چشم‌انداز مدیریت صنعتی
شماره ۱۶ ـ زمستان ۱۳۹۳
ص‌ص ۲۹ – ۹

طراحی و ترسیم نقشه‌ی علم نوین تحقیق در عملیات نرم

محمّدرضا مهرگان*، محمّدرضا اخوان انوری، کامیار رئیسی‌فر*****

چکیده

با توجه به پیچیده و گسترده شدن طیف مسائل تصمیم‌گیری، شاخه‌ای نوپا در تحقیق در عملیات تحت عنوان تحقیق در عملیات نرم (SOR) شکل گرفته است. برخلاف دیدگاه سخت و کلاسیک، تحقیق در عملیات نرم از روش‌های کیفی و تفسیری برای تفسیر، تعریف و بررسی جوانب مختلف مسأله مورد بررسی استفاده می‌کند. از سوی دیگر، ترسیم نقشه حوزه‌های علم به تعیین جایگاه آن قلمرو در گستره دانش کمک و نسبت آن را با سایر حوزه‌ها بهتر مشخص می‌کند. در این پژوهش، با استفاده از فرآیند شش‌مرحله‌ای ترسیم نقشه علم، پژوهشگران کوشیده‌اند نقشه علم تحقیق در عملیات نرم را براساس طبقه‌بندی‌های موضوعی پایگاه استنادی علوم (ISI) ترسیم کنند. در گام نخست این فرآیند، داده‌ها استخراج و در گام دوم، واحد تحلیل انتخاب شد. در گام سوم و چهارم، فراوانی مقالات بررسی و شباهت میان مقالات استخراج‌شده تعیین گشت. در گام پنجم، حوزه‌های مرتبط با یکدیگر با استفاده از یک الگوریتم خوشه‌بندی شناسایی و در گام ششم، نقشه‌های قلمروی موضوعی با گام‌های خوشه‌بندی ترسیم و تحلیل شد. درنهایت، شش خوشه در مجموعه‌های علوم مدیریتی و اجتماعی، مجموعه علوم مهندسی، دانش‌های مطالعات رفتاری، دانش محیط و جغرافیا، جامعه‌شناسی و منابع طبیعی و مجموعه ریاضی به دست آمد.

کلیدواژه‌ها: تحقیق در عملیات نرم؛ نقشه علم؛ پایگاه استنادی علوم (ISI).

تاریخ دریافت مقاله: ۹۲/۱۱/۱۳، تاریخ پذیرش مقاله: ۹۳/۱۰/۱۸.

* استاد، دانشگاه تهران.

** دانشجوی دکتری، دانشگاه تهران.

E-mail: mrakhavan@ut.ac.ir

*** دانشجوی دکتری، دانشگاه تهران.

۱. مقدمه

در سال‌های اخیر، علاقه وافری به ترسیم ساختار قلمروهای دانش ایجاد شده است [۲]. یکی از مهم‌ترین روش‌های ترسیم حوزه‌های دانش، ترسیم نقشه‌های علم است. نقشه علم بازنمایی تصویری روابط بین قلمروهای مختلف دانش است. نقشه‌های دقیق علم به درک نحوه ساختاریابی و تکوین قلمروهای دانش کمک می‌کنند [۲۰]. نگاشت قلمروهای دانش حوزه نسبتاً جدیدی از علم است که هدفش به تصویر کشیدن، کاوش، تحلیل، طبقه‌بندی و نمایش دانش است [۲۹]. هنگامی‌که به بررسی یک قلمرو علمی خاص یا روابط موجود میان روندهای تحقیقاتی، محققان، سازمان‌ها، کشورها و مواردی از این دست در درون آن قلمرو علمی علاقه وجود داشته باشد، نقشه‌های علم می‌توانند به نمایش این روابط کمک کنند [۸].

ترسیم نقشه علم، به‌ویژه در حوزه‌های نسبتاً جدید دانش، می‌تواند با به تصویر کشیدن ارتباطات آن حوزه با سایر قلمروهای علم، نقش مؤثری در آگاهی از ساختار درونی و تعاملات بیرونی آن حوزه ایفا کند. در همین راستا، پژوهش حاضر با ترسیم نقشه علم حوزه تحقیق در عملیات نرم که قلمروی جدیدی محسوب می‌شود، می‌تواند در شناسایی جایگاه این حوزه و روابط آن با سایر قلمروهای دانش سهمی داشته باشد.

تحقیق در عملیات (OR) دانشی است که هدفش تحلیل مسائل پیچیده و کمک به تصمیم‌گیرندگان برای یافتن بهترین وسیله درجهت برخی اهداف است؛ اما از آنجا که همه مسائل واقعی فراروی تصمیم‌گیرندگان را نمی‌توان درقالب متدولوژی‌های سنتی تحقیق در عملیات مدل‌سازی و تحلیل کرد و با توجه به گسترده و پیچیده‌تر شدن طیف مسائل تصمیم‌گیری، شاخه‌ای نوپا در تحقیق در عملیات شکل گرفته و مطرح شده است که تحقیق در عملیات نرم (SOR)[1] نام دارد. تحقیق در عملیات نرم، برخلاف دیدگاه سخت و سنتی، از روش‌های کیفی و تفسیری برای تفسیر، تعریف و بررسی جوانب مختلف مسأله مورد بررسی استفاده می‌کند. متدولوژی‌های تحقیق در عملیات نرم، باعث بحث، یادگیری و درک و فهم می‌شوند و این درک و فهم را درجهت پیشبرد حل مسأله به‌کار می‌گیرند [۱۷].

با توجه به نوپا بودن تحقیق در عملیات نرم درمقایسه با تحقیق در عملیات سخت (HOR)[2] و به‌ویژه جدید بودن این مفهوم در فضای آکادمیک کشور، بررسی ارتباط میان این حوزه و سایر قلمروهای دانش و گشوده شدن افق‌های کاربرد مفاهیم موجود در این رشته به‌نظر مهم است. یکی از روش‌های تعیین میزان و نحوه ارتباط یک قلمرو دانش با سایر قلمروها، ترسیم نقشه علمی آن برمبنای پایگاه‌های اطلاعات علمی است. در همین راستا، هدف از بررسی حاضر،

1. Soft Operations Research (SOR)
2. Hard Operations Research (HOR)

مشخص کردن حوزه‌ها و قلمروهای دانش مرتبط با تحقیق در عملیات نرم از طریق ترسیم نقشه علمی این حوزه از دانش است.

با توجه به نوپا بودن موضوع تحقیق در عملیات نرم و توجه اخیر صاحب‌نظران و محققان تحقیق در عملیات به این حوزه، هدف اصلی از پژوهش حاضر بررسی وضعیت روی‌آوری دانشمندان بین‌المللی به تحقیق در عملیات نرم و تعیین قلمروهای علمی است که از تحقیق در عملیات نرم در آن‌ها استفاده شده است؛ به عبارت دیگر، ترسیم نقشه علم تحقیق در عملیات نرم با توجه به پایگاه استنادی ISI، بازنمایی گرافیکی از جایگاه این حوزه از دانش به‌دست می‌دهد که با توجه به آن می‌توان کاربردهای تحقیق در عملیات نرم و طرح آن را در سایر حوزه‌های دانش بررسی و ظرفیت‌های به‌کارگیری آن را دقیق‌تر شناخت.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

تحقیق در عملیات نرم (SOR). تحقیق در عملیات نرم یا روش‌های ساختاردهی مسأله (PSM)[1] رویکردی سیستمی برای مواجهه با موقعیت‌های مسأله‌زا است. این رویکرد چارچوبی برای مدیریت و اداره مسائل بدساختاریافته یا مسائلی که به‌راحتی قابل کمّی شدن نیستند (به عبارتی مسائل آشفته‌ای که ارائه تعریف رسمی از آن‌ها امکان‌پذیر نیست) ارائه می‌کند [۳]. روش‌های تحقیق در عملیات نرم، برخلاف روش‌های تحقیق در عملیات سخت که تنها درپی حل مسائل هستند، مسائل را ساختاردهی می‌کنند. تحقیق در عملیات نرم عمدتاً از روش‌های کیفی، عقلایی، عینی و ساختاریافته برای تفسیر، تعریف و کشف دیدگاه‌های مختلف در یک سازمان استفاده می‌کند و به مسائل آن با نگاه ژرف‌تری می‌نگرد. این روش به ایجاد مذاکره، یادگیری و درنهایت درک بیشتر منجر می‌شود و از این ادراکات حاصل‌شده برای بهبود شرایط مسائل پیچیده استفاده می‌کند؛ به همین دلیل، از روش‌های تحقیق در عملیات نرم به‌عنوان «روش‌های ساختاردهی مسأله» نام برده می‌شود [۲۷]؛ به عبارت دیگر، روش‌های تحقیق در عملیات نرم برخلاف «رویکردهای پژوهشی[2]» که هدفشان مواجهه با زمینه یا محیطی است که آشفتگی در آن‌ها اتفاق افتاده، درپی بهبود سیستمی از مسائل یا آشفتگی‌ها هستند و می‌کوشند که به‌جای حل مسائل، آن‌ها را کمتر کنند و تسکین دهند [۹].

