

ساختار شبکه هم‌نویسندگی حوزه علوم اعصاب ایران با استفاده از رویکرد تحلیل شبکه اجتماعی

فاطمه باجی^۱، فریده عصاره^۲

چکیده

هدف: هدف پژوهش حاضر آن است که با رویکرد تحلیل شبکه اجتماعی به بررسی شبکه هم‌نویسندگی حوزه علوم اعصاب ایران در پایگاه وب آو ساینس در سال‌های ۱۹۹۶-۲۰۱۱ بپردازد. **روش:** پژوهش حاضر با استفاده از رویکرد تحلیل شبکه اجتماعی به بررسی ساختار شبکه هم‌نویسندگی حوزه علوم اعصاب ایران در پایگاه وب آو ساینس در فاصله سال‌های ۱۹۹۶-۲۰۱۱ پرداخته و سنجش‌های مرکزیت این شبکه را جهت تفسیر بهتر روابط هم‌نویسندگی پژوهشگران و شناسایی افراد مؤثر در این حوزه، به دست آورد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد تولیدات علمی ایران در حوزه علوم اعصاب روندی صعودی داشته و ضریب خوشه‌بندی و چگالی شبکه هم‌نویسندگی آن بالا است. این شبکه دارای یک خوشه اصلی متشکل از ۷۸/۲۱٪ کل شبکه است. همچنین، این حوزه بیشترین تبادلات و همکاری را با موضوعات داروسازی، روان‌پزشکی، علوم رفتاری، روان‌شناسی، فیزیولوژی، جراحی، کودکان، و ارتوپدی داشته است. **نتیجه‌گیری:** تأثیرگذارترین افراد شبکه مورد بررسی عبارتند از زرین دست، فاتحی، شجاع، دهپور و نویسندگان دو نقطه برشی شبکه نیز عبارتند از صحرائیان و امیرجمشیدی. در صورت ادامه همکاری، می‌توان انتظار داشت در سال‌های آینده این شبکه به یک شبکه جهان کوچک تبدیل شود.

۱ مربی گروه کتابداری و اطلاع رسانی پزشکی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران،

اهواز و دانشجوی دکتری دانشگاه شهید چمران اهواز fbaji@yahoo.com

۲ استاد گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی و مدیر قطب علمی مدیریت دانش دانشگاه شهید چمران اهواز (نویسنده

مسئول). پست الکترونیک: Osareh.f@gmail.com

واژگان کلیدی: هم‌نویسندگی، همکاری علمی، تحلیل شبکه، علوم اعصاب، ایران، وب آو ساینس

مقدمه

همکاری علمی^۱ یا هم‌نویسندگی^۲، یا همکاری در تألیف^۳ میان محققان و دانشمندان وجوه و اشکال مختلفی دارد. به تعبیر گلانزل و شوبرت هم‌نویسندگی یکی از عینی‌ترین و مستندترین قالب‌های همکاری علمی است، آنان همکاری علمی را یک پدیده اجتماعی پیچیده در پژوهش تلقی می‌کنند که به‌طور نظام‌مند از دهه ۱۹۶۰ میلادی مورد مطالعه قرار گرفته است (گلانزل و شوبرت^۴، ۲۰۰۵). بی‌تردید افرادی که تألیفات مشترکی با هم دارند، حداقل به لحاظ علمی از هم شناخت دارند. نیومن هم‌نویسندگی را یک معنای منطقی از آشنایی علمی می‌داند و عقیده دارد اغلب افرادی که یک مقاله را با همکاری هم می‌نویسند، همدیگر را به خوبی می‌شناسند (نیومن^۵، ۲۰۰۱). علاوه بر شاخص‌های شناخته شده سنجش همکاری علمی نظیر ضریب همکاری و درجه همکاری، فنون دیگری برای تحلیل پدیده هم‌نویسندگی به کار گرفته می‌شود. یکی از این روش‌ها، رویکرد تحلیل شبکه اجتماعی^۶ و استفاده از نظریه گراف^۷ جهت دیداری‌سازی اطلاعات است. این روش پس از ورود به حوزه کتابسنجی، ابتدا در مطالعات هم‌استنادی به کار گرفته شد. تحلیل شبکه اجتماعی تحت تئوری کاربرد گراف طبقه‌بندی شده و بیشتر با ریاضیات سرو کار دارد، به این صورت که برای ثبت و ورود داده از ماتریس و برای نمایش اطلاعات و داده‌های مربوط به الگوهای ارتباطی، از گراف استفاده می‌شود (هانمن و ریدل^۸، ۲۰۰۱). نیومن استفاده از شبکه در مطالعات کتابسنجی را دارای قدمتی طولانی می‌داند. به بیان وی " شبکه هم‌نویسندگی شبکه‌ای

¹ Scientific Collaboration

² co-authorship

³ Joint authorship

⁴ Glanzel & Schubert

⁵ Newman

⁶ Social Network Analysis

⁷ Graph Theory

⁸ Hanneman & Riddle

است که هم جامعه دانشگاهی را به تصویر می‌کشد و هم ساختار دانش ما را و شاید به همین دلیل است که کمتر مورد توجه قرار گرفته است. این در حالی است که این‌گونه شبکه ارزش‌های زیادی دربر دارد و پژوهش‌های اخیر این نکته را تأیید می‌کنند^۱ (نیومن، ۲۰۰۴).

چئونگ و کروبیت^۱ (۲۰۰۹) یک شبکه هم‌نویسندگی را یک شبکه اجتماعی متشکل از مجموعه‌ای از محققان می‌دانند که در یک یا چند مقاله هم‌نویسنده (هم‌تألیف) شده باشند، در چنین حالتی هر کدام با دیگری یا با سایر محققان پیوند دارد. چنین شبکه‌ای مجموعه‌ای از گره‌ها (یا رئوس) است که هم‌نویسندگان پیوند شده را با لبه‌ها یا پیوند^۲ها مشخص می‌کند؛ این پیوندها نشان‌دهنده آشنایی پژوهشی افراد هستند. آنان در پژوهشی به تحلیل شبکه اجتماعی هم‌نویسندگی در مجموعه مقالات کنفرانس پاسیفیک آسیا پرداختند. شبکه هم‌نویسندگی حاصل از تحلیل داده‌ها شامل یک خوشه اصلی بود که ۳۳٪ کل هم‌نویسنده‌ها را در بر داشت و ویژگی‌های یک شبکه جهان کوچک^۳ را به تصویر می‌کشید. در فرضیه پدیده جهان کوچک عنوان می‌شود که زنجیره آشنایی اجتماعی میان افراد در جهان به طور عام کوتاه است و میلگرم^۴ از آن با عنوان شش درجه انفصال^۵ یاد کرده است. چئونگ و کروبیت در تفسیر این یافته بیان می‌کنند جامعه پژوهش آنان تحت تأثیر حضور افراد خاصی نبوده و مجموعه‌ای از افراد تأثیرگذار، آن را هدایت می‌کنند؛ که نشان‌دهنده سلامت آن جامعه علمی است.

