

سناریونگاری آینده هوش مصنوعی در ارتقای توانمندی های ورزشی

فرشاد یآوری فرد^۱، علی مجدآرا^۲، حسین امیدی^۳، حمید امیدی^۴

۱. دکتری مدیریت ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

۲. دکتری مدیریت ورزشی، سازمان تربیت بدنی ارتش، تهران، ایران

۳. دکتری مدیریت ورزشی، سازمان تربیت بدنی ارتش، تهران، ایران

۴. دکتری مدیریت ورزشی، دانشگاه افسری امام علی (ع)، تهران، ایران

چکیده:

امروزه، هوش مصنوعی و فناوری های نوین به یکی از پیشران های اصلی تحول در ورزش تبدیل شده اند. با این حال، عدم قطعیت های زیاد در مسیر توسعه این فناوری ها، برنامه ریزی راهبردی را با چالش مواجه ساخته است. هدف پژوهش، ترسیم سناریوهای آینده هوش مصنوعی در ارتقای توانمندی های ورزشی با استفاده از رویکرد آینده پژوهی بود. پژوهش از نظر هدف، کاربردی-توسعه ای و از نظر ماهیت، توصیفی-تحلیلی بود. برای انجام پژوهش از روش آمیخته با راهبرد غالب اکتشافی متوالی استفاده شد. ابتدا با استفاده از روش تحلیل مضمون و مصاحبه با ۱۸ نفر از خبرگان در سه حوزه هوش مصنوعی، علوم ورزشی و مطالعات ورزش نظامی، عوامل کلیدی و پیشران ها شناسایی شدند. سپس با بهره گیری از روش دلفی فازی و تکنیک تحلیل اثرات متقابل با نرم افزار MicMac، عدم قطعیت های کلیدی تعیین و در نهایت، سناریوهای محتمل با استفاده از روش GBN تدوین شدند. سه پیشران «توسعه زیرساخت داده های ورزشی»، «امنیت سایبری و حریم خصوصی داده های بیومتریک» و «سرمایه گذاری در آموزش نیروی انسانی متخصص (آینده پژوهی ورزشی)» بیشترین تأثیرگذاری و عدم قطعیت را دارند. بر اساس تعامل این دو عدم قطعیت کلیدی (سطح توسعه فناوری و سطح پذیرش سازمانی/انسانی)، سه سناریوی اصلی تدوین گردید: ۱. ارتقای هوشمند پایدار (سناریوی مطلوب). ۲. تحول شتاب زده و نابرابر (سناریوی محتمل). ۳. رکود فناوری و مقاومت انسانی (سناریوی بحرانی). آینده توانمندی های ورزشی مبتنی بر هوش مصنوعی، وابسته به تعامل سه وجهی «فناوری-انسان-حکمرانی» است. حرکت به سمت سناریوی مطلوب، مستلزم سرمایه گذاری هدفمند در زیرساخت های داده ای امن، تدوین چارچوب های اخلاقی و حقوقی شفاف و آموزش نیروی انسانی در حوزه تلاقی هوش مصنوعی و علوم ورزشی است. انتخاب مسیری هوشمندانه، انسانی، اخلاق محور و آینده نگرانه در میان سناریوهای پیش رو، بزرگترین مسئولیت و فرصت پیش روی مدیران، سیاست گذاران و پژوهشگران حوزه مدیریت ورزشی در دهه آینده است.

واژگان کلیدی: آینده پژوهی، سناریوپردازی، هوش مصنوعی، توانمندی های ورزشی، فناوری

* ایمیل نویسنده مسئول: fvavarifard@gmail.com

مقدمه:

در عصر تحول دیجیتال، هوش مصنوعی (AI)¹ دیگر صرفاً یک ابزار کمکی نیست، بلکه به عنوان یکی از تأثیرگذارترین فناوری‌های هم‌گرا، نقش خود را در بازتعریف بنیادین فرآیندهای آموزش، تمرین و ارزیابی عملکرد ورزشی آغاز کرده است. از تحلیل عمیق داده‌های بیومتریک گرفته تا طراحی برنامه‌های تمرینی شخصی‌سازی شده و شبیه‌سازی‌های پیشرفته در واقعیت مجازی، هوش مصنوعی مرزهای سنتی علوم ورزشی را جابجا کرده و امکان‌پذیری‌های تازه‌ای را رقم زده است (بردی و همکاران، ۲۰۲۴). با این حال، مسیر آینده این فناوری در ورزش، برخلاف تصور رایج از پیشرفت‌های خطی، سرشار از عدم قطعیت‌های چندلایه است؛ عدم قطعیت‌هایی نظیر چالش‌های اخلاقی، نگرانی‌های امنیت داده، مقاومت‌های فرهنگی در برابر پذیرش فناوری، و شکاف‌های فناورانه میان ورزش‌های مختلف.

در عمل، هوش مصنوعی می‌تواند جایگزین فرآیندی شود که در آن یک تحلیلگر انسانی مجبور است در میان کوهی از داده‌های استخراج‌شده از منابع گوناگون، از پوشش‌های ویدئویی سازمان‌های تلویزیونی و استریمینگ گرفته تا فناوری‌های پوشیدنی، پهبادهای صوتی-تصویری ثابت درون استادیوم‌ها دست و پا بزند. هوش مصنوعی نه تنها قادر به جمع‌آوری، بلکه به تحلیل همزمان و یکپارچه تمام این داده‌هاست. اگرچه امروزه تمام ورزش‌های بزرگ، هوش مصنوعی را در جنبه‌های مختلف مدل‌های ورزشی و تجاری خود ادغام کرده‌اند، اما کمیت و کیفیت این ادغام، هم در داخل یک رشته‌ی ورزشی خاص و هم میان ورزش‌های مختلف، به طرز چشمگیری متفاوت است. این ناهمگونی، خود به یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش روی توسعه متوازن این فناوری تبدیل شده است (Zhou et al., 2025).

با وجود این گسترش سریع و قابلیت‌های اثبات‌شده، ادبیات علمی موجود عمدتاً بر کاربردهای جاری و موردی هوش مصنوعی متمرکز بوده است؛ از مدل‌های پیش‌بینی آسیب‌های ورزشی گرفته تا سیستم‌های توصیه‌گر تمرین. به عبارت دیگر، دانش کنونی ما درباره «چه اتفاقی در حال رخ دادن است» نسبتاً غنی است، اما تقریباً هیچ تصویر روشنی از «چه آینده‌هایی محتمل‌تر هستند» یا «چگونه می‌توان برای سناریوهای متعدد و متقابل آماده شد» ارائه نمی‌دهد. این شکاف زمانی بحرانی‌تر می‌شود که در نظر آوریم فناوری‌های هوش مصنوعی با سرعتی نمایی در حال تکامل هستند، در حالی که تصمیم‌گیری‌های راهبردی در فدراسیون‌های ورزشی، باشگاه‌ها و نهادهای سیاست‌گذار هنوز اساساً واکنشی و مبتنی بر تجارب گذشته است. به همین دلیل، فقدان یک چارچوب آینده‌نگر و نظام‌مند برای تحلیل پیشران‌ها و عدم قطعیت‌های فراروی هوش مصنوعی در ورزش، نه یک نقص آکادمیک، بلکه یک تهدید عملی برای رقابت‌پذیری، عدالت و پایداری در ورزش آینده محسوب می‌شود. انتشار شماره ویژه «کاربردهای هوش مصنوعی در ورزش، فعالیت بدنی و سلامت» در مجله معتبر *Journal of Sport and Health Science* در سال ۲۰۲۵، نشانه‌ای آشکار از اهمیت روزافزون این حوزه و نیاز فزاینده به پژوهش‌های میان‌رشته‌ای در تقاطع علوم ورزشی، داده‌کاوی و اخلاق فناوری است (An, 2025). رویکردهای سنتی برنامه‌ریزی راهبردی

¹. Artificial Intelligence

² . Brady et al

که مبتنی بر پیش‌بینی‌های خطی و ایستا هستند، توانایی مواجهه با این سطح از آشفتگی، پیچیدگی و عدم قطعیت را ندارند. در چنین شرایطی، آینده‌پژوهی راهبردی با تأکید ویژه بر روش سناریوپردازی، ابزاری توانمند برای درک آینده‌های محتمل، ممکن و مطلوب فراهم می‌کند و به ما امکان می‌دهد تا به جای انفعال، برای عدم قطعیت‌ها آماده باشیم (جمشیدی و همکاران، ۱۴۰۰). بر این اساس، پژوهش حاضر در پی پاسخ به این سؤال اساسی شکل گرفته است: پیش‌بینی‌های کلیدی مؤثر بر آینده هوش مصنوعی در ورزش کدام‌اند و بر اساس عدم قطعیت‌های حاصل از تعامل این پیش‌بینی‌ها، سناریوهای بدیل پیش روی ارتقای توانمندی‌های ورزشی کدام‌اند؟

