

Saleh Rahimi^{1*}
Faramarz Soheili²
Kamran
Yazdanbakhsh³

1. Associate professor, Department of Knowledge and Information Science, Razi University, Kermanshah, Iran. Corresponding Author: Email: s.rahimi@razi.ac.ir
2. Associate Professor, Department of Knowledge and Information Science, Payame Noor University, Tehran, Iran. f_soheili@pnu.ac.ir
3. Associate Professor, Department of Psychology, Razi University, Kermanshah, Iran. k.yazdanbakhsh@razi.ac.ir

Discovering current trends and identifying future research directions in neuroscience

Abstract

Purpose

Neuroscience, a field characterized by its vastness and thematic diversity, requires systematic efforts to map its conceptual structure and analyze evolving research trends. A lack of clarity in these areas risks misallocating resources and perpetuating redundant studies. This study addresses this gap by employing bibliometric methods to identify neuroscience's conceptual architecture, pinpoint emerging sub-domains, and evaluate critical dimensions within the Clarivate Analytics database. The primary objectives include delineating the intellectual landscape of neuroscience research and highlighting its interdisciplinary potential to guide future scientific inquiry.

Methodology

This applied research integrates co-word and network analysis to examine four decades of neuroscience literature (1985–2024). Data were extracted from Clarivate Analytics on February 24, 2025, using a targeted search strategy with MeSH descriptors in title fields, including terms such as:

TI=(Neurosciences) OR TI=(Cognitive Neuroscience) OR TI=(Neuroanatomy) OR TI=(Neurobiology) OR TI=(Neurochemistry) OR TI=(Neuroendocrinology) OR TI=(Neuropathology) OR TI=(Neuropharmacology) OR TI=(Neurophysiology)

The search yielded 19,701 documents containing 69,740 author keywords, which were standardized to 27,529 unique terms after deduplication and normalization. Analytical tools like VOSviewer, UCINET, and BibExcel were employed for data processing. A symmetric matrix was generated in BibExcel, transformed into a correlation matrix, and filtered using a threshold of 38 to produce a 188×188 matrix (diagonal values set to zero). Cluster analysis via the K-means method in VOSviewer visualized the co-occurrence network, while UCINET supported network metrics.

Findings

Findings revealed a general growth trend in neuroscience publications, though a decline was observed in recent years. Keyword analysis identified neuroscience, Alzheimer's disease, and neuropathology as the most frequent terms, with neuroscience serving as the field's conceptual anchor. Cluster analysis uncovered six thematic groups: Neurotransmitter (1), Cognitive disorders (2), Cognitive neuroscience (3), Neural connections (4), Neuro-marketing (5), and Pain and neurodevelopmental disorders (6). Among these, Cognitive Disorders (2) demonstrated the highest centrality, reflecting their broad interdisciplinary influence and connectivity within the research network, while Pain and Neurodevelopmental disorders (6) exhibited

the highest density, showing strong intra-cluster cohesion. Strategic diagram analysis positioned Cognitive disorders (2) and Cognitive neuroscience (3) as dominant, cohesive themes occupying the network's core because of their extensive linkages and centrality. In contrast, Neuromarketing (5) and Pain and neurodevelopmental disorders (6) occupied peripheral positions, representing specialized but less influential niches. Neural Connections (4) emerged as a rapidly evolving subfield, whereas Neurotransmitter (1) resided in the fourth quadrant, signaling the untapped potential for future development despite its current underrepresentation.

Conclusion

The study concludes that neuroscience's dynamism lies in its interdisciplinary nature, with a significant capacity to drive innovation across medicine, education, marketing, and spatial design. The centrality of cognitive disorders and cognitive neuroscience underscores their foundational role, combining high cohesion, cross-disciplinary influence, and conceptual interconnectedness. These clusters dominate the research network and exhibit robust internal synergy, enabling them to address complex questions such as neurodegenerative disease mechanisms and cognitive processing models. Meanwhile, emerging areas like neural connections and Neuromarketing highlight the field's expansion into novel territories facilitated by advanced machine learning and neuroimaging methodologies. The increasing adoption of hybrid analytical tools—particularly in these clusters—reflects a broader shift toward integrating computational and experimental paradigms in neuroscience research.

The results highlight how neuroscience connects traditional subjects with new and exciting uses. For instance, its intersection with medicine advances diagnostic tools for conditions like Alzheimer's, while collaborations with marketing explore consumer behavior through neuromarketing frameworks. Similarly, linkages with spatial design and education illustrate its potential to optimize learning environments and urban planning through neuroscientific insights. However, the study identifies gaps in underdeveloped areas, such as neurotransmitter research, which remains underrepresented despite its foundational relevance and warrants targeted investment to unlock its transformative potential. Strategic diagram analysis reinforces the importance of modern, data-driven approaches in parsing neuroscience's complexity. The convergence of diverse methodologies—bibliometric mapping to network analysis—enables researchers to navigate the sprawling literature and identify high-affected trajectories. This integrative approach mitigates redundancy and fosters innovation by highlighting underserved niches, such as neurodevelopmental disorders, and emerging frontiers, such as neural connectivity.

This study maps neuroscience's conceptual evolution, illustrating its dual focus on established domains and nascent innovations. Delineating influence, cohesion, and growth clusters provide a roadmap for prioritizing research efforts, fostering interdisciplinary collaboration, and leveraging advanced tools to address pressing scientific and societal challenges. The findings affirm neuroscience's role as a catalyst for cross-sector breakthroughs, from healthcare to technology, while calling for sustained investment in its core pillars and emerging frontiers.

Keywords: Neuroscience, Cognitive disorders, co-words analysis, conceptual structure.

Receive:

.././....

Acceptance:

.././....

نقد و بررسی‌ها

کشف روندهای فعلی و شناسایی مسیرهای پژوهشی آینده در علوم اعصاب

صالح رحیمی^{*۱}

فرامرز سهیلی^۲

کامران یزدانبخش^۳

چکیده

هدف: هدف این پژوهش، شناسایی ساختار مفهومی پژوهش های مرتبط با علوم اعصاب در پایگاه کلاریوت آنلیتیکس و کشف زیر حوزه ها و ابعاد مهم مفهوم علوم اعصاب است.

روش شناسی: این پژوهش با استفاده از فنون کتابسنجی و تحلیل هم رخدادی واژگان انجام شد. تعداد ۱۹۷۰۱ مدرک در بازه زمانی (۲۰۲۴-۱۹۸۵)، از پایگاه کلاریوت آنلیتیکس استخراج گردید تا روند پژوهش های مربوط به علوم اعصاب را شناسایی کند. از تحلیل خوشه ای و نمودار راهبردی برای ترسیم ساختار مفهومی پژوهش های حوزه علوم اعصاب استفاده گردید. داده ها با استفاده از نرم افزارهای تخصصی بیب اکسل، وس ویور و یوسی آنت پردازش شدند.

یافته ها: تحلیل داده های پژوهش نشان داد که مفاهیم علوم اعصاب، بیماری آلزایمر آسیب شناسی عصبی دارای بالاترین فراوانی هستند. یافته های حاصل از تحلیل خوشه ای نشان داد که مفاهیم این حوزه از شش خوشه به شرح زیر تشکیل شده اند: خوشه های ناقل عصبی (عصب رسانا) (۱)، اختلالات عصب شناختی (۲)، عصب شناسی شناختی (۳)، اتصالات عصبی (۴)، بازاریابی عصبی (۵) و درد و اختلالات عصبی رشدی (۶). یافته های پژوهش همچنین نشان داد که خوشه اتصالات عصبی جزء حوزه های نوظهور پژوهش های علوم اعصاب به شمار می رود.

نتیجه گیری: این مطالعه نشان داد، علوم اعصاب به عنوان حوزه پویا و بین رشته ای، قابلیت بالایی برای توسعه پژوهش های آینده در حوزه های مختلف دارد. نتایج پژوهش همچنین نشان داد که خوشه های اختلالات عصب شناختی (۲) و عصب شناسی شناختی (۳) به عنوان موضوعات محوری در حوزه علوم اعصاب مطرح هستند.

واژگان کلیدی: علوم اعصاب، اختلالات عصب شناختی، هم رخدادی واژگان، ترسیم ساختار مفهومی.

۱. دانشیار گروه علم اطلاعات و دانش شناسی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران. (نویسنده مسئول)
۲. دانشیار گروه علم اطلاعات و دانش شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.
۳. دانشیار روان شناسی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.
s.rahimi@razi.ac.ir

دریافت: ۰۰۰/۰۰/۰۰

پذیرش: ۰۰۰/۰۰/۰۰

مقدمه و بیان مسئله

علوم اعصاب^۱ یک حوزه در حال رشد سریع است و تبادل فکری گسترده‌ای با فلسفه، روان‌شناسی، علوم شناختی و هوش مصنوعی دارد (Baker et al., 2022). بیماری‌های روانی از اختلالات در مغز ناشی می‌شوند و در نهایت نیز، این علم مغز است که به درمان‌های نوین منجر خواهد شد (Gordon et al., 2024). اطلاعات علوم اعصاب توضیحات پدیده‌های روان‌شناختی را جذاب‌تر و متقاعدکننده‌تر می‌کند و این جاذبه می‌تواند برای تأثیرگذاری بر باورها استفاده شود (Tabibnia, 2024).

