسنده با یکدیگر همکاری می‌کنند (دیدگاه و عرفان‌منش ۱۳۸۹). این همکاری می‌تواند در مراحل مختلف تهیه یک اثر علمی مانند گردآوری اطلاعات، تجزیه و تحلیل داده‌ها، نتیجه‌گیری، و نگارش پژوهش صورت بگیرد (بقایی ۱۳۸۷). شاخص‌های هم‌تألیفی، ضریب همکاری[1] (نسبت همکاری میان نویسندگان مقالات)، درجه همکاری[2] (نسبت مقالات دارای چند نویسنده به کل مقالات مجموعه مورد بررسی)، و شاخص همکاری[3] (میانگین تعداد نویسنده در هر مقاله) هستند (حریری و نیکزاد ۱۳۹۰).

مهم‌ترین فنّاوری‌های نوین (های‌تک)[4]، که به‌تقریب تمامی کشورهای جهان آنها را در برنامه راهبردی توسعه همه جانبه خود قرار داده‌اند شامل فنّاوری زیستی[5]، ریزفنّاوری (نانوفنّاوری)، فنّاوری اطلاعات، هوافضا، میکروالکترونیک، موادجدید (هسته‌ای)، لیزر، روبوتیک، پزشکی مولکولی، و سلول‌های بنیادین و شبیه‌سازی است. سرمایه‌گذاری در فنّاوری‌های نوین، لازمه توسعه علمی است. (سرمایه‌گذاری در فنّاوری‌های ... ۱۳۸۷) توسعه نانوفنّاوری به‌تنهایی برای توسعه علمی کافی نیست، اما به‌عنوان یکی از زیرساخت‌های مهم جوامع دانایی لازم و ضروری است. بنابراین، نخستین شرط ورود به رقابت در حوزه نانو[6] و برای ایفای نقش و حضور فعال در عرصه رقابت‌های بین‌المللی به‌ویژه در فرآیند توسعه، کشور نیاز به برنامه‌ریزی دارد. برای هرگونه برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری، در اختیار داشتن اطلاعات لازم در خصوص توانمندی‌های علمی خود لازم است. علاوه بر این، ترسیم نقشه ساختار اجتماعی[7] در علوم مختلف به سیاستمداران خواهد گفت که چگونه پژوهشگران را برای رقابت در عرصه جهانی توانمند کنند.

از سوی دیگر، نحوه ارزیابی یک حوزه علمی، بر رفتار و رویکردهای تولید علم تأثیرگذار است و نویسندگان را به‌سمت همان شاخص‌های ارزیابی گرایش می‌دهد (ابراهیمی و جوکار ۱۳۸۹) به‌همین خاطر، در پژوهش حاضر به بررسی شبکه هم‌تألیفی مؤلف پژوهشگران

---

1. collaboration coefficient= cc
2. cegree of collaboration= dc
3. collaborative index= ci
4. hitech
5. Biotechnology
6. Nanorace

۷. منظور از جنبه اجتماعی علم، جنبه ارتباطی آن است و در واقع، به‌معنای حضور و ورود علم در جریانات زندگی اجتماعی است (جانعلی‌زاده چوب دستی ۱۳۷۸).

نانوفنّاوری ایران پرداخته شده است. چون در فعالیت‌های علمی گروهی، به‌صورت بالقوه، قابلیت‌هایی وجود دارد که در فعالیت‌های فردی موجود نیست و اگر فعالیت‌های گروهی درست مدیریت شوند می‌توانند بسیار مؤثر و تأثیرگذار باشند (مطلبی ۱۳۸۸). بنابراین، همکاری علمی باید تعریف‌شده، مشخص، واقعی و برنامه‌ریزی‌شده، یعنی نظام‌مند باشد (حسن‌زاده و بقایی ۱۳۸۸) در مجموع، افراد با مشارکت در پژوهش می‌توانند بر گستردگی و پیچیدگی علم فائق آیند و در راه توسعه علمی کشور خود گام بردارند (دیدگاه و عرفان‌منش ۱۳۸۹).

با وجود گذشت یک دهه و نیم از حضور پژوهشگران نانوفنّاوری ایران در پایگاه وب علم[1] تاکنون مطالعه جدی در زمینه بررسی وضعیت هم‌تألیفی مؤلفان این حوزه با روش تحلیل شبکه صورت نگرفته است. بنابراین، از آنجایی که در عمل، ارتباط علمی انتقال و اشاعه اطلاعات را در نظر دارد، این پژوهش قصد دارد تا دریابد سرچشمه این ارتباطات علمی کدام‌یک از پژوهشگران است؟ به‌نوعی، اشاعه اطلاعات بیشتر از جانب چه نویسندگانی بوده است؟ کدام‌یک از پژوهشگران نانوفنّاوری ایران مرکزیت بینیّت[2] بالایی دارد؟ همچنین، کدام‌یک از مؤلفان تأثیر غالبی بر اجتماع حوزه نانوفنّاوری ایران داشته است؟ و اختیار عمل پژوهشگران نانوفنّاوری ایران در روابط هم‌تألیفی به چه صورت است؟ بنابراین هدف اصلی این پژوهش، بررسی شاخص‌های هم‌تألیفی، سنجه مرکزیت بینیّت، و چاله‌های ساختاری پژوهشگران نانوفنّاوری ایران نمایه‌شده در نمایه استنادی علوم بین سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۱ است. تعیین پرکارترین و پراستنادترین نویسندگان، تعیین توزیع فراوانی همکاری گروهی نویسندگان در تولیدات علمی به‌تفکیک سال‌های مورد بررسی و تعیین توزیع فراوانی دفعاتی که جفت مؤلفان با هم به‌عنوان نویسنده همکار بودند، تعیین خوشه‌ایی از نویسندگان که ارتباط محکمی با هم دارند، تعیین محدوده دفعات هم‌تألیفی، کل دفعات هم‌تألیفی، میانگین و میانه و انحراف معیار تعداد دفعات هم‌تألیفی، ترسیم شبکه همسایگان نویسنده‌ای که بزرگ‌ترین مرکزیت بینیّت را در بین پژوهشگران نانوفنّاوری ایران دارند و تعیین توزیع فراوانی انواع نقش‌های واسطه‌ای در این شبکه، تعیین روابط هم‌تألیفی پژوهشگران نانوفنّاوری ایران که از اهمیت بالایی برخوردار هستند، و نیز تعیین پژوهشگران نانوفنّاوری ایران که آزادی کمتری دارند تا از روابط هم‌تألیفی کناره‌گیری کنند، از اهداف فرعی این پژوهش به‌شمار می‌آیند.

### ۲. تعریف مفاهیم

**هم‌تألیفی.** هم‌تألیفی یکی از شاخص‌های سنجش همکاری علمی است که باعث

1. Web Of Science (WOS)  2. betweenness centrality

به‌وجود آوردن نوعی شبکه اجتماعی[1] بین پژوهشگران یعنی شبکه هم‌تألیفی می‌شود (محمدحسن‌زاده و دیگران ۱۳۸۷). این شبکه از نظر واحد تجزیه و تحلیل، بر چهار نوع است: هم‌تألیفی مؤلف[2]، هم‌تألیفی مؤسسات[3]، هم‌تألیفی کشورها[4]، و هم‌تألیفی شهرها[5] که نوع اول با استفاده از تگ AU و سه نوع دیگر با استفاده از تگ C1 قابل انجام است. با بررسی چنین شبکه‌هایی می‌توان به پرسش‌های متنوعی در مورد خصوصیات افراد شرکت‌کننده در همکاری، سطح همکاری‌ها (درون‌سازمانی، منطقه‌ای، ملی، و بین‌المللی)، دانش نهان (ساختار شبکه‌های همکاری علمی)[6] و الگوهای همکاری از قبیل تعداد مقاله های مشترک، تعداد افراد همکار، فاصله میان متخصصان در شبکه، و چگونگی تغییر الگوهای همکاری پاسخ داد، اما بیشتر اوقات نسبت به شبکه‌های استنادی توجه کمتری دریافت می‌کنند (نوروزی و ولایتی ۱۳۸۸).

**مرکزیت.** مرکزیت[7] برای اشاره به موقعیت گره‌های خاص در داخل شبکه است (Nooy, Mrvar, and Batagelj 2005) تحلیل شبکه اجتماعی مجموعه‌ای از سنجه‌های مرکزیت مانند مرکزیت درجه[8]، مرکزیت نزدیکی[9]، و مرکزیت بینیّت را فراهم می‌کند (Leydesdorff 2007). علاوه بر اینها، سنجه‌های دیگری از مرکزیت بینیّت وجود دارد (Kiss and Bichler 2008). سنجه مرکزیت بینیّت، به‌عنوان یک خصیصه ساختاری گره‌ها، برای فهمیدن این است که چطور بیشتر اوقات یک گره در کوتاه‌ترین مسیر بین گره‌های دیگر در شبکه قرار می‌گیرد (Chen 2005; Milojevic 2009) اهمیت موقعیت گره را در شبکه اجتماعی تعیین می‌کند (Chen 2006). نگرش مرکزیت بینیّت بر این ایده استوار است که یک شخص مرکزی‌تر است به‌شرطی که او به‌عنوان یک واسطه در شبکه ارتباطات مهم‌تر باشد. چطور یک شخص برای انتقال اطلاعات از طریق یک شبکه حیاتی است؟ اگر یک شخص عبور اطلاعات را متوقف کند یا عبور اطلاعات را از شبکه محو کند، چقدر جریان اطلاعات به‌هم زده می‌شود یا چقدر جریان اطلاعات از خط سیر منحرف می‌شود؟ تا چه اندازه شخص ممکن است جریان اطلاعات را در نتیجه موقعیتش در شبکه ارتباطات کنترل کند؟ بیشتر شخص میانجی[10] است. اگر ما به ژئودزیک‌ها[11] به‌عنوان محتمل‌ترین کانال‌ها برای انتقال اطلاعات بین بازیگران[12] توجه کنیم، بازیگری که در

1. social network
2. co-authorship network
3. network of co-authors' institution
4. network of co-authors' countries
5. network of locations of co-authors' institutions
6. structure of scientific collaboration networks
7. centrality
8. degree centrality
9. closeness centrality
10. go-between

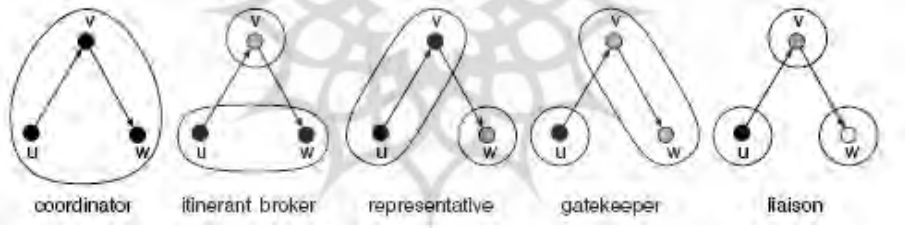
۱۱. کوتاه‌ترین مسیر بین دو رأس، ژئودزیک نامیده می شود (Nooy, Mrvar, and Batagelj 2005).

۱۲. actors: یک بازیگر یک شخص، سازمان یا ملتی است که درگیر در روابط اجتماعی است (Nooy, Mrvar, and Batagelj 2005).

