

مقاله اصلی

طراحی الگوی مدیریت راهبردی استقرار فناوری‌های هوش مصنوعی در پیشگیری، پایش و توانبخشی آسیب‌های ورزشکاران نخبه

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۱۰ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۱۲

خلاصه

مقدمه: پژوهش حاضر با هدف طراحی الگوی نظری مدیریت راهبردی استقرار هوش مصنوعی در پیشگیری و توانبخشی آسیب‌های ورزشکاران نخبه انجام شد.
روش کار: این مطالعه با رویکرد کیفی و بر اساس روش نظریه داده‌بنیاد نظام‌مند اشتراوس و کوربین صورت گرفت. داده‌ها از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته عمیق با ۱۶ نفر از خبرگان شامل متخصصان پزشکی ورزشی، مربیان تیم‌های نخبه، فیزیوتراپیست‌ها، تحلیل‌گران عملکرد و مدیران ورزشی گردآوری شد. نمونه‌گیری به صورت هدفمند و نظری انجام گرفت و فرآیند جمع‌آوری داده‌ها تا دستیابی به اشباع نظری ادامه یافت. تحلیل داده‌ها در سه مرحله کدگذاری باز، محوری و انتخابی انجام شد.

نتایج: یافته‌ها منجر به استخراج مجموعه‌ای از مفاهیم و مقولات کلیدی گردید که در قالب یک مدل پارادایمی سازمان‌دهی شدند. شرایط علی شامل پیچیدگی فزاینده آسیب‌های ورزشی، محدودیت‌های رویکردهای سنتی، و رشد داده‌های زیستی-عملکردی بود. زمینه‌ها شامل زیرساخت دیجیتال، فرهنگ داده‌محور و آمادگی سازمانی شناسایی شدند. عوامل مداخله‌گر نظیر سواد داده‌ای، اعتماد به الگوریتم‌ها، محدودیت‌های مالی و ملاحظات اخلاقی نقش تعدیل‌کننده داشتند. راهبردهای کنش/تعامل شامل پایش زیستی مستمر، تحلیل پیش‌بینانه آسیب، و شخصی‌سازی برنامه‌های توانبخشی بودند. پیامدهای استقرار نیز در سه سطح کاهش آسیب، بهینه‌سازی تصمیم‌گیری و تحول نقش‌های تخصصی تبیین شد.

نتیجه‌گیری: در مرحله کدگذاری انتخابی، مقوله هسته‌ای «مدیریت هوشمند آسیب‌های ورزشی مبتنی بر تصمیم‌گیری داده‌محور» شکل گرفت. مدل نظری پژوهش نشان می‌دهد که اثربخشی هوش مصنوعی وابسته به ادغام همزمان عوامل فناورانه، انسانی و سازمانی است. یافته‌های پژوهش می‌تواند مبنایی نظری برای سیاست‌گذاری، طراحی مداخلات فناورانه و توسعه چارچوب‌های مدیریتی در ورزش حرفه‌ای فراهم آورد.

کلمات کلیدی

هوش مصنوعی، آسیب‌های ورزشی، ورزشکاران نخبه، مدیریت راهبردی، نظریه داده‌بنیاد، تصمیم‌گیری داده‌محور
پی نوشت: این مطالعه فاقد تضاد منافع می‌باشد.

دکتر کیوان مرادیان^{۱*}

^۱ گروه علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه صنعتی
امیرکبیر، تهران، ایران

Email: kayvanmoradian@gmail.com

مقدمه

تحول دیجیتال در دهه اخیر، بنیان‌های نظری و عملی علوم ورزشی را به‌طور بنیادین دگرگون ساخته است. در میان فناوری‌های نوظهور، هوش مصنوعی به‌عنوان یکی از پیشران‌های اصلی انقلاب داده‌محور، جایگاهی ویژه در بازتعریف فرآیندهای تصمیم‌گیری، ارزیابی عملکرد و مدیریت سلامت ورزشکاران یافته است. برخلاف رویکردهای سنتی که تحلیل عملکرد و مدیریت آسیب را مبتنی بر مشاهده بالینی، تجربه مربی یا آزمون‌های مقطعی می‌دانستند، ظهور الگوریتم‌های یادگیری ماشین امکان تحلیل الگوهای پیچیده، پیش‌بینی ریسک آسیب و شخصی‌سازی مداخلات تمرینی را فراهم ساخته است (Claudino et al., 2019).

پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهند که هوش مصنوعی نه تنها یک ابزار فناورانه، بلکه یک تغییر پارادایمی در منطق تصمیم‌گیری ورزشی محسوب می‌شود. Davenport و Kalakota (2019) استدلال می‌کنند که هوش مصنوعی در حوزه سلامت، ظرفیت بازآفرینی نظام‌های تشخیصی و پیشگیری را دارد؛ ظرفیتی که در پزشکی ورزشی نیز به‌شدت مورد توجه قرار گرفته است. در همین راستا، مدل‌های پیش‌بینی آسیب مبتنی بر یادگیری ماشین توانسته‌اند دقتی فراتر از روش‌های سنتی ارائه دهند (Ruddy et al., 2019).

در ورزش حرفه‌ای، آسیب‌های ورزشی همواره یکی از پیچیده‌ترین چالش‌های مدیریت عملکرد بوده‌اند. آسیب نه فقط یک مسئله پزشکی، بلکه یک مسئله چندبعدی فیزیولوژیک، روان‌شناختی، بیومکانیکی و مدیریتی است (Meeuwisse et al., 2017). پژوهش Bittencourt et al. (2016) نشان داد که آسیب نتیجه تعامل غیرخطی عوامل خطر است، نه پیامد یک عامل منفرد. چنین پیچیدگی‌ای ضرورت بهره‌گیری از سیستم‌های تحلیلی پیشرفته را برجسته می‌سازد. از منظر شناختی، محدودیت‌های پردازش انسانی در تحلیل همزمان داده‌های چندمنبعی مدت‌هاست مورد بحث قرار گرفته است. Endsley (2017) بیان می‌کند که سیستم‌های

پشتیبان تصمیم می‌توانند بار شناختی تصمیم‌گیرندگان را کاهش دهند. این مسئله در محیط‌های پرریسک و پرسرعت ورزش حرفه‌ای اهمیت مضاعفی دارد.

