

تحلیل شبکه‌های اجتماعی و کاربرد آن در ارزیابی شبکه‌های هم‌تألیفی پژوهشگران

علیرضا بهمن‌آبادی

عضو هیئت علمی مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

رایانامه: a.bahmanabadi@areeo.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۲۶ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۶/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۱۷ تاریخ چاپ: ۱۴۰۵/۰۲/۱۵ صص: ۴۹-۵۹

چکیده

تحلیل شبکه‌های اجتماعی به‌عنوان رویکرد میان‌رشته‌ای قدرتمند، ابزاری کارآمد را برای بررسی ساختارها و الگوهای ارتباطی در جوامع مختلف، از جمله جوامع علمی، فراهم می‌آورد. این مقاله ابتدا مفاهیم بنیادی، تاریخچه و ماهیت تحلیل شبکه‌های اجتماعی را بررسی کرده و سپس شاخص‌های کلان و خرد این تحلیل را تشریح می‌کند. در ادامه، بر کاربرد و اهمیت تحلیل شبکه‌های اجتماعی در مطالعه شبکه‌های هم‌تألیفی علمی پژوهشگران تأکید خواهد شد. با این تحلیل می‌توان الگوهای همکاری پنهان را شناخت، پژوهشگران و نهادهای کلیدی را تشخیص داد، جریان دانش را ارزیابی کرد، و میزان انسجام و توسعه‌یافتگی شبکه‌های علمی را سنجید. همچنین، روش‌شناسی تحلیل شبکه‌های هم‌تألیفی و نرم‌افزارهای رایج در این حوزه نیز بررسی شده‌اند. هدف نهایی این مقاله، ارائه دیدگاهی جامع از توان بالقوه تحلیل شبکه‌های اجتماعی برای برنامه‌ریزی راهبردی پژوهشی و توسعه ظرفیت علمی است.

کلیدواژه‌ها: تحلیل شبکه‌های اجتماعی، شبکه هم‌تألیفی، علم‌سنجی، همکاری علمی، شاخص‌های شبکه، جریان دانش، پژوهشگران کلیدی.

مقدمه

در دنیای پیچیده و به‌هم پیوسته امروز، درک الگوهای ارتباطی و تعاملی میان افراد و سازمان‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. حجم عظیم داده‌هایی که روزانه در بستر شبکه‌های اجتماعی^۱ و جوامع علمی تولید می‌شوند، نیازمند ابزارهایی برای تحلیل و استخراج اطلاعات معنادار هستند. تحلیل شبکه‌های اجتماعی پاسخی به این نیاز است و به‌عنوان یک رویکرد علمی میان‌رشته‌ای، ابزاری کارآمد برای بررسی و فهم ساختار تعاملات میان کنشگران مختلف (افراد، گروه‌ها یا سازمان‌ها) در حوزه‌های گوناگون علمی، اجتماعی و فناوریانه به‌شمار آمده و به محققان و سیاست‌گذاران امکان می‌دهد تا ارتباطات را به شیوه‌ای نظام‌یافته الگوسازی و بررسی کنند. این ابزار به‌جای تمرکز بر ویژگی‌های فردی، به الگوهای ارتباطی و ساختارهای تعاملی میان افراد، سازمان‌ها یا واحدهای دیگر توجه دارد و ازطریق الگوسازی ریاضی و تصویری، و با بهره‌گیری از نظریه نمودار، آمار و علوم رایانه، الگوهای ارتباطی و جریان اطلاعات در شبکه‌های پیچیده را تحلیل می‌کند (واسرمن و فاست ، ۱۹۹۴).^۲

در این راستا، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین کاربردهای تحلیل شبکه‌های اجتماعی، بهره‌گیری از آن در ارزیابی و بررسی شبکه‌های هم‌تألیفی پژوهشگران مطرح شده است. در عصر حاضر، تولید دانش بیش از پیش فعالیتی جمعی و شبکه‌محور است. همکاری‌های علمی، به‌ویژه در قالب هم‌تألیفی مقالات پژوهشی، به یکی از شاخص‌های مهم فعالیت علمی تبدیل شده‌اند. این‌گونه همکاری‌ها، علاوه بر افزایش کیفیت پژوهش، انتشار نتایج علمی را نیز تسریع می‌کند (نوجه‌ناسار، شمس، و قانع‌ی‌راد، ۱۴۰۱). تحلیل این همکاری‌ها ازطریق روش‌های تحلیل شبکه‌های اجتماعی، امکان درک عمیق‌تری از ساختار، پویایی‌ها و الگوهای همکاری در جامعه علمی را فراهم می‌آورد. درواقع، در دو دهه اخیر، تحلیل شبکه‌های اجتماعی به یکی از روش‌های مهم در مطالعات علم‌سنجی و ارزیابی پژوهش‌های علمی تبدیل شده است. این روش با ارائه چارچوبی نظری و ابزارهای تحلیلی

قدرتمند، امکان بررسی ساختارهای پیچیده همکاری‌های علمی را فراهم می‌کند. بررسی نحوه همکاری نویسندگان در تولید آثار علمی، نه‌تنها نمایی از الگوهای همکاری علمی ارائه می‌دهد، بلکه به شناسایی نویسندگان مهم یا کلیدی، ارزیابی اثربخشی ارتباطات پژوهشی، و حتی تدوین سیاست‌های علمی کمک می‌کند.

تحلیل شبکه‌های هم‌تألیفی به‌عنوان زیرمجموعه‌ای از تحلیل شبکه‌های علمی، روابط میان نویسندگان مقالات علمی را بررسی می‌کند. این تحلیل‌ها می‌توانند اطلاعات ارزشمندی درباره الگوهای همکاری، گردش دانش، قدرت ارتباطات علمی و حتی کیفیت پژوهش‌ها ارائه دهند. استفاده از فنون و شاخص‌های شبکه‌ای در تحلیل هم‌تألیفی چندین مزیت دارد: از الگوسازی دقیق روابط پیچیده و شناسایی گره‌های مرکزی گرفته تا ارزیابی انسجام شبکه و روندهای زمانی در توسعه علمی. همان‌طور که واسرمن و فاست (۱۹۹۴) اشاره می‌کنند، شبکه‌های علمی بازتابی از ساختار اجتماعی دانش هستند و تحلیل آن‌ها ابزارهایی برای درک پویایی‌های پژوهشی فراهم می‌کند.

