



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Analysis of Research Trends in Digital Art Education: A Systematic Review and Scientific Mapping Study (1999–2025)

M. Olfat*,¹ 

¹ Department of Art Education, Farhangian University, P.O. Box 14665-889, Tehran, Iran.

ARTICLE INFO

Received: 2025-05-31
Revised: 2026-05-19
Accepted: 2026-05-25
Available online:
2026-07-03

KEYWORDS:

Digital art education,
virtual art teaching,
learning assessment,
generative art production,
AI in art pedagogy,
augmented reality,
virtual reality.

¹ Corresponding author

m.olfat@cfu.ac.ir

☎ (+98912)7902320

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: Digital art education has emerged over the past two decades as a highly dynamic, interdisciplinary, and rapidly evolving field, situated at the intersection of technology, pedagogy, and creative practice. This evolution reflects not only the integration of digital tools into traditional art instruction but also a fundamental rethinking of how art can be created, experienced, and shared within digital and hybrid environments. The emergence of transformative technologies, including generative artificial intelligence (AI), immersive virtual reality (VR), and augmented reality (AR), has profoundly reshaped pedagogical approaches, enabling interactive, personalized, and collaborative learning experiences that extend well beyond conventional classroom boundaries. These advancements have facilitated new modes of artistic expression, critical engagement, and participatory learning, while simultaneously raising complex questions regarding ethics, accessibility, inclusivity, and the social-emotional dimensions of student learning. Despite the rapid expansion and increasing conceptual complexity of the field, there remains a scarcity of systematic analyses that trace longitudinal trends, map thematic clusters, and identify persistent research gaps from 1999 to 2025. To address this critical gap, the present study provides a comprehensive scientific mapping of digital art education research. By examining the evolution of conceptual frameworks, practical applications, and intellectual structures, the study offers a strategic and evidence-based roadmap to support researchers, educators, and policy-makers in understanding historical developments, identifying emerging priorities, and guiding future inquiry in this rapidly transforming and increasingly human-centered domain.

Methods and Data: This study adopts a systematic bibliometric review methodology to comprehensively explore the evolution and current state of digital art education research. Data were meticulously retrieved from the Web of Science database and analyzed using advanced analytical software, including Bibliometrix, VOSviewer, and SciMAT, to ensure robust and reproducible results. Multiple complementary analytical techniques were applied, such as performance analysis, keyword co-occurrence analysis, co-citation analysis of sources, and thematic evolution mapping. These approaches enabled the identification of major thematic clusters, their interconnections, temporal development patterns, leading countries, influential institutions, and highly cited publications. The methodology also provides insights into emerging research trends, intellectual structure, and collaboration networks, offering a multi-level understanding of both quantitative outputs and qualitative patterns in the field. This approach establishes a strong foundation for guiding future research, policy-making, and pedagogical strategies in digital art education.

Findings: The analysis revealed two major evolutionary waves in digital art education research. The first wave (1999–2018) centered on technology and pedagogy in digital environments, emphasizing the feasibility and integration of tools such as Second Life and Web 1.0 platforms, as well as the redefinition of art's role in

virtual and online contexts. During this period, the dominant focus was on the application of digital tools to enhance art instruction, with theoretical debates surrounding art post-digitality, wikis, and visual literacy emerging as supplementary but increasingly relevant concerns. This era laid the foundational structures for understanding the interaction between technology, pedagogy, and visual culture. The second wave (2019–2025) shifted toward human-centered experiences in digital visual art, integrating advanced technologies such as generative AI, gamification, immersive VR, and augmented reality (AR) into pedagogical frameworks. Key focal points included ethical considerations, psychological and social well-being, learner-centered assessment, and educational equity. Thematic clusters in this phase were identified as "Digital and Virtual Art Education," "Post-Human Art," "Game-Based Art Education," and "Marginal and Critical Topics." The findings illustrate a transition from a primarily tool-oriented approach to a multidimensional, experiential, and ethically informed model, where technology is harnessed to enhance creative engagement, collaboration, and cognitive-emotional processing. Country-level analysis indicated that the United States and the United Kingdom led in citation impact, reflecting significant influence on the global research agenda. China demonstrated the highest volume of publications, suggesting a model focused on output quantity rather than citation-driven impact, although emerging efforts indicate a gradual shift toward prioritizing quality and influence.

Discussion and Conclusion: The study demonstrates that digital art education has undergone a profound transformation over the past two decades, evolving from a peripheral, technology-centered practice into a central, human-centered, and ethically oriented field of research. This evolution reflects a growing recognition of the complex interplay between technology, creativity, pedagogy, and social-emotional learning in shaping contemporary art education. Despite these advances, several critical research gaps remain, including the scarcity of longitudinal studies, the absence of standardized assessment metrics, and insufficient attention to algorithmic bias, accessibility, and educational equity. Future research should prioritize the development of multidimensional evaluation frameworks, the professional development and retraining of educators, and multinational studies designed to foster inclusive, equitable, and context-sensitive learning environments. Collectively, these findings offer a comprehensive roadmap for advancing digital art education, bridging theory and practice, and integrating technological innovation with humanistic, ethical, and socially responsive considerations.



NUMBER OF REFERENCES

42



NUMBER OF FIGURES

10



NUMBER OF TABLES

3

Conflict of Interest

The authors declare no conflict of interest.

Ethical Considerations

All ethical considerations were observed in this review study, including data integrity, accurate citation practices, respect for intellectual property rights, and proper acknowledgment of all cited sources. Since this study was a review and did not involve human participants, direct data collection, intervention, or the use of personal information, informed consent and participant confidentiality procedures were not applicable. The study was conducted in accordance with established ethical standards for scientific publication and the guidelines of the Committee on Publication Ethics (COPE). The authors declare that the manuscript has not been submitted simultaneously to another journal, that no data were fabricated or manipulated, and that any potential conflicts of interest have been transparently disclosed.

Citation (APA): Olfat, M. (2026), Analysis of research trends in digital art education: A systematic review and scientific mapping study (1999–2025). *Interdisciplinary Studies in Education*, 5(2), 50–82. DOI:

 <http://doi.org/ise.2026.19635.1448>



COPYRIGHTS



© 2026 This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0); The Authors retain the copyright and full publishing rights. Published by Farhangian University.

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

مقاله پژوهشی

تحلیل روندهای پژوهشی در آموزش هنر دیجیتال: مطالعه مروری نظام‌مند و نقشه‌سازی علمی

(۱۹۹۹-۲۰۲۵)

میلاد الفت^{۱*} ID^۱ گروه آموزش هنر، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۱۴۶۶۵-۸۸۹، تهران، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۱۰

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۲/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۰۴

تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۴/۱۲

واژگان کلیدی:

آموزش هنر دیجیتال،

آموزش مجازی هنر،

ارزیابی یادگیری،

تولید هنری مولد،

هوش مصنوعی در پداگوژی هنر،

واقعیت افزوده،

واقعیت مجازی.

^۱ نویسنده مسئولhm.olfat@cfu.ac.ir

۰۹۱۲-۷۹۰۲۳۲۰ ①

چکیده

پیشینه و اهداف: در دو دهه گذشته، آموزش هنر دیجیتال به‌عنوان یک حوزه پویا و بین‌رشته‌ای شکل گرفته و با ظهور فناوری‌هایی مانند هوش مصنوعی مولد و واقعیت مجازی، دگرگونی‌های عمیقی را پشت سر گذاشته است. با این وجود، تحلیل نظام‌مند روندهای تکاملی این حوزه، شناسایی خوشه‌های موضوعی و شناسایی شکاف‌های پژوهشی از سال ۱۹۹۹ تاکنون به‌طور جامع انجام نشده است. این پژوهش با هدف ترسیم نقشه علمی جامعی از این مسیر دانشی و ارائه چارچوبی راهبردی برای پژوهشگران و سیاست‌گذاران طراحی شده است.

روش‌ها: پژوهش از مرور نظام‌مند علم‌سنجی استفاده کرده و داده‌ها از وب آف ساینس استخراج شدند. تحلیل‌ها با نرم‌افزارهای بیبلیومتریکس، وی او اس ویوور و سای-مت شامل تحلیل عملکردی، هم‌رخدادی واژگان، هم‌استنادی منابع و تحلیل تکاملی موضوعی انجام شد.

یافته‌ها: این پژوهش با روش مرور نظام‌مند علم‌سنجی و با استخراج داده‌ها از پایگاه وب آف ساینس انجام شد. تحلیل‌ها با نرم‌افزارهای بیبلیومتریکس، وی او اس ویوور و سای-مت در چهار حوزه عملکردی، هم‌رخدادی واژگان، هم‌استنادی منابع و تکامل موضوعی صورت گرفت. یافته‌ها دو موج اصلی را نشان دادند. نخست، فناوری و پداگوژی در محیط‌های دیجیتال (۱۹۹۹-۲۰۱۸) که بر امکان‌سنجی ابزارهایی مانند زندگی دوم و بازتعریف نقش هنر در فضای مجازی تمرکز داشت. دوم، هوش مصنوعی، بازی‌سازی و پداگوژی نوین در هنر بصری دیجیتال (۲۰۱۹-۲۰۲۵) که محوریت آن بر تجربه انسانی، ارزیابی، اخلاق، رفاه روانی-اجتماعی و عدالت آموزشی است. خوشه‌های کلیدی پژوهش شامل «آموزش هنر دیجیتال و مجازی»، «هنر پسا-انسانی»، «آموزش هنر بازی‌محور» و «موضوعات حاشیه‌ای و انتقادی» بودند. از نظر استناد، ایالات متحده و بریتانیا پیشرو بودند، در حالی که چین بیشترین تعداد مقالات را منتشر کرده است.

نتیجه‌گیری: آموزش هنر دیجیتال از رویکردی ابزارمحور به حوزه‌ای انسان‌محور و اخلاقی تحول یافته است. شکاف‌ها شامل نبود مطالعات طولی، سنجه‌های استاندارد و کم‌توجهی به عدالت آموزشی و سوگیری الگوریتمی است.

مقدمه

آموزش به‌عنوان پایه و اساس توسعه اجتماعی و ابزاری مؤثر برای ارتقای رشد فکری، اجتماعی و اقتصادی در نظر گرفته می‌شود (شیری محمد آباد، ۱۴۰۴) و آموزش هنر دیجیتال به‌عنوان حوزه‌ای پویا و بین‌رشته‌ای، در تقاطع بیان هنری، نوآوری فناورانه و نظریه‌های پداگوژیکی شکل گرفته است (پاولو^۱، ۲۰۲۰؛ اسکلاتر^۲ و لالی^۳، ۲۰۱۸). این همگرایی، پارادایم‌هایی جدید برای یادگیری

^۱ Pavlou^۲ Sclater^۳ Lally

خلاقانه ایجاد کرده که فراتر از روش‌های سنتی آموزش هنر حرکت می‌کند و همان‌گونه که تیلاندر^۴ (۲۰۱۱) توصیف می‌کند، رویکردی دگرگون‌کننده در پداگوژی هنر را به‌وجود آورده است. رویکردی که به‌صورت انتقادی، اشکال و معانی در حال تحول در بستر دیجیتال را بررسی می‌نماید. در این مسیر، ادغام فناوری‌هایی مانند نرم‌افزارهای گرافیکی، واقعیت افزوده و مجازی، و هوش مصنوعی، نه تنها فرآیندهای خلق هنری، بلکه روش‌های آموزشی را به‌طور بنیادین دگرگون کرده است (پانسیرولی^۵ و همکاران، ۲۰۲۳، کیم^۶ و همکاران، ۲۰۲۲) و نظام‌های آموزشی در سطح جهانی دستخوش تغییرات اساسی و تحول ساختاری شده‌اند (رفعت‌جو و همکاران، ۱۴۰۴).

این تحولات، اهمیت آموزش هنر دیجیتال را در آماده‌سازی یادگیرندگان برای جامعه‌ای فزاینده دیجیتالی بی‌بدیل ساخته است. چنین رویکردهایی علاوه بر تقویت بیان خلاقانه، مهارت‌هایی چون تفکر انتقادی، سواد فناورانه و حل مسئله انطباقی را نیز پرورش می‌دهند مهارت‌هایی که برای شهروندان قرن بیست و یکم ضروری‌اند (بلک^۷ و برونینگ^۸، ۲۰۱۱؛ لیائو^۹ و همکاران، ۲۰۱۶). همان‌طور که سورتانیدو^{۱۰} و همکاران (۲۰۱۹) نشان داده‌اند، آموزش هنر دیجیتال به‌عنوان پلی میان اصول هنری سنتی و امکانات فناورانه معاصر عمل می‌کند و به دانش‌آموزان اجازه می‌دهد تا ضمن توسعه مهارت‌های عمومی در قرن بیست و یکم از جمله خلاقیت، همکاری و تفکر محاسباتی به‌صورت معناداری در منظره فرهنگی دیجیتال نیز مشارکت کنند. در دهه اخیر، این حوزه به‌سرعت به‌عنوان یک زمینه پژوهشی بین‌رشته‌ای در تقاطع هنر، فناوری آموزشی و تعامل انسان و رایانه رشد کرده است (تونگ^{۱۱} و همکاران، ۲۰۲۱؛ بدیر اریستی^{۱۲} و فریدمن^{۱۳}، ۲۰۲۴). این گسترش، طیف گسترده‌ای از پژوهش‌ها را به‌همراه داشته است: از کاربردهای هوش مصنوعی مولد (وارتیاینن^{۱۴} و تدره^{۱۵}، ۲۰۲۳؛ فانگ^{۱۶} و جیلنگ^{۱۷}، ۲۰۲۴) تا به‌کارگیری فناوری‌های فراگیر مانند واقعیت افزوده و مجازی در محیط‌های یادگیری (چاندراسکرا^{۱۸} و یون^{۱۹}، ۲۰۱۸؛ سرنا-مندیبورو^{۲۰} و گوئرا-تامز^{۲۱}، ۲۰۲۴). با این حال، علیرغم غنای پژوهشی موجود، درک نظام‌مندی از چگونگی تحول این حوزه در طول زمان به‌ویژه از سال ۱۹۹۹ تاکنون همچنان ناقص است. همان‌گونه که گونزالز زامار^{۲۲} و آباد سگورا^{۲۳} (۲۰۲۱) اشاره می‌کنند، اگرچه مطالعات فردی بینش‌های ارزشمندی ارائه داده‌اند، اما همگرایی موضوعات نوظهور از جمله واقعیت افزوده/مجازی، هوش مصنوعی مولد، پداگوژی دیجیتال، چارچوب‌های ارزیابی یادگیری و الگوهای جغرافیایی-زمانی پژوهش هرگز به‌صورت جامع و با روش‌های علم‌سنجی پیشرفته مورد ترسیم قرار نگرفته است. این شکاف، تصمیم‌گیری‌های

4. Tillander

5. Panciroli

6. Kim

7. Black

8. Browning

9. Liao

10. Tsortanidou

11. Tong

12. Erişti

13. Freedman

14. Vartiainen

15. Tedre

16. Fang

17. Jiang

18. Chandrasekera

19. Yoon

20. Serna-Mendiburu

21. Guerra-Tamez

22. González-Zamar

23. Abad-Segura

راهبردی پژوهشگران و سیاست‌گذاران را با چالش مواجه می‌سازد؛ زیرا آن‌ها برای شناسایی خوشه‌های موضوعی، روابط متقابل میان آن‌ها و شکاف‌های پژوهشی، به نقشه‌ای شفاف از ساختار دانش نیاز دارند (کریست^{۲۴} و همکاران، ۲۰۲۱). به‌ویژه، فقدان چنین نقشه‌ای، تلاش‌ها برای شناسایی الگوهای طولی پژوهش، توسعه چارچوب‌های استاندارد ارزیابی، و پرداختن به ملاحظات اخلاقی حیاتی از جمله عدالت در دسترسی و سوگیری الگوریتمی را دشوار کرده است (باکر^{۲۵} و هاو^{۲۶}، ۲۰۲۲، بدیر اریستی و فریدمن، ۲۰۲۴). در پاسخ به این شکاف، این مطالعه با بهره‌گیری از روش‌های پیشرفته علم‌سنجی و ابزارهای بیبلیومتریکس^{۲۷} و وی‌او‌اس ویوور^{۲۸}، در پی ترسیم نقشه‌ای جامع از روندهای پژوهشی، خوشه‌های موضوعی و شکاف‌های دانشی در حوزه آموزش هنر دیجیتال در بازه زمانی ابتدای سال ۱۹۹۹ تا ۱۷ آگوست ۲۰۲۵ است.

