

گسستگی و تنوع مجلات علمی پژوهشی فارسی رشته علوم تربیتی با استفاده از رنگ آمیزی و پارامترهای جبری ریاضی

علی عبدی و مصطفی امینی*

چکیده. هدف پژوهش حاضر، مطالعه و مقایسه گراف‌های هم‌تألفی پژوهشگران ایرانی مجله‌های علمی پژوهشی فارسی حوزه علوم تربیتی با استفاده از پارامترهای جبری ریاضیات است. در این پژوهش، داده‌های مربوط به مستندات علمی-پژوهشی ۳۳۶ نفر از پژوهشگران ایرانی ۶ مجله علمی پژوهشی فارسی حوزه علوم تربیتی از سال ۱۳۹۷ تا بهمن ۱۴۰۰ با استفاده از شماره‌های چاپ شده در این مجلات استخراج گردیده و گراف‌های مربوط به نویسندگان این مجله‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای ریاضی رسم شده و سپس با استفاده از پارامترهای جبری مانند میانگین درجات رئوس، عدد استقلال، رنگی و تطابقی مقایسه گردیده و تحلیل شده‌اند. نشان داده شده است که میانگین درجات مجله مطالعات اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی ۴۰۴ و از مجله‌های دیگر بالاتر است. همچنین بزرگترین گروه تحقیقاتی (عدد خوشه‌ای) ۶ نفره می‌باشد و بیشترین تنوع پژوهشی (عدد استقلال) نیز ۲۹ بوده و مربوط به مجلات تدریس پژوهی است. در میان مجلات مورد بحث حوزه علوم تربیتی با توجه به میانگین درجات، میزان همکاری پژوهشی مجله مطالعات اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی نسبت به پنج مجله دیگر در سطح بالاتری قرار دارد. همچنین باتوجه به عدد استقلال، تنوع زمینه‌های پژوهشی در مجله تدریس پژوهی از سایر مجلات مورد بحث این رشته در سطح کشور، بیشتر است.

۱. مقدمه

در وضعیت کنونی و رشد فزاینده ارتباطات همه جانبه در فراسوی مرزهای جغرافیایی، متخصصان و پژوهشگران ناچار هستند به ارتباطات بیشتر و همکاری‌های علمی با دیگر پژوهشگران روی آورند، چرا که یک فرد متخصص به‌ندرت می‌تواند تمام تخصص، مهارت، منابع و امکانات لازم را برای غلبه بر مشکلات پژوهشی موجود در چنین شرایطی داشته باشند [۱۳]. می‌توان گفت که همکاری، به اشتراک گذاشتن منابع برای رسیدن به هدف مشترک است. همکاری علمی از نظر هارد^۱ [۵]، باعث ارتقای کیفیت علمی، استفاده از تخصص و مهارت نویسنده‌ی همکار، ارائه اندیشه‌های جدید و با ارزش توسط نویسنده همکار، افزایش انتشارات علمی و یادگیری از نویسنده همکار می‌گردد [۱۴]. یکی از مشکلات همکاری علمی [۱۲]، هم‌تألفی^۲

عبارات و کلمات کلیدی: عدد خوشه‌ای، عدد رنگی، عدد استقلال، عدد تطابقی، شبکه علمی علوم تربیتی. دبیر تخصصی رابط: علیرضا عبدالمی

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۶/۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۸/۱۷

<http://dx.doi.org/10.22108/MSCI.2022.134956.1529>

¹Hard ²co-authorship

است که در بروندهای علمی اعم از مقاله‌ها، یادداشت‌ها و نظایر آن نمود پیدا می‌کند. از اولین کسانی که همکاری علمی در رشته‌های مختلف را مورد بررسی قرار دادند، روزن و بیور^۳ بودند [۱، ۲، ۳]. پس از آن، پژوهش‌های پرشماری در مورد همکاری‌های علمی و هم‌تألیفی انجام گرفته که برخی از آن‌ها در ایران انجام گرفته است. از سال ۱۳۹۸ به قبل، مطالعات گسترده‌ای به تجزیه و تحلیل یافته‌های علمی محققان پرداخته‌اند که هر یک از آن‌ها، از زاویه‌ی متفاوتی این بروندها را مورد تفسیر و تحلیل قرار داده‌اند. بعضی از آن‌ها به بررسی همکاری‌های علمی و بعضی دیگر به بررسی شبکه‌های هم‌استنادی، شبکه هم‌نویسندگی، ترسیم ساختارهای علمی و ... پرداخته‌اند و از روش‌ها و شاخص‌های مختلف برای ارزیابی استفاده کرده‌اند. اکنون، برای نمونه، به بیان نتایجی از این پژوهش‌ها، به ترتیب در داخل و خارج از کشور، خواهیم پرداخت. در سال ۳۹۰، حریری و نیکزاد [۹]، بررسی تطبیقی شبکه‌های هم‌تألیفی در مقالات ایرانی رشته‌های کتابداری و اطلاع‌رسانی، روان‌شناسی، مدیریت و اقتصاد در پایگاه آی. اس. آی^۴، بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹، را انجام داده‌اند و در این پژوهش، که از نوع کتاب‌سنجی است، از روش تحلیل شبکه به منظور مصورسازی شبکه‌های هم‌تألیفی و از نرم‌افزارهای اکسل و پازک برای تجزیه و تحلیل داده استفاده شده است. در نتایج این پژوهش نشان داده شده است که بیشترین مشارکت در تولید مدارک دو و سه نویسنده‌ای بوده است و نویسندگان رشته روانشناسی به چندنویسندگی گرایش بیشتری داشته‌اند. همچنین رشته مدیریت بالاترین میزان پیوستگی، و رشته روانشناسی بالاترین میزان گسستگی را در شبکه هم‌تألیفی دارا بوده‌اند. در سال ۱۳۹۳ فهمی‌فر و سهلی [۱۰]، به ترسیم شبکه هم‌تألیفی نویسندگان ۷۸۱ مقاله حوزه علم اطلاعات و دانش‌شناسی فصل‌نامه علمی پژوهشی پرداخته‌اند که بالاترین شاخص همکاری به فصل‌نامه پردازش و مدیریت اطلاعات اختصاص دارد و میزان همکاری نویسندگان این فصل‌نامه نسبت به سایر فصل‌نامه‌ها بیشتر است که دلیل آن به کارگیری موضوعات بین‌رشته‌ای است. در سال ۱۳۹۷، نوچه‌ناسار، شمس‌مورکانی و قانع‌راد در [۱۶]، شبکه هم‌تألیفی اعضای هیئت علمی رشته علوم تربیتی دانشگاه‌های دولتی تهران را شناسایی کردند. در این مقاله، نویسندگان نشان می‌دهند که در مقاله‌های مورد بررسی الگوهای سه نویسنده‌ای مهم‌ترین الگوی همکاری بوده است. همچنین آن‌ها نتیجه می‌گیرند که این شبکه هم‌تألیفی از انسجام کافی برخوردار نیست. همچنین در سال ۱۳۹۷، حسن‌زاده، اسفندیاری‌مقدم، سهیلی و موسوی‌چلک در [۱۱] شبکه هم‌نویسندگی در پژوهش حوزه نارسایی مزمن قلب و عروق را بر اساس شاخص‌های مرکزیت تحلیل شبکه اجتماعی، تحلیل و ترسیم نموده‌اند و در این پژوهش، پرکاربردترین پژوهشگران و بیشترین زوج هم‌نویسندگی نیز تعیین شده‌اند. به تازگی نیز شایوسی و امینی در [۱۵] گراف^۵‌های هم‌تألیفی پژوهشگران ایرانی رشته ریاضی را در شش گرایش ریاضیات با استفاده از روش‌ها و نرم‌افزارهای ریاضی ترسیم کرده‌اند، و به این نتیجه رسیده‌اند که تعداد مقالاتی که هیچ دو تا از آن‌ها دارای نویسنده مشترک نیستند، در گرایش گراف و ترکیبات نسبت به دیگر گرایش‌ها بیشتر است. در واقع ۲۳ مقاله در گرایش گراف و ترکیبات وجود دارد که هر محقق در حداکثر یکی از مقالات نقش نویسنده را دارد. از این لحاظ گرایش تحقیق در عملیات در رتبه بعدی با ۱۹ مقاله قرار دارد و گرایش نظریه گروه‌ها از این نظر در رتبه آخر قرار دارد. همچنین در میان پژوهشگران خارجی، نیومن^۶ در [۷] به بررسی ساختار شبکه‌های همکاری علمی بر اساس الگوهای هم‌نویسندگی سه حوزه زیست‌شناسی، فیزیک و ریاضیات پرداخت. نتایج وی نشان داد که نسبت تعداد مقالات به نویسنده در سه حوزه موضوعی یکسان است. ولی نسبت تعداد نویسندگان به مقالات برعکس، و به طور اساسی بین سه حوزه متفاوت می‌باشد. زیست‌شناسی بیشترین تعداد نویسنده و ریاضیات کمترین تعداد نویسنده را دارد و این احتمالاً منعکس‌کننده تفاوت واقعی روش انجام پژوهش در این سه حوزه می‌باشد. بیسکارو و جیپونی^۷ نیز در [۳]، شبکه‌های هم‌تألیفی و تأثیر این شبکه‌ها بر تعداد استنادات دریافتی را بررسی

³Rosen and Beaver ⁴ISI ⁵graph ⁶Neuman ⁷Biscaro and Giupponi

نموده‌اند. نتایج حاصل این پژوهش نشان داد که بین مرکزیت رتبه و مرکزیت نزدیکی و تعداد استنادات دریافتی رابطه مثبت وجود دارد. در سال ۲۰۱۷، لیجون^۸ در [۶] در پژوهشی در مورد شبکه‌ی هم‌تألیفی در صنعت حمل و نقل، ساختار شبکه‌ی همکاری‌های علمی را، از طریق طراحی یک شبکه هم‌تألیفی در مقالات منتشر شده در ۲۲ مجله علمی پژوهشی حوزه حمل و نقل از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵، مورد مطالعه قرار می‌دهد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که یک گرایش رو به رشد در زمینه هم‌تألیفی در این حوزه در سال‌های پایانی مطالعه نسبت به سال‌های شروع مطالعه وجود داشته است.

همان‌طوری که بیان شد طیف وسیعی از سنج‌ها در ارزیابی شبکه هم‌تألیفی پژوهش‌گران وجود دارد که یک مدل کمابیش جدید برای این منظور استفاده از الگوریتم‌های ریاضی است که به تحلیل شبکه‌های اجتماعی معروف می‌باشد. یکی از الگوریتم‌های ریاضی برای تعیین میزان مشارکت پژوهش‌گران، استفاده از پارامترهای نظریه گراف است. از سال ۱۹۷۴، نظریه گراف یکی از شاخه‌ها و گرایش‌های رشته ریاضیات شد که در آن بحث‌های مختلف و گوناگونی درباره گراف‌ها آورده شده است. توسعه و گسترش‌های اخیر در ریاضیات و کاربردهای آن، باعث پیشرفت قابل توجهی در نظریه گراف شده است. در حال حاضر، نظریه گراف ابزار خیلی خوب و مناسبی برای تحقیق در زمینه‌های مختلف گردیده است، از جمله کدگذاری، علوم رایانه، شبکه‌های الکتریکی، زیست‌شناسی، آمار، علوم اجتماعی، علم اطلاعات و حتی به‌تازگی در همکاری‌های علمی و بسیاری از زمینه‌های گوناگون دیگر.

در حوزه گسترده علوم تربیتی^۹ نیز، پژوهش‌گران زیادی در سطح کشور وجود دارند که دارای همکاری علمی با همدیگر هستند و یافته‌های پژوهشی در این حوزه در اغلب حوزه‌های آموزش و پرورش و سازمان‌های آموزش و پژوهش کاربرد دارند. بنابراین، با توجه به اهمیت و تأثیر بروندهای رشته علوم تربیتی در امر آموزش و پرورش افراد جامعه، توجه و بهبود کیفیت عملکرد و کارکرد پژوهشی اعضای جامعه علمی این رشته از ضرورت ویژه‌ای برخوردار است. رشته علوم تربیتی، با هدف اصلی اثربخش‌تر و کارآمدتر کردن هر چه بیشتر خدمات آموزشی، تربیتی و پژوهشی و پیشبرد اهداف و پیشرفت در فرایندهای آموزشی، در پاسخ‌گویی به نیازهای فعلی و آینده دانش‌آموزان و جامعه نقش مهمی را ایفا می‌کند. این رشته نسبت به رصد نیازهای آموزشی و یافتن راه‌حل‌های مؤثر برای آن‌ها نقش مهمی دارد. مسلماً همکاری و همفکری اعضای هیئت علمی با اندیشمندان و صاحب‌نظران دانش‌های تربیتی می‌تواند به‌ایفای هر چه بهتر این مسئولیت‌ها کمک کند [۱۶].

