

ORIGINAL RESEARCH PAPER

## Comparison of the Effects and Practice Retention of Core, Operational, and Skill-Based Stability Exercises on Firefighters' Balance With and Without Firefighting, Rescue, and Hazmat Protective Clothing

Mohammad Mahmoudi<sup>1\*</sup>, Mansour Sahebozamani<sup>2</sup>, Mahdieh Akoochakian<sup>1</sup>, Alireza Kazemi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Tehran, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Bahonar, Kerman, Iran

<sup>3</sup> Environmental Engineering, Faculty of Environment, Tehran, Tehran, Iran

Received: 6/1/2024

Accepted: 25/9/2025

### ABSTRACT

**Introduction:** Relief work is inherently associated with various stress-inducing factors due to the nature of the profession. Among relief-related professions, firefighters, due to the responsibilities related to firefighting and safety services, are exposed to various physical and chemical hazards. Therefore, the primary aim of this research was to compare the effect and practice retention, central and operational and skill-based stability over the balance of the firefighters with and without firefighting and rescue clothing and Hazardous Materials.

**Material and Methods:** The statistical population consisted of 5500 firefighters from the city of Tehran. As for the intervention, in the first group, central stability exercises, and in the second group, operational and skill-based exercises were performed by the firefighters during their shift days for a period of 6 weeks. The balance of the firefighters in both groups was measured at three stages: at the beginning of the intervention, immediately after the 6-week training period, and one month after the end of the training. The "Y Balance" board was used to assess the firefighters' balance. Data analysis was performed using repeated measures analysis of variance and the Bonferroni post hoc test at a 5% significance level, using version 26 of the SPSS software.

**Results:** According to the results of this study, the balance of firefighters in both the right and left legs was significantly greater in the operational and skill-based training group compared to the central stability training group, both immediately after training and one month later ( $p < 0.05$ ). With performing operational and skill-based training, right leg balance in the rescue suit was significantly higher than in the fire protection and hazmat suits ( $p < 0.05$ ), while there was no significant difference between the fire protection and hazmat suits ( $p > 0.05$ ). Left leg balance in the rescue suit was significantly higher than in both the fire protection and hazmat suits, and balance in the fire protection suit was significantly higher than in the hazmat suit ( $p < 0.05$ ). Additionally, firefighters' balance significantly improved after balance training ( $p < 0.05$ ), and there was no significant difference between the balance measured one month after training and immediately after training ( $p > 0.05$ ).

**Conclusion:** In addition to the fact that core stability exercises particularly task specific functional training are effective in improving balance and preventing injuries, the retention of these effects over time should be taken into account.

**Keywords:** Core stability training, Operational-skill training, Balance, Personal protective clothing, Firefighters

### HOW TO CITE THIS ARTICLE

Mahmoudi M., Sahebozamani M., Akoochakian M., Kazemi A. Comparison of the Effects and Practice Retention of Core, Operational, and Skill-Based Stability Exercises on Firefighters' Balance With and Without Firefighting, Rescue, and Hazmat Protective Clothing. *J Health Saf Work*. 2025; 15(3): 670-686.

\* Corresponding Author Email: [maha06699@gmail.com](mailto:maha06699@gmail.com)

## 1. INTRODUCTION

Relief work is one of the professions that is accompanied by stressful factors due to its nature. Among relief-related professions, firefighters, due to the responsibilities related to firefighting and safety services, are exposed to various physical and chemical hazards including high temperatures, chemicals, noise, etc. To protect their lives and ensure their safety, the firefighters are required to wear personal protective clothing and equipment which sometimes weigh over 22 kilograms. Furthermore, the unpredictable environment and insufficient visibility, along with fatigue caused by prolonged operations, are factors that negatively affect firefighters' balance and performance during operations. Maintaining balance during activity requires to generate sufficient force through the muscles and apply it to the body's levers, which necessitate the complex interaction between the musculoskeletal and nervous systems. Thus, balance can be defined as a complex motor skill that describes the body's dynamic posture in preventing falls. Maintaining balance creates a complex interaction between internal factors (proprioception, hearing, and vision) and muscular system. Therefore, the primary aim of this research was to compare the effect and practice retention, central and operational and skill-based stability over the balance of the firefighters with and without firefighting and rescue clothing and Hazardous Materials.

