



## The Role of Demographic Factors and McGill Core Endurance Tests in Relation to Musculoskeletal Injuries among Adolescent Gymnasts

Elahe Jalali\* , Aynollah Naderi, Mohammad Hossein Rezvani

Department of Physical Education and Sport Science, Faculty of Physical Education, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran.

Received: 2025/06/02

Accepted: 2025/10/06

### Abstract

**Background and Aim:** Gymnastics is categorized as a high-risk sport concerning the incidence of musculoskeletal injuries. Core muscles play a fundamental role in providing trunk stability and controlling athletic movements. This study aimed to investigate the prevalence of injuries among adolescent gymnasts and evaluate the efficacy of the McGill Core Endurance Tests as potential predictors of injury risk.

**Methods:** This case-control study was conducted in 2024 (1403) on 273 adolescent gymnasts recruited from Mashhad, Yazd, and Shahrood. Participants were selected using convenience sampling. Data collection tools included a researcher-made questionnaire (covering demographic information, training history, and injury history) and the McGill Core Endurance Test battery. Data were analyzed using Independent Samples T-test, Chi-square test, and Binary Logistic Regression in SPSS version 27, with the significance level set at  $p < 0.05$ . The study protocol was approved by the Ethics Committee of Shahrood University of Technology under the ethical code IR.SHAHROODUT.REC.1403.035.

**Results:** Overall, 9.13% of participants reported an injury, with the highest prevalence in the ankle (31.7%), wrist (19.5%), and knee (13%). The Independent Samples T-test revealed significant associations between injury occurrence and age ( $p = 0.001$ ), height ( $p = 0.001$ ), weight ( $p = 0.001$ ), and training history ( $p = 0.001$ ). Performance in the Right ( $p = 0.02$ ) and Left Side Plank ( $p = 0.04$ ) tests also showed significant associations with injury, while Trunk Flexor ( $p = 0.40$ ) and Trunk Extensor ( $p = 0.60$ ) tests did not. In the final logistic regression model, only age remained a significant independent predictor of injury ( $p < 0.01$ ).

**Conclusion:** The study findings suggest that age and certain physical characteristics play a vital role in predicting sports injuries in gymnasts. Incorporating these demographic factors alongside functional performance tests, such as the Side Plank, can be utilized as an effective approach for screening and injury prevention strategies in the gymnastic population.


**Keywords:** Athletic Injuries; Gymnastics; Musculoskeletal Disorders; Functional Performance; Adolescent

### Please cite this article as:

Jalali E\*, Naderi A, Rezvani MH. The Role of Demographic Factors and McGill Core Endurance Tests in Relation to Musculoskeletal Injuries among Adolescent Gymnasts. *Irtiqa Imini Pishgiri Masdumiyat* .2024;12(4):221-233. <https://doi.org/10.22037/iipm.v11i3.48583>

\* Corresponding Author: [elahe.jalali@shahroodut.ac.ir](mailto:elahe.jalali@shahroodut.ac.ir)

## نقش عوامل دموگرافیک و آزمون‌های استقامت مرکزی مک‌گیل در ارتباط با آسیب‌های اسکلتی-عضلانی ژیمناست‌های نوجوان

الهه جلالی\* , عین اله نادری، محمدحسین رضوانی

گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت‌بدنی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۱۲

### چکیده

**سابقه و هدف:** ژیمناستیک یکی از ورزش‌های پرخطر از نظر بروز آسیب‌های اسکلتی-عضلانی محسوب می‌شود. عضلات مرکزی نقش اساسی در ایجاد ثبات تنه و کنترل حرکات ورزشی دارند. پژوهش حاضر باهدف بررسی شیوع آسیب‌ها در ژیمناست‌ها و ارزیابی کارآمدی آزمون‌های استقامت عضلات مرکزی مک‌گیل به‌عنوان شاخصی برای پیش‌بینی خطر آسیب انجام شد.

**روش کار:** این مطالعه مورد-شاهدی گذشته‌نگر در سال ۱۴۰۳ بر روی ۲۷۳ ژیمناست نوجوان در شهرهای مشهد، یزد و شاهرود انجام گرفت. نمونه‌ها به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند؛ این روش با وجود سهولت اجرا، تعمیم‌پذیری نتایج را محدود می‌کند. ابزار جمع‌آوری داده‌ها شامل پرسش‌نامه محقق‌ساخته (اطلاعات دموگرافیک، سابقه تمرینی و آسیب‌دیدگی) و آزمون‌های استقامت عضلات مرکزی مک‌گیل بود که روایی و پایایی آن‌ها در مطالعات پیشین گزارش و تأیید شده است. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷ و آزمون تی مستقل، آزمون خی دو و رگرسیون لجستیک در سطح معناداری ۰/۰۵ تحلیل شدند.

**یافته‌ها:** در مجموع ۱۳/۹ درصد از شرکت‌کنندگان دچار آسیب‌دیدگی بودند و بیشترین شیوع آسیب در نواحی مچ پا (۳۱/۷٪)، مچ دست (۱۹/۵٪) و زانو (۱۳٪) مشاهده شد. آزمون تی مستقل نشان داد که متغیرهای سن ( $p=0.001/0$ )، قد ( $p=0.001$ )، وزن ( $p=0.001$ ) و سابقه ورزشی ( $p=0.001$ ) با بروز آسیب ارتباط معنادار داشتند. همچنین، نتایج آزمون پلانک جانبی راست ( $p=0.02$ ) و چپ ( $p=0.04$ ) با آسیب‌دیدگی ارتباط معنادار داشتند؛ اما آزمون‌های خم‌کننده تنه ( $p=0.40$ ) و بازکننده ستون فقرات ( $p=0.60$ ) چنین ارتباطی را نشان ندادند. در مدل نهایی رگرسیون لجستیک، تنها متغیر سن به‌عنوان پیش‌بینی‌کننده مستقل باقی ماند ( $p<0.01$ ).

**نتیجه‌گیری:** یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که سن و برخی ویژگی‌های جسمانی نقش مهمی در پیش‌بینی آسیب‌های ورزشی ژیمناست‌ها دارند. به‌کارگیری این عوامل در کنار آزمون‌های عملکردی مانند پلانک جانبی می‌تواند به‌عنوان رویکردی مؤثر در غربالگری و پیشگیری از آسیب در ژیمناست‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

**واژگان کلیدی:** آسیب‌های ورزشی، ژیمناستیک، اختلالات اسکلتی-عضلانی، آزمون‌های عملکردی، نوجوانان

به این مقاله، به صورت زیر استناد کنید:

Jalali E\*, Naderi A, Rezvani MH. The Role of Demographic Factors and McGill Core Endurance Tests in Relation to Musculoskeletal Injuries among Adolescent Gymnasts. *Irtiqa Imini Pishgiri Masdumiyat*. 2024;12(4):221-233. <https://doi.org/10.22037/iipm.v11i3.48583>

\* نویسنده مسئول مکاتبات: [elahe.jalali@shahroodut.ac.ir](mailto:elahe.jalali@shahroodut.ac.ir)

## مقدمه

ژیمناستیک یکی از ورزش‌های پایه، پویا و پرتحرک به‌شمار می‌رود که نقش چشم‌گیری در رشد مهارت‌های حرکتی و ارتقاء عملکرد جسمانی ایفا می‌کند (۱) ژیمناستیک با تلفیقی از قدرت، انعطاف‌پذیری، تعادل، هماهنگی، چابکی و تمرکز ذهنی، نیازمند انضباط بدنی و روانی بالایی است (۲). فدراسیون بین‌المللی ژیمناستیک<sup>۱</sup>، شش شاخه‌ی رسمی شامل ژیمناستیک هنری، ریتمیک، ترامپولین، آکروباتیک، ایروبیک و پارکور را تعریف کرده است (۳).

