

## Evaluation of Scientific Collaboration of Iranian Researchers in the Field of Microelectronics Science and Technology in the Scopus Database in 2000-2017

Fatemeh Dabiri<sup>1</sup>

Abdolreza Noroozi Chakoli<sup>2\*</sup>

Saeid Asadi<sup>3</sup>

1. *Scientometrics Student, Department of Information Science and Knowledge Studies, Shahed University, Tehran, Iran.*

*Email: f.dabiri89@gmail.com*

2. *Associate Professor, Department of Information Science and Knowledge Studies, Shahed University, Tehran, Iran. (Corresponding Author)*

3. *Associate Professor, Department of Information Science and Knowledge Studies, Shahed University, Tehran, Iran.*

*Email: asadi.s@gmail.com*

*Email: Noroozi@shahed.ac.ir*

### Abstract

*Date of Reception:  
30/01/2019*

*Date of Acceptation:  
10/04/2019*

**Purpose:** The purpose of this study is to identify and evaluation of our scientific cooperation between Iranian researchers in the field of microelectronics, which is reflected in the Scopus database.

**Methodology:** The present Research is an applied scientometrics method that is carried out by documentary procedure and the required data is collected from the Scopus database. The research community consists of all the scientific productions of researchers in the field of microelectronics, which are indexed in the Scopus between 2000 and 2017.

**Findings:** The findings of the research indicate that the co-authorship in the field of microelectronics has been growing trend over the years; this trend has been decreasing in the years 2006-2011-2014. In addition, the prevailing the most collaborative pattern in this research is 3 co-authors with a percentage of 32.16 (1338) and 2 co-authors with a percentage of 30.50 (1269).

**Conclusion:** The average co-integration index is 0.93, the co-operation index is 3.06 and the co-authorship coefficient is 0.58. Among the researchers Hadidi and Khoei from the University of Urimia and Navi from the University of Shahid Beheshti are the most active writers in the field of microelectronics.

**Keywords:** Co-authorship, Microelectronics, Top Researchers, Scopus.

## ارزیابی همکاری‌های علمی پژوهشگران ایران در حوزه علم و فناوری میکروالکترونیک در پایگاه اطلاعاتی اسکوپوس طی سالهای ۲۰۰۰-۲۰۱۷

۱. کارشناسی ارشد علم‌سنجی، دانشگاه شاهد.

Email: f.dabiri89@gmail.com

۲. دانشیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه شاهد. (نویسنده مسئول)

۳. دانشیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه شاهد.

Email: asadi.s@gmail.com

Email:noroozi@shahed.ac.ir

### چکیده

**هدف:** پژوهش حاضر، شناسایی و ارزیابی همکاری‌های علمی مابین پژوهشگران ایرانی در حوزه میکروالکترونیک است که در پایگاه اسکوپوس انعکاس یافته است.

**روش‌شناسی:** پژوهش حاضر از نوع کاربردی علم‌سنجی است که به روش اسنادی انجام شده و داده‌های مورد نیاز از پایگاه اسکوپوس جمع‌آوری شده است. جامعه پژوهش را کلیه تولیدات علمی پژوهشگران ایران در حوزه میکروالکترونیک که در اسکوپوس بین سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۷ نمایه شده‌اند تشکیل داده‌اند.

**یافته‌ها:** یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که هم‌نویسندگی بین پژوهشگران حوزه میکروالکترونیک طی سال‌های مورد مطالعه روند رو به رشدی داشته، این روند در سال‌های ۲۰۰۶، ۲۰۱۱ و ۲۰۱۴ کاهش پیدا کرده است. علاوه‌براین غالب‌ترین الگوی همکاری در این پژوهش سه‌نویسندگی با درصد ۳۲.۱۶ (۱۳۳۸) و دونویسندگی با درصد ۳۰.۵۰ (۱۲۶۹) می‌باشد.

**نتیجه‌گیری:** از میان شاخص‌های هم‌تالیفی متوسط درجه همکاری ۰.۹۳، شاخص همکاری ۳.۰۶ و ضریب هم‌نویسندگی ۰.۵۸ می‌باشد و از میان پژوهشگران جدیدی و خوئی از دانشگاه ارومیه و نوی از دانشگاه شهید بهشتی فعال‌ترین نویسندگان در حوزه میکروالکترونیک هستند.

**واژگان کلیدی:** هم‌تالیفی، میکروالکترونیک، پژوهشگران برتر، اسکوپوس.

فاطمه دبیری<sup>۱</sup>

عبدالرضا نوروزی چاکلی<sup>\*۲</sup>

سعید اسدی<sup>۳</sup>

صفحه ۲۰-۱

دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۱۰

پذیرش: ۱۳۹۸/۱/۲۱

## مقدمه و بیان مسئله

در عصر حاضر، رشد و توسعه دانش و پیدایش حوزه‌های تخصصی بسیار، امکان تسلط بر تمامی ابعاد علمی یک حوزه پژوهشی واحد را برای یک فرد واحد دشوار و گاه حتی غیرممکن ساخته است. همکاری و مشارکت در تولید علم و انجام پژوهش یکی از نتایج تخصصی شدن حوزه‌های دانش و ضرورت به اشتراک گذاشتن دانش، تخصص‌ها، و مهارت در حوزه‌های پژوهشی مختلف است. از سوی دیگر، حوزه‌های علمی بسیاری وجود دارند که حاصل ادغام و آمیزش حوزه‌های جداگانه پیشین هستند. در چنین حالتی، افراد مختلف با دامنه مهارت‌های متفاوت، گرد هم می‌آیند و با همکاری و مشارکت یکدیگر دست به خلق آثار و انتشارات علمی می‌زنند (کتز و مارتین، ۱۹۹۷).

بررسی همکاری‌ها و مشارکت علمی میان دانشمندان، از مباحث مطرح در حوزه علم‌سنجی است که طی سال‌های اخیر با استقبال بسیاری از سوی دانشمندان مطرح شده است. از آنجا که همکاری چند پژوهشگر با یکدیگر در انجام یک پژوهش علاوه بر تقسیم کار و سرعت بخشیدن در انجام کارها؛ به همفکری و هم‌اندیشی و در نتیجه ظهور ایده‌ها و نظریات مستحکم‌تر و تصمیم‌گیری‌های صحیح‌تر می‌انجامد، می‌توان انتظار داشت که حاصل چنین کار گروهی از کیفیت علمی بالاتر برخوردار باشد. علاوه بر این روشن و واضح است که با مشارکت چندین پژوهشگر تعداد نفراتی که آن پژوهشگران را می‌شناسند و به احتمال زیاد در پژوهش‌هایشان به آنها استناد خواهند کرد افزایش خواهد یافت؛ در این صورت می‌توان انتظار داشت مشارکت، رؤیت بالقوه اثر را ارتقاء داده، احتمال استناد به اثر و تأثیر نتایج آن را بر دیگر آثار افزایش می‌دهد و به توسعه و رشد کیفی و کمی تولیدات علمی منتج خواهد شد. به‌عنوان نمونه روسو<sup>۱</sup> در مقاله خود در سال ۲۰۰۰ دریافت که میزان دفعات استناد به مقالات مشارکتی به مراتب بیشتر از مقالات انفرادی است (دیده‌گاه، ۱۳۸۸).

میکروالکترونیک یکی از فناوری‌های برتر و پیشتاز جهانی است که به علت اهمیت استراتژیک و همچنین سودآوری بالا، توجه بسیاری از کشورهای جهان را به خود جلب کرده است و حجم انبوهی از سرمایه‌گذاری‌های جهانی را به خود اختصاص داده است (مرکز پژوهش‌های صنعت الکترونیک کشور، ۱۳۸۸). فناوری میکروالکترونیک به‌عنوان یک فناوری زیرساختی، حیاتی، عام منظوره و فراگیر، نقش کلیدی در توسعه یک کشور از ابعاد مختلف بازی می‌کند. طی پنجاه سال گذشته فناوری میکروالکترونیک و ساخت مدارهای مجتمع با رشد فزاینده خود، انقلابی را در صنعت و اقتصاد جهان، به‌ویژه کشورهای صنعتی ایجاد نموده است که ابعاد علمی، اقتصادی، سیاسی و نظامی وسیعی داشته است (ستاد توسعه فناوری میکروالکترونیک، ۱۳۸۸).

سیستم‌های مخابراتی، ماهواره‌ها، اتوماسیون صنعتی، ربات‌ها، حافظه‌های با ظرفیت فوق‌العاده بالا، تحولات پزشکی به‌ویژه مهندسی پزشکی، بیوانفورماتیک که با حجم وسیعی از اطلاعات و داده‌های زیستی سروکار دارد، انجام بسیاری از آزمایش‌های علمی و هزاران نمونه دیگر، همگی تحت تأثیر پیشرفت میکروالکترونیک قرار گرفته‌اند (گروه دانش‌بنیان؛ معصومی).

با وجود اهمیت و ظرفیت بالای فناوری میکروالکترونیک و میکروسیستم‌ها، به‌عنوان یک فرصت مناسب جهت جهش علمی و کسب جایگاه مناسب کشور در تولید علم و تجاری‌سازی و همچنین جایگاه علم و فناوری میکروالکترونیک به‌عنوان اولویت نقشه جامع علمی کشور، مسائلی از قبیل الگوهای همکاری، شاخص‌های هم‌تالیفی،

1 . Katz &amp; Martin

2 . Rousseau

شبکه هم‌تالیفی بین پژوهشگران میکروالکترونیک و در مجموع سنجش و ارزیابی همکاری‌های علمی پژوهشگران ایرانی در حوزه علم و فناوری میکروالکترونیک از مهم‌ترین دغدغه‌هایی است که این پژوهش در صدد پاسخ‌گویی به آن است.

