

مطالعه تعاملات میان رشته‌ای حوزه سیرنتیک

الهه حسینی | رؤیا برادر

چکیده

هدف: بررسی تعاملات میان رشته‌ای حوزه سیرنتیک در پایگاه وب علوم در سال‌های ۱۹۸۶-۲۰۱۵ و ترسیم و تحلیل نقشه علمی آن.

روش‌شناسی: با استفاده از فنون علم‌سنجی کلیدواژه سیرنتیک در دو فیلد عنوان یا موضوع در وب علوم جستجو شد. شناسایی حوزه‌های موضوعی دخیل در تولیدات علمی سیرنتیک با ترسیم نقشه علمی به شیوه "نگاشت لایه‌ای علم" با نرم‌افزار پاژک و بررسی شبکه‌های استنادی حوزه‌های موضوعی استنادکننده با ترسیم شبکه هم‌رخدادی واژگان با استفاده از نرم‌افزار وی.او.اس. ویوئر انجام شد.

یافته‌ها: حوزه سیرنتیک از سه خوشه اصلی شامل هشت حوزه علوم رایانه، مدیریت، مهندسی، مهندسی برق، علوم عصبی، علوم اجتماعی، فیزیک، فناوری زیستی تشکیل شده است. علوم رایانه با ۷ گروه نقش مرکزی دارد و دارای قوی‌ترین و بیشترین تأثیر در میان حوزه‌هاست. سه حوزه مدیریت، علوم رایانه و هوش مصنوعی، مهندسی برق و الکترونیک بیشترین حوزه‌های موضوعی استنادکننده هستند. دو واژه "سیستم" و "رویکرد" از پر کاربردترین واژگان این حوزه به‌شمار می‌روند.

نتیجه‌گیری: ساختار فکری حوزه سیرنتیک با ۸ حوزه اصلی و ۴۹ گره وابسته حاکی از غنی بودن شبکه اطلاعاتی و گستردگی روابط میان رشته‌ای آن است. این نکته در سیاست‌گذاری‌های علمی و شناسایی روندهای جدید پژوهشی مفید خواهد بود.

کلیدواژه‌ها

سیرنتیک، نگاشت لایه‌ای علم، شبکه هم‌رخدادی، تعاملات میان رشته‌ای، نقشه علمی.

مطالعه تعاملات میان رشته‌ای حوزه سیبرنتیک

الهه حسینی^۱
رؤیا برادر^۲

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۴/۰۲

تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۶/۲۳

مقدمه

سیبرنتیک^۳ از جمله علوم است که در قرن بیستم پدید آمد و با رشد سریع خود توانست به علوم دیگر راه یابد. موضوع اصلی سایبرنتیک بررسی ماهیت کنترل در انسان، حیوان و ماشین است (جمالی مهمویی و اسدی، ۱۳۸۴). هدف اصلی آن یافتن سریع‌ترین، مناسب‌ترین و مؤثرترین شیوه‌های کنترل و تنظیم در سازمان‌های پیچیده است (هاشم بیک، سیادت، و هویدا، ۱۳۹۱). سیبرنتیک به علم و هنر هدایت و نظارت سازمان‌های پیچیده اطلاق می‌شود که با تکیه بر حلقه‌های بازخوردی مناسب و پیوندهای سست و سخت، زمینه توسعه ارتباطات و تعاملات با محیط و واحدهای درون‌سازمانی را به‌منظور خودتنظیمی آنها فراهم می‌سازد (بذرافشان و همکاران، ۱۳۸۶). در علم سیبرنتیک اعتقاد بر این است که هر پدیده در محیط و درون خود ارتباطی ذاتی یا قراردادی دارد و شدت و ضعف این روابط، نقش، شکل و درجه پیچیدگی آن را مشخص می‌نماید (غلامزاده، ۱۳۷۷). سیبرنتیک دانشی است که از فعالیت‌های علمی و نظری مشترک رشته‌های جامعه‌شناسی، زیست‌شناسی، پزشکی، فیزیولوژی، اقتصاد، زبان‌شناسی، روان‌شناسی، منطق، ریاضیات، مهندسی و نظریه‌های اطلاعات و کنترل و ماشین‌های اتومات به وجود آمده است (سارنوسکی^۴، ۲۰۰۶). سیبرنتیک به‌عنوان یک علم مستقل و میان‌رشته‌ای، بر حوزه‌های مختلفی از علم تأثیرگذار بوده است که نظریه بازی‌ها، نظریه سیستم‌ها، جامعه‌شناسی، روان‌شناسی، فلسفه، و معماری از نمونه‌های قابل ذکر هستند. همین امر سبب گردیده است که حوزه‌های مختلف علمی، برای تبیین

۱. دانشجوی دکترای علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه الزهراء (س) (نویسنده مسئول)
E.hosseini@alzahra.ac.ir
۲. دانشیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی دانشگاه الزهراء (س)
r_baradar@alzahra.ac.ir
3. Cybernetic
4. Samovsky