از سال ۱۳۹۹ تا کنون محققان برای بررسی شبکه (گراف)‌های هم‌تألیفی از روش‌های دقیق ریاضی از جمله پارامترهای گرافی نظیر اعداد استقلال، رنگی و تطابقی استفاده نکرده است به‌جز یک مورد و آن هم توسط شایوسی و امینی در سال ۱۳۹۹ با به‌کار بردن پارامترهای دقیق ریاضی (شاخه نظریه گراف)، شبکه (گراف)‌های هم‌تألیفی و همکاری علمی محققین رشته ریاضی در گرایش‌های تخصصی این رشته را بررسی کرده‌اند. بنابراین، در این پژوهش سعی بر این است که میزان همکاری پژوهش‌گران رشته‌های علوم تربیتی ۶ مجله علمی-پژوهشی فارسی مانند مجلات تدریس پژوهشی، مطالعات ارزشیابی و اندازه‌گیری آموزشی، پژوهش‌نامه مبانی تعلیم و تربیت، پژوهش‌های آموزش و یادگیری، پژوهش در یادگیری آموزشگاهی و مجازی و مطالعات آموزشی و یادگیری از سال ۱۳۹۷ تا بهمن ۱۴۰۰ با استفاده از پارامترهای دقیق گرافی ریاضی نظیر میانگین درجات^{۱۰}، عدد خوشه‌ای^{۱۱}، عدد تطابقی^{۱۲}، عدد رنگی^{۱۳} و عدد استقلال^{۱۴}، با دید وسیع‌تر و دقیق‌تر نسبت به روش‌های علم سنجی، سنجیده شوند. چون بعضی از پارامترهای گرافی مانند اعداد استقلال، رنگی و تطابقی در روش‌های علم سنجی مد نظر قرار نمی‌گیرند. در این پژوهش سعی می‌شود که با نسبت دادن گراف هم‌تألیفی به محققان علوم تربیتی در مجلات علمی پژوهشی مذکور، همکاری پژوهشی با استفاده از پارامترهای گرافی فوق مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد و با هم

⁸ Lijun ⁹sciences educational ¹⁰Degrees Average ¹¹cluster number ¹²matchi number ¹³chromatic number

¹⁴independence number

مقایسه شوند، در صورتی که در پژوهش‌هایی قبلی که در آن‌ها شبکه‌های هم‌تألیفی مطالعه شده‌اند، از ملاک‌های علم سنجی و تفسیر شبکه استفاده کرده‌اند. بنابراین، پس از فلسفه فوق سوالات زیر به‌طور طبیعی به‌وجود می‌آیند که در قسمت نتایج اصلی به پاسخ آن‌ها خواهیم پرداخت.

سوال ۱.۱. با توجه به پارامترهای گرافی مانند عدد خوشه‌ای و میانگین درجات و یا نسبت اندازه (تعداد یال) به مرتبه (تعداد رئوس)، محققان در کدام مجله بیشترین همکاری پژوهشی را داشته‌اند؟ تعداد مقالات گروهی و نیز بزرگترین گروه تحقیقاتی مربوط به کدام یک از مجلات بوده است؟

سوال ۲.۱. با توجه به پارامترهای گرافی مانند عدد رنگی رأسی و عدد استقلال گراف‌های هم‌تألیفی، گسستگی و تنوع زمینه‌های پژوهشی در کدام یک از مجلات علمی پژوهشی فارسی رشته علوم تربیتی بیشتر است؟

سوال ۳.۱. با توجه به دیگر پارامترهای گرافی مانند بیشترین درجه و عدد رنگی یالی، کدام پژوهش‌گر بیشترین همکاری پژوهشی در این مجلات را داشته است؟

سوال ۴.۱. تعداد گروه‌های تحقیقاتی موازی و متمایز در کدام یک از مجلات رشته علوم تربیتی در سطح کشور بیشتر است؟

۲. تفسیر مفاهیم اولیه گرافی در هم‌تألیفی

این بخش از پژوهش، به‌معرفی و تفسیر پارامترهای بنیادی گرافی در هم‌تألیفی اختصاص داده شده است.

تعریف ۱.۲. یک گراف متشکل از رئوسی^{۱۵} است، که به وسیله خانواده‌ای از زوج‌های مرتب که همان یال^{۱۶}ها (پیوندها) هستند به هم متصل شده‌اند که در آن هر یال از دو رأس مانند a و b شکل گرفته و به‌صورت $a - b$ نمایش داده شده است. تعداد رئوس و یال‌های یک گراف را به ترتیب مرتبه^{۱۷} و اندازه^{۱۸} گراف می‌نامند. گراف هم‌تألیفی، گرافی است که برای ترسیم روابط هم‌تألیفی استفاده می‌شود و در آن متناظر با هر پژوهش‌گر یک رأس وجود دارد و دو رأس (پژوهش‌گر) را توسط یک یال به همدیگر پیوند می‌دهیم؛ اگر حداقل یک مقاله مشترک چاپ کرده باشند.

تعریف ۲.۲. همسایگی^{۱۹} یک رأس، مجموعه رئوسی است که هر کدام توسط یک یال به‌طور مستقیم به آن رأس متصل باشند که تعداد اعضای این همسایگی را درجه آن رأس گویند. در گراف هم‌تألیفی، همسایگی یک پژوهش‌گر شامل پژوهش‌گرانی است که با او حداقل یک کار پژوهشی مشترک به‌چاپ رسانده باشند. هر چقدر درجه یک پژوهش‌گر بیشتر باشد، تعداد همکاری‌های پژوهشی او بیشتر است.

تعریف ۳.۲. اگر بین دو رأس a و b به‌تعداد $(m-1)$ رأس وجود داشته باشد به‌شرطی که از a تا b به‌طور متوالی بهم متصل شده باشند، آن‌گاه گوییم یک مسیر^{۲۰} به طول m بین رأس‌های a و b وجود دارد. وجود یک مسیر به طول ۱ بین دو پژوهش‌گر در گراف هم‌تألیفی بیانگر همکاری پژوهشی مستقیم آن‌ها است. همچنین وجود یک مسیر به طول بیشتر از یک بین دو پژوهش‌گر در گراف هم‌تألیفی، بیانگر همکاری پژوهشی غیرمستقیم آن‌ها است.

تعریف ۴.۲. اگر رئوس ابتدا و انتهای مسیر یکسان باشند، آن‌گاه مسیر را یک دور^{۲۱} گویند.

¹⁵ross ¹⁶edge ¹⁷order ¹⁸size ¹⁹neighborhood ²⁰path ²¹cycle

تعریف ۵.۲. طول کوتاهترین دور در گراف را **کمر^{۲۲}** گراف می‌نامند و طول کوتاهترین مسیر بین دو رأس را فاصله^{۲۳} آن دو رأس گویند. در گراف هم‌تألیفی هر چقدر فاصله دو رأس کمتر باشد، گمان می‌رود که زمینه تحقیق دو پژوهش‌گر متناظر با آن دو رأس به هم نزدیکتر است.

تعریف ۶.۲. اگر یک رأس دلخواه را ثابت در نظر بگیریم و سپس طول مسیرهای این رأس ثابت با رأس‌های دیگر محاسبه شود، آن‌گاه بزرگترین طول این مسیرها را انحراف از مرکز^{۲۴} آن رأس گویند. بنابراین در گراف هم‌تألیفی، انحراف از مرکز به‌ازای هر محقق؛ میزان نزدیکی همکاری پژوهشی آن محقق با دیگر پژوهش‌گران مجله مربوطه را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، هر چقدر انحراف از مرکز یک محقق در گراف هم‌تألیفی محققین مجله مربوطه کمتر باشد، آن محقق، همکاری پژوهشی نزدیکتری با دیگر پژوهش‌گران آن مجله دارد.

تعریف ۷.۲. یک خوشه در یک گراف متشکل از تعدادی رئوس است که دوه‌دو به هم متصل شده‌اند. تعداد رئوس بزرگترین خوشه در یک گراف را، عدد خوشه‌ای آن گراف می‌نامند. یک خوشه در گراف هم‌تألیفی را می‌توان همچون یک زیرگروه تحقیقاتی تفسیر و تحلیل کرد. هر چقدر عدد خوشه‌ای گراف هم‌تألیفی بیشتر باشد، در مجله مورد نظر گروه تحقیقاتی بزرگتری وجود دارد؛ که یک گروه تحقیقاتی به مجموعه‌ای از محققین گفته می‌شود که تمام اعضای آن مجموعه دوه‌دو با هم کار مشترک پژوهشی چاپ کرده‌اند. گراف هم‌تألیفی این پژوهش در واقع، یک مدل ریاضی دقیق از میزان همکاری پژوهشی محققین در یک مجله یا یک رشته، یک دانشگاه یا منطقه جغرافیایی را ترسیم می‌کند. با وجود این که این گراف در مطالعه معیارها و روش‌های علم‌سنجی نیز به کار گرفته می‌شود، اما در این پژوهش با دید دقیق‌تر و وسیع‌تری به این گراف توجه می‌شود. برای سنجش میزان همکاری پژوهشی پژوهشگران، در این پژوهش از معیارهای دقیق ریاضی استفاده شده است که برخی از آن‌ها در روش‌های علم‌سنجی در نظر گرفته نمی‌شوند. برای نمونه، در روش‌های علم‌سنجی، اعداد رنگی، استقلال و تطابقی در نظر گرفته نمی‌شوند که در بخش‌های بعدی این نوع پارامترها، معرفی و تفسیر شده‌اند. برای اطلاع بیشتر در مورد مفاهیم فوق و تعریف‌های مشابه می‌توان به [۴، ۸، ۱۵] مراجعه کرد.

۳. روش‌شناسی

جامعه این پژوهش شامل نویسندگان مجلات علمی پژوهشی فارسی مورد بحث رشته علوم تربیتی است و به پژوهش‌گران هر یک از این مجلات، گرافی به نام گراف هم‌تألیفی نسبت داده شده است. در این گراف هر پژوهشگر را یک رأس (گره) در نظر می‌گیریم؛ در این صورت اگر همکاری پژوهشی در بین دو پژوهشگر موجود باشد، آن را توسط یک پاره خط (یال) به هم دیگر پیوند می‌دهیم. همکاری پژوهشی دو پژوهشگر، بیانگر داشتن حداقل یک مقاله مشترک چاپ شده در مجله مورد بحث می‌باشد. برای این که بررسی کنیم که دو پژوهشگر دارای همکاری پژوهشی بوده‌اند، از شبکه‌های اجتماعی- علمی همین مجلات استفاده شده است. همچنین ممکن است پژوهشگرانی در این مجلات مورد بحث باشند که از مقاله آن‌ها استفاده نشده باشد. این کار به هیچ وجه از روی سهل‌انگاری نویسندگان این مقاله نبوده است؛ چون گراف‌های مربوط به محققین مجلات مورد نظر ناهمبند بوده و از گراف‌های کوچک با گره‌های (محققین) کمتر استفاده نشده است؛ زیرا هیچ تأثیری در مقایسه گراف‌ها نداشته‌اند، به عبارتی دیگر، تنها مقالاتی در نظر گرفته شده است که حداقل ۳ نویسنده داشته‌اند. برای رسم گراف‌های مورد بحث این مقاله، از یک نرم‌افزار ریاضی به نام لاتک استفاده شده است. به طور کلی در این مقاله، داده‌های مربوط به مستندات علمی- پژوهشی ۳۳۶ نفر از پژوهش‌گران ایرانی در رشته علوم تربیتی از تارنمای همین مجلات، و با استناد به

²²waist ²³distance ²⁴center

شماره‌های منتشر شده، استخراج شده است و گراف‌های پژوهش‌گران هر کدام از این مجلات به‌طور جداگانه رسم و با یکدیگر مقایسه شده است، که در آن سهم مجله تدریس پژوهشی ۸۰ پژوهش‌گر، مجله مطالعات اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی ۷۰ پژوهش‌گر، مجله پژوهش‌نامه میانی تعلیم و تربیت ۵۳ پژوهش‌گر، مجله پژوهش‌های آموزش و یادگیری ۳۶ پژوهش‌گر، مجله پژوهش در یادگیری آموزشگاهی و مجازی ۵۲ پژوهش‌گر و مجله مطالعات آموزشی و یادگیری ۴۵ پژوهش‌گر، می‌باشد. در این پژوهش، در هر مجله از سال ۱۳۹۷ تا بهمن ۱۴۰۰ پژوهش‌گران را شناسایی کرده و سپس در هر کدام از این مجلات، پژوهش‌گرانی که دارای بیشترین همکاری مشترک هستند را انتخاب کرده و سپس همکاران پژوهشی آن پژوهش‌گر را مشخص می‌کنیم. سپس نویسندگان این همکاران پژوهشی را نیز مشخص می‌کنیم و این روند را ادامه می‌دهیم تا جایی که بیشتر محققین دارای کار مشترک به گراف اضافه شوند. گراف حاصل ناهمبند خواهد بود؛ چون ممکن است بین خود پژوهش‌گران پر تلاش مقاله مشترکی موجود نباشد و از آوردن محققین کم تلاش از نظر همکاری پژوهشی صرف نظر شده است؛ چون همان‌طوری که پیشتر بیان شد تأثیری در نتیجه نخواهد داشت. در ادامه با استفاده از قضیه‌ها و روش‌های دقیق ریاضی در نظریه گراف پارامترهای گراف‌ها محاسبه شده و با هم مقایسه می‌شوند.

