



Investigating the impact of artificial intelligence technology on the development of sports startups with the mediating role of sports entrepreneurship

Akbar Mahdavi¹ , Samad Fattahi² , Mir Hesam Seyed Soltani² , Roghayeh Sarlab²

1. Department of Sports Management, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
2. Department of Motor Behavior and Sport Management, Faculty of Sport Sciences, Urmia University, Urmia, Iran.

Received: 11/04/2025, Accepted: 10/06/2025, Published: 27/07/2026

* Corresponding Author: Roghayeh Sarlab, Email: r.sarlab@urmia.ac.ir.

How to Cite: Mahdavi, A., Fattahi, S., Seidsoltani, M. H. and Sarlab, R. (2026). the impact of artificial intelligence technology on the development of sports startups with the mediating role of sports entrepreneurship. *Sport Management Studies*, 18(97), 39-60. <https://doi.org/10.22089/smrj.2025.17335.4141>

Extended Abstract

Background and Purpose

This study investigates the impact of artificial intelligence (AI) on the development of sports startups, considering sports entrepreneurship as a mediating variable. Although AI plays a growing role in business innovation, its specific influence on sports startups remains insufficiently explored. Focusing on Tehran and Alborz provinces, the research targets academics, sports entrepreneurs, and experts from technology parks. It examines how AI tools—such as data analytics, intelligent decision-making, and automation—can enhance entrepreneurial strategies and promote startup growth in the sports industry. By integrating technological capabilities with entrepreneurship, this study aims to provide practical insights for policymakers and startup founders. The results are expected to support sustainable development in sports startups and highlight the strategic importance of AI in emerging markets. Ultimately, the research contributes to bridging the gap between innovation and entrepreneurship, emphasizing the need for adaptive, tech-driven approaches to foster competitiveness and success in the evolving sports ecosystem.

Materials and Methods



Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

This applied study employed a descriptive-survey method with a quantitative approach to examine how artificial intelligence (AI) influences the development of sports startups, with sports entrepreneurship serving as a mediating variable. The research targeted individuals in Tehran and Alborz provinces, specifically including sports science academics, experts from technology parks, and active sports entrepreneurs. Using Cohen's formula—with a statistical power of 80% and an effect size of 0.30—a sample size of 232 participants was determined. After removing incomplete responses, 224 valid questionnaires were analyzed. Data were collected using three standardized and validated instruments: the AI Technology Questionnaire (22 items, Cronbach's $\alpha = 0.83$), the Sports Startups Questionnaire (20 items, $\alpha = 0.88$), and the Sports Entrepreneurship Questionnaire (74 items, $\alpha = 0.76$). Content validity was confirmed through expert review, and statistical analyses supported both convergent ($AVE > 0.5$) and discriminant validity ($AVE > MSV/ASV$). To analyze the data, structural equation modeling (SEM) was conducted using SPSS version 19 and AMOS version 23. The model demonstrated an acceptable fit, with key indicators such as $GFI = 0.844$, $CFI = 0.912$, and $RMSEA = 0.079$. Mediation analysis followed the Baron and Kenny (1986) procedure to assess both direct and indirect effects between the variables. Results revealed significant path coefficients: AI to Startups ($\beta = 0.14$, $p < 0.001$), AI to Entrepreneurship ($\beta = 0.37$, $p = 0.015$), Entrepreneurship to Startups ($\beta = 0.58$, $p < 0.001$). Notably, entrepreneurship fully mediated the relationship between AI and startup development. Despite its limited geographic scope, the study's strengths lie in its validated instruments, random sampling, robust methodology, and strong analytical framework. The findings provide valuable, evidence-based insights for policymakers and entrepreneurs, highlighting how AI and entrepreneurship can effectively work together to drive innovation and sustainable economic growth in the rapidly evolving sports startup landscape.

Findings

The analysis revealed significant relationships among all the variables examined. Artificial intelligence (AI) technology had a direct positive effect on both sports startups ($\beta = 0.14$, $p < 0.001$) and sports entrepreneurship ($\beta = 0.37$, $p = 0.015$), highlighting AI's role as a critical enabler in both domains. AI tools such as data analytics, automation, and decision-making were found to enhance the strategic capabilities of sports entrepreneurs, driving the development and growth of startups. Sports entrepreneurship showed a strong positive impact on startup development ($\beta = 0.58$, $p < 0.001$), underlining the importance of entrepreneurial thinking and management skills in achieving success. The mediation analysis revealed that sports entrepreneurship completely mediated the relationship between AI technology and sports startups. This suggests that while AI has a direct positive effect, its most significant impact on startup growth is through the development of entrepreneurial competencies. When the mediating effect of entrepreneurship was considered, the direct effect of AI on sports startups became non-significant, reinforcing the importance of entrepreneurship in leveraging technological advancements for business success. Demographic analysis showed that most respondents were male (69.6%), with a significant portion holding bachelor's degrees (53.6%) and having 10–15 years of professional experience (33.5%). These findings suggest that individuals with a solid educational foundation and professional experience are more likely to engage with and benefit from AI technologies in sports entrepreneurship. In terms of reliability and validity, all measurement models exhibited strong internal consistency, with Cronbach's alpha values ranging from 0.76 to 0.88. Convergent validity was also confirmed, as the Average Variance Extracted (AVE) for all constructs was greater than 0.5, ensuring that the measures captured the underlying concepts. The structural model fit indices supported the

hypothesized relationships, with values such as CFI = 0.912 and RMSEA = 0.079 indicating a good fit between the data and the proposed model. Overall, the findings suggest that AI technology plays a vital role in enhancing sports startups, particularly when combined with sports entrepreneurship. The results align with previous studies that emphasize technology's transformative potential in reshaping sports business ecosystems, pointing to the importance of integrating AI-driven solutions with entrepreneurial strategies to foster innovation, competitiveness, and sustainable growth in the sports sector. These insights have practical implications for policymakers and entrepreneurs, who should focus on developing both technological capabilities and entrepreneurial skills to unlock the full potential of the sports startup ecosystem in the rapidly evolving global marketplace.

Conclusion

This study highlights the significant role of artificial intelligence (AI) in the development of sports startups, with sports entrepreneurship acting as a crucial mediator. The findings indicate that AI's impact on startups is fully mediated by entrepreneurial competencies, with a strong positive relationship ($\beta = 0.58$). This suggests that AI alone is not enough for startup success; instead, it must be integrated with entrepreneurial skills. The study provides valuable insights for startup founders, urging them to combine AI tools with entrepreneurial development programs. Policymakers are encouraged to create supportive environments that address both technological and entrepreneurial needs. However, the study's focus on Tehran and Alborz limits its generalizability, suggesting the need for future research across different regions. Additionally, a longitudinal approach could better capture the evolving influence of AI in the sports entrepreneurship ecosystem. Overall, these findings contribute to advancing the theoretical understanding of digital transformation in the sports industry.

Keywords: Artificial Intelligence, Sports Startups, Sports Entrepreneurship

Article Message

The findings of this study showed that artificial intelligence technology plays an effective role in the development of sports startups, while sports entrepreneurship, as another influential factor, provides the foundation for their growth and development. Therefore, leveraging artificial intelligence technology alongside strengthening sports entrepreneurship can contribute to the sustainable development and enhanced competitiveness of sports startups.

Ethical Considerations

Ethical considerations were observed in this study.

Authors' Contributions

All authors contributed to the conduct of this study.

Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest in this article.

Acknowledgments

The authors sincerely thank all participants who took part in this study.



تأثیر تکنولوژی هوش مصنوعی بر توسعه استارت‌آپ‌های ورزشی با نقش میانجی کارآفرینی ورزشی

اکبر مهدوی^۱، صمد فتاحی^۲، میر حسام سید سلطانی^۲، رقیه سرلاب^۲

۱. گروه مدیریت ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل ایران.

۲. گروه رفتار حرکتی و مدیریت ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۲۲، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۲۰، تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۵/۰۵

*نویسنده مسئول: رقیه سرلاب، Email: r.sarlab@urmia.ac.ir

How to Cite: Mahdavi,A , Fattahi,S , Seidsoltani,M H and Sarlab,R . (2026). the impact of artificial intelligence technology on the development of sports startups with the mediating role of sports entrepreneurship. *Sport Management Studies*, 18(97), 39-60. <https://doi.org/10.22089/smrj.2025.17335.4141>

چکیده

هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر تکنولوژی هوش مصنوعی بر توسعه استارت‌آپ‌های ورزشی با نقش میانجی کارآفرینی ورزشی بود. روش تحقیق از نظر هدف، کاربردی، از لحاظ گردآوری داده‌ها، توصیفی-پیمایشی و از حیث رویکرد پژوهشی، کمی بود. جامعه آماری، اساتید تربیت‌بدنی، متخصصان در پارک علم و فناوری و استارت‌آپ‌ها و کارآفرینان ورزشی در سطح استان تهران و البرز بودند. حجم نمونه براساس روش کوهن ۲۳۲ نفر تعیین شد که با توجه به وجود پرسشنامه‌های ناقص، ۲۲۴ پرسشنامه تجزیه و تحلیل شد. ابزارهای اندازه‌گیری پرسشنامه‌های استاندارد بودند که روایی آن‌ها با استفاده از معیارهای روایی محتوایی، همگرا و واگرا تعیین شد. پایایی پرسشنامه‌های هوش مصنوعی (وقفی و عربیان، ۲۰۲۱)، استارت‌آپ‌های ورزشی (ضیاء و طوطی‌فر، ۲۰۱۹) و کارآفرینی ورزشی (صفاری و همکاران، ۲۰۱۳) با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ به ترتیب ۰/۸۳، ۰/۸۸ و ۰/۷۶ گزارش شد که نشان داد هر سه پرسشنامه از پایایی مطلوبی برخوردار بودند. برای تجزیه و تحلیل فرضیه‌های تحقیق از مدل معادلات ساختاری و به‌وسیله نرم‌افزارهای SPSS نسخه ۱۹ و AMOS نسخه ۲۳ استفاده شد. یافته‌های پژوهش نشان داد که تکنولوژی هوش مصنوعی بر استارت‌آپ‌های ورزشی و کارآفرینی ورزشی به ترتیب ۰/۱۴ و ۰/۳۷ و کارآفرینی ورزشی بر استارت‌آپ‌های ورزشی ۰/۵۸ تأثیر دارد؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که براساس جدول بارون و کنی، نوع میانجی کارآفرینی ورزشی در تأثیر تکنولوژی هوش مصنوعی بر توسعه استارت‌آپ‌های ورزشی از نوع میانجی کامل است.

