

Mapping the Knowledge Structure of Research on Classroom Environmental Factors and Students' Attention: A Bibliometric Study.

Gholamrezahamed
Manouchehrian¹
Shahnaz Pournaseri^{2*}
Bahram Saleh
Sedghpour³

Abstract

Purpose: The purpose of this study is to conduct a scientometric analysis and map the knowledge structure of research on the impact of classroom environmental factors on students' attention and cognitive processes, and to examine trends, thematic patterns, and Iran–global comparisons to identify the status, evolution, and research gaps in this field.

Methodology: This study employed a scientometric approach with a descriptive–analytical design to investigate research on the impact of classroom environmental factors on students' attention. Data were retrieved from the Web of Science database using a documentary search strategy. The analysis was conducted using VOSviewer and the Bibliometrix package in R to map scientific structures, identify thematic patterns, and explore relationships among key concepts.

Findings: The findings indicate that the studied literature spans the period from ۱۹۸۴ to ۲۰۲۶, during which ۹,۳۳۰ documents were published across ۲,۵۴۳ sources. The annual growth rate of ۱۷,۲۶٪ reflects a steadily increasing scholarly interest in the field. The average citation per document (۲۳,۶۴) suggests a relatively strong academic impact, while the average document age of ۶,۸۱ years indicates that the field is composed of both established and recent contributions. From a structural perspective, the research is predominantly published in interdisciplinary journals covering education, architecture, environmental studies, and psychology. Leading countries such as the United States, Spain, Germany, the Netherlands, Italy, Japan, Taiwan, and Türkiye play central roles in knowledge production and international collaboration networks. Iran, with ۱۹۰ documents, ranks ۲۱st, indicating an active but comparatively smaller contribution to the global literature. Keyword co-occurrence analysis revealed two dominant thematic streams: (۱) educational and cognitive processes, including learning, attention, educational psychology, and educational technology; and (۲) classroom environmental factors, such as air quality, thermal comfort, acoustics, spatial design, and lighting conditions. Among these, indoor air quality and ventilation emerged as the most frequently studied topics, while concepts such as daylighting, biophilic design, and nature-based learning remain comparatively underexplored. Temporal analysis shows a clear evolution of the field from traditional concerns related to indoor environmental quality toward more complex, interdisciplinary approaches integrating cognitive science, educational technology, and human-centered design. In recent years, emerging topics such as artificial intelligence, virtual reality, gamification, and generative AI have gained their methodological approaches but also expand theoretical frameworks to incorporate perceptual psychology attention, indicating a shift toward technology-enhanced learning environments. Overall, the findings highlight a progressive transition from a physically oriented perspective of classroom environments toward a holistic, interdisciplinary framework that

1- Ph.D. Student, Department of Architectural Engineering and Urban Planning, Shahid Rajaei Teacher Training University (SRTTU), Tehran, Iran. Email: hamedmanoochehrian@sru.ac.ir
2-Assistant Professor, Department of Architectural Engineering and Urban Planning, Shahid Rajaei Teacher Training University (SRTTU), Tehran, Iran, (Corresponding Author). Email: Sh.pournaseri@sru.ac.ir
3-Associate Professor, Faculty of Human Science, Shahid Rajaei Teacher Training University (SRTTU), Tehran, Iran. Email: sedghpour@sru.ac.ir

Receive:

.././....

ceptance:

.././....

integrates education, psychology, environmental science, architecture, and neuroscience.

Conclusion: This study demonstrates that research on the impact of classroom environmental factors on students' attention and cognitive processes has evolved into a rapidly expanding and highly interdisciplinary field. Over time, the focus has shifted from a narrow emphasis on physical indoor environmental conditions toward more complex, integrated perspectives that combine environmental quality, cognitive performance, educational theory, and human-centered design. The results indicate that while traditional factors such as indoor air quality and thermal comfort continue to dominate the literature, emerging dimensions—including daylighting, biophilic design, and circadian lighting—remain relatively underexplored. This imbalance highlights important research gaps and suggests that the role of visual, natural, and biologically responsive environmental features in learning performance has not yet been fully investigated. Furthermore, the increasing integration of fields such as educational psychology, neuroscience, environmental science, architecture, and educational technology reflects a clear transition toward a holistic understanding of learning environments. The growing presence of advanced technologies, including artificial intelligence and immersive learning systems, further indicates a shift toward digitally enhanced and adaptive educational spaces. Overall, the field is moving toward a comprehensive, human-centered paradigm in which classroom environments are no longer viewed merely as physical spaces, but as dynamic systems that interact with cognitive, emotional, and physiological dimensions of learners. Future research should therefore focus on underexplored environmental variables and strengthen interdisciplinary approaches to better understand how learning environments can be optimized to enhance students' attention, well-being, and academic performance. In addition, the bibliometric patterns observed in this study reveal a clear imbalance in thematic development across subdomains, where environmental health-related factors are significantly more mature compared to design-oriented and perceptual variables. This suggests that future studies should not only diversify their methodological approaches but also expand theoretical frameworks to

perceptual psychology and environmental neuroscience more systematically. Strengthening international collaboration and increasing methodological diversity may further enhance the robustness and global relevance of future research in this field.

Keywords: Co-occurrence analysis, Co-word analysis, Daylighting, Office buildings, Scientometrics, Web of Science

دفتر آینه و دیوار آینه

تحلیل علم سنجی پژوهش های مرتبط با تأثیر عوامل محیطی کلاس درس بر توجه دانش آموزان: روندها، خوشه های موضوعی و شبکه همکاری

چکیده

هدف: هدف این پژوهش، تحلیل علم سنجی و ترسیم ساختار دانش درباره تأثیر عوامل محیطی کلاس درس بر توجه و فرآیندهای شناختی دانش آموزان و مقایسه داده های جهانی و ایران از نظر روندها، الگوهای موضوعی و شاخص های تولید علم به منظور شناسایی وضعیت، تحول و شکاف های پژوهشی این حوزه است.

روش شناسی: پژوهش حاضر از نوع علم سنجی و با رویکرد توصیفی - تحلیلی است که به بررسی تأثیر عوامل محیطی کلاس درس بر توجه دانش آموزان پرداخته است. داده ها به روش اسنادی از پایگاه وب آوساینس گردآوری شدند. تحلیل داده ها نیز با استفاده از نرم افزارهای وس ویور و بسته بیبلیوشاینی انجام شد تا امکان ترسیم نقشه های علمی، شناسایی الگوهای موضوعی و بررسی روابط میان مفاهیم فراهم شود.

یافته ها: نتایج نشان داد این حوزه از سال ۱۹۸۴ تا ۲۰۲۶ با ۹۳۳۰ مدرک و رشد ۱۷،۲۶ درصدی در حال توسعه است و میانگین استناد ۲۳،۶۴ بیانگر اثرگذاری مناسب آن می باشد. تولیدات علمی عمدتاً در مجلات میان رشته ای آموزش، معماری و روان شناسی منتشر شده و کشورهای توسعه یافته نقش اصلی را دارند، در حالی که ایران با ۱۹۰ مدرک در رتبه ۲۱ قرار دارد. تمرکز پژوهش ها بر عوامل محیطی و فرآیندهای شناختی است و کیفیت هوا بیشترین توجه را داشته، اما موضوعاتی مانند نور طبیعی کمتر بررسی شده اند. در مجموع، این حوزه به سمت رویکردهای میان رشته ای و انسان محور در حال تحول است.

نتیجه گیری: یافته ها نشان داد این حوزه یک زمینه در حال رشد و میان رشته ای است که از تمرکز بر عوامل فیزیکی ساده به سمت رویکردهای پیچیده تر در حوزه سلامت محیطی، علوم شناختی و طراحی انسان محور حرکت کرده است. در حالی که کیفیت هوا و تهویه همچنان محور اصلی پژوهش ها هستند، موضوعاتی مانند نور طبیعی، طراحی زیست دوستانه و نور مبتنی بر ریتم شبانه روزی کمتر مورد توجه قرار گرفته اند. در مجموع، آینده این حوزه به سمت مطالعات میان رشته ای در تقاطع آموزش، معماری، روان شناسی و علوم اعصاب در حال گسترش است.

واژگان کلیدی: تحلیل هم رخدادی، تحلیل هم واژگانی، توجه شناختی، علم سنجی، عوامل محیطی کلاس درس، محیط آموزشی، وب آوساینس

غلامرضا حامد منوچهریان^۱

شهناز پورناصری^{۲*}

بهرام صالح صدق پور^۳

۱. دانشجوی دکتری معماری، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران.
Email: Hamedmanoochehrian@su.ac.ir
۲. استادیار گروه معماری، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول).
Email: Sh.pournaseri@su.ac.ir
۳. دانشیار گروه معماری، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران.
Email: Sedghpour@su.ac.ir

دریافت: ۰۰۰/۰۰/۰۰

پذیرش: ۰۰۰/۰۰/۰۰

مقدمه و بیان مسئله

توجه یکی از بنیادی‌ترین فرایندهای شناختی انسان است که در ادراک، یادگیری، حافظه، حل مسئله و تصمیم‌گیری نقش اساسی ایفا می‌کند (Posner & Petersen, ۱۹۹۰). در محیط‌های آموزشی، توجه دانش‌آموزان یکی از مهم‌ترین پیش-نیازهای یادگیری مؤثر محسوب می‌شود و کاهش آن می‌تواند موجب افت عملکرد تحصیلی، کاهش مشارکت آموزشی و تضعیف فرآیند یادگیری گردد (Corbetta & Shulman, ۲۰۰۲).

در دهه‌های اخیر، پژوهشگران علاوه بر عوامل فردی و روان‌شناختی، به نقش محیط یادگیری در شکل‌دهی به فرایندهای شناختی توجه ویژه‌ای نشان داده‌اند. در این دیدگاه، محیط فیزیکی کلاس درس صرفاً یک ظرف آموزشی نیست، بلکه به عنوان عاملی فعال در تجربه یادگیری، رفتار و عملکرد شناختی دانش‌آموزان شناخته می‌شود (Weinstein, ۱۹۷۹). بر این اساس، کیفیت محیط فیزیکی کلاس درس می‌تواند بر تمرکز، توجه، انگیزش، مشارکت و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان اثرگذار باشد (Barrett et al., ۲۰۱۵).

مطالعات متعدد نشان داده‌اند عوامل محیطی نظیر کیفیت هوای داخل ساختمان، تهویه، شرایط حرارتی، آکوستیک، نور و ارتباط با طبیعت از مهم‌ترین متغیرهای مؤثر بر عملکرد شناختی و توجه دانش‌آموزان هستند (Wargocki & Wyon, ۲۰۱۷). برای مثال، افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن و کاهش کیفیت هوای داخل کلاس می‌تواند موجب کاهش تمرکز، افت سرعت تصمیم‌گیری و تضعیف عملکرد شناختی شود (Satish et al., ۲۰۱۲; Allen et al., ۲۰۱۶). همچنین آلودگی صوتی و شرایط نامناسب آکوستیکی کلاس درس با کاهش درک مطلب، افت یادگیری و کاهش توجه دانش‌آموزان همراه است (Shield & Dockrell, ۲۰۰۳).

در کنار عوامل محیطی فوق، پژوهش‌های جدید بر نقش طبیعت و عناصر زیست‌دوستانه در بهبود عملکرد شناختی تأکید کرده‌اند. نظریه ترمیم توجه بیان می‌کند که قرار گرفتن در معرض مناظر طبیعی و عناصر طبیعت می‌تواند منابع شناختی تحلیل‌رفته را بازیابی کرده و ظرفیت توجه را افزایش دهد (Kaplan & Kaplan, ۱۹۸۹). در همین راستا، مطالعات تجربی نشان داده‌اند که حضور فضاهاى سبز، نور طبیعی و طراحی زیست‌دوستانه در محیط‌های آموزشی می‌تواند موجب بهبود توجه، رفاه روانی و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان شود (Kuo et al., ۲۰۱۹; Kellert et al., ۲۰۱۱).

هم‌زمان با توسعه علوم اعصاب، رویکردهای نوینی همچون عصب‌معماری^۱ و طراحی مبتنی بر شواهد در محیط‌های آموزشی مطرح شده‌اند. این رویکردها بر این اصل استوارند که ویژگی‌های کالبدی محیط می‌تواند از طریق سازوکارهای عصبی و شناختی بر رفتار و عملکرد کاربران تأثیر بگذارند (Edelstein & Macagno, ۲۰۱۲). در سال‌های اخیر نیز موضوعاتی نظیر نور زیستی^۲، طراحی زیست‌دوستانه و محیط‌های یادگیری ترمیمی به عنوان حوزه‌های نوظهور پژوهشی مورد توجه قرار گرفته‌اند (Ghamari et al., ۲۰۲۱).

با وجود رشد روزافزون پژوهش‌ها در زمینه تأثیر محیط فیزیکی بر توجه و عملکرد شناختی دانش‌آموزان، این مطالعات در رشته‌های مختلفی از جمله معماری، روان‌شناسی، علوم تربیتی، علوم اعصاب، سلامت محیط و مهندسی ساختمان پراکنده شده‌اند. از این‌رو، شناخت ساختار دانش، روندهای پژوهشی، شبکه‌های همکاری علمی و موضوعات نوظهور این حوزه با دشواری همراه است. همچنین مرور پیشینه نشان می‌دهد که اگرچه مطالعات علم‌سنجی متعددی در حوزه سنجش توجه (منوچهریان و همکاران، ۱۴۰۴)، عصب‌معماری (Ghamari et al., ۲۰۲۱) و محیط‌های یادگیری انجام

۱ - Neuroarchitecture

۲ - Circadian Lighting

شده است، اما تا کنون مطالعه جامعی که ساختار دانش پژوهش‌های مرتبط با تأثیر محیط فیزیکی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان را در سطح جهانی بررسی کند، مشاهده نشده است.

با وجود رشد قابل توجه پژوهش‌های مرتبط با محیط‌های یادگیری، بررسی پیشینه نشان می‌دهد که مطالعات پیشین عمدتاً در یکی از سه محور متمرکز بوده‌اند: نخست، بررسی کیفیت محیط‌های آموزشی و پیامدهای یادگیری؛ دوم، توسعه و کاربرد ابزارهای سنجش توجه و عملکرد شناختی؛ و سوم، تحلیل فناوری‌های نوین آموزشی. در مقابل، تاکنون مطالعه‌ای که به صورت جامع و با رویکرد علم‌سنجی، ساختار دانش، روندهای تحول، شبکه‌های همکاری علمی، خوشه‌های موضوعی و مسیرهای آینده پژوهش‌های مرتبط با تأثیر عوامل محیطی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان را بررسی کرده باشد، مشاهده نشد. افزون بر این، جایگاه مؤلفه‌های محیطی مانند کیفیت هوا، نور طبیعی، آکوستیک، آسایش حرارتی، طراحی زیست‌دوستانه و محیط‌های طبیعی در ساختار دانش این حوزه، همچنین روند تحول آن‌ها در طول زمان، تا کنون به صورت یکپارچه تحلیل نشده است. بنابراین، خلأ اصلی این حوزه، نبود تصویری جامع از ساختار دانش و روندهای پژوهشی است که پژوهش حاضر با بهره‌گیری از روش‌های علم‌سنجی درصدد پوشش آن است.

با توجه به اهمیت موضوع، این سؤال اساسی مطرح می‌شود که پژوهش‌های مرتبط با تأثیر عوامل محیطی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان از نظر ساختار دانش، روند رشد علمی، شبکه‌های همکاری، منابع اثرگذار و تحولات موضوعی چه ویژگی‌ها و الگوهایی را نشان می‌دهند؟ یافته‌های این مطالعه می‌تواند پایه‌ای برای ارتقای تعاملات علمی و جهت‌دهی به تحقیقات آینده باشد.

پرسش‌های پژوهش/فرضیه‌های پژوهش

- ۱- وضعیت تولیدات علمی، ویژگی‌های کتاب‌سنجی و جایگاه ایران در مقایسه با جهان در پژوهش‌های مرتبط با تأثیر عوامل محیطی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان چگونه است؟
- ۲- روند رشد و تکامل ادبیات علمی قلمرو تأثیر عوامل محیطی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان چگونه بوده است؟
- ۳- ساختار شبکه همکاری‌های علمی و توزیع جغرافیایی تولید دانش در پژوهش‌های مرتبط با تأثیر عوامل محیطی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان چگونه است و کدام نشریات به عنوان مجاری اصلی انتشار این پژوهش‌ها شناخته می‌شوند؟
- ۴- ساختار مفهومی تأثیر عوامل محیطی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان بر اساس شبکه هم‌رخدادی کلیدواژه‌ها چگونه شکل گرفته و روند تکامل موضوعات پژوهشی آن در طول زمان چگونه بوده است؟
- ۵- الگوهای هم‌نویسندگی و همکاری علمی میان پژوهشگران فعال در پژوهش‌های تأثیر عوامل محیطی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان چگونه است و پژوهشگران کلیدی این شبکه کدام‌اند؟

چارچوب نظری

پژوهشگران در مطالعات کتاب‌سنجی از روش‌های متنوعی برای تحلیل و ارزیابی تولیدات علمی استفاده می‌کنند که به طور کلی در دو دسته اصلی ارزیابی^۱ و رابطه‌ای^۲ قرار می‌گیرند. کتاب‌سنجی ارزیابی بر سنجش و توصیف ویژگی‌های کمی آثار علمی، از جمله میزان تولیدات پژوهشی، استنادها، نویسندگان، مؤسسات و منابع انتشار تمرکز دارد. در مقابل، کتاب‌سنجی رابطه‌ای به بررسی ارتباطات و تعاملات میان عناصر مختلف نظام علمی می‌پردازد. مبنای این رویکرد آن است که در فراداده‌های مرتبط با موجودیت‌های علمی مختلف، نظیر نویسندگان، مقالات، کلیدواژه‌ها و نشریات، الگوهای

۱ - evaluative

۲ - relational

ارتباطی پنهانی وجود دارد که با شناسایی و تحلیل آن‌ها می‌توان ساختار فکری، شبکه‌های همکاری و سازمان دانشی یک حوزه پژوهشی را بهتر درک کرد. به همین دلیل، روش‌های رابطه‌ای مانند تحلیل هم‌نویسندگی، هم‌استنادی و هم‌رخدادی واژگان، نقش مهمی در ترسیم نقشه‌های علمی و آشکارسازی ساختار دانش ایفا می‌کنند (Ninkov et al., ۲۰۲۲).