کوتاه‌ترین مسیر بین بعضی جفت رئوس قرار داده شده است، برای جریان اطلاعات در داخل شبکه خیلی مهم است. این بازیگر مرکزی‌تر است. جفت رأس‌هایی[1] ممکن است در مرکزیت بینیّت یک رأس مشارکت کنند. مرکزیت بینیّت یک رأس، سهم همه ژئودزیک‌های بین رأس‌های دیگر در شبکه است که شامل این رأس هستند (Nooy, Mrvar, and Batagelj 2005).

**قوت متناسب.** قوت متناسب[2] یک رابطه[3] با توجه به همه روابط یک شخص، یک شاخص ساده از اهمیت[4] یا انحصاریت[5] رابطه است که به‌صورت ارزش خطی که یک رابطه را بازنمون می‌کند، تقسیم بر مجموع ارزش همه خطوط که به‌وسیله یک شخص ظاهر می‌شود، محاسبه می‌گردد. این شبکه‌ها بدون توجه به شبکه اصلی، شبکه جهت‌دار هستند (Nooy, Mrvar, and Batagelj 2005, 146-148).

**وضعیت سه‌تایی.**[6] در وضعیت سه‌تایی، شخص v تراکنش‌های بین شخص u و w را واسطه‌گری می‌کند و می‌تواند ۵ الگوی متفاوت وابستگی‌های[7] گروهی را نمایش بدهد که در منحنی‌های شکل ۱ آمده است (Nooy, Mrvar, and Batagelj 2005).



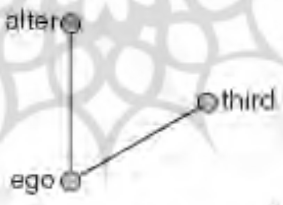

**شکل ۱. پنج نقش واسطه‌ای بازیگر v (Nooy, Mrvar, and Batagelj 2005)**

نتایج توزیع فراوانی هر یک از انواع نقش‌های واسطه‌ای[8] که از نقشه ۳ به‌دست آمد، به‌قرار زیر است. در مجموع، ۷۵۶۴ نقش هماهنگ‌کننده وجود دارد.

**نظریه ساختاری اجتماعی رقابت.** نظریه ساختاری اجتماعی رقابت را رونالد اس. بورت[9] توصیف کرد. عنصر اساسی در این نظریه، چاله ساختاری، یعنی شکاف بین دو نفر با منابع و اطلاعات مکمل است (Burt 1995a). چاله ساختاری رابطه غیر زائد بین دو تماس[10]

1. Vertices
2. the proportional strength
3. Tie
4. Importance
5. exclusivity
6. Triad
7. Affiliation
8. brokerage roles
9. Ronald S. Burt
10. contact

است؛ چاله، حائل است؛ مانند یک عایق در یک مدار الکتریکی است (Burt 1995b). بورت این مفهوم را در سال ۱۹۹۲ (Chen 2006) برای مطالعه سرمایه‌های اجتماعی[1] معرفی کرد (Chen 2007) چاله ساختاری فرصت‌هایی[2] را برای مبادله جریان‌های اطلاعاتی میان مؤلفان ارائه می‌دهد. این فرصت‌ها بازده اطلاعاتی بالاتری دارد زیرا مزیت اطلاعاتی دلال[3] بالقوه‌ای را برای داوری کردن در ارتباطات علمی ارائه می‌دهد. انتخاب شریک، بیش از سرمایه اجتماعی، تعاون[4] مؤثر بین مؤلفان را تعیین می‌کند. نقش ضروری چاله‌های ساختاری در درک و پیش‌بینی پخش اطلاعات در شبکه‌های اجتماعی بدیهی است. بیشتر اوقات به کشفیات روشنگر امکانات و پتانسیل‌ها و نیز موانع و انسدادها منتهی می‌شوند. همچنین، در یک شبکه فکری، به ما برای فهمیدن مسیرهای نامرئی که پخش دانش ممکن است اتفاق بیافتد، کمک خواهند کرد (Chen 2007) بدین وسیله که در یک شبکه فکری اگر دو همسایه یک رأس به‌طور مستقیم به‌هم متصل نباشند، آن‌گاه در شبکه ego آن رأس[5]، یک حفره ساختاری خواهد داشت. به‌عنوان مثال، در شکل ۲ نبود رابطه بین alter و third معروف به حفره ساختاری است که ممکن است به‌وسیله ego مورد بهره‌برداری قرار گیرد (Nooy, Mrvar, and Batagelj 2005). بودن حفره به‌معنی نبودن رابطه است.




**شکل ۲. یک سه‌تایی هم‌بند**

---

۱. Social capital: یک بازیگر عرصه اجتماعی سه نوع سرمایه برای عرصه رقابتی به ارمغان می‌آورد: سرمایه مالی و سرمایه انسانی و سرمایه اجتماعی (Burt 1995b). سرمایه اجتماعی، منابع رابطه‌ای قابل دسترسی به‌وسیله بازیگران تنها، از طریق شبکه روابط اجتماعی است. تعامل و مدیریت مؤثر روابط اجتماعی با همکاران ائتلافی به‌منظور ایجاد یک سرمایه اجتماعی، به‌ویژه اعتماد می‌تواند به کاهش قابل توجهی در هزینه‌های تراکنش منتهی شود و می‌تواند دسترسی به دانش ضمنی باارزش را فراهم کند (Abdulwahid Abdulla 2009, 104) درواقع، چگالی و ساختار شبکه ائتلاف یک مؤلف و موقعیت مؤلف و روابط مستقیم و غیر مستقیم مؤلف نقش مهمی در تصمیم‌گیری این است که با چه کسی یک ائتلاف ایجاد شده است و آیا موفق خواهد بود یا نه.

2. Opportunity 3. Broker 4. Cooperation

۵. شبکه Ego یک رأس، این رأس، همسایگانش، و همه خط‌های میان رأس‌های انتخاب‌شده را دربرمی‌گیرد (Nooy, Mrvar, and Batagelj 2005).

### ۳. سؤالات پژوهش

این پژوهش درصدد پاسخگویی به پرسش‌های زیر بوده است:

۱. توزیع فراوانی و روند همکاری گروهی نویسندگان ایران در تولیدات علمی حوزه نانوفنّاوری به‌تفکیک سال‌های مورد بررسی چگونه است؟

۲. میانگین تعداد نویسندگان مقالات، نسبت مقالات دارای چند نویسنده و ضریب همکاری در تولیدات علمی نانوفنّاوری ایران نمایه‌شده در پایگاه نمایه استنادی علوم در سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۱ چقدر است؟

۳. پرکارترین نویسندگان (نویسندگان فوق‌العاده تولیدی)[1] ایران در حوزه نانوفنّاوری از لحاظ تعداد تولیدات علمی و میزان همکاری گروهی براساس شمارش کلی و کسری کدامند؟

۴. توزیع فراوانی پراستنادترین نویسندگان حوزه نانوفنّاوری در تولیدات علمی پژوهشگران نانوفنّاوری ایران با شمارش کلی بدون تکرار و همه استنادها به چه صورت است؟

۵. ساختار شبکه هم‌تألیفی مؤلف تولیدات علمی نانوفنّاوری ایران نمایه‌شده در پایگاه نمایه استنادی علوم در سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۱ از لحاظ گسسته و پیوسته بودن، چگونه است؟

۶. توزیع فراوانی دفعاتی که جفت مؤلفانی با هم به‌عنوان نویسنده همکار بودند، به چه صورت است؟

۷. چه نویسندگانی در شبکه هم‌تألیفی مؤلف تولیدات علمی نانوفنّاوری ایران از نظر هم‌تألیفی ارتباط محکمی با هم دارند؟

۸. محدوده مرکزیت بینیّت رأس‌ها و تمرکز بینیّت شبکه۲ چقدر است و کدام‌یک از پژوهشگران نانوفنّاوری ایران مرکزیت بینیّت قوی دارند و فاصله این رأس با همه رأس‌های دیگر در شبکه چگونه است و چگالی خودمحوری۳ آن رأس چقدر است و توزیع فراوانی نقش‌های واسطه‌ای در این شبکه به چه صورت است؟

۹. در شبکه هم‌تألیفی مؤلف تولیدات علمی نانوفنّاوری ایران نمایه‌شده در پایگاه نمایه استنادی علوم در سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۱، کدام رابطه هم‌تألیفی از اهمیت و انحصاریت بالایی برخوردار است؟

---

1. superproductive

۲. Network Betweenness Centralization: تمرکز بینیّت شبکه، نسبت تغییر در مقدار مرکزیت بینیّت رأس‌ها به بیشترین تغییر ممکن در مقدار مرکزیت بینیّت رأس‌ها در یک شبکه هم‌اندازه است (Nooy, Mrvar, and Batagelj 2005).

3. the egocentric density

۱۰. اختیار عمل پژوهشگران نانوفنّاوری ایران در روابط هم‌تألیفی و حفره‌های ساختاری به چه صورت است؟

**٤. پیشینه پژوهش**

در حوزه نانوفنّاوری، در بیشتر کشورها پژوهش‌های کتاب‌سنجی و علم‌سنجی مختلفی انجام گرفته است، اما در این بخش پژوهش‌هایی مرور می‌شود که وضعیت هم‌تألیفی مؤلف تولیدات علمی حوزه نانوفنّاوری را هدف قرار داده‌اند.

اسچمر در پژوهشی با عنوان "چندرشته‌ای بودن، بین رشته‌ای بودن، و الگوهای همکاری پژوهشی نانوعلم و نانوفنّاوری" با تحلیل هم‌تألیفی بیش از ۶۰۰ مقاله منتشرشده در "مجلات نانو" در سال ۲۰۰۲ و ۲۰۰۳ نشان داد که به‌طور متوسط ۳/۱ همکاری‌های نانو، هم‌تألیفی یک مقاله را داشتند (Schummer 2004).

میلُجویک در پژوهشی با عنوان "علم بزرگ، نانوعلم؟ نگاشت ساختارشناختی-اجتماعی و تکاملی نانوعلم و نانوفنّاوری با استفاده از روش‌های آمیخته" توسعه نانوعلم و نانوفنّاوری را طی دوره زمانی ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۴ با استفاده از تحلیل شبکه اجتماعی، کتاب‌سنجی مقالات مجلات علمی، اختراعات ثبت‌شده و کمک هزینه[1] پژوهشی که توسط بانک نانو[2] به‌عنوان پژوهش‌های مرتبط با نانوفنّاوری شناسایی شده، بررسی کرده است. نتایج نشان داد که در مورد تعداد مقالات هر نویسنده (بهره‌وری) میانگین ۱/۲۴ و میانه ۲ است و توزیع آن به‌دقت از قانون توان[3] پیروی می‌کند. میانگین تعداد نویسنده در هر مقاله (شاخص همکاری) ۳/۷۶، میانه ۲ و مد ۲ است. تعداد نویسندگان ۸۲ درصد مقالات، پنج یا کمتر از پنج نویسنده بوده است. توزیع شاخص همکاری برای دوره زمانی ۹۹-۱۹۹۵ و ۰۴-۲۰۰۰ شبیه هستند و به‌دلیل سطوح توزیع تعداد کم هم‌تألیفی به‌طور کامل منطبق بر قانون توان نیستند. تعداد همکارها در ۲۰۰۳-۲۰۰۴ به ۱۶ همکار هر نویسنده رسیده است. دو سوم مؤلفان نانوفنّاوری با همدیگر به‌وسیله بیش از یک مسیر مستقل ارتباط دارند (Milojevic 2009).