مطالعاتی دیگر نیز نشان داده‌اند که عدم قطعیت تصمیم‌گیری در مدیریت آسیب می‌تواند استرس قابل توجهی ایجاد کند (Tranaeus et al., 2024; Yung et al., 2022). هوش مصنوعی با ارائه تحلیل‌های پیش‌بینانه می‌تواند به کاهش این فشار شناختی کمک کند (Longoni et al., 2019).

در سطح کلان‌تر، تحول دیجیتال در ورزش تنها وابسته به فناوری نیست، بلکه متأثر از سازوکارهای سازمانی، فرهنگی و مدیریتی است (Cunningham, G. B., & Ahn, N. Y., 2019). پژوهش‌های مدیریت ورزشی تأکید دارند که موفقیت فناوری‌های نوین وابسته به پذیرش انسانی، فرهنگ داده‌محور و حمایت ساختاری است (Foster, G., & O'Reilly, N., 2022).

با وجود رشد سریع کاربردهای هوش مصنوعی، بخش عمده ادبیات موجود ماهیتی کمی، آزمایشگاهی یا فناورانه دارد. مطالعات کمتر به «فرآیند استقرار»، «سازوکارهای مدیریتی» و «تجربه زیسته متخصصان» پرداخته‌اند (Topol, 2019).

از این منظر، رویکردهای کیفی، به‌ویژه نظریه داده‌بنیاد، می‌توانند درک عمیق‌تری از دینامیک‌های پیچیده استقرار فناوری فراهم آورند (Strauss & Corbin, 1998). این روش امکان استخراج مدل نظری بومی را فراهم می‌کند.

افزایش شدت رقابت، تراکم مسابقات و فشار عملکردی در ورزش نخبه، مدیریت آسیب‌های ورزشی را به یکی از حیاتی‌ترین حوزه‌های تصمیم‌گیری تبدیل کرده است. آسیب نه تنها سلامت ورزشکار، بلکه مسیر حرفه‌ای، سرمایه انسانی تیم و نتایج رقابتی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Windt & Gabbett, 2017).

پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند که آسیب‌های ورزشی دارای ماهیتی پیچیده، پویا و چندعاملی هستند (Bittencourt et al., 2016). این پیچیدگی موجب شده است رویکردهای سنتی پیشگیری کارایی محدودی داشته باشند.

مؤثر بر استقرار و بهره‌برداری از فناوری‌های هوشمند در پیشگیری، پایش و توانبخشی آسیب‌های ورزشکاران نخبه بود. جامعه پژوهش شامل خبرگان و ذی‌نفعان کلیدی در حوزه‌های مدیریت ورزشی، پزشکی ورزشی، فیزیوتراپی، علوم داده ورزشی، مریگیری حرفه‌ای و فناوری‌های ورزشی بود (جدول ۱). نمونه‌گیری به صورت هدفمند نظری انجام شد؛ به این معنا که انتخاب مشارکت‌کنندگان بر اساس غنای اطلاعاتی، تجربه عملی و ارتباط مستقیم با پدیده مورد مطالعه صورت گرفت. فرایند نمونه‌گیری تا دستیابی به اشباع نظری ادامه یافت؛ بدین معنا که داده‌های جدید دیگر مفهوم یا مقوله تازه‌ای به مدل اضافه نمی‌کردند (Corbin & Strauss, 2015). در مجموع، مصاحبه با ۱۶ نفر از متخصصان انجام شد که دارای سابقه حرفه‌ای مرتبط با تصمیم‌گیری، تحلیل داده، مدیریت آسیب یا کاربرد فناوری‌های نوین بودند.

گردآوری داده‌ها از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته عمیق انجام شد (Morgan, 1997). راهنمای مصاحبه بر اساس ادبیات نظری، اهداف پژوهش و منطق اکتشافی نظریه داده‌بنیاد طراحی گردید. پرسش‌ها حول محورهای نظیر تجربه استفاده از فناوری‌های هوشمند، چالش‌های سازمانی، ملاحظات مدیریتی، مقاومت‌های حرفه‌ای، تصمیم‌گیری مبتنی بر داده، اعتماد به الگوریتم‌ها و پیامدهای اجرایی تنظیم شد. مصاحبه‌ها به صورت حضوری یا مجازی انجام گرفتند، بین ۴۰ تا ۷۵ دقیقه به طول انجامیدند و با رضایت مشارکت‌کنندگان ضبط و سپس واژه‌پردازی شدند. تحلیل داده‌ها همزمان با گردآوری اطلاعات و بر اساس منطق نظام‌مند اشتراوس و کوربین انجام شد (Strauss & Corbin, 1998):

کدگذاری باز: شکستن داده‌ها به واحدهای مفهومی، شناسایی مفاهیم اولیه و برجسب‌گذاری گزاره‌های معنادار. کدگذاری محوری: برقراری ارتباط میان مفاهیم، تشکیل مقوله‌ها و سازمان‌دهی آن‌ها در چارچوب پارادایمی (شرایط علی، زمینه‌ای، مداخله‌گر، راهبردها، پیامدها). کدگذاری انتخابی: شناسایی مقوله هسته، یکپارچه‌سازی نظری و شکل‌دهی روایت تبیینی مدل.

مدل‌های کلاسیک آسیب‌شناسی ورزشی تأکید دارند که پیش‌بینی آسیب با روش‌های سنتی اغلب با خطا همراه است (Meeuwisse et al., 2017). مطالعات یادگیری ماشین دقت بالاتری گزارش کرده‌اند (Ruddy et al., 2019). با این حال، استقرار هوش مصنوعی در محیط واقعی ورزش حرفه‌ای با چالش‌های متعددی مواجه است. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که مقاومت انسانی، ابهام در تفسیر الگوریتم‌ها و نگرانی‌های اخلاقی موانع کلیدی هستند (Longoni et al., 2019).