در رابطه با استفاده از فنون تحلیل شبکه اجتماعی در مطالعات همکاری علمی، گلانزل و شوبرت بر این باورند که غالباً هر جنبه شبکه‌های همکاری علمی می‌تواند به‌طور قابل اعتمادی با تحلیل شبکه هم‌نویسندگی به روش‌های کتابسنجی دنبال شود (گلانزل و شوبرت، ۲۰۰۵). در واقع تحلیل شبکه هم‌نویسندگی می‌تواند اطلاعات ارزشمندی در مورد الگوهای همکاری و چگونگی

¹ Cheong & Crobitt

² Link

³ Small World

⁴ Milgram

⁵ Six degrees of separation

آن‌ها ارائه کند که فقط با استفاده از شاخص‌ها و ضرایب همکاری، قابل دستیابی نیستند. اهمیت شبکه‌های هم‌نویسندگی در حدی است که برخی پژوهشگران این شبکه‌ها را نشان‌دهنده ساختار دانش می‌دانند که این امر خود می‌تواند در بهبود روند پژوهش و شناخت بهتر ماهیت حوزه‌های علمی مختلف مؤثر باشد. در این راستا می‌توان از پژوهش مورل و همکاران^۱ (۲۰۰۹) نام برد که در مطالعه‌ای به تحلیل شبکه هم‌نویسندگی بیماری‌های پنهان پرداختند. نتیجه پژوهش آنان نشان داد شناسایی نقاط برشی^۲ در شبکه، به خصوص در ارتباط با ظرفیت‌سازی/ تقویت تعهد یک ابزار تحلیلی مهم برای مدیریت برنامه است. نقاط برشی، نقاط کلیدی در شبکه هستند که به عنوان حلقه اتصال تعدادی از گره‌ها در شبکه عمل می‌کنند و چنانچه از شبکه حذف شوند، ارتباط تعدادی از گره‌ها نیز با شبکه قطع خواهد شد. بنابراین مورل و همکاران (۲۰۰۹) اظهار داشتند مؤسسه‌ای که به عنوان نقاط برشی در شبکه فعالیت می‌کنند، نقاط کلیدی و حیاتی هستند که شرکت‌کنندگان اساسی برای آموزش ظرفیت‌سازی و تقویت مؤسسه‌ای را تشکیل می‌دهند و برای این که مدیران و سیاستگذاران حوزه کنترل بیماری با هم همکاری داشته باشند، تغییر فرهنگی در کل افراد لازم است. در این بین، نتیجه پژوهش کوزابکوا^۳ (۲۰۱۱) نیز نشان داد راهبردهای هم‌نویسندگی تأثیرات متفاوتی روی بهره‌وری علمی داشته‌اند و پژوهشگری که به عنوان یک واسطه میان سایر محققان عمل می‌کند، اغلب همان محقق پرتولید در حوزه مورد بررسی است. علاوه بر این نتایج تحقیق وی مؤید نظریه حفره‌های ساختاری بورت^۴ مبنی بر چگونگی ایجاد سرمایه اجتماعی^۵ توسط ساختارهای شبکه اجتماعی بود.

کشف روابط میان منابع و نویسندگان و تفسیر آن‌ها به منظور شناسایی افراد مهم و تأثیرگذار به ویژه در ارتباط با علوم میان رشته‌ای که حاصل پیوند چندین حوزه علمی مختلف می‌باشند، تبلور

¹ Morel et al

² Cut points

³ Kuzhabekova

⁴ Burt

⁵ Social Capital

خاصی پیدا می‌کند. جهان علم در دهه‌های اخیر شاهد شکوفایی قابل توجه علوم میان رشته‌ای بوده؛ و گسترش روزافزون قلمرو حوزه‌های علمی و تلاقی تلاش‌ها و افکار دانشمندان علوم مختلف، در شکل‌گیری و توسعه علوم میان رشته‌ای سهم عمده‌ای داشته است. بر این اساس می‌توان انتظار داشت ماهیت اشتراکی علوم میان رشته‌ای، در همکاری علمی محققان و دانشمندان آن‌ها متجلی گردد. این امر می‌تواند یکی از دلایل رواج تحلیل شبکه‌های هم‌نویسندگی و هم‌استنادی با استفاده از رویکرد تحلیل شبکه اجتماعی و تئوری گراف در مطالعات حوزه کتابسنجی باشد. پژوهش وانگ و همکاران^۱ (۲۰۱۲) که اشکال همکاری علمی حوزه محاسبات اجتماعی^۲ را به عنوان یک حوزه میان رشته‌ای مورد بررسی قرار داد نمونه‌ای از پژوهش‌هاست. این پژوهش با هدف شناسایی مؤسسات و محققان کلیدی این حوزه و طرح‌های همکاری در این حوزه انجام شد و نتایج آن بیانگر رواج همکاری علمی در بین محققان و مؤسسات این حوزه بود. همچنین در سطح مؤسسه-ای یا فردی بهره‌وری علمی نسبتاً مؤثر بوده و همکاران فعال، اغلب انتقال دهندگان دانش بودند. چگالی این شبکه پایین (۰/۰۰۵۵) بوده و حوزه‌های کاری تحقیق بیشتر بر موضوعات فولکسونومی، شبکه‌سازی، و وب معنایی، متمرکز شده بودند.

بیان مسأله

در ایران در سال‌های اخیر مطالعات متعددی در زمینه همکاری علمی در حوزه‌های مختلف علوم انجام شده، اما پژوهش‌های اندکی از رویکرد تحلیل شبکه اجتماعی استفاده کرده‌اند. یکی از نخستین پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه همکاری علمی، پژوهش عصاره و ویلسون می‌باشد. این پژوهش نشان داد که از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ انتشارات دانشمندان ایرانی به‌طور مشخصی افزایش یافته است و منحنی شیب تندی را نشان می‌دهد، به گونه‌ای که درصد انتشارات ایرانی در مقابل انتشارات بقیه کشورهای جهان از ۰/۰۱۹٪ کل انتشارات جهان در سال ۱۹۸۵ به ۰/۱۱۹٪ در

