

تحلیل ساختار شبکه همکاری های علمی پژوهشگران حوزه علوم پایه پزشکی ایران در نمایه استنادی علوم در بازه زمانی ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۳

اصغر ستارزاده^۱

گلنسا گلینی مقدم^۲

عصمت مومنی^۳

مطالعات دانش‌شناسی

سال دوم، شماره ۶، بهار ۹۵

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۱۰

تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۳۰

چکیده

هدف از پژوهش حاضر سطح همکاری و تحلیل ساختار شبکه همکاری های علمی پژوهشگران ایرانی حوزه علوم پایه پزشکی، در پایگاه استنادی علوم (سال ۱۹۹۶ تا سال ۲۰۱۳) انجام شده است. پژوهش با روش علم سنجی و با کمک شاخص های تحلیل شبکه انجام شد و جامعه آماری پژوهش شامل ۱۰۴۰ مقاله منتشر شده در سه حوزه سلول های بنیادی، پزشکی مولکولی و بیوانفورماتیک از زیرشاخه های علوم پایه پزشکی و از اولویت های علوم پایه در سند نقشه جامع علمی کشور بود. یافته ها نشان داد همکاری درون سازمانی در این حوزه ۲۳/۹۴ درصد، همکاری برون سازمانی ۵۲/۰۲ درصد و همکاری بین المللی ۲۳/۰۸ درصد است. یافته های پژوهش در تحلیل شبکه همکاری های علمی، برای چگالی شبکه عدد ۰/۰۱۸، ضریب خوشه بندی شبکه معادل ۰/۸۳۱، میانگین فاصله در شبکه همکاری برابر با ۳/۳۳۴ و قطر شبکه ۹ است و از مولفه های شبکه همکاری حوزه علوم پایه پزشکی ۲۴ مؤلفه محاسبه شده بود. یافته های شاخص های مرکزیت (خرد)، در مرکزیت درجه شبکه معادل ۲/۳۴۶ درصد، مرکزیت بینیت شبکه معادل ۳۱/۶۹ درصد و شاخص مرکزیت نزدیکی معادل ۳/۵۲۲ و شاخص بردار ویژه شبکه معادل ۸۵/۱۸ درصد

۱. کارشناس ارشد علم اطلاعات و دانش شناسی، کتابدار کتابخانه عمومی امیرالمومنین (ع) ورزقان، اداره کل کتابخانه های عمومی آذربایجان شرقی، نهاد کتابخانه های عمومی کشور sattarzadeh.as@gmail.com

۲. استادیار گروه علم اطلاعات و دانش شناسی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران (نویسنده مسئول) g_galyani@yahoo.com

۳. استادیار گروه علم اطلاعات و دانش شناسی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران momeni.esmat@yahoo.com

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.

واژگان کلیدی: بیوانفورماتیک، تحلیل شبکه، پزشکی مولکولی، سلول های بنیادی، علوم پایه پزشکی، هم تالیفی، همکاری علمی، نمایه استنادی علوم

مقدمه

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 مسئله موجب گسترش کیفی و کمی بروندهای پژوهشی می شود (دی-استفانو، فوکلا، ویتال و زاکارین^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). با توجه به این که پدیده تألیف مشترک یکی از نشانه های بارز همکاری علمی است می تواند به عنوان شاخصی برای سنجش همکاری علمی در نظر گرفته شود. تألیف مشترک بین پژوهشگران باعث به وجود آمدن شبکه اجتماعی بین آنها می شود (رحیمی و فتاحی، ۱۳۸۶).

شبکه های هم نویسنده گی از شبکه های اجتماعی مهم می باشند که به طور گسترده برای تعیین ساختار همکاری های علمی و موقعیت فردی پژوهشگران به کار می روند. توجه به جوامع علمی به مثابه شبکه های همکاری و هم نویسنده گی، می تواند به درک بهتر رفتارها و روابط در این جوامع کمک کند و سیاست گذاران را در شناسایی و تشویق رفتارهای اثربخش تریاری رساند. یک شبکه هم نویسنده گی، تصویری از گره های مشترک یا ارتباطات میان نویسندگان درون یک اجتماع پژوهشی است (روشنی، قاضی نوری و طباطبائی، ۱۳۹۲). شبکه های تألیف مشترک، نوعی از شبکه ها هستند که از گره های شبکه (نویسندگان) و خطوط (تألیفات مشترک) که ارتباط میان آنها را نشان می دهند، تشکیل شده اند. گره ها هر کدام جایگاه خاصی را در شبکه به خود اختصاص داده اند و میزان

1. De Stefano, Fucella, Vitale, Zaccarin

مشارکت نویسندگان، با تعداد پیوندهایی که با یکدیگر برقرار می کنند، مشخص می گردد. با بررسی و تحلیل این شبکه ها می توان به ویژگی های پژوهشگران حاضر در شبکه پی برد و اطلاعات لازم جهت بررسی الگوی همکاری از قبیل تعداد مقاله های مشترک، تعداد افراد همکار، فاصله میان متخصصان در شبکه و چگونگی تغییر الگوهای همکاری را بدست آورد (نوروزی و ولایتی، ۱۳۸۸). مطالعه بر روی چنین شبکه هایی به شکل گیری نگرش هایی در درون ساختار اجتماعی جوامع پژوهشی کمک می کند. به عبارت دیگر، این مطالعات نشان می دهند که کدام نویسندگان همکار در فرآیند ارتباطات شبکه دارای نقش کلیدی و مرکزی هستند. فنون تحلیل شبکه اجتماعی برای کشف الگوهای روابط بین پژوهشگران و متخصصان حاضر در شبکه به کار گرفته می شود. الگوهای تألیف مشترک و همکاری علمی را در سه سطح می توان دسته بندی کرد: الف. همکاری درون سازمانی^۱: منظور از آن، همکاری علمی پژوهشگران در یک سازمان مشخص است که منجر به تألیف مقاله مشترک بین کارکنان آن سازمان می انجامد؛ ب. همکاری برون سازمانی^۲: منظور از آن، همکاری علمی پژوهشگران سازمان ها و مراکز علمی مختلف کشور است که سبب تألیف مقاله مشترک می شود؛ و پ. همکاری بین المللی^۳: منظور از آن، همکاری علمی بین پژوهشگران از کشورهای مختلف است که تألیف مقالات مشترک را بدنبال دارد (ونگ، وو، پان، ما و روسیو^۴، ۲۰۰۵).

در طبقه بندی علم، علوم پایه، مجموعه علوم است که به بررسی بنیادین پدیده ها یا بررسی ماهیت، قوانین و روابط حاکم بین آنها می پردازد. سه حوزه سلول های بنیادی، پزشکی مولکولی و بیوانفورماتیک، با توجه به اهمیتی که اخیراً در دنیا کسب کرده اند و این توجه به خاطر حضور مؤثر این حوزه ها در درمان بسیاری از بیماری های مزمن و نیز به علت پایه و اساس بودن این حوزه ها برای بسیاری از علوم دیگر، بوده است. به علاوه در سند نقشه جامع علمی کشور نیز به عنوان اولویت های علم و فناوری در علوم پایه و برخوردار از حوزه ای کاربردی در نظر گرفته شده اند. در این پژوهش نیز به عنوان جامعه آماری از حوزه علوم پایه انتخاب و مورد بررسی واقع شده اند.

