

A Model of Artificial Intelligence Functions for Empowering Coaches to Optimize Elite Track and Field Athletes' Performance

1. Mahsa Danaeifard[✉]: Department of Physical Education, Ma.C., Islamic Azad University, Mashhad, Iran

2. Hossein Peymanizad^{✉*}: Department of Physical Education, Ma.C., Islamic Azad University, Mashhad, Iran

3. Mahdi Azarnoosh[✉]: Department of Biomedical Engineering, Ma.C., Islamic Azad University, Mashhad, Iran

4. Mohammad Keshtidar[✉]: Department of Physical Education, Faculty of Sports Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

*Corresponding Author's Email Address: peymanizad@iau.ac.ir

Abstract:

The purpose of this study was to develop a model of artificial intelligence functions for empowering coaches to optimize the performance of elite track and field athletes. This study was applied in terms of purpose and exploratory in nature, using a qualitative grounded theory approach based on Glaser's emergent methodology. The statistical population consisted of university experts in sports management, specialists in artificial intelligence, and professionals with experience in elite sports. Purposeful sampling was employed, and semi-structured interviews were conducted with 20 experts until theoretical saturation was achieved. Data analysis was carried out simultaneously with data collection through open, axial, and selective coding procedures. MaxQDA software was used to organize and analyze qualitative data. Finally, a conceptual network of antecedents and consequences related to the use of artificial intelligence in coach empowerment and athlete performance optimization was extracted, and the final research model was developed. The findings demonstrated that the antecedents of using artificial intelligence could be categorized into 96 open codes, 8 axial codes, and one selective code. The most important dimensions included technological and infrastructural readiness, coaches' technological literacy, organizational support, athletes' psychological acceptance, competitive demands, specialized AI functions, cognitive empowerment of coaches, and multidimensional performance optimization of athletes. Furthermore, the consequences of AI utilization were identified through 69 open codes and 8 axial codes, including professional empowerment of coaches, improvement in training design and control, enhancement of technical and physiological performance, injury reduction, improved coach-athlete interaction, increased motivation and psychological readiness, better sports management, and development of sustainable international competitive advantage. Structural model analysis also confirmed a significant relationship between AI functions and outcomes ($T=16.763$). The results indicated that artificial intelligence can function as a transformative tool in elite sports coaching by enhancing data-driven analysis, personalizing training programs, predicting injuries, and improving scientific decision-making. The systematic implementation of intelligent technologies can significantly empower coaches, optimize elite athletes' performance, and contribute to the international advancement and sustainable competitive advantage of track and field sports.

Keywords: artificial intelligence functions, coach empowerment, performance optimization, elite athletes, track and field.

How to Cite: Danaeifard, M., Peymanizad, H., Azarnoosh, M., & Keshtidar, M. (2027). A Model of Artificial Intelligence Functions for Empowering Coaches to Optimize Elite Track and Field Athletes' Performance. *Management, Education and Development in Digital Age*, 4(3), 1-20.



مدل کارکردهای هوش مصنوعی در توانمندسازی مربیان به منظور بهینه سازی سطح عملکرد ورزشکاران نخبه دوومیدانی

۱. مهسا دانایی فرد^۱: گروه تربیت بدنی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

۲. حسین پیمانی زاد^۲: گروه تربیت بدنی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

۳. مهدی آذرنوش^۳: گروه مهندسی پزشکی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

۴. محمد کشتی دار^۴: گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

*پست الکترونیک نویسنده مسئول: peymanizad@iau.ac.ir

چکیده

هدف این پژوهش ارائه مدل کارکردهای هوش مصنوعی در توانمندسازی مربیان به منظور بهینه سازی سطح عملکرد ورزشکاران نخبه دوومیدانی بود. این پژوهش از نظر هدف کاربردی و از حیث ماهیت اکتشافی بود که با رویکرد کیفی و مبتنی بر نظریه داده بنیاد گلیرز انجام شد. جامعه آماری شامل خبرگان دانشگاهی حوزه مدیریت ورزشی، متخصصان هوش مصنوعی و افراد دارای تجربه حرفه ای در ورزش قهرمانی بود. نمونه گیری به صورت هدفمند انجام شد و با ۲۰ نفر از خبرگان مصاحبه نیمه ساختاریافته صورت گرفت تا اشباع نظری حاصل شود. تحلیل داده ها همزمان با گردآوری اطلاعات و در سه مرحله کدگذاری باز، محوری و انتخابی انجام شد. برای سامان دهی و تحلیل داده های کیفی از نرم افزار MaxQDA استفاده شد. در نهایت، شبکه مفهومی پیشایندها و پیامدهای استفاده از هوش مصنوعی در توانمندسازی مربیان و بهینه سازی عملکرد ورزشکاران نخبه دوومیدانی استخراج و مدل نهایی پژوهش طراحی شد. یافته های پژوهش نشان داد که پیشایندهای استفاده از هوش مصنوعی در قالب ۹۶ کد باز، ۸ کد محوری و یک کد انتخابی قابل تبیین است. مهم ترین ابعاد شامل آمادگی فناورانه و زیرساختی، دانش و سواد فناورانه مربیان، حمایت سازمانی، پذیرش روانی ورزشکاران، الزامات رقابتی، کارکردهای تخصصی هوش مصنوعی، توانمندسازی شناختی مربیان و بهینه سازی چندبعدی عملکرد ورزشکاران بود. همچنین پیامدهای استفاده از هوش مصنوعی در قالب ۶۹ کد باز و ۸ کد محوری شناسایی شد که شامل توانمندسازی حرفه ای مربیان، بهبود طراحی و کنترل تمرین، ارتقای عملکرد فنی و فیزیولوژیک، کاهش آسیب دیدگی، ارتقای تعامل مربی-ورزشکار، افزایش انگیزش و آمادگی روانی، بهبود مدیریت ورزشی و توسعه مزیت رقابتی بین المللی بود. نتایج مدل ساختاری نیز نشان داد که رابطه بین کارکردها و پیامدهای هوش مصنوعی معنادار است ($T=16.763$). نتایج پژوهش نشان داد که هوش مصنوعی می تواند به عنوان ابزاری تحول آفرین در فرآیند مربیگری ورزش قهرمانی عمل کند و از طریق تحلیل داده های عملکردی، شخصی سازی تمرینات، پیش بینی آسیب دیدگی و بهبود تصمیم گیری علمی، موجب ارتقای توانمندی مربیان و بهینه سازی عملکرد ورزشکاران نخبه دوومیدانی شود. همچنین استفاده نظام مند از فناوری های هوشمند می تواند زمینه ساز ارتقای جایگاه بین المللی دوومیدانی و توسعه مزیت رقابتی پایدار در ورزش قهرمانی کشور گردد.

کلیدواژه ها: کارکردهای هوش مصنوعی، توانمندسازی مربیان، بهینه سازی عملکرد، ورزشکاران نخبه، دوومیدانی.

نحوه استناددهی: دانایی فرد، مهسا، پیمانی زاد، حسین، آذرنوش، مهدی، و کشتی دار، محمد. (۱۴۰۶). مدل کارکردهای هوش مصنوعی در توانمندسازی مربیان به منظور بهینه سازی سطح عملکرد ورزشکاران نخبه دوومیدانی. مدیریت، آموزش و توسعه در عصر دیجیتال، ۴(۳)، ۱-۲۰.



مقدمه

تحولات فناورانه ناشی از انقلاب صنعتی چهارم، بسیاری از حوزه‌های علمی و حرفه‌ای را تحت تأثیر قرار داده و موجب تغییر الگوهای سنتی تصمیم‌گیری، مدیریت و تحلیل داده‌ها شده است. در این میان، هوش مصنوعی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین فناوری‌های تحول‌آفرین، توانسته است نقش چشمگیری در توسعه علوم مختلف ایفا کند. هوش مصنوعی مجموعه‌ای از فناوری‌ها و الگوریتم‌های پیشرفته است که با هدف تقلید، تقویت یا توسعه قابلیت‌های شناختی انسان طراحی شده و توانایی تحلیل حجم عظیمی از داده‌ها، پیش‌بینی الگوها و ارائه راهکارهای هوشمند را فراهم می‌سازد (Svensson, 2024). امروزه، این فناوری نه تنها در صنایع مالی، پزشکی و آموزشی، بلکه در حوزه ورزش و علوم ورزشی نیز جایگاه ویژه‌ای یافته است. گسترش استفاده از سامانه‌های هوشمند در ورزش حرفه‌ای، مفهوم جدیدی از مربیگری، تحلیل عملکرد و تصمیم‌گیری علمی را ایجاد کرده و موجب تغییر در شیوه‌های سنتی برنامه‌ریزی تمرینات شده است (Ratten, 2020).

در سال‌های اخیر، ورود هوش مصنوعی به علوم ورزشی باعث شکل‌گیری رویکردی داده‌محور در تحلیل عملکرد ورزشکاران شده است. این فناوری با استفاده از یادگیری ماشین، تحلیل کلان‌داده‌ها، شبکه‌های عصبی و سامانه‌های پیش‌بینی‌کننده، امکان تحلیل دقیق متغیرهای فیزیولوژیکی، بیومکانیکی و روان‌شناختی ورزشکاران را فراهم ساخته است (Chmait & Westerbeek, 2021). تحلیل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی نه تنها به شناسایی الگوهای عملکردی کمک می‌کند، بلکه می‌تواند در پیش‌بینی افت عملکرد، مدیریت خستگی و جلوگیری از آسیب‌دیدگی نیز نقش مؤثری داشته باشد (Souaifi et al., 2025). در این چارچوب، هوش مصنوعی به‌عنوان یک ابزار راهبردی، فرآیند مربیگری را از حالت شهودی و مبتنی بر تجربه فردی، به سمت تصمیم‌گیری علمی و مبتنی بر داده هدایت می‌کند (Jones et al., 2021).

ورزش قهرمانی و حرفه‌ای به دلیل حساسیت بالا نسبت به جزئی‌ترین تفاوت‌های عملکردی، بیش از سایر حوزه‌های ورزشی تحت تأثیر فناوری‌های نوین قرار گرفته است. در میان رشته‌های مختلف، دوومیدانی به‌عنوان یکی از بنیادی‌ترین و داده‌محورترین رشته‌های ورزشی، بستری مناسب برای استفاده از فناوری‌های هوشمند محسوب می‌شود. در این رشته، اختلاف‌های عملکردی گاه در حد صدم ثانیه یا چند سانتی‌متر تعیین‌کننده موفقیت یا شکست ورزشکاران است؛ از این رو تحلیل دقیق متغیرهای تمرینی، فنی و فیزیولوژیکی اهمیت ویژه‌ای دارد (Mohammadi et al., 2025). هوش مصنوعی می‌تواند از طریق تحلیل لحظه‌ای داده‌های تمرینی، ارزیابی الگوهای حرکتی و شبیه‌سازی شرایط رقابتی، به مربیان کمک کند تا برنامه‌های تمرینی دقیق‌تر و شخصی‌سازی‌شده‌تری طراحی نمایند (Nasiri et al., 2025).