در دهه‌های اخیر علوم اعصاب به عنوان یکی از پویاترین حوزه‌های پژوهشی تبدیل شده است. اگرچه این حوزه نسبتاً جدید است اما، با سرعت بسیار زیادی در حال توسعه و پیشرفت است (Hazawawi et al., 2015)، بنابراین با گسترش روزافزون مطالعات در حوزه علوم اعصاب و تولید حجم وسیعی از اطلاعات علمی در این حوزه، نیاز به تحلیل و دسته‌بندی داده‌ها برای درک بهتر ساختار مفهومی این حوزه و شناسایی روندهای پژوهشی ضروری است. در این میان، فنون کتابسنجی به عنوان ابزاری کارآمد برای تحلیل اطلاعات علمی و شناسایی ساختارهای مفهومی به کار می‌رود. تحلیل‌های کتابسنجی از طریق شاخص‌هایی چون تحلیل هم‌رخدادی واژگان، تحلیل هم‌استنادی و تحلیل هم‌نویسندگی، به پژوهشگران کمک می‌کند تا خوشه‌های اصلی و موضوعات داغ پژوهشی در یک حوزه خاص را شناسایی کنند. یکی از فنون کتابسنجی در ترسیم ساختار مفهومی پژوهش‌ها تحلیل هم‌رخدادی است. این نوع مطالعه نه تنها روندهای پژوهشی را نشان می‌دهد، بلکه نقشه‌های علمی از تعاملات میان موضوعات مختلف را نیز ارائه می‌دهد. به عبارتی، در تحلیل هم‌رخدادی واژگان آوقتی دو یا چند مفهوم که بیانگر یک موضوع پژوهشی خاص هستند به صورت همزمان در پژوهش‌هایی مختلف ظاهر شوند، نشان می‌دهد که این پژوهش‌ها روابط اساسی با هم دارند (An & Wu, 2011)، این روابط نشان از ارتباط مفهومی، روش شناختی، و مانند است و هر چه هم‌رخدادی بین دو کلیدواژه بیشتر باشد، رابطه آن‌ها نزدیک‌تر است. برای تعیین ساختار و توسعه زمینه‌های پژوهشی، برخی از فنون مطالعاتی تحلیل هم‌واژگانی بر اساس ماتریس هم‌واژگانی اعمال می‌شود که شامل نمودار راهبردی، تحلیل عاملی، تحلیل خوشه‌ای، تحلیل چندمتغیره و تحلیل شبکه اجتماعی است. این مطالعات برای پژوهشگران در درک بررسی یک زمینه مفید هستند. بنابراین، نقش مهمی در شناسایی ارزش و اهمیت یک حوزه علمی دارد (Musgrove et al., 2003). تحلیل هم‌واژگانی برای مطالعه ساختار مفهومی حوزه‌های مختلف استفاده شده است. از جمله کاربرد داده کاوی در صنایع پژوهش حاجیان و زرجینی (۱۴۰۲)؛ یافتن ارتباطات پنهان در یک حوزه از علم (He, 1999)؛ کشف تکامل تدریجی مفاهیم یک حوزه از علم یا فناوری (Mane & Börner, 2004)؛ مکی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۷؛ رستمی و همکاران، ۱۳۹۹)؛ درک ساختار شبکه‌های موضوعی (Wang & Inaba, 2009)؛ شناسایی موضوعات برجسته، اصلی و مهم یک حوزه (Kumar & Jan, 2012؛ Assefa & Rorissa, 2013).

با توجه به گستردگی و تنوع موضوعات در علوم اعصاب، شناسایی ساختار مفهومی و تحلیل روندهای پژوهشی در این حوزه حائز اهمیت است. نبود آگاهی در خصوص ساختار مفهومی و روندهای پژوهشی جدید می‌تواند منجر به اتلاف منابع پژوهشی و تمرکز بر موضوعات تکراری شود. بنابراین، استفاده از روش‌های مرسوم در کتابسنجی برای

¹. Neurosciences

². Co-word analysis

تحلیل ساختار مفهومی حوزه علوم اعصاب از اهمیت بالایی برخوردار است. در این پژوهش تلاش می‌شود موضوعات مهم و حوزه‌های پژوهشی نوظهور این شاخه از علم شناسایی شود. با توجه به گستردگی و تنوع موضوعات در علوم اعصاب، این مطالعه به دنبال پاسخگویی به این سوال است که روندهای فعلی و نوظهور مطالعات حوزه علوم اعصاب چگونه است؟

پرسش‌های پژوهش

۱. روند رشد برונدهای علمی حوزه علوم اعصاب در پایگاه کلاریویت آنلیتیکس^۱ چگونه است؟
۲. ساختار مفهومی مطالعات حوزه علوم اعصاب در پایگاه کلاریویت آنلیتیکس براساس تحلیل خوشه‌ای چگونه است؟
۳. روند موضوعی مطالعات حوزه علوم اعصاب در پایگاه کلاریویت آنلیتیکس براساس نمودار راهبردی چگونه است؟

چارچوب نظری

تحلیل کتابسنجی به عنوان یکی از روش‌های معتبر در مطالعات علمی، امکان بررسی الگوهای موجود در پژوهش‌های علمی را فراهم می‌آورد (Donthu et al., 2021). برخلاف مرورهای سیستماتیک یا فراتحلیل‌ها، این روش از تکنیک‌های آماری برای کشف الگوها در مجموعه داده‌های بزرگ استفاده می‌کند و درکی جامع از تکامل دانش در حوزه‌های تثبیت شده مانند علوم اعصاب ارائه می‌دهد. به دلیل مزایای متعدد، تحلیل کتابسنجی به ابزاری مهم برای مرور و ترسیم نقشه دانش تبدیل شده است. این مزایا شامل ارائه داده‌های کمی برای تحلیل روندها، افزایش عینیت از طریق تحلیل آماری، پوشش جامع ادبیات و پشتیبانی از سیاست‌گذاری مبتنی بر شواهد است (Wu & Krueger, 2024). پژوهش‌های علم‌سنجی به‌ویژه در زمینه ترسیم نقشه‌های علمی، به مرور زمان توسعه یافته‌اند. با رشد سریع انتشارات علمی، شناسایی روندهای پژوهشی دشوارتر شده و ضرورت استفاده از روش‌های نوین تحلیل داده‌ها افزایش یافته است (Ramezani et al., 2014). در این راستا، تحلیل استنادی و فنون بصری‌سازی داده‌ها به‌عنوان راهکارهایی برای ساختاردهی و ترکیب دانش علمی مورد استفاده قرار می‌گیرند. چنین روش‌هایی به پژوهشگران امکان می‌دهند تا شبکه‌های علمی و تأثیرات متقابل بین حوزه‌های مختلف را بهتر درک کنند (Aria & Cuccurullo, 2017).

فرایند ترسیم نقشه علمی شامل مراحل طراحی مطالعه، گردآوری داده‌ها، تحلیل داده‌ها، مصورسازی داده‌ها و تفسیر یافته‌ها است (Zupic & Čater, 2015). هر یک از این مراحل در تدوین تصویری جامع از دانش علمی، نقش مهمی دارند.

در زمینه علوم اعصاب، تحلیل کتابسنجی به‌طور فزاینده‌ای برای شناسایی روندهای پژوهشی و ترسیم ساختار مفهومی این حوزه استفاده شده است. به عنوان مثال وو و کروگر با به‌کارگیری روش‌های کتاب‌سنجی، تصویری جامع از وضعیت کنونی و مسیرهای آینده پژوهش‌های علوم اعصاب اعتماد آرائه کردند. بررسی آنان شامل تحلیل سیر تکاملی تاریخی، روندهای موضوعی و تأثیر کلی این حوزه است (Wu & Krueger, 2024). همچنین، پسین و همکاران بیان داشتند

¹. Clarivate Analytics

². Neuroscience of trust

که حوزه‌هایی نظیر علوم اعصاب اجتماعی، نورواخلاق و علوم اعصاب شناختی در حال ادغام با سایر شاخه‌های علمی هستند و شبکه‌ای پیچیده از تعاملات میان‌رشته‌ای را تشکیل داده‌اند (Pessin et al., 2022). این موضوع اهمیت تحلیل ساختاریافته و بصری‌سازی داده‌ها را در درک تکامل علوم اعصاب برجسته می‌سازد. به‌طور کلی، ترکیب روش‌های کتابسنجی با تکنیک‌های تحلیل شبکه‌ای، امکان شناسایی پیشران‌های اصلی در توسعه علوم اعصاب را فراهم می‌آورد. این روش‌ها نه تنها به درک بهتر از مسیرهای پژوهشی منجر می‌شوند، بلکه به سیاست‌گذاران علمی نیز در تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر داده یاری می‌رسانند. با افزایش پیچیدگی علوم اعصاب و ورود فناوری‌های نوین به این عرصه، تحلیل‌های کتابسنجی می‌توانند مسیرهای جدیدی را برای پژوهش‌های آینده روشن سازند (Pessin et al., 2022).