ساختار سیستم‌های فیزیکی و اجتماعی خود از علم سیرنتیک بهره گیرند (ابراهیمی و فرج‌پهلوی، ۱۳۸۹). بنیان‌گذاران، آن را به‌عنوان یک فرارشته، نه تنها با هدف پرورش مشارکت میان‌رشته‌ای، بلکه با هدف اشتراک دانش میان‌رشته‌ای معرفی کرده‌اند (اسکات، ۲۰۰۱). استدلال سیرنتیک این است که می‌تواند برای درک، مدل‌سازی، و طراحی نظام‌هایی از همه انواع فیزیکی، فناوری، زیست‌شناختی، زیست‌محیطی، روانی، اجتماعی و یا هر ترکیبی از آنها به‌کار رود (هیلین و جازلین، ۲۰۰۱). ریشه‌های سیرنتیک از آنجا نشئت گرفت که آندر ماری آمپر^۳ در سال ۱۸۴۳ ایده گسترش یک علم تحت عنوان *cybernétique* را ارائه کرد که به دانش کلی درباره اداره فضای سیاسی اشاره داشت. سپس جیمز کلک مکث ول^۴ در سال ۱۸۶۸ سنگ بنای نظریه کنترل را بنا نهاد. مفهوم سیرنتیک امروزی را رزنولوت و همکارانش^۵ در سال ۱۹۴۳ مطرح کردند؛ آنها مفهوم بازخورد را در مقاله‌ای با عنوان "رفتار، هدف و علل غائی"^۶ بیان کردند (اشوانینر^۷، ۲۰۱۵). از این رو، سیرنتیک مفهومی وسیع و در حال توسعه با بسیاری از حوزه‌ها و رشته‌هاست که در آن مفاهیمی مانند بازخورد و ادراک، چشم‌اندازی مولد را برای ارزیابی‌های تقابلی‌های دوگانه ایجاد می‌کند (سلن^۸، ۲۰۱۵). بنابراین، سیرنتیک به‌عنوان یک حوزه میان‌رشته‌ای از دیرباز مطرح بوده است. به‌دلیل افزایش قابل توجه در تولید آثاری که ادعا می‌کنند میان‌رشته‌ای هستند (براون و شوبرت^۹، ۲۰۰۳) و تغییر به سمت الگوهای استنادی میان‌رشته‌ای بیشتر (پورتر و رافولز^{۱۰}، ۲۰۰۹)، بررسی ماهیت میان‌رشته‌ای حوزه‌های مختلف ضرورت دارد. از این رو، نیاز مشخصی به آشکارسازی ساختار فکری^{۱۱} و میان‌رشته‌ای حوزه سیرنتیک از طریق کشف ارتباطات این حوزه با سایر حوزه‌های علمی حس می‌شود. زیرا به موجب یک اصل بنیادی سیرنتیکی، اجزایی که از لحاظ اطلاعات غنی ترند بر اجزایی که انرژی آنها بیشتر است نظارت و کنترل اعمال می‌کنند (خانیک، ۱۳۸۱).

هلستن و لیدسدورف^{۱۲} (۲۰۱۵)، نشریه "تغییر آب و هوا"^{۱۳} را به‌عنوان نشریه‌ای میان‌رشته‌ای، براساس دانش بنیان^{۱۴} بودن و تمرکز برنامه‌ای^{۱۵} آن بررسی و نقشه علمی آن را ترسیم کردند. نتایج پژوهش آنها بر گسترش پایه دانش - از ارجاع به نشریات میان‌رشته‌ای مانند نیچر^{۱۶} و ساینس^{۱۷} به نشریات استنادکننده از حوزه‌های تخصصی مختلف - دلالت می‌کرد. کارلز و اسپچت^{۱۸} (۲۰۱۴) با استفاده از نگاهت‌های لایه‌ای علم^{۱۹} و شاخص تنوع رائو استرلینگ^{۲۰}، حوزه یادگیری مبتنی بر فناوری پیشرفته را با تحلیل علم‌سنجی واکاوی کردند و نشان دادند در ده سال گذشته، این حوزه در سطح نسبتاً بالایی از میان‌رشته‌ای بودن در مقایسه با ۶ زمینه دیگر عمل کرده است. لیدسدورف و گلدستون^{۲۱} (۲۰۱۴) با مطالعه میزان میان‌رشته‌ای بودن، سطح تخصص، و پایه‌های در حال تغییر دانش در نشریه "میان‌رشته‌ای

1. Scott
2. Heylighen & Joslyn
3. André-Marie Ampère
4. James Clerk Maxwell
5. Rosenblueth et al.
6. Behavior, Purpose and Teleology
7. Schwaninger
8. Selen
9. Braun & Schubert
10. Porter & Rafols
11. Intellectual structure
12. Hellsten & Leydesdorff
13. Climatic Change
14. Knowledge Base
15. Programmatic Focus
16. Nature
17. Science
18. Kalz & Specht
19. Overlay Science Mapping
20. Rao-Stirling-Diversity
21. Goldstone

علوم شناختی^۱ اذعان داشتند که مفهوم میان‌رشته‌ای از دهه ۱۹۸۰ ایجاد شده و توسعه جهت‌گیری‌های میان‌رشته‌ای در دهه ۱۹۹۰ طی شده است. صدیقی (۱۳۹۳) هم‌رخدادی واژگان حوزه اطلاع‌سنجی را بررسی کرد. نتایج بر این دلالت داشت که مفاهیمی مانند علم اطلاعات، کتابخانه، تحلیل کتاب‌سنجی، نوآوری، و متن‌کاوی از جمله پرکاربردترین موضوعات این حوزه در سطح بین‌الملل بودند و مفاهیم جدید در تعامل با تحولات و فناوری‌های جدید پدید می‌آیند. در پژوهشی مشابه، الهی و همکاران (۱۳۹۱) حوزه توسعه نوآوری را با استفاده از روش تحلیل هم‌رخدادی واژگان با روش متن‌کاوی و ترسیم نقشه مفهومی دانش در پایگاه‌های اسکوپوس و سیچ مطالعه کردند و در نهایت سه جریان اصلی را به‌عنوان جریان‌های غالب این حوزه معرفی کردند. پورتر و رافولز^۲ (۲۰۰۹)، تغییر درجه میان‌رشته‌ای را در بین سال‌های ۱۹۷۵-۲۰۰۵ در شش حوزه موضوعی با استفاده از شاخص تنوع راثو استرلینگ بررسی و نقشه علم آن را مصورسازی کردند. یافته‌های پژوهش آنها نشان داد که علم در واقع روبه میان‌رشته‌ای شدن بیشتر اما در گام‌هایی کوچک است. در پژوهش دیگری، لیو و وانگ^۳ (۲۰۰۵)، ۶۵ نشریه میان‌رشته‌ای حوزه جمعیت‌شناسی را با استفاده از تحلیل شبکه اجتماعی مصورسازی کردند. یافته‌های آنان نشان داد که ارتباط‌های بین ماتریس‌های استناد، بر الگوهای استنادی ثابت جمعیتی در طول زمان دلالت می‌کند.