با وجود مزایای متعدد جسمانی و روانی، ژیمناستیک در زمره‌ی ورزش‌های پرخطر از نظر آسیب‌های اسکلتی-عضلانی قرار دارد. میزان آسیب‌های گزارش‌شده در این ورزش، بین ۱/۴ تا ۸/۵ مورد در هر ۱۰۰۰ ساعت تمرین متغیر است (۴). در ژیمناستیک، شایع‌ترین نواحی آسیب‌پذیر شامل ستون فقرات کمری، زانو و مچ دست هستند و بیشترین نرخ بروز آسیب در مردان ۸/۷۸ و در زنان ۹/۳۷ به ازای هر ۱۰۰۰ مواجهه ورزشی گزارش شده است. (۵، ۶). همچنین، حدود ۷۶ درصد از ژیمناست‌ها طی سه سال حداقل یک آسیب را تجربه می‌کنند که اغلب منجر به کاهش تمرین یا وقفه در فعالیت ورزشی می‌شود (۷). این آمارها، لزوم شناسایی دقیق عوامل خطر در این گروه از ورزشکاران را مشخص می‌سازد.

در این میان، یکی از عوامل مؤثر در کاهش آسیب‌پذیری ژیمناست‌ها، عملکرد مناسب عضلات مرکزی بدن است. ضعف این عضلات می‌تواند موجب ناپایداری ستون فقرات و افزایش فشار بر مفاصل شده و خطر کمردرد یا آسیب اندام تحتانی را افزایش دهد (۸، ۹). شیوع بالای کمردرد در ژیمناست‌ها (۲۵ تا ۸۵ درصد) و بارهای مکانیکی شدید ناشی از پرش و فرود، اهمیت تقویت عضلات مرکزی را دوچندان می‌سازد (۱۰، ۱۱). این عضلات با ایجاد ثبات تنه و هماهنگی میان اندام‌ها، علاوه بر بهبود اجرای فنی، احتمال بروز آسیب ناشی از توزیع نامناسب نیرو را کاهش می‌دهند (۴، ۱۲).

همچنین مطابق با مدل توالی پیشگیری از آسیب ون میشلن، اولین مرحله در طراحی مداخلات پیشگیرانه، شناسایی میزان بروز و عوامل خطر مرتبط با آسیب است (۱۳، ۱۴). در این میان، عوامل دموگرافیک نظیر سن، قد، وزن و سابقه تمرینی اهمیت ویژه‌ای دارند. تغییرات

هورمونی و رشدی دوران نوجوانی و بار تجمعی تمرینات می‌توانند آسیب‌پذیری را افزایش دهند (۱۵، ۱۶).

آزمون‌های عملکردی ابزاری معتبر برای غربالگری ورزشکاران در معرض خطر محسوب می‌شوند. در این میان، آزمون‌های استقامت مرکزی مک‌گیل به‌عنوان شاخصی معتبر برای سنجش استقامت ایزومتریک عضلات مرکزی مطرح هستند و با ارزیابی خم شدن به جلو، خم شدن جانبی و استقامت عضلات بازکننده ستون فقرات، اطلاعات ارزشمندی درباره ثبات و عملکرد تنه فراهم می‌کنند (۱۷-۱۹). ضعف در این آزمون‌ها با افزایش آسیب‌های غیرتماسی در ورزش‌های پرفشار مانند ژیمناستیک مرتبط است (۲۰). بنابراین، بهبود عملکرد عضلات مرکزی از طریق تمرینات هدفمند رویکردی مؤثر برای کاهش آسیب‌های شایع این رشته محسوب می‌شود (۲۱). (۲۲) و شواهد نشان می‌دهد که تقویت عضلات به‌ویژه در ناحیه کمری-لگنی می‌تواند خطر آسیب‌های اسکلتی-عضلانی را کاهش دهد (۲۳، ۲۴).

مطالعات متعددی به بررسی ارتباط ضعف عضلات مرکزی و آسیب پرداخته‌اند؛ برای مثال، عبدالرئوف و همکاران (۲۰۱۶) ارتباط معناداری بین ضعف در استقامت عضلات مرکزی و شیوع کمردرد غیراختصاصی در ورزشکاران دانشگاهی گزارش کردند (۲۵). همچنین استبان و همکاران (۲۰۲۱) و دورال و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که برنامه‌های تقویتی عضلات مرکزی، موجب بهبود ویژگی‌های فیزیکی و کاهش کمردرد در ژیمناست‌ها می‌شود (۲۶، ۲۷). افزون بر این، مطالعات ارتباط معناداری بین نتایج غربالگری حرکات عملکردی (FMS) و استقامت عضلات مرکزی گزارش کردند (۲۸، ۳۰). با این حال، شواهد محدودی به بررسی هم‌زمان عوامل دموگرافیک و هر سه زیرآزمون مک‌گیل (به‌ویژه پلانک جانبی) به عنوان پیش‌بینی‌کننده‌های مستقل خطر آسیب در ژیمناست‌های نوجوان ایرانی پرداخته‌اند که نشان‌دهنده شکاف دانش موجود است.

بر اساس شکاف‌های دانش موجود در ادبیات پژوهش، مطالعه حاضر سه هدف اصلی را دنبال می‌کند: بررسی شیوع و الگوی آسیب‌های اسکلتی-عضلانی در ژیمناست‌های نوجوان ایرانی، ارزیابی نقش عوامل دموگرافیک (سن، قد، وزن و سابقه تمرینی) در بروز آسیب، و

<sup>1</sup> - FEDERATION INTERNATIONALE DE GYMNASTIQUE

آزمون‌های استقامت مرکزی مک‌گیل: شامل آزمون خم‌کننده قدامی تنه، بازکننده خلفی و پلانک جانبی راست و چپ. مدت‌زمان حفظ وضعیت‌ها به‌عنوان شاخص استقامت ثبت شد.

در مرحله نخست این مطالعه، طرح تحقیق در دانشکده تربیت‌بدنی دانشگاه صنعتی شاهرود مطرح و پس از بررسی توسط اعضای هیئت‌علمی گروه و تأیید نهایی، جهت بررسی ملاحظات اخلاقی به کمیته اخلاق در پژوهش‌های زیست‌پزشکی دانشگاه ارسال شد و کد اخلاق به شماره IR.SHAHROODUT.REC.1403.035 برای آن صادر گردید. پس از دریافت مجوزهای لازم، هماهنگی‌های لازم با مربیان تیم‌های ژیمناستیک در شهرهای مشهد، یزد و شاهرود انجام شد و محقق با مراجعه حضوری به باشگاه‌ها، هدف از انجام پژوهش و نحوه اجرای آن را برای والدین و ورزشکاران توضیح داد. پس از آگاهی کامل آزمودنی‌ها (و در صورت نیاز، والدین آن‌ها) از مفاد پژوهش، فرم رضایت‌نامه آگاهانه جهت امضا در اختیار آن‌ها قرار گرفت و تنها افرادی که رضایت‌نامه را امضا کرده بودند، در مطالعه شرکت داده شدند.

پس از طی این مراحل، پرسش‌نامه‌ای شامل اطلاعات فردی (شامل جنسیت، سن، قد، وزن و محل سکونت)، نیمرخ تمرینی (مدت‌زمان تمرین منظم ژیمناستیک، شرکت در سایر رشته‌های ورزشی، تعداد جلسات تمرینی در هفته و مدت‌زمان متوسط هر جلسه) و سابقه آسیب‌های ورزشی ژیمناستیک در اختیار آزمودنی‌ها قرار گرفت و توسط محقق از طریق مصاحبه حضوری و ثبت کتبی اطلاعات تکمیل شد.

