

## ■ مفاهیم مرکزیت و تراکم در شبکه های علمی و اجتماعی

فرامرز سهیلی | فریده عصاره

### ■ چکیده

هدف: داده‌هایی که برای پژوهش‌های مختلف جمع‌آوری می‌شود با استفاده از روش‌ها و مدل‌های مختلفی تحلیل شوند. پژوهش‌های مرتبط با شبکه‌های اجتماعی نیز از این قاعده مستثنی نیستند. برای تحلیل داده‌های به دست آمده با هدف شناسایی شبکه‌های اجتماعی، از سنجه‌های مختلفی از جمله سنجه‌های مرکزیت و تراکم شبکه استفاده می‌شود.

روش/رویکرد پژوهش: مرور منابع، به روش تحلیلی - سندی یافته‌ها: دانشمندان علم اطلاعات به بررسی انتشارات، شبکه‌های استنادی و هم‌استنادی، ساختار همکاری علمی، شبکه‌های هم‌نویسندگی، بررسی جریان دانش و سایر شکل‌های تعاملات اجتماعی شبکه‌ها می‌پردازند و استفاده از سنجه تراکم و مرکزیت برای بررسی این شبکه‌ها ضروری است.

### کلیدواژه‌ها

مرکزیت، تراکم، شبکه‌های علمی، شبکه‌های اجتماعی، تحلیل شبکه‌های اجتماعی، علم‌سنجی

# مفاهیم مرکزیت و تراکم در شبکه‌های علمی و اجتماعی

فرامرز سهیلی<sup>۱</sup> | فریده عصاره<sup>۲</sup>

دریافت: ۱۳۹۱/۲/۲۶ پذیرش: ۱۳۹۱/۶/۱۹

## مقدمه

مرکزیت یک فرد در شبکه اجتماعی نشان‌دهنده پرستیژ و اقتدار آن فرد در شبکه است. افرادی که در مرکز شبکه قرار دارند از لحاظ علمی تأثیرگذاری بیشتری دارند. در یک شبکه مردم اغلب به شناسایی برجسته‌ترین نقش‌آفرین (ان) علاقه‌مندند. به عبارت دیگر مرکزیت سنج‌ای است که برتری نقش‌آفرینی فردی که در شبکه جاسازی شده است را کمی‌سازی می‌کند. موقعیت یک نقش‌آفرین معمولاً برحسب مرکزیتش بیان می‌شود، یعنی سنجش چگونگی مرکزیت آن نقش‌آفرین در شبکه. نقش‌آفرینان مرکزی به‌خوبی با سایر نقش‌آفرینان در ارتباط هستند و سنج مرکزیت سعی در اندازه‌گیری یک نقش‌آفرین (تعداد پیوندهای بیرونی و درونی) دارد، و فاصله نسبی با نقش‌آفرینان دیگر یا رتبه‌ای که کوتاه‌ترین مسیرهای بین هر جفت نقش‌آفرین را که از نقش‌آفرین مورد نظر عبور می‌کند، اندازه‌گیری می‌کند (لیو<sup>۳</sup> و دیگران، ۲۰۰۵). ساده‌ترین مقیاس مرکزیت، شمار پیوندهایی است که عضو یک شبکه (فرد) با دیگر اعضای شبکه دارد. مرکزیت از جامعه‌شناسی نشأت می‌گیرد (فریمن<sup>۴</sup>، ۱۹۷۹). تحلیل مرکزیت در تحلیل شبکه‌های هم‌نویسندگی موضوع نسبتاً جدیدی است. اخیراً مقالات متعددی سنج مرکزیت را برای تحلیل شبکه‌های هم‌نویسندگی به‌کار گرفته‌اند (موتسک<sup>۵</sup>، ۲۰۰۳، لیو و دیگران، ۲۰۰۵، بین<sup>۶</sup> و دیگران، ۲۰۰۶، لیو و دیگران، ۲۰۰۷)، کلیه این پژوهشگران ادعا کرده‌اند که سنج مرکزیت برای ارزشیابی تأثیر مفید است. برای سنج

۱. استادیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی دانشگاه پیام‌نور (نویسنده مسئول)

fsohiei@gmail.com

۲. استاد گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی

دانشگاه شهید چمران

osareh.f@gmail.com

3. Liu

4. Freeman

5. Mutschke

6. Yin

مرکزیت افراد در شبکه‌های اجتماعی، سنجه‌های رتبه<sup>۷</sup>، نزدیکی<sup>۸</sup> و بینابینی<sup>۹</sup> مرکزیت فریمن پر استفاده‌ترین موارد بوده‌اند. رتبه یک گره برابر با تعداد گره‌هایی است که به آن متصل هستند (فریمن، ۱۹۷۹). از دیگر سنجه‌های کلاسیک برای سنجش مرکزیت، مرکزیت‌بردار ویژه است که بر اثر اتکاء دوطرفه یا استحکام مبتنی است (بوناسیچ<sup>۱۰</sup>، ۱۹۸۷). پژوهشگران زیادی اندازه‌گیری‌های مذکور را در شبکه‌های هم‌نویسندگی مورد استفاده قرار داده‌اند. نیومن (۲۰۰۱) به بررسی انواعی از مشخصات این شبکه‌ها شامل رتبه دانشمندان و سنجش اندازه بینابینی آنها پرداخته است. برخی پژوهشگران از جمله بین و دیگران، ۲۰۰۶؛ هو<sup>۱۱</sup> و دیگران، ۲۰۰۸ به‌طور مستقیم سنجه‌های رتبه، نزدیکی و بینابینی در شبکه‌های هم‌نویسندگی حوزه‌های مختلف را به کار برده‌اند. پژوهشگران دیگری نیز از مرکزیت اردوس<sup>۱۲</sup> و سایر سنجه‌های مرکزیت برای تحلیل داده‌های خود و بررسی الگوهای ساختاری و شبکه‌های هم‌نویسندگی با استفاده از تحلیل شبکه‌های اجتماعی استفاده کرده‌اند. برخی از پژوهشگران به بررسی نمره مرکزیت و بهره‌وری نویسندگان پرداخته‌اند (سهیلی، عصاره و خادمی، ۲۰۱۳، بادار<sup>۱۳</sup> و دیگران، ۲۰۱۲) که در ادامه به‌طور مختصر به این شاخص‌ها اشاره می‌شود.