پیشینه‌های فوق نشان می‌دهد که تاکنون پژوهشی درباره تعاملات میان‌رشته‌ای حوزه سبیرنتیک از طریق نگاشت لایه‌ای علم و نیز ترسیم شبکه هم‌رخدادی این حوزه انجام نشده است. همان‌گونه که پیش‌تر اشاره شد، سبیرنتیک علمی میان‌رشته‌ای است و به‌عنوان یک علم ماهیت مستقلی ندارد؛ بلکه یک چهارراه بزرگ علمی است که متخصصان علوم گوناگون از آن استفاده می‌کنند (معتدل‌نژاد، ۱۳۸۶). از این رو، ترسیم نقشه علمی و شناسایی ترکیب حوزه‌ای آن، شناسایی حوزه‌های پرکاربرد و تأثیرگذار، بررسی تعاملات این حوزه با سایر حوزه‌ها، و تعیین ساختار فکری و تعاملات استنادی آن به‌منظور آگاهی از وضعیت کنونی و پیش‌بینی وضع آتی این حوزه ضرورت دارد. از این رو، پژوهش حاضر درصدد پاسخ به این مسئله برآمد که حوزه سبیرنتیک از چه زیرحوزه‌های موضوعی تشکیل شده و ارتباطات و تعاملات میان‌رشته‌ای آن با سایر حوزه‌ها چگونه است و مهم‌ترین حوزه‌های پژوهشی استنادکننده به سبیرنتیک کدامند؟ به‌همین دلیل، بررسی ماهیت میان‌رشته‌ای حوزه سبیرنتیک از طریق مقالات نمایه‌شده در پایگاه وب علوم^۴ در بین سال‌های ۱۹۸۶-۲۰۱۵ و نگاشت لایه‌ای علمی آن و ترسیم شبکه‌های موضوعی برتر استنادکننده حوزه سبیرنتیک براساس رخداد واژگانی و ترسیم نقشه چگالی آنها مبنای کار قرار گرفت.

1. Cognitive Science
2. Porter & Rafols
3. Liu & Wang
4. Web of Science (WOS)

روش‌شناسی

این پژوهش از فنون علم‌سنجی مانند مصورسازی و تحلیل شبکه هم‌رخدادی واژگان بهره برده است. ترسیم ارتباطات میان حوزه‌ها در قالب نقشه‌های علمی و فنون مصورسازی یکی از مهم‌ترین وجوه مطالعات علم‌سنجی در چند دهه اخیر است، از سویی، نقشه‌های علمی با استفاده از روش‌های مختلفی ترسیم می‌شوند که هم‌رخدادی واژگان و مصورسازی از آن جمله‌اند (صدیقی، ۱۳۹۳). مقالات نمایه‌شده حوزه سبیرنتیک در پایگاه وب علوم در بین سال‌های ۱۹۸۶-۲۰۱۵ مورد بررسی قرار گرفتند. برای جستجوی اطلاعات در پایگاه وب علوم از شکل خلاصه‌شده کلیدواژه سبیرنتیک در دو فیلد عنوان یا موضوع استفاده شد. ماهیت میان‌رشته‌ای حوزه سبیرنتیک از دو رویکرد مورد بررسی قرار گرفت: (۱) حوزه‌های موضوعی دخیل در تولیدات علمی سبیرنتیک، که هرچه حوزه‌های موضوعی بیشتری در تولیدات علمی یک موضوع سهم داشته باشند نشان‌دهنده ماهیت میان‌رشته‌ای بیشتر آن است؛ و (۲) حوزه‌های موضوعی استنادکننده به تولیدات علمی سبیرنتیک. به این معنی که هرچه حوزه‌های موضوعی بیشتری به تولیدات علمی یک موضوع استناد کنند نشان می‌دهد که مقالات آن موضوع همچنین ماهیت میان‌رشته‌ای بیشتری دارند. برای ترسیم شبکه‌های موضوعی برتر استنادکننده براساس رخداد واژگان، شبکه هم‌رخدادی واژگان این حوزه با نرم‌افزار وی.او.اس.ویوئر^۱ ترسیم شد. در شبکه هم‌رخدادی واژگان از کلمات کلیدی مدارک برای مطالعه ساختار مفهومی یک حوزه پژوهشی استفاده می‌شود. هم‌رخدادی کلیدواژه‌ها میزان ارتباط شناختی میان یک مجموعه مدارک را نشان می‌دهد (صدیقی، ۱۳۹۳). برای مصورسازی تعاملات بین‌رشته‌ای و ترسیم نگاشت علمی این حوزه از نرم‌افزار ترسیم شبکه اجتماعی پاژک^۲ به شیوه رویکرد نگاشت لایه‌ای علم با واحد تحلیل داده تولیدات علمی استفاده شد. در این روش، حوزه‌ها (خوشه‌ها)ی موضوعی اصلی و فعال شناسایی و روابط میان آنها نشان داده می‌شود که مزایای قابل توجهی را در خوانایی و بافت‌مندی داده‌های میان‌رشته‌ای و تفسیر تنوع شناختی فراهم می‌نماید.