1. Inter-Institutional Collaboration
2. Intra- Institutional Collaboration
3. International Collaboration
4. Wang, Y., Wu, Y., Pan, Y., Ma, Z., & Rousseau, R.

افزایش تولید علم به همکاری علمی وابسته است و همکاری علمی نیز با حمایت سازمان‌ها (اعم از دولتی و خصوصی) امکان پذیر است. با توجه به اهمیتی که علوم پایه در سند نقشه جامع کشور دارد، همچنین وام گیری بسیاری از علوم، به خاطر پایه و اساس بودن این علم برای بسیاری از رشته‌های دیگر، نیازمند توجه و هدایت تولیدات علمی به این حوزه است. برای نیل به این منظور، همکاری‌های علمی ضرورت می‌یابد. مشارکت‌های علمی پژوهشگران می‌تواند از طریق این گونه شبکه‌ها صورت گیرد. این همکاری، به جز مشارکت‌های فردی، از سوی از تباطات سازمانی نیز قابل ارزیابی و تحلیل می‌باشد. با مطالعه اینگونه همکاری‌ها می‌توانیم به تصویری روشن از شرایط موجود دست یابیم و برای رفع کاستی‌ها نیز برنامه ریزی‌های لازم را انجام دهیم و با توجه به اولویت بندی‌ها و نیازهای علمی کشورمان، راه و روشی درخور برگزینیم. با توجه به دیدگاه ارزیابانه علم سنجی و همچنین نگاه آن به سیاست علم، امروزه ارزیابی پژوهش در سطح کلان ملی به یکی از مهم ترین مطالعات علم سنجی تبدیل شده است. برخی از کشورهای جهان به طور مستمر به ارزیابی تحقیقات خود در سطح ملی می‌پردازند و از نتایج آن برای تدوین راهبردهای پژوهشی خود استفاده می‌کنند. با توجه به کاربرد علم سنجی در سیاست گذاری و برنامه ریزی‌های علم و فناوری، از طریق شناسایی پژوهشگران و سازمان‌های اثرگذار، تعیین اولویت‌های پژوهشی و ترسیم شبکه همکاری‌های علمی، در این پژوهش ساختار شبکه همکاری‌های حوزه‌های مذکور مورد بررسی قرار گرفته است. پژوهش حاضر، در صدد پاسخ به تعیین سطح درون سازمانی، برون سازمانی و بین المللی همکاری علمی پژوهشگران دارای تخصص‌های فوق است.

همکاری علمی و شبکه‌های هم تألیفی موضوعی است که در سال‌های اخیر با رشد مطالعات علم سنجی مورد توجه قرار گرفته و پژوهش‌های زیادی نیز در این باره انجام یافته است. در اینجا به چند مورد از آن‌ها اشاره می‌کنیم:

حریری و نیکزاد (۱۳۹۰) در مقاله‌ای با عنوان "شبکه‌های هم تألیفی در مقالات ایرانی رشته‌های کتابداری، روانشناسی، مدیریت و اقتصاد در پایگاه ISI بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹"، به بررسی تطبیقی شبکه‌های هم تألیفی مقالات ایرانی در این رشته‌ها پرداختند.

اسدی و ثقفی (۱۳۹۱) در مقاله‌ای با عنوان "میزان هم تألیفی پژوهشگران ایرانی در حوزه فنی و مهندسی در سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰"، با هدف کشف الگوی نویسندگی

غالب در تولیدات علمی و میزان مشارکت و همکاری گروهی در میان این گروه از پژوهشگران کشور پرداختند.

عرفان منش و بصیریان جهرمی (۱۳۹۲) در پژوهشی با استفاده از شاخص های تحلیل شبکه های اجتماعی به مطالعه شبکه هم تألیفی ۳۱۳ مقاله منتشر شده در فصلنامه مطالعات ملی کتابداری و سازماندهی اطلاعات طی سال های ۱۳۸۶ - ۱۳۹۰ پرداختند.

روشنی، قاضی نوری و طباطبائیان (۱۳۹۲) با استفاده از روش های علم سنجی و شاخص های تحلیل شبکه های اجتماعی به بررسی و تبیین الگوی همکاری میان حوزه سیاست گذاری و مدیریت فناوری ایران پرداختند.

عرفان منش، روحانی، بصیریان جهرمی و غلامحسین زاده (۱۳۹۲) در مقاله ای با استفاده از روش های علم سنجی ابعاد مختلف مشارکت پژوهشگران حوزه روان شناسی و روان پزشکی کشور را در تولیدات علمی پایگاه وب علوم طی سال های ۲۰۰۶-۲۰۱۰ میلادی، بررسی کرده اند. نتایج پژوهش نشان می دهد که پژوهشگران این حوزه تمایل بیشتری به انجام مشارکت بین سازمانی (۵۲/۴۶) به نسبت مشارکت درون سازمانی (۴۷/۵۴) داشته اند. از سوی دیگر نتایج پژوهش نشان داد هر چند که پژوهشگران این حوزه مشارکت داخلی (۸۳/۴ درصد) را به مشارکت بین المللی (۱۶/۶ درصد) ترجیح داده اند، اما تولیدات علمی حاصل از مشارکت بین المللی از اثرگذاری بیشتری به نسبت تولیدات علمی حاصل از مشارکت داخلی برخوردار بوده اند.

مردانی، نجفی و شریف مقدم (۱۳۹۲) در مقاله ای با عنوان "بررسی ضریب مشارکت پژوهشگران دانشگاه علوم پزشکی تهران در انتشارات بین المللی" با استفاده از شاخص های علم سنجی به بررسی همکاری پژوهشگران این دانشگاه با همکارانشان در سایر کشورها و سازمان ها در انتشارات پایگاه وب علوم پرداخته اند.

عصاره، صراطی شیرازی و خادمی (۱۳۹۳) در مقاله ای به ترسیم و تحلیل شبکه هم تألیفی پژوهشگران ایران در حوزه داروشناسی و داروسازی پرداخته اند. یافته ها حاکی از آن است که ضریب همکاری این انتشارات ۰/۷ بوده است و بیشترین همکاری بین المللی با پژوهشگران انگلستان، آمریکا و کانادا می باشد. این پژوهش نشان داد که پژوهشگران با بیشترین تعداد مستندات، تمایل بیشتری نیز به همکاری های گروهی دارند.

وانگ^۱ و همکاران (۲۰۰۵) در پژوهشی به بررسی همکاری علمی در تألیفات مشترک پژوهشگران در پایگاه مقالات و استنادات علوم و فناوری چین پرداختند و نوع سطوح مختلف همکاری علمی را تقسیم بندی کردند.

