

## مفهوم نقشه‌های ساختاری علوم

احسان محمدی\*

### چکیده

اگر ساختار یک علم را به عنوان یک کشور تصور کنیم، حوزه‌های موضوعی تحت پوشش آن علم را می‌توان شهرهای آن کشور به حساب آورد. به راحتی می‌توان در ساختار یک حوزه از علم روابطی مختلف را کشف نمود. از جمله این ارتباطات می‌توان به ارتباط بین پژوهشگران یک علم و تعامل بین حوزه‌های موضوعی فرعی علم اشاره کرد. حال ممکن است این نوع روابط به صورت انتزاعی برای ذهن قابل درک؛ ولی برای چشم نامرئی باشند. از این رو، کاربرد زبان گرافیک برای ترسیم پدیده‌های نامرئی در ساختار علوم موجب تشکیل یک علم جدید از ارتباطات بصری شده است که پس از تصاویر و نشانه‌ها از آن به عنوان زبان سوم نام می‌برند[۱].

در ساختار علوم بعضی از ارتباطات و پدیده‌ها به صورت انتزاعی برای ذهن قابل درک است؛ در صورتیکه همین روابط به صورت فیزیکی برای چشم ملموس نیستند. پژوهشگران حوزه اطلاع‌رسانی در تلاشند که روابط و پدیده‌های نامرئی موجود در ساختار علم را کشف نموده و با زبان گرافیکی به صورت چند بعدی در قالب نقشه‌های علمی ترسیم نمایند. در این نوشته ابتدا نقشه‌های علمی تعریف شده، سپس به تاریخچه نقشه‌های علمی اشاره شده است. در انتها به نمونه‌هایی از نقشه‌های علمی ترسیم شده در جهان اشاره شده است.

واژگان کلیدی: نقشه ساختاری علم، زبان گرافیک برای علم، ساختار علمی.

### تعاریف نقشه علمی

نقشه علمی بازنمون دو بعدی یا سه بعدی حوزه خاصی از علم است. بخشهای مختلف نقشه‌های علمی را سرفصل‌ها و موضوع‌های آن حوزه از علم تشکیل می‌دهند. در این نقشه‌ها بخشهای مختلف با همدیگر در ارتباط هستند به گونه‌ای که موضوع‌های مختلف یک علم که به صورت مفهومی با یکدیگر ارتباط بیشتری دارند در نقشه نزدیک‌تر بهم هستند و موضوع‌هایی که ارتباط کمتری دارند در نقشه از یکدیگر فاصله بیشتری دارند[۲]. به عبارت دیگر، نقشه علمی نوعی بازنمون دو بعدی از دسته بندی یا خوشه‌بندی

### مقدمه

در دنیای واقعی، نقشه‌ها به ما در درک محیط اطرافمان کمک می‌کنند. ما کجا هستیم؟ چه چیزی اطراف ما قرار دارد؟ ارتباط بین چیزهای نزدیک به هم چگونه است؟ به عنوان مثال، هنگامی که وارد یک کلان‌شهر می‌شویم به کمک نقشه می‌توانیم خیابان‌ها را بهتر و راحت‌تر بشناسیم یا هنگام ورود به مترو می‌توان به کمک نقشه مسیرها را بهتر شناخت. اطلاعاتی که توسط انواع نقشه‌ها ارائه می‌شود کمک می‌کند تا افراد، راحت‌تر و در زمان کمتر بهترین تصمیم را اتخاذ نمایند.

\* کارشناس ارشد کتابداری و اطلاع‌رسانی، تلفن: ۰۲۱/۸۸۰۵۱۰۰۰ / دورنگار: ۰۲۱/۸۸۹۶۷۸۷۹، پست الکترونیکی: e\_mohammdi@stf.sbu.ac.ir

### تاریخچه نقشه‌های علمی

پل اتلت<sup>۲</sup> در سال ۱۸۹۵ متوجه شد که رده بندی ده دهی دیویی می‌تواند به عنوان یک نقشه علمی از حوزه‌های گوناگون علم باشد. بدین جهت اتلت، مطالعات خود را به روی رده بندی ده دهی دیویی، برای تبدیل به رده بندی ده دهی جهانی<sup>۳</sup> آغاز کرد. در سال ۱۹۱۸ اتلت اظهار داشت که رده بندی ده دهی جهانی می‌تواند به عنوان یک نقشه کلی از حوزه‌های مختلف علوم به حساب آید [۵]. جان برنال<sup>۴</sup>، یکی از مشهورترین فیزیک دانان جهان، تاریخ نگار و جامعه شناس علم، در سال ۱۹۳۹ یکی از اولین نقشه‌های علم جهان را ترسیم کرد [۶]. اسمال و گارفیلد [۷] اظهار می‌دارند که شاید برادفورد یکی از اولین کسانی باشد که به طور غیرمستقیم به ترسیم ساختار علم اشاره کرده است.

