

Investigation of the Collaboration Network of the Faculty Members of the Technical and Engineering Research Institute of the Ministry of Science, Research and Technology in Tehran: 2011-2015

Fouladian, M.¹

Mohammad Esmaeili, S.^{2*}

1. M.A. in Information Science and Knowledge Studies, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.

Email: m.fouladian@gmail.com

2. Associate Professor, Department of Information Science and Knowledge Studies, Islamic Azad University Science and Research Branch, Tehran, Iran. (Corresponding author)

Email: m.esmaeili2@gmail.com

Abstract

Date of Reception:
06/07/2018

Date of Acceptation:
10/08/2018

Purpose: The purpose of this research is to analyze the collaboration of faculty members in the field of engineering in research Institutes in Iranian Ministry of Science, Research and Technology in Tehran during 2011-2015.

Methodology: The research method is scientometrics and social network analysis. The population is scientific production of 7 institutes, which are extracted from databases.

Findings: the researchers with high scientific production were identified. There are also more scientific productions with more than 3 authors. Nearly %26 of researchers have collaborated with each other. Based on the SNA indicators, NIGB is the most active institute in the formation of scientific networks of research and technical areas.

Conclusion: Subject field can be one of the factors of high scientific production for IIPPI and NIGEG. The result showed that in scientific interactions, the trend of group work in TETRI is weak. One of the reasons might be paying attention to the basic topics of each discipline and lack of attention to the solution of interdisciplinary issues. The NIGEG has a privileged position among other research institutes and has more power and influence in the network. The United States has been the focus of the researchers' attention, and this could be due to fewer obstacles in the country.

Keywords: Collaboration, Social Network Analysis, Engineering research institutes, Iranian Ministry of Science, Research and Technology.

بررسی شبکه همکاری اعضای هیأت علمی پژوهشگاه های فنی و مهندسی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در شهر تهران: بازه زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵^۱

مریم فولادیان^۱صدیقه محمداسماعیل^{*۲}

۱. کارشناسی ارشد علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، تهران

Email: m.fouladian@gmail.com

۲. دانشیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، تهران (نویسنده مسئول)

Email: m.esmaeili2@gmail.com

چکیده

هدف: هدف از این تحقیق بررسی شبکه همکاری اعضای هیأت علمی پژوهشگاه‌های فنی و مهندسی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در شهر تهران بین سالهای ۲۰۱۱-۲۰۱۵ می‌باشد.

روش‌شناسی: این پژوهش از نوع پژوهش‌های علم‌سنجی است که با استفاده از روش تحلیل شبکه‌های اجتماعی به انجام رسیده است. جامعه آماری پژوهش شامل تولیدات علمی ۷ پژوهشگاه فنی و مهندسی وابسته به وزارت علوم تحقیقات و فناوری مستقر در شهر تهران است.

یافته‌ها: پس از بررسی ۷ پژوهشگاه از منظر نویسندگان پر تولید، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران در رتبه اول و پژوهشگاه مهندسی ژنتیک و زیست فناوری در رتبه دوم قرار گرفتند. هم‌چنین ضریب همکاری در تولیدات علمی با همکاری ۳ نویسنده، تعداد بیشتری داشته‌اند. بر اساس شاخص پیوستگی نشان داده شد که تنها ۲۶٪ پژوهشگران به نوعی با یکدیگر همکاری داشته‌اند. در شبکه همکاری بین پژوهشگاه‌ها، فعال‌ترین پژوهشگاه، پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی می‌باشد. هم‌چنین نشان داده شد که بیشترین تولیدات علمی با کشور ایالات متحده آمریکا بوده است.

نتیجه‌گیری: حوزه موضوعی می‌تواند یکی از عوامل تولیدات علمی بالای دو پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران و پژوهشگاه مهندسی ژنتیک و زیست فناوری باشد. نتیجه نشان داد که در تعاملات علمی، تمایل به کار گروهی در پژوهشگاه‌های فنی و مهندسی شهر تهران به شدت سست است. از جمله دلایل آن توجه صرف به مباحث بنیادی هر رشته و عدم توجه به حل مسائل و موضوعات بین‌رشته‌ای است. پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی دارای موقعیت ممتازی در بین پژوهشگاه‌های دیگر است و قدرت و نفوذ بیشتری در شبکه دارد. ایالات متحده آمریکا در کانون توجه پژوهشگران جهت همکاری بوده است و این مسأله می‌تواند به دلیل موانع کمتر در این کشور باشد.

واژگان کلیدی: همکاری علمی، تحلیل شبکه اجتماعی، پژوهشگاه‌های فنی و مهندسی، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری تهران.

۱. این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد می‌باشد.

صفحه ۲۵۹-۲۴۱

دریافت: ۱۳۹۷/۴/۱۵

پذیرش: ۱۳۹۷/۵/۱۹

مقدمه و بیان مسئله

محققان حوزه های علمی، گره های شبکه جهانی علم هستند که هر یک موضوع و جایگاه ویژه ای را در این شبکه به خود اختصاص می دهند. از این منظر، تعداد پیوندهایی که هر دانشمند با دیگر دانشمندان آن شبکه برقرار می کند، تجلی میزان اتصال او به شبکه جهانی و به بیان دیگر، مشارکت وی در تولید علم جهانی است (حری، ۱۳۷۲ به نقل از نوروزی چاکلی، ۱۳۹۰، ص. ۲۳۹). یکی از راهکارهایی که سالهاست در جامعه علمی متداول گردیده و مورد استقبال دانشمندان حوزه های مختلف قرار گرفته، مشارکت و همکاری عملی در پژوهش است (دیدگاه و عرفان منش، ۱۳۸۸). پژوهشگران در همکاری های علمی ایده های خود را به اشتراک گذاشته و بر کیفیت کار یکدیگر اثر می گذارند و بدین ترتیب هم از مهارت های تخصصی و هم از دستاوردهای یکدیگر در کار گروهی بهره می برند و همین مسأله موجب گسترش کیفی و کمی برون دادهای پژوهشی می شود. (دی استفانو و دیگران^۱، ۲۰۱۳) با افزایش تولیدات علمی مشترک، علم سنجی سعی می کند از طریق سنجش میزان تولیدات مشترک افراد و مقایسه ی آنها با یکدیگر، الگوهای رایج میان آنها را شناسایی کند و به سنجه هایی برای سنجش و ارزیابی میزان همکاری های علمی دست یابد (نوروزی چاکلی، ۱۳۹۰). از این رو تاکنون ده ها شاخص مختلف از سوی پژوهشگران حوزه علم سنجی معرفی شده اند. در کنار شاخص های علم سنجی، می توان از شاخص تحلیل شبکه اجتماعی^۲ نیز برای مطالعه شبکه همکاری های علمی بهره برد. روش تحلیل شبکه اجتماعی در دهه ۱۹۳۰ برای مصورسازی، تحلیل و سنجش تعاملات اجتماعی^۳ در حوزه های روانشناسی و انسان شناسی مطرح شد. در دهه های بعد استفاده از مفاهیم "تئوری گراف ها" از حوزه ریاضیات و همچنین "برنامه نویسی و نرم افزار" از حوزه رایانه، به تکامل بیشتر این روش منجر شد. امروزه تحلیل شبکه های اجتماعی به عنوان یک روش پژوهش در بسیاری از علوم، کاربرد دارد (عرفان منش و ارشدی، ۱۳۹۴). هر شبکه از تعدادی موجودیت اجتماعی^۴ تشکیل شده است که با یکدیگر دارای نوعی آشنایی اجتماعی^۵ هستند. در ادبیات تحلیل شبکه به موجودیت های اجتماعی "گره"^۶ و به ارتباطات موجود میان آنها "پیوند"^۷ گفته می شود. بنابراین، روش تحلیل شبکه های اجتماعی، امکان تشخیص و سنجش هر نوع رابطه میان موجودیت های مختلف (افراد، سازمان ها، کلمات، صفحات وب، حیوانات، رایانه ها و ...) را فراهم می کند (نیومن^۸، ۲۰۰۱، ۱، نقل در عرفان منش و مروتی اردکانی، ۱۳۹۵). با توجه به این تعریف، می توان از این روش برای بررسی ارتباطات علمی میان پژوهشگران و به تبع آن سازمان ها، کشورها، مجله ها و حوزه های موضوعی نیز بهره گرفت.

امروزه معیار تعیین جایگاه و اقتدار کشورها براساس توسعه ی میزان تولید دانش توسط پژوهشگران آن کشورها است. به همین خاطر فناوری ناشناخته ارزیابی وضعیت پژوهشی هر کشور برای برنامه ریزان و سیاست گذاران پژوهشی و نیز محققان آن کشور امری ضروری است. با توجه به نیاز کشور در مطالعات بین رشته ای برای مرتفع شدن کاستی ها و نواقص و تقویت نقاط قوت، بررسی وضعیت همکاری پژوهشگران در پژوهشگاه های فنی و مهندسی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می تواند شکاف بین کمیت و کیفیت تولیدات علمی را مورد توجه قرار دهد.

- 1 . De Stefano, Fuccella, Vitale & Zaccarin
- 2 . Social Network Analysis
- 3 . Social Interactions
- 4 . Social Entity
- 5 . Social Acquaintances
- 6 . Node
- 7 . Link
- 8 . Newman

بنابراین شناخت بیشتر پژوهشگران مختلف در این پژوهشگاه‌ها با یکدیگر، برای تحقیق در بعدهای مختلف علوم مهندسی و استفاده از این حوزه‌ها در کلیه شاخه‌های مهندسی و علوم بین‌رشته‌ای و بررسی در زمینه وضعیت تولیدات علمی و تعیین الگوهای همکاری میان آثار منتشر شده پژوهشگران، ضروری به نظر می‌رسید. بر این اساس، این پژوهش می‌تواند زمینه‌ای برای رشد تعاملات علمی محققان این پژوهشگاه‌ها با همتایانشان و اصلاح یا ارتقاء الگوهای رفتاری آنها باشد. همچنین با معرفی پژوهشگاه‌ها و پژوهشگران برتر، می‌توان در انتخاب تیم پژوهشی مناسب از راهبرد خاص همکاری علمی در حوزه‌های فنی و مهندسی استفاده نمود.