یکی از مهم‌ترین کاربردهای هوش مصنوعی در ورزش، تحلیل عملکرد حرکتی و بیومکانیکی ورزشکاران است. فناوری‌های مبتنی بر حسگرهای پوشیدنی، سامانه‌های تحلیل حرکت و دوربین‌های هوشمند، امکان ثبت و تحلیل دقیق حرکات بدن را فراهم ساخته‌اند (Souaifi et al., 2025). در مطالعات مرتبط با شنا و دوچرخه‌سواری نیز نشان داده شده است که تحلیل‌های بیومکانیکی مبتنی بر هوش مصنوعی موجب بهبود تکنیک، کاهش خطاهای حرکتی و ارتقای عملکرد ورزشکاران می‌شود (Barbosa et al., 2023; Millour et al., 2023). همچنین پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه حرکات تنه و آسیب‌های رباط صلیبی قدامی نشان می‌دهد که الگوریتم‌های هوشمند قادرند الگوهای خطرناک حرکتی را شناسایی کرده و در پیشگیری از آسیب‌ها نقش مؤثری ایفا کنند (Song et al., 2023). این قابلیت‌ها نشان می‌دهد که هوش مصنوعی می‌تواند از سطح تحلیل صرف فراتر رفته و به ابزاری برای مداخله پیشگیرانه و ارتقای سلامت ورزشکاران تبدیل شود.

از دیگر ظرفیت‌های مهم هوش مصنوعی در ورزش، امکان شخصی‌سازی برنامه‌های تمرینی است. در شیوه‌های سنتی، برنامه‌های تمرینی اغلب بر اساس الگوهای کلی طراحی می‌شدند و تفاوت‌های فردی ورزشکاران کمتر مورد توجه قرار می‌گرفت؛ در حالی که فناوری‌های هوشمند می‌توانند با تحلیل داده‌های فیزیولوژیکی، بیومکانیکی و رفتاری، برای هر ورزشکار برنامه‌ای منحصربه‌فرد طراحی کنند (Peake et al., 2018). این رویکرد موجب می‌شود شدت، حجم و نوع تمرین متناسب با ویژگی‌های هر فرد تنظیم شود و در نتیجه، اثربخشی تمرین افزایش یابد (Liu & Zhu, 2022). پژوهش‌های مرتبط با استعدادیابی ورزشی نیز نشان داده‌اند که هوش مصنوعی می‌تواند در شناسایی استعدادها بالقوه، تحلیل ویژگی‌های جسمانی و پیش‌بینی مسیر پیشرفت ورزشکاران نقش مهمی ایفا کند (Haj Lotfalian et al., 2024; Nikoui et al., 2024).

در کنار مزایای فنی، هوش مصنوعی می‌تواند نقش مهمی در توانمندسازی حرفه‌ای مربیان داشته باشد. مربیان در ورزش حرفه‌ای با حجم گسترده‌ای از اطلاعات و تصمیمات پیچیده مواجه‌اند و مدیریت هم‌زمان متغیرهای متعدد تمرینی، فیزیولوژیکی و روانی، فرآیندی دشوار و زمان‌بر است. هوش مصنوعی می‌تواند با تحلیل سریع داده‌ها و ارائه بازخوردهای دقیق، فرآیند تصمیم‌گیری مربیان را تسهیل کند (Hosseini & Rezaei, 2025). از سوی دیگر، استفاده از فناوری‌های هوشمند موجب ارتقای تفکر تحلیلی، افزایش اعتمادبه‌نفس حرفه‌ای و تقویت تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد در مربیان می‌شود (Nasiri et al., 2025). این موضوع به‌ویژه در ورزش‌های نخبه‌محور مانند دوومیدانی اهمیت بیشتری دارد؛ زیرا کوچک‌ترین خطا در برنامه‌ریزی تمرین یا مدیریت بار تمرینی می‌تواند منجر به افت عملکرد یا آسیب‌دیدگی شود.

پژوهش‌های جدید نیز نشان داده‌اند که استفاده از هوش مصنوعی در مربیگری ورزشی، نه تنها موجب بهبود عملکرد ورزشکاران می‌شود، بلکه کیفیت تعامل میان مربی و ورزشکار را نیز ارتقا می‌دهد. بازخوردهای بصری و داده‌محور باعث افزایش شفافیت تصمیمات مربی شده و اعتماد ورزشکاران به فرآیند تمرین را تقویت می‌کند (Pietraszewski et al., 2025). همچنین استفاده از سامانه‌های هوشمند در تحلیل عملکرد، موجب افزایش انگیزش، تمرکز ذهنی و احساس کنترل ورزشکار بر فرآیند پیشرفت خود می‌شود (Hongxin et al., 2024). در واقع، هوش مصنوعی علاوه بر ابعاد فنی و جسمانی، می‌تواند بر ابعاد روان‌شناختی و ارتباطی ورزش نیز اثرگذار باشد.

با وجود ظرفیت‌های گسترده هوش مصنوعی، پیاده‌سازی این فناوری در ورزش حرفه‌ای با چالش‌هایی نیز همراه است. پیچیدگی فنی سامانه‌های هوشمند، هزینه‌های زیرساختی، نگرانی‌های مربوط به حریم خصوصی داده‌ها و مقاومت روانی نسبت به فناوری، از جمله موانع توسعه هوش مصنوعی در ورزش محسوب می‌شوند (Huang & You, 2023). همچنین بسیاری از مربیان هنوز از دانش و سواد فناورانه کافی برای استفاده مؤثر از این ابزارها برخوردار نیستند و این مسئله می‌تواند مانعی برای بهره‌گیری کامل از ظرفیت‌های هوش مصنوعی باشد (Tohidi, 2024). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که موفقیت در استفاده از فناوری‌های هوشمند، نیازمند ایجاد زیرساخت‌های مناسب، آموزش مستمر مربیان و حمایت سازمانی و مدیریتی است (Mirzaei et al., 2025).

در ایران نیز توجه به کاربردهای هوش مصنوعی در ورزش در سال‌های اخیر افزایش یافته است. مطالعات انجام‌شده در حوزه ورزش کشور نشان می‌دهد که استفاده از فناوری‌های هوشمند می‌تواند موجب بهبود مدیریت ورزشی، ارتقای کیفیت تمرینات و افزایش بهره‌وری ورزشکاران شود (Piri Ataei et al., 2024). پژوهش‌های مرتبط با استارت‌آپ‌های ورزشی و فناوری‌های هوشمند نیز حاکی از آن است که هوش مصنوعی می‌تواند نقش مهمی در توسعه نوآوری‌های ورزشی و افزایش رقابت‌پذیری ورزش کشور ایفا کند (Rashki et al., 2024). علاوه بر این، نتایج برخی پژوهش‌ها نشان داده است که تمرینات مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند شاخص‌های فیزیولوژیکی و عملکردی ورزشکاران حرفه‌ای را به‌طور معناداری بهبود بخشد (Sharafi, 2024). در همین راستا، مطالعات کیفی انجام‌شده در علوم ورزشی نیز بر اهمیت توسعه ابعاد هوش مصنوعی در فرآیند مربیگری و مدیریت عملکرد ورزشکاران تأکید کرده‌اند (Lebafi & Vahdani, 2024).

تحولات اخیر در فناوری‌های مبتنی بر واقعیت مجازی و اینترنت اشیا نیز افق‌های جدیدی را برای ورزش حرفه‌ای گشوده است. ترکیب واقعیت مجازی با هوش مصنوعی امکان شبیه‌سازی شرایط مسابقه، تحلیل حرکات ورزشی و ارائه تمرینات تعاملی را فراهم کرده است (Cao & Yu, 2024). همچنین توسعه حسگرهای پوشیدنی و ابزارهای تحلیل داده، امکان پایش لحظه‌ای وضعیت ورزشکاران را مهیا ساخته و موجب شده است که مربیان بتوانند تصمیمات دقیق‌تر و سریع‌تری اتخاذ کنند (Bastami et al., 2023). در این میان، یادگیری ماشینی و تحلیل پیش‌بینی‌کننده نیز به ابزاری برای مدیریت عملکرد، تحلیل رقبا و پیش‌بینی نتایج مسابقات تبدیل شده‌اند (Bunker & Thabtah, 2019).

با وجود رشد سریع مطالعات مرتبط با هوش مصنوعی در ورزش، هنوز در زمینه مدل‌سازی جامع کارکردهای این فناوری در توانمندسازی مربیان و بهینه‌سازی عملکرد ورزشکاران نخبه دوومیدانی، شکاف پژوهشی قابل‌توجهی وجود دارد. بسیاری از پژوهش‌ها تنها به بررسی یک بُعد خاص از کاربردهای هوش مصنوعی پرداخته‌اند و کمتر مطالعه‌ای به تبیین یک مدل جامع و چندبعدی در این حوزه توجه کرده است (Jain et al., 2023). افزون بر این، در فضای ورزش ایران، استفاده نظام‌مند از فناوری‌های هوشمند در فرآیند مربیگری هنوز در مراحل اولیه قرار دارد و نیاز به ارائه چارچوب‌های علمی و کاربردی احساس می‌شود (Mohammadi et al., 2025). از این‌رو، شناسایی ابعاد، مؤلفه‌ها و پیامدهای استفاده از هوش مصنوعی در مربیگری دوومیدانی می‌تواند زمینه‌ساز توسعه سیاست‌گذاری‌های علمی و ارتقای سطح ورزش قهرمانی کشور باشد.

بنابراین، هدف پژوهش حاضر ارائه مدل کارکردهای هوش مصنوعی در توانمندسازی مربیان به منظور بهینه‌سازی سطح عملکرد ورزشکاران نخبه دوومیدانی است.