دویله<sup>۵</sup> در سال ۱۹۶۱ با تاکید بر نقش رایانه در ترسیم نقشه‌های علمی، چگونگی ساخت و ترسیم این نوع نقشه‌ها را برای ایجاد تصویر بزرگی از حوزه‌های جامع علمی پیشنهاد داد [۸]. گارفیلد در سال ۱۹۶۳ در مقاله‌ای علاقه واضح و روشن خود را در مورد ساخت نقشه‌های تاریخی (علم) بر اساس استناد نشان داد [۹]. همچنین گارفیلد در مورد کار موسسه اطلاعات علمی<sup>۶</sup> بر روی جزییات اطلس علم خبر داد. در سال ۱۹۸۱ دو جلد اطلس علم در زمینه بیوشیمی و زیست شناسی مولکولی منتشر شد. این در حالی بود که اسمال، همکار گارفیلد، روی طراحی نقشه‌های علمی حوزه‌های مختلف برای تصحیح تکنیک‌های به کار گرفته شده در نقشه‌های قبلی کار می‌کرد. تلاش این دو پژوهشگر از موسسه اطلاعات علمی را می‌توان جزء اولین پژوهشهای رسمی در زمینه توسعه نقشه‌های علمی به حساب آورد [۱۰، ۳].

بعد از سال ۱۹۹۰ روش‌های جدید در بازیابی اطلاعات و تکنیک‌های نو در تجزیه و تحلیل، ترسیم، حالت فضایی<sup>۷</sup> اطلاعات، بر اساس تکنیک‌هایی برای ترسیم ساختار

نوشته‌های علمی است. مویا معتقد است که ترسیم اطلاعات در قالب نقشه‌های علمی یک نوع تفسیر است، بطوری‌که داده‌ها و پدیده‌های پیچیده واقعی به پیامهای قابل درک تبدیل می‌شوند و این ترسیم باعث می‌شود که داده‌ها و پدیده‌های پیچیده نامرئی ساختار دانش برای ما قابل درک شود [۳].

نویز<sup>۱</sup> در تعریف نقشه‌های علمی اعتقاد دارد که نقشه کتابسنجی (علمی)، نمایی است از حوزه‌های علمی که با تجزیه و تحلیل کمی اطلاعات کتابشناختی تهیه می‌شود. عناصر تشکیل دهنده نقشه‌های علمی، حوزه‌های پژوهشی هستند؛ حوزه‌هایی که دارای ارتباط مفهومی قوی تری هستند در کنار همدیگر و حوزه‌هایی که ارتباط ضعیف تری دارند در فاصله دورتری قرار می‌گیرند. این نقشه‌ها در جامعه کاربرد فراوان دارند. در جای دیگری نویز بیان می‌کند که نقشه کتابشناختی بازنمون منحصر به فرد از یک رشته پژوهشی بدون چیدمان قبلی است [۲].

نکته قابل ذکر این است که در ترسیم نقشه‌های علمی نقشه به عنوان یک عبارت، تنها به بخش‌های ترسیم شده بر نمی‌گردد، بلکه گویای فنون تجزیه و تحلیل نیز هست. همانطور که بویاک اشاره می‌کند، تجزیه و تحلیل نقشه دانش یک حوزه، علاوه بر تکنیک‌های ترسیم اطلاعات می‌تواند شامل موضوع‌های گوناگون مثل تجزیه و تحلیل شبکه (وب، شبکه‌های اجتماعی و شبکه‌های بزرگ)، زبان شناسی، استخراج مفاهیم و موضوعات، تحلیل استنادی و شاخص‌های علم و فناوری آن حوزه باشد [۴].

در نهایت، می‌توان گفت که با کمک فنون مختلف کتابسنجی و علم سنجی، انتشارات یک حوزه از علم از زوایای متفاوت و با هدف کشف روابط پنهانی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و سپس برای درک بهتر، نتایج حاصله از تجزیه و تحلیل به صورت چند بعدی در قالب نقشه‌های علمی ترسیم می‌شوند.

مختلف علم در سطح کره موجب تشکیل نقشه‌های دقیقی شده است. این نقشه‌ها به ما کمک می‌کنند که بتوانیم تمام شبکه علمی را در یک زمان مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و به صورت بصری مشاهده کنیم. در این وب سایت می‌توان پنج چرخش از این کره را مشاهده نمود. همانطور که در شکل ۲ قابل مشاهده است افراد می‌توانند به فرا خورد نیاز خود سمت راست یا چپ نقشه را مورد بررسی قرار دهند با این فرض که بخش میانی که محل تلاقی سمت راست و چپ صفحه است به عنوان مهمترین قسمت محسوب می‌شود. در واقع این نوع تجزیه و تحلیل بصری به ما درک و شناخت بهتر ساختار علوم و زیر حوزه‌های آنها کمک می‌کند.