لین در پژوهشی با عنوان "توزیع هم‌تألیفی در حوزه نانو" با استفاده از داده‌های ۲۰ مجله رده بالا در سال ۲۰۱۰ برحسب ضریب تأثیر در نانوعلم و نانوفنّاوری، تعداد مؤلفان هر مدرک و تعداد همکاران هر مؤلف را حساب کرده است. سپس، توزیع مؤلفان را در مدارک و توزیع همکاران مشخص کرد و آشکار ساخت که توزیع مؤلفان، توزیع ویبول[4]، توزیع همکاران[5]، و

1. Grant
2. Nanobank
3. power law
4. Weibull distribution
5. co-authors distribution

توزیع پواسون[1] است. همچنین، مشخص کرد که ضریب هر دو توزیع پس‌رفت کرده است (Lin 2001).

حسن‌زاده و خدادوست در پژوهشی با عنوان "هم‌تألیفی و هم‌استنادی در نانوفنّاوری: رویکرد شبکه اجتماعی" با محدودیت زمانی ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۰ در پایگاه وب علم و با استفاده از راهبرد جستجوی "TS=nano* AND CU=iran" و نرم‌افزارهای اکسل، هیست سایت[2] و پاژک[3] نشان دادند که تولیدات علمی نانوفنّاوری ایران از ۲ رکورد در سال ۱۹۹۱ به ۱۸۸۳ رکورد در سال ۲۰۱۰ رشد داشته و روند صعودی را طی کرده است. بیش از ۸۰ درصد مقالات ایران بعد از سال ۲۰۰۸ منتشر شده بود. حدود ۸۸/۲ درصد مقالات به‌وسیله بیش از یک نویسنده نوشته شده بود. بیشترین هم‌مؤلفان رده بالای ایرانی‌ها از ایران (۷۷/۸ درصد) بود . مسعود صلواتی نیاسر با ۱۳۳ مدرک در رتبه اول و علیرضا اشرفی با ۹۹ مدرک در رتبه دوم پرکارترین نویسندگان جای گرفتند. مأخذهای پراستناد از خارج از کشور بود، اما تراکم زیاد در حال ظهور رابطه استنادی میان مؤلفان ایرانی در حال تقویت شدن است (Hassanzadeh and Khodadust 2011).

بررسی پیشینه‌های موجود نشان می‌دهد، با شروع هزاره سوم به‌تدریج به بررسی هم‌تألیفی مؤلف در حوزه نانوفنّاوری توجه شده است و فقط یک پژوهش در ایران به این موضوع پرداخته است که این خود لزوم توجه بر انجام پژوهش‌هایی در این رابطه را یادآور می‌شود. ابزار گردآوری داده در این پژوهش‌ها، مجلات نانو، بانک نانو، و وب علم بود. هیچ‌یک از این پژوهش‌ها، ترسیمی از ساختار شبکه هم‌تألیفی مؤلف ارائه ندادند. فقط در پژوهش حسن‌زاده و خدادوست (Hassanzadeh and Khodadust 2011) تولیدات علمی نانوفنّاوری ایران بررسی شده است.

### ۵. روش‌شناسی پژوهش

پژوهش از نوع کتاب‌سنجی است و از روش تحلیل هم‌تألیفی مؤلف و فنون تحلیل شبکه اجتماعی[4] بهره می‌گیرد. جامعه آماری پژوهش، کل تولیدات علمی پژوهشگران نانوفنّاوری ایران نمایه‌شده در نمایه استنادی علوم در بازه زمانی ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۱ (۴۶۰۵ رکورد) است. گردآوری این تعداد رکورد از تاریخ ۱۳۹۰/۴/۱۴ (۵ آگوست ۲۰۱۱) شروع شد و در تاریخ ۱۳۹۰/۴/۱۶ ( ۷ آگوست ۲۰۱۱) خاتمه یافت. انجام جستجوی دقیق در هر پایگاه، به‌عنوان یکی

1. Poisson distribution 2. HistCite 3. Pajek

۴. تحلیل شبکه اجتماعی، روابط اجتماعی میان بازیگران را مطالعه می‌کند (Nooy, Mrvar, and Batagelj 2005).

از ملزومات اصلی اشاعه اطلاعات صحیح محسوب می‌شود، پس برای اینکه نظر پژوهشگر در این حوزه ساعد و نافذ باشد، این مراحل به‌ترتیب جهت شناسایی واژه‌های جستجو انجام شده است: شناسایی اصطلاحنامه‌های معتبر بین‌المللی و به‌طور تقریبی کامل در حوزه نانوفنّاوری: *Inspec*[1] و *Compendex*[2]؛ جستجوی کلمه نانوفنّاوری در اصطلاحنامه‌های شناسایی‌شده برای پیدا کردن شاخه‌های نانوفنّاوری؛ وارد کردن اصطلاحات یافت‌شده در نرم‌افزار پرسونال برین[3] (نسخه ۰-۷-۰-۶) تا ترسیمی از درخت نانوفنّاوری داشته باشیم. بعد از مراحل سه‌گانه اشاره‌شده و رفع مشکلات استفاده از درخت نانو فنّاوری، داده‌های مورد نیاز با انجام جستجو براساس ۶۵ واژه موجود در درخت نانوفنّاوری ترسیم شد و با راهبرد جستجوی "یا" در بخش جستجوی پیشرفته پایگاه وب علم (نسخه ۵/۳) با در نظر گرفتن بازه زمانی ۱۹۹۱- ۲۰۱۱ و با انتخاب مجموعه[4] نمایه استنادی علوم[5] - بدون محدودیت زبان، نوع مدرک - استخراج شد.

داده‌ها به‌صورت فایل‌های متن ساده[6] ذخیره و برای به‌دست آوردن توزیع فراوانی و مصورسازی از نرم‌افزارهای اکسل، بیب اکسل[7] (نسخه ۰۳-۰۲-۲۰۱۱)، پاژک (نسخه ۲۰۳) استفاده شد. با استفاده از فرمول‌های CI و DC و CC به‌ترتیب شاخص همکاری، درجه همکاری، و ضریب همکاری، ابتدا برای تک تک سال‌ها و سپس، برای مجموع سال‌ها محاسبه گردید. این فرمول‌ها عبارت‌اند از:

$$CI = \frac{\sum_{j=1}^{k} j\ f_j}{N} \qquad DC = 1 - \frac{f_1}{N} \qquad CC = 1 - \left[ \sum_{j=1}^{k} \left( \frac{1}{J} \right) \cdot \left( \frac{F_j}{N} \right) \right]$$

Fj= تعداد مدارک دارای j نویسنده که در دوره زمانی مشخصی در یک زمینه منتشر شده‌اند؛

N= تعداد کل مدارک که در همان دوره زمانی مشخص در آن زمینه منتشر شده‌اند؛

K= بیشترین تعداد نویسندگان به‌ازای هر مدرک در یک زمینه (آجی فیروکی و ژان تگ ۲۰۰۰).

به‌منظور بررسی شبکه هم‌تألیفی مؤلف، فایل‌های ذخیره‌شده به فرمت متن ساده با استفاده از نرم‌افزار ویرایشگر متن[8] به یک فایل متن ساده با پسوند txt. تبدیل شد، سپس با استفاده از نرم

1. IET Inspec Thesaurus 2010
2. Compendex Thesaurus
3. Personal Brain
4. Collection
5. Science Citation Index Expanded (SCI-Expanded)
6. plain text
7. Bibexcel
8. Microsoft Office Word

افزار بیب اکسل، طراحی‌شده به‌وسیله اُل پرسون از دانشگاه اُما[1]، به داده‌های قابل خواندن به‌وسیله نرم‌افزار اکسل و پاژک تبدیل شد و داده‌ها براساس نام نویسندگان (تگAU)، به‌وسیله نرم‌افزار پاژک به‌صورت شبکه درآمد و کار تحلیل شبکه انجام شد.

### ٦. تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این بخش پاسخ سؤالات پژوهش ارائه می شود. در پاسخ به پرسش اول پژوهش همان‌گونه که در جدول ۱ به‌خوبی قابل مشاهده است، هر چه به سال‌های پایانی نزدیک می‌شویم، تعداد نویسندگان در یک طیف افزایش پیدا می‌کند. حدود ۹۵.۶۶ درصد مدارک به‌وسیله بیش از یک نویسنده نوشته شده است. بیشتر مدارک تألیفی مورد بررسی در پژوهش حاضر (۲۹/۴۹ درص)، مدارک سه‌نویسنده‌ای و در مجموع ۲۵۶۶ مدرک (۵۵/۷۲ درصد)، دو یا سه‌نویسنده‌ای هستند. در ۹۱/۵۳ درصد مدارک تعداد نویسندگان پنج یا کمتر از پنج نویسنده بوده است. در پاسخ به پرسش دوم نیز که در رابطه با میانگین تعداد نویسندگان مقالات، نسبت مقالات دارای چند نویسنده و ضریب همکاری در تولیدات علمی نانوفنّاوری ایران نمایه‌شده در نمایه استنادی علوم در سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۱ بود، نتایج این بررسی را می‌توان در جدول ۲ مشاهده نمود.

**جدول ۱. توزیع فراوانی همکاری گروهی پژوهشگران نانوفنّاوری ایران نمایه‌شده در نمایه استنادی علوم به‌تفکیک سال‌های مورد بررسی**

| تعداد مؤلف / سال | ۱ | ۲ | ۳ | ٤ | ٥ | ٦ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۱۱ | ۱۲ | ۱۳ | ۱٤ | ۱٥ | تعداد تولیدات علمی | درصد |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱۹۹۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰/۰۲ |
| ۱۹۹۷ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰/۰۲ |
| ۱۹۹۹ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰/۰۲ |
| ۲۰۰۱ | ۰ | ۱ | ۰ | ۳ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۴ | ۰/۰۹ |
| ۲۰۰۲ | ۰ | ۵ | ۳ | ۲ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۳ | ۰/۲۸ |
| ۲۰۰۳ | ۰ | ۲ | ۶ | ۲ | ۲ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۲ | ۰/۲۶ |
| ۲۰۰۴ | ۴ | ۶ | ۴ | ۵ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۲۲ | ۰/۴۸ |

←

1. Olle Persson, Umea University

→

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲۰۰۵ | ۰ | ۱۷ | ۱۵ | ۹ | ۳ | ۵ | ۱ | ۵ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۵۵ | ۱.۱۹ |
| ۲۰۰۶ | ۶ | ۳۰ | ۳۷ | ۲۸ | ۱۰ | ۴ | ۲ | ۱ | ۲ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱۲۳ | ۲.۶۷ |
| ۲۰۰۷ | ۷ | ۸۸ | ۷۵ | ۷۰ | ۲۹ | ۱۲ | ۴ | ۴ | ۴ | ۲ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۲۹۵ | ۶.۴۱ |
| ۲۰۰۸ | ۳۱ | ۱۲۴ | ۱۹۲ | ۱۱۰ | ۴۱ | ۳۲ | ۱۰ | ۷ | ۲ | ۲ | ۰ | ۰ | ۲ | ۰ | ۰ | ۵۵۳ | ۱۲.۰۱ |
| ۲۰۰۹ | ۵۹ | ۲۸۰ | ۲۹۶ | ۲۱۰ | ۸۷ | ۳۷ | ۲۲ | ۷ | ۶ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | ۱۰۰۵ | ۲۱.۸۲ |
| ۲۰۱۰ | ۶۱ | ۳۶۷ | ۴۱۷ | ۲۹۷ | ۱۵۶ | ۶۰ | ۲۸ | ۱۰ | ۶ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۴۰۳ | ۳۰.۴۷ |
| نامشخص | ۱ | ۴ | ۳ | ۳ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۴ | ۰/۳۰ |
| تعداد | ۲۰۰ | ۱۲۰۸ | ۱۳۵۸ | ۹۹۵ | ۴۵۴ | ۲۱۳ | ۹۷ | ۴۲ | ۲۲ | ۹ | ۲ | ۱ | ۱ | ۲ | ۱ | ۴۶۰۵ | ۱۰۰ درصد |

همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، روند شاخص همکاری نویسندگان نانوفنّاوری ایران دارای نوسان است. شاخص همکاری در هر مدرک در حوزه نانوفنّاوری **۳/۳۹** است. بیشترین شاخص همکاری در این حوزه در سال **۱۹۹۷** با شش نویسنده در هر مدرک است. مقدار شاخص همکاری، تفاوت بین سطوح نویسندگان را مشخص می‌سازد (آجی فیروکی و ژان تگ ۲۰۰۰). درجه همکاری به مقالات تک‌نویسنده وزن صفر می‌دهد و به مقالاتی که دارای تعداد نویسندگان بیشتری هستند، وزن بیشتری می‌دهد (حریری و نیکزاد **۱۳۹۰**) درجه همکاری پژوهشگران نانوفنّاوری ایران **۹۶**٪ است که حاکی از گرایش بیشتر نویسندگان این حوزه به هم‌تألیفی است. ضریب همکاری، به‌منظور مطالعه روند رشد هم‌تألیفی است (عصاره **۱۳۸۸**) و مزایای هر دو مقیاس را در خود دارد. مقدار آن بین صفر و یک قرار می‌گیرد (آجی فیروکی و ژان تگ ۲۰۰۰). این عدد هر چه از ۵٪ بیشتر باشد، حاکی از آن است که همکاری گروهی بین نویسندگان در سطح مطلوب‌تری قرار دارد و هر چه به عدد صفر نزدیک‌تر شود، نشان‌دهنده ضعیف بودن میزان همکاری گروهی بین نویسندگان است (افشار، عبدالمجید، و دانش **۱۳۸۸**). در نمایه استنادی علوم، بیشترین ضریب مشارکت **۰/۸۳** و مربوط به سال **۱۹۹۷** بوده است و بیشترین مشارکت در این سال در تولید مدارک شش‌نویسنده‌ای با تولید یک مدرک بوده است. کمترین ضریب مشارکت مربوط به سال **۱۹۹۹** با عدد **۰/۵** است. روند ضریب مشارکت نویسندگان فراز و نشیب‌های زیادی داشته است و از الگوی خاصی پیروی نمی‌کند. ضریب مشارکت در کل بازه زمانی مورد بررسی **۰/۶۴** بود که این امر نشان‌دهنده تمایل بالای نویسندگان این حوزه به تولید مدارک علمی مشارکتی است.

**جدول۲. توزیع شاخص همکاری، درجه همکاری، و ضریب همکاری نویسندگان نانوفنّاوری ایران نمایه‌شده در نمایه استنادی علوم به‌تفکیک سال‌های مورد بررسی**

| سال / شاخص ها | ۱۹۹۱ | ۱۹۹۷ | ۱۹۹۹ | ۲۰۰۱ | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | کل |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| شاخص همکاری | 4 | 6 | 2 | 3.5 | 3.46 | 3.33 | 3.14 | 3.76 | 3.57 | 3.46 | 3.40 | 3.26 | 3.36 | 3.49 | 3.39 |
| درجه همکاری | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.82 | 1 | 0.95 | 0.98 | 0.94 | 0.94 | 0.96 | 0.97 | 0.96 |
| ضریب همکاری | 0.75 | 0.83 | 0.5 | 0.69 | 0.65 | 0.67 | 0.54 | 0.67 | 0.64 | 0.65 | 0.64 | 0.62 | 0.64 | 0.66 | 0.64 |

در پاسخ به سؤال سوم پژوهش، دو نوع شمارش کلی و شمارش کسری مورد توجه بوده است. در شمارش کلی، امتیاز کامل به هر نویسنده اختصاص می‌یابد. این روش در قالب عدد صحیح، فرض را بر این می‌گیرد که نویسنده اول یا دارای حق تجدید چاپ، بیشترین سهم را در مدارک دارای نویسندگان مشترک دارد. اما، در شمارش کسری، کسری از امتیاز به هر نویسنده اختصاص داده می‌شود و تعداد مدارک را برحسب سهم یک نویسنده می‌دهد و فرض را بر این قرار می‌دهد که تمامی نویسندگان درگیر در تألیف مدرک دارای نویسندگان مشترک، سهمی مساوی داشته‌اند و جمع آنها برابر با یک است (موئد ۲۰۰۰، ۳۶۹؛ Persson, Danell, and Schneider 2009) با این توصیف، در مورد پرکارترین نویسندگان و میزان مشارکت آنها به‌صورت شمارش کلی، با توجه به جدول ۳، "علیرضا اشرفی" و "مسعود صلواتی نیاسر" (با ۱۰۱ مدرک از سال ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۱ و به‌طور متوسط ۴۸۱ مدرک در هر سال) به‌طور مشترک جایگاه نخست را به‌خود اختصاص دادند. از نظر همکاری گروهی نویسندگان پرکار در تولید مدرک خودشان نیز بیشترین همکاری توسط این دو نفر بوده است. ۱۵ نویسنده پرکار رتبه‌های یکم تا دهم (جدول ۳) در سال‌های مورد بررسی هر کدام بین ۱-۲ مدرک منتشر کرده‌اند و در این بین، رسول دیناروند دارای بیشترین مرکزیت بینیّت است (0.06) و بعد از آن، به‌ترتیب صدرنژاد (با مرکزیت بینیّت 0.04) و قربانی (با مرکزیت بینیّت 0.040) در رتبه‌های دوم و سوم قرار دارند.

**جدول۳. توزیع فراوانی، درصد، معدل تعداد مدارک، و مرکزیت بینیّت پرکارترین نویسندگان ایرانی حوزه نانوفنّاوری از لحاظ تعداد مدرک و میزان مشارکت (شمارش کلی)**

| رتبه | نویسنده | تعداد تولیدات علمی | | | | | جمع | درصد | معدل تعداد مدارک در سال | مرکزیت بینت |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | یک نویسنده | دو نویسنده | سه نویسنده | چهار نویسنده | بیش از چهار نویسنده | | | | |
| ۱ | Ashrafi AR | 2 | 53 | 36 | 10 | - | 101 | 2.19 | 4.81 | 0.021 |
| ۱ | Salavati-Niasari | 18 | 13 | 52 | 12 | 6 | 101 | 2.19 | 4.81 | 0.026 |
| ۲ | Morsali A | - | 45 | 18 | 5 | 2 | 70 | 1.52 | 3.33 | 0.024 |
| ۲ | Ghorbani M | 4 | 33 | 23 | 6 | 4 | 70 | 1.52 | 3.33 | 0.040 |
| ۳ | Davar F | - | 4 | 47 | 8 | 4 | 63 | 1.36 | 3 | 0.002 |
| ۴ | Mirzaei M | 7 | 34 | 10 | 6 | - | 57 | 1.24 | 2.71 | 0.01 |
| ۵ | Ganjali MR | - | - | 1 | 15 | 36 | 52 | 1.13 | 2.48 | 0.03 |
| ۶ | Norouzi P | - | - | 1 | 14 | 34 | 49 | 1.06 | 2.33 | 0.03 |
| ۷ | Enayati MH | - | 3 | 29 | 13 | 2 | 47 | 1.02 | 2.23 | 0.02 |
| ۷ | Sadrnezhaad | - | 8 | 7 | 11 | 21 | 47 | 1.02 | 2.23 | 0.04 |
| ۸ | Salimi A | - | 4 | 14 | 22 | 6 | 46 | 1 | 2.19 | 0.01 |
| ۸ | Simchi A | 1 | 4 | 23 | 9 | 9 | 46 | 1 | 2.19 | 0.03 |
| ۹ | Taghavinia N | - | 4 | 5 | 15 | 19 | 43 | 0.93 | 2.05 | 0.04 |
| ۹ | Dinarvand R | - | - | 4 | 4 | 35 | 43 | 0.93 | 2.05 | 0.06 |
| ۱۰ | Akhavan O | 8 | 10 | 5 | 15 | 2 | 40 | 0.87 | 1.90 | 0.01 |

در مورد پرکارترین نویسندگان و میزان مشارکت آنها به‌صورت شمارش کسری، با توجه به جدول ۴، "مسعود صلواتی نیاسر" (45.917 مدرک) رتبه اول را به‌خود اختصاص داده و "علیرضا اشرفی" با 42.988 مدرک در رتبه دوم قرار گرفته است. از نظر همکاری گروهی نویسندگان پرکار در تولید مدرک خودشان نیز بیشترین همکاری به‌ترتیب توسط Ashrafi AR، Morsali A، Salavati-Niasari M، Ghorbani M، Mirzaei M، Davar F، Riahi S، Nazari A، Akhavan O، و Moradi A بوده است. در بین ۱۰ نویسنده پرکار جدول ۴ در سال‌های مورد بررسی قربانی دارای بیشترین مرکزیت بینیّت است. (0.040) و بعد از او به‌ترتیب صلواتی نیاسر (با مرکزیت بینیّت 0.026) و مرسلی (با مرکزیت بینیّت024. ۰) در رتبه‌های دوم و سوم قرار دارند.

**جدول ٤. توزیع فراوانی و مرکزیت بینیّت پرکارترین نویسندگان ایرانی حوزه نانوفنّاوری از لحاظ تعداد مدرک و میزان مشارکت (شمارش کسری)**

| رتبه | نویسنده | تعداد مقالات تألیفی | | | | | جمع | مرکزیت بینیّت |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | یک نویسنده | دو نویسنده | سه نویسنده | چهار نویسنده | بیش از چهار نویسنده | | |
| ۱ | Salavati-Niasari M | 18 | 6.5 | 17.318 | 3 | 1.101 | 45.917 | 0.03 |
| ۲ | Ashrafi AR | 2 | 26.5 | 11.988 | 2.5 | – | 42.988 | 0.02 |
| ۳ | Ghorbani M | 4 | 16.5 | 7.659 | 1.5 | 0.8 | 30.459 | 0.04 |
| ۴ | Morsali A | - | 22.5 | 5.994 | 1.25 | 0.31 | 30.054 | 0.02 |
| ۵ | Mirzaei M | 7 | 17 | 3.33 | 1.5 | - | 28.83 | 0.01 |
| ۶ | Moradi A | 19 | 3 | - | 0.75 | - | 22.75 | 0.00 |
| ۷ | Davar F | - | 2 | 15.651 | 2 | 0.734 | 20.385 | 0.002 |
| ۸ | Akhavan O | 8 | 5 | 1.665 | 3.75 | 0.4 | 18.815 | 0.01 |
| 9 | Nazari A | 1 | 15.5 | - | 0.25 | - | 16.75 | 0.0002 |
| 10 | Riahi S | - | 15.5 | - | 0.25 | 0.343 | 16.093 | 0.001 |