^۱ Wang et al

^۲ Social computing

سال ۱۹۹۹ رسیده و در مجموع روند رشد انتشارات ایرانی از سال ۱۹۹۵ سیر صعودی به خود گرفته است (عصاره و ویلسون^۱، ۲۰۰۱). این روند صعودی رشد انتشارات علمی و افزایش ضریب مشارکت نویسندگان در پژوهش عصاره و همکاران (۱۳۸۹) که هم‌نویسندگی پژوهشگران ایران را در نمایه‌های استنادی علوم، علوم اجتماعی، و هنر و علوم انسانی در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۶ مورد بررسی قرار داد، نیز منعکس شده است. در رابطه با استفاده از رویکرد تحلیل شبکه هم‌نویسندگی، پژوهش محمدحسن زاده و همکاران (۱۳۸۷) یکی از معدود پژوهش‌هایی است که به بررسی شبکه‌های تألیف مشترک در میان پژوهشگران دانشگاه علوم پزشکی ایران پرداخته است. در این رابطه حریری و نیکزاد (۱۳۹۰) نیز طی مطالعه‌ای شبکه‌های هم‌تألیفی در مقالات ایرانی رشته‌های کتابداری و اطلاع‌رسانی، روان‌شناسی، مدیریت، و اقتصاد را مورد بررسی قرار دادند. روی هم رفته مرور پژوهش‌های انجام گرفته با استفاده از تحلیل شبکه هم‌نویسندگی در حوزه‌های علمی مختلف، کاربردهای مختلف فنون تحلیل شبکه را نشان می‌دهد که برخی از آنها عبارتند از: استفاده از تحلیل شبکه هم‌نویسندگی برای برنامه‌ریزی راهبردی پژوهش، مقایسه عملکرد گروهی محققان یک رشته در مناطق جغرافیایی مختلف، تأثیر راهبردهای هم‌نویسندگی بر بهره‌وری علمی افراد، و چگونگی شکل‌گیری سرمایه اجتماعی بر اساس ساختارهای شبکه اجتماعی. موارد ذکر شده نقش مهمی در ارزیابی روند ارتباطات علمی در علوم متخلف دارند و اهمیت کاربرد فنون تحلیل شبکه اجتماعی در مطالعات کتابسنجی را آشکار می‌سازند.

بدین جهت با توجه به موارد یادشده و با در نظر گرفتن اهمیت علوم پزشکی و حوزه‌های میان رشته‌ای آن، پژوهش حاضر، حوزه علوم اعصاب را که به دلیل تعامل با رشته‌های علمی متعدد یک حوزه میان رشته‌ای به‌شمار می‌رود، جهت بررسی و تحلیل شبکه هم‌نویسندگی انتخاب کرده است تا با تحلیل اجزای این شبکه هم‌نویسندگی، تأثیر ماهیت میان رشته‌ای این حوزه را بر فعالیت‌های پژوهشگران آن مورد بررسی قرار دهد. حوزه علوم اعصاب دانش مطالعه سامانه عصبی یا دانش

¹ Osareh & Wilson

عصب‌شناسی یا نوروساینس^۱، است. به‌طور سنتی این دانش یکی از شاخه‌های زیست‌شناسی است، و به عنوان یک دانش میان رشته‌ای با دیگر شاخه‌های دانش مانند: شیمی، رایانه، مهندسی، زبان-شناسی، ریاضی، پزشکی، روان‌شناسی، روان‌پزشکی، فیزیک، و فلسفه همکاری دارد (ویکیپدیا^۲، ۲۰۱۱). بنابراین نظر به رشد صعودی انتشارات ایرانی به‌ویژه در سال‌های اخیر، هدف پژوهش حاضر آن است تا با استفاده از رویکرد تحلیل شبکه اجتماعی به بررسی شبکه هم‌نویسندگی حوزه علوم اعصاب ایران در پایگاه وب آو ساینس^۳ در سال‌های ۱۹۹۶-۲۰۱۱ پرداخته و سنجه‌های مرکزیت^۴ این شبکه را جهت تفسیر بهتر روابط هم‌نویسندگی در میان پژوهشگران و شناسایی و معرفی افراد مؤثر در این حوزه، به‌دست آورد. به منظور دستیابی به این هدف سعی می‌شود به سؤالات زیر پاسخ داده شود.

سؤالات پژوهش

- ۱- شبکه هم‌نویسندگی و خوشه‌های موضوعی حوزه علوم اعصاب ایران در پایگاه وب آو ساینس در سال‌های ۱۹۹۶-۲۰۱۱ کدامند؟
- ۲- سنجه‌های مرکزیت و چگالی^۵ شبکه هم‌نویسندگی حوزه علوم اعصاب ایران در پایگاه وب آو ساینس در سال‌های ۱۹۹۶-۲۰۱۱ چگونه‌اند؟
- ۳- زیرگروه‌های موضوعی شبکه هم‌نویسندگی حوزه علوم اعصاب ایران در پایگاه وب آو ساینس در سال‌های ۱۹۹۶-۲۰۱۱ کدامند؟

روش شناسی پژوهش

¹ Neuroscience

² Wikipedia

³ Web of Science

⁴ Centrality Measures

⁵ Density

برای تحلیل ساختار شبکه هم‌نویسندگی حوزه علوم اعصاب ایران از رویکرد تحلیل شبکه اجتماعی استفاده شد. داده‌های لازم جهت انجام پژوهش از پایگاه استنادی وب آو ساینس گردآوری شدند. ابتدا در پایگاه وب آو ساینس کلیه تولیدات ثبت شده مربوط به کشور ایران در سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۱ جستجو شد، سپس در قسمت موضوعات (Subject Areas) موضوع علوم اعصاب (Neurosciences and neurology) انتخاب شد و نتایج مربوط به آن استخراج گردید که شامل ۲۶۰۶ رکورد ثبت شده بود. آن‌گاه رکوردهای بازبایی شده ذخیره گردیده و تحلیل اولیه آن‌ها جهت استخراج اسامی نویسندگان و کد مقالات با استفاده از نرم‌افزار ISI.exe انجام شد. در این تحلیل مشخص شد ۴۸۰۵ نویسنده در تولید مدارک مربوط به حوزه علوم اعصاب ایران مشارکت داشته‌اند. در مرحله بعد با استفاده از نرم‌افزار اکسل^۱، ۲۰۰ نویسنده که بیشترین میزان مشارکت علمی در این حوزه را داشته‌اند، شناسایی شده و ماتریس مقارن مربوط به همکاری این نویسندگان، ایجاد شد. ماتریس شامل همان اطلاعات ارائه شده در گراف است که برای تحلیل رایانه‌ای و داده‌پردازی مفیدتر است و کاربردهای ماتریس به شکل گسترده‌ای برای معناسازی و محاسبه در تحلیل شبکه اجتماعی به‌کار رفته‌اند (لکوبوچی^۲، ۱۹۹۴). پس از شمارش میزان همکاری‌های هر نویسنده، از آن‌جا که نویسندگان حوزه علوم اعصاب ایران دارای همکاری نسبتاً بالایی بودند، نویسندگانی که حداقل ۲۰ اثر مشترک بودند، انتخاب شدند. بنابراین ۱۰۱ نویسنده باقیمانده که در بین ۴۸۰۵ نویسنده علوم اعصاب ایران دارای بیشترین همکاری‌های علمی بودند جهت ترسیم شبکه هم‌نویسندگی انتخاب شدند. با توجه به این‌که پژوهش وایت و مک کین نشان داد در بین ۱۰۰ نویسنده برتر از لحاظ هم‌استنادی، در سه دوره ۸ ساله بررسی شده، ۷۵ نویسنده، نویسنده برتر بوده و در تحلیل و دیداری سازی شبکه در این سه دوره تکرار شده‌اند که آن‌ها را نویسندگان معیار (استاندارد)^۳ نامیده‌اند (وایت و مک کین^۴، ۱۹۹۸)، ۱۰۱ نویسنده دارای بیشترین

^۱ Microsoft Excel

^۲ Lacobucci

^۳ Canonical

^۴ White & McCain

همکاری جهت دیداری‌سازی شبکه هم‌نویسندگی، رقمی منطقی و معقول به نظر می‌رسد؛ چرا که در شبکه ترسیم شده می‌توان به تحلیل نقش هر نویسنده در زیرگروه مربوط به آن پرداخت. بنابراین ماتریس مربوط به ۱۰۱ نویسنده، جهت ترسیم شبکه هم‌نویسندگی به نرم افزار یوسی‌نت منتقل شده و شبکه هم‌نویسندگی پس از انجام تحلیل‌های اولیه، با استفاده از نرم‌افزار دیداری‌سازی شبکه‌های اجتماعی نت در^۱، ترسیم گردید.

