مدل فرایندی ترسیم نقشه‌های علم

حسن عابدی جعفری

محمدابویی اردکان

فتاح آقازاده ده ده*

چکیده

هدف از نگارش این مقاله، آشنایی با فرایند منطقی ترسیم نقشه‌های علم است. در این مقاله ابتدا با روشن کردن جایگاه نقشه‌های علم در حوزۀ علم‌سنجی و با تشریح کاربرد ترسیم نقشه‌های علم، به بررسی پیشینۀ ترسیم نقشه‌های علم و نقشه‌های موضوعی علوم در ایران و جهان پرداخته شده است. سپس به تشریح فرایند و گام‌های ترسیم نقشه‌های علوم شامل:۱- استخراج داده ۲- تعریف واحدهای آنالیز ۳- انتخاب شاخص ۴- محاسبۀ شباهت‌های بین واحدها ۵- دسته‌بندی ۶- استفاده از نتیجه برای آنالیز کردن و تفسیر داده‌ها پرداخته شده است.

واژگان کلیدی: علم‌سنجی، نقشه‌علم، مصورسازی مفاهیم، واحدهای تشکیل دهنده علوم

مقدمه

موضوع نقشه‌های علم منبعث از دانش علم سنجی است. در علم سنجی، از روش‌های آماری و اندازه‌گیری برای تعیین معیارهای رشد و توسعۀ علوم و سطوح گسترش آنان، و تأثیر آن در جوامع مختلف بشری، استفاده می شود. این اصطلاح معمولاً با عنوان مطالعات کمی در مورد علم و تکنولوژی به کار برده می شود. بنا به تعریف سن گوپتا، علم سنجی علمی است که به ارزشیابی کمّی آخرین پیشرفت هر مطلب علمی بنیادی و عوامل مؤثر در گسترش مستمر فعالیت‌های تحقیقاتی در آن زمینۀ خاص می‌پردازد[۱]. علم‌سنجی بخشی از شاخه جامعه‌شناسی علم است که برای سیاست‌سازی علمی به کار برده می شود و شامل مطالعات کمی فعالیت‌های علمی، در میان انتشارات است و در برخی حوزه‌ها با کتاب سنجی اشتراکاتی دارد[۲].

مطابق با مطالعات "ناگ پاول[۱]" سه موضوع در مطالعات علم سنجی پیگیری شده است:

۱. علم‌سنجی و سیاست‌های علمی و تکنولوژیکی (شامل روش‌ها و حوزه‌های علم‌سنجی)
۲. ساختار و پویایی‌های علم (شامل کارهای فردی تا همکاری‌های بین‌المللی دانشمندان)
۳. جنبه‌های منطقه‌ای علوم[۲].

بر اساس طبقه‌بندی فوق یکی از موضوع‌های علم‌سنجی مطالعه ساختار علم و پویایی آن است. به این مفهوم که در درجۀ اول برای کل دانش و در درجۀ بعدی برای هریک از رشته‌های مختلف ساختار و حوزه‌های تخصصی مشخص می‌شوند. به بیان ساده‌تر، بعد از مطالعۀ رشته‌های مختلف سرفصل‌هایی که تاکنون (و یا در بازۀ زمانی خاص) در آن رشته به آن پرداخته شده و حجم مطالعات در هر سرفصل و ارتباط بین این سرفصل‌ها به صورت

*. کارشناس ارشد مدیریت شهری دانشگاه تهران - پست الکترونیکی:
Fattah.aghazadeh@gmail.com

[1] . Nagpaul

علمی و بر مبنای روش‌ها و فنون ریاضی و آماری به روشنی تبیین می‌شوند. در همین راستا نقشه‌های علمی در قالب شکل‌های گرافیکی به تفکیک حوزه‌های مختلف علوم و نمایش ارتباطات بین آنها به درک ساختارهای علوم کمک می‌کنند. نقشه علمی عبارت است از تجزیه و تحلیل انتشارات یک حوزه علمی از زوایای متفاوت و ترسیم یک نگرش کلی از آن حوزه که بر پایه این نقشه و ترسیم سیر تغییر و تحولات، حوزه‌هایی که بیشترین و کمترین نزدیکی را دارند از هم متمایز می‌شوند و به این ترتیب، هر کاربر، افزون بر ویژگی‌ها و ارتباط بین زیرردهای هر حوزه از علم می‌تواند تأثیرگذارترین افراد و مؤسسات تحقیقاتی را نیز در آن حوزه خاص مشخص نماید. هدف از تهیه نقشهٔ علمی، شناسایی نقاطی از دانش است که به اصطلاح بحث داغ حوزهٔ مربوط به خود را پی‌گیری می‌کنند. در حوزه‌های داغ فعّالیت بیشتری صورت می‌گیرد[۲۲] . نقشه‌ها به صورت دو بعدی و یا سه بعدی حوزهٔ خاصی از علم را به تصویر می‌کشند.