واژگان کلیدی: هوش مصنوعی، استارت‌آپ‌های ورزشی، کارآفرینی ورزشی.



مقدمه

هوش مصنوعی^۱ که به صورت مخفف آن را AI می‌نامند، تکنولوژی‌ای است که به نحوی قابلیت تفکر دارد. هوش مصنوعی شاخه‌ای از علوم رایانه است که هدف اصلی آن تولید ماشین‌های هوشمندی است که توانایی انجام وظایفی را دارد که نیازمند هوش انسانی است. هوش مصنوعی درحقیقت نوعی شبیه‌سازی هوش انسانی برای کامپیوتر است. منظور از هوش مصنوعی ماشینی است که به‌گونه‌ای برنامه‌نویسی شده است که همانند انسان فکر کند و توانایی تقلید از رفتار انسان را داشته باشد. هوش مصنوعی با توانایی تجزیه و تحلیل حجم زیادی از داده‌ها، ایجاد بینش‌های جدید و خودکارسازی فرایندها، تحولی در شیوه عملکرد و رقابت کسب‌وکارها ایجاد کرده است (بانی^۲، ۲۰۲۳). از تجزیه و تحلیل پیش‌بینی‌کننده در تجارت الکترونیک تا بررسی عملکرد بازیکنان در ورزش، هوش مصنوعی نوآوری را پیش می‌برد و فرصت‌های جدیدی برای رشد و موفقیت ایجاد می‌کند (هامز^۳، ۲۰۲۲). استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی در تجارت، شیوه عملکرد مؤسسات مالی را دگرگون کرده و فرایندهای تصمیم‌گیری را سریع‌تر کرده است (مک انتری^۴، ۲۰۲۳).

در صنعت ورزش، هوش مصنوعی با پیش‌بینی عملکرد بازیکنان، بهبود استراتژی‌های تیم و افزایش تعامل طرفداران از طریق ارائه تجربیات شخصی‌سازی‌شده، تحولات عمده‌ای ایجاد کرده است (لین^۵ و همکاران، ۲۰۲۲). یکی از راه‌های اساسی که هوش مصنوعی بازارهای الکترونیک را دگرگون می‌کند، اتوماسیون فرایندهای معاملاتی است (چنگ^۶، ۲۰۲۳). الگوریتم‌های هوش مصنوعی قادر هستند روندهای بازار را تحلیل کنند، حرکات قیمت را پیش‌بینی کنند و معاملات را با سرعت بسیار زیاد انجام دهند، که این امر به معامله‌گران در یک محیط بازار پرسرعت و نوسانی مزیت رقابتی می‌بخشد (وانگسینهیران^۷ و همکاران، ۲۰۲۱). این فناوری باعث شده است که بازارهای الکترونیکی کارآمدتر، شفاف‌تر و نقدشونده‌تر شوند و فرصت‌های جدیدی را برای استارت‌آپ‌ها فراهم کنند تا وارد بازار شوند و رقابت کنند (چاکرابورتی^۸ و همکاران، ۲۰۲۳). در بازارهای الکترونیک و همچنین استارت‌آپ‌های ورزشی، کارآفرینی نقش مهمی در بهره‌برداری از قدرت هوش مصنوعی برای دستیابی به موفقیت و رشد ایفا می‌کند (هان و ژانگ^۹، ۲۰۲۳). با پذیرش فرهنگ نوآوری، کسب‌وکارها می‌توانند فناوری‌ها، مدل‌های کسب‌وکار و استراتژی‌های جدید را آزمایش کنند تا از رقبا پیشی بگیرند و از روندهای نوظهور بهره‌برداری کنند (احمد و همکاران، ۲۰۲۳). تلاقی هوش مصنوعی، نوآوری و کارآفرینی همچنان در شکل‌دهی چشم‌انداز بازارهای الکترونیک و استارت‌آپ‌های ورزشی در مقیاس جهانی ادامه خواهد داد (لیو^{۱۰} و همکاران، ۲۰۲۱). با بهره‌گیری از توانایی هوش مصنوعی و پذیرش فرهنگ نوآوری، کسب‌وکارها می‌توانند درهای فرصت‌های جدید را باز کنند، رشد را پیش ببرند و در محیط بازار رقابتی و پویا از منحنی رقابتی جلوتر بمانند (واسیل و اریارت^{۱۱}، ۲۰۲۳). آینده برای کسب‌وکارهایی

-
1. Artificial intelligence
 2. Bonny
 3. Hammes
 4. MacIntyre
 5. Lin
 6. Cheng
 7. Wongsinhirun
 8. Chakraborty
 9. Han & Zhang
 10. Liu
 11. Vasile & Iriart

که مایل به پذیرش تغییرات، ریسک‌پذیری و سرمایه‌گذاری در زمینه توانایی هوش مصنوعی و نوآوری هستند، روشن و پر از فرصت است (باگات و کانیا^۱، ۲۰۲۴).

محیط کسب‌وکار در سراسر جهان در حال تحول است. استارت‌آپ‌ها به طور کامل اقتصاد و کسب‌وکارهای سنتی را تغییر داده‌اند. استارت‌آپ، رویکرد و مفهومی است که در کمتر از یک دهه موفق شده است در دنیای کارآفرینی و کسب‌وکار، تحول بزرگ ایجاد کند. همچنین قابلیت ایجاد درآمد، سیستم یا سازمانی براساس یک ایده و ارائه آن به آستانه رشد و سرمایه‌گذاری داشته باشد. استارت‌آپ یا معادل فارسی آن، رویداد شتاب، یک رویداد است که برای راه‌اندازی شرکت‌ها و شرکت‌های نوپا برگزار می‌شود. براساس تعریف متخصصان، استارت‌آپ، شرکت نوپایی است که راه‌حلی نوین برای یک مسئله ارائه می‌دهد؛ با این حال، تضمینی برای موفقیت کمپانی از طریق راه‌حل ارائه‌شده وجود ندارد. به هر حال، استارت‌آپ به‌عنوان سرمایه‌گذاری کارآفرینانه برای راه‌اندازی کسب‌وکار جدید به صورت یک شرکت نوپا ظاهر می‌شود. برای راه‌اندازی و توسعه، این شرکت‌ها نیاز به ارزیابی، تجزیه و تحلیل و توسعه ایده‌های خود دارند (سوناندا^۲، ۲۰۱۷). در جهان رقابتی امروز، ایجاد کسب‌وکارهای نوپا (استارت‌آپ) نقش بسیار مهمی در توسعه و صنعتی شدن اقتصاد کشورها دارد. امروزه، اقبال جهانی به مفهوم اقتصاد دانش‌محور، بیشتر شرکت‌های نوپا را به سوی دانش و فناوری سوق داده است. رشد سریع در زمینه دانش و نوآوری، از یک سو، کارآفرینان را تحریک می‌کند تا کسب‌وکارهای نوپا راه‌اندازی کنند و از سوی دیگر، با کاهش چرخه عمر محصولات و افزودن سرعت منسوخ شدن نوآوری‌ها، شکست زودرس برای کسب‌وکارهای نوپا اتفاق می‌افتد (فیگرمن^۳، ۲۰۱۵). آندرگ^۴ (۲۰۲۰) با ارائه ده استارت‌آپ برای تحصیلات عالی معتقد است که دانشجویان با یادگیری تجارب با استفاده از واقعیت‌های مجازی و تقویت‌شده دارای ایده منحصربه‌فرد در کسب‌وکار می‌شوند.

روند جدید کارآفرینی در زمینه ورزش و فعالیت‌های مرتبط با تندرستی و سلامت، ماهیت ورزش را به طور درخور توجهی تغییر داده است. تغییرات در ورزش از طریق دسترسی به اینترنت و فناوری بهبود یافته است؛ بنابراین ارزش و پیامدهای مثبت مرتبط با کارآفرینی در زمینه ورزش وجود دارد که به دلیل همگرایی رو به رشد تجارت و فناوری در حوزه ورزش بوجود آمده است (جنی^۵ و همکاران، ۲۰۱۶). یکی از زمینه‌های کوچک کارآفرینی که شامل ویژگی‌هایی مانند رشد سریع، قابلیت مقیاس‌پذیری و نوآوری است، استارت‌آپ‌های فعال در حوزه ورزشی هستند. این استارت‌آپ‌ها می‌توانند در حوزه‌های گوناگونی از صنعت ورزشی، از تولید تجهیزات ورزشی تا ارائه خدمات نوآورانه آنلاین، فعالیت داشته باشند. بیشترین رشد کسب‌وکارهای ورزشی مربوط به رسانه‌های دیجیتال و اجتماعی بوده است. این امر به دلیل تمایل مردم به تجربه ورزش به شیوه‌ای نوین بر اساس پیشرفت‌های فناورانه است. استارت‌آپ‌های ورزشی نیز همان طور که در رویکرد کارآفرینی، ترکیبی از نوآوری، ریسک‌پذیری و آینده‌نگری هستند، برای رسیدن به موفقیت نیازمند پافشاری و تلاش مداوم‌اند (رتن^۶، ۲۰۲۰). فعالیت‌های استارت‌آپ‌های ورزشی گسترده و متنوع است. در این حوزه، این استارت‌آپ‌ها در بخش‌های مختلف از جمله تجهیزات و امکانات ورزشی، تجهیزات آزمایشگاهی، توان‌بخشی، بیومکانیک، نرم‌افزارهای ورزشی، تغذیه ورزشی، گردشگری ورزشی، محیط‌زیست، رسانه و ورزش فعالیت می‌کنند. دسته‌بندی دیگری نیز استارت‌آپ‌های ورزشی را در زمینه‌های