در حوزه مدیریت ورزشی، مطالعات اندکی به سازوکارهای مدیریتی استقرار فناوری پرداخته‌اند. بیشتر پژوهش‌ها فناوری محور باقی مانده‌اند (Claudino et al., 2019). از منظر سازمانی، فقدان زیرساخت دیجیتال و فرهنگ داده‌محور از مهم‌ترین موانع تحول دیجیتال محسوب می‌شود (Ransbotham et al., 2021).

در ایران، شکاف نظری قابل توجهی وجود دارد. پژوهش‌های داخلی غالباً کمی و رابطه‌محور بوده‌اند و کمتر به فرآیندهای استقرار پرداخته‌اند.

بنابراین، مسئله اصلی پژوهش حاضر چنین تعریف می‌شود: «فرآیندها، شرایط، راهبردها و پیامدهای استقرار هوش مصنوعی در مدیریت پیشگیری و توانبخشی آسیب‌های ورزشکاران نخبه چگونه شکل می‌گیرند؟»

روش کار

پژوهش حاضر با رویکرد کیفی و مبتنی بر نظریه داده‌بنیاد نظام‌مند اشتراوس و کوربین (۱۹۹۸) انجام شد. این روش به دلیل ماهیت پیچیده، چندبعدی و اجتماعی-سازمانی پدیده مورد مطالعه یعنی استقرار فناوری‌های هوش مصنوعی در مدیریت آسیب‌های ورزشی انتخاب گردید. نظریه داده‌بنیاد امکان تولید یک الگوی مفهومی برآمده از داده‌های تجربی و تبیین روابط میان شرایط علی، زمینه‌ای، مداخله‌گر، راهبردها و پیامدها را فراهم می‌سازد (Strauss & Corbin, 1998). هدف پژوهش، کشف سازوکارهای مدیریتی، حرفه‌ای و سازمانی

قابلیت اتکا (Dependability): مستندسازی دقیق فرایند تحلیل.
 تأییدپذیری (Confirmability): ثبت یادداشت‌های تحلیلی و کاهش سوگیری پژوهشگر.
 پژوهش با رعایت اصول اخلاق پژوهش انجام شد. مشارکت‌کنندگان با آگاهی کامل از هدف مطالعه وارد پژوهش شدند، رضایت آگاهانه اخذ گردید، محرمانگی اطلاعات تضمین شد و امکان انصراف در هر مرحله فراهم بود.

در طول تحلیل، از مقایسه مستمر داده‌ها، یادداشت‌های نظری (Memoing) و بازگشت مکرر به داده‌ها استفاده شد تا انسجام مفهومی حفظ گردد (Charmaz, 2014).
 به‌منظور افزایش استحکام علمی یافته‌ها، معیارهای اعتبار در پژوهش کیفی رعایت شد (Lincoln & Guba, 1985):
 اعتبار (Credibility): بازیابی مشارکت‌کنندگان (Member Check)، درگیری طولانی با داده‌ها، مقایسه مستمر.
 قابلیت انتقال (Transferability): توصیف غنی بافت پژوهش و ویژگی‌های نمونه‌ها.

جدول ۱. مشارکت‌کنندگان پژوهش

حوزه تخصصی	تعداد مشارکت‌کنندگان	نمونه نقش‌ها / سمت‌ها	تجربه مرتبط با هوش مصنوعی / فناوری‌های هوشمند
مدیریت ورزشی	2	عضو هیئت علمی، مدیر اجرایی باشگاه	تصمیم‌گیری مبتنی بر داده، تحلیل داده ورزشی
پزشکی ورزشی	2	پزشک تیم‌های ملی، متخصص آسیب‌های ورزشی	پایش آسیب، سیستم‌های تصویربرداری پیشرفته
فیزیوتراپی	2	فیزیوتراپیست ورزشکاران نخبه، درمانگر بازنوانی	ابزارهای بازنوانی دیجیتال، توانبخشی هوشمند
علوم داده / AI	2	تحلیلگر داده، پژوهشگر هوش مصنوعی	طراحی مدل پیش‌بینی، الگوریتم یادگیری ماشین
مربیگری ورزشی	2	مربی تیم لیگ برتر، مربی بدنساز	پایش عملکرد، تحلیل داده‌های عملکردی
بیومکانیک / مهندسی پزشکی	2	پژوهشگر بیومکانیک، متخصص تجهیزات پزشکی	تحلیل حرکتی نرم‌افزاری، طراحی سیستم‌های پایش زیستی
روانشناسی ورزشی	1	روانشناس تیم حرفه‌ای	پلتفرم‌های دیجیتال
فیزیولوژی ورزشی	1	عضو هیئت علمی	پایش بار تمرینی دیجیتال
سیاست‌گذاری ورزشی	1	کارشناس نهاد ورزشی	برنامه‌های تحول دیجیتال

یافته‌ها

کدگذاری باز

نقش و استقرار هوش مصنوعی در مدیریت آسیب‌های ورزشی است.

در این مرحله، مفاهیم اولیه مستقیماً از متن مصاحبه‌ها استخراج شدند. نمونه‌هایی از این مفاهیم همراه با شواهد روایی در ادامه ارائه می‌شود:

✓ پیش‌بینی پذیری آسیب‌ها

اگر داده‌های تمرینی و خستگی به‌صورت هوشمند تحلیل شوند، می‌توان قبل از بروز آسیب هشدار داد (P4)

در مرحله کدگذاری باز، داده‌های حاصل از مصاحبه‌های عمیق نیمه‌ساختاریافته به‌صورت خط‌به‌خط مورد تحلیل قرار گرفت. هدف این مرحله، شکستن داده‌ها، نام‌گذاری پدیده‌ها و استخراج مفاهیم اولیه از تجربه زیسته مشارکت‌کنندگان بود. تحلیل مستمر مقایسه‌ای منجر به شناسایی مجموعه‌ای از مفاهیم کلیدی شد که بازتاب‌دهنده ادراک متخصصان از