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش با هدف ارائه مدل کارکردهای هوش مصنوعی در توانمندسازی مربیان به منظور بهینه‌سازی سطح عملکرد ورزشکاران نخبه دوومیدانی انجام شده است. تمرکز اصلی پژوهش بر ارتقای کیفیت استفاده از هوش مصنوعی در توانمندسازی مربیان بهینه‌سازی سطح عملکرد ورزشکاران است. در این راستا، سطح عملکرد ورزشکاران نخبه دوومیدانی به عنوان مطالعه موردی انتخاب شد تا ضمن بررسی شرایط بومی، چالش‌ها و ظرفیت‌های نیز مورد توجه قرار گیرد. از نظر هدف، پژوهش کاربردی و از حیث ماهیت، اکتشافی است. گردآوری داده‌ها به شیوه کیفی و با رویکرد ظاهرشونده گلیر صورت گرفته است. جامعه آماری مشتمل بر دو بخش: (۱) افراد خبره (۲) ذینفعان محدوده مطالعاتی است. منظور از جامعه خبرگان، خبرگان دانشگاهی مرتبط در زمینه رشته‌های مدیریت تربیت‌بدنی و همچنین افرادی هستند که در زمینه مدیریت هوش مصنوعی و ورزش بوده و دارای دانش، تخصص و نیز نظر کارشناسی می‌باشند و بعضاً دارای مقالات و سخنرانی‌های مرتبط با موضوع پژوهش بوده و یا تألیفاتی در این زمینه داشته‌اند. به منظور گردآوری داده‌ها، مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با ۳۰ نفر از خبرگان انجام شد که پس از تکرار مفاهیم و مفاد، اشباع نظری حاصل گردید. تحلیل داده‌ها به صورت هم‌زمان با گردآوری اطلاعات صورت گرفت. جامعه آماری کیفی پژوهش شامل دو گروه بوده است: الف) مقالات منتخب از پایگاه‌های اطلاعاتی بر اساس روش مرور نظام‌مند؛ ب) خبرگان دانشگاهی فعال در حوزه معماری و افراد دارای سابقه مدیریت آموزشی. برای گردآوری داده‌ها، مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با ۲۳ خبره انجام شد که در نهایت به نقطه اشباع نظری رسید. تحلیل داده‌های حاصل از مصاحبه‌ها با روش تحلیل تم و در سه سطح کدگذاری باز، محوری و انتخابی صورت گرفت. همچنین برای سامان‌دهی و پردازش داده‌های کیفی از نرم‌افزار MaxQDA استفاده شد. فرآیند اصلی تحلیل داده‌ها در این روش، شامل کدگذاری و طبقه‌بندی داده‌های خام، استخراج مفاهیم و مقولات اصلی و تبیین روابط میان آن‌هاست. در نهایت، یافته‌ها در قالب یک نظریه محقق ساخته ارائه خواهد شد که متناسب با شرایط و موقعیت پژوهش تدوین می‌گردد.

یافته‌ها

سوال اول- پیشایندهای استفاده از هوش مصنوعی بر توانمندسازی مربیان و بهینه‌سازی سطح عملکرد ورزشکاران نخبه دوومیدانی کدامند؟

پس از مطالعه ۲۱ مقاله در خصوص پیشایندهای استفاده از هوش مصنوعی بر توانمندسازی مربیان و بهینه‌سازی سطح عملکرد ورزشکاران نخبه دوومیدانی مشخص شد، استفاده اثربخش از هوش مصنوعی در ورزش قهرمانی، به‌ویژه در رشته دوومیدانی که به شدت متکی بر داده‌های دقیق فیزیولوژیکی، بیومکانیکی و عملکردی است، نیازمند تحقق مجموعه‌ای از پیشایندهای چندبعدی است. این پیشایندها نه تنها زمینه‌ساز پذیرش فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی هستند، بلکه نقش تعیین‌کننده‌ای در میزان تأثیرگذاری این فناوری‌ها بر توانمندسازی مربیان و بهینه‌سازی سطح عملکرد ورزشکاران نخبه ایفا می‌کنند.

تعداد ۲۰ نفر از خبرگان به روش نمونه‌گیری هدفمند از نوع در دسترس انتخاب شدند. ترکیب خبرگان شامل اعضای دانشگاهی در رده‌های مختلف و متخصصان حرفه‌ای فعال در حوزه ورزش و آگاه به هوش مصنوعی بود. معیارهای انتخاب خبرگان بر سه پایه استوار بود:

۱. داشتن تخصص کافی در زمینه ورزش و آگاه به هوش مصنوعی؛

۲. برخورداری از حداقل پنج سال سابقه کار در رشته مدیریت ورزشی؛

۳. دارا بودن مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد یا دکتری.

تعداد ۲۰ نفر بر اساس پل خبرگان تعیین شده پیش از آغاز پژوهش انتخاب شد و در این عدد، اشباع نظری حاصل گردید. پرسش‌های مصاحبه از طریق سامانه پرس‌لاین برای

افراد ارسال شد.



جدول ۱. دسته بندی کدهای باز، محوری و انتخابی پیشایندهای استفاده از هوش مصنوعی بر توانمندسازی مربیان و بهینه سازی سطح عملکرد

ورزشکاران نخبه دوومیدانی

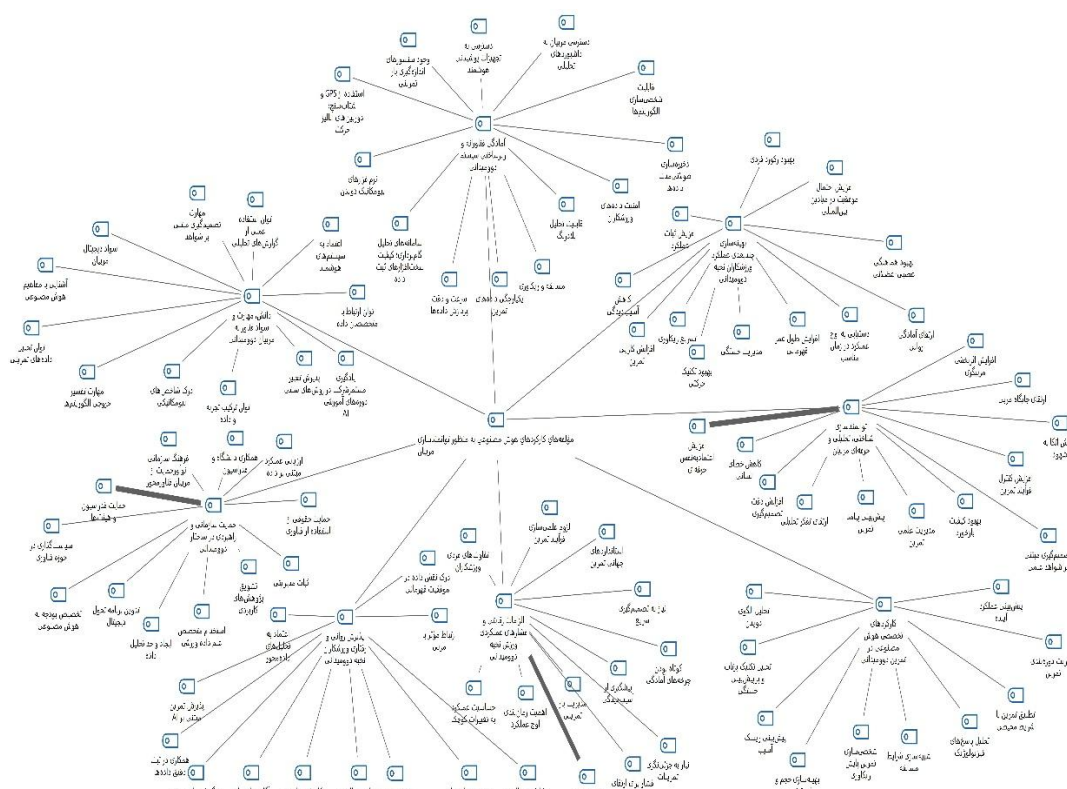
کدهای محوری	کدهای باز
آمادگی فناوریانه و زیرساختی سیستم دوومیدانی	دسترسی به تجهیزات پوشیدنی هوشمند
	وجود سنسورهای اندازه گیری بار تمرینی
	استفاده از GPS و شتابسنج؛ دوربین های آنالیز حرکت
	نرم افزارهای بیومکانیک دویدن
	سامانه های تحلیل گام برداری؛ کیفیت سخت افزارهای ثبت داده
	سرعت و دقت پردازش داده ها
	یکپارچگی داده های تمرین
	مسابقه و ریکاوری
	قابلیت تحلیل بلادرنگ
	امنیت داده های ورزشکاران
	ذخیره سازی طولانی مدت داده ها
	قابلیت شخصی سازی الگوریتم ها
	دسترسی مربیان به داشبوردهای تحلیلی
دانش، مهارت و سواد فناوریانه مربیان دوومیدانی	سواد دیجیتال مربیان
	آشنایی با مفاهیم هوش مصنوعی
	توان تحلیل داده های تمرینی
	مهارت تفسیر خروجی الگوریتم ها
	درک شاخص های بیومکانیکی
	توان ترکیب تجربه و داده
	مهارت تصمیم گیری مبتنی بر شواهد
	نگرش مثبت به فناوری
	پذیرش تغییر روش های سنتی
	یادگیری مستمر شرکت در دوره های آموزشی AI
	توان ارتباط با متخصصان داده
	اعتماد به سیستم های هوشمند
	توان استفاده عملی از گزارش های تحلیلی
حمایت سازمانی و راهبردی در ساختار دوومیدانی	حمایت فدراسیون و هیئت ها
	سیاست گذاری در حوزه فناوری
	تخصیص بودجه به هوش مصنوعی
	تدوین برنامه تحول دیجیتال
	ایجاد واحد تحلیل داده
	استخدام متخصص علم داده ورزشی
	فرهنگ سازمانی نوآور حمایت از مربیان فناورمحور
	تشویق پژوهش های کاربردی
	همکاری دانشگاه و فدراسیون
	ثبات مدیریتی
	ارزیابی عملکرد مبتنی بر داده
	حمایت حقوقی از استفاده از فناوری