در پاسخ به سؤال چهارم پژوهش، دو نوع شمارش برای استنادها مورد توجه بوده است: شمارش بدون حذف تکراری‌ها (شمارش همه استنادها)؛ شمارش با حذف تکراری‌ها؛ شمارش با حذف تکراری یعنی حذف واحدهای یکسان با همان شماره شناسایی مدرک. در این پژوهش، واحدهای مؤلفان مورد استناد هستند. حذف به این خاطر صورت می‌گیرد که چندین مدرک در فهرست مآخذ ممکن است توسط همان مؤلف منتشر شده باشد (Persson, Danell, and Schneider 2009) با توجه به جدول ۵، مؤلفان پراستناد بیشتر از خارج از کشور هستند با این وجود، براساس شمارش بدون تکرار، سه نویسنده ایرانی که بیشترین استنادها را به‌خود اختصاص داده‌اند به‌ترتیب علیرضا اشرفی، مسعود صلواتی نیاسر (از دانشگاه کاشان)، و عبدالله سلیمی (از دانشگاه کردستان) هستند و به هر یک از نویسندگان پراستناد ایرانی حوزه نانوفنّاوری در طول هر سال، ۱۲–۱۷ استناد اختصاص یافته است. براساس شمارش همه استنادها، سه نویسنده ایرانی که بیشترین استنادها را به‌خود اختصاص داده‌اند، به‌ترتیب علیرضا اشرفی، مسعود صلواتی نیاسر (از دانشگاه کاشان)، و محمدرضا گنجعلی (از دانشگاه تهران) هستند و به

هـر یـک از نویسـندگان پراسـتناد ایرانـی حـوزه نانوفنّـاوری در طـول هـر سـال، ۱۸-۳۵ اسـتناد اختصاص یافته است. مؤلفی که پراستناد است و مرکزیـت بینیّـت قـوی دارد، نشـان مـی‌دهـد کـه تأثیر غالبی بر اجتمـاع[1] آن حـوزه دارد (Chen, Song, and Zhu 2007) کـه از نظـر شـمارش بـدون تکرار استنادها، مسعود صلواتی نیاسر (با مرکزیت بینیّـت 0.03) و از نظـر شـمارش همـه اسـتنادها، محمدرضا گنجعلی (بـا مرکزیـت بینیّـت 0.03) تـأثیر غـالبی بـر اجتمـاع حـوزه نانوفنّـاوری ایـران داشته‌اند.

**جدول ۵. توزیع فراوانی پراستنادترین نویسندگان حوزه نانوفنّاوری در تولیدات علمی پژوهشگران نانوفنّاوری ایران با شمارش کلی بدون تکرار استنادها و شمارش کلی همه استنادها**

| رتبه | نویسندگان به‌عنوان استنادشده‌ها | تعداد استنادها (بدون تکرار) | معدل تعداد استنادها در سال (بدون تکرار) | رتبه | نویسندگان به‌عنوان استنادشده‌ها | تعداد استنادها (همه استنادها) | معدل تعداد استنادها در سال (همه استنادها) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | Diudea MV | 395 | 18.81 | ۱ | Ashrafi AR | 728 | 34.66 |
| ۲ | Ashrafi AR | 349 | 16.62 | ۲ | Diudea MV | 677 | 32.24 |
| ۳ | WANG J | 322 | 15.33 | ۳ | Salavati-Niasari M | 659 | 31.38 |
| ۴ | Salavati-Niasari M | 274 | 13.05 | ۴ | Ganjali MR | 374 | 17.81 |
| ۵ | Salimi A | 260 | 12.38 | ۵ | Wang J | 341 | 16.24 |
| ۶ | IIJIMA S | 242 | 11.52 | ۶ | Salimi A | 299 | 14.24 |
| ۷ | Ganjali MR | 234 | 11.14 | ۷ | GUTMAN I | 278 | 13.24 |
| ۸ | GUTMAN I | 227 | 10.81 | ۸ | IIJIMA S | 271 | 12.90 |
| ۹ | SURYANARAYANA C | 197 | 9.38 | ۹ | Khadikar PV | 257 | 12.24 |
| ۱۰ | CULLITY BD | 195 | 9.28 | ۱۰ | IRANMANESH A | 248 | 11.81 |

در پاسخ به سؤال پنجم، با استفاده از فنون تحلیل شبکه اجتماعی نتایج زیر به‌دسـت آمـد. بـا توجه به جدول ۶، از آنجایی که تعداد خطوط یا پیوندهـا[2] در شـبکه هـم‌تـألیفی مؤلـف تولیـدات علمی پژوهشگران نانوفنّاوری ایران از تعداد رئوس بیشتر است، می‌توان نتیجـه گرفـت کـه شـبکه پیوسته[3] است.

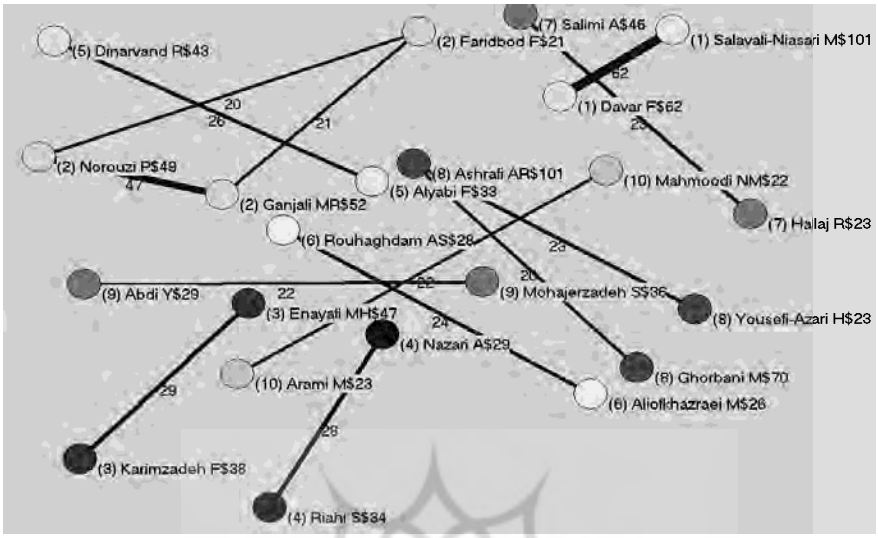
1. Community 2. Links 3. dense network

**جدول ٦. تحلیل شبکه هم‌تألیفی مؤلف تولیدات علمی پژوهشگران نانوفنّاوری ایران**

| تعداد شبکه‌های فرعی (مؤلفه‌های قوی) | تعداد گره‌ها | تعداد پیوندها | ضریب خوشه‌بندی شبکه | میانگین فاصله میان گره‌ها |
|---|---|---|---|---|
| ۲۳۱ | ۶۰۰۱ | ۱۶۴۴۴ | ۰/۳۵۰۵۵ | ۵.۴۰۹۴ |

در پاسخ به سؤال ششم، در ماتریس به‌دست‌آمده از نام مؤلفان که شامل فراوانی هم‌وقوعی و سپس دو مؤلف جفت[1] شده است 16444 جفت مؤلف (یال) وجود دارد. محدوده دفعاتی که جفت مؤلفان با هم به‌عنوان نویسنده همکار بودند، بین یک‌بار هم‌تألیفی و ۶۲ بار هم‌تألیفی است. 12920 جفت مؤلف (یک یال) ارزش خطی (چندگانگی)[2] برابر با یک دارند، یعنی ۷۸/۵۷ درصد جفت مؤلف با یک دفعه همکاری به‌هم وصل شدند. حدود ۹۰ درصد جفت مؤلفان وزن پیمایشی دو یا کمتر دارند. ۳۴ جفت مؤلف یک ارزش بیش از ۱۳ دارند. یک جفت مؤلف برای توسعه متون مرکزیت خیلی مهم است؛ آن وزن پیمایشی ۶۲ (خیلی زیاد) دارد. به‌عبارت دیگر، بالاترین ارزش خطی مربوط به هم‌تألیفی بین Davar F$62-Salavati-Niasari M$101 با ۶۲ بار هم‌تألیفی است. پس از آن، هم‌تألیفی‌های بین Ganjali MR$52-Norouzi P$49، Enayati MH$47-Karimzadeh F$38، Nazari A$29-Riahi S$34 و Atyabi F$33-Dinarvand R$43 به‌ترتیب با ۴۷، ۲۹، ۲۸، و ۲۶ بار هم‌تألیفی در رده‌های دوم تا پنجم میزان هم‌تألیفی هستند. شبکه دارای یک زیرشبکه slice–شصت و دوتایی است. یک M-slice، یک زیرشبکه تعریف‌شده به‌وسیله چندگانگی یا ارزش خطوط است. در یک M-slice، رأس‌ها به‌وسیله خطوطی با درجه m یا بیشتر با دست‌کم یک رأس دیگر ارتباط دارند. این مفهوم به‌وسیله جان اسکات[3] معرفی شده است (Nooy, Mrvar, and Batagelj 2005). در شبکه slice–شصت و دوتایی، ۳۸۶۵ مؤلف علاوه بر اتصال به‌وسیله خطوطی با ارزش یک یا بیشتر با هم (دست‌کم یک دفعه هم‌تألیفی)، دست‌کم با یک مؤلف دیگر نیز ارتباط دارند. نقشه ۱، شبکه هم‌تألیفی مؤلف پژوهشگران نانوفنّاوری ایران را با خطوطی با ارزش بین ۲۰ تا ۶۲ به‌نمایش می‌گذارد که دارای ۱۰ مؤلفه قوی و ۲۲ نویسنده است.

1. Match 2. Multiplicity 3. John Scott

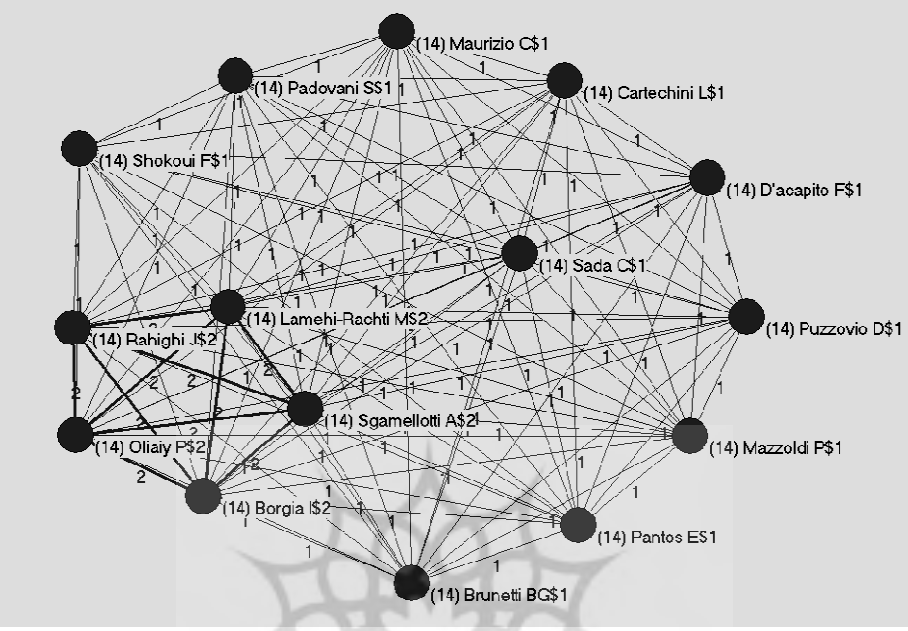



**نقشه ۱. شبکه هم‌تألیفی مؤلف پژوهشگران نانوفنّاوری ایران با خطوطی با ارزش بزرگ‌تر و مساوی ۲۰ (نمای دوبعدی-رنگ گره‌ها براساس تعداد مؤلفه قوی در این شبکه است- جایگزینی گره‌ها براساس میزان شباهت[1] است- ضخامت خط‌ها نشان‌دهنده تعداد هم‌تألیفی است.)**

در شبکه غیرجهت‌دار نمی توان اعتبار[2] ساختاری را اندازه‌گیری کرد. در عوض، درجه رأس به‌عنوان یک مقیاس ساده مرکزیت استفاده می‌شود. استفاده از درجه برای شناسایی خوشه‌هایی از رئوس است که ارتباط محکمی دارند، زیرا هر رأس، دست‌کم درجه خاص در داخل خوشه دارد. درجه رأس، تعداد خطوطی است که با آن رأس اتفاق می‌افتد که از جمع درجه ورودی با درجه خروجی به‌دست می‌آید که در شبکه غیرجهت‌دار ساده برابر با تعداد همسایگانش است. بنابراین، k-core رئوسی را دربرمی‌گیرد که دست کم k همسایه در داخل core دارند (Nooy, Mrvar and Batagelj 2005). در پاسخ سؤال هفتم، ۱۴-core شناسایی شد که به‌معنای این است که نویسندگانی دست کم ۱۴ همسایه در داخل core دارند و آنهایی که ۱۴-core هستند، ۱۵ نویسنده‌ای هستند (نقشه ۲).