### سؤال‌های پژوهش

۱. روند رشد انتشارات پژوهشگران ایرانی در حوزه میکروالکترونیک در پایگاه اطلاعاتی اسکوپوس طی سال‌های (۲۰۰۰-۲۰۱۷) به چه میزان است؟
۲. تولیدات پژوهشگران ایرانی در زیرحوزه‌های موضوعی حوزه میکروالکترونیک بر اساس پایگاه اطلاعاتی اسکوپوس به چه صورت است؟
۳. الگوی تألیف و نحوه مشارکت پژوهشگران ایرانی در انتشارات حوزه میکروالکترونیک به چه صورت است؟
۴. درجه همکاری پژوهشگران ایران در حوزه میکروالکترونیک چگونه است؟
۵. شاخص همکاری پژوهشگران ایران در حوزه میکروالکترونیک چگونه است؟
۶. ضریب هم‌نویسندگی پژوهشگران ایران در حوزه میکروالکترونیک چگونه است؟
۷. مهم‌ترین کشورهای همکار بین‌المللی ایران در حوزه میکروالکترونیک کدام کشورها هستند؟
۸. تولیدات علمی مؤسسات ایرانی در مقاله‌های منتشرشده در حوزه میکروالکترونیک به چه صورت است و کدام مؤسسات از جایگاه کلیدی برخوردارند؟
۹. پژوهشگران فعال ایران در حوزه میکروالکترونیک کدام‌اند و شبکه همکاری پژوهشگران چگونه است؟

### چارچوب نظری

در دهه‌های اخیر، پدیده تألیف مشترک توجهات زیادی را در جامعه‌شناسی علم به خود جلب کرده است تا حدی که می‌توان گفت این پدیده از حوزه جامعه‌شناسی علم به علم‌سنجی وارد شده است؛ در همین زمینه، پرایس (۱۹۶۳)، نقل در: رحیمی، (۱۳۸۶) به پدیده چندنویسندگی در مقام یکی از مهم‌ترین تحولاتی نگریسته که در گرایش‌های اخیر افراد و متون علمی وجود دارد و مطالعه آن ضروری است. اکنون با گذشت چند دهه از نظریه پرایس، به نظر می‌رسد که دوران انجام انفرادی کارها به دست یک متخصص، به‌ویژه در برخی از حوزه‌های علم به پایان رسیده است. در نتیجه همین تغییر رویکرد، تعداد تولیدهای علمی مشترک به شدت افزایش یافته، علم‌سنجی در همین رابطه سعی می‌کند از طریق سنجش میزان تولیدهای مشترک و مقایسه آنها با یکدیگر، الگوهای رایج میان آنها را شناسایی کند و به سنجش‌هایی برای سنجش و ارزیابی میزان همکاری‌های علمی دست یابد؛ در واقع، تألیف مشترک را باید یکی از مهم‌ترین شاخص‌های سنجش همکاری علمی در نظر گرفت. حری (۱۳۷۲) در بیان اهمیت همکاری‌های علمی دانشمندان، جهان علم را یک کل می‌داند که دانشمندان، هر یک مسئولیت بخشی از آن را بر عهده دارند و از ترکیب این اجزا، سیمای کلی علم در هر دوره تاریخی ترسیم می‌شود. به نظر حری، در واقع محققان حوزه‌های علمی، گره‌های شبکه جهانی علم هستند که هر یک موضوع و جایگاه ویژه‌ای را در این شبکه به خود اختصاص می‌دهند؛ از این منظر، تعداد پیوندهایی که هر دانشمند با دیگر دانشمندان آن شبکه برقرار می‌کند، تجلی میزان اتصال او به شبکه جهانی و به بیان دیگر، مشارکت در تولید علم جهانی است (داورپناه، ۱۳۸۳).

### پیشینه پژوهش

درخصوص همکاری علمی پژوهش‌های زیادی انجام شده است اما تاکنون پژوهشی در زمینه ارزیابی همکاری‌های علمی پژوهشگران میکروالکترونیک صورت نگرفته است لذا در ادامه به منابعی که در سایر ابعاد و حوزه‌های همکاری علمی پژوهش کرده‌اند اشاره می‌شود.

### پیشینه پژوهش در داخل

حیدری و صفوی (۱۳۹۱) در پژوهشی با عنوان ضریب همکاری گروهی نویسندگان مقالات مجله پژوهش در پزشکی که به روش توصیفی-مقطعی در ۲۵۰ مقاله منتشر شده در سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۰ انجام گرفت به این نتیجه رسیدند که نویسندگان مقالات مجله پژوهش در پزشکی گرایش زیادی به همکاری گروهی داشته و ضریب همکاری گروهی بین نویسندگان پژوهش در پزشکی در حد مطلوب می‌باشد.

رزبان (۱۳۹۵) در مقاله‌ای با عنوان "بررسی وضعیت انتشارات علمی دانشگاه تهران با تأکید بر همکاری‌های علمی در داخل و خارج از کشور" به این نتیجه دست یافت که عناوین منتشر شده دانشگاه تهران از ۷۵۲ عنوان اثر در سال ۲۰۰۴ به ۳۹۱۳ عنوان در سال ۲۰۱۴ می‌رسد که رشد پنج برابری آثار علمی را در بازه زمانی ۱۱ ساله نشان می‌دهد.

قاضی و گنجی‌پور (۱۳۹۶) در پژوهشی با عنوان بررسی شاخص‌های همکاری‌های علمی دندان‌پزشکان ایرانی در مقالات نمایه‌شده در پایگاه استنادی اسکوپوس در سال‌های ۲۰۱۴-۲۰۱۰ با مطالعه ۱۲۸۲ مدرک دریافتند که تولیدات علمی نمایه‌شده نویسندگان ایرانی حوزه دندان‌پزشکی در اسکوپوس در سال‌های مذکور رو به افزایش بوده است. میزان شاخص، درجه و ضریب همکاری در طی سال‌های ۲۰۱۴-۲۰۱۰ به ترتیب ۴/۲۳، ۰/۹۷ و ۰/۷۱ بود که می‌توان گفت از مقادیر نسبتاً بالایی برخوردار است. بیشترین مقالات طی سال‌های مورد مطالعه، مربوط به همکاری‌های علمی چهارنویسنده‌ای بوده و پس از آن مقالات سه‌نویسنده‌ای در رتبه دوم و مقالات پنج‌نویسنده‌ای در رتبه سوم بود. نتایج نشان‌دهنده تمایل نویسندگان و پژوهشگران ایرانی حوزه دندان‌پزشکی به همکاری علمی و تولید علم به صورت گروهی می‌باشد.

### پیشینه پژوهش در خارج

در خارج از ایران نیز می‌توان تحقیقات مرتبطی در حوزه ارزیابی همکاری علمی پژوهشگران شناسایی کرد. در این میان هوکمن<sup>۱</sup> و دیگران (۲۰۱۰)، در پژوهشی با عنوان "اثر تغییر فیزیکی فاصله و مرزهای منطقه‌ای بر شدت همکاری تحقیقاتی در سراسر اروپا" را بررسی کردند. با استفاده از داده‌های مربوط به همه نشریات مشترک بین ۳۱۳ منطقه در ۳۳ کشور اروپایی برای دوره ۲۰۰۷-۲۰۰۰ دریافتند که تمایل همکاری با همکاران نزدیک از لحاظ فیزیکی کاهش نمی‌یابد؛ درحالی‌که تمایل در جهت همکاری در مرزهای داخلی در طول زمان کاهش می‌یابد. نتایج نشان می‌دهند که مشارکت نسبت به فاصله فیزیکی حساس نیست. با توجه به این روند کلی، ناهمگونی قابل توجهی بین مناطق و کشورها در تمایل آنها به همکاری وجود دارد.

فرانسچت و کوستانتینی<sup>۲</sup> (۲۰۱۰)، در پژوهشی با عنوان "تأثیر همکاری علمی در اثر و کیفیت مقالات دانشگاهی" چگونگی همکاری علمی در علوم، علوم اجتماعی، علوم انسانی و هنر، تأثیرات همکاری نویسنده در تأثیر و کیفیت

1 . Hoekman, Frenken, & Tijssen  
2 . Franceschet, M., & Costantini, A.

مقالات همکاری شده را مطالعه کردند. یافته‌ها نشان دادند که کثرت همکاری در رشته‌های مختلف متفاوت است و در بیشتر علوم اجتناب‌ناپذیر و در علوم انسانی ناچیز است. همچنین یک همبستگی مثبت بین توانایی نویسندگان مقاله و تعداد استناد و همچنین کیفیت همکاری وجود دارد. همچنین همبستگی، زمانی که مؤسسات و نویسندگان ناهمگن هستند قوی‌تر است.

آهن و دیگران<sup>۱</sup> (۲۰۱۴)، در پژوهشی با عنوان "تأثیر علمی و انتخاب شریک در پژوهش مشترک در دانشگاه‌های کره‌ای" با استفاده از روش علم‌سنجی دریافتند که مقالات علمی چندنویسنده به‌طور فزاینده رو به افزایش است، همچنین همکاری چنددانشگاهی به‌طور قابل توجهی افزایش یافته و تعداد انتشارات تحقیقاتی که توسط تیم‌هایی که در یک مؤسسه واحد یا یک نویسنده واحد کار می‌کنند کاهش یافته است.

کوکسیا و وانگ<sup>۲</sup> (۲۰۱۶) در پژوهشی با عنوان «تکامل و هم‌گرایی الگوها، همکاری‌های علمی بین‌المللی» به ارزیابی مقالات مربوط به همکاری‌های علمی ۱۱ کشور پیشرو در همکاری علمی در ۷ رشته (نجوم، فیزیک، ریاضیات، شیمی، زیست‌شناسی، پزشکی بالینی و مهندسی فناوری) طی سال‌های ۲۰۱۲-۱۹۹۷ از طریق پایگاه بنیاد ملی علم پرداختند. به عقیده آنها همکاری بین‌المللی به یک ویژگی مشترک در تولید تحقیقات علمی تبدیل شده است. سولا پرایس در سال ۱۹۸۶ ادعا کرد که الگوهای ارتباطی دانشمندان به یکی از ویژگی‌های غالب در علم تبدیل شده است. یافته‌ها نشان دادند ۱۱ کشور پیشرو در همکاری‌های علمی بین‌المللی شامل ایالات متحده آمریکا، انگلستان، آلمان، فرانسه، ایتالیا، کانادا، استرالیا، نیوزیلند، آفریقای جنوبی، اسرائیل و سوئد ۶۵ درصد همکاری‌های بین‌المللی را به خود اختصاص داده‌اند. پرایس در سال ۱۹۸۶ اظهار داشت که نسبت مقالات چندنویسنده به‌طور پیوسته و قدرتمند تسریع شده است معماری کلی همکاری‌های علمی نشان می‌دهد حجم همکاری علمی بین‌المللی برای همه زمینه‌های علم در طول زمان رشد کرده است و همکاری علمی بین‌المللی در تمام زمینه‌های تحقیق در حال افزایش است.