سؤال‌های پژوهش

این پژوهش در جهت رسیدن به هدف بررسی شبکه همکاری اعضای هیأت علمی پژوهشگاه‌های فنی و مهندسی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در شهر تهران بین سال‌های ۲۰۱۱-۲۰۱۵ گام برمی‌دارد. این پژوهش موجب می‌شود تا با بررسی همکاری در میان پژوهشگران، ابزاری قدرتمند در برنامه‌ریزی برای پژوهش و هدف‌گذاری برای برنامه‌های آتی فراهم شود. برای رسیدن به این اهداف پاسخ به سؤال‌های زیر ضروری است:

۱. پدیدآورندگان دارای بیشترین تولید به تفکیک مقاله، در پژوهشگاه‌های فنی و مهندسی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در شهر تهران چه کسانی هستند؟
۲. ضریب همکاری نویسندگان پژوهشگاه‌های فنی و مهندسی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در شهر تهران چگونه شکل گرفته است؟
۳. چه پژوهشگرانی نقش مهمی را در تعاملات علمی شبکه همکاری پژوهشگاه‌های فنی و مهندسی مستقر در تهران، بر اساس شاخص‌های مرکزیت، درجه‌ای، بینابینی، و نزدیکی بازی می‌کنند؟
۴. کدام پژوهشگاه‌های فنی و مهندسی وابسته به وزارت علوم تحقیقات و فناوری در شهر تهران نقش فعال و تأثیرگذاری را در شبکه علمی بر عهده دارند؟
۵. چه کشورهایی دارای بیشترین همکاری مشترک با پژوهشگاه‌های فنی و مهندسی وابسته به وزارت علوم تحقیقات و فناوری شهر تهران در تولید بروندهای علمی هستند؟

پیشینه پژوهش

پیشینه پژوهش در داخل

در سال‌های اخیر، مطالعات علم‌سنجی در موضوعات همکاری‌های علمی و شبکه‌های هم‌تألفی، رشد بسیاری داشته و مورد توجه قرار گرفته است. هر کدام از این پژوهش‌ها از جنبه‌های مختلفی به بررسی برون‌دادها پرداخته‌اند: برخی به روند رشد، برخی به بررسی همکاری‌های علمی و برخی دیگر به ترسیم ساختارهای علمی و غیره پرداخته‌اند. اما بررسی شبکه‌های همکاری و تحلیل آنها با استفاده از شاخص‌های تحلیل شبکه‌های اجتماعی قدمتی نه چندان طولانی دارد. پیشینه‌ی این پژوهش شامل آثاری هستند که به بررسی وضعیت تولیدات علمی و روند رشد و افول آن در بیشتر آثار حوزه فنی و مهندسی و در برخی از رشته‌های دیگر، با استفاده از شاخص‌های تحلیل شبکه‌های اجتماعی، پرداخته‌اند. اسدی و دیگران (۱۳۹۰) در بررسی تولیدات علمی دانشگاه صنعتی شریف در بازه زمانی ۲۰۰۵-۲۰۱۰ در پایگاه وب آوساینس، نشان دادند که همکاری مؤسسه‌ای و بعد از آن بین مؤسسه‌ای در بالاترین

سطح و روابط بین المللی در سطح پایینی قرار دارد. همچنین سهم تولیدات با الگوی نویسندگی دو نویسنده و بیش از دو نویسنده، پیوسته در حال افزایش است. احمدی (۱۳۹۰) در پژوهش خود با عنوان "بررسی وضعیت تولیدات علمی دانشگاه تهران در طول برنامه های توسعه ملی جمهوری اسلامی ایران" آن دسته از تولیدات علمی دانشگاه تهران که در طول برنامه های دوم تا چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران ۱۹۹۳-۲۰۰۷ در پایگاه اطلاعات وب آوساینس نمایه شده اند را مورد بررسی قرار داد. یافته نشان دادند که پژوهش گران حوزه شیمی بیشترین فعالیت علمی را در بازه زمانی داشته اند. همکاری علمی پژوهشگران دانشگاه تهران در سطح ملی و بین المللی در حد مطلوبی بوده است. ایالات متحده آمریکا در سطح بین المللی و دانشگاه آزاد اسلامی در سطح ملی بیشترین سهم را در تولیدات علمی دانشگاه تهران داشته اند. پردیس فنی، پردیس مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک و دانشگاه دام پزشکی به ترتیب چهار واحد پر تولید در بازه زمانی مورد مطالعه بوده اند. اما از لحاظ اثرگذاری تولیدات علمی پژوهشگاه مهندسی ژنتیک و زیست فناوری، دانشکده شیمی و دانشکده منابع طبیعی مقام اول تا سوم را در خود نموده اند. اسدی و ثقفی (۱۳۹۱) در بررسی میزان هم تألیفی پژوهشگران ایرانی در حوزه فنی و مهندسی در فاصله سال های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰ در پایگاه وب آوساینس، با هدف کشف الگوی نویسندگی غالب در تولیدات علمی و میزان مشارکت و همکاری گروهی، نشان دادند که سهم تولیدات با الگوی تک نویسندگی در حال کاهش و سهم تولیدات با الگوی دو نویسندگی و بیش از آن در حال افزایش است. به طوریکه ۹۲ درصد از تولیدات به صورت مشترک و ۸ درصد به صورت انفرادی است. عصاره و دیگران (۱۳۹۱) در مقاله "بررسی سنجه مرکزیت در شبکه هم نویسندگی مقالات مجلات علم اطلاعات" در پایگاه مؤسسه اطلاعات علمی، با استفاده از روش تحلیل شبکه های اجتماعی نشان دادند که گلنزل بالاترین مرکزیت درجه، بینابینی، بردار ویژه و نزدیکی را در مجله علم سنجی و نیکولاس بالاترین مرکزیت درجه، بردار ویژه و مرکزیت بنا را در علم سنجی علم اطلاعات دارد. از دیگر نتایج این پژوهش در رابطه با مجله های مورد بررسی این بود که مجله های علم سنجی و انجمن انفورماتیک پزشکی آمریکا نیز از نظر نمرات مرکزیت، بالاترین رتبه ها را به خود اختصاص داده اند. توکلی زاده راوری و دیگران (۱۳۹۳) در بررسی رابطه بین چند نویسندگی و ضریب تأثیر در نشریات علمی فارسی حوزه فنی و مهندسی ایران طی سال های ۱۳۸۰ - ۱۳۸۹ در پایگاه استنادی علوم و مگ ایران، نشان دادند که روند هم نویسندگی طی بازه زمانی مطالعه تغییر نکرده و گرایش به سمت نوشتن مقالات توسط دو و سه نویسنده بیشتر بوده، همچنین چند نویسندگی با ضریب تأثیر نشریات رابطه دارد. گلینی مقدم و طاهری (۱۳۹۴) شبکه هم نویسندگی و ضریب همکاری ۱ علمی پژوهشگران ایرانی در حوزه هوا فضا در نمایه استنادی علوم از ابتدا تا پایان سال ۲۰۱۴ میلادی را با روش علم سنجی بررسی کرده و نشان دادند که از کل مقالات درصد همکاری در سطح ملی در رتبه نخست، سپس در سطح منطقه ای و در آخر درصد پایین تری در سطح بین المللی تولید شده اند. آمریکا در رتبه اول در کشورهای همکار با ایران بوده و با توجه به ضریب همکاری به ترتیب کشورهای انگلستان، ایتالیا، آلمان و فرانسه بوده اند. الگوی دو نویسنده ای بیشترین درصد را بین نویسندگان داشته است. ستارزاده، گلینی مقدم و مؤمنی (۱۳۹۵) در تحلیل ساختار شبکه همکاری های علمی پژوهشگران حوزه علوم پایه پزشکی ایران در نمایه استنادی علوم در بازه زمانی ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۳، با روش علم سنجی و با کمک شاخص های تحلیل شبکه در سه حوزه سلول های بنیادی، پزشکی مولکولی و بیوانفورماتیک از زیر شاخه های علوم پایه پزشکی، نشان دادند همکاری درون سازمانی، همکاری برون سازمانی و در آخر همکاری بین المللی به ترتیب از درصد بالایی

برخوردار بودند. در تحلیل شبکه همکاری‌های علمی، با توجه به چگالی پایین نشان داده شد که انسجام کلی شبکه در علوم پایه پزشکی پایین است و همکاری بین پژوهشگران ایجاد نشده است. یافته‌های شاخص‌های مرکزیت (خرد)، در مرکزیت درجه شبکه معادل ۳۴۶.۲ درصد، مرکزیت بینیت شبکه معادل ۶۹.۳۱ درصد و شاخص مرکزیت نزدیکی معادل ۵۲۲.۳ و شاخص بردار ویژه شبکه معادل ۱۸۸۵ درصد بدست آمد. نتایج تحقیق نشان داد شبکه همکاری در حوزه علوم پایه پزشکی از انسجام کافی برخوردار نبوده و ارتباط و همکاری علمی لازم بین پژوهشگران صورت نگرفته است. محمداسماعیل و نراقیان (۱۳۹۶) در مقاله بررسی شبکه هم‌تألیفی پژوهشگران حوزه دندان پزشکی در دو پایگاه وب‌آوساینس و اسکوپوس در ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ نیز با روش علم‌سنجی به بررسی تولیدات علمی حوزه دندانپزشکی پرداختند. یافته‌ها نشان داد که بیشتر همکاری‌ها با کشور آمریکا بوده است. همچنین نشان داده شد که همکاری بیشتر نویسندگان به صورت گروهی بوده است. در نتیجه پژوهش‌های مشارکتی و افزایش در تولید کلی مقالات است. عابدی خوراسگانی و دیگران (۱۳۹۶) به مطالعه کلان‌نگر رشد مقالات و نویسندگان در نشریات علمی حوزه فنی و مهندسی با استفاده از پایگاه‌های استنادی علوم جهان اسلام، مگ ایران و آرشیو الکترونیکی نشریات که به روش سرشماری گردآوری شده است، با روش‌های علم‌سنجی پرداختند. نتایج نشان داد که هم رشد تولید مقالات و هم تعداد نویسندگان در نشریات حوزه فنی و مهندسی ایران از رابطه‌ی مثبت تبعیت کرده است. همچنین بین تعداد نویسندگان و تعداد مقالات طی سال‌های مختلف رابطه‌ی مثبت وجود دارد اما رابطه‌ی محسوسی بین رشد تعداد نویسندگان و میانگین هم‌نویسندگی وجود ندارد.