توصیف و تحلیل نتایج

کل تولیدات علوم اعصاب ایران در پایگاه وب آو ساینس در سال‌های ۱۹۹۶-۲۰۱۱، مجموعاً ۲۶۰۶ مدرک است، که از ۱۴ مدرک در سال ۱۹۹۶ آغاز شده و به ۳۵۴ مدرک در سال ۲۰۱۱ ختم می‌شود. همچنین یافته‌های حاصل از بررسی‌های موضوعی نشان داد حوزه علوم اعصاب بیشترین تبادلات و همکاری را با موضوعات جراحی، روان‌پزشکی، داروسازی، علوم رفتاری، روان‌شناسی، فیزیولوژی، و کودکان داشته است. بیشترین همکاری پژوهشگران حوزه علوم اعصاب ایران نیز به ترتب با کشورهای ایالات متحده، کانادا، انگلیس، آلمان، و استرالیا صورت گرفته است.

گراف و خوشه‌های شبکه هم‌نویسندگی حوزه علوم اعصاب ایران در پایگاه وب آو ساینس در سال‌های ۱۹۹۶-۲۰۱۱

همان‌گونه که پیشتر اشاره شد، ۱۰۱ نویسنده برتر بر اساس بیشترین میزان هم‌نویسندگی جهت تحلیل شبکه هم‌نویسندگی حوزه علوم اعصاب ایران انتخاب شدند. پس از انجام محاسبات لازم و استخراج داده‌ها و مشخصات شبکه هم‌نویسندگی حوزه علوم اعصاب ایران که گزارش آن در جدول ۱ آمده است، گراف مربوط به آن نیز ترسیم شد. شکل ۱ این گراف و خوشه‌ها و گره‌های موجود در آن را نشان می‌دهد. داده‌ها نشان می‌دهد شبکه هم‌نویسندگی حوزه علوم اعصاب ایران

¹ Netdraw

با ۱۰۱ گره (نویسنده) متشکل از ۴ خوشه بوده و تعداد پیوندهای موجود در آن (تعداد هم-نویسندگی‌ها) ۴۲۸۶ رشته است.

جدول ۱: مشخصات و خوشه‌های شبکه هم‌نویسندگی حوزه علوم اعصاب ایران

مشخصات کلی شبکه		
تعداد پیوندها	ضریب خوشه‌بندی شبکه	متوسط فاصله میان گره‌ها
۴۲۸۶	۴/۸۷	۲/۹۳
خوشه‌های شبکه	تعداد گره‌ها	نسبت از کل شبکه (درصد)
اول	۷۹	۷۸/۲۱
دوم	۱۱	۱۰/۸۹
سوم	۴	۳/۹۶
چهارم	۷	۶/۹۳

ضریب خوشه‌بندی شبکه^۱ ۴/۸۷ است. ضریب خوشه‌بندی هر عامل^۲ در شبکه، چگالی مجاورت آشکار آن است. ضریب خوشه‌بندی شبکه، عبارت است از میانگین ضریب خوشه‌بندی کل عامل‌ها در شبکه. بنابراین می‌توان گفت در شبکه هم‌نویسندگی حوزه علوم اعصاب ایران به‌طور میانگین ۵ عامل (نویسنده) در اطراف هر عامل موجود در آن، متراکم شده‌اند. همچنین متوسط فاصله میان گره‌های شبکه، ۲/۹۳ می‌باشد و بیانگر فاصله نسبتاً نزدیک میان گره‌هاست. همان‌طور که شکل ۱ نشان می‌دهد، بزرگ‌ترین خوشه شبکه هم‌نویسندگی حوزه علوم اعصاب ایران متشکل از ۷۹ گره است که ۷۸/۲۱ درصد شبکه را تشکیل می‌دهند. کوچک‌ترین خوشه نیز، خوشه سوم است که تنها از ۴ نویسنده تشکیل شده است. همچنین شبکه حاضر حاوی دو نقطه برشی است که در خوشه اول قرار دارند و عبارتند از صحرائیان و امیرجمشیدی؛ بدین معنی که چنانچه این دو نفر از خوشه اول خارج شوند این خوشه ساختار منسجم خود را از دست داده و به چند خوشه تجزیه خواهد شد.

^۱ Clustering Coefficient

^۲ Actor

سنجه‌های مرکزیت و چگالی شبکه هم‌نویسندگی حوزه علوم اعصاب ایران در پایگاه وب آو ساینس در سال‌های ۱۹۹۶-۲۰۱۱

چگالی شبکه مجموع گره‌های (ارتباطات) ممکن در شبکه است، درجه ارتباط^۱ یک شبکه با استفاده از سنجش چگالی مشخص می‌شود که عبارت از نسبت توان تمام گره‌ها در نمایش تعداد ارتباط‌های ممکن است. بنابراین هرچه چگالی بالاتر باشد، انسجام^۲ درون شبکه بیشتر خواهد بود (هانمن و ریدل، ۲۰۰۱). چگالی به دست آمده برای شبکه هم‌نویسندگی حوزه علوم اعصاب ایران ۰/۴۲ است و این بدین معناست که ۴۲٪ تمام ارتباطات ممکن، به نمایش درآمده‌اند. همچنین نسبت گره‌هایی از شبکه که نمی‌توانند به هم برسند (انقسام^۳) ۳۷ درصد است. مرکزیت^۴ یکی از مفاهیم بنیادی تحلیل شبکه اجتماعی است که مهم‌ترین سنجه‌های آن درجه^۵ مرکزیت، مرکزیت نزدیکی^۶، مرکزیت بردار ویژه^۷، و مرکزیت بینابینی^۸ هستند. در پژوهش حاضر، تحلیل شبکه هم‌نویسندگی حوزه علوم اعصاب ایران با استفاده از این سنجه‌ها صورت گرفت که گزارش ۱۰ نویسنده برتر بر اساس سنجه‌های مورد اشاره در جدول ۲ آمده است. لازم به ذکر است سنجه‌های مرکزیت شبکه پژوهش حاضر بر اساس رویکرد فریمن^۹ محاسبه شده‌اند.