مینگرز (۲۰۱۱) معتقد است که در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ میلادی، پس از حدوداً سه دهه سلطه روش‌های ریاضی در تحقیق در عملیات، توجه متخصصان به مسائل اجتماعی جلب شد و با طرح انتقاداتی ازسوی چرچمن و ایکاف درخصوص محدودیت‌های تحقیق در عملیات رایج برای صورت‌بندی و مواجهه با این نوع مسائل، به‌تدریج تحقیق در عملیات نرم شکل گرفت. از

1. Problem Structuring Methods
2. Research Approach

آن زمان به بعد، تحقیق در عملیات نرم (SOR) جایگاه خود را به‌عنوان بخشی از تحقیق در عملیات، به‌ویژه در انگلستان که خاستگاه این علم است، پیدا کرده و به برنامه‌های درسی، پژوهشی و مشاوره‌ای راه یافته است.

فارستر (۱۹۹۴) با تمایزی که بین مسائل ایستا و پویا قائل می‌شود، معتقد است که تحقیق در عملیات نرم، در موقعیت‌های پویا کاربرد دارد؛ موقعیت‌هایی که در آن‌ها، تحقیق در عملیات سخت یا کلاسیک از پرداختن به مسائلی نظیر منافع مدیران و یا سیاستمداران ناتوان است. به‌باور حامیان و عاملان تحقیق در عملیات نرم، تفاوت سیستم‌های اجتماعی با سیستم‌های فیزیکی، پیچیدگی‌های سیستم‌های اجتماعی و وجود عامل انسانی مانع کاربست موفقیت‌آمیز روش‌های سخت تحقیق در عملیات در این‌گونه موارد می‌شود و اینجا است که تحقیق در عملیات نرم با دیدگاه متفاوت خود می‌تواند کمک‌کننده باشد. اهمیت و کاربرد تحقیق در عملیات زمانی بیشتر می‌شود که لازم باشد دیدگاه ذی‌نفعان مختلف درنظر گرفته شود و مسأله ماهیتی پیچیده داشته باشد. می‌توان گفت که تحقیق در عملیات نرم، مجموعه‌ای از روش‌های مدل‌سازی مشارکتی هستند که از یک مجموعه کنشگر در بررسی موقعیت‌های مسأله‌زا پشتیبانی می‌کنند [۲۸].

امروزه، روش‌های متعددی چون متدولوژی سیستم‌های نرم (SSM)، تحلیل و توسعه انتخاب‌های استراتژیک (SODA) و نگاشت‌شناختی، پدیدارسازی و آزمون فرضیات استراتژیک (SAST)، رویکرد انتخاب استراتژیک (SCA) و برنامه‌ریزی تعاملی (IP) ذیل عنوان تحقیق در عملیات نرم قرار می‌گیرند و برای حل مسائل فوق‌الذکر به‌کار می‌روند [۳]. وجه اشتراک این روش‌ها این است که در آن‌ها، مدل‌ها نه یک بازنمایی عینی از واقعیت پیش‌رو، بلکه به‌منزله بازنمایی‌هایی از دیدگاه‌ها یا باورهای افراد از واقعیت قلمداد می‌شوند [۲۲].

ترسیم نقشه‌های علم. مطالعات روند تغییرات علم و تکنولوژی در وضعیت سیلان دائمی به‌سر می‌برند. برخی قلمروهای تحقیقاتی که روزی استراتژیک تلقی می‌شدند، اکنون مهجور شده‌اند و برخی قلمروهای جدید و پرامید شکل گرفته‌اند. در چنین وضعیتی، سیاستگذاران و افراد آکادمیک همواره با چنین فضای پرتقاضا و متلاطمی پیرامون علم و تکنولوژی روبه‌رو هستند و به همین دلیل، بررسی پویایی‌های علم و تکنولوژی از اهمیت فراوانی برخوردار است؛ زیرا سرنخ‌های لازم برای آگاهی از تغییرات قلمروهای علمی و آشنایی با قلمروهای نوظهور و درحال تکوین را به‌دست می‌دهد. سنت مطالعه تغییرات قلمروهای علم، خاستگاه‌هایی در فلسفه علم، جامعه‌شناسی علم و تاریخ علم دارد؛ اما یکی از رویکردهای نسبتاً بدیع در مطالعه قلمروهای علمی، بررسی کمی تغییرات این قلمروها است [۱۶]. به بررسی کمی تغییرات تاریخی قلمروهای

علمی، علم‌سنجی گفته می‌شود. البته علم‌سنجی با مقاله‌ای در دهه ۱۹۲۰میلادی درخصوص بهره‌وری تحقیقات انجام‌شده در قلمرو علم شیمی، عملاً به کتاب‌سنجی تغییر یافت [۳۲]. کتاب‌سنجی را تحلیل کمی ویژگی‌های کتاب‌شناختی بخشی از قلمروهای علمی تعریف کرده‌اند. هدف کتاب‌سنجی ترسیم نقشه یک قلمروی علمی با هدف تعیین ساختار آن است؛ بنابراین، کتاب‌سنجی به شناسایی و تعیین الگوهای موجود در ادبیات موضوع منجر می‌شود و به تعیین اینکه آن قلمرو در مناسبت با سایر قلمروها در کجا قرار دارد و به کدام سو پیش می‌رود کمک می‌کند [۱۲]. در رویکرد کتاب‌سنجی، بازنمایی دانش در سطح یک قلمرو خاص، ساختارهای ذهنی و شبکه‌های رسمی و غیررسمی علوم طبیعی و اجتماعی بررسی می‌شود [۱۶]. درحقیقت، در تحقیقات علم‌سنجی و کتاب‌سنجی، توجه اصلی به تحلیل شبکه‌ها معطوف می‌شود؛ شبکه‌هایی از کلمات کلیدی، مستندات، نویسنده‌ها، مجلات و مواردی از این دست. از روش‌های خوشه‌بندی و ترسیم نقشه نیز بیشتر برای مطالعه این شبکه‌ها استفاده می‌شود. هدف این تکنیک‌ها ارائه بینش‌هایی درخصوص ساختار این شبکه‌ها است [۳۳].

بنابراین، امروزه یکی از ابزارهای طبقه‌بندی دانش و پیگیری پویایی‌های آن، نقشه‌های کتاب‌سنجی یا نقشه‌های علم است. نقشه کتاب‌سنجی یک بازنمایی دوبعدی و کوچک‌مقیاس از خوشه‌بندی برخی ویژگی‌های مقالات علمی است. با گزینش برخی ویژگی‌ها، یک ماتریس ارتباط ساخته می‌شود. این ماتریس به مبنایی برای الگوریتم خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی تبدیل می‌شود. البته این سلسله‌مراتب با استفاده از یک معیار مناسب در نقطه‌ای متوقف می‌شود. نتیجه خوشه‌هایی است که درقالب یک نقشه دوبعدی به نمایش درمی‌آید [۷]. به تعبیری کلی‌تر و رایج‌تر، نقشه علم یک بازنمایی فضایی از نحوه ارتباط میان حوزه‌ها، رشته‌ها، تخصص‌ها و مقالات به یکدیگر است که در آن، دوری و نزدیکی و نیز میزان ارتباط نمایش داده می‌شود [۳۰]. نقشه علم را می‌توان دورنمایی از قلمروهای دانش دانست که ساختارهای موجود در آن قلمروها را به تصویر می‌کشد [۲۳]؛ بنابراین، می‌تواند به درک و فهم بهتر روابط مفهومی و پیشرفت‌های صورت‌گرفته در هر حوزه از دانش کمک کند [۳۰]. درحقیقت، نقشه‌های علم استعاره‌هایی برای منتزع کردن پیچیدگی‌های درونی یک قلمرو دانش هستند. البته، با توجه به اینکه کار روی این نقشه‌ها نزدیک به چهار دهه است که آغاز شده، امروزه می‌توان این استعاره را استعاره‌ای بالغ و جاافتاده قلمداد کرد [۳]. آنچه نقشه علم را از سایر طبقه‌بندی‌های دانش متمایز می‌سازد، نخست نمایش تصویری حوزه دانش و سپس ترسیم روابط میان موضوعات است [۱۱]. هدف نقشه‌نگاری علمی آشکار کردن ساختارها و پویایی‌های یک رشته از دانش، از طریق نمایش ارتباطات درونی مستندات آن حوزه است [۳۱]. یکی از نخستین تلاش‌ها برای ترسیم وضعیت دانش در سال ۱۹۶۵ میلادی انجام شد که در آن تلاش شد که توصیفی از ماهیت

