مطالعات ملی و مدیریت اطلاعات
NASTINFO

# مطالعه تعاملات میان‌رشته‌ای حوزه سیبرنتیک

الهه حسینی | رؤیا برادر

## چکیده

**هدف:** بررسی تعاملات میان‌رشته‌ای حوزه سیبرنتیک در پایگاه وب علوم در سال‌های ۱۹۸۶-۲۰۱۵ و ترسیم و تحلیل نقشه علمی آن.

**روش‌شناسی:** با استفاده از فنون علم‌سنجی کلیدواژه سیبرنتیک در دو فیلد عنوان یا موضوع در وب علوم جستجو شد. شناسایی حوزه‌های موضوعی دخیل در تولیدات علمی سیبرنتیک با ترسیم نقشه علمی به‌شیوه "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 سیبرنتیک 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 سیبرنتیک با ۸ حوزه اصلی و ۴۹ گره وابسته حاکی از غنی بودن شبکه اطلاعاتی و گستردگی روابط میان‌رشته‌ای آن است. این نکته در سیاست‌گذاری‌های علمی و شناسایی روندهای جدید پژوهشی مفید خواهد بود.

**کلیدواژه‌ها**

**سیبرنتیک، نگاشت لایه‌ای علم، شبکه هم‌رخدادی، تعاملات میان‌رشته‌ای، نقشه علمی.**



Archive of SID
www.SID.ir

# مطالعه تعاملات میان‌رشته‌ای حوزه سیبرنتیک

الهه حسینی[1]
رؤیا برادر[2]

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۴/۰۲
تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۶/۲۳

Archive of SID

## مقدمه

سیبرنتیک[3] ازجمله علومی 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 براین است که هر پدیده در محیط و درون خود ارتباطی ذاتی یا قراردادی دارد و شدت و ضعف این روابط، نقش، شکل و درجهٔ 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 به‌وجود آمده است (سارنوسکی[4]، ۲۰۰۶). سیبرنتیک به‌عنوان یک علم مستقل و میان‌رشته‌ای، برحوزه‌های 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 الزهرا (س) (نویسنده مسئول)
E.hosseini@alzahra.ac.ir
۲. دانشیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی دانشگاه الزهرا (س)
r_baradar@alzahra.ac.ir
3. Cybernetic
4. Sarnovsky


www.SID.ir

ساختار سیستم‌های فیزیکی و اجتماعی خود از علم سیبرنتیک بهره گیرند (ابراهیمی و فرج‌پهلو، ۱۳۸۹). بنیان‌گذاران، آن را به‌عنوان یک فرارشته، نه تنها با هدف پرورش مشارکت میان‌رشته‌ای، بلکه با هدف اشتراک دانش میان‌رشته‌ای معرفی کرده‌اند (اسکات[1]، ۲۰۰۱). استدلال سیبرنتیک 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 (هیلیقن و جازلین[2]، ۲۰۰۱). ریشه‌های سیبرنتیک از آنجا نشئت گرفت که آندر ماری آمپر[3] در سال۱۸۴۳ 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[4] در سال ۱۸۶۸ سنگ بنای نظریه کنترل را بنا نهاد. مفهوم سیبرنتیک امروزی را رزنبولوث و همکارانش[5] در سال ۱۹۴۳ مطرح کردند؛ آنها مفهوم بازخورد را در مقاله‌ای با عنوان "رفتار، هدف و علل غائی"[6] بیان کردند (اشوانینر[7]، ۲۰۱۵). از این رو، سیبرنتیک 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 تقابل‌های دوگانه ایجاد می‌کند (سلن[8]، ۲۰۱۵). بنابراین، سیبرنتیک به‌عنوان یک حوزه میان‌رشته‌ای از دیرباز مطرح بوده است. به‌دلیل افزایش قابل توجه در تولید آثاری که ادعا می‌کنند میان‌رشته‌ای هستند (براون و شوبرت[9]، ۲۰۰۳) و تغییر به سمت الگوهای استنادی میان‌رشته‌ای بیشتر (پورتر و رافولز[10]، ۲۰۰۹)، بررسی ماهیت میان‌رشته‌ای حوزه‌های مختلف ضرورت دارد. از این رو، نیاز مشخصی به آشکارسازی ساختار فکری[11] و میان‌رشته‌ای حوزه سیبرنتیک از طریق کشف ارتباطات این حوزه با سایر حوزه‌های علمی حس می‌شود. زیرا به موجب یک اصل بنیادی سیبرنتیکی، اجزایی که از لحاظ اطلاعات غنی‌ترند بر اجزایی که انرژی آنها بیشتر است نظارت و کنترل اعمال می‌کنند (خانیکی، ۱۳۸۱).