در این پژوهش، اهداف ویژه‌ای تعیین شده‌اند که هر یک به‌صورت دقیق و با پشتوانه روش‌شناختی معتبر طراحی شده‌اند؛ نخست، شناسایی و تحلیل روندهای تکاملی و موج‌های موضوعی اصلی که در طول دوره مطالعه در پژوهش‌های آموزش هنر دیجیتال ظهور کرده‌اند، با پیروی از رویکردهای روش‌شناختی که توسط لوپز روبلز^{۲۹} و همکاران (۲۰۲۱) در چارچوب تحلیل علم‌سنجی آن‌ها تثبیت شده است (لوپز-روبلز و همکاران، ۲۰۲۱)، دوم، ترسیم خوشه‌های موضوعی کلیدی و بررسی روابط پیچیده میان آن‌ها از طریق تحلیل شبکه، با به‌کارگیری تکنیک‌های مشابه مطالعات کتاب‌سنجی جامع (فونتال^{۳۰} و مارتینز-رودریگز^{۳۱}، ۲۰۲۴)، و سوم، شناسایی و طبقه‌بندی مهم‌ترین شکاف‌های پژوهشی به‌منظور ارائه راهنمایی راهبردی برای پژوهش‌های آکادمیک آینده، با تمرکز ویژه بر حوزه‌هایی که در مرورهای نظام‌مند اخیر از جمله مطالعه کریست^{۳۲} و همکاران (۲۰۲۱) به‌عنوان اولویت‌های پژوهشی مورد تأکید قرار گرفته‌اند (کریست و همکاران، ۲۰۲۱).

این اهداف سه‌گانه، چارچوبی نظام‌مند برای نقشه‌برداری علمی از ادبیات موجود فراهم می‌کنند و مسیر را برای پژوهش‌های آینده هموار می‌سازند. این پژوهش، جزو نخستین مطالعات جامعی است که از روش‌های علم‌سنجی پیشرفته، به‌طور خاص با استفاده از ابزار بیبلیومتریکس، و نرم افزار وی‌او‌اس ویوور برای تحلیل نظام‌مند منظر پژوهشی آموزش هنر دیجیتال بهره می‌برد. با پیروی از رویکردهای روش‌شناختی تثبیت‌شده در تحلیل علم‌سنجی رویز روزرو^{۳۳} و همکاران (۲۰۱۹) و شن^{۳۴} و همکاران (۲۰۲۳) این رویکرد نوآورانه چندین مشارکت منحصربه‌فرد به این حوزه ارائه می‌دهد (رویز-روزرو^{۳۵}، ۲۰۱۹؛ شن^{۳۶}، ۲۰۲۳). این مطالعه چارچوبی بصری و کمی برای درک تحولات موضوعی فراهم می‌کند که برای درک سریع و جامع گستره و تکامل ادبیات موجود، بی‌بدیل است. در دو دهه

24. Christ

25. Baker

26. Hawn

27. Bibliometrix

28. VOSviewer

29. López-Robles

30. Fontal

31. Martínez-Rodríguez

32. Christ

33. Ruiz-Rosero

34. Shen

35. Ruiz-Rosero

36. Shen

گذشته، آموزش هنر دیجیتال به عنوان حوزه‌ای پویا در تقاطع هنر، فناوری و پداگوژی گسترش یافته است (پاولو، ۲۰۲۰؛ اسکاتلر و لالی، ۲۰۱۸). پژوهش‌های اولیه بر ادغام ابزارهای دیجیتال و بازتعریف نقش هنر در فضای مجازی تمرکز داشتند (تیلاندر^{۳۷}، ۲۰۱۱)، در حالی که دوره اخیر (۲۰۱۹-۲۰۲۵) با ظهور هوش مصنوعی مولد و فناوری‌های فراگیر، توجه را به سوی ارزیابی، اخلاق و رفاه روانی-اجتماعی سوق داده است (پانسیرولی و همکاران، ۲۰۲۳؛ کیم و همکاران، ۲۰۲۲؛ فانگ و جیانگ، ۲۰۲۴). با این حال، ابعاد اخلاقی و اجتماعی به‌ویژه عدالت در دسترسی و سوگیری الگوریتمی که برای توسعه پایدار این حوزه حیاتی‌اند، در مطالعات پیشین کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند (گاسکینز^{۳۸}، ۲۰۲۳؛ داوودی، ۲۰۲۴). شناسایی نظام‌مند دو موج موضوعی اصلی از فناوری و پداگوژی در محیط‌های دیجیتال (۲۰۱۸-۱۹۹۹) گرفته تا هوش مصنوعی، بازی‌سازی و پداگوژی نوین در هنر بصری دیجیتال (۲۰۲۵-۲۰۱۹) دیدگاهی جامع و بی‌سابقه از تحول این حوزه ارائه می‌دهد و شکاف پژوهشی مورد اشاره گونزالز زامار، و آباد سگورا (۲۰۲۱) در مورد ضرورت نقشه‌برداری نظام‌مند در پژوهش‌های آموزش هنر دیجیتال را پوشش می‌دهد.

همچنین سوالات پژوهشی زیر در ادامه مطرح می‌گردند:

- کدام واژه‌های کلیدی بیشترین سهم را در حوزه‌های موضوعی مرتبط با آموزش هنر دیجیتال از سال ۱۹۹۹ تا ۲۰۲۵ داشته‌اند؟
- کدام کشورها در این سال‌ها بیشترین رفرنس را دریافت کرده و نویسندگان مسئول مقالات از کدام کشورها بوده‌اند؟
- کدام نویسندگان در این سال‌ها به عنوان مراجع اصلی در این حوزه شناخته شده‌اند و چه مفاهیمی در پژوهش‌هایشان به عنوان بنیان علمی مطرح شده است؟
- نتایج مربوط به تحلیل هم‌رخدادی واژگان در آموزش هنر دیجیتال منجر به شکل‌گیری چه خوشه‌هایی در این سال‌ها شده است؟
- چگونه می‌توان روندهای تکاملی پژوهش‌های آموزش هنر دیجیتال را از سال ۱۹۹۹ تا ۲۰۲۵ شناسایی و تبیین کرد؟

روش پژوهش

این پژوهش کاربردی با هدف ترسیم نقشه علمی و تحلیل روندهای تکاملی پژوهش‌های حوزه «آموزش هنر دیجیتال» در بازه زمانی ابتدای سال ۱۹۹۹ تا ۱۷ آگوست ۲۰۲۵، از روش مرور نظام‌مند علم‌سنجی بهره گرفته است. این رویکرد روش‌شناختی، که تلفیقی از پروتکل‌های استاندارد مرور نظام‌مند و تکنیک‌های پیشرفته علم‌سنجی است، امکان تحلیل کمی، کیفی و بصری از بدنه دانش یک حوزه موضوعی را فراهم می‌کند (آریا^{۳۹} و کوکوروبلو^{۴۰}، ۲۰۱۷؛ لوپز-روبلز، ۲۰۲۱). چنین رویکردی برای حوزه‌های نوظهور و بین‌رشته‌ای مانند

37. Tillander

38. Gaskins

39. Aria

40. Cuccurullo

آموزش هنر دیجیتال که فاقد چارچوب‌های نظام‌مند تحلیلی هستند، بسیار مناسب است، زیرا نه تنها حجم و رشد پژوهش‌ها را اندازه‌گیری می‌کند، بلکه ساختارهای مفهومی، خوشه‌های موضوعی و شکاف‌های دانشی را نیز با دقت بالا شناسایی می‌نماید (رویز-روزرو و همکاران، ۲۰۱۹). پایگاه داده اصلی این مطالعه، پایگاه وب آف ساینس بود که به دلیل پوشش جامع، کیفیت بالای مقالات و قابلیت استخراج متادیتای غنی، به عنوان یک پایگاه استاندارد در مطالعات علم‌سنجی شناخته می‌شود (آریا و کوکورو، ۲۰۱۷). استراتژی جستجو بر اساس کلیدواژه‌های اصلی حوزه تحقیق طراحی گردید که شامل ترکیبی از واژگان مرتبط با «آموزش هنر دیجیتال»، «تدریس هنر بصری»، و «هوش مصنوعی در پداگوژی هنری» بود. همچنین از عملگرهای بولی (یا، و) ^{۴۱} و نمادهای جامع ^{۴۲} برای افزایش حساسیت جستجو استفاده شد که به شرح زیر بوده و در تاریخ ۱۷ آگوست ۲۰۲۵ انجام گرفته است:

رشته جستجو: «آموزش هنر دیجیتال» یا «تدریس مجازی هنر» یا «هوش مصنوعی در پداگوژی هنر»

فرآیند انتخاب و آماده‌سازی داده‌ها بر اساس پروتکل استاندارد پریسما ^{۴۳} و در سه گام نظام‌مند طراحی شد. در گام نخست، اجرای رشته جستجوی نهایی در پایگاه «وب آف ساینس» در تاریخ ۱۷ آگوست ۲۰۲۵، منجر به بازیابی ۴۱۲ رکورد گردید. در گام دوم، با اعمال معیارهای ورود شامل بازه زمانی ۱۹۹۹ تا ۲۰۲۵، زبان انگلیسی، نوع سند (مقالات پژوهشی و مروری داوری‌شده)، و ارتباط مستقیم محتوایی با حوزه آموزش هنر دیجیتال، پداگوژی فناوری‌محور یا هوش مصنوعی/واقعیت مجازی در آموزش هنر، و همچنین معیارهای خروج شامل حذف انواع سند غیرپژوهشی (کتاب، گزارش فنی، یادداشت سردبیر، پایان‌نامه)، موارد تکراری، و پژوهش‌های فاقد چکیده یا متن کامل قابل دسترسی، مجموعه داده‌ها به ۲۳۵ رکورد کاهش یافت. در گام سوم، با بازیابی دقیق عنوان، چکیده و متن کامل و حذف موارد نامرتب با اهداف پژوهش، مجموعه نهایی متشکل از ۱۱۰ مقاله استخراج گردید. پیش از ورود داده‌ها به محیط‌های تحلیلی، فرآیند پاکسازی و یکپارچه‌سازی متادیتا با استفاده از قابلیت‌های پیش‌پردازش در بسته بیبلیومتریکس انجام پذیرفت. این فرآیند شامل شناسایی و ادغام رکوردهای تکراری، استانداردسازی واژگان کلیدی (حذف مترادف‌ها، یکسان‌سازی فرمت نگارشی و پیونددهی کلیدواژه‌های هم‌ارز)، اصلاح نام نویسندگان و مؤسسات مشابه، و تکمیل فیلدهای ناقص بود. این گام‌های نظام‌مند تضمین می‌کند که تحلیل‌های عملکردی، شبکه‌ای و تکاملی بر پایه‌ای عاری از خطاهای ساختاری و کاملاً یکپارچه استوار باشند. در ادامه، تحلیل‌های چندوجهی با استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی بیبلیومتریکس (در محیط آر)، وی‌اواس‌ویوور و سای‌مت انجام پذیرفت. از بیبلیومتریکس برای انجام تحلیل عملکردی ^{۴۴} شامل محاسبه تعداد انتشارات سالانه، شناسایی نویسندگان، مؤسسات و کشورهای پیشرو، و محاسبه شاخص‌های استنادی استفاده شد. همچنین این نرم‌افزار برای انجام تحلیل شبکه هم‌استنادی منابع ^{۴۵} و تحلیل هم‌رخدادی واژگان کلیدی ^{۴۶} به کار گرفته شد. وی‌اواس‌ویوور به دلیل قابلیت‌های پیشرفته در تصویرسازی شبکه‌های علمی و خوشه‌بندی بصری، برای

41. (AND, OR)

42. wildcards

43. PRISMA

44. Performance Analysis

45. Reference Co-citation Analysis

46. Keyword Co-occurrence Analysis

ترسیم نقشه‌های بصری شبکه هم‌رخدادی واژگان، محاسبه و نمایش شاخص‌های مرکزیت شبکه مورد استفاده قرار گرفت (ون اک^{۴۷} و والتمن^{۴۸}، ۲۰۱۰). سای-مت نیز به‌طور خاص برای تحلیل تکاملی و پویایی موضوعات مورد استفاده قرار گرفت (لوپز-روبلز و همکاران، ۲۰۲۱).

به‌منظور تضمین تکرارپذیری، شفافیت روش‌شناختی و اعتبار تحلیل‌های شبکه‌ای، تنظیمات پارامترهای نرم‌افزاری و چارچوب تفسیر شاخص‌ها به‌طور دقیق گزارش می‌شود. در محیط وی او اس ویوور، تحلیل هم‌رخدادی واژگان با حداقل آستانه هم‌رخدادی ۳، روش شمارش کامل^{۴۹}، الگوریتم چیدمان وی او اس لی اوت^{۵۰} و ضریب تفکیک خوشه‌ها^{۵۱} برابر با ۱۰۰ تنظیم گردید. این پارامترها تضمین می‌کنند که تنها پیوندهای معنادار و پرتکرار در شبکه نمایش داده شوند و از شلوغی بصری یا حذف ساختارهای نوظهور جلوگیری گردد. در نرم‌افزار سای-مت، ماتریس هم‌رخدادی با معیار نرمال‌سازی شاخص قدرت پیوند^{۵۲} پردازش شد و خوشه‌بندی با الگوریتم جابجایی هوشمند محلی^{۵۳} و تقسیم‌بندی زمانی بر اساس شکاف‌های طبیعی در روند تولیدات علمی انجام پذیرفت. شاخص‌های «مرکزیت» و «چگالی» برای ترسیم نقشه‌های استراتژیک بر اساس میانگین وزنی پیوندهای درون‌خوشه‌ای و برون‌خوشه‌ای محاسبه شدند. از منظر تفسیری، شاخص‌های هم‌رخدادی^{۵۴} بیانگر «ساختار مفهومی و پیوند موضوعی» هستند؛ به‌طوری‌که مرکزیت بینابینی^{۵۵} نشان‌دهنده نقش پل‌زنی واژگان میان حوزه‌های متمایز، مرکزیت نزدیکی^{۵۶} نمایانگر سرعت دسترسی به سایر مفاهیم، و رتبه صفحه^{۵۷} نشان‌دهنده نفوذ و وزن کلی یک مفهوم در کل شبکه است. در مقابل، تحلیل هم‌استنادی منابع^{۵۸} بازتاب‌دهنده «ساختار فکری و پیوند نظری» است؛ بدین معنا که منابعی که به‌طور هم‌زمان توسط پژوهشگران بعدی استناد می‌شوند، پایه‌های نظری یا مکاتب روش‌شناختی مشترکی را شکل می‌دهند. این چارچوب پارامتریک و تفسیری، امکان استنتاج منطقی از سیر تکاملی موضوعی، خوشه‌بندی دانش و شناسایی شکاف‌های پژوهشی را بر پایه‌ای کمی و عاری از تفسیرهای سلیقه‌ای فراهم می‌سازد.