این نقشه‌ها در واقع درصدد پاسخ‌گویی به سؤال‌های زیر هستند[۳]:

۱. ساختار واحدهای تشکیل دهندهٔ علوم چگونه است؟
۲. این واحدها چگونه به هم مرتبط می‌شوند؟
۳. چه نیرو هایی ساختار واحدهای تشکیل دهنده علم و ارتباط بین آنها را تعیین می‌کنند؟
۴. ساختارهای علمی چگونه در طول زمان در مقیاس خرد و کلان تغییر می‌کنند؟

در ساختار علوم، بعضی ارتباطات و پدیده‌ها به صورت انتزاعی برای ذهن قابل درک است، در صورتی که همین روابط به صورت مادی برای چشم ملموس نیستند. پژوهشگران حوزهٔ اطلاع‌رسانی در تلاشند که روابط و پدیده‌های نامرئی موجود در ساختار علم را کشف کرده و با زبان گرافیکی به صورت چند بعدی در قالب نقشه‌های علمی ترسیم نمایند[۴]. در نقشه-های علم حوزه‌های موضوعی که با هم ارتباط بیشتری دارند در فاصلهٔ نزدیکتر و حوزه‌هایی که ارتباط کمتری دارند در فاصلهٔ بیشتر نمایش داده می‌شوند[۵]. نکتهٔ قابل ذکر این است که در ترسیم نقشه‌های علمی، نقشه به عنوان یک مفهوم تنها به بخش‌های ترسیم شده بر نمی‌گردد، بلکه گویای فنون تجزیه و تحلیل نیز هست[۴]. به اعتقاد برخی دانشمندان تصویرسازی سه بعدی از رشته‌های مختلف علمی به ادراک سریع‌تر و بهتر در خصوص دانش مورد نظر کمک می‌کند [۶]. نقشه‌ها به روش‌های مختلف و در سطوح متعدد، در حوزه‌های مکانی و زمانی متفاوت و بر اساس مستندات مختلف ترسیم می شوند.

تاریخچه ترسیم نقشه‌های علمی

از اولین تلاش‌ها در خصوص ترسیم نقشه‌های علم می‌توان به مطالعات اتلت در خصوص طبقه‌بندی ده دهی دیویی[1] اشاره کرد، مهمترین اصل در این رده‌بندی این است که اجزای رده‌بندی بر پایه رشته‌های دانش بشری نظام یافته است و نه بر پایه موضوع، او متوجه شد که طبقه‌بندی دیویی می‌تواند به عنوان نقشهٔ علمی از حوزه‌های مختلف علوم به کار رود[۷]. از دیگر تلاش‌ها برای ترسیم نقشه‌های علم می‌توان به مطالعاتِ برنال در سال ۱۹۳۹، برای ترسیم اولین نقشهٔ کلی علم اشاره داشت، فیزیکدان و مورخ مشهور علم، جان برنال، در سال ۱۹۳۹، یکی از اولین نقشه‌های علم جهان را ترسیم کرد[۸]. با ورود

[1].Dewey

و همه‌گیرشدن کامپیوترهای شخصی، دویله[1] به تشریح امکانات کامپیوترهای شخصی برای تدوین نقشه‌های علم پرداخت و در سال ۱۹۶۱، روش‌های ترسیم نقشه‌های علم با استفاده از این ابزار جدید را مد نظر قرار داد [۹]. در سال ۱۹۶۳، گارفیلد روش ترسیم نقشه‌های علم را بر اساس تحلیل استنادی تشریح کرد [۱۰]. از دیگر تلاش‌ها برای ترسیم حوزه‌های مختلف علوم بر اساس تحلیل استنادی ترسیم نقشهٔ تاریخ مطالعات در زمینهٔ DNA است که تقریباً حدود ۴۰ سال پیش در اوایل دههٔ ۶۰ انجام شد. پس از این تلاش درک پرایس[2]، همان اطلاعات را در مطالعات کلاسیکش تحت عنوان «نگاشت شبکه‌های علمی»[3] به‌کار برد [۱۱]. اخیراً روش‌های بسیار متنوع و نوینی در ترسیم نقشه‌های علم مورد استفاده قرار گرفت[۱۲]، از آن جمله می‌توان به تحلیل‌های مبتنی بر هم رخدادی واژگان در ترسیم نقشه‌های علم اشاره کرد[۱۳].