اولین کاربردهای ایده مرکزیت افراد، از طریق تحلیل شبکه‌های اجتماعی انجام شد؛ و ریشه این ایده را می‌توان در مفهوم نخبه‌های جامعه‌سنجانه<sup>۱۴</sup> پیدا کرد، یعنی یافتن مشهورترین فرد یا افرادی که در مرکز توجه قرار دارند (اسکات، ۲۰۰۷). بنابراین نقش آفرین مرکزی، نقش آفرینی است که در مرکز تعداد زیادی از ارتباطها قرار می‌گیرد، یعنی نقش آفرینی با پیوندهای مستقیم زیادی با سایر نقش آفرینان. میزان مرکزیت با استفاده از رتبه گره‌های مختلف در شبکه اندازه‌گیری می‌شود، یعنی تعداد گره‌های دیگری که یک گره با آنها مجاور است. این نوع سنجش مرکزیت، به‌عنوان مرکزیت محلی شناخته شده است. چون در این نوع مرکزیت ارتباطهای غیرمستقیم به یک گره خاص نادیده گرفته شده است، بنابراین اندیشه مرکزیت، به مرکزیت جهانی گسترش یافت (فریمن، ۱۹۷۹) تا ارتباطهای دور دست را هم دربر بگیرد. این امر به‌وسیله نزدیکی یک گره به سایر گره‌ها که برحسب فاصله بین گره‌های مختلف بیان شده اندازه‌گیری می‌شود. مرکزیت به موقعیت یک گره درون یک شبکه خاص اشاره دارد. بنابراین هر دو سنجه مرکزیت محلی و مرکزیت جهانی در طی تحلیل باید در نظر گرفته شود (هاتالا، ۲۰۰۶). مرکزیت محلی با تعداد گره‌های مستقیم با کل گره‌ها در شبکه سروکار دارد. عدد مرکزیت محلی بالا، نشان‌دهنده موقعیت مرکزی‌تر گره است. این گره‌ها می‌توانند به تسهیل جریان اطلاعات از یک گروه به گروه دیگر، درون یک بافت سازمانی کمک کنند؛ بدون این گره‌ها، گسست‌های ساختاری به‌وجود می‌آیند. در نتیجه جریان اطلاعات به‌طور آزاد از یک گروه به گروه دیگر مشکل خواهد بود، مگر اینکه

7. Degree
8. Closeness
9. Betweenness
10. Bonacich
11. Hou
12. Erdős
13. Badar
14. Sociometric star

اطلاعات از طریق فردی که به گروه متصل است، گذر کند. به دلایل آشکار، افرادی که این فاصله را پر می‌کنند در موقعیت قدرت قرار دارند و می‌توانند جریان اطلاعات در شبکه را کنترل کنند (برت<sup>۱۵</sup>، ۱۹۹۲، ۱۹۹۷).

به‌طور کلی سنجه مرکزیت یکی از مهم‌ترین و پر استفاده‌ترین سنجه‌ها در تحلیل شبکه‌های اجتماعی است. مرکزیت، ویژگی توصیفی برای نقش‌آفرینان یا گروهی از نقش‌آفرینان با مشخصه‌های ساختاری متعدد و پارامتری تعیین‌کننده برای درک و تحلیل نقش‌های نقش‌آفرینان در شبکه‌های اجتماعی است (نیومن، ۲۰۰۵). معمولاً از سنجه مرکزیت برای شناسایی نقش‌آفرینان قدرتمند و بانفوذ یا مهم استفاده می‌شود. به‌خاطر ادراک متفاوتی که از قدرت اجتماعی و کاربردهای متنوع تحلیل شبکه‌های اجتماعی وجود دارد، مرکزیت تعریف‌های گوناگونی دارد (کاررینگتون و دیگران، ۲۰۰۵). گسترده‌ترین تعریف پذیرفته شده از مرکزیت در اواخر ۱۹۷۰ توسط فریمن ارائه شد. در تعریف فریمن، سنجه مرکزیت عمدتاً بر اساس سه جنبه رتبه، نزدیکی، و بینابینی سنجیده می‌شد. مرکزیت یکی از قدیمی‌ترین مفاهیم در تحلیل شبکه است و اکثر شبکه‌های اجتماعی شامل افراد یا سازمان‌هایی هستند که مرکزی هستند. آنها به‌خاطر جایگاهشان دسترسی بهتری به اطلاعات و فرصت بهتری برای گسترش اطلاعات دارند. این موضوع به‌عنوان رویکرد فردمحور به مرکزیت، شناخته می‌شود. شبکه از چشم‌انداز جمع‌محور نیز متمرکز است. به‌طور کلی مرکزیت مفهومی است که برای تحلیل شبکه‌ها به‌کار رفته و دارای انواع متفاوتی است که بر اساس تعریف مسئله و هدف پژوهش یک یا چند مرکزیت مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما به‌طور کلی از مرکزیت برای شناسایی و تعیین مهم‌ترین نقش‌آفرینان در شبکه استفاده می‌شود. در خصوص اینکه مرکزیت واقعاً چیست و یا در مورد بنیادهای مفهومی آن اتفاق نظری وجود ندارد، تاکنون تنها توافق اندکی در خصوص روش مناسب اندازه‌گیری آن حاصل شده است. به‌طور کلی مرکزیت بیشتر یک فرد، سبب دارا بودن رتبه بالاتر، داشتن ارتباطات بیشتر و کسب موقعیت مطلوب‌تر است، که نهایتاً فرد را قدرتمندتر می‌کند. سنجه مرکزیت شبکه‌های مختلف بر اساس شاخص‌های متعددی سنجیده می‌شود، که مهم‌ترین آنها عبارتند از: رتبه، نزدیکی، بینابینی، بردار ویژه، مرکزیت اطلاعات، الگوریتم رتبه صفحه و غیره. در این بخش هر یک از این شاخص‌ها تعریف و به‌طور مختصر معرفی می‌شوند.

## مرکزیت رتبه

تحلیل مرکزیت رتبه شامل دو نمره، رتبه بیرونی (تعداد ارتباط‌های ارسال شده به بیرون یعنی به‌عنوان نویسنده اصلی) و رتبه درونی (تعداد ارتباط‌های دریافت شده یعنی به‌عنوان

15. Burt

هم‌نویسنده) است. افراد با نمرات بالای رتبه بیرونی می‌توانند به‌عنوان افرادی که در شبکه نفوذ و تأثیر بالایی دارند در نظر گرفته شوند؛ در حالی که آنان که نمرات رتبه درونی بالایی دارند به‌عنوان اشخاص با اعتبار یا مشهور در نظر گرفته شوند.

سنجه مرکزیت رتبه یکی از سنجه‌ها یا شاخص‌های شبکه‌ای است که در تحلیل ساختار کل شبکه‌ها و موقعیت‌های افراد در شبکه مفید است. سنجه مرکزیت رتبه به تعداد پیوندهای داده شده یا خارج شده از یک گره در یک شبکه اشاره دارد (فریمن، ۱۹۷۹)، این سنجه به موقعیت افراد در یک شبکه مربوط است. شخصی در شبکه اطلاعات (یعنی با نمره رتبه مرکزیت بالا) مرکزی به حساب می‌آید که می‌تواند مهارت‌ها، تجربه‌ها و حافظه سازمانی برای دیگران ایجاد کند (پاریسی<sup>۱۶</sup>، ۲۰۰۷). ضروری است این افراد را که می‌توانند به‌عنوان گلوگاهی برای جریان اطلاعات عمل کنند و نیز قادرند به‌طور بالقوه با درخواست‌های اطلاعاتی بیش از حد بار شوند، شناسایی کرد (کروس و پروساک<sup>۱۷</sup>، ۲۰۰۲). سنجه مرکزیت همچنین به مدیران فرصت می‌دهد تا افراد پیرامون شبکه را نیز شناسایی کنند (یعنی افراد با نمره پایین را). شناخت افراد پیرامونی نیاز است، چون ممکن است در بردارنده دانش باارزشی باشند که چنانکه دارای موقعیت بهتری در شبکه بودند، می‌توانستند آن را با دیگران به اشتراک بگذارند (پاریسی و دیگران، ۲۰۰۶).