ژائو و وی<sup>۳</sup> (۲۰۱۷) در پژوهشی دریافتند که دانشمندان چینی بیشتر به همکاری بین‌سازمانی، بین‌منطقه‌ای و حتی همکاری بین‌المللی توجه می‌کنند و مقالات با کیفیت بالاتر را منتشر می‌کنند. بررسی وضعیت مشارکتی دانشمندان چینی در مقالات بین‌المللی به آنها برای درک شرایط همکاری بین‌المللی کمک می‌کند. ابزار تحقیق این مقاله، مقالات منتشرشده توسط محققان چینی از وب‌سایت ساینس است، و از جنبه‌های مختلف وضعیت همکاری محققان چینی تجزیه و تحلیل شده است. در نهایت آنها دریافتند که تعداد جمع‌آوری مقالات و جمع‌آوری تعداد مقالات مشترک منتشرشده روند رشد نمایی، و رشد نرخ همکاری دانشمندان چینی از ۵۰ درصد در سال ۱۹۹۲ به ۹۲.۵۳ درصد در سال ۲۰۱۶ رسیده است علاوه‌براین میزان مشارکت ۵-۲ نویسنده است. از همه مهم‌تر اینکه میزان همکاری بالاتر با زمان مشخص می‌شود. همچنین مشخص شد که محققان چینی با ۲۰ درصد از کشورها یا مناطق، بیشتر از ۷۰ درصد مقالات پژوهشی مشترک دارند. این پژوهش نه تنها ظرفیت همکاری دانشگاهی پژوهشگران چینی را که در طول سال‌ها در حال افزایش است را نشان می‌دهد، بلکه همچنین بر همکاری کشورها یا مناطق با دانشمندان چینی تمرکز کرده است.

1. Ahn et al.
2. Coccia & Wang
3. Zhao, R., & Wei, X.

## جمع‌بندی از مرور پیشینه

مرور پیشینه‌ها نشان‌دهنده تمایل پژوهشگران به مشارکت و همکاری علمی، به دلیل کیفیت بالاتر مقالات حاصل مشارکت علمی و تولید علمی بالاتر بوده، همچنین میان همکاری‌های علمی و میزان استناد به مقالات، رؤیت‌پذیری مقالات و تولیدات علمی کشورها همبستگی مستقیم و معنادار وجود داشت، معماری کلی همکاری‌های علمی نشان داد حجم همکاری علمی بین‌المللی برای همه زمینه‌های علم در طول زمان رشد کرده و همکاری علمی بین‌المللی در تمام زمینه‌های تحقیق در حال افزایش است.

## روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نوع کاربردی علم‌سنجی است که به روش اسنادی انجام شده و داده‌های مورد نیاز از اسکوپوس جمع‌آوری شده است، جامعه پژوهش را تمامی تولیدات علمی پژوهشگران ایران در حوزه میکروالکترونیک که در پایگاه اسکوپوس بین سال‌های ۲۰۱۷-۲۰۰۰ نمایه شده‌اند تشکیل می‌دهند. تعداد این پژوهشگران ۲۰۶۶۴ نفر هستند، برای این منظور انتشارات نمایه‌شده پژوهشگران ایرانی در حوزه مورد نظر در پایگاه اطلاعاتی اسکوپوس مورد مطالعه قرار گرفت. در این پژوهش، از نرم‌افزار اکسل و نرم‌افزار ترسیم نقشه علم‌سنجی پاجک<sup>۱</sup> برای تجزیه و تحلیل اطلاعات استفاده شد.

به‌منظور محاسبه شاخص هم‌تالیفی که عبارت‌اند از شاخص همکاری، درجه همکاری و ضریب همکاری، برای کل دوره زمانی مورد نظر پژوهش و همچنین به تفکیک برای تک‌تک سال‌ها از فرمول‌های شاخص‌های هم‌تالیفی استفاده شد. این فرمول‌ها به شرح زیر خواهد بود:

### شاخص همکاری (CI)

این شاخص نشان‌دهنده میانگین تعداد نویسندگان در هر مقاله است و اولین بار توسط لاونی<sup>۲</sup> به کار رفت و بعدها آجی فیروکی<sup>۳</sup> و همکاران این شاخص را اصلاح کردند. این شاخص با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$CI = \frac{\sum_j^k j f_j}{N}$$

### درجه همکاری (DC)

این شاخص نشان‌دهنده نسبت مقالات دارای چندنویسنده است. درجه همکاری مقداری بین صفر و یک دارد و به مقالات تک‌نویسنده وزنی معادل صفر می‌دهد و همیشه مقالاتی را که تعداد نویسندگان بیشتری دارند در رتبه بالاتری قرار می‌دهد.

$$DC = 1 - \frac{f_1}{N}$$

1 . Pajek  
2 . Lawani  
3 . Ajfiruke

**ضریب همکاری (CC)**

این شاخص، نسبت همکاری میان محققان را نشان می‌دهد. هرچه مقدار این شاخص به سمت یک میل کند، نشان‌دهنده میزان همکاری بیشتر و هرچه به سمت صفر میل کند، نشان می‌دهد مقالات تک‌نویسنده در اولویت هستند.

$$CC = 1 - \frac{\sum_{j=1}^k \left(\frac{1}{j}\right) F_j}{N}$$

که در فرمول‌های فوق:

$F_j$  = تعداد مقالات تحقیقاتی دارای  $j$  نویسنده که در دوره زمانی مشخصی در یک زمینه منتشر شده‌اند.

$F_1$  = تعداد مقالات تحقیقاتی دارای یک نویسنده که در دوره زمانی مشخص در یک زمینه منتشر شده‌اند.

$N$  = تعداد کل مقالات تحقیقاتی که در همان دوره زمانی مشخص در آن زمینه منتشر شده‌اند.

$k$  = بیشترین تعداد نویسندگان به ازای هر مقاله در یک زمینه (آجی فیروکی، بارل و تاگو، ۱۹۸۸؛ نقل در عبدالحسین فرج‌پهلوی ۱۳۸۶؛ میرسعید و گنجی‌پور ۱۳۹۶).

**یافته‌های پژوهش**

پاسخ به سؤال اول پژوهش. روند رشد انتشارات پژوهشگران ایرانی در حوزه میکروالکترونیک در پایگاه اطلاعاتی اسکوپوس طی سال‌های (۲۰۰۰-۲۰۱۷) به چه میزان است؟

جدول ۱. روند رشد انتشارات در حوزه میکروالکترونیک به تفکیک سال

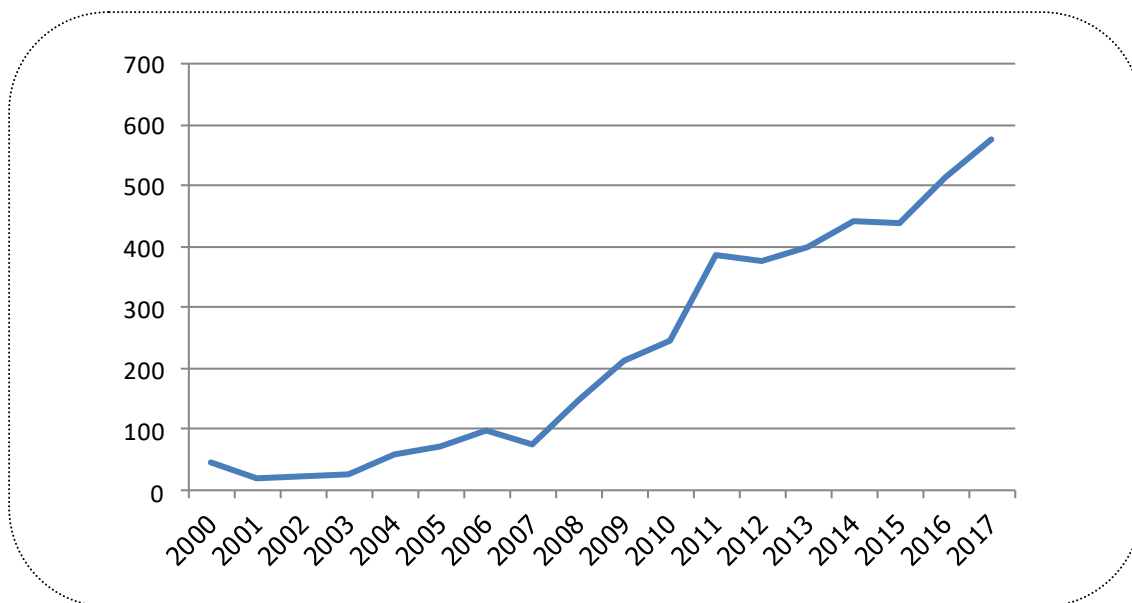
سال	مقاله	مقاله کنفرانس	مقاله مروری	فصل کتاب	کتاب نامه	مقاله در مطبوعات	رساله	یادداشت‌ها	سرمقاله	جمع کل	نسبت رشد
۲۰۰۰	۱۰	۳۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۴۵	۰
۲۰۰۱	۶	۱۳	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۱	-۵۳.۳۳
۲۰۰۲	۸	۱۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۲	۴.۷۶
۲۰۰۳	۵	۱۹	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۵	۱۳.۶۳
۲۰۰۴	۱۷	۴۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵۸	۱۳۲
۲۰۰۵	۱۷	۵۴	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۷۲	۲۴.۱۳
۲۰۰۶	۳۹	۵۹	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۹۹	۳۷.۵
۲۰۰۷	۳۴	۴۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۷۵	-۲۴.۲۴
۲۰۰۸	۶۳	۸۲	۱	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۱۴۸	۹۷.۳۳
۲۰۰۹	۱۳۴	۷۴	۴	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۲۱۴	۴۴.۵۹
۲۰۱۰	۱۵۵	۸۶	۳	۱	۲	۰	۰	۰	۰	۲۴۷	۱۵.۴۲
۲۰۱۱	۲۳۸	۱۳۱	۸	۴	۵	۰	۱	۰	۰	۳۸۷	۵۶.۶۸
۲۰۱۲	۲۷۶	۹۰	۶	۱	۲	۰	۰	۱	۰	۳۷۸	-۲.۳۲
۲۰۱۳	۳۲۳	۵۹	۵	۲	۳	۲	۱	۰	۱	۳۹۸	۵.۲۹
۲۰۱۴	۳۴۸	۷۶	۶	۷	۳	۱	۱	۰	۰	۴۴۲	۱۱.۰۵



ادامه جدول ۱. روند رشد انتشارات در حوزه میکروالکترونیک به تفکیک سال

سال	مقاله	مقاله کنفرانس	مقاله مروری	فصل کتاب	کتاب نامه	مقاله در مطبوعات	رساله	یادداشت‌ها	سرمقاله	جمع کل	نسبت رشد
۲۰۱۵	۳۶۷	۵۴	۹	۲	۳	۳	۰	۰	۰	۴۳۸	-۰.۹۰
۲۰۱۶	۴۳۰	۶۱	۱۵	۴	۳	۱	۰	۰	۰	۵۱۵	۱۷.۵۷
۲۰۱۷	۴۷۰	۷۴	۱۶	۶	۳	۴	۱	۲	۰	۵۷۶	۱۱.۸۴
جمع کل	۲۹۴۰	۱۰۶۰	۷۹	۳۲	۲۱	۱۲	۵	۳	۲	۴۱۶۰	۰

به منظور تعیین روند رشد انتشارات ابتدا فراوانی انواع انتشارات به ازای هر سال به تفکیک نوع مدارک در جدول ۱ مشخص گردید. یافته‌ها نشان دادند روند انتشارات طی سال‌های مذکور رو به رشد بوده است و از ۴۵ مدرک در سال ۲۰۰۰ به ۵۷۶ مدرک در سال ۲۰۱۷ صعود کرده است. از میان انواع مدارک (مقاله، مقاله کنفرانس، کتاب، نامه، مقاله مطبوعاتی، رساله، یادداشت‌ها، سرمقاله)، بیشترین تعداد انتشار، مربوط به مقاله با فراوانی ۲۹۴۰ و مقاله کنفرانس با فراوانی ۱۰۶۰ می‌باشد، کمترین انتشار در میان مدارک مربوط به سرمقاله با فراوانی ۲ می‌باشد، همچنین نسبت رشد انتشارات طی سال‌های مورد بررسی ۲۷.۸۷ می‌باشد. در ادامه نمودار ۱ جهت نمایش بصری روند رشد انتشارات به تفکیک سال آمده است.