✓ کاهش عدم قطعیت تصمیم‌گیری درمانی

هوش مصنوعی می‌تواند به ما کمک کند بین چند گزینه درمانی انتخاب دقیق‌تری داشته باشیم (P2)

✓ شخصی‌سازی فرآیند بازتوانی

برنامه بازتوانی دیگر عمومی نیست؛ هر ورزشکار الگوی خاص خودش را دارد (P3)

✓ پایش لحظه‌ای وضعیت جسمانی

سیستم‌های هوشمند می‌توانند تغییرات کوچک را هم ثبت کنند (P11)

تحلیل داده‌ها نشان داد که ادراک مشارکت‌کنندگان حول چند محور مفهومی عمده شکل گرفته است:

کارکردهای مثبت هوش مصنوعی

(پیش‌بینی، تشخیص، پایش، شخصی‌سازی درمان)

پیامدهای عملکردی و درمانی

(کاهش آسیب، افزایش کارایی بازتوانی)

چالش‌ها و موانع استقرار

(فرهنگی، اخلاقی، زیرساختی، مدیریتی)

تحولات ساختاری در مدیریت آسیب‌ها

در ادامه این مفاهیم بنیای ورود به مرحله بعدی تحلیل، یعنی کدگذاری محوری شدند.

کدگذاری محوری

در مرحله کدگذاری محوری، مفاهیم استخراج‌شده از کدگذاری باز بر اساس الگوی نظام‌مند اشتراوس و کوربین در قالب مقولات سطح بالاتر سازمان‌دهی شدند. هدف این مرحله، بازترکیب داده‌ها، کشف روابط مفهومی و شکل‌دهی ساختار پارادایمی پدیده مورد مطالعه بود. تحلیل مقایسه‌ای مستمر نشان داد که مفاهیم اولیه حول چند مقوله محوری قابل سازمان‌دهی هستند (جدول ۲).

بر اساس تحلیل داده‌ها، ساختار پارادایمی الگو به شرح زیر شکل گرفت:

۱. شرایط علی (Causal Conditions)

این مقوله به عواملی اشاره دارد که ضرورت حرکت به سمت استقرار هوش مصنوعی را ایجاد می‌کنند.

✦ افزایش نرخ و پیچیدگی آسیب‌های ورزشی

✦ محدودیت‌های تشخیص سنتی

✦ نیاز به تصمیم‌گیری دقیق‌تر درمانی

✦ رشد داده‌های زیستی و عملکردی ورزشکاران

✦ فشار برای بازگشت سریع به میادین

✦ افزایش عدم قطعیت در مدیریت آسیب‌ها

شواهد روایی:

امروزه حجم داده‌ها آن‌قدر زیاد است که تحلیل انسانی پاسخگو نیست (P7)

مدیریت آسیب‌ها بدون تحلیل داده عملاً غیرممکن شده است (P1)

۲. شرایط زمینه‌ای (Contextual Conditions)

این مقوله بیانگر بستری است که پدیده در آن رخ می‌دهد.

✦ سطح توسعه فناوری در سازمان‌های ورزشی

✦ فرهنگ پذیرش نوآوری

✦ ساختار مدیریتی تیم‌های ورزشی

✦ سیاست‌های سلامت و پزشکی ورزشی

✦ دسترسی به زیرساخت‌های داده

شواهد روایی:

در برخی باشگاه‌ها هنوز حتی سیستم ثبت داده وجود ندارد (P10)

۳. شرایط مداخله‌گر (Intervening Conditions)

عواملی که شدت، جهت یا کیفیت کنش‌ها را تعدیل می‌کنند.

✦ سواد داده‌ای مربیان

✦ میزان اعتماد به الگوریتم‌ها

✦ نگرانی‌های اخلاقی

✦ محدودیت‌های مالی

✦ مقاومت حرفه‌ای متخصصان

✦ پیچیدگی تفسیر خروجی‌های AI

شواهد روایی:

مشکل اصلی فناوری نیست؛ مشکل درک و تفسیر

داده‌هاست (P3)

اعتمادسازی زمان‌بر است (P5)

۴. راهبردها / کنش‌ها (Action / Interaction Strategies)

پاسخ‌های کنشگران به پدیده اصلی.

✓ هوشمندسازی پایش جسمانی

✓ استفاده از الگوریتم‌های پیش‌بینی آسیب

✓ یکپارچه‌سازی داده‌های پزشکی و تمرینی

✓ شخصی‌سازی برنامه‌های بازتوانی

✓ بازطراحی فرآیند تصمیم‌گیری درمانی

✓ توسعه سیستم‌های پشتیبان تصمیم

شواهد روایی:

AI بیشتر نقش دستیار تصمیم را دارد نه جایگزین پزشک

(P2)

۵. پیامدها (Consequences)

نتایج حاصل از راهبردهای اتخاذشده.

✓ کاهش آسیب‌های تکراری

✓ افزایش دقت تشخیص

✓ بهبود کیفیت بازتوانی

✓ کاهش خطای انسانی

✓ افزایش کارایی تصمیم‌گیری

✓ تحول نقش متخصصان پزشکی

✓ تغییر ساختار مدیریت آسیب‌ها

شواهد روایی:

برنامه‌های درمانی کاملاً شخصی شده‌اند (P12)

نگاه به آسیب از درمان‌محور به پیشگیری‌محور تغییر کرده

است. (P6)

جدول ۲. کدگذاری محوری (بر اساس الگوی نظام‌مند اشتراوس و کوربین)