### ویژگی‌های فردی، نیمرخ تمرینی و سابقه آسیب‌های ورزشی

برای جمع‌آوری اطلاعات مربوط به ویژگی‌های فردی، نیمرخ تمرینی و سابقه آسیب‌های ورزشی از یک پرسش‌نامه محقق ساخته استفاده شد که شامل ۱۰ سؤال درباره اطلاعات جمعیت‌شناختی و تمرینی و یک سؤال درباره آسیب‌دیدگی است. در بخش سابقه آسیب، آزمودنی‌ها باید گزارش می‌دادند که آیا طی ۶ ماه گذشته دچار آسیب ورزشی ناشی از تمرین یا اجرای حرکات ژیمناستیک شده‌اند یا خیر. اطلاعات گردآوری‌شده به‌عنوان بخشی از متغیرهای پژوهش جهت تحلیل و تفسیر داده‌ها مورداستفاده قرار گرفت.

تعیین متغیرهای دموگرافیک و نتایج آزمون‌های استقامت مرکزی مک‌گیل به‌عنوان پیش‌بینی‌کننده‌های مستقل خطر آسیب. بر اساس اهداف فوق، فرضیه اصلی این پژوهش مطرح می‌شود: بین عوامل دموگرافیک (مانند سن و سابقه تمرین) و عملکرد ضعیف در آزمون‌های استقامت مرکزی مک‌گیل (به‌ویژه پلانک جانبی) با خطر بروز آسیب‌های اسکلتی-عضلانی در ژیمناست‌های نوجوان رابطه‌ای معنادار و مستقل وجود دارد.

## مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع مطالعات مورد-شاهدی بود که در نیمه دوم سال ۱۴۰۳ در سه شهر مشهد، یزد و شاهرود انجام شد. جامعه آماری پژوهش را کلیه ژیمناست‌های دختر و پسر فعال در این سه شهر تشکیل می‌دادند. نمونه آماری پژوهش شامل ۲۷۳ ژیمناست (۱۲۹ دختر و ۱۴۴ پسر) با دامنه سنی ۸ تا ۱۸ سال بود که به روش در دسترس و بر اساس معیارهای ورود و خروج انتخاب شدند.

معیارهای ورود به پژوهش شامل: دامنه سنی ۸ تا ۱۸ سال، سابقه حداقل یک سال شرکت در تمرینات ژیمناستیک، مشارکت منظم در تمرینات (حداقل سه جلسه در هفته معادل ۱۸۰ دقیقه در هفته)، برخورداری از سلامت عمومی مناسب بر اساس پرسش‌نامه آمادگی برای فعالیت بدنی<sup>۲</sup>، امضای فرم رضایت‌نامه آگاهانه و موافقت با شرکت در تحقیق، عدم آسیب‌دیدگی جدی یا درد ناحیه‌ای در زمان ورود به مطالعه، و عدم مشارکت در برنامه‌های درمانی یا توان‌بخشی فعال بود. برای بانوان، دوره عادت ماهیانه از تمرینات منظم مستثنا در نظر گرفته شد.

معیارهای خروج از پژوهش شامل: مشارکت در پژوهش‌های دیگر که ممکن بود بر نتایج این تحقیق تأثیر بگذارد، سابقه جراحی ترمیمی یا تعویض مفصل، عدم پیروی از دستورالعمل‌های پژوهش، عدم تمایل به ثبت اطلاعات ورزشی، مشارکت کمتر از ۸۰ درصد در تمرینات در طول مدت مطالعه، و عدم تکمیل کامل پرسش‌نامه‌ها بود.

### ابزار گردآوری داده‌ها

پرسش‌نامه محقق ساخته: شامل اطلاعات دموگرافیک، پروفایل تمرینی (مدت و تعداد جلسات تمرین، سابقه ورزشی، مشارکت در سایر رشته‌ها) و سابقه آسیب‌های ورزشی طی ۶ ماه گذشته.

<sup>2</sup> - Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q)

## آزمون ثبات مرکزی مک گیل

آزمون‌های مک‌گیل از پایایی درون‌سنجی و بین‌سنجی مطلوبی برخوردارند (ضریب همبستگی درون‌طبقه‌ای بیش از ۸۰/۰ گزارش شد) و می‌توانند به‌عنوان ابزارهای معتبر در ارزیابی استقامت عضلات مرکزی مورد استفاده قرار گیرند. همچنین، نتایج حاکی از آن بود که این آزمون‌ها از روایی همگرایی مناسبی برخوردارند و توانستند ارتباط معناداری با شاخص‌های عملکردی و شدت علائم کمردرد نشان دهند. بر این اساس، آزمون‌های استقامت عضلات مرکزی مک‌گیل به‌عنوان ابزارهای معتبر و پایا در محیط‌های پژوهشی و بالینی برای ارزیابی استقامت عضلات تنه قابل استفاده هستند (۳۱).



در آزمون اول، شرکت‌کننده در وضعیت نشسته با زاویه ۶۰ درجه نسبت به سطح افقی قرار می‌گیرد، درحالی‌که زانوها خم و پاها ثابت هستند. شرکت‌کننده باید بدون کمک دست‌ها این وضعیت را تا حد امکان حفظ کند. در آزمون دوم، فرد به‌صورت خوابیده روی سطح افقی قرار گرفته و با ثابت‌بودن پاها، باید قسمت فوقانی تنه را از سطح جدا کرده و در حالت تعلیق نگه دارد. در آزمون سوم، شرکت‌کننده در موقعیت پلانک جانبی قرار می‌گیرد؛ یک ساعد و لبه خارجی یک پا روی زمین قرار دارد و بدن در راستای مستقیم حفظ می‌شود. مدت‌زمان حفظ هر وضعیت به‌عنوان شاخصی از استقامت عضلات مرکزی ثبت می‌شود.

برای پایش دقیق‌تر عملکرد، آزمون‌ها در حضور یک ارزیاب ماهر انجام شده و داده‌های مربوط به مدت‌زمان حفظ هر وضعیت ثبت می‌گردد. ارزیابی توسط یک نفر انجام می‌شود تا از بروز خطای بین ارزیاب جلوگیری شود. مراحل اجرای آزمون تمامی ورزشکاران با استفاده از دوربین ضبط شد و تحلیل داده‌ها از طریق مشاهده ویدئویی انجام گرفت تا دقت و صحت ثبت عملکرد عضلات مرکزی و حرکات ورزشی تضمین شود. شرکت‌کنندگان موظف‌اند از شورت ورزشی یا لباس‌هایی استفاده کنند که وضعیت قرارگیری بدن به‌وضوح مشخص باشد. همچنین تحلیل‌های تکمیلی برای بررسی میزان استقامت هر یک از نواحی عضلات مرکزی، به تفکیک قدامی، خلفی و جانبی، صورت می‌گیرد.