شبکه جهانی مقالات علمی ارائه شود [۲۵]. از آن پس، در این زمینه روش‌های متعددی برای ترسیم نقشه‌های علمی مطرح شد که از آن جمله می‌توان از تحلیل استنادی مجلات، تحلیل هم‌استنادی، تحلیل کتاب‌سنجی و تحلیل هم‌واژگی یاد کرد [۳۱]. در این راستا، اخیراً به دلایل متعددی، به ترسیم و نمایش قلمروهای دانش توجه زیادی شده است؛ ازجمله منابع کتاب‌شناختی روزافزونی که در دسترس قرار گرفته‌اند، برنامه‌های کامپیوتری تحلیل و ترسیم نقشه‌های علمی که رایگان در اختیار پژوهشگران است و ضرورت تلخیص حجم وسیعی از داده‌ها از منابع متفاوت درقالبی فشرده و مختصر [۱۰].

درمیان پژوهش‌های داخلی، موارد ذیل نمونه‌هایی از تحقیقاتی هستند که با هدف ترسیم نقشه علم انجام شده‌اند:

ابویی اردکان و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهشی، ضمن اشاره به روش‌های خوشه‌بندی، نقشه علمی قلمرو نسبتاً جدید مدیریت شهری را ترسیم کرده‌اند [۱]. عابدی جعفری و همکاران (۱۳۹۰) نیز در مقاله‌ای، ضمن پرداختن به جایگاه نقشه علم، نقشه قلمرو اداره امور عمومی (مدیریت دولتی) را ترسیم کرده‌اند [۲]. ناصری جزه و همکاران (۱۳۹۱) هم با بررسی مقالات داخلی چاپ‌شده در قلمرو مدیریت فناوری، با استفاده از روش هم‌رخدادی کلمات، نقشه مفهومی این قلمرو دانش را ترسیم کرده‌اند [۴].

با توجه با نوپا بودن قلمرو دانش تحقیق در عملیات نرم (SOR) در کشور، ترسیم نقشه این قلمرو از دانش، در دستور کار این پژوهش قرار گرفته است.

پرسش‌های تحقیق. پژوهش حاضر درصدد است به پرسش‌های ذیل پاسخ دهد:

- چه تعداد مقالات نوشته و نمایه‌شده در پایگاه استنادی ISI در حوزه تحقیق در عملیات نرم تا زمان انجام پژوهش وجود داشته است؟
- ساختار قلمرو تحقیق در عملیات نرم با توجه به استنادات پایگاه ISI در بازه زمانی مذکور چگونه بوده است؟
- تعداد و حجم پژوهش‌های انجام‌شده درزمینه تحقیق در عملیات نرم، به تفکیک قلمروهای مختلف دانش، چگونه بوده است؟
- ارتباط قلمروهای مختلف دانش که پژوهش‌های آن‌ها درزمینه تحقیق در عملیات نرم صورت گرفته، چگونه بوده است؟

۳. روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر درزمره پژوهش‌های علم‌سنجی است که با هدف ترسیم نقشه علم صورت گرفته است. شایان ذکر است که علم‌سنجی را به‌صورت مطالعه کمی علوم، ارتباطات میان علوم و سیاستگذاری علم تعریف کرده‌اند. در علم‌سنجی، روندهای تحقیقاتی متعددی وجود دارد که از آن میان می‌توان به اندازه‌گیری تأثیر با رویکرد تحلیل استنادی، تعیین مرز مجموعه‌های مرجع، نظریه‌پردازی در حوزه استنادها، بررسی سیاست‌های علم و ترسیم نقشه‌های علم اشاره کرد [۲۱]. محققان علم‌سنجی با ترسیم نقشه‌های علم، ساختار درونی حوزه‌های اندیشه را آشکار می‌کنند؛ یعنی مؤلفه‌ها و بخش‌های حوزه‌های علمی و قلمروهای دانش و تخصص را به تصویر می‌کشند. در پژوهش حاضر نیز پژوهشگران تلاش کرده‌اند با ترسیم نقشه علم، حوزه نوپای تحقیق در عملیات نرم، قلمرو این گستره دانش را بازنمایی کنند.

به‌طور کلی، فرآیند ترسیم نقشه علم شامل شش مرحله است [۵] که این شش مرحله در شکل ۱ نشان داده شده‌اند.

شکل ۱. فرآیند ترسیم نقشه علم

براساس این فرآیند شش‌مرحله‌ای، نخستین گام استخراج داده‌ها است. در پژوهش حاضر، بدین منظور از پایگاه استنادی علوم (ISI) استفاده شده است. گام دوم تعیین واحد تحلیل است. واحد تحلیل می‌تواند مجله (ژورنال)، نویسنده، مدرک و واژه باشد. در این تحقیق، واژه به‌عنوان واحد تحلیل برای جست‌وجو در پایگاه ISI انتخاب شده است. با توجه به منابع موجود، ۱۸ کلیدواژه مربوط به تحقیق در عملیات نرم انتخاب شدند و با استفاده از آن‌ها در پایگاه ISI فرآیند

جست‌وجو انجام شد که درنتیجه ۸۱۹ مقاله به‌دست آمد. هدف گام‌های سوم و چهارم در مراحل بالا، تعیین شباهت میان مقالات استخراج‌شده است. این کار با استفاده از نرم‌افزار تحلیلگر موجود در سایت صورت گرفته و درنتیجه مقالات جست‌وجوشده در ۸۱ قلمروی موضوعی طبقه‌بندی شدند. البته، تعدادی از این قلمروها به‌دلیل دربرداشتن تعداد بسیار اندکی از مقالات، از تحلیل کنار گذاشته شدند. سپس ماتریس ارتباط میان قلمروهای موضوعی باقی‌مانده تهیه و نرمال شد. در گام پنجم، با استفاده از یک الگوریتم خوشه‌بندی، حوزه‌های مرتبط با یکدیگر شناسایی شدند. در گام آخر نیز نقشه قلمروهای موضوعی مطابق با گام‌های خوشه‌بندی، ترسیم و تحلیل شد. شکل ۲ مراحل عملی انجام این پژوهش را نشان می‌دهد.

شکل ۲. فرآیند انجام تحقیق

٤. تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

در این قسمت از پژوهش، براساس مراحل بالا که در شکل ۲ نیز نشان داده شده است، نقشه علم تحقیق در عملیات نرم ترسیم شده است.

گام نخست؛ استخراج کلیدواژه‌ها. با رجوع به منابع موجود درزمینه تحقیق در عملیات نرم، ۱۸ کلیدواژه مرتبط با حوزه تحقیق در عملیات نرم برای جست‌وجو در پایگاه ISI استخراج و انتخاب شد. این کلیدواژگان عبارت‌اند از:

"Soft Operations Research", "CATWOE", "Soft System Thinking", "LUMAS Model", "Root Definition", "Strategic Choice Approach", "Strategic Options Development and Analysis", "Cognitive Mapping", "Causal Loop Diagrams", "Cause Map", "JOURNEY MAKING", "Fuzzy

Cognitive Map", "Cognitive Mapping", "Strategic Assumption Surfacing and Test", "Unbounded Systems Thinking", "Causal Mapping", "Soft Systems Methodology", "PQR Questions"

گام دوم؛ انجام جست‌وجو در پایگاه استنادی علوم (ISI). در پایگاه ISI، موتور جست‌وجویی وجود دارد که با استفاده از آن می‌توان براساس موضوع، عنوان، نویسنده و ... ، جست‌وجو را انجام داد. با استفاده از ۱۸ کلیدواژه مستخرج در گام پیشین، عملیات جست‌وجو در پایگاه ISI انجام شد. شایان ذکر است که پس از انجام این گام، ۸۱۹ مقاله براساس کلیدواژه‌های اشاره‌شده در این پایگاه یافت شد.