در تصویری‌سازی[4] علمی، مرزهای مشترک حوزه‌های خاص علمی و ارتباطات این مرزها باعث می‌شود که کاربران بتوانند بر مبنای یک الگوی تصویری نوشته‌ها و ادبیات تحقیق علمی را مورد کاوش قرار دهند. هدف از تصویری‌سازی حوزه‌های مختلف علوم، مشخص‌کردن مرزهای ارتباطات مختلف علمی به عنوان بازتابی از نوشته‌ها و متون و تلاش‌های علمی، و مسیرهای استنادی (دنباله استنادها) توسط مطالب منتشر شده توسط دانشمندان است[۱۴]. در اینجا ارتباط بسیار نزدیکی بین تصویرسازی حوزه‌های علمی و آنچه هاجورلند به عنوان تحلیل حوزه‌ها[5] نامید وجود دارد [۱۵]. مصورسازی علوم می‌تواند تکنیک‌های بسیار توانمندی برای تحلیل حوزه‌های مختلف علوم به خصوص در حوزه‌های بین رشته‌ای که تغییرات زیادی را شاهد هستند، به وجود آورد. این حوزه از علم، به تعبیری دیگر علم‌نگاری[6] نامیده می‌شود. با این وجود واژهٔ علم‌نگاری به صورت گسترده مورد استفاده قرار نگرفت [۱۶]. گارفیلد برای اولین بار واژه نقشه‌سازی (نگاشت) طولی[7] را مطرح کرد. در نگاشت طولی تعدادی از نقشه‌ها که به صورت زمانی در امتداد یکدیگر هستند، برای شناخت پیشرفت‌های علمی مورد استفاده قرار می‌گیرند. تحلیل‌گران و متخصصان می‌توانند از نقشه‌های طولی جهت شناسایی روندها در ایجاد حوزه‌های مختلف علمی و روندهای پژوهشی در حوزه‌های خاص بهره بگیرند.

در سال ۱۹۸۱، مؤسسهISI اولین اطلس علمی[8] در زمینهٔ بیوشیمی و بیولوژی ملکولی را عرضه کرد. این اطلس بر مبنای تحلیل‌های استنادی اسناد منتشر شده در حوزه‌های علمی فوق در یک سال قبل از آن ایجاد شده بود. در این تحلیل ۱۰۲ خوشه[9] مقاله‌ای متمایز شناخته شد. ایجاد این اطلس ماه‌ها به طول انجامید. اخیراً ISI نرم افزار "SCI-Map" را توسعه داده است که به کاربران امکان کاوش در میان نقشه‌های علمی را می‌دهد. این نرم‌افزار قابلیت استفاده در بسیاری از حوزه‌های موضوعی از قبیل فیزیک، شیمی، سیستم‌های کوانتومی و دیگر زمینه‌ها را دارد. به عنوان مثال در سال ۱۹۹۴، هنری اسمال[10] از این نرم‌افزار برای ترسیم نقشهٔ مطالعات در خصوص ایدز استفاده کرد. این نرم‌افزار نقشه‌های حوزه‌های اختصاصی علوم را که توسط کاربر مشخص شده باشد را ترسیم می‌کند. دادن نام یک نویسنده، یک مقاله و یا کلید واژه به منزلهٔ کاشتن یک دانه

1. Doyle
2. Derek Price
3. Mapping scientific networks
4. visualization
5. domain analysis
6. scientography
7. longitudinal mapping
8. Atlas of Science
9. clusters
10. Henry Small

برای ایجاد نقشه است و سپس رشد نقشه با مشخص کردن ارتباطات مورد نیاز برای تحلیل‌های هم‌استنادی صورت می‌گیرد. در مطالعات اسمال برای ترسیم نقشهٔ مطالعات ایدز، مفهوم جدید گذر از میان علوم[1] مطرح شد[۶]. گذارها حوزه‌های مختلف علوم را به هم متصل می‌کنند و یک متدولوژی برای اتصال یک رشتهٔ علمی به یک رشته دیگر را فراهم می‌آورند. به این مفهوم باروری بین رشته‌ای می‌گویند.