برای ارزیابی ویژگی‌های روایی سنجی آزمون‌های استقامت عضلات مرکزی مک‌گیل، به پژوهش دکرز و همکاران (۲۰۲۵) استناد شد. این پژوهش با هدف بررسی روایی و پایایی آزمون‌های قدرت و استقامت تنه در ورزشکاران مبتلا به کمردرد انجام شد. یافته‌ها نشان دادند که

برای ارزیابی ویژگی‌های روایی سنجی آزمون‌های استقامت عضلات مرکزی مک‌گیل، به پژوهش دکرز و همکاران (۲۰۲۵) استناد شد. این پژوهش با هدف بررسی روایی و پایایی آزمون‌های قدرت و استقامت تنه در ورزشکاران مبتلا به کمردرد انجام شد. یافته‌ها نشان دادند که

## تجزیه و تحلیل آماری

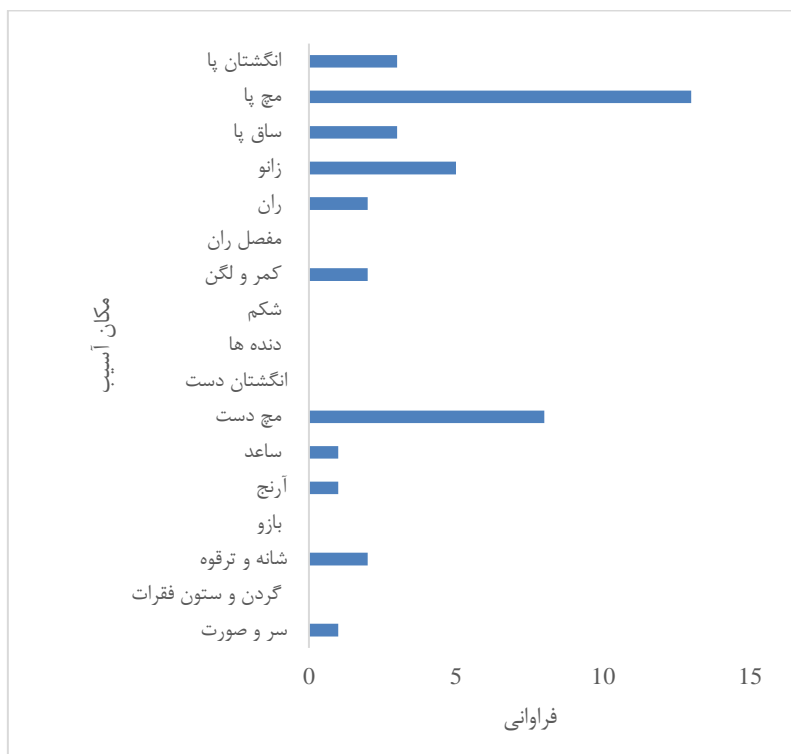
جهت تجزیه و تحلیل داده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷ استفاده شد. برای توصیف داده‌ها از روش‌های آماری توصیفی همچون میانگین، انحراف استاندارد، فراوانی و درصد فراوانی استفاده شد. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کلموگروف اسمیرنوف استفاده شد. برای مقایسه متغیرهای تحقیق بین دو گروه با سابقه آسیب و بدون سابقه آسیب نیز از آزمون‌ها t مستقل و خی دو استفاده شد. جهت بررسی ظرفیت پیش بینی خطر وقوع آسیب توسط متغیرهای تحقیق ابتدا تک تک متغیرهای تحقیق توسط آزمون رگرسیون تک متغیرها مورد بررسی قرار گرفتند. سپس تمامی متغیرها به صورت همزمان وارد مدل شده توسط آزمون رگرسیون لجستیک چند متغیره stepwise با

تماس مکرر کف دست با زمین یا ابزار در حین اجرای حرکات تعادلی و قدرتی بوده است. زنان با ۱۳٪ و سایر نواحی نظیر ران، کمر، لگن، شانه، ترقوه، انگشتان پا و ساق پا، هر کدام با فراوانی‌های بین ۲/۵٪ تا ۷/۷٪، در رده‌های بعدی قرار گرفتند (نمودار ۱). در مقابل، آسیب‌های نادر یا عدم آسیب‌دیدگی در نواحی‌ای همچون گردن، ستون فقرات، شکم، دنده‌ها، بازو، مفصل ران و انگشتان دست مشاهده شد. به‌طور کلی، بیش از ۶۰٪ از آسیب‌ها در سه ناحیه اصلی مچ پا، مچ دست و زانو متمرکز بوده‌اند؛ امری که اهمیت تمرکز مداخلات پیشگیرانه، غربالگری‌های عملکردی و برنامه‌های تقویتی هدفمند را در این نواحی برای کاهش بروز آسیب در آینده برجسته می‌سازد.

روش backward elimination مورد بررسی قرار گرفتند. سطح معنی‌داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

## یافته‌ها

در این پژوهش، از میان ۲۷۳ شرکت‌کننده، ۳۸ نفر (معادل ۱۳/۹٪) مجموعاً ۴۱ مورد آسیب ورزشی را گزارش کردند. تحلیل توزیع این آسیب‌ها نشان داد که ناحیه مچ پا با ۱۳ مورد (۳۱/۷٪) بیشترین میزان آسیب را به خود اختصاص داده است؛ یافته‌ای که با ماهیت حرکات پرشی و فرودهای مکرر در ژیمناستیک، و تأثیر نیروهای فشاری، کششی و پیچشی بر این ناحیه همخوانی دارد. پس از آن، مچ دست با ۸ مورد آسیب (۱۹/۵٪) در رتبه دوم قرار گرفت که احتمالاً به دلیل



نمودار ۱. جدول توزیع فراوانی آسیب‌ها بر اساس ناحیه آسیب‌دیده در ژیمناست‌های نوجوان

جدول ۱- نتایج آزمون تی مستقل و خی دو برای مقایسه متغیرهای تحقیق بین ژیمناست‌های با و بدون سابقه آسیب

متغیرها	کل (n=)	بدون آسیب ورزشی (n=)	باسابقه آسیب ورزشی (n=)	t	p-value
جنسیت (%) n	مرد ۱۴۳(۵۲/۴)	۱۲۳(۵۲/۳)	۲۰(۵۲/۶)	۰/۰۰۱	۱
	زن ۱۳۰(۴۷/۶)	۱۱۲(۴۷/۷)	۱۸(۴۷/۴)		
سن (سال)	۱۰/۹±۲/۸	۱۰/۶±۲/۶	۱۳/۱±۳/۲	۵/۴	<۰/۰۰۱
قد (سانتی‌متر)	۱۴۰/۵±۱۵/۵	۱۳۸/۹±۱۴/۷	۱۵۰/۶±۱۶/۴	۴/۵	<۰/۰۰۱
وزن (کیلوگرم)	۳۴/۷±۱۱/۹	۳۳/۳±۱۱/۱	۴۳/۵±۱۳/۱	۵/۱	<۰/۰۰۱

## ادامه جدول ۱- نتایج آزمون تی مستقل ...

متغیرها	کل (n=)	بدون آسیب ورزشی (n=)	باسابقه آسیب ورزشی (n=)	t	p-value
سابقه ورزشی	۳۸/۵±۳۳	۳۵/۲±۲۹/۲	۵۸/۵±۴۶/۳	۴/۱	<۰/۰۰۱
دیگر فعالیت‌های ورزشی	بله	۳۵(۱۲/۸)	۵(۱۳/۲)	۰/۰۰۴	۰/۹۵
	خیر	۲۳۸(۸۷/۲)	۲۰۵(۸۷/۲)		
جلسه در هفته	۳/۲±۰/۰۵	۳	۳	-۰/۱۸۶	۰/۹۳
خم کننده تنه	۲۱۶/۳±۲۲۳/۲	۲۱۱/۱±۲۱۷/۵	۲۴۳±۲۵۷/۲	۰/۱۸	۰/۴
بازکننده ستون فقرات	۸۴/۹±۴۹/۲	۸۴/۳±۵۰/۵	۸۸/۵±۴۰/۳	۰/۵	۰/۶
پلانک راست	۵۵/۴±۳۲/۵	۵۳/۶±۳۲	۶۶/۸±۳۳/۸	۲/۳	۰/۰۲
پلانک چپ	۵۴/۳±۳۲/۶	۵۲/۵±۳۱/۷	۶۵/۶±۳۶	۲/۱	۰/۰۴

و سابقه ورزشی در گروه آسیب‌دیده به طور معناداری بیشتر از گروه بدون آسیب بود ( $P < 0.01$ ) در مقابل، جنسیت و تعداد جلسات تمرینی هفتگی ارتباط معناداری با بروز آسیب نداشتند. در بررسی آزمون‌های استقامت عضلات مرکزی، نتایج نشان داد که تنها پلانک راست و چپ بین دو گروه تفاوت معناداری داشتند (به ترتیب  $p = 0.02$  و  $p = 0.04$ )، در حالی که آزمون‌های خم‌کننده تنه و بازکننده ستون فقرات فاقد ارتباط معنادار با سابقه آسیب بودند (جدول ۱).