درجه، میزان اتصالات و پیوندهایی است که یک عامل با سایر عوامل دارد. در شبکه پژوهش حاضر عامل‌ها، نویسندگان بوده و تعداد پیوندها (درجه) تعداد دفعاتی است که یک فرد یا سایر افراد هم‌نویسندگی شده است. ساده‌ترین و در عین حال مؤثرترین سنجه مرکزیت یک عامل، درجه است. تفاوت عامل‌ها در شبکه در تعداد پیوندهایی است که برقرار می‌کنند و عاملی که پیوندهای

¹ Connectedness

² Cohesiveness

³ Fragmentation

⁴ Centrality

⁵ Degree

⁶ Closeness

⁷ Eigenvector

⁸ Betweenness

⁹ Freeman

بیشتری داشته باشد، مهم‌تر قلمداد می‌شود (هانمن و ریدل، ۲۰۰۱). بر اساس داده‌های شبکه مورد بررسی تابز^۱، شجاع، و لوکاس^۲ بالاترین درجه (میزان همکاری) را دارا بوده‌اند. پایین‌ترین درجه مشاهده شده در این شبکه ۱۰ بوده و میانگین درجه شبکه نیز ۴۲/۴۳ می‌باشد.

سنجه مرکزیت نزدیکی، کوتاه‌ترین فاصله بین هر عامل با سایر عامل‌های موجود در شبکه است. بر خلاف درجه که تنها به محاسبه پیوندهای مستقیم یک عامل در شبکه می‌پردازد؛ سنجه نزدیکی، فاصله یک عامل با سایر عامل‌ها را با تأکید بر فاصله‌اش از کل عامل‌های موجود در شبکه صرف‌نظر از مستقیم یا غیرمستقیم بودن پیوند آن محاسبه می‌کند (هانمن و ریدل، ۲۰۰۱). بر اساس داده‌های جدول ۲، فاتحی، صحرائیان، و زرین‌دست کمترین فاصله را از سایر عامل‌های موجود در شبکه داشته‌اند، لذا می‌توان گفت این نویسندگان از لحاظ پیوند و ارتباطات نزدیک‌ترین نویسندگان به سایر نویسندگان موجود در شبکه‌اند. میانگین سنجه مرکزیت نزدیکی برای شبکه ۳/۴۲ است که نشان می‌دهد نویسندگان شبکه هم‌نویسندگی علوم اعصاب ایران از نظر برقراری پیوند، به هم نزدیکند. به عقیده هانمن در بررسی فاصله میان عامل‌های شبکه با استفاده از سنجه مرکزیت نزدیکی نمی‌توان به‌طور دقیق مشخص کرد کدام عامل نسبت به سایر عوامل مرکزیت بیشتری دارد، لذا برای بررسی این مورد، سنجه دیگری به نام مرکزیت بردار ویژه یا آیگن‌وکتور پیشنهاد می‌شود. در واقع مرکزیت بردار ویژه تلاشی است برای یافتن عامل‌های مرکزی‌تر که در آن موقعیت هر عامل با توجه به بُعد آن "ارزش بردار"^۳ نامیده می‌شود (هانمن و ریدل، ۲۰۰۱). بر اساس داده‌های جدول ۲، زرین‌دست، دهنپور، و اعتمادی‌فر بالاترین میزان مرکزیت بردار ویژه را در شبکه هم‌نویسندگی علوم اعصاب ایران داشته‌اند.

¹ Tubs

² Loukas

³ Eigen value

جدول ۲: ۱۰ نویسنده برتر شبکه هم‌نویسندگی حوزه علوم اعصاب ایران بر اساس سنجه‌های

مرکزیت

سنجه مرکزیت نزدیکی		سنجه مرکزیت درجه	
میزان	نام نویسنده	میزان	نام نویسنده
۴/۱۷	فرزاد فاتحی	۱۷۸	آر شین تیوبز
۴/۱۷	محمدعلی صحرائیان	۱۷۸	محمدعلی شجاع
۴/۱۷	محمدرضا زرین دست	۱۵۹	ماریوس لوکاس
۴/۱۵	محمد صنعتی	۱۴۷	دابلو جری اوآکس
۴/۱۵	مسعود اعتمادی فر	۱۳۰	محمدرضا زرین دست
۴/۱۴	امیرهادی مغزی	۱۲۲	احمدرضا دهپور
۴/۱۳	علی جنتی	۱۱۲	مسعود اعتمادی فر
۴/۱۳	جمشید لطفی	۸۹	فرشته معتمدی
۴/۱۳	ابوالحسن احمدیانی	۸۴	یعقوب فتح الهی
۴/۱۳	احمدرضا دهپور	۸۲	جمشید لطفی
سنجه مرکزیت بردار ویژه		سنجه مرکزیت بینایی	
میزان	نام نویسنده	میزان	نام نویسنده
۱۳۰/۱	محمدرضا زرین دست	۱۶/۲۸	محمدرضا زرین دست
۶۳/۲	احمدرضا دهپور	۱۶/۰۹	محمدعلی صحرائیان
۵۶/۴	مسعود اعتمادی فر	۱۲/۱۷	فرزاد فاتحی
۵۰/۴	یعقوب فتح الهی	۸/۸۸	محمد صنعتی
۴۴/۲	آر شین تیوبز	۵/۵۱	محمد جوان
۴۲/۳	محمدعلی شجاع	۴/۶۲	علی جنتی
۳۲/۲	جمشید لطفی	۴/۴۴	مسعود اعتمادی فر
۳۱	فرشته معتمدی	۴/۳۸	محمد قدسی
۲۸/۹	محمد سعادت نیا	۴/۳۸	بهزاد افتخار
۲۵/۹	فریده نجات	۳/۶۴	ابوالحسن احمدیانی

همچنین بررسی بیشتر داده‌ها نشان داد زرین دست مرکزی‌ترین نویسنده این شبکه بوده و مرکزیت بردارویژه سایر افراد شبکه حدود یک‌دوم مرکزیت وی است، علاوه بر این، داده‌ها نشان می‌دهد مرکزیت بردارویژه سایر نویسندگان به هم نزدیک است. البته لازم است نسبت مرکزیت بردارویژه مرکزی‌ترین عامل به‌طور قابل‌توجهی از عامل بعد از آن، بزرگ‌تر باشد تا نشان‌دهنده میزان اهمیت بیشتر مرکزی‌ترین عامل باشد که در شبکه کنونی این امر حاصل نشده است. میانگین مرکزیت بردارویژه به‌دست آمده برای شبکه حاضر ۰/۲۶- است، همچنین شاخص مرکزیت شبکه^۱ در این سنج، ۴/۱۵٪ است و نشان می‌دهد نابرابری زیادی در توزیع مرکزیت بردارویژه شبکه وجود ندارد، این بدین معناست که نویسندگان از لحاظ مرکزیت به هم نزدیکند.