گام سوم؛ تحلیل نتایج با استفاده از تحلیلگر سایت. پس از جست‌وجو در پایگاه ISI و سپس تحلیل نتایج، ۸۱ طبقه‌بندی موضوعی به‌عنوان زیرحوزه‌های موضوعی تحقیق در عملیات نرم درنظر گرفته شد. پس از انجام عملیات جست‌وجو، ۸۱۹ مقاله موجود در این حوزه با ۸۱ قلمرو موضوعی مرتبط بودند؛ اما بدیهی است که نمی‌توان قلمروهایی با تعداد اندک مقاله را مهم دانست. محققان به همین دلیل تصمیم گرفتند که قلمروهایی با کمتر از ۱۰ درصد تعداد کل مقالات از تحلیل را حذف کنند. به این ترتیب، ۲۳ قلمرو برای تحلیل باقی ماند. این قلمروها درقالب جدول ۱ آمده‌اند.

جدول ۱. قلمروهای موضوعی نهایی

ردیف	نام قلمرو موضوعی	فراوانی	درصد	ردیف	نام قلمرو موضوعی	فراوانی	درصد
۱	اقتصاد بازرگانی	۲۷۷	۰/۲۳۱	۱۳	تحقیقات آموزشی	۱۵	۰/۰۱۲
۲	علوم کامپیوتر	۱۹۲	۰/۱۶	۱۴	ریاضیات	۱۵	۰/۰۱۲
۳	تحقیق در عملیات/علم مدیریت	۱۲۳	۰/۱۰۳	۱۵	جانورشناسی	۱۴	۰/۰۱۲
۴	مهندسی	۱۱۷	۰/۰۹۸	۱۶	حمل‌ونقل	۱۲	۰/۰۱
۵	روان‌شناسی	۹۶	۰/۰۸	۱۷	روش‌های ریاضی در علوم اجتماعی	۱۱	۰/۰۰۹
۶	سایر موضوعات علوم اجتماعی	۷۳	۰/۰۶۱	۱۸	منابع آبی	۱۱	۰/۰۰۹
۷	مطالعات محیطی	۶۲	۰/۰۵۲	۱۹	مدیریت دولتی	۱۰	۰/۰۰۸
۸	علم اطلاعات/کتابداری	۳۵	۰/۰۲۹	۲۰	پرستاری	۱۰	۰/۰۰۸
۹	علم اعصاب/عصب‌شناسی	۳۰	۰/۰۲۵	۲۱	جنگلداری	۱۰	۰/۰۰۸
۱۰	علوم رفتاری	۲۷	۰/۰۲۳	۲۲	کشاورزی	۹	۰/۰۰۷
۱۱	سلامت محیط عمومی/شغلی	۲۱	۰/۰۱۸	۲۳	جامعه‌شناسی	۹	۰/۰۰۷
۱۲	جغرافیا	۲۰	۰/۰۱۷				

گام چهارم؛ تهیه ماتریس، ترسیم نقشه و خوشه‌بندی. در این گام، از روش خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی تجمعی استفاده شده است.

تحلیل خوشه‌ای یا خوشه‌بندی، سازماندهی مجموعه‌ای از الگوها درقالب چندین خوشه و برمبنای شباهت‌هایشان است؛ بنابراین، خوشه‌ها باید به‌گونه‌ای باشند که الگوهای درون هر خوشه بیش از هر الگویی در خوشه‌های دیگر، به الگوهای درون خوشه خویش شباهت داشته باشند. هدف از خوشه‌بندی، گروه‌بندی مجموعه‌ای از الگوها درقالب خوشه‌های معنادار است. عناصر الزامی یک خوشه‌بندی عبارت‌اند از:

۱. بازنمایی الگو: در این بخش، ویژگی متمایز الگوها انتخاب یا استخراج می‌شود؛

۲. تعریف معیاری برای مجاورت: در این بخش، معیاری برای فاصله/مجاورت الگوها تعیین می‌شود؛

۳. خوشه‌بندی یا گروه‌بندی الگوها [۱۰].

در یک نگاه کلان، تکنیک‌های خوشه‌بندی به دو دسته تقسیم می‌شوند: تکنیک‌های سلسله‌مراتبی و تکنیک‌های بخشی[1]. الگوریتم‌های خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی مجموعه‌ای از بخش[2]های تودرتو[3] را برمبنای معیاری برای ادغام یا شکستن خوشه‌ها، مبتنی‌بر مشابهت آن‌ها، تولید می‌کنند؛ اما الگوریتم‌های بخشی تنها یک بخش را تولید می‌کنند که معیار خوشه‌بندی را حداکثرسازی کند. البته در یک دسته‌بندی دیگر، این تکنیک‌ها را می‌توان به دو دسته تفکیکی و تجمعی تقسیم‌بندی کرد. در الگوریتم تفکیکی، همه الگوها ابتدا در یک خوشه قرار می‌گیرند و خوشه‌ها به‌طور مستمر تقسیم‌بندی می‌شوند تا معیار خوشه‌بندی حاصل شود. در الگوریتم تجمعی، ابتدا هر الگو در یک خوشه مجزا قرار می‌گیرد و خوشه‌ها تا حصول معیار خوشه‌بندی، به‌طور متوالی با یکدیگر ادغام می‌شوند [۱۶]. در این تحقیق، به چند دلیل از تکنیک خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی استفاده شده است. نخستین دلیل این است که درخوشه‌بندی سلسله‌مراتبی، تعیین تعداد خوشه‌ها ازپیش ضرورتی ندارد؛ درحالی که در روش‌های بخشی، باید ازپیش تعداد خوشه‌های مورد نظر تعیین شود. دلیل دوم این است که خوشه‌های به‌دست‌آمده در روش بخشی غیرهم‌پوشان هستند؛ درحالی که در این پژوهش، هدف این است که حوزه‌های مختلف علمی برمبنای مشابهت و مجاورتشان با یکدیگر ادغام شوند و به‌طور متوالی خوشه‌های جدیدی تشکیل دهند؛ پس روش خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی که خوشه‌ها را به شکل تودرتو تعیین و مشخص می‌کند مناسب‌تر خواهد بود. دلیل سوم این است که برای خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی،

1. Partiotional
2. Partitions
3. Nested

تنها یک ماتریس مجاورت یا فاصله لازم است که این ماتریس با استفاده از نرم‌افزار موجود در پایگاه ISI به‌دست می‌آید.

انجام خوشه‌بندی سلسه‌مراتبی تجمیعی را به‌طور خلاصه می‌توان درقالب گام‌های زیر توضیح داد: نخست هریک از واحدها در یک خوشه مجزا قرار می‌گیرند، درمرحله دوم فاصله میان واحدها که می‌تواند درقالب مشابهت یا مجاورت آن‌ها نیز بیان شود محاسبه و ماتریس مجاورت به‌دست می‌آید و در گام سوم نزدیک‌ترین واحدها برمبنای ماتریس مجاورت با یکدیگر ادغام می‌شوند و ماتریس پس از هر ادغام به‌هنگام می‌شود. گام پیشین تا جایی تکرار می‌شود که همه واحدها با یکدیگر مرتبط شوند و درقالب یک خوشه قرار گیرند [۱۸].

با این تعریف، الگوریتم مورد استفاده در این تحقیق که سلسله‌مراتبی تجمعی است، این‌گونه به‌پیش می‌رود: در گام نخست ابتدا هر الگو در یک خوشه قرار می‌گیرد و سپس ماتریس مجاورت حاوی فاصله بین هر زوج از الگوها محاسبه می‌شود، در گام دوم براساس ماتریس مجاورت شبیه‌ترین زوج‌ها تعیین و با هم ادغام می‌شوند و یک خوشه را تشکیل می‌دهند و سپس ماتریس مجاورت براساس این ادغام به‌هنگام می‌شود. گام سوم گام چک‌کردن است که اگر همه الگوها در یک خوشه قرار گرفته‌اند، توقف حاصل می‌شود و در غیر این صورت، گام دوم تکرار می‌شود [۱۰]. بر همین اساس، در این مرحله، یک ماتریس نرمال ارتباطات حوزه‌های موضوعی مختلف برمبنای اطلاعات مربوط به میزان مقالات مشترک در زیرحوزه‌های موضوعی و نرمال‌سازی برمبنای درصد مقالات مشترک حاصل شد. برای این منظور، با استفاده از نرم‌افزار سایت پایگاه ISI، با ورود به هر قلمرو تحقیقی میزان مقالات مشترک آن به‌دست آمده است که این تعداد مقالات مشترک، درایه‌های ماتریس ارتباط میان قلمروها را تشکیل داده‌اند.