المدّا-گومز^۲ و همکاران (۲۰۰۸) در پژوهشی با عنوان "تجزیه و تحلیل مقایسه ای شبکه هم تألیفی دانشگاهی، دولتی، سازمانی در سه حوزه علمی در منطقه مادرید" با استفاده از داده های پایگاه وب آوساینس به بررسی شبکه های هم تألیفی مقالات سه حوزه (فیزیولوژی و داروشناسی، پزشکی و زیست شناسی سلولی، مولکولی و ژنتیک) در منطقه مادرید از ۱۹۹۵-۲۰۰۳ با استفاده از تحلیل شبکه های اجتماعی پرداختند. یافته ها نشان از افزایش ارتباطات در دو حوزه فیزیولوژی و زیست شناسی دارند ولی تراکم شبکه کم است. با توجه به درجه بالای بینیت شبکه دانشگاه می توان گفت دانشگاه نقشی اساسی در ایجاد شبکه های تعاونی در مقالات علمی دارد. این مطالعه همچنین نشان داد می توان از روش تحلیل شبکه و مصور سازی ساختار شبکه های همکاری، برای بررسی ارتباط بین دانشگاه ها، سازمان ها و دولت استفاده کرد.

وانگ^۳ و همکاران (۲۰۱۲) در مقاله ای به بررسی اشکال همکاری علمی حوزه محاسبات اجتماعی با استفاده از رویکرد تحلیل شبکه اجتماعی پرداختند. ۵۰۰۰ نویسنده برتر برای تحلیل شبکه انتخاب شدند. داده ها شامل ۴۴۶۹ تولیدات علمی با ۱۸۷۴ مقاله، ۲۵۹۵ مقاله مروری از ۱۰۵۷۶ نویسنده و ۲۴۸۵ موسسه از ۷۹ کشور جهان بود که نشان دهنده میانگین ۲/۴ نویسنده برای هر مقاله است. بر اساس یافته ها ایالت متحده امریکا ۳۵ درصد مقالات را تولید کرده و نزدیک نصف استنادات را به خود اختصاص داده است. با بررسی پیشینه ها می توان متوجه شد که مطالعه شبکه های همکاری در سطح سازمانی و بین سازمانی و مقایسه آن ها در سطح بین المللی کمتر مورد توجه قرار گرفته و هنوز در حوزه های مختلف و به ویژه در رشته ها و موضوعات مورد توجه در نقشه سند جامع کشور جای مطالعه و بررسی وجود دارد. پژوهش حاضر در جهت رسیدن به اهداف زیر گام برمی دارد:

1. Wang
2. Olmeda-Gomez
3. Wang

تعیین سطوح و تحلیل ساختار شبکه همکاری های علمی پژوهشگران ایرانی در حوزه علوم پایه پزشکی در پایگاه استنادی علوم، در بازه زمانی ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۳ که برای رسیدن به این اهداف پاسخ به پرسش های زیر ضروری است:

۱. میزان همکاری علمی پژوهشگران ایرانی در حوزه علوم پایه پزشکی در سطوح درون سازمانی، برون سازمانی و بین المللی در بازه زمانی ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۳ چگونه بوده است؟
۲. ساختار شبکه همکاری علمی پژوهشگران ایرانی در حوزه علوم پایه پزشکی در بازه زمانی فوق بر اساس شاخص های کلان و خرد به چه صورت است؟

روش شناسی پژوهش

با توجه به هدف، این پژوهش از نظر نوع، کاربردی محسوب شده و در انجام آن از روش علم سنجی و تحلیل شبکه های اجتماعی استفاده شده است. جامعه آماری در این پژوهش، تولیدات علمی پژوهشگران ایرانی از نوع مقاله در حوزه های موضوعی سلول های بنیادی، پزشکی مولکولی و بیوانفورماتیک از اولویت های علوم پایه در سند نقشه جامع علمی کشور) می باشد که در پایگاه نمایه استنادی علوم (بازه زمانی ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۳) نمایه شده است. بر اساس جستجو های انجام شده تعداد ۱۰۳۴ عنوان مقاله توسط پژوهشگران ایرانی در این پایگاه نمایه شده است. ترسیم شبکه همکاری علمی پژوهشگران با نسخه ۳/۱۵ نرم افزار پازک^۱ انجام شد. همچنین برای ترسیم چگالی و خوشه بندی شبکه همکاری پژوهشگران از نسخه ۱/۶/۰ نرم افزار "وی.او.اس و یوثر"^۲، و برای تعیین سطح همکاری علمی پژوهشگران (سازمانی، بین سازمانی و بین المللی) از نرم افزار آی اس آی آگزه^۳ طراحی شده توسط لیدسدورف^۴ و نیز برای تحلیل شبکه همکاری پژوهشگران از نسخه ۶/۵۱۲ نرم افزار یو.سی.آی.نت^۵ استفاده شده است.

برای شناسایی و تحلیل موقعیت نویسندگان مرکزی و تأثیر گذار و همچنین تحلیل شبکه های هم نویسندگی دو رویکرد عمده وجود دارد: رویکرد کل نگر که با شاخص های

1. PAJEK
2. VOS Viewer
3. ISI.exe
4. Leydesdorff, Loet
5. UCINET

کلان مورد تحلیل قرار می گیرند، برای مثال شاخص هایی همچون قطر شبکه، میانگین فاصله گره ها، تعداد مؤلفه ها، دسته ها، خوشه ها و ساختار اجتماعات، و رویکرد جزءنگر که با استفاده از شاخص های خرد یا همان شاخص های مرکزیت، ویژگی های فردی عملگرهای شبکه را مورد تحلیل قرار می دهد، برای مثال موقعیت عملگرها، درجه و نزدیکی هر عملگر و بردار ویژه (لیو، بولن، نلسون و ون.دی سومپل^۱، ۲۰۰۵). بررسی می شود.

شاخص های کلان مورد بررسی در این پژوهش عبارتند از: شاخص چگالی^۲ که نشان می دهد گره های شبکه تا چه حدی به یکدیگر متصل هستند، شاخص ضریب خوشه بندی^۳ که نشان دهنده تمایل و گرایش گره های شبکه برای برقراری ارتباط با یکدیگر و تشکیل خوشه های مختلف است، مؤلفه های شبکه^۴ که نشان دهنده زیرگروهی از شبکه است که تمام گره های موجود در آن به طور مستقیم یا غیر مستقیم به یکدیگر متصل هستند، شاخص میانگین فاصله^۵ که به میانگین کوتاه ترین مسیرها بین هر دو گره موجود در شبکه اطلاق می شود، قطر^۶ شبکه که معرف فاصله دورترین گره های موجود در مولفه اصلی شبکه است. شاخص های خرد مورد بررسی عبارتند از: شاخص مرکزیت درجه^۷ که میزان ارتباطات یک گره با سایر گره های موجود در شبکه را نشان می دهد، شاخص مرکزیت بینیت^۸ که تعداد دفعاتی که هر گره در کوتاه ترین فاصله میان هر دو گره دیگر در شبکه قرار می گیرد را شامل می شود، شاخص مرکزیت نزدیکی^۹ که شامل مجموع طول کوتاه ترین فاصله (میانگین فاصله) هر گره با سایر گره های موجود در شبکه است، و شاخص بردار ویژه^{۱۰} که میزان اتصال گره با سایر گره های مرکزی و قدرتمند در شبکه را محاسبه می کند.