سنجه مرکزیت بینابینی به شرح موقعیت مناسب یک عامل در گستره‌ای که "بین"^۲ عامل‌های دیگر در شبکه قرار می‌گیرد، می‌پردازد، به عبارت بهتر مرکزیت بینابینی تعداد دفعاتی است که یک عامل بین عامل‌های دیگر در شبکه قرار گرفته و باعث برقراری پیوند بین آن‌ها می‌شود (هانمن و ریدل، ۲۰۰۱). عاملی که مرکزیت بینابینی بالایی داشته باشد به عنوان میانجی برقراری پیوند میان سایر عوامل، دارای قدرت بیشتری است. بر اساس داده‌های به دست آمده، زرین دست، صحرائیان، و فاتحی بیشترین میزان مرکزیت بینابینی را به خود اختصاص داده‌اند. میانگین مشاهده شده برای مرکزیت بینابینی شبکه هم‌نویسندگی علوم اعصاب ایران ۱/۲۲ بوده و شاخص مرکزیت شبکه در این سنج ۱۵/۲۱٪ است. همچنین یافته‌ها نشان می‌دهد مرکزیت بینابینی ۲۳/۷۶٪ از نویسندگان موجود در شبکه صفر است که همگی این داده‌ها بیانگر پایین بودن نسبی میزان بینابینی عامل‌های موجود در شبکه بوده و به بیان دیگر اغلب پیوندها و اتصالات شبکه حاضر به‌طور مستقیم و بدون استفاده از میانجی برقرار شده‌اند. گراف شبکه هم‌نویسندگی حوزه علوم اعصاب ایران بر اساس مرکزیت بینابینی در شکل ۲ آمده است. پراکندگی نسبی میزان بینابینی عامل‌های شبکه پژوهش حاضر را به وضوح می‌توان در شکل ۲ مشاهده کرد.

¹ Network centralization Index

² Between

زیرگروه‌های شبکه هم‌نویسندگی حوزه علوم اعصاب ایران در پایگاه وب آو ساینس در سال‌های ۱۹۹۶-۲۰۱۱

برای استخراج زیرگروه‌های شبکه هم‌نویسندگی حوزه علوم اعصاب ایران از رویکرد خوشه‌بندی مارکوف^۱ استفاده شد. در این رویکرد موقعیت‌های الگوریتمی یک گراف بر اساس خوشه‌بندی غیرهمپوشان^۲ تحلیل می‌شود. الگوریتم تعداد دقیق خوشه‌های (زیرگروه) استخراج شده از مشخصات ساختاری گراف شبکه را استخراج می‌کند (استیجن^۳، ۲۰۰۸).

جدول ۳ به ارائه مشخصات زیرگروه‌های شبکه هم‌نویسندگی حوزه علوم اعصاب ایران می‌پردازد. همان‌گونه که داده‌های جدول ۳ نشان می‌دهد، شبکه پژوهش حاضر حاوی ۱۲ زیرگروه است که زیرگروه چهارم با ۱۶ نویسنده بزرگ‌ترین زیرگروه، و زیرگروه نهم تنها با دو نویسنده، کوچک‌ترین زیرگروه می‌باشد.

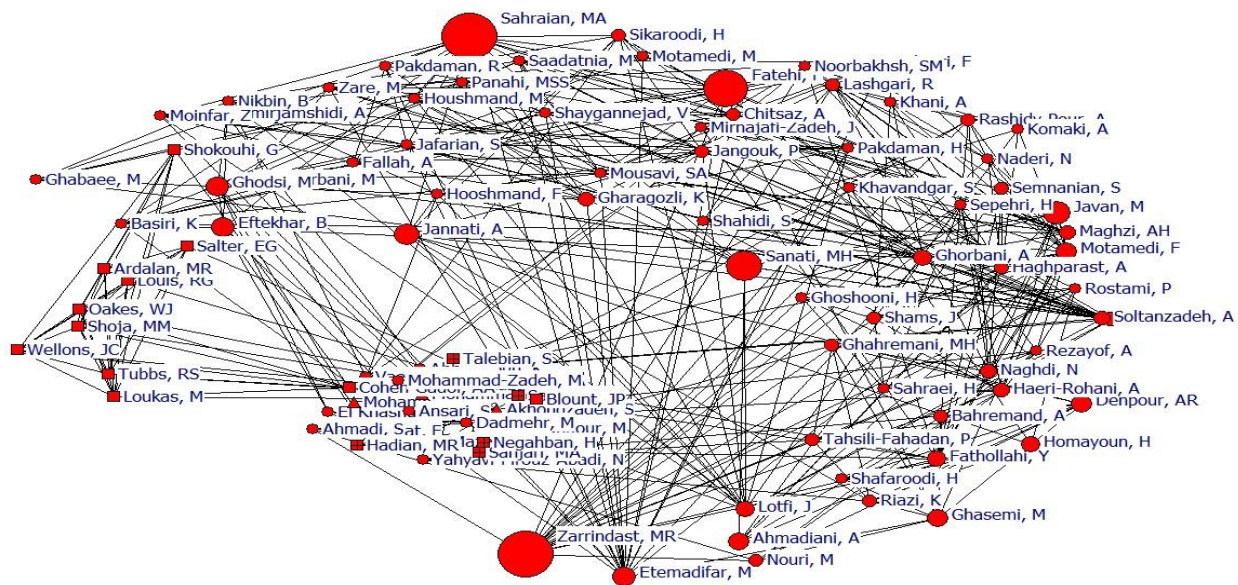
جدول ۳: زیرگروه‌های شبکه هم‌نویسندگی حوزه علوم اعصاب ایران

زیرگروه	تعداد نویسندگان	موضوعات اصلی مقالات	زیرگروه	تعداد نویسندگان	موضوعات اصلی مقالات
۱	ده نویسنده	علوم اعصاب، داروسازی، علوم رفتاری، روانپزشکی	۷	شش نویسنده	علوم اعصاب، کودکان
۲	هشت نویسنده	علوم اعصاب، داروسازی، روانپزشکی، علوم رفتاری	۸	هفت نویسنده	علوم اعصاب، بیولوژی ملکولی
۳	دوازده نویسنده	علوم اعصاب، بهداشت عمومی و حرفه ای، جراحی	۹	دو نویسنده	علوم اعصاب، جراحی
۴	شانزده نویسنده	علوم اعصاب، علوم رفتاری و روانشناسی، داروسازی	۱۰	چهار نویسنده	علوم اعصاب، بیولوژی ملکولی
۵	ده نویسنده	علوم اعصاب، روانپزشکی، داروسازی، کودکان	۱۱	چهار نویسنده	علوم اعصاب، روانپزشکی، داروسازی
۶	هشت نویسنده	علوم اعصاب، بیولوژی ملکولی، جراحی	۱۲	هفت نویسنده	علوم اعصاب، ارتوپدی، فیزیوتراپی، علوم ورزشی

¹ Markov clustering

² Non-overlapping

³ Stijn



بررسی موضوعی مقالات نویسندگان زیرگروه‌ها نشان می‌دهد به جز موضوع علوم اعصاب که موضوع اصلی کلیه مقالات بوده است، سایر موضوعات مقالات عبارتند از داروسازی، روان‌پزشکی، علوم رفتاری، بیولوژی، جراحی، کودکان، و ارتوپدی. همچنین بررسی وابستگی سازمانی نویسندگان زیرگروه‌ها نشان می‌دهد اغلب نویسندگان هر زیرگروه متعلق به یک دانشگاه هستند که این امر در نویسندگان زیرگروه دوم، ششم، و یازدهم که اغلب به دانشگاه علوم پزشکی تهران، و نویسندگان زیرگروه سوم که همگی به دانشگاه علوم پزشکی اصفهان تعلق دارند، مشهود است. همچنین بیشترین تنوع در وابستگی سازمانی در زیرگروه دوازدهم و بیشترین همکاری با دانشگاه‌های خارجی در زیرگروه پنجم مشاهده می‌شود.