در شکل ۲ حوزه‌های علمی علوم انسانی در قسمت بالای صفحه با رنگ زرد نشان داده شده‌اند و علوم کامپیوتر با رنگ صورتی در پایین تصویر ترسیم شده‌اند. همچنین در این تصویر ارتباط زیر حوزه‌های مختلف علمی علوم انسانی و علوم کامپیوتر و ارتباط آنها با همدیگر ترسیم شده است. با کلیک روی هر کدام از زیر حوزه‌های علمی می‌توان اطلاعات دقیق تری را استخراج نمود. به همین ترتیب در این مجموعه نقشه‌ها، می‌توان بقیه حوزه‌های اصلی و فرعی علوم را مرور و بررسی نمود.

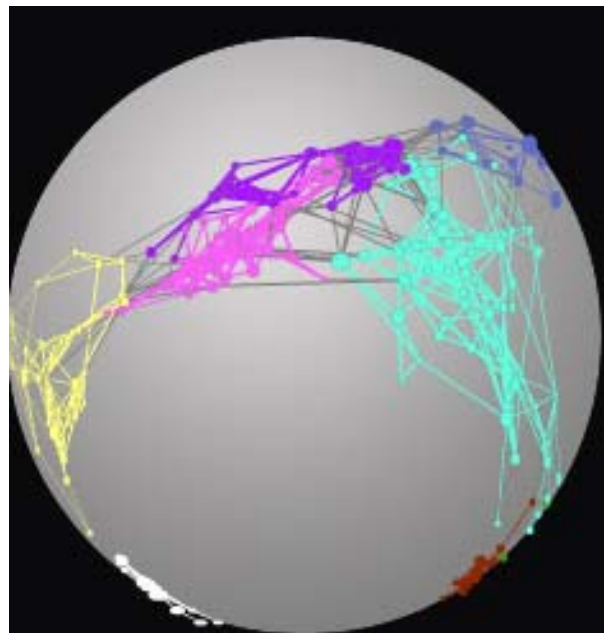
یکی دیگر از پروژه‌های اجرایی در زمینه ترسیم نقشه‌های علمی توسط مرکز مطالعات علم و فناوری<sup>۱۱</sup> دانشگاه لیدن انجام شد. این پروژه با عنوان "نگاشت بهترین‌های علم و فناوری در اروپا" با حمایت مالی اتحادیه اروپا<sup>۱۲</sup> صورت گرفت. این پروژه به عنوان یک طرح آزمایشی جهت بررسی کیفیت و کاربرد نقشه‌های علمی کتابسنجی با هدف مشخص کردن مراکز برتر در رشته‌های علمی از لحاظ مکانی انجام شد. این روش برای چهار حوزه از علوم زیستی شامل آمار زیستی، ژنتیک و وراثت، ایمن شناسی و علوم اعصاب اعمال شد. علاوه بر حوزه‌های علوم زیستی، فناوری و علم نانو به صورت

حوزه‌های علمی کوچک ولی پربار مورد مطالعه قرار گرفت [۱۱] به عنوان مثال می‌توان به پژوهشهایی که [۱۲، ۱۳] با استفاده از تحلیل هم استنادی و هم رخدادی واژگان برای ایجاد نقشه‌های علمی منتشر شده است نیز، اشاره کرد [۱۴].

### نمونه نقشه‌های علمی

یکی از پروژه‌های مهم در زمینه ترسیم نقشه‌های علمی توسط ریچارد کالوانس<sup>۸</sup> و کیوین بیوک<sup>۹</sup> ترسیم شده است. این مجموعه نقشه‌ها حاصل تجزیه و تحلیل مقالات ۱۶۰۰۰ مجله علمی است. نقشه علمی رشته‌های ریاضی و فیزیک، شیمی، مهندسی کامپیوتر، علوم زمین، زیست شناسی، زیست فناوری، بیماری‌های عفونی، پژوهش‌های مغز، بهداشت، علوم اجتماعی و علوم انسانی در این پروژه ترسیم شده‌اند.

نقشه‌های این وب سایت<sup>۱۰</sup> (<http://mapofscience.com>) بازنمون نوعی همگونی بین دقت، اعتبار و سادگی است. همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده ترسیم حوزه‌های



شکل ۱. شمای کلی از نقشه‌های ساختاری علوم



شکل ۲. نمونه ای از نقشه‌های ساختاری علوم

شروع جنبش نرم‌افزاری و مطرح شدن بحث‌هایی چون ترسیم نقشه جامع علمی کشور لازم است تصمیم‌گیرندگان و افرادی که در سیاست‌گذاری علم و فناوری کشور نقش دارند به ضرورت نقشه‌های علمی با رویکرد علم‌سنجی توجه نمایند. همچنین دو وزارتخانه بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و علوم، تحقیقات و فناوری لازم است که به کمک ترسیم نقشه‌های علمی حوزه‌های علمی رشته‌های مختلف را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و اولویتهای پژوهشی کشور را شناسایی و بدین وسیله در جهت توسعه علوم فناوری کشور گام بردارند.