پیشینه پژوهش در خارج

المداء- گومز^۱ و همکاران (۲۰۰۸) در پژوهشی با عنوان تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای شبکه هم‌تألیفی دانشگاهی، دولتی و سازمانی در سه حوزه علمی فیزیولوژی و داروشناسی، پزشکی و زیست‌شناسی سلولی و مولکولی و ژنتیک در منطقه مادرید در پایگاه وب‌آوساینس با استفاده از تحلیل شبکه‌های اجتماعی پرداختند. یافته‌ها نشان داد که در حوزه فیزیولوژی و زیست‌شناسی ارتباطات افزایش یافته ولی تراکم شبکه کم است. با توجه به درجه‌ی بالای بینیت شبکه دانشگاه می‌توان گفت که دانشگاه نقش اساسی در ایجاد شبکه‌های تعاونی در مقالات علمی دارد. چئونگ و کریت^۲ (۲۰۰۹) با بهره‌گیری از تکنیک تحلیل شبکه‌های اجتماعی، به بررسی وضعیت هم‌تألیفی در بین پژوهشگران شرکت‌کننده در دوره‌های مختلف برگزاری کنفرانس نظام‌های اطلاع‌رسانی استرالیا در سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۰۶ پرداختند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که اعضای مشارکت‌کننده در این کنفرانس طی سال‌های مورد مطالعه، به تدریج در جهت ایجاد یک جامعه پژوهشی کوچک اقدام کرده‌اند که در آن همکاری‌های عملی نقش بسیار پررنگی داشته است. گانز، لیوو و محبوبه^۳ (۲۰۱۰) در پژوهش خود با استفاده از تحلیل شبکه‌های اجتماعی به مطالعه شبکه هم-تألیفی ۱۱۲۹ نویسنده در حوزه‌های کتاب‌سنجی، علم‌سنجی، وب‌سنجی و اطلاع‌سنجی پرداختند و نویسندگان کلیدی این حوزه‌ها بر اساس شاخص‌های مرکزیت مشخص کردند. بر این اساس گلنزل، کرشمر و روسو^۴ به عنوان تأثیرگذارترین افراد در این شبکه معرفی شدند. وانگ^۵ و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی اشکال همکاری علمی حوزه

1. Olmeda- Gómez
2. Cheong & Corbitt
3. Guns & Liu & Mahbuba
4. Glanzel & Kretschmer & Rousseau
5. Wang

محاسبات اجتماعی با استفاده از رویکرد شبکه اجتماعی پرداختند. بر اساس یافته‌ها ایالات متحده آمریکا ۳۵ درصد مقالات را تولید کرده و نزدیک نصف استنادات را به خود اختصاص داده است. کومار و جان^۱ (۲۰۱۳) در حوزه مدیریت و بازرگانی کشور مالزی به ترسیم نقشه همکاری علمی بر اساس داده‌های وبگاه علوم در بازه زمانی ۱۹۸۰-۲۰۱۰ پرداختند. نتایج نشان دادند که الگوی همکاری علمی مؤسسه مالزی به صورت برون مؤسسه‌ای است. کشور مالزی در این حوزه بیشتر با کشورهای ایالات متحده آمریکا، استرالیا، ژاپن، انگلستان و کانادا همکاری بین‌المللی داشته است. بیشتر تولیدات علمی با همکاری علمی سه برابر تولیدات به صورت صورت تک نویسنده می‌باشد. پژوهش دیگری که توسط نیو و کیو^۲ (۲۰۱۴) در مقاله‌ای با عنوان "ساختار شبکه، توزیع و رشد همکاری مطالعات بین‌المللی چین" با روش‌های علم‌سنجی و تحلیل شبکه، نشان دادند که در زمینه موضوعی بیشترین تعداد مقالات در زمینه فیزیک و سریع‌ترین رشد در زمینه موضوعی زیست‌شناسی مولکولی و ژنتیک بوده است. در ساختار شبکه همکاری، ایالات متحده آمریکا بزرگترین و مهم‌ترین عضو شبکه همکاری را داشته است.

جمع‌بندی از مرور پیشینه

با بررسی پیشینه‌ها به نظر می‌رسد، در مورد شبکه‌های همکاری حوزه‌های مختلف به ویژه در رشته‌ها و موضوعات مورد توجه قرار گرفته شده در نقشه سند جامع کشور، هنوز جای مطالعه و بررسی وجود دارد. به نظر می‌رسد تا مرحله بالندگی و رشد حوزه فنی و مهندسی هنوز راه درازی در پیش است و حل اینگونه مسائل و چالش‌ها، نیازمند همکاری بیشتر و نزدیکتر بین پژوهشگران حوزه‌های مرتبط می‌باشد. در عین حال در پژوهش‌های پیشین به سیر تکاملی و بررسی پژوهشگاه‌های وزارت علوم، تحقیقات و فناوری از منظر آثار، منابع علمی تولید شده، پرکارترین پژوهشگران، مراکز مهم و تأثیرگذار در این حوزه، بررسی نشده است. از این رو خلاء انجام چنین پژوهشی احساس می‌شد و انجام این پژوهش ضروری به نظر می‌رسد.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر، پژوهشی کاربردی از نوع مطالعات علم‌سنجی است که با استفاده از شاخص‌های تحلیل شبکه‌های اجتماعی انجام شده است. شبکه‌های اجتماعی، شامل افراد، گره‌ها و ارتباطات بین آنها است که افراد گره‌ها را تشکیل می‌دهند و ارتباط بین افراد، یال‌های بین گره‌ها یا نودها را شکل می‌دهند (جعفرزاده، جلالی دیزجی و مؤمنی، ۱۳۹۵). شاخص‌های تحلیل شبکه‌های اجتماعی عبارتند از شاخص‌های کلان و شاخص‌های خرد. در شاخص کلان، چگالی^۳، ضریب خوشه‌بندی^۴، میانگین فاصله^۵ در شبکه بررسی می‌شود. شاخص چگالی نشان می‌دهد که گره‌های شبکه تا چه حدی به یکدیگر متصل بوده و شبکه تا چه میزان از انسجام^۶ و فشردگی^۷ برخوردار است. چگالی همواره همواره عددی بین صفر و ۱ است. عدد صفر یعنی هیچ پیوندی بین گره‌های شبکه وجود ندارد و عدد ۱ نشان دهنده اتصال گره‌ها به یکدیگر است. (سهیلی، عصاره، ۱۳۹۲). ضریب خوشه‌بندی به تمایل و گرایش افراد موجود در شبکه

- 1 . Kumar& Jan
- 2 . Niu & Qiu
- 3 . Density
- 4 . Clustering Coefficient
- 5 . Mean Distance
- 6 . Cohesion
- 7 . Compactness

به تشکیل خوشه‌های مختلف از طریق هم‌تألفی دلالت دارد. میانگین فاصله در شبکه به میانگین کوتاه‌ترین مسیرهای موجود^۱ میان دو گره در شبکه اطلاق می‌شود. میانگین فاصله کمتر در شبکه امکان انتقال سریع‌تر اطلاعات در شبکه را فراهم می‌آورد (نیومن^۲، ۲۰۰۴؛ بنکندورف^۳، ۲۰۱۰؛ یو، شاو و دوان^۴، ۲۰۱۲)

از شاخص‌های خرد، مرکزیت، یکی از مهم‌ترین مفاهیم تحلیل شبکه اجتماعی محسوب می‌شود که به مطالعه اهمیت و تأثیرگذاری افراد در شبکه می‌پردازد و با سه شخص درجه^۵ بینیت^۶ و نزدیکی^۷ مورد مطالعه قرار می‌گیرد. مرکزیت یک گره نشان‌دهنده تعداد ارتباطات آن گره با سایر گره‌های تشکیل‌دهنده شبکه است. به عبارت دیگر نشان‌دهنده تعداد هم‌تألفی هر فرد با سایر افراد شبکه است. مرکزیت یک فرد به معنای اعتبار و جایگاه او در حوزه فعالیتش می‌باشد. بنابراین افرادی که در یک شبکه علمی یا اجتماعی تأثیرگذارترند، و بیشتر دیده می‌شوند، ارزش مرکزیت بیشتری نیز به دست می‌آورند (سالمی، فدایی و عصاره، ۱۳۹۳)

جامعه آماری پژوهش حاضر شامل تولیدات علمی ۷ پژوهشگاه فنی و مهندسی وابسته به وزارت علوم تحقیقات و فناوری مستقر در شهر تهران به شرح جدول ۱، است. گردآوری داده‌ها با استفاده از، پایگاه‌های اطلاعاتی وب آو ساینس و پایگاه اسکوپوس به دلیل مقبولیت جهانی آنها صورت گرفته است. بازه زمانی جستجو بین سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ بوده است. در جدول ۱ نام پژوهشگاه‌هایی که با استفاده از پایگاه‌های نام برده شده جستجو شدند، آورده شده است.