یافته‌ها

ویژگی‌های تولیدات علمی حوزه سبیرنتیک

جدول ۱، روند انتشار تولیدات علمی حوزه سبیرنتیک، کشورهای برتر، نوع مدارک تولیدات علمی، زبان تولیدات علمی، مؤسسه‌های برتر در تولیدات علمی و حوزه‌های موضوعی دخیل در تألیف مقالات سبیرنتیک در پایگاه وب علوم در طول سال‌های ۱۹۸۶-۲۰۱۵ را نشان می‌دهد.

1. VosViewer
2. Pajak

جدول ۱. بررسی ویژگی‌های پنج رتبه اول تولیدات علمی حوزه سبیرنتیک

رتبه اول (تعداد رکورد- درصد)	رتبه دوم (تعداد رکورد- درصد)	رتبه سوم (تعداد رکورد- درصد)	رتبه چهارم (تعداد رکورد- درصد)	رتبه پنجم (تعداد رکورد- درصد)	تولیدات علمی
۲۰۰۹ (۷٪ - ۳۴۹)	۲۰۰۸ (۶٪ - ۲۸۳)	۲۰۱۱ (۶٪ - ۲۷۳)	۲۰۱۰ (۵٪ - ۲۴۹)	۲۰۰۷ (۵٪ - ۲۴۸)	سال روند انتشار
آمریکا (۲۱٪ - ۱۰۳۲)	چین (۱۱٪ - ۵۳۲)	انگلستان (۱۰٪ - ۴۹۸)	فرانسه (۵٪ - ۲۱۹)	آلمان (۵٪ - ۲۱۷)	کشورهای برتر
مقالات ^۱ منتشرشده در مجلات (۶۳/۵٪ - ۳۲۸۴)	مقالات منتشرشده در مجموعه مقالات کنفرانس ها ^۲ (۲۶/۵٪ - ۱۳۴۹)	یادداشت‌های سردبیر ^۳ (۴/۶٪ - ۲۳۶)	نقد کتاب ^۴ (۲/۹٪ - ۱۵۲)	نقد و بررسی ^۵ (۲/۵٪ - ۱۲۹)	انواع مدارک
انگلیسی (۹۴/۷٪ - ۴۶۰۰)	فرانسه (۱/۵٪ - ۷۵)	آلمانی (۱/۴٪ - ۷۰)	روسی (۰/۷٪ - ۳۶)	اسپانیایی (۰/۳٪ - ۱۹)	زبان
دانشگاه پیر ماری کوری پاریس (۲۳٪ - ۷۵)	دانشگاه کاردیف ^۶ (۲۰٪ - ۶۸)	دانشگاه اسلیپری راک پنسیلوانیا ^۷ (۱۹/۷٪ - ۶۷)	نظام آموزش عالی پاشه ایالت پنسیلوانیا ^۸ (۱۹/۷٪ - ۶۷)	دانشگاه ری‌دینگ ^۹ (۱۸/۶٪ - ۶۳)	مؤسسات برتر
علوم کامپیوتر، سبیرنتیک ^{۱۰} (۴۴/۲۲٪ - ۲۱۳۷)	علوم کامپیوتر، هوش مصنوعی ^{۱۱} (۷/۳۳٪ - ۳۵۶)	مهندسی، برق و الکترونیک ^{۱۲} (۵/۷۶٪ - ۲۷۹)	مدیریت ^{۱۳} (۴/۴۹٪ - ۲۱۷)	علوم کامپیوتر، سیستم‌های اطلاعاتی ^{۱۴} (۴/۲۶٪ - ۲۰۶)	حوزه‌های موضوعی دخیل
مدیریت (۸/۲۲٪)	علوم کامپیوتر، هوش مصنوعی (۷/۷۹٪)	مهندسی برق و الکترونیک (۵/۹۹٪)	علوم کامپیوتر، سبیرنتیک (۵/۷۰٪)	علوم اعصاب ^{۱۵} (۵/۲۶٪)	حوزه‌های موضوعی استنادکننده ^{۱۶}

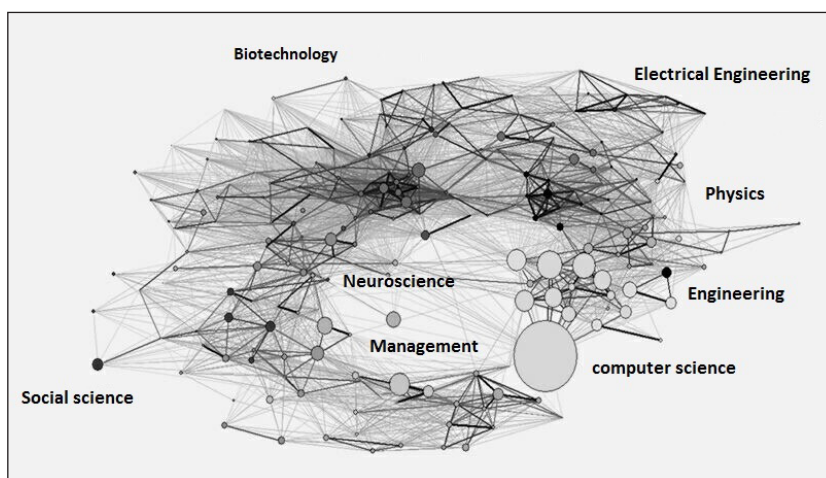
1. Article
2. Proceedings Paper
3. Editorial Material
4. Book Review
5. Review
6. Cardiff University
7. Slippery Rock University Pennsylvania
8. Pennsylvania State System of Higher Education PASSHE
9. University of Reading
10. Computer Science, Cybernetics
11. Computer Science, Artificial Intelligence
12. Engineering, Electrical and Electronics
13. Management
14. Computer Science, Information Systems
15. Citing Articles
16. Neurosciences