هلستن و لیدسدورف[12] (۲۰۱۵) ، نشریه "تغییر آب و هوا"[13] را به‌عنوان نشریه‌ای میان‌رشته‌ای، براساس دانش‌بنیان[14] بودن و تمرکز برنامه‌ای[15] آن بررسی و نقشه علمی آن را ترسیم کردند. نتایج پژوهش آنها بر گسترش پایه دانش- از ارجاع به نشریات میان‌رشته‌ای مانند نیچر[16] و ساینس[17] به نشریات استنادکننده از حوزه‌های تخصصی مختلف- دلالت می‌کرد. کارلز و اسپچت[18] (۲۰۱۴) با استفاده از نگاشت‌های لایه‌ای علم[19] و شاخص تنوع رائو استرلینگ[20]، 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[21] (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. Ovelay Science Mapping
20. Rao-Stirling-Diversity
21. Goldstone



Archive of SID
www.SID.ir

علوم شناختی"[1] 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 سیج مطالعه کردند و در نهایت سه جریان اصلی را به‌عنوان جریان‌های غالب این حوزه معرفی کردند. پورتر و رافولز[2] (۲۰۰۹)، تغییر درجه میان‌رشته‌ای را در بین سال‌های ۱۹۷۵–۲۰۰۵ در شش حوزه موضوعی با استفاده از شاخص تنوع رائو استرلینگ بررسی و نقشه علم آن را مصورسازی کردند. یافته‌های پژوهش آنها نشان داد که علم درواقع روبه میان‌رشته‌ای شدن بیشتر اما در گام‌هایی کوچک است. در پژوهش دیگری، لیو و وانگ[3] (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 سیبرنتیک از طریق نگاشت لایه‌ای علم و نیز ترسیم شبکه هم‌رخدادی این حوزه انجام نشده است. همان‌گونه که پیش‌تر اشاره شد، سیبرنتیک علمی میان‌رشته‌ای است و به‌عنوان یک علم ماهیت مستقلی ندارد؛ بلکه یک چهارراه بزرگ علمی است که متخصصان علوم گوناگون از آن استفاده می‌کنند (معتمدنژاد، 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 این‌رو، پژوهش حاضر درصدد پاسخ به این مسئله برآمد که حوزه سیبرنتیک از چه زیرحوزه‌های موضوعی تشکیل شده و ارتباطات و تعاملات میان‌رشته‌ای آن با سایر حوزه‌ها چگونه است و مهم‌ترین حوزه‌های پژوهشی استنادکننده به سیبرنتیک کدامند؟ به‌همین دلیل، بررسی ماهیت میان‌رشته‌ای حوزه سیبرنتیک از طریق مقالات نمایه‌شده در پایگاه وب علوم[4] در بین سال‌های ۱۹۸۶–۲۰۱۵ و نگاشت لایه‌ای علمی آن و ترسیم شبکه‌های موضوعی برتر استنادکننده حوزه سیبرنتیک 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)


www.SID.ir
Archive of SID

## 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 سیبرنتیک در پایگاه وب علوم در بین سال‌های ۱۹۸۶–۲۰۱۵ مورد بررسی قرار گرفتند. برای جستجوی اطلاعات در پایگاه وب علوم از شکل خلاصه‌شده کلیدواژه سیبرنتیک در دو فیلد عنوان یا موضوع استفاده شد. ماهیت میان‌رشته‌ای حوزه سیبرنتیک از دو رویکرد مورد بررسی قرار گرفت: ۱) حوزه‌های موضوعی دخیل در تولیدات علمی سیبرنتیک، 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 سیبرنتیک. 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 هم‌رخدای واژگان این حوزه با نرم‌افزار وی.او.اس.ویوئر[1] 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[2] 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 سیبرنتیک