1. Bhagat & Kanyal

2. Sunonda

3. Fiegerman

4. Anderegg

5. Jenny

6. Ratten

متعددی از جمله ترویج و توسعه ورزش عمومی، تسهیل و بهبود فرایندهای باشگاه‌داری و مدیریت ورزشی، واسطه بین ورزشکاران و ارائه‌دهندگان خدمات، ارائه گجت‌های بهبوددهنده فعالیت‌های ورزشی، فراهم کردن تجهیزات، اماکن و کلاس‌های ویژه برای افراد دارای معلولیت، آموزش و ارتقای بهره‌وری ورزشی، تحلیل، مشاوره و ارائه راهکارهای بهبود به ورزشکاران شامل می‌شود. مسئله‌ای که در بین این انواع فرصت‌های استارت‌آپی در زمینه ورزش مشترک است، فرایندهای مشابه برای رشد این کسب‌وکارها است (الیاسی و همکاران، ۲۰۱۸). یکی از عوامل موفقیت در استارت‌آپ‌ها و پایداری آن‌ها، داشتن نظریه اولیه قوی است؛ با این حال، بسیاری از این استارت‌آپ‌ها، با وجود داشتن نظر و پیشنهاد خوب و متمرکز بر نیازها، به شکست منجر می‌شوند (کریشنا و آگراول^۱، ۲۰۱۶). درواقع، استارت‌آپ‌ها برای دست‌یافتن به رشد سریع طراحی شده‌اند. مسئله اصلی که برای استارت‌آپ‌ها حائز اهمیت است، رشد است. نکته مثبت و مؤثر این است که اگر یک استارت‌آپ بتواند رشد کند، هر چیز دیگری به طور خودبه‌خود در مسیر پیشرفت آن قرار می‌گیرد (گراهام^۲، ۲۰۱۲). به طور کلی همه استارت‌آپ‌ها با موانعی برای رشد سروکار دارند؛ چنان‌که امیری و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای پیمایشی، محدودیت‌هایی نظیر محدودیت‌های نگرشی و فرهنگی، محدودیت‌های آموزشی، محدودیت‌های حمایتی و زیربنایی، محدودیت‌های بازار و محیط کار، و محدودیت‌های قانونی و اداری همچنین محدودیت‌های مالی را به‌عنوان مهم‌ترین موانع راه‌اندازی کسب‌وکارهای نوپا مطرح و اظهار کردند که بیشتر استارت‌آپ‌ها در مرحله رشد خود با مواجهه با شکست مواجه می‌شوند. یانگ^۳ و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که فناوری هوش مصنوعی می‌تواند کیفیت محصولات و خدمات ورزشی را بهبود بخشد. همچنین می‌تواند خدمات دقیق اقتصاد ورزشی و ادغام صنایع مرتبط را در جهت توسعه و بهبود استارت‌آپ‌های ورزشی ارتقا دهد. شیانومی (۲۰۲۲) در تحقیقی به این نتیجه رسید که هوش مصنوعی ارتقای کارایی ساختار صنعتی ورزشی چین را تسریع می‌کند. توسعه هوش مصنوعی با ارتقای ساختار صنعتی ورزش ارتباط مثبت دارد و باعث توسعه کارآفرینی و اشتغال‌زایی می‌شود. بو^۴ (۲۰۲۲) در پژوهشی به این نتیجه رسید که هوش مصنوعی استارت‌آپ‌های ورزشی را از طریق نوآوری و فناوری و اتصال بازار توسعه می‌دهد. همچنین هوش مصنوعی محصولات جدید هوشمند را در صنعت ورزش امکان‌پذیر می‌سازد. نتایج پژوهش کبان^۵ (۲۰۲۱) نشان داد که ادغام فناوری‌های بلاکچین و هوش مصنوعی در صنعت ورزش فرصت‌های کارآفرینی را تقویت می‌کند. راهول^۶ (۲۰۲۰) در پژوهشی به این نتیجه رسید که فناوری هوش مصنوعی باعث ایجاد آگاهی بالایی می‌شود و به رشد استارت‌آپ‌های ورزشی کمک می‌کند و همچنین برنامه‌های هوش مصنوعی تجربه طرفداران را افزایش داده و استارت‌آپ‌های ورزشی را گسترش می‌دهند. اسپورسم^۷ (۲۰۲۱) در پژوهشی به این نتیجه رسید که فقدان نوآوری در محصولات نرم‌افزاری، دخالت دیرنگام توسعه-دهندگان نرم‌افزار، حمایت مالی از بین رفته، بودجه‌بندی و برنامه‌ریزی سالانه و نبود زیرساخت دیجیتال، موانع استارت‌آپ‌ها در سازمان‌های بزرگ هستند. قزی و کاوالو^۸ (۲۰۲۰) در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که رویکردهای راه‌اندازی ناب می-

1. Krishna & Agrawal

2. Graham

3. Yang

4. Bo

5. Qian

6. Rahul

7. Sporsem

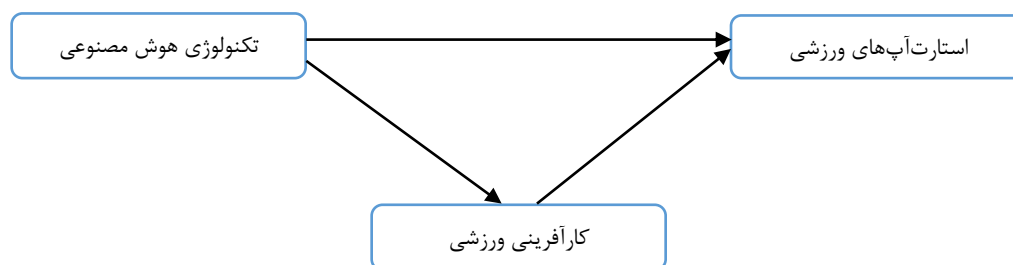
8. Ghezzi & Cavallo

توانند به‌عنوان روش‌های چابک برای ایجاد نوآوری در مدل تجاری در کارآفرینی دیجیتال استفاده شوند. ونزا^۱ (۲۰۲۰) به این نتیجه رسید که کارآفرینی ورزشی منجر به کسب‌وکارهای متنوع با استفاده از منابع مالی کارآفرینی می‌شود و به‌سرعت استارت‌آپ‌ها براساس تقاضا، وارد بازار کار می‌شوند. آسنووا^۲ (۲۰۲۰) در پژوهش خود به این نتیجه رسید که کاهش موانع نهادی برای تشکیل، رشد و خروج شرکت‌های جدید می‌تواند بر انواع استارت‌آپ‌هایی که کارآفرینان در یک منطقه پیدا می‌کنند تأثیر بگذارد. این تغییرات نهادی می‌تواند بر درک کارآفرینان از ارزش مشارکت با شتاب‌دهنده‌های سرمایه‌گذاری تأثیر بگذارد. پائول^۳ (۲۰۱۹) به این نتیجه رسید که برای توسعه صنعت و کارآفرینی ورزشی باید با فناوری‌های به‌روز مانند هوش مصنوعی سازگار شوند تا هوش مصنوعی و فناوری‌های بتوانند از کارآفرینی ورزشی پشتیبانی کنند. صالحیان و همکاران (۲۰۲۴) در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که فناوری اطلاعات و ارتباطات در توسعه استارت‌آپ‌های ورزشی در مرحله شکل‌گیری، اعتبارسنجی و رشد تأثیرگذار است و بیشترین تأثیر را در مرحله رشد دارد. مندعلی‌زاده و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی نشان دادند که راهکارهای رشد استارت‌آپ‌های ورزشی با در نظر گرفتن اکوسیستم کارآفرینانه و در نظر گرفتن تمامی ذی‌نفعان درگیر در جامعه ورزش، فراهم کردن شرایط مطلوب از قبیل حمایت از مالکیت معنوی، سطح پایین فساد، حمایت‌های مالی، حمایت از تحقیق و توسعه و نیز بهبود دستیابی به منابع مالی بتواند تداوم رشد این نوع کسب‌وکارها مفید باشد.