در این پژوهش بازه زمانی بر اساس رشد ارجاعات به دو دوره تقسیم شده است. بدین صورت که از سال ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۸ رشد پیوسته و آرامی وجود داشته و از سال ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۵ به یک باره جهشی در تعداد استنادات به این مقالات رخ داده است. همچنین، از سای-مت^{۵۹} برای تقسیم بازه زمانی تحقیق به دوره‌های مجزا، ترسیم نقشه‌های استراتژیک^{۶۰} که موقعیت هر خوشه موضوعی را بر اساس دو محور «مرکزیت» و «چگالی» نشان می‌دهد، و شناسایی موج‌های تکاملی موضوعی و ردیابی تحولات خوشه‌ها در طول زمان استفاده شده است (تصویر ۱).

47. van Eck

48. Waltman

49. Full Counting

50. VOS Layout

51. Resolution

52. Association Strength

53. Smart Local Moving

54. Co-occurrence

55. Betweenness

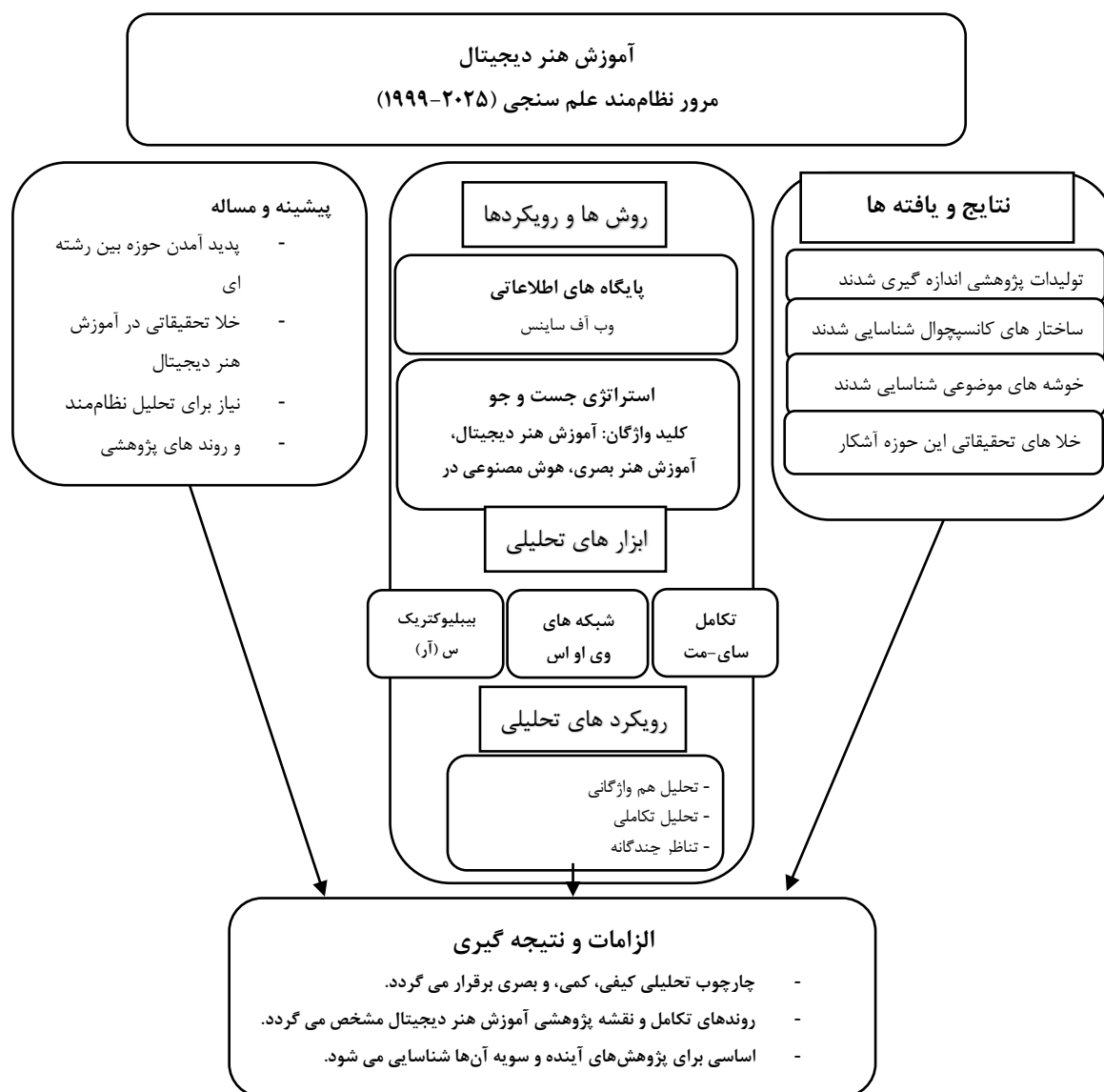
56. Closeness

57. PageRank

58. Co-citation

59. SciMAT

60. Strategic Diagrams



شکل ۱. روند پیشبرد تحقیق در حوزه آموزش هنر دیجیتال (نگارنده)

Figure 1. Research Progression Process in the Field of Digital Art Education (Author)

همچنین در این پژوهش برای اطمینان از اعتبار یافته‌ها، از چندین راهبرد استفاده شد. پیروی از پروتکل‌های استاندارد (استراتژی جستجو و فرآیند غربالگری بر اساس دستورالعمل‌های پریسما^{۶۱} طراحی شد (استفاده از چندین ابزار تحلیلی) ترکیب نتایج حاصل از بیبلیومتریکس^{۶۲}، وی او اس و یوور^{۶۳} و ساینس-مت^{۶۴} و تفسیر چندلایه یافته‌های کمی و بصری با تفسیر کیفی و مبتنی بر ادبیات موجود تلفیق شدند. این رویکرد جامع و چندابزاره، امکان ارائه نقشه‌ای دقیق، معتبر و بینش‌آور از تحولات حوزه آموزش هنر دیجیتال را فراهم نمود.

61. PRISMA
62. Bibliometrix
63. VOSviewer
64. SciMAT

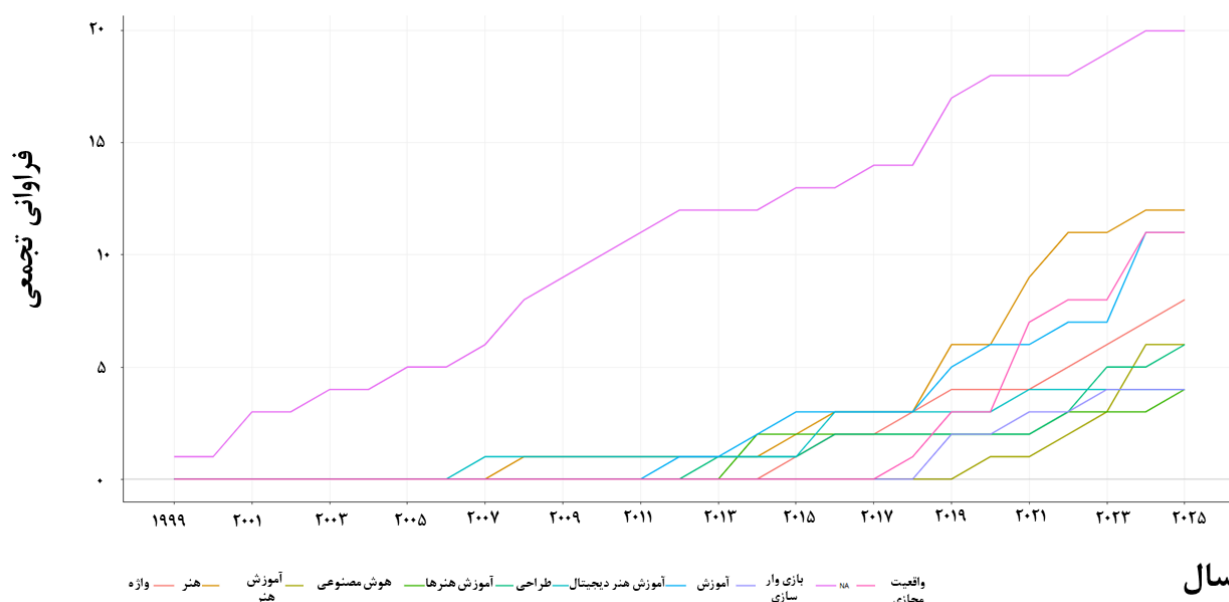
یافته‌های پژوهش

پاسخ به سؤال اول پژوهش: کدام واژه‌های کلیدی بیشترین سهم را در حوزه‌های موضوعی مرتبط با آموزش هنر دیجیتال

از سال ۱۹۹۹ تا ۲۰۲۵ داشته‌اند؟

رشد واژه‌های کلیدی

این مطالعه به تحلیل داده‌های کتابسنجی در بازه زمانی ۱۹۹۹ تا ۲۰۲۵ پرداخته و داده‌ها از پایگاه معتبر وب آف ساینس استخراج شده‌اند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار بیبلیومتریکس و وی او اس ویوور به منظور انجام روش‌های تحلیل شبکه استفاده شده است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که موضوع مورد بررسی از سال ۲۰۰۶ وارد فاز رشد قابل توجهی شده است. شکل ۲ تغییرات تکرار تجمعی کلمات مرتبط با هنر، آموزش و فناوری را از سال ۱۹۹۹ تا ۲۰۲۵ نشان می‌دهد. به طور کلی واژه‌هایی مانند «هنر» و «آموزش» از ابتدای دوره مورد استفاده قرار گرفته‌اند، اما افزایش آن‌ها پایدار و کم‌سرعت بوده است. از سال ۲۰۱۵ به بعد، کلمات مرتبط با فناوری و تحول آموزشی مانند «واقعیت مجازی»، «هوش مصنوعی»، «بازی سازی» و «آموزش هنر دیجیتال» به‌طور چشمگیری رشد کرده‌اند، که نشان‌دهنده افزایش توجه به ادغام فناوری در آموزش هنر و طراحی است. این روند به‌ویژه از سال ۲۰۲۰ به بعد تسریع یافته و نشان‌دهنده اهمیت روزافزون مفاهیم دیجیتال و هوش مصنوعی در حوزه آموزش هنری است.



شکل ۲. میزان رشد کلید واژه‌های پژوهشی (۱۹۹۹-۲۰۲۵) (منبع: خروجی از بیبلیومتریکس، نگارنده)
Figure 2. Growth Rate of Research Keywords (1999-2025) (Source: Output from Bibliometrix, Author)

چون «دوره پایه» و «فاصله» است که به آموزش غیرحضورى یا دوره‌هاى سنى خاص اشاره دارد. خوشه‌هاى پنجم و ششم نیز به ترتیب بر محیط‌هاى رسانه‌اى نوین و تاریخچه و سیاست‌هاى آموزش هنر تمرکز دارند. در مجموع، نتایج بیانگر گذار آموزش هنر از چارچوبى سنتى به حوزه‌اى پویا، فناورانه و چندبعدى است.

جدول ۱. تحلیل هم‌رخدادى واژگان در حوزه آموزش هنر دیجیتال (منبع: خروجى از وی او اس ویور، نگارنده)

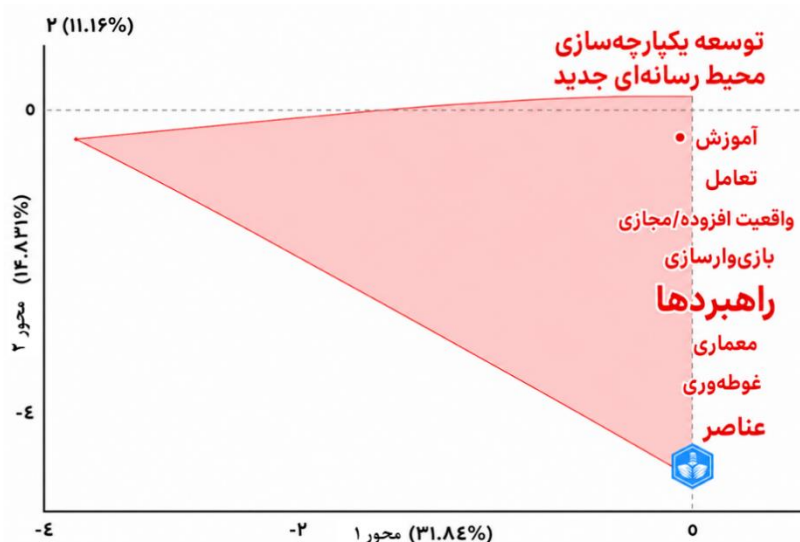
Table 1. Co-Occurrence Analysis of Keywords in the Field of Digital Art Education (Source: Output from VOS viewer, Author)

رتبه	نزدیکی	مرکزیت بینابینى	خوشه	واژه
۰.۰۵۸	۰.۰۵۶	۹	۱	آموزش هنر
۰.۱۳	۰.۰۸۳	۳۸	۱	واقعیت مجازى
۰.۰۲	۰.۰۴۸	۰	۱	بازى‌وار سازى
۰.۰۳۴	۰.۰۵۳	۰	۱	واقعیت افزوده
۰.۰۴۵	۰.۰۵۳	۰	۱	انگیزه
۰.۰۴۵	۰.۰۵۳	۰	۱	اجرا
۰.۰۴۵	۰.۰۵۳	۰	۱	مولفه‌ها
۰.۰۲	۰.۰۴۸	۰	۱	غوطه‌ورى
۰.۰۲۱	۰.۰۳۷	۰	۱	سوال
۰.۰۳۹	۰.۰۵۳	۹	۲	آموزش
۰.۰۲۳	۰.۰۳۶	۰	۲	هوش مصنوعى
۰.۰۶۳	۰.۵	۱	۳	هنر
۰.۰۳۹	۰.۳۳۳	۰	۳	طراحى
۰.۰۲۸	۰.۳۳۳	۰	۳	تکنولوژى
۰.۰۴۳	۱	۰	۴	کا-۱۲
۰.۰۴۳	۱	۰	۴	فاصله
۰.۰۴۳	۰.۵	۰	۵	آموزش هنر دیجیتال
۰.۰۴۳	۰.۵	۰	۵	توسعه یکپارچه‌سازى
۰.۰۴۳	۰.۵	۰	۵	محیط جدید رسانه اى
۰.۰۴۳	۰.۳۳۳	۰	۶	تاریخ آموزش هنر
۰.۰۴۳	۰.۳۳۳	۰	۶	مباحثات