از آنجا که تعداد مقالات مشترک میان دو قلمرو موضوعی تابعی از تعداد مقالات در قلمروها است، مقایسه آن‌ها با یکدیگر مقایسه صحیحی نخواهد بود. برای یکسان کردن مبنای مقایسه، ماتریس ارتباطات باید به‌گونه‌ای نرمال شود که اثر تعداد مقالات قلمروها خنثی گردد. برای این منظور، با استفاده از فرمول زیر، ماتریس نرمال‌شده ارتباطات محاسبه شده است:

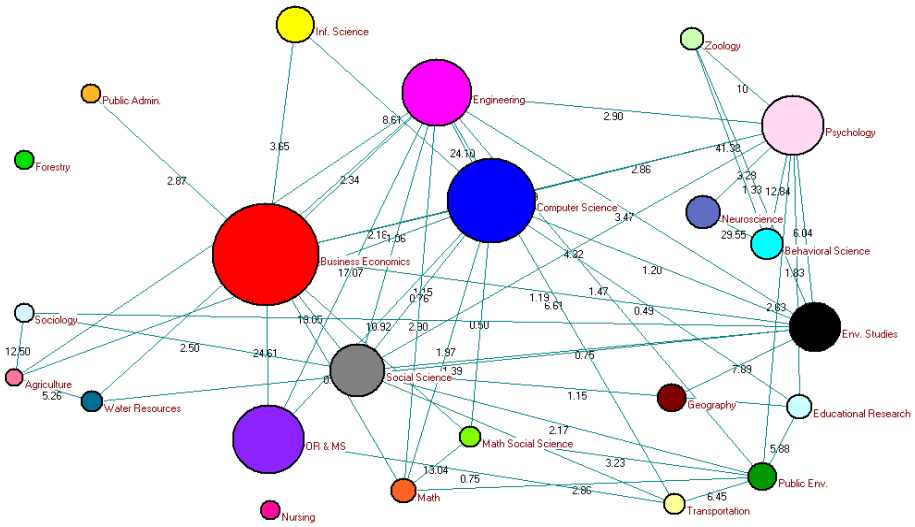
$$\frac{X_{ij}}{(N_i + N_j) - X_{ij}} * 100$$

در این فرمول، X_{ij} درایه‌های ماتریس ارتباطات، یا همان تعداد مقالات مشترک میان دو قلمرو موضوعی i و j، N_i میزان مقالات در قلمرو موضوعی i و N_j میزان مقالات در قلمرو موضوعی j است.

درنهایت، به‌منظور طبقه‌بندی ۲۳ زیرحوزه موضوعی و به‌دست آوردن نواحی نقشه، از الگوریتم سلسله‌مراتبی تجمعی استفاده شده است. برای ترسیم نقشه، از اطلاعات مربوط به تعداد

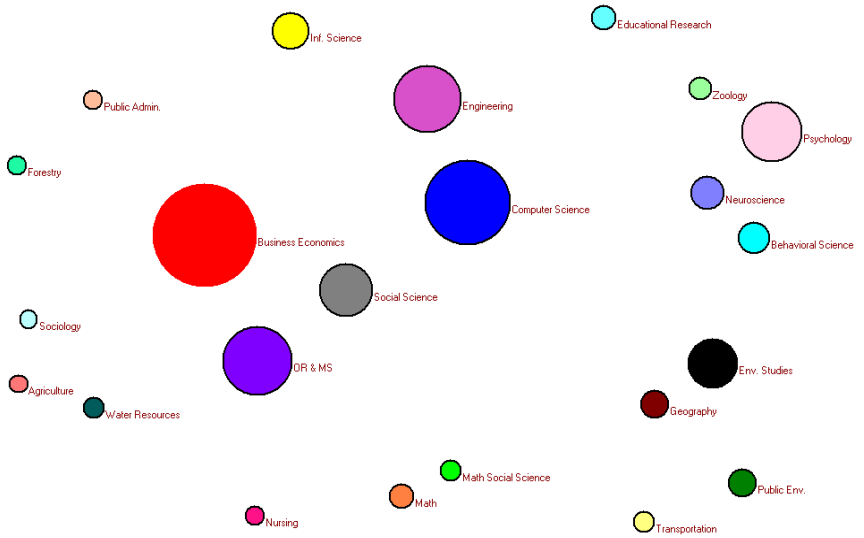
مقالات در هر قلمرو موضوعی و تعداد مقالات مشترک میان قلمروهای موضوعی (ماتریس نرمال‌شده ارتباطات) استفاده شد. ترسیم نقشه در این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار Pajek که نرم‌افزاری برای ترسیم شبکه است، صورت گرفته است [۶]. نکته شایان توجه اندازه گره‌ها است که برمبنای حجم مقالات در هر زیرحوزه موضوعی محاسبه شده و وزن یال‌ها (خطوط بین گره‌ها) گویای درصد مقالات مشترک در زیرحوزه‌های موضوعی مرتبط است.

با درنظر گرفتن تمام مقالات مشترک میان ۲۳ قلمرو مورد بررسی، شکلی ترسیم شد که علاوه‌بر گره‌ها، دربردارنده ارتباطات میان آن‌ها است.



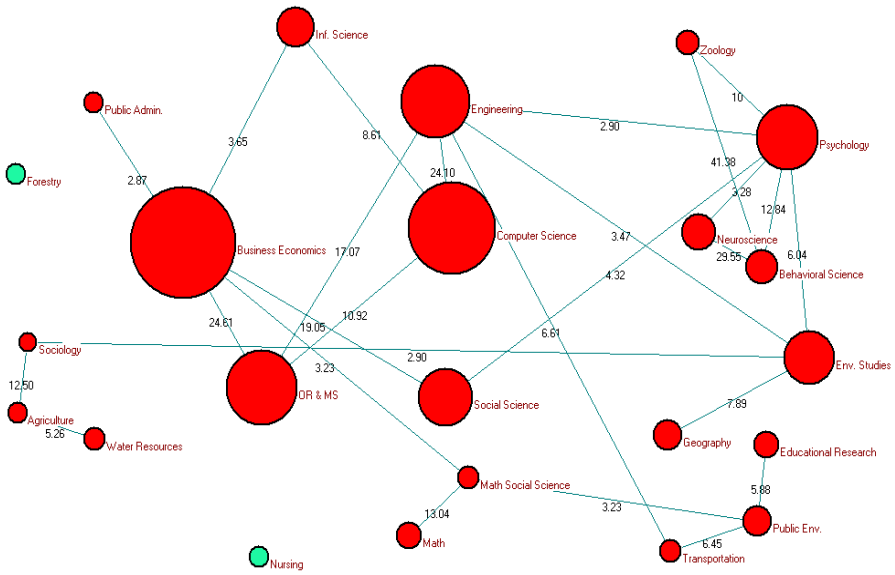
شکل ۳. قلمروهای موضوعی و ارتباط میان آن‌ها

سپس، قلمروهای موضوعی خوشه‌بندی‌نشده ترسیم شدند تا گام‌به‌گام مسیر خوشه‌بندی براساس ماتریس نرمال‌شده ارتباطات طی شود. مسیر خوشه‌بندی به این صورت است که در ماتریس نرمال‌شده، بزرگ‌ترین عدد که بیانگر بیشترین مقاله مشترک میان دو قلمرو است پیدا شود و این ارتباط در شکل بین دو قلمرو ترسیم گردد. سپس ماتریس با درنظر گرفتن این ارتباط به‌روز می‌شود و مجدداً بزرگ‌ترین ارتباط یافته و در شکل ترسیم می‌گردد. این کار تا مرتبط شدن تمام قلمروها با یکدیگر و تشکیل خوشه‌ای فراگیر (دربرگیرنده همه قلمروها) ادامه می‌یابد. البته، هرگاه یک قلمرو از یک خوشه درنتیجه یک ارتباط جدید با قلمرویی از خوشه‌ای دیگر مرتبط شود، مسیر خوشه‌بندی ادامه پیدا می‌کند؛ اما این دو قلمرو مستقل از یکدیگر درنظر گرفته می‌شوند.