استارت‌آپ‌هایی که از تکنولوژی‌های نوین مانند هوش مصنوعی استفاده می‌کنند، جذابیت بیشتری برای سرمایه‌گذاران دارند. این امر به دلیل پتانسیل زیاد بازدهی و نوآوری‌های منحصربه‌فرد است که می‌تواند ریسک سرمایه‌گذاری را کاهش و سودآوری را افزایش دهد. تکنولوژی هوش مصنوعی قابلیت‌های بسیاری در تحلیل داده‌ها، پیش‌بینی و بهینه‌سازی فرایندها دارد. استارت‌آپ‌های ورزشی می‌توانند با استفاده از این فناوری نوآورانه، بهره‌وری خود را افزایش و خدمات بهتری ارائه دهند. این موضوع می‌تواند منجر به توسعه و رشد سریع‌تر این استارت‌آپ‌ها شود. نقش میانجی کارآفرینی ورزشی در این تحقیق حائز اهمیت است. تکنولوژی هوش مصنوعی می‌تواند فرصت‌های جدیدی برای کارآفرینی فراهم کند و استارت‌آپ‌های ورزشی را قادر سازد تا با خلاقیت و نوآوری، ایده‌های جدیدی را به واقعیت تبدیل کنند. با استفاده از تکنولوژی‌های هوش مصنوعی، استارت‌آپ‌های ورزشی می‌توانند به سمت توسعه پایدار حرکت کنند. این فناوری‌ها می‌توانند به بهینه‌سازی مصرف منابع، کاهش هزینه‌ها و افزایش کارایی کمک کنند که در نتیجه به پایداری کسب‌وکارها کمک می‌کند. تحقیق در زمینه تأثیر هوش مصنوعی بر توسعه استارت‌آپ‌های ورزشی با نقش میانجی کارآفرینی ورزشی، نه تنها به درک بهتر از پتانسیل‌های این فناوری می‌انجامد، بلکه می‌تواند راهکارهای عملی برای بهره‌گیری از این پتانسیل‌ها و ارتقای استارت‌آپ‌های ورزشی نیز ارائه دهد. این تحقیق می‌تواند به‌عنوان مرجعی برای سیاست‌گذاران، کارآفرینان و محققان در حوزه ورزش و تکنولوژی مفید واقع شود. با توجه به مطالب ارائه شده، می‌توان به اهمیت و ضرورت انجام پژوهش حاضر به این صورت خلاصه کرد: تعداد زیادی از فارغ‌التحصیلان بیکار در رشته تربیت‌بدنی وجود دارند که استارت‌آپ‌ها می‌توانند نقش مهمی در ایجاد اشتغال برای آن‌ها داشته باشند؛ بنابراین حذف موانع و ایجاد فرصت‌های جدید بسیار ضروری است. همچنین صنعت ورزش دارای جذابیت‌ها و قابلیت‌های فراوانی برای حضور استارت‌آپ‌ها است که تاکنون فعالیت‌های چندانی در این زمینه انجام نشده است؛ بنابراین با توجه به گفته‌های پیشین، پژوهش حاضر در پی

1. Vanessa
2. Assenova
3. Paul

پاسخ به این پرسش است: آیا کارآفرینی ورزشی در تأثیر تکنولوژی هوش مصنوعی بر توسعه استارت‌آپ‌های ورزشی نقش میانجی دارد؟



شکل ۱- چارچوب مفهومی پژوهش

Figure 1- Conceptual framework of the research

فرضیه‌های پژوهش عبارت‌اند از:

- فرضیه ۱. تکنولوژی هوش مصنوعی بر استارت‌آپ‌های ورزشی تأثیر مثبت و معناداری دارد.
- فرضیه ۲. تکنولوژی هوش مصنوعی بر کارآفرینی ورزشی تأثیر مثبت و معناداری دارد.
- فرضیه ۳. کارآفرینی ورزشی بر استارت‌آپ‌های ورزشی تأثیر مثبت و معناداری دارد.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی، از لحاظ روش، توصیفی-پیمایشی و از نظر رویکرد، کمی بود که به شیوه میدانی انجام شد. جامعه آماری، اساتید تربیت‌بدنی، متخصصان در پارک علم و فناوری و استارت‌آپ‌ها و کارآفرینان ورزشی در سطح استان تهران و البرز بودند. برای تعیین حجم نمونه روش‌های مختلفی مدنظر قرار داده شده است که در نهایت با استفاده از فرمول کوهن حجم نمونه براساس تحلیل توان آماری محاسبه شد. حجم نمونه براساس فرمول کوهن با توان آزمون ۰/۸۰، اندازه اثر ۰/۳۰ و سطح اطمینان ۰/۹۵، برابر با ۲۳۲ به دست آمد که با توجه به وجود پرسشنامه‌های ناقص، ۲۲۴ پرسشنامه تجزیه و تحلیل شد. روش نمونه‌گیری به صورت تصادفی ساده انتخاب شد.

ابزارهای اندازه‌گیری عبارت بودند از: پرسشنامه هوش مصنوعی (وقفی و عربیان، ۲۰۲۱): این پرسشنامه از ۲۲ گویه در پنج مؤلفه «مدیریت هوش مصنوعی»، «تصمیم‌گیری مبتنی بر هوش مصنوعی»، «زیرساخت‌های هوش مصنوعی»، «مهارت‌های هوش مصنوعی» و «تمایل به هوش مصنوعی» تنظیم شده است؛ پرسشنامه استارت‌آپ‌های ورزشی (ضیاء و طوطی فر، ۲۰۱۹): این پرسشنامه ۲۰ سؤال در پنج مؤلفه «نوآوری»، «ریسک‌پذیری»، «پیشگامی»، «رفتار تهاجمی» و «استقلال» دارد؛ پرسشنامه کارآفرینی ورزشی (صفاری و همکاران، ۲۰۱۳): این ابزار از ۷۴ سؤال در دوازده مؤلفه ساخته شده است. ابعاد این پرسشنامه شامل «نیاز به توسعه»، «تحمل ریسک»، «اعتقاد به سرنوشت»، «پشتکار»، «اطمینان»، «خلاقیت»، «تصمیم‌گیری»، «ابراز وجود»، «جستجوی فرصت»، «فرایند انگیزش»، «هوش» و «مسئولیت» است. برای تأیید روایی ابزارهای اندازه‌گیری از سه نوع روایی محتوا، روایی همگرا و روایی واگرا استفاده شد. روایی محتوا توسط نظرسنجی از اساتید حاصل شد. چون مقدار شاخص AVE برای هر سه متغیر بیشتر از ۰/۵ و کوچک‌تر از ۰/۷ است، روایی همگرا هم برای هر سه متغیر تأیید می‌شود. همچنین مقدار شاخص AVE برای هر سه متغیر بیشتر از MSV و ASV است؛

دوماهنامه مطالعات مدیریت ورزشی، مرداد و شهریور ۱۴۰۵، دوره ۱۸، شماره ۹۷

بنابراین روایی و اگر هر سه متغیر تأیید می‌شود. به علاوه، در این تحقیق برای تعیین پایایی پرسشنامه‌ها از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شد. پایایی ضریب آلفای کرونباخ تکنولوژی هوش مصنوعی ۰/۸۳۷، پایایی ضریب آلفای کرونباخ استارت‌آپ‌های ورزشی ۰/۸۸۲ و پایایی ضریب آلفای کرونباخ کارآفرینی ورزشی ۰/۷۶۸ گزارش به دست آمد. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های آماری از روش‌های آمار توصیفی چون محاسبه میانگین، انحراف معیار و در بخش آمار استنباطی از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف برای تشخیص نرمال بودن جامعه آماری استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل فرضیه‌های تحقیق از مدل معادلات ساختاری به وسیله نرم‌افزارهای SPSS نسخه ۱۹ و AMOS نسخه ۲۳ استفاده شد.

نتایج

نتایج توصیفی ویژگی‌های جمعیت‌شناختی نمونه‌های پژوهش نشان داد که ۳۰/۴ درصد از شرکت‌کنندگان زن و ۶۹/۶ درصد مرد بودند. از نظر سطح تحصیلات، ۵۳/۶ درصد دارای مدرک کارشناسی یا پایین‌تر، ۳۳/۹ درصد دارای مدرک کارشناسی ارشد و ۱۲/۵ درصد دارای مدرک دکتری بودند. از نظر سابقه فعالیت اقتصادی، ۹/۴ درصد کمتر از ۵ سال، ۲۶/۳ درصد بین ۵ تا ۱۰ سال، ۳۳/۵ درصد بین ۱۰ تا ۱۵ سال و ۳۰/۸ درصد بیش از ۱۵ سال سابقه فعالیت اقتصادی داشتند. همچنین، ۷۵/۴ درصد از افراد متأهل و ۲۴/۶ درصد مجرد بودند. از نظر سن، ۴/۹ درصد کمتر از ۲۰ سال، ۲۶/۸ درصد بین ۲۰ تا ۳۰ سال، ۲۳/۷ درصد بین ۳۰ تا ۴۰ سال، ۳۷/۹ درصد بین ۴۰ تا ۵۰ سال و ۶/۷ درصد بیش از ۵۰ سال سن داشتند.

تحلیل توصیفی متغیرهای تحقیق براساس پارامترهای مرکزی (میانگین، میانه، مد) و پارامترهای پراکندگی (انحراف معیار، واریانس و دامنه تغییرات) برای عامل‌های اصلی تحقیق در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱- تحلیل توصیفی متغیرهای تحقیق

Table 1- Descriptive analysis of the research variables

Table 1: Descriptive analysis of the research variables										
متغیرهای پژوهش Research variables	تعداد	میانگین Mean	میان Median	مد Mode	انحراف معیار Standard	Variance	واریانس Range	دامنه تغییرات Minimum	کمینه Maximum	پیشینه
مدیریت هوش مصنوعی Artificial intelligence management	22 4	3.8 0	3.87	3.75	0.78 2	0.612	3.25	1.75	5.00	تکنولوژی هوش مصنوعی Artificial intelligence technology
تصمیم گیری مبتنی بر هوش مصنوعی Artificial intelligence-based decision making	22 4	3.8 1	3.75	3.50	0.66 1	0.438	3.25	1.75	5.00	
زیرساخت های هوش مصنوعی Artificial intelligence infrastructure	22 4	3.9 8	4.00	4.50	0.68 0	0.464	3.25	1.75	5.00	
مهارت های هوش مصنوعی Artificial intelligence skills	22 4	3.7 6	3.80	4.00	0.70 2	0.493	3.40	1.60	5.00	
تمایل به هوش مصنوعی	22	4.1	4.20	4.00	0.50	0.258	2.60	2.40	5.00	