۰.۰۴۳	۰.۳۳۳	۰	۶	برنامه درسی
۰.۰۴۳	۰.۳۳۳	۰	۶	سیاست

تجزیه و تحلیل تناظر چندگانه^{۷۱}

تحلیل نظر چندگانه^{۷۲} و تجزیه و تحلیل همبستگی چندگانه (MCA) به عنوان دو رویکرد کلیدی در تحلیل داده‌های متون علمی، نقش مهمی در شناسایی الگوهای مفهومی و ساختارهای پنهان در پژوهش‌ها دارند. این روش‌ها از طریق شناسایی واژه‌هایی که در مجموعه‌ای از مقالات به صورت همزمان ظاهر می‌شوند، به درک روابط بین مفاهیم کمک می‌کنند (مالک الکلامی^{۷۳} و همکاران، ۲۰۲۴). تحلیل هم‌رخدادی واژگان، با تشخیص گروه‌هایی از واژه‌های مرتبط (مثل «آموزش هنر»، «واقعیت مجازی»، «بازی‌سازی»، ساختار شبکه‌ای دانش در حوزه را نمایش می‌دهد و با استفاده از شاخص‌هایی مانند مرکزیت بینابینی و رتبه صفحه، مفاهیم کلیدی و پل‌زننده را شناسایی می‌کند (ایبو^{۷۴} و کوترل^{۷۵}، ۱۹۹۵). از سوی دیگر، تحلیل همبستگی چندگانه با تبدیل داده‌های کیفی به فضای چندبعدی، امکان بررسی موقعیت مفاهیم نسبت به یکدیگر را فراهم می‌آورد و به شناسایی ابعاد اصلی تفاوت در مفاهیم کمک می‌کند (آریا و کوکولورو، ۲۰۱۷). در این راستا، از طریق روش کای میانگین^{۷۶} برای خوشه‌بندی و تحلیل همبستگی چندگانه برای تحلیل ساختار مفهومی، می‌توان عناصر اساسی و روابط موجود در داده‌ها را به صورت بصری و دقیق تحلیل کرد. این تحلیل‌ها نشان می‌دهند که مفاهیمی مانند «محیط‌های رسانه‌ای نوین»، «ادغام و توسعه» و «بازی‌سازی» در یک محور فناوری و تعامل قرار دارند، در حالی که «انگیزش»، «عملکرد» و «عناصر» در محوری مرتبط با نتایج یادگیری و عملکرد دانش‌آموزان جای گرفته‌اند.



شکل ۴. تجزیه و تحلیل علم سنجی داده‌ها و تحلیل ساختار مفهومی تجزیه و تحلیل همبستگی چندگانه (نگارنده)

Figure 4. Scientometric Data Analysis and Conceptual Structure Analysis Using Multiple Correspondence Analysis (Author)

71. The multiple correspondence analysis (MCA)

72. Co-word analysis

73. Malekolkalami

74. Ibbou

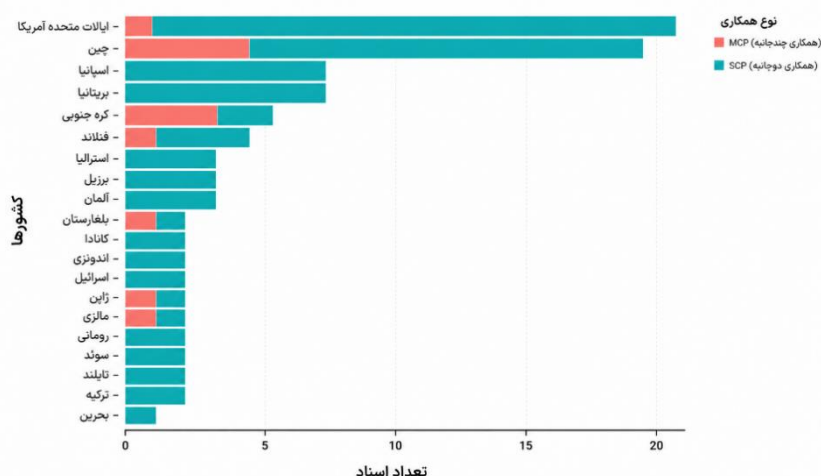
75. Cottrell

76. K-mean

این یافته‌ها نشان‌دهنده تحول حوزه آموزش هنر از یک ساختار سنتی به یک نظام پویا و چندبعدی با تأکید بر فناوری، ادغام دیجیتال و ارتقاء تجربه یادگیری است (دی فرانکو^{۷۷}، ۲۰۱۶؛ رادانلیو^{۷۸} و همکاران، ۲۰۲۲). (شکل ۴).

پاسخ به سؤال دوم پژوهش: کدام کشورها در این سال‌ها بیشترین رفرنس را دریافت کرده و نویسندگان مسئول مقالات از کدام کشورها بوده‌اند؟

شکل ۵ تعداد اسناد علمی منتشرشده توسط کشورهای مختلف را بر اساس نوع همکاری میان‌کشوری (MCP^{۷۹}) و همکاری سازمانی داخلی (SCP^{۸۰}) نشان می‌دهد. به طور کلی، آمریکا و چین با حضور برجسته در بالای لیست، بیشترین تعداد اسناد را دارند که نشان‌دهنده نقش پیشرو این دو کشور در تولید علمی و همکاری‌های بین‌المللی است. از این دو کشور، آمریکا با حجم بالایی از همکاری‌های سازمانی داخلی و چین با ترکیب قابل توجهی از همکاری‌های میان‌کشوری، و سازمانی داخلی، برجسته‌ترین کشورها هستند. اسپانیا و بریتانیا نیز با حجم قابل توجهی از اسناد، در سطح بعدی قرار دارند، اما در مقایسه با آمریکا و چین، کمتر به همکاری‌های میان‌کشوری (MCP) وابسته‌اند. کشورهایی مانند کره، فنلاند، استرالیا و برزیل نیز در جمع کشورهای فعال هستند، اما با حجم کمتری از اسناد و کمترین شرکت در همکاری‌های میان‌کشوری. در مقابل، کشورهایی مانند بلغارستان، ژاپن و مالزی، هرچند در محدوده پایین‌تری قرار دارند، اما نسبت به سایر کشورها دارای نسبت بالاتری از همکاری‌های میان‌کشوری (MCP) هستند که نشان‌دهنده تلاش برای همکاری بین‌المللی با وجود حجم کمتری از تولید علمی است. این الگو نشان می‌دهد که کشورهای پیشرفته از نظر علمی معمولاً هم در تولید اسناد و هم در همکاری‌های بین‌المللی فعالیت بیشتری دارند، در حالی که کشورهای دیگر اغلب بر همکاری‌های داخلی تمرکز دارند و به صورت محدودی در شبکه‌های بین‌المللی شرکت می‌کنند.



شکل ۵. توزیع اسناد علمی بر اساس نوع همکاری چندملیتی MCP و همکاری داخلی SCP در کشورهای مختلف (نگارنده)

Figure 5. Distribution of Scientific Documents Based on Multiple Country Publication (MCP) and Single Country Publication (SCP) Collaboration Across Different Countries (Author)

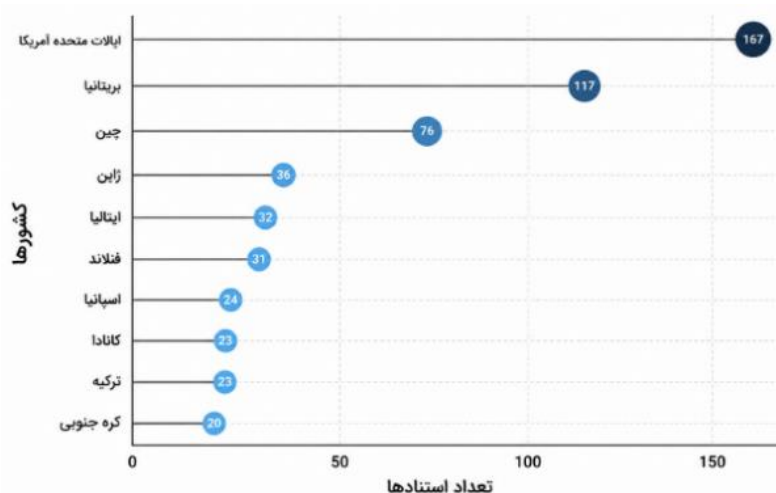
77. Di Franco

78. Radanliev

79. Multi-Country Collaboration

80. Single-Country Collaboration

همچنین شکل ۶ تعداد ارجاعات⁸¹ به اسناد علمی منتشر شده توسط کشورهای مختلف را نشان می‌دهد و به عنوان شاخصی از تأثیر علمی و کیفیت پژوهش‌ها در حوزه مورد بررسی عمل می‌کند. آمریکا با ۱۶۷ ارجاع، بیشترین تأثیر علمی را دارد و در صدر لیست قرار گرفته است، که نشان‌دهنده جایگاه برتر این کشور در تولید پژوهش‌های با کیفیت و تأثیرگذار است. بریتانیا با ۱۱۷ ارجاع در رتبه دوم قرار دارد و نیز نقش مهمی در تولید دانش معتبر دارد. چین با ۷۶ ارجاع در سطح بعدی قرار دارد و اگرچه در مقایسه با آمریکا و بریتانیا تعداد ارجاعات کمتری دارد، اما نشان‌دهنده روند افزایشی قابل توجه در کیفیت و تأثیر پژوهش‌های علمی این کشور است. کشورهایمانند ژاپن، ایتالیا، فنلاند، اسپانیا، کانادا، ترکیه و کره نیز در محدوده پایین‌تری قرار دارند، اما با تعداد ارجاعات معناداری که نشان‌دهنده مشارکت فعال در پژوهش‌های علمی با تأثیر منطقه‌ای یا جهانی هستند. این الگو نشان می‌دهد که کشورهای که در تولید علمی فعال هستند، لزوماً در تأثیر علمی نیز بالاتر قرار نمی‌گیرند. اما در این مورد، کشورهایی مانند آمریکا و بریتانیا همچنان به عنوان مراکز اصلی تولید دانش با تأثیر گسترده در جامعه علمی جهانی شناخته می‌شوند.



شکل ۶. تعداد ارجاعات به اسناد علمی بر اساس نام کشور (خروجی از بیبلیومتریکس، نگارنده)

Figure 6. Number of Citations to Scientific Documents by Country Name (Output from Bibliometrix, Author)

جدول ۲ با ترکیب دو شاخص «تعداد کل استنادات» و «میانگین استناد به ازای هر مقاله»، تصویری چندبعدی از جایگاه علمی پنج کشور برتر ارائه می‌دهد. آمریکا با ۱۶۷ استناد کلی پیش‌تاز است و نشان‌دهنده نقش محوری آن در تولید دانش جهانی است. با این حال، میانگین نسبتاً پایین ۸۰۰ بیانگر انتشار گسترده مقالاتی با کیفیت و تأثیر متفاوت است. در مقابل، ایتالیا با تنها ۳۲ استناد کلی اما میانگین ۳۲۰۰، نشان می‌دهد که مقالات اندک آن از نظر محتوایی بسیار قوی و اثرگذارند. بریتانیا با ۱۱۷ استناد و میانگین ۱۶۷۰ توازن مطلوبی میان حجم و کیفیت برقرار کرده و به‌عنوان یکی از قطب‌های علمی مهم مطرح است. ژاپن نیز با میانگین ۱۸۰۰ کیفیت بالایی دارد، هرچند تعداد استنادات پایین‌تر نشان‌دهنده تمرکز بر حوزه‌های تخصصی‌تر یا تأثیر محدودتر است. در سوی دیگر، چین

بیشترین حجم مقالات را دارد، اما میانگین ۳.۸۰ نشان‌دهنده کیفیت متغیر و پایین‌تر است. الگویی که بیانگر گذار این کشور از تولید انبوه به سمت ارتقای کیفیت در سیاست‌های علمی است. به‌طور کلی، داده‌ها تأکید می‌کنند که سنجش تأثیر علمی تنها بر اساس حجم تولید کافی نیست. کشورهایی مانند ایتالیا و ژاپن با تولید محدود اما مؤثر، نقشی کلیدی در تحریک دانش جهانی دارند، در حالی که آمریکا و بریتانیا به‌عنوان ستون‌های اصلی علم، تعادل قابل‌توجهی میان کمیت و کیفیت برقرار کرده‌اند.

جدول ۲. رتبه‌بندی پنج کشور برتر بر اساس تعداد کل استنادات و میانگین استنادات به ازای هر مقاله (نگارنده)
Table ۲. Ranking of the Top Five Countries Based on Total Citations and Average Citations per Article (Author)

رتبه	کشور	تعداد کل استنادها	میانگین استناد هر مقاله
۱	آمریکا	۱۶۷	۸.۰۰
۲	بریتانیا	۱۱۷	۱۶.۷۰
۳	چین	۷۶	۳.۸۰
۴	ژاپن	۳۶	۱۸.۰۰
۵	ایتالیا	۳۲	۳۲.۰۰

پاسخ به سؤال سوم پژوهش: کدام نویسندگان در این سال‌ها به عنوان مراجع اصلی در این حوزه شناخته شده‌اند و چه مفاهیمی در پژوهش‌هایشان به عنوان بنیان علمی مطرح شده است؟

نمودار «سه حوزه‌ای»^{۸۲} که در اینجا به صورت نمودار سنکی^{۸۳} نمایش داده شده، رابطه بین سه مجموعه اطلاعات کلیدی منابع مرجع (CR)، نویسندگان (AU) و کلمات کلیدی^{۸۴} را در حوزه آموزش هنر دیجیتال نشان می‌دهد. این نمودار نشان می‌دهد که چه منابع علمی توسط چه نویسندگانی استناد شده‌اند و این نویسندگان با چه موضوعاتی (کلمات کلیدی) مرتبط هستند. در این تحلیل، مشاهده می‌شود که منبع «لاتور، ب. (۲۰۰۵)» بازآرایی امر اجتماعی: درآمدی بر نظریه کنشگر-شبکه^{۸۵} با تعداد بالایی از ارجاعات (درجه مرکزیت بالا)، به عنوان منبع فرهنگی و نظری اصلی در پژوهش‌های مرتبط با آموزش هنر دیجیتال شناخته می‌شود، که نشان‌دهنده تأثیر نظریات شبکه‌ای اجتماعی و تئوری «نظریه کنشگر شبکه»^{۸۶} در این حوزه است. از طرفی، نویسندگانی مانند لو آی.^{۸۷}، ونریچ آر.^{۸۸} و دورنر بی.^{۸۹} به عنوان پیشگامان پژوهشی ظاهر می‌شوند که با توجه به تعداد زیاد ارجاعات به آثارشان، نقش کلیدی