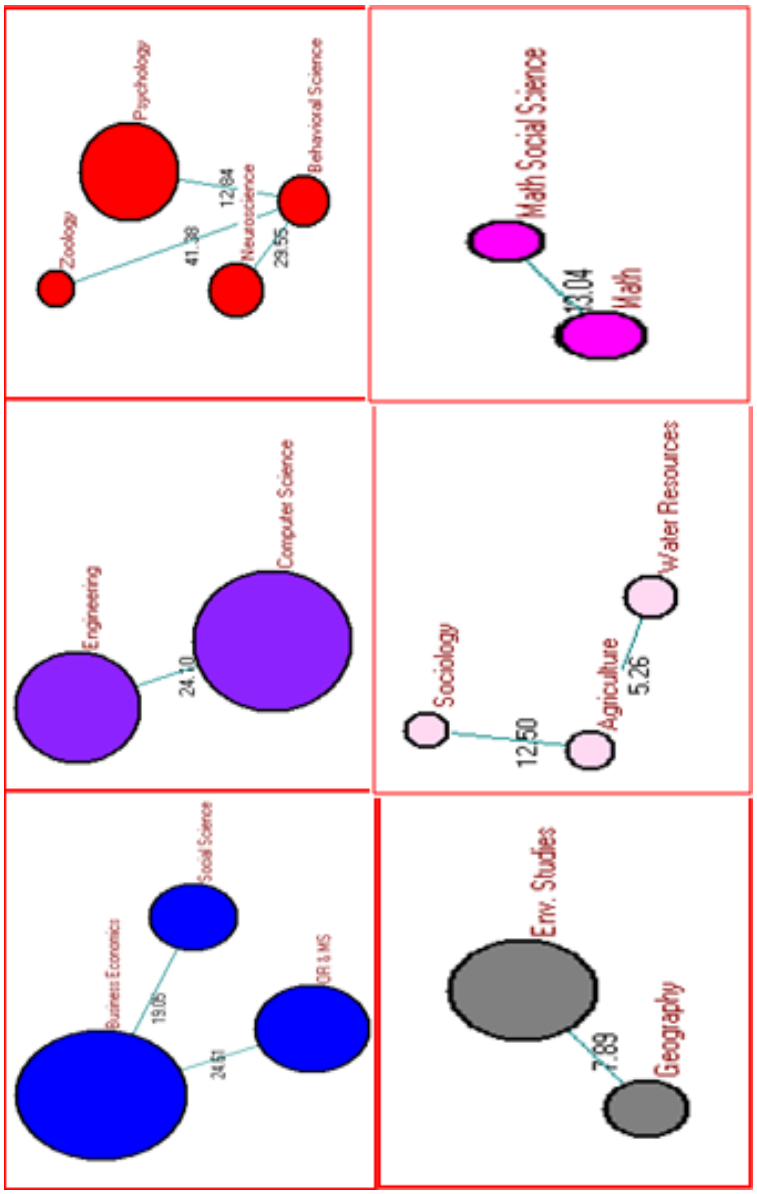


شکل ۴. قلمروهای موضوعی خوشه‌بندی‌نشده

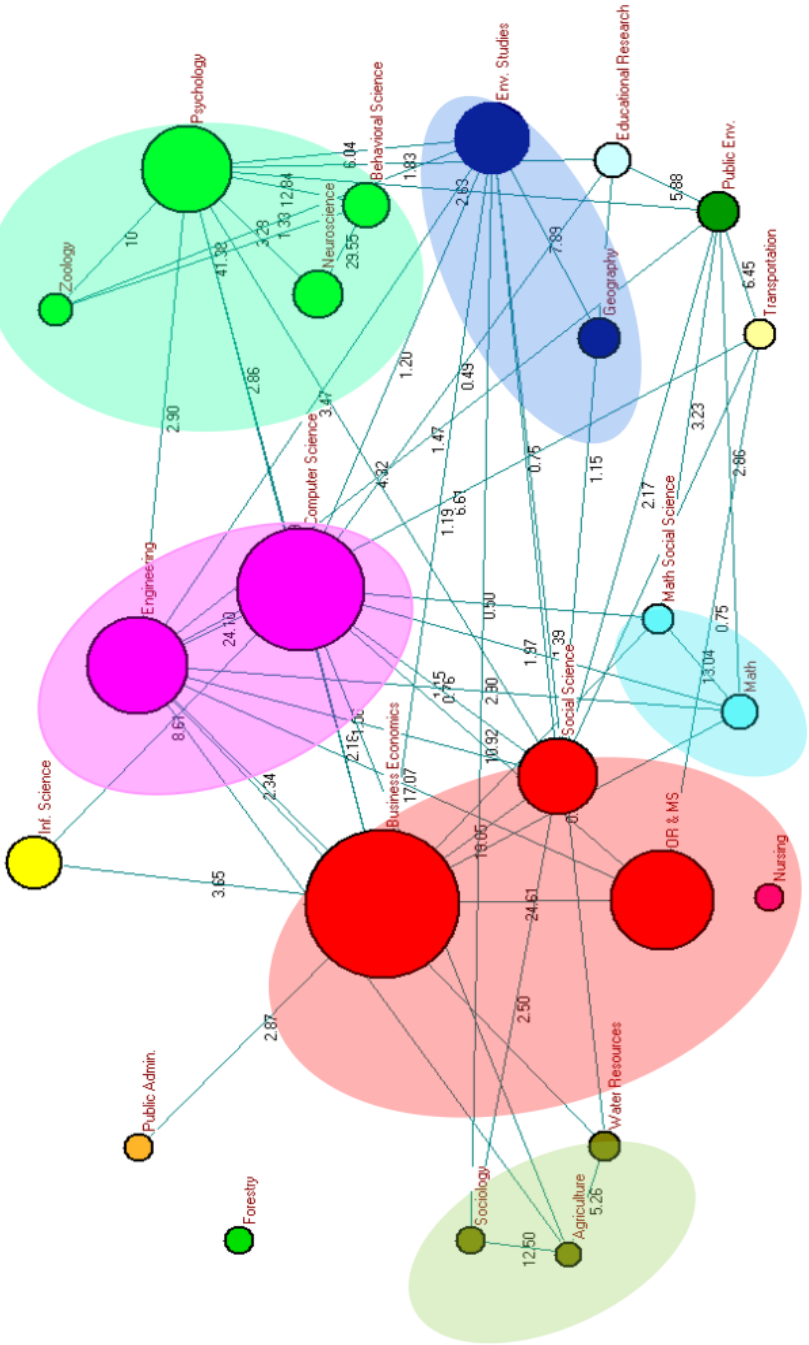
در شکل زیر، وضعیت نهایی خوشه‌بندی قلمروها قابل مشاهده است. لازم به توضیح است که طی گام‌هایی که توضیح دادیم، این مهم صورت گرفت که در اینجا از ارائه تمام اشکال به‌دلیل جلوگیری از اطاله کلام پرهیز شده است.



شکل ۵. وضعیت نهایی خوشه‌بندی قلمروها



شکل ۶. خوشه‌ها به‌ترتیب از سمت چپ به راست



شکل ۷. تمام خوشه‌ها به تفکیک

پیش از نتیجه‌گیری، اعتبار خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی، با معیار ضریب همبستگی کوفنتیک[1] سنجیده می‌شود [۱۳ و ۲۶]. در پژوهش حاضر، همبستگی مذکور با استفاده از نرم‌افزار Multidendrograms محاسبه شد و معادل ۰,۷۸ به‌دست آمد که با توجه به نزدیکی به ۰,۸ مقدار قابل قبولی است و نشان‌دهنده اعتبار خوشه‌بندی است [۱۴].

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

درنتیجه انجام این پژوهش و بررسی، پس از استخراج کلیدواژگان مربوط به حوزه تحقیق در عملیات نرم (SOR)، جست‌وجو در پایگاه ISI، تحلیل نتایج، ترسیم نقشه برمبنای ماتریس نرمال‌شده ارتباط میان قلمروهای موضوعی و خوشه‌بندی قلمروها، درمجموع شش خوشه و هفت قلمروی موضوعی مستقل مشخص شدند. شش خوشه در مجموع ۱۶ قلمروی موضوعی را دربرمی‌گیرند که به‌همراه هفت قلمروی مستقل، درمجموع ۲۳ قلمروی مورد بررسی را تشکیل می‌دهند.

شش خوشه به‌دست‌آمده عبارت‌اند از:

۱. مجموعه علوم مدیریتی و اجتماعی، شامل قلمروهای موضوعی علوم اجتماعی[2]، تحقیق در عملیات/علم مدیریت[3] و اقتصاد بازرگانی[4]، با مجموع ۴۷۳ مقاله و ۵۷/۷ درصد از کل مقالات.

۲. مجموعه علوم مهندسی، شامل قلمروهای موضوعی مهندسی[5] و علوم کامپیوتر[6]، با مجموع ۳۰۹ مقاله و ۳۷/۷ درصد از کل مقالات.