سنجه مرکزیت رتبه عبارت است از تعداد روابط مستقیمی که یک موجودیت در شبکه دارد. موجودیتی با مرکزیت رتبه بالا، دارای ویژگی‌های زیر است:

- به‌طور کلی یک بازیگر فعال در شبکه است؛
- اغلب یک متصل‌کننده یا قطب در شبکه است؛
- ضرورتاً مرتبط‌ترین موجودیت در شبکه نیست (یک موجودیت ممکن است روابط زیادی داشته باشد که اکثریت آنها دارای موجودیت‌های سطح پایین باشند)؛
- ممکن است در موقعیت ممتازی در شبکه قرار داشته باشد؛
- ممکن است مسیرهای جایگزینی برای برآوردن نیازهای سازمان داشته باشد، در نتیجه به دیگر افراد خیلی کم وابسته است؛ و

• اغلب می‌تواند به‌عنوان شخص سوم یا واسطه شناخته شود (Sentinelvisualize, 2010).

سنجه مرکزیت رتبه، به‌طور ساده با شمارش تعداد ارتباط‌هایی که توسط هر نقش آفرین در شبکه نگهداری می‌شود، اندازه‌گیری می‌شود. در یک گراف، این کار با شمارش تعداد گره‌ها یا خطوط وارد یا خارج شده از یک گره خاص تحقق می‌یابد. نقش آفرینی با بیشترین خطوط، بالاترین رتبه، بنابراین مرکزی‌ترین گره است (چنگ، ۲۰۰۶، ص ۷۵). سنجه مرکزیت رتبه معمولاً انعکاس‌دهنده شهرت و فعالیت رابطه‌ای یک نقش آفرین است و به‌طور کلی

16. Parise

17. Cross &amp; Prusak

مرکزیت رتبه محاسبه میزان پیوندهایی است که فرد با دیگر افراد در شبکه دارد. به‌طور کلی نقش آفرینان که نمره مرکزیت بالاتری دارند، فرصت‌ها و جایگزین‌های بیشتری نسبت به سایر نقش آفرینان دارند. این نقش آفرینان، گره‌های بیشتر و فرصت‌های بیشتری را هم دارند، چون انتخاب‌های بیشتری دارند. این استقلال آنها را مستقل و به نقش آفرین خاص وابسته نمی‌کند. این افراد همچنین موقعیت‌های ممتازی دارند، چون گره‌های زیاد و راه‌های جایگزینی برای ارضای نیازهای خود دارند، از این رو کمتر به افراد دیگر وابسته هستند. آنها به بیشتر منابع شبکه به‌طور کل دسترسی دارند و قادرند بیشتر منابع درون شبکه را فرا بخوانند (سهیلی، ۱۳۹۱). بوناسیچ اصلاحیه‌ای را برای رویکرد مرکزیت رتبه که قبلاً به‌طور گسترده‌ای پذیرفته شده بود، پیشنهاد داد. رویکرد اولیه مرکزیت رتبه بحث می‌کند که نقش آفرینانی که ارتباط‌های بیشتر دارند به احتمال زیاد قوی‌تر هستند، زیرا آنها می‌توانند مستقیماً بر سایر نقش آفرینان تأثیر بگذارند. اما داشتن رتبه‌های یکسان، ضرورتاً تدبیر معنایی نیست که نقش آفرینان به اندازه مساوی از اهمیت برخوردار هستند (هانمان و ریدل، ۲۰۰۵). بر این اساس مرکزیت بتا<sup>۱۸</sup> یا شاخص قدرت بوناسیچ<sup>۱۹</sup> نیز در برخی پژوهش‌ها محاسبه و مورد تحلیل قرار می‌گیرد.

## مرکزیت نزدیکی

باتوجه به اینکه قدرت را می‌توان به‌وسیله مذاکرات و مبادلات مستقیم نشان داد، اما قدرت همچنین از طریق عمل کردن، به عنوان یک «نقطه مرجع» که سایر نقش آفرینان به‌وسیله آن خودشان را مورد قضاوت قرار می‌دهند، رخ می‌دهد. همچنین قدرت به‌وسیله مرکز توجه شدن توسط افرادی که دیدگاه‌هایشان به‌وسیله تعداد زیادی از نقش آفرینان شنیده می‌شود، به‌وجود می‌آید. نقش آفرینانی که قادرند در کوتاه‌ترین طول مسیر به دیگر نقش آفرینان برسند، یا کسی که توسط دیگر نقش آفرینان در کوتاه‌ترین طول مسیر در دسترس است، موقعیت‌های مطلوبی دارند. این مزیت ساختاری می‌تواند به قدرت ترجمه شود (هانمان و ریدل، ۲۰۰۵، ص ۶۲). مرکزیت نزدیکی، فاصله یک فرد با کلیه افراد دیگر در شبکه را می‌سنجد، هر چه یک فرد به دیگران نزدیک‌تر باشد، آن فرد برگزیده‌تر و مشهورتر است. افراد با نمرات نزدیکی بالا، احتمالاً اطلاعات را خیلی سریع‌تر از دیگران دریافت می‌کنند، به خاطر اینکه میانجی‌های کمتری بین آنها وجود دارد.

در سنجش مرکزیت نزدیکی، ارزیابی از طریق قضاوت کردن درباره نزدیکی یک نقش آفرین به نقش آفرینان دیگر صورت می‌گیرد. این نوع مرکزیت از طریق طول مسیرها یا گام‌هایی که برای یک نقش آفرین مورد نیاز است تا به دیگر نقش آفرینان در شبکه برسد، اندازه‌گیری می‌شود. نقش آفرینانی که قادرند به دیگر نقش آفرینان با طول مسیر کوتاه‌تری

18. Beta

19. The Bonacich power index

برسند یا آنهایی که با طول مسیرهای کوتاه تر توسط دیگر نقش آفرینان دسترس پذیرترند، در موقعیت ممتازی قرار دارند و به طور کلی قدرت و نفوذ بیشتری در درون شبکه دارند (چنگ، ۲۰۰۶، ص ۷۶).

اینکه یک موجودیت در شبکه چقدر سریع می تواند به موجودیت های بیشتری در آن شبکه دسترسی پیدا کند، سنجه ای است که مرکزیت نزدیکی را سنجش می کند. موجودیتی با مرکزیت نزدیکی بیشتر به طور کلی دارای ویژگی های زیر است:

- دسترسی سریعی به سایر موجودیت ها در شبکه دارد؛
- مسیر کوتاهی به سایر موجودیت ها دارد؛
- به سایر موجودیت ها نزدیک است؛ و
- رؤیت پذیری بالایی درباره آنچه در شبکه در حال اتفاق افتادن است، دارد (Sentinelvisualize, 2010).

