

## Predicting Lower Extremity Injury in Iranian Army Rangers using Functional Performance Tests

Mostafa Zarei<sup>1</sup>, Kamran Johari<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Assistant Professor, Health and Rehabilitation Department, Faculty of Sport Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Department of Physical Education, Bukan Branch, Islamic Azad University, Bukan, Iran

Received: 8 November 2016 Accepted: 15 January 2018

### Abstract

**Background and Aim:** During military exercises, lower extremity injuries is very common. However there are limited data about risk factors and predictors of these types of injuries. The purpose of this study was to predict lower extremity injury in Iranian army rangers using the functional performance tests.

**Methods:** This population study included 141 ranger cadets who were selected by convenience sampling from the Isfahan University complex in 2015. All the subjects were evaluated before the beginning of the rangers training. The functional performance tests of Y balance and triple hop test were used for evaluation. Musculoskeletal injuries resulting through a 7-month basic combat training period were recorded prospectively.

**Results:** During the observation period, 42% of the rangers suffered from at least one musculoskeletal injury. Logistic regression modeling showed that the rangers with Y balance less than 81.5% of their limb length were 2.25 times more likely to have a lower extremity injury. Also, the rangers with a triple-hop distance less than 70% of their height were 2.3-fold more likely to have a lower extremity injury.

**Conclusion:** It can be concluded that functional performance tests can predict lower extremity injuries during the basic combat training periods. Therefore, it is recommended that these tests be carried out before recruiting the rangers.

---

**Keywords:** Injury, Lower extremities, Military training, Functional Performance Tests

\*Corresponding author: Kamran Johari, Email: [kamran\\_johari@ut.ac.ir](mailto:kamran_johari@ut.ac.ir)

## پیش بینی آسیب های اندام تحتانی تکاوران ایرانی با استفاده از آزمون های عملکردی

مصطفی زارعی<sup>۱</sup>، کامران جوهری<sup>۲\*</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه بازتوانی ورزشی و تندرستی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

<sup>۲</sup> گروه تربیت بدنی، واحد بوکان، دانشگاه آزاد اسلامی، بوکان، ایران

### چکیده

**زمینه و هدف:** آسیب های اندام تحتانی در طول تمرینات نظامی بسیار شایع است اما اطلاعات اندکی در زمینه ریسک فاکتورها و عوامل پیش بینی کننده این آسیب ها وجود دارد. بنابراین هدف از این مطالعه پیش بینی آسیب های اندام تحتانی تکاوران ایرانی به وسیله آزمون های عملکردی بود.

**روش ها:** آزمودنی های این پژوهش را ۱۴۱ نفر از دانشجویان دوره تکاوری مجتمع دانشگاهی اصفهان در سال ۱۳۹۳ که به صورت در دسترس انتخاب شدند، تشکیل می دادند. تمام آزمودنی ها قبل از آغاز دوره آموزشی ویژه تکاوری مورد ارزیابی قرار گرفتند. از آزمون های عملکردی تعادل Y و سه جهش تک پا جهت پیش بینی وقوع آسیب های اندام تحتانی تکاوران استفاده شد. همچنین آسیب های اسکلتی عضلانی اندام تحتانی تکاوران در طول مدت ۷ ماه دوره آموزشی به صورت آینده نگر با فرم ثبت آسیب فولر توسط کادر پزشکی ثبت گردید. **یافته ها:** ۴۲ درصد از تکاوران حداقل به یک آسیب اندام تحتانی در طول مدت مطالعه مبتلا شدند. نتایج آزمون لجستیک رگرسیون نشان داد تکاورانی که نمره مجموع آزمون Y آنها کمتر از ۸۱/۵ بوده است ۲/۲۵ برابر بیشتر نسبت به سایر تکاوران مستعد بروز آسیب اندام تحتانی هستند. همچنین تکاورانی که مسافت طی شده آزمون سه جهش تک پای آن ها پایین تر از ۷۰ درصد قدشان داشتند احتمال وقوع آسیب ۲/۳ برابر بیشتر بود.

**نتیجه گیری:** با توجه به یافته های تحقیق آزمون های عملکردی می توانند آسیب های اندام تحتانی تکاوران در معرض بروز را در طول مدت آموزش پیش بینی نمایند. بنابراین پیشنهاد می گردد قبل از جذب تکاوران این شاخص ها مورد ارزیابی قرار گیرند.

**کلیدواژه ها:** آسیب، اندام تحتانی، تمرینات نظامی، آزمون های عملکردی.

\* نویسنده مسئول: کامران جوهری. پست الکترونیک: [kamran\\_johari@ut.ac.ir](mailto:kamran_johari@ut.ac.ir)

دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۸/۱۸ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱۰/۲۵

## مقدمه

اهمیت بسزایی در توسعه و طراحی برنامه های پیشگیرانه از آسیب دارد.

از سوی دیگر تنها یک آزمون را نمی توان پیدا کرد که پیش بینی بسیار دقیقی از سربازان در معرض خطر داشته باشد. تحقیقات نیز نشان داده اند که آزمون های آزمایشگاهی معتبر، موثر و پرهزینه توانایی پیش بینی واقعی آسیب در آینده افراد را ندارند. به عنوان مثال اخیراً در اجرای آزمون سیستم امتیازدهی خطای فرود، بر روی گروهی متشکل از ۵۰۴۷ ورزشکار دانشجوی و دبیرستانی، نشان داده شد که این آزمون نمی تواند آسیب غیر برخوردار ACL را پیش بینی کند (۱۵). اخیراً محققان به دنبال استفاده از آزمون های عملکردی برای پیش بینی ریسک فاکتورهای آسیب ها در ورزشکاران و نظامیان بوده اند. آزمون های عملکردی، گروهی از آزمون های جسمانی و مهارتی هستند که جهت ارزیابی توانایی عملکردی واقعی فرد استفاده می شوند، که این توانایی عملکردی می تواند شامل قدرت، توان، سرعت، چابکی، انعطاف پذیری و تعادل باشد. اکثر آزمون های عملکردی شبیه فعالیت هایی هستند که افراد انجام می دهند و به دلیل احتیاج داشتن به فضا، وسایل، زمان و آزمون گر حداقلی برای انجام آن ها محبوب می باشند. آزمون جهش سه گانه تک پا و تعادل Y از جمله آزمون های عملکردی پایا و معتبر در ارزیابی قدرت و توان اندام تحتانی و همچنین کنترل عصبی-عضلانی افراد می باشند (۱۶، ۱۷).