در میان روش‌های کتاب‌سنجی رابطه‌ای، تحلیل هم‌واژگانی^۱ یکی از پرکاربردترین تکنیک‌ها برای شناسایی ساختار مفهومی و موضوعی یک حوزه علمی به شمار می‌رود. این روش بر تحلیل آثار علمی منتشرشده، از جمله مقالات، کتاب‌ها، مجموعه داده‌ها و سایر مدارک علمی، و نیز فراداده‌های مرتبط با آن‌ها نظیر عنوان، چکیده، کلیدواژه‌ها و منابع استنادی استوار است. در تحلیل هم‌واژگانی، تمرکز اصلی بر بررسی الگوی هم‌زمانی وقوع کلمات کلیدی در اسناد علمی است. فرض اساسی این روش آن است که تکرار و هم‌رخدادی مکرر واژگان در یک مجموعه از مدارک علمی، بیانگر وجود ارتباط مفهومی میان آن‌هاست. بنابراین، با تحلیل شبکه هم‌رخدادی واژگان می‌توان ساختار فکری و موضوعی یک حوزه پژوهشی، خوشه‌های دانشی، روابط میان مفاهیم و همچنین روندهای نوظهور و جهت‌گیری‌های آینده پژوهش را شناسایی و ترسیم کرد (Van & Waltman, ۲۰۱۰). تحلیل هم‌نویسندگی^۲ یکی از مهم‌ترین روش‌های کتاب‌سنجی رابطه‌ای است که برای بررسی الگوهای همکاری علمی میان پژوهشگران، مؤسسات و کشورها به کار می‌رود. این روش بر این فرض استوار است که نگارش مشترک آثار علمی بیانگر وجود تعاملات علمی، تبادل دانش و همکاری پژوهشی میان نویسندگان است. در تحلیل هم‌نویسندگی، روابط میان پژوهشگران بر اساس تعداد مقالات مشترک، شدت همکاری و پیوندهای شبکه‌ای مورد بررسی قرار می‌گیرد. نتایج این تحلیل امکان شناسایی پژوهشگران کلیدی، گروه‌های پژوهشی فعال، مراکز علمی اثرگذار و شبکه‌های همکاری ملی و بین‌المللی را فراهم می‌سازد. از این‌رو، تحلیل هم‌نویسندگی ابزاری ارزشمند برای ترسیم ساختار اجتماعی علم، شناخت بازیگران اصلی یک حوزه پژوهشی و ارزیابی میزان انسجام و گستره همکاری‌های علمی به شمار می‌آید (Newman, ۲۰۰۴). همچنین اصطلاح تحلیل هم‌استنادی^۳ یکی دیگر از روش‌های مهم کتاب‌سنجی رابطه‌ای است که برای شناسایی ساختار فکری و بنیان‌های نظری یک حوزه علمی به کار می‌رود. این روش بر بررسی مدارکی تمرکز دارد که به طور هم‌زمان توسط مقالات یا آثار علمی دیگر مورد استناد قرار گرفته‌اند. فرض اساسی تحلیل هم‌استنادی آن است که هرچه دو مدرک بیشتر به صورت مشترک در منابع مقالات بعدی ظاهر شوند، از نظر موضوعی، مفهومی یا نظری به یکدیگر نزدیک‌تر هستند. از این‌رو، تحلیل الگوهای هم‌استنادی امکان شناسایی آثار کلاسیک و تأثیرگذار، پژوهشگران برجسته، مکاتب فکری و خوشه‌های دانشی یک حوزه را فراهم می‌کند. این روش به پژوهشگران کمک می‌کند تا ساختار فکری، سیر تحول دانش و روابط میان جریان‌های پژوهشی مختلف را در یک حوزه علمی ترسیم و تحلیل کنند (Small, ۱۹۷۳). تحلیل جفت کتاب‌شناختی^۴ برای بررسی شباهت و ارتباط میان اسناد علمی براساس منابع استنادی مشترک آن‌ها به کار می‌رود. این روش بر این فرض استوار است که هرچه دو مدرک تعداد بیشتری از منابع یکسان را مورد استناد قرار داده باشند، از نظر موضوعی، نظری یا روش‌شناختی به یکدیگر نزدیک‌تر هستند. در تحلیل جفت کتاب‌شناختی، ارتباط میان مقالات، نویسندگان، مؤسسات یا نشریات بر مبنای میزان اشتراک در فهرست منابع آن‌ها سنجیده می‌شود. این روش به پژوهشگران امکان می‌دهد تا گروه‌های پژوهشی هم‌سو،

۱-Co-word Analysis

۲-Co-authorship Analysis

۳-Co-citation Analysis

۴-Bibliographic Coupling Analysis

حوزه‌های مطالعاتی مرتبط و جریان‌های معاصر تحقیقاتی را شناسایی کنند. برخلاف تحلیل هم‌استنادی که بر استنادهای دریافتی از آثار بعدی متکی است، تحلیل جفت کتاب‌شناختی بر منابع مورد استناد در خود اسناد تمرکز دارد و از این رو برای شناسایی ساختارهای دانشی نوظهور و موضوعات جدید پژوهشی از کارایی بالایی برخوردار است (Kessler, ۱۹۶۳). و به طور کلی تحلیل شبکه‌های علمی^۱ به بررسی الگوهای ارتباط و تعامل میان عناصر مختلف نظام علمی، از جمله پژوهشگران، مقالات، منابع و موضوعات پژوهشی می‌پردازد و ساختار و پویایی تولید دانش را آشکار می‌سازد. به رابطه‌ای میان دو نویسنده، سازمان یا کشور اشاره دارد که در آن یکی از آن‌ها به آثار علمی دیگری استناد کرده باشد. در نرم‌افزار ووس‌ویور، هر پیوند بیانگر وجود یک ارتباط علمی میان دو عنصر شبکه (نویسنده، مؤسسه یا کشور) است. هر پیوند دارای وزنی مشخص است که شدت و استحکام این ارتباط را نشان می‌دهد؛ به گونه‌ای که افزایش مقدار وزن پیوند، بیانگر ارتباط علمی قوی‌تر و تعامل استنادی بیشتر میان دو عنصر مورد بررسی است (Van & Waltman, ۲۰۱۰). توجه شناختی یکی از بنیادی‌ترین پیش‌نیازهای یادگیری مؤثر در محیط‌های آموزشی است و تحت تأثیر مجموعه‌ای از عوامل فردی، آموزشی و محیطی قرار دارد. پژوهش‌های پیشین نشان داده‌اند که ویژگی‌های محیط فیزیکی کلاس درس می‌تواند به طور مستقیم یا غیرمستقیم بر عملکرد توجه دیداری و شنیداری دانش‌آموزان اثرگذار باشند. از جمله مهم‌ترین این عوامل می‌توان به نور و روشنایی، شرایط آکوستیکی، رنگ و مصالح، کیفیت هوا، دمای محیط، تراکم فضایی و سازماندهی کلاس اشاره کرد (Villarreal Arroyo et al., ۲۰۲۳).

عوامل محیطی در محیط‌های آموزشی به عنوان تعیین‌کننده‌های مهم توجه، عملکرد شناختی و رفاه دانش‌آموزان شناخته می‌شوند. محیط کلاس (که شامل محرک‌های حسی، عناصر طبیعی، ابعاد فضایی، کیفیت محیط داخلی ساختمان و ویژگی‌های مصالح فضاست) نه تنها بر احساس آسایش، بلکه بر توانایی تمرکز پایدار و یادگیری اثر می‌گذارد. عوامل محیطی مدارس در پنج گروه اصلی قرار می‌گیرند و هر کدام می‌توانند با تغییر سطح برانگیختگی، هیجان و بار شناختی، بر توجه دانش‌آموزان اثر بگذارند (Bustamante-Mora et al., ۲۰۲۵).

طراحی معماری مبتنی بر اصول تنظیم حسی (شامل نور طبیعی کنترل‌شده، عایق‌بندی صوتی، رنگ‌های ملایم، تفکیک عملکردی و حضور طبیعت) در محیط‌های توان‌بخشی، به طور معناداری کیفیت پردازش حسی کودکان مبتلا به نقص توجه و بیش‌فعالی را بهبود می‌بخشد و اثربخشی درمان را افزایش می‌دهد. یافته‌ها تأکید می‌کنند که تغییرات سطحی و محدود معماری نمی‌تواند جایگزین طراحی بنیادین و یکپارچه براساس این اصول شود (خادمی کلانتری، ۱۴۰۴).

علم‌سنجی حوزه‌ای نیازمحور با پشتوانه علمی و عملی قوی است که به طور روزافزون در دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌ها رشد کرده و در ایران نیز شکل گرفته و در حال اثرگذاری است (نوروزی چاکلی، ۱۳۹۸). پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهد که تکنیک‌های علم‌سنجی نقش مهمی در تحلیل ساختارهای دانش و شناسایی روندهای پژوهشی در حوزه‌های مختلف علمی دارند. روش‌هایی مانند تحلیل کلیدواژه‌ها و هم‌نویسندگی ابزارهای مؤثری برای آشکارسازی الگوهای همکاری علمی، مفاهیم بنیادین و شبکه روابط میان محققان به شمار می‌روند (کاملی و همکاران، ۱۳۹۹). این تکنیک‌ها در ارزیابی عملکرد علمی مجلات، شناسایی روندهای انتشاراتی، نویسندگان تأثیرگذار و خوشه‌های موضوعی به کار رفته و بینش ارزشمندی از ساختار فکری حوزه‌های پژوهشی ارائه می‌دهند (خاصه و همکاران، ۱۳۹۹). یافته‌ها همچنین بر اهمیت افزایش مشاهده‌پذیری و نرخ استناد به منظور بهبود تأثیرگذاری علمی تأکید دارند (مختاری و همکاران، ۱۴۰۰). از سوی دیگر، کاوش داده‌ها به عنوان فرآیند استخراج الگوها از مجموعه داده‌های گسترده، جایگاه مهمی در پژوهش‌های اخیر

یافته است. در این راستا، کلیدواژه‌های مقالات علمی بهترین ابزار برای دسترسی پژوهشگران به محتوای علمی گذشته بوده و با استفاده از نرم‌افزارهایی مانند ووس و یوور بر اساس میزان تکرار، هم‌آیی و ارتباطات معنایی تحلیل و خوشه‌بندی می‌شوند (حاجیان و زرچینی، ۱۴۰۲).

مطالعات علم‌سنجی انجام شده در حوزه سنجش توجه نشان می‌دهد که بخش قابل توجهی از پژوهش‌های این حوزه بر توسعه، اعتبارسنجی و کاربرد ابزارهای سنجش توجه متمرکز بوده‌اند. نتایج این مطالعات حاکی از آن است که ابزارهای کلاسیک مانند آزمون عملکرد مداوم^۱، آزمون استروپ^۲ و آزمون ان-بک^۳ همچنان از پرکاربردترین روش‌های ارزیابی توجه به شمار می‌روند. در عین حال، ظهور مفاهیمی همچون یادگیری ماشین، شبکه‌های عصبی، رابط مغز و رایانه و هوش مصنوعی نشان‌دهنده گسترش رویکردهای فناورانه در سنجش و تحلیل توجه است. با وجود این، بررسی پیشینه نشان می‌دهد که بیشتر پژوهش‌ها بر ابزارها و روش‌های اندازه‌گیری توجه متمرکز بوده‌اند و نقش عوامل محیطی و کالبدی مؤثر بر توجه، به ویژه در محیط‌های آموزشی، کمتر به صورت جامع مورد مطالعه قرار گرفته است. از این رو، شناخت ساختار دانش، روندهای پژوهشی و تحولات موضوعی مطالعات مرتبط با تأثیر محیط فیزیکی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان می‌تواند به شناسایی شکاف‌های پژوهشی و جهت‌دهی مطالعات آینده در این حوزه کمک کند (منوچهریان و همکاران، ۱۴۰۴).

پیشینه پژوهش

در سال‌های اخیر، با گسترش مطالعات میان‌رشته‌ای در حوزه آموزش، روان‌شناسی شناختی، علوم اعصاب و معماری، پژوهشگران تلاش کرده‌اند ساختار دانش، روندهای پژوهشی و موضوعات نوظهور مرتبط با شناخت، یادگیری و محیط‌های آموزشی را از طریق روش‌های علم‌سنجی و مرورهای نظام‌مند بررسی کنند. منوچهریان و همکاران (۱۴۰۴) در یک مطالعه علم‌سنجی با هدف بررسی ساختار دانش و روندهای پژوهشی حوزه سنجش توجه، تعداد ۱۵۱۹ مدرک نمایه شده در پایگاه وب‌آوساینس طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۵ را با استفاده از نرم‌افزارهای ووس و یوور و بیلیوشاینی تحلیل کردند. یافته‌های پژوهش نشان داد که ادبیات این حوزه حول ۹ خوشه مفهومی اصلی شامل علوم اعصاب توجه، اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی کارکردهای اجرایی، ارزیابی‌های عصب‌شناختی، مدل‌سازی شناختی و اختلالات شناختی سازمان یافته است. همچنین کلیدواژه‌هایی مانند الکتروانسفالوگرافی، پتانسیل‌های وابسته به رویداد، رابط مغز و رایانه، یادگیری عمیق و یادگیری ماشین از پرتکرارترین مفاهیم این حوزه بودند. نتایج این مطالعه بیانگر آن است که پژوهش‌های مرتبط با سنجش توجه از رویکردهای سنتی عصب‌روان‌شناختی به سمت بهره‌گیری از فناوری‌های نوین مبتنی بر هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در حال حرکت هستند و این موضوع به عنوان یکی از روندهای نوظهور و تأثیرگذار این حوزه شناخته می‌شود (منوچهریان و همکاران، ۱۴۰۴).

در مطالعه‌ای، هیگوئرا و همکاران (Higuera et al., ۲۰۲۱) در یک مرور دامنه‌ای به بررسی مبانی عصب‌معماری و رویکردهای پیشین آن پرداختند. یافته‌ها نشان داد که ویژگی‌های کالبدی فضاها، معماری، از جمله نور، رنگ، سازمان فضایی و عناصر طبیعی، می‌تواند بر فرآیندهای شناختی، توجه، ادراک فضایی و واکنش‌های هیجانی کاربران تأثیرگذار باشند. نویسندگان بر ضرورت استفاده از روش‌های عصب‌شناختی برای ارزیابی اثرات محیط ساخته شده بر عملکرد

۱- Continuous Performance Test

۲- Stroop Test

۳- N-back Test

شناختی تأکید کردند.

در فرایندهای شناختی یادگیری، بیترمن و همکاران (Bittermann et al., ۲۰۲۳) با تحلیل علم‌سنجی ۱۳,۵۰۷ مطالعه منتشرشده بین سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۲۱، ساختار دانش پژوهش‌های مرتبط با دانش پیشین و یادگیری را بررسی کردند. نتایج پژوهش پنج خوشه اصلی شامل آموزش، محیط‌های یادگیری، فرایندهای شناختی، محیط‌های غیرآموزشی و زبان را شناسایی کرد. همچنین نظریه بار شناختی، تغییر مفهومی و محیط‌های یادگیری از مهم‌ترین جریان‌های فکری این حوزه معرفی شدند.

در یک مطالعه علم‌سنجی با عنوان ارزیابی عصب‌معماری قمری و همکاران (Ghamari et al., ۲۰۲۱)، ۲۹۵ مدرک علمی منتشرشده بین سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۲۱ را تحلیل کردند. نتایج نشان داد که حوزه عصب‌معماری از تمرکز اولیه بر مفاهیمی مانند حافظه، هیپوکامپ و بازنمایی فضایی به سمت استفاده از ابزارهای علوم اعصاب نظیر EEG، fMRI و واقعیت مجازی حرکت کرده است. این پژوهش با روش علم‌سنجی، روند رشد مطالعات عصب‌معماری را بررسی کرده و نشان داده است که از دهه ۱۹۹۰ ارتباط میان معماری، محیط ساخته شده و واکنش‌های شناختی و هیجانی انسان به سرعت گسترش یافته است. نویسندگان تأکید می‌کنند که توجه، ادراک، حافظه و احساسات از مهم‌ترین پیامدهای شناختی مورد مطالعه در این حوزه هستند.

مطالعات علم‌سنجی متعددی در سال‌های اخیر به بررسی محیط‌های یادگیری و پیامدهای آموزشی و شناختی آن‌ها پرداخته‌اند. برای مثال، کای و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهشی با رویکرد علم‌سنجی، ادبیات مرتبط با محیط یادگیری کلاس درس را بررسی کردند و نشان دادند که محیط یادگیری سازه‌ای چندبعدی است که ابعاد فیزیکی، اجتماعی و آموزشی را در بر می‌گیرد. نتایج این مطالعه بیانگر آن بود که پیامدهای شناختی و انگیزشی از مهم‌ترین محورهای پژوهشی این حوزه به شمار می‌روند. با این حال، تأثیر عوامل فیزیکی محیط کلاس بر توجه دانش‌آموزان به صورت اختصاصی در این پژوهش مورد بررسی قرار نگرفته است (Cai et al., ۲۰۲۳).

در پژوهشی دیگر، شیائو و ژانگ (۲۰۲۴) با بهره‌گیری از تحلیل علم‌سنجی و نرم‌افزار به بررسی محیط کلاس‌های یادگیری ترکیبی پرداختند. یافته‌های آنان نشان داد که موضوعاتی نظیر یادگیری مشارکتی، ارتباطات رایانه‌محور، درگیری تحصیلی و خودکارآمدی از مهم‌ترین خوشه‌های پژوهشی این حوزه محسوب می‌شوند. با وجود این، تمرکز اصلی این مطالعه بر تعاملات آموزشی و فناوری‌های یادگیری بوده و نقش ویژگی‌های کالبدی و فیزیکی کلاس درس در آن مورد توجه قرار نگرفته است (Xiao & Zhang, ۲۰۲۴).

مولیدیا و همکاران (۲۰۲۴) نیز در مطالعه‌ای علم‌سنجی، روند تحول پژوهش‌های مرتبط با محیط‌های یادگیری هوشمند را بررسی کردند. نتایج پژوهش آنان نشان داد که این حوزه از تمرکز بر یادگیری الکترونیکی به سمت موضوعاتی نظیر هوش مصنوعی، یادگیری تطبیقی، تحلیل یادگیری و محیط‌های هوشمند حرکت کرده است. با این حال، این پژوهش بیشتر بر فناوری‌های آموزشی و محیط‌های دیجیتال متمرکز بوده و عوامل محیطی و کالبدی کلاس درس را مورد توجه قرار نداده است (Maulidiya et al., ۲۰۲۴).

از سوی دیگر، گارسیا-مونخه و همکاران (۲۰۲۴) در یک مرور نظام‌مند، کاربرد الکتروانسفالوگرافی در محیط‌های آموزشی واقعی را بررسی کردند. نتایج نشان داد که توجه، درگیری شناختی و بار شناختی از مهم‌ترین متغیرهای مورد سنجش در این مطالعات هستند و دستگاه‌های EEG قابل حمل به ابزار غالب ارزیابی فرایندهای شناختی تبدیل شده‌اند. اگرچه این پژوهش ارتباط مستقیمی با سنجش توجه در محیط‌های آموزشی دارد، اما تمرکز آن بر اندازه‌گیری توجه بوده

و نقش عوامل محیط فیزیکی کلاس درس در آن بررسی نشده است (García-Monge et al., ۲۰۲۴). در سال‌های اخیر، توجه دانش‌آموزان به عنوان یکی از مهم‌ترین متغیرهای شناختی در محیط‌های آموزشی، مورد توجه فزاینده پژوهشگران قرار گرفته است. در این راستا، زنگ و همکاران (۲۰۲۵) در یک مرور دامنه‌ای به بررسی شواهد عصب‌شناختی مرتبط با توجه در محیط کلاس درس پرداختند. نتایج پژوهش آنان نشان داد که الکتروانسفالوگرافی رایج‌ترین ابزار مورد استفاده برای ارزیابی توجه در محیط‌های آموزشی است و توجه به عنوان مهم‌ترین سازه شناختی مرتبط با یادگیری، مشارکت و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان شناخته می‌شود. یافته‌های این مطالعه بر اهمیت توجه در فرایند یادگیری و ضرورت شناخت عوامل مؤثر بر آن تأکید دارد (Zeng et al., ۲۰۲۵).

همچنین ویجایا و همکاران (۲۰۲۵) در پژوهشی با رویکرد مرور نظام‌مند تقویت‌شده با تحلیل علم‌سنجی، روندهای پژوهشی مرتبط با کاربرد الکتروانسفالوگرافی در مطالعات آموزشی را بررسی کردند. نتایج نشان داد که مفاهیمی نظیر توجه، درگیری تحصیلی و سبک‌های یادگیری از مهم‌ترین محورهای پژوهشی این حوزه هستند. علاوه بر این، ظهور مفاهیمی همچون یادگیری ماشین، هوش مصنوعی و واقعیت مجازی بیانگر حرکت پژوهش‌ها به سوی روش‌های نوین سنجش و تحلیل فرایندهای شناختی در محیط‌های آموزشی است (Wijaya et al., ۲۰۲۵).