تکنولوژی هوش مصنوعی
Artificial intelligence technology

			8		2		4		Artificial intelligence readiness	
5.00	2.00	3.00	0.315	0.56	4.00	4.25	4.1	22	نوآوری	استارت‌آپ‌های ورزشی Sports startups
				1			3	4	Innovativeness	
5.00	1.75	3.25	0.542	0.73	4.50	4.00	3.9	22	ریسک‌پذیری	
				5			3	4	Risk-taking	
5.00	1.25	3.75	0.547	0.73	4.50	4.12	3.9	22	پیش‌گامی	
				9			8	4	Proactiveness	
5.00	1.50	3.50	0.614	0.78	4.50	4.00	3.7	22	رفتار تهاجمی	
				3			9	4	Aggressive behavior	
5.00	1.75	3.25	0.531	0.72	3.75	3.75	3.7	22	استقلال	
				8			9	4	Autonomy	
5.00	1.00	4.00	1.155	1.07	4.50	4.00	3.7	22	نیاز به توسعه	کارآفرینی ورزشی Sports entrepreneurship
							9	4	Need for achievement	
5.00	1.00	4.00	1.232	1.10	4.50	4.00	3.6	22	تحمل ریسک	
							3	4	Risk tolerance	
5.00	1.00	4.00	0.949	0.97	4.50	4.00	3.7	22	اعتقاد به سرنوشت	
				4			8	4	Belief in fate	
5.00	1.00	4.00	0.975	0.98	4.50	4.00	3.8	22	پشتکار	
				7			4	4	Perseverance	
5.00	1.00	4.00	1.141	1.06	4.50	4.00	3.8	22	اطمینان	
							4	4	Self-confidence	
5.00	1.00	4.00	1.838	1.35	5.00	5.00	3.9	22	خلاقیت	
							9	4	Creativity	
5.00	1.00	4.00	2.147	1.46	5.00	4.00	3.7	22	تصمیم‌گیری	
							2	4	Decision-making	
5.00	1.00	4.00	1.452	1.20	5.00	4.00	3.9	22	ابراز وجود	
							6	4	Assertiveness	
5.00	1.00	4.00	1.285	1.13	5.00	4.00	4.1	22	جستجوی فرصت	
							0	4	Opportunity seeking	
5.00	1.00	4.00	1.393	1.18	5.00	5.00	4.2	22	فرایند انگیزش	
							0	4	Intelligence	
5.00	1.00	4.00	1.445	1.20	5.00	4.00	3.9	22	هوش	
							4	4	Intelligence	
5.00	1.00	4.00	1.226	1.10	5.00	4.00	4.1	22	مسئولیت	
							0	4	Responsibility	

جدول (۱) تحلیل توضیفی متغیرهای پژوهش شامل تکنولوژی هوش مصنوعی، استارت‌آپ‌های ورزشی و کارآفرینی ورزشی را نشان می‌دهد. از آنجاکه تحقیقات مبتنی بر مدل ساختاری مبتنی بر فرض نرمال بودن داده‌ها هستند، نخست آزمون نرمال بودن انجام شد. در تحلیل عاملی تأییدی و مدل‌یابی معادلات ساختاری نیازی به نرمال بودن تمامی داده‌ها نیست.

جدول ۲- آزمون نرمال بودن داده‌ها

Table 2- Test of data normality

تکنولوژی هوش مصنوعی	استارت‌آپ‌های ورزشی	کارآفرینی ورزشی
---------------------	---------------------	-----------------

دوماهنامه مطالعات مدیریت ورزشی، مرداد و شهریور ۱۴۰۵، دوره ۱۸، شماره ۹۷

Sports entrepreneurship	Sports startups	Artificial intelligence technology	
224	224	224	تعداد Frequency
3.95	3.65	3.93	میانگین Mean
0.446	0.406	0.382	انحراف معیار Standard Deviation
0.059	0.056	0.050	کولموگروف-اسمیرنوف Kolmogorov-Smirnov
0.060	0.090	0.200	معناداری Significance

براساس نتایج مندرج در جدول (۲)، در تمامی موارد مقدار معناداری بزرگ‌تر از ۰/۰۵ به دست آمد؛ بنابراین احتمال رد فرض وجود ندارد و توزیع داده‌ها نرمال است. ابتدا چولگی^۱ و کشیدگی^۲ داده‌ها آزمون می‌شود. چولگی معیاری از تقارن یا عدم تقارن تابع توزیع است.

جدول ۳- چولگی و کشیدگی داده‌ها

Table 3- Skewness and kurtosis of the data

متغیرهای پژوهش Research Variables	تعداد Frequency	چولگی Skewness	کشیدگی Kurtosis
تکنولوژی هوش مصنوعی Artificial intelligence technology	224	-0.222	0.467
استارت‌آپ‌های ورزشی Sports startups	224	-0.214	0.109
کارآفرینی ورزشی Sports entrepreneurship	224	-0.467	0.028

در حالت کلی چنانچه چولگی و کشیدگی در بازه (۲، -۲) نباشند، داده‌ها توزیع نرمال ندارند. براساس نتایج جدول (۳)، مقدار چولگی در هر سه متغیر در دامنه قابل‌قبولی به دست آمد که نشان‌دهنده توزیع نرمال بودن داده‌ها است.

جدول ۴- شاخص‌های نیکویی برازش مدل ترسیمی نهایی

Table 4- Goodness-of-fit indices of the final depicted model

شاخص‌های برازش Fit indices	RMSEA	CFI	NFI	IFI	TLI	AGFI	GFI
برازش قابل قبول	کوچک‌تر از ۰/۰۸	بزرگ‌تر از ۰/۹	بزرگ‌تر از ۰/۹	بزرگ‌تر از ۰/۹	بزرگ‌تر از ۰/۹ > 0.90	بزرگ‌تر از ۰/۸	بزرگ‌تر از ۰/۸

1. Skewness

2. Kurtosis

< 0.08	> 0.90	> 0.90	> 0.90		> 0.80	> 0.80	Acceptable fit
0.079	0.912	0.905	0.901	0.911	0.090	0.844	مدل پیشنهادی Proposed model

با توجه به جدول (۴)، تمام شاخص‌های برازش مطلق و نسبی در سطح بسیار خوب قرار گرفته است. همچنین شاخص برازش RMSEA برابر با ۰/۰۷۹ است؛ بنابراین مدل از برازش خوبی برخوردار است.

جدول ۵- نتایج آزمون KMO

Table 5- Results of the KMO test

متغیرهای پژوهش Research Variables	مؤلفه Component	آزمون KMO KMO Test	وضعیت Status	کفایت نمونه‌گیر Sampling adequacy	سطح معنادار p-value
تکنولوژی هوش مصنوعی Artificial intelligence technology	مدیریت هوش مصنوعی Artificial intelligence management	0.719	مناسب Appropriate	0.777	0.000
	تصمیم‌گیری مبتنی بر هوش مصنوعی Artificial intelligence-based decision making	0.822	مناسب Appropriate		
	زیرساخت‌های هوش مصنوعی Artificial intelligence infrastructure	0.785	مناسب Appropriate		
	مهارت‌های هوش مصنوعی Artificial intelligence skills	0.844	مناسب Appropriate		
	تمایل به هوش مصنوعی Artificial intelligence readiness	0.719	مناسب Appropriate		
استارت‌آپ‌های ورزشی Sports startups	نوآوری Innovativeness	0.791	مناسب Appropriate	0.750	0.000
	ریسک‌پذیری Risk-taking	0.784	مناسب Appropriate		
	پیش‌گامی Proactiveness	0.801	مناسب Appropriate		
	رفتار تهاجمی	0.699	مناسب		

0.000	0.706	Appropriate	Aggressive behavior	کارآفرینی ورزشی Sports entrepreneurship
		مناسب	استقلال	
		Appropriate	Autonomy	
		مناسب	نیاز به توسعه	
		Appropriate	Need for achievement	
		مناسب	تحمل ریسک	
		Appropriate	Risk tolerance	
		مناسب	اعتقاد به سرنوشت	
		Appropriate	Belief in fate	
		مناسب	پشتکار	
		Appropriate	Perseverance	
		مناسب	اطمینان	
		Appropriate	Self-confidence	
		مناسب	خلاقیت	
		Appropriate	Creativity	
		مناسب	تصمیم‌گیری	
		Appropriate	Decision-making	
		مناسب	ابراز وجود	
		Appropriate	Assertiveness	
		مناسب	جستجوی فرصت	
		Appropriate	Opportunity seeking	
		مناسب	فرایند انگیزش	
		Appropriate	Motivational process	
		مناسب	هوش	
		Appropriate	Intelligence	
		مناسب	مسئولیت	
		Appropriate	Responsibility	

جدول (۵) نتایج آزمون KMO مؤلفه‌های هر سه متغیر تکنولوژی هوش مصنوعی، استارت‌آپ‌های ورزشی و کارآفرینی ورزشی را نشان می‌دهد. با توجه به یافته‌های این جدول، وضعیت همه مؤلفه‌ها، مناسب بود؛ یعنی بزرگ‌تر از ۰/۷ بودند؛ البته اگر مقدار KMO بیشتر از ۰/۵ باشد، با احتیاط می‌توان قبول کرد.