مطالعات مختلف نشان داده اند که تعدادی از آزمون های عملکردی می توانند پیش بینی کننده وقوع آسیب باشند. برخی از محققان نتایج آزمون غربالگری حرکتی عملکردی (Functional Movement Screen) را به عنوان یکی از ریسک فاکتورها و عوامل پیش بین آسیب های نظامیان گزارش نموده اند. برای مثال O'Connor و همکاران نشان دادند که کسب امتیازات کمتر از ۱۴ در آزمون عملکردی FMS با افزایش احتمال وقوع آسیب در افراد نظامی مرتبط است (۱۸). زارعی و همکاران نیز در مطالعه ای به پیش بینی آسیب های سربازان به وسیله آزمون های غربالگری عملکرد حرکتی پرداختند و دریافته اند که این آزمون ها می توانند آسیب های اندام تحتانی سربازان در معرض بروز را در طول مدت آموزش پیش بینی نماید (۱). همچنین برخی از محققان نتایج آزمون تعادل Y را به عنوان یکی از مهمترین ریسک فاکتورهای آسیب های ورزشکاران بیان کرده اند. برای مثال Plisky و همکاران بیان کردند بازیکنان بسکتبالی که امتیاز کلی آنها در آزمون Y کمتر از ۹۴ درصد بوده است ۶ برابر بیشتر از سایر بازیکنان در معرض بروز آسیب های اندام تحتانی بوده اند (۱۹).

لذا با توجه به میزان شیوع نسبتاً بالای آسیب تکاوران و اهمیت غربالگری پیش از استخدام نیروهای نظامی از حیث هزینه های بسیار بالای تربیت نیروهای نظامی خصوصاً تکاوران (برای تربیت هر تکاور تقریباً ۵۰۰ میلیون ریال طی ۷ ماه)، پیش بینی وقوع آسیب های سربازان اهمیت ویژه ای دارد. از آنجایی که آزمون های

اقتدار و ثبات یک کشور ارتباط نزدیکی با سلامتی، آمادگی جسمانی و رزمی نیروهای مسلح آن کشور دارد. از آنجا که تکاوران نیروهای عملیاتی هستند که بیش از بقیه نیروهای نظامی به آمادگی جسمانی و رزمی نیاز دارند به همین دلیل نیز تمرینات جسمانی شدیدی مانند تمرینات رزمی، دوها و پیاده روی های طولانی با کوله پشتی، میدان موانع، راپل، صعود مصنوعی، تیراندازی و پرش از ارتفاعات گوناگون را در طول دوره آموزشی پشت سر می گذرانند (۹-۱). تمرینات و فعالیت هایی که در این راستا انجام می شود مانند هر فعالیت جسمانی دیگر با خطر بروز آسیب همراه است. مطالعات انجام گرفته در این زمینه شیوع بالای آسیب در دوره های آموزشی و نظامی را در سربازان گزارش نموده اند. Kerr اظهار داشت ۵۶ درصد از سربازان ایرلند در دوره آموزشی نظامی دچار آسیب شده اند (۱۰). Knapik و همکاران به بررسی آسیب های سربازان یگان مهندسی رزم ارتش آمریکا در طول ۱۴ هفته دوره آموزشی آنها پرداختند و گزارش کردند که از میان ۱۶۳۳ سربازی که در این یگان آموزش دیدند ۴۷ درصد از آنها یک یا بیش از یک آسیب را در طول دوره تجربه نموده اند (۱۱). تنها مطالعه انجام شده در ایران نیز موید میزان بروز آسیب نسبتاً بالا در نیروهای نظامی می باشد. فراهانی و همکاران میزان شیوع ۲۷/۴ درصد و میزان بروز ۱۰/۲ آسیب در هر ۱۰۰ سرباز در هر ماه را در نیروهای نظامی ایران گزارش کردند (۱۲). از طرفی Havenetidis و Paxinos بیان کردند که آسیب های اسکلتی و عضلانی مرتبط با تمرینات نظامی، ۵ الی ۲۲ روز بیشتر از بیماری ها سبب غیبت افراد از تمرینات و کار می شود (۱۳). بنابراین آسیب نه تنها سبب به خطر افتادن سلامتی نیروهای نظامی می گردد بلکه با کاهش آمادگی عملیاتی و از دست رفتن نیروهای آماده می تواند به کاهش امنیت و توان نظامی کشور منجر شود (۱۰). از این رو برای افزایش ایمنی و سلامت سربازان، این آسیب ها باید کنترل و پیشگیری شوند. اقدامات پیشگیرانه از آسیب های سربازان باید از چرخه پیشگیری از آسیب پیروی کند. این چرخه توسط Van Mechelen و همکاران در سال ۱۹۹۲ معرفی شده است. که شامل چهار مرحله شناسایی و تعیین میزان مشکل از نظر شیوع و شدت آسیب ها، شناسایی عوامل خطر ساز و ریسک فاکتورها، معرفی برنامه پیشگیری از آسیب و در نهایت ارزیابی مجدد میزان شیوع آسیب و مقایسه آن با شیوع آسیب قبل از اعمال برنامه پیشگیری می باشد (۱۴). بنابراین برای پیشگیری از آسیب بایستی ریسک فاکتورهای بروز آسیب را شناسایی نمود. برای شناسایی علل بروز آسیب می بایست ابتدا سربازان در معرض خطر را شناسایی کرد (عوامل خطر) و سپس چگونگی وقوع آسیب را مورد بررسی قرار داد (مکانیسم آسیب). بنابراین شناسایی عوامل خطر جهت شناسایی سربازانی که ممکن است بیشتر در معرض خطر بروز آسیب باشند