هدف این مقاله، ارائه بررسی جامعی از تحلیل شبکه‌های اجتماعی، معرفی شاخص‌های کلیدی آن و سپس تمرکز بر کاربرد و اهمیت این تحلیل در مطالعه شبکه‌های هم‌تألیفی علمی پژوهشگران است. این مقاله به دنبال روشن ساختن چگونگی شناسایی الگوهای همکاری، پژوهشگران و نهادهای کلیدی، و جریان دانش در جوامع علمی با استفاده از رویکرد تحلیل شبکه‌های اجتماعی است.

تعریف و ماهیت تحلیل شبکه‌های اجتماعی: تاریخچه و مفاهیم بنیادی

تحلیل شبکه‌های اجتماعی فرآیندی است که طی آن، داده‌های مربوط به ارتباطات و تعاملات میان افراد، سازمان‌ها

و حتی دستگاه‌ها در بستر شبکه‌های اجتماعی به‌دقت بررسی و تجزیه و تحلیل می‌شوند. این تحلیل بر نظریه تحلیل شبکه‌های اجتماعی استوار است که ساختارها و الگوهای ارتباطات در شبکه‌های اجتماعی را مطالعه می‌کند (در ، ۲۰۲۴).^۱ تحلیل شبکه‌های اجتماعی از الگوهای ریاضی یا محاسباتی برای تحلیل ساختارهای شبکه به‌منظور مطالعه روابط بین کنشگران اجتماعی بهره می‌برد و دارای ویژگی‌های شهودی و بصری‌سازی است (ژانگ ، ۲۰۱۰).^۲ این رویکرد از نظریه‌های جامعه‌شناسی، ریاضیات، آمار و علوم رایانه استفاده می‌کند و ازطریق شبکه‌ها و نمودارها و با ترسیم روابط و جریان‌های بین افراد، گروه‌ها و سازمان‌ها، ساختارهای اجتماعی را بررسی می‌کند (در، ۲۰۲۴). مفاهیم بنیادی تحلیل شبکه‌های اجتماعی شامل دو عنصر اصلی است: گره‌ها^۳ که می‌توانند نمایانگر افراد، سازمان‌ها، یا هر واحد دیگری باشند که در شبکه حضور دارند؛ و پیوندها^۴ که نشان‌دهنده روابط و تعاملات بین گره‌ها هستند. این روابط می‌توانند اشکال مختلفی، از جمله دوستی، همکاری، یا ارتباطات حرفه‌ای، داشته باشند (در، ۲۰۲۴).^۵

ریشه‌های نظری تحلیل شبکه‌های اجتماعی به آثار جامعه‌شناسانی چون گئورگ زیمل^۵ و امیل دورکیم در اوایل قرن بیستم بازمی‌گردد که بر اهمیت ساختارهای رابطه‌ای در فهم پدیده‌های اجتماعی تأکید داشتند (در، ۲۰۲۴). معرفی رسمی تحلیل شبکه اجتماعی با کارهای جاکوب مورنو در دهه ۱۹۳۰ آغاز شد که با معرفی مفهوم «جامعه‌سنجی»^۶ خود، روابط اجتماعی را ترسیم و نقشی محوری در توسعه نظریه شبکه ایفا کرد. در اواسط قرن بیستم، در زمینه الگوهای ریاضی ساختارهای گروهی و نیز توسعه معیارهایی مانند مرکزیت و ضریب خوشه‌بندی، پیشرفت‌های روش‌شناختی قابل‌توجهی روی داد. همچنین آزمایش «دنیای کوچک»^۷ استنلی میلگرام^۸ در دهه ۱۹۶۰، مفهوم «شش درجه جدایی»^۹ را معرفی کرد، که بر ماهیت به هم پیوسته شبکه‌های اجتماعی تأکید داشت. کار مارک گرانواتر^{۱۰} درباره «قدرت پیوندهای ضعیف»^{۱۱} نیز

تحلیل شبکه‌های اجتماعی و کاربرد آن در ارزشیابی شبکه های هم تالیفی پژوهشگران / علیرضا بهمن آبادی

نقش مهمی در انتشار اطلاعات در شبکه‌های اجتماعی ایفا کرد. این سیر تکاملی، تحلیل شبکه‌های اجتماعی را به یک روش تحلیلی دقیق تبدیل کرد که ریشه‌های عمیقی در اصول کمی و الگوسازی دارد و یافته‌های آن را تعمیم‌پذیر و تأییدپذیر می‌کند (در، ۲۰۲۴).

از دیدگاه نظری، تحلیل شبکه بر این اصل استوار است که رفتار کنشگران نه‌تنها به ویژگی‌های فردی، بلکه به ساختار روابط آن‌ها با دیگران نیز بستگی دارد (بورگاتی و هالگین ، ۲۰۱۱).^{۱۲} این دیدگاه در مقابل رویکردهای سنتی قرار می‌گیرد که بر ویژگی‌های ذاتی افراد تمرکز داشتند. اهمیت تحلیل شبکه‌های اجتماعی، در توانایی آن برای کشف الگوهای پنهان تعاملات اجتماعی، شناسایی کنشگران کلیدی، و درک نحوه انتشار اطلاعات، نفوذ و رفتار در شبکه‌ها نهفته است. برخلاف روش‌های سنتی که بر ویژگی‌های فردی تمرکز دارند، تحلیل شبکه اجتماعی، ساختارهای رابطه‌ای را در مرکز تحلیل قرار می‌دهد و به فهم پویایی‌های جمعی کمک می‌کند (بورگاتی و همکاران، ۲۰۰۹).