نکته قابل توجه این است که اگر شبکه دارای موجودیتی باشد که هیچ پیوندی دریافت نکرده است (یعنی به هیچ موجودیت دیگر پیوند نداده باشد)، مقدار نزدیکی برای کل موجودیت در شبکه صفر خواهد بود. این امر به دلیل فرمول ها و الگوریتم های ایجاد شده در تحلیل شبکه های اجتماعی است.

سنجه مرکزیت نزدیکی، بر اساس فاصله ژئودیسک<sup>۲۰</sup> محاسبه می شود. این سنجه مقدار فاصله یک گره از سایر گره ها را اندازه گیری می کند و نشان دهنده دسترس پذیری، سلامت و امنیت نقش آفرینان است (فرانک<sup>۲۱</sup>، ۲۰۰۲). خیلی از پژوهشگران اجتماعی اظهار می کنند که برای شبکه های بزرگ سنجه مرکزیت نزدیکی جذاب نیست، زیرا در یک شبکه اجتماعی بزرگ، معمولاً یک نقش آفرین تنها به مجموعه کوچکی از نقش آفرینان نزدیک است. معمولاً سنجه مرکزیت بینابینی، برای بیشتر نقش آفرینان در شبکه های اجتماعی بزرگ، خیلی کوچک است. دلیل این مشکل این است که حاصل جمع تمام فاصله های ژئودیسک اطلاعات زیادی را از بین می برد، زیرا توزیع فاصله ژئودیسک از گره منبع به تمامی گره ها، اطلاعات غیرجزئی را دربردارد. برای مثال وقتی که گسترش فاصله ها تحلیل می شوند، لازم است که از این فاصله ها به منظور برآورد میزان گسترش یک ایده یا فکر و غیره در یک شبکه استفاده شود. بنابراین در تحلیل شبکه های اجتماعی بزرگ، مرکزیت نزدیکی برای یک گره توسط دو نوع پارامتر ارائه می شود. یک سنجه نزدیکی بر اساس فاصله ژئودیسک است که در بالا تعریف شد (پن، ۲۰۰۷). در یک جمع بندی کلی می توان گفت: مرکزیت نزدیکی عبارت از تنوع مجموعه کوتاه ترین مسیرها بین هر فرد و دیگر افراد در شبکه است. به عبارت دیگر، مرکزیت نزدیکی، نقطه ای است که به طور متوسط به کلیه نقطه ها نزدیک باشد. هر چه نقطه ای

20. Geodesic

21. Frank

به مرکز نزدیک‌تر باشد، از استحکام بیشتری برخوردار است. رویکرد مرکزیت نزدیکی بر فاصله یک نقش‌آفرین به دیگر نقش‌آفرینان در شبکه با تمرکز بر فاصله ژئودیسک از هر نقش‌آفرین به دیگر نقش‌آفرینان تأکید دارد.

## مرکزیت بینابینی

سنجه مرکزیت بینابینی، شاخصی است که مسیر دقیق‌تری برای اندازه‌گیری مرکزیت یک نقش‌آفرین را عرضه می‌کند. این شاخص، مرکزیت را با بررسی وسعتی که در آن یک نقش‌آفرین خاص بین دیگر نقش‌آفرینان متنوع در شبکه، قرار می‌گیرد را اندازه‌گیری می‌کند (چنگ، ۲۰۰۶، ص ۱۷). سنجه مرکزیت بینابینی، موقعیت یک موجودیت را درون یک شبکه برحسب توانایی‌اش برای ایجاد ارتباط با سایر زوج‌ها یا گروه‌ها در شبکه، شناسایی می‌کند. موجودیتی با بالاترین مرکزیت بینابینی به‌طور کلی دارای ویژگی‌های زیر است:

- موقعیت مطلوب و مستحکمی در شبکه به‌دست آورده است؛
  - نقطه مجزایی از گسیختگی را به نمایش می‌گذارد؛ و
  - تأثیر خیلی زیادی بر آنچه که در شبکه اتفاق می‌افتد، دارد (Sentinelvisualize, 2010).
- روش دیگر سنجش مرکزیت، مشخص کردن بینابینی گره‌هاست. این روش اشاره به گره مخصوصی دارد که در بین دیگر گره‌ها در شبکه واقع شده است. یک گره با رتبه نسبتاً پایین بینابینی ممکن است نقش میانجی مهمی را ایفا کند و برای شبکه خیلی مرکزی باشد (اسکات، ۲۰۰۰). به‌عنوان مثال بخشی درون یک سازمان که بینابینی بالایی دارد، نسبت به اختلال جریان اطلاعات آسیب‌پذیر است. در صورتی که فردی قصد ترک سازمان را داشته باشد، نسبت به اختلال جریان اطلاعات آسیب‌پذیر است. بنابراین، مهم است تا این نقش‌آفرینان را به‌منظور اداره کردن مداخله‌های مناسب شناسایی کنیم. یک مداخله امکان‌پذیر می‌تواند ایجاد جلسات ماهیانه را که به تمامی اعضای هر دو بخش اجازه می‌دهد تا اطلاعاتشان را به اشتراک بگذارند، دربر بگیرد. این فرآیند رسمی تضمین خواهد کرد که اطلاعات بین اعضا، به اشتراک گذاشته شده و بین بخش‌ها در حال جریان پیدا کردن است (هاتالا، ۲۰۰۶). به‌طور کلی مرکزیت بینابینی، نقطه‌ای است که بینابین بسیاری از جفت‌نقاط دیگر باشد؛ در واقع نقاطی واسطه‌ای هستند که راه‌های ارتباطی نقاط دیگر از آنها می‌گذرد. این نقاط دارای قدرت ایزوله کردن یا افزایش ارتباطات هستند. به‌طور خلاصه در رابطه با مرکزیت بینابینی می‌توان گفت: مرکزیت بینابینی یعنی تعداد افرادی در شبکه که یک شخص به‌طور غیر مستقیم از طریق خطوط مستقیم به آنها متصل شده است. سنجه مرکزیت بینابینی، توانایی نقش‌آفرینان برای تأثیرگذاری یا کنترل تعامل‌های بین نقش‌آفرینان را نشان می‌دهد.