مطابق جدول ۱، سال ۲۰۰۹ پرتولیدترین سال بوده است و کشورهای آمریکا، چین، و انگلیس از نظر برون‌داد و تولید علم بهتر عمل کرده‌اند. همچنین حوزه "مدیریت" بیشترین حوزه استنادکننده بوده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود دانشگاه پیر ماری کوری پاریس مؤسسه برتر در تولیدات علمی حوزه سبیرنتیک طی سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۵ بوده است.

نقشه حوزه سبیرنتیک بر اساس رویکرد نگاهت لایه‌ای

شکل ۱، نگاهت لایه‌ای علم در رشته‌های مختلف علمی سهیم در حوزه سبیرنتیک (ترکیب حوزه‌ای سبیرنتیک) را نشان می‌دهد. هر دایره نشان‌دهنده یک حوزه موضوعی (خوشه) است، و خطوط بین دایره‌ها حاکی از پیوند میان این حوزه‌ها در تألیف مقالات، و همکاری‌های علمی میان رشته‌ای و میزان روابط این حوزه‌هاست. ضخامت خطوط بر پیوند

محکم‌تر، تعامل بیشتر، و ضریب ارزشی بیشتر دلالت دارد. دایره‌های بزرگ‌تر نشان‌دهنده تولیدات علمی بیشتر آن حوزه است. نقشه ارائه‌شده مبتنی بر رویکرد نگاشت لایه‌ای علم (رافولز، پورتر، و لیدسدورف، ۲۰۱۰) ۴ تایی (۴ لایه‌ای)، ۶ تایی (۶ لایه‌ای) و ۱۹ تایی (۱۹ لایه‌ای) است. بدین معنا که هر لایه بر یک حوزه موضوعی دلالت می‌کند تا ارتباط حوزه‌ها با یکدیگر (ترکیب حوزه‌ای) نشان داده شوند. شکل ۱، براساس عامل ۶ لایه‌ای در نرم‌افزار پاژک ترسیم شده است.



شکل ۱. ترکیب حوزه‌ای (نقشه علمی) سیبرنتیک براساس رویکرد نگاشت لایه‌ای در طول سال‌های ۱۹۸۶-۲۰۱۵ در پایگاه وب علوم

1. Computer science
2. Management
3. Engineering
4. Electrical engineering
5. NeuroScience
6. Social Science
7. Physics
8. Biotechnology
9. Computer science cybernetics
10. Computer science artificial intelligence
11. Computer science interdisciplinary applications
12. Computer science information systems
13. Computer science theory methods
14. Computer science software engineering
15. Computer science hardware engineering
16. Evolutionary biology
17. Cell biology
18. Developmental biology
19. Oncology
20. Genetic & heredity
21. Medicine Research experimental
22. Food science technology

بزرگترین خوشه (خوشه اول) در حوزه‌های علوم رایانه^۱ است و خوشه‌های دوم را حوزه‌های مدیریت^۲، مهندسی^۳، مهندسی برق^۴، علوم عصبی^۵، علوم اجتماعی^۶ و خوشه سوم (سهم کمتر) را حوزه‌های فیزیک^۷ و فناوری زیستی^۸ تشکیل می‌دهند. در تفسیر شکل ۱ می‌توان به گره‌های برجسته براساس نقشه لایه‌ای دسته‌بندی موضوعی پاژک و نیز دسته‌بندی موضوعی پایگاه وب علوم اشاره کرد. بنابراین، گره‌های حوزه "علوم رایانه" را سیبرنتیک^۹، هوش مصنوعی^{۱۰}، نرم‌افزارهای میان‌رشته‌ای^{۱۱}، سیستم‌های اطلاعاتی^{۱۲}، رویکردهای نظری علوم رایانه^{۱۳}، مهندسی نرم‌افزار^{۱۴}، معماری سخت‌افزار^{۱۵} و گره‌های مهم و تأثیرگذار حوزه "فناوری زیستی" را زیست‌شناسی تکاملی^{۱۶}، زیست‌شناسی سلولی^{۱۷}، زیست‌شناسی تکوینی^{۱۸}، تومورشناسی^{۱۹}، ژنتیک و وراثت^{۲۰} و آزمایش تحقیقات پزشکی^{۲۱} تشکیل می‌دهد. گره‌های مهم و تأثیرگذار حوزه "مهندسی برق"، فناوری علم غذا^{۲۲}، منابع