بین آزمون گر برای نمره کل به ترتیب ۰/۹۱ و ۰/۹۹ توسط Plisky گزارش شده است (۲۱). در این آزمون سه جهت (قدامی، خلفی-داخلی و خلفی-خارجی) به صورت Y و با زوایای ۱۳۵، ۱۳۵ و ۹۰ درجه نسبت به هم قرار می گیرند. بمنظور به حداقل رساندن اثرات یادگیری هر آزمودنی ۶ بار آزمون را در جهت های سه گانه تمرین می کند تا روش اجرای آن را فرا گیرد (آزمودنی با پای برتر راست آزمون را در خلاف جهت عقربه های ساعت انجام می دهد و آزمودنی با پای برتر چپ آزمون را در جهت عقربه های ساعت انجام می دهد). برای اجرای آزمون، آزمودنی با پای برتر در مرکز جهات می ایستاد و با پای دیگر عمل دستیابی را تا آنجا که خط نکند (پا از مرکز جهات حرکت نکند، روی پای که عمل دستیابی را انجام می دهد تکیه نکند یا آزمودنی نیفتد) انجام می داد و سپس به حالت طبیعی روی دو پا برمی گشت (شکل-۱). فاصله محل تماس تا مرکز، فاصله دست یابی است. آزمودنی سه بار آزمون را انجام می داد و آزمون گر میانگین دست یابی در هر یک از جهات را اندازه گیری کرده و بر طول پا (بر حسب سانتی متر) تقسیم و در ۱۰۰ ضرب می کرد تا فاصله دست یابی بر حسب درصد اندازه طول پا در هر یک از سه جهت به دست آید. از جمع اعداد به دست آمده و تقسیم آن به عدد سه امتیاز ترکیبی آزمودنی محاسبه شد (۲۱).



شکل-۱. آزمودنی حین اجرای آزمون Y

### آزمون سه جهش تک پا (Triple Hop Test):

این آزمون قدرت و توان اندام تحتانی را اندازه گیری می کند (۸). ضریب پایایی آن توسط Hamilton ۰/۹۸ گزارش شده است (۸). آزمودنی با پای برتر پشت خط شروع می ایستاد و سه پرش حداکثری و پشت سر هم با پای برترش در یک خط مستقیم انجام می داد (شکل-۲). امتیاز هر فرد در واحد سانتی متر از خط شروع تا محل برخورد پاشنه آزمودنی با زمین در سومین پرش محاسبه می شد. آزمون سه مرتبه انجام می شد و رکورد بهتر آزمودنی جهت تجزیه و تحلیل داده ها استفاده شد.

عملکردی هاپ و تعادل Y آزمون هایی ساده، کم هزینه و کوتاه مدت هستند حال این سوال مطرح است که آیا این آزمون ها می توانند وقوع آسیب در تکاوران ایرانی را پیش بینی کنند یا خیر؟ لذا با توجه به وجود خلاء در این زمینه، هدف از این مطالعه پیش بینی آسیب های اندام تحتانی تکاوران ایرانی به وسیله آزمون تعادل Y و آزمون سه جهش تک پا در طول ۷ ماه دوره آموزش بود.

## روش ها

مطالعه حاضر از نظر روش یک مطالعه همبستگی و از نظر روش جمع آوری اطلاعات یک مطالعه آینده نگر است. حجم نمونه به وسیله نرم افزار GPower با در نظر گرفتن توان آزمون ۹۵ درصد، سطح آلفای ۰/۰۵ و دو متغیر (آزمون Y و آزمون سه جهش تک پا)؛ ۱۱۴ نفر برآورد شد. برای افزایش توان آزمون، ۱۴۱ نفر از دانشجویان دوره تکاوری مجتمع دانشگاهی امیرالمومنین اصفهان در سال ۱۳۹۳ در این مطالعه شرکت کردند. نحوه انتخاب آزمودنی ها از جامعه به صورت در دسترس بود. عدم دارا بودن سابقه بیماریهای قلبی-عروقی، بیماریهای خونی، کبدی، کلیوی، تنفسی، اختلالات هورمونی و متابولیکی (فشارخون، دیابت)، عدم استعمال دخانیات یا استفاده از داروی خاصی نداشتن تاریخچه ای از جراحی اندام تحتانی، عدم سابقه اختلالات عصبی یا سیستم وستیبولار و عدم وجود سابقه آسیب دیدگی در ۶ ماه گذشته و قراردادن در دامنه بین ۲۰ تا ۳۲ سال از جمله معیارهای ورود آزمودنی ها به این مطالعه بود. غیبت بیش از ۱۰ روز آزمودنی ها در طی دوره تکاوری نیز منجر به خروج آزمودنی ها از این مطالعه می شد. قبل از انجام هرگونه اندازه گیری، اطلاعات شخصی آنها شامل سن، رسته، سابقه بیماری و آسیب دیدگی جمع آوری شد. سپس طی یک جلسه نحوه انجام آزمون ها و همچنین خلاصه ای از تحقیق برای آزمودنی ها تشریح شد. ابتدا سنجش های قد و وزن انجام گرفت و از روی این داده ها شاخص توده بدنی آن ها محاسبه شد. سپس طول واقعی پا یعنی از خار خاصه قدامی-فوقانی تا قوزک داخلی پا جهت نرمال کردن داده ها و مقایسه آزمودنی ها اندازه گیری شد. همچنین پای برتر آزمودنی ها با استفاده از این روش که آزمودنی از پشت به جلو هل داده شده و پایبی که برای بازیابی تعادل استفاده می گردید به عنوان پای برتر در نظر گرفته می شد، تعیین گردید. در این تحقیق از آزمون های عملکردی تعادل Y و سه جهش تک پا جهت پیش بینی وقوع آسیب های اندام تحتانی تکاوران استفاده شد.