همچنین در این پژوهش برای بررسی نرخ رشد تولیدات علمی پژوهشگران ایرانی طی دوره زمانی مورد بررسی از مدل رگرسیون نمایی استفاده شده است. معادله مدل رگرسیون

1. Liu, Bollen, Nelson, Van de Sompel
2. Density
3. Clustering Coefficient
4. Component
5. Geodesic Distances
6. Diameter
7. Degree
8. Betweenness
9. Closeness
10. Eigenvector

نمایی به صورت زیر است که در آن، Y فراوانی تولیدات، b_1 ضریبی از زمان یا همان نرخ رشد، t متغیر مستقل (سال انتشار)، و b_0 مقداری ثابت است:

$$Y=b_0.e^{b_1.t}$$

یافته های پژوهش

۱. میزان همکاری علمی پژوهشگران ایرانی در حوزه علوم پایه پزشکی در سطوح درون سازمانی، برون سازمانی و بین المللی در بازه زمانی ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۳ چگونه بوده است؟

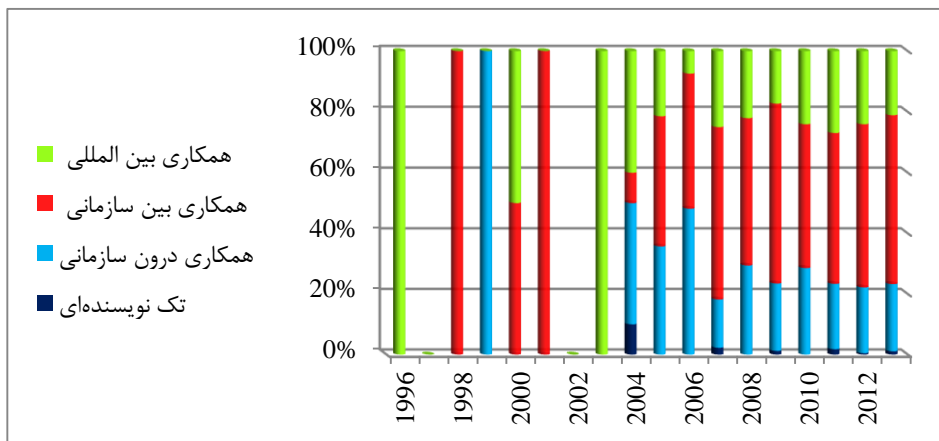
همکاری در سطح درون سازمانی، عبارت است از همکاری دو یا چند پژوهشگر از یک سازمان و حاصل این همکاری تولید یک مقاله است. در این پژوهش تنها مقاله هایی که تمام نویسندگان آن از یک سازمان مشابه باشند، همکاری در سطح درون سازمانی در نظر گرفته شده است. براساس یافته ها، در طی سال های ۱۹۹۶-۲۰۱۳ تعداد ۲۴۹ مقاله حاصل همکاری درون سازمانی در حوزه علوم پایه پزشکی از سوی پژوهشگران ایرانی تولید شده و در پایگاه استنادی علوم نمایه شده است که این تعداد ۲۳/۹۴ درصد کل تولیدات این حوزه را شامل می شود. با توجه به رشد تعداد مقالات از ۱ عنوان مقاله در سال ۱۹۹۹ به ۶۱ عنوان در سال ۲۰۱۳ در کل تعداد همکاری های درون سازمانی در این سال ها سیر صعودی داشته و بیشترین همکاری درون سازمانی مربوط به سال ۲۰۱۳، با تولید ۶۱ عنوان مقاله بوده است. و شاهد رشدی معادل ۳۰/۳ درصد در تولید مقالات حاصل همکاری درون سازمانی هستیم.

همکاری در سطح بین سازمانی، عبارت است از همکاری دو یا چند پژوهشگر از سازمان های غیر یکسان و حاصل این همکاری تولید یک مقاله است. در این پژوهش مقاله هایی که نویسندگان آن ها به بیش از یک سازمان وابسته بودند، همکاری در سطح بین سازمانی در نظر گرفته شده است. براساس یافته ها، از تعداد کل مقاله های تولید شده در حوزه علوم پایه پزشکی از سوی پژوهشگران ایرانی در بازه زمانی مورد بررسی، تعداد ۵۴۱ عنوان مقاله حاصل همکاری بین سازمانی پژوهشگران ایرانی بوده است که این تعداد ۵۲/۰۲ درصد از کل مقالات تولید شده در این حوزه را شامل می شود. تعداد مقالات تولید شده در این سطح همکاری از ۱ عنوان مقاله در سال ۱۹۹۸ به ۱۵۳ عنوان در سال ۲۰۱۳ رسیده است. تعداد همکاری بین سازمانی در طول سال های مورد بررسی، بجز سال های

نخستین (به خاطر تعداد کم تولیدات) روند صعودی داشته و بیشترین تعداد همکاری بین سازمانی مربوط به سال ۲۰۱۳، با تولید ۱۵۳ عنوان مقاله بوده است و نرخ رشدی معادل ۳۳/۸ درصد در تولید مقالات حاصل همکاری بین سازمانی دیده می‌شود.

همکاری در سطح بین المللی، عبارت است از همکاری پژوهشگران ایرانی با پژوهشگران خارج از ایران و حاصل این همکاری تولید یک مقاله است. در این پژوهش مقاله‌هایی که در آن‌ها حداقل یک پژوهشگر خارجی همکاری داشته است، همکاری در سطح بین المللی در نظر گرفته شده است. براساس یافته‌ها، از تعداد کل مقاله‌های تولید شده در حوزه علوم پایه پزشکی از سوی پژوهشگران ایرانی و نمایه شده در پایگاه استنادی علوم در بازه زمانی ۱۹۹۶-۲۰۱۳، تعداد ۲۴۰ عنوان مقاله حاصل همکاری بین المللی بوده است که این تعداد ۲۳/۰۸ درصد از کل مقالات تولید شده در این حوزه را شامل می‌شود. تعداد مقالات تولید شده در این سطح همکاری از ۱ عنوان مقاله در سال ۱۹۹۶ به ۵۸ عنوان در سال ۲۰۱۳ رسیده است. در کل تعداد همکاری‌های بین المللی در بازه زمانی مورد بررسی سیر صعودی داشته و بیشترین همکاری بین المللی مربوط به سال ۲۰۱۳، با تولید ۵۸ عنوان مقاله بوده است. و یافته‌ها نشان دهنده نرخ رشدی معادل ۳۰/۷ درصد در تولید مقالات حاصل همکاری بین المللی است.

در نمودار ۱. نوع سطح همکاری علمی پژوهشگران ایرانی در حوزه علوم پایه پزشکی در بازه زمانی ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۳ نشان داده شده است.