مبانی نظری

آینده‌پژوهی راهبردی در ورزش

آینده‌پژوهی راهبردی، تلاشی نظام‌مند و میان‌رشته‌ای برای درک، ترسیم و شکل‌دهی به آینده از طریق شناسایی تحولات پیش از وقوع، تحلیل پیش‌بینی‌های کلیدی و خلق آینده‌های بدیل است (Silva et al., 2020). برخلاف روش‌های سنتی پیش‌بینی که بر فرض تداوم روندهای گذشته استوارند، آینده‌پژوهی راهبردی با پذیرش ماهیت غیرخطی و آشفته تحولات اجتماعی-فناورانه، بر عدم قطعیت‌ها به عنوان فرصتی برای کنشگری آگاهانه تأکید می‌کند. در حوزه ورزش، این رویکرد به مدیران، مربیان و برنامه‌ریزان راهبردی کمک می‌کند تا در مواجهه با تغییرات سریع فناورانه، اقتصادی و فرهنگی، از واکنش صرف به آینده (حالت انفعالی) به اقدام پیش‌دستانه و آینده‌ساز (حالت فعال) تغییر جهت دهند. روش سناریوپردازی (Scenario Planning) به عنوان یکی از توانمندترین ابزارهای آینده‌پژوهی راهبردی، با ساخت روایت‌های چندگانه و محتمل از آینده، امکان آزمودن راهبردها در شرایط متفاوت و افزایش تاب‌آوری سازمانی را فراهم می‌آورد (Schwartz, 1996).

هوش مصنوعی در ورزش

تعریف و مبانی مفهومی

هوش مصنوعی (AI) به مطالعه ماشین‌ها یا روش‌های محاسباتی‌ای اطلاق می‌شود که قادرند محیط پیرامون خود را درک کنند، داده‌ها را پردازش و دانش را انباشت نمایند و در ادامه، تصمیم‌هایی اتخاذ کنند که بر یک حوزه مشخص اثرگذار است و این تصمیم‌ها با اهداف از پیش تعیین‌شده هم‌راستا باشند (Russell & Norvig, 2021). از منظر جامع‌تر، هوش مصنوعی به عنوان شاخه‌ای از علوم کامپیوتر تعریف می‌شود که به ایجاد سیستم‌ها و ماشین‌هایی می‌پردازد که توانایی انجام وظایفی را دارند که معمولاً به هوش انسانی نیاز دارد، از جمله یادگیری، استدلال، حل مسئله، تشخیص الگو، تصمیم‌گیری و حتی خلاقیت. در سال‌های اخیر، زیرشاخه‌هایی چون یادگیری ماشین (Machine Learning)، یادگیری عمیق (Deep Learning) و شبکه‌های عصبی مصنوعی، به‌ویژه در زمینه تحلیل داده‌های پیچیده ورزشی، پیشرفت‌های چشمگیری داشته‌اند (Goodfellow, Bengio, & Courville, 2016).

حوزه‌های کاربردی هوش مصنوعی در ورزش

هوش مصنوعی در ورزش شامل سه حوزه اصلی و به هم پیوسته است:

۱. فناوری‌های پایش و سنج^۳: شامل حسگرهای پوشیدنی (مانند دستبندها، لباس‌های هوشمند، کفش‌های مجهز به سنسور)، داده‌های بیومتریک (ضربان قلب، اکسیژن خون، دمای بدن)، فناوری‌های بینایی ماشین (Machine Vision) برای ردیابی حرکت ورزشکاران در میدان مسابقه، و سیستم‌های موقعیت‌یاب مبتنی بر GPS^۴ و UWB^۵ که داده‌های لحظه‌ای از بار تمرینی و عملکرد فراهم می‌کنند.

۲. تحلیل داده و مدل‌سازی عملکرد^۶: به کارگیری الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای پیش‌بینی آسیب‌های ورزشی، بهینه‌سازی برنامه‌های تمرینی شخصی‌سازی شده، تحلیل تاکتیک‌های تیم حریف، ارزیابی عملکرد بازیکنان، و کشف الگوهای پنهان در کلان‌داده‌های مسابقات.

۳. شبیه‌سازی‌های آموزشی و واقعیت‌های مجازی/افزوده (Simulation & VR^۷/AR^۸): ایجاد محیط‌های شبیه‌سازی شده برای تقویت مهارت‌های شناختی-حرکتی، تصمیم‌گیری تحت فشار، بازآفرینی موقعیت‌های مسابقه، و کاهش خطر آسیب در تمرین‌های پرخطر.

پیشرفت‌های اخیر در یادگیری عمیق و دسترسی بی‌سابقه به کلان‌داده‌های ورزشی (به‌ویژه از طریق لیگ‌های حرفه‌ای، فناوری‌های پوشیدنی و پلتفرم‌های استریمینگ^۹)، افق‌های جدیدی را در شخصی‌سازی تمرینات، کشف استعدادها، پیشگیری از مصدومیت و داوری هوشمند گشوده است (Xu & Baghaei, 2025). با این حال، همزمان با این فرصت‌ها، چالش‌های بنیادینی نظیر حریم خصوصی داده‌های ورزشکاران، سوگیری الگوریتمی (به‌ویژه در سیستم‌های ارزیابی و استعدادیابی)، شکاف دیجیتال میان ورزش‌های پردرآمد و کم‌درآمد، و تهدید عدالت و رقابت منصفانه باید به‌طور جدی مورد توجه پژوهشگران و سیاست‌گذاران قرار گیرند.

۳-۲. شکاف نظری: تقاطع آینده‌پژوهی راهبردی و هوش مصنوعی در ورزش

علیرغم غنای نسبی ادبیات در هر یک از دو حوزه «آینده‌پژوهی راهبردی در ورزش» و «کاربردهای هوش مصنوعی در ورزش»، تقاطع این دو حوزه به‌طور شگفت‌آوری خالی از پژوهش‌های نظام‌مند باقی مانده است. به عبارت دیگر، در حالی که مطالعات متعددی به این پرسش پرداخته‌اند که «هوش مصنوعی امروز چگونه عملکرد ورزشی را بهبود می‌بخشد؟»، کمتر پژوهش ساختارمند و آینده‌نگرانه‌ای به این پرسش اساسی پاسخ داده است که «آینده‌های محتمل، ممکن و مطلوب کاربردی

^۳. Monitoring & Sensing Technologies

^۴. Global Positioning System

^۵. Ultra-Wideband

^۶. Data Analytics & Performance Modeling

^۷. Virtual Reality

^۸. Augmented Reality

^۹. استریمینگ (Streaming) به معنی پخش لحظه‌ای فایل‌های صوتی یا تصویری از اینترنت است، بدون اینکه نیاز باشد کل فایل را دانلود شود. در این روش، داده‌ها به صورت پیوسته و در بسته‌های کوچک دریافت و همزمان پخش می‌شوند.

هوش مصنوعی در ورزش کدام‌اند و هر یک از این سناریوها چه الزامات راهبردی برای ذی‌نفعان مختلف (فدراسیون‌ها، باشگاه‌ها، ورزشکاران، رسانه‌ها و نهادهای قانون‌گذار) ایجاد می‌کنند؟» این شکاف نظری زمانی حیاتی‌تر می‌شود که در نظر آوریم هوش مصنوعی نه یک فناوری ایستا، بلکه یک «پدیده‌ی در حال ظهور با مسیرهای تکاملی متعدد و وابسته به کنش‌های انسانی، تصمیم‌های سرمایه‌گذاری، چارچوب‌های نظارتی و پذیرش فرهنگی است. از این رو، پژوهش حاضر با بهره‌گیری از رویکرد سناریوپردازی در آینده‌پژوهی راهبردی، تلاش می‌کند تا این شکاف نظری را پر کرده و چارچوبی تحلیلی برای درک عدم قطعیت‌های فراروی هوش مصنوعی در ورزش ارائه دهد. چنین چارچوبی نه تنها برای جامعه آکادمیک، بلکه برای مدیران اجرایی ورزشی که نیازمند تصمیم‌گیری در شرایط ابهام هستند، ارزش کاربردی مستقیم دارد.