مؤلفه پارادایمی	مقولات محوری	مفاهیم کلیدی استخراج‌شده	شواهد روایی منتخب
شرایط علی	ضرورت هوشمندسازی مدیریت آسیب	افزایش نرخ آسیب‌ها / پیچیدگی تشخیص / رشد داده‌های زیستی / محدودیت روش‌های سنتی / فشار بازگشت سریع	حجم داده‌ها دیگر قابل تحلیل دستی نیست (P7) بدون تحلیل داده تصمیم‌گیری دقیق ممکن نیست (P1)
شرایط زمینه‌ای	بسترهای ساختاری و فرهنگی استقرار AI	زیرساخت فناوری / نظام ثبت داده / فرهنگ سازمانی / سیاست‌های پزشکی ورزشی / سطح بلوغ دیجیتال	برخی باشگاه‌ها هنوز سیستم ثبت داده ندارند (P10)
شرایط مداخله‌گر	عوامل تعدیل‌کننده پذیرش AI	سواد داده‌ای / اعتماد به الگوریتم / محدودیت مالی / نگرانی اخلاقی / مقاومت حرفه‌ای / پیچیدگی تفسیر داده	مشکل اصلی درک داده‌هاست نه فناوری (P3) اعتمادسازی زمان‌بر است (P5)
راهبردها / کنش‌ها	راهبردهای عملیاتی هوشمندسازی	پایش هوشمند / الگوریتم‌های پیش‌بینی آسیب / یکپارچه‌سازی داده‌ها / شخصی‌سازی بازتوانی / سیستم پشتیبان تصمیم	AI نقش دستیار تصمیم را دارد (P2)
پیامدها	پیامدهای تحول دیجیتال در مدیریت آسیب	کاهش آسیب تکراری / افزایش دقت تشخیص / بهبود بازتوانی / کاهش خطا / تغییر نقش متخصصان / تحول تصمیم‌گیری	برنامه‌های درمانی شخصی شده‌اند (P12) نگاه درمان‌محور به پیشگیری‌محور تغییر کرده است (P6)

نظری نهایی است. تحلیل داده‌ها نشان داد که تمام مقولات استخراج‌شده اعم از شرایط علی، زمینه‌ای، مداخله‌گر،

کدگذاری انتخابی (Selective Coding)

در مرحله کدگذاری انتخابی، هدف اصلی یکپارچه‌سازی تمامی مقولات حول یک مقوله هسته‌ای و شکل‌دهی روایت

بازتوانی، و توسعه سیستم‌های پشتیبان تصمیم، مهم‌ترین کنش‌های شناسایی شده در این مرحله هستند.

پيامد این فرایند، صرفاً بهبود شاخص‌های پزشکی نیست، بلکه به یک تحول پارادایمی در مدیریت آسیب‌های ورزشی منجر می‌شود. کاهش آسیب‌های تکراری، افزایش دقت تشخیص، بهینه‌سازی بازتوانی، و بازتعریف نقش متخصصان انسانی از «تصمیم‌گیرنده» به «تحلیلگر و تفسیرگر»، مهم‌ترین نتایج این گذار محسوب می‌شوند

◆ منطق نظری مدل نهایی

مدل نظری استخراج شده نشان می‌دهد:

- ✓ هوش مصنوعی → یک فناوری نیست، بلکه یک سازوکار تصمیم‌گیری است
- ✓ مدیریت آسیب → از درمان‌محور به پیشگیری‌محور تغییر می‌کند
- ✓ تصمیم‌گیری → از تجربه‌محور به داده‌محور گذار می‌کند
- ✓ نقش متخصصان → از اجرا به تفسیر و نظارت تغییر می‌یابد.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش نشان داد که استقرار هوش مصنوعی در حوزه پیشگیری و توانبخشی آسیب‌های ورزشکاران نخبه، نه یک مداخله فناورانه منفرد، بلکه یک گذار پارادایمی در منطق مدیریت آسیب‌های ورزشی محسوب می‌شود. برخلاف نگاه سنتی که مدیریت آسیب را مبتنی بر ارزیابی‌های بالینی مقطعی، تجربه مربی یا تصمیمات شهودی می‌دانست، مدل استخراج شده از داده‌ها نشان داد که هوش مصنوعی در حال بازتعریف بنیان‌های شناختی تصمیم‌گیری در ورزش حرفه‌ای است. این نتیجه با جریان رو به رشد پژوهش‌هایی همسو است که تحول دیجیتال در پزشکی ورزشی را یک تغییر ساختاری در نظام‌های تصمیم‌گیری معرفی می‌کنند (Davenport & Kalakota, 2019). مطابق با مقوله هسته‌ای پژوهش — «مدیریت هوشمند آسیب‌های ورزشی مبتنی بر تصمیم‌گیری داده‌محور» —

راهبردها و پیامدها در نهایت حول یک پدیده مرکزی سازمان می‌یابند.

◆ مقوله هسته‌ای (Core Category)

«مدیریت هوشمند آسیب‌های ورزشی مبتنی بر تصمیم‌گیری داده‌محور»

این مقوله هسته‌ای بیانگر آن است که هوش مصنوعی در بستر ورزش حرفه‌ای، نه به‌عنوان یک ابزار فناورانه صرف، بلکه به‌مثابه یک پارادایم مدیریتی نوین عمل می‌کند که ساختار تصمیم‌گیری، منطق مداخله، و حتی نقش متخصصان را بازتعریف می‌کند.

◆ روایت نظری یکپارچه (Theoretical Storyline)

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که حرکت به سوی استقرار هوش مصنوعی در مدیریت آسیب‌های ورزشی، ریشه در تحولات ساختاری و فشارهای عملکردی ورزش حرفه‌ای دارد. افزایش پیچیدگی آسیب‌ها، رشد نمایی داده‌های زیستی، و ناکارآمدی نسبی رویکردهای سنتی تشخیص و بازتوانی، شرایط علی شکل‌گیری این گذار فناورانه را فراهم کرده‌اند.

با این حال، استقرار هوش مصنوعی در خلأ رخ نمی‌دهد، بلکه وابسته به زمینه‌های نهادی و سازمانی است. زیرساخت‌های دیجیتال، فرهنگ داده‌محور، نظام ثبت اطلاعات پزشکی، و آمادگی شناختی متخصصان، بستری را شکل می‌دهند که موفقیت یا شکست این فرایند را تعیین می‌کند.

در این میان، مجموعه‌ای از عوامل مداخله‌گر نقش تعیین‌کننده‌ای ایفا می‌کنند. میزان سواد داده‌ای، سطح اعتماد به الگوریتم‌ها، محدودیت‌های مالی، مقاومت حرفه‌ای، و نگرانی‌های اخلاقی، می‌توانند شدت و جهت اثرگذاری فناوری را تعدیل کنند.