پیشینه پژوهش

پژوهش‌های متعددی در زمینه علوم اعصاب و ارتباط آن با حوزه‌های مختلف از جمله پزشکی، بازاریابی، طراحی فضایی و آموزش انجام شده است که نشان‌دهنده روندهای نوین و پیشرفت‌های علمی در این حوزه‌ها است. لین و همکاران در یک تحلیل کتابسنجی در حوزه سیستم‌های اطلاعات عصبی^۱ سه خوشه اصلی شناخت و رفتار^۲، روش‌ها و ابزارهای پژوهشی^۳ و برنامه‌های پژوهشی و جهت‌گیری‌های بالقوه^۴ پژوهشی را شناسایی کردند. نتایج نشان داد که استفاده از روش‌های ترکیبی پس از سال ۲۰۲۰ افزایش یافته و تأکید بر همگرایی حوزه‌های مختلف در پژوهش‌های سیستم‌های اطلاعاتی مشهود است (Lin et al., 2022). لیو و همکاران در پژوهشی بر علوم اعصاب مصرف‌کننده^۵ با استفاده از ابزارهای الکتروانسفالوگرافی تمرکز کردند. نتایج نشان داد که این حوزه رشد چشمگیری داشته و پژوهش‌ها عمدتاً بر تصمیم‌گیری مصرف‌کننده، احساسات و یادگیری ماشینی متمرکز بوده‌اند. همچنین، استفاده از فناوری‌های پیشرفته در این زمینه رو به افزایش است (Liu et al., 2023). اوبرگ به بررسی ظرفیت علوم اعصاب در پر کردن شکاف بین علوم اجتماعی و طبیعی پرداخت و بر تلفیق نظریه‌های بازاریابی بنگاه‌به‌بنگاه^۶ با علوم اعصاب تأکید کرد. تحلیل‌های هم‌استنادی نشان داد که اگرچه این ادغام در حال حاضر محدود است، اما مسیرهای بالقوه‌ای برای گسترش پژوهش‌های بین‌رشته‌ای وجود دارد (Öberg, 2023). اسپیریتو-مارتینز و همکاران با انجام یک تحلیل کتابسنجی در پایگاه اسکوپوس نشان دادند که تولیدات علمی در زمینه علوم اعصاب و بیماری‌های غیرواگیر^۷، به‌ویژه از سال ۲۰۱۵، رشد قابل توجهی داشته است. ایالات متحده بیشترین سهم را در این حوزه داشته و تمرکز پژوهش‌ها بر علوم اعصاب و بیماری‌های غیرواگیر، نشان‌دهنده تنوع موضوعی و پیشرفت‌های فناورانه است. کلیدواژه‌های پرتکرار در این پژوهش شامل «علوم اعصاب» و «بیماری‌های غیرواگیر» بودند (Espiritu-Martinez et al., 2024). مطالعه شکرچی به تحلیل همگرایی علوم اعصاب و طراحی فضایی پرداخت و نشان داد که از سال ۲۰۱۸، توجه به موضوعاتی مانند طراحی داخلی و واقعیت مجازی افزایش یافته است. این پژوهش بر نقش علوم اعصاب در کاهش استرس و ارتقای سلامت انسان از طریق طراحی بیوفیلیک تأکید دارد و آینده این حوزه را در پژوهش‌های تجربی و فناوری محور پیش‌بینی می‌کند (Şekerci, 2024). دو ترون در پژوهشی به بررسی روند تولیدات علمی در حوزه نوروآموزش^۷ از سال ۲۰۰۰ تا

^۱. NEuro Information Systems (NeuroIS)

^۲. Cognition and behavior

^۳. Research methodologies and tools

^۴. Research agenda and potential directions

^۵. Consumer neuroscience

^۶. Business-to-business marketing

^۷. Neuroeducation

۲۰۲۲ پرداخت. نتایج نشان داد که مفاهیم مرتبط با علوم اعصاب در آموزش، مانند «مدرسه»، «توانایی»، «بینش» و «انگیزش»، با گذشت زمان تغییر کرده‌اند و به موضوعات نوظهوری اشاره دارند (Dúo Terrón, 2024). دو پژوهش نیز وضعیت علوم اعصاب در ایران را مورد بررسی قرار داده‌اند. پژوهش شرق و همکاران (۱۳۹۰)، وضعیت علمی علوم اعصاب ایران را بررسی کرد و نشان داد که بیشترین مقالات در حوزه نوروفارماکولوژی بوده است. همکاری‌های بین‌المللی در این زمینه افزایش یافته و دانشگاه علوم پزشکی تهران سهم قابل توجهی در تولید علم داشته است، و تحلیل تولیدات علمی ایران در معماری عصب‌محور نشان داد که این پژوهش‌ها از رویکرد توصیفی به تجربی حرکت کرده‌اند. بیشترین انتشارات در سال ۲۰۲۰ بوده و حوزه‌های اصلی شامل زیبایی‌شناسی، بهزیستی، مسیریابی و ادراک حسی شناسایی شده‌اند (حسینی نسب و همکاران، ۱۴۰۲). مطالعات انجام‌شده در حوزه‌های مختلفی همچون بیماری‌های غیرواگیر، علوم اعصاب مصرف‌کننده، طراحی فضایی، سیستم‌های اطلاعاتی و بازاریابی بنگاه‌به‌بنگاه، رویکردهای جدیدی را معرفی کرده‌اند که به درک بهتر فرآیندهای مغزی و تأثیر آن‌ها بر رفتار انسان کمک می‌کنند. همچنین، کاربرد علوم اعصاب در آموزش و نوروآموزش، تحولی در رویکردهای تربیتی ایجاد کرده که به بهبود یادگیری و انگیزش دانش‌آموزان منجر شده است. با استفاده از ابزارهای کتاب‌سنجی و تحلیل‌های هم‌رخدادی، این پژوهش‌ها نقاط داغ و روندهای نوظهور را شناسایی کرده و مسیریابی را برای تحقیقات آینده ترسیم نموده‌اند. تأکید این مطالعات بر لزوم استفاده از رویکردهای روش‌شناختی نوین و بین‌رشته‌ای برای تحلیل داده‌هاست تا درک جامع‌تری از علوم اعصاب و کاربردهای آن در حوزه‌های مختلف فراهم شود. پژوهش حاضر، علوم اعصاب را به‌عنوان یک حوزه کلی در نظر گرفته که تاکنون به‌صورت یکپارچه توسط سایر محققان مورد بررسی قرار نگرفته است.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی است و با استفاده از فنون علم‌سنجی از جمله تحلیل هم‌رخدادی واژگان و تحلیل شبکه‌ای انجام شده است. تحلیل هم‌واژگانی، الگوها و روندهای یک رشته خاص را با اندازه‌گیری قدرت ارتباط اصطلاحات نماینده انتشارات مربوط به این حوزه را نشان می‌دهد. ویژگی اصلی تحلیل هم‌واژگانی این است که ساختار فکری یک رشته خاص را در نقشه‌های فضای مفهومی این حوزه تجسم می‌کند و یک سری زمانی از چنین نقشه‌هایی ردی از تغییرات در این فضای مفهومی ایجاد می‌کند (Ding et al., 2001). داده‌های این پژوهش با استفاده از توصیفگرهای درخت مش به شرح زیر در فیلد عنوان پایگاه کلاریویت آنلیتیکس در تاریخ ۲۴ فوریه ۲۰۲۵ استخراج شد.

Neurosciences

Cognitive Neuroscience
Neuroanatomy
Neurobiology
Neurochemistry
Neuroendocrinology
Neuropathology
Neuropharmacology
Neurophysiology

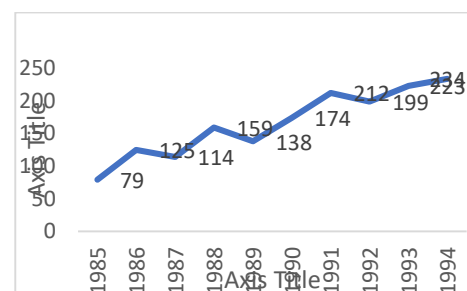
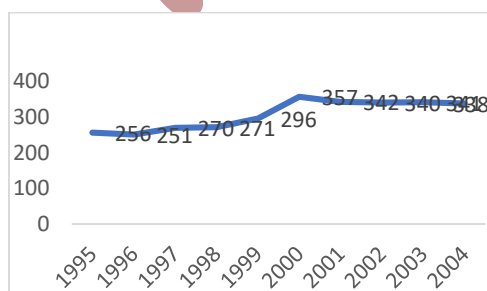
راهبرد جستجو به شرح زیر است:

TI=(Neurosciences)) OR TI=(Cognitive Neuroscience)) OR TI=(Neuroanatomy)) OR TI=(Neurobiology)) OR TI=(Neurochemistry)) OR TI=(Neuroendocrinology)) OR TI=(Neuropathology)) OR TI=(Neuropharmacology)) OR TI=(Neurophysiology)

داده‌های استخراج شده طی ۴۰ سال گذشته از ۱۹۸۵ تا ۲۰۲۴ شامل ۱۹۷۰۱ مدرک بود. مدارک شامل مقاله، مقاله مروری و مجموع مقالات همایش بودند. در این مدارک تعداد ۶۹۷۴۰ کلیدواژه توسط نویسندگان استفاده شده است. پس از استخراج کلیدواژه‌ها، یکدست‌سازی و استانداردسازی مفاهیم صورت گرفت. به عنوان مثال: کلمات مفرد و جمع یکدست شدند، سرواژه‌ها به صورت عبارت کامل، یکدست شدند. بعد از استانداردسازی کلیدواژه‌ها تعداد ۲۷۵۲۹ واژه منحصر به فرد باقی ماند. با استفاده از نرم‌افزارهای وس‌ویور، یوسی‌آی‌نت^۲ و بایب‌اکسل^۳ داده‌های پژوهش پردازش شدند. برای پردازش اولیه از نرم افزار بایب اکسل استفاده گردید. سپس در نرم افزار بایب اکسل ماتریس خام متقارن ایجاد شد و ماتریس خام با استفاده از نرم افزار یوسی‌آی‌نت به ماتریس همبستگی تبدیل شد. نقطه برش برای ایجاد ماتریس عدد ۳۸ در نظر گرفته شد. با انتخاب این نقطه برش، ماتریس ۱۸۸ در ۱۸۸ ایجاد گردید. ارزش سلول‌های مورب ماتریس برابر صفر در نظر گرفته شد. برای ترسیم نقشه از روش تحلیل خوشه‌ای با روش کی‌میز^۴ در نرم افزار وس‌ویور استفاده گردید. برای محاسبه شاخص مرکزیت و تراکم در نمودار راهبردی از نرم افزار یوسی‌آی‌نت استفاده گردید. در مجموع ۱۹۷۰۱ مدرک که در عنوان آن‌ها کلمات موجود در راهبرد جستجو وجود دارد منتشر شده است. پژوهش حاضر بر اساس داده‌های موجود در پایگاه‌ها کلاریویت آنلیتیکس انجام شده و از نظر زبانی محدود به مدارک به زبان انگلیسی و از نظر نوع مدرک محدود به مقاله اصلی، مقاله مروری و مجموعه مقالات همایش بوده است و برای تعمیم نتایج این پژوهش به کل این حوزه باید با احتیاط عمل کرد.