### نحوه انجام آزمون ها

**آزمون تعادل Y (Y Balance Test):** این آزمون برگرفته از آزمون تعادل ستاره است که Gribble آن را یک آزمون عملکردی معتبر برای ارزیابی تعادل پویا می داند (۲۰). ضریب پایایی درون آزمون گر و بین آزمون گر برای جهات مختلف به ترتیب بین ۰/۸۵ تا ۰/۹۱ و ۰/۹۹ و ضریب پایایی درون آزمونگر و

محرمانه، انتشار اطلاعات به صورت گروهی و بدون ذکر نام، از اقدامات لازم جهت رعایت ملاحظات اخلاقی در پژوهش حاضر است.

## نتایج

در این مطالعه کوهورت داده های مربوط به ۱۴۱ تکاور تحلیل شد. مشخصات دموگرافیک آزمودنی ها در جدول ۱- آمده است.

متغیر	انحراف استاندارد ± میانگین
سن (سال)	۲۶/۳۷ ± ۲/۱۴
قد (سانتی متر)	۱۷۴/۳۱ ± ۷/۰۱
وزن (کیلو گرم)	۷۳/۱۳ ± ۸/۷۱



شکل-۲. نحوه اجرای آزمون سه جهش تک پا

نتایج آزمون لجستیک رگرسیون نشان داد که تکاورانی که نمره آزمون های عملکردی آن ها پایین تر از نقطه برش منحنی ROC است در معرض ریسک بالاتری برای آسیب دیدگی قرار داشتند. بدین ترتیب تکاورانی که نمره مجموع آزمون Y ( $p=0/02$ ) و میزان ریش در جهت خلفی-خارجی ( $p=0/02$ ) آنها پایین تر است به طور معنی داری در معرض ریسک بالاتر آسیب دیدگی بودند. بر اساس نتایج منحنی ROC و شاخص بودن نمره مجموع ۸۱/۵ به عنوان نقطه برش آزمون تعادل Y، تکاورانی که نمره مجموع آزمون Y آنها کمتر از ۸۱/۵ بوده است ۲/۲۵ برابر بیشتر نسبت به سایر تکاوران مستعد بروز آسیب اندام تحتانی هستند. برای نمره مجموع آزمون Y در نقطه برش ۸۱/۵، حساسیت برابر با ۰/۸۱ و ویژگی برابر با ۰/۶۳ بود. اما رابطه پیش بین معنی داری بین میزان ریش در جهت قدامی ( $p=0/62$ ) و خلفی داخلی ( $p=0/93$ ) با وقوع آسیب های اندام تحتانی دیده نشد. همچنین در آزمون سه جهش تک پا، تکاورانی که مسافت طی شده آزمون سه جهش تک پای آن ها پایین تر از ۷۰٪ قدشان داشتند احتمال وقوع آسیب ۲/۳ برابر بیشتر بود (جدول ۲). نقطه برش ۷۰٪ قد فرد در آزمون سه جهش تک پا، حساسیت برابر با ۰/۸۱ و ویژگی برابر با ۰/۶۳ را نشان داد.

### تعیین نقطه برش آزمون های عملکردی

از منحنی مشخصه عملکرد سیستم ROC برای تعیین نقطه برش آزمون تعادل Y و آزمون سه جهش تک پا جهت تشخیص سربازان آسیب دیده و آسیب ندیده استفاده شد.

سطح معنی داری	۹۵٪ اطمینان برای OR		OR	گروه آسیب دیده ( $n=42$ )	گروه آسیب ندیده ( $n=99$ )	نمرات مجموع آزمون Y
	پایینی	بالایی				
۰/۰۲*	۵/۴	۱/۰۲	۲/۲۵	۷۸/۲۸ ± ۹/۲۹	۸۴/۴ ± ۸/۵۱	نمرات مجموع آزمون Y
۰/۰۱*	۸/۲	۱/۲	۲/۶	۱۵۳/۰۲ ± ۱۸/۱۹	۱۶۷/۴۱ ± ۱۴/۸۸	نمرات آزمون سه جهش تک پا

\* معنی داری در سطح  $P < 0/05$

عملکرد مطلوب آزمون تعادل Y و آزمون سه جهش تک پا در پیش بینی آسیب ها می باشد. بر اساس نتایج این منحنی ها و

**ثبت آسیب ها:** آسیب های تکاوران در طول ۷ ماه دوره آموزشی در فرم ویژه ثبت آسیب به وسیله کادر پزشکی مرکز آموزشی ثبت گردید. در این مطالعه آسیبی ثبت گردید که در نتیجه آن سرباز آسیب دیده حداقل ۲۴ ساعت نیاز به استراحت داشته باشد (تعریف آسیب بر مبنای غیبت) (۱۸).