در پاسخ به این شرایط، سازمان‌ها و متخصصان راهبردهایی را اتخاذ می‌کنند که ماهیت آن‌ها غالباً حول محور هوشمندسازی تصمیم‌گیری شکل می‌گیرد. پایش زیستی مستمر، مدل‌های پیش‌بینی آسیب، شخصی‌سازی مداخلات

مدل نظری پژوهش نشان داد که استقرار هوش مصنوعی موجب تغییر بنیادی در منطق پیشگیری از آسیب شده است — از رویکرد واکنشی به رویکرد پیش‌بینانه. این نتیجه با پژوهش‌های متعدد همسو است که تحلیل پیش‌بینانه را مهم‌ترین مزیت هوش مصنوعی در پزشکی ورزشی می‌دانند (Ruddy et al., 2019).

مطالعات Claudino et al. (2019) نشان دادند که مدل‌های یادگیری ماشین قادرند الگوهای پنهان خطر آسیب را شناسایی کنند، یافته‌ای که دقیقاً در داده‌های کیفی پژوهش حاضر بازتاب یافت. مشارکت کنندگان تأکید داشتند که الگوریتم‌ها قادرند «خطرات نامرئی» را آشکار کنند. این تحول همچنین با مدل‌های نوین مدیریت ریسک ورزشی همخوانی دارد که پیشگیری را فرآیندی پویا و داده‌محور تعریف می‌کنند (Windt & Gabbett, 2017).

۳. نقش عوامل انسانی در موفقیت استقرار

یکی از مهم‌ترین یافته‌های پژوهش، نقش محوری عوامل انسانی بود. برخلاف تصور فناوری‌محور، داده‌ها نشان دادند که اعتماد، سواد داده‌ای و پذیرش حرفه‌ای تعیین‌کننده‌اند. این یافته کاملاً با مدل‌های پذیرش فناوری همسو است (Venkatesh et al., 2003).

مطالعات حوزه پزشکی نیز نشان داده‌اند که مقاومت در برابر الگوریتم‌ها اغلب ناشی از تهدید ادراک شده نسبت به هویت حرفه‌ای است (Longoni et al., 2019).

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که متخصصان زمانی هوش

مصنوعی را می‌پذیرند که:

✓ نقش مکمل داشته باشد

✓ قابلیت تفسیر داشته باشد

✓ استقلال حرفه‌ای را تهدید نکند

این نتیجه با ادبیات تعامل انسان-هوش مصنوعی کاملاً

همخوان است (Topol, 2019).

نتایج نشان داد که هوش مصنوعی نقش یک زیرساخت شناختی مکمل را ایفا می‌کند. این یافته با پژوهش‌های جدید در حوزه تحلیل پیش‌بینانه ورزشی همخوانی دارد که تأکید می‌کنند الگوریتم‌ها بیش از آنکه جایگزین متخصصان شوند، توان پردازش شناخت انسانی را تقویت می‌کنند (Claudino et al., 2019). در واقع، داده‌های این پژوهش تأیید می‌کند که تحول اصلی در «نحوه تصمیم‌گیری» رخ داده است، نه صرفاً در «ابزار تصمیم‌گیری».

۱. ضرورت ساختاری استقرار هوش مصنوعی

یکی از یافته‌های کلیدی پژوهش، ماهیت ساختاری ضرورت استقرار هوش مصنوعی بود. مشارکت کنندگان به‌طور مکرر به پیچیدگی فزاینده آسیب‌ها، چندعاملی بودن عوامل خطر، و انفجار داده‌های عملکردی اشاره کردند. این نتیجه کاملاً با پژوهش‌های بیومکانیکی و علوم داده ورزشی همسو است که نشان می‌دهند آسیب‌های ورزشی محصول تعامل شبکه‌ای متغیرهای فیزیولوژیک، روان‌شناختی و محیطی هستند (Bittencourt et al., 2016).

مطالعات خارجی نیز بارها به محدودیت شناخت انسانی در پردازش هم‌زمان داده‌های پیچیده اشاره کرده‌اند. پژوهش Hoogendoorn و Funk (2018) نشان داد که تصمیم‌گیری سنتی مربیان در پیش‌بینی آسیب، در مقایسه با مدل‌های یادگیری ماشین، دقت پایین‌تری دارد. یافته‌های پژوهش حاضر این ادبیات را در بافت ورزش نخبه ایرانی تأیید می‌کند (Hoogendoorn & Funk, 2018).

در سطح نظری، این یافته با مفهوم «پیچیدگی سیستم‌های تطبیقی» در علوم ورزشی همخوان است؛ جایی که آسیب به‌عنوان پدیده‌ای غیرخطی در نظر گرفته می‌شود (Meeuwisse et al., 2017). بنابراین، گذار به تحلیل الگوریتمی نه یک انتخاب فناورانه، بلکه پاسخی اجتناب‌ناپذیر به پیچیدگی سیستماتیک ورزش حرفه‌ای است.

۲. بازتعریف منطق پیشگیری از آسیب

۴. زمینه‌های سازمانی و ساختاری

✓ گزاره نظری نهایی

«استقرار هوش مصنوعی در مدیریت آسیب‌های ورزشی زمانی اثربخش است که فناوری در قالب یک نظام تصمیم‌گیری داده‌محور، تعدیل‌شده توسط عوامل انسانی و پشتیبانی‌شده توسط زیرساخت‌های سازمانی ادغام شود.» در انتها به منظور یکپارچه‌سازی یافته‌های تحلیلی پژوهش و ارائه تصویری فشرده از منطق نظری استخراج‌شده، جدول زیر به‌عنوان خلاصه تحلیلی بخش بحث و نتیجه‌گیری ارائه می‌شود. این جدول تلاش دارد مهم‌ترین گزاره‌های مفهومی، تبیین‌های نظری و دلالت‌های مدیریتی پژوهش را در قالبی ساختارمند بازنمایی کند. در واقع، چارچوب ارائه‌شده نشان می‌دهد که استقرار هوش مصنوعی در مدیریت آسیب‌های ورزشی نه صرفاً یک مداخله فناورانه، بلکه بازتابی از تحول شناختی، سازمانی و راهبردی در نظام تصمیم‌گیری ورزش حرفه‌ای است (جدول ۳).