یافته‌های پژوهش

پاسخ به پرسش اول پژوهش: روند نشر تولیدات علمی حوزه علوم اعصاب در پایگاه کلاریویت آنلیتیکس چگونه است؟

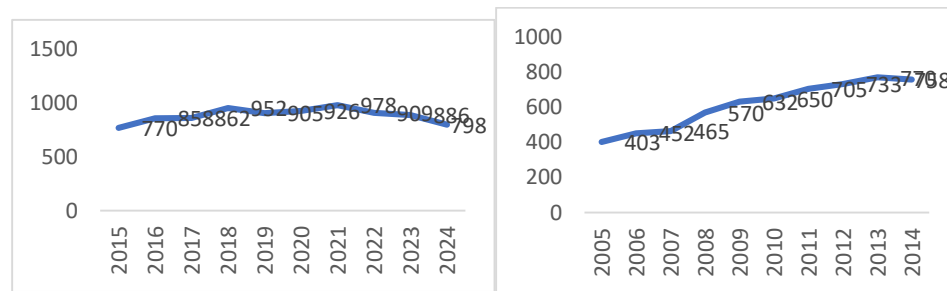


¹. Acronym

². Ucinet

³. Bibexcel

⁴. K-means



نمودار ۱. روند نشر در بازه زمانی ۱۹۸۵ تا ۲۰۲۴

با توجه به نمودار ۱، روند انتشارات حوزه علوم اعصاب در بازه زمانی ۱۹۸۵ تا ۲۰۲۴ حاکی از آن است که در اکثر سال‌ها، علوم اعصاب از روند رشد برخوردار بوده و بالاترین میزان انتشار مربوط به سال ۲۰۲۱ با تعداد ۹۷۸ مدرک بوده است. روند رشد تا سال ۲۰۲۱ صعودی بوده و از این سال به بعد روند رشد کاهشی شده است. میانگین نرخ رشد در سال‌های مورد بررسی ۷۵ درصد بوده است.

پاسخ به پرسش دوم پژوهش: ساختار مفهومی مطالعات حوزه علوم اعصاب در پایگاه کلاریویت آنلیتیکس براساس تحلیل خوشه‌ای چگونه است؟

توزیع فراوانی مفاهیم پر استفاده در دوره مورد بررسی در جدول ۱، نمایش داده شده است.

جدول ۱. بیست مفهوم پر استفاده حوزه علوم اعصاب به ترتیب فراوانی

شماره	مفهوم	فراوانی	شماره	مفهوم	فراوانی
۱	Neuroscience	۱۵۵۵	۱۱	Schizophrenia	۲۵۹
۲	Alzheimer disease	۶۶۱	۱۲	Cognition	۲۴۳
۳	Neuropathology	۵۳۱	۱۳	Magnetic resonance imagery (MRI)	۲۴۰
۴	Neurobiology	۴۲۰	۱۴	Cognitive neuroscience	۲۳۳
۵	Functional magnetic resonance imaging (fMRI)	۴۱۵	۱۵	Emotion	۲۳۱
۶	Brain	۳۸۳	۱۶	Depression	۲۲۸
۷	Neuroimaging	۳۵۵	۱۷	Parkinson's disease	۲۱۰
۸	EEG (Electroencephalogram)	۳۰۶	۱۸	Neurophysiology	۲۰۸
۹	Dopamine	۲۹۹	۱۹	Stress	۲۰۸
۱۰	Neuroanatomy	۲۸۹	۲۰	Hippocampus	۲۰۶

از تعداد ۱۹۷۰۱ سند مورد بررسی، ۶۹۷۴۰ کلیدواژه شناسایی شدند. پس از تحلیل و یکدست‌سازی مفاهیم تعداد ۲۷۵۲۹ کلیدواژه منحصربه‌فرد باقی ماند، بیست مفهومی که دارای بالاترین فراوانی هستند در جدول ۱، نمایش داده شده است. مفاهیم Neuroscience با فراوانی ۱۵۵۵، Alzheimer disease و Neuropathology با ۶۶۱ و ۵۳۱ در رتبه‌های اول تا سوم قرار گرفتند. علاوه بر مفاهیم پرتکرار که در بالا ذکر شد، جدول ۲، نمایانگر بیست زوج هم‌رخدادی پرتکرار در بازه زمانی مورد بررسی است.

جدول ۲، مفاهیمی که بالاترین هم‌رخدادی را با هم دارند، نشان می‌دهد. این مفاهیم به صورت همزمان در دو مدرک نمایان بوده‌اند، کلماتی مانند:

جدول ۲، زوج‌های پرتکرار کلیدواژه‌های علوم اعصاب به ترتیب فراوانی طی دوره مورد بررسی

ردیف	هم‌رخدادی	فراوانی	ردیف	هم‌رخدادی	فراوانی
۱	Neuropathology	103	۱۱	Tau	45
۲	Neuroscience	101	۱۲	Psychology	45
۳	Serotonin	88	۱۳	Neurofibrillary tangles	45
۴	Neuroscience	75	۱۴	Glutamate	44
۵	Dementia	74	۱۵	Glutamate	42
۶	Amyloid beta	56	۱۶	Functional magnetic resonance imaging (fMRI)	42
۷	Neuroscience	55	۱۷	Psychiatry	39
۸	Neuroimaging	52	۱۸	Neuroscience	38
۹	Parkinson's disease	48	۱۹	Psychoanalysis	38
۱۰	Neuropathology	46	۲۰	Neuroscience	37

با نگاهی به جدول ۲، درمی‌یابیم که زوج‌های هم‌رخدادی Alzheimer disease- Neuropathology ، Education -Neuroscience و Dopamine – Serotonin دارای بیشترین هم‌رخدادی در این بازه زمانی است.

خوشه‌بندی مفاهیم حوزه علوم اعصاب بر اساس تحلیل خوشه‌ای

به منظور مشخص شدن تعداد خوشه‌ها از بخش تحلیل خوشه‌ای نرم‌افزار وس‌ویور استفاده شد که تصاویر آن در شکل ۱، و جدول ۳ نمایش داده شده است. همانطوری که در این تصویر مشخص است مفاهیم حوزه علوم اعصاب در بازه زمانی مورد بررسی در شش خوشه قرار می‌گیرند.

نتایج حاصل از شکل ۱ نشان می‌دهد که مفاهیم حوزه علوم اعصاب در شش خوشه قرار می‌گیرند و عبارتند از: ناقل عصبی (عصب رسانا)^۱، اختلالات عصب شناختی^۲، عصب شناسی شناختی^۳، اتصالات عصبی^۴، بازاریابی عصبی^۵ و درد و اختلالات عصبی رشدی^۶.

۱. نامگذاری خوشه‌ها با استفاده از مشورت با چند متخصص روانشناسی شناختی و عصب شناسی و همچنین بر اساس وزن مفاهیم موجود در هر خوشه مشخص شده است.