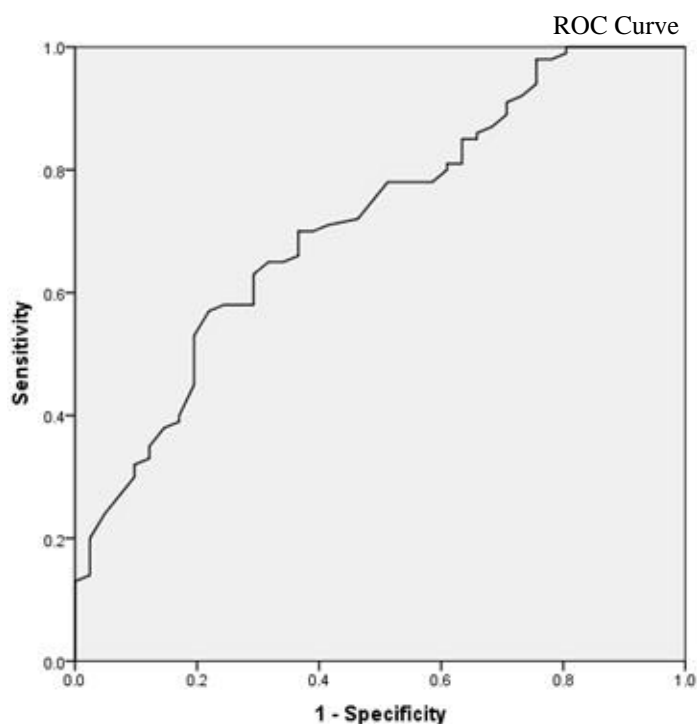
### تجزیه و تحلیل آماری داده ها: در نهایت برای بررسی نرمال بودن داده ها از آزمون K-S استفاده شد. بعد از تعیین نرمال بودن داده ها از آمار توصیفی جهت توصیف آماری داده ها و برای بررسی رابطه پیش بین بین امتیازات آزمون تعادل Y و آزمون سه جهش تک پا با آسیب های اندام تحتانی از آزمون رگرسیون لجستیک استفاده گردید. حساسیت، ویژگی و نقطه برش آزمون ها به وسیله منحنی های مشخصه (ROC) مورد ارزیابی قرار گرفتند. سطح زیر نمودار این سیستم منحنی، میزان احتمال پیش بینی وقوع آسیب بر اساس نقطه برش مشخص را تعیین می کند. مساحت سطح زیر نمودار می تواند از ۰/۵ تا ۱ متغیر باشد. هرچه این عدد به یک نزدیکتر باشد نشانگر کارایی بالاتر آزمون خواهد بود. همچنین تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه 18 انجام گرفت. شایان ذکر است که سطح معنی داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

**ملاحظات اخلاقی:** قبل از شروع مطالعه، تمام آزمودنی ها با امضا رضایت نامه، موافقت خود را با شرکت در این پژوهش اعلام نمودند. کلیه حقوق آزمودنی ها من جمله انصراف از ادامه شرکت در پژوهش به طور کامل برای آنها تشریح گردید. حفظ کامل تمامی اطلاعات مربوط به آزمودنی ها و تجزیه و تحلیل داده ها به صورت

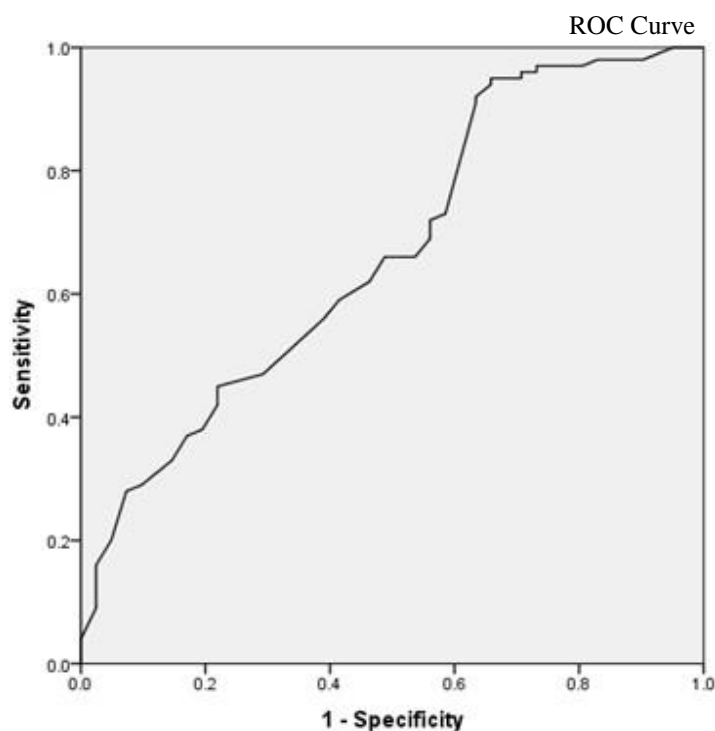
نمودار-۱ و نمودار-۲ نشان می دهد مساحت زیر هر دو منحنی مشخصه عملکرد سیستم ها بیش از ۰/۵۰ است که بیانگر

جهش تک پا در نقطه برش ۷۰٪ قد تکاوران حساسیت برابر با ۸۳/۰ و ویژگی برابر با ۹۳/۰ را نشان داد. حساسیت و ویژگی آزمون های عملکردی در پیش بینی آسیب ها معمولاً در نسبت احتمال ترکیب می شوند. نسبت احتمال مثبت عبارت است از نسبت وقوع نتیجه مثبت در صورتی که نتیجه مثبت باشد (مثبت صحیح) به احتمال وقوع نتیجه مثبت در صورتی که نتیجه منفی (مثبت اشتباه) باشد.

همچنین شاخص بودن امتیاز ۸۱/۵ در آزمون تعادل Y و ۷۰٪ قد تکاوران به عنوان نقطه برش در نظر گرفته شد. حساسیت یک آزمون عبارت است از نسبت افراد آسیب دیده ای که توسط آزمون به درستی پیش بینی شده اند و ویژگی به نسبت افراد آسیب ندیده ای که به درستی توسط آزمون پیش بینی شده اند اطلاق می گردد. نتایج منحنی مشخصه عملکرد سیستم ROC آزمون تعادل Y در نقطه برش ۸۱/۵ و آزمون سه