جدول ۱. پیشینه پژوهش

نویسندگان	هدف	نتایج
شرفی و همکاران (۱۴۰۵)	این پژوهش با هدف مروری بر کاربردهای هوش مصنوعی در فیزیولوژی ورزش زنان انجام شد.	قابلیت‌های AI در تحلیل داده‌های پیچیده فیزیولوژیکی، پیش‌بینی عملکرد و ریسک آسیب، و طراحی سیستم‌های هوشمند تمرینی مبتنی بر ویژگی‌های فردی بررسی شد.
یعقوبی و همکاران (۱۴۰۳)	تحلیل و آینده‌نگری سناریوهای هوش مصنوعی در صنعت ورزش ایران با استفاده از رویکرد آینده‌پژوهی	این مطالعه به شناسایی پیشران‌های کلیدی مؤثر بر توسعه هوش مصنوعی در ورزش ایران پرداخته و سناریوهای محتمل را ترسیم کرده است.
گل محمدی و پاشایی (۱۴۰۳)	شناسایی و تحلیل روندهای علمی مرتبط با هوش مصنوعی در ورزش از طریق روش‌های نوین تحلیل ابرکلمات است.	پر کردن شکاف‌ها و ارائه راهکارهای بهینه برای بهره‌برداری از هوش مصنوعی در صنعت ورزش است.
کیانی (۱۴۰۳)	هدف این مقاله، افزایش عملکرد ورزشکاران، بهینه‌سازی استراتژی‌های تمرینی و بهبود فرآیندهای تصمیم‌گیری است. همچنین، چالش‌های موجود را شناسایی کرده و راه‌حل‌هایی برای ادغام این فناوری‌ها در روش‌های تحلیل ورزشی فعلی ارائه می‌دهد.	رویدادهای تمرینی و رقابتی را میتوان با سرعت بیشتری تنظیم کرد تا با اهداف خاص هماهنگ شوند. در این زمینه، از محیط‌های مختلف، از جمله دنیای مجازی و واقعیت مختلط، میتوان برای ارائه استراتژی‌های آموزشی استفاده کرد.

جمشیدی و همکاران (۱۴۰۰)	تصویرپردازی از آینده منابع انسانی با تأکید بر حکمرانی الکترونیک با استفاده از روش سناریوپردازی	این مطالعه با استفاده از روش GBN (شبکه کسب و کار جهانی) به تدوین سناریوهای آینده پرداخته و نشان داده است که روش سناریوپردازی ابزاری توانمند برای مواجهه با عدم قطعیت های آینده در حوزه حکمرانی الکترونیک است.
فتحی و همکاران (۱۳۹۹)	هدف اصلی این پژوهش، آینده پژوهی ورزش دانشگاهی ایران می باشد.	دو عامل کلیدی حمایت های مالی و اقتصادی و سبک زندگی مشخص شد. براساس این عوامل و با استفاده از نرم افزار سناریو ویزارد و ماتریس اثرات متقابل چهار سناریو بدست آمد. این سناریوها شامل سناریوی عصر شادی، دنیای بی تفاوتی، دنیای تنبل ها و دنیای افسرده می باشند.

روش پژوهش:

نوع و رویکرد پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی-توسعه ای است، زیرا به دنبال ارائه چارچوبی عملیاتی برای تصمیم گیری راهبردی در حوزه هوش مصنوعی در ورزش است؛ و از نظر ماهیت، توصیفی-تحلیلی محسوب می شود، چراکه به توصیف وضع موجود و تحلیل روابط میان متغیرها می پردازد. با توجه به ماهیت آینده محور، پیچیده و آکنده از عدم قطعیت موضوع، از روش آمیخته با راهبرد غالب اکتشافی متوالی استفاده شده است. در این راهبرد، ابتدا داده های کیفی گردآوری و تحلیل می شوند و سپس یافته های کیفی مبنای طراحی بخش کمی پژوهش قرار می گیرند (Creswell & Clark, ۲۰۱۷).

تحلیل داده های کیفی در این پژوهش بر اساس الگوی شش مرحله ای براون و کلارک (۲۰۰۶) انجام شد که شامل مراحل زیر است: (۱) آشنایی با داده ها، (۲) استخراج کدهای اولیه، (۳) جستجوی مضامین، (۴) بازبینی مضامین، (۵) تعریف و نام گذاری مضامین و (۶) تدوین گزارش نهایی. برای سناریوپردازی، از رویکرد GBN¹⁰ استفاده شده است. این رویکرد که یکی از معتبرترین و پرکاربردترین روش های سناریوپردازی در سطح بین المللی محسوب می شود. رویکرد سناریوپردازی در حوزه مدیریت ورزشی، به سازمان ها و ذی نفعان اجازه می دهد تا با شناسایی عدم قطعیت های کلیدی و پیشران های تأثیرگذار، برای آینده های محتمل و بدیل آمادگی داشته باشند و از واکنش صرف به تغییرات به اقدام پیش دستانه تغییر رویه دهند.

¹⁰ . Global Business Network

آینده پژوهی راهبردی با ترکیب دو رویکرد پیش‌نگرانه و پیش‌فعالانه، امکان شناسایی تحولات قبل از وقوع و خلق آینده‌های بدیل را فراهم می‌کند که برای برنامه‌ریزی در حوزه‌های دارای عدم قطعیت بالا مانند فناوری‌های ورزشی ضروری است (Godet & Durance, ۲۰۱۱). روش سناریوپردازی GBN شامل ده گام اصلی است که در این پژوهش به ترتیب اجرا شده است: گام اول تعیین سؤال کانونی پژوهش؛ گام دوم شناسایی نیروهای پیشران از طریق مرور ادبیات و مصاحبه با خبرگان؛ گام سوم دسته‌بندی نیروها در چهارچوب PESTEL (سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فناورانه، زیست‌محیطی و قانونی)؛ گام چهارم رتبه‌بندی نیروها بر اساس دو معیار «اهمیت» و «عدم قطعیت»؛ گام پنجم انتخاب دو عدم قطعیت کانونی به عنوان محورهای سناریو؛ گام ششم ساخت ماتریس سناریو با ترکیب دو محور؛ گام هفتم تدوین روایت‌های توصیفی برای هر خانه ماتریس؛ گام هشتم بازبینی منطق درونی سناریوها؛ گام نهم شناسایی نشانه‌های اولیه برای تشخیص وقوع هر سناریو؛ گام دهم تدوین الزامات راهبردی برای هر سناریو (Schwartz, ۱۹۹۶).

جامعه آماری و نمونه‌گیری

جامعه آماری شامل ۶۰ نفر از خبرگان در سه حوزه تخصصی بود: (۱) «هوش مصنوعی و فناوری‌های نوین»، (۲) «علوم ورزشی و فیزیولوژی ورزشی»، و (۳) «مدیریت راهبردی و آینده‌پژوهی». نمونه آماری به روش هدفمند و با معیارهای ورود مشخص (داشتن حداقل ۵ سال سابقه کار تخصصی، داشتن حداقل یک مقاله یا طرح پژوهشی مرتبط، یا داشتن تجربه عملی در سطح ملی/بین‌المللی) و تا حد اشباع نظری به تعداد ۱۸ نفر انتخاب شدند (جدول ۲). علاوه بر خبرگان، از منابع ثانویه شامل منابع کتابخانه‌ای، مقالات معتبر بین‌المللی (پایگاه‌های Scopus، Web of Science، PubMed) گزارش‌های علمی سازمان‌های بین‌المللی نظیر (IOC، FIFA، NATO، DARPA¹¹) و اسناد راهبردی ملی نیز استفاده گردید.

جدول ۲. اطلاعات دموگرافیک نمونه خبرگان

ردیف	تعداد	پست و حوزه تخصصی	میانگین سابقه
۱	۹	پژوهشگران هوش مصنوعی و داده‌کاوی ورزشی و مهندسين پوشیدنی‌های ورزشی	۱۰ سال
۲	۵	متخصصان فیزیولوژی ورزش و مربیان نخبه	۱۵ سال
۳	۴	تحلیلگران آینده‌پژوهی و سیاست‌گذاری ورزش	۱۲ سال

11. Defense Advanced Research Projects Agency

ابزار و روش گردآوری داده‌ها

ابزارهای گردآوری داده شامل سه بخش اصلی بود:

الف) مصاحبه نیمه‌ساختاریافته: میانگین مدت هر مصاحبه ۶۰ دقیقه و به صورت عمیق و اکتشافی انجام شد. سؤالات مصاحبه حول محورهای زیر طراحی گردید: وضعیت موجود هوش مصنوعی در ورزش، پیشران‌های کلیدی (فناورانه، اقتصادی، فرهنگی، حقوقی)، موانع و چالش‌های پیش رو، و انتظارات از آینده.

ب) پرسشنامه دلفی فازی: این پرسشنامه در سه دور اجرا شد: دور اول: عوامل اولیه از طریق مرور نظام‌مند ادبیات و تحلیل مضمون مصاحبه‌ها شناسایی و در قالب پرسشنامه باز ارائه شد. دور دوم: پرسشنامه ساختاریافته با طیف لیکرت ۵ درجه‌ای (بسیار کم‌اهمیت تا بسیار پراهمیت) برای اولویت‌بندی عوامل به خبرگان ارسال شد. دور سوم: پس از محاسبه آمارهای توصیفی و فازی، پرسشنامه با بازخورد نظر گروه (نظرات اکثریت و نظرات مخالف) مجدداً ارسال شد تا خبرگان بتوانند نظر خود را بازبینی کرده و به اجماع نزدیک‌تر شوند.