کلی نیز در نظر گرفته شد. نقشه‌های علمی کتابسنجی هر حوزه از زیر موضوع‌های آن حوزه تشکیل می‌شدند. این نقشه‌ها با نگاهی به فعالیت‌های پژوهشی و پیوند بین زیر موضوع‌های هر حوزه، نمای<sup>۱۳</sup> آن حوزه از علم را نشان می‌دهد. در این پروژه سعی شده است که هر حوزه به صورت درست و دقیق ترسیم شود.

مهمترین هدف این پروژه توسعه یک ابزار برای ترسیم نمای پژوهشی در اتحادیه اروپا و ایالت‌های وابسته در حوزه‌های علمی مورد نظر بود. این نقشه‌ها در شبکه وب در دسترس هستند<sup>۱۴</sup> (<http://studies.cwts.nl/projects/ec-coe>).

### بحث و نتیجه‌گیری

با شکل گرفتن ارتباطات علمی جدید در دنیای کنونی، مرز بین علوم مختلف به واسطه ظهور و تشکیل حوزه‌های علمی میان رشته‌ای برداشته شده و این تحول باعث پراهمیت شدن ترسیم نقشه‌های علمی شده است. در ایران نیز با

یادداشت

- |  |   |
|--|---|
| 1- Noyons                                    | 8- Richard Klavans  |
| 2- Paul Otlet                                | 9- Kevin Boyack   |
| 3- Universal Dismal Classification           | 10- <a href="http://mapofscience.com">http://mapofscience.com</a>                               |
| 4- Bernal                                    | 11- Center for science and technology policy  |
| 5- Doyle                                     | 12- European Commission   |
| 6- ISI: Institute for scientific Information | 13- landscape   |
| 7- Spatial                                   | 14- <a href="http://studies.cwts.nl/projects/ec-coe">http://studies.cwts.nl/projects/ec-coe</a> |

منابع و مأخذ

- [1]. Moya-Aneq'n, F., B. Vargas-Quesada, et al. "A New Technique for Building Maps of Large Scientific Domains Based on the Cocitation of Casses and Categories." *Scientometrics* 61(1): 145-129 (2004).
- [2]. Noyons, E. C. M. *Bibliometric Mapping as a Science Policy and Research Management Tool*, DSWO Press, Leiden University,(1999).
- [3]. Small, H. "Charting Pathways through Science: Exploring Garfield's Vision of a Unified Index to Science." *The Web of Knowledge: A Festschrift in Honor of Eugene Garfield*. Medford, NJ Information Today,(2000).
- [4]. Boyack, K. W *Mapping Knowledge Domains: Characterizing PNAS*." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 101(suppl\_1): 5192, (2004)
- [5]. Otlet, P. *Transformations in the Bibliographical Apparatus of the Sciences. The International Organization and Dissemination of Knowledge: Selected Essays of Paul Otlet*. Amsterdam, Elsevier. (1918).
- [6]. Bernal, J. D. *The social function of science*. London: G, Routledge,(1939).
- [7]. Small, H. and E. Garfield "The Geography of Science: Disciplinary and National Mappings." *Journal of Information Science* 11(4) (1985) .
- [8]. Doyle, L. B. "Semantic Road Maps for Literature Searchers." *Journal of the Association for Computing Machinery* 8,(1961).
- [9]. Garfield, E. "Citation indexes in sociological and historical research." *American Documentation* 14(4), (1963)
- [10]. Small, H. "The Relationship of Information Science to the Social Sciences: A Co-Citation Analysis." *Information Processing and Management* 17(1), (1981).
- [11]. Boyack, K. Klavans, R Borner K (2005) *Mapping the Backbone of Science*. *Scientometrics*, Vol. 64, No. 3 351.374, (2005).
- [12]. Braam, R. R., H. F. Moed, et al. "Mapping of Science by Combined Co-Citation and Word Analysis. II: Dynamical Aspects." *Journal of the American Society for Information Science* 42(4) (1991).
- [13]. Lin, X., D. Soergel, et al. "A Self-organizing Semantic Map for Information Retrieval." *Proceedings of the 14th Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*,(1991).
- [14]. Hjorland, B. and H. Albrechtsen "Toward a New Horizon in Information Science: Domain-Analysis." *Journal of the American Society for Information Science* 46(6) ,(1995).