نمودار ۱. نوع سطح همکاری علمی پژوهشگران ایرانی حوزه علوم پایه پزشکی در بازه زمانی ۱۹۹۶ تا

۲. ساختار شبکه همکاری علمی پژوهشگران ایرانی در حوزه علوم پایه پزشکی در بازه زمانی ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۳ بر اساس شاخص های کلان و خرد به چه صورت است؟ در پاسخ به پرسش دوم پژوهش، ابتدا شبکه همکاری علمی پژوهشگران ایرانی این حوزه با استفاده از شاخص های کلان و سپس با استفاده از شاخص های خرد (مرکزیت) مورد بررسی قرار می گیرد و نتایج در ذیل هر شاخص به طور جداگانه گزارش می شود. ساختار شبکه همکاری علمی پژوهشگران از نظر شاخص های کلان از قرار زیر است:

شاخص چگالی. شاخص چگالی نشان می دهد که گره های شبکه تا چه حدی به یکدیگر متصل هستند. چگالی همواره عددی بین صفر و ۱ است. چگالی معادل ۱ نشان می دهد که تمام گره های موجود در شبکه به یکدیگر متصل هستند و چگالی معادل صفر نشان می دهد که همه گره های موجود در شبکه، منزوی بوده و هیچ پیوندی میان گره ها در شبکه وجود ندارد. برای بدست آوردن چگالی شبکه همکاری علمی پژوهشگران ایرانی حوزه علوم پایه پزشکی از نرم افزار یو.سی.آی.نت استفاده شد. چگالی شبکه همکاری علمی پژوهشگران ایرانی حوزه علوم پایه پزشکی در بازه زمانی ۱۹۹۶-۲۰۱۳، ۰/۰۱۸ بوده است.

شاخص ضریب خوشه بندی

ضریب خوشه بندی، تمایل و گرایش گره های شبکه برای برقراری ارتباط با یکدیگر و تشکیل خوشه های مختلف را نشان می دهد. شاخص ضریب خوشه بندی دارای مقداری بین صفر و ۱ است و ضریب بالاتر نشان دهنده تمایل بیشتر افراد برای برقراری ارتباط با یکدیگر است. ضریب خوشه بندی شبکه همکاری پژوهشگران ایرانی حوزه علوم پایه پزشکی در بازه زمانی مورد بررسی با استفاده از نرم افزار یو.سی.آی.نت مورد تحلیل قرار گرفت و عددی معادل ۰/۸۳۱، محاسبه شد.

مؤلفه های شبکه

مؤلفه ای شبکه به زیر گروهی از شبکه گفته می شود که تمام گره های موجود در آن به طور مستقیم (از طریق یک پیوند) یا غیر مستقیم (از طریق زنجیره ای از پیوندها) به

یکدیگر متصل هستند. شبکه‌های اجتماعی معمولاً از یک مؤلفه اصلی (بزرگترین مؤلفه) و تعدادی مؤلفه فرعی تشکیل می‌شوند. معمولاً اکثر گره‌های موجود در شبکه به مؤلفه اصلی تعلق دارند. شبکه همکاری علمی پژوهشگران ایرانی حوزه علوم پایه پزشکی، از ۲۴ مؤلفه تشکیل شده است. یک مؤلفه بزرگ با تعداد ۶۸۶ گره (۸۶/۴ درصد)، و ۲۳ مؤلفه کوچک که از یک مؤلفه ۱۰ گرهی (۱/۳ درصد)، دو مؤلفه ۸ گرهی (۱ درصد)، ۵ مؤلفه ۶ گرهی (۰/۸ درصد)، ۴ مؤلفه ۵ گرهی (۰/۶ درصد)، ۳ مؤلفه ۴ گرهی (۰/۵ درصد)، ۴ مؤلفه ۳ گرهی (۰/۴ درصد)، ۴ مؤلفه ۲ گرهی (۰/۳ درصد) تشکیل شده است.

شاخص میانگین فاصله

میانگین فاصله، به میانگین کوتاه‌ترین مسیرها بین هر دو گره موجود در شبکه گفته می‌شود. میانگین فاصله کمتر امکان انتقال سریع‌تر اطلاعات را در شبکه فراهم می‌آورد. میانگین فاصله در شبکه همکاری علمی پژوهشگران ایرانی حوزه علوم پایه پزشکی در بازه زمانی مورد بررسی، عدد ۳/۳۳۴ بدست آمد.

قطر شبکه

قطر شبکه، فاصله دورترین گره‌های موجود در مؤلفه اصلی شبکه است. قطر زیاد شبکه بیانگر این است که محتوا برای این که از یک گره به گره دیگر منتقل شود باید مسیر طولانی‌تری را طی کند و احتمال این که در امر انتقال محتوا اخلال ایجاد شود وجود دارد. هرچه قطر شبکه کمتر باشد، انسجام شبکه بیشتر بوده و انتقال محتوا با سرعت بیشتری در شبکه انجام می‌شود. قطر شبکه همکاری علمی پژوهشگران ایرانی حوزه علوم پایه پزشکی در بازه زمانی مورد بررسی، ۹ می‌باشد یعنی دو گره موجود در شبکه حداکثر از طریق ۹ واسطه می‌توانند با یکدیگر ارتباط برقرار کنند.

ساختار شبکه همکاری علمی پژوهشگران از نظر شاخص‌های خرد

شاخص مرکزیت درجه

مرکزیت درجه میزان فعالیت یا ارتباطات یک گره با سایر گره‌های موجود در شبکه را نشان می‌دهد. هرچه میزان ارتباطات گره در شبکه بیشتر باشد، آن گره از اهمیت بیشتر و

جایگاه مرکزی تری در شبکه برخوردار است. گره های دارای درجه زیاد پر مشارکت ترین و فعال ترین افراد حاضر در شبکه هستند.

مطالعه شاخص مرکزیت درجه ای یا تعداد هم تألیفی هر یک از پژوهشگران ایرانی، در حوزه موضوعی علوم پایه پزشکی نشان می دهد که حسین بهاروند (۸۷۴)، مسعود سلیمانی (۷۰۰)، اردشیر قوامزاده (۵۳۲)، کامران علی مقدم (۳۵۴)، قاسم حسینی سالک ده (۳۲۸)، حمید گورابی (۲۵۹) و محمد حسین نصرافهانی (۲۲۹) دارای بیشترین هم تألیفی و مشارکت پذیرترین و فعال ترین پژوهشگران این حوزه موضوعی محسوب می شوند. میانگین شاخص درجه نزدیکی $0/103$ می باشد و شاخص مرکزیت درجه ای شبکه معادل $2/346$ درصد است.

شاخص مرکزیت بینیت

مرکزیت بینیت، شامل تعداد دفعاتی است که هر گره در کوتاه ترین فاصله میان هر دو گره دیگر در شبکه قرار می گیرد. مرکزیت بینیت میزان کنترل هر یک از گره ها بر جریان انتقال محتوا در شبکه را بررسی می کند. گره های دارای بینیت بالا نقش واسطه^۱، میانجی^۲، یا پل^۳، در شبکه را ایفا کرده و در انتقال محتوا نقشی بسزا دارند. هرچه یک گره نقش واسطه گر یا میانجی گر بیشتری جهت انتقال محتوا در شبکه داشته باشد از اهمیت بیشتر و جایگاه مرکزی تری در شبکه برخوردار است. شاخص بینیت نشان دهنده قدرت یک گره در تاثیر گذاری و کنترل سایر گره هایی است که مستقیماً به آن ها متصل نیست.