1. similarity

۲. Prestige: درجه ورودی رأس در یک شبکه جهت‌دار به‌معنای محبوبیت است (Nooy, Mrvar, and Batagelj 2005).

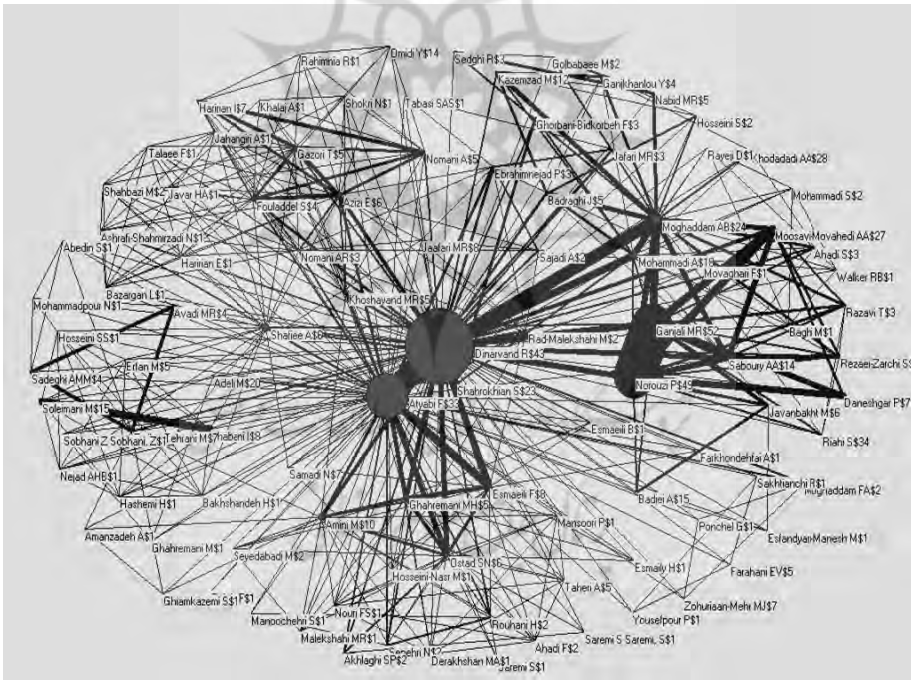



**نقشه ۲. Core-۱٤ در شبکه هم‌تألیفی مؤلف تولیدات علمی نانوفنّاوری ایران (نمای دوبعدی-ضخامت خط براساس میزان هم‌تألیفی است.)**

با محاسبه درجه رأس‌ها، نتایج نشان داد که محدوده دفعات هم‌تألیفی بین ۱ و ۱۰۱ است. کل دفعات هم‌تألیفی ۳۲۸۸۸ است. میانگین، میانه، و انحراف معیار تعداد دفعات هم‌تألیفی (درجه رأس‌ها) به‌ترتیب 5.4804، ۴ و 5.9521 است. ۵۲۵ نویسنده وجود داشت که فقط با یک نفر هم‌تألیفی داشتند و درجه آنها یک است. ۵۸/۶۰ درصد (نیمی) از نویسندگان ۴ رابطه دریافت کردند.

در پاسخ به سؤال هشتم، نتایج نشان داد محدوده مرکزیت بینیّت نویسندگان در شبکه بین صفر و ۰۵۷۲/. و تمرکز بینیّت شبکه ۰۵۶۶۶/. بود. رسول دینارونـد دارای بیشترین مرکزیت بینیّت و مشهورترین نویسنده بوده، چون درجه آن ۱۰۱ بوده است. بعد از دینارونـد، به‌ترتیب Atyabi F$33، Ganjali MR$52، Norouzi P$49، Taghavinia N$43، Sadrnezhaad SK$47، Beitollahi A$21، Simchi A$46، Rashidi AM$28، Mohajerzadeh S$36 با درجه رأس ۹۱، ۷۷،۷۸، ۷۴، ۷۱، ۶۸، ۶۳، ۶۱، و ۵۵ دارای بیشترین مرکزیت بینیّت بودند (شماره بعد از $ تعداد مقالات نویسنده به‌صورت شمارش کلی است). به‌دلیل تعداد زیاد نویسندگان در شبکه هم‌تألیفی مؤلف در این مقاله فقط شبکه همسایگان دینارونـد، یعنی نویسندگانی که مشارکت

بیشتری با رسول دینا‌روند داشتند، در نقشه ۳ به‌نمایش درآمده است، چون نرم‌افزار پاژک به‌هنگام طرح‌بندی شبکه به‌وسیله الگوریتم کامادا-کاوایی[1] با ۶۰۰۱ نویسنده دچار مشکل می‌شود. در مورد فاصله دینا‌روند با همه نویسندگان دیگر در شبکه نتایج نشان داد که محدوده فاصله بین صفر تا نه است. دامنه در دست کم فاصله دو، ۵۷۰ نویسنده را دربرمی‌گیرد. دینا‌روند دارای ۱۰۱ نفر همسایه بوده است. ۹۵۱ نویسنده با دینا‌روند به‌وسیله یک مسیر متصل نیستند، یعنی آنها متعلق به دامنه‌اش نیستند. در نقشه ۳، ۵۰۹ جفت مؤلف (یال) وجود دارد که ۳۷۶ جفت مؤلف (یال) آن ارزش خطی یک دارند. چگالی خودمحوری رسول دینا‌روند که چگالی ارتباط میان همسایگانش است ۰/۰۹۸۸۱، تمرکز بینیّت شبکه ۰/۶۱۰۲۱، ضریب خوشه‌بندی شبکه ۰/۳۰۱۳۲، و میانگین درجه رأس‌ها 9.9803922 است. بالاترین ارزش خطی مربوط به هم‌تألیفی بین Ganjali MR$52-Norouzi P$49، با ۴۷ بار هم‌تألیفی است.



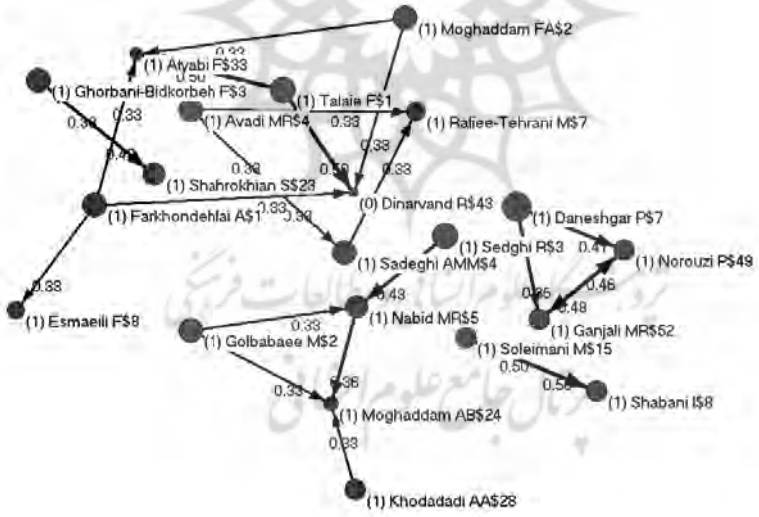

**نقشه ۳. شبکه همسایگان نویسنده‌ای که بزرگ‌ترین مرکزیت بینیّت را در بین پژوهشگران نانوفنّاوری ایران دارد.[2]**

1. kamada-kawai

۲. نمای دوبعدی- اندازه گره براساس میزان مرکزیت بینیّت است- ضخامت خط براساس میزان هم‌تالیفی است.

در پاسخ به ادامه سؤال هشتم، مشخص شد که فاطمه اطیابی دارای بیشترین نقش هماهنگ‌کننده[1] بوده است (۴۹۴۲ نقش). بعد از وی، Moghaddam AB$24، Azizi E$6، Mohammadi A$18 و Shafiee A$6 به‌ترتیب با ۳۴۸، ۲۹۶، ۲۵۴، و ۲۵۰ نقش هماهنگ‌کننده در رتبه‌های دوم تا پنجم قرار گرفتند. ۶۱ نویسنده (از جمله رسول دیناروند) نیز هیچ نقش هماهنگ‌کننده نداشتند. رسول دیناروند تنها نویسنده‌ای دارای نقش واسطه سیار[2] بوده است (۹۲۸۴ نقش). گره‌ها در نقشه ۳، ایفاکننده سه نقش دیگر نبودند.

در پاسخ به سؤال نهم، باید گفت در شبکه جهانی ایران، رابطه‌های Satvati H$1.Nikoofard N$1، Norooz-Asl R$1.Afkhami A$6، HR$1.Lotfollahi MN$1، Fazli Mansouri SS$1.Ghader S$7 و Golneshan AA$2.Lahonian M$2 به‌ترتیب در رتبه‌های اول تا پنجم اهمیت رابطه قرار دارند، اما در شبکه محلی (نقشه ۳) رابطه‌های Shabani I$8.Soleimani M$15، Talaie F$1.Atyabi F$33، Soleimani M$15.Shabani I$8، Talaie F$1.Dinarvand R$43 و Norouzi P$49.Ganjali MR$52 به‌ترتیب در رتبه‌های اول تا پنجم اهمیت رابطه قرار گرفتند (نقشه ۴).