نمودار ۱. روند رشد انتشارات به تفکیک سال

مطابق نمودار انتشارات پژوهشگران ایرانی در حوزه میکروالکترونیک طی سال‌های مذکور به جز سال‌های ۲۰۰۶-۲۰۱۱-۲۰۱۴ روند صعودی داشته است.

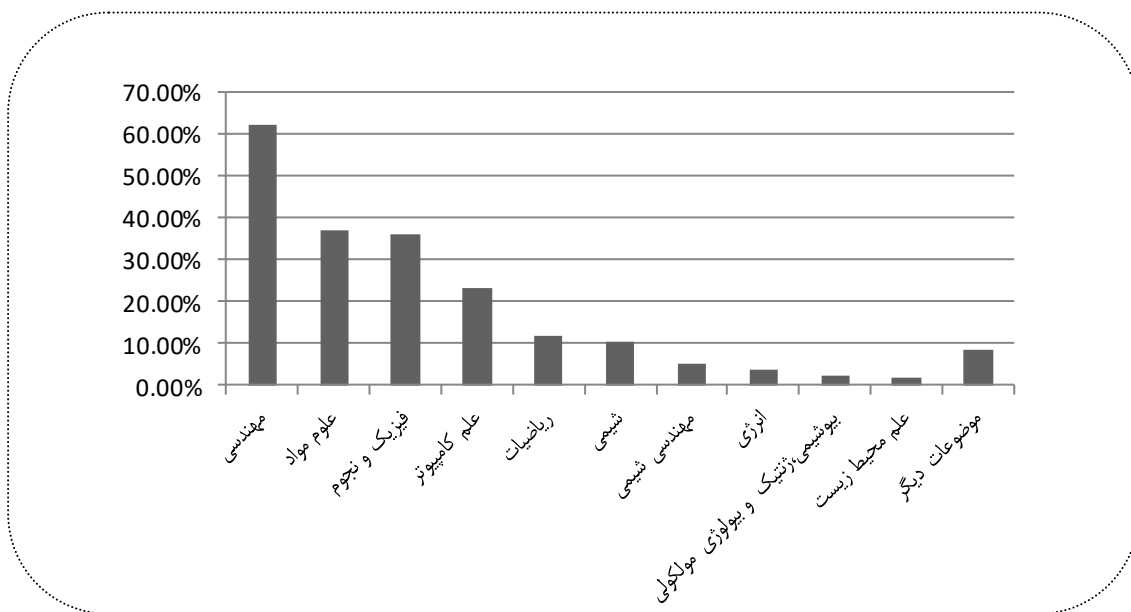
### پاسخ به سؤال دوم پژوهش. تولیدات پژوهشگران ایرانی در زیرحوزه‌های موضوعی حوزه میکروالکترونیک بر اساس پایگاه اسکوپوس طی سال‌های ۲۰۱۷-۲۰۰۰ به چه صورت است؟

مطابق جدول ۲ مجموع زیرحوزه‌های موضوعی ۸۴۱۰ عنوان مدرک می‌باشد از میان حوزه‌های مربوط، حوزه مهندسی با فراوانی ۲۵۸۷، علم مواد با فراوانی ۱۵۳۹ و علم فیزیک و نجوم با فراوانی ۱۵۰۴ در حوزه موضوعی

میکروالکترونیک در پایگاه اطلاعاتی اسکوپوس به ترتیب در جایگاه اول تا سوم قرار داشته و بیشترین فراوانی را دارند، همچنین ایمونولوژی و میکروبیولوژی و دندانپزشکی با فراوانی ۲ کمترین انتشار را در حوزه‌های موضوعی دارند، انحراف استاندارد حوزه‌های موضوعی جدول ۴۵۱.۳۳ می‌باشد. در ادامه نمودار ۲ جهت نمایش بصری آورده شده است.

جدول ۲. فراوانی انتشارات نمایه‌شده پژوهشگران ایرانی در حوزه میکروالکترونیک به تفکیک حوزه موضوعی

ردیف	حوزه موضوعی	فراوانی	درصد فراوانی	انحراف معیار
۱	Engineering	۲۵۸۷	۳۰.۷۶	۲۲۳۷
۲	Materials Science	۱۵۳۹	۱۸.۲۹	۱۱۸۹
۳	Physics and Astronomy	۱۵۰۴	۱۷.۸۸	۱۱۵۴
۴	Computer science	۹۶۹	۱۱.۵۲	۶۱۹
۵	Mathematics	۴۸۲	۵.۷۳	۱۳۲
۶	Chemistry	۴۴۰	۵.۲۳	۹۰
۷	Chemical Engineering	۲۱۲	۲.۵۲	۱۳۸
۸	Energy	۱۴۶	۱.۷۳	۲۰۴
۹	Biochemistry, genetics and Molecular Biology	۱۰۲	۱.۲۱	۲۴۸
۱۰	Environmental Science	۷۷	۰.۹۱	۲۷۳
۱۱	Social Sciences	۵۷	۰.۶۷	۲۹۳
۱۲	Decision Sciences	۵۰	۰.۵۹	۳۰۰
۱۳	Business, Management and Accounting	۴۹	۰.۵۸	۳۰۱
۱۴	Multidisciplinary	۴۵	۰.۵۳	۳۰۵
۱۵	Medicine	۳۵	۰.۴۱	۳۱۵
۱۶	Agricultural and Biological Sciences	۳۴	۰.۴۱	۳۱۶
۱۷	Earth and planetary Sciences	۲۶	۰.۳۰	۳۲۴
۱۸	Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics	۲۴	۰.۲۸	۳۲۶
۱۹	Economics, Econometrics and Finance	۱۱	۰.۱۳	۳۳۹
۲۰	Arts and Humanities	۷	۰.۰۸۳	۳۴۳
۲۱	Neuroscience	۶	۰.۰۷۱	۳۴۴
۲۲	Health professions	۴	۰.۰۴۷	۳۴۶
۲۳	Immunology and Microbiology	۲	۰.۰۲۳	۳۴۸
۲۴	Dentistry	۲	۰.۰۲۳	۳۴۸
جمع کل		۸۴۱۰	۰	۴۵۱.۳۳



نمودار ۲. درصد انتشارات نمایه شده پژوهشگران ایرانی در حوزه میکروالکترونیک به تفکیک حوزه موضوعی

**پاسخ به سؤال سوم پژوهش. الگوی تألیف و نحوه مشارکت پژوهشگران ایرانی در انتشارات حوزه میکروالکترونیک به چه صورت است؟**

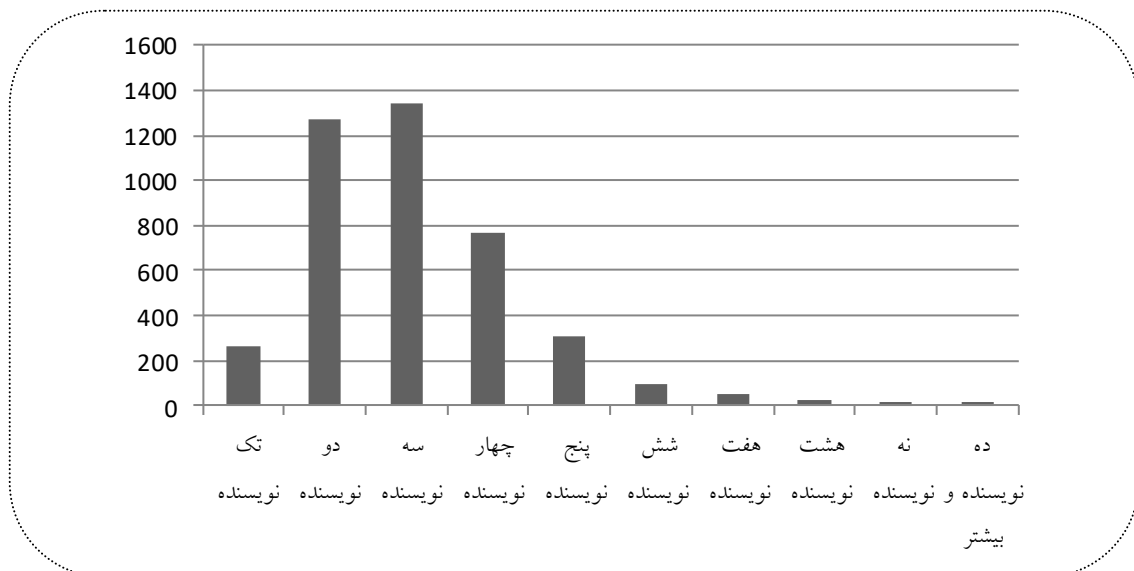
جدول ۳. توزیع فراوانی نویسندگان به ازای هر مقاله در حوزه میکروالکترونیک طی سال‌های ۲۰۱۷-۲۰۰۰