در مجموع، بررسی پیشینه پژوهش نشان می‌دهد که مطالعات پیشین عمدتاً بر محیط‌های یادگیری، فناوری‌های آموزشی، تعاملات آموزشی، ابزارهای سنجش توجه و روش‌های ارزیابی شناختی تمرکز داشته‌اند. با وجود اهمیت روزافزون عواملی نظیر کیفیت هوا، تهویه، آسایش حرارتی، آکوستیک، نور طبیعی، فضای سبز و طراحی فضاهای آموزشی در بهبود توجه و عملکرد شناختی دانش‌آموزان، تاکنون مطالعه علم‌سنجی جامعی که به طور اختصاصی ساختار دانش، روندهای پژوهشی، شبکه‌های همکاری علمی و تحولات موضوعی پژوهش‌های مرتبط با تأثیر محیط فیزیکی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان را بررسی کند، مشاهده نشده است. پژوهش حاضر درصدد است این خلأ پژوهشی را پوشش دهد.

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نوع کاربردی بوده و با استفاده از رویکرد علم‌سنجی انجام شده است. برای دستیابی به اهداف پژوهش، از مجموعه‌ای از شاخص‌ها و تکنیک‌های متداول علم‌سنجی بهره گرفته شد. فرایند اجرای این پژوهش در ۴ گام اصلی به شرح زیر پیاده‌سازی شده است:

۱. گام اول: تعیین پایگاه داده و راهبرد جستجو (مرحله گردآوری داده‌ها)

به منظور جامعیت و اعتبار بالای داده‌های استخراج شده، پایگاه استنادی مجموعه اصلی وب‌آوساینس به عنوان منبع اصلی انتخاب شد. جستجو در تاریخ ۳ می ۲۰۲۶ و بر اساس فیلد موضوعی شامل عنوان، چکیده و کلیدواژه‌ها انجام گرفت. تاریخ جستجو از ابتدایی‌ترین مدارک ثبت شده در پایگاه تا روز جستجو تعیین گردید. جستجوی عبارات کلیدی مربوط به محیط فیزیکی کلاس درس (مانند طراحی کلاس، نور روز، کیفیت محیطی داخل ساختمان، آسایش حرارتی و تراز صدا) در ترکیب با اصطلاحات مربوط به مؤلفه‌های شناختی دانش‌آموزان (مانند توجه، عملکرد شناختی، توجه پایدار و تمرکز) در بخش موضوعی پایگاه انجام شد. فرمول جستجو با اعمال محدودیت جغرافیایی و سازمانی مربوط به کشور ایران به صورت مجزا اجرا گردید.

۲. گام دوم: اعمال معیارهای ورود و خروج (مرحله غربالگری و پالایش داده‌ها)

برای کاهش سوگیری و بالا بردن کیفیت تحلیل، معیارهای زیر به صورت سیستماتیک اعمال شد: معیارهای ورود: مقالات پژوهشی اصیل و مقالات کنفرانسی منتشر شده در بازه زمانی ۱۹۸۴ تا ۲۰۲۶ (برای جهان) و ۲۰۰۸ تا ۲۰۲۶ (برای ایران). معیارهای خروج: کتاب‌ها، فصول کتاب، یادداشت‌ها، اصلاحیه‌ها و مقالات ارسالی به زبان‌هایی غیر از انگلیسی از فرآیند تحلیل حذف شدند. پس از این مرحله، تعداد ۹۳۳۰ مدرک در سطح جهانی و ۹۵ مدرک در سطح ایران برای تحلیل نهایی تثبیت شد.

۳. گام سوم: استخراج و یکنواخت‌سازی داده‌ها (مرحله آماده‌سازی برای نرم‌افزار)

اطلاعات کتاب‌شناختی کامل مقالات شامل عنوان، نام نویسندگان، وابستگی سازمانی، نام نشریه، چکیده و کلیدواژه‌ها در قالب فایل‌های متنی استاندارد استخراج شد. پیش از ورود داده‌ها به نرم‌افزار، فرآیند یکنواخت‌سازی داده‌ها انجام گرفت؛ به این معنا که کلمات مترادف یا نگارش‌های مختلف یک واژه (مانند واژه‌های هم‌معنی در حوزه نورگیری و آسایش یا مخفف‌های دانشگاهی) همسان‌سازی شدند تا خطایی در خوشه‌بندی رخ ندهد.

۴. گام چهارم: تحلیل نرم‌افزاری و ترسیم نقشه‌های علمی (مرحله پردازش نهایی)

داده‌های پالایش شده به طور هم‌زمان وارد دو محیط نرم‌افزاری شدند: ۱. بسته بیبلیومتریکس در نرم‌افزار آر (نسخه ۴،۴،۱): جهت استخراج شاخص‌های توصیفی، محاسبه نرخ رشد سالانه، میانگین سن مقالات و مقایسه ساختار کلان ایران و جهان. ۲. نرم‌افزار ووس ویور (نسخه ۱،۶،۲۰): جهت ترسیم شبکه‌های دیداری فشرده شامل: تحلیل هم‌رخدادی واژگان: برای پاسخ به ساختار مفهومی (سوال سوم پژوهش). تحلیل هم‌نویسندگی: برای شناسایی شبکه‌های همکاری افراد و سازمان‌ها (سوال دوم و چهارم پژوهش).

داده‌های این پژوهش از پایگاه استنادیوب آو ساینس^۱ و استخراج و با استفاده از نرم‌افزارهای ووس ویور^۲ و بیبلیوشاینی^۳ تحلیل شدند. این ابزارها امکان ترسیم و مصورسازی شبکه‌های علمی، شناسایی ساختار مفهومی دانش، تحلیل الگوهای همکاری پژوهشی و بررسی روندهای تحول موضوعی را فراهم می‌کنند. در گام نخست، داده‌های مرتبط با حوزه «تأثیر محیط فیزیکی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان» با استفاده از قابلیت جستجوی پیشرفته پایگاه وب‌آوساینس گردآوری شد.

پایگاه وب‌آوساینس یکی از معتبرترین و پرکاربردترین پایگاه‌های استنادی جهان است که میلیون‌ها مدرک علمی نمایه شده در مجلات معتبر بین‌المللی را در اختیار پژوهشگران قرار می‌دهد. پوشش گسترده، کیفیت بالای نمایه‌سازی، استانداردسازی اطلاعات کتاب‌شناختی و قابلیت انجام جستجوهای پیشرفته، این پایگاه را به یکی از منابع اصلی مطالعات علم‌سنجی و تحلیل‌های کتاب‌سنجی تبدیل کرده است (Cui et al., ۲۰۲۴). همچنین، امکان استفاده از عملگرهای بولی، فیلترهای موضوعی و بازیابی دقیق اطلاعات، استخراج مجموعه داده‌های مرتبط و معتبر را تسهیل می‌کند. اگرچه پایگاه اسکوپوس نیز از مهم‌ترین منابع گردآوری داده‌های علمی برای پژوهش‌های علم‌سنجی محسوب می‌شود و قابلیت‌های متعددی را در اختیار پژوهشگران قرار می‌دهد، در پژوهش حاضر پایگاه وب‌آوساینس به دلیل اعتبار علمی بالا، استانداردسازی داده‌ها و کاربرد گسترده آن در مطالعات کتاب‌سنجی به عنوان منبع اصلی گردآوری داده‌ها انتخاب شد. دلیل انتخاب وب‌آوساینس، دقت و یکپارچگی بالای داده‌ها، استانداردسازی قوی فراداده‌ها و پوشش تاریخی منسجم‌تر آن است. این ویژگی‌ها باعث می‌شود تحلیل‌های طولی و شبکه‌ای با خطای کمتر و قابلیت تکرارپذیری بالاتر انجام

۱ - Web of science

۲ - Vos viewer

۳ - biblioshiny

شوند. در مقابل، اگرچه اسکوپوس پوشش گسترده‌تری در سال‌های اخیر دارد، اما در داده‌های قدیمی‌تر از نظر یکنواختی و ثبات محدودیت‌هایی گزارش شده است که می‌تواند بر نتایج تحلیل‌های علم‌سنجی اثر بگذارد (Mongeon & Paul, ۲۰۱۶; Waltman, ۲۰۱۶; Hus, ۲۰۱۶). همچنین بسیاری از ابزارهای تحلیل علم‌سنجی با ساختار داده‌های وب‌آوساینس سازگاری بیشتری دارند و این موضوع دقت استخراج شبکه‌ها و تحلیل‌های موضوعی را افزایش می‌دهد (Aria & Cuccurullo, ۲۰۱۷).

بازه زمانی پژوهش از ابتدایی‌ترین پژوهش‌های ثبت شده در پایگاه وب‌آوساینس تا تاریخ جستجو ۱۱ خرداد ۱۴۰۵ در نظر گرفته شده است. اگرچه در بسیاری از مطالعات علم‌سنجی، بازه زمانی پس از سال ۲۰۰۰ به دلیل رشد چشمگیر تولیدات علمی مبنای تحلیل قرار می‌گیرد، در پژوهش حاضر با هدف دستیابی به تصویری جامع از سیر تحول دانش و شناسایی ریشه‌های اولیه مطالعات مرتبط با تأثیر محیط فیزیکی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان، تمامی مدارک نمایه شده از نخستین سال انتشار تا زمان انجام جستجو مورد بررسی قرار گرفتند. انتخاب سال ۱۹۸۴ به عنوان نقطه آغاز تحلیل بر این اساس صورت گرفت که قدیمی‌ترین مدرک بازایی شده در حوزه مورد مطالعه به این سال تعلق داشت. بنابراین، به جای تعیین یک بازه زمانی از پیش مشخص، کلیه اسناد موجود در پایگاه وب‌آوساینس از نخستین مدرک قابل دسترس تا تاریخ جستجو استخراج و تحلیل شدند. این رویکرد امکان شناسایی روند شکل‌گیری حوزه، ردیابی تحولات مفهومی، بررسی ظهور و افول موضوعات پژوهشی و تحلیل تکامل شبکه‌های همکاری علمی را در طول بیش از چهار دهه فراهم می‌سازد.

بررسی این بازه زمانی گسترده امکان شناسایی هم‌زمان موضوعات بنیان‌گذار و روندهای نوظهور را فراهم می‌کند و تصویری جامع از تحول حوزه ارائه می‌دهد. در نتیجه، مطالعه حاضر علاوه بر ترسیم وضعیت کنونی دانش، مسیر شکل‌گیری و توسعه پژوهش‌ها درباره تأثیر عوامل محیطی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان را در طول زمان نشان می‌دهد. این جستجو به صورت جدول ۱ انجام شد.

جدول ۱.

کلیدواژه‌های استفاده شده در پژوهش	
فرمول جستجو در وب‌آوساینس	TS=((classroom* OR "learning environment*" OR "educational environment*" OR "school environment*")AND (Attention OR concentration OR attentional OR cognition OR cognitive OR vigilance OR engagement)AND (daylight OR lighting OR illuminance OR "correlated color temperature" OR CCT OR color OR colour OR "visual clutter" OR noise OR acoustic* OR sound OR nature OR greenery OR vegetation OR plants OR biophilic OR "biophilic design" OR view OR landscape OR temperature OR humidity OR "thermal comfort" OR ventilation OR airflow OR "indoor air quality" OR CO ₂ OR density OR crowding OR privacy OR spatial OR layout OR furniture OR "classroom design")) and English (Languages) and Article (Document Types)

با توجه به فرمول جستجوی ارایه شده در جدول ۱، مقالاتی بازایی شدند که در بخش موضوع^۱ شامل ترکیبی از واژگان مرتبط با سه خوشه مفهومی بودند: (۱) محیط‌های آموزشی (۲) توجه و فرآیندهای شناختی و (۳) عوامل محیطی فیزیکی و ادراکی کلاس درس مانند نور، صدا، طبیعت، آسایش حرارتی، کیفیت هوا، تراکم و چیدمان فضایی.

علاوه بر این، بخشی از واژگان مربوط به عوامل محیطی پس از مرور اولیه ادبیات و به روش گلوله‌برفی^۲ از طریق

^۱ - Topic (TS)

^۲ -Snowballing

بررسی منابع مقالات کلیدی و ارجاعات آن‌ها استخراج و به استراتژی جستجو افزوده شد تا پوشش مفهومی جستجو کامل‌تر شود. این جستجو با استفاده از عملگر بولی AND برای ترکیب سه خوشه اصلی و عملگر OR برای پوشش مترادف‌ها و واژگان هم‌معنا در هر خوشه انجام شد تا جامعیت بازیابی افزایش یابد. همچنین محدودیت زبان انگلیسی و نوع مدرک مقالات اعمال شد تا فقط مقالات پژوهشی مرتبط وارد تحلیل شوند.

مقالات پژوهشی به دلیل برخورداری از ساختار استاندارد علمی، طی کردن فرآیند داوری همتا و ارائه اطلاعات کتاب‌شناختی کامل‌تر، از قابلیت اطمینان و قابلیت مقایسه‌پذیری بالاتری برخوردارند. این ویژگی‌ها زمینه را برای انجام تحلیل‌های دقیق‌تر و معتبرتر در مطالعات علم‌سنجی فراهم می‌کنند (Donthu et al., 2021; Aria & Cuccurullo, 2017). در تحلیل‌های کتاب‌سنجی، تفاوت‌های اساسی میان انواع مدارک پژوهشی باید مورد توجه قرار گیرد. برای مثال، مقالات مروری به دلیل ماهیت تجمیعی و تحلیلی خود معمولاً از نرخ استناد بالاتری برخوردارند، در حالی‌که مقالات همایشی و چکیده‌ها اغلب تنها یافته‌های اولیه را گزارش می‌کنند و از عمق محتوایی و پایداری استنادی کمتری برخوردارند (Moed, 2005).

از سوی دیگر، مدارکی مانند سرمقاله‌ها، چکیده‌ها، مجموعه‌مقالات همایش‌ها و مقالات مروری از نظر فرآیند داوری، میزان جامعیت محتوا و الگوی استناد با مقالات پژوهشی تفاوت‌های قابل توجهی دارند. این ناهمگونی در ماهیت و رفتار استنادی می‌تواند موجب ایجاد سوگیری در نتایج تحلیل‌های کتاب‌سنجی شود (Mongeon & Paul-Hus, 2016). به منظور جلوگیری از ایجاد این ناهمگونی و حفظ قابلیت اعتماد نتایج، محدودکردن داده‌ها به مقالات پژوهشی یک رویکرد رایج و پذیرفته‌شده در مطالعات کتاب‌سنجی محسوب می‌شود. بسیاری از پژوهش‌های پیشرو در حوزه علم‌سنجی نیز تأکید کرده‌اند که استفاده از مجموعه داده‌های همگن به‌ویژه با انتخاب نوع مدرک مقاله به افزایش روایی، کاهش خطای تحلیلی و بهبود قابلیت تکرارپذیری نتایج کمک می‌کند (Zupic & Čater, 2015).

با این حال، لازم است اشاره شود که حذف سایر انواع مدارک ممکن است بخشی از تولیدات علمی را پوشش ندهد؛ که این موضوع در محدودیت‌های پژوهش مورد توجه قرار گرفته است.

یافته‌های پژوهش

پاسخ به پرسش اول پژوهش: وضعیت تولیدات علمی، ویژگی‌های کتاب‌سنجی و جایگاه ایران در مقایسه با جهان در پژوهش‌های مرتبط با تاثیر محیط فیزیکی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان چگونه است؟

نتایج به دست آمده از داده‌های بازیابی شده نشان می‌دهد که بازه زمانی مطالعه از سال ۱۹۸۴ تا ۲۰۲۶ را پوشش می‌دهد و در این مدت ۹۳۳۰ مدرک از ۲۵۴۳ منبع علمی (شامل مجلات و سایر منابع) منتشر شده است. نرخ رشد سالانه ۱۷,۲۶ درصد بیانگر افزایش قابل توجه توجه پژوهشی به این حوزه در سال‌های اخیر است. میانگین عمر مقالات ۶,۸۱ سال و میانگین استناد به هر مدرک ۲۳,۶۴ نشان می‌دهد که تولیدات علمی این حوزه نسبتاً جدید بوده اما از میزان استنادپذیری مناسبی برخوردارند.

از نظر محتوایی، تعداد بالای کلیدواژه‌ها (۸۳۹۷ کلیدواژه نویسندگان و ۲۰۳۳۹ کلیدواژه تکمیلی) نشان دهنده تنوع مفهومی و گستردگی موضوعات پژوهشی در این حوزه است. در بخش نویسندگان نیز ۲۵۹۵۲ پژوهشگر در تولید این ادبیات نقش داشته‌اند که از میان آن‌ها ۱۶۳۵ نفر آثار تک‌نویس داشته‌اند. همچنین میانگین ۳,۳۸ همکار برای هر مقاله و سهم ۱۸,۷۹ درصدی همکاری‌های بین‌المللی نشان‌دهنده سطح متوسطی از همکاری علمی و روند رو به رشد تعاملات فرامرزی است.

به طور کلی، این داده‌ها بیانگر یک حوزه پژوهشی در حال رشد، متنوع و رو به گسترش با افزایش همکاری‌های علمی و توجه بین‌المللی است. نتایج طبقه‌بندی موضوعی نشان می‌دهد که این حوزه ماهیتی کاملاً میان‌رشته‌ای دارد، با این حال تمرکز اصلی آن بر حوزه آموزش است. در میان دسته‌های موضوعی، آموزش و پژوهش‌های آموزشی با ۴۲۳۳ رکورد (۴۵،۲۶ درصد) بیشترین سهم را به خود اختصاص داده و هسته اصلی این ادبیات پژوهشی را تشکیل می‌دهد. این امر نشان می‌دهد که بخش عمده مطالعات به طور مستقیم بر فرآیندهای آموزش و یادگیری متمرکز هستند. در ادامه، حوزه‌های زبان‌شناسی (۷،۰۷ درصد)، علوم تربیتی (۶،۴۴ درصد) و روان‌شناسی تربیتی (۶،۳۲ درصد) در رتبه‌های بعدی قرار دارند که بیانگر پیوند قوی میان آموزش، زبان و روان‌شناسی یادگیری است. همچنین حضور قابل توجه حوزه‌های علوم محیطی (۶،۰۲ درصد)، فناوری ساختمان (۵،۷۹ درصد) و بهداشت محیطی و شغلی (۴،۰۶ درصد) نشان‌دهنده توجه جدی پژوهش‌ها به عوامل محیطی و فیزیکی مؤثر بر یادگیری است.

علاوه بر این، مشارکت حوزه‌های مهندسی، علوم رایانه و علوم اجتماعی میان‌رشته‌ای بیانگر تنوع رویکردهای روش‌شناختی و گسترش همکاری میان رشته‌های مختلف است. حضور شاخه‌های گوناگون روان‌شناسی نیز اهمیت مؤلفه‌های شناختی مانند توجه و یادگیری را در این حوزه برجسته می‌کند. در مجموع، این توزیع موضوعی نشان می‌دهد که ادبیات این حوزه در تقاطع آموزش، روان‌شناسی، علوم محیطی و مهندسی شکل گرفته و به صورت میان‌رشته‌ای در حال گسترش است؛ به گونه‌ای که هم ابعاد شناختی یادگیری و هم ویژگی‌های فیزیکی محیط آموزشی را به طور هم‌زمان پوشش می‌دهد.

همانند مجموعه داده جهانی، پژوهش‌های مرتبط با ایران نیز عمدتاً در حوزه‌های ساخت و ساز و مهندسی عمران متمرکز شده‌اند، اما با مقیاس بسیار کوچک‌تر. در این داده‌ها، فناوری ساختمان و ساخت و ساز با ۵۵ سند و مهندسی عمران با ۳۳ سند، دو موضوع اصلی را تشکیل می‌دهند. این دو زمینه با موضوعات محیط زیست و انرژی هم‌پوشانی دارند، به طوری که سوخت‌های انرژی با ۳۲ سند و معماری و ترمودینامیک هرکدام با ۱۴ سند در جایگاه‌های بعدی قرار دارند. شاخه‌های دیگری مانند علم و فناوری سبز و پایدار، سلامت عمومی، محیطی و شغلی جایگاه‌های بعدی را شامل می‌شوند. به طور کلی، پژوهش‌های مرتبط با ایران از نظر موضوعی شبیه به روند جهانی مجموعه داده هستند، با این تفاوت که مقیاس کلی اسناد بسیار کوچک‌تر است و تعداد موضوعات فرعی کمتر و کم‌اهمیت‌تر است، همچنین اهمیت معماری و ترمودینامیک در ایران و قرارگیری این دو در مرتبه چهارم نشان از اهمیت بیشتر این پژوهش‌ها نسبت به روند جهانی دارد.