پذیرش روانی و رفتاری ورزشکاران	اعتماد به تحلیل‌های داده‌محور
نخه دوومیدانی	پذیرش تمرین مبتنی بر AI
	همکاری در ثبت دقیق داده‌ها
	انگیزش برای بهبود رکورد
	آگاهی از فواید فناوری
	کاهش مقاومت ذهنی
	احساس عدالت در تصمیمات مربی
	پذیرش بازخورد دیجیتال
	تعهد به برنامه‌های شخصی‌سازی‌شده
	مشارکت فعال در فرآیند تحلیل
	ارتباط مؤثر با مربی
	درک نقش داده در موفقیت قهرمانی
الزامات رقابتی و فشارهای	رقابت شدید بین‌المللی
عملکردی ورزش نخه دوومیدانی	فشار برای ارتقای رکورد
	نیاز به جزئی‌نگری تمرینات
	تفاوت‌های فردی ورزشکاران
	حساسیت عملکرد به تغییرات کوچک
	اهمیت زمان‌بندی اوج عملکرد
	مدیریت بار تمرینی
	پیشگیری از آسیب‌دیدگی
	کوتاه بودن چرخه‌های آمادگی
	نیاز به تصمیم‌گیری سریع
	استانداردهای جهانی تمرین
	لزوم علمی‌سازی فرآیند تمرین
کارکردهای تخصصی هوش	تحلیل الگوی دویدن
مصنوعی در تمرین دوومیدانی	تحلیل تکنیک پرتاب و پرشپیش‌بینی خستگی
	پیش‌بینی ریسک آسیب
	بهینه‌سازی حجم و شدت تمرین
	شخصی‌سازی تمرین پایش ریکاوری
	شبیه‌سازی شرایط مسابقه
	تحلیل پاسخ‌های فیزیولوژیک
	تطبیق تمرین با شرایط محیطی
	مدیریت دوره‌بندی تمرین
	پیش‌بینی عملکرد آینده
توانمندسازی شناختی، تحلیلی و	افزایش دقت تصمیم‌گیری
حرفه‌ای مربیان	کاهش خطای انسانی
	تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد علمی
	افزایش اعتماد به نفس حرفه‌ای
	ارتقای تفکر تحلیلی
	پیش‌بینی پیامد تمرین
	مدیریت علمی تمرین
	بهبود کیفیت بازخورد

افزایش کنترل فرآیند تمرین	
کاهش اتکا به شهود	
ارتقای جایگاه مربی	
افزایش اثربخشی مربیگری	
بهبود رکورد فردی	بهبینه‌سازی چندبعدی عملکرد
افزایش ثبات عملکرد	ورزشکاران نخبه دوومیدانی
کاهش آسیب‌دیدگی	
افزایش کارایی تمرین	
تسریع ریکاوری	
بهبود تکنیک حرکتی	
مدیریت خستگی	
افزایش طول عمر قهرمانی	
دستیابی به اوج عملکرد در زمان مناسب	
ارتقای آمادگی روانی	
بهبود هماهنگی عصبی-عضلانی	
افزایش احتمال موفقیت در میادین بین‌المللی	

در نهایت موارد در قالب ۹۶ شاخصه، ۸ کد محوری و ۱ کد انتخابی (پیشایندهای استفاده از هوش مصنوعی بر توانمندسازی مربیان و بهینه‌سازی سطح عملکرد ورزشکاران

نخبه دوومیدانی) به شرح زیر قابل دسته بندی هستند.



شکل ۱. خروجی نرم افزار MaxQda مدل و شبکه پیشایندهای استفاده از هوش مصنوعی بر توانمندسازی مربیان و بهینه‌سازی سطح عملکرد

ورزشکاران نخبه

سوال دوم- پیامدهای استفاده از هوش مصنوعی بر توانمندسازی مربیان و بهینه‌سازی سطح عملکرد ورزشکاران نخبه دوومیدانی کدامند؟

در دهه‌های اخیر، توسعه فناوری‌های دیجیتال و به‌ویژه هوش مصنوعی موجب دگرگونی بنیادین در شیوه‌های برنامه‌ریزی، اجرا و ارزیابی تمرینات ورزشی شده است. ورزش نخبه، به دلیل حساسیت بالا نسبت به جزئی‌ترین تغییرات عملکردی، بیش از سایر سطوح ورزشی از این تحولات تأثیر پذیرفته است. در این میان، رشته دوومیدانی به‌عنوان یکی از پایه‌ای‌ترین و داده‌محورترین رشته‌های ورزشی، بستر مناسبی برای پیاده‌سازی سیستم‌های هوشمند محسوب می‌شود. هوش مصنوعی با اتکا به الگوریتم‌های یادگیری ماشینی، یادگیری عمیق و تحلیل کلان‌داده‌ها، امکان استخراج الگوهای پنهان از داده‌های تمرینی، فیزیولوژیکی و بیومکانیکی را فراهم ساخته و نقش مربیان را از تصمیم‌گیران مبتنی بر تجربه صرف، به تحلیل‌گران راهبردی داده‌محور ارتقا داده است. از سوی دیگر، ورزشکاران نخبه نیز از طریق دریافت برنامه‌های تمرینی شخصی‌سازی‌شده، بازخوردهای دقیق و پیش‌بینی‌محور، به سطح بالاتری از بهینه‌سازی.

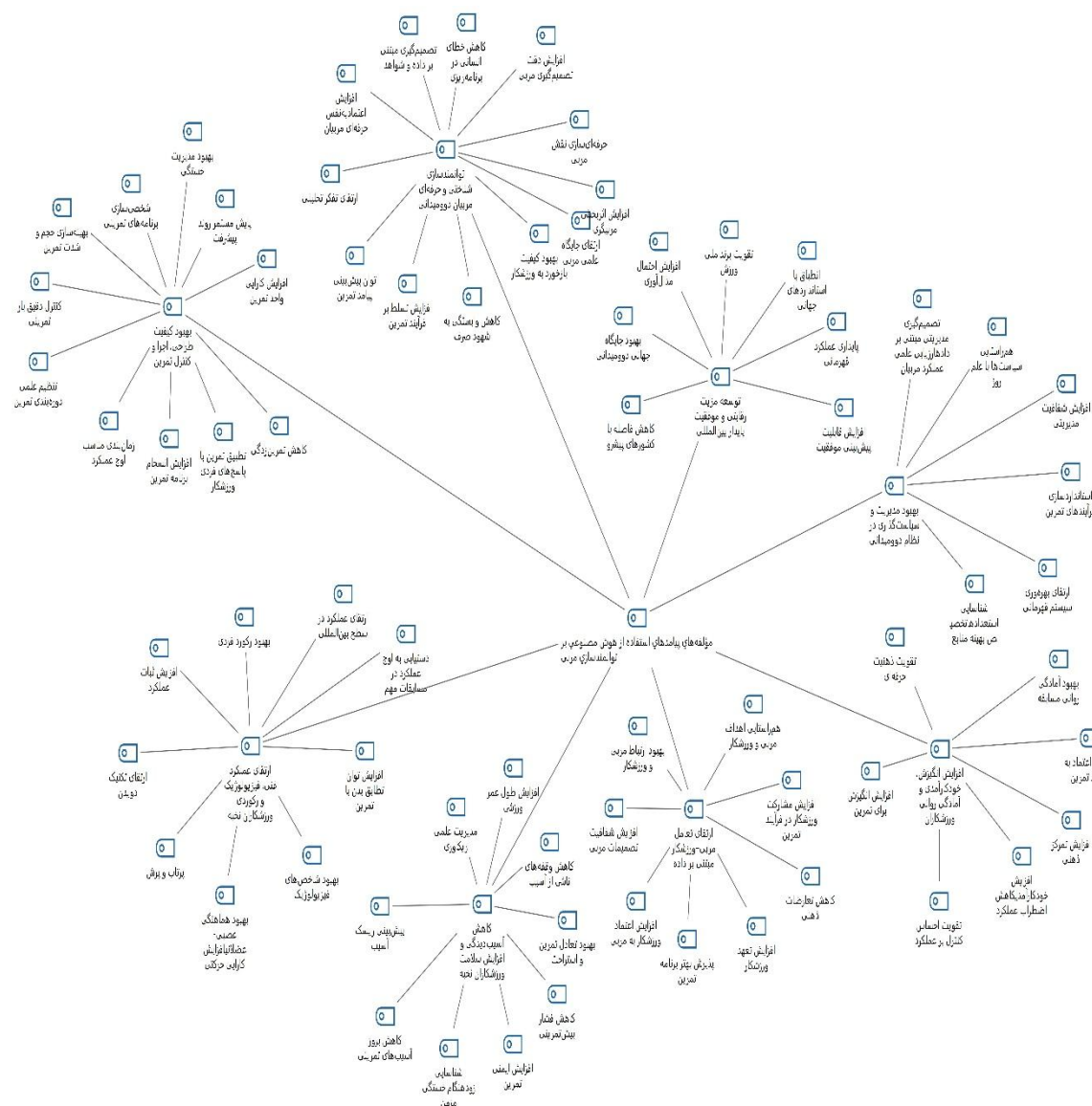
جدول ۳. دسته بندی کدهای باز، محوری و انتخابی پیامدهای استفاده از هوش مصنوعی بر توانمندسازی مربیان و بهینه‌سازی سطح عملکرد

ورزشکاران نخبه دوومیدانی

کدهای محوری	کدهای باز
توانمندسازی شناختی و حرفه‌ای مربیان دوومیدانی	افزایش دقت تصمیم‌گیری مربی
	کاهش خطای انسانی در برنامه‌ریزی
	تصمیم‌گیری مبتنی بر داده و شواهد
	افزایش اعتمادبه‌نفس حرفه‌ای مربیان
بهبود کیفیت طراحی، اجرا و کنترل تمرین	ارتقای تفکر تحلیلی
	توان پیش‌بینی پیامد تمرین
	افزایش تسلط بر فرآیند تمرین
	کاهش وابستگی به شهود صرف
	بهبود کیفیت بازخورد به ورزشکار
	ارتقای جایگاه علمی مربی
	افزایش اثربخشی مربیگری
	حرفه‌ای‌سازی نقش مربی
	شخصی‌سازی برنامه‌های تمرینی
	بهینه‌سازی حجم و شدت تمرین
	کنترل دقیق بار تمرینی
	تنظیم علمی دوره‌بندی تمرین
	زمان‌بندی مناسب اوج عملکرد
	افزایش انسجام برنامه تمرین
	تطبیق تمرین با پاسخ‌های فردی ورزشکار
	کاهش تمرین‌زدگی
ارتقای عملکرد فنی، فیزیولوژیک و رکوردی ورزشکاران نخبه	بهبود مدیریت خستگی
	افزایش کارایی واحد تمرین
	پایش مستمر روند پیشرفت
	بهبود رکورد فردی
	افزایش ثبات عملکرد
	ارتقای تکنیک دویدن
	پرتاب و پرش
بهبود هماهنگی عصبی-عضلانی و افزایش کارایی حرکتی	