۴. رنگ‌آمیزی گراف‌ها

با به‌کار بردن الگوریتمی به‌نام الگوریتم گریدی در نظریه گراف، رأس (یال)‌های یک گراف را به‌صورت زیر رنگ‌آمیزی می‌کنیم: اول یک رأس (یال) مناسب را انتخاب می‌کنیم و آن را با عدد (رنگ) ۱ نام‌گذاری می‌کنیم. سپس رأس (یال) دوم که به رأس (یال) اولی متصل (متقاطع) نباشد با همان عدد ۱ نام‌گذاری می‌کنیم. در ادامه رأس (یال) سوم که به رأس (یال)‌های اول و دوم متصل (متقاطع) نباشد با همان عدد ۱ نیز نام‌گذاری می‌کنیم. سپس با ادامه این روند رأس (یال)‌های یک گراف را با عدد (رنگ) ۱ نام‌گذاری می‌کنیم. همچنین مجدد یک رأس (یال) را از همسایگی اولین رأسی (یالی) که با عدد ۱ رنگ شده است انتخاب می‌کنیم و آن را با عدد (رنگ) ۲ نام‌گذاری می‌کنیم. سپس مشابه با رنگ‌آمیزی رأس (یال)‌ها با عدد (رنگ) ۱، رأس (یال)‌های دیگری از گراف را با عدد (رنگ) ۲ نام‌گذاری می‌کنیم. بعد از اتمام رنگ‌آمیزی با عدد ۲، باید رنگ‌آمیزی را با عدد (رنگ) ۳ شروع کنیم و آن نیز به این صورت است که یک رأس (یال) را از همسایگی اولین رأسی (یالی) که با عدد (رنگ) ۲ نام‌گذاری شده است انتخاب کرده و سپس آن را با عدد (رنگ) ۳ نام‌گذاری می‌کنیم. در این صورت مشابه رنگ‌آمیزی قبلی (رنگ‌آمیزی با عددهای ۱ و ۲)، رأس (یال)‌های دیگری نیز با عدد (رنگ) ۳ نام‌گذاری می‌کنیم. به همین شکل رأس (یال)‌های باقی‌مانده گراف را با عدد (رنگ)‌های دیگر رنگ‌آمیزی می‌کنیم. توجه داشته باشید که در الگوریتم گریدی سعی بر به‌کاربردن تعداد اعداد کمتر است که به این دلیل این الگوریتم را ”الگوریتم حریصانه“ نیز می‌گویند. تعداد اعداد به‌کاربرده شده در این الگوریتم همان عدد رنگی رأسی (یالی) است. که در آن می‌توانیم مرتبه بزرگترین کلاس رنگی رأسی (عدد استقلال) و مرتبه بزرگترین کلاس رنگی یالی (عدد تطابقی) که در بخش بعدی آمده است را بیابیم. اگر در رنگ‌آمیزی رأسی به روش الگوریتم گریدی به تعداد عدد خوشه‌ای رنگ استفاده شده باشد، آن رنگ‌آمیزی بهینه است.

۵. معرفی پارامترهای جبری گرافی اعداد رنگی، استقلال و تطابقی و تفسیر آنها در گراف هم‌تألفی

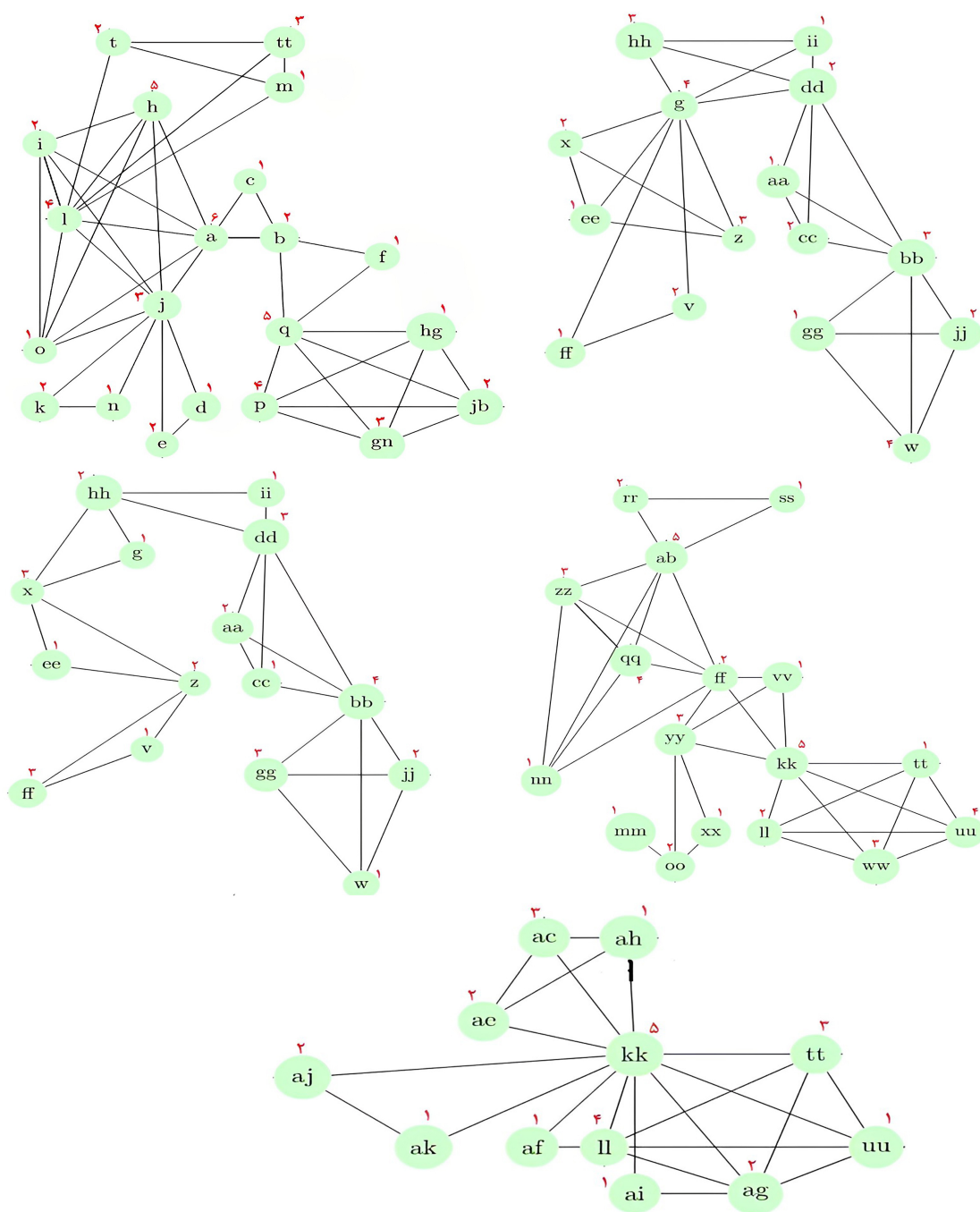
اگر رأس‌های یک گراف را با چند عدد (رنگ) مانند ۱، ۲، ۳... نام‌گذاری کنیم به‌طوری‌که هیچ دو رأس متصل بهم دارای اعداد (رنگ‌های) یکسان نباشد، آن‌گاه گوییم روی آن گراف رنگ‌آمیزی رأسی انجام شده است. تا حد امکان سعی می‌شود از تعداد اعداد (رنگ‌های) کمتر برای رنگ‌آمیزی رأسی یک گراف استفاده شود که در این صورت این رنگ‌آمیزی یک

رنگ‌آمیزی رأسی بهینه گفته می‌شود و کمترین عدد (رنگ) لازم برای رنگ‌آمیزی رأسی یک گراف را عدد رنگی رأسی آن گراف گفته می‌شود. منظور از یک رده‌ی رنگی رأسی، رأس‌هایی هستند که هم عدد (هم رنگ) باشند. به‌عنوان مثال، اگر برای رنگ‌آمیزی رأسی یک گراف از ۶ عدد (رنگ) استفاده شود آن گراف دارای ۶ رده‌ی رنگی رأسی است. اعضای یک رده‌ی رنگی رأسی بیانگر این است که محققین (رأس‌ها) آن رده رنگی هیچ کار پژوهشی مشترکی با همدیگر انجام ن داده و نداشته‌اند. هر چه تعداد اعضای یک رده‌ی رنگی بیشتر باشد نشان می‌دهد که تعداد پژوهشگرانی که با همدیگر هیچ کار مشترکی نداشته‌اند نیز بیشتر است. همچنین در یک رده‌ی رنگی رأسی یک گروه تحقیقاتی با کار مشترک مشاهده نمی‌شود. به بزرگترین عدد از میان تعداد اعضای هر کدام از کلاس‌های رنگی یک گراف را عدد استقلال گویند و واضح است که عدد استقلال نقطه مقابل عدد خوشه‌ای است. یا به عبارت دیگر، عدد استقلال یک گراف، بیشترین تعداد رئوس (پژوهشگران) که دوه‌دو با هم پیوند (مقاله) مشترکی ندارند.

در یک گراف دو یال که دارای رأس مشترک هستند را متقاطع گویند و دو یال که رأس مشترک ندارند را موازی می‌نامیم. اگر تمام یال‌های یک گراف را نیز با اعداد (رنگ‌ها) ۱، ۲، ۳... نامگذاری کنیم به‌طوری‌که هیچ دو یال متقاطع دارای اعداد (رنگ‌های) یکسان نباشند گوئیم گراف رنگ‌آمیزی یالی شده است. در اینجا هم تلاش می‌شود از اعداد (رنگ‌های) کمتری برای رنگ‌آمیزی یالی یک گراف استفاده شود که در این صورت این رنگ‌آمیزی یک رنگ‌آمیزی یالی بهینه خواهد بود. کمترین تعداد رنگ لازم برای رنگ‌آمیزی یالی یک گراف را عدد رنگی یالی آن گراف نامیده می‌شود. منظور از یک رده‌ی رنگی یالی، یال‌های هستند که هم عدد (هم رنگ) باشند. برای مثال، اگر برای رنگ‌آمیزی یالی یک گراف از ۱۰ عدد (رنگ) استفاده شود آن گراف دارای ۱۰ کلاس رنگی یالی است. اعضای متمایز یک رده‌ی رنگی یالی، نشان‌گر وجود گروه‌های تحقیقاتی موازی و زمینه‌های کاری متمایز است. هر چه تعداد اعضای یک رده‌ی رنگی یالی بیشتر باشد نشان می‌دهد که تعداد زیاد گروه‌های تحقیقاتی موازی و زمینه‌های کاری متمایز موجود است. به بزرگترین عدد از میان تعداد اعضای هر کدام از رده‌های رنگی یالی یک گراف، عدد تطابقی گویند و این عدد نشان‌گر بیشترین تعداد یال‌های دوه‌دو موازی یا به عبارت دیگر، بیشترین تنوع زمینه کاری تحقیقاتی متمایز و موازی در آن مجله است.

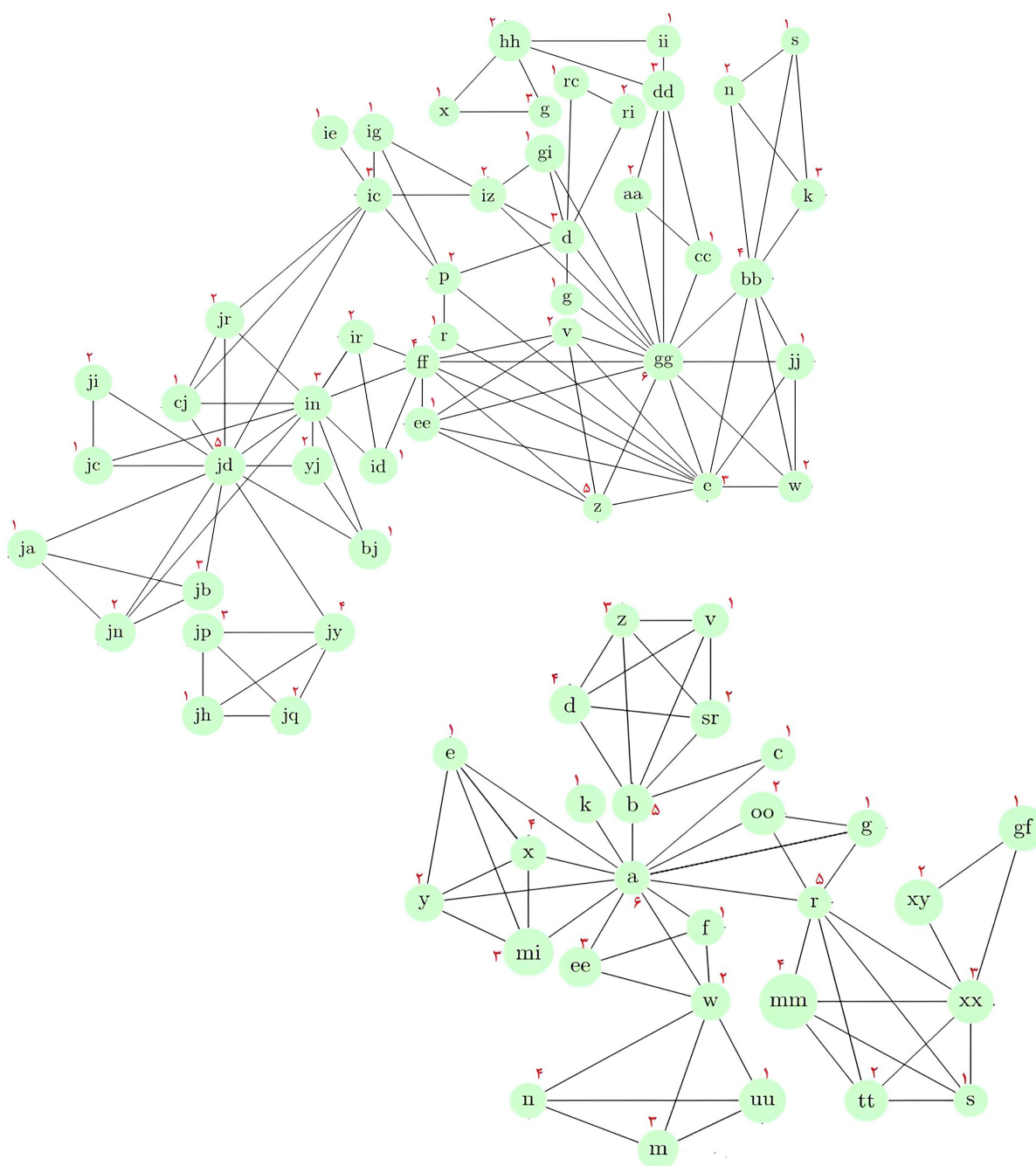
۶. نتایج اصلی

در این قسمت، بعد از رسم گراف‌های هم‌تألفی محققان مجلات علمی پژوهشی فارسی مورد بحث حوزه علوم تربیتی در دانشگاه‌های کشور، و رنگ‌آمیزی رأس‌ها و یال‌های این گراف‌ها، به محاسبه و تحلیل پارامترهای گرافی معرفی شده در قسمت‌های قبل برای این گراف‌ها و همچنین به پاسخ سوال‌های این پژوهش می‌پردازیم.