نتایج تحلیل داده‌های ایران نشان می‌دهد که بازه زمانی مطالعات از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۲۶ را پوشش می‌دهد و در این مدت ۹۵ مدرک از ۷۱ منبع علمی منتشر شده است.

از آنجا که نخستین مدارک نمایه شده ایران در این حوزه از سال ۲۰۰۸ آغاز شده است، استفاده از کل دوره زمانی جهانی (۱۹۸۴-۲۰۲۶) می‌توانست منجر به سوگیری در مقایسه شاخص‌های علم‌سنجی شود. بنابراین، به منظور افزایش اعتبار روش‌شناختی و قابلیت مقایسه، داده‌های جهانی نیز با همان بازه زمانی ۲۰۰۸ تا ۲۰۲۶ استخراج و تحلیل شد. از این رو، تمامی شاخص‌های جدول ۲ براساس بازه زمانی یکسان محاسبه شده‌اند و نتایج حاصل از آن‌ها از قابلیت مقایسه مستقیم برخوردار است.

جدول ۲ مقایسه شاخص‌های علم‌سنجی ایران و جهان را در بازه زمانی یکسان ۲۰۰۸ تا ۲۰۲۶ نشان می‌دهد. نتایج بیانگر

آن است که در سطح جهانی، این حوزه از نظر تعداد مدارک (۸۶۴۸ مدرک)، تنوع منابع (۲۴۰۶ منبع)، تعداد نویسندگان (۲۴۵۹۳ نفر) و گستردگی کلیدواژه‌ها، از حجم و بلوغ علمی بیشتری نسبت به ایران برخوردار است. با وجود این، نرخ رشد سالانه تولیدات علمی در ایران (۱۲،۲۵ درصد) اندکی بالاتر از میانگین جهانی (۱۲،۱۷ درصد) است که نشان‌دهنده توسعه نسبتاً سریع این حوزه در سال‌های اخیر است. همچنین، میانگین سن مدارک ایرانی (۳،۲۵ سال) در برابر (۵،۳۲ سال) حاکی از نوظهور بودن پژوهش‌های داخلی است. از سوی دیگر، میانگین نویسندگان هر مقاله در ایران (۳،۵۹) اندکی بیشتر از جهان (۳،۴۴) و سهم همکاری‌های بین‌المللی (۴۲،۱۱ درصد) بیش از دو برابر میانگین جهانی (۱۹،۶۵ درصد) است که بیانگر نقش پررنگ همکاری‌های بین‌المللی در توسعه این حوزه در ایران است. با این حال، میانگین استناد به هر مقاله در ایران (۱۳،۱۵) همچنان کمتر از میانگین جهانی (۱۹،۷۵) بوده که می‌تواند ناشی از جدیدتر بودن تولیدات علمی کشور و فرصت کمتر آن‌ها برای دریافت استناد باشد. در مجموع، نتایج جدول نشان می‌دهد که اگرچه پژوهش‌های ایران از نظر حجم و تأثیر علمی هنوز فاصله قابل توجهی با سطح جهانی دارند، اما روند رشد و میزان همکاری‌های علمی بین‌المللی، ظرفیت مناسبی برای توسعه این حوزه در سال‌های آینده فراهم کرده است.

جدول ۲.

مقایسه شاخص‌های کتاب‌سنجی (ایران و جهان) پژوهش‌های تأثیر عوامل محیطی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان			
مقایسه	ایران (۲۰۰۸-۲۰۲۶)	جهان (۲۰۰۸-۲۰۲۶)	شاخص
بازه زمانی یکسان	۲۰۰۸-۲۰۲۶	۲۰۰۸-۲۰۲۶	بازه زمانی
تنوع منابع جهانی بسیار بیشتر	۷۱	۲۴۰۶	تعداد منابع
حجم تولیدات جهانی بسیار بالاتر	۹۵	۸۶۴۸	تعداد مدارک
نرخ رشد ایران اندکی بالاتر	۱۲،۲۵	۱۲،۱۷	نرخ رشد سالانه (%)
مدارک ایران جدیدتر هستند	۳،۲۵	۵،۳۲	میانگین سن مدارک (سال)
استنادپذیری جهانی بالاتر	۱۳،۱۵	۱۹،۷۵	میانگین استناد به هر مقاله
تنوع مفهومی جهانی بسیار بیشتر	۴۳۴	۱۹۸۳۵	کلیدواژه‌های نویسندگان
گسترده‌گی مفهومی جهانی بیشتر	۳۳۷	۷۹۷۱	کلیدواژه‌های مکمل ^۱
جامعه علمی جهانی بسیار گسترده‌تر	۳۱۷	۲۴۵۹۳	تعداد نویسندگان
تک‌نویسی در ایران بسیار محدود	۵	۱۴۹۴	مقالات تک‌نویس
همکاری علمی در ایران اندکی بیشتر	۳،۵۹	۳،۴۴	میانگین نویسنده در هر مقاله
همکاری بین‌المللی ایران بیش از دو برابر میانگین جهانی	۴۲،۱۱	۱۹،۶۵	همکاری بین‌المللی (%)
نوع غالب مدارک در هر دو مجموعه، مقاله پژوهشی است	۸۸	۷۹۶۹	مقالات پژوهشی
سهم مقالات کنفرانسی در هر دو مجموعه اندک است	۱	۴۶	مقالات کنفرانسی
تنوع انواع مدارک در سطح جهانی بیشتر است	بسیار محدود	متنوع	سایر انواع مدارک

جدول ۳ نشان می‌دهد که مؤسسات پیشرو جهان در حوزه پژوهش‌های مرتبط با نور روز در ساختمان‌های اداری عمدتاً دانشگاه‌ها و نظام‌های دانشگاهی بزرگ آمریکا و انگلستان هستند. دانشگاه کالیفرنیا با ۲۷۹ سند در جایگاه نخست قرار

دارد و پس از آن سامانه آموزش عالی پنسیلوانیا (۲۰۷ سند)، دانشگاهی ایالت فلوریدا (۲۰۴ سند) و دانشگاه لندن (۲۰۳ سند) قرار گرفته‌اند. این نتایج بیانگر تمرکز بالای تولیدات علمی در دانشگاه‌های بزرگ و شبکه‌های پژوهشی بین‌المللی است.

در ایران، دانشگاه آزاد اسلامی با ۱۸ سند بیشترین سهم را در تولیدات علمی این حوزه دارد و پس از آن دانشگاه گلستان و دانشگاه علوم پزشکی شیراز هر یک با ۱۰ سند قرار گرفته‌اند. همچنین حضور چندین دانشگاه علوم پزشکی در میان مؤسسات برتر ایران نشان می‌دهد که پژوهش‌های داخلی علاوه بر ابعاد معماری و انرژی، به پیامدهای سلامت، کیفیت محیط داخلی و اثرات فیزیولوژیکی نور طبیعی نیز توجه داشته‌اند.

به طور کلی، در سطح جهانی «تمرکز در دانشگاه‌های پیشرو» و در ایران «پراکندگی میان مؤسسات متعدد» مشاهده می‌شود.

جدول ۳.

۱۰ مؤسسه علمی برتر ایران و جهان در انتشار اسناد مربوط به تاثیر عوامل محیطی بر توجه دانش‌آموزان تا کنون (۳ می ۲۰۲۶)				
رتبه	جهان	تعداد اسناد	ایران	تعداد اسناد
۱	University of California System	۲۷۹	دانشگاه آزاد اسلامی	۱۸
۲	Pennsylvania Commonwealth System of Higher Education (PCSHE)	۲۰۷	دانشگاه گلستان	۱۰
۳	State University System of Florida	۲۰۴	دانشگاه علوم پزشکی شیراز	۱۰
۴	University of London	۲۰۳	دانشگاه علوم پزشکی مازندران	۹
۵	University System of Ohio	۱۶۰	دانشگاه علوم پزشکی ایران	۶
۶	Harvard University	۱۵۱	دانشگاه علوم پزشکی تهران	۶
۷	University System of Georgia	۱۳۰	دانشگاه علوم پزشکی همدان	۵
۸	University College London	۱۲۳	دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز	۴
۹	University of Texas System	۱۰۵	دانشگاه خوارزمی	۴
۱۰	Pennsylvania State University	۱۰۲	دانشگاه شیراز	۴

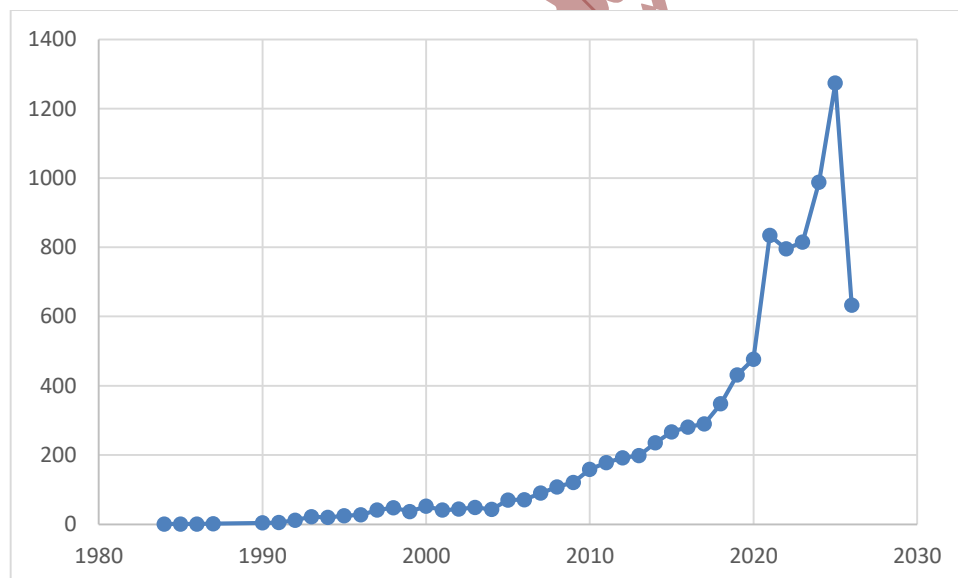
در مرحله بعد، کلیه اطلاعات کتاب‌شناختی مقالات استخراج شده شامل عنوان کامل، نام نویسندگان، نشریه و سایر مشخصات مرتبط، به صورت فایل‌های مجزا سازمان‌دهی و ذخیره شد. سپس این داده‌ها به منظور انجام تحلیل‌های علم‌سنجی در نرم‌افزار ووس و یوور و همچنین بسته بیلومتریکس در نرم‌افزار آر^۱ وارد شدند تا با استفاده از این نرم‌افزارها، تجزیه و تحلیل اطلاعات و ترسیم نقشه‌های موضوعی و روابط بین آن‌ها مورد بررسی قرار گیرد. در این نرم‌افزارها، داده‌ها مورد پردازش قرار گرفت و امکان ترسیم نقشه‌های علمی، تحلیل شبکه‌ای و شناسایی خوشه‌های موضوعی فراهم شد؛ به گونه‌ای که روابط میان مفاهیم، نویسندگان و منابع منتشر شده در حوزه مورد بررسی به صورت ساختاریافته تحلیل و تبیین گردید.

پاسخ به پرسش دوم پژوهش: روند رشد و تکامل ادبیات علمی قلمرو تاثیر محیط فیزیکی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان چگونه بوده است؟

بررسی روند زمانی انتشار پژوهش‌های مرتبط با تأثیر محیط فیزیکی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان نشان می‌دهد که این حوزه طی چهار دهه اخیر رشد قابل توجهی را تجربه کرده است (نمودار ۱). نخستین اسناد نمایه شده در پایگاه وب‌آوساینس به سال ۱۹۸۴ باز می‌گردد، اما تا پایان دهه ۱۹۹۰ تعداد انتشارات سالانه بسیار محدود بوده و معمولاً کمتر از ۵۰ مدرک در سال است. از ابتدای دهه ۲۰۰۰ روند افزایشی تولیدات علمی آغاز شد و تعداد مقالات از ۵۲ مدرک در سال ۲۰۰۰ به ۱۰۸ مدرک در سال ۲۰۰۸ رسید.

از سال ۲۰۱۰ به بعد، شیب رشد انتشار مقالات افزایش یافته است؛ به گونه‌ای که تعداد مدارک از ۱۵۹ مقاله در سال ۲۰۱۰ به ۴۷۷ مقاله در سال ۲۰۲۰ و ۸۳۴ مقاله در سال ۲۰۲۱ افزایش یافته است. این روند در سال‌های اخیر نیز ادامه یافته و تعداد اسناد به ۷۹۵ مقاله در سال ۲۰۲۲، ۹۸۸ مقاله در سال ۲۰۲۴ و ۱۲۷۴ مقاله در سال ۲۰۲۵ رسیده است. بنابراین، بیشترین حجم تولیدات علمی این حوزه در سال ۲۰۲۵ مشاهده می‌شود که حدود ۱۳,۷ درصد از کل مدارک مورد بررسی را شامل می‌شود.

به طور کلی، روند انتشار اسناد نشان دهنده سه دوره زمانی است: دوره شکل‌گیری اولیه (۱۹۸۴-۲۰۰۰) با تولیدات محدود، دوره رشد تدریجی (۲۰۰۱-۲۰۱۵) با افزایش آرام تعداد مقالات، و دوره رشد شتابان (۲۰۱۶-۲۰۲۵) که با افزایش قابل توجه تولیدات علمی همراه بوده است. کاهش تعداد مدارک در سال ۲۰۲۶ به دلیل آن است که داده‌های این پژوهش تا ۳ مه ۲۰۲۶ (۱۱ خرداد ۱۴۰۵) استخراج شده‌اند و سال ۲۰۲۶ هنوز کامل نشده است؛ بنابراین این کاهش بیانگر افت واقعی تولیدات علمی نیست.



شکل ۱: روند سالانه انتشار اسناد علمی مرتبط با تأثیر محیط فیزیکی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان در پایگاه استنادی وب آف ساینس (۱۹۸۴ تا ۳ مه ۲۰۲۶)

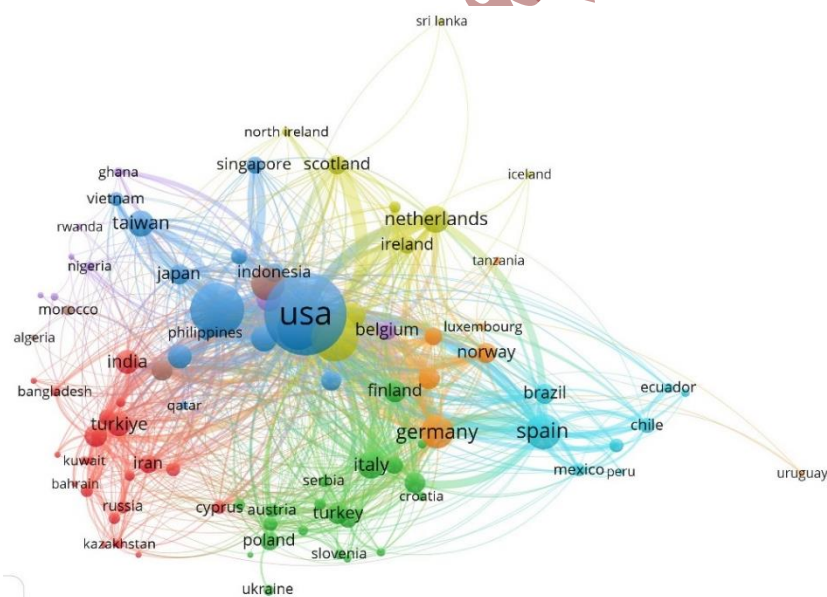
پاسخ به پرسش سوم پژوهش: ساختار شبکه همکاری‌های علمی و توزیع جغرافیایی تولید دانش در پژوهش‌های مرتبط با تأثیر محیط فیزیکی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان چگونه است و کدام نشریات به عنوان مجاری اصلی انتشار این پژوهش‌ها شناخته می‌شوند؟

تحلیل شبکه همکاری کشورها نشان می‌دهد پژوهش‌های مرتبط با تأثیر محیط فیزیکی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان از ساختار همکاری بین‌المللی گسترده‌ای برخوردار است. در این شبکه، ایالات متحده آمریکا به عنوان مهم‌ترین و اثرگذارترین گره همکاری علمی شناخته می‌شود. اندازه بزرگ گره آمریکا و تعداد بالای پیوندهای آن با دیگر کشورها

نشان دهنده نقش محوری این کشور در تولید دانش و تسهیل همکاری‌های بین‌المللی این حوزه است. آمریکا با طیف وسیعی از کشورهای اروپایی، آسیایی و آمریکای لاتین در ارتباط بوده و مرکز ثقل شبکه جهانی پژوهش را تشکیل می‌دهد.

همچنین نتایج نشان می‌دهد؛ چند خوشه جغرافیایی متمایز در شبکه همکاری‌ها قابل شناسایی است. خوشه اروپای غربی با محوریت آلمان، ایتالیا، فنلاند، اتریش و لهستان یکی از متراکم‌ترین شبکه‌های همکاری را تشکیل می‌دهد. در کنار آن، خوشه‌ای متشکل از هلند، ایرلند، اسکاتلند و بلژیک نیز مشاهده می‌شود که همکاری‌های علمی نزدیکی با آمریکا دارد. در بخش دیگری از شبکه، اسپانیا به عنوان هاب اصلی کشورهای آمریکای لاتین شامل برزیل، شیلی، اکوادور، پرو، مکزیک و اروگوئه عمل می‌کند و نقش مهمی در انتقال دانش میان اروپا و آمریکای لاتین دارد.

در منطقه آسیا نیز کشورهای ژاپن، تایوان، سنگاپور، اندونزی و فیلیپین شبکه‌ای پویا از همکاری‌های علمی را شکل داده‌اند. افزون بر این، ترکیه، ایران، هند، روسیه، قزاقستان و کشورهای حوزه خاورمیانه در خوشه‌ای مستقل قرار گرفته‌اند که بیانگر رشد سهم کشورهای در حال توسعه در این حوزه پژوهشی است. حضور فعال ایران در این خوشه نشان می‌دهد پژوهشگران ایرانی به تدریج در حال پیوستن به جریان بین‌المللی مطالعات محیط‌های آموزشی هستند. از منظر کشورهای پیشرو، آمریکا، اسپانیا، آلمان، هلند، ایتالیا، ژاپن، تایوان و ترکیه از برجسته‌ترین بازیگران این حوزه محسوب می‌شوند. این کشورها علاوه بر حجم بالایی تولیدات علمی، از نظر تعداد ارتباطات بین‌المللی نیز در جایگاه‌های مرکزی شبکه قرار دارند و نقش مهمی در شکل‌دهی به جریان‌های پژوهشی ایفا می‌کنند.



شکل ۲. همکاری‌های بین‌المللی بین کشورها در زمینه تأثیر محیط فیزیکی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان

جدول ۴.