ج) چک لیست تحلیل اسناد: برای استخراج نظام‌مند داده‌ها از گزارش‌های بین‌المللی معتبر (مانند گزارش‌های سالانه IOC درباره فناوری‌های ورزشی، گزارش‌های NATO و DARPA در حوزه هوش مصنوعی، و مستندات فدراسیون‌های جهانی ورزش) استفاده گردید.

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها در چهار مرحله متوالی انجام شد:

مرحله اول: تحلیل مضمون با استفاده از نرم‌افزار MAXQDA ۲۰۲۲، داده‌های حاصل از مصاحبه‌ها و اسناد کدگذاری شد و بر اساس الگوی شش مرحله‌ای براون و کلارک (۲۰۰۶)، مضامین اصلی و فرعی استخراج گردید.

مرحله دوم: دلفی فازی: برای تعیین اجماع خبرگان در مورد اهمیت هر یک از عوامل شناسایی‌شده، از روش دلفی فازی استفاده شد. معیار اجماع، ضریب توافق بالای ۰.۷۵ در دور سوم در نظر گرفته شد. همچنین از مقادیر فازی (مثلی) برای تبدیل نظرهای زبانی به اعداد قابل محاسبه استفاده گردید.

مرحله سوم: تحلیل اثرات متقابل با استفاده از نرم‌افزار MicMac، ماتریس اثرات متقابل میان پیشران‌های کلیدی تشکیل شد. این نرم‌افزار با تحلیل روابط مستقیم و غیرمستقیم، متغیرهای راهبردی، تأثیرگذار، تأثیرپذیر، دوجبهی و مستقل را شناسایی می‌کند.

مرحله چهارم: سناریوپردازی بر اساس عدم قطعیت‌های کلیدی حاصل از تحلیل اثرات متقابل، محورهای اصلی سناریوها تعیین شدند. سپس با ترکیب این محورها، ماتریس سناریو تشکیل شد و برای هر خانه ماتریس، یک روایت توصیفی-تحلیلی از آینده هوش مصنوعی در ورزش تدوین گردید. در نهایت، نشانه‌های اولیه (پیش‌بینی‌کننده‌های وقوع) و الزامات راهبردی هر سناریو نیز استخراج شد.

برای تضمین کیفیت یافته‌ها، معیارهای چهارگانه لینکلن و گوبا (Lincoln & Guba, ۱۹۸۵) شامل قابلیت باورپذیری، قابلیت انتقال، قابلیت اطمینان و قابلیت تأییدپذیری رعایت شد. به منظور افزایش باورپذیری، از روش‌های بازبینی توسط مشارکت‌کنندگان، بازبینی توسط همکاران و مثلث‌سازی داده‌ها استفاده گردید. برای قابلیت انتقال، توصیف غنی از زمینه پژوهش و مشخصات خبرگان ارائه شد. برای قابلیت اطمینان، فرآیند پژوهش گام به گام و شفاف مستندسازی گردید. برای تأییدپذیری، یافته‌ها همراه با شواهد مستند (نقل قول‌های مستقیم از مصاحبه‌ها) ارائه شد.

یافته‌های پژوهش:

نتایج تحلیل مضمون

در مرحله اول پژوهش، با مطالعه نظام‌مند منابع کتابخانه‌ای و اجرای مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با ۱۸ نفر از خبرگان، در مجموع ۲۳۴ کد مفهومی اولیه شناسایی شد. پس از حذف همپوشانی‌ها و کدهای تکراری و ادغام مفاهیم مشابه، کدهای نهایی در قالب ۳ مضمون فراگیر، ۶ مضمون اصلی و ۲۰ زیرمضمون دسته‌بندی شدند. جدول ۳. مضامین فراگیر، مضامین اصلی و زیرمضامین استخراج‌شده

نمونه زیرمضامین	مضمون اصلی	مضمون فراگیر
کمبود زیرساخت داده، تهدیدات امنیت سایبری، نبود استانداردهای یکپارچه، هزینه بالای پیاده‌سازی فناوری‌های نوین	چالش‌های فناوریانه	چالش‌های پیش رو
مقاومت ذی‌نفعان کلیدی، نبود فرهنگ داده‌محور، کمبود نیروی متخصص	چالش‌های انسانی و سازمانی	
پوشیدنی‌های هوشمند، شبیه‌سازهای VR/AR، اینترنت اشیاء ورزشی	فرصت‌های فناوریانه	فرصت‌های تحول‌آفرین
شخصی‌سازی تمرین، پیش‌بینی آسیب، کشف استعدادهای ورزشی	فرصت‌های مدیریتی	

نمونه زیرمضامین	مضمون اصلی	مضمون فراگیر
-----------------	------------	--------------

یکپارچگی اینترنت اشیا ورزشی، مربی AI، داوری خودکار، متاورس ورزشی	روندهای جهانی	چشم اندازهای آینده
---	---------------	--------------------

سیاست گذاری داده‌ای، همکاری دانشگاه- صنعت، توانمندسازی نیروی انسانی	الزامات بومی سازی	
--	-------------------	--

در جدول ۴، فراوانی ارجاع به مضامین اصلی در داده‌های حاصل از مصاحبه‌ها نشان داده شده است. این فراوانی نشان‌دهنده میزان توجه و تأکید خبرگان به هر یک از مضامین است.

جدول ۴: فراوانی مضامین اصلی در داده‌های کیفی

ردیف	مضمون اصلی	فراوانی	نمونه کد
۱	زیرساخت داده و امنیت سایبری	۷۲	"نبود بستر امن برای داده‌های بیومتریک"
۲	پوشیدنی‌ها و حسگرهای هوشمند	۵۸	"ساعت‌ها و لباس‌های هوشمند نظامی-ورزشی"
۳	واقعیت مجازی و افزوده (VR/AR)	۴۶	"شبیه‌سازی محیط مسابقه برای کاهش آسیب"
۴	آموزش و توسعه سرمایه انسانی	۳۹	"تربیت نیروی متخصص AI در علوم ورزشی"
۵	فرهنگ سازمانی و پذیرش فناوری	۳۴	"مقاومت مربیان سنتی در برابر داده"
۶	هزینه و منابع مالی	۲۸	"بودجه سنگین تحقیق و توسعه برای باشگاه‌ها"

کاربرد هوش مصنوعی در ورزش‌های الیت به طور فزاینده‌ای بر سه حوزه متمرکز شده است: (۱) تحلیل عملکرد بازیکنان، (۲) پیش‌بینی آسیب‌های ورزشی، و (۳) بهینه‌سازی برنامه‌های تمرینی شخصی‌سازی شده (Ponce-Bordon et al., 2024).

رتبه‌بندی پیشران‌های کلیدی (نتایج تحلیل اثرات متقابل)

برای شناسایی پیشران‌های کلیدی مؤثر بر آینده هوش مصنوعی در ورزش، ماتریس اثرات متقابل 35×35 با استفاده از نرم‌افزار MicMac تشکیل شد. نتایج تحلیل نشان داد که از بین ۳۵ عامل اولیه، سه عامل دارای بالاترین میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری همزمان هستند (متغیرهای دوجهی یا کلیدی):

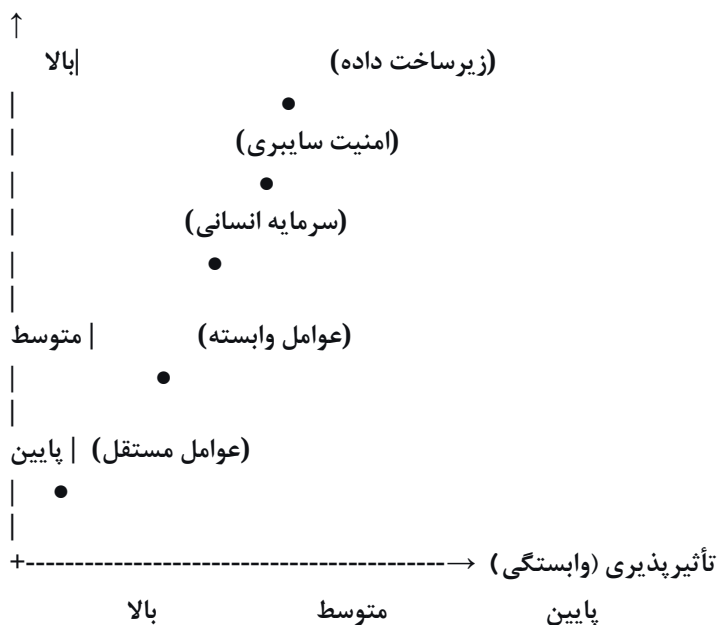
۱. توسعه زیرساخت داده‌های ورزشی و پلتفرم‌های پردازش امن (تأثیرگذاری: ۰.۹۱)

۲. امنیت سایبری و حریم خصوصی داده‌های بیومتریک (تأثیرگذاری: ۰.۸۸)

۳. سرمایه‌گذاری در آموزش نیروی انسانی متخصص هوش مصنوعی در ورزش (تأثیرگذاری: ۰.۸۶)

بر اساس نقش هر عامل در سیستم (شکل ۱)، دو عامل اول (توسعه زیرساخت داده و امنیت سایبری) به عنوان عدم قطعیت‌های کلیدی انتخاب شدند، زیرا علاوه بر تأثیرگذاری بالا، آینده آن‌ها به شدت نامشخص، غیر خطی و وابسته به تصمیمات انسانی و سیاست‌گذاری‌های آتی است.