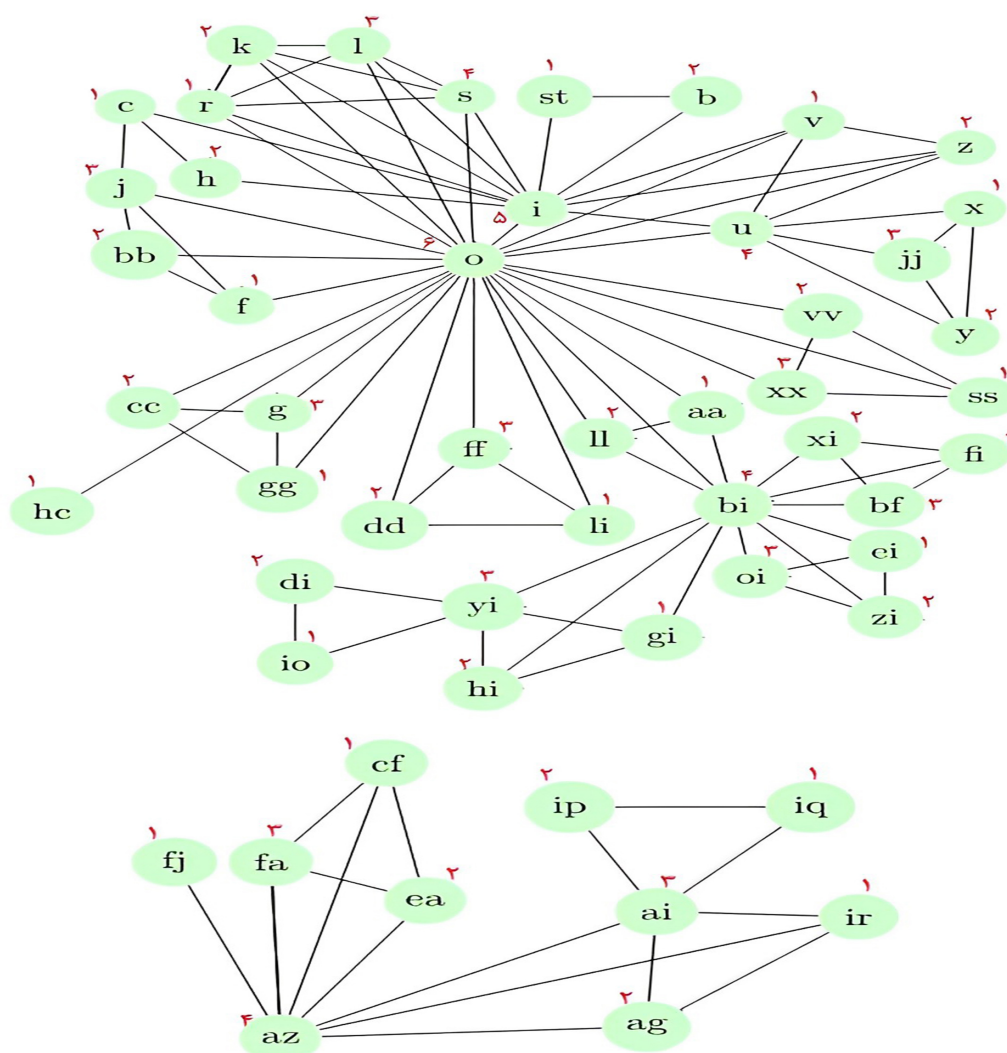
شکل ۱. رنگ آمیزی رأسی گراف هم تالیفی محققین فصلنامه تدریس پژوهی

در گراف مجله تدریس پژوهی، بیشترین درجه ۱۱ می باشد؛ یعنی پژوهشگری در این مجله وجود دارد که با ۱۱ محقق دیگر کار پژوهشی مشترک دارد. همچنین عدد خوشه ای نیز ۶ می باشد. یعنی گروه تحقیقاتی بیشتر از ۶ نفر در این مجله وجود ندارد. مقدار میانگین درجات هم ۳.۴ است.



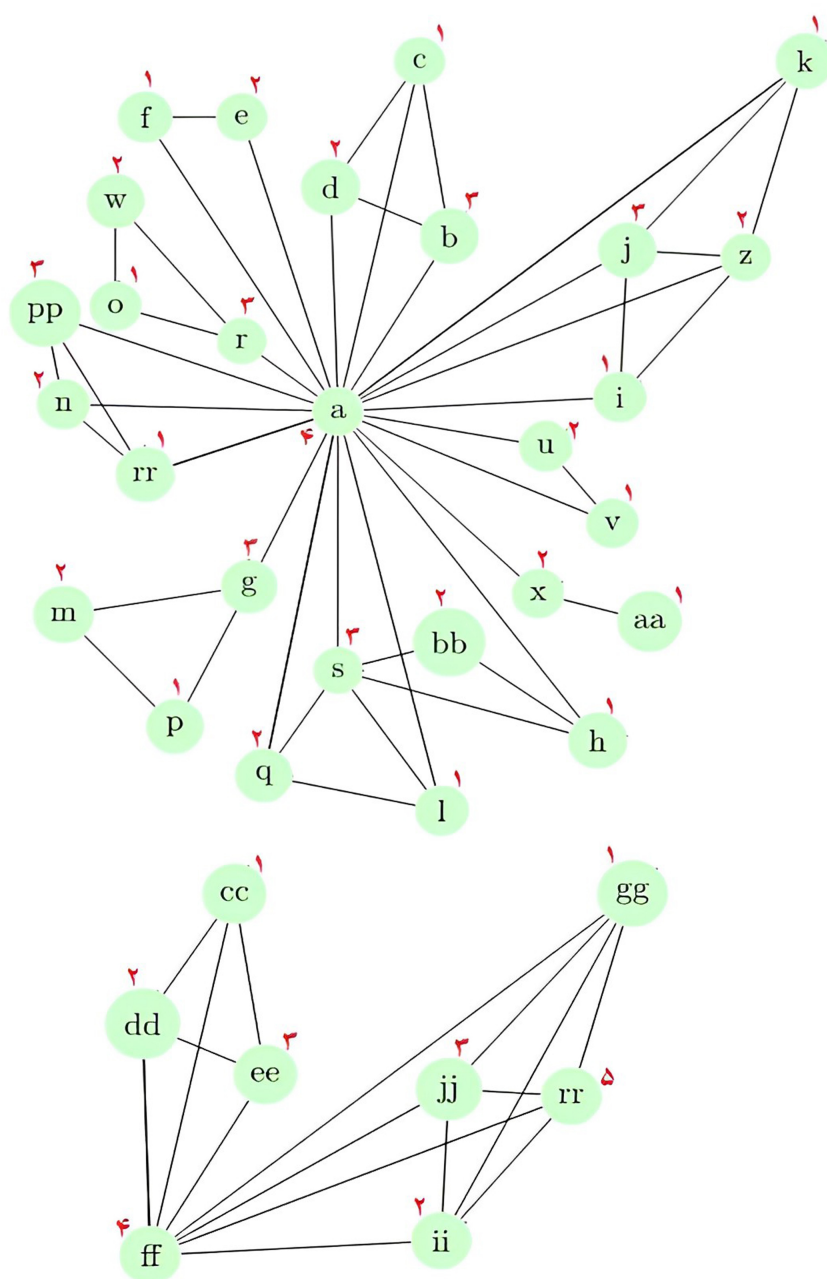
شکل ۲. رنگ آمیزی رأسی گراف هم‌تألیفی محققین فصلنامه مطالعات اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی

در گراف مجله مطالعات اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی نیز شبیه مجله تدریس پژوهی، بیشترین درجه ۱۱ و عدد خوشه‌ای ۶ می‌باشد. مقدار میانگین درجات هم ۴.۴ است.



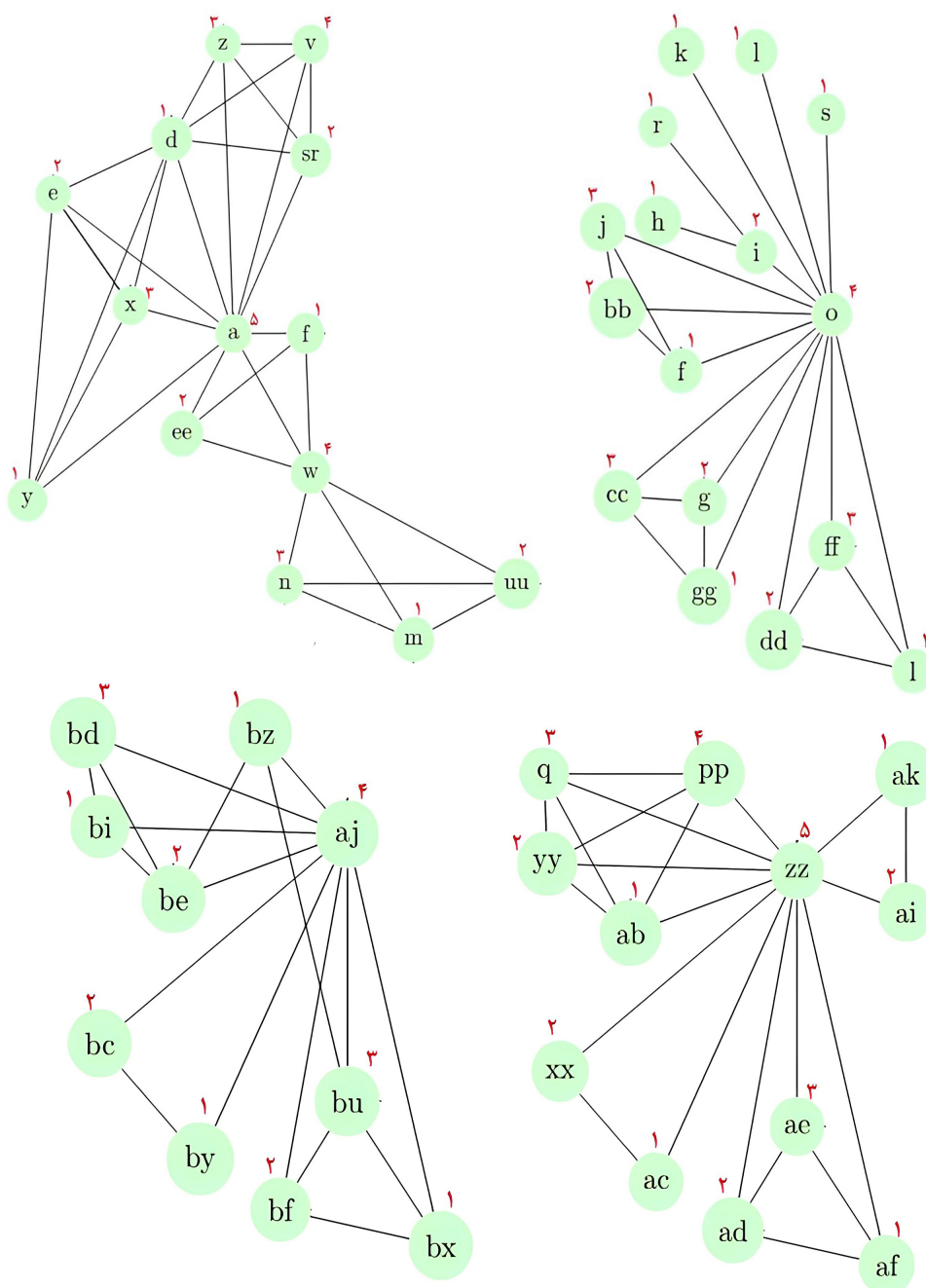
شکل ۳. رنگ آمیزی رأسی گراف هم‌تالیفی محققین فصلنامه پژوهش‌نامه مبانی تعلیم و تربیت

درگراف مجله پژوهش‌نامه مبانی تعلیم و تربیت، بیشترین درجه ۲۴ و عدد خوشه‌ای ۶ می‌باشد. مقدار میانگین درجات هم ۴ است. اعداد رنگی رأسی هر کدام از گراف‌های هم‌تألیفی نویسندگان فصلنامه‌های تدریس پژوهی، مطالعات اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی و پژوهش‌نامه مبانی تعلیم و تربیت، ۶ می‌باشد زیرا در رنگ‌آمیزی رأسی سره از ۶ رنگ متمایز استفاده شده است. همچنین عدد خوشه‌ای هریک از این گراف‌ها نیز ۶ است که نشان می‌دهد بزرگترین گروه تحقیقاتی محققین هریک از این مجلات ۶ نفره می‌باشد. اما مقدار نسبت اندازه (تعداد یال‌ها) به مرتبه (تعداد رؤس) و یا میانگین درجات درگراف محققین فصلنامه مطالعات اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی بزرگتر از دو گراف دیگر است و این نشان می‌دهد در مجموع همکاری پژوهشی نویسندگان مطالعات اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی از نویسندگان فصلنامه‌های تدریس پژوهی و پژوهش‌نامه مبانی تعلیم و تربیت، بیشتر است.