کاربردهای تحلیل شبکه اجتماعی بسیار گسترده است و حوزه‌هایی چون جامعه‌شناسی، انسان‌شناسی، علوم سیاسی، سلامت عمومی، مدیریت سازمانی، بازاریابی، امنیت سایبری و تحلیل رسانه‌های اجتماعی را در بر می‌گیرد. برای مثال، در سلامت عمومی، تحلیل شبکه اجتماعی برای ردیابی انتشار

- Derr
- Zhang, M.
- Nodes
- Links/Edges
- Georg Simmel
- Sociometry
- Small-world experiment
- Stanley Milgram
- Six degrees of separation
- Mark Granovetter
- Strength of Weak Ties
- Bogatti & Halgin

بیماری‌ها و طراحی مداخلات هدفمند استفاده می‌شود (ولنته، ۲۰۱۰).^۱ در سازمان‌ها، این فن به شناسایی گلوگاه‌های ارتباطی و بهبود همکاری میان کارکنان کمک می‌کند. همچنین در تحلیل شبکه‌های برخطی مانند توییتر یا لینکدین، تحلیل شبکه اجتماعی برای شناسایی افراد تأثیرگذار و بررسی جریان اطلاعات به کار می‌رود (هنسن و همکاران، ۲۰۲۰).^۲

با گسترش داده‌های دیجیتال و ابزارهای تحلیل، تحلیل شبکه اجتماعی به یکی از روش‌های کلیدی در پژوهش‌های اجتماعی و بین‌رشته‌ای تبدیل شده است. نرم‌افزارهایی مانند، Gephi و UCINET امکان تحلیل و تجسم شبکه‌های پیچیده را فراهم کرده‌اند و به پژوهشگران امکان می‌دهند تا به‌صورت بصری و عددی ساختارهای اجتماعی را بررسی کنند. درمجموع، تحلیل شبکه‌های اجتماعی چارچوبی قدرتمند برای فهم روابط انسانی و ساختارهای اجتماعی فراهم می‌آورند و باتوجه به پیچیدگی روزافزون تعاملات در عصر دیجیتال، اهمیت آن بیش از پیش آشکار شده است.

یافته‌ها

شاخص‌های تحلیل شبکه‌های اجتماعی و تعاریف آن‌ها

تحلیل شبکه‌های اجتماعی بر پایه مجموعه‌ای از شاخص‌های کمی و کیفی استوار است که هر یک جنبه‌ای خاص از ساختار و پویایی‌های شبکه را روشن می‌کنند. این شاخص‌ها به دو دسته اصلی شاخص‌های کلان ^۱ و شاخص‌های خرد ^۲ تقسیم می‌شوند که هر یک جنبه‌های متفاوتی از ساختار و پویایی شبکه را می‌سنجند (رمضانی، علیپور حافظی، و مؤمنی، ۱۳۹۷). در ادامه به برخی از مهم‌ترین این شاخص‌ها و تعاریف آن‌ها اشاره می‌کنیم.

شاخص‌های کلان شبکه

این شاخص‌ها ویژگی‌های کلی و ساختاری یک شبکه را در سطح کلان بررسی می‌کنند و درمورد انسجام، تراکم، و کارایی کلی شبکه اطلاعاتی ارائه می‌دهند:

●**چگالی** ^۴: این شاخص نشان‌دهنده میزان اتصال داخلی گره‌های شبکه و نسبت تعداد پیوندهای موجود به تعداد پیوندهای ممکن در شبکه است. مقدار آن بین صفر و یک است؛ چگالی یک به معنای اتصال هر گره به همه گره‌های دیگر و انسجام بالای شبکه است؛

●**ضریب خوشه‌بندی** ^۵: این شاخص میزان تمایل گره‌های یک شبکه به تشکیل خوشه‌ها یا گروه‌های متصل به هم را اندازه‌گیری می‌گیرد. ضریب خوشه‌بندی بالا نشان‌دهنده وجود خوشه‌های متراکم و همبستگی محلی در شبکه است؛
●**میانگین فاصله مسیر** ^۶: این شاخص میانگین کوتاه‌ترین مسیر (ژئودزیک) بین همه جفت گره‌های موجود در شبکه را نشان می‌دهد میانگین فاصله کمتر در شبکه، امکان انتقال سریع‌تر اطلاعات را فراهم می‌آورد و نشان‌دهنده میزان نزدیکی اعضای یک اجتماع به یکدیگر است. شبکه‌های جهان کوچک با میانگین فاصله مسیر کوتاه شناخته می‌شوند (گو، هانگ، و ژانگ ، ۲۰۱۳)؛

●**قطر شبکه** ^۷: قطر شبکه بزرگ‌ترین فاصله (کوتاه‌ترین مسیر) بین هر دو گره در شبکه است. این شاخص نشان‌دهنده بزرگی شبکه و تعداد گام‌های لازم برای عبور از یک طرف شبکه به طرف دیگر است. هرچه قطر شبکه کوتاه‌تر باشد، توزیع ارتباطات سریع‌تر انجام می‌شود؛

●**مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده شبکه** ^۸: مؤلفه به زیرگروهی از شبکه اطلاق می‌شود که در آن هر گره از طریق یک پیوند مستقیم یا زنجیره‌ای از پیوندها به گره دیگر متصل می‌شود. شکل و اندازه مؤلفه‌ها می‌تواند فرصت‌ها و موانع برقراری ارتباط بین گره‌های شبکه را نشان دهد؛

1. Valente
2. Hansen
3. Macro-level
4. Micro-level
5. Density
6. Clustering Coefficient
7. Average Path Length
8. Virtual Twin

تحلیل شبکه‌های اجتماعی و کاربرد آن در ارزشیابی شبکه های هم تالیفی پژوهشگران/ علیرضا بهمن آبادی

●**تمرکز شبکه** ^۱: این شاخص وجود یک یا چند کنشگر محوری در شبکه را نشان می‌دهد. در شبکه‌های متمرکز، بسیاری از پیوندها از چند گره مرکزی منشعب می‌شوند، درحالی که در شبکه‌های غیرمتمرکز، تنوع کمی در تعداد پیوندهای گره‌ها وجود دارد.