تأثیرگذاری (دستکاری کنندگی)



شکل ۱. صفحه پراکندگی متغیرها در ماتریس اثرات متقابل

تحلیل شکل ۱:

- متغیرهای کلیدی (دووجهی): سه عامل «توسعه زیرساخت داده»، «امنیت سایبری داده‌های بیومتریک» و «سرمایه‌گذاری در آموزش نیروی انسانی» در ربع بالای راست نمودار قرار گرفته‌اند که نشان‌دهنده تأثیرگذاری و تأثیرپذیری همزمان بالای آن‌هاست. این عوامل هم «دستکاری‌کننده» هستند و هم «وابسته» - به عبارت دیگر، تغییر در هر یک، سایر عوامل را تحت تأثیر قرار می‌دهد و خود نیز از آن‌ها تأثیر می‌پذیرد.
- عدم قطعیت‌های کلیدی: از بین این سه عامل، دو عامل «توسعه زیرساخت داده» و «امنیت سایبری» به دلیل ماهیت غیرخطی، پیش‌بینی‌ناپذیرتر و حساسیت بالاتر به تصمیمات انسانی و سیاست‌گذاری‌های کلان، به عنوان دو محور اصلی سناریوها انتخاب شدند.

استخراج عدم قطعیت‌های کلیدی (نتایج دلفی فازی)

بر اساس اجماع خبرگان در روش دلفی فازی (با ضریب توافق بالای ۰.۷۵ در دور سوم)، دو عدم قطعیت کلیدی که بیشترین ابهام و بیشترین اهمیت را برای آینده هوش مصنوعی در ورزش داشتند، عبارتند از: محور X (فناوری): سطح توسعه و یکپارچگی فناوری‌های هوش مصنوعی (از توسعه ضعیف و پراکنده تا پیشرفت انفجاری و یکپارچه)
محور Y (انسان و حکمرانی): سطح پذیرش سازمانی، اخلاقی و فرهنگی (از مقاومت بالا و بی‌اعتمادی تا پذیرش فراگیر و نهادینه‌شده)

تدوین سناریوهای آینده (نتایج سناریوپردازی)

با ترکیب دو عدم قطعیت کلیدی (محور X و محور Y)، سه سناریوی اصلی شکل گرفت که در ماتریس سناریو (شکل ۲) قابل ترسیم است.

- محور X: سطح توسعه و یکپارچگی فناوری‌های هوش مصنوعی در ورزش (از توسعه ضعیف تا پیشرفت انفجاری)
 - محور Y: سطح پذیرش سازمانی، اخلاقی و فرهنگی (از مقاومت بالا تا پذیرش فراگیر)
- سه سناریوی اصلی شکل گرفت (جدول ۵ و شکل ۲).

جدول ۵. سناریوهای آینده هوش مصنوعی در ورزش

ویژگی‌های کلیدی	محور پذیرش	محور فناوری	نام سناریو
یکپارچگی اخلاقی، امنیت داده، پیشگیری هدفمند آسیب، عدالت فناوریانه	بالا	بالا	ارتقای هوشمند پایدار (مطلوب)
شکاف دیجیتال، چالش‌های حقوقی و اخلاقی، تجاری‌سازی بی‌ضابطه	پایین	بالا	تحول شتاب‌زده و نابرابر (محتمل)
تداوم روش‌های سنتی، نقض داده، بی‌اعتمادی، توقف سرمایه‌گذاری	پایین	پایین	رکود فناوریانه و مقاومت انسانی (بحرانی)

شکل ۲. ماتریس سناریوهای آینده

سناریوی سوم رکود فناوریانه و مقاومت انسانی ● تداوم روش‌های سنتی ● نقض داده‌ها ● بی‌اعتمادی	سناریوی اول ارتقای هوشمند پایدار ✓ تمرین شخصی‌سازی شده ✓ پیش‌بینی آسیب با دقت ۹۰٪ ✓ امنیت + اخلاق
ثبات وضعیت موجود	سناریوی دوم تحول شتاب‌زده و نابرابر ⚠ شکاف دیجیتال ⚠ تجاری‌سازی بی‌ضابطه ⚠ چالش‌های حقوقی

با تلاقی این دو عدم قطعیت کلیدی، سه سناریوی اصلی شکل می‌گیرد که در ماتریس سناریو (شکل شماره ۲) قابل ترسیم است.

زیاد

۵-۴. شرح کامل سناریوهای شکل ۲:

سناریوی اول: ارتقای هوشمند پایدار (مطلوب) - ربع بالا راست

- وضعیت X: توسعه بالا و یکپارچه فناوری (پوشیدنی‌های دقیق، الگوریتم‌های قابل اعتماد)
- وضعیت Y: پذیرش بالا (قوانین اخلاقی شفاف، اعتماد ورزشکاران و مربیان)
- خصوصیات: پیش‌بینی آسیب با دقت $>90\%$ ، حریم خصوصی داده‌ها کاملاً رعایت می‌شود، فناوری به عنوان "دستیار هوشمند" عمل می‌کند.

سناریوی دوم: تحول شتاب‌زده و نابرابر (محتمل) - ربع پایین راست

- وضعیت X: توسعه بسیار سریع فناوری
- وضعیت Y: پذیرش پایین (نهادها عقب‌اند، مقاومت فرهنگی وجود دارد)
- خصوصیات: شکاف عمیق بین باشگاه‌های ثروتمند و فقیر، فروش غیرمجاز داده‌ها، ممنوعیت‌های دورزننده.
- سناریوی سوم: رکود فناورانه و مقاومت انسانی (بحرانی) - ربع بالا چپ
- وضعیت X: توسعه ضعیف و کند فناوری

سطح

توسعه

فناوری

کم

کم

سطح پذیرش اخلاقی و سازمانی

زیاد

- وضعیت Y: پذیرش بسیار پایین (بی‌اعتمادی کامل، حملات سایبری گسترده)
- خصوصیات: بازگشت به روش‌های سنتی، سرمایه‌گذاری متوقف می‌شود، ورزش از قافله تحول دیجیتال عقب می‌ماند.

سناریوی اول: ارتقای هوشمند پایدار (مطلوب)

در این سناریو، ورزش حرفه‌ای و همگانی شاهد یکپارچگی هماهنگ و اخلاق محور هوش مصنوعی است. حسگرهای پوشیدنی استاندارد، داده‌های بیومتریک نیروها را در بستری امن و با رضایت آگاهانه ورزشکاران جمع‌آوری می‌کنند. الگوریتم‌های یادگیری ماشین نه تنها آسیب‌ها را با دقت بالای ۹۰٪ پیش‌بینی می‌کنند، بلکه برنامه‌های تمرینی شخصی‌سازی شده را با حفظ کرامت انسانی ارائه می‌دهند. نهادهای بین‌المللی ورزش، چارچوب‌های اخلاقی شفافی تدوین کرده‌اند و فناوری به عنوان «دستیار مربی هوشمند» عمل می‌کند، نه جایگزین او.

سناریوی دوم: تحول شتاب‌زده و نابرابر (محتمل)

پیشرفت‌های فناوری بسیار سریع‌تر از توان نهادهای قانون‌گذار رخ می‌دهد. باشگاه‌های ثروتمند با استفاده از تراشه‌های پیشرفته و الگوریتم‌های اختصاصی، فاصله خود را با سایرین افزایش می‌دهند (شکاف فناورانه). نگرانی‌های امنیت سایبری و

فروش غیرمجاز داده‌های ورزشکاران، اعتراضات گسترده را در پی دارد. برخی فدراسیون‌ها استفاده از برخی فناوری‌ها را ممنوع می‌کنند، اما این ممنوعیت‌ها به راحتی دور زده می‌شوند.

سناریوی سوم: رکود فناوریانه و مقاومت انسانی (بحرانی)

سوءاستفاده‌های اخلاقی و حملات سایبری گسترده به پایگاه‌های داده ورزشی، اعتماد عمومی را به شدت کاهش می‌دهد. مربیان و ورزشکاران به روش‌های سنتی بازمی‌گردند و سرمایه‌گذاری در فناوری‌های هوشمند ورزشی با کاهش مواجه می‌شود. قوانین سختگیرانه و بعضاً سلیقه‌ای، نوآوری را فلج می‌کند و ورزش از قافله تحولات دیجیتال عقب می‌ماند. برای هر یک از سه سناریو، مجموعه‌ای از نشانه‌های اولیه شناسایی شدند که می‌توانند به مدیران و سیاست‌گذاران کمک کنند تا مسیر حرکت به سمت هر سناریو را زودتر تشخیص داده و اقدامات پیش‌گیرانه انجام دهند.