۱۰ کشور برتر در انتشار اسناد مربوط به تأثیر محیط فیزیکی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان

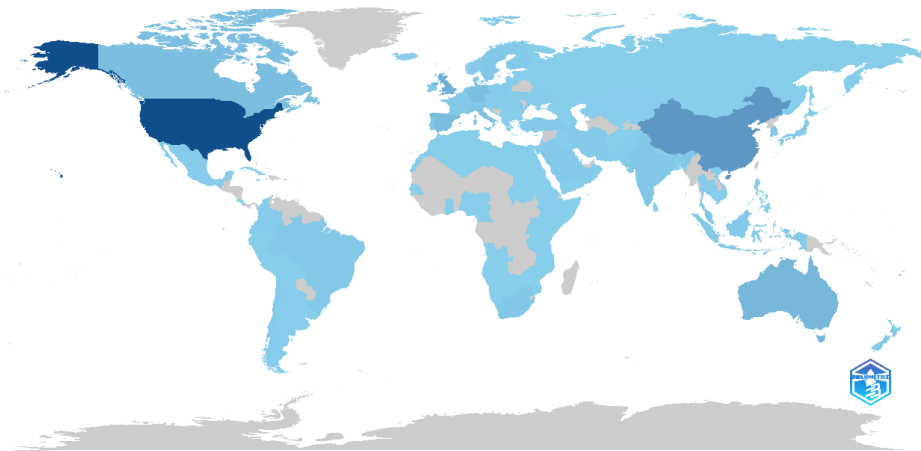
رتبه	کشور	تعداد اسناد	رتبه	کشور	تعداد اسناد
۱	آمریکا	۶۰۹۷	۶	کانادا	۷۰۵
۲	چین	۲۴۸۱	۷	آلمان	۶۵۷
۳	انگلستان	۱۳۹۷	۸	ایتالیا	۴۲۴
۴	استرالیا	۱۰۲۹	۹	هلند	۳۸۸
۵	اسپانیا	۸۰۹	۱۰	کره جنوبی	۳۵۱

بررسی توزیع جغرافیایی تولیدات علمی نشان می‌دهد که ایالات متحده آمریکا با ۶۰۹۷ مدرک در رتبه نخست قرار دارد و با فاصله قابل توجهی نسبت به سایر کشورها، مهم‌ترین تولیدکننده دانش در حوزه تأثیر محیط فیزیکی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان محسوب می‌شود. پس از آن، چین با ۲۴۸۱ مدرک، انگلستان با ۱۳۹۷ مدرک و استرالیا با ۱۰۲۹ مدرک در رتبه‌های دوم تا چهارم قرار دارند. همچنین اسپانیا (۸۰۹ مدرک)، کانادا (۷۰۵ مدرک)، آلمان (۶۵۷ مدرک)، ایتالیا (۴۲۴ مدرک)، هلند (۳۸۸ مدرک) و کره جنوبی (۳۵۱ مدرک) سایر کشورهای پیشرو این حوزه را تشکیل می‌دهند. نتایج تحلیل کشورها نشان داد که ایران با ۱۹۰ مدرک در رتبه بیست‌ویکم تولیدات علمی حوزه تأثیر محیط فیزیکی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان قرار دارد. اگرچه ایران در میان ده کشور نخست تولیدکننده دانش این حوزه مشاهده نمی‌شود، اما حضور آن در میان کشورهای فعال نشان‌دهنده مشارکت قابل توجه پژوهشگران ایرانی در توسعه این زمینه مطالعاتی است.

بررسی نقشه هم‌نویسندگی کشورها نشان می‌دهد؛ ایران در خوشه‌ای متشکل از کشورهای ترکیه، هند، مصر، عراق، قبرس، بحرین، عربستان سعودی، روسیه، پاکستان، عمان، امارات متحده عربی و ازبکستان قرار گرفته است. این الگو نشان می‌دهد همکاری‌های علمی ایران عمدتاً در سطح منطقه‌ای و با کشورهای آسیایی و خاورمیانه‌ای شکل گرفته است. در این خوشه، ترکیه و هند از مهم‌ترین شرکای علمی ایران محسوب می‌شوند و نقش واسط میان کشورهای منطقه و شبکه جهانی پژوهش را ایفا می‌کنند. همچنین وجود پیوندهای همکاری با کشورهای عربی حاشیه خلیج فارس، روسیه و پاکستان نشان‌دهنده گسترش تدریجی تعاملات علمی ایران در سطح منطقه است.

با این حال، مقایسه اندازه گره ایران با کشورهای پیشرو نظیر آمریکا، چین، انگلستان، استرالیا و آلمان نشان می‌دهد که سهم ایران از تولیدات علمی جهانی این حوزه همچنان محدود است. افزون بر این، موقعیت ایران در حاشیه نسبی شبکه و فاصله آن از گره‌های مرکزی بیانگر آن است که میزان همکاری مستقیم با کشورهای پیشرو و هسته اصلی تولید دانش هنوز در سطح مطلوب قرار ندارد.

به طور کلی، جایگاه ایران را می‌توان در مرحله «توسعه و تثبیت حضور علمی» ارزیابی کرد؛ به این معنا که کشور توانسته است در شبکه بین‌المللی پژوهش‌های مرتبط با محیط‌های آموزشی حضور مؤثری داشته باشد، اما برای ارتقای جایگاه جهانی خود نیازمند افزایش همکاری‌های بین‌المللی با کشورهای پیشرو، مشارکت در پروژه‌های مشترک فرامرزی و انتشار نتایج پژوهش‌ها در مجلات معتبر بین‌المللی است.



شکل ۳: نقشه پراکندگی جغرافیایی تولیدات علمی تأثیر محیط فیزیکی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان

بررسی منابع انتشار نشان داد پژوهش‌های مرتبط با تأثیر محیط فیزیکی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان عمدتاً در مجلات میان‌رشته‌ای حوزه‌های معماری، محیط ساخته‌شده، آموزش، روان‌شناسی و فناوری آموزشی منتشر شده‌اند. در میان منابع مورد بررسی، مجله ساختمان و محیط زیست^۱ با ۱۸۹ مقاله در رتبه نخست قرار دارد که نشان دهنده نقش محوری مطالعات محیطی و ویژگی‌های فیزیکی فضاهای آموزشی در توسعه این حوزه پژوهشی است. این مجله به طور ویژه بر کیفیت محیط داخلی ساختمان‌ها، آسایش محیطی، نور، تهویه، آکوستیک و عوامل فیزیکی مؤثر بر عملکرد کاربران تمرکز دارد. در رتبه دوم، رایانه‌ها و آموزش^۲ با ۱۵۱ مقاله قرار گرفته است که بیانگر اهمیت روزافزون فناوری‌های آموزشی و محیط‌های یادگیری دیجیتال در پژوهش‌های مرتبط با توجه دانش‌آموزان است. همچنین مجلات مرزهای روان‌شناسی^۳ (۱۲۵ مقاله) و مرزهای آموزش^۴ (۱۱۵ مقاله) در رتبه‌های بعدی قرار دارند که نشان می‌دهد تبیین سازوکارهای شناختی، روان‌شناختی و آموزشی توجه، یکی از محورهای اصلی این حوزه پژوهشی محسوب می‌شود. حضور مجلات علوم تربیتی^۵، آموزش و فناوری‌های اطلاعات^۶، مجله آموزش شیمی^۷ و مجله پژوهش در آموزش علوم^۸ نشان می‌دهد بخش مهمی از مطالعات در بستر آموزش علوم، محیط‌های یادگیری و فناوری‌های آموزشی انجام شده است. افزون بر این، قرار گرفتن مجلات پایداری^۹ و هوای داخلی^{۱۰} در میان منابع برتر، بیانگر توجه پژوهشگران به پایداری محیط‌های آموزشی، کیفیت هوای داخل ساختمان و سلامت محیطی به عنوان عوامل مؤثر بر یادگیری و توجه دانش‌آموزان است.

به طور کلی، توزیع مقالات در میان مجلات برتر نشان می‌دهد حوزه تأثیر محیط فیزیکی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان ماهیتی کاملاً میان‌رشته‌ای دارد و در نقطه تلاقی معماری و محیط ساخته‌شده، علوم تربیتی، روان‌شناسی

۱ - Building and Environment

۲ - Computers & Education

۳ - Frontiers in Psychology

۴ - Frontiers in Education

۵ - Education Sciences

۶ - Education and Information Technologies

۷ - Journal of Chemical Education

۸ - Journal of Research in Science Teaching

۹ - Sustainability

۱۰ - Indoor Air

شناختی، فناوری آموزشی و سلامت محیطی قرار گرفته است. غلبه مجلات مرتبط با محیط ساختمان و آموزش بر فهرست منابع پیشرو نیز نشان می‌دهد پژوهشگران بیش از هر چیز بر بررسی چگونگی تأثیر ویژگی‌های فیزیکی محیط یادگیری بر فرایندهای شناختی و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان تمرکز داشته‌اند.

جدول ۵.

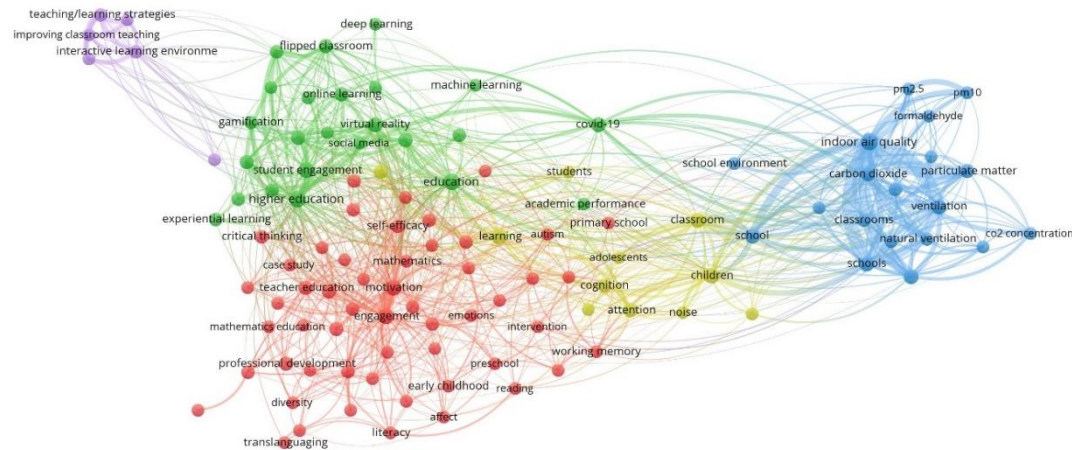
۱۰ نشریه و مجلات برتر در زمینه تأثیر محیط فیزیکی کلاس در س بر توجه دانش‌آموزان		
رتبه	مجله (منبع)	تعداد مقالات
۱	Building and Environment	۱۸۹
۲	Computers & Education	۱۵۱
۳	Frontiers in Psychology	۱۲۵
۴	Frontiers in Education	۱۱۵
۵	Education Sciences	۹۷
۶	Sustainability	۹۱
۷	Education and Information Technologies	۸۸
۸	Journal of Chemical Education	۸۱
۹	Journal of Research in Science Teaching	۷۹
۱۰	Indoor Air	۷۳

پاسخ به پرسش چهارم پژوهش: ساختار مفهومی حوزه تأثیر محیط فیزیکی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان بر اساس شبکه هم‌رخداری کلیدواژه‌ها چگونه شکل گرفته و روند تکامل موضوعات پژوهشی آن در طول زمان چگونه بوده است؟

به منظور شناسایی ساختار مفهومی، تحلیل هم‌رخداری کلیدواژه‌های نویسندگان^۱ در نرم‌افزار ووس ویور انجام شد. از مجموع ۲۰۳۳۹ کلیدواژه استخراج شده از ۹۳۳۰ مدرک، حداقل فراوانی وقوع کلیدواژه‌ها برابر با ۳۰ در نظر گرفته شد تا واژگان کم‌کاربرد حذف و خوانایی شبکه افزایش یابد. در نتیجه، ۱۱۴ کلیدواژه واجد شرایط ورود به تحلیل بودند و برای ترسیم نقشه هم‌رخداری و شناسایی خوشه‌های موضوعی مورد استفاده قرار گرفتند. این رویکرد امکان آشکارسازی ساختار مفهومی حوزه و روابط میان مهم‌ترین موضوعات پژوهشی را فراهم ساخت. وارد کردن همه این کلمات به نرم‌افزار، شبکه را به شدت شلوغ، ناخوانا و تحلیل آن را غیرممکن می‌کرد. در مطالعات مشابه از فرمول ریاضی قانون بردفورد استفاده کردند تا مرز بین منطقه هسته و سایر مناطق را پیدا کنند (Danesh et al., ۲۰۲۰). مطالعات پیشین نشان داده‌اند که انتخاب آستانه تکرار، با هدف کاهش نویز داده‌ها، حذف واژگان کم‌اهمیت و افزایش وضوح ساختار مفهومی شبکه انجام می‌شود (Donthu et al., ۲۰۲۱).

تحلیل هم‌رخداری کلیدواژه‌ها منجر به شناسایی پنج خوشه موضوعی اصلی شد که ساختار مفهومی را نمایان می‌سازند. نتایج نشان داد که پژوهش‌ها در دو جریان عمده توسعه یافته‌اند. جریان نخست شامل خوشه‌های «روانشناسی تربیتی و آموزش فراگیر»، «فناوری‌های نوین آموزشی و هوش مصنوعی» و «راهنمای نوین تدریس» است که بر ابعاد آموزشی، شناختی و فناوریانه یادگیری تمرکز دارند. جریان دوم شامل خوشه‌های «کیفیت محیط داخلی و سلامت محیطی مدارس»

و «محیط فیزیکی یادگیری، شناخت و توجه دانش‌آموزان» است که به بررسی اثر عوامل محیطی نظیر کیفیت هوا، تهویه، آسایش حرارتی، نویز و ویژگی‌های فیزیکی کلاس درس بر عملکرد شناختی و توجه دانش‌آموزان می‌پردازد.



شکل ۴. ساختار شبکه واژگان پرتکرار در زمینه تاثیر محیط فیزیکی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان

در میان خوشه‌ها، خوشه «محیط فیزیکی یادگیری، شناخت و توجه دانش‌آموزان» بیشترین ارتباط را با مسئله اصلی پژوهش حاضر دارد. حضور هم‌زمان کلیدواژه‌هایی نظیر *classroom*, *cognitive performance*, *cognition*, *attention* و *noise* نشان می‌دهد که توجه پژوهشگران به تدریج از مطالعه صرف فرایندهای آموزشی به سمت بررسی نقش محیط فیزیکی در شکل‌دهی پیامدهای شناختی و رفتاری دانش‌آموزان معطوف شده است. همچنین شکل‌گیری خوشه مستقل «کیفیت محیط داخلی و سلامت محیطی مدارس» بیانگر افزایش اهمیت متغیرهای محیطی همچون کیفیت هوا، تهویه و آسایش حرارتی در پژوهش‌های آموزشی معاصر است.

جدول شماره ۶ حاصل تحلیل موضوعی کلیدواژه‌های نویسندگان در مجموعه ۹۳۳۰ مدرک علمی است. بدین منظور، از میان ۲۰۳۳۹ کلیدواژه استخراج شده، واژگان مرتبط با ویژگی‌های محیط فیزیکی کلاس درس انتخاب و بر اساس شباهت مفهومی در چند دسته موضوعی طبقه‌بندی شدند. سپس فراوانی هر کلیدواژه و مجموع فراوانی کلیدواژه‌های هر دسته محاسبه شد تا میزان تمرکز پژوهش‌های موجود بر عوامل مختلف محیطی مؤثر بر یادگیری و توجه دانش‌آموزان مشخص گردد. تحلیل فراوانی عوامل محیطی نشان داد که تمرکز اصلی پژوهش‌های حوزه محیط فیزیکی کلاس درس بر کیفیت هوا و تهویه بوده است. این عامل با مجموع فراوانی ۱۵۰۳، فاصله قابل توجهی با سایر مؤلفه‌های محیطی دارد. پس از آن، آسایش حرارتی (۳۵۹)، آکوستیک و نویز (۳۱۱) و طبیعت و فضای سبز (۳۰۳) قرار گرفته‌اند. در مقابل، نور و روشنایی با فراوانی ۱۰۰ کمترین میزان توجه را در میان عوامل اصلی محیطی به خود اختصاص داده است.

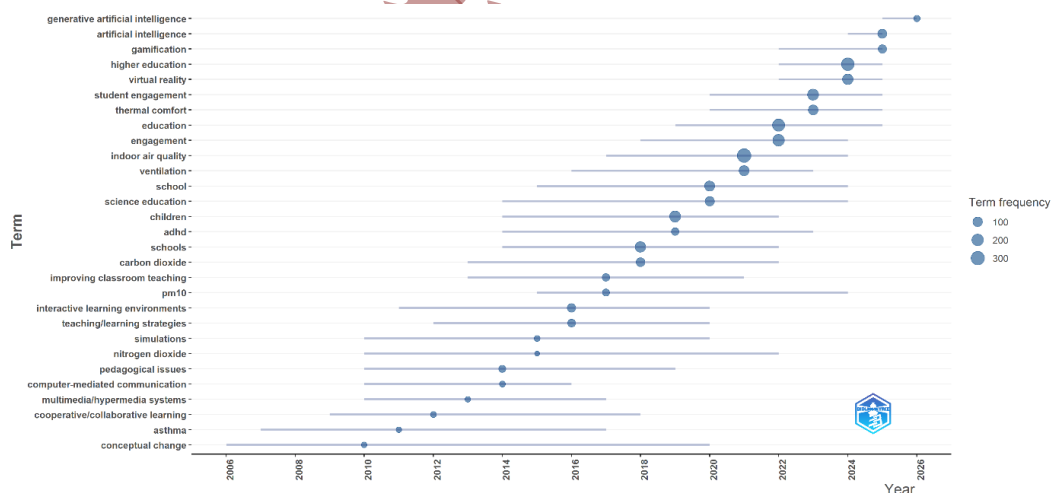
جدول ۶.

فراوانی عوامل تاثیر محیط فیزیکی کلاس درس در س کلیدواژه‌های شاخص در پژوهش‌های مرتبط با توجه دانش‌آموزان		
کلیدواژه‌های اصلی شاخص (به همراه تعداد تکرار هر کدام)	مجموع فراوانی	فاکتور محیطی
indoor air quality (۳۲۴) • ventilation (۱۳۳) • particulate matter (۸۵) • carbon dioxide (۷۵) • natural ventilation (۶۹) • co ₂ (۴۷) • pm _{2.5} (۴۰) • indoor air (۳۵) • air pollution (۲۹)	۱,۵۰۳	کیفیت هوا و تهویه
thermal comfort (۱۱۷) • temperature (۲۱) • thermal sensation (۱۰) • relative humidity (۹) • thermal environment (۸) • humidity (۶) • thermal conditions (۵)	۳۵۹	گرم، سرما و رطوبت (آسایش حرارتی)

صدا و آکوستیک	۳۱۱	noise (۴۱) • classroom acoustics (۱۷) • acoustics (۱۱) • acoustic comfort (۵) • noise pollution (۵) • soundscape (۵) • white noise (۵)
طبیعت، منظر و فضای سبز	۳۰۳	outdoor learning (۱۳) • outdoor education (۱۰) • green space (۷) • biophilic design (۶) • nature-based learning (۶) • green school (۴)
معماری، طراحی فضا و چیدمان	۱۶۷	classroom design (۲۲) • architecture (۸) • built environment (۷) • neuro-architecture (۶) • school architecture (۶) • physical environment (۵) • school design (۵)
نور و روشنایی	۱۰۰	lighting (۱۰) • daylight (۶) • visual comfort (۶) • light (۴) • daylighting (۳) • classroom lighting (۲) • circadian lighting (۲)

بررسی جزئی تر کلیدواژه‌ها نشان داد که مفاهیمی نظیر daylighting، daylight، classroom lighting و visual comfort فراوانی بسیار محدودی دارند. همچنین کلیدواژه‌های مرتبط با طراحی زیست‌دوستانه و محیط‌های ترمیم‌کننده از جمله green space، biophilic design، nature-based learning نیز در مقایسه با موضوعات غالب حوزه از حضور کمتری برخوردارند. این یافته حاکی از آن است که بخش عمده ادبیات موجود بر ابعاد فیزیولوژیک محیط یادگیری متمرکز بوده و نقش ویژگی‌های دیداری و طبیعی محیط کلاس درس در بهبود توجه و عملکرد شناختی دانش‌آموزان هنوز به اندازه کافی مورد بررسی قرار نگرفته است. از این رو، مطالعه تأثیر اشکال مختلف حضور طبیعت و کیفیت‌های دیداری محیط آموزشی می‌تواند یکی از مهم‌ترین مسیرهای آینده پژوهش در این حوزه باشد.