جدول ۱، روند انتشار تولیدات علمی حوزه سیبرنتیک، کشورهای برتر، نوع مدارک تولیدات علمی، زبان تولیدات علمی، مؤسسه‌های برتر در تولیدات علمی و حوزه های موضوعی دخیل در تألیف مقالات سیبرنتیک در پایگاه وب علوم در طول سال های ۱۹۸۶–۲۰۱۵ را نشان می‌دهد.

1. VosViewer
2. Pajak



Archive of SID
www.SID.ir

**جدول ۱.** بررسی ویژگی‌های پنج رتبه اول تولیدات علمی حوزه سیبرنتیک

| تولیدات علمی | 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) |
|---|---|---|---|---|---|
| سال روند انتشار | ۲۰۰۹ (۳۴۹ - ۷٪) | ۲۰۰۸ (۲۸۳ - ۶٪) | ۲۰۱۱ (۲۷۳ - ۶٪) | ۲۰۱۰ (۲۴۹ - ۵٪) | ۲۰۰۷ (۲۴۸-۵٪) |
| کشورهای برتر | آمریکا (۱۰۳۲- ۲۱٪) | چین (۵۳۲- ۱۱٪) | انگلستان (۴۹۸- ۱۰٪) | فرانسه (۲۱۹- ۵٪) | آلمان (۲۱۷- ۵٪) |
| انواع مدارک | مقالات[1] منتشرشده در مجلات (۳۲۸۴- ۶۳/۵٪) | مقالات منتشرشده درمجموعه مقالات کنفرانس ها[2] (۱۳۶۹- ۲۶/۵٪) | یادداشت‌های سردبیر[3] (۲۳۶- ۴/۶٪) | نقد کتاب[4] (۱۵۲- ۲/۹٪) | نقد و بررسی[5] (۱۲۹- ۲/۵٪) |
| زبان | انگلیسی (۴۶۰۰- ۹۴/۷٪) | فرانسه (۷۵- ۱/۵ ٪) | آلمانی (۷۰- ۱/۴٪) | روسی (۳۶- ۰/۷٪) | اسپانیایی (۱۹- ۰/۳٪) |
| مؤسسات برتر | دانشگاه پیر ماری کوری پاریس (۷۵- ۳۲٪) | دانشگاه کاردیف[6] (۶۸- ۲۰٪) | دانشگاه اسلیپری راک پنسیلوانیا[7] (۶۷- ۱۹/۷٪) | نظام آموزش عالی پاشه ایالت پنسیلوانیا[8] (۶۷- ۱۹/۷٪) | دانشگاه ریدینگ[9] (۶۳- ۱۸/۶٪) |
| حوزه‌های موضوعی دخیل | علوم کامپیوتر، سیبرنتیک[10] (۲۱۳۷- ۴۴/۲۲٪) | علوم کامپیوتر، هوش مصنوعی[11] (۲۵۶- ۷/۳۳٪) | مهندسی، برق و الکترونیک[12] (۲۷۹- ۵/۷۶٪) | مدیریت[13] (۲۱۷- ۴/۴۹٪) | علوم کامپیوتر، سیستم‌های اطلاعاتی[14] (۲۰۶- ۴/۲۶٪) |
| حوزه‌های موضوعی استنادکننده[15] | مدیریت (۸/۲۲٪) | علوم کامپیوتر، هوش مصنوعی (۷/۷۹٪) | مهندسی برق و الکترونیک (۵/۹۹٪) | علوم کامپیوتر، سیبرنتیک (۵/۷۰٪) | علوم اعصاب[16] (۵/۲۶٪) |