بهبود شاخص‌های فیزیولوژیک	
افزایش توان تطابق بدن با تمرین	
دستیابی به اوج عملکرد در مسابقات مهم	
ارتقای عملکرد در سطح بین‌المللی	
پیش‌بینی ریسک آسیب	کاهش آسیب‌دیدگی و افزایش
کاهش بروز آسیب‌های تمرینی	سلامت ورزشکاران نخبه
مدیریت علمی ریکاوری	
شناسایی زودهنگام خستگی مزمن	
افزایش ایمنی تمرین	
کاهش فشار بیش‌تمرینی	
افزایش طول عمر ورزشی	
بهبود تعادل تمرین و استراحت	
کاهش وقفه‌های ناشی از آسیب	
افزایش شفافیت تصمیمات مربی	ارتقای تعامل مربی-ورزشکار
افزایش اعتماد ورزشکار به مربی	مبتنی بر داده
بهبود ارتباط مربی و ورزشکار	
پذیرش بهتر برنامه تمرین	
افزایش تعهد ورزشکار	
کاهش تعارضات ذهنی	
افزایش مشارکت ورزشکار در فرآیند تمرین	
هم‌راستایی اهداف مربی و ورزشکار	
افزایش انگیزش برای تمرین	افزایش انگیزش، خودکارآمدی و
تقویت احساس کنترل بر عملکرد	آمادگی روانی ورزشکاران
افزایش خودکارآمدی و کاهش اضطراب عملکرد	
افزایش تمرکز ذهنی	
افزایش اعتماد به فرآیند تمرین	
بهبود آمادگی روانی مسابقه	
تقویت ذهنیت حرفه‌ای	
تصمیم‌گیری مدیریتی مبتنی بر داده و ارزیابی علمی عملکرد مربیان	بهبود مدیریت و سیاست‌گذاری در
شناسایی استعدادها تخصیص بهینه منابع	نظام دوومیدانی
ارتقای بهره‌وری سیستم قهرمانی	
استانداردسازی فرآیندهای تمرین	
افزایش شفافیت مدیریتی	
هم‌راستایی سیاست‌ها با علم روز	
افزایش احتمال مدال‌آوری	توسعه مزیت رقابتی و موفقیت
بهبود جایگاه جهانی دوومیدانی	پایدار بین‌المللی
کاهش فاصله با کشورهای پیشرو	
افزایش قابلیت پیش‌بینی موفقیت	
پایداری عملکرد قهرمانی	
انطباق با استانداردهای جهانی	
تقویت برند ملی ورزش	

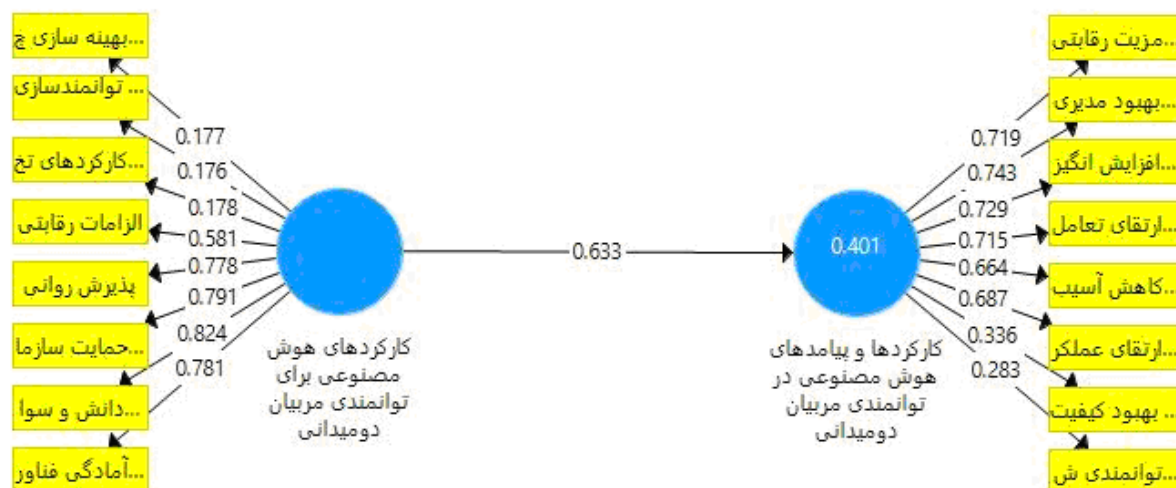
در نهایت موارد در قالب ۶۹ شاخصه، ۸ کد محوری و ۱ کد انتخابی (پيامدهای استفاده از هوش مصنوعی بر توانمندسازی مربیان و بهینه‌سازی سطح عملکرد ورزشکاران نخبه دوومیدانی) به شرح زیر قابل دسته بندی هستند.



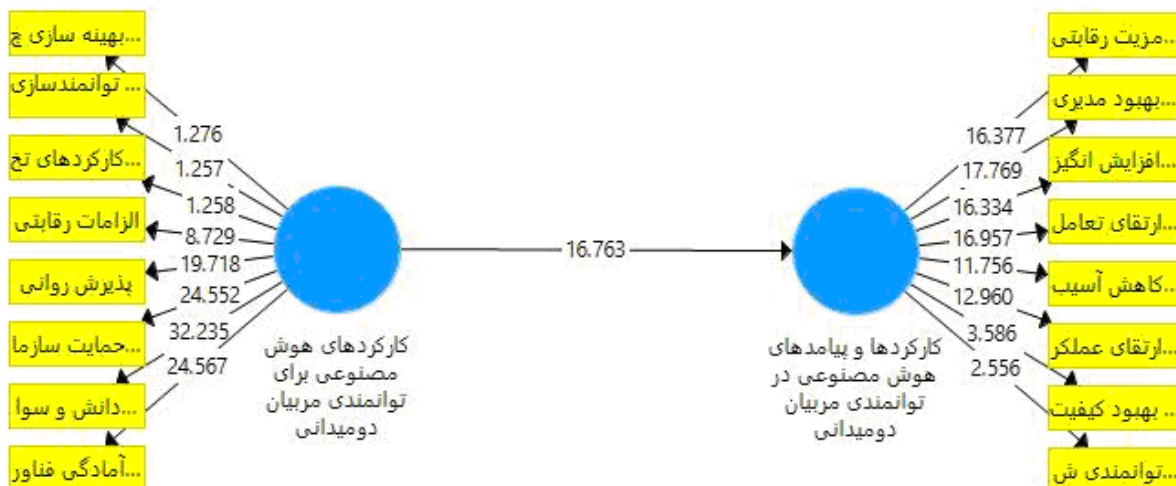
شکل ۲. خروجی نرم افزار MaxQda مدل و شبکه پیامدهای استفاده از هوش مصنوعی بر توانمندسازی مرییان و بهینه‌سازی سطح عملکرد

ورزشکاران نخبه

بعد از بررسی برازش مدل‌های اندازه‌گیری نوبت به برازش مدل ساختاری پژوهش می‌رسد. بخش مدل ساختاری بر خلاف مدل‌های اندازه‌گیری، به سوالات (متغیرهای آشکار) کاری ندارد و تنها متغیرهای پنهان همراه با روابط میان آنها بررسی می‌گردد. برای بررسی برازش مدل ساختاری پژوهش از چندین معیار استفاده می‌شود که اولین و اساسی‌ترین معیار، ضرایب معنی‌داری t یا همان مقادیر t -values می‌باشد. ابتدایی‌ترین معیار برای سنجش رابطه‌ی بین متغیر در مدل (بخش ساختاری)، اعداد معنی‌داری t است. در صورتی که مقدار این اعداد از ۱.۹۶ بیشتر شود، نشان از صحت رابطه بین متغیرها و در نتیجه تایید فرضیه‌ها پژوهش در سطح اطمینان ۰.۹۵ است. البته باید توجه داشت که اعداد فقط صحت رابطه را نشان می‌دهند و شدت رابطه بین متغیرها را نمی‌توان با آن سنجید.



شکل ۳. مدل ساختاری به همراه برآورد ضرایب استاندارد

شکل ۴. مدل ساختاری به همراه برآورد ضرایب معنی داری (مقادیر t -values)

جدول ۴. تحلیل مسیر مدل کارکردها و پیامدهای هوش مصنوعی در توانمندسازی مربیان به منظور بهینه‌سازی سطح عملکرد ورزشکاران نخبه دوومیدانی

رابطه‌های مستقیم درون مدل	خطای استاندارد	T-Value
پیامدهای هوش مصنوعی → کارکردهای هوش مصنوعی	۰.۰۷	۱۶.۷۶۳

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هوش مصنوعی در ورزش نخبه، به‌ویژه در رشته دوومیدانی، دارای کارکردی چندبعدی، نظام‌مند و تحول‌آفرین است و می‌تواند در سطوح مختلف مربیگری، تحلیل عملکرد و مدیریت تمرین نقش تعیین‌کننده‌ای ایفا کند. یافته‌ها نشان داد که پیشایندهای استفاده از هوش مصنوعی شامل آمادگی فناورانه و زیرساختی، دانش و سواد فناورانه مربیان، حمایت سازمانی، پذیرش روانی ورزشکاران، الزامات رقابتی و قابلیت‌های تخصصی هوش مصنوعی است. همچنین پیامدهای حاصل از استفاده از این فناوری در قالب توانمندسازی شناختی و حرفه‌ای مربیان، بهبود طراحی و کنترل تمرین، ارتقای عملکرد فنی و فیزیولوژیک ورزشکاران، کاهش آسیب‌دیدگی، تقویت تعامل مربی-

ورزشکار، ارتقای انگیزش و بهبود مدیریت ورزشی تبیین شد. این نتایج نشان می‌دهد که هوش مصنوعی دیگر صرفاً یک ابزار کمکی در ورزش نیست، بلکه به بخشی از ساختار راهبردی ورزش حرفه‌ای تبدیل شده است (Pietraszewski et al., 2025; Souaifi et al., 2025).