جدول ۶. نشانه‌های اولیه شناسایی شده هر سناریو

سناریو	نشانه‌های اولیه هشداردهنده
ارتقای هوشمند پایدار	تصویب منشور اخلاقی هوش مصنوعی در ورزش توسط IOC؛ سرمایه‌گذاری در زیرساخت داده با مشارکت عمومی-خصوصی؛ راه‌اندازی برنامه‌های آموزشی AI برای مربیان
تحول شتاب‌زده و نابرابر	گزارش‌هایی از فروش غیرمجاز داده‌های بیومتریک ورزشکاران؛ اختلاف فاحش در فناوری‌های به‌کاررفته بین باشگاه‌های ثروتمند و فقیر؛ ممنوعیت‌های مکرر و بی‌نتیجه فناوری‌ها
رکود فناوریانه و مقاومت انسانی	افشای یک حمله سایبری بزرگ به پایگاه داده یک فدراسیون ورزشی؛ اتحادیه‌های ورزشکاران خواستار توقف کامل استفاده از پوشیدنی‌ها؛ خروج سرمایه‌گذاران از استارت‌آپ‌های ورزشی

بر اساس یافته‌ها، برای هر سناریو مجموعه‌ای از الزامات راهبردی تدوین شده است که در جدول ۷ مشخص شده است.

جدول ۷. الزامات راهبردی برای هر سناریو

سناریو

الزامات راهبردی برای ذی‌نفعان

سرمایه‌گذاری در آموزش سواد داده به مربیان و ورزشکاران؛ ایجاد استانداردهای ملی داده‌های ورزشی؛ توسعه همکاری‌های دانشگاه-صنعت-دولت	ارتقای هوشمند پایدار
ایجاد نهادهای نظارتی مستقل برای حریم خصوصی داده‌ها؛ تدوین قوانین مالیاتی برای کاهش شکاف فناوریانه؛ حمایت از پژوهش‌های اخلاق‌محور	تحول شتاب‌زده و نابرابر
بازسازی اعتماد از طریق شفافیت کامل؛ تدوین استانداردهای امنیت سایبری اجباری؛ سرمایه‌گذاری در روش‌های جایگزین کم‌فناوری اما مؤثر	رکود فناوریانه و مقاومت انسانی

بحث و نتیجه‌گیری:

یافته‌های این پژوهش به روشنی نشان داد که آینده هوش مصنوعی در ورزش، یک مسیر خطی، از پیش تعیین‌شده یا تک‌بعدی نیست، بلکه حاصل تعامل پیچیده، پویا و غیرخطی میان پیشرفت فناوری، سیاست‌گذاری هوشمندانه و پذیرش فرهنگی-سازمانی است. نتایج حاصل از روش دلفی فازی (با اجماع خبرگان بالای ۰.۷۵) و تحلیل اثرات متقابل با نرم‌افزار MicMac، سه پیشران کلیدی را معرفی کردند که بیشترین نقش را در شکل‌دهی به آینده این حوزه ایفا می‌کنند: (۱) توسعه زیرساخت داده‌های ورزشی و پلتفرم‌های پردازش امن، (۲) امنیت سایبری و حریم خصوصی داده‌های بیومتریک، و (۳) سرمایه‌گذاری در آموزش و تربیت نیروی انسانی متخصص هوش مصنوعی در ورزش.

این یافته‌ها با پژوهش‌های پیشین در حوزه آینده‌پژوهی مدیریت ورزشی و فناوری‌های نوین تا حد زیادی همسو و در عین حال دارای نوآوری‌های مهمی است. به عنوان مثال، یافته‌های یعقوبی و همکاران (۱۴۰۳) و جمشیدی و همکاران (۱۴۰۰) که بر نقش «آمادگی پذیرش فناوری» و «زیرساخت فنی» تأکید داشتند، در پژوهش حاضر تأیید می‌شود. با این حال، نوآوری اصلی پژوهش حاضر در برجسته‌سازی بعد امنیت زیستی-سایبر (Bio-Cyber Security) به عنوان یک مؤلفه مستقل، حیاتی و دارای عدم قطعیت بالا است. موضوعی که در پژوهش‌های پیشین کمتر به آن پرداخته شده است. این یافته نشان می‌دهد که در عصر تحول دیجیتال، «امنیت داده‌های بیومتریک ورزشکاران» دیگر یک مسئله فنی در سطح یک باشگاه نیست، بلکه به یک مسئله راهبردی در سطح حاکمیتی و بین‌المللی تبدیل شده است.

همسو با یافته‌های پژوهش حاضر، مطالعات بین‌المللی نیز نشان می‌دهند که هوش مصنوعی نه تنها ابزاری برای بهبود عملکرد فردی ورزشکاران است، بلکه به طور بنیادین شیوه تصمیم‌گیری راهبردی در باشگاه‌ها، فدراسیون‌های ورزشی و حتی نهادهای

قانون گذار را متحول می کند (Pisaniello, 2024). به عبارت دیگر، هوش مصنوعی در ورزش از یک «فناوری عملیاتی (Operational Technology)» به یک فناوری راهبردی (Strategic Technology) ارتقاء یافته است. همچنین، یافته های Park و Chung (2025) مؤید آن است که ملاحظات اخلاقی در کاربرد هوش مصنوعی در ورزش شامل چهار حوزه اصلی است: (۱) حریم خصوصی داده های بیومتریک، (۲) شفافیت الگوریتم های تصمیم گیر، (۳) مسئولیت پذیری در قبال خطاهای سیستمی، و (۴) عدالت در دسترسی به فناوری های پیشرفته که یافته های پژوهش حاضر به طور کامل این چهار حوزه را پوشش می دهد و به ویژه بر دو حوزه اول و چهارم تأکید بیشتری دارد.

همانطور که در شکل شماره ۱ (صفحه پراکندگی متغیرها) مشاهده شد، سه پیشران کلیدی، زیرساخت داده، امنیت سایبری و سرمایه انسانی، نه تنها بیشترین تأثیرگذاری را بر سیستم دارند، بلکه خود نیز بیشترین تأثیرپذیری را از سایر متغیرها می پذیرند. این ویژگی (دووجهی بودن) به این معناست که این سه عامل، «اهرم های راهبردی» اصلی برای مداخله و جهت دهی به آینده هستند. اما نکته حائز اهمیت، فاصله معنادار بین توسعه صرف فناوری و پذیرش اخلاقی و نهادی است. داده های کیفی و کمی این پژوهش نشان می دهد که در حالی که فناوری های سخت افزاری و نرم افزاری با سرعت نمایی در حال پیشرفت هستند، نهادهای قانون گذار، چارچوب های اخلاقی و فرهنگ سازمانی (حلقه «انسان و حکمرانی») با تأخیر قابل ملاحظه ای همراهی می کنند.

شکل شماره ۲ (ماتریس سناریوها) به خوبی نشان می دهد که آینده ورزش هوشمند، لزوماً و به طور خودکار به سمت مطلوب ترین نقطه (ربع بالا راست: سناریوی ارتقای هوشمند پایدار) حرکت نمی کند. تحلیل داده های حاضر نشان می دهد که ورزش حرفه ای جهان هم اکنون در آستانه سناریوی دوم (ربع پایین راست: تحول شتاب زده و نابرابر) قرار دارد: فناوری با سرعت سرسام آوری در حال توسعه است، اما چارچوب های اخلاقی، قوانین بین المللی و مکانیسم های نظارتی با تأخیر قابل ملاحظه ای همراهی می کنند. نشانه های اولیه این سناریو (مانند فروش غیرمجاز داده های بیومتریک، اختلاف فاحش فناوریانه بین باشگاه های ثروتمند و فقیر، و ممنوعیت های بی نتیجه فناوری ها) هم اکنون در برخی لیگ های ورزشی پول محور قابل مشاهده است.

سناریوی مطلوب (ارتقای هوشمند پایدار، ربع بالا راست): این سناریو نشان می دهد که اگر سیاست گذاران، مدیران ورزشی و نهادهای بین المللی بتوانند همگام با توسعه فناوری، چارچوب های اخلاقی، حقوقی و نظارتی را نیز به بلوغ برسانند، هوش مصنوعی به «بازوی قدرتمند توانمندسازی ورزشکاران» تبدیل خواهد شد. در این سناریو، عدالت فناوریانه برقرار است و ورزشکاران در سطوح مختلف از مزایای هوش مصنوعی بهره مند می شوند. این سناریو مستلزم سرمایه گذاری متوازن در هر سه پیشران کلیدی (زیرساخت، امنیت، و سرمایه انسانی) است.