در این پژوهش، از میان ۲۷۳ ژیمناست نوجوان، تعداد ۳۸ نفر (معادل ۱۳/۹ درصد) دست‌کم یک آسیب ورزشی را گزارش کردند. بیشترین شیوع آسیب مربوط به میچ پا (۳۱/۷ درصد)، میچ دست (۱۹/۵ درصد) و زانو (۱۳ درصد) بود که در مجموع بیش از ۶۰ درصد کل آسیب‌ها را تشکیل دادند. این الگو بیانگر فشارهای مکرر و حرکات پرشی در ژیمناستیک است که این نواحی را در معرض بیشترین آسیب قرار می‌دهد. مقایسه متغیرهای فردی نشان داد که میانگین سن، قد، وزن

## جدول ۲- نتایج آزمون رگرسیون لجستیک برای پیش‌بینی خطر آسیب توسط متغیرهای تحقیق در ژیمناست‌ها

متغیرها	Odd ratio (95%ci)	p-value
جنسیت (n(%))	مرد	۰/۹۷
	زن	۱/۰۲(۰/۵ - ۲/۰۱)
سن (سال)	۱/۳۳(۱/۱۸ - ۱/۵)	<۰/۰۰۱
قد (سانتی‌متر)	۱/۰۵(۱/۰۲ - ۱/۰۷)	<۰/۰۰۱
وزن (کیلوگرم)	۱/۰۶(۱/۰۴ - ۱/۰۹)	<۰/۰۰۱
سابقه ورزشی	۱/۰۲(۱/۰۱ - ۱/۰۳)	<۰/۰۰۱
دیگر فعالیت‌های ورزشی	بله	۰/۹۷(۰/۳۵ - ۲/۶۷)
	خیر	
جلسه در هفته	۱/۲۳(۰/۸۷ - ۱/۷۴)	۰/۲۳
خم کننده تنه	۱/۰۰۱(۰/۹۹۹ - ۱/۰۰۲)	۰/۴۳
بازکننده ستون فقرات	۱/۰۰۲(۰/۹۹۵ - ۱/۰۰۸)	۰/۶۲
پلانک راست	۱/۰۱(۱ - ۱/۰۲)	۰/۰۲
پلانک چپ	۱/۰۱(۱ - ۱/۰۲)	۰/۰۲

کیلوگرم افزایش وزن با ۶ درصد ( $p < 0.001$ )،  $OR = 1.06$  و هر ماه افزایش سابقه ورزشی با ۲ درصد افزایش خطر آسیب همراه بود ( $p < 0.001$ )،  $OR = 1.02$ ،  $CI_{95\%} : 1.01 - 1.03$ ، علاوه بر این، عملکرد ضعیف‌تر در آزمون پلانک جانبی راست و چپ

مدل رگرسیون لجستیک چندمتغیره نشان داد که با هر سال افزایش سن، احتمال آسیب حدود ۳۳ درصد بیشتر می‌شود ( $p = 0.001$ )،  $OR = 1.05$ ،  $CI_{95\%} : 1.01 - 1.09$ ، همچنین، هر سانتی‌متر افزایش قد با ۵ درصد ( $p < 0.001$ )،  $OR = 1.05$ ،  $CI_{95\%} : 1.02 - 1.07$ ، هر

در زمینه استقامت عضلات مرکزی نیز نتایج نشان داد میانگین نمرات آزمون‌های استقامت تنه و ستون فقرات تفاوت معناداری بین دو گروه ایجاد نکرد و برخلاف فرض اولیه، زمان نگهداری وضعیت پلانک جانبی در گروه آسیب‌دیده حتی بالاتر بود. این نتیجه بیانگر آن است که استقامت عضلات مرکزی به‌تنهایی نقش محافظتی در پیشگیری از آسیب ندارد و نمی‌تواند به‌عنوان شاخص مستقل پیش‌بینی‌کننده معتبر در نظر گرفته شود (۲۰، ۳۹، ۴۰).

در مجموع، یافته‌های پژوهش حاضر بر ضرورت نگرش چندبعدی به عوامل خطر آسیب در ورزشکاران تأکید دارند. اگرچه برخی ویژگی‌های فردی و سابقه ورزشی می‌توانند در افزایش احتمال آسیب مؤثر باشند، اما هیچ‌یک از شاخص‌ها به‌جز سن، قدرت پیش‌بینی بالایی نداشتند. بنابراین، کاهش خطر آسیب مستلزم رویکردی جامع است که در آن مدیریت بار تمرینی، بهبود تکنیک اجرا، ارتقای کیفیت ریکاوری و توجه به شرایط فردی به‌طور همزمان مدنظر قرار گیرد. در این میان، هرچند استقامت عضلات مرکزی یکی از مؤلفه‌های کلیدی آمادگی جسمانی محسوب می‌شود، اما به‌تنهایی معیار دقیقی برای پیش‌بینی آسیب نیست؛ از این رو باید عواملی نظیر شدت و توزیع بار تمرینی، کیفیت اجرای حرکات و فرآیند ریکاوری نیز به‌صورت هم‌زمان مورد ارزیابی قرار گیرند تا امکان دستیابی به رویکردی جامع و مؤثر در پیشگیری از آسیب‌های ورزشی فراهم شود.

#### محدودیت‌های مطالعه

از محدودیت‌های اصلی این پژوهش می‌توان به چهار مورد اشاره کرد. نخست، داده‌های مربوط به آسیب‌ها بر اساس خوداظهاری شرکت‌کنندگان جمع‌آوری شد که می‌تواند با سوگیری یادآور همراه باشد، به‌ویژه در آسیب‌های خفیف یا مواردی که نیاز به مراجعه پزشکی نداشتند و در نتیجه احتمال کاهش دقت و کم‌برآوردی شیوع آسیب وجود دارد (۴۱). دوم، به دلیل گستردگی جامعه نمونه در سه شهر مختلف، کنترل دقیق عواملی چون شدت تمرین، تغذیه و کیفیت خواب امکان‌پذیر نبود (۴۲) و این متغیرها می‌توانند به‌عنوان عوامل مخدوش‌کننده بر شدت آسیب‌ها و روابط بین متغیرها اثر بگذارند. سوم، شاخص توده بدنی (BMI) به دلیل خطر هم‌خطی آماری میان قد و وزن و محدودیت‌های تفسیر آن در جمعیت نوجوان وارد مدل رگرسیون نشد؛ در حالی که استفاده از BMI z-score بر اساس معیارهای معتبر مانند WHO یا CDC می‌تواند در مطالعات آینده

نیز احتمال آسیب را افزایش داد ( $p=0/02$ ،  $1/02$ ،  $OR=1/01$ ). در مقابل، جنسیت، تعداد جلسات تمرینی هفتگی و آزمون خم‌کننده و بازکننده ستون فقرات ارتباط معناداری با بروز آسیب نداشتند. در مجموع، یافته‌ها نشان دادند که سن، قد، وزن، سابقه ورزشی و عملکرد در پلانک جانبی از عوامل مؤثر بر خطر آسیب ژیمناست‌ها هستند، اما در مدل نهایی تنها سن به‌عنوان پیش‌بینی‌کننده مستقل باقی ماند؛ به این معنا که ژیمناست‌های بزرگ‌تر نسبت به هم‌تایان جوان‌تر خود به‌طور معناداری بیشتر در معرض آسیب قرار داشتند (جدول ۲).

#### بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که نواحی مچ پا، مچ دست و زانو بیشترین میزان شیوع آسیب‌های ورزشی را در میان ژیمناست‌ها داشتند، به‌گونه‌ای که بیش از ۶۰٪ از کل آسیب‌ها در این سه ناحیه متمرکز بودند. این الگو با ماهیت حرکات تکراری، فرودهای پرنتش و استفاده مداوم از اندام‌های تحتانی و فوقانی در ژیمناستیک هم‌راستا است. یافته‌های مطالعه حاضر با نتایج پژوهش‌های پیشین نیز همسو بود، به‌ویژه در مورد آسیب‌پذیری بالای مچ پا و زانو که در مطالعات متعدد به‌عنوان نواحی پرخطر گزارش شده‌اند (۳۲-۳۴).

تحلیل داده‌ها نشان داد ویژگی‌های فردی مانند سن، قد، وزن و سابقه ورزشی در ژیمناست‌های آسیب‌دیده بالاتر از گروه بدون آسیب بود. در این میان، افزایش سن بیشترین نقش را در پیش‌بینی بروز آسیب داشت و خطر آسیب با افزایش قد و وزن نیز روندی صعودی نشان داد. این یافته با برخی مطالعات پیشین هم‌راستا است که ویژگی‌های فردی را در افزایش احتمال آسیب مؤثر دانسته‌اند (۷، ۳۵، ۳۶). هرچند گزارش‌های متناقضی در خصوص نقش قد و وزن وجود دارد که احتمالاً ناشی از تفاوت در روش‌شناسی پژوهش‌ها و کنترل ناکافی متغیرهای مداخله‌گر است (۷، ۳۵)، از این رو نمی‌توان این متغیرها را به‌طور قطعی به‌عنوان عوامل پیش‌بینی‌کننده مستقل تلقی کرد.

از سوی دیگر، نتایج نشان داد سابقه ورزشی طولانی‌تر با افزایش احتمال بروز آسیب ارتباط دارد؛ موضوعی که می‌تواند ناشی از مواجهه طولانی‌مدت با بار تمرینی بالا، اجرای حرکات پیچیده‌تر و قرارگیری مکرر در معرض فشارهای مکانیکی باشد (۳۲، ۳۷، ۳۸). این یافته، هم‌راستا با مطالعات گذشته، بر اهمیت مدیریت حجم و شدت تمرین در ورزشکاران با سابقه تمرینی بالا تأکید دارد.

غربالگری دوره‌ای هر سه ماه با آزمون‌های عملکردی و شاخص‌های آنتروپومتریک پیشنهاد می‌گردد. از سوی دیگر، طراحی برنامه‌های ریکاوری ساختاریافته ضروری است؛ به‌ویژه آموزش بهداشت خواب شامل زمان‌بندی ثابت خواب، کاهش نور آبی پیش از خواب و استفاده از تکنیک‌های آرام‌سازی. در این میان، خواب شبانه کمتر از هشت ساعت باید به‌عنوان عامل هشدار برای کاهش حجم تمرین در نظر گرفته شود. در نهایت، تمرکز بر نواحی پرخطر مانند مچ پا، مچ دست و زانو ضروری است و به‌کارگیری بانداژهای محافظ، تمرینات حس عمقی و برنامه‌های اختصاصی پیشگیری از آسیب (مانند تمرینات پایداری مچ پا و زانو) می‌تواند نقش مهمی در کاهش بروز آسیب‌ها ایفا کند.

### پیشنهاد‌های پژوهشی

پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده، به‌جای حذف شاخص توده بدنی، از مقیاس‌های استانداردشده مانند CDC یا WHO برای محاسبه BMI z-score نوجوانان استفاده و اثر آن بر خطر آسیب تحلیل شود. همچنین، به‌جای طراحی‌های گذشته‌نگر، انجام پژوهش‌های طولی و آینده‌نگر در قالب طرح‌های کوهورت با پیگیری حداقل یک‌ساله می‌تواند شواهد دقیق‌تری درباره رابطه میان بار تمرین، رشد و بروز آسیب فراهم کند. در همین راستا، بررسی اثربخشی مداخلات تمرینی خاص مانند تمرینات عصبی - عضلانی، تمرینات ثبات مرکزی پویا یا پروتکل‌های ریکاوری فعال از طریق طرح‌های کارآزمایی تصادفی کنترل‌شده (RCT) توصیه می‌شود. علاوه بر این، توجه به عوامل سبک زندگی ضروری است و لازم است از ابزارهای استاندارد مانند شاخص پیتسبورگ (PSQI) برای ارزیابی خواب، پرسش‌نامه‌های معتبر تغذیه ورزشی، و ابزارهای پوشیدنی برای پایش فعالیت و ریکاوری استفاده شود. در نهایت، استفاده از مدل‌های آماری پیشرفته‌تر نظیر مدل‌های معادلات ساختاری یا رگرسیون چندسطحی می‌تواند به تحلیل هم‌زمان و جامع‌تر اثر ترکیبی عوامل دموگرافیک، عملکردی و سبک زندگی در بروز آسیب کمک کند.

### نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان داد که سن تقویمی، به‌عنوان یک شاخص دموگرافیک، تنها متغیر پیش‌بینی‌کننده معنادار و مستقل خطر آسیب در مدل نهایی بود. به‌عبارت‌دیگر، باوجود آنکه عوامل عملکردی دیگری

دقت بیشتری به همراه داشته باشد. در نهایت، تعمیم‌پذیری نتایج محدود است زیرا نمونه پژوهش تنها شامل ژیمناست‌های نوجوان سه شهر بود و بنابراین نمی‌توان یافته‌ها را به سایر گروه‌ها مانند ژیمناست‌های حرفه‌ای یا جمعیت‌های مناطق دیگر تعمیم داد.

### نقاط قوت مطالعه

این پژوهش از چندین نقطه قوت برخوردار است که اعتبار علمی و ارزش کاربردی آن را در حوزه غربالگری آسیب در ژیمناستیک افزایش می‌دهد. نخست، حجم نمونه بالا (۲۷۳ ژیمناست دختر و پسر از سه شهر مختلف) همراه با تنوع جغرافیایی و فرهنگی، امکان تحلیل‌های آماری دقیق‌تر و افزایش اعتبار بیرونی نتایج را فراهم کرده است. دوم، پوشش سطوح مختلف مهارت (نیمه‌مبتدی، متوسط و پیشرفته) دیدی جامع‌تر نسبت به عوامل خطر در گروه‌های عملکردی متفاوت ارائه می‌دهد. سوم، طراحی گذشته‌نگر مبتنی بر داده‌های واقعی همراه با استفاده از آزمون‌های معتبر مگ‌گیل برای سنجش استقامت عضلات مرکزی، دقت و اعتبار اندازه‌گیری‌ها را تضمین کرده است. چهارم، ترکیب داده‌های دموگرافیک و تمرینی و به‌کارگیری رگرسیون لجستیک چندمتغیره، امکان شناسایی عوامل مستقل مؤثر بر آسیب را فراهم آورده و قدرت تبیین نتایج را افزایش داده است. نهایتاً، انتخاب متغیرهای قابل‌اندازه‌گیری در محیط‌های باشگاهی (مانند سن، قد، وزن، سابقه تمرینی و آزمون‌های عملکردی) باعث می‌شود یافته‌ها قابلیت کاربرد مستقیم در برنامه‌های تمرینی و مداخلات پیشگیرانه برای ژیمناست‌های نوجوان داشته باشند و پژوهش را از نظر علمی و عملی ارزشمند سازند.