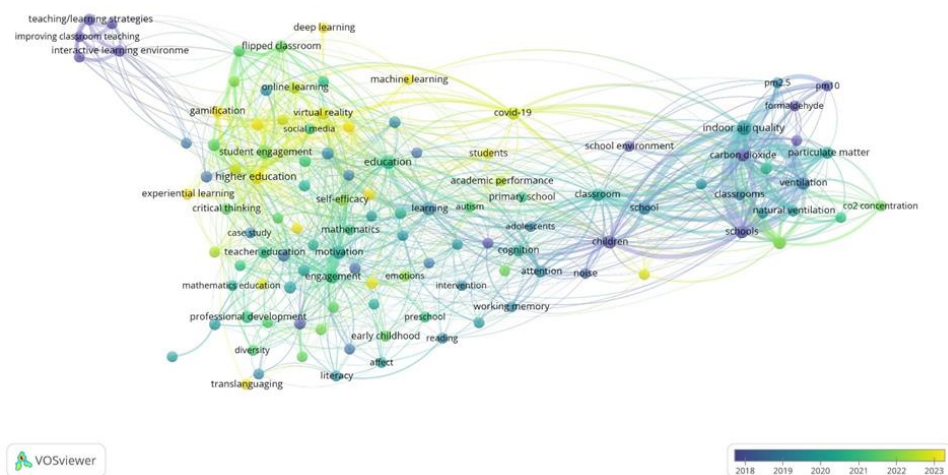
در مرحله بعد، از حدود سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۰، توجه پژوهشگران به محیط فیزیکی و سلامت محیطی مدارس افزایش یافت. ظهور و رشد کلیدواژه‌هایی مانند کیفیت هوای داخل ساختمان، تهویه، دی‌اکسید کربن، ذرات معلق و آسایش حرارتی نشان‌دهنده گسترش رویکردهای مبتنی بر کیفیت محیط داخلی و تأثیر آن بر یادگیری و عملکرد شناختی دانش‌آموزان است. همچنین کلیدواژه‌هایی مانند کودکان، بیش‌فعالی و مدارس بیانگر تمرکز بیشتر بر گروه‌های هدف و پیامدهای شناختی و رفتاری محیط آموزشی هستند.



شکل ۵. روند زمانی واژگان تأثیر محیط فیزیکی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان

در سال‌های اخیر (۲۰۲۱ تا ۲۰۲۶)، روندهای نوظهور پژوهشی به‌طور چشمگیری تحت تأثیر فناوری‌های پیشرفته قرار گرفته‌اند. کلیدواژه‌های واقعیت مجازی، بازی‌وارسازی^۱، هوش مصنوعی و به‌ویژه هوش مصنوعی مولد به عنوان جدیدترین جریان‌های پژوهشی ظاهر شده‌اند. ظهور هوش مصنوعی مولد در سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۲۶ نشان می‌دهد

که این فناوری در حال تبدیل شدن به یکی از مهم‌ترین موضوعات آینده پژوهش‌های آموزشی است. شکل ۶. به طور کلی، نتایج بیانگر سه مرحله تکامل دانش در این حوزه است: نخست، تمرکز بر نظریه‌های یادگیری و راهبردهای آموزشی؛ دوم، توجه به کیفیت محیط فیزیکی و سلامت محیطی مدارس؛ و سوم، ادغام فناوری‌های نوین دیجیتال و هوش مصنوعی در محیط‌های یادگیری. این تحول نشان می‌دهد که مطالعات محیط آموزشی از یک رویکرد صرفاً آموزشی به رویکردی میان‌رشته‌ای شامل آموزش، روان‌شناسی شناختی، سلامت محیطی، معماری و فناوری‌های هوشمند حرکت کرده است.



شکل ۶: تحلیل زمانی خوشه‌های موضوعی تأثیر محیط فیزیکی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان

به منظور شناسایی روندهای زمانی و تکامل موضوعات پژوهشی، کلیدواژه‌های مرتبط با عوامل محیط فیزیکی کلاس درس از میان مجموعه کلیدواژه‌های استخراج شده شناسایی و بر اساس میانگین سال انتشار و توالی زمانی ظهور آن‌ها در جدول شماره ۷ مورد تحلیل قرار گرفتند. سپس کلیدواژه‌ها در شش دسته اصلی شامل کیفیت هوا و تهویه، آسایش حرارتی، صدا و آکوستیک، طبیعت و فضای سبز، معماری و طراحی فضا و نور و روشنایی طبقه‌بندی شدند. بر این اساس، سیر تحول هر عامل محیطی در سه دوره پایه‌گذاری و شکل‌گیری اولیه (پیش از ۲۰۱۵)، دوره توسعه و گسترش (۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰) و دوره روندهای نوظهور و پیشرفته (۲۰۲۱ تا ۲۰۲۶) بررسی شد.

بررسی سیر تحول زمانی کلیدواژه‌های مرتبط با محیط فیزیکی کلاس درس نشان می‌دهد که این حوزه طی چهار دهه گذشته از موضوعات کلاسیک مرتبط با کیفیت محیط داخلی ساختمان به سمت رویکردهای نوین مبتنی بر سلامت، علوم شناختی و طراحی انسان‌محور حرکت کرده است. نتایج نشان داد که کیفیت هوا و تهویه قدیمی‌ترین و پایدارترین جریان پژوهشی در این حوزه محسوب می‌شود. کلیدواژه‌هایی نظیر Carbon، Ventilation، Indoor Air Quality، Particulate Matter، Natural Ventilation، Dioxide از دهه ۱۹۹۰ وارد ادبیات علمی شده و بدون وقفه تا سال ۲۰۲۶ ادامه یافته‌اند. این تداوم نشان می‌دهد که پژوهشگران همواره کیفیت هوای کلاس درس را یکی از بنیادی‌ترین عوامل مؤثر بر سلامت، یادگیری و عملکرد شناختی دانش‌آموزان دانسته‌اند. همچنین افزایش توجه به $PM_{2.5}$ و آلاینده‌های هوا در سال‌های اخیر بیانگر پیوند روزافزون این حوزه با مطالعات سلامت محیطی و بهداشت مدارس است. عامل «آسایش حرارتی» نیز از دهه ۱۹۹۰ تاکنون به صورت مستمر مورد مطالعه قرار گرفته است. با این حال، در سال‌های اخیر مفاهیم تخصصی‌تری نظیر Thermal Environment، Relative Humidity، Thermal Sensation و Thermal Sensation وارد ادبیات شده‌اند.

که نشان‌دهنده حرکت پژوهش‌ها از سنجش صرف دما به سمت درک چندبعدی تجربه حرارتی کاربران فضاهای آموزشی است. این تحول بیانگر توجه بیشتر به ادراک انسانی و اثرات شناختی شرایط محیطی است. در حوزه «صدا و آکوستیک» نیز روند مشابهی مشاهده می‌شود. اگرچه مفاهیم Noise و Classroom Acoustics از اوایل دهه ۲۰۰۰ مورد توجه بوده‌اند، اما کلیدواژه‌های جدیدتری مانند Acoustic Comfort، Soundscape و White Noise عمدتاً پس از سال ۲۰۲۱ ظاهر شده‌اند. این تغییر نشان می‌دهد که پژوهش‌ها از تمرکز بر کاهش نویز مزاحم به سمت کیفیت تجربه شنیداری و تأثیر محیط صوتی بر تمرکز و رفاه دانش‌آموزان حرکت کرده‌اند.

جدول ۷.

روند تحول زمانی کلیدواژه‌های مرتبط با عوامل محیط فیزیکی کلاس درس				
فاکتور محیطی	کلیدواژه شاخص	سال‌های پایه‌گذاری و اولیه (قبل از ۲۰۱۵)	سال‌های توسعه و میانی (۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰)	سال‌های ترند پیشرفته و نوظهور (۲۰۲۱ تا ۲۰۲۶)
۱. کیفیت هوا و تهویه	indoor air quality	۱۹۹۹، ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴	۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰	۲۰۲۱ تا ۲۰۲۶ (مستمر)
	ventilation	۱۹۹۰، ۱۹۹۸، ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۴	۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰	۲۰۲۱ تا ۲۰۲۶ (مستمر)
	particulate matter	۲۰۰۲ تا ۲۰۰۵، ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۴	۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰	۲۰۲۱ تا ۲۰۲۶
	carbon dioxide / co ₂	۱۹۹۹، ۲۰۰۴، ۲۰۰۸، ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۴	۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰	۲۰۲۱ تا ۲۰۲۶
	natural ventilation	۱۹۹۹ تا ۲۰۰۱، ۲۰۱۲، ۲۰۱۳	۲۰۱۶ تا ۲۰۲۰	۲۰۲۱ تا ۲۰۲۶
	pm _{2.5}	۲۰۰۳، ۲۰۰۷، ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۴	۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰	۲۰۲۱ تا ۲۰۲۶
	air pollution / indoor air	۱۹۹۶ تا ۲۰۰۱، ۲۰۱۴	۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰	۲۰۲۱ تا ۲۰۲۶
	thermal comfort / temperature	۱۹۹۵، ۱۹۹۶، ۲۰۰۰، ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۴	۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰	۲۰۲۱ تا ۲۰۲۶
	thermal sensation	۲۰۰۹، ۲۰۱۳	۲۰۱۶ تا ۲۰۱۸	۲۰۲۱، ۲۰۲۳ تا ۲۰۲۵
	relative humidity / humidity	۲۰۱۲	۲۰۱۶ تا ۲۰۱۸، ۲۰۲۰	۲۰۲۲ تا ۲۰۲۵
۲. گرما، سرما و رطوبت	thermal environment / conditions	۲۰۰۵، ۲۰۱۰، ۲۰۱۱	۲۰۱۷، ۲۰۱۸، ۲۰۱۹	۲۰۲۰ تا ۲۰۲۳، ۲۰۲۵، ۲۰۲۶
	noise	۲۰۰۰، ۲۰۰۵، ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۴	۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰	۲۰۲۱ تا ۲۰۲۶
	classroom acoustics / acoustics	۲۰۰۸، ۲۰۱۱، ۲۰۱۳، ۲۰۱۴	۲۰۱۵ تا ۲۰۱۸، ۲۰۲۰	۲۰۲۱ تا ۲۰۲۶
	acoustic comfort	—	—	۲۰۲۱ تا ۲۰۲۴
	noise pollution	۲۰۰۵، ۲۰۱۱	—	۲۰۲۳، ۲۰۲۵
۳. صدا و آکوستیک	soundscape	۲۰۰۱	۲۰۱۷، ۲۰۱۸	۲۰۲۱ تا ۲۰۲۶
	white noise	۲۰۰۰	۲۰۱۶، ۲۰۱۹	۲۰۲۴، ۲۰۲۵
	outdoor learning / education	۲۰۱۳، ۲۰۱۴	—	۲۰۲۱ تا ۲۰۲۶ (ترند قوی پس از کرونا)
	green space	۱۹۹۳، ۲۰۰۹، ۲۰۱۰، ۲۰۱۲، ۲۰۱۴	—	۲۰۲۲، ۲۰۲۴
	biophilic design	۲۰۰۹	۲۰۱۸ تا ۲۰۲۰	۲۰۲۴ (توسعه مفاهیم زیست‌دوست)
۴. طبیعت و فضای سبز	nature-based learning	۲۰۰۶، ۲۰۱۰	۲۰۱۹	۲۰۲۳ تا ۲۰۲۵
	classroom design / architecture	۱۹۹۵، ۱۹۹۹، ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۴	۲۰۱۶ تا ۲۰۲۰	۲۰۲۱ تا ۲۰۲۶
	—	—	—	—
۵. معماری و	—	—	—	—

۲۰۲۶ تا ۲۰۲۳، ۲۰۲۱	۲۰۱۹	۲۰۱۲، ۲۰۱۰، ۲۰۰۸	built environment	چیدمان فضا
۲۰۲۶، ۲۰۲۵، ۲۰۲۴، ۲۰۲۲ (ترند نوین عصب-معماری)	—	۲۰۱۳ (تک‌مقاله)	neuroarchitecture	
۲۰۲۵، ۲۰۲۲، ۲۰۲۱	۲۰۲۰، ۲۰۱۹، ۲۰۱۶	۲۰۰۹	school architecture / design	
۲۰۲۵ تا ۲۰۲۳	۲۰۱۹، ۲۰۱۸، ۲۰۱۶، ۲۰۱۵	۲۰۰۵، ۲۰۰۱	physical environment	
۲۰۲۶ تا ۲۰۲۱	۲۰۲۰ تا ۲۰۱۵	۲۰۱۲، ۲۰۱۱، ۲۰۰۷، ۱۹۹۴ ۲۰۱۴	lighting / light	
۲۰۲۶ تا ۲۰۲۲	۲۰۲۰ تا ۲۰۱۷	۲۰۰۷، ۱۹۹۴	daylight / daylighting	
۲۰۲۵، ۲۰۲۳، ۲۰۲۲	—	۲۰۱۴، ۲۰۱۱، ۲۰۰۷	visual comfort / classroom lighting	۶. نور و روشنایی
۲۰۲۵، ۲۰۲۴ (جدیدترین ترند بیولوژیک نور)	—	—	circadian lighting	

یکی از مهم‌ترین یافته‌های این مطالعه مربوط به خوشه طبیعت و فضای سبز است. برخلاف عوامل سنتی مانند کیفیت هوا یا آسایش حرارتی، کلیدواژه‌هایی نظیر Outdoor Learning، Nature-Based Learning، Green Space و Biophilic Design عمدتاً در سال‌های اخیر رشد یافته‌اند. به ویژه پس از همه‌گیری کووید-۱۹، آموزش در فضای باز به یکی از روندهای نوظهور پژوهشی تبدیل شده است. همچنین ظهور طراحی زیست‌دوستانه Biophilic Design در سال‌های ۲۰۲۴ و پس از آن نشان می‌دهد که پژوهشگران به تدریج در حال بررسی نقش طبیعت و عناصر طبیعی در ارتقای کیفیت محیط‌های یادگیری هستند.

در بخش معماری و طراحی فضا نیز روندی مشابه مشاهده می‌شود. اگرچه مفاهیمی مانند Classroom Design و School Architecture سابقه‌ای طولانی دارند، اما ظهور Neuroarchitecture در سال‌های اخیر نشان دهنده ورود علوم اعصاب به حوزه طراحی محیط‌های آموزشی است. این رویکرد جدید تلاش می‌کند تأثیر ویژگی‌های کالبدی فضا بر فرآیندهای عصبی، شناختی و توجهی دانش‌آموزان را تبیین کند و از این رو می‌تواند یکی از مهم‌ترین مسیرهای آینده پژوهش محسوب شود.

در نهایت، حوزه نور و روشنایی اگرچه از دهه ۱۹۹۰ در ادبیات حضور داشته است، اما رشد واقعی آن در سال‌های اخیر مشاهده می‌شود. مفاهیمی نظیر Daylight، Visual Comfort و به ویژه عمدتاً پس از سال ۲۰۲۲ مورد توجه قرار گرفته‌اند. ظهور نور مبتنی بر ریتم شبانه‌روزی به عنوان جدیدترین روند پژوهشی نشان می‌دهد که تمرکز مطالعات از تأمین روشنایی صرف به سمت بررسی اثرات زیستی و شناختی نور بر یادگیری، هوشیاری، تمرکز و سلامت دانش‌آموزان در حال حرکت است.

به طور کلی، نتایج حاکی از آن است که پژوهش‌های اولیه این حوزه عمدتاً بر کنترل شرایط محیطی و سلامت فیزیکی کاربران متمرکز بوده‌اند، اما در سال‌های اخیر توجه پژوهشگران به سمت عوامل پیچیده‌تر و انسان‌محور نظیر طبیعت، طراحی زیست‌دوستانه، عصب‌معماری، آسایش ادراکی و نور زیستی معطوف شده است. این تحول بیانگر گذار از رویکرد مهندسی ساختمان به رویکردی میان‌رشته‌ای در مرز معماری، روان‌شناسی محیطی، علوم اعصاب و علوم تربیتی است.

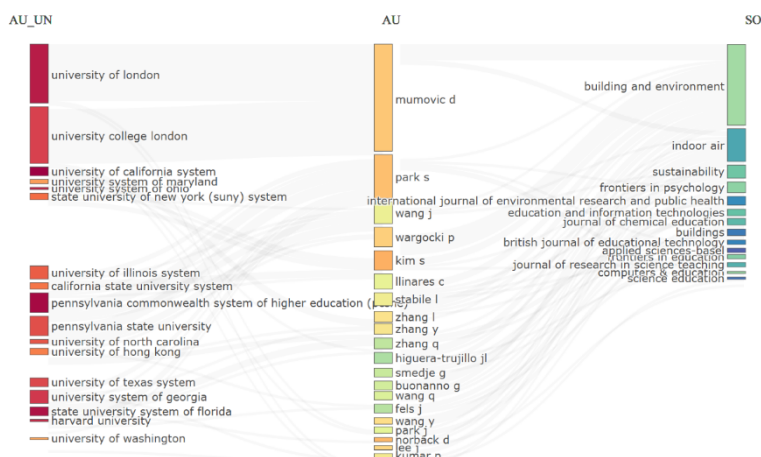
پاسخ به پرسش پنجم پژوهش: الگوهای هم‌نویسندگی و همکاری علمی میان پژوهشگران فعال در حوزه تاثیر محیط فیزیکی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان چگونه است و پژوهشگران کلیدی این شبکه کدام‌اند؟

بررسی نویسندگان فعال نشان داد که تولیدات علمی این حوزه میان گروهی از پژوهشگران بین‌المللی توزیع شده است و هیچ نویسنده‌ای سهم غالبی از کل تولیدات را در اختیار ندارد. بر اساس تعداد مقالات، Kim S و Norbäck D هر کدام با ۱۹ مقاله در رتبه نخست قرار دارند. پس از آن Park S با ۱۸ مقاله، Mumovic D با ۱۷ مقاله و Wargocki P با ۱۶ مقاله قرار گرفته‌اند. همچنین Lee J، Wang Y، Zhang L، Zhang Y و Kumar P با ۱۴ تا ۱۵ مقاله در زمره پژوهشگران پرتولید این حوزه محسوب می‌شوند.

جدول ۸.

۱۰ نویسنده برتر در زمینه تاثیر محیط فیزیکی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان		
نویسنده	مقالات	سهم نویسنده (درصد)
Kim S	۱۹	۵,۸۰
Norbäck D	۱۹	۴,۰۱
Park S	۱۸	۵,۹۶
Mumovic D	۱۷	۳,۸۶
Wargocki P	۱۶	۴,۰۸
Lee J	۱۵	۴,۰۵
Wang Y	۱۵	۳,۶۶
Zhang L	۱۵	۵,۴۲
Zhang Y	۱۵	۳,۶۶
Kumar P	۱۴	۳,۳۸

بررسی سهم نویسندگی نشان می‌دهد که Park S با سهم ۵,۹۶ درصد، Zhang L با ۵,۴۲ درصد و Kim S با ۵,۸۰ درصد از بالاترین میزان مشارکت در تولیدات علمی برخوردار بوده‌اند. این موضوع بیانگر آن است که این پژوهشگران علاوه بر تعداد بالای انتشارات، نقش مؤثری در هدایت و مشارکت علمی پژوهش‌های این حوزه داشته‌اند. تمرکز نام‌های برتر در میان پژوهشگران حوزه کیفیت محیط داخلی ساختمان، تهویه، آسایش محیطی و محیط‌های آموزشی نشان می‌دهد که بخش مهمی از توسعه دانش در این حوزه توسط پژوهشگرانی صورت گرفته است که در مرز میان مهندسی ساختمان، معماری، سلامت محیطی و علوم آموزشی فعالیت می‌کنند. این یافته ماهیت میان‌رشته‌ای مطالعات تأثیر محیط فیزیکی کلاس درس بر توجه و عملکرد دانش‌آموزان را تأیید می‌کند.