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

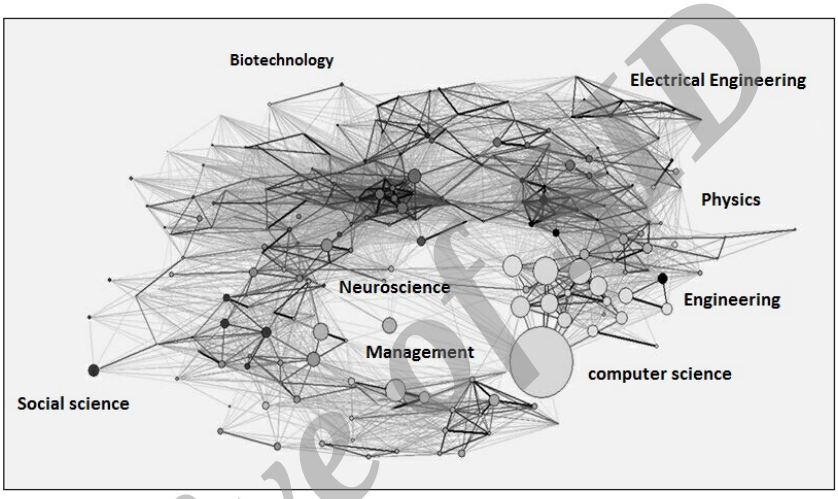
مطابق جدول ۱، سال ۲۰۰۹ پرتولیدترین سال بوده است و کشورهای امریکا، چین، و انگلیس از نظر برون‌داد و تولید علم بهتر عمل کرده‌اند. همچنین حوزه "مدیریت" بیشترین حوزه استنادکننده بوده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود دانشگاه پیر ماری کوری پاریس مؤسسه برتر در تولیدات علمی حوزه سیبرنتیک طی سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۵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

### نقشه حوزه سیبرنتیک براساس رویکرد نگاشت لایه‌ای

شکل ۱، نگاشت لایه‌ای علم در رشته‌های مختلف علمی سهیم در حوزه سیبرنتیک (ترکیب حوزه‌ای سیبرنتیک) 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 میان‌رشته‌ای و میزان روابط این حوزه‌هاست. ضخامت خطوط بر پیوند


www.SID.ir
Archive of SID

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 ۱۹تایی (۱۹ لایه‌ای) است. بدین معنا که هرلایه 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. Biolotechnology
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



Archive of SID
www.SID.ir

آبی[1]، بلورشناسی[2]، مهندسی عمران[3]، علوم محیطی[4] و سوخت‌های انرژی[5] هستند.

فیزیک چندرشته‌ای[6]، بیوفیزیک[7]، فیزیک ریاضی[8] و ترمودینامیک، گره‌های برجسته حوزه « فیزیک» و علم مدیریت و تحقیق در عملیات[9]، مهندسی صنعتی[10]، ریاضی کاربردی[11]، ریاضیات[12] و مهندسی برق و الکترونیک[13] گره‌های مؤثر در حوزه موضوعی «مهندسی» محسوب می‌شوند. علوم اعصاب[14]، رادیولوژی پزشکی هسته‌ای و تصویربرداری پزشکی[15]، روانپزشکی[16]، چشم پزشکی[17]، مراقبت‌های بهداشتی اولیه[18] و روان‌شناسی زیستی[19] گره‌های مهم حوزه «علوم اعصاب» و مهمان‌نوازی[20]، اوقات فراغت[21]، ورزش[22] و گردشگری[23]، مدیریت عمومی[24]، مدیریت[25]، تجارت[26]، اخلاق[27]، و روان‌شناسی کاربردی گره‌های مؤثر حوزه «مدیریت» را تشکیل می‌دهند. در حوزه «علوم اجتماعی»، دسته‌بندی موضوعی روان‌شناسی چندرشته‌ای[28]، پژوهش آموزشی تعلیم و تربیت[29]، روان‌شناسی اجتماعی[30]، روان‌شناسی بالینی[31]، و روان‌شناسی تجربی[32] جزء گره‌های مهم در حوزه بافتی سیبرنتیک به‌حساب 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.

