Indicators of Ego-centric Networks: Systematic Review

Zahra Neamatolahi[1], Shahnaz Khademizadeh[2], Farshid Danesh[3], Roghayeh Ghazavi[4]

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to systematically examine dimensions and categorize the indicators of ego-centric networks in the literature to create a basis for evaluating the performance of scientific outputs or networks of people

Method: The current research was done with an analytical approach and a systematic review method. The steps of data search and analysis in this study were developed based on the standard guidelines of Prisma. For this purpose, 23 researches related to EGO network indicators from 2003 to 2023 have been presented in the core collection of Science, Scopus, and IEEE websites after refining the results. Moreover, in all three databases, restrictions on the type of documents (articles and books), period (2003 to May 22, 2023), and language (English) were applied.

Findings: The reviewed studies have identified three levels of ego network indicators according to structural and combined characteristics in the form of 21 indicators: ego-alter ties indicators, alter attributes indicators, and Alter-alter ties. Four indicators of ego-alter ties include network size, Multiplexity, Tie Strength, and Tie Dispersion, which show different dimensions of relationships between the central entity (ego) and alters. The indicators related to the altered attributes in the ego network include six indicators of network composition: ego-alter similarity, heterogeneity, alter centrality, altered dispersion, and geographical dispersion. Two common social sciences concepts, social capital, and social support, can be defined and calculated as a subset of the combination criterion. Eleven indicators in the category of alter-alter ties include density, number, and size of components, Burt's Structural Hole Measures (four measures of effective size, Constraint, efficiency, and hierarchy are proposed to calculate this index), Gould and Fernandez Brokerage, Ego betweenness index, Degree centrality, closeness centrality, Alter Betweenness centrality, cliques, number of isolates nodes and Core-periphery. Some network structural metrics are graph-based and based on graph theory. Among others, we can refer to density, closeness centrality, degree centrality, alter Betweenness centralization, cliques, number of isolates nodes, and Core-periphery. When applied to personal networks, these metrics typically have a particular meaning and interpretation, especially if the ego is excluded. These meanings are different from their socio-centric network meaning.

Conclusion: Several kinds of research have been conducted on ego-centric networks, each dealing with some specific number of criteria related to the characteristics of these networks, and have tried to be a basis for evaluating the performance of the networks. Research gaps we identified in this field include reviewing the software required to implement the indicators and how to illustrate, validate, and apply these indicators in scientometrics, science evaluation, and technology research and policy.

.

Keywords

Ego-Centric Network, Ego Network, Ego-Alter Tie, Altered Attribute, Systematic Review

Citation: Neamatolahi, Z., Khademizadeh, Sh., Danesh, F., & Ghazavi, R. (2024). Indicators of Ego-centric Networks: Systematic Review. *Librarianship and Information Organization Studies,* 35(1): 39-74.
Doi:10.30484/NASTINFO.2023.3479.2239

Article Type: Research Article
Article history:
Received: 27 Aug. 2023
Accepted: 20 Dec. 2023

1. Ph.D. Candidate, Knowledge and Information Science, Faculty of Education and Psychology, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
zahra.neamatollahi@yahoo.com

2. Associate Professor, Knowledge and Information Science Group, Faculty of Education and Psychology, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran (Corresponding Author)
s.khademi@scu.ac.ir

3. Assistant Professor, Information Management Group, Islamic World Science & Technology Monitoring and Citation Institute (ISC), Shiraz, Iran
farshiddanesh@gmail.com

4. Assistant Professor, Knowledge and Information Science Group, Faculty of Education and Psychology, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
r.ghazavi@scu.ac.ir

Publisher: National Library and Archives of I.R. of Iran
© The Author(s).

شاخص‌های شبکه‌های ایگومحور: مرور نظام‌مند

زهرا نعمت الهی[1] | شهناز خادمی زاده[2] | فرشید دانش[3] | رقیه قضاوی[4]

چکیده

هدف: مرور نظام‌مند پژوهش‌های قلمرو شاخص‌های شبکه‌های ایگو به منظور تعیین ابعاد و جنبه‌ها و نیز دسته‌بندی شاخص‌های بررسی‌شده در متون در راستای ایجاد مبنایی جهت ارزیابی عملکرد برون‌دادهای علمی و یا شبکه‌های افراد، هدف اصلی مقالهٔ حاضربود.

روش: پژوهش حاضر با رویکرد تحلیلی و به روش مرور نظام‌مند انجام شده است. مراحل جست‌وجو و تحلیل داده‌ها در این مطالعه بر اساس راهنمای استاندارد پریزما تدوین شده است. بدین منظور بیست و سه پژوهش مرتبط با شاخص‌های شبکهٔ ایگو از ۲۰۰۳ تا ۲۰۲۳ در مجموعهٔ هستهٔ وب‌گاه علم و اسکاپوس و IEEE جست‌وجو و پس از پالایش نتایج ارائه شده‌اند. در هر سه پایگاه محدودیت‌های نوع مدرک (مقاله و کتاب) و بازهٔ زمانی (۲۰۰۳ تا ۲۲ may ۲۰۲۳) و زبان (انگلیسی) اعمال شد.

یافته‌ها: متون مرورشده در این پژوهش سه سطح از شاخص‌های شبکهٔ ایگو با توجه به ویژگی‌های ساختاری و ترکیبی را در قالب بیست و یک شاخص شناسایی کرده‌اند که عبارتند از: شاخص‌های پیوند ایگو ـ آلتر، شاخص‌های ویژگی‌های آلتر و شاخص‌های پیوند آلتر ـ آلتر. چهار شاخص ویژگی‌های پیوند ایگو ـ آلتر شامل اندازهٔ شبکه، تعدد، قدرت پیوند و پراکندگی پیوند است که نشان‌دهندهٔ ابعاد متفاوت روابط میان موجودیت مرکزی (ایگو) و آلترها است. شاخص‌های مرتبط با ویژگی‌های آلترها که در شبکهٔ ایگو وجود دارند شامل شش شاخص ترکیب شبکه، شباهت ایگو و آلتر، ناهمگونی، مرکزیت آلتر، پراکندگی آلترها و پراکندگی جغرافیایی هستند. دو مفهوم رایج در علوم اجتماعی مانند سرمایهٔ اجتماعی و حمایت اجتماعی را می‌توان زیرمجموعهٔ معیار ترکیب تعریف و محاسبه کرد. یازده شاخص تراکم، تعداد و اندازهٔ مؤلفه‌ها، چاله‌های ساختاری برت (سه معیار اندازهٔ مؤثر، محدودیت و سلسله‌مراتب جهت محاسبهٔ این شاخص پیشنهاد شده است)، شاخص واسط گلد و فرناندز، شاخص بینابینی ایگو، مرکزیت رتبه، نزدیکی و بینابینی آلتر، دسته‌ها، تعداد گره‌های منفصل و هستهٔ پیرامونی در دسته پیوندهای آلتر ـ آلتر مورد بررسی قرار گرفت. برخی از معیارهای ساختاری شبکه، مبتنی بر نمودار هستند و بر اساس نظریهٔ نمودار سنجیده شدند که از جملهٔ آن‌ها می‌توان به شاخص‌های تراکم، مرکزیت نزدیکی، درجه و بینابینی آلتر، دسته‌ها، تعداد گره‌های منفصل و هستهٔ پیرامونی اشاره کرد. این معیارها زمانی که در شبکه‌های ایگو مورد استفاده قرار می‌گیرند، اغلب معنی و تفسیر خاصی دارند به‌ویژه اگر ایگو از شبکه حذف شده باشد این معانی با معانی شبکه‌های کل‌محور متفاوت است.

نتیجه‌گیری: نتایج حاکی از برخی از شکاف‌های پژوهشی در قلمرو شبکه‌های ایگومحور افراد و شبکه‌های ایگومحور استنادی است که به لزوم بررسی شاخص‌های شبکه‌های ایگومحور، نرم‌افزارهای مورد نیاز جهت اجرای شاخص‌ها، شیوهٔ دیداری‌سازی، اعتبارسنجی، کاربرد شاخص‌ها در حوزهٔ علم‌سنجی، ارزیابی پژوهش و سیاست علم و فناوری می‌توان اشاره کرد.

کلیدواژه‌ها

شبکهٔ ایگومحور، شبکهٔ ایگو، پیوند ایگو ـ آلتر، ویژگی آلتر، مرور نظام‌مند

۱. دانشجوی دکتری، علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشکدهٔ علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
zahra.neamatollahi@yahoo.com

۲. دانشیار، گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشکدهٔ علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران (نویسندهٔ مسئول)
s.khademi@scu.ac.ir

۳. استادیار، گروه مدیریت اطلاعات، مؤسسهٔ استنادی و پایش علم و فناوری جهان اسلام (ISC)، شیراز، ایران
farshiddanesh@gmail.com

۴. استادیار، گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشکدهٔ علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
r.ghazavi@scu.ac.ir

فصلنامهٔ مطالعات کتابداری و سازماندهی اطلاعات، ۳۵ (۱)، بهار ۱۴۰۳

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۲۹

ناشر: سازمان اسناد و کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران

© نویسندگان

استناد: نعمت‌الهی، زهرا، خادمی‌زاده، شهناز، دانش، فرشید و قضاوی، رقیه (۱۴۰۳). شاخص‌های شبکه‌های ایگومحور: مرور نظام‌مند. *مطالعات کتابداری و سازماندهی اطلاعات*، ۳۵(۱): ۳۹-۷۴.
Doi:10.30484/NASTINFO.2023.3479.2239

مقدمه

با توجه به ارزیابی پیچیدگی‌ها و وابستگی‌ها در روابط میان موجودیت‌ها در سطوح متفاوت، کاربرد روش‌ها و نظریه‌های شبکه‌های اجتماعی با افزایش قابل ملاحظه‌ای همراه بوده است. شبکه‌های اجتماعی در علوم اجتماعی و رفتاری در ارتباط با ساختار پیوندهای میان افراد و سایر موجودیت‌های اجتماعی و جریان دانش و ایده‌ها است (Perry et al. , 2018). دانشمندان جهت رسیدن به بینش مشترک به دلیل تفاوت‌های اصطلاح‌شناسی و مقیاسی میان قلمروهای موضوعی گوناگون با دشواری‌هایی روبه‌رو هستند و شبکه‌های اجتماعی دیدگاه‌های مشترک در راستای حل مشکل را در اختیار آن‌ها قرار می‌دهد (Pescosolido, 2006).

تمرکز اصلی رویکرد شبکه‌های اجتماعی بر پیوندهای میان موجودیت‌ها، بررسی ترکیب آن‌ها، ماهیت روابط، تبادل اطلاعات میان اعضای شبکه و ساختار و موقعیت موجودیت‌ها است (Crossley et al., 2015; Perry et al. , 2018). مهم‌ترین مسئله در پژوهش‌های شبکه‌های اجتماعی تمرکز بر بحث نظری شبکه‌ها به‌ویژه پیوندهای میان موجودیت‌ها با روش‌های متفاوت است. حداقل دو روش پژوهشی در شبکه‌های اجتماعی وجود دارد. روش نخست تحلیل کل شبکه است که در آن پیوندهای میان همهٔ اعضاء و موجودیت‌های گروه یا بافت اجتماعی در نظر گرفته می‌شود. روش دوم شبکه‌های ایگو[1] است که در آن ارتباطات میان افراد و سازمان‌ها و منابع در شبکه‌ای با محوریت مرکزی یک موجودیت ارزیابی می‌شود. در شبکه‌های ایگو، داده‌ها از نمونه‌های انسانی که در ارتباط با یک موجودیت واحد هستند،

1 egocentric or personal networks

گردآوری می‌شود (McCarty et al., 2019). شبکهٔ ایگومحور از چهار بخش تشکیل می‌شود که عبارتند از ایگو که گره مرکزی است؛ آلتر[1]ها که گره‌هایی هستند که مستقیم با ایگو در ارتباطند؛ پیوندهای میان ایگو و آلتر؛ و نیز پیوندهای میان آلترها (Halgin & Borgatti, 2012; An, Beauvile & Rosche, 2022). شبکه‌های با مرکزیت ایگو شبکه‌هایی هستند که به یک گروه یا فرد واحد متصل هستند به عبارت دیگر در این گونه مطالعات، شبکه با مرکزیت ایگو را متشکل از یک کنشگر منفرد[2] (ایگو) و سایر اجزا که به گونه‌ای با کنشگر منفرد در ارتباط هستند (آلترها)، تعریف می‌کنند و روابط میان اجزای مرتبط با کنشگر منفرد نیز در این شبکه‌ها در نظر گرفته می‌شود (Chung et al., 2005; DeJordy & Halgin, 2008).