آبی^۱، بلورشناسی^۲، مهندسی عمران^۳، علوم محیطی^۴ و سوخت‌های انرژی^۵ هستند. فیزیک چندرشته‌ای^۶، بیوفیزیک^۷، فیزیک ریاضی^۸ و ترمودینامیک، گره‌های برجسته حوزه «فیزیک» و علم مدیریت و تحقیق در عملیات^۹، مهندسی صنعتی^{۱۰}، ریاضی کاربردی^{۱۱}، ریاضیات^{۱۲} و مهندسی برق و الکترونیک^{۱۳} گره‌های مؤثر در حوزه موضوعی «مهندسی» محسوب می‌شوند. علوم اعصاب^{۱۴}، رادیولوژی پزشکی هسته‌ای و تصویربرداری پزشکی^{۱۵}، روانپزشکی^{۱۶}، چشم پزشکی^{۱۷}، مراقبت‌های بهداشتی اولیه^{۱۸} و روان‌شناسی زیستی^{۱۹} گره‌های مهم حوزه «علوم اعصاب» و مهمان‌نوازی^{۲۰}، اوقات فراغت^{۲۱}، ورزش^{۲۲} و گردشگری^{۲۳}، مدیریت عمومی^{۲۴}، مدیریت^{۲۵}، تجارت^{۲۶}، اخلاق^{۲۷}، و روان‌شناسی کاربردی گره‌های مؤثر حوزه «مدیریت» را تشکیل می‌دهند. در حوزه «علوم اجتماعی»، دسته‌بندی موضوعی روان‌شناسی چندرشته‌ای^{۲۸}، پژوهش آموزشی تعلیم و تربیت^{۲۹}، روان‌شناسی اجتماعی^{۳۰}، روان‌شناسی بالینی^{۳۱}، و روان‌شناسی تجربی^{۳۲} جزء گره‌های مهم در حوزه بافتی سیبرنتیک به حساب می‌آیند. بنابراین، حوزه‌های مذکور به‌عنوان حوزه‌های پژوهشی فعال و محدوده‌های موضوعی اصلی در حوزه سیبرنتیک و ترسیم ارتباطات آنها در قالب یک نقشه مفهومی شناسایی شدند.

شبکه هم‌خدادی واژگان و نقشه چگالی مهم‌ترین حوزه‌های موضوعی استنادکننده

برای آگاهی از مهم‌ترین موضوعات سه حوزه اصلی استنادکننده (جدول ۱) به مقالات سیبرنتیک، نگاشت هم‌خدادی واژگان این حوزه‌ها با استفاده از نرم‌افزار وی.او.اس. ویوئر ترسیم شده است. بنابراین، واژگان استخراج شده از عنوان و چکیده مقالات سه حوزه اصلی استنادکننده به مقالات سیبرنتیک یعنی مدیریت، هوش مصنوعی و مهندسی الکترونیک از پایگاه وب علوم با پسوند "CSV". دانلود و به‌طور جداگانه به نرم‌افزار وارد شدند. آستانه هم‌خدادی برای واژگان، ۲۰ بار در نظر گرفته شد، و براساس رخداد واژگان^{۳۳} مرتب شده و شبکه هم‌خدادی واژگان و نیز نقشه چگالی^{۳۴} کلیدواژه‌های این حوزه‌ها، شکل‌های ۲ تا ۷ ترسیم شدند. در این اشکال، بزرگی و کوچکی دایره‌ها بر دانش موجود در هر مفهوم دلالت می‌کنند. از این‌رو، دایره‌های کوچک نشان‌دهنده فقر اطلاعاتی آنهاست. پراکندگی مفاهیم بر وسعت مطالعات از دیدگاه‌های متفاوت و بافت میان‌رشته‌ای تأکید دارد. خطوط، نشان‌دهنده میزان روابط مفاهیم با یکدیگر است. دوری و نزدیکی نسبی مفاهیم نشان‌دهنده تأثیرپذیری آنها از یکدیگر است. استفاده از شبکه‌های مذکور می‌تواند شباهت‌های احتمالی حوزه‌های استنادکننده با حوزه سیبرنتیک را روشن‌تر نماید.

شکل ۲ و ۳ نشان می‌دهد که مقالات حوزه سیبرنتیک از سوی ۱۵۸۵ مقاله حوزه

1. Water resources
2. Crystallography
3. Civil engineering
4. Environmental sciences
5. Energy fuels
6. Physic multidisciplinary
7. biophysics
8. Physics mathematical
9. Operation research & management science
10. Engineering industrial
11. Mathematical applied
12. Mathematics
13. Engineering electrical electronic
14. Neuroscience
15. Radiology nuclear medicine & medical imaging
16. Psychiatry
17. Ophthalmology
18. Primary health care
19. Psychology biological
20. Hospitality
21. Leisure
22. Sport
23. Tourism
24. Public administration
25. Management
26. Business
27. Ethics
28. Psychology multidisciplinary
29. Education educational research
30. Psychology social
31. Psychology clinical
32. Psychology experimental
33. Occurrence
34. Density

جدول ۲، کاربرد واژگان در نگاشت مهم‌ترین حوزه‌های استنادکننده به مقالات سیبرنتیک را نشان می‌دهد. دو واژه "سیستم" و "رویکرد" در هر سه حوزه مدیریت، هوش مصنوعی، و مهندسی الکترونیک پرکاربردترین کلیدواژه‌های تخصصی هستند.