جدول ۱. جامعه آماری پژوهش

نام فارسی پژوهشگاه	مخفف	تعداد داده‌ها در بازه ۲۰۱۱-۲۰۱۵
پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله	IIEES	۲۳۸
پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران	IPPI	۱۵۶۸
پژوهشگاه شیمی و مهندسی شیمی ایران	CCERCI	۵۵۶
پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست‌فناوری	NIGEB	۱۱۰۸
پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی	NIOAS	۳۶
مؤسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ و پوشش	ICST	۱۹۵
پژوهشگاه هوا فضا	ARI	۹۲

از آنجا که در تاریخ گردآوری داده‌ها (آبان ۱۳۹۵)، هنوز مقالات ۲۰۱۶ به‌طور کامل منتشر و در پایگاه‌های مورد نظر نمایه نشده بودند، داده‌های این سال لحاظ نشد. داده‌های استخراج شده از پایگاه‌ها شامل: ۱۹۶۰ مقاله از پایگاه اسکوپوس و ۲۰۰۱ مقاله از پایگاه وب‌آوساینس بود. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای علم‌سنجی بیب-اکسل^۸، نت‌دراو^۹ و یوسی‌نت^{۱۰} استفاده گردید. به منظور بررسی وضعیت همکاری نویسندگان در تولید مقاله‌های

1. Shortest Path (Geodesic Path)
2. Newman
3. Benckendorff
4. Yu & Shao & Duan
5. Degree
6. Betweenness
7. Closeness
8. BibExcel
9. NetDraw
10. Ucinet

حوزه فنی و مهندسی و تعیین ضریب مشارکت آنها از فرمول ضریب مشارکت "آجی فیروکی و بورل" استفاده شده است. در این فرمول: N = تعداد کل مقالات منتشر شده K = بیشترین تعداد نویسنده در مقاله J = مقالات دارای ۱ نویسنده، ۲ نویسنده، ۳ نویسنده و غیره FJ = تعداد مقالات تالیفی دارای تعداد J نویسنده است. در این فرمول مقدار ضریب مشارکت (CC) بین صفر و یک است که هر چه به یک نزدیکتر باشد، مبین مشارکت بالاتر می باشد. (آجی فیروکی و بورل، ۱۹۸۸)

$$CC = 1 - \left[\sum_{j=1}^k \left(\frac{1}{j} \right) \times \left(\frac{f_j}{n} \right) \right] \quad (*)$$

یافته های پژوهش

پاسخ به سؤال اول پژوهش. پدید آورندگان دارای بیشترین تولید به تفکیک مقاله، در پژوهشگاه های فنی و مهندسی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در شهر تهران چه کسانی هستند؟

جدول ۲. نویسندگان پرتولید پژوهشگاه های فنی و مهندسی

نویسنده	تعداد مدرک	پژوهشگاه
حسین علی خنکدار	۷۸	پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران
مسعود هوشمند	۵۲	پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری
محمد ایمانی	۴۶	پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران
کامبیز اکبری نقابی	۴۶	پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری
قاسم نادری	۴۵	پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران
مهدی باریکانی	۳۹	پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران
اسماعیل قاسمی	۳۹	پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران
شهرام مهدی پورعطایی	۳۹	پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران
مهدی صادقی	۳۷	پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری
محمد عطایی	۳۵	پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

فهرست ده نویسنده که دارای بیشترین تولید در زمینه فنی و مهندسی بوده اند، به همراه نام پژوهشگاه آنان در جدول شماره ۲ ارائه شده است. پس از استخراج اطلاعات از دو پایگاه های اطلاعاتی، مشخص شد که ده نویسنده آورده شده در جدول بالا جزء پرتولیدترین نویسندگان هفت پژوهشگاه فنی و مهندسی در تهران بوده اند. همانطور که ملاحظه می کنید دکتر حسین خنکدار با فراوانی مقاله ۷۸ مدرک در بالای جدول قرار داشته و پرتولیدترین نویسنده در میان نویسندگان پژوهشگاه های فنی و مهندسی شناخته شد. همچنین دکتر مسعود هوشمند با فراوانی ۵۲ مقاله از پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری رتبه دوم و دکتر محمد ایمانی از پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران با ۴۶ مقاله رتبه سوم را بدست آورده اند.

پاسخ به سؤال دوم پژوهش. ضریب همکاری نویسندگان در پژوهشگاه‌های فنی و مهندسی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در شهر تهران، چگونه شکل گرفته است؟

جدول ۳. رتبه‌بندی مقالات پژوهشگاه‌های فنی و مهندسی، براساس تعداد نویسنده آنها

نویسنده	فراوانی مدارک	(فراوانی مدارک ÷ کل تعداد مدارک) × (تعداد نویسنده ÷ ۱)
یک نویسنده‌ای	۳۳	$0.016 = (33 \div 1960) \times (1 \div 1)$
دو نویسنده‌ای	۲۲۹	$0.005 = (229 \div 1960) \times (2 \div 1)$
سه نویسنده‌ای	۶۲۰	$0.023 = (620 \div 1960) \times (3 \div 1)$
چهار نویسنده‌ای	۳۵۹	$0.045 = (359 \div 1960) \times (4 \div 1)$
پنج نویسنده‌ای	۴۵۷	$0.046 = (457 \div 1960) \times (5 \div 1)$
شش نویسنده‌ای	۳۳	$0.00256 = (33 \div 1960) \times (6 \div 1)$
هفت نویسنده‌ای	۶۵	$0.00462 = (65 \div 1960) \times (7 \div 1)$
هشت نویسنده‌ای...	۱۶۴	$0.00996 = (164 \div 1960) \times (8 \div 1)$
جمع	۱۹۶۰	$0.71856 = 1 - 0.28144$

میزان ضریب همکاری علمی پژوهشگران پژوهشگاه‌های جامعه‌ی مورد مطالعه نیز مورد بررسی قرار گرفت بر این اساس ابتدا مقالات بر اساس تعداد نویسندگانشان رتبه‌بندی شده و سپس با استفاده از فرمول (*) محاسبه گردیدند. بررسی شبکه هم‌تألیفی در مدارک مورد بررسی در این پژوهش نشان داد که از کل ۱۹۶۰ مدرک مورد مطالعه، ۳۳ مدرک یک نویسنده‌ای، ۲۲۹ مدرک دو نویسنده‌ای، ۶۲۰ مدرک سه نویسنده‌ای، ۳۵۹ مدرک چهار نویسنده‌ای و ۷۱۹ مدرک با بیش از پنج نویسنده نوشته شده‌اند. این نشان می‌دهد تنها ۳۳ مدرک یک نویسنده‌ای هستند و بیش از نیمی از انتشارات بیش از ۳ نویسنده دارند. بر اساس فرمول "آجی فیرو کی و بول" ضریب همکاری گروهی پژوهشگران پژوهشگاه‌های فنی و مهندسی معادل ۰.۷۲ بدست آمد. این عدد نشان‌دهنده آن است که ضریب همکاری خوبی بین پژوهشگران وجود دارد و نویسندگان توانسته‌اند در برونداد علمی خویش با دیگر پژوهشگران به خوبی و از نزدیک همکاری داشته باشند. به عبارتی ۷۲ درصد از بروندا‌های علمی با همکاری علمی پژوهشگران نوشته شده است. ضریب همکاری، رقمی بین صفر تا ۱ است. این ضریب هرچه به ۱ نزدیکتر باشد، سطح همکاری بالاست و برعکس هرچه به صفر نزدیکتر باشد، سطح همکاری گروهی بین نویسندگان حوزه کمتر است.

پاسخ به سؤال سوم پژوهش. چه پژوهشگرانی نقش مهمی را در تعاملات علمی شبکه همکاری پژوهشگاه‌های فنی و مهندسی مستقر در تهران، بر اساس شاخص‌های مرکزیت، درجه‌ای، بینایی، و نزدیکی بازی می‌کنند؟

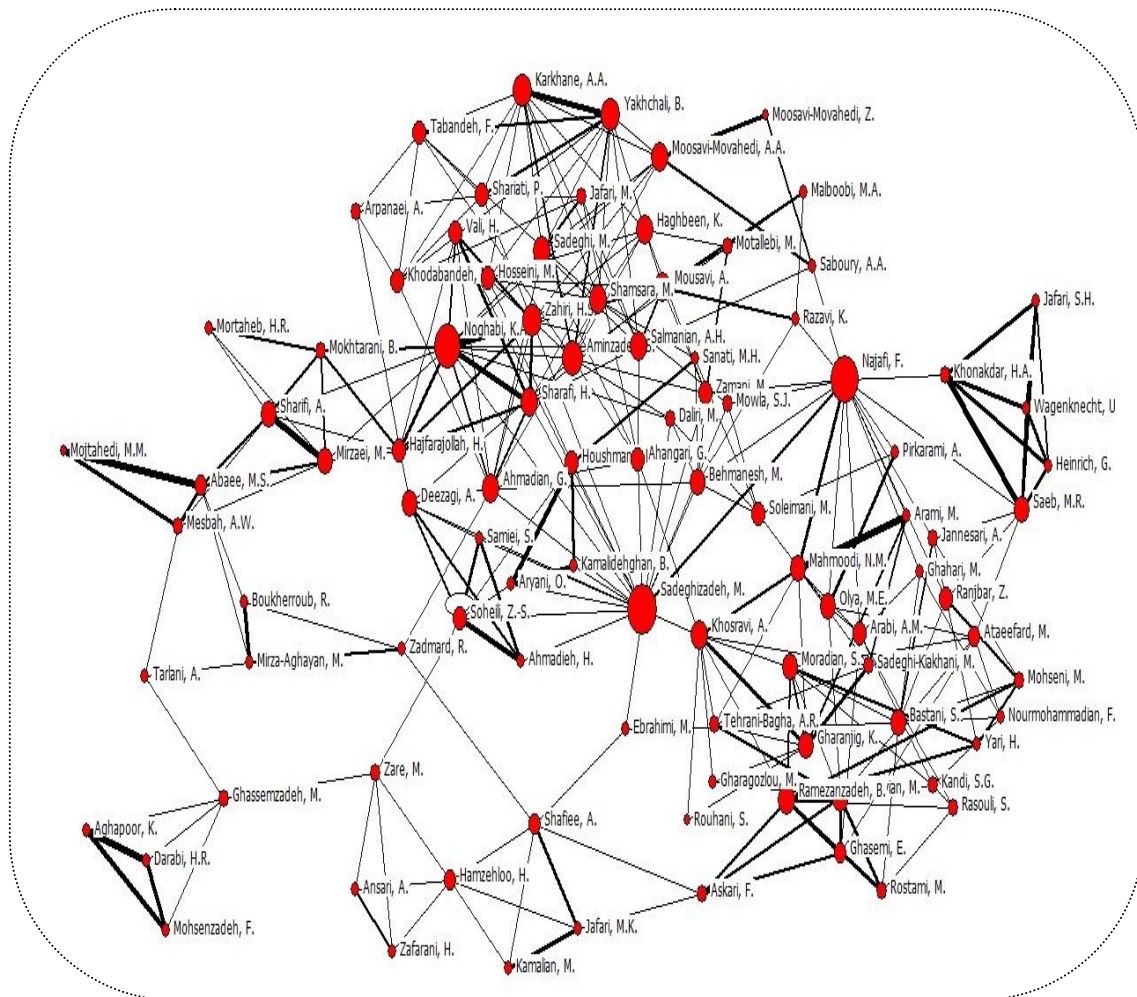
جدول ۴. شاخص‌های پیوستگی شبکه همکاری پژوهشگران پژوهشگاه‌های فنی و مهندسی