تحلیل شبکه‌های ایگومحور در انسان‌شناسی، علوم سیاسی، اقتصاد و جامعه‌شناسی، ارتباطات، اطلاع‌رسانی، مطالعات بازاریابی و تجارت به طور گسترده‌ای کاربرد دارد. از اهداف پژوهش‌های ایگومحور، پیش‌بینی نفوذ و تأثیر موجودیت مرکزی است. این فرایند از طریق بررسی متغیرهای توصیف‌کننده، شیوهٔ اتصال و ارتباط ایگو با آلترها، ویژگی‌های آلترها و الگوهای ارتباطی آلترها با یکدیگر صورت می‌پذیرد (Pescosolido & Rubin, 2000). شیوهٔ گردآوری داده و تحلیل شبکه‌های ایگومحور با سایر شبکه‌ها متفاوت است. به گونه‌ای که در گردآوری و تحلیل داده‌ها و نیز استنتاج‌ها انعطاف‌پذیری بیشتری دارند(Perry et al. , 2018). شبکه‌های ایگومحور در مواردی که تمرکز بر تعیین موجودیت‌های درون شبکه‌ها است و هم‌زمان روابط موجودیت‌ها در حلقه‌های شبکه‌ها تعیین شود، مفید است (Froehlich & Brouwer, 2021). همچنین به منظور تعریف و بازتعریف مرزهای شبکه در زمان تحلیل داده‌ها، پژوهشگران قابلیت انعطاف بالایی دارند.

مطالعات محدودی شبکه‌های ایگومحور را ارزیابی کرده‌اند (Perry et al. , 2018)، اما مطالعه‌ای که با روش مرور نظام‌مند شاخص‌های شبکهٔ ایگومحور را در راستای بهبود عملکرد پژوهشگران و علم‌سنجان بررسی کند، مشاهده نشد. این شاخص‌ها به عنوان سنجه‌هایی جهت تحلیل داده‌های شبکه‌های ایگومحور مورد استفاده قرار می‌گیرند و به دلیل تفاوت‌های ساختاری و ترکیبی شبکه‌های ایگومحور و کل‌محور، این سنجه‌های تحلیل نیز در دو نوع شبکه متفاوت خواهد بود. هدف اصلی این مقاله ارائهٔ معیارها و سنجه‌هایی جهت تحلیل

1 alter
2 single actor (ego)

داده‌های شبکه‌های ایگومحور و مرور نظام‌مند شاخص‌های این شبکه‌ها در راستای بهبود عملکرد پژوهشگران و علم‌سنجانی است که از شاخص‌های یادشده در پژوهش‌های خود بهره می‌برند. تفاوت این مقاله با پژوهش‌های مروری پیشین در این است که اکثر مقاله‌های منتشرشده، شاخص‌های شبکه‌های کل‌محور را مطالعه کرده‌اند (Borgatti, et al. , 2018 ; Scott, 2012; Wasserman & Faust, 1994) و یا شاخص‌های شبکه‌های ایگومحور را در علوم اجتماعی و شبکه‌های افراد بررسی کرده‌اند (Giannella & Fischer, 2016)، اما پژوهشی که به صورت جامع و تحلیلی به دسته‌بندی این شاخص‌ها بپردازد، مشاهده نشد. همچنین در این مقاله شاخص‌ها با ویژگی‌های شبکه‌های استنادی ایگومحور نیز تطبیق داده شده‌اند که موجودیت‌های مقالات استنادشده و مقالات استنادکننده هستند.

روش پژوهش

مطالعهٔ حاضر به روش مرور نظام‌مند انجام شده است. مراحل جست‌وجو و تحلیل داده‌ها در این مطالعه بر اساس راهنمای استاندارد پریزما[1] تدوین شده‌است. موهر و همکاران (۲۰۰۹) معتقدند که موارد ترجیحی در گزارش مقالات مروری منظم و فراتحلیل (پریزما[2]) مجموعه استانداردی است که برای گزارش در مرور نظام‌مند و فراتحلیل به کار می‌رود. نخست در جهت یافتن مستندات مرتبط با این پژوهش، پایگاه داده‌های معتبر ازجمله IEEE و مجموعهٔ هستهٔ وب‌گاه علم[3] و اسکاپوس با استفاده از استراتژی ("ego cent* network*" OR "ego net*" OR "personal network*") AND (indicator* OR evaluation* OR metric* OR measure* OR assessment OR index) جست‌وجو شد. با توجه به راهبرد جست‌وجو و همچنین هدف پژوهش، باید کلمات کلیدی در عنوان یا چکیده یا کلیدواژه‌های مقاله ظاهر شوند. در هر سه پایگاه محدودیت‌های نوع مدرک (مقاله و کتاب) و بازهٔ زمانی (۲۰۰۳ تا ۲۲ may ۲۰۲۳) و زبان (انگلیسی) اعمال شد. تعداد مدارک بازیابی‌شده در مرحلهٔ نخست از مجموعهٔ هستهٔ وب‌گاه علم و اسکاپوس و IEEE به‌ترتیب ۴۸۵ و ۵۳۲ و ۱۱۴ و در مجموع ۱۱۳۱ مدرک بود (شکل ۱).

1 standard PRISMA guide (standard PRISMA guidance)
2 Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)
3 Web of Science Core Collection (WOSCC)

شکل ۱- فرایند انتخاب مقالات مرور نظام‌مند

با توجه به دامنه و هدف پژوهش که مرور شاخص‌های شبکه‌های ایگومحور بود، معیارهایی برای ورود و خروج مدارک با توجه به روش مطرح‌شده در پریزما (Moher et al., 2009) در نظر گرفته شد. ازجمله معیارهای ورود شامل مقالاتی بودند که به ارزیابی، بحث، محاسبه و یا توصیف شاخص‌های شبکه‌های ایگو پرداخته بودند. به بیان دقیق‌تر در صورتی که مقاله در مورد شیوهٔ محاسبه، تعریف، کاربرد و یا دسته‌بندی شاخص‌های شبکه‌های ایگومحور مطالبی را بیان کرده بود، جهت تحلیل نهایی انتخاب می‌شد. معیارهای خروج نیز مدارکی بودند که به دیداری‌سازی شبکه‌های ایگو پرداخته بودند؛ مدارکی که صرفاً به ارائهٔ مباحث نظری مرتبط با شبکه‌های ایگو، طراحی شبکه‌ها، شیوهٔ گردآوری داده‌ها، نقاط قوت و ضعف آن‌ها، مدل‌سازی شبکه‌های ایگو و یا مقایسهٔ شبکه‌های ایگومحور و کل‌محور پرداخته بودند و در واقع در این مقالات شاخص‌های ارزیابی شبکه‌های ایگومحور مطرح نشده بود. پس از جست‌وجوی کلیدواژه‌ها نتایج بازیابی‌شده (۱۱۳۱ منبع) در نرم‌افزار اندنوت وارد شد و ۳۹۳ عنوان تکراری

شناسایی و حذف شد. پس از طی مراحل بررسی ارتباط مدارک با معیارهای ورود متن کامل ۵۲ مدرک مورد بررسی قرار گرفت و درنهایت تعداد ۲۳ منبع که حاوی اطلاعاتی در مورد هدف این مطالعه بودند، جهت تحلیل نهایی انتخاب و استخراج شدند. داده‌های استخراج‌شدهٔ مدارک در قالب یک فرم شامل نام شاخص، منابع، تعریف شاخص و جزئیاتی در مورد هدف و شیوهٔ محاسبهٔ آن بودند. منابعی که معیارهای ورود به پژوهش را داشتند در جدول ۱ ذکرشده‌اند.

جدول ۱- منابع دارای معیارهای ورود به پژوهش

کد	مشخصات کتابشناختی منابع
1	Perry, B. L., Pescosolido, B. A., & Borgatti, S. P. (2018). *Egocentric network analysis: Foundations, methods, and models (Vol. 44)*. Cambridge: Cambridge university press.
2	McCarty, C., Lubbers, M. J., Vacca, R., & Molina, J. L. (2019). *Conducting personal network research: A practical guide*. New York: Guilford Publications.
3	Crossley, N., Bellotti, E., Edwards, G., Everett, M. G., Koskinen, J., & Tranmer, M. (2015). Social network analysis for ego-nets: Social network analysis for actor-centred networks. Sage.
4	Wielens, J. (2014). Ego Network Analysis: An Overview. Bachelor's Thesis, University of Mannheim, Mannheim, Germany.
5	O'Malley, A. J., Arbesman, S., Steiger, D. M., Fowler, J. H., & Christakis, N. A. (2012). Egocentric social network structure, health, and pro-social behaviours in a national panel study of Americans. *PloS One*, 7(5), e36250
6	Djomba, J. K., & Zaletel-Kragelj, L. (2016). A methodological approach to the analysis of egocentric social networks in public health research: a practical example. *Slovenian Journal of Public Health*, 55(4), 256-263.
7	Hogan, B., Carrasco, J. A., & Wellman, B. (2007). Visualizing personal networks: Working with participant-aided sociograms. *Field Methods*, 19(2), 116-144.
8	Wu, Y., Pitipornvivat, N., Zhao, J., Yang, S., Huang, G., & Qu, H. (2015). Egoslider: Visual analysis of egocentric network evolution. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 22(1), 260-269.
9	Marin, A., & Hampton, K. N. (2007). Simplifying the personal network name generator: Alternatives to traditional multiple and single name generators. *Field Methods*, 19(2), 163-193.
10	Park, N., Lee, S., & Kim, J. H. (2012). Individuals' personal network characteristics and patterns of Facebook use: A social network approach. *Computers in Human Behavior*, 28(5), 1700-1707.
11	Lubbers, M. J., Molina, J. L., Lerner, J., Brandes, U., Ávila, J., & McCarty, C. (2010). Longitudinal analysis of personal networks. The case of Argentinean migrants in Spain. *Social Networks*, 32(1), 91-104.
12	Carrasco, J. A., Hogan, B., Wellman, B., & Miller, E. J. (2008). Collecting social network data to study social activity-travel behaviour: an egocentric

کد	مشخصات کتابشناختی منابع
	approach. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 35(6), 961-980.
13	Tamil Selvi, P., Balasubramaniam, K., Vidhya, S., Jayapandian, N., Ramya, K., Poongodi, M., Hamdi, M., & Tunze, G. B. (2022). Social network user profiling with multilayer semantic modelling using ego network. *International Journal of Information Technology and Web Engineering (IJITWE)*, 17(1), 1-14.
14	Froehlich, D. E., & Brouwer, J. (2021). *Social network analysis as mixed analysis*. In The Routledge Reviewer's Guide to Mixed Methods Analysis (pp. 209-218). Oxfordshire: Routledge.
15	Edwards, G., & Crossley, N. (2009). Measures and meanings: Exploring the ego-net of Helen Kirkpatrick Watts, militant suffragette. *Methodological Innovations Online*, 4(1), 37-61.
16	McCarty, C., & Wutich, A. (2005). Conceptual and empirical arguments for including or excluding ego from structural analyses of personal networks. *Connections*, 26(2), 82-88.
17	Herz, A., & Petermann, S. (2017). Beyond interviewer effects in the standardized measurement of ego-centric networks. *Social Networks*, 50(4), 70-82.
18	Vacca, R., Solano, G., Lubbers, M. J., Molina, J. L., & McCarty, C. (2018). A personal network approach to the study of immigrant structural assimilation and transnationalism. *Social Networks*, 53(2), 72-89.
19	Skotko, B. G., Krell, K., Haugen, K., Torres, A., Nieves, A., & Dhand, A. (2023). Personal social networks of people with Down syndrome. *American Journal of Medical Genetics Part A*, 191(3), 690-698.
20	Wyngaerden, F., Tempels, M., Feys, J. L., Dubois, V., & Lorant, V. (2020). The personal social network of psychiatric service users. *International Journal of Social Psychiatry*, 66(7), 682-692.
21	Stolz, S., & Schlereth, C. (2021). Predicting tie strength with ego network structures. *Journal of Interactive Marketing*, 54(1), 40-52.
22	Everett, M. G., & Borgatti, S. P. (2020). Unpacking Burt's constraint measure. *Social Networks*, 62(3), 5ض0-57.
23	Bidart, C., Degenne, A., & Grossetti, M. (2018). Personal networks typologies: A structural approach. *Social Networks*, 54(2), 1-11.