بینابینی به عنوان سنجش، تأثیری است که افراد بر روی جریان اطلاعات بین دیگران دارند. افرادی که به عنوان واسطه برای جریان اطلاعات عمل می‌کنند نمرات بینابینی بالایی خواهند داشت. مرکزیت بینابینی بالا به نقش آفرین این قابلیت را می‌دهد تا تماس‌های میان دیگر نقش آفرینان را وساطت کند. به منظور محاسبه دقیق‌تر مرکزیت بینابینی، پژوهشگران پیشنهاد سنجش بینابینی جریان<sup>۲۲</sup> را ارائه کرده‌اند. رویکرد جریان در مرکزیت، مفهوم مرکزیت بینابینی را توسعه می‌دهد. این رویکرد فرض می‌کند که نقش آفرینان به نسبت طول مسیرها، از تمام مسیرهایی که آنها را متصل می‌کند، استفاده می‌کنند. بینابینی به وسیله نسبتی از کل جریان بین دو نقش آفرین که یک نقش آفرین خاص بخشی از آن مسیر است، اندازه‌گیری می‌شود. پس برای هر نقش آفرین، سنجش، چگونگی قرار گرفتن آن نقش آفرین در کل جریان‌های بین تمام دیگر زوج‌های نقش آفرینان را اضافه می‌کند (سهیلی، ۱۳۹۱). از آنجایی که انتظار می‌رود مقدار این عدد شاخص با اندازه صرف<sup>۲۳</sup> شبکه و با تراکم شبکه افزایش یابد، بنابراین استانداردسازی این مقدار با محاسبه جریان بینابینی بین هر نقش آفرین، به نسبت کل جریان بینابینی که نقش آفرین در آن قرار ندارد، مفید خواهد بود (هانمان و ریدل، ۲۰۰۵).

## مرکزیت بردار ویژه

مرکزیت بردار ویژه<sup>۲۴</sup> یکی دیگر از سنجش‌های مرکزیت است و براساس این ایده پیشنهاد شده که مرکزیت یک گره خاص نمی‌تواند مجزا از مرکزیت دیگر گره‌هایی که با آن متصل شده است تخمین زده شود. نمرات مرکزیت، به گره‌ها براساس این اصل که ارتباط به گره‌های با نمره بالا در نمرات یک گره خاص نسبت به ارتباط (اتصال) به گره‌های با نمره پایین مشارکت بیشتری دارد، اختصاص داده می‌شود (بوناسیچ، ۱۹۷۲). مرکزیت بردار ویژه؛ نقطه دارای بیشترین مرکزیت بردار ویژه است که دارای همسایگان مرکزی بسیاری باشد، در واقع مرکزیت بردار ویژه سبب قدرت بیشتر می‌شود (برانلدز و الرباچ<sup>۲۵</sup>، ۲۰۰۵). توصیه می‌شود که در زمینه ماتریس‌های ارزش‌دار از مرکزیت‌های عادی (نرمال شده) که از تقسیم مرکزیت محاسبه شده به بیشینه مرکزیت ممکن به دست می‌آید، بهره‌گیری شود. در این وضعیت امکان مقایسه کامل‌تر مرکزیت‌ها و نیز آگاهی از نسبت هر اندازه به بیشینه ممکن، میسر می‌شود (بورگتی<sup>۲۶</sup> و دیگران، ۲۰۰۲). بوناسیچ در سال ۱۹۷۲ روشی برای استخراج مرکزیت یک نقش آفرین با استفاده از بردار ویژگی (آیگن)<sup>۲۷</sup>، ماتریسی از روابط دوستی یا گزینه‌های دوستی میان مجموعه‌ای از نقش آفرینان معرفی کرد. ماتریس روابط دوستی که با این روش سروکار دارد ماتریسی نظام‌مند است. روش بوناسیچ مبتنی بر بردار ویژگی مطابق با بالاترین ارزش ویژگی (آیگن) است. هر عنصر از بردار ویژگی، مرکزیت هر نقش آفرین

22. Flow betweenness

23. Shear

24. Eigenvector centrality

25. Brandes &amp; Erlebach

26. Borgatti

27. Characteristic (eigen) vector

را نمایش می‌دهد. این روش یک مشخصه خوب دارد که مرکزیت هر نقش آفرین به‌طور بازگشتی با استفاده از مجموع مرکزیت‌های وزن‌دهی شده تمام نقش آفرینان تعریف می‌شود، جایی که وزن، قدرت روابط دوستی بین نقش آفرین و دیگر نقش آفرینان نیست. این روش گسترش داده شد تا با هر ماتریس نظام‌مندی از روابط دوستی سروکار داشته باشد (اوکادا، ۲۰۰۸).

مرکزیت بردار ویژه، مقدار نزدیکی یک موجودیت به موجودیت‌های بسیار نزدیک دیگر در شبکه را اندازه‌گیری می‌کند. به عبارت دیگر بردار ویژه، مرکزی‌ترین موجودیت‌ها را بر اساس ساختار جهانی و یا کلی شبکه مشخص می‌کند، موجودیتی با بالاترین مرکزیت بردار ویژه. مرکزیت به‌طور کلی دارای ویژگی‌های زیر است:

- نقش آفرینی را مشخص می‌کند که به الگوی اصلی فواصل بین تمام موجودیت‌ها مرکزی‌تر است؛ و

- سنج‌های منطقی از یک جنبه از مرکزیت برحسب مرکزیت موقعیتی است.

دو سنجه مرکزیت نزدیکی که در بالا معرفی شد، بر پایه مجموع کوتاه‌ترین فاصله میان یک گره با سایر گره‌ها سنجیده می‌شود. در شبکه‌های بزرگ و پیچیده این احتمال وجود دارد که مخاطب، بعضی از اطلاعات را به دلیل حجم زیاد اطلاعات از دست بدهد و یا اینکه قدرت تشخیص گره‌های با مرکزیت بالا را نداشته باشد. به‌عنوان مثال اگر دو گره «الف» و «ب» در درون یک شبکه بزرگ باشند، در درون شبکه، شرایط گره «الف» به گونه‌ای است که نزدیکی بیشتری با سایر گره‌ها دارد؛ اما مجموعه‌ای که گره «الف» در آن قرار گرفته، از نظر مرکزیت رتبه بسیار ضعیف و تعداد گره‌ها موجود در شبکه نیز کم است. گره «ب» دارای فاصله‌ای متوسط از سایر گره‌ها، ولی در یک مجموعه بزرگتر و تعداد گره‌هایی با مرکزیت درجه بالا قرار دارد. سنجش دوری و نزدیکی گره‌های «الف» و «ب» می‌تواند تقریباً شبیه باشد. ولی در عمل، گره «ب» مرکزیت بیشتری نسبت به گره «الف» دارد، چرا که امکان در دسترس قرار گرفتن بیشتر گره «ب» در شبکه به‌واسطه ارتباط با گره‌های با مرکزیت رتبه بالا و به عبارتی قدرتمندتر، وجود دارد. به‌منظور یافتن گره‌های با مرکزیت بالا، سنجه مرکزیت بردار ویژه تلاش می‌کند گره‌هایی را مشخص کند که به‌واسطه ارتباط با گره‌های قدرتمند در شبکه، دارای قدرت می‌شوند. این گره‌ها هرچند در ظاهر ارتباطات کمی دارند، ولی به‌واسطه ارتباطی که با گره‌های قدرتمند و دارای رتبه بالا برقرار می‌کنند، به‌عنوان گره‌های قدرتمند محسوب می‌شوند.