میانگین فاصله گره‌ها	چگالی	میانگین درجه	تعداد گره‌ها
۴.۴۳۰	۰.۰۰۷	۶.۷۷	۹۹۰

برای ترسیم شبکه علمی نویسندگان پژوهشگاه‌های فنی و مهندسی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در شهر تهران، از هم‌رخدادی^۱ اسامی نویسندگان در مقالات مورد مطالعه، استفاده شد. به طور کلی ۳۷۷۸ نویسنده در تولید

1. Co-occurrence

برونداد علمی پژوهشگاه های فنی و مهندسی مشارکت داشتند. در شبکه همکاری ۹۹۰ گره شکل گرفته است که از میان ۳۷۷۸ نویسنده، تقریباً ۲۶ درصد از پژوهشگران در آن حضور داشته اند. این پژوهشگران به نوعی با یکدیگر همکاری داشته و در تعاملات علمی با یکدیگر همکاری داشته اند. چگالی یا تراکم در جدول عدد ۰.۰۰۷ می باشد. این عدد نشان می دهد شبکه همکاری بین پژوهشگران به شدت سست است و آنها نتوانسته اند پیوند زیادی بین یکدیگر برقرار کنند. در واقع، بیشترین پیوندها بین تعدادی از نویسندگان برقرار شده است. میانگین درجه در شبکه همکاری پژوهشگران در این پژوهشگاه ها، عدد ۶.۷۷ را نشان می دهد. به طور متوسط نویسندگان در تدوین بروندهای علمی خود با حداقل ۶.۷ نفر دیگر همکاری داشته اند. میانگین فاصله گره ها در شبکه همکاری نویسندگان ۴.۴۳۰ است که نشان می دهد نویسندگان برای همکاری در درون شبکه همکاری علمی باید به طور میانگین بیش از چهار گام بردارند تا از یک طرف شبکه به طرف دیگر آن بروند. در نتیجه فاصله بین نویسندگان جهت همکاری با یکدیگر زیاد است.



شکل ۱. شبکه همکاری پژوهشگران پژوهشگاه های فنی و مهندسی

شبکه همکاری نویسندگان در شکل شماره ۱ نمایش داده شده است. به دلیل گستردگی شبکه فقط نویسندگان مهم در شبکه نشان داده شده اند. منظور از نویسندگان مهم، نویسندگانی هستند که هم تعداد مقالات بیشتری داشتند و هم سطح روابط و همکاری آنها در داخل شبکه بیشتر بوده است.

جدول ۵. رتبه‌بندی پژوهشگران پژوهشگاه‌ها براساس شاخص‌های مرکزیت تحلیل شبکه‌های علمی

نمره	نزدیکی	نمره	بینیت	نمره	درجه
۲.۳۳۱	صادقی‌زاده، مجید	۱۵.۲۱	نجفی، فرهود	۱۴۸	اکبری‌نقابی، کامبیز
۲.۳۳۰	اکبری‌نقابی، کامبیز	۹.۳۷	صادقی، مهدی	۱۴۲	هوشمند، مسعود
۲.۳۲۸	نجفی، فرهود	۸.۵	هوشمند، مسعود	۱۴۲	صادقی، مهدی
۲.۳۲۴	صادقی، مهدی	۸.۴	صادقی‌زاده، مجید	۱۲۳	رمضان‌زاده، بهرام
۲.۳۲۳	احمدیان، غلامرضا	۶.۹	اکبری‌نقابی، کامبیز	۱۱۹	صائب، محمدرضا
۲.۳۲۱	یخچالی، باقر	۶	زارع، مهدی	۱۱۸	موسوی‌موحدی، علی‌اکبر
۲.۳۲۰	به‌منش، مهرداد	۵.۶	موسوی، سید امیر	۱۱۰	نجفی، فرهود
۲.۳۲۰	امین‌زاده، سعید	۴.۹	یخچالی، باقر	۹۸	یخچالی، باقر
۲.۳۲۰	سلمانیان، علی‌هاتف	۴.۳	احمدیان، غلامرضا	۹۶	موسوی، سید امیر
۲.۳۱۸	هوشمند، مسعود	۴.۶	ابراهیمی، محمد	۹۶	شرفی، چ

نویسندگان مهم و مرکزی شبکه همکاری پژوهشگران در جدول شماره ۵ براساس شاخص‌های مختلف تحلیل شبکه همکاری علمی همچون مرکزیت درجه‌ای، بینایی و نزدیکی ارائه شده است.

بر اساس شاخص‌های مرکزیت درجه، آقای دکتر کامبیز اکبری نقابی از پژوهشگاه ژنتیک و زیست‌فناوری با دریافت ۱۴۸ نمره بیشترین مرکزیت درجه را در اختیار دارد. این مسأله نشان می‌دهد که این نویسنده بیشترین همکاری را در شبکه همکاری علمی پژوهشگران در میان پژوهشگران پژوهشگاه‌های فنی و مهندسی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در شهر تهران داشته است. بنابراین، به جهت شکل دهی به شبکه همکاری و افزایش تعاملات بین پژوهشگران در حوزه‌های فنی و مهندسی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در شهر تهران، این نویسنده، نقش مرکزی و قطبیت را بر عهده دارد و بیشتر همکاری‌ها در داخل شبکه به این نویسنده گرایش دارد.

به لحاظ شاخص بینایی آقای دکتر فرهود نجفی از مؤسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ و پوشش با دریافت ۱۵.۲۱ درجه، بیشترین درجه بینیت را در میان پژوهشگران در اختیار دارند. این شاخص نشان می‌دهد، این نویسنده در پیوستگی شبکه و ارتباط گره‌های مختلف با بدنه شبکه نقش فعالی را ایفا می‌کند به عبارتی این نویسنده همانند پلی است که نویسندگان مختلف در شبکه را به یکدیگر پیوند داده است. همانطور که در شبکه همکاری پژوهشگران در شکل شماره ۱ نیز قابل مشاهده است این نویسنده با ایجاد پیوند بین مؤلفه‌های شبکه توانسته است ارتباط و پیوند مؤلفه‌ها را ایجاد کند و در نتیجه انتشار اطلاعات از بین مؤلفه‌ها را امکان‌پذیر سازد، که در صورت حذف این گره از شبکه ارتباط بین پژوهشگران قطع می‌شود. بر اساس شاخص درجه نزدیکی، آقای دکتر مجید صادقی‌زاده با نمره ۲.۳۳۱ بیشترین درجه نزدیکی را در میان شبکه همکاری علمی پژوهشگران در پژوهشگاه‌های فنی و مهندسی به خود اختصاص داده‌اند. این مسأله بیانگر آن است که نویسنده توانسته است به راحتی و از نزدیک با افراد مختلف در شبکه به همکاری به‌پردازد. به عبارتی نزدیکی و تعامل این پژوهشگر با افراد در ساختار شبکه علمی با حداقل موانع صورت گرفته است و می‌تواند از نزدیک با پژوهشگران مختلف همکاری کند.

پاسخ به سؤال چهارم پژوهش. کدام پژوهشگاه های فنی و مهندسی وابسته به وزارت علوم تحقیقات و فناوری در شهر تهران، نقش فعال و تأثیرگذاری در شبکه علمی بر عهده دارند؟

جهت ترسیم شبکه همکاری پژوهشگاه ها و دانشگاه های فعال در برونداد علمی پژوهشگاه های فنی و مهندسی، از هم‌رخدادی اسامی مؤسسات و دانشگاه در آدرس مقالات استفاده شد. بر این اساس، با توجه به اینکه اسامی دانشگاه ها و پژوهشگاه ها در مقالات به شکل های مختلف نوشته شده بودند، آنها را یکسان سازی کرده و سپس برای ترسیم شبکه هم‌تألفی و دسته بندی مؤسسات از بخش هم‌رخدادی نرم افزار بیباکسل استفاده کردیم و در نهایت خروجی های گرفته شده از این نرم افزار که به صورت نت^۱ بودند، وارد نرم افزار نت دراو شدند.

جدول ۶. شاخص های پیوستگی شبکه همکاری پژوهشگاه های شهر تهران با مؤسسات و دانشگاه ها

میانگین فاصله	چگالی	میانگین درجه	تعداد گره ها
۲.۱۴۸	۰.۱۴۳	۶.۳۱۱	۲۵۶

تراکم یا چگالی شبکه همکاری این پژوهشگاه ها با مراکز دیگر عدد ۰.۱۴۳ را نشان می دهد. این عدد بیانگر این است که هر چند که مؤسسات علمی مختلف در ساختار شبکه با هم دیگر پیوند دارند، ولی پیوندهای زیادی بین پژوهشگاه ها و مؤسسات و دانشگاه ها ایجاد نشده است. تراکم به عنوان تعداد روابط مستقیم بین عامل ها، در یک شبکه تعریف شده و در بردارنده ی بالاترین سهم در میان روابط ممکن در شبکه است (نووی و دیگران^۲، ۲۰۱۸). عدد تراکم یا چگالی در شبکه همکاری، هرچه به یک نزدیک تر باشد یعنی شبکه از تراکم خوبی برخوردار است و ارتباطات بین بازیگران شبکه بسیار در سطح بالایی قرار دارد. برعکس، هرچه این عدد به صفر نزدیک تر باشد، نشان دهنده پیوندهای گسسته بین بازیگران شبکه می باشد که به علت ارتباطات اندک، این شبکه سست و ضعیف است.

میانگین درجه، در شبکه همکاری پژوهشگاه های فنی و مهندسی وابسته به وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در شهر تهران، عدد ۶.۳۱۱ است. این عدد نشان می دهد که این پژوهشگاه ها، بطور متوسط با حدود ۶ مؤسسه و دانشگاه دیگر در تولید برونداد خود در ارتباط بوده اند. به عبارتی، هر پژوهشگاه، بطور میانگین با ۶ مؤسسه یا دانشگاه در تولیدات علمی خود همکاری داشته است. میانگین فاصله، در این شبکه ۲.۱۴۸ است که نشان دهنده قطر شبکه می باشد. بررسی میانگین فاصله در این شبکه نشان می دهد، برای حرکت از یک طرف شبکه به طرف دیگر آن، باید حداقل دو و نیم گام برداشته شود. به عبارتی پژوهشگاه ها برای ایجاد همکاری علمی در ساختار شبکه علمی، باید به واسطه ۲.۱۴۸ گره دیگر اقدام به همکاری کنند.