۳. مجموعه دانش‌های مطالعات رفتاری، شامل قلمروهای موضوعی روان‌شناسی[7]، علم اعصاب/عصب‌شناسی[8]، علوم رفتاری[9] و جانورشناسی[10]، با مجموع ۱۶۷ مقاله و ۲۰/۳ درصد از کل مقالات.

۴. مجموعه دانش محیط و جغرافیا، شامل قلمروهای موضوعی جغرافیا[11] و مطالعات محیطی[12] با مجموع ۸۲ مقاله و ۱۰/۰ درصد از کل مقالات.

۵. مجموعه جامعه‌شناسی و منابع طبیعی، شامل قلمروهای موضوعی جامعه‌شناسی[1]، منابع آبی[2] و و کشاورزی[3] با مجموع ۲۹ مقاله و ۳/۵ درصد از کل مقالات.

1. Cophenetic Correlation Coefficient
2. Social Sciences
3. OR and MS
4. Business Economics
5. Engineering
6. Computer Science
7. Psychology
8. Neurosciences
9. Behavioral Sciences
10. Zoology
11. Geography
12. Environmental Studies

۶. مجموعه ریاضی، شامل قلمروهای موضوعی ریاضیات[۴] و روش‌های ریاضی در علوم اجتماعی[۵]، با مجموع ۲۶ مقاله و ۳/۱ درصد از کل مقالات.

همچنین، هفت قلمرو موضوعی مستقل نیز عبارت‌اند از:

۱. قلمرو موضوعی علم اطلاعات/کتابداری[۶] با ۳۵ مقاله و ۴/۲ درصد از کل مقالات.

۲. قلمرو موضوعی سلامت محیط عمومی/شغلی[۷] با ۲۱ مقاله و ۲/۵ درصد از کل مقالات.

۳. قلمرو موضوعی تحقیقات آموزشی[۸] با ۱۵ مقاله و ۰/۰۱ درصد از کل مقالات.

۴. قلمرو موضوعی حمل‌ونقل[۹] با ۱۲ مقاله و ۰/۰۱ درصد از کل مقالات.

۵. قلمرو موضوعی پرستاری[۱۰] با ۱۰ مقاله و ۰/۰۱ درصد از کل مقالات.

۶. قلمرو موضوعی جنگلداری[۱۱] با ۱۰ مقاله و ۰/۰۱ درصد از کل مقالات.

۷. قلمرو موضوعی مدیریت دولتی[۱۲] با ۱۰ مقاله و ۰/۰۱ درصد از کل مقالات.

بدیهی است که به‌دلیل اشتراک قلمروها، درصد تجمعی آن‌ها بیشتر از ۱۰۰ درصد به‌دست خواهد آمد.

در شکل ۶ (ارائه شده در بخش تحلیل داده ها و یافته های پژوهش)، شش خوشه‌ی به‌دست آمده از نتایج تحقیق حاضر نمایش داده شده است.

درپایان، نقشه‌ای جامع ترسیم شد که خوشه‌ها به‌تفکیک در آن مشخص شده‌اند. همانطور که در نقشه‌ی شکل ۷ (ارائه شده در بخش تحلیل داده ها و یافته های پژوهش)، مشاهده می‌شود، شش خوشه‌ی به‌دست آمده که دربرگیرنده‌ی قلمروهای موضوعی هستند، با سایه‌هایی در شکل مشخص شده‌اند.

تحلیل هریک از خوشه‌های شش‌گانه

مجموعه علوم مدیریتی و اجتماعی. این خوشه از سه قلمرو موضوعی اقتصاد بازرگانی، تحقیق در عملیات/علم مدیریت و علوم اجتماعی تشکیل شده که در مجموع حاوی ۴۷۳ مقاله است و بیش از ۵۷ درصد از کل ۸۱۹ مقاله را در خود جای داده است.

---

1. Sociology
2. Water Resource
3. Agriculture
4. Mathematics
5. Mathematical Methods in Social Sciences
6. Information Science and Library Science
7. Public Environmental Occupational Health
8. Education Research
9. Transportation
10. Nursing
11. Forestry
12. Public Administration

ابتدا در گام سوم، دو قلمرو موضوعی تحقیق در عملیات/علم مدیریت و اقتصاد بازرگانی به هم مرتبط شدند. در گام پنجم، علوم اجتماعی نیز به آن‌ها پیوست و این خوشه کامل شد؛ اما خیلی زود و در گام ششم، این خوشه با خوشه دیگری ادغام شد. ادغام زودهنگام این خوشه نشان‌دهنده عدم انسجام درونی قوی آن است.

مجموعه علوم مهندسی. این خوشه از دو قلمرو موضوعی مهندسی و علوم کامپیوتر تشکیل شده که درمجموع ۳۰۹ مقاله دارد و درکل ۳۷/۷ درصد از مقالات را در خود جای داده است.
این خوشه در گام چهارم و از ادغام دو قلمرو فوق‌الذکر تشکیل شد؛ ولی در گام ششم، با خوشه اول ادغام شد. این ادغام زودهنگام از یک سو نشان‌دهنده عدم انسجام درونی این قلمرو و از سوی دیگر ارتباط آن با خوشه اول است.

مجموعه دانش‌های مطالعات رفتاری. این خوشه از چهار قلمرو موضوعی روان‌شناسی، علم اعصاب/عصب‌شناسی، علوم رفتاری و جانورشناسی تشکیل شده است. این خوشه ۱۶۷ مقاله دارد که ۲۰/۳ درصد ازکل مقالات به‌شمار می‌آید.
در نخستین گام، دو قلمرو جانورشناسی و علوم رفتاری به یکدیگر متصل شدند. در گام دوم، علم اعصاب/عصب‌شناسی نیز به آن‌ها پیوست. در گام هشتم، روان‌شناسی نیز به این خوشه اضافه شد. این خوشه تا گام چهاردهم استقلال خود را حفظ کرد؛ اما در این گام، با خوشه دیگری ادغام شد. ادغام نسبتاً دیرهنگام خوشه گویای انسجام درونی بالای آن است.

مجموعه دانش محیط و جغرافیا. این خوشه از دو قلمرو موضوعی جغرافیا و مطالعات محیطی تشکیل شده است، ۸۲ مقاله دارد و ۱۰/۰ درصد از کل مقالات به آن تعلق دارند.

این خوشه در گام یازدهم شکل گرفت و تا گام چهاردهم مستقل باقی ماند؛ اما در گام چهاردهم، با خوشه سوم ادغام شد. شایان ذکر است که ارتباط ۷/۸۹ میان اجزای این خوشه و تشکیل شدن آن در گام یازدهم، بیانگر ارتباط نه‌چندان قوی در درون آن است.

مجموعه جامعه‌شناسی و منابع طبیعی. این خوشه سه قلمرو کشاورزی، جامعه‌شناسی و منابع آبی را دربر دارد. ۲۹ مقاله به این خوشه تعلق دارند و درمجموع ۳/۵ درصد از کل تعداد مقالات را در خود جای داده است.
این خوشه در گام نهم، از ارتباط میان جامعه‌شناسی و کشاورزی شکل گرفت و در گام شانزدهم، با پیوستن منابع آبی کامل شد. استقلال این خوشه تا گام نوزدهم حفظ شد تا اینکه در این گام،

با خوشه چهارم ادغام گردید. روابط میان اجزای این خوشه ضعیف است؛ اما انسجام درونی آن، یعنی دیر ادغام شدن با خوشه‌های دیگر، نسبتاً قوی است.

مجموعه ریاضی. این خوشه از دو قلمرو ریاضیات و روش‌های ریاضی در علوم اجتماعی تشکیل شده که ۲۶ مقاله دارد و ۳/۱ درصد از کل مقالات مورد بررسی را به خوشه خود اختصاص داده است. این خوشه در گام هفتم، با ارتباط ۱۳/۰۴ بین اجزا تشکیل شد و در گام هجدهم، استقلال خود را ازدست داد. این خوشه از انسجام درونی بالایی برخوردار است که با توجه به موضوعات تحت پوشش آن، چندان دور از ذهن به‌نظر نمی‌رسد.