۲. Neurotransmitter

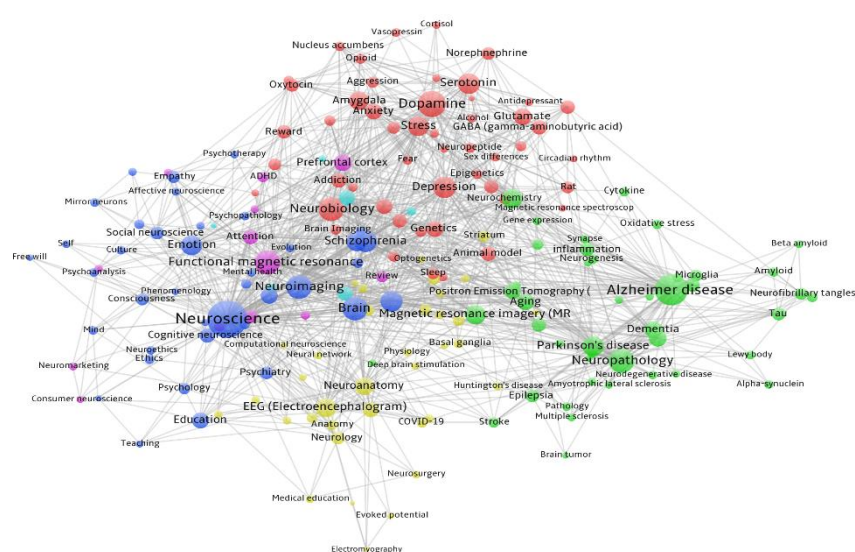
۳. Neurological Disorders

۴. Cognitive neurology

۵. Neural connectivities

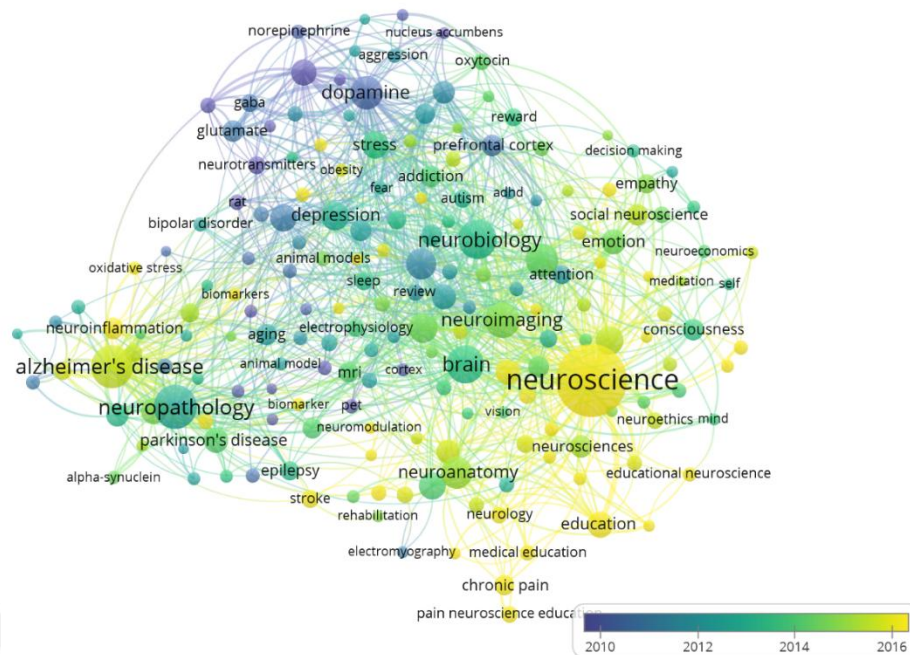
۶. Neuromarketing

۷. Pain and neurodevelopmental disorders



شکل ۱. نقشه هم‌واژگانی مدارک حوزه علوم اعصاب بر اساس نمای شبکه‌ای

در ادامه نقشه همپوشانی مفاهیم این حوزه در گذر زمان ارئه شده است. دیداری‌سازی با روش همپوشانی برای نشان دادن تحولات در طول زمان استفاده می‌شوند.



شکل ۲: نقشه هم‌واژگانی مدارک حوزه علوم اعصاب بر اساس نمای همپوشانی

همانگونه که در این نقشه مشخص هست هر چه رنگ مفاهیم به کار رفته در گره مربوط به سمت رنگ زرد باشد نشان می دهد که گرایش اخیر پژوهشگران این حوزه به سمت آن مفاهیم است در حالی که مفاهیمی که در دهه های قبلی مورد بررسی قرار گرفته و اولویت بوده اند با رنگ تیره تر مشاهده شده اند.

¹. Overlay visualizations

جدول ۳، اسامی خوشه‌ها و زیرشاخه‌های حوزه علوم اعصاب

شماره خوشه	نام خوشه	مفاهیم مهم	وزن	شماره خوشه	نام خوشه	مفاهیم مهم	وزن
۱	ناقل عصبی (عصب رستنا)			۴	اتصالات عصبی		
				۵	بازاریابی عصبی		
۲	اختلالات عصب شناختی						
874		EEG (Electroencephalogram)	1618				
732		Neuroanatomy	1340				
560		Neurophysiology	1106				
376		Neurology	1060				
316		Striatum	986				
302		Plasticity	788				
298		Cerebellum	690				
294		Electrophysiology	614				
276		Anatomy	520				
246		Basal ganglia	504				
198		Connectivity	464				
184		Transcranial magnetic stimulation	460				
182		Nervous system	452				
176		Cortex	376				
164		Cerebral cortex	304				
160		Physiology	276				
158		Neural network					
152		Deep brain stimulation					
140		Neuromodulation					
118		Evoked potential					
114		Functional connectivity					
108		Spinal cord					
66		Clinical neurophysiology					
1380		Functional magnetic resonance imaging (fMRI)	2302				
690		Prefrontal cortex	1350				
522		Attention	952				
378		Neuropsychology	890				
260		ERP (Event-Related Potentials)	846				
190		Executive function	702				
170		working memory	660				
166		Neuromarketing	608				
152		Neuroeconomics	548				
150		Decision making	472				
136		Consumer neuroscience	438				
			436				
			398				
			384				
			334				
			272				
			244				
			230				
			228				
			226				
			202				
			182				
			164				
			152				
			152				
			124				

578	Autism Spectrum Disorder	3340	Neuroscience	۳
480	Pain	1386	Brain	
244	Chronic pain	1370	Neuroimaging	
192	Neurodevelopment	1066	Cognition	
140	Adolescent	964	Emotion	
76	Pain neuroscience education	894	Memory	
		638	Learning	
		620	Education	
		484	Cognitive neuroscience	
		406	Social neuroscience	
		358	Consciousness	
		262	Neuroplasticity	
		236	Social cognition	
		222	Perception	
		218	Language	
		186	Mind	
		186	Mirror neurons	
		168	Theory of mind	
		160	Affective neuroscience	
		132	Creativity	
		96	Educational neuroscience	
	درد و اختلالات عصبی			

با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی کی-مینز^۱ در نرم‌افزار وس ویور، خوشه‌ها مشخص گردید. همان‌طوری که در شکل ۱، و جدول ۳، مشاهده می‌شود.

خوشه ناقل عصبی (عصب رسانا)، بر نقش اساسی انتقال دهنده‌های عصبی در فرایندهای عصبی و ارتباط آنها با حالات روانی و بیماری‌هایی مانند افسردگی و استرس تمرکز دارد؛ خوشه اختلالات عصب شناختی، بر بیماری‌های مرتبط با تخریب سلول‌های عصبی و آسیب‌شناسی عصبی تمرکز دارد. بیماری آلزایمر، پارکینسون، زوال عقل (دمانس) و بیماری‌های تخریب عصبی در این دسته قرار می‌گیرند؛ خوشه عصب شناختی، بر فرایندهای شناختی، عاطفی و اجتماعی در مغز تمرکز دارد؛ خوشه اتصالات عصبی، به بررسی ساختار و عملکرد سیستم عصبی، اتصالات بین مناطق مختلف مغز و نحوه انتقال سیگنال‌های الکتریکی می‌پردازد؛ خوشه بازاریابی عصبی، به کاربرد اصول علوم اعصاب در حوزه‌های بازاریابی و اقتصاد رفتاری می‌پردازد. استفاده از تصویربرداری (fMRI) برای بررسی فعالیت مغز در هنگام تصمیم‌گیری‌های اقتصادی و ارزیابی واکنش به محرک‌های بازاریابی مورد توجه است و خوشه درد و اختلالات عصبی رشدی، بر اختلالات مربوط به درد مزمن و اختلالات عصبی رشدی مانند اختلال طیف اوتیسم تمرکز دارد.

به طور کلی، تحلیل خوشه‌ها نشان می‌دهد که حوزه علوم اعصاب بسیار گسترده و چند رشته‌ای است و شامل بررسی فرایندهای بیوشیمیایی، ساختاری، عملکردی و شناختی مغز و سیستم عصبی و همچنین کاربرد این دانش در حوزه‌های مختلف مانند پزشکی، بازاریابی و آموزش است. وزن بالای مفاهیم ذکر شده در هر خوشه نشان دهنده اهمیت آنها در آن حوزه خاص است.

پاسخ به پرسش سوم پژوهش: روند موضوعی مطالعات حوزه علوم اعصاب در پایگاه کلاریویت آنلیتیکس براساس نمودار راهبردی چگونه است؟

پس از تشکیل ماتریس برای هر کدام از خوشه‌ها و فراخوانی آن در نرم‌افزار یوسی‌آی نت، نمره مرکزیت و تراکم خوشه‌ها مشخص شده و نمودار راهبردی ترسیم گردید. در نمودار راهبردی نقطه مبدا نمودار به عنوان یک نقطه مرجع استفاده می‌شود تا موقعیت نسبی سایر نقاط را ارزیابی کند. استفاده از میانگین باعث می‌شود نقاطی که بالاتر از میانگین

¹. K-means clustering

در هر دو معیار قرار دارند، در ربعی مشخص و معنادار قرار گیرند. مبدأ نمودار در این پژوهش با توجه به میانگین نمره مرکزیت و تراکم خوشه‌ها به ترتیب بر روی ۷۳,۱۵ و ۲,۶۵۳ تنظیم گردید. نمرات مربوط به تراکم و مرکزیت خوشه‌ها در جدول ۴، نمایش داده شده است.

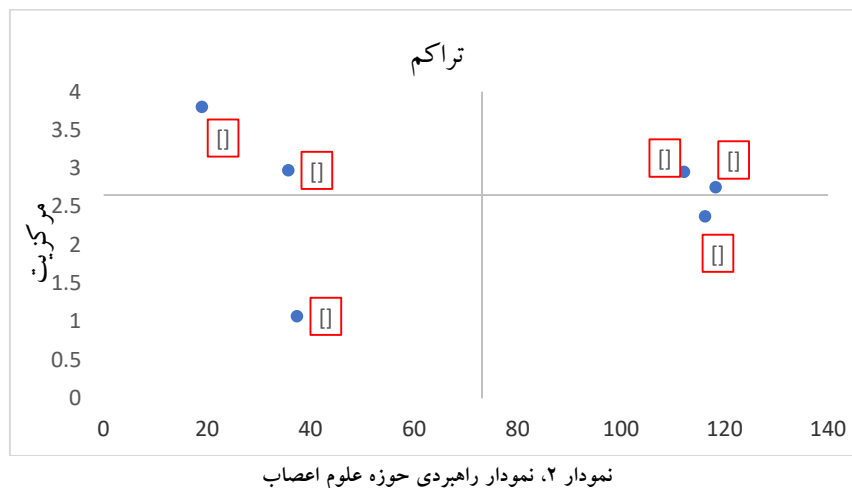
جدول ۴، تراکم و مرکزیت خوشه‌های حاصل از تحلیل هم‌واژگانی حوزه علوم اعصاب

شماره خوشه	نام خوشه	تراکم	مرکزیت
۱	ناقل عصبی (عصب رسانا)	۲,۳۷۳	۱۱۶,۲۸
۲	اختلالات عصب شناختی	۲,۷۵۲	۱۱۸,۳۱۸
۳	عصب شناسی شناختی	۲,۹۵۳	۱۱۲,۲۰۵
۴	اتصالات عصبی	۱,۰۶۸	۳۷,۳۸۹
۵	بازاریابی عصبی	۲,۹۷۴	۳۵,۶۹۲
۶	درد و اختلالات عصبی رشدی	۳,۸	۱۹

خوشه ۲ با مقدار ۱۱۸,۳۱۸ بیشترین مرکزیت و خوشه ۶ با مقدار ۳,۸ بالاترین تراکم را داراست. این بدان معناست که ارتباط زیادی بین شبکه هم‌رخدادی مفاهیم این دو خوشه وجود دارد و بیشترین مرکزیت را چه از نظر نفوذ و ارتباط با سایر موضوعات و همچنین پیونددهی در خوشه ۶، بیشتر از سایر خوشه‌ها داراست.