یافته‌های پژوهش

در این مقاله بیست و یک شاخص شبکه‌های ایگومحور از بیست و سه مقاله انتخاب‌شدهٔ استخراج شد و مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۱). پژوهشگران شاخص‌ها را با توجه به ویژگی‌های ساختاری و ترکیبی شبکه‌های ایگو بر اساس سطوح تحلیل در سه دستهٔ پیوند ایگو-آلتر، ویژگی‌های آلتر و پیوند آلتر ـ آلتر طبقه‌بندی کرده‌اند. هرکدام از این ویژگی‌ها نشان‌دهندهٔ جنبهٔ منحصربه‌فردی از شبکه‌ها است. در ادامه در جدول‌های ۲ و ۳ و ۴ تعریف

شاخص‌ها، کاربرد، توضیحات مرتبط، شیوهٔ محاسبه و منابعی که هر شاخص در آن‌ها ذکر شده، ارائه شده‌است. ذکر این نکته الزامی است که کاربرد شاخص‌ها در شبکه‌های ایگوی فردمحور است و در تمام منابع موجود، شاخص‌ها بر این اساس مطرح و محاسبه شده‌اند. پژوهشگران در مطالعهٔ حاضر کاربرد شاخص‌های مطرح‌شده در شبکه‌های استنادی ایگومحور را نیز مورد توجه قرار داده‌اند. با توجه به ویژگی‌های متفاوت شبکه‌های استنادی ایگومحور (شامل یک موجودیت مرکزی مانند مقاله یا نشریه به عنوان منبع کانونی، منابع استناددهنده به منبع کانونی به عنوان آلترها، ارتباط میان ایگو و آلترها و ارتباط میان آلترها) در مقایسه با شبکه‌های ایگومحور افراد (شامل یک فرد به عنوان موجودیت مرکزی و سایر افرادی که با این موجودیت ارتباط دارند به عنوان آلترها و ارتباط‌های میان آن‌ها)، برخی از شاخص‌ها امکان محاسبه در شبکه‌های استنادی ایگومحور را ندارد. در این پژوهش زمانی که در رابطه با کاربرد شاخص‌ها در شبکه‌های استنادی ایگومحور مباحثی مطرح می‌شود منظور یک موجودیت مرکزی مانند مقاله یا کتاب به عنوان ایگو، آلترها به معنی منابعی که به ایگو استناد داده‌اند، روابط میان آلترها و همچنین روابط میان ایگو و آلترها است. در صورتی‌که لایه‌های دیگری از شبکه‌های استنادی ایگومحور در نظر گرفته شود به نوعی با شبکه‌های کل‌محور تشابه پیدا می‌کند و کاربرد شاخص‌ها نیز متفاوت خواهد بود. قابلیت کاربرد در شبکه‌های استنادی ایگومحور در جداول ۲ و ۳ و ۴ در ستون توضیحات مورد اشاره قرار گرفته است. همچنین به علت اینکه در جدول‌های ارائه‌شده توصیف جزئیات فرمول‌ها امکان‌پذیر نبود در پانویس منابع آن‌ها ذکر شده و قابل بازیابی است.

شاخص‌های مرتبط با پیوندهای میان ایگو و آلترها

در این قسمت از پژوهش در رابطه با چهار شاخص پیوندهای ایگو ـ آلتر شامل اندازهٔ شبکه[1]، تعدد[2]، قدرت پیوند[3] و پراکندگی پیوند[4] که نشان‌دهندهٔ ابعاد متفاوت روابط میان موجودیت مرکزی (ایگو) و آلترها است مباحثی مطرح می‌شود (جدول ۲).

1 network size
2 multiplexity
3 tie strength
4 tie dispersion

جدول ۲- شاخص‌های پیوندهای ایگو ـ آلتر

نام شاخص	تعریف	کاربرد	شیوهٔ محاسبه	توضیحات	منابع جدول ۱
اندازهٔ شبکه	تعداد موجودیت‌های مرتبط با ایگو و تعداد آلترها را اندازهٔ شبکه گویند.	واضح‌ترین و آسان‌ترین و اساسی‌ترین معیار شبکهٔ ایگو محسوب می‌شود و مقایسه میان شبکه‌ها را ممکن می‌سازد.	میانگین و میانه تعداد آلترها	برای شبکهٔ افراد و شبکه استنادی قابل محاسبه است.	۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰
تعدد	روابط چندگانه میان آلترها را تعدد گویند.	پیوندهای چندگانه قوی‌تر و تأثیرگذارتر از پیوندهای تک‌بعدی است.	فراوانی نوع روابط میان ایگو و آلترها	به علت وجود پیکربندی‌های متفاوتی از این شاخص توزیع آن یکنواخت نیست. در شبکهٔ استنادی ایگومحور امکان محاسبهٔ آن وجود دارد.	۱، ۱۰
قدرت پیوند	شدت و مدت پیوند میان ایگو و آلترها و همچنین فراوانی تعامل آن‌ها را قدرت پیوند در شبکه گویند.	- پیوندهای قوی شاخص یکپارچگی اجتماعی و قوانین محسوب می‌شود. - پیوندهای ضعیف دسترسی به منابع جدید را موجب می‌شود.	گرایش‌های مرکزی مانند میانگین برای پیوندهای قوی و یا شاخص‌های پراکندگی مانند انحراف معیار برای پیوندهای ضعیف	در شبکه‌های استنادی این شاخص کاربرد ندارد زیرا فرض بر این است که پیوند میان آلترها و ایگو قدرت برابری دارند و تفاوتی بین پیوندها از نظر میزان قدرت وجود ندارد.	۱، ۴، ۵، ۶، ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۲۱

نام شاخص	تعریف	کاربرد	شیوهٔ محاسبه	توضیحات	منابع جدول ۱
پراکندگی پیوند	شیوهٔ گسترهٔ پیوندها را پراکندگی گویند.	نوع پیوند میان ایگو و آلترها تأثیر زیادی بر عملکرد شبکه دارد ازجمله می‌توان به میزان و تنوع دسترسی ایگو به منابع اطلاعاتی گوناگون به دلیل تنوع در آلترها اشاره کرد.	اگر داده‌ها دارای مقدار باشند از طریق واریانس و یا انحراف معیار و برای داده‌های دودویی با استفاده از پراکندگی روابط محاسبه می‌شود.	در شبکه‌های استنادی ایگومحور این شاخص کاربرد ندارد. به این علت که در این شاخص صرفاً پیوند میان ایگو و آلتر مد نظر است و در شبکه‌های استنادی نوع پیوندهای میان آلترها و ایگو تفاوتی ندارد.	۳، ۱۹

نخستین شاخص پیوند ایگو ـ آلتر اندازهٔ شبکه است. شبکه‌های ایگو اغلب به طور قابل ملاحظه‌ای از نظر اندازه متفاوت هستند و این تفاوت ارتباط نزدیکی با سایر متغیرها دارد. اندازهٔ شبکه پیامدهایی خواهد داشت، برای مثال در صورتی که اندازهٔ شبکه بزرگ باشد به معنی ارتباط تعداد بیشتر آلترها با موجودیت مرکزی است و احتمال اینکه بین آلترها نیز ارتباط وجود داشته باشد بیشتر می‌شود. در برخی از پژوهش‌ها اندازهٔ شبکه را مرکزیت پیوند[1] (Crossley et al., 2015) و یا مرکزیت درجه[2] (Borgatti & Everett, 2006) نیز نامیده‌اند، زیرا می‌تواند معیاری از مرکزیت ایگو در شبکه‌های کل‌محور باشد.

شاخص تعدد دومین شاخصی است که مورد مطالعه قرار گرفته است. برای مثال در شبکهٔ ایگومحور افراد، ممکن است فردی هم در گروه همکاران و هم در گروه دوستان باشد. در شبکهٔ استنادی ایگومحور برخی از آلترها از سایر آلترها استناد دریافت کرده و برخی به آن‌ها استناد داده‌اند. در صورتی که آلتری هم استناد دریافت کرده باشد و هم به سایر منابع استناد داده باشد در این صورت در دو دسته از طبقه‌بندی مذکور قرار دارد و شاخص تعدد را می‌توان برای آن محاسبه کرد.

پیوندهای ضعیف و قوی در پژوهش‌های شبکه‌های اجتماعی افراد پیامدهای منفی و

1 tie central tendency
2 degree centrality

مثبت بسیاری بسته به ماهیت پدیدهٔ اجتماعی دارد. ازجمله اینکه پیوندها نشان‌دهندهٔ قدرت نسبی ایگو است (Granovetter, 1973; Marsden & Campbell, 1984). در مجموع قدرت پیوند از طریق مدت زمان ارتباط و تعدد کانال‌های ارتباطی و نزدیکی سنجیده می‌شود و نشان‌دهندهٔ وجود رابطهٔ تنگاتنگ در شبکه است. این ویژگی‌ها میزان تبادل منابع و حمایت و نیازهای ارتباطی را تعیین می‌کنند (Park, Lee & Kim, 2012).

در شبکه‌های ایگوی افراد انواع پیوندها از جمله پیوند دوستی و کاری و یا پیوندهای ضعیف و قوی ممکن است مطرح شود. برای مثال ممکن است در یک شبکه انواع شبکه بررسی و این فرضیه مطرح شود که افراد با تعداد پیوندهای فامیلی کمتر دوستان نزدیک بیشتری دارند که قادر به حمایت عاطفی هستند. همچنین راج‌کومار[1] و همکاران (۲۰۲۲) بر این باورند که ایگوها با ترکیبی از پیوندهای قوی و ضعیف، نسبت به ایگوهایی که فقط روابط قوی دارند، دسترسی بهتری به منابع و اطلاعات جدید دارند. در پراکندگی پیوند نیز نیازی به داشتن اطلاعات پیوند میان آلترها نیست.

شاخص‌های مرتبط با ویژگی‌های آلترها

در این بخش از پژوهش در رابطه با شش شاخص مرتبط با ویژگی‌های آلترها که در شبکهٔ ایگو وجود دارند شامل ترکیب شبکه[2]، شباهت ایگو و آلتر[3]، ناهمگونی[4]، مرکزیت آلتر[5]، پراکندگی آلترها[6] و پراکندگی جغرافیایی[7] مطالبی ارائه می‌شود (جدول ۳).

1 Rajkumar
2 composition
3 ego-alter similarity
4 heterogeneity
5 alter central tendency
6 alter dispersion
7 geographical dispersion

جدول ۳- شاخص‌های ویژگی‌های آلترها

نام شاخص	تعریف	کاربرد	شیوهٔ محاسبه	توضیحات	منابع جدول ۱
ترکیب شبکه	انواع و تعداد متفاوت ارتباط آلترها را ترکیب شبکه گویند.	- تأثیرگذاری بر پیامدهای رفتارهای اطلاعاتی و جریان اطلاعات - کسب اطلاعات در رابطه با ویژگی‌های شبکه	- آلترها با ویژگی‌های طبقه‌ای: شمارش تعداد آلترهایی که دارای یک ویژگی معین هستند. - در صورتی که ویژگی‌های متغیر آلترها در نظر گرفته شود: شاخص‌های مرکزی مانند میانگین و میانه	- در شبکهٔ افراد دو مفهوم حمایت اجتماعی و سرمایهٔ اجتماعی زیرمجموعهٔ این شاخص است. - ویژگی‌های آلترها در شبکه‌های استنادی از نوع گسسته و طبقه‌ای است و برای این ویژگی‌ها، می‌توان معیار ترکیب را در شبکه‌های استنادی به کار برد.	۱، ۲، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰
شباهت ایگو - آلتر	برقراری پیوند مثبت و تعامل با گره‌های مشابه را شباهت ایگو - آلتر گویند.	اصل قدرتمند در شکل‌گیری و حفظ شبکه‌های اجتماعی	-آلترها با ویژگی‌های طبقه‌ای: نسبت تشابه و یا E-I index - آلترها با ویژگی‌های متغیر: mean squared difference[1]	- مشابه از نظر ویژگی‌ها و متغیرهای شناختی، رفتاری، علایق و نگرش - این شاخص هر دو مقولهٔ ویژگی‌های آلترها و پیوند میان ایگو و آلتر را در نظر می‌گیرد.	۱، ۲، ۳، ۴، ۱۰، ۱۱، ۱۴، ۱۸، ۲۰

[1] این فرمول و جزئیات مرتبط با آن در Perry et al. , 2018 در دسترس است.