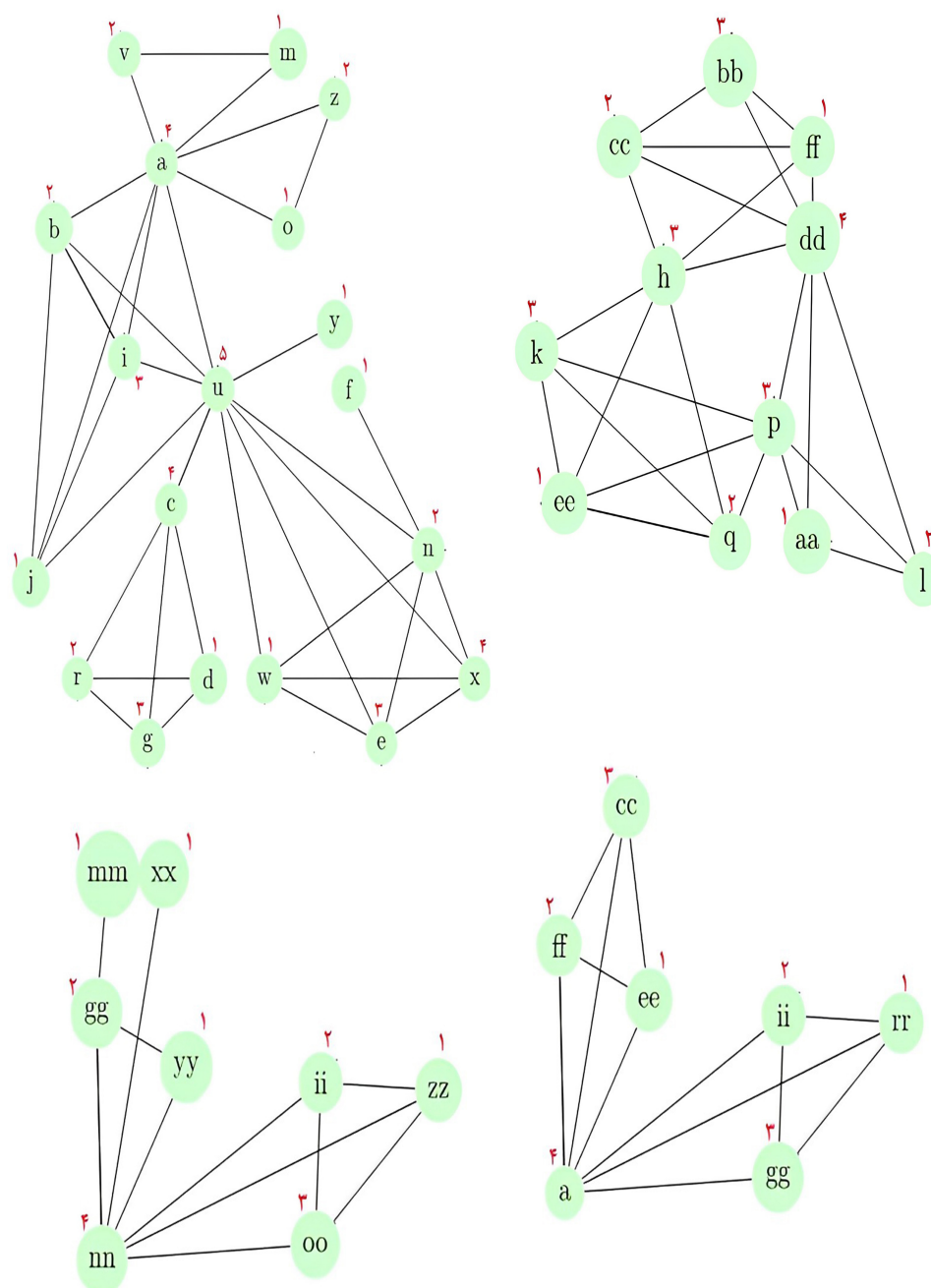
شکل ۴. رنگ آمیزی رأسی گراف هم تالیفی محققین فصلنامه پژوهش های آموزشی و یادگیری

در گراف مجله پژوهش‌های آموزشی و یادگیری، بیشترین درجه ۲۱ و عدد خوشه‌ای ۵ می‌باشد. مقدار میانگین درجات هم ۳.۵ است.



شکل ۵. رنگ آمیزی رأسی گراف هم تالیفی محققین فصلنامه پژوهش در یادگیری آموزشگاهی و مجازی

در گراف مجله پژوهش در یادگیری آموزشگاهی و مجازی، بیشترین درجه ۱۳ و عدد خوشه‌ای ۵ می‌باشد. مقدار میانگین درجات هم ۳.۶۵ است.



شکل ۶. رنگ‌آمیزی رأسی گراف هم‌تألفی محققین فصلنامه مطالعات آموزش و یادگیری

در گراف مجله مطالعات آموزش و یادگیری، بیشترین درجه ۱۰ و عدد خوشه‌ای ۵ می‌باشد. مقدار میانگین درجات هم ۳۰۶ است. همچنین با توجه به عدد خوشه‌ای، بزرگترین گروه تحقیقاتی در سه گراف محققین فصلنامه‌های پژوهش‌های آموزش و یادگیری، پژوهش در یادگیری آموزشی و مجازی و مطالعات آموزش و یادگیری، ۵ نفره می‌باشد که از تعداد

بزرگترین گروه تحقیقاتی فصلنامه‌های تدریس پژوهی، مطالعات اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی و پژوهش‌نامه مبانی تعلیم و تربیت، کمتر است. با توجه به مرتبه و اندازه گراف‌ها نیز نتیجه می‌شود که میزان همکاری پژوهشی محققین فصلنامه پژوهش در یادگیری آموزشگاهی و مجازی، از محققین مجلات فصلنامه‌های پژوهش‌های آموزش و یادگیری، و مطالعات آموزش و یادگیری، بیشتر و از محققین فصلنامه مطالعات اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی، کمتر است. برای ساده‌سازی مقایسه میزان همکاری در مجلات مورد نظر، مرتبه، اندازه، میانگین درجات، اعداد خوشه‌ای، رنگی رأسی و استقلال گراف‌های هم‌تألیفی قبلی به همراه مرتبه‌های رده‌های رنگی رأسی در جدول ۱، درج شده‌اند.

جدول ۱. درجه رئوس، مرتبه، اندازه، میانگین درجات، کمر و عدد خوشه‌ای

پارامتر	مکزی‌م	مینیم	مرتبه	اندازه	میانگین	کمر	عدد خوشه‌ای
مجلات	درجه	درجه	درجات				
تدریس پژوهی	۱۱	۱	۸۰	۱۳۶	۳.۴	۳	۶
مطالعات اندازه‌گیری و ارزشیابی	۱۱	۱	۷۰	۱۵۴	۴.۴	۳	۶
آموزشی							
پژوهش‌نامه مبانی تعلیم و تربیت	۲۴	۱	۵۳	۱۰۶	۴	۳	۶
پژوهش‌های آموزش و یادگیری	۲۱	۱	۳۶	۶۳	۳.۵	۳	۵
پژوهش در یادگیری آموزشگاهی	۱۳	۱	۵۲	۹۵	۳.۶۵	۳	۵
و مجازی							
مطالعات آموزشی و یادگیری	۱۰	۱	۴۵	۸۱	۳.۶	۳	۵

پاسخ به سؤال ۱.۱: با توجه به پارامترهای گرافی مانند عدد خوشه‌ای و میانگین درجات و یا نسبت اندازه (تعداد یال) به مرتبه (تعداد رئوس)، محققان در کدام مجله بیشترین همکاری پژوهشی داشته‌اند؟ تعداد مقالات گروهی و نیز بزرگترین گروه تحقیقاتی مربوط به کدام یک از مجلات بوده است؟

در جدول ۱، به‌وضوح دیده می‌شود، کمترین مقادیر برای گراف‌های هم‌تألیفی محققین ۶ مجله، به ترتیب ۱ و ۳ می‌باشند، پس دو پارامتر مذکور نمی‌توانند پارامترهای مناسبی برای مقایسه گراف‌ها باشند. اما ستون مربوط به عدد خوشه‌ای نیز نشان می‌دهد که بزرگترین گروه تحقیقاتی (دوبه‌دو مقاله مشترک چاپ شده) در مجلات تدریس پژوهی، مطالعات اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی و پژوهش‌نامه مبانی تعلیم و تربیت، ۶ نفره می‌باشد که از این لحاظ این مجلات از سه مجله دیگر مورد بحث، که بزرگترین گروه تحقیقاتی (با مقاله مشترک چاپ شده) آن‌ها ۵ نفره می‌باشند، بهتر هستند.

در جدول ۱، ستون میانگین درجات میزان همکاری پژوهشی این مجلات نشان می‌دهد که بیشترین مقدار این پارامتر به گراف هم‌تألیفی نویسندگان فصلنامه مطالعات اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی اختصاص دارد و برابر ۴.۴ است و بیانگر آن است که در این مجله میزان همکاری پژوهشی نسبت به پنج مجله دیگر مورد بحث، در سطح بالاتری قرار دارد و بعد از این مجله، میزان همکاری پژوهشی به ترتیب در فصلنامه‌های پژوهش‌نامه مبانی تعلیم و تربیت و پژوهش در یادگیری آموزشگاهی و مجازی، که مقدار میانگین درجات آن‌ها به ترتیب ۳.۶۵ و ۳.۶ است، دیده می‌شود. البته مقایسه این میزان همکاری پژوهشی

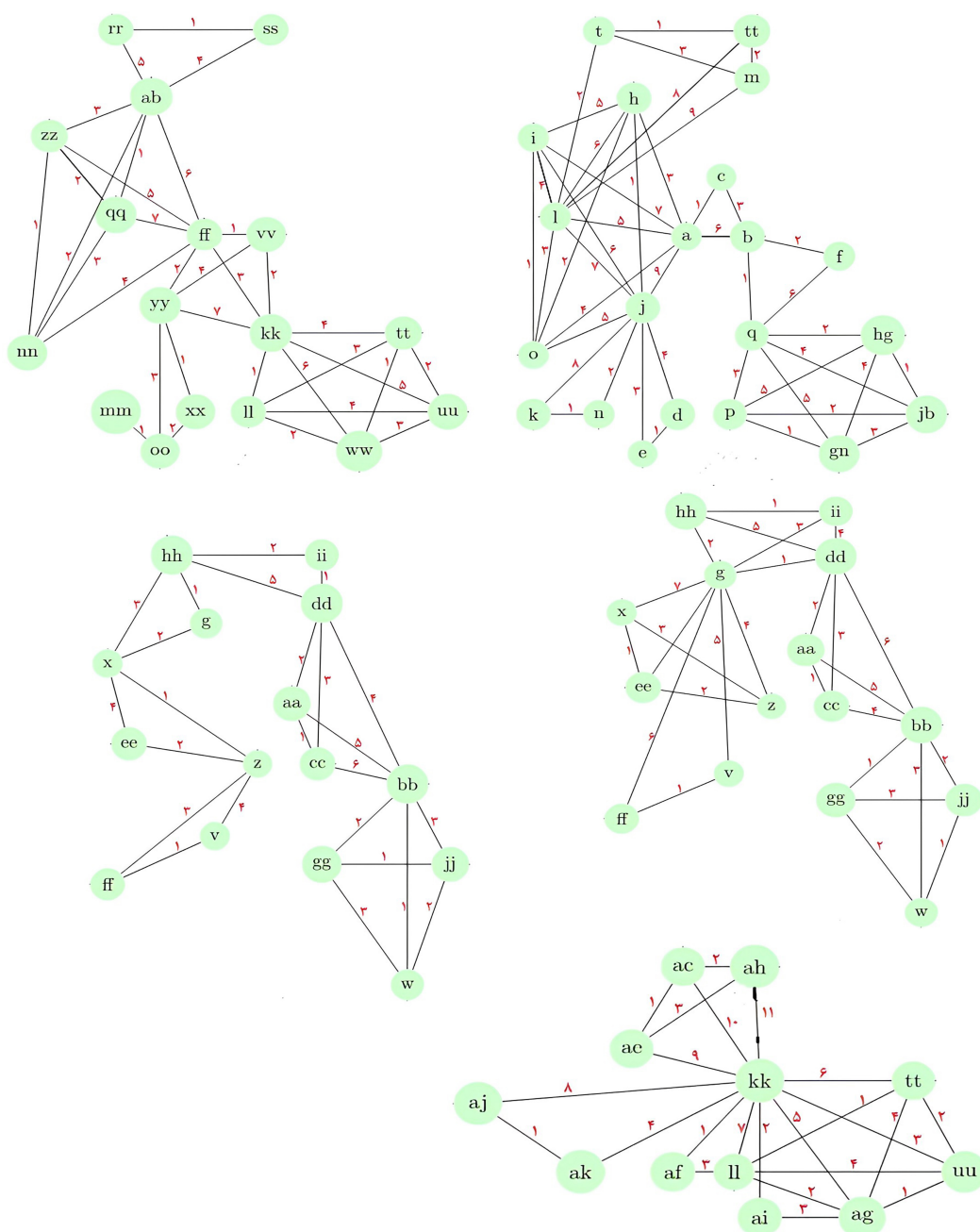
از روی مقادیر نسبت اندازه‌ها (تعداد یال‌ها) به مرتبه‌های (تعداد رئوس) گراف‌ها قابل مشاهده است هر چه این نسبت بیشتر باشد میزان همکاری پژوهشی بیشتر است. بنابراین به‌طور کلی میزان همکاری پژوهشی محققین در فصلنامه‌های مطالعات اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی، پژوهش‌نامه مبانی تعلیم و پژوهش در یادگیری آموزشگاهی و مجازی، در سطح مطلوبی قرار دارد؛ اما در سایر مجلات مورد بحث میزان کلی همکاری پژوهشی در سطح پایین‌تری است.