نمودار راهبردی، توصیف ارتباط درونی و همبستگی بین خوشه‌های موضوعی متفاوت است. در این نمودار اغلب از محور افقی جهت ارائه مرکزیت (میزان همبستگی خوشه‌ها)، و از محور عمودی جهت ارائه تراکم (میزان توان ارتباط درونی هر خوشه) استفاده می‌شود (Ke et al., 2013). ملسر و دیگران نمودار راهبردی را کوششی در جهت مصورسازی بهتر و نمایش بلوغ و انسجام خوشه‌های موضوعی در یک حوزه پژوهشی معرفی می‌نماید (Melcer et al., 2015).

خوشه‌هایی که در ربع اول قرار می‌گیرند منسجم بوده و در حوزه موردپژوهش مرکزیت دارند. این خوشه‌های اصلی بر بخش بزرگی از شبکه تمرکز دارند. خوشه‌ها در ربع دوم، همچنان منسجم هستند اما از حالت مرکزیت درآمده و هرکدام بخش‌های تخصصی کوچک‌تری از حوزه موردپژوهش را نمایش می‌دهند. در ربع سوم خوشه‌ها ریزش می‌کنند؛ خوشه‌های این ربع، بخش‌های نوظهور و یا قابل‌زوال شبکه هستند و سرانجام، ربع چهارم، حاوی خوشه‌هایی است که هنوز به بلوغ نرسیده‌اند اما پتانسیل آن‌را دارند که به بخش‌های اصلی تبدیل شوند (Melcer et al., 2015; Khasseh et al., 2017). همان‌گونه که از نمودار ۲، پیداست، نمودار راهبردی به چهار قسمت تقسیم می‌شود که هر قسمت یک ربع از نمودار را تشکیل می‌دهد.



با توجه به نمودار راهبردی، ربع اول اختلالات عصب شناختی (۲) و عصب شناسی شناختی (۳)، موضوع اصلی این بازه زمانی است. این خوشه منسجم بوده و در حوزه مورد پژوهش مرکزیت دارد و بر بخش بزرگی از شبکه تمرکز دارد. خوشه‌های بازاریابی عصبی (۵) و درد و اختلالات عصبی رشدی (۶)، از لحاظ اهمیت و تأثیر در حوزه مورد پژوهش، در مرتبه پایین‌تری نسبت به خوشه ربع اول قرار گرفته است. این خوشه، همچنان منسجم است اما از حالت مرکزیت درآمده و بخش تخصصی کوچک‌تری از حوزه مورد پژوهش را نمایش می‌دهند. اتصالات عصبی (۴)، بخش‌های نوظهور و یا قابل‌زوال شبکه هستند. ربع چهارم، خوشه‌هایی که هنوز به بلوغ نرسیده‌اند اما پتانسیل آن‌را دارند که به بخش‌های اصلی تبدیل شوند را نمایش می‌دهد که در این پژوهش خوشه ناقل عصبی (عصب رسانا) (۱)، در این بخش قرار نگرفته است.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف ترسیم ساختار مفهومی پژوهش‌های حوزه علوم اعصاب انجام گرفت. نتایج پژوهش نشان داد که روند انتشارات حوزه علوم اعصاب در بازه زمانی ۱۹۸۵ تا ۲۰۲۴ از روند روبه رشد برخوردار بوده هر چند در ساله‌های اخیر این روند کاهشی بوده است. نتایج تحلیل خوشه‌ای همچنین نشان داد که مفاهیم این حوزه در شش خوشه قرار دارند و بر اساس نتایج نمودار راهبردی این خوشه‌ها در هر چهار ربع نمودار راهبردی قرار گرفته‌اند.

ربع اول در نمودار راهبردی حوزه علوم اعصاب، شامل خوشه‌های اختلالات عصب شناختی (۲) و عصب شناسی شناختی (۳) است. اختلالات عصب شناختی؛ عمدتاً به بیماری‌های نورودژنراتیو مانند آلزایمر، پارکینسون و زوال عقل مرتبط است. مفاهیمی مانند زیست‌نشانه‌ها، التهاب عصبی، تفنون تصویربرداری و پاتولوژی عصبی، هسته اصلی پژوهش‌های این حوزه را تشکیل می‌دهند. تمرکز بر سازوکارهای تخریب عصبی، پیری مغز و راهکارهای محافظت از نورون‌ها، این خوشه را به یکی از حوزه‌های حیاتی علوم اعصاب تبدیل کرده است. خوشه عصب شناسی شناختی نیز، مطالعه فرآیندهای شناختی مانند حافظه، یادگیری، هیجان و ادراک، هسته مرکزی این خوشه است. مفاهیمی مانند نوروپلاستیستی، تصویربرداری مغزی و نوروساینس اجتماعی نشان‌دهنده پیوند بین سازوکارهای عصبی و رفتارهای انسانی است. این خوشه همچنین به کاربردهای آموزشی و نقش مغز در خلاقیت یا نظریه ذهن می‌پردازد و تعامل علوم اعصاب با روانشناسی و علوم تربیتی را تقویت می‌کند. خوشه‌های ربع اول به‌عنوان بخش‌های کلیدی و تأثیرگذار در حوزه علوم اعصاب شناخته شوند. به عبارتی، می‌توان گفت که این دو خوشه نشان‌دهنده دو جنبه مکمل، تمرکز بر

بیماری‌ها و اختلالات عصبی و تمرکز بر عملکردهای شناختی و ارتباط آن‌ها با آموزش و رفتار اجتماعی در علوم اعصاب هستند.

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که خوشه‌های اصلی مانند اختلالات عصب‌شناختی (۲) و عصب‌شناسی شناختی (۳) به‌عنوان موضوعات محوری در حوزه علوم اعصاب مطرح هستند. این یافته با پژوهش‌های پیشین مانند مطالعه اسپیریتو-مارتینز و همکاران (Espiritu-Martinez et al., 2024) همسو است که رشد قابل‌توجه تولیدات علمی در علوم اعصاب و بیماری‌های غیرواگیر را از سال ۲۰۱۵ نشان داده‌اند. همچنین، تمرکز بر موضوعات مرتبط با علوم اعصاب و بیماری‌های غیرواگیر در این پژوهش، تأکید بر تنوع موضوعی و پیشرفت‌های فناوری در این حوزه را تأیید می‌کند.

خوشه بازاریابی عصبی (۵)، ترکیبی از علوم اعصاب و علوم اقتصادی-رفتاری است. این خوشه مفاهیمی مانند تصویربرداری fMRI، تصمیم‌گیری، حافظه کاری و نورواکونومیک را پوشش می‌دهد. پژوهش‌های این حوزه به بررسی پاسخ‌های عصبی به محرک‌های بازاریابی، رفتار مصرف‌کننده و سازوکارهای عصبی پشت انتخاب‌های اقتصادی می‌پردازند و نشان‌دهنده رشد فزاینده کاربردهای عملی علوم اعصاب هستند. در این پژوهش، بازاریابی عصبی به‌عنوان یک حوزه تخصصی و در حال رشد شناسایی شده است. این یافته با مطالعه لیو و همکاران (Liu et al., 2023) همخوانی دارد که رشد چشمگیر علوم اعصاب مصرف‌کننده و استفاده از ابزارهای الکتروانسفالوگرافی را در تصمیم‌گیری مصرف‌کننده و احساسات نشان داده‌اند. همچنین، پژوهش اوبرگ (Öberg, 2023) بر ادغام علوم اعصاب با نظریه‌های بازاریابی بنگاه‌به‌بنگاه تأکید کرده است که نشان‌دهنده پتانسیل بالای این حوزه برای توسعه پژوهش‌های بین‌رشته‌ای است.

در نمودار راهبردی حوزه علوم اعصاب، خوشه‌های بازاریابی عصبی (۵) و درد و اختلالات عصبی رشدی (۶) در ربع دوم قرار گرفته‌اند. خوشه درد و اختلالات عصبی رشدی شامل مطالعات مرتبط با اختلالات رشدی مانند اتیسم، درد مزمن و مکانیسم‌های عصبی رشد است. مفاهیمی مانند آموزش علوم اعصاب درد، نورودولاپمنت و تمرکز بر دوره نوجوانی، پیوند بین اختلالات رشدی و سیستم پردازش درد را بررسی می‌کنند. این حوزه به دنبال درک پایه‌های عصبی شرایط پیچیده و ارائه راهکارهای بهبود کیفیت زندگی بیماران است. خوشه‌های این ربع از نظر تراکم در سطح بالایی قرار دارند، اما از نظر مرکزیت نسبت به خوشه‌های ربع اول در سطح پایین‌تری هستند. این بدان معناست که این خوشه‌ها همچنان از نظر انسجام درونی قوی و منسجم هستند، اما به‌جای اینکه در کانون اصلی شبکه پژوهشی قرار بگیرند، بیشتر به‌عنوان بخش‌های تخصصی و کوچک‌تر در حوزه علوم اعصاب عمل می‌کنند. به‌طور کلی، این دو خوشه نشان‌دهنده کاربردهای متنوع علوم اعصاب در حوزه‌های تخصصی‌تر مانند بازاریابی و مدیریت درد هستند.