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. Hospitability
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

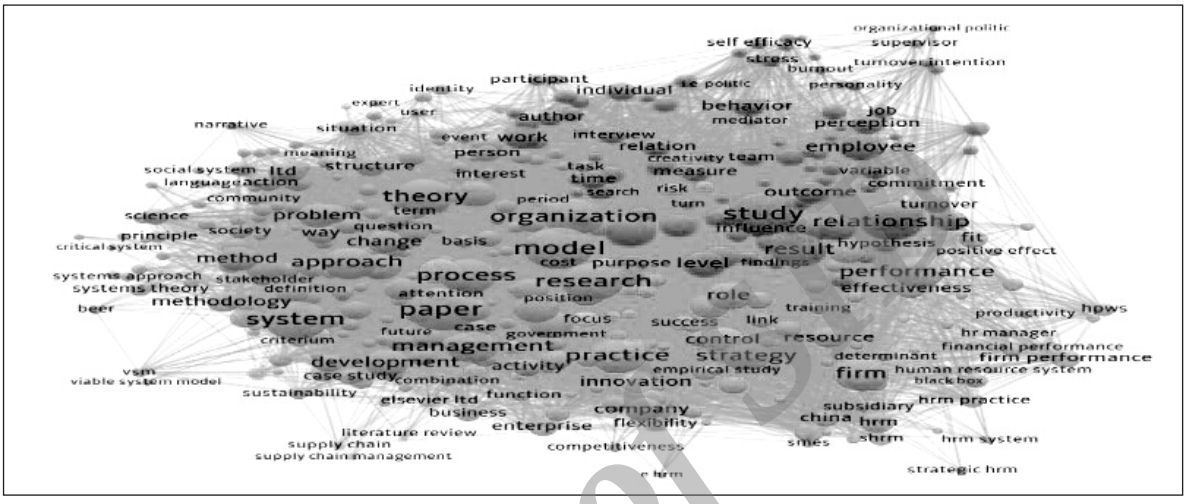
**شبکه هم‌رخدادی واژگان و نقشه چگالی مهم‌ترین حوزه‌های موضوعی استنادکننده**

برای آگاهی از مهم‌ترین موضوعات سه حوزه اصلی استنادکننده (جدول ۱) به مقالات سیبرنتیک، نگاشت هم‌رخدادی 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 استناد کننده 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 هم‌رخدادی برای واژگان، ۲۰ بار در نظر گرفته شد، و براساس رخداد واژگان[33] مرتب شده و شبکه هم‌رخدادی واژگان و نیز نقشه چگالی[34] 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.