82. 3-Field Plot

83. Sankey Diagram

84. KW_Merged

85. Latour, B. (2005). Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network Theory

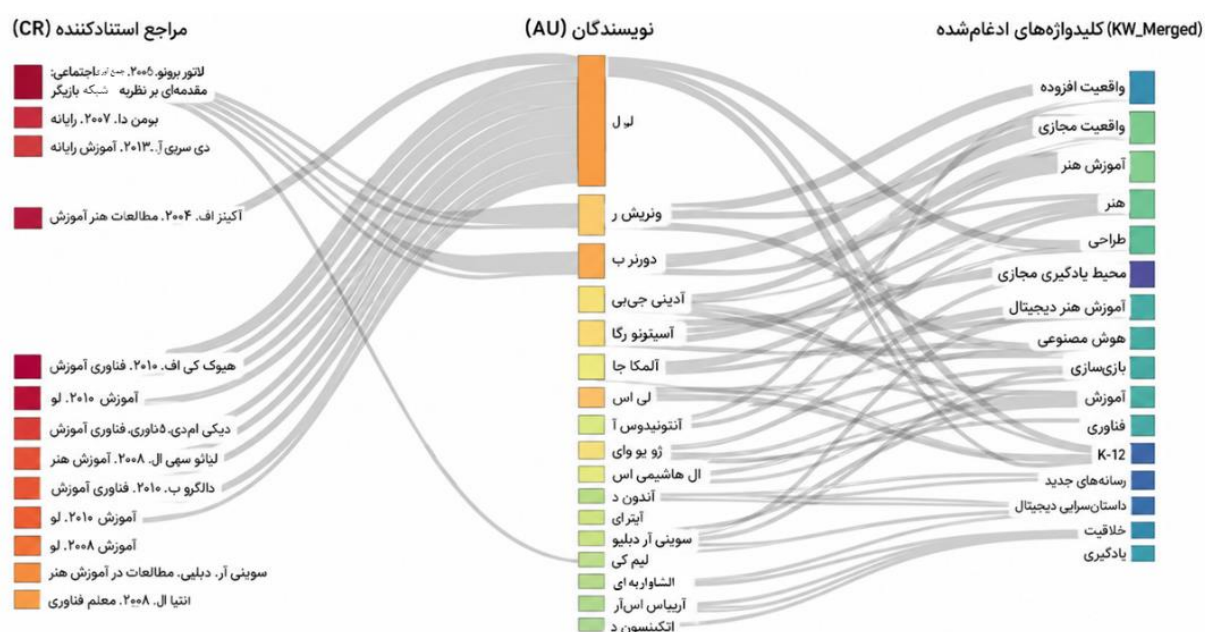
86. Actor-Network Theory

87. Lu I.

88. Wenrich R.

89. Dorner B.

در ایجاد تم‌های پژوهشی دارند. این نویسندگان به‌طور گسترده به موضوعاتی مانند واقعیت مجازی، هنر دیجیتال، آموزش هنر، طراحی، هوش مصنوعی، داستان‌سرایی دیجیتال و خلاقیت مرتبط هستند، که نشان‌دهنده جهت‌گیری اصلی پژوهش‌ها به سمت تحلیل تجربه‌های تعاملی و فناوری‌محور در آموزش هنر است. همچنین، کلمات کلیدی مانند واقعیت مجازی، آموزش هنر دیجیتال و آموزش هنر با تعداد بالایی از ارتباطات، نشان‌دهنده موضوعات محوری در این حوزه هستند. این نمودار به‌طور کلی نشان می‌دهد که پژوهش‌های فعلی در آموزش هنر دیجیتال تحت تأثیر منابع نظری انتقادی و توسط نویسندگانی که به فناوری‌های نوظهور و یادگیری تعاملی متمرکز هستند، شکل گرفته‌اند (شکل ۷).



شکل ۷. نمودار سه حوزه‌ای: رابط بین سه مجموعه از اطلاعات کلیدی منابع مرجع، نویسندگان و کلمات کلیدی (منبع: خروجی از بیبلیومتریکس، نگارنده)

Figure 7. Three-Field Plot: Linkage Between Three Sets of Key Information—Reference Sources, Authors, and Keywords (Source: Output from Bibliometrix, Author)

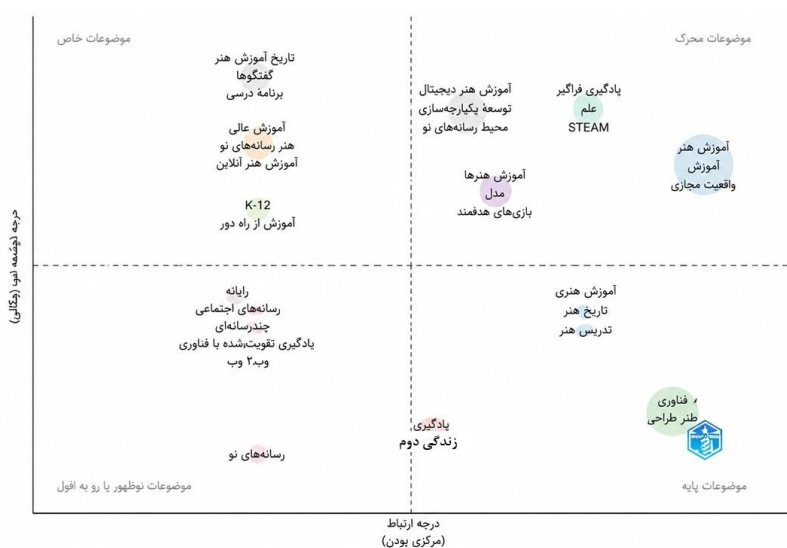
پاسخ به سؤال چهارم پژوهش: نتایج مربوط به تحلیل هم‌رخدادی واژگان در آموزش هنر دیجیتال منجر به شکل‌گیری چه

خوشه‌هایی شده است؟

تصویرسازی نقشه موضوعی

تحلیل نقشه موضوعی پژوهشی^{۹۰} حاکی از تغییرات دینامیک در ساختار و جهت‌گیری تحقیقات در حوزه آموزش هنر دیجیتال است. با توجه به موقعیت کلمات کلیدی در فضای دو بعدی توسعه (چگالی) و اهمیت (مرکزیت)، می‌توان مشاهده کرد که تم‌هایی مانند آموزش هنر، آموزش و واقعیت مجازی در منطقه «تم‌های محرک» قرار گرفته‌اند و نشان‌دهنده محورهای اصلی پژوهشی در این حوزه هستند که هم از نظر تعداد مقالات و هم از نظر ارتباط با سایر مفاهیم، اهمیت بالایی دارند. این یافته‌ها نشان‌دهنده تأکید فزاینده بر استفاده از

فناوری‌های پیشرفته، به‌ویژه واقعیت مجازی، در طراحی و اجرای برنامه‌های آموزشی هنری است. در مقابل، مفاهیمی مانند زندگی دوم^{۹۱} و وب-۹۲ که در گذشته به عنوان نوآوری‌های کلیدی شناخته می‌شدند، در منطقه «موضوعات نوظهور یا کاهشی» قرار دارند و نشان‌دهنده کاهش توجه به این فناوری‌های قدیمی‌تر است. همچنین، موضوعات تخصصی مانند آموزش هنری، تاریخ هنر، و تدریس هنر با مرکزیت بالا و چگالی متوسط، در منطقه «موضوعات تخصصی» قرار گرفته‌اند که نشان‌دهنده توجه به ابعاد فرهنگی، تاریخی و اجتماعی آموزش هنر است. در نهایت، مفاهیم بنیادی مانند هنر، طراحی و فناوری در منطقه «موضوعات پایه» قرار دارند و به عنوان عناصر اساسی در تمامی پژوهش‌ها حضور دارند. این نقشه به‌طور کلی نشان می‌دهد که پژوهش‌ها در آموزش هنر به سمت تلفیق فناوری‌های نوین، افزایش تعامل و توجه به ابعاد اجتماعی و فرهنگی حرکت کرده‌اند، در حالی که مفاهیم پایه‌ای همچنان به عنوان چارچوب‌های اساسی حضور دارند (شکل ۸).



شکل ۸. تصویر سازی نقشه موضوعی با استفاده از روش الگوریتم مشتق پورتر (منبع: خروجی از بیبلیومتریکس، نگارنده)
Figure 8. Thematic Map Visualization Using the Porter Derivative Algorithm (Source: Output from Bibliometrix, Author)

با توجه به داده‌های جدول ۳، خوشه‌بندی کلمات کلیدی نشان‌دهنده چهارچوب ساختاری و تکاملی پژوهش‌های حوزه آموزش هنر دیجیتال است، که در آن هر خوشه گروهی از مفاهیم با همبستگی معنایی و شبکه‌ای را نمایش می‌دهد. این خوشه‌ها نه تنها موضوعات غالب را شناسایی می‌کنند، بلکه روند حرکت پژوهش از فناوری‌محور به سمت انسان‌محور، فرهنگی و انتقادی را نیز آشکار می‌سازند.
خوشه ۱ یادگیری^{۹۳}:

شامل کلمات یادگیری (۴ تکرار)، زندگی دوم (۲ تکرار) است. این خوشه نشان‌دهنده پژوهش‌های سنتی‌تر در زمینه یادگیری دیجیتال است، که بر پلتفرم‌های قدیمی و مفاهیم عمومی یادگیری متمرکز بوده‌اند. با وجود مرکزیت شبکه‌ای متوسط (یادگیری با مرکزیت

91. Second Life
92. Web 2.0
93. Learning

۰.۰۱) تعداد کم بروزرسانی و موقعیت آن در منطقه کاهشی نقشه تم‌ها، نشان می‌دهد که این رویکردها در حال جایگزینی با فناوری‌های پیشرفته‌تر مانند واقعیت مجازی و هوش مصنوعی هستند.

خوشه ۲ آموزش هنر دیجیتال و مجازی^{۹۴}

بزرگ‌ترین و پرقدرت‌ترین خوشه با ۱۳ کلمه کلیدی، از جمله آموزش هنر (۱۲ تکرار) آموزش (۱۱ تکرار)، واقعیت مجازی (۱۱ تکرار)، هوش مصنوعی (۶ تکرار) خلاقیت^{۹۵} (۳ تکرار)، انگیزه^{۹۶} (۳ تکرار)، و داستان‌گویی دیجیتال^{۹۷} (۳ تکرار). این خوشه محور اصلی پژوهشی را تشکیل می‌دهد و نشان‌دهنده تلفیق عمیق فناوری‌های نوظهور (واقعیت مجازی، واقعیت افزوده) با اصول آموزشی و روانشناسی یادگیری (انگیزه، خلاقیت، داستان‌سرایی دیجیتال) است. بالاترین مرکزیت شبکه‌ای در آموزش (۰.۰۲۴) و آموزش هنر (۰.۰۲) نشان می‌دهد که این مفاهیم به عنوان «یک هسته» عمل می‌کنند و سایر اصطلاحات مانند واقعیت افزوده، تعامل^{۹۸} و راهکارها^{۹۹} را به خود متصل می‌کنند یعنی پژوهش‌ها دیگر صرفاً به ابزار فناوری محدود نشده، بلکه به دنبال درک چگونگی طراحی تجربه آموزشی هنری با فناوری هستند.

خوشه ۳ هنر پساانسانی^{۱۰۰}

شامل هنر (۸ تکرار)، طراحی (۶ تکرار)، تکنولوژی (۴ تکرار)، متاورس^{۱۰۱} (۲ تکرار)، واقعیت ترکیبی^{۱۰۲} (۲ تکرار)، و هوش مصنوعی مولد^{۱۰۳} (۲ تکرار) است. این خوشه مفاهیم بنیادی و فناوری‌های نوظهور هنری را در بر می‌گیرد. در اینجا «هنر» و «طراحی» به عنوان مفاهیم پایه‌ای با مرکزیت بالا حضور دارند، اما فناوری‌های جدید مانند هوش مصنوعی مولد و متاورس نیز در این خوشه ظاهر شده‌اند که نشان‌دهنده تغییر در تعریف هنر است. از هنر دستی به هنر تولیدی، تعاملی و الگوریتمی. این خوشه نشان می‌دهد که فناوری نه فقط ابزار آموزشی، بلکه بخشی از خود هنر شده است.

خوشه ۴ آموزش هنر بازی‌محور^{۱۰۴}

شامل بازی‌های جدی^{۱۰۵} (۲ تکرار)، بازی‌های ویدیویی^{۱۰۶} (۲ تکرار)، و مدل^{۱۰۷} (۲ تکرار) است. این خوشه برنامه‌های آموزشی مبتنی بر بازی و بازی‌وار سازی را معرفی می‌کند و نشان می‌دهد که آموزش هنر در سطوح مختلف (به‌ویژه K-12¹⁰⁸) به سمت یادگیری بازی‌محور حرکت کرده است. این خوشه با خوشه ۲ همپوشانی دارد، اما تمرکز آن بر فرم‌های ساختاریافته آموزشی (مانند بازی‌های جدی) است، نه تجربه فردی هنری.

94. Art Education
95. creativity
96. motivation
97. digital storytelling
98. interaction
99. strategies
100. Post-human art
101. metaverse
102. mixed reality
103. generative artificial intelligence
104. Game-Based Arts Education
105. serious games
106. video games
107. model
108. Kindergarten through 12th grade

خوشه ۵ تحصیلات عالی^{۱۰۹}

شامل تحصیلات عالی^{۱۱۰} (۲ تکرار)، آموزش هنر آنلاین^{۱۱۱} (۲ تکرار)، و هنر رسانه‌ای جدید^{۱۱۲} (۲ تکرار)، است. این خوشه چارچوب مؤسساتی و فضای آموزشی دانشگاهی را نشان می‌دهد، که در آن آموزش هنر به صورت آنلاین و در قالب هنرهای رسانه‌ای جدید ارائه می‌شود. این خوشه نشان‌دهنده تبدیل آموزش هنر از یک فعالیت حضوری به یک فرآیند دیجیتالی و جهانی است.

خوشه‌های ۶ تا ۱۸ موضوعات حاشیه‌ای و انتقادی^{۱۱۳}

این خوشه‌های کوچک (مثل بصری^{۱۱۴}، تاریخ آموزش هنر^{۱۱۵}، برنامه درسی^{۱۱۶}، عدالت اجتماعی^{۱۱۷}، فرهنگ بصری^{۱۱۸}، و سیاست) با وجود تعداد تکرار کم (همه ۲ بار)، بالاترین مرکزیت شبکه‌ای در کل داده‌ها را دارند. به‌ویژه تاریخ آموزش هنر، مباحثات^{۱۱۹}، برنامه درسی و عدالت اجتماعی با مرکزیت ۰.۰۱. این عدد بسیار بالا (بیشتر از هر کلمه دیگری در جدول) نشان می‌دهد که این مفاهیم پل‌های ارتباطی حیاتی بین تمامی خوشه‌های دیگر هستند. اگرچه مستقیماً کمتر مورد تحقیق قرار گرفته‌اند، اما در تمامی مقالات به عنوان چارچوب تحلیلی، اخلاقی یا فرهنگی مورد اشاره قرار می‌گیرند. این خوشه، پژوهش انتقادی آموزش هنر را نشان می‌دهد. یعنی پژوهشگران دیگر صرفاً به «چگونه آموزش دهیم؟» نمی‌پردازند، بلکه به «چرا؟»، «برای چه کسانی؟»، و «در چه چارچوب سیاسی و فرهنگی؟» می‌پردازند. این نشان‌دهنده رشد بالقوه پژوهش‌های انتقادی، عدالت اجتماعی و تاریخی در آموزش هنر است (جدول ۳).