لازم به ذکر است اغلب نویسندگان متعلق به دانشگاه‌های استان تهران بوده و تنها ۶ دانشگاه از سایر استان‌ها در این بین دیده می‌شود که برخی از آن‌ها عبارتند از: دانشگاه علوم پزشکی تبریز، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، دانشگاه علوم پزشکی همدان، دانشگاه سمنان، و دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز. مراکز و مؤسسات تحقیقاتی نیز حضور کمرنگی در همکاری با دانشگاه‌ها داشته‌اند که در این میان می‌توان از شبکه تحقیقات علوم اعصاب ایران نام برد.

بحث و نتیجه گیری

نتایج به‌دست آمده از تحلیل شبکه هم‌نویسندگی حوزه علوم اعصاب ایران در دوره موردبررسی، حاکی از چگالی بالای این شبکه بود، بالا بودن نسبی چگالی شبکه حوزه علوم اعصاب بیانگر این است که محققان این حوزه در پژوهش‌های خود بر موضوعات مشابهی از این حوزه متمرکز بوده‌اند و بررسی موضوعی زیرگروه‌های این شبکه نیز مؤیدی بر این امر است. همچنین در این رابطه نتایج نشان داد ضریب خوشه‌بندی شبکه ۴/۸۷ است که رقم نسبتاً مطلوبی بوده و بالا بودن چگالی شبکه مؤیدی بر این امر است. یکی از دلایل مطلوب بودن چگالی را می‌توان در تعداد خوشه‌ها و انسجام نسبی شبکه دانست، شبکه حاضر حاوی ۴ خوشه بود که خوشه اول با اختصاص ۸۷/۲۱٪ از کل حجم شبکه، خوشه اصلی و بزرگ شبکه به‌شمار می‌آید، بزرگ

بودن خوشه اصلی نشان از چگالی و ضریب خوشه‌بندی مطلوب دارد. کوچک بودن سایر خوشه‌های شبکه نظیر خوشه سوم که بر موضوع روان‌پزشکی کودکان و خوشه چهارم که بر موضوع ارتوپدی و علوم ورزشی متمرکز شده‌اند، نشان می‌دهد محققان این خوشه‌ها در موضوعات نسبتاً متفاوتی از محققان خوشه اصلی تحقیق می‌کنند، که با افزایش تعداد محققان در این حوزه‌ها می‌توان شاهد پیوستن این خوشه‌ها به خوشه اصلی بود. همچنین در صورت ادامه همکاری علمی مطلوب میان پژوهشگران این حوزه می‌توان انتظار داشت در سال‌های آینده شبکه هم‌نویسندگی حوزه علوم اعصاب ایران به یک شبکه جهان کوچک تبدیل شود. در بررسی سنجه‌های مرکزیت نیز نتایج نشان داد میزان درجه به دست آمده برای نویسندگان تقریباً بالاست و میانگین درجه شبکه (۶۲/۴۳) بیانگر این امر است. در سنجه مرکزیت نزدیکی ارقام به دست آمده برای افراد موجود در شبکه بسیار به هم نزدیک بود و سنجه مرکزیت نزدیکی اکثر افراد ۴ بود. تفسیر این امر را می‌توان در بزرگ بودن خوشه اصلی و ضریب خوشه‌بندی نسبتاً بالا یافت که باعث شده است افراد در شبکه، فاصله نزدیکی از هم داشته باشند، زیاد بودن تعداد پیوندهای موجود در شبکه را نیز می‌توان دلیلی برای این نزدیکی دانست. اما بررسی دقیق‌تر مفهوم مرکزیت نزدیکی با استفاده از سنجه مرکزیت بردارویژه نشان داد بالا نبودن اختلاف مرکزی‌ترین نویسنده شبکه (زرین دست) با مرکزی‌ترین نویسنده بعدی، باعث کاهش تعداد نویسنده‌های مرکزی شده است، این مسأله از دید مشخصات فنی شبکه امری مطلوب نیست؛ اما در عین حال می‌توان تفاسیر مثبتی از آن داشت. یکی از تفاسیر مثبت را می‌توان در توزیع یکسان فواصل و در انحصار نبودن هدایت و همکاری علمی شبکه حوزه علوم اعصاب ایران به افراد خاصی در شبکه دانست که می‌تواند نشانه‌ای از سلامت شبکه باشد.

بررسی سنجه مرکزیت بینابینی نتایج نشان داد میانگین به دست آمده برای این سنجه (۱/۲۲) و شاخص مرکزیت شبکه در این سنجه (۱۵/۲۱٪) نسبتاً پایین است. تفسیر این نتیجه این است که اغلب پیوندها و اتصالات در شبکه حوزه علوم اعصاب ایران به صورت مستقیم و بدون استفاده از میانجی برقرار شده‌اند، این مسأله در تحلیل نحوه برقراری پیوند در شبکه چندان مطلوب نیست و

انتظار می‌رود افراد در شبکه، میانجی ارتباط همدیگر باشند تا قدرت شبکه افزایش یابد، در این راستا بالا بودن تعداد زیرگروه‌های به‌دست آمده برای شبکه نیز حاکی از این امر است، بدین معنی که چنانچه مرکزیت بینابینی افراد در شبکه بالا باشد تعداد زیرگروه‌ها کاهش خواهد یافت. بررسی موضوعات کاری زیرگروه‌ها نشان داد حوزه علوم اعصاب ایران به عنوان دانشی میان‌رشته‌ای بیشترین تبادلات و همکاری را با موضوعات داروسازی، روان‌پزشکی، علوم رفتاری، روان‌شناسی، فیزیولوژی، جراحی، کودکان، و ارتوپدی داشته است. با توجه به این یافته می‌توان جهت تقویت و گسترش حوزه علوم اعصاب ایران زمینه‌های لازم برای همکاری بیشتر پژوهشگران این حوزه را با حوزه‌های مشخص شده فراهم نموده و آنان را به همکاری بیشتر با محققان این حوزه‌ها تشویق کرد.