مفهوم ترسیم نقشه‌های کتابشناختی[2] یا نقشه‌های مبتنی بر مدارک و اسناد، با مطالعات دانشمندان هلندی به خصوص با مطالعات نیونز[3] و وان‌ران توسعه توسعه یافت[4]. نیونز و ران متدولوژی جدیدی برای ترسیم نقشه‌های کتاب‌شناختی به وجود آوردند. فرض اولیه آنها بر این مبنا بود که هر زمینه تحقیقاتی با یک مجموعه‌ای از کلیدواژه‌ها شناخته می‌شود. هر مدرک منتشر شده در آن حوزه با زیر مجموعه‌ای از این کلیدواژه‌های اولیه شناخته می‌شود. این زیر مجموعه‌ها شبیه اثر انگشت‌های DNA[5] در مورد آن مقاله خاص است. با مقایسه اثر انگشت‌های DNA در مورد دو مدرک منتشر شده می‌توانیم به شباهت‌های مدارک منتشره پی ببریم. هرچه دو مدرک دارای کلیدواژه‌های بیشتری باشند، شباهت بیشتری به هم دارند، و در این صورت به احتمال بیشتری از یک حوزهٔ تحقیقاتی ناشی شده‌اند. با ادامه دادن استعاره DNA می‌توان تصور کرد در صورتی که شباهت‌ها از یک سطح بیشتر باشد دو مدرک منتشر شده متعلق به یک گونه از تحقیقات هستند[۱۷]. آنها این نقشه را توسعه دادند تا بتوانند در حوزه‌های خاص میزان تأثیر زیر گروه‌های موضوعی خاص را بسنجند، و بتوانند به این سؤال اساسی پاسخ دهند که در هر زمینه موضوعی خاص، زیر موضوع‌ها در کدام قسمت قرار گرفته‌اند.

در ایران پژوهش‌های معدودی برای تدوین نقشهٔ علمی حوزه‌های خاص انجام شده است که می‌توان به "ترسیم نقشه علمی نانو تکنولوژی در ایران" [۱۸] و "ترسیم نقشهٔ علم مدیریت شهری بر مبنای مستندات آی‌اس‌آی"[۱۹] و همچنین "ترسیم نقشه علم مدیریت دولتی" اشاره کرد.

فرایند مفهومی ترسیم نقشه‌های موضوعی

فرایند مفهومی ترسیم نقشه‌های موضوعی علوم به مراحل اساسی که باید در ترسیم نقشه‌های علم صورت بگیرد اشاره دارد، در هریک از این مراحل تکنیک‌های مختلفی قابل استفاده است که به تکنیک‌های مختلف در هر مرحله اشاره شده است. فرایند اصلی ترسیم نقشه‌های علم شامل ۶ مرحله است[۲۰]:

۱. استخراج داده[6]؛
۲. تعریف واحد های تحلیل[7]؛
۳. انتخاب شاخص[8]؛
۴. محاسبه شباهت‌های بین واحدها[9]؛
۵. دسته‌بندی[10]؛
۶. استفاده از نتایج بصری برای تحلیل و تفسیر داده‌ها[11].

1. passage through science fertilization
2. bibliometric maps
3. cross-disciplinary
3. Noyons
4. Van Raan
5. DNA fingerprints

6. Data extraction
7. Definition of unit of analysis
8. Selection of measures
9. Calculation of a similarity between units
10. Ordination
11. Use of the resulting visualization

جدول ۱: فرایند ترسیم نقشه‌های حوزه‌های دانش[۱] [۲۰]