سال	تعداد هم‌نویسندگی																	
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	جمع کل
۲۰۰۰	۳	۲۰	۱۲	۸	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴۵
۲۰۰۱	۳	۶	۵	۵	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۱
۲۰۰۲	۳	۴	۷	۶	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۲
۲۰۰۳	۱	۸	۸	۵	۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۵
۲۰۰۴	۴	۱۵	۱۴	۱۵	۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵۸
۲۰۰۵	۲	۱۷	۳۱	۹	۳	۴	۳	۲	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۷۲
۲۰۰۶	۴	۳۴	۳۶	۱۶	۴	۲	۱	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۹۹
۲۰۰۷	۱	۲۴	۲۷	۱۴	۶	۲	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۷۵
۲۰۰۸	۲	۴۴	۶۲	۲۳	۷	۴	۴	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۴۸
۲۰۰۹	۱۲	۷۷	۶۴	۴۰	۱۱	۷	۲	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۱۴
۲۰۱۰	۱۳	۸۴	۷۴	۵۴	۱۶	۴	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۴۳
۲۰۱۱	۲۴	۱۰۱	۱۲۲	۹۱	۳۲	۸	۵	۳	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳۸۷
۲۰۱۲	۱۵	۱۲۶	۱۱۳	۷۰	۳۵	۱۰	۴	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳۷۸
۲۰۱۳	۳۱	۱۱۱	۱۳۲	۶۲	۴۲	۱۱	۴	۱	۲	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۳۹۸
۲۰۱۴	۳۰	۱۳۸	۱۳۲	۸۶	۳۲	۱۴	۳	۲	۳	۰	۳	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۴۴۲

ادامه جدول ۳. توزیع فراوانی نویسندگان به ازای هر مقاله در حوزه میکروالکترونیک طی سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۷

سال	تعداد هم‌نویسندگی																	
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	جمع کل
۲۰۱۵	۲۳	۱۳۳	۱۴۳	۸۶	۲۱	۱۲	۱۱	۵	۰	۱	۰	۲	۰	۰	۰	۰	۱	۴۳۸
۲۰۱۶	۴۴	۱۵۸	۱۷۱	۸۰	۴۱	۹	۴	۳	۲	۰	۲	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۵۱۵
۲۰۱۷	۵۰	۱۶۹	۱۸۵	۱۰۱	۳۹	۱۳	۹	۱	۵	۳	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۵۷۶
جمع کل	۲۶۵	۱۲۶۹	۱۳۳۸	۷۷۱	۳۰۸	۱۰۰	۵۲	۲۶	۱۵	۶	۴	۴	۱	۰	۰	۰	۱	۴۱۶۰

به منظور تعیین روند الگوهای همکاری‌های علمی بین پژوهشگران میکروالکترونیک، ابتدا فراوانی نویسندگان به ازای هر مقاله به تفکیک سال، در جدول ۳ مشخص گردید. یافته‌ها نشان دادند هم‌نویسندگی بین پژوهشگران بین ۲ الی ۱۷ نفر نویسنده متغیر است، بیشترین تعداد مقالات نویسندگان ایرانی در حوزه میکروالکترونیک در طول سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۷ مربوط به سال ۲۰۱۷ با تعداد ۵۷۶ مقاله می‌باشد. کمترین تعداد مقالات نیز در سال ۲۰۰۱ با تعداد ۲۱ می‌باشد. به لحاظ تعداد نویسندگان نیز بیشترین مقالات در طول سال‌های مورد بررسی، مربوط به همکاری‌های علمی سه‌نویسنده‌ای هستند که تعداد ۱۳۳۸ مقاله را شامل می‌شود؛ سپس مقالات دو نویسنده‌ای با فراوانی ۱۲۶۹ مقاله در رتبه دوم و مقالات چهارنویسنده‌ای با فراوانی ۷۷۱ در رتبه سوم قرار دارند. کمترین تعداد مقالات نیز به مقالات نویسندگان در گروه‌های ۱۰ نفره و بیشتر تعلق دارد. در ادامه نمودار ۳ جهت نمایش بصری داده‌ها ارائه شده است.



نمودار ۳. الگوهای همکاری پژوهشگران میکروالکترونیک طی سال‌های ۲۰۱۷-۲۰۰۰

با توجه به نمودار درصد الگوی همکاری بین پژوهشگران بدین صورت است که تک‌نویسنده ۶ درصد، دونویسنده ۳۱ درصد، سه‌نویسنده ۳۲ درصد، چهارنویسنده ۱۹ درصد این نمودار را شامل می‌شود؛ همچنین دیگر هم‌نویسندگی‌ها (۱۷-۵ نویسنده‌گی) ۲۲ درصد این نمودار را شامل می‌شود. نمودار الگوی همکاری نویسندگان نمایانگر این واقعیت است که هم‌نویسندگی طی سال‌های مذکور میان پژوهشگران ایرانی در حوزه میکروالکترونیک رو به افزایش بوده است.

**پاسخ به سؤال چهارم پژوهش. درجه همکاری پژوهشگران ایران در حوزه میکروالکترونیک طی سال‌های (۲۰۰۰-۲۰۱۷) چگونه است؟**

جدول ۴. درجه همکاری پژوهشگران میکروالکترونیک طی سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۷

سال	۲۰۰۰	۲۰۰۱	۲۰۰۲	۲۰۰۳	۲۰۰۴	۲۰۰۵	۲۰۰۶	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹
درجه همکاری (DC)	۰.۹۳	۰.۸۵	۰.۸۶	۰.۹۶	۰.۹۳	۰.۹۷	۰.۹۵	۰.۹۸	۰.۹۸	۰.۹۴
سال	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۷	جمع کل	*
درجه همکاری (DC)	۰.۹۴	۰.۹۳	۰.۹۶	۰.۹۲	۰.۹۳	۰.۹۴	۰.۹۱	۰.۹۱	۱۶.۷۹	*

از فرمول درجه همکاری (DC) به منظور محاسبه نسبت مقالات دارای چندنویسنده در مجموع مقالات استفاده شد. یافته‌ها نشان دادند بیشترین درجه همکاری مربوط به سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ با عدد ۰.۹۸ می‌باشد پس از آن سال ۲۰۰۵ با درجه همکاری ۰.۹۷ در رتبه دوم و سال‌های ۲۰۰۳ و ۲۰۱۲ با رتبه ۰.۹۶ در رتبه سوم قرار دارند. در طول این سال‌ها کمترین میزان درجه همکاری نیز متعلق به سال ۲۰۰۱ با مقدار ۰.۸۵ می‌باشد. متوسط درجه همکاری در طول سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۷ نیز برابر ۰.۹۳ می‌باشد.

**پاسخ به سؤال پنجم پژوهش. شاخص همکاری پژوهشگران ایران در حوزه میکروالکترونیک در پایگاه اطلاعاتی اسکوپوس چگونه است؟**

جدول ۵. شاخص همکاری پژوهشگران میکروالکترونیک طی سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۷

سال	۲۰۰۰	۲۰۰۱	۲۰۰۲	۲۰۰۳	۲۰۰۴	۲۰۰۵	۲۰۰۶	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹
شاخص همکاری (CI)	۲.۶۸	۲.۸۵	۲.۹۰	۲.۹۲	۳.۲۰	۳.۴۷	۳.۰۲	۳.۱۳	۳.۱۸	۲.۹۸
سال	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۷	جمع کل	*
شاخص همکاری (CI)	۲.۹۹	۳.۱۷	۳.۱۴	۳.۱۳	۳.۱۱	۳.۲۱۲	۳.۰۱۷	۳.۰۸	۵۵.۱۸۵	*

از فرمول شاخص همکاری (CI) برای محاسبه میانگین تعداد نویسندگان مقالات استفاده شده است. با بررسی داده‌های حاصل از پژوهش و با استفاده از فرمول شاخص همکاری، شاخص همکاری پژوهشگران در حوزه میکروالکترونیک به تفکیک سال‌های مورد بررسی (۲۰۰۰-۲۰۱۷) در جدول ۵ محاسبه شده است. نتایج حاصل از محاسبه شاخص همکاری در حوزه میکروالکترونیک حاکی از آن است که میانگین تعداد نویسندگان در سال ۲۰۰۵ با مقدار ۳.۴۷ نویسنده به ازای هر مقاله، در رتبه بالاتری نسبت به سایر سال‌ها قرار دارد. پس از آن سال ۲۰۱۵ با مقدار ۳.۲۱۲ در رتبه دوم و سال ۲۰۰۴ با شاخص همکاری معادل ۳.۲۰ در جایگاه سوم قرار گرفته است. کمترین میزان شاخص همکاری نیز به سال ۲۰۰۰ با مقدار ۲.۶۸ می‌باشد. متوسط شاخص همکاری در طول سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۷ نیز برابر ۳.۰۶ می‌باشد.

**پاسخ به سؤال ششم پژوهش. ضریب هم‌نویسندگی پژوهشگران ایران در حوزه میکروالکترونیک طی سال‌های (۲۰۰۰-۲۰۱۷) چگونه است؟**

با بررسی داده‌های حاصل از پژوهش و با استفاده از فرمول ضریب همکاری، ضریب همکاری پژوهشگران در حوزه میکروالکترونیک به تفکیک سال‌های مورد بررسی (۲۰۰۰-۲۰۱۷) محاسبه شده است. مطابق جدول ۶ سال

۲۰۰۷ با ضریب همکاری برابر ۰.۷۲ رتبه اول را به خود اختصاص می‌دهد، پس از آن سال ۲۰۱۱ با مقدار ۰.۶۶ و سال ۲۰۰۵ با مقدار ۰.۶۵ رتبه دوم و سوم را دارند. کمترین ضریب همکاری مربوط به سال ۲۰۰۳ با عدد ۰.۶۲ است، متوسط ضریب همکاری بین پژوهشگران نیز معادل ۰.۵۸ می‌باشد.

جدول ۶. ضریب همکاری پژوهشگران میکروالکترونیک طی سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۷

سال	۲۰۰۰	۲۰۰۱	۲۰۰۲	۲۰۰۳	۲۰۰۴	۲۰۰۵	۲۰۰۶	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹
ضریب همکاری (CC)	۰.۵۲	۰.۵۵	۰.۵۸	۰.۶۲	۰.۶۲	۰.۶۵	۰.۳۸	۰.۷۲	۰.۳۶	۰.۶۰
سال	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۷	جمع کل	*
ضریب همکاری (CC)	۰.۶۰	۰.۶۶	۰.۶۲	۰.۶۰	۰.۶۰	۰.۶۱	۰.۵۹	۰.۵۹	۰.۴۹	*

محاسبات شاخص همکاری، درجه همکاری و ضریب همکاری در این پژوهش نشان داد به‌طور میانگین، در طول سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۷، تمامی شاخص‌ها از مقادیر بالایی برخوردار بودند. این نتایج نشان‌دهنده تمایل نویسندگان و پژوهشگران ایرانی حوزه میکروالکترونیک به همکاری علمی و تولید علم به‌صورت مشارکتی است.