**نقشه ٤. زیرشبکه قوت متناسب رابطه با ارزش خطی دست‌کم 0.33 در شبکه همسایگان نویسنده‌ای که بزرگ‌ترین مرکزیت بینیّت را در بین پژوهشگران نانوفنّاوری ایران دارد (نمای دوبعدی-اندازه گره براساس میزان محدودیت کلی است).**

1. Coordinator 2. itinerant broker

در پاسخ به سؤال دهم، باید ابتدا اشاره کرد که حفره‌های ساختاری نشان‌دهنده وجود زمینه برای ایفای نقش میانجی در ارتباطات علمی و اجتماعی است. بنابراین، گره های[1] (در این پژوهش نویسندگانی) با محدودیت کلی[2] بالاتر، "آزادی" کمتری دارند تا از روابط موجود کناره‌گیری کنند یا از حفره‌های ساختاری بهره‌برداری کنند (Nooy, Mrvar, and Batagelj 2005). به‌عبارت دیگر، به هر اندازه که نویسنده‌ها به‌سوی تک‌نویسندگی روی می‌آورند، از ارتباطات علمی فاصله می‌گیرند و به‌معنای اجتماعی از امتیازات قرار گرفتن در گروه‌ها محروم می‌شوند. در مقابل، روی آوردن به هم‌تألیفی این زمینه را برای نویسنده فراهم می‌آورد که علاوه بر برخورداری از مزایای قرار گرفتن در شبکه علمی (که مورد توجه دیگران قرار می‌گیرد)، می‌تواند عاملی برای ارتباط دادن نویسندگان دیگر به شبکه نیز باشد. بنابراین، نویسندگان با محدودیت بالا، تعداد مدرک و هم‌تألیفی کمتری دارند. در شبکه هم‌تألیفی مؤلف تولیدات علمی پژوهشگران نانوفنّاوری ایران، محدوده محدودیت کلی نویسندگان بین ۰/۰۵۱۳ (Beitollahi A$21) و ۱/۵۸۰۲ (Esfahani SIR$3)، مجموع کل محدودیت کلی نویسندگان 3619.8649، میانگین ۰/۶۰۳۲، میانه ۰/۵۸۱۴، و انحراف استاندارد ۰/۲۵۲۵ است. ۶۸/۰۵۵۳ درصد (بیش از نیمی) از نویسندگان محدودیت کلی بین صفر تا ۰/۷۱۳ دارند. بعد از سیدایمان روحانی اصفهانی، ۴ نفر دیگر محدودیت کلی‌شان بزرگ‌تر از ۱/۲۴۰ است که در جدول ۷ آورده شده‌اند.

**جدول۷. میزان محدودیت کلی نویسندگانی که بالاترین محدودیت کلی را در شبکه هم‌تألیفی مؤلف تولیدات علمی نانو فنّاوری ایران داشته‌اند.**

| ردیف | نویسنده | میزان محدودیت کلی |
|---|---|---|
| ۱ | Farman H$1 | ۱.۴۰۲ |
| ۲ | Goupalov SV$1 | ۱.۳۸۹ |
| ۳ | Quintanar G$1 | ۱.۳۸۹ |
| ۴ | Alinia-ziazi A$2 | ۱.۳۱۲ |

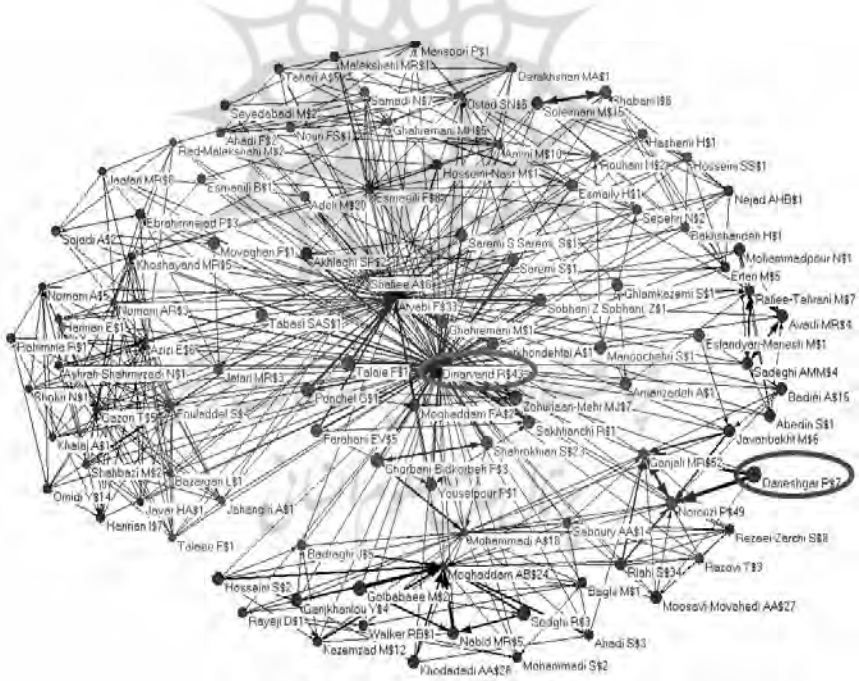
در نقشه ۵، به‌وسیله الگوریتم کامادا-کاوایی، رأس‌هایی که به‌وسیله پیوندهایی از محدودیت‌های بالا مرتبط هستند، نزدیک به‌هم رسم می‌شوند. در شبکه هم‌تألیفی همسایگان دینارونـد، محدوده محدودیت کلی نویسندگان بین ۰/۰۹۶۲ (Dinarvand R$43) و ۰/۷۹۲۵ (Daneshgar P$7)، مجموع کل محدودیت کلی نویسندگان 39.3941، میانگین ۰/۳۸۶۲، میانه

1. Nodes 2. aggregate constraint

۰/۳۸۸۳، و انحراف استاندارد ۰/۱۱۹۸ است. بعد از پرنـدیس دانشـگر، ۶ نفـر دیگـر محـدودیت کلی‌شان بزرگ‌تر از 0.56 است که به‌ترتیب در جدول ۸ آورده شده‌اند.

**جدول ۸. میزان محدودیت کلی نویسندگانی که بالاترین محدودیت کلی را در شبکه همسایگان نویسنده‌ای که بزرگ‌ترین مرکزیت بینیّت را در بین پژوهشگران نانوفنّاوری ایران دارد، داشته‌اند.**

| ردیف | نویسنده | میزان محدودیت کلی |
|---|---|---|
| ۱ | Talaie F$1 | ۰.۶۷۱ |
| ۲ | Sedghi R$3 | ۰.۶۰۲ |
| ۳ | Golbabaee M$2 | ۰.۵۸۴ |
| ۴ | Ghorbani-Bidkorbeh F$3 | ۰.۵۶۹۸ |
| ۵ | Ponchel G$1 | ۰.۵۶۸ |
| ۶ | Zohuriaan-Mehr MJ$7 | ۰.۵۶۷ |




**نقشه ۵. مصورسازی حفره‌های ساختاری در شبکه همسایگان نویسنده دارای بزرگ‌ترین مرکزیت بینت[1]**

۱. نمای دوبعدی- اندازه گره براساس میزان محدودیت کلی گـره اسـت- ضـخامت خـط براسـاس میـزان محـدودیت دوتـایی (Dyadic Constraint) یعنـی محـدودیت بـین دو نویسـنده اسـت-دایـره صـورتی نشـان‌دهنـده بـزرگ‌تـرین و کوچک‌ترین مقدار محدودیت کلی برای پژوهشگران است.

### ۷. بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاکی از این امر است که در مجموع، ۴۶۰۵ مدرک از ابتدای سال ۱۹۹۱ تا ۷ آگوست ۲۰۱۱ در حوزه نانوفنّاوری توسط پژوهشگران ایران در نمایه استنادی علوم پایگاه وب علم منتشر شده است که در تألیف این مدارک ۶۰۰۱ نفر پژوهشگر همکاری داشته‌اند. روند انتشار، در دوره ۲۰ ساله ۱۹۹۱-۲۰۱۰ بدون در نظر گرفتن سال ۲۰۰۳، از روندی صعودی برخوردار بوده است. ۸۸/۲۵ درصد مدارک بعد از سال ۲۰۰۸ منتشر شدند که با پژوهش حسن‌زاده و خدادوست (Hassanzadeh and Khodadust 2011) همخوانی دارد. به‌طور متوسط، در هر سال ۲۱۹ مدرک ایجاد شده است. حدود ۹۵/۶۶ درصد مدارک به‌وسیله بیش از یک نویسنده نوشته شده بود که در مقایسه با پژوهش حسن‌زاده و خدادوست (Hassanzadeh and Khodadust 2011) ۷/۴۶ درصد مدرک بیشتر است. بنابراین، از آنجا که در پژوهش حاضر سال ۲۰۱۱ بررسی شده است، می‌توان نتیجه گرفت که گرایش پژوهشگران به تولید علم به‌صورت همکاری گروهی بیشتر شده است.

بیشتر مدارک تألیفی مورد بررسی در پژوهش حاضر (۲۹/۴۹ درصد)، مدارک سه‌نویسنده‌ای هستند و در مجموع ۲۵۶۶ مدرک (۵۵/۷۲ درصد)، دو یا سه‌نویسنده‌ای بوده‌اند. تعداد نویسندگان ۹۱/۵۳ درصد مدارک، پنج یا کمتر از پنج پژوهشگر داشته و تعداد همکار در سال ۲۰۰۳، چهار همکار و در سال ۲۰۰۴، نه همکار بوده است. همچنین هر نویسنده به طور متوسط، ۰/۷۷ مدرک تولید کرده است که با نتیجه پژوهش میلُجویک (Milojevic 2009) مطابقت ندارد. فقط ۰/۱۵ درصد از مدارک با همکاری ۱۱ یا بیش از ۱۱ نویسنده نوشته شده‌اند. از نظر شمارش کلی، ۱/۰۵ درصد از نویسندگان به تولید ۸۰ درصد از مدارک پرداخته‌اند. در نمایه استنادی علوم، "علیرضا اشرفی" و "مسعود صلواتی نیاسر" از نظر شمارش کلی، جایگاه نخست پرکارترین نویسندگان نانوفنّاوری ایران را به‌دست آوردند و از نظر شمارش کسری، "مسعود صلواتی نیاسر" رتبه اول و "علیرضا اشرفی" رتبه دوم را به‌خود اختصاص داده است که با نتیجه پژوهش حسن‌زاده و خدادوست (Hassanzadeh and Khodadust 2011) هم‌سویی دارد. این نویسندگان علاوه بر این، جزء پراستنادترین نیز بوده‌اند.

همچنین، در این پژوهش برای اولین بار به محاسبه و مطالعه شاخص‌های هم‌تألیفی در حوزه نانوفنّاوری پرداخته شد و نتایج نشان داد که همکاری گروهی بین نویسندگان نانوفنّاوری ایران در سطح مطلوب‌تری قرار دارد (ضریب همکاری = ۰/۶۴ > ۰/۵). هر چند روند ضریب مشارکت نویسندگان از الگوی خاصی پیروی نمی‌کند، در طول دوره مورد بررسی، از ۰/۷۵ در

سال ۱۹۹۱ به ۰/۶۶ در سال ۲۰۱۱ رسیده است. میزان چندنویسندگی در سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۱، ۰/۹۶ بود که به‌نظر می‌رسد بیشتر نویسندگان این حوزه گرایش به هم‌تألیفی دارند. میانگین تعداد نویسندگان در هر مقاله در حوزه نانوفنّاوری طی سال‌های ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۴ توسط میلُجویک ۳.۷۶ برآورد شد (Milojevic 2009)، در حالی که این میانگین در سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۰، ۳/۳۹ برآورد شد. بنابراین، با توجه به اینکه پژوهش میلجویک در کل جهان بوده است، می‌توان نتیجه گرفت که همکاری‌های علمی در حوزه نانوفنّاوری توسط نویسندگان ایرانی (۳.۳۹) در مقایسه با همکاری‌های علمی نویسندگان کل جهان (۳/۷۶) بسیار کمتر است. با توجه به اینکه پژوهش حاضر، سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰ را شامل می‌شود، می‌توان نتیجه گرفت همکاری‌های صورت‌گرفته در سال‌های گذشته در جهان در این حوزه بیشتر از همکاری علمی نویسندگان ایرانی در سال‌های اخیر بوده است.