مطالعه شاخص مرکزیت بینیت هر یک از پژوهشگران ایرانی، در حوزه موضوعی علوم پایه پزشکی نشان داد که مسعود سلیمانی (۳۲/۰۵)، حسین بهاروند (۲۸/۸)، کامران علی مقدم (۱۱/۴۵)، سید جواد مولا (۶/۹) و اردشیر قوامزاده (۴/۳۶) با دارا بودن بیشترین میزان بینیت مهم ترین نقش را به عنوان میانجی گر در کنترل و انتقال اطلاعات در شبکه ایفا می کنند. در شبکه همکاری علمی پژوهشگران ایرانی حوزه علوم پایه پزشکی شاخص مرکزیت بینیت شبکه معادل $31/69$ درصد است.

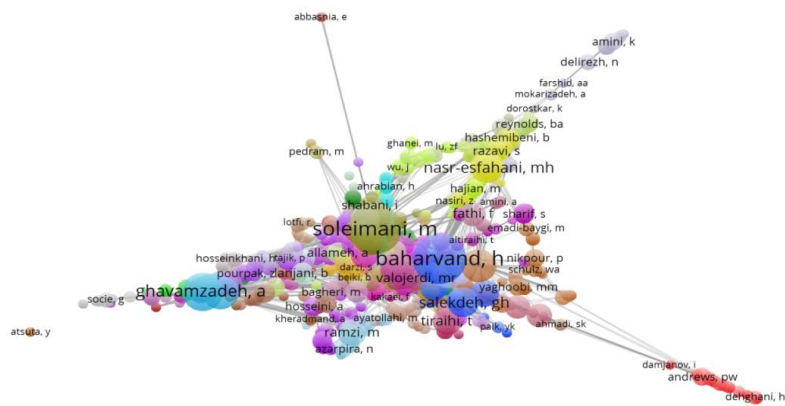
1. Broker
2. Mediator
3. Bridge

شاخص مرکزیت نزدیکی

شاخص مرکزیت نزدیکی شامل مجموع طول کوتاه ترین فاصله (میانگین فاصله) هر گره با سایر گره‌های موجود در شبکه است. مرکزیت نزدیکی میزان نزدیکی یک گره به سایر گره‌های موجود در شبکه را بررسی می‌کند. هرچه یک گره به سایر گره‌های موجود در شبکه نزدیک تر باشد از اهمیت بیشتر و جایگاه مرکزی تری در شبکه برخوردار است. گره‌های دارای شاخص نزدیکی کم به راحتی می‌توانند به سایر گره‌های موجود در شبکه دسترسی داشته و محتوا را از آن‌ها دریافت کنند. براساس یافته‌ها، میانگین شاخص مرکزیت نزدیکی شبکه همکاری علمی پژوهشگران ایرانی حوزه علوم پایه پزشکی برابر ۳/۵۲۲ است و از لحاظ مرکزیت، مسعود سلیمانی (۳/۸۶۴)، حسین بهاروند (۳/۸۵۹)، کامران علی مقدم (۳/۸۲۵)، محمد واسعی (۳/۸۰۵) و سیدجواد مولا (۳/۷۹۵) رتبه‌های اول تا پنجم را به خود اختصاص داده‌اند.

شاخص بردار ویژه

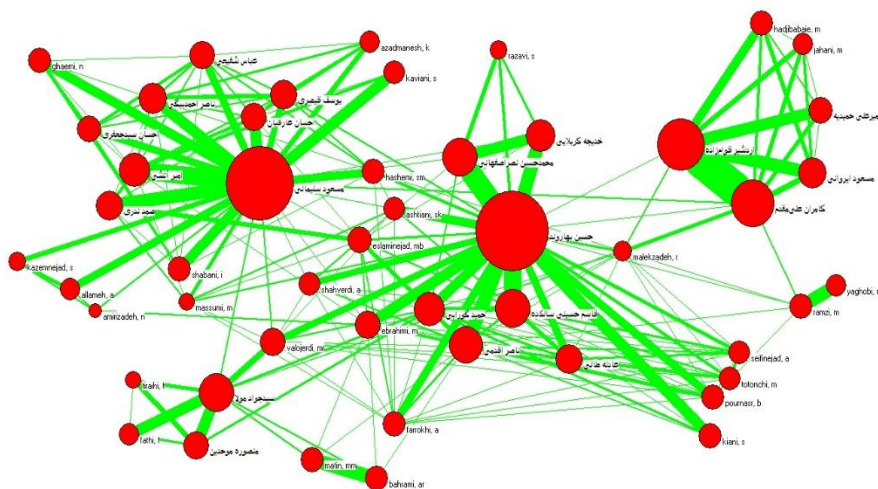
بردار ویژه میزان اتصال گره با سایر گره‌های مرکزی و قدرتمند در شبکه را محاسبه می‌کند، یعنی مرکزیت یک گره وابسته به مرکزیت گره‌های مجاور آن است. بدین صورت که هرچه یک گره ارتباطات بیشتر و مستحکم تری با سایر گره‌های مرکزی و قدرتمند در شبکه داشته باشد از اهمیت بیشتر و جایگاه مرکزی تری در شبکه برخوردار است. گره دارای بردار ویژه زیاد، به گره‌هایی متصل است که خود آن گره‌ها دارای درجه، مرکزیت و بینیت بالایی بوده و در شبکه از موقعیت راهبردی برخوردارند. براساس یافته‌ها، میانگین شاخص بردار ویژه، ۲/۱۹ می‌باشد و تمرکز شبکه بر اساس شاخص بردار ویژه ۸۵/۱۸ درصد گزارش شده است. از لحاظ شاخص بردار ویژه، حسین بهاروند (۸۳/۳۸)، قاسم حسینی سالک‌ده (۳۹/۱۷)، محمد حسین نصرافهانی (۳۸/۰۷)، ناصر اقدمی (۳۳/۷۷) و عادل طائی (۳۲/۹) رتبه‌های یک تا پنج را کسب کرده‌اند.



VOSviewer

تصویر ۱. نقشه شبکه همکاری علمی پژوهشگران حوزه علوم پایه پزشکی ایران در بازه زمانی ۱۹۹۶-۲۰۱۳

در تصویر ۱. نقشه شبکه همکاری علمی پژوهشگران ایرانی حوزه علوم پایه پزشکی در بازه زمانی مورد بررسی نشان داده شده است.