جدول ۲. واژگان پرکاربرد در نگاشت‌های حوزه‌های فعال استنادکننده به مقالات سیبرنتیک

کلیدواژه‌های تخصصی پرکاربرد					نام حوزه
مدل	تئوری	سیستم	رویکرد	رابطه	مدیریت
رویکرد	سیستم	مسئله	الگوریتم	شبیه‌سازی	هوش مصنوعی
سیستم	مدل	الگوریتم	رویکرد	کنترل	مهندسی الکترونیک

نتیجه‌گیری

در این پژوهش با بررسی شبکه استنادی مقالات علمی حوزه سیبرنتیک در پایگاه وب علوم، تعاملات میان‌رشته‌ای آن مورد تحلیل قرار گرفت. با توجه به اصل سیبرنتیکی مبنی بر اینکه حوزه‌های غنی‌تر بر اجزای دیگر نظارت می‌کنند می‌توان گفت که سه حوزه استنادکننده (مدیریت، هوش مصنوعی، و مهندسی برق) و واژگان پر کاربرد آنها از لحاظ اطلاعات در بافت سیبرنتیک غنی‌ترند، در نتیجه بر اجزای دیگر نظارت و کنترل اعمال می‌کنند و ادبیات سیبرنتیک را معنا و هویت بخشیده‌اند. از سویی، با بررسی ساختار فکری این حوزه خوشه‌های موضوعی شناسایی شدند. ترکیب حوزه‌های سیبرنتیک را سه خوشه اصلی شامل هشت حوزه علوم رایانه، مدیریت، مهندسی، مهندسی برق، علوم عصبی، علوم اجتماعی، فیزیک و فناوری زیستی تشکیل می‌دهد که علوم رایانه با ۷ گره نقش مرکزی دارد و دارای قوی‌ترین و بیشترین تأثیر در بین سایر حوزه‌هاست. رابطه زیر موضوعات و گستردگی آنها نشان از پویایی و گسترش ساختار حوزه سیبرنتیک در طول زمان دارد و بر تعامل بیشتر آن با سایر علوم دلالت می‌کند. ساختار فکری این حوزه با ۸ گره اصلی و ۴۹ گره وابسته نشان‌دهنده غنی بودن شبکه اطلاعاتی حوزه سیبرنتیک است و بر گستردگی روابط میان‌رشته‌ای آن دلالت دارد. این نکته می‌تواند در فهم وضعیت دانش فعلی و سیاست‌گذاری‌های علمی این حوزه مفید باشد و سبب شناسایی روندهای جدید پژوهشی در این حوزه دانشی شود. در این مطالعه، از نقشه مفهومی علمی که ساختار و توسعه حوزه‌های علم در یک زمینه خاص را بیان

می‌کند و نیز نقشه هم‌رخدادی واژگان که روابط بین ایده‌ها، محتوا، و توسعه تاریخی آن را بیان می‌کند استفاده شد که مکمل یکدیگر هستند و با نظر سالمی و کوشا (۱۳۹۲) که استفاده هم‌زمان از این دو روش را سبب قابل اعتمادتر شدن نتایج دانسته‌اند همخوانی دارد. دو واژه "سیستم" و "رویکرد" از پرکاربردترین واژگان در این سه حوزه هستند و این بر شباهت‌های احتمالی ادبیات کاربردی این حوزه‌ها و حوزه ساینس دلالیت می‌کند. از جمله یافته‌های جالب پژوهش حاضر این نکته است که فقط حدود ۷/۵ درصد از استنادهای دریافتی حوزه ساینس، از سوی مقالات همین حوزه بوده است. حضور حوزه‌هایی مانند علوم اعصاب، بوم‌شناسی، بیوتکنولوژی و میکروبیولوژی کاربردی و تجارت^۳ در جمع مهم‌ترین حوزه‌های استنادکننده به ساینس بوده‌اند که حاکی از بافت میان‌رشته‌ای قوی در این حوزه است و ثابت می‌کند که تلاش و هدف بنیان‌گذاران این رشته برای پرورش مشارکت و اشتراک دانش میان رشته‌ای بی‌بهره و بی‌نتیجه نبوده و ادعای آنها در طول این سال‌ها ثابت شده است. اثبات میان رشته‌ای بودن این حوزه با نتیجه پژوهش پورتر و رافولز (۲۰۰۹) که اذعان داشت علم در گام‌هایی کوچک در حال تبدیل به میان‌رشته‌ای شدن است مطابقت دارد. وجود ۴ گره وابسته به حوزه روان‌شناسی بر رشد بافت سایکوساینس^۴ دلالیت می‌کند. گروه موضوعی علوم کتابداری و اطلاع‌رسانی^۵ با ۳۹۵ رکورد (۲ درصد) در رتبه ۱۹ قرار داشت؛ لذا با توجه به مفاهیم مشترک ساینس با حوزه علم اطلاعات و دانش‌شناسی پیشنهاد می‌شود پژوهشگران این حوزه فعالیت‌های علمی و تخصصی بیشتری انجام دهند و تعاملات میان رشته‌ای با حوزه ساینس را بیشتر کنند و با استنادهای بیشتر، محتواهای علمی باارزشی تولید کنند تا بتوانند با تولید محتوای بیشتر یا تشکیل انجمن تخصصی ساینس با گرایش علم اطلاعات در این حوزه رتبه و وضعیت خود را ارتقاء دهند. از سویی دیگر، پیشنهاد می‌شود شبکه هم‌رخدادی ۸ حوزه اصلی شناسایی شده در مقاطع زمانی گوناگون مورد بررسی و تحلیل قرار گیرد و با حوزه ساینس مقایسه گردند تا پویایی علم این حوزه‌های تأثیرگذار رصد شوند تا بتوان نقاط قوت و خلأهای احتمالی در مسیر گسترش این حوزه را شناسایی کرد.