شاخص‌های کلان مانند چگالی، ضریب خوشه‌بندی، میانگین فاصله مسیر و قطر شبکه، صرفاً اعداد توصیفی نیستند بلکه به‌طور جمعی، تصویری از «سلامت ساختاری» و «کارایی» کلی یک شبکه ارائه می‌دهند. برای مثال، چگالی بالا و ضریب خوشه‌بندی زیاد می‌تواند نشان‌دهنده یک جامعه علمی منسجم و نزدیک باشد، درحالی‌که میانگین فاصله مسیر کوتاه و قطر کوچک، ویژگی‌های شبکه‌های «جهان کوچک» هستند که به‌معنای جریان اطلاعات کارآمد است (گو، هانگ، و ژانگ، ۲۰۱۳). این رابطه مستقیم بین ویژگی‌های ساختاری خاص (که با استفاده از این شاخص‌ها اندازه‌گیری می‌شوند) و کارایی و پایداری انتقال دانش در شبکه، این شاخص‌ها را به ابزار اساسی تشخیصی برای ارزیابی «بلوغ» و «همبستگی» یک شبکه همکاری علمی تبدیل می‌کند.

شاخص‌های خرد شبکه

این شاخص‌ها اهمیت موقعیت یک گره خاص را در داخل شبکه ارزیابی می‌کنند و برای شناسایی بازیگران کلیدی و نقش‌های آن‌ها در شبکه استفاده می‌شوند.

●**مرکزیت درجه** ^۲: این شاخص نشان‌دهنده تعداد پیوندهای یک گره با سایر گره‌های موجود در شبکه است. گره‌هایی با مرکزیت درجه بالاتر، قابلیت بیشتری برای اتصال مستقیم به سایر گره‌ها را دارند و می‌توانند به‌عنوان گلوگاهی برای جریان اطلاعات عمل کنند. این گره‌ها از محبوبیت و نفوذ بالایی برخوردارند و به‌عنوان رهبران غیررسمی گروه شناخته می‌شوند؛

●**مرکزیت نزدیکی** ^۳: این شاخص فاصله یک گره با سایر گره‌های موجود در شبکه را می‌سنجد و میانگین طول

کوتاه‌ترین مسیر بین آن گره و سایر گره‌ها را نشان می‌دهد. گره‌هایی با شاخص نزدیکی زیاد، قدرت تأثیرگذاری و مرکزیت بیشتری در شبکه دارند و دسترسی‌پذیری آن‌ها به سایر گره‌ها بیشتر است؛

●**مرکزیت بینیت** ^۴: این شاخص به تعداد دفعاتی اشاره دارد که یک گره در بین کوتاه‌ترین مسیرهای بین جفت گره‌ها قرار می‌گیرد. گره‌های با مرکزیت بینیت بالا نقش کارگزار یا دروازه‌بان را برای اتصال گره‌ها و گروه‌ها ایفا می‌کنند و به‌عنوان شاخص قدرت، کنترل‌کننده مستقیم و غیرمستقیم جریان اطلاعات در شبکه هستند. این افراد می‌توانند جریان اطلاعات را در شبکه کنترل کنند و به‌عنوان رهبران شبکه براساس کوتاه‌ترین مسیرها در نظر گرفته می‌شوند (گرایی و بصیریان، ۱۳۹۲)؛

●**مرکزیت بردار ویژه** ^۵:اساس این ایده آن است که گره‌هایی مرکزی‌تر هستند که به گره‌های مرکزی‌تر بیشتری متصل باشند. بنابراین، علاوه بر تعداد گره‌های مجاور، ارزش گره‌هایی که با آن‌ها پیوند برقرار شده نیز در سنجش مرکزیت یک گره لحاظ می‌شود. این شاخص نفوذ یک گره را براساس نفوذ همسایگانش اندازه‌گیری می‌کند.

شاخص‌های خرد مانند مرکزیت درجه، نزدیکی و بینیت فراتر از شناسایی صرفاً «پژوهشگران پرکار» عمل می‌کنند. آن‌ها «نقش‌های راهبردی» را در شبکه آشکار می‌کنند. مرکزیت درجه بالا نشان‌دهنده بهره‌وری و ارتباطات مستقیم است. مرکزیت نزدیکی بالا به معنای دسترسی کارآمد به اطلاعات است (رمضانی، علیپور حافظی، و مؤمنی، ۱۳۹۷). اما مهم‌تر از همه، مرکزیت بینیت بالا، «کارگزاران» یا «دروازه‌بانان» را شناسایی می‌کند که بر جریان اطلاعات در بین بخش‌های غیرمتصل شبکه نظارت دارند (کومار، ۲۰۱۵). این یک تمایز

- Centralization
- Degree Centrality
- Closeness Centrality
- Betweenness Centrality
- Eigenvector Centrality

مهم است: مهم نیست چه کسی بیشترین مقاله را منتشر می کند، بلکه مهم آن است که چه کسی بخش‌های مختلف شبکه را به هم متصل می کند. این تمایز برای برنامه‌ریزی راهبردی حیاتی است، زیرا این «کارگزاران» برای انتقال دانش بین خوشه‌ها و ایجاد همکاری‌های جدید بسیار مهم هستند.

دستاوردها

شبکه‌های هم‌تألفی علمی: اهمیت و ویژگی‌ها

همکاری علمی بین پژوهشگران یکی از مهم‌ترین جنبه‌ها در تکامل علم است که به ارتقای کیفیت مطالعات انجام‌شده کمک می‌کند. افزایش همکاری علمی ویژگی تکامل علم در دهه‌های اخیر است که براساس ماهیت چندرشته‌ای و تخصصی‌تر پژوهش، و نیز مزایای آن از نظر استاد و تأثیرگذاری تعیین می‌شود. این امر توجه می‌کند که ارزیابی همکاری علمی در حال حاضر عمدتاً براساس استفاده از شاخص‌های کتاب‌سنجی و تحلیل رابطه‌ای شبکه‌های علمی تولید شده ازطریق انتشار مقالات بین پژوهشگران است. همکاری برای توسعه رشته‌ها و دانش علمی ضروری است، زیرا امکان به اشتراک‌گذاری منابع و دانش را فراهم می‌کند. علاوه بر این، همکاری بیرونی^۱با بهره‌وری بیشتر و جذب استاد و افزایش تأثیرگذاری مرتبط است (کورالس–ریس ، ۲۰۱۷)^۲.