پیشنهادها. ترسیم نقشه علمی حوزه تحقیق در عملیات نرم، علاوه‌بر نشان دادن ارتباطات این حوزه با سایر حوزه‌های علوم، افق‌هایی را برای تحقیقات آتی پیش‌روی پژوهشگران و محققان این حوزه می‌گشاید. در این زمینه، چند پیشنهاد را ارائه می‌کنیم:

۱. در تهیه و ترسیم نقشه علم تحقیق در عملیات نرم، ضرورت تدوین دانش‌نامه‌ای جامع از این حوزه که حاوی واژگان تخصصی آن باشد، احساس می‌شود. با توجه به فراگیرتر شدن هرچه بیشتر این قلمرو از علم، به‌ویژه در فضای آکادمیک کشور، تهیه و گردآوری چنین دانش‌نامه‌ای ضروری و بسیار مفید به‌نظر می‌رسد؛

۲. ارتباطات نشان‌داده‌شده در نقشه بیانگر قابلیت کاربرد تحقیق در عملیات نرم، در حوزه‌ها و رشته‌های مختلف علمی است؛ بنابراین، از یک سو محققان تحقیق در عملیات می‌توانند با گستره کاربرد حوزه علمی خود در سایر قلمروها بیشتر آشنا شوند و از سوی دیگر پژوهشگران قلمروهای استفاده‌کننده از تحقیق در عملیات نیز به وجود این دانش و امکانات آن برای استفاده در قلمروی علمی خود پی می‌برند و می‌توانند کاربردهای نوینی از این دانش را در حوزه خود طرح و پیاده‌سازی کنند؛ به بیان دیگر، ترسیم نقشه علم تحقیق در عملیات نرم، امکان بسط دامنه کاربرد آن در سایر قلمروهای علمی را فراهم می‌سازد؛

۳. می‌توان این تحقیق را با سایر روش‌های خوشه‌بندی، در سایر پایگاه‌های اطلاعاتی و یا با واحدهای تحلیل متفاوت انجام داد و به نتایج جدیدی دست یافت؛

۴. ترسیم نقشه علم تحقیق در عملیات نرم، با به تصویر کشیدن روندهای جدید این حوزه و ارتباطات آن با سایر قلمروهای دانشی، به تدوین محتواهای آموزشی برای این رشته به‌منظور تدریس در دانشگاه‌ها کمک شایانی می‌کند. استفاده از این نقشه علم می‌تواند باعث غنی‌تر و به‌روزتر شدن زمینه‌های آموزشی تحقیق در عملیات نرم در مراکز آکادمیک و دانشگاهی شود.

منابع

۱. ابویی اردکان، محمد.، عابدی جعفری، حسن.، آقازاده، فتاح. (۱۳۸۹) کاربرد روش‌های خوشه‌بندی در ترسیم نقشه‌های علم: موردکاوی نقشه علم مدیریت شهری، علوم و فناوری اطلاعات، ۲۵، ۳.

۲. عابدی جعفری، حسن.، ابویی اردکان، محمّد.، آقازاده، فتاح. (۱۳۹۰). ترسیم نقشه‌ی علم مدیریت شهری برمبنای طبقه‌بندی‌های موضوعی پایگاه استنادی علوم (آی‌اس‌آی). دانش مدیریت دولتی. ۱۳۱-۱۴۸.

۳. مهرگان، محمّدرضا.، حسین‌زاده، مهناز.، اخوان انوری، محمّدرضا.، رئیسی‌فر، کامیار.، رئوفی، زینب.، اکبری، وجیهه. (۱۳۹۳). تعیین حوزه‌های نیاز به بهبود در محتوای آموزشی دروس تحقیق در عملیات (OR) در دانشکده‌های مدیریت، ریاضی و صنایع جمهوری اسلامی ایران. صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور.

۴. ناصری جزه، محمود.، طباطباییان، سید حبیب‌اله.، فاتح راد، مهدی. (۱۳۹۱) ترسیم نقشه دانش مدیریت فناوری در ایران با هدف کمک به سیاست‌گذاری دانش در این حوزه. سیاست علم و فناوری، دوره ۵، شماره ۱، ۷۲-۴۵.

5. Börner, K., Chen, C., and Boyack, K. W. (2005). Visualizing knowledge domains. *Annual review of information science and technology, 37(1)*, 179-255.

6. Boyack, K. W., Klavans, R., and Börner, K. (2005). Mapping the backbone of science. *Scientometrics, 64(3)*, 351-374.

7. Buter, R., and Noyons, E. (2002). Using bibliometric maps to visualise term distribution in scientific papers. Paper presented at the Information Visualisation, 2002. Proceedings. Sixth International Conference on.

8. Buter, R. K., and Noyons, E. C. (2001). Improving the functionality of interactive bibliometric science maps. *Scientometrics, 51(1)*, 55-68.

9. Caceres, A. P. (2010). Mapping the changes in management science: A review of `soft' OR/MS articles published in Omega (1973–2008), *Omega, 38*, 46 – 56.

10. Chen, C., Ibekwe-SanJuan, F., and Hou, J. (2010). The structure and dynamics of co-citation clusters: A multiple perspective co-citation analysis. *Journal of the American Society for Information Science and Technology, 61(7)*, 1386-1409.

11. De Nooy, W., Mrvar, A., and Batagelj, V. (2011). Exploratory social network analysis with Pajek: Cambridge University Press.

12. Estabrooks, C. A., Winther, C., and Derksen, L. (2004). Mapping the field: a bibliometric analysis of the research utilization literature in nursing. *Nursing research ,53(5)*, 293-303.

13. Everitt, B. S., Landau, S., Leese, M., & Stahl, D. (2001). Hierarchical clustering. Cluster Analysis, 5th Edition, 71-110.

14. Fernández, A., & Gómez, S. (2008). Solving non-uniqueness in agglomerative hierarchical clustering using multidendrograms. *Journal of Classification, 25(1)*, 43-65.

15. Forrester, J. W. (1994). System dynamics, systems thinking, and soft OR. *System Dynamics Review, 10(2-3)*, 245-256.

16. Gupta, B., and Bhattacharya, S. (2003). Bibliometric approach towards mapping the dynamics of science and technology. DESIDOC Journal of Library and Information Technology, 24(1).

17. Heyer, R. (2004). Understanding Soft Operations Research: The methods, their application and its future in the Defence setting: DTIC Document.

18. Jain, A. K., Murty, M. N., and Flynn, P. J. (1999). Data clustering: a review. *ACM computing surveys (CSUR), 31(3),* 264-323.

19. Klavans, R., and Boyack, K. W. (2007). Is there a convergent structure of science? A comparison of maps using the ISI and Scopus databases. Paper presented at the Proceedings of ISSI.

20. Klavans, R., and Boyack, K. W. (2008). Toward a consensus map of science. *Journal of the American Society for Information Science and Technology, 60(3),* 455-476.

21. Leydesdorff, L., & Milojević, S. (2012). Scientometrics. arXiv preprint arXiv:1208.4566.

22. Mingers, J. (2011). Soft OR comes of age—but not everywhere!. *Omega, 39(6),* 729-741.

23. Noyons, C. (2005). S*cience maps within a science policy context Handbook of quantitative science and technology research* (pp. 237-255): Springer.

24. Olson, C. F. (1995). Parallel algorithms for hierarchical clustering. *Parallel computing, 21(8),* 1313-1325.

25. Price, D. J. D. S. (1965). Statistical studies of networks of scientific papers. Paper presented atthe Statistical Association Methods for Mechanized Documentation: Symposium Proceedings.

26. Rohlf, F. J., & Fisher, D. R. (1968). Tests for hierarchical structure in random data sets. *Systematic Biology, 17(4),* 407-412.

27. Rosenhead, J. V. (1980). Planning under uncertainty 2: A methodology for robustness analysis. *Journal of the Operational Research Society, 31(4),* 331-341.

28. Seagriff, T., and Lord, S. (2009). Soft Operational Research Techniques: current and future uses. Defense Science and Technology Laboratory. *Operational Research Journal.* Acesso em, 20.

29. Shiffrin, R. M., and Börner, K. (2004). Mapping knowledge domains. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 101(Suppl 1), 5183-5185.

30. Small, H. (1999). Visualizing science by citation mapping. *Journal of the American society for Information Science, 50(9),* 799-813.

31. Van Den Besselaar, P., and Heimeriks, G. (2006). Mapping research topics using word-reference co-occurrences: A method and an exploratory case study. *Scientometrics, 68(3),* 377-393.

32. Van Raan, A. F. (2005). *Measuring science Handbook of quantitative science and technology research* (pp. 19-50): Springer.

33. Waltman, L., van Eck, N. J., and Noyons, E. (2010). A unified approach to mapping and clustering of bibliometric networks. *Journal of Informetrics, 4(4),* 629-635.