یکی از مهم‌ترین یافته‌های پژوهش حاضر، نقش زیرساخت‌های فناورانه در اثربخشی استفاده از هوش مصنوعی بود. نتایج نشان داد که دسترسی به تجهیزات پوشیدنی هوشمند، حسگرهای بیومکانیکی، نرم‌افزارهای تحلیل حرکت و سامانه‌های پردازش داده، پیش‌نیاز اصلی استفاده موفق از فناوری‌های هوشمند در دوومیدانی محسوب می‌شود. این یافته با مطالعاتی که بر اهمیت داده‌های لحظه‌ای و فناوری‌های پوشیدنی در تحلیل عملکرد ورزشکاران تأکید کرده‌اند، همسو است (Peake et al., 2018; Souaifi et al., 2025). در واقع، بدون وجود زیرساخت‌های دقیق و یکپارچه، تحلیل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی فاقد کارایی لازم خواهند بود. یافته‌های پژوهش همچنین نشان داد که کیفیت پردازش داده‌ها و قابلیت تحلیل بلادرنگ اطلاعات، به مربیان امکان می‌دهد تا در کوتاه‌ترین زمان، وضعیت عملکردی ورزشکار را ارزیابی و تصمیمات اصلاحی اتخاذ کنند. این مسئله در ورزش دوومیدانی که اختلاف عملکردها در حد صدم ثانیه تعیین‌کننده موفقیت است، اهمیت مضاعفی دارد.

یافته‌های پژوهش در زمینه سواد فناورانه مربیان نشان داد که پذیرش و استفاده اثربخش از هوش مصنوعی مستلزم برخورداری مربیان از دانش دیجیتال، مهارت تحلیل داده و توانایی تفسیر خروجی سامانه‌های هوشمند است. این نتیجه با پژوهش‌های مرتبط با مربیگری داده‌محور و تصمیم‌گیری علمی همخوانی دارد (Hosseini & Rezaei, 2025; Jones et al., 2021). در سال‌های اخیر، نقش مربیان از یک هدایت‌گر سنتی به یک تحلیل‌گر داده‌محور تغییر یافته است و مربیان برای مدیریت فرآیند تمرین نیازمند مهارت‌های تحلیلی و فناورانه هستند. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مربیانی که از سامانه‌های هوشمند استفاده می‌کنند، از دقت تصمیم‌گیری بالاتر، اعتمادبه‌نفس حرفه‌ای بیشتر و توان پیش‌بینی دقیق‌تری برخوردارند. این یافته با دیدگاه‌های مطرح‌شده درباره نقش هوش مصنوعی در تقویت تصمیم‌گیری انسانی مطابقت دارد (Ratten, 2020). در حقیقت، هوش مصنوعی جایگزین تجربه مربی نمی‌شود، بلکه توانایی او را در تحلیل و مدیریت شرایط پیچیده افزایش می‌دهد.

از دیگر یافته‌های مهم پژوهش، نقش هوش مصنوعی در شخصی‌سازی تمرینات بود. نتایج نشان داد که تحلیل داده‌های فیزیولوژیکی، بیومکانیکی و عملکردی ورزشکاران به مربیان کمک می‌کند تا برنامه‌های تمرینی متناسب با ویژگی‌های هر فرد طراحی کنند. این یافته با پژوهش‌های مرتبط با تمرینات فردمحور و داده‌محور همسو است (Liu & Mohammadi et al., 2025; Zhu, 2022). در روش‌های سنتی، برنامه‌های تمرینی غالباً برای گروهی از ورزشکاران طراحی می‌شد و تفاوت‌های فردی کمتر مورد توجه قرار می‌گرفت؛ اما هوش مصنوعی این امکان را فراهم ساخته است که شدت، حجم و زمان‌بندی تمرین متناسب با وضعیت جسمانی و پاسخ‌های عملکردی هر ورزشکار تنظیم شود. این مسئله موجب افزایش اثربخشی تمرین، بهبود رکوردهای فردی و کاهش احتمال افت عملکرد می‌شود. همچنین یافته‌ها نشان داد که شخصی‌سازی تمرینات می‌تواند موجب افزایش انگیزش ورزشکاران و مشارکت فعال‌تر آنان در فرآیند تمرین شود.

پژوهش حاضر همچنین نشان داد که هوش مصنوعی نقش مهمی در پیشگیری از آسیب‌دیدگی و مدیریت خستگی ورزشکاران دارد. نتایج نشان داد که الگوریتم‌های مبتنی بر یادگیری ماشین قادرند الگوهای خطرناک حرکتی، خستگی مزمن و افزایش ریسک آسیب را شناسایی کنند. این یافته با پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه تحلیل بیومکانیکی و پیش‌بینی آسیب‌های ورزشی همخوانی دارد (Dewig et al., 2023; Song et al., 2023). در ورزش حرفه‌ای، آسیب‌دیدگی یکی از مهم‌ترین عوامل افت عملکرد و پایان زودهنگام دوران قهرمانی ورزشکاران محسوب می‌شود؛ بنابراین توانایی پیش‌بینی آسیب، مزیت بزرگی برای مربیان و ورزشکاران است. یافته‌های پژوهش نشان داد که مدیریت علمی بار تمرینی و تنظیم دقیق ریکاوری، می‌تواند از تمرین‌زدگی جلوگیری کرده و طول عمر ورزشی ورزشکاران را افزایش دهد. این نتیجه با مطالعاتی که بر اهمیت تحلیل داده‌های خستگی و بازبازی تأکید دارند، مطابقت دارد (Sharafi, 2024; Souaifi et al., 2025).

در بخش دیگری از یافته‌ها، نقش هوش مصنوعی در ارتقای عملکرد فنی و بیومکانیکی ورزشکاران مورد تأکید قرار گرفت. نتایج نشان داد که سامانه‌های تحلیل حرکت قادرند کوچک‌ترین خطاهای تکنیکی در دویدن، پرتاب و پرش را شناسایی کرده و بازخوردهای اصلاحی ارائه دهند. این یافته با مطالعات انجام‌شده در شنا، دوچرخه‌سواری و سایر ورزش‌های مبتنی بر تحلیل حرکت همسو است (Barbosa et al., 2023; Millour et al., 2023). در ورزش دوومیدانی، تفاوت‌های جزئی در تکنیک حرکتی می‌تواند

تأثیر قابل توجهی بر رکورد نهایی داشته باشد؛ از این رو تحلیل بیومکانیکی مبتنی بر هوش مصنوعی می‌تواند مزیت رقابتی مهمی ایجاد کند. همچنین یافته‌ها نشان داد که استفاده از تحلیل‌های هوشمند موجب افزایش هماهنگی عصبی-عضلانی، بهبود شاخص‌های فیزیولوژیک و ارتقای ثبات عملکرد ورزشکاران می‌شود.

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که هوش مصنوعی علاوه بر ابعاد فنی، دارای پیامدهای روان‌شناختی و تعاملی نیز هست. نتایج بیانگر آن بود که استفاده از داده‌های شفاف و بازخوردهای دقیق، موجب افزایش اعتماد ورزشکار به مربی، بهبود ارتباطات و کاهش تعارضات ذهنی می‌شود. این یافته با نظریه‌های مرتبط با مربیگری مشارکتی و داده‌محور همخوانی دارد (Pietraszewski et al., 2025). زمانی که ورزشکاران درک روشنی از وضعیت عملکردی خود داشته باشند و تصمیمات مربی بر مبنای داده‌های عینی ارائه شود، احساس عدالت، کنترل و انگیزش در آنان افزایش می‌یابد. همچنین یافته‌ها نشان داد که هوش مصنوعی می‌تواند به بهبود تمرکز ذهنی، کاهش اضطراب عملکرد و افزایش آمادگی روانی ورزشکاران کمک کند. این نتیجه با مطالعات مرتبط با تأثیر فناوری‌های هوشمند بر عملکرد شناختی و روانی افراد مطابقت دارد (Hongxin et al., 2024).

در سطح مدیریتی، نتایج پژوهش نشان داد که استفاده از هوش مصنوعی می‌تواند موجب ارتقای بهره‌وری نظام قهرمانی و بهبود سیاست‌گذاری‌های ورزشی شود. تصمیم‌گیری مبتنی بر داده، استانداردسازی فرآیندهای تمرین و شناسایی دقیق استعدادها، از جمله پیامدهای مدیریتی استفاده از فناوری‌های هوشمند بود. این یافته با مطالعات مربوط به مدیریت راهبردی ورزش و آینده صنعت ورزش همسو است (Piri Ataei et al., 2024; Rashki et al., 2024). همچنین نتایج نشان داد که استفاده نظام‌مند از هوش مصنوعی می‌تواند موجب کاهش فاصله ورزش کشور با کشورهای پیشرو و افزایش احتمال موفقیت در رقابت‌های بین‌المللی شود. در حقیقت، ورزش حرفه‌ای در عصر جدید به شدت متکی بر فناوری و تحلیل داده است و کشورهایی که از این ظرفیت‌ها استفاده نکنند، در رقابت جهانی با چالش جدی مواجه خواهند شد.

نتایج پژوهش حاضر با مطالعات متعددی در حوزه کاربردهای هوش مصنوعی در ورزش همسو بود. پژوهش‌های انجام‌شده درباره کاربرد هوش مصنوعی در تحلیل عملکرد ورزشکاران، بهبود برنامه‌ریزی تمرین و تصمیم‌گیری مربیان، نقش مثبت این فناوری را در ارتقای عملکرد ورزشی تأیید کرده‌اند (Mohammadi et al., 2025; Nasiri et al., 2025). همچنین مطالعات انجام‌شده در حوزه توانمندسازی مربیان و زیرساخت‌های فناورانه ورزش، بر اهمیت توسعه سواد دیجیتال و حمایت سازمانی برای بهره‌گیری از هوش مصنوعی تأکید دارند (Mirzaei et al., 2025; Hosseini & Rezaei, 2025). افزون بر این، پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه واقعیت مجازی، یادگیری ماشین و فناوری‌های پوشیدنی نیز نشان داده‌اند که فناوری‌های هوشمند می‌توانند نقش مهمی در بهبود کیفیت تمرینات و افزایش کارایی ورزشکاران ایفا کنند (Cao & Yu, 2024; Jain et al., 2023). بنابراین، یافته‌های پژوهش حاضر نه تنها با مبانی نظری موجود همخوانی دارد، بلکه شواهد جدیدی درباره ابعاد چندگانه کارکردهای هوش مصنوعی در ورزش نخبه ارائه می‌دهد.

در مجموع، نتایج پژوهش نشان داد که هوش مصنوعی می‌تواند به عنوان یک ابزار راهبردی و تحول‌آفرین در فرآیند مربیگری و مدیریت ورزش نخبه عمل کند. این فناوری از طریق تحلیل داده‌های پیچیده، شخصی‌سازی تمرینات، پیش‌بینی آسیب‌دیدگی، بهبود تصمیم‌گیری و ارتقای تعاملات مربی-ورزشکار، زمینه‌ساز ارتقای عملکرد ورزشکاران نخبه دوومیدانی می‌شود. همچنین استفاده نظام‌مند از فناوری‌های هوشمند می‌تواند موجب حرفه‌ای‌سازی فرآیند مربیگری، افزایش بهره‌وری نظام قهرمانی و توسعه مزیت رقابتی پایدار در ورزش کشور شود (Lebafi & Vahdani, 2024; Tohidi, 2024).