نام شاخص	تعریف	کاربرد	شیوهٔ محاسبه	توضیحات	منابع جدول ۱
ناهمگونی	ویژگی‌های ناهمگون و متنوع در آلترها را ناهمگونی گویند.	- تعیین محدودهٔ شبکه - دسترسی به منابع متفاوت و متنوع و اطلاعات مرتبط - نوآوری بیشتر - توصیف الگوهای ساختاری تعامل‌های اجتماعی - حفظ یا تضعیف برابری و یکپارچگی اجتماعی	-آلترها با ویژگی‌های طبقه‌ای: از طریق Blau's index[1] - آلترها با ویژگی‌های متغیر: انحراف استاندارد	- هرچه ارتباط آلترها با هم کمتر باشد و شبکه گسترده‌تر باشد می‌تواند نشان‌دهندهٔ تنوع و تفاوت و نوآوری در شبکه باشد - ناهمگونی به توصیف الگوهای ساختاری تعامل‌های اجتماعی می‌پردازد.	۱، ۴، ۶، ۱۰، ۱۸، ۲۰
مرکزیت آلتر	اندازه و نسبت حضور هر آلتر در هر طبقه از ویژگی‌ها را مرکزیت آلتر گویند.	درک تأثیر کلی آلترها بر ایگو	- تعیین امتیاز مرکزیت برای هر آلتر (با ایگوی حذف‌شده) - اگر متغیرها پیوسته باشند: روش‌های آماری استاندارد مانند میانگین و میانه (Crossley et al., 2015).	- این شاخص در شبکه‌های استنادی ایگومحور کاربرد ندارد. - هر دو مقولهٔ ویژگی‌های آلترها و پیوند میان ایگو و آلتر را در نظر می‌گیرد.	۱، ۲، ۳

۱ این فرمول و جزئیات مرتبط با آن در Perry et al. , 2018 در دسترس است.

نام شاخص	تعریف	کاربرد	شیوهٔ محاسبه	توضیحات	منابع جدول ۱
پراکندگی آلتر	میزان گستردگی ویژگی‌های آلترها را پراکندگی آلتر گویند.	تنوع زیاد در ویژگی‌های آلترها برای ایگو مزیت محسوب می‌شود.	معیارهای پراکندگی مانند Blau's H و Agresti's IQV[1] برای آلترهای با ویژگی‌های متغیر می‌توان از انحراف استاندارد استفاده کرد.	- این شاخص در شبکه‌های استنادی ایگومحور کاربرد ندارد. -این شاخص هر دو مقولهٔ ویژگی‌های آلترها و پیوند میان ایگو و آلتر را در نظر می‌گیرد.	۳
پراکندگی جغرافیایی	بررسی بُعد فضایی شبکه‌های ایگو را پراکندگی جغرافیایی گویند.	جهت محاسبهٔ تأثیر فاصله بر عملکرد روابط اجتماعی از ویژگی پراکندگی جغرافیایی استفاده می‌شود.	فرمول محاسبهٔ میانگین فاصله میان ایگو و آلترها و همچنین میانگین فاصله میان آلترها[2]	این شاخص ویژهٔ شبکه‌های ایگوی افراد است که امکان محاسبهٔ فاصلهٔ جغرافیایی میان افراد وجود دارد.	۲

نخستین شاخص مطرح‌شده در این سطح از تحلیل، معیار ترکیب است که می‌تواند منعکس‌کنندهٔ محتوای شبکه و یا منابع مادی و غیرمادی موجود مانند دانش، رفتارها و ویژگی‌های فرهنگی (مثلاً ایده‌ها، ارزش‌ها، نگرش‌ها) باشند که در شبکه جریان دارد (Wasserman & Faust, 1994). ترکیب شبکه به دلیل پیامدهای بالقوه‌ای که برای تعیین رفتار و ویژگی‌ها و نتایج آن شبکه دارد، اهمیت دارد. ترکیب شبکه در شبکه‌های افراد می‌تواند پیامدهای مثبت مثل حضور یک فرد با قدرت سیاسی بالا و یا فردی متخصص در حیطهٔ پزشکی و یا برعکس پیامدهای منفی مثل حضور افراد وابسته در شبکه داشته باشد (Fowler & Christakis, 2008; Christakis & Fowler, 2007).

بسیاری از مطالعات شبکه‌های ایگومحور بر برخی از مفاهیم رایج در علوم اجتماعی

---

۱ این فرمول و جزئیات مرتبط با آن در Crossley et al., ۲۰۱۵ در دسترس است.

۲ این فرمول و جزئیات آن در McCarty et al., 2019 در دسترس است

مانند سرمایهٔ اجتماعی[1] و حمایت اجتماعی[2] تأکید دارند. این دو مفهوم را می‌توان زیرمجموعهٔ معیار ترکیب محسوب کرد. سرمایهٔ اجتماعی یکی از رایج‌ترین مفاهیم علوم اجتماعی است و به منابعی اطلاق می‌شود که فرد می‌تواند از طریق شبکهٔ ایگوی خود به آن دسترسی داشته باشد. این منابع می‌تواند ابزاری (پول، اطلاعات) و یا احساسی (همراهی) باشد. در رابطه با حمایت اجتماعی نیز برخی از مطالعات شبکه‌های ایگومحور بر توصیف شبکه‌های حمایتی فرد تمرکز دارند به این معنی که فرد در ابعاد گوناگون از سَمت چه افرادی حمایت می‌شود و یا چه افرادی را حمایت می‌کند، به عبارتی مبادلهٔ حمایت از افراد در شبکه را با استفاده از این شاخص می‌سنجند. (McCarty et al., 2019). معیار ترکیب برای ویژگی‌های طبقه‌ای یا گسستهٔ آلترها مانند تعداد نویسندگان مقاله و یا تعداد افراد حزب سیاسی در شبکهٔ افراد و ویژگی‌های متغیر یا پیوستهٔ آلترها مانند سن افراد قابل محاسبه است.

از مهم‌ترین یافته‌ها در پژوهش‌های شبکه‌های اجتماعی، تمایل افراد به برقراری پیوند مثبت و تعامل با افرادی است که به آن‌ها از نظر ویژگی‌ها و متغیرهای شناختی، رفتاری، علایق و نگرش‌ها شباهت دارند (Kim & Kim, 2021). در رابطه با این شاخص سه نظریهٔ اولویت[3] برقراری پیوند و دسترسی‌پذیری[4] و تأثیرگذاری[5] می‌تواند در تشکیل شبکهٔ ایگو مؤثر باشد. دو نظریهٔ نخست سازوکارهایی هستند که پیوندهای بین آلترها را شکل می‌دهند و نظریهٔ سوم مدلی است از اینکه چگونه پیوندها باعث شباهت ایگو و آلتر شده‌اند (Crossley et al., 2015). مک‌کارتی و همکاران (۲۰۱۹) در رابطه با این شاخص به ذکر این نکته می‌پردازند که شبکه‌های بزرگ‌تر به علت تنوع بیشتر آلترها، ناهمگون‌تر و متنوع‌تر از شبکه‌های با اندازه‌های کوچک‌تر هستند. فرولیچ و براور[6] (۲۰۲۱) نیز با مطرح کردن شاخص مجاورت[7]، بیان کردند که دلیل تشکیل برخی از شبکه‌های ایگوی افراد پیروی از اصل شباهت میان افراد نبوده و صرفاً به دلیل مجاورت ارتباط برقرار شده‌است. پری، پسکوسالیدو و بورگاتی[8] (۲۰۱۸) و

1 social capital
2 social support
3 preference
4 availability
5 influence
6 Froehlich & Brouwer
7 proximity (or propinquity)
8 Perry, Pescosolido & Borgatti

کراسلی و همکاران (۲۰۱۵) این معیار را با عنوان تطبیق‌پذیری ایگو[1] و در دسته‌بندی متغیرهای ترکیبی پیشرفته[2] مطرح کرده‌اند که میزان تطبیق ویژگی‌های ایگو و آلترها را نشان می‌دهد.

هرچه افراد از گروه‌های متفاوت در شبکه حضور داشته باشند، آن شبکه اطلاعات متنوع‌تری خواهد داشت (Campbell, et al. 1986). در این رابطه، رودان و گالونیک[3] (۲۰۰۴) ارتباط بین ناهمگونی دانش میان شبکهٔ ایگوی مدیران در محل کار و عملکرد مدیریتی و نوآوری آن‌ها را بررسی کردند. دسترسی به پیوندهای با انواع متفاوت دانش (به معنی تنوع محتوای اطلاعاتی) پیش‌بینی کنندهٔ کلی عملکرد و نوآوری مدیران بود. بااین‌حال پیوند میان نوآوری و تنوع دانش قوی‌تر بود و نشان داد که دسترسی به انواع متفاوت دانش کلید اصلی ایجاد و اجرای ایده‌های جدید است. در شبکه‌های استنادی ایگومحور نیز می‌توان به بررسی شاخص‌های شباهت و ناهمگونی با در نظر گرفتن ویژگی‌های گسسته یا طبقه‌ای آلترها مانند نوع پژوهش، تعداد نویسنده، تعداد استناد، وابستگی سازمانی، ضریب تأثیر مجله و ... پرداخت.

معیارهای دیگری که در دستهٔ ویژگی‌های آلتر طبقه‌بندی می‌شود، مرکزیت و پراکندگی آلتر است. مرکزیت آلتر شبیه به معیار مرکزیت پیوند است اما از ویژگی‌های آلتر استفاده می‌شود (Crossley et al., 2015). افراد مرتبط با آلترها با مهارت‌های متنوع نسبت به افرادی که ارتباط با آلترهای متنوع کمتری دارند، در موقعیت بهتری برای راه‌اندازی کسب‌وکار هستند. مرکزیت بالای آلترها در شبکه نشان‌دهندهٔ جایگاه آن‌ها است و سایر آلترها اعتماد و تمایل بیشتری به آلتر با مرکزیت بالا دارند. در شبکه‌های ایگوی افراد، ویژگی‌های سنی، جنسی، مالی و موقعیت اجتماعی خاصی می‌تواند مزیت محسوب شود؛ بنابراین هرچه آلتر در هرکدام از ویژگی‌ها امتیاز بیشتری کسب کند مرکزی‌تر به حساب می‌آید (McCarty et al., 2019).

مرکزیت آلترها به تعیین اندازه و نسبت آلترها می‌پردازد درحالی‌که پراکندگی آلترها به گستردگی آن[4] توجه دارد. در صورت طبقه‌ای بودن ویژگی آلترها در شبکه‌های افراد، بهتر است میزان پراکندگی در هر دسته مساوی باشد (Crossley et al., 2015). دلیل عدم کاربرد این شاخص در شبکه‌های استنادی ایگومحور این است که در شبکه‌های استنادی برای ویژگی‌های منابع ارزش در نظر گرفته نمی‌شود. برای مثال در شبکه‌های افراد موقعیت

1 ego correspondence
2 advanced compositional variables
3 Rodan and Galunic
4 how this is spread

اجتماعی ارزش محسوب می‌شود اما در شبکه‌های استنادی این گونه نیست و ویژگی‌های آلترها تأثیری بر موقعیت ایگو نخواهد داشت؛ بنابراین شاخص‌های مرکزیت و پراکندگی آلتر در شبکه‌های استنادی ایگومحور قابل محاسبه نیست.