نتایج پژوهش نشان داد که موفقیت استقرار وابسته به زیرساخت دیجیتال، فرهنگ داده‌محور و حمایت مدیریتی است. این یافته با مدل‌های اکولوژیک سلامت و رفتار سازمانی همسو است (Sallis et al., 2008). مطالعات خارجی نشان داده‌اند که شکست پروژه‌های هوش مصنوعی اغلب ناشی از موانع سازمانی است، نه ضعف الگوریتم‌ها (Ransbotham et al., 2021).

۵. پیامدهای روان‌شناختی و شناختی

یافته‌ها نشان داد که هوش مصنوعی می‌تواند اضطراب تصمیم‌گیری را کاهش دهد. این نتیجه با مطالعات شناختی همسو است که نشان می‌دهند سیستم‌های پشتیبان تصمیم موجب کاهش بار شناختی می‌شوند (Endsley, 2017).

۶. ابعاد انتقادی و اخلاقی

نگرانی‌های اخلاقی مشارکت کنندگان با ادبیات اخلاق هوش مصنوعی کاملاً همسو است (Floridi et al., 2018).

جدول ۳. خلاصه تحلیلی گزاره‌های نظری استخراج‌شده از بخش بحث و نتیجه‌گیری

محور تحلیلی کلیدی	گزاره تحلیلی یکپارچه	پشتوانه نظری / پژوهشی	دلالت مدیریتی
تحول پارادایمی مدیریت آسیب	هوش مصنوعی بیانگر گذار از تصمیم‌گیری شهودی به تصمیم‌گیری داده‌محور در مدیریت آسیب‌های ورزشی است	تحول دیجیتال سلامت؛ تصمیم‌گیری داده‌محور (Davenport & Kalakota, 2019; Claudino et al., 2019)	بازطراحی نظام‌های تصمیم‌گیری ورزشی
پیچیدگی سیستماتیک آسیب‌ها	آسیب ورزشی پدیده‌ای چندعاملی، غیرخطی و وابسته به تعامل شبکه‌ای متغیرهاست	نظریه سیستم‌های پیچیده (Bittencourt et al., 2016; Meeuwisse et al., 2017)	ضرورت استفاده از تحلیل‌های الگوریتمی چندمتغیره
بازتعریف منطق پیشگیری	AI منطق پیشگیری را از رویکرد واکنشی به رویکرد پیش‌بینانه تغییر می‌دهد	تحلیل پیش‌بینانه؛ مدیریت ریسک پویا (Ruddy et al., 2019; Windt & Gabbett, 2017)	توسعه سیستم‌های پیش‌بینی ریسک آسیب
AI به‌عنوان زیرساخت شناختی عوامل انسانی	هوش مصنوعی نقش تقویت‌کننده شناخت انسانی و سیستم پشتیبان تصمیم را ایفا می‌کند	DSS؛ تعامل انسان (Topol, 2019; Endsley, 2017)	یکپارچه‌سازی AI با تصمیمات بالینی
پذیرش فناوری	اعتماد، سواد داده‌ای و ادراک نقش مکمل تعیین‌کننده پذیرش AI هستند	مدل پذیرش فناوری (Venkatesh et al., 2003; Longoni et al., 2019)	سرمایه‌گذاری در آموزش و مدیریت تغییر
زمینه سازمانی استقرار	موفقیت AI وابسته به زیرساخت دیجیتال، فرهنگ داده‌محور و حمایت مدیریتی است	مدل‌های اکولوژیک سازمانی؛ تحول دیجیتال (Sallis et al., 2008; Ransbotham et al., 2020)	توسعه اکوسیستم داده و سیاست‌گذاری نهادی

ارتقای کیفیت تصمیمات پزشکی	آگاهی موقعیتی؛ Cognitive Support (Endsley, 2017)	AI موجب کاهش بار شناختی، کاهش عدم قطعیت و افزایش اطمینان تصمیم‌گیری می‌شود	پایامدهای شناختی و روان‌شناختی
تدوین چارچوب‌های اخلاقی و حقوقی گذار به مدیریت هوشمند آسیب	اخلاق هوش مصنوعی (Floridi et al., 2018)	AI منطبق مسئولیت، شفافیت و سوگیری تصمیم‌گیری را پیچیده‌تر می‌کند	ابعاد اخلاقی و مسئولیتی
	تحول ساختاری تصمیم‌گیری (Claudino et al., 2019)	استقرار AI منجر به بازتعریف ساختار مدیریت آسیب‌های ورزشی می‌شود	پایامدهای راهبردی کلان