سناریوی محتمل (تحول شتاب زده و نابرابر، ربع پایین راست): این سناریو وضعیتی است که هم اکنون نشانه هایی از آن در برخی ورزش های پول محور مانند فوتبال حرفه ای اروپا، بسکتبال NBA و لیگ های بزرگ آمریکایی دیده می شود. در این سناریو، «شکاف دیجیتالی» عمیق می شود، عدالت در رقابت به شدت تهدید می گردد و اعتماد عمومی به فناوری های هوشمند

کاهش می‌یابد. بدون مداخله راهبردی و سیاست‌گذاری هوشمندانه، محتمل‌ترین آینده برای ورزش جهانی همین سناریو خواهد بود.

سناریوی بحرانی (رکود فناورانه و مقاومت انسانی، ربع بالا چپ): این سناریو یک «هشدار جدی» است برای غفلت از مؤلفه‌های اعتماد، امنیت و مشارکت انسانی. اگر فجایع اخلاقی یا امنیتی (مانند افشای گسترده داده‌های بیومتریک هزاران ورزشکار یا اثبات سوگیری سیستماتیک الگوریتمی علیه گروه خاصی از ورزشکاران) رخ دهد، اعتماد عمومی به طور کامل از بین می‌رود و سرمایه‌گذاری در این حوزه متوقف می‌شود. در این سناریو، ورزش حرفه‌ای از قافله تحول دیجیتال در سایر صنایع عقب می‌ماند. اگرچه این سناریو در حال حاضر کمتر محتمل به نظر می‌رسد، اما با توجه به سرعت پیشرفت فناوری و ضعف نهادهای نظارتی، نمی‌توان آن را نادیده گرفت.

بر اساس یافته‌های این پژوهش و به منظور حرکت از وضعیت فعلی (نزدیک به سناریوی دوم) به سمت سناریوی مطلوب (ارتقای هوشمند پایدار)، مجموعه پیامدهای کاربردی و سیاستی زیر برای ذی‌نفعان مختلف (وزارت ورزش، کمیته ملی المپیک، فدراسیون‌های ورزشی، باشگاه‌ها، دانشگاه‌ها و نهادهای قانون‌گذار) تدوین شده است:

جدول ۸. مجموعه پیامدهای کاربردی و سیاستی

مخاطب اصلی	پیامد کاربردی / سیاستی	دسته
وزارت ورزش، کمیته ملی المپیک، فدراسیون‌ها	طراحی و اجرای استانداردهای امنیت داده ورزشی: نهادهای حاکمیتی باید پروتکل‌های الزام‌آوری برای جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، پردازش و مبادله داده‌های بیومتریک ورزشکاران تدوین کنند.	استانداردها و پروتکل‌ها
نهادهای بین‌المللی، وزارت ورزش	تدوین منشور اخلاق جهانی هوش مصنوعی در ورزش با همکاری نهادهای بین‌المللی (IOC, FIFA, UNESCO) و الزام به رعایت اصول شفافیت، مسئولیت‌پذیری و عدالت.	قانون و حکمرانی
وزارت علوم، دانشگاه‌های علوم ورزشی	سرمایه‌گذاری هدفمند در آموزش‌های میان‌رشته‌ای و راه‌اندازی دوره‌های تخصصی «علوم داده ورزشی (Sports Data Science)» در دانشگاه‌های علوم ورزشی برای تربیت نسل جدیدی از مدیران، مربیان و تحلیلگران ورزشی.	آموزش و توانمندسازی

مخاطب اصلی	پیامد کاربردی / سیاستی	دسته
صندوق حمایت از پژوهش، فدراسیون‌ها	حمایت از پروژه‌های پایلوت اخلاق محور که هوش مصنوعی را برای پیش‌بینی آسیب، سلامت روان ورزشکاران و شخصی سازی تمرین، در چارچوب رضایت آگاهانه و شفافیت کامل به کار می‌گیرند.	پژوهش و نوآوری
قوه مقننه، وزارت ورزش	ایجاد نهاد نظارتی مستقل برای حریم خصوصی داده‌های ورزشی با قدرت بازرسی، جریمه و صدور مجوز.	نظارت و ارزیابی

حرکت از وضعیت فعلی (نزدیک به سناریوی دوم «تحول شتاب زده و نابرابر») به سمت سناریوی مطلوب (ارتقای هوشمند پایدار)، نیازمند طراحی و اجرای هماهنگ سه راهبرد اساسی و به هم پیوسته است:

۱. راهبرد امنیت و استانداردسازی: ایجاد گواهینامه‌ها و استانداردهای الزام‌آور امنیت داده ورزشی برای مقابله با تهدیدات سایبری و حفظ حریم خصوصی ورزشکاران.
 ۲. راهبرد حکمرانی اخلاقی: تدوین منشور اخلاق جهانی هوش مصنوعی در ورزش توسط نهادهای بین‌المللی با همکاری IOC، UNESCO و فدراسیون‌های جهانی برای مقابله با شکاف اخلاقی و تضمین شفافیت و عدالت.
 ۳. راهبرد سرمایه انسانی: سرمایه‌گذاری هدفمند و بلندمدت در آموزش‌های میان‌رشته‌ای و تربیت نسل جدیدی از مدیران، مربیان و تحلیلگرانی که هم به علوم ورزشی و هم به داده‌کاوی و اخلاق فناوری مسلط باشند.
- تأکید می‌شود که بدون اجرای هماهنگ این سه راهبرد، سناریوی دوم (تحول شتاب‌زده و نابرابر) محتمل‌ترین آینده برای ورزش جهانی خواهد بود و سناریوی سوم (رکود فناوریانه و مقاومت انسانی)، هرچند در حال حاضر کمتر محتمل است ولی در صورت بروز فجایع اخلاقی یا امنیتی در مقیاس بزرگ، به هیچ وجه دور از انتظار نیست.
- در پایان، این واقعیت را باید پذیرفت که دنیای ورزش در مواجهه با هوش مصنوعی با یک دوگانگی راهبردی روبروست: از یک سو، توقف یا انکار این موج تحول دیجیتال دیگر ممکن و معقول نیست، زیرا هوش مصنوعی به بخش جدایی‌ناپذیر از زیست‌بوم ورزش حرفه‌ای و همگانی تبدیل خواهد شد. از سوی دیگر، پذیرش بدون قید و شرط و بدون چارچوب آن نیز می‌تواند به پیامدهای ناگواری از جمله نقض حریم خصوصی، بی‌عدالتی در رقابت و فرسایش اعتماد عمومی منجر شود. آنچه مسلم است، انتخاب مسیری هوشمندانه، انسانی، اخلاق محور و آینده‌نگرانه در میان سناریوهای پیش رو، بزرگ‌ترین مسئولیت و فرصت پیش روی مدیران، سیاست‌گذاران و پژوهشگران حوزه مدیریت ورزشی در دهه آینده است.
- ورزش می‌تواند به راحتی و با چشمان بسته به آینده قدم بگذارد، غافل از تأثیری که هوش مصنوعی نه تنها بر خود ورزش‌ها، بلکه بر مدل‌های کسب و کار، روابط قدرت، ساختارهای حقوقی و حتی معنا و مفهوم «رقابت منصفانه» خواهد داشت. با می‌تواند با واقعیت روبرو شود، آگاهانه و پیش‌دستانه عمل کند و با آغوش باز هوشمندانه و توأم با چارچوب به دنبال ایفای

نقشی فعال در شکل دهی به آن آینده و تأثیرگذاری بر آن باشد یا مقاومت ایستا و انفعالی داشته باشد. این همان انتخاب راهبردی است که سرنوشت توانمندی های ورزشی آینده را تعیین خواهد کرد.

محدودیت ها و پژوهش های آینده

پژوهش حاضر با وجود تلاش برای رعایت دقیق استانداردهای روش شناختی، با محدودیت هایی مواجه بود که شفاف سازی آن ها برای ارزیابی صحیح یافته ها ضروری است:

۱. دسترسی محدود به داده های محرمانه و طبقه بندی شده برخی فدراسیون های بین المللی ورزشی (به ویژه در حوزه داده های بیومتریک دقیق ورزشکاران نخبه) وجود داشت.
۲. چالش در هماهنگی زمانی میان ۱۸ خبره از سه حوزه تخصصی متفاوت (هوش مصنوعی، علوم ورزشی و مدیریت راهبردی) که منجر به طولانی تر شدن فرآیند دلفی شد.
۳. به دلیل ماهیت آینده محور و اکتشافی پژوهش، امکان اعتبارسنجی تجربی-طولی سناریوها در یک بازه زمانی کوتاه وجود نداشت.
۴. اگرچه خبرگان دارای تجربیات بین المللی بودند، تمرکز اصلی پژوهش بر بافت ایران بود و تعمیم یافته ها به سایر کشورها (با سطوح متفاوت توسعه فناوری و حکمرانی) نیازمند احتیاط است.