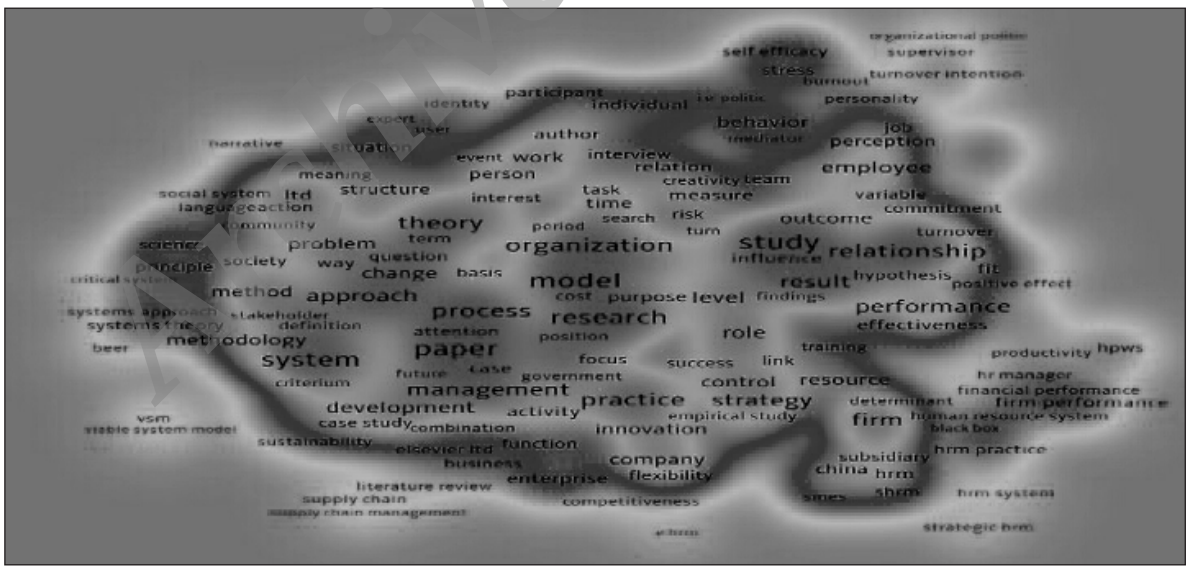
شکل ۲ و ۳ نشان می‌دهد که مقالات حوزه سیبرنتیک از سوی ۱۵۸۵ مقاله حوزه


www.SID.ir
Archive of SID

مدیریت مورد استناد قرار گرفته‌اند. تعداد ۲۳۵۴۳ کلیدواژه در عنوان و چکیده مقالات استنادکننده یافت شد که با در نظر گرفتن حداقل ۲۰ تکرار، تنها ۴۳۸ کلیدواژه برای ترسیم نگاشت مورد بررسی قرار گرفت.




**شکل ۲.** شبکه هم رخدادی واژگان در مقالات استنادکننده حوزه مدیریت براساس رخداد واژگان در مقالات حوزه سیبرنتیک




**شکل ۳.** شبکه هم‌رخدادی واژگان در مقالات استنادکننده حوزه مدیریت براساس چگالی آنها در مقالات حوزه سیبرنتیک

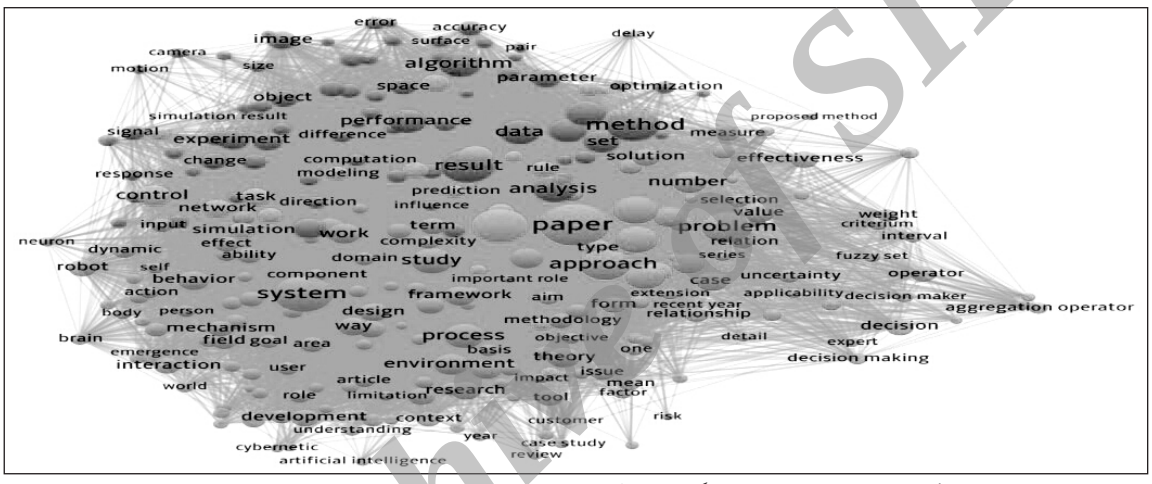


www.SID.ir

شکل ۲ و ۳ بر این دلالت می‌کند که واژه‌های مدل[1]، نظریه[2]، سیستم[3]، رویکرد[4]، و رابطه[5] از پرکاربردترین واژگان حوزه مدیریت در بافت سیبرنتیک است.