شاخص‌های مرتبط با پیوندهای آلترها (آلتر ـ آلتر)

در این شاخص‌ها ساختار و الگوی پیوند میان آلترها در شبکه‌های ایگومحور مورد بررسی قرار می‌گیرد و درواقع معیارهایی که اطلاعاتی در رابطه با پیوندهای میان آلترها دارند مورد بررسی قرار می‌گیرد. این شاخص‌ها را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد: دستهٔ اول به این صورت است که با شبکه‌های ایگو مانند شبکهٔ اجتماعی کل‌محور کوچک رفتار شود و از مفاهیم استاندارد و رایج در سطح شبکه مانند تراکم برای شبکه‌های ایگو استفاده شود. این معیارها در راستای توصیف شکل و به‌هم‌پیوستگی شبکه[1] به کار برده می‌شود و از طریق حذف ایگو و پیوندهای ایگو و آلترها محاسبه می‌شود. دستهٔ دوم اشاره به معیارهای واسطه‌گری و رابط[2] میان موجودیت‌ها دارد و با استفاده از شاخص‌های مرکزیت در شبکه‌های ایگو محاسبه می‌شود (Perry et al. , 2018)، مانند شاخص چاله‌های ساختاری برت[3] و همچنین شاخص مرکزیت بینابینی که با حضور ایگو و پیوندهای ایگو و آلترها اندازه‌گیری می‌شود.

در این قسمت از پژوهش یازده شاخص تراکم، تعداد و اندازهٔ مؤلفه‌ها، چاله‌های ساختاری برت، شاخص واسط گلد و فرناندز[4]، شاخص بینابینی ایگو، مرکزیت رتبه، مرکزیت نزدیکی، مرکزیت بینابینی آلتر، دسته‌ها، تعداد گره‌های منفصل و هستهٔ پیرامونی مورد بررسی قرار می‌گیرند (جدول ۴).

1 describing the shape or cohesiveness of the ego network
2 brokerage measures
3 Burt, 1992
4 Gould & Fernandez, 1989

جدول ٤- معیارهای پیوندهای آلتر ـ آلتر

نام شاخص	تعریف	کاربرد	شیوهٔ محاسبه	توضیحات	منابع جدول ۱
تراکم یا چگالی	تراکم معیاری برای محاسبهٔ انسجام یا پیوستگی کلی شبکه است.	- ساده‌ترین و اساسی‌ترین ویژگی ساختاری - ترویج اشتراک منابع[2] - همبستگی مثبت با تعلق اجتماعی، حمایت اجتماعی، اعتماد و کنترل اجتماعی - چگالی کمتر نشان‌دهندهٔ نوآوری بیشتر[3] و افزونگی اطلاعات کمتر[4] در شبکه - نشان‌دهندهٔ تأثیرگذاری گره‌ها بر همدیگر - یکی از گسترده‌ترین معیارهای ساختاری برای شبکه‌های اجتماعی	درصد پیوندهای موجود نسبت به همهٔ پیوندهای ممکن با استفاده از پارامترهای تعداد پیوندهای بین اجزای شبکه و تعداد گره‌ها و حداکثر پیوندهایی که هر شبکه می‌تواند داشته باشد. فرمول تراکم برای پیوندهای مستقیم و غیرمستقیم متفاوت است.	در تحلیل شبکهٔ ایگو این معیار ضریب خوشه‌بندی ایگو[1] نیز نامیده می‌شود که بازه‌ای میان ۰ و ۱ دارد.	۱، ۲، ۳، ۴، ۶، ۷، ۱۰، ۱۱، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۲۰، ۲۳

1 ego's clustering coefficient
2 promote the sharing of resources
3 greater novelty
4 less information redundancy

نام شاخص	تعریف	کاربرد	شیوهٔ محاسبه	توضیحات	منابع جدول ۱
تعداد و اندازهٔ مؤلفه‌ها	مؤلفهٔ حداکثر گرهی در هر شبکه است که با سایر گره‌ها دارای پیوند است.	تعیین‌کنندهٔ میزان ارتباط آلترها و یا برعکس میزان انزوا و بخش‌بندی بودن[3] آلترها	از طریق فرمول نسبت مؤلفه‌ها[1] و یا فرمول fragmentation index[2]	وجود تعداد مؤلفه‌های زیاد همبستگی منفی با چگالی شبکه دارد زیرا تعداد پیوند میان مؤلفه‌ها کم است.	۱، ۲، ۷، ۱۶، ۲۰، ۲۳
چاله‌های ساختاری برت	نبود پیوند میان آلترها در شبکه‌های ایگومحور را چاله‌های ساختاری برت گویند.	– تسهیل‌کنندهٔ جریان اطلاعات و ایجاد مزیت در جست‌وجو و کسب منابع – مزایای اطلاعاتی (احتمال بیشتر برای به‌اشتراک‌گذاری اطلاعات و ایده‌ها) – مزایای کنترل اجتماعی – اشتراک اطلاعات خلاقانه و جدید متفاوت با سایر آلترها	از طریق فرمول – effective size یا اندازهٔ مؤثر (اندازهٔ شبکه منهای میانگین تعداد پیوندهای آلترها با ایگو)، – فرمول efficiency یا اثربخشی (اندازهٔ مؤثر تقسیم بر اندازهٔ شبکه) – فرمول محدودیت برت Burt's constraint index[4] – و فرمول hierarchy یا سلسله‌مراتب[5]	در شبکه‌های استنادی ایگو به علت ویژگی‌های متفاوت آن‌ها با شبکه‌های افراد محدودیت و سلسله‌مراتب کاربرد ندارد اما اندازهٔ مؤثر و کارآمدی قابل محاسبه است.	۱، ۲، ۳، ۴، ۸، ۱۰، ۱۳، ۱۹، ۲۲

1 component ratio

۲ این فرمول و جزئیات مرتبط با آن در Perry et al. , 2018 در دسترس است.

3 compartmentalized

۴ این فرمول و جزئیات مرتبط با آن در Perry et al. , 2018 و Crossley et al., 2015 در دسترس است.

۵ این فرمول ها و جزئیات مرتبط با آن ها در Perry et al. , 2018 در دسترس است.

نام شاخص	تعریف	کاربرد	شیوهٔ محاسبه	توضیحات	منابع جدول ۱
شاخص واسط گلد و فرانانز	انواع متفاوت رابطه میان آلترها و ایگو را شاخص واسط گلد و فرنانـــدز گویند.	بررسی نقش واسطه میان انواع متفاوت آلترهـا امکان‌پـذیر می‌شود.	تعداد دفعاتی که ایگو در هر ۵ روش مطرح‌شده نقش واسط داشته است، شمرده می‌شود و درنتیجه ۵ متغیر برای پیوندهای مستقیم به دست می‌آید. این شاخص هم برای متغیرهای مستقل و هم برای متغیرهای وابسته کاربرد دارد.	در مورد شبکه‌های استنادی این ۵ نقش را می‌توان برای ویژگی‌های متفاوت موجودیت‌ها به کاربرد و مجموع ۵ متغیر برای ایگوی مشخص، برابر با میزان چاله‌های ساختاری ایگو است.	۱، ۳
شاخص بینابینی ایگو	تعداد دفعاتی که گره ایگو به عنوان پل در طول کوتاه‌ترین مسیر بین دو آلتر عمل می‌کند شاخص بینابینی ایگو گویند.	– اندازه‌گیری و توصیف میزان نفوذ[۱]، اهمیت[۲]، وضعیت[۳] و میزان قدرت[۴] آن گره اطلاعاتی – میزان وابستگی آلترها به ایگو برای برقراری ارتباط	فرمول betweenness (که با استفاده از تعداد کوتاه‌ترین مسیرهایی که ایگو میان دو آلتر است و کوتاه‌ترین مسیرهایی که یک آلتر را به آلتر دیگر مستقیم و بدون واسطه متصل می‌کند، به دست می‌آید).	درواقع شاخص بینابینی ایگو به عنوان شاخص جایگزین چاله‌های ساختاری عمل می‌کند.	۱

۱ influence
2 importance
3 status
4 power

نام شاخص	تعریف	کاربرد	شیوهٔ محاسبه	توضیحات	منابع جدول ۱
مرکزیت رتبه	تعداد آلترهایی که به صورت مستقیم با یک آلتر پیوند دارند مرکزیت رتبه گویند.	معیاری است که انسجام کلی را می‌سنجد و با نسبت چگالی شبکه نسبت مستقیم دارد.	فرمول $D = d/(N-1)$ (در این فرمول از میانگین مرکزیت رتبه و تعداد آلترها استفاده شده است[3]).	میزانی که در آن ساختار یک شبکه از نظر درجه تحت تأثیر یک آلتر واحد است[1] تمرکز رتبه[2] می‌نامند.	۲، ۴، ۱۱، ۱۵، ۱۶، ۲۰
مرکزیت نزدیکی	مرکزیت نزدیکی معیاری است که نشان می‌دهد آن آلتر چقدر به سایر آلترها نزدیک است.	میزان تأثیرگذاری یک آلتر واحد از نظر نزدیکی بر ساختار شبکه است.	معمولاً در شبکه‌ها میزان مرکزیت نزدیکی را با استفاده از سنجهٔ فاصلهٔ ژئودزیک[5] می‌سنجند.	مرکزیت نزدیکی برای نمودارهای غیرمتصل مانند حضور گره‌های منفصل و یا ترکیب‌های چندگانه[4] معنی‌دار نیست.	۲، ۱۵، ۱۶

1 the extent to which the network structure is dominated by a single alter in terms of degree
2 degree centralization
۳ این فرمول و جزئیات آن در McCarty et al., 2019 در دسترس است.
4 multiple components
5 geodesic

نام شاخص	تعریف	کاربرد	شیوهٔ محاسبه	توضیحات	منابع جدول ۱
مرکزیت بینابینی آلتر	کوتاه‌ترین مسیر میان گره‌های شبکه که از آن آلتر می‌گذرد پس از حذف ایگو را مرکزیت بینابینی آلتر گویند.	گره‌های با مرکزیت بینابینی بالا اغلب در راستای کنترل جریان اطلاعات و یا منابع عمل می‌کنند.	نسبتی از کل جریان بین دو آلتر که یک آلتر خاص بخشی از آن مسیر است.	این معیار در شبکه‌های ایگو با تعداد زیاد گره کاربرد دارد. مرکزی‌ترین آلتر از نظر بینابینی آلتری است که پلی میان بیشترین جفت از آلترها باشد.	۲، ۴، ۱۱، ۱۵، ۲۰، ۲۳
دسته‌ها[1]	حداکثر زیرگراف‌های کاملی که در آن‌ها هر آلتر به صورت مستقیم به دیگری متصل است دسته گویند.	دسته‌ها اغلب چندین آلتر را به اشتراک می‌گذارند و تنها با یک یا چند آلتر از همدیگر متفاوت می‌شوند و آلترهای یکسان می‌توانند بخشی از چند دسته باشند.	از طریق تشکیل ماتریس مجاورت N*N	این شاخص در شبکه‌های استنادی ایگومحور نیز کاربرد دارد. برای مثال یک موجودیت مانند مقاله می‌تواند در چند دسته قرار بگیرد.	۲، ۱۶، ۲۰
تعداد گره‌های منفصل[2]	گره‌های منفصل آلترهایی هستند که بجز ایگو به سایر گره‌ها متصل نیستند.	با افزایش تعداد آلترها درصد گره‌های منفصل کاهش می‌یابد به این علت که احتمال ارتباط بین آلترها بیشتر می‌شود.	تعداد و نسبت آلترهایی که هیچ رابطه‌ای با سایر آلترهای مرتبط با ایگو ندارند.	این شاخص در شبکه‌های استنادی ایگومحور گستردگی شبکه را محاسبه می‌کند.	۲، ۷، ۲۰

1 cliques
2 number of isolates

نام شاخص	تعریف	کاربرد	شیوهٔ محاسبه	توضیحات	منابع جدول ۱
هستهٔ پیرامونی[2]	ساختار شبکه‌ای که برخی آلترها هستهٔ متراکم متصل[1] را تشکیل می‌دهند هستهٔ پیرامونی گویند.	یکی از ساختارهای شبکه با یک هستهٔ مرکزی و یک گروه متراکم از آلترها که ایگو با آن‌ها قوی‌ترین پیوندها و بیشترین فراوانی تعامل را دارد.	برای محاسبهٔ این شاخص منطقی است که ایگو حذف نشود اما با حذف ایگو نیز قابل محاسبه است. در هر دو حالت با محاسبهٔ تراکم و چگالی آلترها امکان محاسبهٔ این شاخص وجود دارد.	سایر گره‌های پیرامونی، به صورت پراکنده‌تری با هسته و با یکدیگر متصل هستند. این شاخص در شبکه‌های استنادی ایگومحور قابل محاسبه است.	۲، ۱۶

بخش پیوندهای آلتر ـ آلتر بیشترین تعداد شاخص را به خود اختصاص داده‌است. نخستین و مهم‌ترین شاخص در این سطح، تراکم شبکه است که اشاره به میزان ارتباط آلترها با یکدیگر دارد و بُعد مهمی از شبکهٔ ایگو به شمار می‌رود (Borgatti et al., 1998; Wellman, 1999; Perry et al., 2018). هرچه میانگین تراکم شبکه زیاد باشد، گره‌ها در شبکه دارای پیوندهای زیادی هستند و ارتباطات نزدیک‌تری با همدیگر دارند. شبکهٔ ایگومحور پس از حذف ایگو می‌تواند به صورت ماتریس مجاورت N*N نشان داده شود که بیانگر وجود پیوند میان آلترها است.