با استفاده از شاخص های خرد تحلیل شبکه علمی جایگاه و اهمیت پژوهشگاه ها در ساختار شبکه علمی تحلیل شد که در جدول شماره ۷ ارائه شده است.

بر اساس شاخص مرکزیت درجه، پژوهشگاه ملی و مهندسی ژنتیک و زیست فناوری با دریافت ۱۵۹ نمره بالاترین شاخص را بدست آورده است. این شاخص، نشان می دهد بیشترین همکاری ها و پیوندها در ساختار شبکه علمی به این پژوهشگاه گرایش دارد و به لحاظ شکل دهی به شبکه همکاری پژوهشگاه ژنتیک، نقش مرکزی را دارد.

همچنین براساس شاخص بینیت نیز پژوهشگاه ملی و مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی، با نمره ۴۷.۴ در تلافی بین پژوهشگاه ها و دانشگاه های مختلف در شبکه قرار دارد. در واقع این پژوهشگاه با قرار گرفتن در مرکز شبکه، انتقال

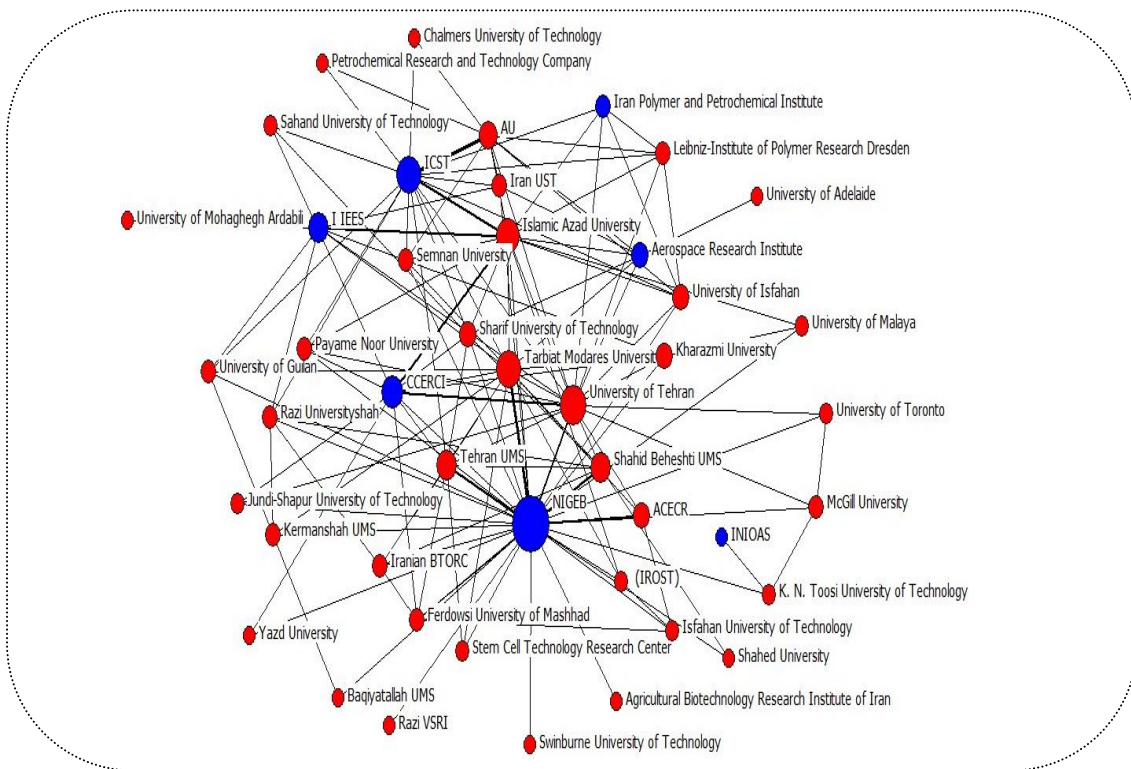
1 . Net

2 . De Nooy & Mrvar & Batagelj

اطلاعات و دانش در میان دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌ها را تسهیل می‌بخشد. در بررسی شاخص نزدیکی نیز پژوهشگاه ملی و مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی با عدد ۷۳.۳ نشان می‌دهد، برای ایجاد همکاری در قالب ساختار شبکه، می‌تواند از نزدیک با بقیه پژوهشگاه‌ها همکاری کند.

جدول ۷. رتبه‌بندی پژوهشگاه‌های فنی و مهندسی براساس شاخص‌های تحلیل شبکه

رتبه	امتیاز	نزدیکی	امتیاز	بینیت	امتیاز	درجه
۷۳.۳	پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست‌فناوری	۴۷.۷	پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست‌فناوری	۱۵۹	پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست‌فناوری	
۵۴.۳	پژوهشگاه شیمی و مهندسی شیمی ایران	۱۰.۶	مؤسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ و پوشش	۱۳۷	مؤسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ و پوشش	
۵۳	مؤسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ و پوشش	۵.۱	پژوهشگاه بین‌المللی زلزله-شناسی و مهندسی زلزله	۲۹	پژوهشگاه شیمی و مهندسی شیمی ایران	
۵۰	پژوهشگاه بین‌المللی زلزله-شناسی و مهندسی زلزله	۳.۴	پژوهشگاه شیمی و مهندسی شیمی ایران	۲۱	پژوهشگاه بین‌المللی زلزله-شناسی و مهندسی زلزله	
۴۰.۲	پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران	۲	پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران	۱۰	پژوهشگاه هوا فضا	
۳۷	پژوهشگاه هوا فضا	۱.۵	پژوهشگاه هوا فضا	۵	پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران	
۳۰	پژوهشگاه ملی اقیانوس-شناسی و علوم جوی	۰.۸	پژوهشگاه ملی اقیانوس-شناسی و علوم جوی	۱	پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی	



شکل ۲. شبکه همکاری پژوهشگاه‌ها و دانشگاه‌ها و مؤسسات علمی

در شکل ۲ پژوهشگاه های فنی و مهندسی وزارت علوم تحقیقات و فناوری در شهر تهران با رنگ آبی در این شبکه نشان داده شده اند.

پاسخ به سؤال پنجم پژوهش. چه کشورهایی دارای بیشترین همکاری مشترک با پژوهشگاه های فنی و مهندسی وابسته به وزارت علوم تحقیقات و فناوری شهر تهران در تولید برودادهای علمی هستند؟

کشورهای امریکا و آلمان به ترتیب هرکدام با ۱۰۴ و ۱۰۲ مدرک، همکاران مهم پژوهشگاه های فنی و مهندسی شهر تهران را شکل داده اند. پس از آنها کشورهای ژاپن، کانادا، پاکستان و فرانسه دارای بیشترین همکاری با این پژوهشگاه ها بوده اند.

جدول ۸: شاخص های پیوستگی شبکه همکاری پژوهشگاه های شهر تهران با مؤسسات و دانشگاه ها

میانگین فاصله	چگالی	میانگین درجه	تعداد گره ها
۱.۶۱	۰.۱۲۷	۴.۴۴	۳۴

شاخص های پیوستگی^۱ شبکه همکاری پژوهشگاه های فنی و مهندسی با کشورهای دیگر در جدول شماره ۸ ارائه شده است.

میانگین درجه شبکه عدد ۴.۴۴ را نشان می دهد. این شاخص بیانگر آن است که در این شبکه، هر پژوهشگاهی به طور متوسط بطور تقریبی با ۵ کشور دیگر در تولید برودادهای علمی خود در همکاری داشته است. میانگین فاصله یا فاصله هندسی در این شبکه ۱.۶۱ است که نشان می دهد قطر شبکه چقدر است. در واقع میانگین فاصله، همان قطر شبکه است و بیانگر آن است که تقریباً باید ۲ گام برداشته شود تا از یک طرف شبکه به طرف دیگر آن رفت. به عبارتی برای رسیدن از یک طرف شبکه به طرف دیگر آن باید تقریباً یک و نیم گام برداریم، بر این اساس گره ها در درون شبکه مسیر کوتاهی را برای ایجاد همکاری طی می کنند.

تراکم شبکه برابر است با ۰.۱۲۷ که نشان می دهد بین پژوهشگاه های فنی و مهندسی با دیگر کشورها در شبکه همکاری، ارتباطات و پیوندهای کمی برقرار شده است و تعدادی از کشورها در شکل دهی به برودادهای علمی پژوهشگاه ها همکاری علمی خوبی داشته اند.

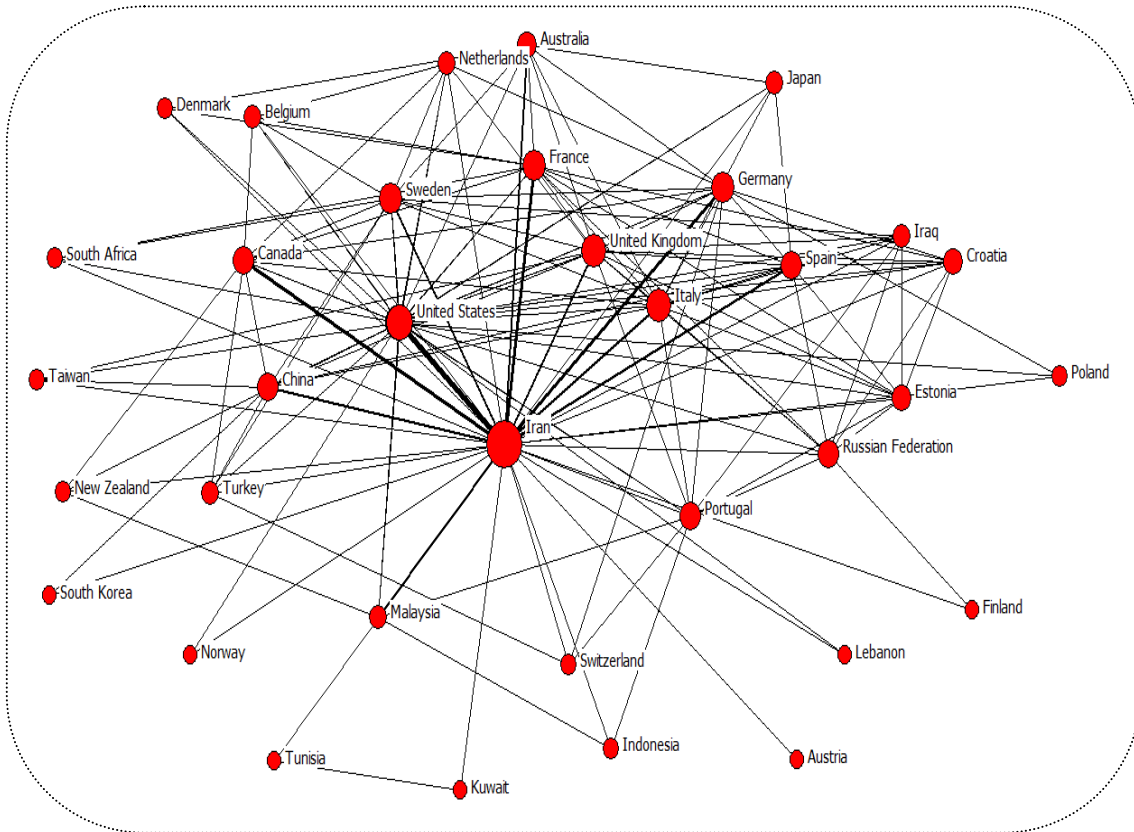
همانطور که شکل ۳ دیده می شود، پیوندهای بین پژوهشگاه های فنی و مهندسی، که با برچسب ایران در شبکه مشخص شده است، با کشور ایالات متحده آمریکا به نسبت پر رنگتر و ضخیم تر است.