نمودار ۱- منحنی مشخصه عملکرد سیستم برای آزمون تعادل Y



نمودار ۲- منحنی مشخصه عملکرد سیستم برای سه جهش تک پا

آسیب دیدگی قرار داشتند. بر اساس نتایج منحنی ROC و شاخص بودن نمره مجموع ۸۱/۵ به عنوان نقطه برش آزمون تعادل Y، تکاورانی که نمره مجموع آزمون Y آنها کمتر از ۸۱/۵ بوده است ۲/۲۵ برابر بیشتر نسبت به سایر تکاوران مستعد بروز آسیب اندام تحتانی هستند. در آزمون سه جهش تک پا، تکاورانی که مسافت طی شده آزمون سه جهش تک پای آن ها پایین تر از ۷۰ درصد قدشان داشتند احتمال وقوع آسیب ۲/۳ برابر بیشتر بود. محققان دیگر نیز نتایج مشابهی گزارش نموده اند (۱۹،۲۵). Plisky و همکاران بیان کردند بازیکنان بسکتبالی که امتیاز کلی آنها در آزمون Y کمتر از ۹۴ درصد بوده است ۶ برابر بیشتر از سایر بازیکنان در معرض بروز آسیب های اندام تحتانی بوده اند (۱۹). Butler و همکاران نیز به بررسی عملکرد تعادل پویا و آسیب های اندام تحتانی بر روی ۵۹ بازیکن فوتبال دانشگاهی پرداختند و دریافته اند که بازیکنانی که در آزمون تعادل Y نمره زیر ۸۹/۶ درصد کسب کرده اند ۳/۵ برابر بیشتر از بازیکنان دیگر آسیب دیده اند و اظهار داشتند که اجرای آزمون تعادل پویا در طی پیش فصل به سادگی در شناسایی بازیکنان مستعد بروز آسیب در طول فصل، موفق بوده است (۲۵). در مقابل Williams در تحقیقی بر روی دوندگان ماراتون زن و مرد ارتباط پیش بین بروز آسیب و عملکرد تعادل پویای آن ها مشاهده نکرد. در این تحقیق از آزمون تعادل Y برای ارزیابی تعادل استفاده شده بود. نتایج این تحقیق نشان داد که نمرات پایین آزمون تعادل Y نمی تواند دوندگان مستعد بروز آسیب را پیش بینی نماید و همچنین تعیین ریسک آسیب از طریق نقطه برش آزمون تعادل Y برای دوندگان ماراتون امکان پذیر نیست. ایشان اظهار کردند که شاید عدم معنی داری یافته ها به دلیل دامنه سنی زیاد آزمودنی ها (۲۵ تا ۶۰ سال)، تجربه آزمودنی ها، ثبت آسیب های ناچیز و خطا در بررسی ها بوده است (۲۶).

نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان می دهد که عملکرد ضعیف تر تکاوران در آزمون های تعادل Y و سه جهش تک پا با ریسک آسیب بالاتر آنان مرتبط است. پایین بودن نمرات آزمون های Y و سه جهش تک پا بیانگر وجود نقص در کنترل عصبی عضلانی می باشد. تحقیقات بسیاری نقص کنترل عصبی عضلانی را ریسک فاکتور مهمی در وقوع آسیب ها معرفی کرده اند (۱۹،۲۰). آزمون تعادل Y علاوه بر سنجش تعادل، به قدرت عضلانی، دامنه حرکتی و هماهنگی عضلات اندام تحتانی نیاز دارد که این مساله حساسیت و دقت این آزمون را در پیش بینی آسیب های اندام تحتانی افزایش می دهد (۱۹). Filipa معتقد است که هماهنگی عضلات و حس عمقی تاثیر زیادی در اجرای آزمون تعادل ستاره دارد و ضعف هماهنگی عصبی عضلانی می تواند بر ثبات پویای اندام تحتانی اثر منفی بگذارد (۲۷). از سوی دیگر مشخص شده است که قدرت و کنترل عصبی عضلانی عضلات اندام تحتانی نقش زیادی در اجرای آزمون سه جهش تک پا دارند (۱۶). نقص در کنترل عصبی عضلانی

همچنین نسبت احتمال منفی عبارت است از احتمال وقوع نتیجه منفی در صورتیکه نتیجه مثبت باشد (منفی اشتباه) به احتمال وقوع نتیجه منفی در صورتی که نتیجه منفی باشد (منفی صحیح). نسبت احتمال مثبت آزمون تعادل Y برابر با ۱۴/۳۵ و نسبت احتمال منفی این آزمون برابر با ۰/۸۶ به دست آمد. همچنین نسبت احتمال مثبت آزمون سه جهش تک پا برابر با ۸/۲ و نسبت احتمال منفی این آزمون برابر با ۱/۲ به دست آمد. بزرگی نسبت احتمال مثبت آزمون تعادل Y و سه جهش تک پا و مقدار کوچک نسبت به احتمال منفی آن ها بیانگر مفید بودن این آزمون ها است (۲۲). نسبت احتمال وقوع (odd ratio) در آزمون تعادل Y ۲/۲۵ (۲/۳-۵/۴، ۱/۰۲-۱/۰۵، ۹۵٪ اطمینان) و در آزمون سه جهش تک پا ۲/۳ (۸/۲-۱/۲، ۹۵٪ اطمینان) بود، به عبارت دیگر تکاورانی که نمره آزمون تعادل Y آن ها کمتر از ۸۱/۵ بوده است ۲/۲۵ برابر و تکاورانی که نمره آزمون سه جهش تک پای آن ها کمتر از ۷۰٪ قدشان بوده است ۲/۳ برابر بیشتر از سایر تکاوران مستعد بروز آسیب اندام تحتانی بودند.

## بحث

با توجه به افزایش وقوع آسیب های نظامی در طی دوره آموزشی، امروزه غربالگری پیش از استخدام نیروهای نظامی امری لازم و ضروری می باشد؛ غربالگری به منظور پیشگیری از آسیب و همچنین ارتقاء عملکرد نظامی انجام می شود (۲۳). بررسی ادبیات پیشینه نشان می دهد که تاکنون تحقیقات معدودی در این زمینه با استفاده از آزمون های عملکردی به منظور عامل پیش بینی کننده در افزایش احتمال وقوع آسیب در نظامیان صورت گرفته است. O'Connor و همکاران و زارعی و همکاران در مطالعات جداگانه ای با استفاده از آزمون غربالگری حرکتی عملکردی جهت پیش بینی آسیب های نظامیان، به طور کلی گزارش کردند که این آزمون می تواند آسیب های اندام تحتانی سربازان در معرض بروز آسیب را در طول مدت آموزش پیش بینی نماید (۱،۱۸). با این وجود، Sorenson و همکاران بیان کردند که نمرات آزمون غربالگری حرکتی عملکردی به علت حساسیت کمتر از ۵۰ درصد نمی تواند احتمال بروز آسیب ها را پیش بینی نماید (۲۴). با توجه به این که تحقیقات صورت گرفته در این خصوص نتایج متناقضی را گزارش کرده اند و از طرفی به نظر می رسد که آزمون های عملکردی پیش بین کننده وقوع آسیب باید توسعه یابند، لذا هدف از انجام این مطالعه پیش بینی آسیب های اندام تحتانی تکاوران ایرانی به وسیله آزمون های عملکردی تعادل Y و سه جهش تک پا در طول ۷ ماه دوره آموزش بود. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که نمره آزمون های عملکردی می توانند آسیب های اندام تحتانی تکاوران در معرض بروز آسیب را در طول مدت آموزش پیش بینی نمایند. در آزمون تعادل Y، تکاورانی که نمره مجموع آزمون Y آن ها پایین تر بود به طور معنی داری در معرض ریسک بالاتری برای