شبکه‌های هم‌تألفی نوع خاصی از شبکه‌های اجتماعی هستند که روابط همکاری علمی بین پژوهشگران را نمایش می‌دهند. این شبکه‌ها در حوزه‌های علم‌سنجی و کتاب‌سنجی بررسی و مطالعه می‌شوند. در حوزه علم‌سنجی، علاوه بر شبکه‌های هم‌تألفی، انواع دیگری از شبکه‌های علمی نیز مطالعه می‌شوند که هر یک جنبه‌های متفاوتی از ساختار و پویایی علم را آشکار می‌کنند. مهم‌ترین تمایز در این زمینه، بین شبکه‌های هم‌تألفی و شبکه‌های استنادی است.

در شبکه‌های هم‌تألفی، گره‌ها نمایانگر نویسندگان هستند و

پیوندهای بین آن‌ها متقارن است؛ یعنی اگر نویسنده الف با نویسنده

ب همکاری داشته باشد، نویسنده ب نیز با نویسنده الف همکاری داشته است (به‌دلیل هم‌تألفی مشترک یک یا چند مقاله). این شبکه‌ها عمدتاً بر روابط اجتماعی و ساختارهای همکاری انسانی تمرکز دارند. در مقابل، در شبکه‌های استنادی، گره‌ها نمایانگر تولیدات علمی (مانند مقالات، کتاب‌ها یا پروانه‌های ثبت اختراع) هستند و پیوندهای بین آن‌ها جهت‌دار است، به این معنی که یک سند علمی به سند دیگر ارجاع می‌دهد. این شبکه‌ها بیشتر بر نفوذ فکری، جریان ایده‌ها و ساختار دانش تمرکز دارند (ملی و همکاران، ۲۰۱۲)^۳.

مطالعات نشان می‌دهند که شبکه‌های هم‌تألفی معمولاً دارای ویژگی‌های زیر هستند:

● توزیع درجه نابرابر (تعداد کمی پژوهشگر با همکاری‌های بسیار زیاد)؛

● ساختار خوشه‌ای قوی؛

● خاصیت جهان کوچک؛

● رشد پیش‌بینی‌ناپذیر (نیومن، ۲۰۰۱).

نیکولز (۲۰۱۴) چهار الگوی اصلی هم‌تألفی را شناسایی کرده است که شامل همکاری بین استاد و شاگرد، همکاری بین هم‌رده‌ها، همکاری نهادی و همکاری بین‌المللی است. شبکه‌های هم‌تألفی نه‌تنها نمایی از تعاملات علمی هستند بلکه بستری برای تحلیل قدرت، نفوذ، و کیفیت ارتباطات علمی به‌شمار می‌روند.

اهمیت این نوع تحلیل را می‌توان در چند محور خلاصه کرد:

– شناخت ساختار علمی یک حوزه: با بررسی روابط هم‌تألفی می‌توان دریافت که همکاری‌ها چگونه شکل گرفته‌اند، چه گروه‌هایی فعال‌اند، و چه خوشه‌هایی در حال رشد یا افول هستند (ساویچ و همکاران، ۲۰۱۸)^۴؛

– شناسایی الگوهای همکاری: تحلیل شبکه‌های هم‌تألفی می‌تواند الگوهای تعامل بین افراد مهم را آشکار کند (عصاره،

- External collaboration
- Corrales-Reyes
- Mali
- Savić

تحلیل شبکه‌های اجتماعی و کاربرد آن در ارزشیابی شبکه های هم تالیفی پژوهشگران/ علیرضا بهمن آبادی

صالحی ذهابی، و اکبرزاده، ۲۰۲۲). این تحلیل‌ها می‌توانند نشان دهند که چگونه پژوهشگران در یک حوزه خاص با یکدیگر همکاری می‌کنند و آیا این همکاری‌ها تصادفی هستند یا از الگوهای ساختاری خاصی پیروی می‌کنند. همچنین، این تحلیل‌ها برای بررسی ساختار شبکه‌های دانش و کشف سازوکارهایی که جامعه علمی را شکل می‌دهند، فرصتی فراهم می‌آورند (کومار، ۲۰۱۵). با ترسیم و تحلیل شبکه‌های هم‌تألفی پژوهشگران هر حوزه‌ای از علم، می‌توان به ویژگی‌های ساختاری روابط در آن حوزه پی برد و درباره میزان توسعه‌یافتگی آن دانش قضاوت کرد (علیزاده، جانعلی‌زاده، ۱۳۹۴)؛

– شناسایی پژوهشگران کلیدی: شاخص‌های مرکزیت (درجه، بینیت، نزدیکی) به شناسایی افراد تأثیرگذار، گره‌های مرکزی یا گره‌های واقع در نقاط برش حیاتی شبکه کمک می‌کنند. پژوهشگران با مرکزیت بالا معمولاً نقش مهمی در هدایت پژوهش‌ها و انتشار دانش دارند (فونسکا و همکاران، ۲۰۱۶). پژوهشگران با مرکزیت درجه بالا، پرکارترین افراد در شبکه هستند و تعداد زیادی همکار مستقیم دارند. پژوهشگران با مرکزیت بینیت بالا، نقش کارگزار یا دروازه‌بان را ایفا می‌کنند و بر جریان اطلاعات در بین بخش‌های مختلف شبکه نظارت دارند. این افراد به دلیل قرار گرفتن در مسیرهای کوتاه بین سایر گره‌ها، در انتقال دانش نفوذ بالایی دارند. پژوهشگران با مرکزیت نزدیکی بالا، دسترسی بیشتری به سایر گره‌ها دارند و می‌توانند اطلاعات را سریع‌تر منتشر کنند؛

– ارزیابی اثربخشی سیاست‌های علمی: درک ساختار شبکه‌های هم‌تألفی می‌تواند به سیاست‌گذاران در تخصیص منابع پژوهشی و ایجاد تشویق‌های مناسب برای همکاری‌های مؤثر کمک کند. تحلیل شبکه‌های هم‌تألفی می‌تواند بازخوردی از موفقیت یا شکست برنامه‌های حمایتی علمی ارائه ده؛