### پیشنهاد‌های کاربردی

مربیان ژیمناستیک باید برنامه‌های تمرینی را بر اساس بار جمعی طراحی کنند، به‌طوری‌که بار تمرینی نوجوانان متناسب با سن تقویمی و سابقه تمرینی آنان به‌صورت تدریجی افزایش یابد. ثبت روزانه حجم و شدت تمرین می‌تواند در پیشگیری از اضافه‌بار و کنترل خستگی مؤثر باشد. علاوه بر این، اجرای پروتکل‌های تقویت عضلات مرکزی با استفاده از تمرینات پیش‌رونده و متنوع برای عضلات جانبی و کمری - لگنی، مانند انواع پلانک دینامیک، تمرینات تعادل پویا و حرکات عملکردی چندجهته، توصیه می‌شود تا استقامت ایزومتریک به توانایی عملکردی مؤثر تبدیل شود. همچنین، با توجه به نقش رشد و تغییرات رشدی در آسیب‌پذیری، پایش مستمر وضعیت جسمانی از طریق

### تضاد منافع

این پژوهش مطابق با اصول اخلاقی بیانیه هلسینکی و دستورالعمل‌های اخلاق در پژوهش‌های انسانی اجرا شده است. کلیه شرکت‌کنندگان (والدین آن‌ها در صورت نیاز) پس از دریافت اطلاعات کافی درباره اهداف و روش مطالعه، رضایت‌نامه آگاهانه را امضا نمودند. همچنین، طرح تحقیقاتی این مطالعه توسط کمیته اخلاق در پژوهش‌های زیست‌پزشکی دانشگاه صنعتی شاهرود مورد بررسی و باکد اخلاق: IR.SHAHROODUT.REC.1403.035 تأیید شده است.

### منابع مالی

این پژوهش بدون دریافت حمایت مالی از نهاد یا سازمان خاصی انجام شده است.

### نقش نویسندگان

تمامی نویسندگان در تدوین این مقاله مشارکت داشته و مسئولیت محتوای آن را می‌پذیرند. سهم دقیق هر یک از نویسندگان در مراحل پژوهش به شرح زیر است: خانم الهه جلالی در طراحی مطالعه و تعیین پروتکل‌های اجرایی، گردآوری داده‌ها و اجرای میدانی آزمون‌ها، تحلیل آماری داده‌ها و نگارش اولیه دست‌نوشته نقش اصلی را بر عهده داشتند. دکتر محمدحسین رضوانی در طراحی مفهومی پژوهش و ساختاردهی علمی مقاله مشارکت داشتند و همچنین در نگارش بخش‌هایی از مقاله و بازبینی و تأیید نهایی نسخه ارسالی نقش آفرینی نمودند. دکتر عین‌اله نادری در فرایند گردآوری داده‌ها نظارت داشتند، مسئولیت تجزیه و تحلیل، تفسیر و اعتبارسنجی نتایج آماری را بر عهده گرفتند و در بازبینی نهایی و تأیید محتوای مقاله همکاری نمودند.

نظیر نمره برخی از آزمون‌های استقامت عضلات مرکزی (مانند پلانک جانبی) نیز ممکن است در تحلیل‌های مقدماتی با بروز آسیب ارتباط نشان دهند، اما پس از کنترل سایر متغیرها، قدرت پیش‌بینی‌کنندگی خود را از دست داده و سن به طور قاطع در مدل باقی ماند.

این یافته، تأکید ویژه‌ای بر اهمیت ویژگی‌های فردی مانند سن، قد، وزن و سابقه تمرینی در ایجاد آسیب‌پذیری دارد و ضرورت توجه به بار تجمعی تمرین<sup>۳</sup> را که با افزایش سن انباشته می‌شود، برجسته می‌سازد.

درعین‌حال، مشخص شد که استقامت ایزومتریک عضلات مرکزی به‌تنهایی، معیار کافی و دقیقی برای پیش‌بینی آسیب در یک‌رشته ورزشی با ماهیت دینامیک بالا همچون ژیمناستیک نیست. این نتیجه، نقص در روایی پیش‌بین این آزمون‌ها را برای سنجش ثبات عملکردی تنه در شرایط بارگذاری و حرکات پرسرعت نشان می‌دهد.

براین‌اساس، استنتاج نهایی آن است که رویکردهای غربالگری در ژیمناستیک باید از تمرکز صرف بر استقامت ایزومتریک تنه فراتر رفته و تلفیقی از مدیریت دقیق ویژگی‌های دموگرافیک (به‌ویژه سن) و استفاده از آزمون‌های عملکردی چندجانبه (که کنترل حرکتی و جذب نیرو را می‌سنجند) را برای ایجاد یک مدل مؤثر در غربالگری و پیشگیری از آسیب‌های ورزشی اتخاذ نمایند.

### تشکر و قدردانی

نویسندگان از همکاری و همراهی ارزشمند ژیمناست‌های نوجوان، والدین گرامی، رؤسای محترم هیئت‌های ژیمناستیک مربیان و مدیران باشگاه‌های شهرهای مشهد، یزد و شاهرود در جمع‌آوری داده‌های پژوهش قدردانی می‌نمایند. همچنین از حمایت‌های علمی و اجرایی دانشگاه صنعتی شاهرود در اجرای این طرح پژوهشی تشکر می‌شود. این مقاله برگرفته از بخشی از داده‌های پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد خانم الهه جلالی در رشته آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی است.

### ملاحظات اخلاقی

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافع در انجام این پژوهش وجود ندارد.