## مرکزیت اطلاعات

علاوه بر سنجه‌های کلاسیک مرکزیت، نوعی سنجه مرکزیت که از نظریه اطلاعات کلود شانون مشتق می‌شود نیز پیشنهاد شده است. براساس این نوع سنجه، مرکزیت یک فرد به

توزیع احتمالاتِ جریانی که از افراد شروع و در هر کدام از گره‌ها در شبکه متوقف می‌شود، مربوط است (توتزاور<sup>۲۸</sup>، ۲۰۰۷). مرکزیت اطلاعات به وسیله استفن سون و زلن<sup>۲۹</sup> (۱۹۸۹) به عنوان سنجش مرکزیت گره‌ها در شبکه‌های اجتماعی مطرح شد که برگرفته از نظریه انتقال آماری اطلاعات شانون و ویور است. مرکزیت بینابینی براساس کوتاه‌ترین فاصله میان دو گره محاسبه می‌شود، در حالی که سنججه مرکزیت اطلاعات به بررسی و مطالعه این امر می‌پردازد که ممکن است اطلاعات و دانش از طریق مسیرهای متفاوتی انتقال یابد. این نوع سنججه براساس شدت و قدرت گره‌ها و فاصله میان آنها محاسبه می‌شود. به عبارتی این سنججه میزان انتقال اطلاعاتی را که می‌تواند بین دو نقطه در شبکه انتقال یابد، مورد بررسی قرار می‌دهد.

### مرکزیت رتبه نویسنده

مرکزیت رتبه نویسنده<sup>۳۰</sup>، این سنججه در حوزه کتابخانه‌های دیجیتالی توسط لیو و دیگران پیشنهاد شده است. براساس ایده الگوریتم اچ‌آی‌اس، شخص می‌تواند بین اولین نویسنده (رهبر) و دیگر نویسندگان (پیروان) تفاوت قائل شود و سپس اهمیت نویسندگان را به عنوان دو نقش، به ترتیب تحلیل کند (یوشیکانه<sup>۳۱</sup> و دیگران، ۲۰۰۶).

### تراکم\*

اگر در مقایسه دو جامعه متوجه شویم که نقش آفرینان زیادی در یکی از آنها وجود دارد که به دیگر نقش آفرینان اتصال پیدا نکرده‌اند (ایزوله هستند)، در حالی که در جامعه دیگر و در جمعیت دیگر اکثر نقش آفرینان حداقل در یک دو تایی جای دارند، نتیجه می‌گیریم که زندگی اجتماعی در این دو جامعه خیلی متفاوت است. به عبارت دیگر در جامعه اولی تعاملات بین نقش آفرینان بسیار کم و در جامعه دوم تعاملات فراوانی بین نقش آفرینان وجود دارد؛ در چنین شرایطی گفته می‌شود که در جامعه اولی تراکم کم، و در جامعه دومی تراکم زیاد است. تراکم به عنوان تعداد آرک‌ها (روابط مستقیم بین نقش آفرینان) در یک شبکه تعریف شده و در بردارنده بالاترین سهم در میان روابط ممکن در شبکه است (نووی، مروار و باتاگلج<sup>۳۲</sup>، ۲۰۰۵). تراکم عبارت است از نسبت تعداد آرک‌ها که با حرف «L» مشخص شده‌اند، بر تعداد آرک‌های ممکن. چون یک آرک، یک زوج منظم از رئوس است، کل آرک‌های ممکن  $n(n-1)$  خواهد بود، که  $n$  تعداد کل رئوس در شبکه است. تراکم یک شبکه کسری است که در محدوده‌ای از حداقل صفر تا حداکثر یک، وقتی که تمام آرک‌ها در شبکه حضور دارند قرار دارد (راچرلا و هو<sup>۳۰</sup>، ۲۰۱۰، ص ۱۲). هر گاه تراکم شبکه با علامت  $\Delta$  نشان داده شود، مقدار آن از فرمول زیر به دست می‌آید:

$$\Delta = L / n(n-1)$$

28. Tutzauer

29. Stephenson &amp; Zelen

30. AuthorRank centrality

31. Yoshikane

\*Density، برای این واژه معادل‌های فارسی مختلفی از جمله چگالی، فشردگی و غیره پیشنهاد استفاده شده است، ولی در این پژوهش با توجه به اینکه این موضوع مرتبط با جامعه و جامعه‌شناسی علم است واژه تراکم انتخاب و در کل متن از آن استفاده شده است.

32. Nooy, Mrvar &amp; Batagelj

اندازه‌گیری تراکم یک شبکه، شاخصی آماده از رتبه ارتباط‌های دوتایی در یک جامعه را ارائه می‌دهد. برای داده‌های دودویی، تراکم عبارت است از نسبت تعداد مجاورانی که موجودند، تقسیم بر تعداد زوج‌ها. اگر گره‌های بین نقش‌آفرینان با ارزش‌هایشان سنجیده شوند (قدرت، نزدیکی، احتمالات و غیره)، تراکم معمولاً به‌عنوان مجموع ارزش‌های تمامی گره‌ها تقسیم بر تعداد گره‌های ممکن در نظر گرفته می‌شود؛ یعنی با داده‌های ارزش‌گذاری شده، تراکم معمولاً به‌عنوان میانگین قدرت گره‌ها در سراسر کل گره‌های ممکن تعریف می‌شود. جایی که داده‌ها متقارن یا غیرمستقیم هستند، تراکم در ارتباط با تعداد زوج‌های منحصر به فرد  $(n(n-1)/2)$  محاسبه می‌شود؛ جایی که داده‌ها مستقیم هستند، تراکم در سراسر تعداد کل زوج‌ها محاسبه می‌شود (هانمان و ریدل، ۲۰۰۵).

علاوه بر روابط بین خود<sup>۳۳</sup> و آلترها، مهم است که حضور و ماهیت روابط میان آلترها هم در نظر گرفته شود. یکی از روش‌هایی که از طریق آن این عمل صورت می‌گیرد، مفهوم تراکم شبکه است که به‌عنوان نسبت کل زوج‌های ممکن بین آلترهایی که در آنها دو فرد همدیگر را می‌شناسند، تعریف می‌شود. شبکه‌های با تراکم بالا، زمینه‌های اجتماعی به‌شدت به هم پیوسته‌ای را تشکیل می‌دهند که در آن آلترها می‌توانند اطلاعات را به اشتراک بگذارند و یا مقایسه، و وظایف مراقبتی را هماهنگ کنند و در منابع با همدیگر شریک شوند. بنابراین تراکم بالای شبکه با فعالسازی مکرر و موثرتر حمایت‌های غیررسمی همبسته است (کورنول<sup>۳۴</sup> و دیگران، ۲۰۰۹).