استخراج داده	تعریف واحدهای آنالیز	انتخاب شاخص	ترسیم		نمایش
			محاسبه شباهت های بین واحد ها	دسته بندی	
منابع جستجو: پایگاه‌های داده مختلف از قبیل: ISI INSPEC Eng Index Medline پایگاه‌های داده مربوط به تحقیقات. پایگاه‌های داده مربوط به ثبت اختراعات. و غیره شیوه مرزبندی: توسط ارجاعات توسط واژه‌ها	انتخاب‌های رایج: مجله‌ها مدارک نویسندگان واژه‌ها	شمردن/فراوانی: مشخصه‌ها (به عنوان مثال واژگان) ارجاعات نویسندگان هم ارجاعی سال‌ها آستانه[۱] شمارش	کمیت‌ها: ارجاع مستقیم هم ارجاعی پیوندهای مختلط هم‌رخدادی واژه‌گان هم‌دستگی بردارها: مدل بردار فضایی تحلیل معنایی نهفته همبستگی(در صورت نیاز): روش پیرسون در مورد هریک از موارد فوق	کاهش ابعاد: ویژه مقدار/ویژه بردار روش‌های فاکتور آنالیز تحلیل مؤلفه‌های اصلی مقیاس‌گزاری چندبعدی شبکه‌های رهیاب نقشه‌های خود سازماندهی کننده تحلیل خوشه‌ای روش‌های کمی: مثلث‌بندی جایگذاری نیرو هدایت شونده[۳]	تعامل: چرخ زدن[۲] درشت نمایی فیلتر کردن پرس‌وجو بررسی جزئیات آنالیز کردن

مرحله اول: اولین گام در هر فرایند نگاشت یا ترسیم نقشه *استخراج اطلاعات* مناسب است. استراتژی‌های مختلف جستجو در اینجا کاربرد دارند، اما مهمترین نکته اینکه کیفیت نقشه‌هایی که ترسیم می‌شوند و حوزه‌هایی که تصویری می‌شوند به صورت مستقیم وابسته به اطلاعاتی است که مبنای کار قرار می‌گیرند. تعداد مدارکی که می‌توان برای ترسیم نقشه‌ها به‌کاربرد، می‌توانند از چند صد مدرک تا چند هزار مدرک باشد. همچنین شیوۀ مرزبندی، در این قسمت بحث می‌شود، شیوۀ مرزبندی به این معناست که دایرۀ مقاله‌ها و یا مجله‌های مورد بررسی بر اساس کلمه‌های خاص به کاررفته در آنهاست و یا شیوۀ ارجاع داده شده به آنها.

مرحله دوم: *انتخاب واحدهای آنالیز* بستگی مستقیم به سؤالی دارد که در صدد پاسخگویی به آن هستیم، رایج‌ترین واحدها برای ترسیم نقشه‌ها نوشته‌ها هستند که عبارتند از مجله‌ها[۴]، مدارک[۵]، نویسندگان[۶] نویسندگان[۶] و لغات و اصطلاحات توصیف‌گر[۷]. هرکدام هرکدام از این واحدها جنبه‌ای متفاوت از حوزۀ مورد مطالعه را نشان می‌دهد و انواع مختلف تحلیل را فراهم می‌آورد. به عنوان مثال نقشه‌ای که برای تحلیل از مجله‌ها استفاده می‌کند تصویری کلان از علم مورد نظر را به نمایش می‌گذارد [۲۱]. مدارک شامل مقاله‌ها، حقوق ثبت اختراعات، سخنرانی‌ها و ... رایجترین واحدها برای ترسیم نقشۀ یک حوزۀ علمی هستند. این نقشه‌ها برای اهداف مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرند، از قبیل جستجوی مدارک،

1.THRESHOLDS
2. Browse
3. Force-directed placement (FDP)

4. journals
5. documents
6. authors
7. descriptive terms or words Maps

تحلیل حوزه‌ها، تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری علمی، ارزیابی داده‌های یافته شده و همچنین مدیریت علم و تکنولوژی و آگاهی از حوزه‌هایی است که تحقیق در رابطه با آنها رایج شده است[۲۰].