### پاسخ به سؤال هفتم پژوهش. مهم‌ترین کشورهای همکار بین‌المللی ایران در حوزه میکروالکترونیک کدام کشورها هستند؟

جدول ۷. کشورهای هسته همکار علمی ایران در حوزه میکروالکترونیک

رتبه	کشور	فراوانی	درصد فراوانی	سهم
۱	ایالات متحده	۲۴۷	۲۴.۰۵	۲۴
۲	کانادا	۱۰۶	۱۰.۳۲	۱۰
۳	مالزی	۹۶	۹.۳۴	۹
۴	استرالیا	۸۷	۸.۴۷	۸
۵	انگلستان	۶۴	۶.۲۳	۶
۶	چین	۶۰	۵.۸۴	۶
۷	اتریش	۵۸	۵.۶۴	۶
۸	هند	۵۷	۵.۵۵	۶
۹	آلمان	۵۱	۴.۹۶	۵
۱۰	ترکیه	۴۶	۴.۴۷	۵
۱۱	فرانسه	۴۴	۴.۲۸	۴
۱۲	سودان	۳۴	۳.۳۱	۳
۱۳	اسپانیا	۲۹	۲.۸۲	۳
۱۴	هلند	۲۸	۲.۷۲	۳
۱۵	ایتالیا	۲۰	۱.۹۴	۲
۱۶	جمع کل	۱۰۲۷	-	۱۰۰

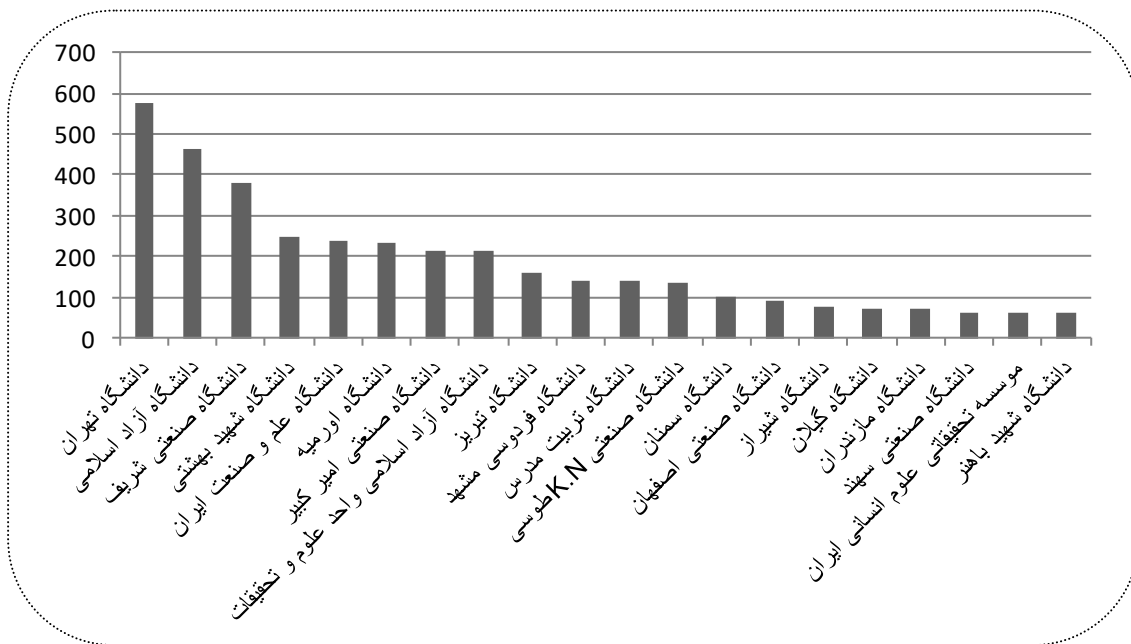
یکی از مصادیق ارزیابی همکاری‌های علمی پژوهشگران، ارزیابی میزان همکاری علمی یک کشور با کشورهای همکار در سطح بین‌المللی است، جدول ۷ رتبه‌بندی کشورهای همکار ایران در حوزه میکروالکترونیک بر اساس تعداد انتشارات مشترک می‌باشد. مطابق جدول مجموعاً ۱۳۲۹ مورد همکاری بین کشورها با ایران در این حوزه صورت گرفته و از این میان کشورهای ایالات متحده با تعداد ۲۴۷ همکاری، کانادا با تعداد ۱۰۶ همکاری و مالزی با تعداد ۹۶ همکاری بیشترین همکاری را با ایران در این حوزه داشته‌اند.

### پاسخ به سؤال هشتم پژوهش. همکاری علمی مؤسسات ایرانی در مقاله‌های منتشرشده در حوزه میکروالکترونیک به چه صورت است و کدام مؤسسات از جایگاه کلیدی در این حوزه برخوردارند؟

جدول ۸. دانشگاه/مؤسسات فعال ایران در حوزه میکروالکترونیک

رتبه	موسسه	فراوانی	درصد فراوانی	سهم
۱	دانشگاه تهران	۵۷۸	۱۵.۴۷	۱۵
۲	دانشگاه آزاد اسلامی	۴۶۵	۱۲.۴۵	۱۲
۳	دانشگاه صنعتی شریف	۳۸۱	۱۰.۲۰	۱۰
۴	دانشگاه شهید بهشتی	۲۴۶	۶.۵۸	۷
۵	دانشگاه علم و صنعت ایران	۲۳۸	۶.۳۷	۶
۶	دانشگاه ارومیه	۲۳۱	۶.۱۸	۶
۷	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	۲۱۴	۵.۷۳	۶
۸	دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات	۲۱۴	۵.۷۳	۶
۹	دانشگاه تبریز	۱۶۱	۴.۳۱	۴
۱۰	دانشگاه فردوسی مشهد	۱۴۱	۳.۷۷	۴
۱۱	دانشگاه تربیت مدرس	۱۴۰	۳.۷۴	۴
۱۲	دانشگاه صنعتی K.N طوسی	۱۳۶	۳.۶۴	۴
۱۳	دانشگاه سمنان	۱۰۰	۲.۶۷	۴
۱۴	دانشگاه صنعتی اصفهان	۹۳	۲.۴۹	۲
۱۵	دانشگاه شیراز	۷۴	۱.۹۸	۲
۱۶	دانشگاه گیلان	۷۱	۱.۹۰	۲
۱۷	دانشگاه مازندران	۶۹	۱.۸۴	۲
۱۸	دانشگاه صنعتی سهند	۶۲	۱.۶۶	۲
۱۹	مؤسسه تحقیقاتی علوم انسانی ایران	۶۰	۱.۶۰	۲
۲۰	دانشگاه شهید باهنر	۶۰	۱.۶۰	۲
	جمع کل	۳۷۳۴	-	۲

مطابق جدول ۸ مؤسسات فعال مجموعاً دارای فراوانی ۳۷۳۴ می‌باشند، از این میان دانشگاه تهران با فراوانی ۵۷۸، دانشگاه آزاد اسلامی با فراوانی ۴۶۵ و دانشگاه شریف با فراوانی ۳۸۱ بیشترین فراوانی انتشار در حوزه میکروالکترونیک را دارند.



نمودار ۸. نمودار پژوهشگران فعال در حوزه میکروالکترونیک

پاسخ به سؤال نهم پژوهش. همکاری‌های علمی پژوهشگران ایران در حوزه میکروالکترونیک چگونه است و کدام پژوهشگران از جایگاه کلیدی در این حوزه برخوردارند؟

جدول ۹. پژوهشگران فعال ایران در حوزه میکروالکترونیک طی سال‌های ۲۰۱۷-۲۰۲۰ در اسکوپوس

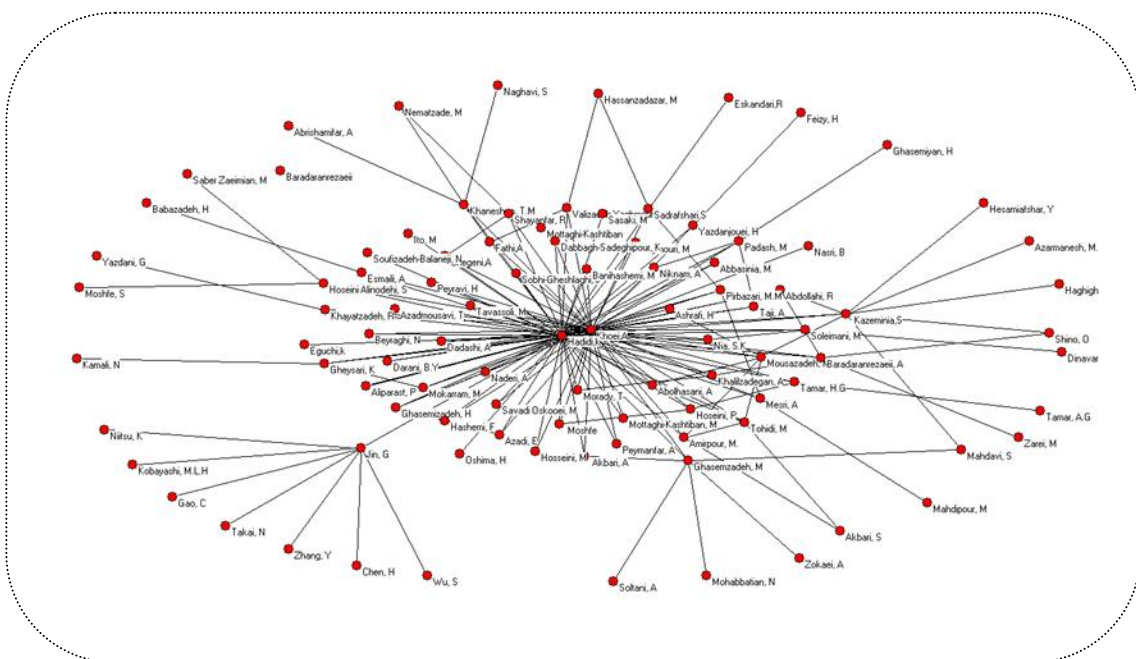
رتبه	پژوهشگر	مؤسسه وابسته	فراوانی مقالات	درصد فراوانی	سهم
۱	حدیدی	دانشگاه ارومیه	۱۱۷	۱۰.۸۴	۱۱
۲	خوئی	دانشگاه ارومیه	۱۰۶	۹.۸۲	۱۰
۳	نوی	دانشگاه شهید بهشتی	۱۰۰	۹.۲۶	۹
۴	افضلی کوشا	دانشگاه تهران	۷۶	۷.۰۴	۷
۵	مهاجرزاده	دانشگاه تهران	۶۱	۵.۶۵	۶
۶	عروجی	دانشگاه سمنان	۵۸	۵.۳۷	۵
۷	معیری	دانشگاه شهید بهشتی	۴۸	۴.۴۴	۴
۸	فخرایی	دانشگاه تهران	۴۷	۴.۳۵	۴
۹	میرعمادی	دانشگاه شریف	۴۶	۴.۲۶	۴
۱۰	پیگان	دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر	۴۳	۳.۹۸	۴
۱۱	پورفتح	دانشگاه تهران	۴۲	۳.۸۹	۴
۱۲	بهارى	دانشگاه مازندران	۴۱	۳.۷۹	۴
۱۳	معصومی	دانشگاه تهران	۴۱	۳.۷۹	۴
۱۴	فتحی‌پور	دانشگاه تهران	۴۰	۳.۷۰	۴
۱۵	رستمی	پارک صنعتی فناوری‌های پیشرفته شرکت ASEPE تبریز	۳۹	۳.۶۱	۴