زیرمجموعه‌های شبکهٔ استنادی تعدادی مؤلفه‌های متصل با اندازه‌های متفاوت دارند (Huang et al., 2018). پس از اینکه روابط میان ایگو و آلترها حذف شد، روابط میان آلترها از نظر تعداد و اندازه ازجمله شاخص‌های دیگر مطرح در شبکه‌های ایگومحور است. در شبکهٔ ایگو محور وجود تعدادی مؤلفهٔ متصل به این معنی است که آن شبکه گروه‌هایی از آلترهای جداگانه دارد که ارتباطی با یکدیگر ندارند و ارتباط آن‌ها صرفاً از طریق اشتراک در پیوند با

1 densely connected core
2 core-periphery

ایگو است (Perry et al. , 2018). باید توجه داشت که به علت اینکه ایگو به همهٔ آلترها متصل است، شبکه‌های ایگو همیشه می‌توانند به عنوان مؤلفهٔ متصل واحد در نظر گرفته شوند. در صورتی که ایگو حذف شود نیز مؤلفه‌های متصل دیگری ظاهر می‌شوند. مؤلفه‌ها اغلب محیط و زمینه و تنظیمات خاصی در زندگی اجتماعی خود دارند. شبکه‌هایی که مؤلفه‌های متصل زیادی دارند، دارای بالاترین مرکزیت بینابینی در شبکهٔ خود هستند (McCarty et al., 2019).

تفاوت معیار مؤلفه‌ها با دسته‌ها این است که در حالی که مؤلفه‌ها منحصربه‌فرد هستند (هیچ آلتری نمی‌تواند بخشی از چند مؤلفه باشد)، دسته‌ها می‌توانند هم‌پوشانی داشته باشند به این معنی که آلترهای یکسان می‌توانند بخشی از چند دسته باشند.

تراکم شبکهٔ ایگو قادر به کشف تفاوت درون شبکه نیست و می‌تواند این واقعیت را پنهان کند که برخی از بخش‌های شبکه از برخی دیگر متراکم‌تر هستند (Borgatti, et al., 2018). این بحثی است که برت در سال ۱۹۹۵ به عنوان چاله‌های ساختاری مطرح کرد و تعدادی معیارهای ساختاری را برای محاسبهٔ آن پیشنهاد داد. به صورت خلاصه همان گونه که برت مطرح کرد در صورتی که دو آلتر با هم در ارتباط نباشند بین آن‌ها چالهٔ ساختاری به وجود می‌آید. پیامدهای چاله‌های ساختاری شامل ایده‌های خوب[1] (Burt, 2004)، خلاقیت[2] (Ahuja, 2000)، انتقال دانش (Abbasi, et al. , 2012) و عملکرد فردی[3] (Cross & Cummings, 2004) است.

برت (۱۹۹۲) به ارائهٔ معیارهایی مرتبط با چاله‌های ساختاری پرداخت و سه معیار برای محاسبهٔ این موقعیت پیشنهاد داد: اندازهٔ مؤثر، محدودیت[4] و سلسله‌مراتب[5]. نخستین معیار اندازهٔ مؤثر است که تعداد آلترهای مستقل را محاسبه می‌کند و درواقع گستردگی شبکه را می‌توان با این معیار سنجید. اگر هیچ کدام از آلترها با هم ارتباطی نداشته باشند میانگین پیوندهای آن‌ها صفر می‌شود و درنتیجه اندازهٔ مؤثر مساوی با اندازهٔ شبکه می‌شود. اگر همهٔ آلترها با هم پیوند مستقیم داشته باشند میانگین پیوندها و عدد اندازهٔ مؤثر یک می‌شود. هرچه

1 good ideas
2 innovation
3 individual performance
4 constraint
5 hierarchy

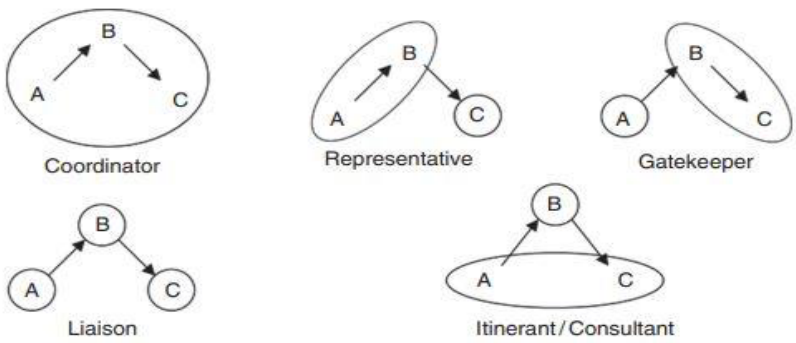
شبکهٔ ایگو بزرگ‌تر باشد، اندازهٔ مؤثر نیز بیشتر است زیرا انـدازهٔ مـؤثر تـابع مثبـت[1] از انـدازهٔ شبکه و تابع منفی[2] از تعداد پیوندهای میان آلترها است (McCarty et al., 2019).

محدودیت معیار دیگری است که برت برای افزونگی شبکه معرفی کرد و به معنی میزانی است که ایگو زمان و انرژی خود را در گروه متراکم از آلترهـا متمرکـز مـی‌کنـد. تمرکـز ایـن شاخص بر جایگزین‌هایی است که آلترها برای تبادل منابع با ایگو دارند. برای مثـال در شـبکهٔ افراد اگر آلترها ترجیح دهند که به جای تبادل با ایگو با سایر آلترها تبادل داشته باشـند، آنگـاه ارتباط آلترها قوی‌تر از ارتباط ایگو و آلترها می‌شود و درواقع روابط ایگو محـدود مـی‌شـود و زمان و انرژی بیشتری را می‌تواند در سایر جنبه‌های روابط خود با آلترها اختصاص بدهـد؛ امـا در صورتی که آلترها با هم ارتباطی نداشته باشند و درواقع جایگزینی برای ایگو نداشته باشـند، ایگو روابط محدود کمتری خواهد داشت (Skotko et al., 2023). این شـاخص مخـالف بـا چاله‌های ساختاری است به این معنی که هرچه محـدودیت کمتـر باشـد چالـه‌های سـاختاری بیشتری در شبکه وجود خواهـد داشـت. محـدودیت در شـبکه‌های کوچـک‌تر، در شـبکه‌های متصل متراکم‌تر و در شبکه‌هایی که یک آلتر مرکزیت بالاتری دارد بیشـتر اسـت (Everett & Borgatti, 2020). سلسله‌مراتب را نیز برت برای انـدازه‌گیری چالـه‌های سـاختاری در سـال ۱۹۹۲ گسترش داد. این شاخص به کمّی‌سازی میزانی که شبکهٔ ایگو توسط یـک آلتـر محـدود می‌شود می‌پـردازد و نـابرابری در شـیوهٔ محـدود شـدن ایگـو توسـط هـر آلتـر را مـی‌سـنجد (Crossley et al., 2015).

شاخص واسط را گلد و فرناندز (۱۹۸۹) مطرح کردند. جهت درک بهتر ایـن شـاخص فرض کنید یک ویژگی مقوله‌ای وجود دارد که هم ایگو و هم آلترها را توصیف می‌کنـد ماننـد نوع سازمانی که در آن شاغل هستند و هرکدام از افراد در نوع خاصی از سازمان مانند سـازمان دولتی یا سازمان خصوصی یا ... کار می‌کنند و ممکن است که بین انواع متفاوت این سازمان‌ها نقش واسطه را داشته باشند. بر اساس شکل ۲ احتمال دارد پنج نوع رابطه میان آلترهـا و ایگـو در شبکه ایجاد شود. در شکل ۲ B ایگو اسـت و A و C آلتـر هسـتند. اعضـایی کـه در یـک سازمان هستند با دایره دور گره‌ها مشخص شده‌اند. نخستین نوع آن نقش هماهنگ‌کننده[3] است

1 positive function
2 negative function
3 coordinator role

که زمانی اتفاق می‌افتد که ایگو نقش واسط میان دو آلتر را دارد و هم ایگو و هم آلترها در یک سازمان کار می‌کنند. نوع دوم نقش نماینده[1] را دارد و ایگو پیوندی را (برای مثال جریانی از منابع[2]) از یک آلتر دریافت می‌کند که با ایگو در یک سازمان مشترک است و به آلتر دیگری پیوند می‌دهند که نوع سازمان متفاوتی دارد.



شکل ۲- انواع متفاوت نقش واسط در شاخص (Gould and Fernandez, 1989)