مرحله سوم: واژه‌های تکنیکی بسیاری به عنوان شاخص‌های شناسایی شباهت بین مقاله‌ها به کار برده می‌شوند، این واژه‌ها از پیشوندهای "Inter" و"Co"ساخته شده‌اند، واژه‌هایی از قبیل "*intercitation*"، "*interdocument*"، "-*co*classification"، "*co-citation*" و یا"-*co*word" پیشوند "Inter" اشاره به مفهوم ارتباط متقابل بین مدارک دارد و پیشوند"Co" اشاره به اتصالی دارد که در یک مدرک رخ می‌دهد. هرکدام از شاخص‌های فوق با توجه به اهداف پژوهش انتخاب می‌شوند. بسته به مراحل قبل که مانند شیوهٔ مرزبندی توسط ارجاعات و یا توسط واژه‌ها تعریف گردد، شاخص‌های مختلفی قابل بررسی است، به عنوان مثال تعداد واژگان مشخص در یک مقاله و یا هم‌رخدادی واژگان می‌تواند معیاری برای عضویت مقاله در یک حوزهٔ خاص باشد، و یا تعداد ارجاعات به یک مقاله و یا هم ارجاعی. تعریف آستانه نشان دهنده میزانی از شاخص مورد نظر است که به عنوان حداقل تعداد برای آنکه مقاله و یا مجله‌ای خاص در یک حوزه قرارگیرد.

مرحله چهارم: *شباهت‌های بین مدارک (واحدها)* معمولاً با روش‌های مختلفی محاسبه می‌شود که رایجترین آنها عبارتند از: *ارتباطات ارجاعی*[۱]، *شباهت‌های هم‌رخدادی*[۲]، *مدل بردار فضایی*.[۳]

مرحله پنجم: *روش‌های دسته بندی* متنوعی با توجه به کاربرد هریک در ترسیم نقشه‌ها موجود است، که مهمترین آنها عبارتند از: *تجزیه مقدار ویژه/بردار ویژه تحلیل عاملی*[۴]، *مقیاس‌گذاری چند بعدی*[۵]، *تحلیل معنایی نهفته*[۶]، *تحلیل خوشه‌ای*[۷]، *مثلث‌بندی*[۸].

مرحله ششم: در آخرین مرحله نوبت به استفاده از فنون نمایش اطلاعات در قالب بصری می‌رسد. نمایش[۹] به تمام روش‌های مصورسازی اطلاعات اطلاق می‌شود که در جهت جستجو و پیمایش اثربخش فضاهای گسترده اطلاعاتی می‌باشند. از جمله این روش‌ها می‌توان به انواع روش‌های فیلتر کردن[۱۰] اطلاعات، انواع روش‌های درشتنمایی[۱۱] و تغییر زاویهٔ دید[12] اشاره کرد[۲۰]. کاربران معمولاً از یک تصویر کلی شروع می‌کنند و در قسمتی که مورد علاقه آنها است تمرکز می‌کنند و به جستجوی اطلاعات بیشتری می‌پردازند و همین روال را ادامه می‌دهند. در هنگام جستجو، اطلاعات کاربران نیز به صحیح و کارآمد بودن این فرایند بسیار کمک می‌کند. اگر کاربران در مورد حوزهٔ خاص اطلاعات در خوری نداشته باشند و یا با استفاده از زبان نادقیق محاوره‌ای به جستجوی اطلاعات بپردازند، دچار مشکل تشابهات لفظی خواهند شد.

1. Citation linkages
2. Co-occurrence similarities
3. Vector Space Model
4. Factor Analysis
5. Multidimensional Scaling
6. Latent Semantic Analysis
7. Cluster Analysis
8. Triangulation
9. Display
10. Filtering
11. Zooming
12. Distortion

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری:

در این مقاله مدل فرایندی ترسیم نقشه‌های علم مورد بررسی قرار گرفت. اهمیت این فرایند علاوه بر اینکه می‌تواند راهنمای پژوهشگران برای طراحی نقشه‌های علم باشد، از این جهت است که با استفاده از تکنیک‌های ارائه شده در هریک از مراحل و طراحی الگوریتم‌های کامپیوتری می‌توان به نرم‌افزارهای کاربردی دست یافت که کلیدواژه‌های رشته‌ای خاص و آدرس اینترنتی بانک اطلاعاتی خاصی را به عنوان ورودی بگیرد و نقشهٔ علم مورد نظر را ارائه کند. نقشه‌های علم می‌تواند به عنوان رویکردی علمی برای تدوین دوره، مشخص کردن وضع موجود رشتهٔ علمی خاصی و مطالعات تطبیقی به کار گرفته شود.