– مطالعه روندهای زمانی و تحول علمی: ترکیب داده‌های

زمانی با تحلیل شبکه، امکان بررسی تغییر در الگوهای همکاری

علمی را فراهم می‌کند (جارامیلو و همکاران، ۲۰۲۳)^۵؛

۵۵

– افزایش تعامل بین‌رشته‌ای: تحلیل ساختار شبکه‌های هم‌تألفی می‌تواند از جزیره‌ای شدن دانش جلوگیری کرده و تعامل میان رشته‌ها را ارتقا دهد؛

– بررسی چندرشته‌ای بودن پژوهش: شبکه‌های هم‌تألفی می‌توانند نشان دهند که چگونه ایده‌ها و روش‌ها بین رشته‌های مختلف در جریان هستند؛

– ارزیابی عملکرد پژوهشی: برخی مطالعات نشان داده‌اند که بین ویژگی‌های شبکه هم‌تألفی (مانند تنوع همکاران) و کیفیت پژوهش (مانند تعداد استنادات) رابطه وجود دارد.

روش‌شناسی تحلیل شبکه‌های هم‌تألفی

تحلیل شبکه‌های هم‌تألفی نیازمند یک روش‌شناسی نظام‌یافته است که معمولاً مراحل جمع‌آوری داده، استانداردسازی، ساخت شبکه و تحلیل با ابزارهای مناسب را شامل می‌شود. برای جمع‌آوری داده‌ها معمولاً از مقالات پژوهشگران موجود در پایگاه‌های اطلاعاتی بین‌المللی معتبر مانند وب آو ساینس^۱، اسکوپوس، پاب‌مد و غیره استفاده می‌شود. انتخاب پایگاه داده‌ای با پوشش موضوعی گسترده، مانند وب‌آوساینس، برای شناسایی ارتباطات بین پژوهشگران در زمینه‌های میان‌رشته‌ای حیاتی است. برای این منظور، از جستجوهای پیشرفته با استفاده از کلمات کلیدی و نام کشورها استفاده می‌شود.

استانداردسازی داده‌ها: این گام حیاتی برای یکپارچه‌سازی نام‌های مختلف برای یک نویسنده یا مؤسسه خاص است که ممکن است به‌دلیل نگارش‌های متفاوت، تغییر وابستگی‌ها یا خطاهای ورود داده ایجاد شده باشد. عدم استانداردسازی مناسب می‌تواند به نتایج نادرست و تحلیل‌های گمراه‌کننده منجر شود.

ساخت و مصورسازی شبکه: پس از جمع‌آوری و استانداردسازی داده‌ها، ماتریس‌های هم‌رخدادی^۲ یا ماتریس‌های مجاورت^۵ از

^[1] Fonseca
^[2] Jaramillo
^[3] Web of Science
^[4] Co-occurrence matrices
^[5] Adjacency matrices

داده‌های هم‌تألیفی (نویسندگان در برابر نویسندگان، مؤسسات در برابر مؤسسات) ساخته می‌شوند. این ماتریس‌ها اساس ساختار شبکه را تشکیل می‌دهند.

ابزارها و نرم‌افزارهای تحلیل: ابزارهای متعددی برای تحلیل و بصری‌سازی شبکه‌های هم‌تألیفی وجود دارند که هر یک قابلیت‌های خاص خود را دارند. یوسی‌نت^۱، وی‌او‌اس‌ویوئر^۲،نود ایکس‌ال^۳، آر^۴، و گفی^۵ برخی از مهم‌ترین نرم‌افزارهایی هستند که در این خصوص استفاده می‌شوند. هریک از این نرم‌افزارها دارای نقاط قوت و ضعف خاص خود هستند و متناسب با هدف پژوهش یا تحلیل شبکه می‌توانند استفاده شوند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

تحلیل شبکه‌های اجتماعی به‌عنوان یک رویکرد علمی میان‌رشته‌ای، از ریشه‌های جامعه‌شناختی خود به یک ابزار تحلیلی داده‌محور و کمی تکامل یافته است. این تکامل، قابلیت‌های آن را برای درک ساختارهای پیچیده و پنهان در جوامع مختلف، ازجمله جوامع علمی، افزایش داده است. مفاهیم بنیادی تحلیل شبکه‌های اجتماعی شامل گره‌ها و پیوندها، چارچوبی قدرتمند برای الگوسازی روابط فراهم می‌کنند.

شاخص‌های کلان تحلیل شبکه‌های اجتماعی مانند چگالی، ضریب خوشه‌بندی، میانگین فاصله مسیر و قطر شبکه، تصویری جامع از انسجام، کارایی و ساختار کلی یک شبکه ارائه می‌دهند. این شاخص‌ها به‌عنوان معیارهایی برای ارزیابی سلامت ساختاری و بلوغ یک شبکه همکاری علمی عمل می‌کنند. در سطح خرد، شاخص‌های مرکزیت (درجه، نزدیکی، بینیت، بردار ویژه) امکان شناسایی پژوهشگران و نهادهای کلیدی را فراهم می‌آورند. این شاخص‌ها فراتر از شناسایی صرف افراد پرکار، نقش‌های راهبردی مانند «کارگزاران» یا «دروازه‌بانان»، که کنترل‌کننده جریان دانش در شبکه هستند، را تشخیص می‌دهند.

شبکه‌های هم‌تألیفی علمی، نمایشی قدرتمند از همکاری پژوهشی هستند که به‌عنوان یک سازوکار کلیدی برای پیشرفت

دانش و افزایش تأثیرگذاری علمی عمل می‌کنند. تحلیل این شبکه‌ها نه تنها الگوهای همکاری پنهان را آشکار می‌سازد، بلکه به درک چگونگی شکل‌گیری و تکامل جوامع علمی کمک می‌کند. تمایز بین شبکه‌های هم‌تألیفی و استنادی نشان می‌دهد که برای درک جامع علم، هر دو نوع تحلیل ضروری هستند، زیرا درباره جنبه‌های اجتماعی و فکری فعالیت علمی، دیدگاه‌های مکملی را ارائه می‌دهند (ملی، ۲۰۱۲).