در نمودار راهبردی حوزه علوم اعصاب، خوشه اتصالات عصبی (۴) در ربع سوم قرار گرفته است و بر ساختار و عملکرد شبکه‌های عصبی، با مفاهیمی مانند (EEG)، نوروفیزیولوژی، تحریک مغزی (TMS)، و ارتباطات عملکردی تمرکز دارد. وزن نسبتاً پایین‌تر مفاهیمی مانند شبکه عصبی یا ارتباطات عصبی نشان می‌دهد این حوزه بیشتر به روش‌های مطالعه آناتومی و فیزیولوژی سیستم عصبی، از جمله مداخلاتی مانند تحریک عمقی مغز، مرتبط است. این خوشه از نظر تراکم و مرکزیت در سطح پایین‌تری نسبت به خوشه‌های ربع اول و دوم قرار دارند. این ویژگی نشان‌دهنده آن است که خوشه‌های این بخش یا بخش نوظهور هستند که هنوز به بلوغ و توسعه کامل نرسیده‌اند، یا بخش‌هایی هستند که

ممکن است در آینده قابل زوال باشند و اهمیت خود را در شبکه پژوهشی از دست بدهند. خوشه اتصالات عصبی پتانسیل بالایی برای توسعه روش‌های نوین تشخیصی و درمانی در آینده دارد.

در نمودار راهبردی حوزه علوم اعصاب، ربع چهارم شامل خوشه‌هایی است که پتانسیل تبدیل شدن به بخش‌های اصلی و تأثیرگذار در شبکه پژوهشی را دارند. در این پژوهش، خوشه ناقل عصبی (عصب رسانا) (۱) در ربع چهارم قرار گرفته است و بر نقش انتقال‌دهنده‌های عصبی مانند دوپامین، سروتونین و گلوتامات، در سازوکارهای زیستی مغز متمرکز است. مفاهیمی مانند افسردگی، اضطراب، اعتیاد و سیستم پاداش با وزن بالایی در این خوشه ظاهر شده‌اند. مطالعات این حوزه به بررسی تأثیر ناهنجاری‌های انتقال عصبی بر اختلالات روان‌شناختی و نوروشیمیایی می‌پردازند و نشان‌دهنده ارتباط عمیق بین نوروبیولوژی و بیماری‌های عصبی-روانی هستند. خوشه فوق به‌عنوان یک حوزه پژوهشی پایه و تأثیرگذار در علوم اعصاب مطرح است که درک عمیق‌تری از مکانیسم‌های عصبی و ارتباط آن‌ها با رفتار و بیماری‌ها ارائه می‌دهد.

خوشه اتصالات عصبی (۴) در این پژوهش، به‌عنوان یک حوزه نوظهور و در حال توسعه شناسایی شده است. این یافته با مطالعه شکرچی (Şekerci, 2024) همسو است که بر نقش علوم اعصاب در طراحی فضایی و کاهش استرس از طریق طراحی بیوفیلیک تأکید دارد. همچنین، پژوهش حسینی نسب و همکاران (۱۴۰۲) نشان‌داده است که پژوهش‌های معماری عصب‌محور در ایران از رویکرد توصیفی به تجربی حرکت کرده‌اند که نشان‌دهنده رشد این حوزه در سال‌های اخیر است.

اگرچه در این پژوهش خوشه‌ای مستقل به حوزه نوروآموزش اختصاص داده نشده است، اما یافته‌ها نشان می‌دهند که خوشه‌های مرتبط با علوم اعصاب شناختی و اختلالات عصب‌شناختی می‌توانند به حوزه آموزش نیز مرتبط باشند. این یافته با پژوهش دوترون (Dúo Terrón, 2024) همسو است که افزایش تولیدات علمی در حوزه نوروآموزش و تغییر مفاهیم مرتبط با علوم اعصاب در آموزش را نشان داده است. همچنین، تأکید بر مفاهیمی مانند توانایی، بینش و انگیزش در پژوهش‌های پیشین، نشان‌دهنده ارتباط نزدیک علوم اعصاب با حوزه آموزش است.

خوشه‌های بازاریابی عصبی (۲) و درد و اختلالات عصبی رشدی (۶) از نظر تراکم در سطح بالایی قرار دارند، اما از نظر مرکزیت نسبت به خوشه‌های ربع اول در سطح پایین‌تری هستند و نشان می‌دهد که مفاهیم این خوشه از انسجام بالایی در شبکه هم‌رخدادی خود برخوردار هستند و ارتباط زیادی بین مفاهیم موجود در شبکه آنان برقرار است. این یافته به نوعی با پژوهش‌های پیشین مانند مطالعه شرق و همکاران (۱۳۹۰) همسو است که بیشترین مقالات علوم اعصاب در ایران را در حوزه نوروفارماکولوژی نشان داده‌اند.

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از روش‌های ترکیبی و ابزارهای پیشرفته در تحلیل خوشه‌های موضوعی علوم اعصاب، به‌ویژه در خوشه‌های مرتبط با بازاریابی عصبی و اتصالات عصبی، در حال افزایش است. این یافته با مطالعه لین و همکاران (Lin et al., 2022) همسو است که بر افزایش استفاده از روش‌های ترکیبی در حوزه NeuroIS پس از سال ۲۰۲۰ تأکید دارد. همچنین، تأکید بر همگرایی حوزه‌های مختلف در پژوهش‌های سیستم‌های اطلاعاتی، نشان‌دهنده اهمیت روش‌های نوین در تحلیل داده‌های علوم اعصاب است.

یافته‌های این پژوهش نه تنها با پیشینه پژوهشی در حوزه علوم اعصاب و ارتباط آن با پزشکی، بازاریابی، طراحی فضایی و آموزش همسو است، بلکه به‌عنوان مکملی برای درک بهتر روندهای نوین و پیشرفت‌های علمی در این حوزه عمل می‌کند. خوشه‌های شناسایی‌شده در این پژوهش، نشان‌دهنده تمرکز بر موضوعات محوری مانند اختلالات

عصب‌شناختی و عصب‌شناسی شناختی، و همچنین حوزه‌های نوظهور مانند بازاریابی عصبی و اتصالات عصبی هستند. این یافته‌ها تأکید می‌کنند که علوم اعصاب به‌عنوان یک حوزه بین‌رشته‌ای، پتانسیل بالایی برای توسعه پژوهش‌های آینده در حوزه‌های مختلف دارد.

پیشنهادهای اجرایی پژوهشی

- با توجه به پتانسیل علوم اعصاب در حوزه‌هایی مانند بازاریابی عصبی و نورآموزش، پیشنهاد می‌شود مسیر پژوهش‌های آینده به سمت ترکیب علوم اعصاب با حوزه‌های دیگر مانند اقتصاد، آموزش و طراحی هدایت شوند.
- با توجه به این که خوشه اتصالات عصبی (۴) به‌عنوان حوزه نوظهور شناسایی شد، پیشنهاد می‌شود سیاستگذاران و برنامه‌ریزان این حوزه جهت‌گیری‌های پژوهشی خود را به سمت این خوشه و زیر موضوع‌های آن سوق دهند.
- با توجه به رشد سریع علوم اعصاب در سطح جهان، پیشنهاد می‌شود پژوهشگران ایرانی همکاری‌های بین‌المللی خود را در این حوزه افزایش دهند تا از پیشرفت‌های علمی جهانی بهره‌مند شوند.

پیشنهاد برای پژوهش‌های آتی

- این مطالعه با توجه به داده‌های مستخرج از پایگاه استنادی کلاریویت آنالیتیکس صورت گرفته است، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های مشابه‌ای با توجه به داده‌های علمی پایگاه‌های پاب‌مد، اسکاپوس یا پایگاه استنادی علوم جهان اسلام (آی‌اس‌سی) صورت گیرد و نتایج آن‌ها با مطالعه کنونی مقایسه گردد.

تقدیر و تشکر:

پژوهش حاضر یک پژوهش مستقل است و از هیچ موسسه، نهادی و دانشگاهی حمایت مالی دریافت نکرده است.

فهرست منابع

حاجیان، ح.، و زرچینی، الف. (۱۴۰۲). تحلیلی بر کاربردهای داده کاوی در صنعت بیمه بر اساس شبکه هم‌رخدادی واژگان‌ها و شناسایی معتبرترین مجلات با شاخص استناد به پژوهش‌های علمی با استفاده از رویکرد علم

سنجی. پژوهشنامه بیمه، ۱۳(۱)، ۷۱-۸۶. <https://doi.org/10.22056/ijir.2024.01.06>

حاضری، ا.، توکلی زاده راوری، م.، احمدی، ن.، و سهیلی، ف. (۱۳۹۵). تبیین چگونگی پیوند فناوری و علم: مطالعه موردی حوزه نانو الکترونیک. پژوهشنامه کتابداری و اطلاع‌رسانی، ۶(۲)، ۲۶۱-۲۸۰.