منابع:

۱. سن گوپتا، آی.ان. ۱۳۷۲. مروری بر کتاب سنجی، اطلاع سنجی، علم‌سنجی و کتابخانه سنجی. ترجمه مهردخت وزیر پور کشمیری. *علوم اطلاع رسانی* ۱۰ ۲ ۳۸- ۵۸ .

2. Hood, W ,and Concepcins, W .۲۰۰۱ .The Literature of Bibliometrics,Scientometrics and Informetrics .*Scientometrics*۳۱۴-۲۹۱ ,

3. Leydesdorff, L. 1987. Various Methods for the Mapping of science. Scientometric .295-324.

۴. محمدی، احسان. ۱۳۸۷. مفهوم نقشه‌های ساختاری علوم. مجله رهیافت. شماره ۴۳: ص ۱۰- ۱۴.

5. Noyons, and A F Van Raan. "Integrating research performance analysis and science mapping." *Scientometrics*, 1999: 591-604.

6. Small, H. "passage through science: Crossing disciplinary boundaries." *Library Trends*, 2000: 72-108.

7. 32. Otlet, P. 1918. Transformations in the Bibliographical Apparatus of the Sciences. The International Organization and Dissemination of Knowledge: Selected Essays of Paul Otlet. Elsevier

8. Bernal, J .۱۹۳۹ .*The social function of science* .London: Routledge.

9. Doyle, L .۱۹۶۱ .Semantic Road Maps for Literature Searchers. *Journal of the Association for Computing Machinery.*

10. Garfield, E .۱۹۶۳ .Citation indexes in sociological and historical research .*American Documentation.*

11. Price, D. D .۱۹۶۵ .Networks of scientific papers .*Science*.

12. Boyack, K. W., Klavans, R ,.and BÖRNER, K .۲۰۰۵ .Mapping the backbone of science . *Scientometrics*۳۷۴-۳۵۱ ,

13. Hjorland, B ,.and Albrechtsen, H .۱۹۹۵ . Toward a new horizon in information science: domain-analysis . *Journal of the American Society for Information Science*.

14. Chen, C. M ,.and Paul, R. G .۲۰۰۱ .Visualizing a knowledge domain's intellectual structure . *Computer*۷۱-۶۵ ,

15. Hjorland, B .۱۹۹۷ .*Information Seeking and Subject Representation: An Activity-Theoretical Approach toInformation Science* . Westport: Greenwood Press.

16. Garfield, E .۱۹۹۴ .Mapping the tracks of science .Social and Behavioural Sciences

17. Noyons ,and Van Raan, A. F .۱۹۹۹ .Integrating research performance analysis and science mapping .*Scientometrics*۶۰۴-۵۹۱ ,

۱۸. محمدی، احسان.۱۳۸۷. ترسیم نقشه علمی نانو تکنولوژی در ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد، واحد علوم تحقیقات.

۱۹. آقازاده، فتاح. ۱۳۸۸. ترسیم نقشه علم مدیریت شهری بر مبنای مستندات آی‌اس‌آی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران.

20. Boyack, K., Wylie, B. N ,and Davidson, G. S . .۲۰۰۲Domain visualization using VxInsight for science and technology management.*Journal of the American Society for Information Science and Technology* , 774-764.
21. Bassecoulard, E و ,M Zitt" .Indicators in a research institute: A multi-level classification of journals ".*Scientometrics*.۳۴۵-۳۲۳ :۱۹۹۹ ,
22. Noyons, E. C. M. (1999) Bibliometric Mapping as a Science Policy and Research Management Tool, DSWO Press, Leiden University.. Small, H. and E. Garfield (1985) "The geography of science: disciplinary and national mappings." Journal of Information Science 11.
23. JAIN, A., MURTY, M ,and FLYNN, P .۱۹۹۹ . Data Clustering: A Review .*ACM Computing Surveys.*

۲۴. حاج احمدی، امیر حسین.۱۳۸۵. *مبانی خوشه بندی*. تهران: دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات دانشگاه امیر کبیر. http://ceit.aut.ac.ir دسترسی در ۱۳۸۸/۵/۵

25. United Nations Terminology in Governance and Public Administration Prof. Mario P. Chiti Chairperson of the Working Group on TerminologyCommittee of Experts on Public Administration1 April 2009
26. International Dictionary of Public Management and GovernanceGambhir Bhatta.
27. Garfield, E. (1963) "Citation indexes in sociological and historical research." American Documentation 14.