پیشنهاد به پژوهشگران آینده

- بر اساس یافته ها و محدودیت های این پژوهش، مسیرهای ارزشمندی برای تحقیقات آتی پیشنهاد می شود:
۱. مطالعات تطبیقی بین المللی (Comparative Studies): انجام پژوهش های تطبیقی برای مقایسه الگوهای حکمرانی هوش مصنوعی در ورزش کشورهای پیشرو (ایالات متحده، چین، انگلستان، کشورهای اسکاندیناوی) با کشورهای در حال توسعه، به منظور شناسایی بهترین شیوه ها و درس آموخته ها.
 ۲. پژوهش های تجربی-طولی: طراحی و اجرای پژوهش های تجربی و طولی که پیاده سازی سناریوی مطلوب (ارتقای هوشمند پایدار) را در یک فدراسیون ورزشی خاص (مثلاً فوتبال، دوومیدانی یا شنا) طی یک دوره چندساله مورد آزمون قرار دهند.
 ۳. طراحی مدل های ارزیابی اثربخشی (KPI Development): طراحی و اعتباریابی شاخص های کلیدی عملکرد (KPIs) برای سنجش میزان پیشرفت به سمت سناریوی مطلوب در فدراسیون های ورزشی و باشگاه ها.
 ۴. مطالعات کیفی عمیق درباره مقاومت های فرهنگی: بررسی عمیق و چندلایه علل مقاومت مربیان سنتی و ورزشکاران در برابر پذیرش فناوری های هوشمند با استفاده از روش های کیفی مانند نظریه زمینه ای (Grounded Theory) یا پدیدارشناسی.

۵. پژوهش‌های حقوقی و اخلاقی: بررسی دقیق چالش‌های حقوقی مالکیت داده‌های بیومتریک ورزشکاران و تدوین چارچوب‌های قانونی پیشنهادی برای نظام حقوقی ورزش ایران.

در نهایت، آغوش باز هوشمندانه، آگاهانه و اخلاق‌محور، نه مقاومت انفعالی و نه پذیرش ساده‌انگارانه، سرنوشت توانمندی‌های ورزشی آینده را تعیین خواهد کرد. آنچه مسلم است، توقف یا انکار این موج تحول دیجیتال دیگر ممکن نیست؛ آنچه ممکن است، انتخاب مسیری هوشمندانه، انسانی، عادلانه و اخلاق‌محور در میان سناریوهای پیش روست. پژوهش حاضر تلاش کرد تا نقشه‌ای از آینده‌های محتمل، ممکن و مطلوب پیش روی مدیران و سیاست‌گذاران ورزشی قرار دهد. اکنون، مسئولیت انتخاب و حرکت بر عهده آن‌هاست.

منابع

- [1] Brady, C., Tuyls, K., & Omidshafiei, S. (2024). *Artificial intelligence for sports*. CRC Press.
- [2] An, R. (Ed.). (2025). Applications of artificial intelligence in sport, physical activity, and health [Special issue]. *Journal of Sport and Health Science*, 14(4). <https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-sport-and-health-science/about/special-topics/applications-of-artificial-intelligence-in-sport-physical-activity-and-health>
- [3] Jamshidi, H., Shiravi Pour, S., & Keshavarz Tork, A. (2021). Imaging the future of human resources of Qazvin municipality with emphasis on electronic governance through scenario planning. *Journal of Future Cities Perspective*, 2(4), 99-115. (In Persian).
- [۴] da Silva Nascimento, L., Reichert, F. M., Janissek-Muniz, R., & Zawislak, P. A. (2020). Dynamic interactions among knowledge management, strategic foresight and emerging technologies. *Journal of Knowledge Management*.
- [5] Schwartz, P. (1996). *The art of the long view: Paths to strategic insight for yourself and your company*. Currency Doubleday.
- [6] Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.
- [7] Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press. <http://www.deeplearningbook.org>
- [8] Xu, T., & Baghaei, S. (2025). Reshaping the future of sports with artificial intelligence: Challenges and opportunities in performance enhancement, fan engagement, and strategic decision-making. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 142, 109912. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2024.109912>
- [9] Sharafi, E., Sharafi Dehrahm, F., & Hasanvand, B. (2026). A systematic review of artificial intelligence applications in women's exercise physiology: Potentials, challenges, and future directions. *Journal of Motor and Behavioral Sciences*, 9(1), 1-15. <https://doi.org/10.22034/jmbs.2025.528098.1260> (In Persian).
- [10] Yaghoubi, S. R., Nourbakhsh, M., Kahandel, M., & Khalifeh, S. N. (2021). *Analysis and foresight of artificial intelligence scenarios in Iran's sports industry*. Civilica. <https://civilica.com/doc/2553375> (In Persian).
- [11] Golmohammadi, H., & Pashaie, S. (2025). The evolution of artificial intelligence in sports. *Journal of Sport Management Knowledge*, 2(2), 1-13. <https://doi.org/10.22034/jsmk.2025.66054.1093> (In Persian).
- [12] Kiani, M. S. (2024). An in-depth look at the future of sports with artificial intelligence, virtual reality, and data visualization to improve athlete performance analysis. *Intelligent Knowledge Exploration and Processing*, 4(12), 8-35. <https://doi.org/10.30508/kdip.2024.451951.1100> (In Persian).

- [13] Fathi, R., Maleki, M. H., Saberi, A., & Zandagahi, A. (2020). Scenario planning of university sports of Iran based on future study approach. *Sport Management and Development*, 9(3), 72-92. <https://doi.org/10.22124/jsmd.2020.4376> (In Persian).
- [14] Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2017). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE Publications.
- [15] Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101.
- [16] Godet, M., & Durance, P. (2011). *Strategic foresight for corporate and regional development*. UNESCO.
- [17] Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. SAGE Publications.
- [18] Ponce-Bordon, J. C., López del Campo, R., Resta, R., & Lago-Peñas, C. (2024). Performance and healthcare analysis in elite sports teams using artificial intelligence: A scoping review. *Frontiers in Sports and Active Living*, 6, 1383723. <https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1383723>
- [19] Pisaniello, A. (2024). The game changer: How artificial intelligence is transforming sports performance and strategy. *GSSF Journal*, 4(1), 75-84. <https://doi.org/10.2478/gssfj-2024-0006>
- [20] Park, S., & Chung, K. (2025). Ethical implications of artificial intelligence in sport: A systematic scoping review. *Journal of Sport and Health Science*, 14(4), 100-115. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2025.01.001>
- [2۱] Zhou, D., Keogh, J. W. L., Ma, Y., Tong, R. K. Y., Khan, A. R., & Jennings, N. R. (2025). Artificial intelligence in sport: A narrative review of applications, challenges and future trends. *Journal of SportsSciences*, *1-16*. <https://doi.org/10.1080/02640414.2025.2518694>

Future scenario planning for artificial intelligence in improving sports capabilities

1.Farshad Yavarifard*, 2.Ali Majdara.3. Huossin Omidi.4. Hamid Omidi

1.PHD of Sports Management, Urmia University, urmia, Iran

2.PHD of Sports Management , Army Physical Education Organization, Tehran, Iran

3.PHD of Sports Management, Army Physical Education Organization, Tehran, Iran

4.PHD of Sports Management, Imam Ali Military Academy, Tehran, Iran

Abstract:

Nowadays, artificial intelligence and modern technologies have become one of the main drivers of transformation in sports. However, numerous uncertainties in the development path of these technologies have made strategic planning challenging. This study aims to envision future scenarios of artificial intelligence in enhancing athletic capabilities using a futures studies approach. In terms of purpose, this research is applied-developmental, and in terms of nature, it is descriptive-analytical. A mixed-method approach with a dominant sequential exploratory strategy was employed. First, using thematic analysis and interviews with 18 experts from the three fields of artificial intelligence, sports sciences, and military studies, the key factors and drivers were identified. Then, using the fuzzy Delphi method and cross-impact analysis with MicMac software, key uncertainties were determined. Finally, plausible scenarios were developed using the GBN (Global Business Network) method. Three drivers, "development of sports data infrastructure," "cybersecurity and privacy of biometric data," and "investment in specialized human resource training (sports futures studies)"—have the greatest influence and uncertainty. Based on the interaction of these two key uncertainties (level of technological development and level of organizational/human acceptance), three main scenarios were formulated: ۱ Sustainable smart enhancement (desirable scenario). ۲ Accelerated and uneven transformation (probable scenario). ۳ Technological stagnation and human resistance (critical scenario). future of AI-based athletic capabilities depends on the triadic interaction of "technology–human–governance." Moving toward the desirable scenario requires targeted investment in secure data infrastructure, the development of transparent ethical and legal frameworks, and the training of human resources at the intersection of artificial intelligence and sports sciences.

Keywords: Futures studies, Scenario planning, Artificial intelligence, Athletic capabilities, Technology

* Correspondence: fyavarifard@gmail.com