دوماهنامه مطالعات مدیریت ورزشی، مرداد و شهریور ۱۴۰۵، دوره ۱۸، شماره ۹۷

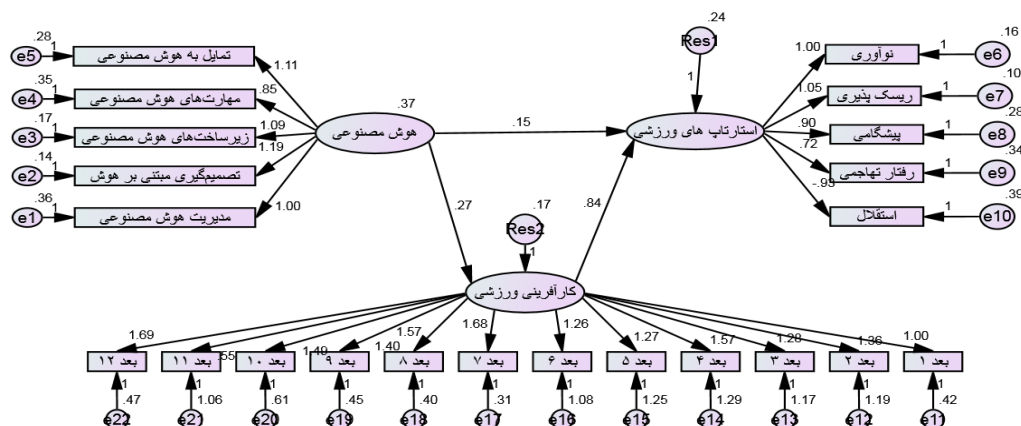
جدول ۶- بررسی پایایی و روایی سازه

Table 6- Assessment of construct reliability and validity

متغیرهای پژوهش Research Variables	پایایی ترکیبی (CR) Composite Reliability (CR)	میزان واریانس استخراج شده (AVE) Average Variance Extracted (AVE)	حداکثر واریانس مربع مشترک (MSV) Maximum Shared Variance (MSV)	میانگین واریانس مربع مشترک (ASV) Average Shared Variance (ASV)
تکنولوژی هوش مصنوعی Artificial intelligence technology	0.837	0.509	0.454	0.316
استارت‌آپ‌های ورزشی Sports startups	0.882	0.603	0.166	0.091
کارآفرینی ورزشی Sports entrepreneurship	0.768	0.560	0.454	0.244

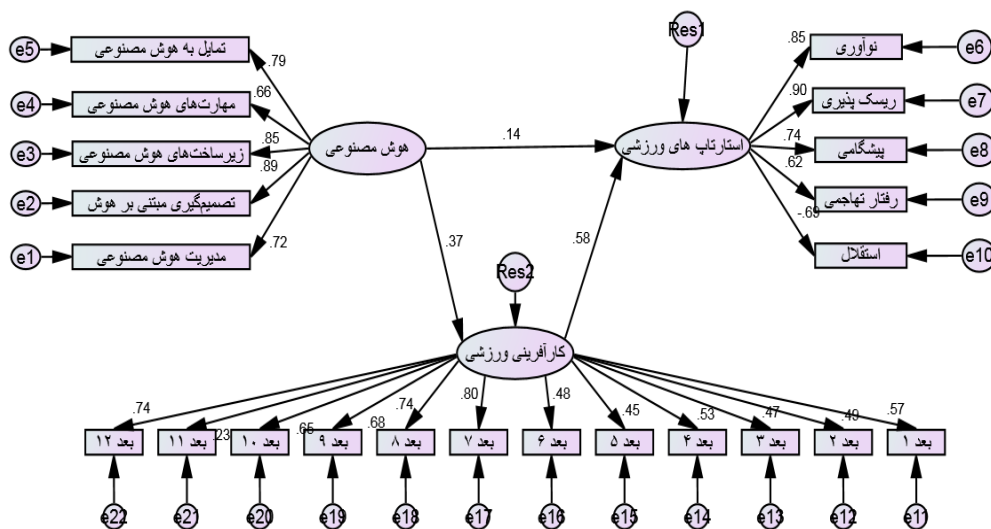
مقدار شاخص CR برای هر سه متغیر بیشتر از ۰/۷ است؛ بنابراین پایایی ترکیبی هر سه متغیر تأیید می‌شود. از آنجاکه مقدار شاخص AV برای هر سه متغیر بیشتر از ۰/۵ و از ۰/۷ کوچک‌تر است؛ روایی همگرایی هم برای هر سه متغیر تأیید می‌شود. همچنین مقدار شاخص AVE برای هر سه متغیر بیشتر از MSV و ASV است؛ بنابراین روایی واگرایی هر سه متغیر تأیید می‌شود.

جدول (۶) پایایی و روایی سازه متغیرهای پژوهش را نشان می‌دهد. پایایی ترکیبی تکنولوژی هوش مصنوعی ۰/۸۳۷، پایایی ترکیبی استارت‌آپ‌های ورزشی ۰/۸۸۲ و پایایی ترکیبی کارآفرینی ورزشی ۰/۷۶۸ گزارش شد. شکل‌های (۲) و (۳) نقش واسطه کارآفرینی ورزشی در تأثیر تکنولوژی هوش مصنوعی بر توسعه استارت‌آپ‌های ورزشی در دو حالت غیراستاندارد و استاندارد را نشان می‌دهد.



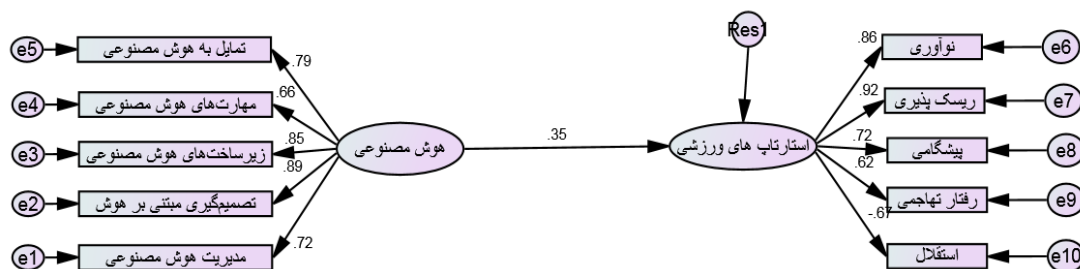
شکل ۲- نقش واسطه کارآفرینی ورزشی در تأثیر تکنولوژی هوش مصنوعی بر توسعه استارت‌آپ‌های ورزشی (در حالت غیراستاندارد)

Figure 2- The mediating role of sports entrepreneurship in the impact of artificial intelligence technology on the development of sports startups (in the non-standardized state)



شکل ۳- نقش واسطه کارآفرینی ورزشی در تأثیر تکنولوژی هوش مصنوعی بر توسعه استارت‌آپ‌های ورزشی (در حالت استاندارد)

Figure 3- The mediating role of sports entrepreneurship in the impact of artificial intelligence technology on the development of sports startups (in the standardized state)



شکل ۴- تأثیر تکنولوژی هوش مصنوعی بر توسعه استارت‌آپ‌های ورزشی (بدون متغیر میانجی)

Figure 4- The impact of artificial intelligence technology on the development of sports startups (without the mediating variable)

جدول ۷- مدل ساختاری در حالت تخمین ضرایب مسیر استاندارد

Table 7. Structural model in the state of estimating standardized path coefficients

نوع میانجی Type of Mediation	نتایج Results	p	T-Value	ضریب مسیر (β) Path Coefficient (β)	فرضیه‌های پژوهش Research hypotheses
میانجی کامل Full mediation	تأیید Confirmed	0.001 (Significant)	5.089	0.14	تأثیر تکنولوژی هوش مصنوعی بر استارت‌آپ‌های ورزشی Effect of artificial intelligence technology on sports startups
	تأیید و غیرمعنادار Confirmed (not significant)	0.015 (Not Significant)	2.437	0.37	تأثیر تکنولوژی هوش مصنوعی بر کارآفرینی ورزشی Effect of artificial intelligence technology on sports entrepreneurship
	تأیید Confirmed	0.001 (Significant)	7.714	0.58	تأثیر کارآفرینی ورزشی بر استارت‌آپ‌های ورزشی Effect of sports entrepreneurship on sports startups
	تأیید Confirmed	0.000 (Significant)	5.468	0.37	تأثیر تکنولوژی هوش مصنوعی بر توسعه استارت‌آپ‌های ورزشی (بدون متغیر میانجی) Effect of artificial intelligence technology on the development of sports startups (without the mediating variable)

نتایج تحلیل مسیر مدل ساختاری در جدول (۷) نشان می‌دهد که تأثیر تکنولوژی هوش مصنوعی بر استارت‌آپ‌های ورزشی ۰/۱۴ با سطح معناداری ۰/۰۰۱، تأثیر تکنولوژی هوش مصنوعی بر کارآفرینی ورزشی ۰/۳۷ با سطح معناداری ۰/۰۱۵ و تأثیر کارآفرینی ورزشی بر استارت‌آپ‌های ورزشی ۰/۵۸ با سطح معناداری ۰/۰۰۱ گزارش شد. از طرفی به دلیل اینکه t -value در هر سه فرضیه خارج از (۱/۹۶ و -۱/۹۶) است، در سطح اطمینان ۰/۹۹ فرض H_0 رد و فرض H_1 تأیید می‌شود؛