همچنین مقالات حوزه سیبرنتیک از سوی ۱۵۰۳ مقاله حوزه علوم کامپیوتر و هوش مصنوعی مورد استناد قرار گرفته‌اند. شکل ۴ و ۵ بر این دلالت می‌کند که واژگان رویکرد، سیستم، مسئله[6]، الگوریتم، و شبیه‌سازی[7] از جمله پرکاربردترین واژگان تخصصی حوزه هوش مصنوعی در بافت سیبرنتیکی هستند. تعداد ۲۶۲۱۰ کلیدواژه در عنوان و چکیده این مقالات یافت شد که با در نظر گرفتن حداقل ۲۰ تکرار، تنها ۲۷۱ کلیدواژه برای ترسیم نگاشت مورد بررسی قرار گرفت.

1. Model
2. Theory
3. System
4. Approach
5. Relationship
6. Problem
7. Simulation



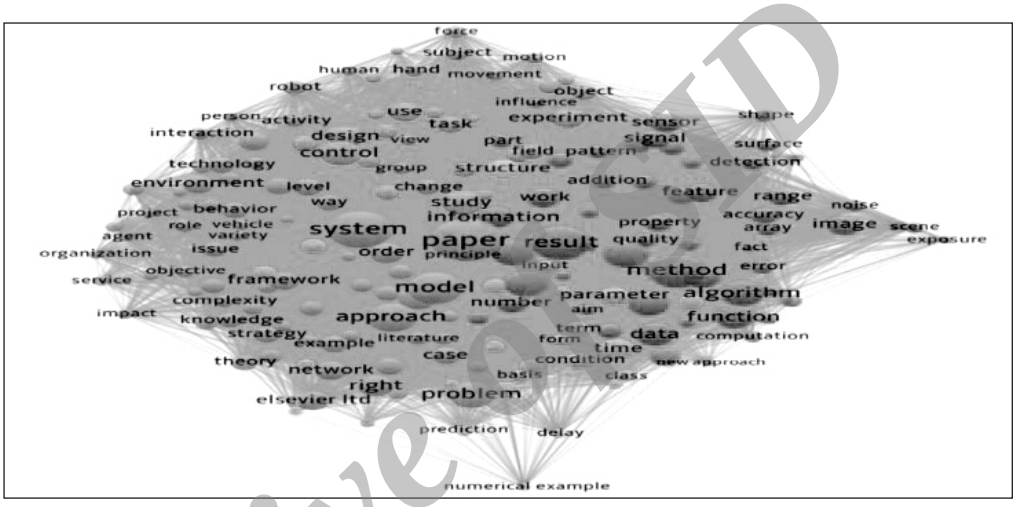

**شکل ۴.** شبکه هم‌رخدادی واژگان در مقالات استناد کننده حوزه علوم کامپیوتر و هوش مصنوعی بر اساس رخداد کلمات آنها در مقالات حوزه سیبرنتیک

**شکل ۵.** شبکه هم رخدادی واژگان در مقالات استناد کننده حوزه علوم کامپیوتر و هوش مصنوعی بر اساس چگالی آنها در مقالات حوزه سیبرنتیک



www.SID.ir
Archive of SID

مقالات حوزه سیبرنتیک از سوی ۱۱۵۵ مقاله حوزه مهندسی برق و الکترونیک مورد استناد قرار گرفته‌اند (شکل ۶ و ۷). تعداد ۲۱۹۸۰ کلیدواژه در عنوان و چکیده این مقالات یافت شد که با در نظر گرفتن حداقل ۲۰ تکرار، تنها ۱۸۳ کلیدواژه برای ترسیم نگاشت مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌ها بر این دلالت می‌کند که کلیدواژه‌هایی مانند سیستم، مدل، الگوریتم، رویکرد، و کنترل از پرکاربردترین واژگان تخصصی این حوزه در بافت سیبرنتیکی هستند.