کشور آمریکا به لحاظ شاخص مرکزیت درجه، بیشترین تعامل را با پژوهشگاه های فنی و مهندسی و هم چنین دیگر کشورها در ساختار شبکه همکاری علمی پژوهشگاه های فنی و مهندسی شهر تهران داشته است. به عبارتی این کشور با دریافت ۸۸ نمره از مرکزیت درجه نشان می دهد در کانون توجه پژوهشگران جهت همکاری بوده است. کشور انگلستان، فرانسه، آلمان و ایتالیا نیز در رتبه های بعدی کشورهای مطرح براساس شاخص مرکزیت درجه بوده اند.

همچنین کشور آمریکا با نمره ۲۳ در شاخص مرکزیت نزدیکی توانسته است در داخل شبکه به راحتی و از نزدیک با کشورهای دیگر به همکاری به پردازد. به عبارتی این کشور در جهت ایجاد همکاری علمی با پژوهشگاه های فنی و مهندسی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در شهر تهران و همچنین شکل دهی به همکاری علمی با دیگر کشور در ساختار شبکه همکاری علمی فوق با موانع کمتری روبرو است و می تواند با بازیگران مختلف در قالب این شبکه

1 . Cohesion

همکاری کند. کشورهای انگلستان، ترکیه، اسپانیا و سوئد از کشورهای مهم و تاثیرگذار در شبکه همکاری علمی بر اساس شاخص فوق می باشد.



شکل ۳. شبکه همکاری کشورهای مختلف در حوزه برونداد علمی پژوهشگاه های فنی و مهندسی

جدول ۹: کشورهای همکار پژوهشگاه های فنی و مهندسی براساس شاخص های مختلف تحلیل شبکه

امتیاز	نزدیکی	امتیاز	بینیت	امتیاز	درجه	امتیاز	مرتبه
۲۳	آمریکا	۱۰.۳	پرتغال	۸۸	آمریکا	۱۰۴	آمریکا
۱۲	انگلیس	۱۰	ایتالیا	۶۸	انگلیس	۱۰۲	آلمان
۸	ترکیه	۸.۷	فرانسه	۵۵	فرانسه	۹۶	ژاپن
۶.۴	اسپانیا	۷.۹	سوئد	۴۱	آلمان	۹۵	کانادا
۵.۷	سوئد	۶	آلمان	۳۵	ایتالیا	۶۳	پاکستان

به لحاظ شاخص مرکزیت بینایی، کشور پرتغال با نمره ۱۰.۳ بیشترین شاخص مرکزیت بینایی را در بین کشورهای همکاری کننده با پژوهشگاه های فنی و مهندسی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در شهر تهران داشته است. در واقع کشور پرتغال با مرکزیت بینایی بالا و در تلاقی اتصال بین کشورهای مختلف قرار گرفته است. بسیاری از تعاملات، همکاری های علم و انتقال اطلاعات به واسطه گری این کشور بین کشورهای مختلف در شبکه امکان پذیر می باشد. در نتیجه، در انتقال جریان اطلاعات در بین کشورها، در شبکه نقش مرکزی را بازی می کند. علاوه بر کشور پرتغال، کشورهای ایتالیا، فرانسه، سوئد و آلمان از دیگر کشورهای با مرکزیت بینایی بالا در درون شبکه

علمی پژوهشگاه های فنی و مهندسی شهر تهران می باشند که هر کدام سهم عمده ای را در انتقال جریان اطلاعات در میان کشورهای مختلف برعهده دارند.

بحث و نتیجه گیری

در پژوهش حاضر به بررسی شبکه هم تالیفی پژوهشگران پژوهشگاه های فنی و مهندسی وابسته به وزارت علوم تحقیقات و فناوری در شهر تهران در بازه زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ پرداخته شد و نتایج نشان دادند که نویسندگان پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران و سپس پژوهشگاه ژنتیک بیشترین سهم را در تولید بروندهای علمی حوزه فنی و مهندسی داشته اند که این مساله بیشتر ناشی از ماهیت حوزه موضوعی وابسته به این پژوهشگاه ها می باشد. احمدی (۱۳۹۰) نیز در پژوهش خود بر روی برونداد علمی پژوهشگران دانشگاه تهران نشان داد بیشترین فعالیت علمی و انتشار یافته های به حوزه های وابسته به شیمی و پتروشیمی اختصاص دارد که در واقع این حوزه یکی از حوزه های پرتولید علمی ایران در سطح جهان شناخته می شود. همچنین نیو و کیو (۲۰۱۴) نشان دادند که در زمینه موضوعی بیشترین تعداد مقالات در زمینه فیزیک و سریع ترین رشد در زمینه موضوعی زیست شناسی مولکولی و ژنتیک بوده است. در بررسی ضریب همکاری نویسندگان مشخص شد که اکثر بروندهای علمی با همکاری علمی پژوهشگران، نوشته شده است. در تحقیقات اسدی و دیگران (۱۳۹۱)، اسدی و تقفی (۱۳۹۱)، توکلی زاده راوری و دیگران (۱۳۹۳) و کومار و جان (۲۰۱۳) نیز مشابه همین نتیجه گیری صورت گرفته است. در بررسی پژوهشگران مهم در تعاملات علمی نشان داده شد که تمایل به کار گروهی در پژوهشگاه های فنی و مهندسی شهر تهران به شدت سست است و پژوهشگران نتوانسته اند پیوند زیادی بین یکدیگر برقرار کنند و شاید این مسأله به این دلیل باشد که حوزه های تخصصی این پژوهشگاه ها با هم متفاوت است. از جمله دلایل آن توجه صرف به مباحث بنیادی هر رشته و عدم توجه به حل مسائل و موضوعات بین رشته ای است. از نظر شاخص تحلیل شبکه، پژوهشگاه مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی با دریافت بیشترین نمره، فعال ترین، مرکزی ترین و مهم ترین پژوهشگاه فنی و مهندسی در شکل دهی به شبکه علمی حوزه های فنی و مهندسی پژوهشگاه ها می باشد. همچنین این پژوهشگاه از نظر شاخص مرکزیت، درجه بینایی و نزدیکی در بالاترین رده قرار دارد و این نشان می دهد در تلاقی بین پژوهشگاه ها و دانشگاه های مختلف، در پژوهشگاه مهندسی ژنتیک در مرکز شبکه قرار دارد و در واقع، انتقال اطلاعات و دانش در میان دانشگاه ها و پژوهشگاه ها را تسهیل می بخشد و در تولید، جهت دهی و هدایت و رهبری شبکه همکاری علمی پژوهشگاه های فنی و مهندسی نقش اساسی دارد. این مرکز دارای موقعیت ممتازی در بین پژوهشگاه های دیگر است و قدرت و نفوذ بیشتری در شبکه دارد. احمدی (۱۳۹۰) نیز در بررسی فعالیت های علمی پژوهشگران دانشگاه تهران نشان دادند پژوهشگران مهندسی ژنتیک بیشترین اثرگذاری علمی را در میان حوزه های مختلف علمی این دانشگاه داشته اند. از این رو همسو با پژوهش حاضر است. همچنین عصاره و دیگران (۱۳۹۱) در خصوص مرکزیت هم نویسندگی در مجلات علم اطلاعات، پژوهشگرانی که نقش مرکزیت، نزدیکی و بینایی دارند را بدست آورده اند که از این نظر شباهت زیادی با این یافته پژوهش حاضر دارد.

در بررسی یافته ها نشان داده شد که همکاری بین پژوهشگران پژوهشگاه های فنی و مهندسی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در شهر تهران در سطح بین المللی پایین است و این پژوهشگاه ها با تعداد کمی از کشورها همکاری داشته اند. در واقع، ایالات متحده آمریکا در کانون توجه پژوهشگران جهت همکاری بوده است و در شکل

دهی به همکاری علمی نسبت به سایر کشورها با موانع کمتری روبرو بوده است و می‌تواند با بازیگران مختلف در قالب این شبکه همکاری کند. در واقع این مسأله نشان‌دهنده‌ی اثرگذاری، مرکزیت و نقش کلیدی این کشور در توزیع اطلاعات میان سایر کشورها می‌باشد. این یافته‌ها با پژوهش‌های احمدی (۱۳۹۰)، عصاره و همکاران (۱۳۹۱)، گلینی مقدم و طاهری (۱۳۹۴)، محمداسماعیل و نراقیان (۱۳۹۶)، وانگ و همکاران (۲۰۱۲)، کومار و جان (۲۰۱۳)، نیو و کیو (۲۰۱۴) همسو بوده است.