<sup>3</sup> - Cumulative Training Load

## References

- Zetaruk MN. The young gymnast. *Clinics in sports medicine*. 2000;19(4):757-80.
- Gaspari V, Bogdanis GC, Panidi I, Konrad A, Terzis G, Donti A, et al. The Importance of Physical Fitness Parameters in Rhythmic Gymnastics: A Scoping Review. *Sports*. 2024;۲۴۸:(۹)۱۲;
- Thomas RE, Thomas BC. A systematic review of injuries in gymnastics. *Phys Sportsmed*. 2019;47(1):96-121.
- Paxinos O, Mitrogiannis L, Papavasiliou A, Manolarakis E, Siempenou A, Alexelis V, et al. Musculoskeletal injuries among elite artistic and rhythmic Greek gymnasts: A ten-year study of 156 elite athletes. *Acta Orthop Belg*. 2019;85(2):145-9.
- Desai N, Vance DD, Rosenwasser MP, Ahmad CS. Artistic Gymnastics Injuries; Epidemiology, Evaluation, and Treatment. *J Am Acad Orthop Surg*. 2019;2۷-۴۵۹:(۱۳)۷
- Charpy S, Billard P, Dandrieux PE, Chapon J, Edouard P. Epidemiology of injuries in elite Women's Artistic Gymnastics: a retrospective analysis of six seasons. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2023;9(4):e001721.
- Campbell RA, Bradshaw EJ, Ball NB, Pease DL, Spratford W. Injury epidemiology and risk factors in competitive artistic gymnasts: a systematic review. *British journal of sports medicine*. 2019;53(17):1056-69.
- Ding B, Imai K, Chen Z, Xiao L. Biomechanical Assessment of Unilateral/Bilateral Lumbar Spondylolysis with and without Muscle Weakness using Finite Element Analysis. *Heliyon*. 2025.
- Micheli LJ. Back injuries in gymnastics. *Clinics in sports medicine*. 1985;4(1):85-93.
- Nail-Ulloa I, Zabala M, Sese R, Chen H, Schall Jr MC, Gallagher S. Estimating Compressive and Shear Forces at L5-S1: Exploring the Effects of Load Weight, Asymmetry, and Height Using Optical and Inertial Motion Capture Systems. *Sensors*. 2024;24(6):1941.
- Kruse D, Lemmen B. Spine injuries in the sport of gymnastics. *Current sports medicine reports*. 2009;8(1):20-8.
- Cabrejas C, Solana-Tramunt M, Morales J, Campos-Rius J, Ortégón A, Nieto-Guisado A, et al. The effect of eight-week functional core training on core stability in young rhythmic gymnasts: A randomized clinical trial. *International Journal of environmental research and public health*. 2022;19(6):3509.
- Van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HC. Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries: a review of concepts. *Sports medicine*. 1۹۹-۱۴:۸۲;۹۹۲
- Naderi A, Yasemi A, Mousavi SH. Effectiveness of an online multi-component exercise-based injury prevention program on running-related injury risk in recreational runners: a randomized controlled trial. *Research in Sports Medicine*. 2025.۲۱-۱:
- McKay D, Broderick C, Steinbeck K. The adolescent athlete: a developmental approach to injury risk. *Pediatric exercise science*. 2016;28(4):488-500.
- Naderi A, Alizadeh N, Calmeiro L, Degens H. Predictors of running-related injury among recreational runners: a prospective cohort study of the role of perfectionism, mental toughness, and passion in running. *Sports health*. 2024;16(6):1038-49.
- McGill SM, Childs A, Liebenson C. Endurance times for low back stabilization exercises: clinical targets for testing and training from a normal database. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1999;80(8):941-4.
- Esfahani NH, Rezaeian ZS, Dommerholt J. The number of repetitions of the McGill tests to reliably determine core muscle endurance in subjects with and without chronic

- nonspecific low back pain: A cross sectional study. *Medical Science*. 2019;23(98):452-61.
19. Nuhmani S. Correlation between core stability and upper-extremity performance in male collegiate athletes. *Medicina*. 2022;58.٩٨٢:(٨)
  20. De Blaiser C, Roosen P, Willems T, Danneels L, Vanden Bossche L, De Ridder R. Is core stability a risk factor for lower extremity injuries in an athletic population? A systematic review. *Physical therapy in sport*. 2018;30:48-56.
  21. Séréna C ,Pierre B, Pierre-Eddy D, Joris C, Pascal E. Epidemiology of injuries in elite Womenâ€™s Artistic Gymnastics: a retrospective analysis of six seasons. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*. 2023;9(4):e001721.
  22. Lupowitz LG. Comprehensive approach to core training in sports physical therapy: Optimizing performance and minimizing injuries. *International journal of sports physical therapy*. 2023;18(4):800.
  23. Huxel Bliven KC, Anderson BE. Core Stability Training for Injury Prevention. *Sports Health*. 2013;5.٢٢-٥١٤:(٦)
  24. Hecimovich M, Pomije M, Harbaugh A. Comparing lumbopelvic stabilization exercises and yoga on functional stability and low back pain in young, non-elite, female gymnasts. *Physiotherapy and Health Activity*. 2017;25.(١)
  25. Abdelraouf OR, Abdel-Aziem AA. The relationship between core endurance and back dysfunction in collegiate male athletes with and without nonspecific low back pain. *Int J Sports Phys Ther*. 2016;11(3):337-44.
  26. Esteban-García P, Jiménez-Díaz JF, Abián-Vicén J, Bravo-Sánchez A ,Rubio-Arias J. Effect of 12 Weeks Core Training on Core Muscle Performance in Rhythmic Gymnastics. *Biology (Basel)*. 2021;10.(١١)
  27. Durall CJ, Udermann BE, Johansen DR, Gibson B, Reineke DM, Reuteman P. The Effects of Preseason Trunk Muscle Training on Low-Back Pain Occurrence in Women Collegiate Gymnasts. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2009;23(1):86-92.
  28. Okada T, Huxel KC, Nesser TW. Relationship between core stability, functional movement, and performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011;25(1):252-61.
  29. Naderi A, Rahimi M, Yazdian A. Effect of six weeks of TRX exercise on general and specific motor function and quality of life of middle-aged women with lumbar motor control impairment. *Journal of Preventive Medicine*. 2023;10(1):72-87.
  30. Naderi A, Rahimi M, Tajik M. Relationship Between Resiliency, Personality Traits, Athletic Identity, and Dynamic Balance and Functional Performance with the Occurrence of Sports Injuries in Female Bodybuilders. *Journal of Clinical Research in Paramedical Sciences*.13.(٢)
  31. Dekkers TA, Blake C, Collins KD, McVeigh JG, O’Sullivan KJ. Reliability and validity of trunk strength and endurance tests in athletes with low back pain. *Physiotherapy Practice and Research*. 2025;22130.٦٨٣٢٥١٣٦٩٦٩٠.
  32. Kolt GS, Kirkby RJ. Epidemiology of injury in elite and subelite female gymnasts: a comparison of retrospective and prospective findings. *British journal of sports medicine*. 1999;33(5):312-8.
  33. Kruse DW, Nobe AS, Billimek J. Injury incidence and characteristics for elite, male, artistic USA gymnastics competitions from 2008 to 2018. *British journal of sports medicine*. 2021;55(3):163-8.
  34. Choromzadeh H, Naderi A. Prevalence of Sports Injuries in Swimmers and the Predictive Role of Upper and Lower Extremity Y-Balance Tests. *Journal of Clinical Research in Paramedical Sciences*. 2025;14(14):e164096.
  35. Williams E, Lloyd R, Moeskops S, Pedley J. Injury pathology in young gymnasts: a

- retrospective analysis. *Children*. 2023;10(2):303.
36. Sohrabi A, Naderi A. Inter-limb Asymmetry in Y Balance and Single Leg Hop as a Predictor of Sports Injuries in Volleyball Players. *Journal of Clinical Research in Paramedical Sciences*. 2025;14.(۱۴)
37. Armstrong R, Relph N. Screening tools as a predictor of injury in gymnastics: systematic literature review. *Sports Medicine-Open*. 2021;7:1-18.
38. Purnell M, Shirley D, Nicholson L, Adams R. Acrobatic gymnastics injury: Occurrence, site and training risk factors. *Physical Therapy in Sport*. 2010;11(2):40-6.
39. Gabbett TJ. The training—injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *British journal of sports medicine*. 2016;50(5):273-80.
40. Luedke LE, Rauh MJ. Plank times and lower extremity overuse injury in collegiate track-and-field and cross country athletes. *Sports*. 2022;10(3):45.
41. Naderi A, Bineshfar A, Salimi MM. The prevalence of musculoskeletal disorders and their relationship with the physical and mental health of retired teachers. 2023.
42. Naderi A, Bagheri S, Aminpanah H. Relationship between training load and total quality of recovery with the incidence of sports injuries in adolescent soccer players. *Irtiqa Imini Pishgiri Masdumiyat*. 2022;10(3):269-79.