**شکل ۶.** شبکه هم رخدادی واژگان در مقالات استنادکننده حوزه مهندسی برق و الکترونیک براساس رخداد کلمات آنها در مقالات حوزه سیبرنیتک

شکل ۷. شبکه هم‌رخدادی واژگان در مقالات استنادکننده حوزه مهندسی برق و الکترونیک براساس چگالی آنها در مقالات حوزه سیبرنتیک



www.SID.ir

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 حوزه های فعال استنادکننده به مقالات سیبرنتیک

| نام حوزه | کلیدواژه های تخصصی پرکاربرد | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| مدیریت | مدل | تئوری | سیستم | رویکرد | رابطه |
| هوش‌مصنوعی | رویکرد | سیستم | مسئله | الگوریتم | شبیه‌سازی |
| مهندسی‌الکترونیک | سیستم | مدل | الگوریتم | رویکرد | کنترل |

## 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 حوزه‌ای 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 زیرموضوعات 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


www.SID.ir
Archive of SID

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 سیبرنتیک دلالت می‌کند. از جمله یافته‌های جالب پژوهش حاضر این نکته است که فقط حدود ۷/۵ درصد از استنادهای دریافتی حوزه سیبرنتیک، از سوی مقالات همین حوزه بوده است. حضور حوزه‌هایی مانند علوم اعصاب، بوم‌شناسی[1]، بیوتکنولوژی و میکروبیولوژی کاربردی[2] و تجارت[3] در جمع مهم‌ترین حوزه‌های استنادکننده به سیبرنتیک 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 میان‌رشته‌ای بی‌بهره و بی‌نتیجه نبوده و ادعای آنها در طول این سال‌ها ثابت شده است. اثبات میان‌رشته‌ای 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 سایکوسیبرنتیک[4] دلالت می‌کند. گروه موضوعی علوم کتابداری و اطلاع‌رسانی[5] با ۳۹۵ رکورد (۲ درصد) در رتبه ۱۹ قرار داشت؛ لذا با توجه به مفاهیم مشترک سیبرنتیک با حوزه علم اطلاعات و دانش‌شناسی پیشنهاد می‌شود پژوهشگران این حوزه فعالیت‌های علمی و تخصصی بیشتری انجام دهند و تعاملات میان‌رشته‌ای با حوزه سیبرنتیک را بیشتر کنند و با استنادهای بیشتر، محتواهای علمی باارزشی تولید کنند تا بتوانند با تولید محتوای بیشتر یا تشکیل انجمن تخصصی سیبرنتیک 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 سیبرنتیک 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

ابراهیمی، سعیده؛ فرج‌پهلو، عبدالحسین (۱۳۸۹). رویکردی سایبرنتیکی به سیستم داوری 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)، ۱۳۶-۱۵۸.

1. Ecology
2. Biotechnology and Applied Microbiology
3. Business
4. Psychocybenetic
5. Information Science/Library Science



Archive of SID
www.SID.ir

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)، ۵-۳۲.

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)، ۲۶-۳۱.

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 اطلاع سنجی). *پردازش و مدیریت اطلاعات*، ۳۰ (۲)، ۳۹۶-۳۷۳.

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

معتمدنژاد، کاظم (۱۳۸۶). *وسایل ارتباط جمعی*. تهران: انتشارات دانشگاه علامه طباطبایی، ۴۱-۴۲.

هاشم‌بیک، نسرین؛ سیادت، سیدعلی؛ و هویدا، رضا (۱۳۹۱). بررسی میزان کاربست مؤلفه‌های الگوی سیبرنتیک 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*



Archive of SID
www.SID.ir

*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 سیبرنتیک. *مطالعات ملی کتابداری و سازماندهی اطلاعات*، ۲۸ (۳)، ۱۶۱-۱۷۵.

Archive of SID



www.SID.ir