جدول ۲. عدد استقلال و عدد رنگی رأسی گراف‌ها

مجلات	رأس	۱	۲	۳	۴	۵	۶	عدد استقلال	عدد رنگی رأسی
تدریس پژوهی	۲۹	۲۲	۱۵	۸	۵	۱	۶	۲۹	۶
مطالعات اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی	۲۷	۲۰	۱۴	۷	۴	۲	۶	۲۷	۶
پژوهش‌نامه مبانی تعلیم و تربیت	۱۹	۱۷	۱۱	۴	۱	۱	۶	۱۹	۶
پژوهش‌های آموزش و یادگیری	۱۳	۱۲	۸	۲	۱	۰	۵	۱۳	۵
پژوهش در یادگیری آموزشگاهی و مجازی	۲۰	۱۵	۱۰	۵	۲	۰	۵	۲۰	۵
مطالعات آموزشی و یادگیری	۱۶	۱۲	۱۰	۶	۱	۰	۵	۱۶	۵

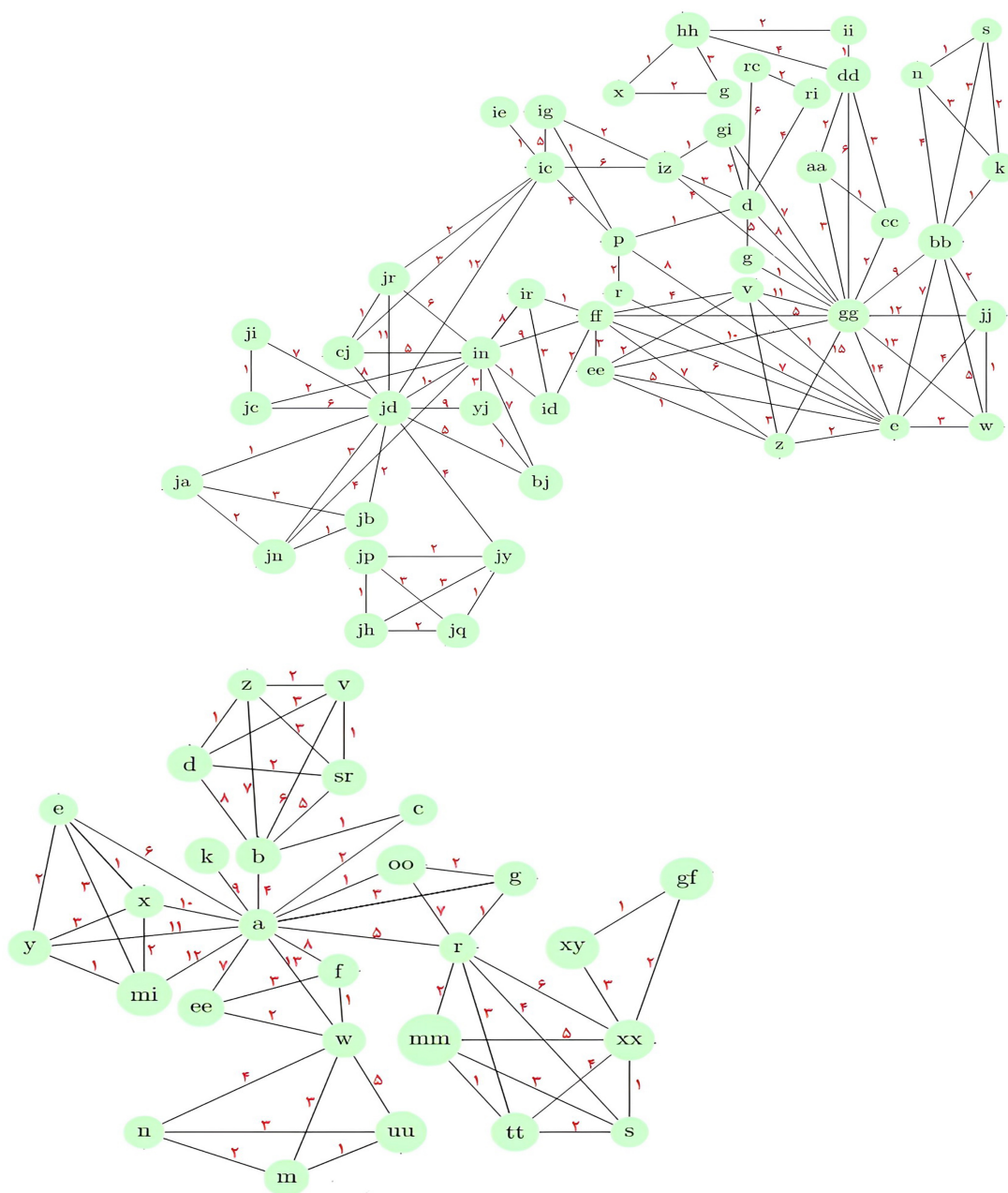
پاسخ به سوال ۲۰۱: با توجه به پارامترهای گرافی مانند عدد رنگی رأسی و عدد استقلال گراف‌های هم‌تالیفی، گسستگی و تنوع زمینه‌های پژوهشی در کدام یک از مجلات علمی پژوهشی فارسی رشته علوم تربیتی بیشتر است؟ همان‌طوری که در جدول ۲ دیده می‌شود عدد رنگی رأسی گراف هم‌تالیفی محققین سه مجله تدریس پژوهی، مطالعات اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی و پژوهش‌نامه مبانی تعلیم و تربیت، برابر ۶ و عدد رنگی رأسی گراف هم‌تالیفی محققین سه مجله دیگر پژوهش‌های آموزش و یادگیری، پژوهش در یادگیری آموزشگاهی و مجازی و مطالعات آموزشی و یادگیری، برابر ۵ است بنابراین تعداد کلاس‌های رنگی رأسی سه مجله اول از سه مجله دوم بیشتر است و این نتیجه می‌دهد که گسستگی پژوهشی در سه مجله اول از سه مجله دوم بهتر است. علاوه‌براین، همان‌طور که در ستون مربوط به عدد استقلال جدول بالا دیده می‌شود، تفاوت زیادی بین اعداد استقلال گراف‌های هم‌تالیفی نویسندگان مجلات در سطح کشور وجود دارد. بزرگترین عدد استقلال (۲۹) مربوط به مجله تدریس پژوهی و کمترین عدد استقلال (۱۳) مربوط به مجله پژوهش‌های آموزش و یادگیری است. این موضوع بیان می‌کند که تنوع زمینه‌های پژوهشی در مجله تدریس پژوهی از دیگر مجلات مورد بحث این رشته در کشور بیشتر است. بعد از مجله تدریس پژوهی، مجله مطالعات اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی بیشترین تنوع زمینه‌های پژوهشی در رشته علوم تربیتی را دارا هستند. مجلات پژوهش‌نامه مبانی تعلیم و تربیت، پژوهش در یادگیری آموزشگاهی، پژوهش‌نامه مبانی تعلیم و تربیت، مطالعات آموزشی و یادگیری و پژوهش‌های آموزش و یادگیری در تنوع زمینه‌های پژوهشی از شاخص پایینی‌تری برخوردار هستند.

در ادامه این بخش، رنگ‌آمیزی یالی سره برای گراف هم‌تألیفی محققین مجلات مورد بحث در رشته علوم تربیتی ارائه می‌شود. سپس به تفسیر و تحلیل اعداد رنگی یالی و تطابقی این گراف‌ها پرداخته می‌شود.



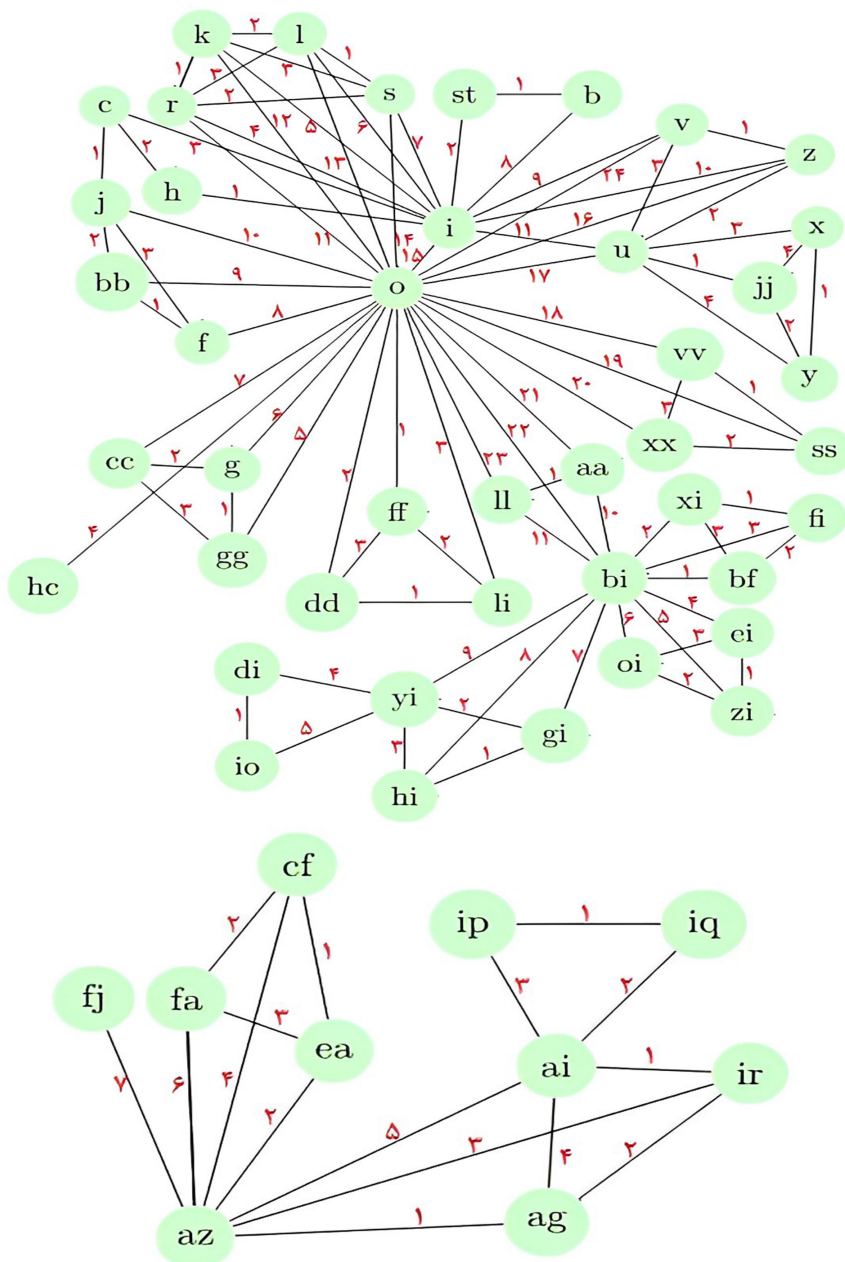
شکل ۷. رنگ‌آمیزی یالی گراف هم‌تألیفی محققین فصلنامه تدریس پژوهی

شکل ۷، مربوط به رنگ‌آمیزی یالی گراف نویسندگان مجله تدریس پژوهی است و عدد رنگی یالی ۱۰ است. این رقم، شبیه تفسیر بیشترین درجه، نشان دهنده این است که در این مجله در فاصله زمانی مورد نظر محقق وجود دارد که با ۱۰ محقق دیگر به‌طور مستقیم مقاله مشترک دارد. همچنین عدد تطابقی ۳۶ است و بیانگر این است که در این مجله ۳۶ مقاله وجود دارد که هیچ دو تایی آن‌ها دارای نویسنده مشترک نیستند.



شکل ۸. رنگ‌آمیزی یالی گراف هم‌تألیفی محققین فصلنامه مطالعات اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی

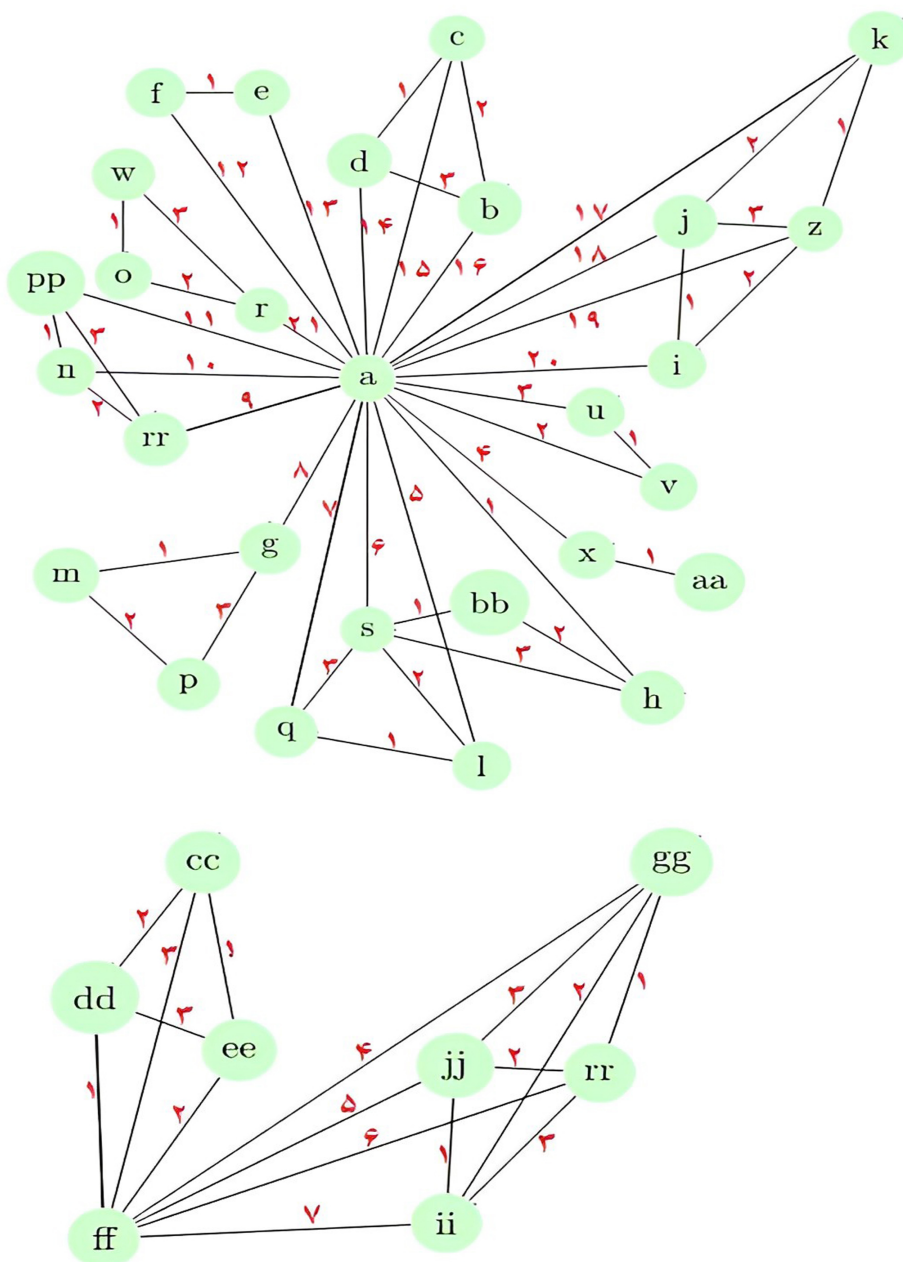
شکل ۸، مربوط به رنگ‌آمیزی یالی گراف نویسندگان مجله مطالعات اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی است و عدد رنگی یالی و عدد تطابقی به ترتیب ۱۵ و ۳۳ است.