از جمله محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به محدود بودن جامعه آماری به خبرگان حوزه دوومیدانی و متخصصان مرتبط با هوش مصنوعی اشاره کرد که ممکن است تعمیم‌پذیری نتایج به سایر رشته‌های ورزشی را با محدودیت مواجه سازد. همچنین بخشی از داده‌ها مبتنی بر ادراک و تجربه خبرگان بود و احتمال سوگیری ذهنی در پاسخ‌ها وجود داشت. محدودیت دیگر، کمبود زیرساخت‌های فناورانه و داده‌های واقعی عملکردی در برخی باشگاه‌ها و مراکز ورزشی بود که امکان بررسی میدانی گسترده‌تر را کاهش داد. علاوه بر این، سرعت بالای تحولات فناوری هوش مصنوعی می‌تواند موجب تغییر برخی یافته‌ها در بازه‌های زمانی کوتاه شود.

پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده به بررسی کاربردهای هوش مصنوعی در سایر رشته‌های ورزشی انفرادی و تیمی بپردازند تا امکان مقایسه ابعاد عملکردی فناوری‌های هوشمند در حوزه‌های مختلف فراهم شود. همچنین انجام پژوهش‌های کمی و آزمایشی برای ارزیابی اثربخشی مستقیم الگوریتم‌های هوشمند بر شاخص‌های عملکردی، روان‌شناختی

و فیزیولوژیکی ورزشکاران ضروری به نظر می‌رسد. طراحی مدل‌های بومی هوش مصنوعی متناسب با ساختار ورزش ایران و مطالعه نقش فناوری‌های نوظهور مانند واقعیت افزوده، اینترنت اشیا و تحلیل کلان‌داده‌ها در فرآیند مربیگری نیز می‌تواند مسیر پژوهش‌های آینده را غنی‌تر سازد.

در حوزه کاربردی، ضروری است نهادهای ورزشی و فدراسیون‌ها نسبت به توسعه زیرساخت‌های فناورانه و تجهیز مراکز تمرینی به سامانه‌های هوشمند اقدام کنند. همچنین برگزاری دوره‌های آموزشی تخصصی برای ارتقای سواد دیجیتال مربیان و مدیران ورزشی می‌تواند زمینه بهره‌برداری اثربخش‌تر از فناوری‌های هوش مصنوعی را فراهم سازد.

ایجاد بانک‌های داده عملکردی، حمایت از استارت‌آپ‌های ورزشی فناورمحور و تقویت همکاری میان دانشگاه‌ها، شرکت‌های فناوری و سازمان‌های ورزشی نیز می‌تواند در توسعه نظام ورزش هوشمند کشور نقش مهمی ایفا کند.

تشکر و قدردانی

از تمامی کسانی که در طی مراحل این پژوهش به ما یاری رساندند تشکر و قدردانی می‌گردد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

حمایت مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

موازین اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازین و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

Extended Summary

Introduction

Artificial intelligence (AI) has emerged as one of the most transformative technologies of the Fourth Industrial Revolution and has significantly influenced multiple scientific and professional domains, including sport sciences. AI refers to a set of computational technologies capable of simulating or augmenting human intelligence through data processing, pattern recognition, predictive analytics, and adaptive learning systems (Svensson, 2024). In recent years, the rapid advancement of machine learning, wearable technologies, biomechanical analytics, and intelligent monitoring systems has created new opportunities for optimizing athletic performance and empowering coaches in elite sports environments (Souaifi et al., 2025). The integration of AI into sports has fundamentally changed traditional approaches to coaching, performance analysis, training design, and injury prevention.



Elite athletics, particularly track and field, is among the most data-sensitive sport disciplines because even minimal differences in performance can determine competitive success or failure. Consequently, coaches increasingly require precise analytical tools capable of evaluating biomechanical, physiological, and psychological variables in real time (Mohammadi et al., 2025). AI technologies provide coaches with the ability to analyze complex datasets, identify hidden performance patterns, and generate evidence-based decisions that improve athlete preparation and competition outcomes (Nasiri et al., 2025). This transition from intuition-based coaching to data-driven coaching represents a major paradigm shift in modern sport sciences.

One of the most significant applications of AI in sport involves biomechanical and movement analysis. Intelligent motion-tracking systems, wearable sensors, and AI-assisted video analytics allow coaches to monitor movement efficiency, evaluate technical execution, and detect performance deficiencies with unprecedented precision (Souaifi et al., 2025). Previous studies demonstrated that AI-supported biomechanical analysis improves movement quality, enhances athletic efficiency, and reduces injury risks in various sport domains (Barbosa et al., 2023; Millour et al., 2023). Similarly, research on trunk motion and anterior cruciate ligament injuries highlighted the role of AI-driven analysis in detecting risky movement patterns and preventing severe sport injuries (Song et al., 2023). These findings indicate that AI functions not merely as a performance analysis tool but also as a preventive and strategic technology in elite sports.

Another important capability of AI concerns the personalization of training programs. Traditional training methods often rely on generalized protocols that inadequately address individual differences among athletes. AI-based systems, however, can analyze physiological responses, biomechanical characteristics, recovery indicators, and psychological conditions to design individualized training programs tailored to each athlete's needs (Liu & Zhu, 2022). Such individualized approaches significantly improve training effectiveness, optimize recovery, and enhance long-term athletic development (Peake et al., 2018). Furthermore, AI technologies have been increasingly used in talent identification and performance prediction processes, helping coaches and sport organizations recognize athletic potential more accurately (Haj Lotfalian et al., 2024; Nikoui et al., 2024).

AI also plays a critical role in empowering coaches professionally and cognitively. Coaching in elite sport requires continuous decision-making under conditions of uncertainty, pressure, and multidimensional complexity. AI-assisted systems support coaches by transforming raw data into meaningful analytical insights, thereby improving evidence-based decision-making and strategic planning (Jones et al., 2021). Studies have shown that coaches using intelligent technologies demonstrate greater confidence in training decisions, enhanced analytical thinking, and improved coaching effectiveness (Hosseini & Rezaei, 2025). In addition, AI can facilitate continuous professional development by enabling coaches to evaluate training outcomes, analyze athlete responses, and refine coaching strategies systematically.

The implementation of AI in sports has also contributed to improved athlete-coach interaction and psychological readiness. Data-driven feedback systems increase transparency in coaching decisions and strengthen athletes' trust in the training process (Pietraszewski et al., 2025). Intelligent monitoring systems can enhance athlete motivation, reduce performance anxiety, and improve mental focus by providing objective performance indicators and personalized progress evaluations (Hongxin et al., 2024). Consequently, AI contributes not only to physical and technical performance but also to the psychological and interpersonal dimensions of elite sport.

Despite these advantages, implementing AI in sport systems remains associated with several challenges, including technological complexity, infrastructure limitations, ethical concerns, data privacy issues, and insufficient digital literacy



among coaches and sport managers (Huang & You, 2023). In many sport organizations, especially in developing contexts, the lack of adequate technological infrastructure and specialized knowledge restricts the effective integration of AI technologies into coaching processes (Tohidi, 2024). Therefore, understanding the antecedents and consequences of AI implementation in elite athletics is essential for developing comprehensive models capable of guiding future sport policies and coaching strategies.

Accordingly, the present study aimed to develop a model of artificial intelligence functions for empowering coaches and optimizing the performance of elite track and field athletes.

Methods and Materials

This study was applied in purpose and exploratory in nature and was conducted using a qualitative research approach based on Glaser's emergent grounded theory methodology. The research focused on identifying the antecedents and consequences of artificial intelligence functions in empowering coaches and optimizing the performance of elite track and field athletes.

The statistical population consisted of two groups: academic experts in sport management and specialists with professional experience in artificial intelligence and elite sports. Participants were selected through purposive sampling using accessibility and expertise criteria. Inclusion criteria included at least five years of professional experience in sport management or coaching, familiarity with AI technologies in sports, and possession of at least a master's or doctoral degree.

Semi-structured interviews were conducted with 20 experts. Interviews continued until theoretical saturation was achieved, meaning no new concepts or categories emerged from additional interviews. Data collection and analysis occurred simultaneously. Interview transcripts were coded through open, axial, and selective coding procedures. MaxQDA software was used for organizing, categorizing, and analyzing qualitative data.

The analytical process involved identifying primary concepts, grouping similar codes into categories, and establishing relationships among emerging themes. Ultimately, a grounded conceptual model explaining the functions of AI in coach empowerment and elite athlete performance optimization was developed.

Findings

The findings revealed that the antecedents of AI implementation in empowering coaches and optimizing elite track and field performance could be categorized into 96 open codes, eight axial categories, and one selective category.

The first major category involved technological and infrastructural readiness, including access to wearable devices, biomechanical analysis software, motion sensors, GPS systems, intelligent monitoring tools, and real-time data processing systems. Experts emphasized that technological infrastructure constitutes the foundation for successful AI implementation in athletics.

The second category concerned coaches' technological literacy and analytical competence. This dimension included digital literacy, familiarity with AI concepts, ability to interpret analytical outputs, evidence-based decision-making skills, and positive attitudes toward technological innovation. The findings showed that coaches with higher technological competence were more capable of integrating AI into training processes effectively.

The third category related to organizational and strategic support within athletics systems. This included federation support, digital transformation policies, financial investment in AI technologies, establishment of data analysis units, collaboration between universities and sport organizations, and innovation-oriented organizational cultures.

The fourth category addressed athletes' psychological and behavioral acceptance of AI-based systems. This dimension involved trust in data-driven analysis, acceptance of AI-assisted training programs, willingness to participate in data collection processes, and commitment to individualized training programs.



The fifth category focused on the competitive and performance-related demands of elite athletics. Findings showed that international competition pressure, the necessity of optimizing training loads, injury prevention requirements, and the need for rapid decision-making increased the importance of AI technologies in athletics.

The sixth category involved specialized AI functions in athletics training, including movement analysis, fatigue prediction, injury risk assessment, individualized training prescription, recovery monitoring, competition simulation, and physiological response analysis.

The seventh category referred to the cognitive and professional empowerment of coaches. Results demonstrated that AI technologies improved analytical thinking, reduced human error, enhanced evidence-based decision-making, increased professional confidence, and strengthened coaching effectiveness.