کاربرد تحلیل شبکه‌های اجتماعی در شبکه‌های هم‌تألیفی شامل شناسایی الگوهای همکاری، تشخیص پژوهشگران و نهادهای تأثیرگذار، تحلیل جریان دانش و ارزیابی انسجام و توسعه‌یافتگی شبکه‌های علمی است. ساختار شبکه به‌طور مستقیم بر سرعت و مدیریت انتقال اطلاعات تأثیر می‌گذارد و ویژگی‌های «جهان کوچک» و «مستقل از مقیاس» در شبکه‌های هم‌تألیفی، نشان‌دهنده کارایی و پایداری این ساختارها در انتشار دانش هستند.

یافته‌های حاصل از تحلیل شبکه‌های هم‌تألیفی، برای سیاست‌گذاران و پژوهشگران پیامدهای عملی مهمی دارند. این تحلیل‌ها بینش‌های عملی برای بهینه‌سازی تلاش‌های مشارکتی فراهم می‌کنند و می‌توانند به برنامه‌ریزی راهبردی پژوهشی، تخصیص منابع، و ترویج همکاری‌های مؤثر کمک کنند. با شناسایی شکاف‌های همکاری، گلوگاه‌های جریان دانش، و فرصت‌های جدید برای همکاری‌های بین‌رشته‌ای و بین‌المللی، می‌توان مداخلات هدفمندی را برای افزایش خروجی و تأثیر علمی طراحی کرد. سیاست‌گذاران پژوهشی می‌توانند از یافته‌ها برای شکل‌گیری و تقویت پیوندهای مشارکتی با پژوهشگران کشورهای مهم و تأثیرگذار دنیا استفاده کنند و جایگاه مرکزیت کشور را در شبکه جهانی دانش افزایش دهند (مردانی و مردانی،

- UCINET
- VOSviewer
- NodeXL
- R
- Gephi

.(۱۳۹۴).

دانشگاه‌ها و مؤسسات پژوهشی می‌توانند از تحلیل شبکه‌های اجتماعی برای ارزیابی عملکرد پژوهشگران و گروه‌های علمی خود استفاده کنند. این امر به آن‌ها کمک می‌کند تا پژوهشگران را به سمت همکاری‌های پربارتر هدایت کرده، شبکه‌های همکاری داخلی و خارجی را تقویت کنند، و با پژوهشگران و نهادهای تأثیرگذار در سطح ملی و بین‌المللی ارتباط برقرار کنند. در نهایت، این رویکرد به افزایش جایگاه مرکزیت کشور در شبکه جهانی دانش کمک می‌کند.

سازمان‌ها و نهادهای پژوهشی بزرگی همچون سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی که از شبکه‌ای گسترده از پژوهشگران و متخصصان حوزه کشاورزی برخوردار است برای افزایش اثربخشی تولیدات علمی خود، نیازمند بهره‌مندی از فنون و شاخص‌های تحلیل شبکه اجتماعی است. استفاده از این رویکرد در تحلیل شبکه هم‌تألیفی پژوهشگران سازمان کمک خواهد کرد تا خوشه‌های اصلی مؤلفان سازمان شناسایی شوند، خلأها و فواصل دسترسی علمی افراد به یکدیگر بازشناسایی شده و برای افزایش خروجی‌های علمی، روش‌هایی هدفمند طراحی شود. در این راستا، هرچند پژوهش‌هایی برای بررسی وضعیت هم‌تألیفی در میان پژوهشگران سازمان (از جمله بشیری و گیلوری، ۱۳۹۷؛ بشیری، ۱۳۹۶؛ و نیز بشیری و همکاران) انجام شده است اما هیچ‌یک مبتنی بر شاخص‌های تحلیل شبکه اجتماعی نبوده‌اند. این در حالی است که استفاده از شاخص‌های تحلیل شبکه اجتماعی می‌تواند رویکردی نظام‌یافته‌تر و دقیق‌تر نسبت به شبکه هم‌تألیفی پژوهشگران سازمان داشته باشد.

پیشنهادها برای سیاست‌گذاران علمی

۱. شناسایی و حمایت از پژوهشگران کلیدی؛

۲. ایجاد بسترهای ارتباطی میان خوشه‌های علمی؛

۳. تشویق همکاری‌های بین‌رشته‌ای و فرامرزی؛

۴. توسعه زیرساخت‌های داده‌کاوی پژوهشی.

منابع

بشیری، جواد وگیلوری، عباس (۱۳۹۷). هم‌تألیفی در نشریات علمی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. *پژوهش نامه علم*

سنجی،۴ (۲)، ۳۷–۸۶. doi: 10.22070/rsci.2017.564

بشیری، جواد، بهمن‌آبادی، علیرضا، کولائیان، فردین، و ذبیحی فریدیان، فاطمه (۱۳۹۶). تعیین ضریب همکاری گروهی نویسندگان

مقاله‌های منتشرشده در نشریات علمی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی طی سال‌های ۱۳۸۹الی ۱۳۹۳ علوم و فنون مدیریت *اطلاعات*، ۳(۴)، ۷۱–۸۹. doi: 10.22091/stim.2018.2570

بشیری، جواد(۱۳۹۷). بررسی میزان هم‌تألیفی و ضریب همکاری گروهی نویسندگان مقاله‌های منتشر شده در مجله آفات و بیماری‌های گیاهی طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۴. *علوم و فناوری اطلاعات کشاورزی*، ۱(۲)، ۱–۱۰. doi: 10.22092/aistj.2019.115703

رمضانی، هادی، علیپور حافظی، مهدی و مومنی، عصمت (۱۳۹۷). نگاشت شبکه همکاری علمی نهادهای پژوهشی حوزه کتابخانه‌های دیجیتالی در ایران. *کتابداری و اطلاع‌رسانی*، ۲۱(۱)، ۵۵–۹۹. doi: 10.30481/lis.2018.55470

علیزاده، مصطفی و جان‌علیزاده چوب بستی، حیدر (۱۳۹۴). تحلیل شبکه هم‌تألیفی در جامعه‌شناسی ایران. *جامعه شناسی کاربردی*، ۶۲(۳)، ۷۵–۹۸.