تراکم و انسجام دو روش سنجش شبکه هستند که بیشتر به‌جای توصیف گره‌های انفرادی، کل شبکه را توصیف می‌کنند. تراکم در شبکه اطلاعاتی، به‌عنوان نسبت گره‌های اطلاعاتی موجود در یک شبکه، به تعداد ماکزیمم گره‌های ممکن تعریف می‌شود؛ این در صورتی است که هر کسی در گروه، اطلاعاتش را با سایر افراد گروه به اشتراک بگذارد (واسرمان و فائوست<sup>۳۵</sup>، ۱۹۹۴). تراکم شبکه محدوده‌ای بین صفر درصد و ۱۰۰ درصد است. ارزش متعارف تراکم در شبکه‌های مورد مطالعه قرار گرفته توسط تیم‌های پژوهشی، محدوده‌ای از ۵ تا ۳۰ درصد برای اشتراک اطلاعات مکرر یا اشتراک اطلاعات خیلی مکرر است که این عدد بر اساس اندازه و هدف شبکه متغیر است. اگرچه هیچ سنجش واحدی از مطلوبیت وجود ندارد، اما سنجش تراکم نشان داده است که حداقل ۱۵ تا ۲۰ درصد با اشتراک کارآمد اطلاعات در شبکه‌های تقریباً ۱۰۰ نفری در پژوهش‌های متعددی مرتبط بوده است. سنجش تراکم، فاصله یا تعداد پیوندها به گره‌های غنی در شبکه را اندازه‌گیری می‌کند (برت، ۱۹۷۶، دوریان، ۱۹۷۴).

در تعریف دیگری آمده است که تراکم عبارت از سنجش سطح ارتباط گره‌ها در دون یک شبکه است؛ و تراکم را شامل تعداد پیوندهای واقعی به‌عنوان یک بخش، تقسیم بر تعداد

33. ego

34. Cornwell

35. Wasserman & Faust

پیوندهایی که ممکن است وجود داشته باشند، می‌دانند. برای محاسبه تراکم یک شبکه، از معادله زیر نیز استفاده می‌شود (هاتالا، ۲۰۰۶):

$$\frac{L}{n(n-1)/2}$$

که در آن  $L$  تعداد خطوط (پیوندهای) موجود، و  $n$  تعداد گره‌های درون شبکه را نشان می‌دهد. ارزش سنجه تراکم بین عدد صفر تا یک در نوسان است. عدد یک نشان‌دهنده تراکم کامل درون شبکه است. به‌عنوان مثال اگر شبکه‌ای اندازه تراکمی برابر با ۰/۵۵ داشته باشد، به این معناست که تعداد واقعی گره‌هایی که درون شبکه موجود است ۵۵ درصد تعداد گره‌های بالقوه ممکن است. در اکثر موارد این بدین معناست که هر چه تراکم بالاتر باشد، انسجام درون گروه بیشتر است. برعکس سطوح تراکم پایین ممکن است ارتباط ضعیف بین اعضای گروه را نشان دهد و می‌تواند بر جریان اطلاعاتی مورد نیاز برای اجرا در سطحی قابل قبول تأثیر بگذارد. نکته مهم این است که تمیز دادن تراکم مناسب درون شبکه تنها در درون سازمانی معین می‌تواند محقق شود. تعیین سطح تراکم مناسب درون یک شبکه، نیازمند ارزیابی کارکرد اعضای گروه و نیازمندی‌های آنهاست، که این دو به‌شدت به هم مرتبط هستند. به عبارتی دیگر تراکم شبکه عبارت است از نسبت تعداد پیوندها، بر تعداد رئوس در یک گراف کامل با تعداد گره‌های یکسان (اوته و روسو<sup>۵۶</sup>، ۲۰۰۲). در تعریف دیگر آمده است که تراکم یک شبکه توسط تعداد گره‌ها و لبه‌هایی که به سایر گره‌ها متصل شده‌اند تعیین می‌شود. وقتی که حداکثر تعداد لبه‌ها در گرافی که تمام گره‌ها را به هم متصل می‌کند نمایش داده می‌شود، گراف کامل و تراکم آن یک است. نسبت لبه‌های واقعی در گراف به حداکثر لبه‌های ممکن در آن گراف، نسبتی است که در سنجش تراکم انعکاس می‌یابد و از صفر تا یک متغیر است. اگر هیچ لبه‌ای نمایش داده نشود در آن صورت میزان تراکم صفر، و اگر گراف کاملاً به هم متصل باشد میزان تراکم یک است (کلمنت<sup>۵۷</sup>، ۲۰۰۸). به‌طور کلی تراکم شاخصی است برای سنجش سطح کلی ارتباط در یک شبکه. تراکم یک شبکه به‌عنوان تعداد پیوندها، تقسیم بر تعداد رأس‌ها در یک گراف کامل با تعداد یکسانی را سنجه تراکم می‌نامند و همان‌طور که ذکر شد با ارزشی نسبی بین صفر تا یک مشخص می‌شود.

## نتیجه‌گیری

در طول تاریخ افراد، کشورها، سازمان‌ها و شرکت‌های برجسته، معروف و قدرتمند همواره مورد توجه و دارای نقش‌های کلیدی و تأثیرگذار بوده‌اند. این افراد، شرکت‌ها و غیره با استفاده از ارتباط‌هایی که میان آنها با سایر هم‌نوعان شان وجود دارد شبکه‌هایی را به‌وجود می‌آورند. این شبکه‌های اجتماعی ایجاد شده مورد تحلیل قرار می‌گیرند و اطلاعات ارزشمندی از آن

56. Otte &amp; Rousseau

57. Clements

برای برنامه‌ریزی، مدیریت و پیش‌بینی اهداف بلندمدت و کوتاه‌مدت به‌دست می‌آید. این افراد و مؤسسات برجسته براساس مرکزیت‌شان مورد ارزیابی قرار می‌گیرند، یعنی میزان قدرت و تأثیرگذاری آنها در میان شبکه اجتماعی که عضوی از آن هستند. هر چه شخص یا مؤسسه‌ای مرکزی‌تر باشد یعنی پرستیژ و اقتدار بیشتری دارد و افراد یا سازمان‌هایی هم که به آنها نزدیک هستند، معمولاً نقش میانجی و واسطه در تبادل و جریان اطلاعات دارند و همچنین ممکن است نقش بینابینی ایفا کنند. وقتی که یک شبکه اجتماعی نظام‌مند میان مجموعه‌ای از نقش‌آفرینان وجود دارد، مرکزیت هر نقش‌آفرین در شکل‌دهی شبکه اجتماعی، برای یافتن مشخصه‌ها و ساختار شبکه اجتماعی اهمیت زیادی پیدا می‌کند، زیرا مرکزیت یک نقش‌آفرین، نشان‌دهنده اهمیت، شأن، قدرت و شهرت نقش‌آفرین برای شکل‌دهی روابطش با دیگر نقش‌آفرینان در شبکه اجتماعی است. مرکزیت براساس شاخص‌های متعددی مورد بررسی قرار می‌گیرد، ولی عامل مهم در به‌کارگیری نوع مرکزیت، بستگی به پرسش و هدف پژوهشی که انجام می‌گیرد، دارد. تراکم نیز همواره به‌عنوان شاخص اصلی در سنجش روابط در شبکه‌های اجتماعی مطرح است. در شبکه‌های متراکم تبادل اطلاعات خیلی سریع انجام می‌شود، ولی اگر شبکه‌ای بسته باشد و ارتباط‌های زیادی بین تعداد معدودی از افراد برقرار باشد، در مقایسه با شبکه‌ای که تراکم کمتری دارد ولی ارتباط بین گره‌ها و افراد متعدد برقرار باشد، امکان خلق و تولید دانش جدید و ایده‌های نو بیشتر است و این امر اشاره به قانون قدرت پیوندهای ضعیف‌تر دارد که همواره پیوندهای ضعیف هستند که باعث تولید و ایجاد قدرت در شبکه و سازمان می‌شوند.