جدول ۳. خوشه‌بندی و مرکزیت رتبه‌ای واژگان مرتبط با آموزش هنر دیجیتال (منبع: خروجی از بیبلیومترکس، نگارنده)

Table 3. Clustering and Rank Centrality of Keywords Related to Digital Art Education (Source: Output from Bibliometrix, Author)

هم‌رخدادی	واژه	خوشه	نام خوشه	مرکزیت Btw	مرکزیت Clos	مرکزیت Pagerank
۴	یادگیری	۱	یادگیری	۱۳۶۵/۵۰۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱
۲	زندگی دوم	۱	یادگیری	۱۲۷/۳۰۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴
۱۲	آموزش هنر	۲	آموزش هنر دیجیتال و مجازی	۳۳۸۴/۹۴۸	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲
۱۱	آموزش	۲	آموزش هنر دیجیتال و مجازی	۷۹۶۸/۲۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۲۴
۱۱	واقعیت مجازی	۲	آموزش هنر دیجیتال و مجازی	۳۷۹۵/۷۹۳	۰/۰۰۲	۰/۰۲۳

109. Higher Education

110. higher education

111. online art education

112. new media art

113. Art Education History & Critical Themes

114. visual

115. art education history

116. curriculum

117. social justice

118. visual culture

119. conversations

۰/۰۱۳	۰/۰۰۲	۲۹۴۲/۰۲۰	آموزش هنر دیجیتال و مجازی	۲	هوش مصنوعی	۶
۰/۰۰۹	۰/۰۰۲	۱۹۳۵/۸۰۶	آموزش هنر دیجیتال و مجازی	۲	بازی‌وارسازی	۴
۰/۰۰۷	۰/۰۰۱	۳۸۱/۱۹۱	آموزش هنر دیجیتال و مجازی	۲	واقعیت افزوده	۳
۰/۰۰۸	۰/۰۰۲	۱۲۰۸/۳۶۳	آموزش هنر دیجیتال و مجازی	۲	خلاقیت	۳
۰/۰۰۶	۰/۰۰۲	۲۰۲۹/۰۴۶	آموزش هنر دیجیتال و مجازی	۲	داستان‌گویی دیجیتال	۳
۰/۰۱۱	۰/۰۰۲	۱۱۶۳/۸۱۶	آموزش هنر دیجیتال و مجازی	۲	انگیزه	۳
۰/۰۱۱	۰/۰۰۲	۱۵۵۹/۸۱۶	آموزش هنر دیجیتال و مجازی	۲	اجرا	۳
۰/۰۰۵	۰/۰۰۲	۳۰۹/۸۰۹	آموزش هنر دیجیتال و مجازی	۲	معماری	۲
۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۵۹۱/۵۸۲	آموزش هنر دیجیتال و مجازی	۲	هنر دیجیتال	۲
۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۲/۸۰۶	آموزش هنر دیجیتال و مجازی	۲	رسانه دیجیتال	۲
۰/۰۰۸	۰/۰۰۲	۱۳۸/۸۱۶	آموزش هنر دیجیتال و مجازی	۲	مولفه‌ها	۲
۰/۰۰۷	۰/۰۰۲	۴۸۳/۰۸۵	آموزش هنر دیجیتال و مجازی	۲	غوطه‌وری	۲
۰/۰۰۶	۰/۰۰۲	۶۶۶/۰۹۳	آموزش هنر دیجیتال و مجازی	۲	تعامل	۲
۰/۰۰۶	۰/۰۰۱	۹۳/۲۸۸	آموزش هنر دیجیتال و مجازی	۲	سوال	۲
۰/۰۰۷	۰/۰۰۲	۱۳۲۸/۶۸۸	آموزش هنر دیجیتال و مجازی	۲	راهکارها	۲
۰/۰۱۴	۰/۰۰۲	۳۰۱۰/۱۸۹	هنر پسا انسانی	۳	هنر	۸
۰/۰۱۵	۰/۰۰۲	۲۸۹۶/۵۷۰	هنر پسا انسانی	۳	طراحی	۶
۰/۰۰۹	۰/۰۰۲	۲۱۰۹/۸۵۳	هنر پسا انسانی	۳	تکنولوژی	۴

الف	(۸۲)				Olfat	
۳	محیط یادگیری مجازی	۳	هنر پسا انسانی	۹۲۸/۳۴۸	۰/۰۰۲	۰/۰۰۶
۲	هوش-مصنوعی	۳	هنر پسا انسانی	۴۳۱/۳۸۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵
۲	هوش مصنوعی مولد	۳	هنر پسا انسانی	۳۶۰/۲۴۶	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴
۲	متاورس	۳	هنر پسا انسانی	۲۶۰/۱۱۶	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵
۲	واقعیت ترکیبی	۳	هنر پسا انسانی	۶۸۶/۰۵۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۶
۴	آموزش هنرها	۴	آموزش هنر بازی محور	۱۳۸۶/۳۵۶	۰/۰۰۲	۰/۰۰۹
۲	مدل	۴	آموزش هنر بازی محور	۶۶۹/۸۷۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۷
۲	بازی‌های جدی	۴	آموزش هنر بازی محور	۳۸۰/۹۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴
۲	بازی‌های ویدئویی	۴	آموزش هنر بازی محور	۲۹۲/۴۹۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶
۲	تحصیلات عالی	۵	تحصیلات عالی	۲۹۴/۹۹۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶
۲	هنر رسانه‌ای جدید	۵	تحصیلات عالی	416	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵
۲	آموزش هنر آنلاین	۵	تحصیلات عالی	۷۶۳/۸۳۹	۰/۰۰۲	۰/۰۰۶
۲	کامپیوتر	۶	موضوعات حاشیه‌ای و انتقادی	۴۱۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵
۳	رسانه جدید	۷	موضوعات حاشیه‌ای و انتقادی	۱۰۴۴/۴۳۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۶
۴	آموزش هنر دیجیتال	۸	موضوعات حاشیه‌ای و انتقادی	۸۲۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۷
۲	توسعه یکپارچه‌سازی	۸	موضوعات حاشیه‌ای و انتقادی	۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴
۲	محیط رسانه‌ای نوین	۸	موضوعات حاشیه‌ای و انتقادی	۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴
۲	یادگیری مبتنی بر غوطه‌وری ^{۱۲۰}	۹	موضوعات حاشیه‌ای و انتقادی	۳۸۴/۲۶۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶
۲	علم	۹	موضوعات حاشیه‌ای و انتقادی	۴۱۸/۷۹۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶
۲	استیم (رویکرد تلفیقی علوم، فناوری، مهندسی، هنر و ریاضیات ¹²¹)	۹	موضوعات حاشیه‌ای و انتقادی	۳۶۴/۵۹۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵

120. immersive learning

121. Steam

۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	۸۲۴	موضوعات حاشیه‌ای و انتقادی	۱۰	چند رسانه‌ای ^{۱۲۲}	۲
۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	۴۱۱/۸۱۴	موضوعات حاشیه‌ای و انتقادی	۱۱	وب ۲	۲
۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۴۱۶	موضوعات حاشیه‌ای و انتقادی	۱۲	رسانه اجتماعی	۲
۰/۰۰۶	۰/۰۰۱	۲۲۵/۱۲	موضوعات حاشیه‌ای و انتقادی	۱۳	کا-۱۲	۳
۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۷۱/۱۵۲	موضوعات حاشیه‌ای و انتقادی	۱۳	فاصله	۲
۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۴۴۰/۹۸۴	موضوعات حاشیه‌ای و انتقادی	۱۴	یادگیری مبتنی بر فناوری ^{۱۲۳}	۲
۰/۰۰۵	۰/۰۰۲	۶۲۱	موضوعات حاشیه‌ای و انتقادی	۱۵	آموزش هنری	۲
۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	۶۲۱	موضوعات حاشیه‌ای و انتقادی	۱۶	تاریخ هنر	۲
۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۲۱۶/۵۴۱	موضوعات حاشیه‌ای و انتقادی	۱۷	تدریس هنر	۲
۰/۰۰۴	۰/۱	۰	موضوعات حاشیه‌ای و انتقادی	۱۸	تاریخ آموزش هنر	۲
۰/۰۰۴	۰/۱	۰	موضوعات حاشیه‌ای و انتقادی	۱۸	مکالمات	۲
۰/۰۰۴	۰/۱	۰	موضوعات حاشیه‌ای و انتقادی	۱۸	برنامه درسی	۲
۰/۰۰۴	۰/۱	۰	موضوعات حاشیه‌ای و انتقادی	۱۸	سیاست	۲
۰/۰۰۴	۰/۱	۰	موضوعات حاشیه‌ای و انتقادی	۱۸	عدالت اجتماعی	۲
۰/۰۰۴	۰/۱	۰	موضوعات حاشیه‌ای و انتقادی	۱۸	فرهنگ بصری	۲

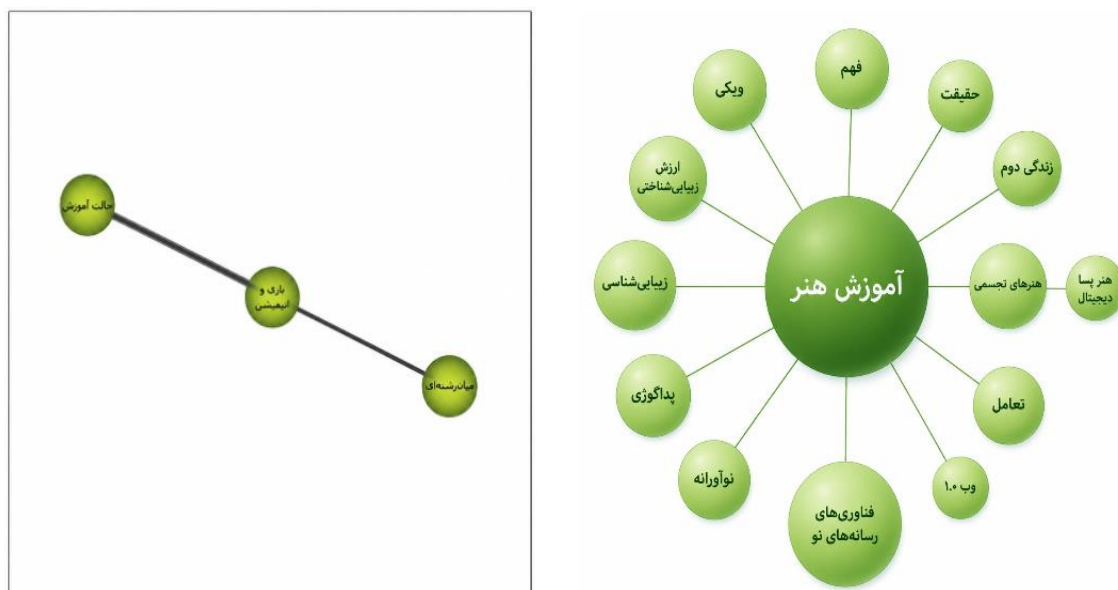
122. multimedia

123. technology-enhanced learning

پاسخ به سؤال پنجم پژوهش: چگونه می‌توان روندهای تکاملی پژوهش‌های آموزش هنر دیجیتال را از سال ۱۹۹۹ تا ۲۰۲۵

شناسایی و تبیین کرد؟

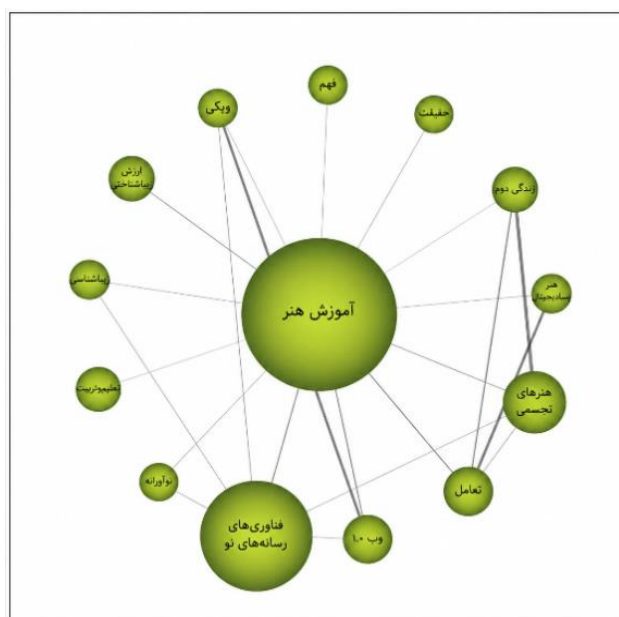
در فاصله سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۸، آموزش هنر دیجیتال به‌عنوان یک حوزه علمی در حال شکل‌گیری، عمدتاً در قالب دو خوشه کلیدی یعنی «آموزش هنر» و «بازی و انیمیشن» رشد و توسعه یافته است. خوشه «آموزش هنر» به‌عنوان جریان اصلی، با چگالی ۱۸/۵۵ درصد و مرکزیت بالا (۱۲/۱۴)، شبکه‌ای متنوع و غنی از مفاهیم را در بر می‌گیرد که از فناوری‌های نوظهور مانند وب ۱/۰ و رسانه‌های جدید تا ابعاد نظری و فلسفی همچون «هنر پس از دیجیتال»، «درک واقعیت»، «ویکی» و «ارزش زیبایی‌شناسانه» را شامل می‌شود. این خوشه بیش از آنکه به کاربرد صرف ابزارها بپردازد، به دنبال بازتعریف نقش و هویت هنر در بسترهای آموزشی دیجیتال است. محوریت «هنر بصری» و پیوندهای آن با تعامل، فناوری‌های رسانه‌ای و محیط‌های مجازی مانند «زندگی دوم» نشان می‌دهد که آموزش هنر در این دوره به سمت تجربه‌ای مشارکتی، تعاملی و انتقادی حرکت کرده است. مقالات کلیدی، از جمله آثار اتکینسون و بوفینگتون، حاکی از آن است که فناوری‌های نوظهور نه تنها ابزار، بلکه بستری برای بازاندیشی روش‌های تدریس، ارزیابی و تجربه هنری بوده‌اند و در نهایت تدریس اثربخش نقش مهمی در ارتقای کیفیت آموزش عالی و یادگیری عمیق دانشجویان خواهد داشت (اعتمادی‌زاده و همکاران، ۱۴۰۴). در مقابل، خوشه «بازی و انیمیشن» با چگالی بسیار بالای ۶۶/۶۷ درصد ولی مرکزیت پایین‌تر (۳/۰۸)، جریان دوم و مکمل این حوزه را تشکیل می‌دهد. این خوشه با تمرکز بر مفاهیمی همچون «حالت آموزشی»، «بازی و انیمیشن» و «بین‌رشته‌ای»، رویکردی کاملاً کاربردی و عملیاتی دارد. در این جریان، تأکید اصلی بر استفاده از فناوری‌های دیجیتال برای طراحی فعالیت‌های آموزشی ساختاریافته و مهارت‌محور است. بازی و انیمیشن نه تنها به‌عنوان ابزار سرگرمی، بلکه به‌عنوان بستری برای یادگیری عملی و تمرینی در نظر گرفته می‌شوند. نکته مهم این است که این دو خوشه به‌صورت موازی و در تعامل با یکدیگر عمل کرده‌اند. فناوری‌های رسانه‌ای جدید نقش پلی ارتباطی میان خوشه نظری-انتقادی آموزش هنر و خوشه عملی-کاربردی بازی و انیمیشن را ایفا کرده‌اند. این هم‌افزایی موجب شد که اصول و ارزش‌های هنری به محیط‌های تعاملی و بازی‌گونه منتقل شوند و در نتیجه، آموزش هنر دیجیتال در این بازه زمانی همزمان دو مسیر را بپیماید: از یک سو بازتعریف هویت و نقش هنر در فضای دیجیتال و مجازی، و از سوی دیگر توسعه روش‌های آموزشی برنامه‌محور و مبتنی بر مهارت‌های فنی و برنامه‌نویسی. به‌طور کلی، در این دوره آموزش هنر دیجیتال بر مبنای پیوند میان مباحث نظری و انتقادی با رویکردهای عملی و فناورانه شکل گرفت. این تلفیق دوگانه، بنیان‌های علمی و عملی حوزه را در دهه‌های آغازین قرن بیست‌ویکم بنا نهاد و زمینه را برای تحول و گسترش بیشتر آن در سال‌های بعد فراهم کرد (شکل ۹).