نقطه ضعفی که در بررسی وابستگی سازمانی نویسندگان زیرگروه‌ها مشخص شد تعلق اغلب نویسندگان هر زیرگروه به یک دانشگاه خاص است. همچنین اغلب نویسندگان موجود در شبکه علوم اعصاب ایران متعلق به دانشگاه‌های استان تهران بوده و تنها ۶ دانشگاه از سایر استان‌ها در این بین دیده می‌شود، علاوه بر این مراکز و مؤسسات تحقیقاتی نیز حضور کم‌رنگی در همکاری با دانشگاه‌ها داشته‌اند. به عبارت دیگر نویسندگان علوم اعصاب ایران بیشتر به همکاری علمی با همکاران خود در دانشگاه‌ها و مؤسسات محل خدمت خود تمایل داشته‌اند تا سایر نویسندگان این حیطه در دانشگاه‌ها، مؤسسات و به طور کلی در سطح ملی و فراتر از آن سطوح منطقه‌ای و بین‌المللی. کلیه این نکات جای بررسی داشته و تقویت همکاری محققان دانشگاه‌های شهرها و مراکز تحقیقاتی مختلف، و ایجاد تیم‌های تحقیقاتی به منظور تسهیل جریان اطلاعات در شبکه همکاری علمی، باید مورد توجه محققان و صاحب‌نظران این حوزه قرار گیرد.

در پایان به تأثیرگذارترین افراد شبکه حوزه علوم اعصاب ایران که عبارتند از زرین دست، فاتحی، شجاع، دهپور و عامل‌های دو نقطه برشی شبکه که عبارتند از صحرائیان و امیرجمشیدی؛ اشاره می‌شود. نقاط برشی، نقاط کلیدی در شبکه هستند که به عنوان حلقه اتصال تعدادی از گره‌ها در شبکه عمل می‌کنند و چنانچه از شبکه حذف شوند، ارتباط تعدادی از گره‌ها نیز با شبکه قطع

خواهد شد. بنابراین پیشنهاد می‌شود این افراد در برنامه‌ریزی راهبردی برای تحقیقات این حوزه مورد توجه قرار گرفته و به منظور تقویت شبکه همکاری علمی حوزه علوم اعصاب ایران، تسهیلات و امکانات پژوهشی بیشتری در اختیار آنان قرار گیرد.

فهرست منابع

- حریری، نجلا، و مهسا نیکزاد. ۱۳۹۰. شبکه های هم تالیفی در مقالات ایرانی رشته های کتابداری و اطلاع رسانی، روان شناسی، مدیریت، و اقتصاد در پایگاه ISI بین سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹. فصلنامه علوم و فناوری اطلاعات. ۲۶(۴): ۸۲۶-۸۴۴. <http://www.jist.irandoc.ac.ir> (دسترسی در ۱۳۹۰/۱۲/۱۲).
- عصاره، فریده، عبدالرضا نوروزی چاکلی، و مریم کشوری. ۱۳۸۹. هم نویسندگی پژوهشگران ایران در نمایه های استنادی علوم، علوم اجتماعی، هنر و علوم انسانی در پایگاه web of science در سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۶. فصلنامه علوم و فناوری اطلاعات. ۲۵(۴): ۵۷۳-۵۹۵. <http://www.jist.irandoc.ac.ir> (دسترسی در ۱۳۹۰/۸/۲۸).
- علوم اعصاب. ۲۰۱۱. <http://fa.wikipedia.org/wiki> (دسترسی در ۱۳۹۱/۱/۱۶).
- محمدحسن زاده، حافظ، حسن ابولقاسم گرجی، فرهاد شکرانه ننه‌کران، و علی ولی‌نژاد. ۱۳۸۷. بررسی تولیدات علمی نویسندگان دانشگاه علوم پزشکی ایران همراه با شبکه های تألیف مشترک در پایگاه (WOS (web of science تا پایان سال ۲۰۰۷ میلادی. فصلنامه مدیریت سلامت. ۱۱(۳۴): ۵۹-۶۶. <http://www.sid.ir> (دسترسی در ۱۳۹۰/۸/۲۸).
- Ajiferuke, Isola, Q. Burell, and Jean Tague. 1988. Collaborative Coefficient: A Single Measure of the Degree of Collaboration in Research. *Scientometrics* 14(5-6):421-433.
- Cheong, France, and Brian J. Crobitt. 2009. A social network analysis of the co-authorship network of the pacific Asia conference on information system from 1993 to 2008. In *Pacific Asia conference on information systems*

- (PACIS) *PACIS 2009 proceedings*. <http://aisel.aisnet.org/pacis2009/23> (accessed 20 Jan 2012).
- Glanzel, Wolfgang, and Andras Schubert. 2005. Analyzing scientific networks through co-authorship. In *handbook of quantitative science and technology research*. 257-276. New York: Kluwer academic publishers. DOI: 10.1007/1-4020-2755-9_12 (accessed 20 Jan 2012).
- Hanneman, Robert A. and Mark Riddle. 2005. Introduction to social network methods. Riverside, CA: University of California. <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/> (accessed 2 Mar 2012)
- Kuzhabekova, Aliya. 2011. Impact of co-authorship strategies on research productivity: a social network analysis of publications in Russian cardiology. University of Minnesota. <http://www.conservancy.umn.edu> (accessed 14 Dec 2011).
- Lacobucci, Dawn. 1994. Graphs and matrixes. In *Social network analysis: methods and applications*. 92-66. New York: Cambridge University press. <http://book.google.com> (accessed 18 Mar 2012).
- Morel, CM, SJ. Serruya, GO. Penna, and R. Guimara~es. 2009. Co-authorship Network Analysis: A Powerful Tool for Strategic Planning of Research, Development and Capacity Building Programs on Neglected Diseases. *PLoS Negl Trop Dis* 3(8): e501. DOI:10.1371/journal.pntd.0000501 (accessed 24 Nov 2011).
- Newman, M.E.I. 2001. scientific collaboration networks. I. network construction and fundamental results. *Physical review E* 64(016131): 1-8. <http://www.citeseer.ist.psu.edu> (accessed 22 Nov 2011).
- Newman, M.E.I. 2004. co-authorship networks and patterns of scientific collaboration. *PNAS* 101(1): 5200-5205. <http://www.pnas.org> (accessed 21 Nov 2011).
- Osareh, F., and Wilson Concepcion S. 2001. Iranian scientific publications: Collaboration, growth, and development from 1985 to 1999. In *8th international conference on scientometrics and informetrics proceedings*, International Society for Scientometrics and Informetrics. International conference N°8, Sydney, AUSTRALIA, 499-509 <http://cat.inist.fr> (accessed 25 Dec 2011).
- Stijn van Dongen .2008. Graph clustering via a discrete uncoupling process. *SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications* 30:211-239. <http://ebi.ac.uk> (accessed 2 Apr 2012).

- Wang, Tao, et al. 2012. On social computing research collaboration patterns: a social network perspective. *Front. Comput. Sci* 6(12): 122- 130. DOI 10.1007/s11704-011-1173-9 (accessed 12 Feb 2012).
- White, Howard D., and Katherine W McCain. 1998. Visualizing a Discipline: An Author Co-Citation Analysis of Information Science. *Journal of the American Society for Information Science*. 49(4): 327-355
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.95.6296>
(accessed 21 Nov 2011).