تصویر ۲. نقشه همکاری علمی ۵۰ نویسنده برتر ایرانی حوزه موضوعی علوم پایه پزشکی بازه زمانی ۱۹۹۶-۲۰۱۳

در تصویر ۲ با توجه به مرکزیت درجه شبکه برای هر یک از پژوهشگران نقشه همکاری ۵۰ نویسنده پرتولید و با بیشترین هم‌تألفی در شبکه همکاری علمی پژوهشگران ایرانی حوزه علوم پایه پزشکی در بازه زمانی مورد بررسی، نشان داده شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های حاصل از تحلیل سطوح همکاری پژوهشگران حوزه علوم پایه پزشکی نشان داد که سطح همکاری برون سازمانی، با تعداد ۵۴۱ عنوان مقاله (۵۲/۰۲ درصد تولیدات) سطح همکاری غالب در حوزه مورد بررسی است. بیشترین همکاری بین سازمانی مربوط به دانشگاه‌های علوم پزشکی تهران، تربیت مدرس و تهران است. با توجه به لزوم همکاری علمی در حوزه علوم پایه و ضرورت استفاده از امکانات آزمایشگاهی و تحقیقاتی سازمان‌ها و دانشگاه‌های مختلف برای انجام تحقیقات و پژوهش‌ها در این حوزه، می‌توان درصد بیشتر سطح همکاری بین سازمانی را توجیه کرد. این یافته‌ها همسو با پژوهش‌های مردانی و همکاران (۱۳۹۲) و عرفان‌منش و همکاران (۱۳۹۲) که در همه آن‌ها سطح بین سازمانی همکاری‌ها بیشترین مقدار بوده است؛ و ناهمسو با پژوهش وانگ و همکاران (۲۰۰۵) و اسدی و ثقفی (۱۳۹۱) است که در آن‌ها سطح درون سازمانی بیشترین سطح همکاری را نشان می‌دهد. در تولید مقاله‌های حوزه علوم پایه پزشکی ایران تعداد ۵۴ کشور همکاری داشته است که ایالات متحده آمریکا، کانادا، استرالیا، انگلستان و آلمان بیشترین همکاری را در این حوزه با پژوهشگران ایرانی داشته‌اند. بیشترین همکاری بین المللی مربوط به دانشگاه علوم پزشکی تهران است. عرفان‌منش و همکاران (۱۳۹۲) نیز در پژوهش خود بیشترین همکاری را با کشورهای ایالات متحده آمریکا، استرالیا و انگلستان، مردانی و همکاران (۱۳۹۲) بیشترین همکاری‌ها را با کشورهای آمریکا و انگلستان، اسدی و ثقفی (۱۳۹۱) بیشترین همکاری‌های بین المللی را با کشورهای آمریکا، کانادا، انگلیس و استرالیا گزارش کرده‌اند.

نتایج حاصل از تحلیل چگالی شبکه همکاری علمی حوزه علوم پایه پزشکی نشان داد که چگالی شبکه مورد بررسی ۰/۰۱۸ بوده است. یعنی تنها ۱/۸ درصد از کل روابط ممکن و بالقوه در این شبکه انجام شده است و این حاکی از انسجام بسیار پایین شبکه است و نشان دهنده آن است که پژوهشگران ارتباط کافی با یکدیگر ندارند. عصاره و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیق خود در بررسی شبکه هم‌تألفی پژوهشگران ایران در حوزه داروشناسی

و داروسازی در پایگاه وب آو ساینس چگالی ۰/۰۸۴ را محاسبه کرده‌اند. براساس نتایج بدست آمده از تحلیل شاخص ضریب خوشه بندی شبکه همکاری علمی حوزه علوم پایه پزشکی، ضریب خوشه بندی این شبکه معادل ۰/۸۳۱ بوده که نشان دهنده تمایل بالای اعضای شبکه به تشکیل خوشه‌های مختلف است، یا به تعبیری می‌توان گفت در این شبکه اگر نویسنده (الف) و نویسنده (ب) به طور جداگانه با نویسنده (پ) همکاری داشته باشند، احتمالی معادل ۸۳/۱ درصد وجود دارد که نویسنده (الف) و (ب) نیز در آینده با یکدیگر همکاری داشته باشند. حریری و نیکزاد (۱۳۹۰) شبکه‌های هم‌تألیفی مقالات ایرانی رشته‌های روانشناسی، کتابداری و اطلاع‌رسانی، مدیریت و اقتصاد را مورد بررسی قرار دادند و ضریب خوشه بندی شبکه‌های مورد بررسی را به ترتیب ۰/۷۸، ۰/۳۶، ۰/۶۳ و ۰/۵ محاسبه کرده‌اند. عرفان منش و بصیریان جهرمی (۱۳۹۲) در بررسی شبکه هم‌تألیفی مقالات منتشر شده در فصلنامه مطالعات ملی کتابداری و سازماندهی اطلاعات، ضریب خوشه بندی ۰/۶۲ و روشنی و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی شبکه هم‌نویسندگی پژوهشگران حوزه سیاست‌گذاری و مدیریت فناوری در ایران، ضریب خوشه‌بندی ۰/۸۵۶ را در پژوهش خود گزارش کرده‌اند. نتایج حاصل از بررسی شاخص میانگین فاصله شبکه همکاری علمی حوزه علوم پایه پزشکی پژوهشگران ایرانی نشان داد که میانگین فاصله شبکه مورد بررسی ۳/۳۳۴ بوده است. یعنی در این شبکه میانگین فاصله هر دو گره ۳/۳۳۴ بوده و دو پژوهشگر حاضر در این شبکه می‌توانند از طریق کمتر از ۴ واسطه به یکدیگر متصل شوند. شبکه با میانگین فاصله کم امکان انتقال سریع اطلاعات را فراهم می‌آورد. بر اساس نتایج، قطر شبکه همکاری علمی پژوهشگران ایرانی حوزه علوم پایه پزشکی ۹ می‌باشد. قطر شبکه، بیشترین فاصله بین گره‌های موجود در مؤلفه اصلی است. یعنی ۲ نویسنده حاضر در شبکه می‌توانند حداکثر از طریق ۹ واسطه به یکدیگر متصل شوند. هرچه قطر شبکه زیاد باشد، محتوا برای اینکه از یک گره به گره دیگر منتقل شود باید مسیر طولانی‌تری را طی کند و در این صورت احتمال اینکه در انتقال محتوا اختلال ایجاد شود، زیاد می‌شود که در این شبکه قطر نسبتاً زیاد است. در پژوهش حاضر بیشتر گره‌های شبکه در یک مؤلفه اصلی قرار گرفته‌اند که انسجام و روابط نسبتاً خوب این شبکه‌ها را می‌رساند. از این یافته‌ها می‌توان نتیجه گرفت که پژوهشگران این حوزه تمایل زیادی به تولیدات گروهی و مشارکت در گروه‌های بزرگ دارند. ساختار شبکه همکاری از لحاظ شاخص مؤلفه‌های شبکه با

پژوهش‌های انجام شده، عرفان‌منش و بصیریان جهرمی (۱۳۹۲)، عرفان‌منش و همکاران (۱۳۹۲) و المدا گومز و همکاران (۲۰۰۸) که یک مؤلفه بزرگ و چندین مؤلفه کوچک را در شبکه‌های مورد بررسی خود گزارش کرده‌اند، همسو با پژوهش حاضر است.