شکل ۹. رنگ‌آمیزی یالی گراف هم‌تألیفی محققین فصلنامه پژوهش‌نامه مبانی تعلیم و تربیت

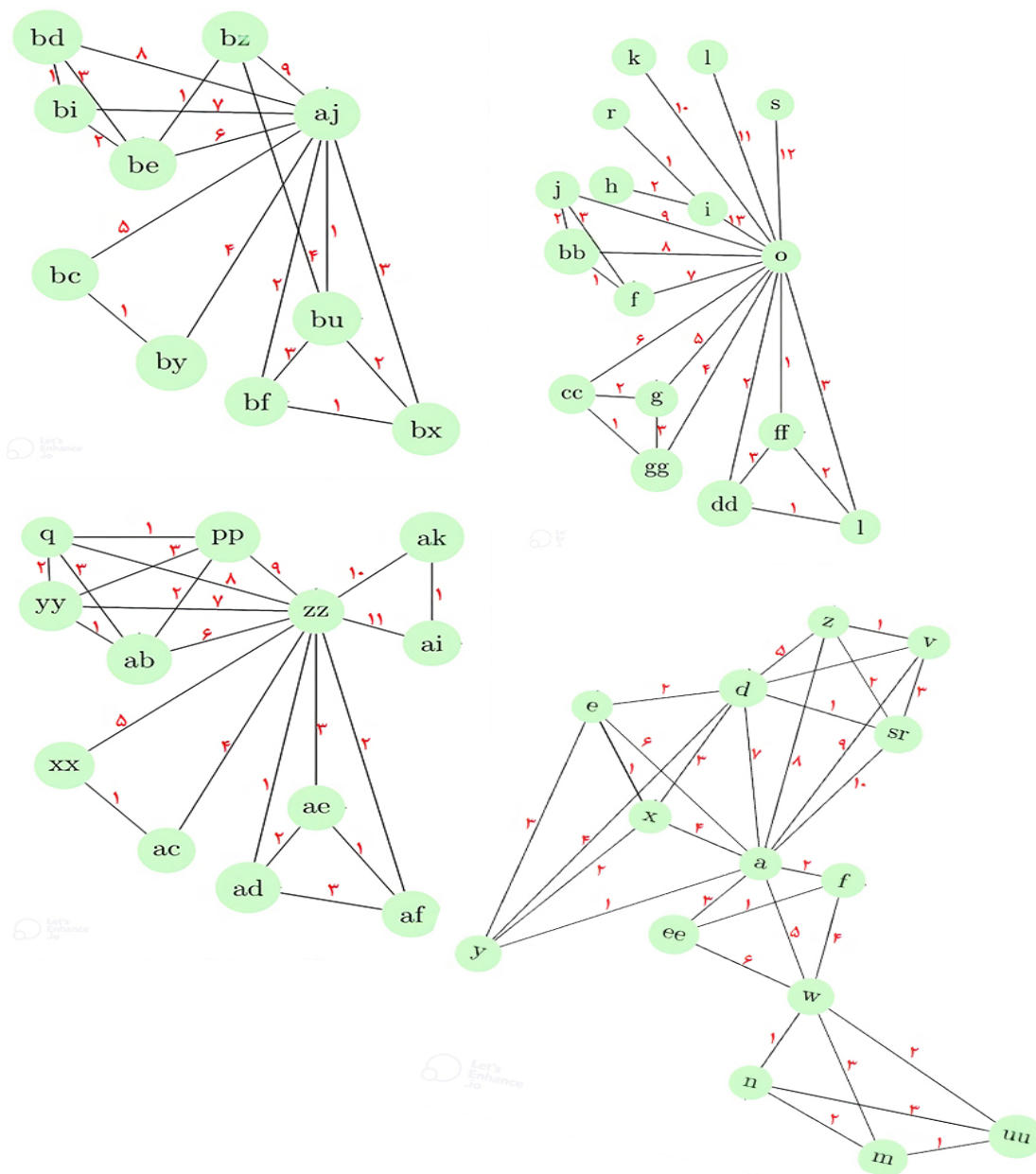
شکل ۹، مربوط به رنگ‌آمیزی یالی گراف نویسندگان مجله پژوهش‌نامه مبانی تعلیم و تربیت است و عدد رنگی یالی و عدد تطابقی، به ترتیب، ۲۴ و ۲۳ است. در شکل‌های ۷، ۸، ۹، به ترتیب، گراف‌های هم‌تألیفی محققین مجله تدریس پژوهی،

مجله مطالعات اندازه‌گیری و مجله پژوهش‌نامه مبانی تعلیم و تربیت، رسم و رنگ‌آمیزی یالی شده‌اند. عدد رنگی یالی مجله تدریس پژوهی ۱۰ است که نسبت به مجله پژوهش‌نامه مبانی تعلیم و تربیت، که عدد رنگی یالی آن ۲۴ و بیشترین در بین مجلات است، کمتر می‌باشد. همچنین این تفاوت در بیشترین درجه نیز قابل مشاهده است. بنابراین در مجله پژوهش‌نامه مبانی تعلیم و تربیت، محقق وجود دارد که بیشترین همکاری پژوهشی نسبت به محققین دیگر مجلات مورد بحث را دارد.



شکل ۱۰. رنگ‌آمیزی یالی گراف هم‌تألفی محققین فصلنامه پژوهش‌های آموزشی و یادگیری

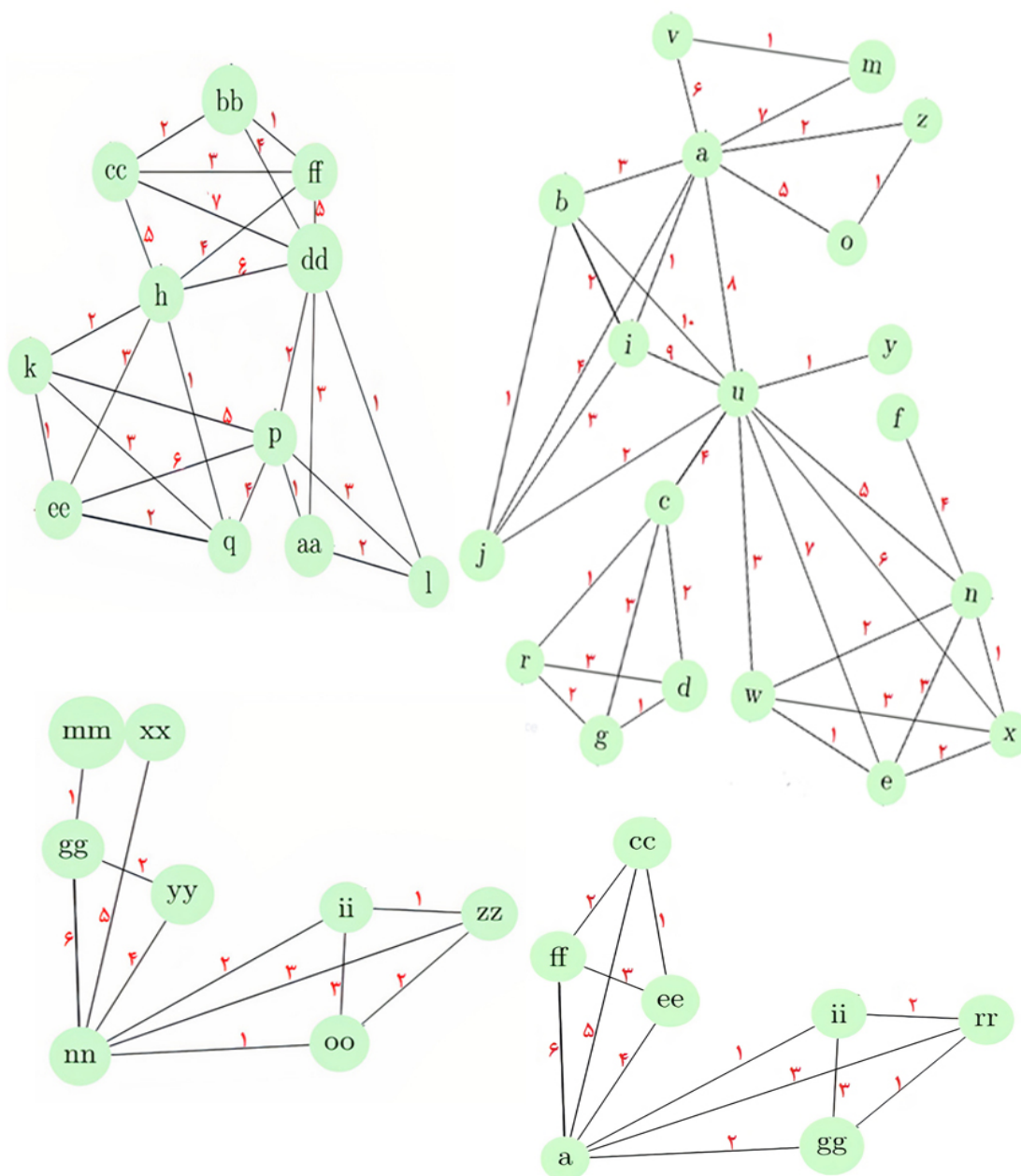
شکل ۱۰ مربوط به رنگ‌آمیزی یالی گراف نویسندگان مجله پژوهش‌های آموزشی و یادگیری است و عدد رنگی یالی و عدد تطابقی به ترتیب ۲۱ و ۱۶ هستند.



شکل ۱۱. رنگ‌آمیزی یالی گراف هم‌تألفی محققین فصلنامه پژوهش در یادگیری آموزشی و مجازی

همان‌طور که در گراف هم‌تألفی محققین مجله پژوهش‌های آموزش و یادگیری در شکل ۱۰، و مجله پژوهش در یادگیری آموزشی و مجازی در شکل ۱۱، مشاهده می‌شود، عدد رنگی یالی به ترتیب ۲۱ و ۱۳ می‌باشند که نشان می‌دهد در مجله پژوهش‌های آموزش و یادگیری پژوهشگری (نه لزوماً تمام پژوهش‌گرها) وجود دارد که نسبت به پژوهش‌گران مجله پژوهش

در یادگیری آموزشگاهی و مجازی، همکاری پژوهشی بیشتری دارد. ولی در مجموع با توجه به شاخص میانگین درجات، همکاری پژوهشی مجله پژوهش در یادگیری آموزشگاهی و مجازی، از پژوهشگران مجله پژوهش‌های آموزش و یادگیری، بهتر است.



شکل ۱۲. رنگ‌آمیزی یالی گراف هم‌تألیفی محققین فصلنامه مطالعات آموزش و یادگیری

در شکل ۱۲ نیز عدد رنگی یالی و عدد تطابقی به ترتیب ۱۰ و ۲۰ می‌باشند که با توجه به عدد رنگی یالی، محققینی در هر دو مجله مطالعات آموزش و یادگیری و تدریس پژوهشی وجود دارند که به‌طور یکسان (یا با اختلاف یکی کمتر از بیشترین درجه) بیشترین همکاری پژوهشی را میان محققین مجله خود دارند. چون در قضیه ویزینگ^{۲۵} ([۸]، قضیه ۷-۱-۱۰) را مشاهده کنید) ثابت شده است که عدد رنگی یالی یک گراف برابر بزرگترین درجه گراف است یا یک واحد از بزرگترین درجه، بیشتر است.

برای پاسخ به پرسش‌های ۳.۱ و ۴.۱ پژوهش، در جدول ۳ تعداد اعضای تمام رده‌های رنگی در یک رنگ‌آمیزی یالی بهینه به همراه اعداد تطابقی و رنگی یالی گراف‌های هم‌تألفی متناظر با هر شش مجله علمی پژوهشی فارسی مورد بحث رشته علوم تربیتی در سطح کشور، آورده شده است.