یعنی تکنولوژی هوش مصنوعی بر استارت‌آپ‌های ورزشی، تکنولوژی هوش مصنوعی بر کارآفرینی ورزشی و کارآفرینی ورزشی بر استارت‌آپ‌های ورزشی تأثیر مثبت و معناداری دارد. براساس جدول بارون و کنی^۱ (۱۹۸۶)، از آنجاکه در فرضیه‌های اول و سوم با حضور متغیر میانجی، نتایج معنادار و در فرضیه دوم، غیرمعنادار است و همچنین تأثیر تکنولوژی هوش مصنوعی بر استارت‌آپ‌های ورزشی بدون حضور متغیر میانجی (کارآفرینی ورزشی) معنادار گزارش شد، نتیجه می‌گیریم که میانجی کارآفرینی ورزشی در تأثیر تکنولوژی هوش مصنوعی بر استارت‌آپ‌های ورزشی از نوع میانجی کامل است.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش نشان داد که تکنولوژی هوش مصنوعی بر استارت‌آپ‌های ورزشی تأثیر مثبت و معنادار دارد. کمال^۲ و همکاران (۲۰۲۲) بیان کردند که فناوری‌های دیجیتال و هوش مصنوعی انقلابی در استارت‌آپ‌ها و بازاریابی ورزشی ایجاد کرده‌اند. لانگیانگ (۲۰۲۰) ذکر کردند که تکنولوژی هوش مصنوعی اطلاعات ورزشی و صنعتی‌سازی را با هم ادغام می‌کند و باعث توسعه استارت‌آپ‌های ورزشی می‌شود. جینسانگ^۳ (۲۰۲۱) نشان داد که فناوری‌های هوش مصنوعی نرخ توسعه صنعت و شرکت‌های ورزشی را ۲۰ درصد افزایش می‌دهند و باعث کمک به توسعه مدیریت صنعت ورزشی می‌شوند. یافته‌های این فرضیه با یافته‌های یانگ و همکاران (۲۰۲۳)، شیائومی (۲۰۲۲)، یو (۲۰۲۲)، اسپورسم (۲۰۲۱) و صالحیان و همکاران (۲۰۲۴) همسوست. با توجه به یافته‌های این فرضیه می‌توان گفت که به دلیل اینکه هوش مصنوعی قابلیت‌های بسیاری از جمله تحلیل داده‌ها، پیش‌بینی الگوها، بهبود عملکرد و تجربه کاربری را فراهم می‌کند، می‌تواند تأثیر درخور توجهی بر استارت‌آپ‌ها داشته باشد. استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی در تحلیل داده‌ها، بهبود استراتژی‌ها و تصمیم‌گیری‌ها، بهینه‌سازی عملکرد شرکت‌ها، ارائه خدمات شخصی‌سازی شده به مشتریان و بهبود فرایندهای مدیریتی و مالی می‌تواند به رشد و موفقیت استارت‌آپ‌های ورزشی کمک کند. در نتیجه‌گیری می‌توان گفت که استفاده از تکنولوژی هوش مصنوعی می‌تواند به توسعه و رشد استارت‌آپ‌های ورزشی کمک کند؛ زیرا این تکنولوژی امکاناتی را فراهم می‌کند که بهبود عملکرد، افزایش تعامل با مشتریان، و کاهش هزینه‌ها را ممکن می‌سازد. از طرفی، استارت‌آپ‌های ورزشی که از این تکنولوژی بهره‌مند شوند، می‌توانند به سرعت به بازار پر رقابت و پویا ورود کرده و جایگاه خود را در آن تقویت کنند.

همچنین یافته‌های پژوهش نشان داد که تکنولوژی هوش مصنوعی بر کارآفرینی ورزشی تأثیر مثبت اما غیرمعنادار دارد. ونزا (۲۰۲۱) در تحقیق خود بیان کردند که تحول دیجیتال در صنعت ورزش فرصت‌های کارآفرینی را افزایش می‌دهد و نوآوری‌های فناوری مانند داده‌های بزرگ و رسانه‌های اجتماعی باعث رشد کارآفرینی ورزش می‌شود. در این راستا تد^۴ (۲۰۲۰) نیز نشان داد که کارآفرینی ورزشی در آینده باید با فناوری ادغام شود و بر آن تمرکز کند و همچنین فناوری هوش مصنوعی نقش مهمی در افزایش تأثیر کارآفرینی ایفا می‌کند. یافته‌های این فرضیه با یافته‌های شیائومی (۲۰۲۲)، کیان (۲۰۲۱)، راهول (۲۰۲۰) و پائول (۲۰۱۹) همسوست. بنابر یافته‌های این فرضیه می‌توان گفت که تکنولوژی هوش مصنوعی امکانات بسیاری را برای کارآفرینان ورزشی ارائه می‌دهد که می‌تواند به ارتقای عملکرد و بهبود فرصت‌های کسب‌وکار آنان

1. Baron & Kenny

2. Kemal

3. Jinsong

4. Ted

کمک کند. استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی، مانند رباتیک و سیستم‌های هوشمند، می‌تواند به کارآفرینان ورزشی کمک کند تا محصولات و خدمات نوآورانه‌تری را به بازار عرضه کنند و در نتیجه رقابت‌پذیرتر باشند. همچنین با استفاده از هوش مصنوعی کارآفرینان ورزشی می‌توانند روابط خود را با مشتریان بهبود بخشند و باعث شوند که تجربه ورزشی آنان نیز بهبود یابد؛ لذا با توجه به پیشرفت‌های چشمگیر در حوزه هوش مصنوعی، انتظار می‌رود که این فناوری بتواند بهبودهای درخور توجهی در صنعت ورزشی ایجاد کند و کارآفرینان ورزشی را در بهبود عملکرد و کسب‌وکار خود یاری نماید؛ بنابراین با توجه به مطالب مذکور، می‌توان نتیجه گرفت که تکنولوژی هوش مصنوعی می‌تواند به طور مستقیم به رشد و توسعه کارآفرینی در حوزه ورزش کمک کند. این تکنولوژی می‌تواند فرصت‌های جدیدی را برای کارآفرینان ایجاد کند و آنان را در رقابت بازارهای پویا و روبه‌رشد تقویت کند.

همچنین یافته‌ها نشان داد که کارآفرینی ورزشی بر استارت‌آپ‌های ورزشی تأثیر مثبت و معناداری دارد. ونزا (۲۰۲۰) بیان کرد که کارآفرینی ورزشی باعث توسعه استارت‌آپ‌ها می‌شود و رویکرد آن افزایش صنعت و فرهنگ استارت‌آپ‌های ورزشی است. در همین راستا رحیمی و همکاران (۲۰۲۰) بیان کردند که دانش بازار فرصت‌های کارآفرینی را در استارت‌آپ‌های ورزشی افزایش می‌دهد. جوناس^۱ و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیق خود نشان دادند که گرایش کارآفرینانه باعث افزایش عملکرد در باشگاه‌های حرفه‌ای فوتبال می‌شود که می‌تواند یک استراتژی برای توسعه کسب‌وکارهای ورزشی و استارت‌آپ‌ها باشد. یافته‌های این فرضیه با یافته‌های قزی و کاوالو (۲۰۲۰)، ونزا (۲۰۲۰)، آسنووا (۲۰۲۰) و مندعلی‌زاده و همکاران (۲۰۲۲) همسوست. بنابر یافته‌های این فرضیه می‌توان گفت که تأثیر کارآفرینی ورزشی بر استارت‌آپ‌های ورزشی می‌تواند به ارتقای این صنعت و افزایش فرصت‌های کسب‌وکار در آن منجر شود. کارآفرینی ورزشی با ایجاد ایده‌ها و مفاهیم نوآورانه در زمینه ورزش و فعالیت‌های وابسته، زمینه‌ای برای رشد و توسعه استارت‌آپ‌های ورزشی فراهم می‌کند. کارآفرینی ورزشی با آغاز فعالیت‌های خود، می‌تواند به ایجاد ایده‌های نوآورانه و متفاوت در زمینه ورزش کمک کند که این ایده‌ها می‌توانند پایه‌ای برای تأسیس استارت‌آپ‌های ورزشی باشند. همچنین ایجاد استارت‌آپ‌های ورزشی توسط کارآفرینان ورزشی، می‌تواند به ارتقای سطح کیفیت ورزش و فعالیت‌های وابسته به آن کمک کند که این امر منجر به جذب مشتریان بیشتر و توسعه بازار می‌شود. از طرفی راه‌اندازی استارت‌آپ‌های ورزشی به وسیله کارآفرینان ورزشی می‌تواند فرصت‌های شغلی جدیدی در این صنعت ایجاد کند و به اشتغال‌زایی و افزایش درآمد افراد وابسته به این صنعت کمک کند. به طور کلی، کارآفرینی ورزشی می‌تواند به تحول و رشد استارت‌آپ‌های ورزشی و توسعه صنعت ورزش کمک کند. این فعالیت‌ها می‌توانند به بهبود کیفیت زندگی افراد و تحقق اهداف مالی و معنوی آنان کمک کنند.

با توجه به بررسی اثرات تکنولوژی هوش مصنوعی بر توسعه استارت‌آپ‌های ورزشی با نقش میانجی کارآفرینی ورزشی، می‌توان نتیجه گرفت که این تکنولوژی با ایجاد فرصت‌های نوآورانه و بهبود فرایندهای کسب‌وکار، به توسعه و رشد استارت‌آپ‌های ورزشی کمک می‌کند. تکنولوژی هوش مصنوعی با ارائه راهکارهای هوشمندانه برای مسائل مختلف ورزشی، از جمله تحلیل داده‌ها، بهینه‌سازی عملکردها، بهبود تجربه کاربری و ارتقای عملکرد ورزشی، به استارت‌آپ‌های ورزشی امکان می‌دهد تا با سرعت بیشتری به بازار ورزشی نفوذ کنند و رقابت‌پذیری خود را افزایش دهند. علاوه بر این، نقش میانجی کارآفرینی ورزشی در این فرایند بسیار مهم است. کارآفرینان ورزشی با ایجاد ایده‌ها و استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی، می‌توانند به راه‌اندازی و رشد استارت‌آپ‌های ورزشی کمک کنند. آن‌ها می‌توانند نیازهای بازار و مشتریان را با

1. Jonas

دقت بیشتر تجزیه و تحلیل کنند و راهکارهایی نوآورانه ارائه دهند که با استفاده از هوش مصنوعی، امکانات و خدمات بهتری را به مخاطبان ارائه دهند؛ بنابراین ادغام تکنولوژی هوش مصنوعی با کارآفرینی ورزشی می‌تواند به توسعه پایدار و رشد استارت‌آپ‌های ورزشی کمک کند تا این صنعت را به سمت دستیابی به اهداف مالی و عملکردی بیشتر سوق دهند و منجر به ایجاد اشتغال برای جوانان و افراد بیکار شوند و همچنین نیازهای ورزشی مشتریان را برآورده سازند. پیشنهادهای پژوهش عبارت‌اند از:

- فراهم کردن فرصت‌هایی برای تجربه مستقیم تکنولوژی هوش مصنوعی در حوزه ورزش برای کارآفرینان و توسعه‌دهندگان استارت‌آپ‌های ورزشی. این فرصت‌ها می‌توانند شامل دستکاری با مدل‌های هوش مصنوعی، استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشینی و آزمایش و اجرای نرم‌افزارهای هوش مصنوعی برای بهبود عملکرد و خدمات ورزشی باشند.