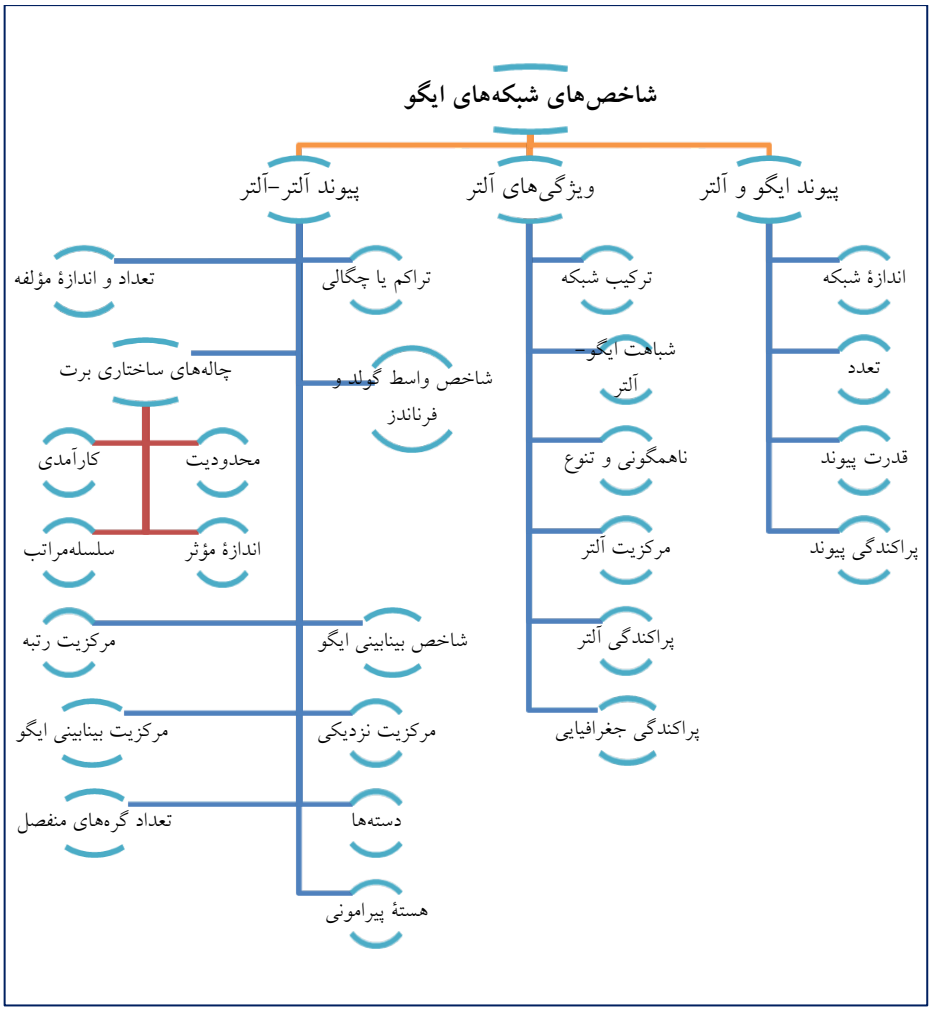
نوع سوم نقش دروازه‌بان[3] را دارد و برعکس نوع دوم است، ایگو از آلتری پیوند دریافت می‌کند که در سازمانی متفاوت با آن است و به آلتری در سازمان یکسان پیوند می‌دهد. نوع چهارم نقش رابط[4] یا مشاور[5] را دارد. این نقش زمانی رخ می‌دهد که ایگو واسط میان دو آلتر باشد که هر دو در یک سازمان هستند و با سازمان ایگو متفاوت است. درنهایت پنجمین نوع نقش رابط[6] است که در آن هر سه موجودیت به سازمان‌های متفاوتی تعلق دارند. به شیوه‌های مشابه با انواع متفاوت سازمان، می‌توان ویژگی‌های منحصربه‌فرد آلترها مانند جنسیت یا طبقه‌های قومی و نژادی در شبکه‌های افراد و ویژگی‌های مرتبط با منابع علمی ازجمله تعداد نویسندگان و ضریب تأثیر مجله و ... برای شبکه‌های استنادی را در نظر گرفت. در این روش به جای قرار دادن موقعیت‌هایی از واسط بودن ایگو بین دو آلتر، نقش‌های واسط را به پنج نوع مجزا تقسیم‌بندی کرده است.

1 representative role
2 a flow of resources
3 gatekeeper role
4 itinerant
5 consultant
6 liaison role

یکی از معیارهای مرکزیت معنادار برای توصیف ساختار ایگو در شبکه‌های ایگو مرکزیت بینابینی است که فریمن[1] (۱۹۸۲) و بورگاتی و اورت[2] (۲۰۰۶) پیشنهاد داده‌اند. زمانی که همهٔ آلترها مستقیم با هم ارتباط داشته باشند میزان شاخص بینابینی صفر است و هیچ آلتری جهت برقراری ارتباط به گره ایگو نیاز ندارد. شاخص بینابینی ایگو زمانی به مقدار حداکثر خود می‌رسد که ایگو به عنوان ستاره در مرکز آلترها حضور داشته باشد، یعنی هیچ آلتری با هم ارتباط مستقیم نداشته باشد (Wielens, 2014). این مفهوم همان شاخص گستردگی در شبکه‌های استنادی ایگومحور است. به‌ویژه زمانی که بحث قدرت و کنترل مطرح باشد این شاخص بسیار مناسب است زیرا میزان وابستگی آلترها به ایگو را برای برقراری ارتباط با هم محاسبه می‌کند. از معیارهای مرکزیت مطرح‌شده در این سطح از شاخص‌ها، سه معیار مرکزیت بینابینی ایگو، مرکزیت رتبه و مرکزیت بینابینی آلتر در شبکه‌های استنادی ایگومحور کاربرد دارد اما معیار مرکزیت نزدیکی در این شبکه‌ها قابل محاسبه نیست.

برخی از معیارهای ساختاری شبکه مبتنی بر نمودار هستند و بر اساس نظریهٔ نمودار سنجیده می‌شوند. نظریهٔ نمودار شاخه‌ای از ریاضیات است که نمودارها را مطالعه می‌کند که در واقع نشان‌دهندهٔ روابط (پیوندها) میان موجودیت‌ها (گره‌ها) است. ازجمله معیارهای مبتنی بر نمودار در شبکه‌های ایگو می‌توان به تراکم، مرکزیت نزدیکی، مرکزیت درجه، مرکزیت بینابینی آلتر، دسته‌ها، تعداد گره‌های منفصل و هستهٔ پیرامونی اشاره کرد. این معیارها زمانی که در شبکه‌های ایگو مورد استفاده قرار می‌گیرند، اغلب معنی و تفسیر خاصی دارند به‌ویژه اگر ایگو از شبکه حذف شده باشد و با معانی شبکه‌های کل‌محور متفاوت است. در شکل ۳ شاخص‌های مرورشدهٔ شبکه‌های ایگو در این مقاله و سطوح متفاوت تحلیل آن‌ها ارائه شده است.

1 Freeman
2 Borgatti and Everett



شکل ۳- شاخص‌های شبکه‌های ایگو

نتیجه‌گیری

این مقاله با هدف مروری نظام‌مند بر شاخص‌های موجود شبکه‌های ایگومحور انجام شد. معیارهای اندازه‌گیری شبکهٔ ایگو به سه دستهٔ پیوند ایگو ـ آلتر، ویژگی‌های آلتر و پیوند آلتر–آلتر تقسیم شدند. پری، پسکوسالیدو و بورگاتی (۲۰۱۸) و کراسلی و همکاران (۲۰۱۵) جهت تحلیل داده‌های شبکهٔ ایگو از این سه دسته‌بندی استفاده کردند. مک کارتی و همکاران (۲۰۱۹) تقسیم‌بندی متفاوتی از شاخص‌های شبکه‌های ایگو را در پژوهش خود ارائه دادند. آن‌ها شاخص‌ها را به چند دستهٔ معیارهای ساختاری، ترکیبی، مبتنی بر نمودار، ویژگی‌های ایگو،

شبکه‌های ایگو با اندازهٔ بزرگ و ادغام ویژگی‌های ساختاری و ترکیبی تقسیم کردند. ویلنز (۲۰۱۴) نیز شاخص‌های شبکهٔ ایگو را در دو دستهٔ کلی مؤلفه‌های ترکیبی و تحلیل محتوا و مؤلفه‌های تحلیل ساختاری مطرح کرد. همچنین مطابقت هرکدام از شاخص‌ها با شبکه‌های افراد و شبکه‌های استنادی تحلیل شد. نتایج حاکی از این است که از بیست و یک شاخص مطرح‌شده در این پژوهش، شش شاخص قدرت پیوند، پراکندگی پیوند، مرکزیت آلتر، پراکندگی آلتر، پراکندگی جغرافیایی و مرکزیت نزدیکی در شبکه‌های استنادی ایگومحور کاربرد ندارد. سایر شاخص‌ها امکان محاسبه در شبکه‌های استنادی ایگومحور را دارند. نتایج همچنین نشان‌دهندهٔ کاربرد بیشتر برخی از شاخص‌ها در شبکه‌های ایگومحور است از جمله شاخص‌های اندازه و تراکم شبکه شاخص‌هایی بود که در بیشترین منابع بررسی‌شده بودند.

برخی از شاخص‌ها نیز مانند بینابینی ایگو، پراکندگی آلتر و پراکندگی جغرافیایی تنها در یک منبع در مورد آن‌ها بحث شده بود. پری، پسکوسالیدو و بورگاتی (۲۰۱۸) و ویلنز (۲۰۱۴) شاخص اندازهٔ شبکه را اساسی‌ترین و رایج‌ترین معیار شبکه‌های ایگو معرفی کردند. کراسلی و همکاران (۲۰۱۵) نیز شاخص تراکم را ساده‌ترین و واضح‌ترین و اساسی‌ترین معیار سنجش شبکه‌های ایگو برشمردند. نتایج همچنین حاکی از آن است که بیشترین شاخص‌ها در دستهٔ پیوند آلتر ـ آلتر قرار داشت و کمترین تعداد نیز مربوط به سطح پیوند ایگو ـ آلتر بود.

در مورد کاربرد شاخص‌های ذکرشده، توجه به جامعهٔ هدف و شیوهٔ تحلیل داده‌ها الزامی است. در صورتی که جامعهٔ مورد بررسی در شبکه‌های ایگو، افراد باشند، این معیارها در ارزیابی مباحث مرتبط با بازاریابی و تجارت و کسب‌وکار می‌توانند کاربرد داشته باشند. برای مثال در شبکه‌های ایگوی افراد در صورتی که فردی در شبکه، موقعیت اجتماعی یا مالی و یا سیاسی ویژه‌ای داشته باشد، این شبکه در شاخص ترکیب امتیاز بالاتری کسب می‌کند و برای آلترها و ایگو مزیت محسوب می‌شود. در صورتی که موجودیت مورد بررسی، انتشارات و مقالات علمی باشند، بحث شبکه‌های استنادی ایگومحور مطرح می‌شود و فضای تحقیقاتی به سمت تأثیر ارزیابی مبتنی بر استناد سوق داده می‌شود. در این صورت شاخص‌های بهره‌وری و اثرگذاری برون‌دادهای علمی می‌تواند مبنای سیاست‌گذاری‌های پژوهشی قرار گیرد. برای مثال شاخص گره‌های منفصل در شبکه‌های استنادی ایگومحور نشان‌دهندهٔ گستردگی شبکه است و از طریق محاسبهٔ آن می‌توان به این نتیجه رسید که در هر حیطهٔ موضوعی ارتباط میان آلترها به چه میزان است. در صورتی که هیچ کدام از آلترها با هم ارتباط نداشته باشند میزان این شاخص برابر با اندازهٔ شبکه و نشان‌دهندهٔ گستردگی شبکه است و در صورتی که آلترها به هم

استناد داده باشند عمق شبکه بیشتر خواهد شد. جهت درک بهتر این موضوع در صورتی که دو منبع تعداد استنادهای برابری دریافت کرده باشند و در منبع اول میان آلترها ارتباط وجود دارد و در منبع دوم هیچ ارتباطی میان آلترها نباشد، این دو منبع در واقع سطح تأثیر استنادی برابری دارند اما از لحاظ اثرگذاری روی سایر تولیدات علمی با همدیگر متفاوت هستند. بنابراین این شاخص می‌تواند بعد دیگری از اثرگذاری استنادی را در انتشارات محاسبه کند.

در رابطه با شیوهٔ تحلیل نیز شبکه‌های ایگو از طریق دیدگاه ایگومحور و کل‌محور قابل تحلیل است. به عبارت دیگر می‌توان برای تحلیل‌های شبکه‌های ایگو محور از رویکرد کل‌محور استفاده کرد. با دو روش مختلف می‌توان این تحلیل را انجام داد. نخستین روش داده‌های شبکهٔ ایگومحور را در شبکهٔ کل‌محور ادغام می‌کند و نتیجه را به گونه‌ای تحلیل می‌کند که گویی یک مجموعه دادهٔ اجتماعی‌محور[1] بوده است. دومین روش با هرکدام از شبکه‌های ایگو مانند یک شبکهٔ کل‌محور رفتار می‌کند و رویکردهای تحلیلی استاندارد شبکه‌های اجتماعی‌محور را روی آن‌ها اجرا می‌کند. در روش دوم همان گونه که در بخش شاخص‌ها مطرح شد، مفاهیم و رویکردهای مورد استفاده در شبکه‌های کل‌محور مانند مفاهیم چگالی و تعداد مؤلفه‌ها و شاخص پراکندگی را می‌توان برای تحلیل شبکه‌های ایگو استفاده کرد. در این روش به جای تمرکز بر ایگو تمرکز بر خود شبکه خواهد بود.