Finally, the eighth category concerned multidimensional optimization of athlete performance. This included improved individual records, enhanced movement efficiency, better recovery management, reduced injury rates, increased performance consistency, and greater likelihood of international success.

Regarding the consequences of AI implementation, findings identified 69 open codes and eight axial categories. These categories included cognitive empowerment of coaches, improved training design and monitoring, enhanced technical and physiological performance, reduced injury incidence, improved athlete-coach interaction, greater psychological readiness and motivation, improved sport management, and sustainable international competitive advantage.

Structural analysis further demonstrated a significant relationship between AI functions and performance outcomes, indicating that systematic AI implementation positively influences both coaching processes and athlete development.

Discussion and Conclusion

The findings of the present study indicate that artificial intelligence has evolved into a multidimensional and transformative component within elite athletics. AI no longer functions merely as a supplementary technological tool but rather as a strategic mechanism capable of reshaping coaching methodologies, athlete preparation systems, and performance management structures.

One of the central findings concerned the importance of technological infrastructure in AI implementation. Elite athletics increasingly depends on precise biomechanical, physiological, and performance-related data, making wearable devices, motion analysis systems, and intelligent monitoring technologies essential components of modern coaching systems. The findings suggest that without adequate technological infrastructure, the effectiveness of AI-driven coaching approaches remains limited.

Another important finding involved the critical role of coaches' technological literacy. Coaches capable of interpreting analytical outputs and integrating data-driven insights into training processes demonstrated greater decision-making accuracy and professional confidence. This finding reflects the ongoing transition from intuition-based coaching toward evidence-based coaching models in elite sport environments.

The study also highlighted the significant contribution of AI to individualized training design. By analyzing athletes' physiological responses, biomechanical characteristics, and recovery patterns, AI systems enable coaches to develop personalized training programs that maximize performance efficiency while minimizing injury risk. Such individualized approaches represent one of the most important advantages of AI implementation in elite athletics.

Injury prevention emerged as another major consequence of AI integration. Intelligent systems capable of predicting fatigue accumulation, monitoring biomechanical asymmetries, and identifying risky movement patterns provide coaches with

opportunities to intervene before severe injuries occur. This preventive capability is particularly valuable in elite athletics, where injuries can significantly disrupt long-term performance development.

The findings further demonstrated that AI contributes positively to athlete-coach interaction and psychological readiness. Data-driven transparency enhances athletes' trust in coaching decisions and increases their motivation, engagement, and commitment to training programs. Moreover, AI-assisted feedback systems improve athletes' understanding of their own performance patterns and progress trajectories.

At the organizational level, the findings suggest that AI can improve strategic decision-making, talent identification processes, and overall sport management efficiency. Countries and sport organizations capable of integrating intelligent technologies systematically may gain sustainable competitive advantages in international athletics competitions.

Overall, the study concludes that artificial intelligence possesses substantial transformative potential in elite athletics coaching and performance optimization. Through advanced data analysis, individualized training prescription, injury prediction, and evidence-based decision-making, AI can significantly empower coaches and enhance the performance of elite track and field athletes. The development of systematic and scientifically grounded AI frameworks may therefore contribute to sustainable advancement in elite sport systems and international athletic success.

References

- Barbosa, T. M., Barbosa, A. C., Simbana Escobar, D., Mullen, G. J., Cossor, J. M., & Hodiern, R. (2023). The Role of the Biomechanics Analyst in Swimming Training and Competition Analysis. *Sports Biomechanics*, 22(12), 1734-1751. <https://doi.org/10.1080/14763141.2021.1960417>
- Bastami, A., Haghighi, M., Khoshroo, M., & Danaei, M. (2023). The Role of Artificial Intelligence in Physical Education and School Sports. Eighth National Conference and Third International Conference of the Iranian Scientific Association of Sport Management, Tehran. <https://civilica.com/doc/2098079>
- Bunker, R. P., & Thabtah, F. (2019). A Machine Learning Framework for Sport Result Prediction. *Applied Computing and Informatics*.
- Cao, Q., & Yu, Q. (2024). Application Analysis of Artificial Intelligence Virtual Reality Technology in Fitness Training Teaching. *International Journal of High Speed Electronics and Systems*, 2440084.
- Chmait, N., & Westerbeek, H. (2021). Artificial Intelligence and Machine Learning in Sport Research: An Introduction for Non-Data Scientists. *Frontiers in Sports and Active Living*, 3, 682287. <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.682287>
- Dewig, D. R., Evans-Pickett, A., Pietrosimone, B. G., & Blackburn, J. T. (2023). Comparison of Discrete and Continuous Analysis Approaches for Evaluating Gait Biomechanics in Individuals with Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Gait & Posture*, 100, 261-267. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2023.01.012>
- Haj Lotfalian, M., Heydari, F., & Dehghan Nayeri, E. (2024). Talent Identification in Different Sport Domains Using Artificial Intelligence-Based Methods. *Motor Behavior and Sport Motor Learning*. <https://doi.org/10.22059/jsmdl.2025.387595.1817>
- Hongxin, J., Jing, T., Xiaochun, L., Xiaohan, Q., Yuying, H., & Qiusha, L. (2024). A Study on the Impact of Internet Use on Cognitive Function in Elderly People: Based on the Chain Mediation of Depression and Disability. *Modern Preventive Medicine*, 51(6), 1057-1062. <https://doi.org/10.20043/j.cnki.MPM.202311271>
- Hosseini, A., & Rezaei, K. (2025). The Role of Artificial Intelligence-Based Technologies in the Professional Empowerment of Athletics Coaches. *Journal of Physical Education and Sport Sciences*.
- Huang, A. H., & You, H. (2023). Artificial Intelligence in Financial Decision-Making. In *Handbook of Financial Decision Making*. Elgar.
- Jain, D., Huber, C. M., Patton, D. A., McDonald, C. C., Wang, L., & Ayaz, H. (2023). Use of Functional Near-Infrared Spectroscopy to Quantify Neurophysiological Deficits after Repetitive Head Impacts in Adolescent Athletes. *Sports Biomechanics*, 1-15. <https://doi.org/10.1080/14763141.2023.2229790>
- Jones, L., Marshall, P., & Denison, J. (2021). Coaching, Data and Decision-Making. *Sports Coaching Review*, 10(2), 123-140.
- Lebafi, A., & Vahdani, M. (2024). A Qualitative Study of the Dimensions of Artificial Intelligence in Sport Sciences. *Communication Management in Sport Media*. <https://doi.org/10.30473/jsm.2024.70726.1842>
- Liu, Y., & Zhu, T. (2022). Individualized New Teaching Mode for Sports Biomechanics Based on Big Data. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(20), 130. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i20.17401>
- Millour, G., Velasquez, A. T., & Domingue, F. (2023). A Literature Overview of Modern Biomechanical-Based Technologies for Bike-Fitting Professionals and Coaches. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 18(1), 292-303. <https://doi.org/10.1177/17479541221123960>



- Mirzaei, M., Eshraghi, H., Nazari, R., & Moshkelgosha, E. (2025). Modeling the Enabling Factors of the Software Infrastructure of Iranian Wrestling Using a Grounded Theory Approach. *Strategic Studies on Youth and Sports*, 24(68), 231-256. <https://doi.org/10.22034/ssys.2025.3517.3573>
- Mohammadi, M., Rezvani, B., & Karimi, S. (2025). Designing a Framework for the Application of Artificial Intelligence in Performance Analysis of Elite Athletics Athletes. *Iranian Quarterly Journal of Sport Sciences*.
- Nasiri, T., Ahmadpour, M., & Jafari, R. (2025). Designing a Model of Artificial Intelligence Functions in Optimizing the Coaching Process of Elite Athletes. *Journal of Advanced Sport Sciences*.
- Nikoui, M., Eslami, S., & Rahmanian Koushki, M. (2024). Artificial Intelligence and Sport Talent Identification among Students. Third International Conference on Physical Education, Health, and Sport Sciences, Hamadan. <https://civilica.com/doc/2063970>
- Peake, J. M., Kerr, G., & Sullivan, J. P. (2018). A Critical Review of Consumer Wearables. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(2), 1-8.
- Pietraszewski, P., Terbalyan, A., Rocznik, R., Maszczyk, A., Ornowski, K., Manilewska, D., Kulis, S., Zajac, A., & Golas, A. (2025). The Role of Artificial Intelligence in Sports Analytics: A Systematic Review and Meta-Analysis of Performance Trends. *Applied Sciences*, 15(13), 7254.
- Piri Ataei, E., Seyedameri, M., Behnam, M., & Farahani, A. (2024). The Interaction of Artificial Intelligence and Strategic Management in the Future of Iran's Sport Industry. *Communication Management in Sport Media*. <https://doi.org/10.30473/jsm.2024.72081.1898>
- Rashki, H., Gholamian, J., Cheragh Birjandi, K., & Keshtidar, M. (2024). Modeling the Functions of Artificial Intelligence in Iranian Sport Startups. *Physiology and Management Research in Sport*. <https://doi.org/10.22034/spmi.2025.494089.2690>
- Ratten, V. (2020). Technology and Innovation in Sport. *Journal of Business Research*, 116, 1-5.
- Sharafi, M. (2024). The Effect of Artificial Intelligence-Based Training on Improving the Athletic Performance of Professional Athletes. First National Conference on New Perspectives in Educational Issues, Ramshir. <https://civilica.com/doc/2091219>
- Song, Y., Li, L., Hughes, G., & Dai, B. (2023). Trunk Motion and Anterior Cruciate Ligament Injuries: A Narrative Review of Injury Videos and Controlled Jump-Landing and Cutting Tasks. *Sports Biomechanics*, 22(1), 46-64. <https://doi.org/10.1080/14763141.2021.1877337>
- Souaifi, M., Dhahbi, W., Jebabli, N., Ceylan, H. I., Boujabli, M., Muntean, R. I., & Dergaa, I. (2025). Artificial Intelligence in Sports Biomechanics: A Scoping Review on Wearable Technology, Motion Analysis, and Injury Prevention. *Bioengineering*, 12(8), 887.
- Svensson, J. (2024). *Achievements, Ego, or Playing for Satisfaction? Esports Motivations: What's Driving the Fastest Growing Sports Phenomenon?*
- Tohidi, Z. (2024). Applications of Artificial Intelligence in Sport and Physical Education. Third National Conference on New Developments in Developmental and Educational Psychology, Bandar Abbas. <https://civilica.com/doc/2126519>