در مجموع می‌توان گفت که از لحاظ شاخص‌های خرد و کلان تعداد کمی از پژوهشگران در جایگاه خوبی قرار دارند. به عبارتی تولید علم و جریان اطلاعات در این جامعه آماری در دست تعداد کمی از پژوهشگران است. با شناسایی افراد نخبه در پژوهشگاه‌های فنی و مهندسی شهر تهران و شناسایی قطب‌های علمی می‌توان باعث توسعه تعاملات آنها با یکدیگر شده که در مجموع سبب افزایش همکاری‌ها و جهت دهی به آنها در راستای اولویت‌ها و نیازهای ضروری حوزه‌های مورد بحث خواهد بود. توجه جدی مسئولان جهت تقویت و برنامه‌ریزی برای ارتقای این پژوهشگاه‌ها لازم و ضروری است.

همچنین جامعه علمی جامعه‌ای متشکل از تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان منابع علمی است و همکاری علمی نقش بسزایی در ارتقای کمی و کیفی این تولیدات ایفا می‌کند. عواملی از قبیل تخصصی شدن علوم و محققان و رشد حوزه‌های بین‌رشته‌ای، محققان را واداشته است تا با یکدیگر همکاری کنند. لذا با توجه به این امر مسئولین وزارت علوم باید تمهیدات لازم را فراهم آورند. نویسندگان بایستی فقط در یک راستا تحقیق نکنند و به جنبه‌های بین‌رشته‌ای رشته‌های مهندسی بیشتر توجه کنند تا سطح همکاری علمی بالاتر رود. همچنین به اهمیت چاپ مقالاتی برگرفته از پروژه‌ها و کارهای علمی در مجله‌های بین‌المللی معتبر آگاه شوند چرا که این مسأله باعث می‌شود سطح علمی پژوهشگران ایرانی به جهانبان ثابت شود و ارزش واقعی تولیدات علمی ایرانیان به دانشمندان کشورهای دیگر نشان داده خواهد شد.

پیشنهادهای اجرایی پژوهش

- با توجه به گسترش علوم بین‌رشته‌ای و نیاز به تخصص‌های مختلف در پژوهش‌های آینده پیشنهاد می‌شود برنامه‌ای مدون برای افزایش ضریب همکاری و تعریف پروژه‌های علمی بین رشته‌ای تدوین گردد.
- با توجه به اینکه همکاری علمی مهم‌ترین مؤلفه‌ها در ارزیابی‌های علمی در سطوح مختلف نویسندگان، دانشگاه‌ها و کشورها می‌باشد، و سطح همکاری‌ها بیشتر تمایل به همکاری بین‌المللی دارند، لذا پیشنهاد می‌شود پژوهشگاه‌های فنی و مهندسی راهکارهایی را برای ترویج و توسعه همکاری پژوهشگران خود با کشورهای مختلف به منظور منظور ارتقاء سطح علمی فراهم کنند.

فهرست منابع

- احمدی، نیکوسادات (۱۳۹۰). بررسی وضعیت تولیدات علمی دانشگاه تهران در طول برنامه‌های توسعه ملی جمهوری اسلامی ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد علم اطلاعات و دانش‌شناسی. دانشگاه فردوسی مشهد
- اسدی، مریم، ثقفی، سامان (۱۳۹۱). بررسی میزان هم‌تألیفی پژوهشگران ایرانی در حوزه فنی و مهندسی در سال‌های ۲۰۱۰-۱۹۹۰. فصلنامه آموزش مهندسی ایران، دوره ۱۴ (۵۵). ۱۱۱-۱۳۴

اسدی، مریم، بذرافشان، اعظم، جولایی، سمیه و ثقفی، سامان (۱۳۹۰). همکاری های علمی و شبکه های هم تالیفی در تولیدات علمی دانشگاه صنعتی شریف در طول سال های ۲۰۰۵-۲۰۱۰. مطالعات ملی کتابداری و سازماندهی اطلاعات. ۹۳(۲۲)، ۱۶۶-۱۸۷

توکلی زاده راوری، محمد، مکی زاده، فاطمه، عابدی خوراسگانی، زهرا و سهیلی، فرامرز(۱۳۹۳). مطالعه روند چندنویسندگی و رابطه آن با ضریب تأثیر در نشریات فارسی حوزه فنی و مهندسی ایران طی سال های ۱۳۸۰-۱۳۸۹. تحقیقات کتابداری و اطلاع رسانی دانشگاهی. ۷۰، ۵۸۳-۶۰۴

جعفرزاده، رشید، جلالی دیزجی، علی و مؤمنی، عصمت(۱۳۹۵). تجزیه و تحلیل شبکه همکاری جهان در حوزه مالکیت فکری. پژوهشنامه علم سنجی، ۲(۲)، ۲۷-۳۸

دیدگاه، فرشته، عرفان منش، محمدامین(۱۳۸۸). بررسی تألیفات مشترک ایران و کشورهای جنوب شرق آسیا در پایگاه "وب آو ساینس". علوم و فناوری اطلاعات ایران، ۲۴(۴)، ۸۵-۱۰۲

سالمی، نجمه، فدایی، غلامرضا و عصاره، فریده(۱۳۹۳). به کارگیری معیارهای تحلیل شبکه اجتماعی در ارزیابی های کتاب سنجی. فصلنامه دانش شناسی (علوم کتابداری و اطلاع رسانی و فناوری اطلاعات)، ۷(۲۵).

ستارزاده، اصغر، گلینی مقدم، گلنسا و مؤمنی، عصمت(۱۳۹۵). تحلیل ساختار شبکه همکاری های علمی پژوهشگران حوزه علوم پایه پزشکی ایران در نمایه استنادی علوم در بازه زمانی ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۳. فصلنامه مطالعات دانش-شناسی، ۲(۶)، ۱-۲۰

سهیلی، فرامرز و عصاره، فریده(۱۳۹۲). مفاهیم مرکزیت و تراکم در شبکه های علمی و اجتماعی. فصلنامه مطالعات ملی کتابداری و سازماندهی اطلاعات، ۲۴(۳)، ۹۲-۱۰۸

عابدی خوراسگانی، زهرا، توکلی زاده راوری، محمد، مکی زاده، فاطمه و سهیلی، فرامرز(۱۳۹۶). مطالعه کلان نگر رشد مقالات و نویسندگان در نشریات علمی حوزه فنی و مهندسی ایران. مطالعات کتابداری و علم اطلاعات، ۲۰، ۸۷-۱۰۴

عرفان منش، محمدامین، ارشدی، هما(۱۳۹۴). شبکه هم نویسنده های مؤسسات در مقاله های علم اطلاعات و دانش-شناسی. نشریه تحقیقات کتابداری و اطلاع رسانی، ۷۱(۲۲)، ۷۹-۱۰۰

عرفان منش، محمدامین، مروتی اردکانی، مرضیه(۱۳۹۵). مطالعه علم سنجی و تحلیل شبکه های همکاری علمی در فصلنامه مطالعات میان رشته ای در علوم انسانی. فصلنامه مطالعات میان رشته ای در علوم انسانی، ۸(۴)، ۵۵-۷۷

عصاره، فریده، سهیلی، فرامرز، فرج پهلوی، عبدالحسین و معرف زاده، عبدالحمید(۱۳۹۱). بررسی سنجه مرکزیت در شبکه هم نویسنده های مقالات مجلات علم اطلاعات. پژوهشنامه کتابداری و اطلاع رسانی، ۲(۲). ۱۸۱-۲۰۰

گلینی مقدم، گلنسا و طاهری، پروین(۱۳۹۴). ترسیم شبکه هم نویسنده های همکاری پژوهشگران در حوزه هوا فضا در نمایه استنادی علوم تا ۲۰۱۴ میلادی. مطالعات دانش شناسی، ۱(۳)، ۲۳-۴۲

محمد اسماعیل، صدیقه، نراقیان، نسیم (۱۳۹۶). بررسی شبکه هم تالیفی پژوهشگران حوزه دندان پزشکی در دو پایگاه Web of Science و Scopus طی سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵. مدیریت اطلاعات سلامت، ۱۴(۶)، ۲۴۹-۲۵۴

نوروزی چاکلی، عبدالرضا (۱۳۹۰). آشنایی با علم سنجی (مبانی، مفاهیم، روابط و ریشه‌ها). تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)

Ajiferuke, I., et al. (1988). Collaborative coefficient: A single measure of the degree of collaboration in research. *Scientometrics*, 14(5-6), 421-433

Benckendorff, P. (2010). Exploring the limits of tourism research collaboration: A social network analysis of co-authorship patterns in Australian and New Zealand tourism research. *CAUTHE 2010: Tourism and Hospitality, Challenge the Limits*, 151.

Cheong, F. and B. Corbitt (2009). A social network analysis of the co-authorship network of the Australasian Conference of Information Systems from 1990 to 2006. 17th European Conference on Information Systems (ECIS 2009), *Information Systems and Innovation Group*

De Nooy, W., Mrvar, A., & Batagelj, V. (2018). Exploratory social network analysis with Pajek. *Cambridge University Press*.

De Stefano, D., et al. (2013). The use of different data sources in the analysis of co-authorship networks and scientific performance. *Social Networks* 35(3), 370-381

Guns, R., Liu, Y. X., & Mahbuba, D. (2010). Q-measures and betweenness centrality in a collaboration network: A case study of the field of Informetrics. *Scientometrics*, 87(1), 133-147

Kumar, S. & Jan, J. M. (2013). Mapping research collaborations in the business and management field in Malaysia, 1980-2010. *Scientometrics*, 97(3), 491-517

Newman, M. E. (2001). Scientific collaboration networks. I. Network construction and fundamental results. *Physical review E*, 64(1), 016131

Newman, M. E. (2004). Coauthorship networks and patterns of scientific collaboration. *Proceedings of the national academy of sciences*, 101(suppl 1), 5200-5205.

Niu, F., & Qiu, J. (2014). Network structure, distribution and the growth of Chinese international research collaboration. *Scientometrics*, 98(2), 1221-1233.

Olmeda-Gómez, C., Perianes-Rodríguez, A., Ovalle-Perandones, MA, & De-Moya-Anegón, F. (2008). Comparative analysis of university-government enterprise-authorship networks in three scientific studies in the region of Madrid. *Information Research*, 13 (3)

Wang, T., Zhang, Q., Liu, Z., Liu, W., & Wen, D. (2012). On social computing research collaboration patterns: a social network perspective. *Frontiers of Computer Science*, 6(1), 122-130

Yu, Q., Shao, H., & Duan, Z. (2012). The research collaboration in Chinese cardiography and cardiovassology field. *International Journal of Cardiography*, 26, 1-6