- ارتقای دانش فردی در زمینه تکنولوژی هوش مصنوعی و روش‌های استفاده از آن در حوزه ورزش؛ این امر می‌تواند از طریق دوره‌های آموزشی، کارگاه‌ها و مشاوره‌های تخصصی انجام شود.

- ایجاد شراکت‌ها و همکاری‌های صنعتی با شرکت‌ها و استارت‌آپ‌های فعال در زمینه هوش مصنوعی به‌منظور بهره‌برداری از تجربیات و دانش موجود در این حوزه برای توسعه استارت‌آپ‌های ورزشی.

- برنامه‌ریزی و اجرای فعالیت‌های ترویجی و اطلاع‌رسانی به‌منظور آگاهی‌بخشی به عموم مردم و افزایش آگاهی درباره تأثیر تکنولوژی هوش مصنوعی بر توسعه ورزش و استارت‌آپ‌های ورزشی.

پیام مقاله

یافته‌های این پژوهش نشان داد که تکنولوژی هوش مصنوعی نقش مؤثری در توسعه استارت‌آپ‌های ورزشی دارد و کارآفرینی ورزشی نیز به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر، زمینه رشد و توسعه این استارت‌آپ‌ها را فراهم می‌کند. از این‌رو، بهره‌گیری از تکنولوژی هوش مصنوعی در کنار تقویت کارآفرینی ورزشی می‌تواند به توسعه پایدار و افزایش رقابت‌پذیری استارت‌آپ‌های ورزشی کمک کند.

ملاحظات اخلاقی

ملاحظات اخلاقی در این پژوهش رعایت شد.

مشارکت نویسندگان

همه نویسندگان در انجام این پژوهش مشارکت داشتند.

تعارض منافع

در این مقاله هیچ‌گونه تعارض منافع وجود ندارد.

تشکر و قدردانی

از تمام شرکت کنندگان در این پژوهش صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

منابع

1. [Ahmad, H., Yaqub, M., & Lee, S. H. \(2023\). Environmental-, social-, and governance-related factors for business investment and sustainability: a scientometric review of global trends. *Environ Dev Sustain*, 1-23.](#)
2. [Anderegg, B. \(2020\). 10 startups to watch have ties to higher education. *Biz Times. Milwaukee Business News*.](#)

3. [Amiri, M., Zali, M.R., & Majd, M. \(۲۰۰۹\). Limitations of Starting Emerging Businesses, Journal of Entrepreneurship Development, ۲ \(۱\), ۸۱-۱۰۲.](#)
4. [Salehian, M., Bahrami, Sh., Rasek, N., & Rizvandi, A. \(۱۴۰۳\). The Role of Information and Communication Technology in the Development of Sports Startups. Communication Management in Sports Media, ۱۱ \(۳\), <https://doi.org/10.30473/jsm.2020.03442.1426>](#)
5. [Mandalizadeh, Z., Zohreh Vandian, K., & Azimi, M.R. \(1401\). Identifying Barriers to the Growth of Startups in the Sports Sector and Providing Solutions. Strategic Studies of Sports and Youth, <https://doi.org/10.22034/ssys.2022.1973.2402>](#)
6. [Assenova, V. A. \(2020\). Institutional Change and Early-Stage Start-Up Selection: Evidence from Applicants to Venture Accelerators. Organization Science, 12 \(2\), 221-222.](#)
7. [Baron, R. M., & Kenny, D. A. \(1986\). The moderator- mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. Journal of Personality and Social Psychology, 51, 1173-1182](#)
8. [Bonny, T., Al Nassan, W., Obaideen, K., Al Mallahi, M. N., Mohammad, Y., & El-Damanhoury, H. M. \(2023\). Contemporary Role and Applications of Artificial Intelligence in Dentistry. F1000Res, 12, 1179.](#)
9. [Bo, Yang. \(2022\). On the Influence and Application of Artificial Intelligence on China's Commercial Sports Industry—Empirical Analysis Based on Artificial Intelligence Coupling Model.](#)
10. [Chakraborty, I., Edirippulige, S., & Ilavarasan, P. V. \(2023\). What is coming next in health technology startups? Some insights and practice guidelines. Digit Health, 9, 20552076231178435.](#)
11. [Chakraborty, I., Edirippulige, S., & Vigneswara Ilavarasan, P. \(2023\). The role of telehealth startups in healthcare service delivery: A systematic review. Int J Med Inform, 174, 105048.](#)
12. [Cheng, W. H., Chen, Y., Huang, P., Ni, Y., & Liang, M. C. \(2023\). The impact and profitability of day trading following the relaxation of day trading restrictions in Taiwan. Heliyon, 9\(4\), e14939.](#)
13. <http://Mashable.Com>
14. [Ghezzi, A., & Cavallo, A. \(2020\). Agile business model innovation in digital entrepreneurship: Lean startup approaches. Journal of business research, 330, 233-211.](#)
15. <https://www.paulgraham.com/growth.html>
16. [Han, L., & Zhang, Z. \(2023\). Impact of digital finance on enterprise green innovation: From the perspective of information asymmetry, consumer demand and factor market distortions. PLoS One, 18\(12\), e0295809.](#)
17. [Jenny, S. E., Manning, R. D., Keiper, M. C., & Olrich, T. W. \(2312\). Virtual\(ly\) athletes: Where eSports fit within the definition of “sport”. Quest, 1, 1–18.](#)
18. [Jinsong, Xiong. \(2021\). Path Optimization Development of Sports Industry Management Development under the Background of Artificial Intelligence Era.](#)
19. [Jonas, Hammerschmidt., Fabian, Eggers., Sascha, Kraus., Paul, Jones., Matthias, Filser., Matthias, Filser. \(2020\). Entrepreneurial orientation in sports entrepreneurship - a mixed methods analysis of professional soccer clubs in the German-speaking countries. International Entrepreneurship and Management Journal.](#)
20. [Kemal, G, N., Sevgi, A. \(2022\). Literature review on the relationship between Artificial Intelligence Technologies with Digital Sports Marketing and Sports Management. Indonesian Journal Of Sport Management, 2\(2\):135-143.](#)
21. [Krishna, A., Agrawal, A., & Choudhary, A. \(2031, December\). Predicting the outcome of startups: less failure, more success. In 2031 IEEE 31th International Conference on Data Mining Workshops \(ICDMW\) \(pp. 133-302\). IEEE.](#)
22. [Lin, T., Chen, Z., Yang, Y., Chiappalupi, D., Beyer, J., & Pfister, H. \(2022\). The Quest for Omnioculars: Embedded Visualization for Augmenting Basketball Game Viewing Experiences. IEEE Trans Vis Comput Graph, Pp.](#)

23. [Liu, P., Huang, Y., & Hermanowicz, S. W. \(2021\). Shifting entrepreneurial landscape and development performance of water startups in emerging water markets. *PLoS One*, 16\(2\), e0246282.](#)
24. [Longqiang, Chen. \(2020\). Reasonable Approach and Development Trend of Artificial Intelligence Sports Development.](#)
25. [MacIntyre, M. R., Cockerill, R. G., Mirza, O. F., & Appel, J. M. \(2023\). Ethical considerations for the use of artificial intelligence in medical decision-making capacity assessments. *Psychiatry Res.* 328, 115466.](#)
26. [Paul, Pounder. \(2019\). Examining interconnectivity of entrepreneurship, innovation and sports policy framework. *Journal of Entrepreneurship and Public Policy*.](#)
27. [Qian, Zhang. \(2021\). Development Trend of Blockchain Technology in Large-Scale Sports Events in the Information Age.](#)
28. [Ratten, V. \(2020\). Sport Startups: What Does the Future Hold? In *Sport Startups: New Advances in Entrepreneurship*. Emerald Publishing Limited.](#)
29. [Rahimi, A., AlidoustGhahfarokhi, E., Norouzi, R., Hosseini, S. \(2020\). Can Market Knowledge Lead to the Formation of Entrepreneurial Opportunities and Commercialization in Sports Startups. doi: 10.22054/NASS.2021.56868.1076](#)
30. [Rahul, Reddy, Nadikattu. \(2020\). Implementation of New Ways of Artificial Intelligence in Sports. *Social Science Research Network*.](#)
31. [Sporsem, T., Tklich, A., Moe, N. B., & Mikalsen, M. \(2023\). Understanding Barriers to Internal Startups in Large Organizations: Evidence from a Globally Distributed Company. *arXiv preprint arXiv:2301503101*](#)
32. [Sunonda, K. \(2017\). How to start and manage startup companies in India, a Case study approach. *International Journal of Engineering Development and Research*, 5\(4\), 167-174.](#)
33. [Ted, HaydukIII. \(2020\). The Future for Sport Entrepreneurship.](#)
34. [Xiumei, Z. \(2022\). On the Application of Artificial Intelligence to the Upgrading of China's Sports Industrial Structure – Empirical Analysis of GMM Method Based on Computer Two-Step System.](#)
35. [Vanessa, R. \(2020\). The Need for Entrepreneurship in Sport Startups.](#)
36. [Vanessa, R. \(2020\). Digital Transformation in Sport and Social Media.](#)
37. [Vanessa, R. \(2020\). Sport Start-ups: The Role of Networking](#)
38. [Vasile, C. M., & Iriart, X. \(2023\). Embracing AI: The Imperative Tool for Echo Labs to Stay Ahead of the Curve. *Diagnostics Basel*, 13 \(19\).](#)
39. [Wongsinhirun, N., Chatjuthamard, P., Treepongkaruna, S., & Likitapiwat, T. \(2021\). Do algorithm traders mitigate insider trading profits?: Evidence from the Thai stock market. *PLoS One*, 16\(7\), e0255057.](#)
40. [Yang, Chen., Qing, Zhu., Yang, Zhang. \(2023\). Research on Application of Computer Artificial Intelligence Technology in Analyzing the Economy of Pre-sale of Sports Tickets. *Highlights in Science, Engineering and Technology*, 31,161-166.](#)