شکل ۹. تحلیل دو خوشه اصلی در موج موضوعی اول (۱۹۹۹–۲۰۱۸): فناوری و پداگوژی در محیط‌های دیجیتال (منبع: خروجی از سای-مت، نگارنده)

Figure 9. Analysis of Two Main Clusters in the First Thematic Wave (1999–2018): Technology and Pedagogy in Digital Environments (Source: Output from SciMAT, Author)

در دوره ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۵، خوشه «آموزش هنر» به یک شبکه پیچیده و چندلایه تبدیل شده است که در آن فناوری‌های پیشرفته، تجربه انسانی و پداگوژی نوین به‌طور هم‌زمان در هم تنیده‌اند. این تحول نشان می‌دهد که آموزش هنر دیجیتال از رویکردی ابزارمحور به سمت تجربه‌محور و روانی-اجتماعی حرکت کرده است. «هنر بصری» به‌عنوان گره اصلی، با حوزه‌هایی چون هوش مصنوعی تولیدی، بازی‌سازی، تجربه کاربری، رفاه و حتی آسیب‌شناسی پیوند خورده است.



شکل ۱۰. تحلیل دو خوشه اصلی در موج موضوعی دوم (۲۰۱۹–۲۰۲۵): فناوری و پداگوژی در محیط‌های دیجیتال (منبع: خروجی از سای-مت، نگارنده)

Figure 10. Analysis of Two Main Clusters in the Second Thematic Wave (2019–2025): Technology and Pedagogy in Digital Environments (Source: Output from SciMAT, Author)

امری که بیانگر نقش آموزش هنر به عنوان بستری برای پردازش تجربیات عاطفی و اجتماعی دانشجویان است. هوش مصنوعی تولیدی با ارتباط مستقیم با پداگوژی و هنر بصری، نقشی محوری در خلق محتوا، بازخورد شخصی سازی شده و همکاری انسان و ماشین ایفا می کند. در کنار آن، بازی سازی و طراحی بازی یادگیری تعاملی و فعال را از طریق چالش ها و روایت های تعاملی تقویت کرده اند. همچنین، پیوند میان تعامل و رفاه یا میان هوش مصنوعی و آسیب، نشان می دهد که پژوهش ها به سمت ارتقای همدلی، تقویت سلامت روان و ایجاد محیط های آموزشی امن برای دانش آموزان آسیب دیده حرکت کرده اند. در مجموع، این دوره شاهد گذار از ارزیابی صرف کارایی فناوری به سوی رویکردی جامع، اخلاقی و انسان محور است که آموزش هنر دیجیتال را به میدانی جهانی برای پیوند هنر، فناوری، روان شناسی و اخلاق بدل کرده است (شکل ۱۰).

بحث و نتیجه گیری

این مطالعه مروری نظام مند و علم سنجی نشان می دهد که آموزش هنر دیجیتال طی سال های ۱۹۹۹ تا ۲۰۲۵ از یک حوزه حاشیه ای و ابزار محور به میدانی بین رشته ای و انتقادی بدل شده است. تمرکز اصلی اکنون بر بازتعریف رابطه میان انسان، فناوری و خلاقیت قرار دارد. این تحول همسو با دیدگاه هایی مانند (تیلاندر، ۲۰۱۱) است که آموزش هنر دیجیتال را رویکردی دگرگون کننده و پرسشگر ماهیت هنر و آموزش در عصر دیجیتال می داند. همزمان، پژوهشگران ایرانی نیز بر این باورند که فناوری های دیجیتال موجب تغییر در الگوهای یادگیری، تجربه زیباشناختی و شیوه های تولید هنری شده و آموزش هنر را وارد مرحله ای نوین کرده اند (خلیلی، ۱۴۰۴؛ شهامت و همکاران، ۱۴۰۳). یافته ها دو موج تکاملی را مشخص می کنند: نخست، توجه به امکان سنجی و کاربرد ابزارهای نوین (پاولو، ۲۰۲۰)، و دوم، حرکت به سوی پرسش از چرایی و ابعاد انتقادی و فلسفی این حوزه. موج دوم، با ظهور خوشه هایی مانند «پداگوژی مشارکتی»، نشان دهنده تلاش برای تلفیق این ابزارها در چارچوب های نظری آموزشی بود (اسکاتلر و لالی، ۲۰۱۸). این روند در مطالعات داخلی نیز با تأکید بر لزوم بازتعریف آموزش هنر در بستر فرهنگ دیجیتال، یادگیری تعاملی و تقویت سواد رسانه ای مورد توجه قرار گرفته است (سلیمانی و همکاران، ۱۴۰۲؛ ثابتي مقدم و همکاران، ۱۴۰۴؛ علی محمدی و همکاران، ۱۴۰۴). از منظر تفسیری نویسنده، این گذار دوگانه تنها بازتابی از پیشرفت های فناوری نیست، بلکه نشان دهنده یک تحول پارادایمی در فلسفه آموزش هنر است. در موج نخست، فناوری عمدتاً به عنوان «ابزار تسهیل گر» دیده می شد، اما یافته های این مطالعه به وضوح نشان می دهند که در موج دوم، فناوری به عنوان «بازیگر فعال» در شبکه یادگیری بازتعریف شده است. این تغییر ریشه در دگرگونی های ساختاری دهه اخیر، از جمله همه گیری جهانی، ظهور هوش مصنوعی مولد و نقد فزاینده بر قطعی گرایی فناورانه دارد. پژوهش های داخلی نیز نشان داده اند که فناوری های نوین نه تنها ابزار انتقال دانش، بلکه بخشی از فرایند شکل گیری خلاقیت، هویت هنری و تعاملات آموزشی محسوب می شوند (خلیلی، ۱۴۰۴؛ نژادصفر و همکاران، ۱۴۰۴؛ پازوکی و همکاران، ۱۴۰۴). همچنین برخی محققان ایرانی بر این نکته تأکید کرده اند که ورود فناوری های دیجیتال به آموزش هنر، ساختار سنتی رابطه معلم و هنرجو را تغییر داده و زمینه را برای شکل گیری یادگیری مشارکتی و تولید جمعی دانش هنری فراهم کرده است (شهامت و همکاران، ۱۴۰۳). استدلال بر این است که جامعه علمی آموزش هنر دیگر به دنبال پاسخ به سؤال

«چگونه از فناوری استفاده شود؟» نیست، بلکه به دنبال پاسخ به پرسش‌های عمیق‌تری مانند «فناوری چه نوع خلاقیت و عاملیتی را شکل می‌دهد؟» و «چه صداهایی در این فضای دیجیتال حاشیه‌نشین می‌شوند؟» است. در همین راستا، برخی پژوهش‌های فارسی نیز بر ضرورت توجه به عدالت آموزشی، هویت فرهنگی، اخلاق دیجیتال و حفظ خلاقیت انسانی در مواجهه با فناوری‌های نوظهور تأکید کرده‌اند (سلیمانی و همکاران، ۱۴۰۲). افزون بر این، مطالعات داخلی نشان می‌دهند که توسعه آموزش هنر دیجیتال در ایران نیازمند تدوین سیاست‌های آموزشی بومی، ارتقای زیرساخت‌های فناورانه و بازنگری در برنامه‌های درسی هنر است تا بتوان میان نوآوری فناورانه و ارزش‌های فرهنگی تعادل برقرار کرد (نژادصفر و همکاران، ۱۴۰۴).

در این میان، نتایج خوشه‌بندی نشان داد که خوشه‌های اصلی شامل «آموزش هنر دیجیتال و مجازی»، «هنر پسانسانی»، «آموزش هنر بازی‌محور» و «تحصیلات عالی» به‌عنوان هسته‌های مرکزی شبکه دانشی عمل می‌کنند. این خوشه‌ها نه تنها بیشترین مرکزیت و چگالی را دارند، بلکه به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم با خوشه‌های حاشیه‌ای و انتقادی در ارتباط هستند. به‌عنوان مثال، خوشه «آموزش هنر دیجیتال و مجازی» از طریق مفاهیمی چون انگیزش، عملکرد و خلاقیت، با خوشه‌های «عدالت اجتماعی» و «سیاست» پیوند می‌یابد و زمینه را برای بازخوانی انتقادی فناوری در آموزش هنر فراهم می‌کند. همچنین خوشه «هنر پسانسانی» از طریق مفاهیمی مانند «هوش مصنوعی مولد» و «متاورس»، به بازتعریف مرزهای خلاقیت انسانی و اخلاق فناورانه منجر می‌شود. این پیوندهای درونی، نشان‌دهنده یک شبکه دانشی میان‌رشته‌ای است که خوشه‌های مرکزی (با چگالی بالا) و حاشیه‌ای (با مرکزیت بینابینی) را در ساختار منسجم آموزش هنر دیجیتال به هم متصل می‌کند. یکی از مهم‌ترین دستاوردهای این مطالعه، شناسایی نقش محوری «خوشه‌های حاشیه‌ای و انتقادی» است. واژگانی مانند «عدالت اجتماعی»، «سیاست» و «تاریخ آموزش هنر» که از نظر تعداد تکرار کم هستند، بالاترین مرکزیت بینابینی را در کل شبکه دانشی دارند. این یافته نشان می‌دهد که پژوهش‌های اخیر دیگر صرفاً به طراحی و ارزیابی فناوری‌های نوین نمی‌پردازند، بلکه آن‌ها را در چارچوب‌های گسترده‌تر سیاسی، اجتماعی و اخلاقی قرار می‌دهند. این امر، تأییدی بر نظریه‌های «شبکه‌ای اجتماعی» (لاتور^{۱۲۴}، ۲۰۰۵) است که در نمودار سه‌حوزه‌ای این مطالعه نیز به‌عنوان منبع نظری اصلی شناسایی شد. تبیین تفسیری از این الگو نشان می‌دهد که مرکزیت بالای مفاهیم انتقادی با وجود تکرار کم، گواهی بر بلوغ نظری این حوزه است. پژوهشگران اکنون دریافته‌اند که ادغام فناوری بدون توجه به بافتار اجتماعی-فرهنگی، نه تنها کارآمد نیست، بلکه می‌تواند نابرابری‌های ساختاری را تشدید کند. از این رو، ما بر این باوریم که آموزش هنر دیجیتال باید از یک «رویکرد مهندسی‌محور» به یک «پداگوژی انتقادی-فناورانه» ارتقا یابد؛ جایی که دانش‌آموزان نه تنها مصرف‌کننده یا کاربر ابزار، بلکه تحلیل‌گران نقاد و طراحان اخلاقی فناوری شوند. این تفسیر، همسو با ادبیات عدالت‌شناختی است که بر برابری در دسترسی به تولید و بازتولید دانش تأکید دارد.

بر این اساس، فناوری‌های آموزشی نه ابزارهای خنثی، بلکه موجوداتی فعال هستند که در شبکه‌ای پیچیده از روابط انسانی، نهادی و فرهنگی قرار دارند و بر آن‌ها تأثیر می‌گذارند. با این حال، این مطالعه شکاف‌های پژوهشی عمده‌ای را نیز آشکار می‌کند که نیازمند

توجه فوری پژوهشگران و سیاست‌گذاران است. نخست، فقدان مطالعات طولی است. اکثر پژوهش‌های موجود ماهیت مقطعی دارند و نمی‌توانند تأثیرات بلندمدت ادغام فناوری‌هایی مانند هوش مصنوعی مولد بر هویت هنری و مهارت‌های خلاقانه دانش‌آموزان را ارزیابی کنند (وارتیاپنن و تادره، ۲۰۲۳). دوم، کمبود سنجه‌های استاندارد ارزیابی یادگیری در این حوزه، مقایسه و تعمیم‌پذیری یافته‌ها را با دشواری مواجه می‌سازد. در حالی که خوشه «آموزش هنر دیجیتال و مجازی» بر مفاهیمی مانند «انگیزه» و «عملکرد» تأکید دارد، ابزارهای معتبر و یکپارچه‌ای برای سنجش این متغیرها در بستر هنر دیجیتال وجود ندارد (کریست، ۲۰۲۱). سوم و مهم‌تر از همه، کم‌توجهی به عدالت دسترسی و اخلاق در کاربردهای هوش مصنوعی است. در حالی که مفاهیم «عدالت اجتماعی» و «سیاست» در شبکه دانشی مرکزی هستند، پژوهش‌های تجربی کمی به بررسی سوگیری‌های الگوریتمی در ابزارهای هنری مولد یا نابرابری در دسترسی به این فناوری‌ها در کشورهای مختلف پرداخته‌اند (گاسکینز، ۲۰۲۳؛ داوودی، ۲۰۲۴). این مطالعه نشان می‌دهد که آموزش هنر دیجیتال در آستانه یک تحول اساسی قرار دارد. با ظهور هوش مصنوعی مولد، مرز بین خالق انسانی و ابزار فناورانه در حال محو شدن است (ژو^{۱۲۵} و لی^{۱۲۶}، ۲۰۲۴). این امر، فرصت‌های بی‌بدیلی برای خلق تجربیات یادگیری همه‌جانبه و شخصی‌سازی شده فراهم می‌کند، اما چالش‌های عمیقی را نیز در زمینه اخلاق، مالکیت معنوی و تعریف مجدد خلاقیت انسانی به همراه دارد (گارسیا^{۱۲۷}، ۲۰۲۴). پیامدهای تفسیری این یافته‌ها برای سیاست‌گذاری آموزشی و طراحی برنامه درسی دوچندان است. داده‌های این مطالعه نشان می‌دهد که شکاف میان «توسعه فناوری» و «آمادگی پداگوژیک» هنوز عمیق است؛ به عبارت دیگر، سرعت نوآوری فناورانه از ظرفیت نهادهای آموزشی برای بومی‌سازی و اخلاقی‌سازی آن پیشی گرفته است. آینده آموزش هنر دیجیتال در گرو بازتعریف نقش معلم از «انتقال‌دهنده تکنیک» به «تسهیل‌گر تفکر انتقادی» و بازتعریف نقش ارزیابی از «سنجش خروجی» به «ردیابی فرآیند خلاق و هویت‌ساز» است. بدون این تغییر نگرش، خطر تبدیل آموزش هنر به یک تمرین صرفاً تکنیک‌محور یا وابسته به الگوریتم‌های بسته وجود دارد. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده بر سه محور استراتژیک متمرکز شوند:

۱. توسعه چارچوب‌های ارزیابی چندبعدی: پژوهشگران باید به توسعه ابزارهای ارزیابی استاندارد بپردازند که نه تنها پیشرفت فنی، بلکه رشد مهارت‌های انتقادی، همدلی و هویت هنری دانش‌آموزان را نیز می‌سنجد. این چارچوب‌ها باید از رویکردهای کیفی و کمی به صورت همزمان استفاده کنند تا تصویری جامع از یادگیری خلاق ارائه دهند (فونتال و مارتینز-رودریگز، ۲۰۲۴).
۲. آموزش مجدد معلمان و توسعه شایستگی‌های پداگوژیک دیجیتال: موفقیت هرگونه نوآوری فناورانه در آموزش هنر، مستلزم آمادگی معلمان است. برنامه‌های آموزشی باید بر توانمندسازی معلمان در زمینه انتقاد از فناوری، مدیریت اخلاقی ابزارهای هوش مصنوعی و طراحی فعالیت‌های یادگیری معنادار با این ابزارها متمرکز شوند (بدیر اریستی و فریدمن، ۲۰۲۴).