جدول ۳. عدد تطابقی و عدد رنگی یالی گراف‌های هم‌تألفی

مجلات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
تدریس پژوهی	۳۶	۲۹	۲۵	۱۹	۱۴	۱۰	۶	۳	۳	۱	۰	۰
مطالعات اندازه گیری و ارزشیابی آموزشی	۳۳	۲۹	۲۵	۱۳	۱۱	۸	۶	۶	۴	۳	۳	۳
پژوهش‌نامه مبانی تعلیم و تربیت	۲۳	۱۸	۱۷	۷	۵	۴	۳	۳	۳	۳	۲	۱
پژوهش‌های آموزش و یادگیری	۱۶	۱۳	۱۱	۳	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱
پژوهش در یادگیری	۲۳	۱۸	۱۶	۷	۵	۴	۴	۴	۴	۳	۲	۱
آموزشگاهی و مجازی	۲۰	۱۸	۱۷	۸	۷	۶	۳	۱	۱	۱	۰	۰
مطالعات آموزشی و یادگیری	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	عدد تطابقی	عدد رنگی یالی
تدریس پژوهی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳۶	۱۰
مطالعات اندازه گیری و ارزشیابی آموزشی	۲	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳۳	۱۵
پژوهش‌نامه مبانی تعلیم و تربیت	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۲۳	۲۴
پژوهش‌های آموزش و یادگیری	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱۶	۲۱
پژوهش در یادگیری آموزشگاهی و مجازی	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۳	۱۳
مطالعات آموزشی و یادگیری	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۰	۱۰

²⁵Vizing's Theorem

پاسخ به سؤال ۳.۱: با توجه به دیگر پارامترهای گرافی مانند بزرگترین درجه و عدد رنگی یالی، کدام محقق بیشترین همکاری پژوهشی در این مجلات داشته است؟

در جدول ۳: ستون مربوط به بزرگترین درجه نشان می‌دهد که کدام محقق بیشترین همکاری پژوهشی نسبت به سایر محققین داشته است. بیشترین مقدار از بزرگترین درجه‌ها در بین گراف مجلات، به گراف مجله پژوهش‌نامه مبانی تعلیم و تربیت، مربوط می‌شود و برابر ۲۴ است. بنابراین در این مجله محقق وجود دارد که به‌طور مستقیم با ۲۴ نفر دیگر در این مجله مقاله مشترک چاپ کرده و نام این محقق خسرو باقری نوپرست است. اما ممکن است این ۲۴ نفر یا سایر محققین دیگر در این مجله آن‌چنان مقاله مشترک با همدیگر نداشته باشند. محقق بعدی که بیشترین همکاری پژوهشی نسبت به سایر محققین داشته است به مجله پژوهش‌های آموزش و یادگیری تعلق دارد و نام آن مهدی سبحانی نژاد است که ایشان با ۲۱ (بزرگترین درجه گراف پژوهش‌های آموزش و یادگیری) نفر به‌طور مستقیم مقاله مشترک در این مجله چاپ کرده است.

علاوه بر این، ستون آخر جدول ۳ نیز همین موضوع را تأیید می‌کند. چون عدد رنگی یالی گراف هم‌تألیفی محققین مجله پژوهش‌نامه مبانی تعلیم و تربیت برابر ۲۴ است و بیشترین مقدار این عدد مربوط به همین مجله است. به عبارت دیگر در این مجله، ۲۴ مقاله وجود دارند که یک نویسنده (خسرو باقری نوپرست) در انتشار همه آنها نقش داشته است. از این نظر نیز، مجلات مطالعات آموزشی و یادگیری و تدریس پژوهی، در رتبه آخر قرار دارند. چون بنا به قضیه ویزینگ ([۸]، قضیه ۷-۱-۱۰) را مشاهده کنید)، عدد رنگی یالی یک گراف برابر با بزرگترین درجه گراف است یا یک واحد از بزرگترین درجه بیشتر است، پس اگر با استفاده از الگوریتم گزیدی به تعداد بزرگترین درجه‌ی گراف در رنگ‌آمیزی یالی از رنگ‌های متمایز استفاده شود، آن رنگ‌آمیزی بهینه است.

پاسخ به سؤال ۴.۱: تعداد گروه‌های تحقیقاتی موازی و متمایز در کدام یک از مجلات علمی پژوهشی فارسی در رشته علوم تربیتی در سطح کشور، بیشتر است؟

ستون مربوط به عدد تطابقی در جدول ۳، نشان می‌دهد که گراف هم‌تألیفی محققین مجله تدریس پژوهی دارای بیشترین عدد تطابق است و بیانگر این است که تعداد مقالاتی که هیچ دو تا از آنها دارای نویسنده مشترک نیستند، در مجله تدریس پژوهی نسبت به سایر مجلات بیشتر است. یا به عبارتی تعداد گروه‌های تحقیقاتی موازی و متمایز در مجله تدریس پژوهی از سایر مجلات علمی پژوهشی فارسی رشته علوم تربیتی در سطح کشور بیشتر است. بنابراین ۳۶ مقاله در مجله تدریس پژوهی وجود دارند که هر پژوهشگری در حداکثر یکی از مقالات نقش نویسنده را دارد. همچنین مجله مطالعات اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی از این نظر در رتبه بعدی با ۳۳ مقاله قرار دارد و مجله پژوهش‌های آموزش و یادگیری نیز رتبه آخر را به خود اختصاص داده است.

۷. بحث و نتیجه‌گیری

بهترین شاخص برای تعیین میزان همکاری پژوهشی محققین مجلات علمی پژوهشی، پارامتر میانگین درجات رؤس گراف هم‌تألیفی در آن مجله می‌باشد. از این لحاظ محققین مجلات علمی پژوهشی فارسی مطالعات اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی و پژوهش‌نامه مبانی تعلیم و تربیت، با داشتن میانگین درجات به ترتیب ۴.۴ و ۴، از همکاری پژوهشی بالاتری نسبت به محققین مجلات دیگر برخوردار هستند. از یافته‌های این پژوهش چنین نتیجه می‌شود که بزرگترین گروه تحقیقاتی در مجلات تدریس پژوهشی، مطالعات اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی و پژوهش‌نامه مبانی تعلیم و تربیت ۶ نفره و در سایر مجلات مورد بحث ۵ نفره می‌باشد. در مقایسه با پژوهش‌های انجام شده در رشته‌های دیگر و به‌ویژه رشته‌های علوم پایه مشاهده می‌شود که میزان همکاری پژوهشی محققین در مجلات علمی پژوهشی فارسی رشته علوم تربیتی از میزان همکاری

پژوهشی محققین رشته ریاضی، بیشتر یا مساوی است. برای مثال (شاویسی و امینی [۱۵]) نشان دادند که بیشترین میانگین درجات مربوط به گراف هم‌تألیفی گرایش تحقیق در عملیات برابر ۲۰.۴ است و همچنین نشان دادند که بزرگترین گروه تحقیقاتی ۵ نفره بوده و مربوط به گرایش نظریه‌گروه‌ها می‌باشد. مقادیر اعداد رنگی یالی و بزرگترین درجه، هر دو نشانگر بیشترین تعداد همکاران پژوهشی یک محقق یا محققین آن مجله هستند. از این نظر، دو مجله پژوهش‌نامه تعلیم و تربیت و پژوهش‌های آموزش و یادگیری از سایر مجلات مورد بحث بهتر هستند. در واقع، در مجله اول پژوهش‌گر خسرو باقری نوپرست و در مجله دوم پژوهش‌گرمهدی سبحانی‌نژاد به ترتیب با ۲۴ و ۲۱ نفر مقاله مشترک چاپ نموده‌اند. تعداد مقالاتی که هیچ دوتا از آن‌ها دارای نویسنده مشترک نیستند، در مجله تدریس پژوهشی نسبت به سایر مجلات بیشتر است. به عبارت دیگر، تعداد گروه‌های تحقیقاتی موازی و متمایز در مجله تدریس پژوهشی از سایر مجلات علمی پژوهشی فارسی مورد نظر بیشتر است. در واقع ۳۶ مقاله در مجله تدریس پژوهشی وجود دارند که هر پژوهش‌گر در حداکثر یکی از مقالات نقش نویسنده را دارد. از این نظر مجله مطالعات اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی در رتبه بعدی قرار دارد با ۳۳ مقاله، و مجله پژوهش‌های آموزش و یادگیری با ۱۶ مقاله، در رتبه آخر قرار گرفته است.

مراجع

- [1] D. deB. Beaver and R. Rosen, Studies in scientific collaboration1, *Scientometrics*, **1** (1978) 65-84.
- [2] D. deB. Beaver and R. Rosen, Studies in scientific collaboration 1, *Scientometrics*, **2** (1979a) 133-149.
- [3] D. deB. Beaver and R. Rosen, Studies in scientific collaboration 1, *Scientometrics*, **3** (1979b) 231-245.
- [4] J. A. Bondy and U. S. R. Murty, *Graph Theory with Applications*, American Elsevier, New York, 1976.
- [5] R. L. Hard, Co-authorship in the Academic Library Literature: A Survey of Attitudes and Behaviours, *The Journal of Academic Librarianship*, **26** (2000) 339-345.
- [6] S. Lijun, *Co-authorship Network in Transformation Research*, The Media Laboratory, Massachusetts of Technology, Cambridge. M. A, in Press, 2017.
- [7] M. E. J. Newman, Co-authorship networks and patterns of scientific collaboration, *Proceeding of National Academic Society*, **2** (2004) 5200-5205.
- [8] D. B. West, *Introduction to Graph Theory*, 2nd ed, Prentice Hall, Upper Saddle River, 2001.
- [9] ج. بشیری و ع. گیلوری، هم‌تألیفی در نشریات علمی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، پژوهش‌نامه علم‌سنجی، **۴** (۱۳۹۷) ۵۶-۶۹.
- [۱۰] ن. حریری و م. نیکزاد، شبکه‌های هم‌تألیفی در مقالات ایرانی رشته‌های کتابداری و اطلاع‌رسانی، روان‌شناسی مدیریت و اقتصاد در پایگاه آی.اس.آی. بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹، پژوهش‌نامه پردازش مدیریت اطلاعات، **۲۶** (۱۳۹۰) ۸۲۵-۸۴۴.
- [۱۱] پ. حسن‌زاده، ع. اسفندیاری مقدم، ف. سهیلی و ه. موسوی چلک، هم‌نویسندگی و رابطه نفوذ اجتماعی و میزان کارایی و بهره‌وری پژوهشگران حوزه نارسایی مزمن قلب و عروق، پژوهش‌نامه علم‌سنجی، **۴** (۱۳۹۷) ۱۴۳-۱۶۰.
- [۱۲] م. حسن‌زاده و س. بقایی، جامعه علمی، روابط علمی و هم‌تألیفی، رهیافت، **۴۴** (۱۳۸۸) ۳۷-۴۱.
- [۱۳] م. رحیمی و ر. فتاحی، همکاری علمی و تولیدات اطلاعات، نگاهی به مفاهیم و الگوهای رایج در تولید علمی مشترک، فصلنامه کتاب، **۱۸** (۱۳۸۶) ۲۳۵-۲۴۸.
- [۱۴] م. رحیمی و ر. فتاحی، بررسی همکاری علمی اعضای هیئت علمی در چهار حوزه موضوعی در دانشگاه فردوسی مشهد، فصلنامه کتابداری و اطلاع‌رسانی، **۱۱** (۱۳۸۷) ۹۵-۱۲۰.
- [۱۵] ف. شاویسی و م. امینی، تحلیل گراف هم‌تألیفی محققین ایرانی رشته ریاضی با استفاده از پارامترهای گرافی، پژوهش‌نامه علم‌سنجی، **۶** (۱۳۹۹) ۲۳۷-۲۶۰.

[۱۶] ح. نوچه‌ناسار، غ. ش. مورکائی و م. ا. قانع‌زاد، تحلیل شبکه اجتماعی هم نویسندگی مقالات خارجی اعضای هیئت رشته علوم تربیتی، پژوهش‌نامه علم‌سنجی، ۴ (۱۳۹۷) ۵۶-۳۳.

علی عبدی

گروه علوم تربیتی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

research7531@gmail.com

علی عبدی عضو هیأت علمی و استادیار بخش علوم تربیتی دانشگاه پیام نور است، دانش آموخته کارشناسی علوم تربیتی از دانشگاه کردستان، کارشناسی ارشد و دکترای علوم تربیتی از دانشگاه علامه طباطبائی تهران است.



مصطفی امینی

گروه ریاضی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

Dr.mostafa56@pnu.ac.ir, amini.pnu1356@gmail.com

مصطفی امینی عضو هیأت علمی و استادیار بخش ریاضی محض دانشگاه پیام نور است، دانش آموخته کارشناسی ریاضی محض از دانشگاه پیام نور همدان، کارشناسی ارشد ریاضی محض گرایش جبر از دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی تهران و دکترای ریاضی محض گرایش جبر جابجایی و همولوژی از مرکز تحصیلات تکمیلی و دکترای دانشگاه پیام نور تهران است. علائق پژوهشی وی، «جبر جابجایی و همولوژی» و «نظریه گراف» است.



Discontinuity and diversity of Persian scientific research journals in the field of educational sciences by using coloring and mathematical algebraic parameters

Ali Abdi and Mostafa Amini*

Abstract: The aim of the current research is to study and compare graphs authorship by Iranian researchers in Persian scientific research journals in the field of educational sciences by using algebraic parameters of mathematics. In this research, the data related to the scientific research documents of 336 Iranian researchers from 6 Persian scientific research journals in the field of educational sciences from 2017 to 2021 were extracted by using the issues printed in these journals and the graphs related to the authors of these journals have been drawn by mathematical methods and software, and then compared and analyzed by using algebraic parameters such as the average degrees of vertices, independence, color and matching numbers. In the main results, it was checked that the average grade of the Journal of the Educational Measurement and Evaluation Studies is 4.4 and higher than other journals. Also, the largest research group (cluster number) is 6 people, and the most research diversity (independence number) is 29 and it is related to of the Journal of the teaching research. Among the discussed journals in the field of educational sciences, according to the average grades, the amount of research cooperation of the Journal of Educational Measurement and Evaluation Studies is at a higher level than the other five journals.

Keywords: Cluster number, color number, independence number, matching number, scientific network of educational sciences.

Ali Abdi

Department of Educational Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Payam Noor University, Tehran, Iran.

Email: research7531@gmail.com

Mostafa Amini

Department of Mathematics, Faculty of Sciences, Payame Noor University, Tehran, Iran.

Email: amini.pnu1356@gmail.com

Communicated by Alireza Abdollahi.

Article Type: Research Paper.

Received: 30/08/2022, Accepted: 08/11/2022.

* Corresponding author's.