مآخذ

1. Ecology
 2. Biotechnology and Applied Microbiology
 3. Business
 4. Psychocytobetic
 5. Information Science/Library Science
- ابراهیمی، سعیده؛ فرج‌پهلوی، عبدالحسین (۱۳۸۹). رویکردی سایبرنتیکی به سیستم دآوری مقالات در مجلات علمی. *مطالعات ملی کتابداری و سازماندهی اطلاعات*، ۲۱ (۲)، ۱۸۶-۱۹۹.
- الهی، شعبان؛ نقی‌زاده، رضا؛ قاضی نوری، سپهر؛ و منطقی، منوچهر (۱۳۹۱). شناسایی جریانهای غالب در حوزه توسعه نوآوری در مناطق با استفاده از روش تحلیل هم‌رخدادی کلمات. *بهبود مدیریت*، ۱۷ (۳)، ۱۵۸-۱۳۶.

بذرافشان، مجتبی؛ صباغیان، زهرا؛ آراسته، حمیدرضا؛ و شعبانی ورکی، بختیار (۱۳۸۶). جایگاه الگوی سایبرنتیک در اداره دانشگاه‌ها (مورد: دانشگاه فردوسی مشهد). *مطالعات تربیتی و روان‌شناسی دانشگاه فردوسی*، ۸ (۱)، ۳۲-۵.

جمالی مهمویی، حمیدرضا؛ اسدی، سعید (۱۳۸۴). سایبرنتیک چیست؟ تدبیر، ۱۶ (۱۵۵)، ۴۹-۵۳.
خانیکی، هادی (۱۳۸۱). امکان و ضرورت گفتگو در عصر ارتباطات و در جامعه شبکه ای. *رسانه*، ۱۳ (۳)، ۳۱-۲۶.

سالمی، نجمه؛ کوشا، کیوان (۱۳۹۲). مقایسه تحلیل هم‌استنادی و تحلیل هم‌واژگانی در ترسیم نقشه کتابشناختی. *مطالعه موردی: دانشگاه تهران. پردازش و مدیریت اطلاعات*، ۲۹ (۱)، ۲۵۳-۲۶۶.

صدیقی، مه‌ری (۱۳۹۳). بررسی کاربرد روش تحلیل هم‌رخدادی واژگان در ترسیم ساختار حوزه‌های علمی. *مطالعه موردی (حوزه اطلاع‌سنجی). پردازش و مدیریت اطلاعات*، ۳۰ (۲)، ۳۷۳-۳۹۶.

غلامزاده، احمد (۱۳۷۷). سایبرنتیک و نقش آن در ایجاد سیستم‌های اطلاعاتی: مبانی نظری سیستم مدیریت اطلاعات پایه لجستیک. تهران: دانشگاه امام حسین.

معمدندزاد، کاظم (۱۳۸۶). *وسایل ارتباط جمعی*. تهران: انتشارات دانشگاه علامه طباطبائی، ۴۱-۴۲.
هاشم‌بیک، نسرين؛ سیادت، سیدعلی؛ و هویدا، رضا (۱۳۹۱). بررسی میزان کاربست مؤلفه‌های الگوی سایبرنتیک در مدیریت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان در سال تحصیلی ۱۳۸۸-۱۳۸۹. *مدیریت سلامت*، ۱۵ (۴۹)، ۴۷-۵۷.

Braun, T., & Schubert, A. (2003). A quantitative view on the coming of age of Interdisciplinarity in the sciences, 1980-1999. *Scientometrics*, 58 (1), 183-189.

Hellsten, I., & Leydesdorff, L. (2015). The construction of interdisciplinarity: The development of the knowledge base and programmatic focus of the journal *Climatic Change*, 1977-2013. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 67 (9), 1-33.

Heylighen, F., & Joslyn, C. (2001). Cybernetics and second order cybernetics. In R. A. Meyers (Ed.), *Encyclopedia of Physical Science & Technology* (3rd ed., pp. 155-170). New York: Academic Press.

Kalz, M., & Specht, M. (2014). Assessing the crossdisciplinarity of technology-enhanced learning with science overlay maps and diversity measures. *British Journal of Educational Technology*, 45(3), 415-427.

Leydesdorff, L., & Goldstone, R. L. (2014). Interdisciplinarity at the journal and specialty level: the changing knowledge bases of the journal *Cognitive Science*. *Journal of the*

- Association for Information Science and Technology*, 65(1), 164-177.
- Liu, Z., & Wang, C. (2005). Mapping interdisciplinarity in demography: a journal network analysis. *Journal of Information Science*, 31(4), 308-316.
- Porter, A. L., Rafols, I. (2009). Is science becoming more interdisciplinary? measuring and mapping six research fields over time, *Scientometrics*, 81(3), 719-45.
- Rafols, I., Porter, A. L., & Leydesdorff, L. (2010). Science overlay maps: a new tool for research policy and library management. *Journal of the American Society for information Science and Technology*, 61(9), 1871-1887.
- Sarnovsky, J. (2006). Communication modern rationality: a cybernetic view. *Kybernetes*, 35 (10), 1745- 1755.
- Schwaninger, M. (2015). Model-based management: a cybernetic concept. *Systems Research and Behavioral Science*, 32 (6), 564-578.
- Scott, B. (2001). Cybernetics and the social sciences. *Systems Research and Behavioral Science*, 18 (5), 411-420.
- Selen, E. (2015). Cybernetic narrative: Modes of circularity, feedback and perception in new media artworks. *Kybernetes*, 44 (8/9), 1380-1387.

استناد به این مقاله:

حسینی، الهه؛ برادر، رؤیا (۱۳۹۶). مطالعه تعاملات میان‌رشته‌ای حوزه ساینفونیک. *مطالعات ملی کتابداری و سازماندهی اطلاعات*، ۲۸ (۳)، ۱۶۱-۱۷۵.