125. Zhou

126. Lee

127. Garcia

۳. اجرای مطالعات ورود به عمل چندملیتی با تأکید بر عدالت آموزشی: برای پر کردن شکاف‌های شناسایی‌شده، به‌ویژه در حوزه عدالت دسترسی، ضروری است که مطالعات ورود به عمل^{۱۲۸} در زمینه‌های مختلف جغرافیایی و فرهنگی اجرا شوند. این مطالعات باید به‌طور فعال دانش‌آموزان و معلمان را در فرآیند طراحی و ارزیابی فناوری‌های آموزشی مشارکت دهند تا راه‌حل‌هایی بومی و پاسخگو به نیازهای محلی ایجاد شود (کریست و همکاران، ۲۰۲۱).

در نهایت، این مطالعه از سوی نویسندگان به‌عنوان دعوتی برای بازاندیشی در ماهیت «خلاقیت» در عصر هوش مصنوعی مطرح می‌شود. نگارنده بر این باور است که هنر دیجیتال نباید به حاشیه راندن عاملیت انسانی بیانجامد، بلکه باید بستری برای تقویت همدلی، تفکر انتقادی و مسئولیت‌پذیری اجتماعی باشد. نقشه علمی ترسیم‌شده در اینجا، تنها یک گزارش کتاب‌سنجی نیست؛ بلکه منشوری است برای درک اینکه چگونه فناوری می‌تواند در خدمت انسان‌مداری آموزشی قرار گیرد. حرکت به این سمت، مستلزم دیالوگ مستمر میان هنرمندان، معلمان، دانشمندان علوم کامپیوتر و سیاست‌گذاران است تا اطمینان حاصل شود که تحول دیجیتال در آموزش هنر، تحولی عادلانه، شفاف و انسان‌محور باقی می‌ماند.

تعارض منافع

مطالعه حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

منابع

- پازوکی، م.، مهدوی نسب، ی.، و محمدحسینی، ن. (۱۴۰۴). تأثیر آموزش مبتنی بر کمیک معلم ساخته و دانش آموز ساخته بر درک مطلب و درگیری تحصیلی دانش آموزان. *فناوری آموزش*، ۱۹ (۴)، ۸۸۷-۹۰۲. <https://civilica.com/doc/2576174>
- ثابتی مقدم سبزواری، ن.، افشاری زاده، س. ا.، و تراز، ز. (۱۴۰۴). اثر سؤالات چندگزینه‌ای و پاسخ ساخته چند رسانه‌ای بر عملکرد دانش آموزان در آزمون علوم: آزمودن چند رسانه‌ای. *فناوری آموزش*، ۱۹ (۴)، ۸۷۳-۸۸۶. <https://doi.org/10.22061/tej.2026.12000.3235>
- خلیلی، س. (۱۴۰۴). تحلیل نقش هوش مصنوعی در آموزش و یادگیری هنر توسط هنرمندان. *مطالعات هنر اسلامی*، ۲۲ (۶۰)، ۴۶-۶۶. <https://doi.org/10.22034/ias.2024.478251.2390>
- پازوکی، م.، مهدوی نسب، ی.، و محمدحسینی، ن. (۱۴۰۴). تأثیر آموزش مبتنی بر کمیک معلم ساخته و دانش آموز ساخته بر درک مطلب و درگیری تحصیلی دانش آموزان. *فناوری آموزش*، ۱۹ (۴)، ۸۸۷-۹۰۲. <https://civilica.com/doc/2576174>
- رفت‌جو، ز.، محترم، م.، و بهزادی، م. (۱۴۰۴). بررسی نقش هوش مصنوعی در شخصی سازی آموزش، ارتقای کیفیت یادگیری و توسعه مهارت‌های قرن بیست و یکم. *مطالعات بین‌رشته‌ای در آموزش*، ۴ (۱)، ۶۹-۹۸. <https://doi.org/10.48310/ise.2025.17090.1117>
- سلیمانی، ص.، مالک‌زاده، آ.، و مالک‌زاده، س. (۱۴۰۲). آموزش سواد رسانه‌ای در دوره ابتدایی. *سلامت روان در مدرسه*، ۱ (۲)، ۴۳-۴۸. <https://doi.org/10.22034/jmhs.2023.186439>
- شهامت، ن.، داورپناه، ع.، زارعی، ر.، و احمدی، ع. (۱۴۰۳). طراحی و اعتباریابی مدل آموزش سواد رسانه‌ای در آموزش و پرورش با رویکرد آمیخته. *پژوهش‌های برنامه درسی*، ۱۴ (۲)، ۲۲۵-۲۴۶. <https://doi.org/10.22099/jcr.2025.8015>
- شیری، ح. (۱۴۰۴). بر ساخت میدان آموزش: از واچینی آموزشی تا بسترهای تسهیل‌گر. *مطالعات بین‌رشته‌ای در آموزش*، ۴ (۴)، ۵-۲۸. <https://doi.org/10.48310/ise.2026.21052.1457>
- علی محمدی، ی.، پور شافعی، ه.، و عزیززاده جمال، م. (۱۴۰۴). تأثیر روش تدریس بر اساس مدل محتوایی-پداگوژیکی و فناوریانه (TPACK) بر عملکرد درسی و تجربیات یادگیری دانش آموزان در درس ریاضی دوره آموزش ابتدایی. *فناوری آموزش*، ۱۹ (۴)، ۹۰۳-۹۲۲. <https://doi.org/10.22061/tej.2026.12059.3243>
- نژادصفر، ر.، پوراصغر، ن.، راستگو، ا.، و نامور، ی. (۱۴۰۴). شناسایی الزامات کلیدی مدرسان آموزش عالی در نظام آموزش الکترونیک. *فناوری آموزش*، ۱۹ (۴)، ۸۴۳-۸۷۲. <https://doi.org/10.22061/tej.2026.11565.3163>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Baker, R. S., & Hawn, A. (2022). Algorithmic bias in education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32(4), 1052-1092. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00285-9>
- Bedir Erişti, S. D., & Freedman, K. (2024). Integrating digital technologies and AI in art education: Pedagogical competencies and the evolution of digital visual culture. *Participatory Educational Research*, 11(۳), 57-79. <https://doi.org/10.17275/per.24.94.11.6>
- Black, J., & Browning, K. (2011). Creativity in digital art education teaching practices. *Art Education*, 64(5), 19-34. <https://doi.org/10.1080/00043125.2011.11519140>
- Chandrasekera, T., & Yoon, S. Y. (2018). Augmented reality, virtual reality, and their effect on learning style in the creative design process. *Design and Technology Education*, 23(1), 55-75. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1171588.pdf>

- Christ, A., Penthin, M., & Kroener, S. (2021). Big data and digital aesthetic, arts, and cultural education: Hot spots of current quantitative research. *Social Science Computer Review*, 39(1), 88–107. <https://doi.org/10.1177/089443931988>
- Davoodi, A. (2024). EQUAL AI: A framework for enhancing equity, quality, understanding and accessibility in liberal arts through AI for multilingual learners. *Language, Technology, and social media*, 1(2), 45–62. <https://doi.org/10.70211/ltsm.v2i2.139>
- Di Franco, G. (2016). Multiple correspondence analysis: One only or several techniques? *Quality & Quantity*, 50(3), 1299-1315. <https://doi.org/10.1007/s11135-015-0206-0>
- Etemadizadeh, H. , Parvin, E. and Najafpour, H. (2026). Identifying the components of effective teaching from faculty members' and students' perspectives: A qualitative study. *Interdisciplinary Studies in Education*, 5(1), <https://doi.org/10.48310/ise.2026.21802.1519>
- Fang, F., & Jiang, X. (2024). The analysis of artificial intelligence digital technology in art education under the internet of things. *IEEE Access*, 12, 22928–22937. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3362822>
- Fontal, O., & Martínez-Rodríguez, M. (2024). Key themes in art education research: A bibliometric review. *Arte, Individuo y Sociedad*, 36(2), 589–608. <https://doi.org/10.5209/aris.93852>
- Garcia, M. B. (2025). The paradox of artificial creativity: Challenges and opportunities of generative AI artistry. *Creativity Research Journal*, 37(4), 755–768. <https://doi.org/10.1080/10400419.2024.2354622>
- Gaskins, N. (2023). Interrogating algorithmic bias: From speculative fiction to liberatory design. *TechTrends*, 67(3), 417–425. <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00783-0>
- González-Zamar, M. D., & Abad-Segura, E. (2021). Digital design in artistic education: An overview of research in the university setting. *Education Sciences*, 11(4), 144. <https://doi.org/10.3390/educsci11040144>
- Ibbou, S., & Cottrell, M. (1995). Multiple correspondence analysis of a crosstabulations matrix using the Kohonen algorithm. In *Proceedings of the European Symposium on Artificial Neural Networks (ESANN)*, 8(9), 112-124. <https://www.esann.org/sites/default/files/proceedings/legacy/es1995-109-S.pdf>
- Kim, H., So, H. J., & Park, J. Y. (2022). Examining the effect of socially engaged art education with virtual reality on creative problem solving. *Educational Technology & Society*, 25(2), 123-138. <http://eric.ed.gov/?id=EJ1344877>
- Latour, B. (2005). *Reassembling the social: An introduction to actor-network theory*. Oxford University Press. <https://academic.oup.com/book/52349>
- Liao, C., Motter, J. L., & Patton, R. M. (2016). Tech-savvy girls: Learning 21st-century skills through STEAM digital artmaking. *Art Education*, 69(4), 29–35. <https://doi.org/10.1080/00043125.2016.1176492>
- López-Robles, J. R., Cobo, M. J., Gutiérrez-Salcedo, M., Herrera-Viedma, E., & Martínez-Sánchez, M. Á. (2021). 30th anniversary of Applied Intelligence: A combination of bibliometrics and thematic analysis using SciMAT. *Applied Intelligence*, 51(9), 6547–6568. <https://doi.org/10.1007/s10489-021-02584-z>
- Malekolkalami, M., Hassanzadeh, M., Sharif, A., & Rezghi Ahaghi, M. (2024). Cluster analysis of knowledge development in the field of knowledge extraction in service industry. *Scientometrics Research Journal*, 9(2), 445–470. <https://doi.org/10.22070/rsci.2022.16414.1599>
- Panciroli, C., Fabbri, M., Luigini, A., Macaudo, A., & Sorrentino, C. (2023). Augmented reality in arts education. In H. K. Kim & A. Billinghurst (Eds.), *Handbook of Augmented Reality* (pp. 195–214). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-67822-7_12
- Pavlou, V. (2020), Art technology integration: Digital storytelling as a transformative pedagogy in primary education. *International Journal of Art & Design Education*, 39, 195-210. <https://doi.org/10.1111/jade.12254>
- Radanliev, P., De Roure, D., Nicolescu, R., Huth, M., Cannady, S., & Montalvo, R. M. (2022). Digital twins: Artificial intelligence and the IoT cyber-physical systems in Industry 4.0. *International Journal of Intelligent Robotics and Applications*, 6(1), 171–185. <https://doi.org/10.1007/s41315-021-00180-5>
- Ruiz-Rosero, J., Ramirez-Gonzalez, G., & Viveros-Delgado, J. (2019). Software survey: ScientoPy, a scientometric tool for topics trend analysis in scientific publications. *Scientometrics*, 121(2), 1165–1188. <https://doi.org/10.1007/s11192-019-03213-w>
- Sclater, M., & Lally, V. (2018). Interdisciplinarity and technology-enhanced learning: Reflections from art and design and educational perspectives. *Research in Comparative and International Education*, 13(1), 46-69. <https://doi.org/10.1177/174549991876>

- Serna-Mendiburu, G. M., & Guerra-Tamez, C. R. (2024). Shaping the future of creative education: The transformative power of VR in art and design learning. *Frontiers in Education*, 9, 1388483. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1388483>
- Shen, Z., Ji, W., Yu, S., Cheng, G., Yuan, Q., Han, Z., Liu, H., & Fang, H. (2023). Mapping the knowledge of traffic collision reconstruction: A scientometric analysis in CiteSpace, VOSviewer, and SciMAT. *Science & Justice*, 63(1), 42–58. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2022.10.005>
- Tillander, M. (2011). *Creativity, Technology, Art, and Pedagogical Practices*. *Art Education*, 64(1), 40–46. <https://doi.org/10.1080/00043125.2011.11519110>
- Tong, Y., Wu, J., & Zhang, X. (2021). Research on interdisciplinarity-teaching of digital media art under big data. *Journal of Physics: Conference Series*, 1883(1), 012145. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1883/1/012145>
- Tsortanidou, X., Daradoumis, T., & Barberà, E. (2019). Connecting moments of creativity, computational thinking, collaboration and new media literacy skills. *Information and Learning Science*, 120(11/12), 704–722. <https://doi.org/10.1108/ILS-05-2019-0042>
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Vartiainen, H., & Tedre, M. (2023). Using artificial intelligence in craft education: crafting with text-to-image generative models. *Digital Creativity*, 34(1), 1–21. <https://doi.org/10.1080/14626268.2023.2174557>
- Zhou, E., & Lee, D. (2024). Generative artificial intelligence, human creativity, and art. *PNAS Nexus*, 3(3), 52. <https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgae052>