References

- Bittencourt, N. F. N., Meeuwisse, W. H., Mendonça, L. D., Nettel-Aguirre, A., Ocarino, J. M., & Fonseca, S. T. (2016). Complex systems approach for sports injuries: Moving from risk factor identification to injury pattern recognition. *British Journal of Sports Medicine*, 50(21), 1309–1314. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095782>
- Charmaz, K. (2014). *Constructing grounded theory* (2nd ed.). SAGE Publications.
- Claudino, J. G., Capanema, D. O., de Souza, T. V., Serrão, J. C., Pereira, A. C. M., & Nassis, G. P. (2019). Current approaches to the use of artificial intelligence for injury risk assessment and performance prediction in team sports: A systematic review. *Sports Medicine*, 49(10), 1561–1576. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01145-3>
- Corbin, J., & Strauss, A. (2015). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory* (4th ed.). SAGE Publications.
- Cunningham, G. B., & Ahn, N. Y. (2019). The role of organizational culture in technology adoption in sport organizations. *Sport Management Review*, 22(3), 389–401. DOI: [10.1016/j.smr.2018.06.005](https://doi.org/10.1016/j.smr.2018.06.005)
- Davenport, T., & Kalakota, R. (2019). The potential for artificial intelligence in healthcare. *Nature Biotechnology*, 37(8), 801–802. <https://doi.org/10.1038/s41587-019-0200-8>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268. https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01
- Endsley, M. R. (2017). From here to autonomy: Lessons learned from human-automation research. *Human Factors*, 59(1), 5–27. <https://doi.org/10.1177/0018720816681350>
- Floridi, L., Cowls, J., Beltrametti, M., Chatila, R., Chazerand, P., Dignum, V., ... Vayena, E. (2018). AI4People—An ethical framework for a good AI society. *Minds and Machines*, 28(4), 689–707. <https://doi.org/10.1007/s11023-018-9482-5>
- Foster, G., & O'Reilly, N. (2022). Digital transformation in sport: Key success factors for adoption. *Journal of Strategic Marketing*, 30(5), 481–498. DOI: [10.1080/0965254X.2021.1919193](https://doi.org/10.1080/0965254X.2021.1919193)
- Hoogendoorn, M., & Funk, B. (2018). Machine learning in sports injury prediction. *Journal of Sports Analytics*, 4(3), 161–173. <https://doi.org/10.3233/JSA-180202>
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. SAGE Publications.
- Longoni, C., Bonezzi, A., & Morewedge, C. K. (2019). Resistance to medical artificial intelligence. *Journal of Consumer Research*, 46(4), 629–650. <https://doi.org/10.1093/jcr/ucz013>
- Lubans, D. R., Richards, J., Hillman, C., Faulkner, G., Beauchamp, M. R., Nilsson, M., ... Biddle, S. J. H. (2016). Physical activity for cognitive and mental health in youth: A systematic review. *Pediatrics*, 138(3), e20161642. <https://doi.org/10.1542/peds.2016-1642>
- Meeuwisse, W. H., Tyreman, H., Hagel, B., & Emery, C. (2007). A dynamic model of etiology in sport injury: The recursive nature of risk and causation. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 17(3), 215–219. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e3180592a48>
- Morgan, D. L. (1997). *Focus groups as qualitative research* (2nd ed.). SAGE Publications.
- Ransbotham, S., Kiron, D., Gerbert, P., & Reeves, M. (2021). Achieving business impact with AI. *MIT Sloan Management Review*, 62(2), 1–11.
- Ruddy, J. D., Shield, A. J., Maniar, N., Williams, M. D., Duhig, S., Timmins, R. G., & Opar, D. A. (2019). Predictive modeling of hamstring injuries. *American Journal of Sports Medicine*, 47(3), 599–607. <https://doi.org/10.1177/0363546519832883>

- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2017). *Self-determination theory: Basic psychological needs in motivation, development, and wellness*. Guilford Press.
- Sallis, J. F., Owen, N., & Fisher, E. (2008). Ecological models of health behavior. In K. Glanz, B. K. Rimer, & K. Viswanath (Eds.), *Health behavior and health education: Theory, research, and practice* (4th ed., pp. 465–486). Jossey-Bass.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory* (2nd ed.). SAGE Publications.
- Topol, E. (2019). High-performance medicine: The convergence of human and artificial intelligence. *Nature Medicine*, 25(1), 44–56. <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0300-7>
- Tranaeus, U., Gledhill, A., Johnson, U., Podlog, L., Wadey, R., Wiese Bjornstal, D., & Ivarsson, A. (2024). 50 years of research on the psychology of sport injury: A consensus statement. *Sports Medicine*. DOI: [10.1007/s40279-024-02036-9](https://doi.org/10.1007/s40279-024-02036-9)
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425–478. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Windt, J., & Gabbett, T. J. (2017). How do training and competition workloads relate to injury? The workload–injury aetiology model. *British Journal of Sports Medicine*, 51(5), 428–435. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096040>
- Yung, K. K., Ardern, C. L., Serpiello, F. R., & Robertson, S. (2022). A framework for clinicians to improve the decision-making process in return to sport. *Sports Medicine - Open*, 8*(1), 52. DOI: [10.1186/s40798-022-00440-z](https://doi.org/10.1186/s40798-022-00440-z)

*Original Article***Strategic Management Model for the Implementation of Artificial Intelligence Technologies in the Prevention, Monitoring, and Rehabilitation of Elite Athletes' Injuries**

Received: 31/05/2022 - Accepted: 03/08/2022

Keyvan Moradian^{1*}*¹Department of Sport Sciences and Health, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran*Email:
kayvanmoradian@gmail.com**Abstract****Introduction:** This study aimed to develop a theoretical model for the strategic management of artificial intelligence (AI) implementation in the prevention and rehabilitation of injuries among elite athletes.**Methods:** The research employed a qualitative approach using Strauss and Corbin's systematic grounded theory methodology. Data were collected through in-depth semi-structured interviews with 16 experts, including sports medicine specialists, elite-level coaches, physiotherapists, performance analysts, and sport managers. Participants were selected through purposive and theoretical sampling, and data collection continued until theoretical saturation was achieved. Data analysis was conducted through open, axial, and selective coding.**Results:** The findings led to the identification of key concepts and categories organized within a paradigmatic model. Causal conditions included the increasing complexity of sports injuries, limitations of traditional approaches, and the expansion of bio-performance data. Contextual conditions comprised digital infrastructure, data-driven culture, and organizational readiness. Intervening conditions such as data literacy, trust in algorithms, financial constraints, and ethical considerations played moderating roles. Action/interaction strategies involved continuous biological monitoring, predictive injury analytics, and personalized rehabilitation programs. Consequences were identified at multiple levels, including injury reduction, optimization of decision-making processes, and transformation of professional roles.**Conclusion:** Selective coding resulted in the emergence of the core category: "Intelligent management of sports injuries through data-driven decision-making." The theoretical model suggests that the effectiveness of AI implementation depends on the integrated alignment of technological, human, and organizational factors. The findings provide a theoretical foundation for policy development, technological interventions, and managerial frameworks in elite sport settings.**Keywords:** Artificial Intelligence, Sports Injuries, Elite Athletes, Strategic Management, Grounded Theory, Data-Driven Decision-Making**Acknowledgement:** There is no conflict of interest