متغیرهای ساختاری[2] که در شبکه‌های کل‌محور استفاده می‌شود این قابلیت را دارد که در شبکه‌های ایگو نیز مورد بررسی قرار گیرند و برعکس. ذکر این نکته نیز لازم است که اکثر شبکه‌های ایگومحور در سال‌های گذشته تمرکز بر ترکیب شبکه (ویژگی‌های آلترها) داشته‌اند تا ساختار شبکه (تحلیل الگوهای پیوند میان آلترها) (McCarty et al., 2019). در حوزهٔ علم‌سنجی به دلیل تمرکز بیشتر بر الگوهای پیوند میان موجودیت‌ها، تحلیل ساختار شبکه می‌تواند کاربردی‌تر باشد. برعکس در حوزه‌های علوم اجتماعی به دلیل ماهیت متفاوت موجودیت‌ها، ترکیب شبکه اهمیت بیشتری دارد.

نکتهٔ مهم دیگر در رابطه با شبکه‌های ایگو حضور و یا حذف ایگو از شبکه است به این علت که برخی از شاخص‌ها را با حضور ایگو نمی‌توان محاسبه کرد و برای برخی دیگر لازم است ایگو حذف شود (Crossley et al., 2015). دیداری‌سازی نیز از این قاعده مستثنا

1 sociocentric dataset
2 structural measures

نیست. وجود ایگو در مرکز نمودار، نشانه‌ای قدرتمند است که ارتباط داده‌های شبکهٔ ایگو را به تصویر می‌کشد و امکان مقایسه بین شبکه‌های مختلف ایگو را فراهم می‌کند. از طرف دیگر پیوندهای میان ایگو و همهٔ آلترها باعث به وجود آمدن درهم‌تنیدگی و پیچیدگی شبکه می‌شود و الگوی پیوند میان آلترها کمتر آشکار می‌شود. ممکن است پیوندهای میان آلترها در برخی شبکه‌ها اهمیت نداشته باشد و نمایش داده نشود. تفاوتی در تعدادی از معیارهای ساختاری مهم ازجمله چگالی، درجه، تعادل ساختاری[1] و مرکزیت زمانی که ایگو در شبکه حضور دارد، نیست، اما در برخی معیارهای دیگر مانند مرکزیت نزدیکی یا تعداد اجزاء[2]، این تفاوت معنی‌دار است. دیداری‌سازی نیز در هر دو مورد بسیار مشابه است. در کل قانون مشخص و واحدی برای این موضوع وجود ندارد، اما بسته به تمرکز و اهداف پژوهش و کاربردی که از محاسبهٔ شاخص مورد انتظار است، ایگو می‌تواند حذف شود. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده به محاسبهٔ شاخص‌های ذکرشده در این مقاله به صورت عملی بر داده‌های شبکهٔ ایگو پرداخته شود. همچنین بررسی معایب شاخص‌ها، نرم‌افزارهای مورد نیاز جهت اجرای عملی شاخص‌ها، شیوهٔ دیداری‌سازی شاخص‌ها، اعتبارسنجی شاخص‌ها و کاربرد شاخص‌ها در حوزهٔ علم‌سنجی می‌تواند گزینه‌هایی جهت پژوهش‌های آینده باشد.

References

Abbasi, A., Chung, K. S. K., & Hossain, L. (2012). Egocentric analysis of co-authorship network structure, position, and performance. *Information Processing & Management*, 48(4): 671-679.

Ahuja, G. (2000). Collaboration networks, structural holes, and innovation: A longitudinal study. *Administrative Science Quarterly*, 45(3): 425-455.

An, W., Beauvile, R., & Rosche, B. (2022). Causal network analysis. *Annual Review of Sociology*, 48(3): 23-41.

Bidart, C., Degenne, A., & Grossetti, M. (2018). Personal networks typologies: A structural approach. *Social Networks*, 54(2): 1-11.

Borgatti, S. P., & Everett, M. G. (2006). A graph-theoretic perspective on centrality. *Social Networks*, 28(4): 466-484.

Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Johnson, J. C. (2018). *Analyzing Social Networks*. Sage Publications.

Borgatti, S. P., Jones, C., & Everett, M. G. (1998). Network measures of

1 structural equivalence
2 number of components

social capital. *Connections*, 21(2): 27-36.
Burt, R. S. (2004). Structural holes and good ideas. *American Journal of Sociology*, 110(2): 349-399.
Burt, Ronald S. (1992). *Structural Holes: The Social Structure of Competition*. Harvard University Press.
Burt, R. S., & Minor, M. J. (1983). *Applied network analysis: A methodological introduction*. Newcastle: Sage.
Carrasco, J. A., Hogan, B., Wellman, B., & Miller, E. J. (2008). Collecting social network data to study social activity-travel behavior: an egocentric approach. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 35(6): 961-980.
Campbell, K. E., Marsden, P. V., & Hurlbert, J. S. (1986). Social resources and socioeconomic status. *Social Networks,* 8(1): 97-117.
Christakis, N. A., & Fowler, J. H. (2007). The spread of obesity in a large social network over 32 years. *New England Journal of Medicine,* 357(4): 370-379.
Chung, K. S. K., Hossain, L., & Davis, J. (2005) Exploring Sociocentric and Egocentric Approaches for Social Network Analysis. *International Conference on Knowledge Management Asia Pacific*, Victoria University Wellington, New Zealand, November 27-29: pp. 1-8.
Cross, R., & Cummings, J. N. (2004). Tie and network correlates of individual performance in knowledge-intensive work. *Academy of Management Journal*, 47(6): 928-937.
Crossley, N., Bellotti, E., Edwards, G., Everett, M. G., Koskinen, J., & Tranmer, M. (2015). *Social network analysis for ego-nets: Social network analysis for actor-centred networks*. Newcastle: Sage.
DeJordy, R., & Halgin, D. (2008) *Introduction to ego network analysis*. Boston, MA: Boston College and the Winston Center for Leadership and Ethics, Academy of Management PDW. http://www.analytictech.com/enet/pdwhandout.pdf
Djomba, J. K., & Zaletel-Kragelj, L. (2016). A methodological approach to the analysis of egocentric social networks in public health research: a practical example. *Slovenian Journal of Public Health,* 55(4): 256-263.
Edwards, G., & Crossley, N. (2009). Measures and meanings: Exploring the ego-net of Helen Kirkpatrick Watts, militant suffragette. *Methodological Innovations Online,* 4(1): 37-61.
Everett, M. G., & Borgatti, S. P. (2020). Unpacking Burt's constraint measure. *Social Networks*, 62(2): 50-57.
Fowler, J. H., & Christakis, N. A. (2008). Dynamic spread of happiness in a large social network: longitudinal analysis over 20 years in the Framingham Heart Study. *The BMJ* [British Medical Association], 337 (a2338): 1-9.
Freeman, L. C. (1982). Centered graphs and the structure of ego networks.

Mathematical Social Sciences, 3(3): 291-304.

Froehlich, D. E., & Brouwer, J. (2021). Social network analysis as mixed analysis. In: Anthony J. Onwuegbuzie and Burke Johnson (editors), *The Routledge Reviewer's Guide to Mixed Methods Analysis* (pp. 209-218). Routledge.

Giannella, E., & Fischer, C. S. (2016). An inductive typology of egocentric networks. *Social Networks*, 47(1): 15-23.

Gould, R. V., & Fernandez, R. M. (1989). Structures of mediation: A formal approach to brokerage in transaction networks. *Sociological Methodology*, 3(2): 89-126.

Granovetter, M. S. (1973). The strength of weak ties. *American Journal of Sociology*, 78(6), 1360-1380.

Halgin, D. S., & Borgatti, S. P. (2012). An introduction to personal network analysis and tie churn statistics using E-NET. *Connections*, 32(1): 37-48.

Herz, A., & Petermann, S. (2017). Beyond interviewer effects in the standardized measurement of ego-centric networks. *Social Networks*, 50(1): 70-82.

Hogan, B., Carrasco, J. A., & Wellman, B. (2007). Visualizing personal networks: Working with participant-aided sociograms. *Field Methods*, 19(2): 116-144.

Huang, Y., Bu, Y., Ding, Y., & Lu, W. (2018). Number versus structure: towards citing cascades. *Scientometrics*, 117(3): 2177-2193.

Kim, D. Y., & Kim, H. Y. (2021). Trust me, trust me not: A nuanced view of influencer marketing on social media. *Journal of Business Research*, 134(4): 223-232.

Lubbers, M. J., Molina, J. L., Lerner, J., Brandes, U., Ávila, J., & McCarty, C. (2010). Longitudinal analysis of personal networks. The case of Argentinean migrants in Spain. *Social Networks,* 32(1): 91-104.

Marin, A., & Hampton, K. N. (2007). Simplifying the personal network name generator: Alternatives to traditional multiple and single name generators. *Field Methods*, 19(2): 163-193.

Marsden, P. V., & Campbell, K. E. (1984). Measuring tie strength. *Social Forces*, 63(2): 482-501.

McCarty, C., Lubbers, M. J., Vacca, R., & Molina, J. L. (2019*). Conducting Personal Network Research: A Practical Guide.* Guilford Publications.

McCarty, C., & Wutich, A. (2005). Conceptual and empirical arguments for including or excluding ego from structural analyses of personal networks. *Connections,* 26(2): 82-88.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Annals of Internal Medicine,* 151(4): 264-269.

O'Malley, A. J., Arbesman, S., Steiger, D. M., Fowler, J. H., & Christakis,

N. A. (2012). Egocentric social network structure, health, and pro-social behaviours in a national panel study of Americans. *PloS One*, 7(5): e36250

Park, N., Lee, S., & Kim, J. H. (2012). Individuals' personal network characteristics and patterns of Facebook use: A social network approach. *Computers in Human Behaviour*, 28(5): 1700-1707.

Perry, B. L., Pescosolido, B. A., & Borgatti, S. P. (2018). *Egocentric Network Analysis: Foundations, Methods, and Models* (Structural Analysis in the Social Sciences, Vol. 44). Cambridge University Press.

Pescosolido, B. A. (2006). Of pride and prejudice: the role of sociology and social networks in integrating the health sciences. *Journal of Health and Social Behaviour*, 47(3): 189-208.

Pescosolido, B. A. (1991). Illness careers and network ties: A conceptual model of utilization and compliance. *Advances in Medical Sociology,* 2(16): 164-181.

Pescosolido, B. A., & Rubin, B. A. (2000). The web of group affiliations revisited: Social life, postmodernism, and sociology. *American Sociological Review*, 2(3): 52-76.

Rajkumar, K., Saint-Jacques, G., Bojinov, I., Brynjolfsson, E., & Aral, S. (2022). A causal test of the strength of weak ties. *Science*, 377(6612): 1304-1310.

Rodan, S., & Galunic, C. (2004). More than network structure: How knowledge heterogeneity influences managerial performance and innovativeness. *Strategic Management Journal*, 25(6): 541-562.

Scott, J. (2012). *Social Network Analysis*, edited by Katie Metzler. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Skotko, B. G., Krell, K., Haugen, K., Torres, A., Nieves, A., & Dhand, A. (2023). Personal social networks of people with Down syndrome. *American Journal of Medical Genetics Part A*, 191(3): 690-698.

Stolz, S., & Schlereth, C. (2021). Predicting tie strength with ego network structures. *Journal of Interactive Marketing,* 54(1): 40-52.

Tamil Selvi, P., Balasubramaniam, K., Vidhya, S., Jayapandian, N., Ramya, K., Poongodi, M., Hamdi, M., & Tunze, G. B. (2022). Social network user profiling with multilayer semantic modeling using ego network. *International Journal of Information Technology and Web Engineering (IJITWE*), 17(1): 1-14.

Vacca, R., Solano, G., Lubbers, M. J., Molina, J. L., & McCarty, C. (2018). A personal network approach to the study of immigrant structural assimilation and transnationalism. *Social Networks*, 53(1): 72-89.

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

Wellman, B. (1999). *Networks in the Global Village.* Boulder, CO: Westview Press

Wielens, J. (2014). *Ego Network Analysis: An Overview.* Bachelor's Thesis, University of Mannheim, Mannheim, Germany.

Wu, Y., Pitipornvivat, N., Zhao, J., Yang, S., Huang, G., & Qu, H. (2015). egoSlider: Visual analysis of egocentric network evolution. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 22(1): 260-269.

Wyngaerden, F., Tempels, M., Feys, J. L., Dubois, V., & Lorant, V. (2020). The personal social network of psychiatric service users. *International Journal of Social Psychiatry,* 66(7): 682-692.