دوره آموزشی را پیش بینی نمایند. لذا به منظور صیانت از سلامت نیروی انسانی و همچنین برخورداری از منافع اقتصادی و بهره‌وری برای ارگان‌ها و سازمان‌های مذکور، پیشنهاد می‌شود که جهت شناسایی تکاورانی که ممکن است در طول دوره آموزش بیشتر در معرض خطر بروز آسیب باشند، از آزمون‌های تعادل Y و سه جهش تک پا استفاده شود.

### نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های تحقیق نمرات آزمون‌های عملکردی می‌توانند یک مدل پیشگیری از آسیب را در اختیار مربیان نظامی قرار دهند تا میزان بروز آسیب‌های اندام تحتانی را در تکاوران پیشگویی کنند. بنابراین مربیان نظامی در زمینه پیشگیری از آسیب‌های سربازان می‌توانند از آزمون‌های تعادل Y و سه جهش تک پا به عنوان یک ابزار معتبر، ساده و کوتاه مدت جهت سنجش سطح عملکرد نیروهای نظامی استفاده کنند تا اینکه قبل از استخدام، افراد در معرض خطر شناسایی شوند و در راستای بهبود عملکردشان گام موثر برداشته شود. به نظر می‌رسد اظهار نظر دقیق‌تر نیاز به تحقیقات بیشتر و با جامعه آماری متفاوت و نمونه‌های بیشتری دارد.

در تعمیم‌پذیری نتایج این تحقیق به علت تمرکز بر روی تکاوران محدودیت وجود دارد. با توجه به تفاوت‌های وظایف بین یگان‌های مختلف نظامی نمی‌توان اظهار نمود که دیگر نیروهای نظامی نیز نتایج مشابهی نشان دهند.

### تشکر و قدردانی: محققان مراتب تشکر و قدردانی خود را

از تمامی تکاوران مجتمع دانشگاهی امیرالمومنین اصفهان که در تحقیق شرکت نمودند، اعلام می‌دارند.

### تضاد منافع: نویسندگان تصریح می‌نمایند که هیچ‌گونه

تضاد منافی در خصوص پژوهش حاضر وجود ندارد.

### منابع

- Zarei M, Asady Samani Z, Reisi J. Can Functional Movement Screening Predict Injuries in Iranian Soldiers? *Journal of Military Medicine*. 2015;17(2): 107-14.
- Smith J, DePhillipo N, Kimura I, Kocher M, Hetzler R. Prospective functional performance testing and relationship to lower extremity injury incidence in adolescent sports participants. *International journal of sports physical therapy*. 2017; 12(2):206.
- Demeritt KM, Shultz SJ, Docherty CL, Gansneder BM, Perrin DH. Chronic ankle instability does not affect lower extremity functional performance. *Journal of athletic training*. 2002;37(4):507.
- Rosendal L, Langberg H, Skov-Jensen A, Kjær M. Incidence of injury and physical performance

احتمالاً می‌تواند یکی از دلایل کاهش میزان مسافت پرش در آزمون سه جهش تک پا باشد.

فعال‌سازی هماهنگ عضلات برای ایجاد ثبات و بازدهی عملکردی بسیار مهم است که این امر نیازمند کنترل قدرت، تعادل و حرکت می‌باشد (۲۲). مطالعات انجام شده در این زمینه پیش فعال‌سازی عضلات اندام تحتانی (۲۸) و عضلات تنه (۲۹) قبل از تماس پا با زمین طی حرکات پرش و فرود را نشان داده‌اند. به طوری که هنگام انجام حرکات پرش و فرود، هماهنگی عصبی عضلانی عضلات اندام تحتانی و تنه نقش مهمی در فعالیت‌های عملکردی همچون جذب نیرو، جلوگیری از سقوط، تولید نیرو و کنترل جهت پرش دارد (۲۸). Iida و همکاران افزایش فعالیت عضلات شکمی و دوقلو میانی را قبل از تماس پا با زمین طی فرود نشان دادند و بیان کردند که این عضلات برای آماده‌سازی جهت ضربه فرود با افزایش سفتی مفصل مچ پا و فشار درون شکمی فعال شده‌اند و به عنوان کنترل‌کننده پیش بین پوسچرال برای جذب نیرو عمل می‌کنند (۲۹). حال با توجه به این که آزمون سه جهش تک پا نیازمند حرکات پرش و فرود متوالی است، ضعف هماهنگی عصبی عضلانی احتمالاً می‌تواند دلیلی برای کاهش عملکرد تکاوران در آزمون سه جهش تک پا در این مطالعه باشد. زیرا کاهش در جمع نیروهای عضلانی باعث کاهش کلی تولید نیرو می‌شود و عضلات ضعیف باعث وقفه در انتقال انرژی شده که این امر منجر به کاهش عملکرد می‌شود (۳۰).