شکل ۷. نمودار سه میدانی ارتباط پژوهشگران برتر در زمینه تاثیر محیط فیزیکی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان (قسمت میانی: نویسندگان؛ راست: منابع استناد؛ چپ: وابستگی).

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مقایسه‌ای نشان می‌دهد که ادبیات جهانی این حوزه از نظر حجم تولیدات، تنوع منابع، گستره کلیدواژه‌ها و جامعه نویسندگان به مراتب گسترده‌تر از ایران است. بازه زمانی مطالعات جهانی (۱۹۸۴-۲۰۲۶) نیز طولانی‌تر از ایران (۲۰۰۸-۲۰۲۶) بوده و این امر نشان‌دهنده پیشینه تاریخی عمیق‌تر در سطح بین‌المللی است. همچنین میانگین استناد به هر مقاله در جهان (۲۳,۶۴) بالاتر از ایران (۱۳,۱۵) است که بیانگر اثرگذاری علمی بیشتر تولیدات جهانی است. در مقابل، ایران دارای مقالات جدیدتر با میانگین عمر کمتر (۳,۲۵ سال) و نرخ همکاری بین‌المللی بالاتر (۴۲,۱۱ درصد) است که نشان‌دهنده پویایی و گرایش به تعاملات علمی بین‌المللی می‌باشد. با این حال، از نظر تعداد مدارک، منابع علمی، کلیدواژه‌ها و نویسندگان، اختلاف قابل توجهی با سطح جهانی مشاهده می‌شود و ساختار تولید علم در ایران محدودتر و متمرکزتر است.

نتایج وابستگی سازمانی نشان می‌دهد که تولیدات علمی این حوزه در ایران به صورت پراکنده میان چند دانشگاه مختلف توزیع شده و هیچ مؤسسه‌ای سهم غالب ندارد؛ به‌طوری‌که چند دانشگاه اصلی تنها با سهم ۲,۱۰۵ درصد در صدر قرار دارند. این وضعیت بیانگر عدم تمرکز نهادی و مشارکت گسترده اما کم‌حجم مؤسسات متعدد است. در حالی‌که در سطح جهانی تمرکز بیشتری در دانشگاه‌های معتبر و پیشرو مشاهده می‌شود و تولید علم بیشتر در چند مرکز دانشگاهی شاخص متمرکز است.

بررسی مطالعات علم‌سنجی و مرورهای نظام‌مند نشان می‌دهد که «توجه» یکی از مهم‌ترین و پرتکرارترین متغیرهای شناختی در پژوهش‌های آموزشی، عصب‌معماری و علوم شناختی است. مطالعات مبتنی بر EEG، توجه را به عنوان شاخصی کلیدی برای ارزیابی کیفیت محیط‌های یادگیری، اثربخشی روش‌های آموزشی و تأثیر ویژگی‌های محیط فیزیکی معرفی کرده‌اند. همچنین مرور پژوهش‌های عصب‌معماری نشان می‌دهد که نور، رنگ، طبیعت، کیفیت هوا و سایر ویژگی‌های محیط ساخته‌شده می‌توانند بر فرآیندهای شناختی از جمله توجه، ادراک و حافظه اثرگذار باشند. با وجود این، بیشتر پژوهش‌های موجود بر سنجش عصبی توجه یا بررسی جداگانه عوامل محیطی تمرکز داشته‌اند و مطالعه علم‌سنجی جامعی که روندها، ساختار دانش، شبکه‌های همکاری و موضوعات پژوهشی مرتبط با تأثیر عوامل محیط فیزیکی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان را به صورت یکپارچه بررسی کند، مشاهده نشده است. این خلأ علمی

ضرورت انجام پژوهش حاضر را آشکار می‌سازد.

جدول ۹.

مقایسه مطالعات پیشین با پژوهش حاضر در زمینه تاثیر محیط فیزیکی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان				
ارتباط با پژوهش حاضر	مهم‌ترین یافته‌ها	روش پژوهش	حوزه مطالعه	پژوهش
نزدیک‌ترین مطالعه به متغیر «توجه» و مبنایی برای تبیین ساختار دانش سنجش توجه؛ اما عوامل محیطی مؤثر بر توجه را بررسی نکرده است.	۹ خوشه مفهومی شامل علوم اعصاب توجه، ADHD، کارکردهای اجرایی، ارزیابی‌های عصب‌شناختی، مدل‌سازی شناختی و اختلالات شناختی شناسایی شد. کلیدواژه‌های غالب شامل EEG، ERP، Deep Brain-Computer Interface، Machine Learning و Learning بودند. روندهای نوظهور به سمت هوش مصنوعی و یادگیری ماشین حرکت کرده‌اند.	تحلیل علم‌سنجی ۱۵۱۹ مدرک Web of Science (۲۰۰۰-۲۰۲۵)، تحلیل هم‌تألفی، هم‌رخدادی کلیدواژه‌ها و شبکه‌های علمی با VOSviewer و Biblioshiny	ساختار دانش و روندهای پژوهشی حوزه سنجش توجه (Attention Assessment)	منوچهریان و همکاران، ۱۴۰۴
نشان‌دهنده جایگاه توجه به عنوان یکی از مهم‌ترین متغیرهای شناختی در پژوهش‌های عصب‌پژوهی.	توجه، بار شناختی، هوشیاری، خستگی ذهنی و عملکرد شناختی پرتکرارترین متغیرهای مورد مطالعه بودند EEG. رایج‌ترین ابزار سنجش شناخت معرفی شد.	مرور نظام‌مند و تحلیل علم‌سنجی ۱۳۲ مطالعه	کاربرد شاخص‌های EEG در سنجش عملکرد شناختی انسان (Neuroergonomics)	Ismail & Karwowski, ۲۰۲۰
نزدیک‌ترین مطالعه علم‌سنجی به ارتباط معماری و شناخت، اما بدون تمرکز بر محیط آموزشی.	پژوهش‌های عصب‌معماری عمدتاً بر مفاهیمی نظیر توجه، ادراک، حافظه، هیجان، واقعیت مجازی و EEG متمرکز بوده‌اند.	تحلیل علم‌سنجی و نقشه‌برداری دانش	عصب‌معماری و ارتباط محیط ساخته‌شده با علوم اعصاب	Ghamari et al., ۲۰۲۱
پشتوانه نظری تأثیر عوامل محیطی بر فرآیندهای شناختی و توجه.	نور، رنگ، طبیعت، فرم و سازمان فضایی بر توجه، ادراک و واکنش‌های هیجانی کاربران تأثیرگذار هستند.	Scoping Review	عصب‌معماری و طراحی شناختی فضا	Higuera-Trujillo et al., ۲۰۲۱
نشان‌دهنده اهمیت متغیرهای شناختی در پژوهش‌های آموزشی.	نظریه بار شناختی، حافظه فعال، تغییر مفهومی و محیط یادگیری مهم‌ترین خوشه‌های موضوعی را تشکیل می‌دهند.	تحلیل علم‌سنجی ۱۳،۵۰۷ مدرک	ساختار دانش پژوهش‌های یادگیری و دانش پیشین	Bittermann et al., ۲۰۲۳
به محیط کلاس درس می‌پردازد اما تأثیر عوامل فیزیکی بر توجه را به طور اختصاصی بررسی نمی‌کند.	محیط یادگیری به عنوان یک سازه چندبعدی شامل ابعاد فیزیکی، اجتماعی و آموزشی معرفی شد. پیامدهای شناختی و انگیزشی مهم‌ترین خروجی‌های این حوزه هستند.	تحلیل علم‌سنجی و مصورسازی دانش	پژوهش‌های محیط یادگیری کلاس درس	Cai et al., ۲۰۲۳
بر محیط یادگیری و تعاملات آموزشی تمرکز دارد، نه محیط فیزیکی کلاس.	خوشه‌های اصلی شامل collaborative learning، computer-mediated communication، self-engagement و efficacy بودند.	تحلیل علم‌سنجی با CiteSpace	محیط کلاس‌های یادگیری ترکیبی (Blended Learning Classroom Environment)	Xiao & Zhang, ۲۰۲۴
مرتبط با محیط یادگیری، اما فاقد تمرکز بر عوامل	پژوهش‌ها از یادگیری الکترونیکی به سمت هوش مصنوعی، یادگیری تطبیقی، تحلیل	تحلیل علم‌سنجی و تکامل موضوعی	محیط‌های یادگیری هوشمند	Maulidiya et al., ۲۰۲۴

کالبدی و فیزیکی. یادگیری و محیط‌های هوشمند حرکت کرده‌اند.	(Smart Learning Environments)		
ارتباط مستقیم با سنجش توجه در محیط‌های آموزشی.	توجه، درگیری شناختی و بار شناختی پرتکرارترین متغیرهای مورد سنجش بودند EEG. قابل حمل ابزار غالب محسوب می‌شود.	مرور نظام‌مند	García-Monge et al., ۲۰۲۴ EEG در محیط‌های آموزشی واقعی
نزدیک‌ترین مطالعه به متغیر وابسته پژوهش حاضر (توجه دانش‌آموزان).	اغلب مطالعات از EEG برای ارزیابی توجه استفاده کرده‌اند. توجه مهم‌ترین سازه شناختی مرتبط با یادگیری و مشارکت دانش‌آموزان شناخته شد.	Scoping Review	Zeng et al., ۲۰۲۵ شواهد عصبی توجه در محیط کلاس درس
نشان‌دهنده تحول روش‌های سنجش توجه و شناخت در آموزش.	Attention, Engagement و Learning Style مهم‌ترین موضوعات پژوهشی بوده‌اند. یادگیری ماشین و واقعیت مجازی از روندهای نوظهور هستند.	Bibliometric-Enhanced Systematic Review	Wijaya et al., ۲۰۲۵ کاربرد EEG در پژوهش‌های آموزشی
نخستین مطالعه‌ای که به صورت جامع پیوند میان شناسایی روندهای پژوهشی، کشورهای محیط فیزیکی کلاس درس و توجه دانش‌آموزان را از منظر علم‌سنجی، ساختار دانش آکوستیک، نور، طبیعت، طراحی فضا و روندهای پژوهشی بررسی می‌کند.	تحلیل علم‌سنجی ۹۳۳۰ سند Web of Science (۱۹۸۴-۲۰۲۶) تأثیر محیط فیزیکی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان هم‌رخدادی کلیدواژه‌ها، شبکه‌های همکاری و نقشه‌های علمی		مطالعه حاضر

در حالی که پژوهش پیشین ساختار دانش و روندهای پژوهشی حوزه سنجش توجه را در سطح جهانی بررسی کرده و نشان داده است که مطالعات این حوزه عمدتاً بر روش‌های عصب‌شناختی، آزمون‌های شناختی و فناوری‌های هوش مصنوعی متمرکز هستند، پژوهش حاضر با تغییر کانون توجه از «روش‌های سنجش توجه» به «عوامل محیطی مؤثر بر توجه»، به بررسی ساختار دانش پژوهش‌های مرتبط با محیط فیزیکی کلاس درس و نقش آن در توجه دانش‌آموزان می‌پردازد. بدین ترتیب، پژوهش حاضر مکمل پژوهش پیشین بوده و پیوند میان ادبیات سنجش توجه و ادبیات محیط‌های آموزشی را برقرار می‌کند.

یافته‌های پژوهش حاضر در بسیاری از موارد با نتایج مطالعات پیشین هم‌سو است، اما در عین حال ابعاد جدیدی از ساختار دانش این حوزه را آشکار می‌سازد. در زمینه متغیر توجه، نتایج این پژوهش با یافته‌های منوچهریان و همکاران (منوچهریان و همکاران، ۱۴۰۴)، اسماعیل و کاراواسکی (Ismail & Karwowski, ۲۰۲۰)، گارسیا و همکاران (García-Monge et al., ۲۰۲۴) و ژنگ و همکاران (Zeng et al., ۲۰۲۵) هم‌خوانی دارد. این مطالعات نشان دادند که توجه یکی از مهم‌ترین سازه‌های شناختی مورد مطالعه در محیط‌های آموزشی است و ابزارهایی نظیر EEG، آزمون‌های عملکرد پیوسته و سایر روش‌های عصب‌شناختی به‌طور گسترده برای سنجش آن مورد استفاده قرار می‌گیرند. با این حال، برخلاف این مطالعات که عمدتاً بر روش‌های اندازه‌گیری توجه متمرکز بودند، پژوهش حاضر بر عوامل محیطی مؤثر بر توجه تمرکز کرده و ساختار دانش این حوزه را از منظر محیط یادگیری مورد بررسی قرار داده است.

در حوزه محیط‌های یادگیری، نتایج پژوهش حاضر با مطالعات کای و همکاران (Cai et al., ۲۰۲۳) و شیائو و ژانگ

(Xiao & Zhang, ۲۰۲۴) همسو است. این پژوهش‌ها محیط یادگیری را پدیده‌ای چندبعدی معرفی کرده‌اند که متغیرهای شناختی، انگیزشی و آموزشی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. با این حال، یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که در میان ابعاد مختلف محیط یادگیری، عوامل فیزیکی و محیطی به‌ویژه کیفیت هوا، تهویه، آسایش حرارتی و شرایط آکوستیکی سهم قابل توجهی در شکل‌گیری ادبیات پژوهشی داشته‌اند؛ موضوعی که در بسیاری از مطالعات محیط یادگیری کمتر به صورت مستقل مورد توجه قرار گرفته است.

همچنین یافته‌های این پژوهش با مطالعات عصب‌معماری از جمله قمری و همکاران (Ghamari et al., ۲۰۲۱) و هیگورا و همکاران (Higuera-Trujillo et al., ۲۰۲۱) همخوانی دارد. این پژوهش‌ها بر نقش محیط ساخته‌شده در شکل‌دهی به ادراک، هیجان و عملکرد شناختی انسان تأکید کرده‌اند. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مفاهیمی نظیر *daylight*, *biophilic design*, *neuroarchitecture* و *nature-based learning* در سال‌های اخیر به تدریج وارد ادبیات این حوزه شده‌اند. این روند بیانگر حرکت پژوهش‌ها از رویکردهای سنتی مهندسی محیط به سمت رویکردهای مبتنی بر علوم اعصاب، سلامت و طراحی انسان‌محور است.

یکی از مهم‌ترین یافته‌های پژوهش حاضر، غلبه موضوعات مرتبط با کیفیت هوای داخل کلاس درس بر سایر عوامل محیطی بود. فراوانی بسیار بالای کلیدواژه‌هایی مانند *carbon dioxide*, *ventilation* and *indoor air quality* و *particulate matter* نشان می‌دهد که پژوهشگران این عوامل را بیش از سایر متغیرهای محیطی با توجه و عملکرد شناختی دانش‌آموزان مرتبط دانسته‌اند. این یافته با مطالعات منتشرشده در حوزه سلامت محیطی مدارس و کیفیت محیط داخلی هم‌سو است. در مقابل، عواملی نظیر نور روز، طراحی زیست‌دوستانه، فضای سبز و طبیعت اگرچه فراوانی کمتری دارند، اما تحلیل روندهای زمانی نشان داد که این موضوعات در سال‌های اخیر به عنوان حوزه‌های نوظهور و در حال رشد مطرح شده‌اند.

بررسی تکامل زمانی کلیدواژه‌ها نیز نشان داد که ساختار دانش این حوزه از تمرکز اولیه بر عوامل فیزیکی پایه مانند تهویه، دما و آلودگی هوا به سمت موضوعات پیچیده‌تر و میان‌رشته‌ای‌تر حرکت کرده است. ظهور مفاهیمی نظیر هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، واقعیت مجازی، نور زیستی، عصب‌معماری و طراحی زیست‌دوستانه بیانگر آن است که پژوهشگران در حال عبور از رویکردهای سنتی محیطی به سمت مدل‌های پیشرفته‌تر تبیین توجه و یادگیری هستند. این تحول با روندهای گزارش‌شده در مطالعات علم‌سنجی جدید حوزه آموزش، شناخت و محیط‌های یادگیری هوشمند نیز همخوانی دارد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که حوزه تأثیر محیط فیزیکی کلاس درس بر توجه دانش‌آموزان طی چهار دهه گذشته به یکی از حوزه‌های میان‌رشته‌ای مهم در مرزهای معماری، علوم شناختی، روان‌شناسی تربیتی و علوم محیطی تبدیل شده است. ساختار مفهومی این حوزه حول دو جریان اصلی شکل گرفته است؛ نخست، پژوهش‌های مرتبط با آموزش، روان‌شناسی یادگیری و فناوری‌های آموزشی و دوم، پژوهش‌های مرتبط با کیفیت محیط فیزیکی، سلامت محیطی و عملکرد شناختی دانش‌آموزان.

تحلیل خوشه‌های موضوعی و کلیدواژه‌ها نشان داد که کیفیت هوا و تهویه، آسایش حرارتی، آکوستیک و کنترل نویز مهم‌ترین عوامل محیطی مورد توجه پژوهشگران بوده‌اند. در عین حال، موضوعاتی نظیر نور روز، طراحی زیست‌دوستانه، طبیعت، فضاهای سبز آموزشی و عصب‌معماری به عنوان روندهای نوظهور در سال‌های اخیر ظهور یافته‌اند و به تدریج جایگاه مهم‌تری در ادبیات پژوهشی پیدا کرده‌اند. این تغییر بیانگر گذار از رویکردهای صرفاً مهندسی و فنی به سمت

رویکردهای انسان‌محور و مبتنی بر شواهد علوم اعصاب است.

همچنین یافته‌ها نشان داد که کشورهای توسعه‌یافته به ویژه ایالات متحده، چین، انگلستان و استرالیا، نقش محوری در تولید دانش این حوزه دارند و بخش عمده همکاری‌های علمی و انتشار مقالات در این کشورها متمرکز است. در مقابل، سهم کشورهای در حال توسعه از جمله ایران هنوز محدود است و نیازمند توسعه همکاری‌های علمی بین‌المللی و سرمایه‌گذاری بیشتر در پژوهش‌های میان‌رشته‌ای است.

در مجموع، پژوهش حاضر نشان داد که محیط فیزیکی کلاس درس تنها، بستری برای یادگیری نیست، بلکه یکی از عوامل مؤثر بر فرآیندهای شناختی و توجه دانش‌آموزان محسوب می‌شود. رشد روزافزون مطالعات مرتبط با کیفیت محیط داخلی، طراحی زیست‌دوستانه، نور، طبیعت و عصب‌معماری بیانگر آن است که آینده پژوهش‌های این حوزه به سمت طراحی محیط‌های یادگیری مبتنی بر شواهد علمی و ارتقای سلامت شناختی دانش‌آموزان حرکت خواهد کرد.

پیشنهادهای اجرایی پژوهش

با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر و اهمیت روزافزون نقش محیط فیزیکی در توجه و عملکرد شناختی دانش‌آموزان، پیشنهادهای اجرایی زیر ارائه می‌شود:

- با توجه به این‌که یافته‌های پژوهش نشان داد کیفیت هوای کلاس درس، آکوستیک، نور، آسایش حرارتی و عناصر طبیعی از پرتکرارترین محورهای پژوهشی این حوزه هستند، پیشنهاد می‌شود در طراحی، ساخت و بازسازی مدارس، این مؤلفه‌ها به عنوان شاخص‌های اصلی کیفیت محیط آموزشی در استانداردهای طراحی و ارزیابی مدارس مورد توجه قرار گیرند.
- با توجه به این‌که تحلیل روند زمانی پژوهش‌ها نشان دهنده رشد سریع مطالعات میان‌رشته‌ای در سال‌های اخیر است، پیشنهاد می‌شود همکاری میان متخصصان معماری، علوم تربیتی، روان‌شناسی شناختی، علوم اعصاب، مهندسی محیط و بهداشت محیط در طراحی و ارزیابی فضاهای آموزشی تقویت شود تا راهکارهای مبتنی بر شواهد برای ارتقای توجه دانش‌آموزان ارائه گردد.
- با توجه به این‌که خوشه‌های موضوعی پژوهش‌ها نشان دادند نقش نور طبیعی، فضای سبز، طراحی زیست‌دوستانه و کیفیت محیط داخلی در سال‌های اخیر اهمیت بیشتری یافته است، پیشنهاد می‌شود این مؤلفه‌ها در دستورالعمل‌های طراحی مدارس و پروژه‌های نوسازی فضاهای آموزشی به صورت نظام‌مند لحاظ شوند.
- با توجه به این‌که یافته‌های پژوهش بیانگر حرکت تدریجی مطالعات از رویکردهای سنتی به سمت فناوری‌های نوین ارزیابی شناختی است، پیشنهاد می‌شود در ارزیابی محیط‌های آموزشی، علاوه بر ابزارهای متداول، از فناوری‌های نوین سنجش شناختی و پایش محیطی برای بررسی اثر شرایط فیزیکی کلاس بر توجه دانش‌آموزان استفاده شود.