<https://doi.org/10.22067/riis.v6i2.57221>

حسینی نسب، ص.، مهدیزاده سراج، ف.، و خان‌محمدی، م. (۱۴۰۲). تحلیل تولیدات علمی دانشگاه‌های ایران در حوزه معماری عصب‌محور: مرور دامنه. *پژوهش‌نامه علم‌سنجی*، ۹(۱)، ۲۵۸-۲۳۱.

<https://doi.org/10.22070/rsci.2021.13910.1479>

رستمی، م.، سهیلی، ف.، و خاصه، ع. (۱۳۹۹). ساختار دانش در پروانه‌های ثبت اختراع حوزه کشف دانش: مصورسازی با استفاده از تحلیل هم‌رخدادی واژگان. *پژوهش‌نامه علم‌سنجی*، ۶(۱۲)، ۶۰-۴۱.

<https://doi.org/10.22070/rsci.2019.3841.1240>

شرق، ع.، محمدحسن زاده، ح.، جوهری، ک.، ولی نژادی، ع.، مولایی، ع.، امان‌اللهی، ع.، و عشایری، ح. (۱۳۹۰). بررسی حضور علوم اعصاب ایران در پایگاه ISI بر اساس شاخص‌های علم‌سنجی. *مدیریت سلامت*، ۱۴(۴۴)، ۷۰-۶۱.

<https://doi.org/10.22056/ijir.2024.01.06>

مکی‌زاده، ف.، توکلی‌زاده راوری، م.، منصوری، ن.، و سهیلی، ف. (۱۳۹۷). بررسی شباهت بین متون علمی و فنی در حوزه ایمپلنت‌های دندان‌انی. *مدیریت اطلاعات سلامت*، ۱۵(۵)، ۲۱۹-۲۱۴.

<https://doi.org/10.22122/him.v15i5.3534>

An, X.Y., & Wu, Q.Q. (2011). Co-word analysis of the trends in stem cells field based on subject heading weighting. *Scientometrics*, 88(1), 133-144. <https://doi.org/10.1007/s11192-011-0374-1>

Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of informetrics*, 11(4), 959-975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>

Assefa, S. G., & Rorissa, A. (2013). A Bibliometric Mapping of the Structure of STEM Education Using Co-word Analysis. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 64(12), 2513-2536. <https://doi.org/10.1002/asi.22917>

Baker, B., Lansdell, B., & Kording, K.P. (2022). Three aspects of representation in neuroscience. *Trends in cognitive sciences*, 26(11), 942-958. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2022.08.014>

Ding, Y., Chowdhury, G.G., & Foo, S. (2001). Bibliometric cartography of information retrieval research by using co-word analysis. *Information Processing and Management*, 37(6), 817-842. [https://doi.org/10.1016/S0306-4573\(00\)00051-0](https://doi.org/10.1016/S0306-4573(00)00051-0)

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285-296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>

Dúo Terrón, P. (2024). Neuroscience in the educational field. Analysis of scientific production and co-words of the term neuroeducation. *Journal of Neuroeducation*, 4(2), 46-65. <https://doi.org/10.1344/joned.v4i1.42417>

Espiritu-Martinez, A.P., Espinoza-Veliz, M.Z., Espinoza-Egoavil, M.J., Gomez-Perez, K.K., Espinoza-Véliz, K.L., Villa-Ricapa, L.F., & Núñez-Palacios, E.L. (2024). Bibliometric analysis of publications on neuroscience and noncommunicable diseases in the Scopus database. *EAI Endorsed Transactions on Pervasive Health and*

- Technology, 10, 1-8. <https://doi.org/10.4108/eetpht.10.5699>
- Gordon, J.A., Dzirasa, K., & Petzschnner, F.H. (2024). The neuroscience of mental illness: Building toward the future. *Cell*, 187(21): 5858-5870. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2024.09.028>
- Hajiyan, H., & Zarjini, A. (2023). A comprehensive analysis of keywords co-occurrence network and the most cited journals on data mining techniques in insurance industry using scientometrics approach. *Iranian Journal of Insurance Research*, 13(1), 71-86. <https://doi.org/10.22056/ijir.2024.01.06> [In Persian].
- Hazawawi, N. A. M., Othman, M. F. I., Emran, M. H., Zakaria, M. H., Pee, N. C., & Othman, M. A. (2015, August). A structured literature review on applied neuroscience in Information Systems (neuroIS). In *2015 International Symposium on Technology Management and Emerging Technologies (ISTMET)* (pp. 20-24). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISTMET.2015.7358993>
- Hazeri, A., Tavakolizadeh-Ravari, M., Ahmadi, N. & Soheili, F. (2016). A Study of the Linkages between Technology and Science: A Case Study of Nano- Electronics. *Library and Information Science Research*, 6(2), 261-280. <https://doi.org/10.22067/riis.v6i2.57221>. [In Persian].
- He, Q. (1999). Knowledge Discovery through Co-Word Analysis. *Library trends*, 48(1), 133-59. file:///C:/Users/rahim/Desktop/librarytrendsv48i1i_opt.pdf
- Hosseini Nasab, S., Mehdizadeh Saraj, F., & Khanmohammadi, M.A. (2023). Analysis of Iranian Scientific Productions in Neuro-Architecture: A Scoping Review. *Scientometrics Research Journal*, 9(1): 231-258. <https://doi.org/10.22070/rsci.2021.13910.1479> [In Persian].
- Ke, W., Yunjiang, X., Xiao, L., Weichan, L. (2013). Analysis on Current Research of Supernetwork through Knowledge Mapping Method. In: Wang, M. (eds) *Knowledge Science, Engineering and Management*. KSEM 2013. Lecture Notes in Computer Science(), vol 8041. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-39787-5_45
- Khasseh, A., Soheili, F., Sharif moghaddam, H., & Mousavi chelak, A. (2017). Intellectual structure of knowledge of imetrics: A co- word analysis. *Information Processing & Management*, 53(3):705-720. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2017.02.001>
- Kumar, S., & Jan, J. M. (2012). Discovering Knowledge Landscapes: An Epistemic Analysis of Business and Management Field in Malaysia. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 65, 1027-1032. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.237>
- Lin, C.L., Chen, Z., Jiang, X., Chen, G.L., & Jin, P. (2022). Roles and research trends of neuroscience on major information systems journal: a bibliometric and content analysis. *Frontiers in Neuroscience*, 16, 872532. <https://doi.org/10.3389/fnins.2022.872532>
- Liu, Y., Zhao, R., Xiong, X., & Ren, X. (2023). A bibliometric analysis of consumer neuroscience towards sustainable consumption. *Behavioral Sciences*, 13(4), 298. <https://doi.org/10.3390/bs13040298>
- Makkizadeh, F., Tavakolizadeh-Ravari, M., Mansoori, N. & Soheili, F. (2018). The Similarity between Science and Technology Literature in Dental Implants Field. *Health Information Management*, 15(5), 214-219. <https://doi.org/10.22122/him.v15i5.3534>. [In Persian].
- Mane, K. K., & Börner, K. (2004). Mapping Topics and Topic Bursts in PNAS. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(suppl 1), 5287-5290. <https://doi.org/10.1073/pnas.0307626100>

- Melcer, E., Nguyen, T.H.D., Chen, Z., Canossa, A., El-Nasr, M.S., & Isbister, K. (2015). Games research today: Analyzing the academic landscape 2000-2014 [Conference presentation]. In *Proceedings of the 10th International Conference on the Foundations of Digital Games*, At Pacific Grove, CA, USA, <https://adk.elsevier-pure.com/en/publications/games-research-today-analyzing-the-academic-landscape-2000-2014>
- Musgrove, P.B., Binns, R., Page-Kennedy, T., & Thelwall, M. (2003). A method for identifying clusters in sets of interlinking Web spaces. *Scientometrics*, 58, 657-672. <https://doi.org/10.1023/B:SCIE.0000006886.37828.4a>
- Öberg, C. (2023). Neuroscience in business-to-business marketing research: A literature review, co-citation analysis and research agenda. *Industrial Marketing Management*, 113: 168-179. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2023.06.004>
- Pessin, V. Z., Yamane, L. H., & Siman, R. R. (2022). Smart bibliometrics: an integrated method of science mapping and bibliometric analysis. *Scientometrics*, 127(6), 3695-3718. <https://doi.org/10.1007/s11192-022-04406-6>
- Rostami, M., soheili, F., & Khasseh, A. (2020). Knowledge Structure in Knowledge Discovery Patents: Visualization based on Co-word Analysis. *Scientometrics Research Journal*, 6(2), 41-60. <https://doi.org/10.22070/rsci.2019.3841.1240>. [In Persian].
- Şekerci, Y. (2024). Neuroscience and Spatial Design Bibliometric Analysis in Web of Science Database. *Journal of Computational Design*, 5(2), 279-300. <https://doi.org/10.53710/jcode.1325188>
- Shargh, A., Mohammadhassanzadeh, H., Johari, K., Valinejadi, A., Molaei, A., Amanollahi, A. & et al. (2011). The study of the presence of Iranian neuroscience in ISI database based on scientometric factors. *Journal of Health Administration*, 14(44), 61-70 <http://jha.iums.ac.ir/article-1-834-fa.html> [In Persian].
- Tabibnia, G. (2024). Neuroscience education as a tool for improving stress management and resilience. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 59, 101401. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2024.101401>
- Wang, X., & Inaba, M. (2009). Analyzing Structures and Evolution of Digital Humanities Based on Correspondence Analysis and Co-word Analysis. *Art research*, 9, 123-134. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:51999917>
- Wu, Y., & Krueger, F. (2024). Charting the neuroscience of interpersonal trust: A bibliographic literature review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, Dec;167:105930. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2024.105930>
- Zupic, I., & Cater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429-472. <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>