ادامه جدول ۹. پژوهشگران فعال ایران در حوزه میکروالکترونیک طی سال‌های ۲۰۱۷-۲۰۰۰ در اسکوپوس

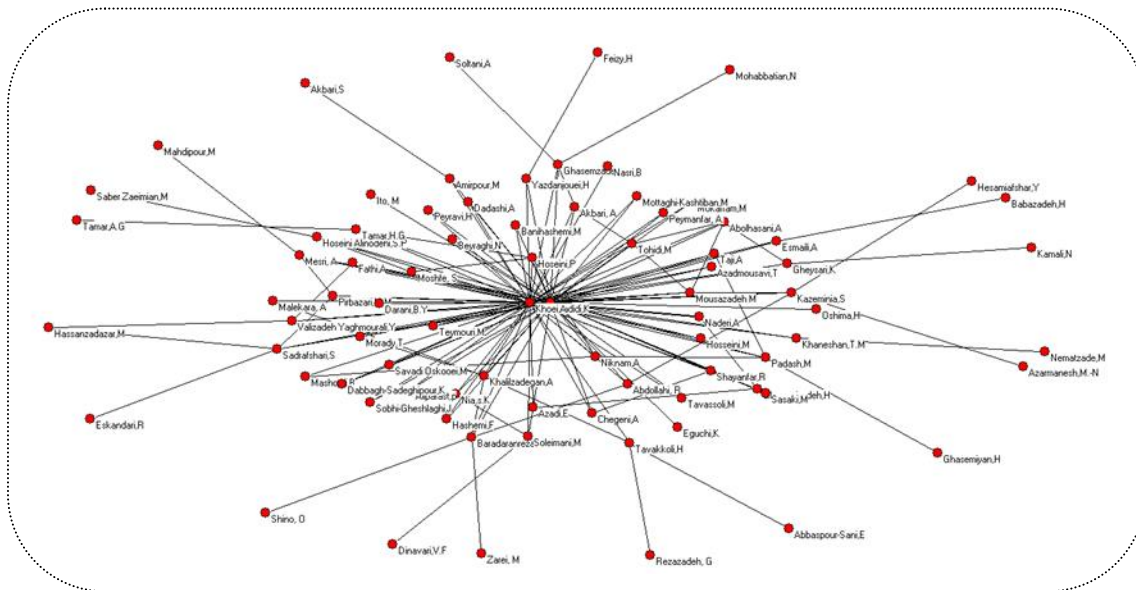
رتبه	پژوهشگر	مؤسسه وابسته	فراوانی مقالات	درصد فراوانی	سهم
۱۶	باقری	دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر	۳۶	۳.۳۳	۳
۱۷	رضازاده	دانشگاه ارومیه	۳۶	۳.۳۳	۳
۱۸	زرنندی	دانشگاه امیرکبیر	۳۶	۳.۳۳	۳
۱۹	نبوی	دانشگاه تربیت مدرس	۳۳	۳.۰۵	۳
۲۰	شعاعی	دانشگاه تهران	۳۳	۳.۰۵	۳
جمع کل	۰	۰	۱۰۷۹	۰	۰

با توجه به جدول ۹ مجموع پژوهشگران فعال در حوزه میکروالکترونیک ۲۰۶۶۴ تعداد است. از میان مجموع پژوهشگران آقای حدیدی از دانشگاه ارومیه با فراوانی ۱۱۷ مدرک، آقای خوئی از دانشگاه ارومیه با فراوانی ۱۰۶ مدرک و آقای نوی از دانشگاه شهید بهشتی با فراوانی ۱۰۰ مقاله بیشترین همکاری و انتشار را در این حوزه داشته و در جایگاه اول تا سوم پژوهشگران فعال قرار دارند. همچنین برای این سه پژوهشگر نقشه هم‌نویسندگی با استفاده از نرم‌افزار پازک ترسیم شده است.



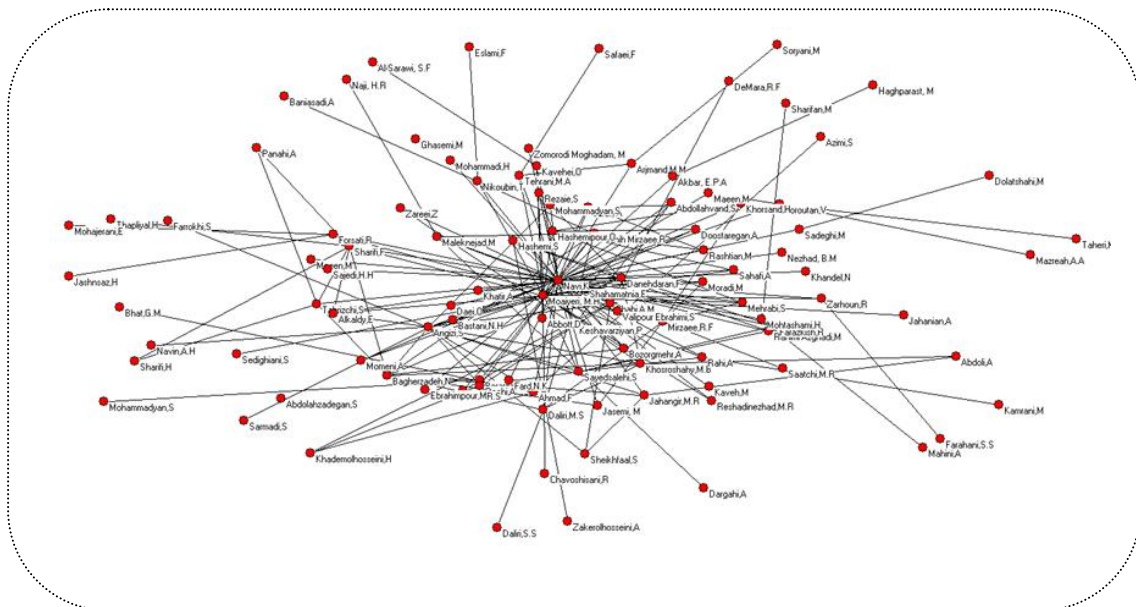
شکل ۱. شبکه هم‌تألفی حدیدی در حوزه میکروالکترونیک در اسکوپوس طی سال‌های ۲۰۱۷-۲۰۰۰

حدیدی (Hadidi) از دانشگاه ارومیه با ۱۱۷ مقاله فعال‌ترین پژوهشگر ایرانی در حوزه میکروالکترونیک می‌باشد. شبکه هم‌تألفی وی از ۹۷ گره (نویسنده) و ۴۳۷ پیوند (همکاری در قالب تألیف مشترک) تشکیل شده است؛ همچنین آقای خوئی از دانشگاه ارومیه با ۱۰۶ هم‌نویسندگی بیشترین همکاری را با آقای حدیدی داشته است. در این نقشه پژوهشگران فعال در مرکز شبکه قرار دارند.



شکل ۲. شبکه هم‌تألفی خوئی در حوزه میکروالکترونیک در اسکوپوس طی سال‌های ۲۰۱۷-۲۰۰۰

خوئی (Khoei) از دانشگاه ارومیه با تعداد ۱۰۶ مقاله دومین پژوهشگر فعال ایرانی در حوزه میکروالکترونیک در پایگاه اطلاعاتی اسکوپوس می‌باشد. بر اساس یافته‌های شکل ۲، شبکه مذکور از ۸۱ گره (نویسنده) و ۳۷۹ پیوند (همکاری در قالب تألیف مشترک) تشکیل شده است. آقای خوئی با ۸۱ نویسنده همکاری داشته و همچنین آقای حدیدی با تعداد ۹۹ همکاری بیشترین هم‌نویسندگی را با آقای خوئی داشته است.



شکل ۳. شبکه هم‌تألفی نوی در حوزه میکروالکترونیک در اسکوپوس طی سال‌های ۲۰۱۷-۲۰۰۰

نوی از دانشگاه شهید بهشتی با تعداد ۱۰۰ مقاله سومین پژوهشگر فعال ایرانی در حوزه میکروالکترونیک در پایگاه اطلاعاتی اسکوپوس می‌باشد. بر اساس یافته‌های شکل ۲، شبکه مذکور از ۱۰۵ گره (نویسنده) و ۳۹۱ پیوند (همکاری در قالب تألیف مشترک) تشکیل شده است. آقای خوئی با ۸۱ نویسنده همکاری داشته و همچنین آقای معیری با تعداد ۳۲ همکاری بیشترین هم‌نویسندگی را با آقای نوی داشته است.

## بحث و نتیجه‌گیری

به دلیل ماهیت رشته‌های مختلف و تفاوت آنها با یکدیگر، میزان مشارکت و همکاری‌های علمی در حوزه‌های گوناگون، متفاوت است. در برخی رشته‌ها ضرورت وجود امکانات آزمایشگاهی، مواد اولیه و نیروی انسانی برای پیشبرد کارها و پیشرفت و توسعه و طرح‌های تحقیقاتی به حدی است که بدین منظور، دانشمندان بی‌شماری برای انجام پژوهش‌های خود به فراسوی مرزهای کشور خود سفر می‌کنند تا از امکانات و کمک دیگر دانشمندان استفاده کنند (حیاتی و دیدگاه، ۱۳۸۹). بیور و روزن<sup>۱</sup> (۱۹۷۸) در پژوهش خود نشان داده‌اند که عواملی از قبیل جنسیت، ملیت مشترک داشتن، انگیزه‌ها و راهبردهای مشترک، مشترکات فرهنگی، مذهبی، زبانی و جغرافیایی تأثیر بسیار زیادی بر همکاری‌های علمی پژوهشی داشته است. بزمن و لی<sup>۲</sup> اعتقاد دارند که رابطه نزدیک و مستقیمی بین تولید علم و همکاری علمی وجود دارد، یعنی هر چقدر همکاری علمی بیشتر باشد، تولید علم نیز بیشتر خواهد بود، این دیدگاه با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشته و مشارکت علمی منجر به افزایش تولید علمی می‌گردد.