از سوی دیگر اغلب تحقیقات انجام شده جهت پیش بینی وقوع آسیب در دو دهه اخیر از صفحه نیرو و سیستم‌های آنالیز حرکتی چند دوربینی استفاده نموده‌اند و مطالعات بر روی آزمون‌های عملکردی ارزان قیمت‌تر نسبتاً کمتر است (۳۱). در پژوهش حاضر کاربردی‌ترین آزمون‌های عملکردی با در نظر گرفتن حداقل امکانات موجود و بر اساس منابع مالی محدود معرفی و مورد بحث و بررسی قرار گرفت که نتایج حاصله نشان داد که آزمون‌های عملکردی به‌خوبی می‌توانند تکاوران در معرض بروز آسیب طی

adaptations during military training. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2003;13(3):157-63.

6. Nadler SF, Malanga GA, Feinberg JH, Rubanni M, Moley P, Foye P. Functional performance deficits in athletes with previous lower extremity injury. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2002;12(2): 73-8.

7. Caffrey E, Docherty CL, Schrader J, Klossner J. The ability of 4 single-limb hopping tests to detect functional performance deficits in individuals with functional ankle instability. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2009;39(11):799-806.

8. Abrams GD, Harris JD, Gupta AK, McCormick FM, Bush-Joseph CA, Verma NN, Cole BJ, Bach Jr BR. Functional performance testing after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic



- review. *Orthopaedic journal of sports medicine*. 2014;2(1):2325967113518305.
9. Whittaker JL, Booyesen N, De La Motte S, Dennett L, Lewis CL, Wilson D, McKay C, Warner M, Padua D, Emery CA, Stokes M. Predicting sport and occupational lower extremity injury risk through movement quality screening: a systematic review. *British journal of sports medicine*. 2017;51(7):580-5.
  10. Kerr GM. Injuries sustained by recruits during basic training in Irish Army. *Irish medical journal*. 2004; 97(3):80-1.
  11. Knapik JJ, Graham B, Cobbs J, Thompson D, Steelman R, Jones BH. A prospective investigation of injury incidence and risk factors among army recruits in combat engineer training. *Journal of occupational medicine and toxicology*. 2013;8(1):5.
  12. Farahani H, Sanei S, Naji M, Sadr S, Khakpoor S, Divandari H. The investigation of incidence rate and causes of physical injuries in sport activities and military parade and developing strategies to prevent them. *Military Medicine journal*. 2009; 21-32.
  13. Havenetidis K, Paxinos T. Risk factors for musculoskeletal injuries among Greek Army officer cadets undergoing Basic Combat Training. *Military medicine*. 2011;176(10):1111-6.
  14. Van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HC. Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. *Sports medicine*. 1992 ;14(2):82-99.
  15. Smith HC, Johnson RJ, Shultz SJ, Tourville T, Holterman LA, Slauterbeck J, Vacek PM, Beynon BD. A prospective evaluation of the landing error scoring system (LESS) as a screening tool for anterior cruciate ligament injury risk. *Am J Sports Med*. 2012; 40: 521-526.
  16. Hamilton RT, Shultz SJ, Schmitz RJ, Perrin DH. Triple-hop distance as a valid predictor of lower limb strength and power. *J Athl Train*. 2008; 43(2): 144-51.
  17. Clark RC, Saxion CE, Cameron KL, Gerber JP. Associations between three clinical assessment tools for postural stability. *North American journal of sports physical therapy*. 2010;5(3):122.
  18. O'connor FG, Deuster PA, Davis J, Pappas CG, Knapik JJ. Functional movement screening: predicting injuries in officer candidates. *Medicine and science in sports and exercise*. 2011;43 (12): 2224-30.
  19. Plisky PJ, Rauh MJ, Kaminski TW, Underwood FB. Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2006;36(12):911-9.
  20. Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *Journal of athletic training*. 2012;47(3):339-57.
  21. Plisky PJ, Gorman PP, Butler RJ, Kiesel KB, Underwood FB, Elkins B. The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *North American journal of sports physical therapy*. 2009;4(2):92.
  22. Cissik JM. The role of core training in athletic performance, injury prevention, and injury treatment. *Strength & Conditioning Journal*. 2011; 33 (1):10-5.
  23. Chorba RS, Chorba DJ, Bouillon LE, Overmyer CA, Landis JA. Use of a functional movement screening tool to determine injury risk in female collegiate athletes. *North American journal of sports physical therapy*. 2010;5(2):47.
  24. Sorenson EA. Functional movement screen as a predictor of injury in high school basketball athletes [dissertation]. Eugene (OR): University of Oregon; 2009.
  25. Butler RJ, Lehr ME, Fink ML, Kiesel KB, Plisky PJ. Dynamic balance performance and noncontact lower extremity injury in college football players: an initial study. *Sports health*. 2013;5(5):417-22.
  26. Y-Balance Test as a Predictor of Injury Occurrence in MIT Runners. 2014. Available at: <https://www.jospt.org/doi/pdf/10.2519/jospt.2017.47.1.A162>. Accessed April 15, 2017.
  27. Filipa A, Byrnes R, Paterno MV, Myer GD, Hewett TE. Neuromuscular training improves performance on the star excursion balance test in young female athletes. *Journal of orthopedic & sports physical therapy*. 2010;40(9):551-8.
  28. Iida Y, Kanehisa H, Inaba Y, Nakazawa K. Role of the coordinated activities of trunk and lower limb muscles during the landing-to-jump movement. *Eur J Appl Physiol*. 2012; 112(6): 2223-32.
  29. Iida Y, Kanehisa H, Inaba Y, Nakazawa K. Activity modulations of trunk and lower limb muscles during impact-absorbing landing. *J Electromyogr Kinesiol*. 2011; 21(4): 602-9.
  30. Nesser TW, Lee WL. The relationship between core strength and performance in Division I female soccer players. *JEP online*. 2009; 12(2): 21-3.
  31. Mohammadi H, Daneshmandi H, Alizadeh M.H, Shams Majalan A. Screening tests of neuromuscular defects affecting non-contact injury (review article). *Kurdistan University of Medical Sciences*. 2015; 85-105.