پیشنهاد برای پژوهش‌های آتی

با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر و روندهای نوظهور شناسایی شده در ادبیات علمی، پیشنهادهای زیر برای پژوهش‌های آتی ارائه می‌شود:

- با توجه به این‌که تحلیل کلیدواژه‌ها نشان داد پژوهش‌های موجود بیشتر بر هر عامل محیطی به صورت مستقل متمرکز بوده‌اند، پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده اثر هم‌زمان و تعاملی نور، کیفیت هوا، آکوستیک، آسایش

- حرارتی و طراحی زیست‌دوستانه را بر توجه و عملکرد شناختی دانش‌آموزان بررسی کنند.
- با توجه به این‌که تحلیل روندهای موضوعی، رشد مفاهیمی مانند طراحی زیست‌دوستانه، نورروز و عصب‌معماری را نشان داد، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده اثر این رویکردهای طراحی را بر شاخص‌های توجه، یادگیری، خستگی ذهنی و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان در محیط‌های واقعی مدارس ارزیابی کنند.
- با توجه به این‌که نتایج تحلیل علم‌سنجی نشان داد استفاده از ابزارهای عصب‌شناختی و فناوری‌های نوین سنجش توجه در حال گسترش است، پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده از روش‌هایی مانند الکتروانسفالوگرافی^۱، ردیابی چشم^۲، آزمون عملکرد پیوسته^۳ و آزمون IVA-۲ برای سنجش عینی توجه در کنار روش‌های رفتاری و پرسشنامه‌ای استفاده کنند.
- با توجه به این‌که روندهای نوظهور پژوهشی ورود هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و سامانه‌های هوشمند را نشان داد، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده کاربرد این فناوری‌ها را در پایش شرایط محیطی کلاس و پیش‌بینی تغییرات توجه دانش‌آموزان بررسی کنند.
- با توجه به این‌که بررسی تولیدات علمی نشان داد سهم پژوهش‌های ایران در این حوزه هنوز محدود است، پیشنهاد می‌شود مطالعات مقایسه‌ای میان ایران و سایر کشورها با هدف شناسایی تفاوت‌های اقلیمی، فرهنگی و آموزشی مؤثر بر ارتباط میان محیط فیزیکی کلاس و توجه دانش‌آموزان انجام شود.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که در خصوص انتشار این مقاله تضاد منافع وجود ندارد. علاوه بر این، موضوعات اخلاقی، از جمله سرقت ادبی، رضایت آگاهانه، سوء رفتار، جعل داده‌ها، انتشار و ارسال مجدد و مکرر و همچنین، سیاست مجله در قبال استفاده از هوش مصنوعی از سوی نویسندگان رعایت شده است.

فهرست منابع

- حاجیان، ح.، و زرچینی، الف. (۱۴۰۲). تحلیلی بر کاربردهای داده‌کاوی در صنعت بیمه بر اساس شبکه هم‌رخدادی واژگان‌ها و شناسایی معتبرترین مجلات با شاخص استناد به پژوهش‌های علمی با استفاده از رویکرد علم‌سنجی. *پژوهشنامه بیمه*، ۱۳(۱)، ۷۱-۸۶.
- <https://doi.org/10.22056/ijir.2024.0106>
- خادمی کلانتری، س. (۱۴۰۴). بررسی تأثیر اصلاح ویژگی‌های معماری محیط‌های توان‌بخشی بر بهبود یکپارچگی حسی در کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه بیش‌فعالی. *مجله توان‌بخشی*، ۲۶(۳)، ۴۴۶-۴۶۳.
- <http://rehabilitationj.uswr.ac.ir/article-۳۶۳۹-۱-fa.html>
- خاصه، ع.، قاضی زاده، ح.، فلاح اسطوخ جانی، ب.، و مختاری، ح. (۱۳۹۹). تحلیل علم‌سنجی یک دهه فعالیت فصلنامه مطالعات ملی کتابداری و سازماندهی اطلاعات (۱۳۸۸-۱۳۹۷). *مطالعات کتابداری و سازماندهی اطلاعات*، ۳۱(۲)، ۳۸-۵۰.
- <https://doi.org/10.30484/nastinfo.2020.2465.1931>.
- خاصه، ع.، مختاری، ح.، و آقایی، ن. (۱۴۰۰). تحلیل علم‌سنجی و دیداری‌سازی برونداد علمی فصلنامه کتابداری و اطلاع‌رسانی طی سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۷. *کتابداری و اطلاع‌رسانی*، ۲۴(۱)، ۸-۱۱.

۱- EEG
۲- Eye Tracking
۳- CPT

<https://doi.org/10.30481/lis.2020.221206.1684>

کاملی، ب.، یزدانی، ح.، حکیم، ا.، و جعفری، س. (۱۳۹۹). ترسیم قلمرو و خوشه‌بندی تحقیقات مدیریت دانش بر اساس تحلیل هم‌واژگانی مقالات نمایه شده در پایگاه وب علوم (WOS). *مدیریت نوآوری در سازمان‌های دفاعی*، ۳(۴)، ۷۷-۱۰۴.

https://www.qjimdo.ir/article_128381_b84cf66b953156bfd1a04a8c8a60c354.pdf

نوروزی چاکلی، ع. (۱۳۹۸). سخن سردبیر: نیم‌نگاهی تأمل‌برانگیز به پشتوانه‌های پژوهشی، آموزشی و حرفه‌ای رشته علم‌سنجی در دانشگاه‌های جهان. *پژوهش‌نامه علم‌سنجی*، ۵(۹)، ۱-۳.

<https://doi.org/10.22070/rsci.2019.1031>

منوچهریان، غ.، پورناصری، ش.، و صالح صدق‌پور، ب. (۱۴۰۵). شناسایی خوشه‌های مفهومی و بازیگران اصلی در پژوهش‌های سنجش توجه: تحلیل شبکه‌های هم‌نویسندگی و هم‌رخدادی کلیدواژه‌ها. *پژوهش‌نامه علم‌سنجی*، ۱۲(۱)، ۲۹۹-۳۳۴.

<https://doi.org/10.22070/rsci.2025.20191.1791>

Allen, J. G., MacNaughton, P., Satish, U., Santanam, S., Vallarino, J., & Spengler, J. D. (۲۰۱۶). Associations of Cognitive Function Scores with Carbon Dioxide, Ventilation, and Volatile Organic Compound Exposures in Office Workers: A Controlled Exposure Study of Green and Conventional Office Environments. *Environmental health perspectives*, ۱۲۴(۶), ۸۰۵-۸۱۲. <https://doi.org/10.1289/ehp.1510037>

Aria, M., & Cuccurullo, C. (۲۰۱۷). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, ۱۱(۴), ۹۵۹-۹۷۵. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>

Barrett, P., Davies, F., Zhang, Y., & Barrett, L. (۲۰۱۵). The impact of classroom design on pupils' learning: Final results of a holistic, multi-level analysis. *Building and Environment*, ۸۹, ۱۱۸-۱۳۳. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.02.013>

Bustamante-Mora, A., Diéguez-Rebolledo, M., Zegarra, M., Escobar, F., & Epuyao, G. (۲۰۲۵). Environmental Conditions and Their Impact on Student Concentration and Learning in University Environments: A Case Study of Education for Sustainability. *Sustainability*, ۱۷(۳). <https://doi.org/10.3390/su17031071>

Cai, Y., et al. (۲۰۲۳). Mapping the intellectual structure of classroom learning environment research: A bibliometric visualization analysis. *Frontiers in Psychology*, ۱۴, ۱۱۸۷۴۲۶. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1187426>

Corbetta, M., & Shulman, G. L. (۲۰۰۲). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, ۳(۳), ۲۰۱-۲۱۵. <https://doi.org/10.1038/nrn755>

- Danesh, F., Ghavidel, S., & Piranfar, V. (۲۰۲۰). Coronavirus: Discover the structure of global knowledge, hidden patterns, and emerging events. *Journal of Advances in Medical and Biomedical Research*, ۲۸(۱۳۰), ۲۵۳-۲۶۴. URL: <http://journal.zums.ac.ir/article-۱-۶۱۶۶-en.html>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (۲۰۲۱). How to conduct a bibliometric analysis. *Journal of Business Research*, ۱۳۳, ۲۸۵-۲۹۶. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Edelstein, E.A.; Macagno, E. Form follows function: Bridging neuroscience and architecture. In Sustainable Environmental Design in Architecture; Rassia, S., Pardalos, P.M., Eds.; Springer: New York, NY, USA, ۲۰۱۲; pp. ۲۷-۴۱. ISBN ۹۷۸-۱-۴۴۱۹-۰۷۴۴-۸.
- Ghamari, H., Golshany, N., Naghibi Rad, P., & Behzadi, F. (۲۰۲۱). Neuroarchitecture assessment: An overview and bibliometric analysis. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, ۱۱(۴), ۱۳۶۲-۱۳۸۷. <https://doi.org/10.33۹۰/ejihpe۱۱۰۴۰۰۹۹>
- Higuera-Trujillo, J. L., Llinares, C., & Macagno, E. (۲۰۲۱). The cognitive-emotional design and study of architectural space: A scoping review of neuroarchitecture and its precursor approaches. *Sensors*, ۲۱(۶), ۲۱۹۳. <https://doi.org/10.33۹۰/s۲۱۰۶۲۱۹۳>
- Kameli, B., Yazdani, H. R., Hakim, A., & Jafari, S. M. (۲۰۲۱). Mapping and clustering of knowledge management research based on co-word analysis of articles indexed in Web of Science (WoS) website. *Innovation Management in Defensive Organizations*, ۲(۴), ۷۷-۱۰۴. https://www.qjimdo.ir/article_۱۲۸۳۸۱_b۸۴cf۶۶b۹۵۳۱۵۶bfd۱a۰۴a۸c۸a۶۰c۳۵۴.pdf?lang=en. [In persian].
- Kaplan, R., & Kaplan, S. (۱۹۸۹). The experience of nature: A psychological perspective. Cambridge University Press.
- Kellert, S. R., Heerwagen, J. H., & Mador, M. L. (Eds.). (۲۰۱۱). Biophilic design: The theory, science, and practice of bringing buildings to life. John Wiley & Sons.
- Khademi Kalantari S. The Impact of Architectural Elements In Occupational Therapy Centers On The Sensory Profile of Children With Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Arch Rehabil* ۲۰۲۵; ۲۶ (۳): ۴۴۶-۴۶۳. <http://rehabilitationj.uswr.ac.ir/article-۱-۳۶۳۹-en.html>. [In persian].
- Kuo, M., Barnes, M., & Jordan, C. (۲۰۱۹). Do experiences with nature promote learning? Converging evidence of a cause-and-effect relationship. *Frontiers in Psychology*, ۱۰, Article ۳۰۵. <https://doi.org/10.33۸۹/fpsyg.20۱۹.۰۰۳۰۵>

- Moed, H. F. (۲۰۰۵). Citation analysis in research evaluation. Springer.
<https://doi.org/10.1007/1-4020-3714-7>
- Mongeon, P., & Paul-Hus, A. (۲۰۱۶). The journal coverage of Web of Science and Scopus: A comparative analysis. *Scientometrics*, ۱۰۶(۱), ۲۱۳-۲۲۸.
<https://doi.org/10.1007/s11192-015-1765-5>
- Noroozi Chakoli, A. (۲۰۱۹). Note from the Editor-in-Chief: A thought-provoking semi-perspective on the research, educational, and professional backgrounds of the scientometrics discipline at the universities of the world. *Scientometrics Research Journal*, ۵(۹), ۱-۳.
<https://doi.org/10.22070/rsci.2019.1031>. [In persian].
- Posner, M. I., & Petersen, S. E. (۱۹۹۰). The attention system of the human brain. Annual Review of Neuroscience, ۱۳, ۲۵-۴۲.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ne.13.03.0190.000325>
- García-Monge, A., et al. (۲۰۲۴). Electroencephalography in authentic educational settings: A systematic review. *Educational Research Review*, ۴۲, ۱۰۰۵۹۶.
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2024.100596>
- Cui, X., Xue, T., Zhang, Z., Yang, H., & Ren, Y. (۲۰۲۴). A bibliometric and visual analysis of cognitive function in bipolar disorder from ۲۰۱۲ to ۲۰۲۲. *Annals of General Psychiatry*, ۲۳(۱۳).
<https://doi.org/10.1186/s12991-024-00498-x>.
- Hajian, H.; Zarjini, A., (۲۰۲۴). A comprehensive analysis of keywords co-occurrence network and the most cited journals on data mining techniques in insurance industry using scientometrics approach. *Iran. J. Insur. Res.*, ۱۳(۱): ۷۱-۸۶.
<https://doi.org/10.22056/ijir.2024.01.06>. [In persian].
- Kameli, B., Yazdani, H. R., hakim, A., & Jafari, S. M. (۲۰۲۱). Mapping and Clustering of Knowledge Management Research Based on Co-Word Analysis of Articles Indexed in Web of Science (WoS) Website. *Innovation Management in Defensive Organizations*, ۳(۴), ۷۷-۱۰۴.
https://www.qjimdo.ir/article_۱۲۸۳۸۱.html. [In persian].
- Kessler, M.M. (۱۹۶۳), Bibliographic coupling between scientific papers. *Amer. Doc.*, ۱۴: ۱۰-۲۵.
<https://doi.org/10.1002/asi.5090140103>

- Khasseh, A. A., Ghazizade, H., Fallah Estalakh Jani, B. and Mokhtari, H. (۲۰۲۰). A Scientometric Analysis of a Decade of the Scientific Activities of the National Studies on Librarianship and Information Organization (۲۰۰۹-۲۰۱۸). *Librarianship and Information Organization Studies*, ۳۱(۲), ۳۸-۵۰.
<https://doi.org/10.30481/lis.2020.221206.1684> [In persian].
- Khasse, A., Mokhtari, H. and Aghaei, N. (۲۰۲۱). A Scientometric Analysis and Visualization of the Scientific Output of the Library and Information Science Quarterly during ۲۰۰۹-۲۰۱۸. *Library and Information Sciences*, ۲۳(۱), ۷۸-۱۱۰.
<https://doi.org/10.30481/lis.2020.221206.1684>. [In persian].
- Maulidiya, N., et al. (۲۰۲۴). Thematic evolution of smart learning environments: A bibliometric review. *Smart Learning Environments*, ۱۱, Article ۱۸.
<https://doi.org/10.1186/s40561-024-00267-4>
- Manouchehrian, G., Pournaseri, S. and Saleh Sedghpour, B. (۲۰۲۶). Identifying Conceptual Clusters and Key Players in Attention Assessment Research: An Analysis of Co-Authorship Networks and Keyword Co-Occurrence. *Scientometrics Research Journal*, ۱۲(۱), ۲۹۹-۳۲۴.
<https://doi.org/10.22070/rsci.2025.20191.1791> [In persian].
- Maulidiya, N., et al. (۲۰۲۴). Thematic evolution of smart learning environments: A bibliometric review. *Smart Learning Environments*, ۱۱, Article ۱۸.
<https://doi.org/10.1186/s40561-024-00267-4>
- Newman, M. E. (۲۰۰۴). Coauthorship networks and patterns of scientific collaboration. *Proceedings of the national academy of sciences*, ۱۰۱(suppl ۱), ۵۲۰۰-۵۲۰۵.
<https://doi.org/10.1073/pnas.0307545100>.
- Ninkov, A., Frank, J. R., & Maggio, L. A. (۲۰۲۲). Bibliometrics: Methods for studying academic publishing. *Perspectives on medical education*, ۱۱(۳), ۱۷۳-۱۷۶.
<https://doi.org/10.1007/s40037-021-00695-4>
- Satish, U., Mendell, M. J., Shekhar, K., Hotchi, T., Sullivan, D., Streufert, S., & Fisk, W. J. (۲۰۱۲). Is CO₂ an indoor pollutant? Direct effects of low-to-moderate CO₂ concentrations on human decision-making performance. *Environmental health perspectives*, ۱۲۰(۱۲), ۱۶۷۱-۱۶۷۷.
<https://doi.org/10.1289/ehp.1104789>
- Shield, B. M., & Dockrell, J. E. (۲۰۰۳). The effects of noise on children at school: A review. *Building Acoustics*, ۱۰(۲), ۹۷-۱۱۶.
<https://doi.org/10.1260/135101003768965960>

- Small, H. (۱۹۷۳), Co-citation in the scientific literature: A new measure of the relationship between two documents. *J. Am. Soc. Inf. Sci.*, ۲۴, ۲۶۵-۲۶۹.
<https://doi.org/10.1002/asi.4630240406>
- Sternberg, E. M., & Wilson, M. A. (۲۰۰۶). Neuroscience and architecture: Seeking common ground. *Cell*, ۱۲۶(۲), ۲۳۹-۲۴۲.
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2006.10.012>
- Van Eck, N.J., Waltman, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, ۸۴, ۵۲۳-۵۳۸ (۲۰۱۰).
<https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Villarreal Arroyo, Y. P., Peñabaena-Niebles, R., & Berdugo Correa, C. (۲۰۲۳). Influence of environmental conditions on students' learning processes: A systematic review. *Building and Environment*, ۲۳۱.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110051>
- Waltman, L. (۲۰۱۶). A review of the literature on citation impact indicators. *Journal of Informetrics*, ۱۰(۲), ۳۶۵-۳۹۱.
<https://doi.org/10.1016/j.joi.2016.02.007>
- Wargocki, P., & Wyon, D. P. (۲۰۱۷). Ten questions concerning thermal and indoor air quality effects on the performance of office work and schoolwork. *Building and Environment*, ۱۱۲, ۳۵۹-۳۶۶.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.11.020>
- Weinstein, C. S. (۱۹۷۹). The physical environment of the school: A review of the research. *Review of Educational Research*, ۴۹(۴), ۵۷۷-۶۱۰.
<https://doi.org/10.3102/00346543049004577>
- Wijaya, T., et al. (۲۰۲۵). EEG applications in educational research: A bibliometric-enhanced systematic review. Education and Information Technologies. *Advance online publication*.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2509.26083>
- Xiao, G., & Zhang, M. (۲۰۲۴). Knowledge Mapping of Blended Learning Classroom Environment Studies (۱۹۹۶-۲۰۲۳): A Bibliometric Analysis. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, ۱۹(۰۱), pp. ۶۸-۸۵.
<https://doi.org/10.3991/ijet.v19i01.43569>
- Zeng, H., Huang, X., Liu, Y., & Gu, X. (۲۰۲۵). Exploring Neural Evidence of Attention in Classroom Environments: A Scoping Review. *Brain Sciences*, ۱۵(۸), ۸۶۰.

<https://doi.org/10.3390/brainsci15080860>

Zupic, I., & Čater, T. (۲۰۱۵). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, ۱۸(۳), ۴۲۹–۴۷۲.

<https://doi.org/10.1177/1094428114562629>

زودآیند ویرایش نشده