به‌طور متوسط، ۰/۷۸ همکاری‌های نانو هم‌تألیفی یک مقاله را داشتند که با نتیجه پژوهش اسچمر (Schummer 2004) مطابقت ندارد. ۹۱/۲۵ درصد از نویسندگان با بیش از یک نفر هم‌تألیفی داشتند، درحالی‌که در پژوهش میلُجویک ۶۶/۶۶ درصد مؤلفان نانوفنّاوری با همدیگر به‌وسیله بیش از یک مسیر مستقل ارتباط داشتند (Milojevic 2009). همچنین، با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش، بیشترین همکاری مؤلفان در حوزه نانوفنّاوری به‌ترتیب بین Davar F$62-Salavati-Niasari M$101، Ganjali MR$52-Norouzi P$49، Enayati MH$47-Karimzadeh F$38، Nazari A$29-Riahi S$34 و Atyabi F$33-Dinarvand R$43 با ۶۲، ۴۷، ۲۹، ۲۸، و ۲۶ بار هم‌تألیفی بوده است که با نتیجه پژوهش حسن‌زاده و خدادوست که نشان داد بیشترین هم‌مؤلفان رده بالای ایرانی‌ها در سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۰ از ایران بود (Hassanzadeh and Khodadust 2011) مطابقت دارد. این شاید به‌دلیل تحصیل بسیاری از نویسندگان ایرانی در حوزه نانوفنّاوری در کشور ایران یا به‌دلیل تحریم‌های اعمال‌شده علیه جمهوری اسلامی ایران و یا عدم آشنایی افراد، مؤسسات، دانشگاه‌ها و سایر عوامل مرتبط با تولیدات و فعالیت‌های علم با هم بوده است.

## ۸. منابع

آجی فیروکی، ایزولا، و کیو. بارل ژان‌تگ. ۲۰۰۰. ضریب همکاری: مقیاسی برای اندازه‌گیری همکاری در تحقیقات. ترجمه عبدالحسین فرج پهلو. ۱۳۸۶. *علوم و فنّاوری اطلاعات* ۲۳ ۱-۲: ۱۷۱-۱۸۵.

ابراهیمی، سعیده، و عبدالرسول جوکار. ۱۳۸۹. وضعیت انتشارات علمی دانشگاه‌های علوم پزشکی ایران بر مبنای شاخص‌های کمی و کیفی علم‌سنجی در سال‌های ۱۹۹۷-۲۰۰۶. *مدیریت اطلاعات سلامت* ۷ (۳): ۲۷۰-۲۸۲.

افشار، مینا، امیرحسین عبدالمجید، و فرشید دانش. ۱۳۸۸. میزان استنادات و مشارکت گروهی نویسندگان مقالات مجله پژوهش در علوم پزشکی. مدیریت اطلاعات سلامت ۶ (۲): ۱۲۳-۱۳۲.

بقایی، سولماز. ۱۳۸۷. *بررسی وضعیت هم‌تألیفی در مقالات ایرانی منتشرشده در مجلات ISI و تأثیر آن بر میزان استناد به این مقالات*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته کتابداری و اطلاع‌رسانی، دانشگاه تربیت مدرس.

جانعلی‌زاده چوب دستی، حیدر. ۱۳۷۸. تحلیلی بر نظریه‌های اجتماعی توسعه علم و تکنولوژی. *رهیافت*. ۹ (۲۱): ص ۳۵- ۴۶.

حریری، نجلا، و مهسا نیکزاد. ۱۳۹۰. شبکه‌های هم‌تألیفی در مقالات ایرانی رشته‌های کتابداری و اطلاع رسانی، روانشناسی، مدیریت، و اقتصاد در پایگاه ISI بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹. *علوم و فنّاوری اطلاعات* ۲۶ (۴): ۸۴۴-۸۲۵

حسن‌زاده، محمد، و سولماز بقایی. ۱۳۸۸. جامعه علمی، روابط علمی و هم‌تألیفی. *رهیافت* ۱۹ (۴۴): ۳۷-۴۱.

دیدگاه، فرشته، و محمدامین عرفان‌منش. ۱۳۸۸. مشارکت ایران و مالزی در تولید علم: بررسی الگوی هم‌تألیفی در وبگاه علوم. *مجله کتابداری* ۴۳ (۵۰): ۹۵-۱۱۵.

سرمایه‌گذاری در فنّاوریهای نوین، لازمه توسعه علمی است. ۱۳۸۷. http://www.hamshahrionline.ir/news-73692.aspx (دسترسی در ۱۳۹۰/۰۸/۱۷).

زوارقی، رسول، و جواد عباس‌پور. ۱۳۸۸. شبکه‌های هم‌تألیفی: ابزاری قدرتمند در بازنمایی دانش نهان دانشکاران دانشگاهی. در *دومین کنفرانس ملی مدیریت دانش، ۱۰-۱۱ بهمن ماه، ۱۳۸۸، تهران، مرکز همایش‌های بین المللی رازی تهران*، ۱-۲۰. تهران: دبیرخانه کنفرانس ملی مدیریت دانش.

عصاره، فریده. ۱۳۸۸. همکاری علمی پژوهشی، جامعه‌شناسی همکاری علمی. *کتاب ماه کلیات* (۱۴۳): ۲۱-۲۳.

محمدحسن‌زاده، حافظ، حسن ابوالقاسم گرجی، فرهاد شکرانه ننه‌کران، و علی ولی‌نژادی. ۱۳۸۷. بررسی تولیدات علمی نویسندگان دانشگاه علوم پزشکی ایران همراه با شبکه‌های تألیف مشترک در پایگاه WOS ( Web of science) تا پایان سال ۲۰۰۷ میلادی. *مدیریت سلامت* ۱۱ (۳۴): ۵۹-۶۷.

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

موئد، اچ. اف. ۲۰۰۰. *تحلیل استنادی در ارزیابی پژوهش*. ترجمه عباس میرزایی، حیدر مختاری؛ ویراستار جواد قاضی میرسعید. ۱۳۸۷. تهران: چاپار.

نوروزی، علیرضا، و خالد ولایتی. ۱۳۸۸. *همکاری علمی پژوهشی: جامعه‌شناسی همکاری علمی*. تهران: چاپار.

Abdulwahid Abdulla, Saeed Abdulla. 2009. *Strategies for competitive advantage and supply chain management: synergy opportunities*. Doctor of philosophy. Texas A&M University. http://udini.proquest.com/view/strategies-for-competitive-pqid:1914190341 (accessed 18 Oct. 2011).

Burt, Ronald S. 1995a. Structural holes: The social structure of competition. http://ebookee.org/Ronald-Burt-Structural-Holes-The-Social-Structure-of-Competition_708992.html (accessed 18 Oct. 2011).

Burt, Ronald S. 1995b. The social structure of competition. http://hevra.haifa.ac.il/~soc/lecturers/talmud/files/611.pdf (accessed 18 Oct. 2011).

Chen, Chaomei. 2005. CiteSpace. Quick guide 1.2. http://cluster.cis.drexel.edu/~cChen/citespace/doc/guide.ppt (accessed 20 April 2011)

Chen, Chaomei. 2006. Citespace II: Detecting and Visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literture. *JASIST* 57 (3): 359–377.

Chen, Chaomei. 2007. Holistic sense making: Conflicting opinions, creative ideas, and collective intelligence. *Library Hi Tech* 25 (3): 311-327.

Chen, Chaomei, Y. Song, and W. Zhu. 2007. Trends in conceptual modeling: citation analysis of the ER conference papers (1979-2005). In *Proceedings of the 11th international conference of the international society for scientometrics and informetrics (ISSI), June 25-27, 2007, Madrid, Spain*, 189-200. 144.118.25.24/bitstream/1860/1883/1/2006175188.pdf. (accessed 18 Oct. 2011).

Hassanzadeh, Mohammad, and Reza Khodadust. 2011. Co-authorship and co-citation in nanotechnology: a social network approach. In *7th international conferences on Webometrics, Informetrics and Scientometrics & twelfth COLLNET Meeting. Bilgi University, Istanbul, Turkey. September 20 -23, 2011*. http://collnet.cs.bilgi.edu.tr/wp-content/uploads/2011/09/Books_Of_Abstracts_New_Update.pdf (accessed 04 Jan. 2012).

Kiss, Christine, and Martin Bichler. 2008. Identification of influencers - measuring influence in customer networks. *Decision Support Systems* 46 (1): 233-253.

Leydesdorff, Loet. 2007. Betweenness centrality as an indicator of the "interdisciplinarity" of scientific journals. *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 58 (9): 1303-1309.

Lin, Deming. 2011. Distribution of the co-authorship in nano field. http://collnet.cs.bilgi.edu.tr/ (accessed 27 Sep. 2011).

Milojevic, Stasa 2009. Big Science, Nano Science?: Mapping the evolution and socio-cognitive structure of nanoscience/nanotechnology using mixed methods. Doctoral dissertation. University of California. http://udini.proquest.com/ view/big-science-nano-science-mapping-pqid:1930906441 (accessed 27 Sep. 2011).

Nooy, W. D., A. Mrvar, and V. Batagelj. 2005. *Exploratory network analysis with Pajek*.- New York: Cambridge University Press.

Persson, Oll, Rickard Danell, and Jesper Wiborg Schneider. 2009. How to use bibexcel for various types of bibliometric analysis. In *Celebrating Scholarly Communication Studies: A Festschrift for Olle Persson at his 60th Birthday*, F. Astrom, R. Danell, B. Larsen and J.W. Schneider (Eds.), 9-24. www8.umu.se/inforsk/Bibexcel/ollepersson60.pdf (accessed 27 Sep. 2011) .

Schummer, Joachim. 2004. Multidisciplinarity, interdisciplinarity, and patterns of research collaboration in nanoscience and nanotechnology. *Scientometrics* 59 (3): 425-465.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

# Analysis of Co-Authorship Indicators, Betweenness Centrality and Structural Holes of the Iranian Nanotechnology Researchers in Science Citation Index (1991-2011)

**Mohammad Hassanzadeh***
Assistant Professor in Library and information science, Tarbiat Modarres University

**Reza Khodadust**[1]
Master of Library and Information Science

**Faemeh Zandian**[2]
Assistant Professor in Library and information science, Tarbiat Modares University

Iranian Journal of Information Processing & Management
Iranian Research Institute Iranian For Science and Technology
ISSN 2251-8223
eISSN 2251-8231
Indexed in LISA, SCOPUS & ISC
Vol.28 | No.1 | pp: 223-249
autumn 2012

**Abstract:** This research aimed to investigate Iranian papers on nanotechnology area against some scientometrics indicators such as most prolific, most cited and so on. The statistical population were all papers have been published by Iranian researchers on nanotechnology in the Science Citation Index (SCI) from 1991 to 7 August 2011 (4605 records) that has been done with the aim of identifying, the most prolific, most cited and most effect of Iranian nanotechnology scientists. The results showed that the collaborative index in per-document was 3.39. The highest collaborative index was in 1997 with six authors by per-document. Iranian nanotechnology researchers' degree of collaboration was 0.96 this indicates, greater tendency of nanotechnology authors towards co-authorship. Considering total collaboration coefficient (0.64), nanotechnology authors have shown tendency to production of scientific collaborative document. The highest collaboration coefficient (0.83) And the lowest collaboration coefficient (0.5) have been allocated to the 1997 and 1991 respectively.

**Keywords:** science citation index, collaboration coefficient, degree of collaboration, collaborative index, co-authorship network, betweenness centrality, structural hole

*Corresponding author: hasanzadeh@modares.ac.ir
1. reza.khodadust@modares.ac.ir
2. zandian@modares.ac.ir