گرایی، احسان و بصیریان جهرمی، رضا (۱۳۹۲). ترسیم شبکه هم‌تألیفی پژوهشگران حوزه علم اطلاعات و دانش شناسی با استفاده از شاخص‌های تحلیل شبکه‌های اجتماعی: مطالعه موردی فصلنامه کتابداری و اطلاع رسانی. *کتابداری و اطلاع‌رسانی*، ۱۶(۳)، ۱۰۱–۱۲۱.

مردانی، امیرحسین و مردانی، الهام (۱۳۹۴). تحلیل شبکه اجتماعی هم‌تألیفی مقالات علمی سیستم‌های اطلاعاتی. *مدیریت فناوری اطلاعات* دوره ۷ زمستان ۱۳۹۴ شماره ۴. doi: 10.22059/ijtm.2015.55714

نوحه ناسار، حمید رضا، شمس مورکانی، غلامرضا، و قانعی راد، محمدمین. (۱۴۰۱). تحلیل شبکه اجتماعی هم‌تألیفی مقالات داخلی

Social Network Analysis and Its Application in the Analysis of Researchers' Co-authorship Networks

Alireza Bahmanabadi

Faculty Member, Agricultural Information Technology and Information Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran. Email: a.bahmanabadi@areeo.ac.ir.

Abstract

As a powerful interdisciplinary approach, social network analysis provides an efficient tool for examining communication structures and patterns in different societies, including scientific societies. This article introduces the basic concepts, history, and nature of social network analysis, and then describes the macro and micro indicators of this analysis. Next, the application and importance of social network analysis in the study of researchers' scientific co-authorship networks will be focused on. This analysis allows for the identification of hidden collaboration patterns, identification of key researchers and institutions, assessment of knowledge flow, and measurement of the coherence and development of scientific networks. Also, the methodology of co-authorship network analysis and common software in this field are reviewed. The ultimate goal of this article is to provide a comprehensive view of the potential of social network analysis for strategic research planning and scientific capacity development.

Keywords: social network analysis, co-authorship network, scientometrics, scientific collaboration, network indicators, knowledge flow, key researchers.

org/10.1007/978-3-642-23068-4_6

Newman, M. E. J. (2001). "The structure of scientific collaboration networks". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(2), 404-409.

Nichols, L. G. (2014). "A topic model approach to measuring interdisciplinarity at the National Science Foundation". *Scientometrics*, 100(3), 741-754.

Osareh F, Salehi Zahabi S, Akbarzadeh F. (2022). Co-authorship Network Analysis of Medical Images Researchers with Emphasis on Micro and Macro Metrics. *J Clin Res Paramed Sci*.11(2):e131621.https://doi.org/10.5812/jcrps-131621

Savić, M, Ivanović M, Jain LC (2019) *Complex Networks in Software, Knowledge, and Social Systems* 148. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91196-0.

Valente, T. W. (2010). *Social Networks and Health: Models, Methods, and Applications*. Oxford University Press

Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge University Press.

Watts, D. J., & Strogatz, S. H. (1998). "Collective dynamics of 'small-world' networks". *Nature*, 393(6684), 440-442.

Zhang, M. (2010). Social Network Analysis: History, Concepts, and Research. 10.1007/978-1-4419-7142-5_1. In book: *Handbook of Social Network Technologies and Applications* (pp.3-21)

اعضای هیئت علمی رشته علوم تربیتی دانشگاه‌های دولتی شهر تهران. پژوهش نامه علم سنجی، ۸(۲)، ۳۱-۵۲. doi: 10.22070/rsci.2021.13493.1455

Barabási, A. L. (2002). *Linked: The new science of networks*. Perseus.

Borgatti, S. P., & Halgin, D. S. (2011). On Network Theory. *Organization Science*, 22(5), 1168-1181. https://doi.org/10.1287/orsc.1100.0641

Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Johnson, J. C. (2018). *Analyzing social networks*. Sage Publications LTD, 501 p.

Borgatti, S. P., Mehra, A., Brass, D. J., & Labianca, G. (2009). Network Analysis in the Social Sciences. *Science*, 323(5916), 892-895

Corrales-Reyes IE. (2017). Co-authorship and scientific collaboration networks in Medwave. *Medwave*, Nov-Dic;17(9):7103 doi: 10.5867/medwave.2017.09.7103,

Derr, A. (2024). *Uncover the Fascinating History of Social Network Analysis (SNA)*, accessed July 29, 2025, https://visiblenetworklabs.com/2024/05/07/uncover-the-fascinating-history-of-social-network-analysis-sna/

Fonseca, B.d., Sampaio, R.B., Fonseca, M.V.d. et al. Co-authorship network analysis in health research: method and potential use. *Health Res Policy Sys* 14, 34 (2016). https://doi.org/10.1186/s12961-016-0104-5

Gu, L., Huang, H.L. & Zhang, X.D. (2013). The clustering coefficient and the diameter of small-world networks. *Acta. Math. Sin.-English Ser.* 29, 199-208 (2013)

Hansen, D., Shneiderman, B., Smith, M. A., & Himelboim, I. (2020). *Analyzing Social Media Networks with NodeXL: Insights from a Connected World* (2nd ed.). Morgan Kaufmann

Jaramillo AM, Williams HTP, Perra N, Menezes R. The structure of segregation in co-authorship networks and its impact on scientific production. *EPJ Data Science*. 2023;12(1):1-15.

Kumar, Sameer. (2015). Co-authorship networks: A review of the literature. *Aslib Journal of Information Management*. 67. 55-73. 10.1108/AJIM-09-2014-0116.

Mali, F., Kronegger, L., Doreian, P., Ferligoj, A. (2012). *Dynamic Scientific Co-Authorship Networks*. In: Scharnhorst, A., Börner, K., van den Besselaar, P. (eds) *Models of Science Dynamics. Understanding Complex Systems*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.