### منبع

سهیلی، فرامرز (۱۳۹۱). «تحلیل ساختار شبکه‌های اجتماعی هم‌نویسندگی بروندادهای علمی پژوهشگران علم اطلاعات به‌منظور شناسایی و سنجش روابط، تعاملات و راهبردهای هم‌نویسندگی در این حوزه». پایان‌نامه دکتری، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز.

Badar, K.; Hite, J. M.; Badir, Y. F. (2012). "Examining the relationship of co-authorship network centrality and gender on academic research performance: The case of chemistry researchers in Pakistan". *Scientometrics*, 94 (2): 755-775.

Bonacich, P. (1972). "Factoring and weighting approaches to status scores and clique detection". *Journal of Mathematical Sociology*, 2: 113-120

\_\_\_\_\_ (1987). "Power and centrality: A family of measures". *The American Journal of*

- Sociology*, 92: 1170–1182.
- Borgatti, S. P.; Everett, M. G.; Freeman, L. C. (2002). *Ucinet for windows: Software for social network analysis*. Harvard: Analytic Technologies. from: [ww.casos.cs.cmu.edu/publications/papers/DisasterResponse.doc](http://www.casos.cs.cmu.edu/publications/papers/DisasterResponse.doc)
- Brandes, U.; Erlebach, T. (2005). *Network analysis methodological foundations*. Springer-Verlag: Berlin Heidelberg.
- Burt, R. (1976). "Positions in networks". *Social Forces*, 55(1): 93-122.
- \_\_\_\_\_(1992). *Structural holes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- \_\_\_\_\_(1997). "The contingent value of social capital". *Administrative Science Quarterly*, 42: 339- 365.
- Carrington, P. J.; Scott, J.; Wasserman, S. (2005). *Models and methods in social network analysis*. Boston: Cambridge University Press.
- Cheng, B. (2006). "Using social network analyses to investigate potential bias in editorial peer review in core journals of Comparative/International Education". PhD Dissertation, Brigham Young University.
- Clements, M. M. (2008). "Patenting at university in the united state: A network analysis of the complexity of domestic and international university patenting activities". PhD Dissertation, School of Education, Indiana University
- Cornwell, B.; et al. (2009). "Social networks in the NSHAP study: rationale, measurement, and preliminary findings". *Journal of Gerontology: Social Sciences*, 64B (S1): i47–i55
- Cross, R.; Prusak, L. (2002). "The people who make organizations go-or stop". *Harvard Business Review*, 80(6): 104-112.
- Doreian, P. (1974). "On the connectivity of social networks". *Journal of Mathematical Sociology*, 3: 245-258.
- Frank, O. (2002). "Using centrality modeling in network surveys". *Social Networks*, 24: 385.
- Freeman, L. (1979). "Centrality in social networks: Conceptual clarification". *Social Networks*, 1: 215-39.
- Hanneman, R. A.; Riddle, R. (2005). "Introduction to social network methods". from: <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/>. Retrieved on: 11 November 2010.
- Hatala, J. (2006). "Social network analysis in human resource development: A new meth-

- odology". *Human Resource Development Review*, 5(1):45-71.
- Hou, Haiyan; Kretschmer, Hildrun; Liu, Zeyuan (2008). "The structure of scientific collaboration networks in Scientometrics". *Scientometrics*, 75 (2): 189-202.
- Liu, L.G.; et al. (2007). "Weighted network properties of Chinese nature science basic research". *Physica A-Statistical Mechanics and Its Applications*, 377(1):302-314.
- Liu, X.; et al. (2005). "Co-authorship networks in the digital library research community". *Information Processing and Management*, 41:1462-1480.
- Mutschke, P. (2003). "Mining networks and central entities in digital libraries. A graph theoretic approach applied to co-author networks". *Advances in Intelligent Data Analysis*, 2810: 155-166.
- Newman, M. E. J. (2001). "The structure of scientific collaboration networks". *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, 98(2):404-409.
- \_\_\_\_\_ (2005). "A measurement of betweenness centrality based on random walks". *Social Networks*, 27: 39.
- Nooy, W.; Mrvar, A.; Batagelj, V. (2005). *Exploratory social network analysis with pajek*. Boston: Cambridge University Press.
- Okada, Akinori (2008). "Two-dimensional centrality of a social network". *Studies in Classification, Data Analysis, and Knowledge Organization*, 381: 219-277.
- Otte, E.; Rousseau, R. (2002). "Social network analysis: A powerful strategy, also for the information sciences". *Journal of Information Science*, 28 (6): 443-455.
- Pan, Long (2007). "Effective and efficient methodologies for social network analysis". PhD Dissertation, faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Parise, S. (2007). "Knowledge management and human resource development: An application in social network analysis methods". *Advances in Developing Human Resources*, 9: 359-383.
- Parise, S.; Cross, R.; Davenport, T. H. (2006). "Strategies for preventing a knowledge loss crisis". *MIT Sloan Management Review*, 47(4): 31-38.
- Racherla, P; Hu, C. (2010). "A social network perspective of tourism research collaborations". *Annals of Tourism Research*, 37(4):1012-1034.
- Scott, J. (2000). *Social network analysis: A handbook*. (2nd Ed.). London: Sage



- \_\_\_\_\_ (2007). *Social network analysis*. London: Sage .
- Sentinelvisualize (2010). "Social Network Analysis (SNA)". Retrieved Nov.22, 2012, from: <http://www.fmsasg.com>
- Stephenson, K.; Zelen, M. (1989). "Rethinking centrality: Methods and examples". *Social Network*, 11:1-37.
- Soheili, F.; Osareh, F.; Khademi, R. (2013). "The association between centrality measure and productivity in journals of Information science: A social network analyses". *Iranian Journal of Information science and Technology*, (in press).
- Tutzauer, F. (2007). "Entropy as a measure of centrality in networks characterized by path-transfer flow". *Social Networks*, 29: 249-265.
- Wasserman, S.; Faust, K. (1994). *Social network analysis: Methods and applications*. Boston: Cambridge University Press
- Yin, L.; Kretshmer, H.; Hanneman, R.; Liu, Z. (2006). "Connection and stratification in research collaboration: An analysis of the COLLNET network". *Information Processing and Management*, 42:1599-1613.
- Yoshikane, F.; Nozawa, T.; Tsuji, K. (2006). "Comparative analysis of co-authorship networks considering authors' roles in collaboration: Differences between the theoretical and application areas". *Scientometrics*, 68(3): 643-655.

### استناد به این مقاله:

سهیلی، فرامرز؛ عصاره، فریده (۱۳۹۲). «مفاهیم مرکزیت و تراکم در شبکه‌های علمی و اجتماعی». *فصلنامه مطالعات ملی کتابداری و سازماندهی اطلاعات*، ۲۴(۳): ۹۲-۱۰۸.