از تحلیل ساختار شبکه همکاری علمی پژوهشگران حوزه علوم پایه پزشکی در بازه زمانی مورد بررسی می‌توان نتیجه گرفت که با توجه به کم بودن چگالی این شبکه (۰/۰۱۸) و قطر زیاد آن (۹) و همچنین وجود ۲۴ مؤلفه در این شبکه، انسجام کلی شبکه همکاری علمی حوزه علوم پایه پزشکی پایین است و با توجه به تعداد پژوهشگران حاضر در شبکه، ارتباط و همکاری لازم میان پژوهشگران در این حوزه صورت نگرفته است. ولی با در نظر گرفتن ضریب خوشه‌بندی بالای شبکه (۰/۸۳۱) انتظار می‌رود در آینده همکاری‌ها در این حوزه افزایش یابد. نظر به پایین بودن ارتباط پژوهشگران در این شبکه لازم است تا تمهیداتی اندیشیده شود تا پژوهشگران به ارتباط و همکاری با یکدیگر ترغیب شوند. شبکه همکاری پژوهشگران حوزه علوم پایه پزشکی ویژگی‌های شبکه جهان کوچک را دارا می‌باشد. از ویژگی‌های شبکه جهان کوچک، میانگین فاصله کم و ضریب خوشه‌بندی زیاد شبکه است که در شبکه همکاری علمی حوزه علوم پایه پزشکی میانگین فاصله ۳/۳۳ و ضریب خوشه‌بندی ۰/۸۳۱ محاسبه شده است. در شبکه جهان کوچک گرچه اکثر گره‌ها همسایه یکدیگر نیستند و مستقیماً به هم متصل نشده‌اند ولی از طریق زنجیره‌ای از ارتباطات و با طی مسیری کوتاه قابل دسترسی می‌باشند. همچنین از تحلیل ساختار شبکه از لحاظ شاخص‌های خرد که نشانگر موقعیت گره‌ها در شبکه هستند، می‌توان گفت مسعود سلیمانی، حسین بهاروند، کامران علی‌مقدم، اردشیر قوام‌زاده و ناصر اقدمی از جایگاه راهبردی در این شبکه برخوردار هستند و نسبت به سایر پژوهشگران حاضر در این شبکه از اعتبار بیشتر و جایگاه بهتری برخوردارند و به نوعی جریان اطلاعات در شبکه را کنترل می‌کنند. در مجموع می‌توان گفت در شبکه همکاری علمی حوزه علوم پایه پزشکی، تعداد کمی از پژوهشگران هم از لحاظ شاخص‌های کلی و هم از لحاظ شاخص‌های خرد در جایگاه بهتری قرار دارند ولی این شاخص‌ها در کل شبکه پایین هستند. به عبارتی تولید علم و جریان اطلاعات در این شبکه در دست تعداد اندکی از پژوهشگران است. می‌توان از نتایج این پژوهش در جهت پیش‌بینی‌های لازم و جهت دهی برای همکاری‌های آینده، شناسایی افراد نخبه در این حوزه و شناسایی قطب‌های

علمی، دانشگاه ها و مؤسسه های پیشرو و معتبر جهت همکاری و توسعه تعاملات با آنها استفاده کرد که در مجموع سبب افزایش همکاری ها و جهت دهی به آنها در راستای اولویت ها و نیازهای ضروری حوزه های مورد بحث خواهد بود. همچنین با بررسی نحوه تحول و تکامل شبکه همکاری این حوزه در طول زمان و نیز بررسی عوامل موثر و موانع همکاری های علمی پژوهشگران این حوزه، در پژوهش های آینده می توان به شناخت و درک بهتری از شبکه همکاری علمی حوزه علوم پایه پزشکی دست یافت.

منابع

- اسدی، مریم و ثقفی، سامان (۱۳۹۱). میزان هم تالیفی پژوهشگران ایرانی در حوزه فنی و مهندسی در سال های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰. *آموزش مهندسی ایران*، ۱۴(۵۵)، ۱۱۱-۱۳۴.
- حریری، نجلا و نیکزاد، مهسا (۱۳۹۰). شبکه های هم تالیفی در مقالات ایرانی رشته های کتابداری، روانشناسی، مدیریت و اقتصاد در پایگاه ISI بین سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹. *علوم و فناوری اطلاعات*، ۲۶(۴)، ۸۲۵-۸۴۴.
- رحیمی، ماریه و فتاحی، رحمت الله (۱۳۸۶). همکاری علمی و تولید اطلاعات: نگاهی به مفاهیم و الگوهای رایج در تولید علمی مشترک. *مطالعات ملی کتابداری و سازماندهی اطلاعات*، ۷۱، ۲۳۵-۲۴۸.
- روشنی، سعید؛ قاضی نوری، سیدسروش و طباطبائیان، سیدحبيب الله (۱۳۹۲). تحلیل شبکه هم نویسنده پژوهشگران حوزه سیاست گذاری و مدیریت فناوری در ایران. *سیاست علم و فناوری*، ۶(۲)، ۱-۱۶.
- عرفان منش، محمدامین و بصیریان جهرمی، رضا (۱۳۹۲). شبکه هم تالیفی مقالات منتشر شده در فصلنامه مطالعات ملی کتابداری و سازماندهی اطلاعات با استفاده از شاخص های تحلیل شبکه اجتماعی. *مطالعات ملی کتابداری و سازماندهی اطلاعات*، ۲۴(۲)، ۷۶-۹۶.
- عرفان منش، محمدامین؛ روحانی، والاعلی؛ بصیریان جهرمی، رضا و غلامحسین زاده، زهره (۱۳۹۲). بررسی مشارکت پژوهشگران روان شناسی پزشکی کشور در تولید علم. *پردازش و مدیریت اطلاعات*، ۲۹(۱)، ۱۳۷-۱۶۳.

عصاره، فریده؛ صراطی شیرازی، منصوره؛ خادمی، روح الله (۱۳۹۳). بررسی شبکه هم تالیفی پژوهشگران ایران در حوزه داروشناسی و داروسازی در پایگاه وب آو ساینس: ۲۰۱۲-۲۰۰۰. مدیریت سلامت، ۱۷ (۵۶)، ۳۳-۴۵.

مردانی، امیرحسین؛ نجفی، علی و شریف مقدم، هادی (۱۳۹۲). بررسی ضریب مشارکت پژوهشگران دانشگاه علوم پزشکی تهران در انتشارات بین المللی. مدیریت سلامت، ۱۶ (۵۱)، ۱۹-۲۹.

نوروزی، علیرضا و ولایتی، خالد (۱۳۸۸). همکاری علمی پژوهشی: جامعه شناسی همکاری علمی. تهران: چاپار.

نوروزی چاکلی، عبدالرضا (۱۳۹۰). آشنایی با علم سنجی. تهران: سمت.

De Stefano, D., Fuccella, V., Vitale, M. P., & Zaccarin, S. (2013). The use of different data sources in the analysis of co-authorship networks and scientific performance. *Social Networks*, 35(3), 370-381. Available from: URL:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378873313000403>

Liu, X., Bollen, J., Nelson, M. L., & Van de Sompel, H. (2005). Co-authorship networks in the digital library research community. *Information processing & management*, 41(6), 1462-1480.

Olmeda-Gómez, C., Perianes-Rodríguez, A., Ovalle-Perandones, M. A., & Moya-Anegón, F. (2008). Comparative analysis of university-government enterprise co-authorship networks in three scientific domains in the region of Madrid. *Information research*, 13(3). Available from: [URL:http://www.informationr.net/ir/13-3/paper352.html](http://www.informationr.net/ir/13-3/paper352.html)

Wang, Y., Wu, Y., Pan, Y., Ma, Z., & Rousseau, R. (2005). Scientific collaboration in China as reflected in co-authorship. *Scientometrics*, 62(2), 183-198.

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.