نتایج این مطالعه در خصوص روند همکاری‌های علمی بین پژوهشگران نشان دادند که هم‌تالیفی بین پژوهشگران طی سال‌های ۲۰۱۷-۲۰۲۰ رو به افزایش بوده است. این نتایج با پژوهش مردانی و همکاران (۱۳۹۲) و شهراپی فراهانی و همکاران (۱۳۹۳) همخوانی دارد. همچنین در این پژوهش مشخص گردید که از میان الگوهای همکاری بیشترین تعداد مقالات در طول سال‌های مورد بررسی مربوط به همکاری‌های دونویسنده‌ای و سه‌نویسنده‌ای بوده است، این نتایج با پژوهش نیکزاد (۱۳۹۰) همخوانی دارد. محاسبات شاخص‌های هم‌تالیفی (درجه، شاخص و ضریب همکاری) نیز در این پژوهش نشان دادند به‌طور میانگین، در طول سال‌های ۲۰۱۷-۲۰۲۰، شاخص همکاری برابر ۳.۰۶، درجه همکاری برابر ۰.۹۳، ضریب همکاری برابر ۰.۵۸ است، در پژوهش میرسعید و گنجی‌پور (۱۳۹۶) شاخص همکاری به ازای هر مقاله در طول سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۱ برابر ۴.۷۳، درجه همکاری ۰.۹۴ و ضریب همکاری برابر ۰.۷ است، علاوه‌براین الگوهای همکاری میان پژوهشگران و شاخص‌های هم‌تالیفی (درجه، شاخص و ضریب همکاری) نشان دادند، از میان الگوهای همکاری میان پژوهشگران، سه‌نویسندگی با درصد ۳۲.۱۶ (۱۳۳۸) و دونویسندگی با درصد ۳۰.۵۰ (۱۲۶۹) بیشترین سهم را در هم‌نویسندگی در این حوزه داشته‌اند، لازم به ذکر است پژوهش قهنویه و دانش (۱۳۸۹) با عنوان بررسی میزان همکاری گروهی محققان در تولید مقالات ارائه‌شده در همایش‌های سراسری تازه‌های پزشکی و پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان حاکی از پایین‌بودن میانگین ضریب مشارکت در میان نویسندگان مقالات بوده است، این پژوهش مغایر با نتایج این تحقیق است.

از میان مؤسسات و دانشگاه‌های فعال مشارکت‌کننده در حوزه میکروالکترونیک دانشگاه تهران، دانشگاه آزاد اسلامی و دانشگاه صنعتی شریف به‌عنوان فعال‌ترین دانشگاه‌های این حوزه قرار دارند. علاوه‌براین، از میان پژوهشگران آقای حدیدی از دانشگاه ارومیه، آقای خوئی از دانشگاه ارومیه و آقای نوی از دانشگاه شهید بهشتی به‌ترتیب بیشترین مشارکت علمی را در این حوزه داشته و فعال‌ترین پژوهشگران هستند. به‌طور کلی می‌توان گفت میزان مشارکت و همکاری علمی نویسندگان در رشته‌های مختلف و نیز در موقعیت‌های متفاوت، متغیر بوده و تمایل به همکاری گروهی در میان محققان برخی از رشته‌ها بیشتر از سایر رشته‌هاست.

1 . Beaver & Rosen

2 . Bozeman & Lee

## پیشنادهای اجرایی پژوهش

۱. بهره‌مندی از دانش پژوهشگران کلیدی شناسایی شده در پژوهش حاضر در پروژه‌های کلان ملی حوزه میکروالکترونیک؛
۲. ایجاد شبکه‌های ارتباطی بین پژوهشگران میکروالکترونیک و تعامل با آنها؛
۳. فراهم‌آوری بستر مناسب، تخصیص بودجه و امکانات برای فعالیت‌های مشارکتی در سطح ملی و بین‌المللی برای پژوهشگران میکروالکترونیک.

## فهرست منابع

- آجی فیروکی، ایزولا؛ کیو، بارل و ژان، تگ. (۲۰۰۰). ضریب همکاری مقیاسی برای اندازه‌گیری همکاری در تحقیقات. ترجمه عبدالحسین فرج‌پهلوی، ۱۳۸۶. علوم و فناوری اطلاعات، ۲۳ (۲ و ۱)، ۱۷۱-۱۸۵.
- پیش‌نویس سند راهبرد ملی توسعه فناوری میکروالکترونیک، ستاد توسعه فناوری میکروالکترونیک، ۱۳۸۸.
- حریری، نجلا؛ نیکزاد، مهسا. (۱۳۹۰). شبکه‌های هم‌تألفی در مقالات ایرانی رشته‌های کتابداری و اطلاع‌رسانی. روان‌شناسی، مدیریت و اقتصاد در پایگاه ISI بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹. فصلنامه علمی-پژوهشی پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران: ۲۶ (۴)، ۸۲۵-۸۴۴.
- حسن‌زاده، محمد؛ بقایی، سولماز. (۱۳۸۸). جامعه علمی، روابط علمی و هم‌تألفی. رهیافت، ۴۱-۳۷.
- حیاتی، زهیر؛ دیدگاه، فرشته. (۱۳۸۹). مطالعه تطبیقی میزان گرایش پژوهشگران ایرانی در حوزه‌های موضوعی مختلف به مشارکت و همکاری گروهی در سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۷. پردازش و مدیریت اطلاعات، ۳ (۳)، ۴۱۳.
- حیدری، معصومه و صفوی، زینب. (۱۳۹۱). ضریب همکاری گروهی نویسندگان مقالات مجله پژوهش در پزشکی. مجله پژوهش در پزشکی، دوره ۳۶، ش ۲، ص ۱۰۹-۱۱۳.
- داورپناه، محمدرضا. (۱۳۸۳). مطالعه رابطه میان رشته‌ای در علوم انسانی: تحلیل استنادی. گزارش نهایی طرح پژوهشی، مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، گروه علوم کتابداری و اطلاع‌رسانی.
- دیده‌گاه، فرشته؛ عرفان‌منش، محمدامین. (۱۳۸۸). بررسی تألیفات مشترک ایران و کشورهای جنوب شرق آسیا در پایگاه وب آو ساینس. فصلنامه علمی-پژوهشی پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران. ۲۴ (۴)، ۱۰۲-۸۵.
- رحیمی، ماریه. (۱۳۸۶). بررسی وضعیت همکاری در تولید آثار علمی و عوامل مؤثر بر آن در میان اعضای هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد (پایان‌نامه کارشناسی ارشد علوم کتابداری و اطلاع‌رسانی)، دانشگاه فردوسی مشهد.
- رزبان، مریم. (۱۳۹۵). بررسی وضعیت انتشارات علمی دانشگاه تهران با تأکید بر همکاری‌های علمی در داخل و خارج از کشور. رهیافت، ۸۳.
- ستارزاده، اصغر و دیگران. (۱۳۹۵). تحلیل ساختار شبکه همکاری‌های علمی پژوهشگران حوزه علوم پایه پزشکی ایران در نمایه استنادی علوم در بازه زمانی ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۳. مطالعات دانش‌شناسی، سال دوم، (۶) ۱-۲۰.

- شهرابی فراهانی، هلیا؛ اسکروچی، رقیه؛ محقق، نیلوفر؛ آغافاطمه، حسینی. (۱۳۹۳). بررسی میزان همکاری‌های علمی در مقالات قلب و عروق ایران در وبگاه علوم: ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۱. مدیریت سلامت، ۵۶: ۴۶-۵۵.
- قاضی میرسعید، سید جواد؛ گنجی‌پور، زهرا. (۱۳۹۶). بررسی شاخص‌های همکاری‌های علمی دندان‌پزشکان ایرانی در مقالات نمایه‌شده در پایگاه استنادی Scopus در سال‌های ۲۰۱۴-۲۰۱۰. مجله دندان‌پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران، دوره ۳۰، ش ۲، ص: ۱۱۱-۱۱۹.
- قهنویه، حسن؛ دانش، فرشید. (۱۳۸۹). بررسی میزان همکاری گروهی محققان در تولید مقالات ارائه‌شده در همایش‌های سراسری تازه‌های پزشکی و پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان. مدیریت اطلاعات سلامت، ۵۵۶.
- مردانی، امیرحسین؛ نجفی، علی؛ شریف‌مقدم، هادی. (۱۳۹۲). بررسی ضریب مشارکت پژوهشگران دانشگاه علوم پزشکی تهران در انتشارات بین‌المللی. فصلنامه مدیریت سلامت، ۱۶ (۵۱)، ۱۹-۲۹.
- نوروزی چاکلی، عبدالرضا (۱۳۹۰). آشنایی با علم‌سنجی (مبانی، مفاهیم، روابط و ریشه‌ها). تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی دانشگاه شاهد، مرکز چاپ و انتشارات.
- وبسایت پایگاه اطلاعاتی اسکوپوس [پیوسته]. دسترس‌پذیر در: <http://www.Scopus.com> ارزیابی شده در: ۱۳۹۶/۱۲/۱.
- Ahn, J., Oh, D.-h., & Lee, J.-D. (2014). The scientific impact and partner selection in collaborative research at Korean universities. *Scientometrics*, 100(1), 173-188 .
- Ajiferuke, I., Burell, Q., & Tague, J. (1988). Collaborative coefficient: A single measure of the degree of collaboration in research. *Scientometrics*, 14(5-6), 421-433
- Beaver, D., & Rosen, R. (1978). Studies in scientific collaboration: Part I. The professional origins of scientific co-authorship. *Scientometrics*, 1(1), 65-84.
- Coccia, M., & Wang, L. (2016). Evolution and convergence of the patterns of international scientific collaboration. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(8), 2057-2061 .
- Franceschet, M., & Costantini, A. (2010). The effect of scholar collaboration on impact and quality of academic papers. *Journal of informetrics*, 4(4), 540-553 .
- Hoekman, J., Frenken, K., & Tijssen, R. J. (2010). Research collaboration at a distance: Changing spatial patterns of scientific collaboration within Europe. *Research Policy*, 39(5), 662-673 .
- Katz, J. S., & Martin, B. R. (1997). What is research collaboration? *Research Policy*, 26(1), 1-18
- Zhao, R., & Wei, X. (2017). Collaboration of Chinese Scholars in International Articles: A Case Study of Knowledge Organization. *Knowledge Organization*, 44(5), 326-334..