## 2. MATERIAL AND METHODS

The statistical population consisted of 5500 firefighters from the city of Tehran. The sample size was determined using G\Power statistical software, based on a repeated measures ANOVA test. For performing the test in significance level of 5% ( $\alpha = 0.05$ ), a test power of 90% ( $\beta = 0.10$ ), a medium effect size ( $d = 0.25$ ), and number of repetition of 8, was obtained equal to 20 individuals (2 groups of 10). The Sampling was performed using the random cluster sampling method. The inclusion criteria for the study were male gender, a minimum of 5 years of operational shift experience, a medical check-up within the last 6 months by a physician approved by the Tehran Municipality, an age range of 25 to 35 years, and the exclusion criteria included a history of lower limb fractures in the past 6 months, a history of balance disorders or dizziness, use of sedative or any medication affecting balance or cognitive function, or participation in training outside of

the study protocol. Prior to the commencement of the study, the firefighters were informed about the research procedures. At the beginning, a consent form was provided to the participants to sign if they agreed to take part in the study and assist the researchers. Then, personnel were selected according to the inclusion and exclusion criteria. In the second stage, data related to demographic information and study variables were collected from each firefighter. In this study, the "Y Balance" board was used to assess the firefighters' balance. In the first group, central stability exercises, and in the second group, operational and skill-based exercises were performed by the firefighters during their shift days for a period of 6 weeks. At the beginning of the study, the balance of the firefighters in both groups was measured at three stages after the 6-week training period, and one month after the end of the training, across three types of personal protective clothing (firefighting, rescue, and Level A hazmat suits). Data analysis was performed using repeated measures analysis of variance and the Bonferroni post hoc test at a 5% significance level, using version 26 of the SPSS software.

## 3. RESULTS AND DISCUSSION

According to the results of this study, the balance of firefighters in both the right and left legs was significantly greater in the operational and skill-based training group compared to the central stability training group, both immediately after training and one month later ( $p < 0.05$ ). With performing operational and skill-based training, right leg balance in the rescue suit was significantly higher than in the fire protection and hazmat suits ( $p < 0.05$ ), while there was no significant difference between the fire protection and hazmat suits ( $p > 0.05$ ). Left leg balance in the rescue suit was significantly higher than in both the fire protection and hazmat suits, and balance in the fire protection suit was significantly higher than in the hazmat suit ( $p < 0.05$ ). Additionally, firefighters' balance significantly improved after balance training ( $p < 0.05$ ), and there was no significant difference between the balance measured one month after training and immediately after training ( $p > 0.05$ ).

## 4. CONCLUSIONS

Given that various types of personal protective clothing—with or without equipment and respiratory devices—can lead to balance impairments in firefighters, it is recommended that central stability

exercises and especially operational and skill-based exercises be implemented to improve balance and prevent injuries. In addition to their role in enhancing balance and injury prevention, these exercises have also shown lasting effects over time. Ultimately, impaired balance increases the risk of injury. The results indicated that operational and skill-based exercises compared to central stability exercises, had a significantly greater impact on balance and its retention among firefighters across all three types of personal protective clothing (firefighting, rescue, and Level A hazmat suits). Regarding the three types of personal protective clothing, the Level A hazmat suit had the lowest balance scores, followed by the firefighting suit, and finally the rescue suit with the highest scores. Similarly, in terms of mobility and balance with equipment (rescue) and respiratory devices, the Level A hazmat suit scored the lowest, followed by the firefighting suit, and the rescue suit scored the highest.

Finally, it can be stated that wearing equipment and respiratory devices, compared to not wearing them, leads to greater imbalance and limited accessibility for firefighters during incidents. Considering that imbalance is observed among firefighters and is closely related to occupational injuries, it is therefore recommended to perform

central stability, and operational and skill-based exercises to enhance physical fitness, operational readiness, balance, and its retention in order to prevent work-related injuries; one major finding of the present study was the higher effectiveness of operational and skill-based exercises compared to central stability exercises. In conclusion, it is recommended that future studies be conducted among firefighters of other genders and using alternative balance assessment tools. Strengths of the present study include improved performance and reduced risk factors for firefighter injuries, while a weaknesses were the small number of participants.

#### **5. ACKNOWLEDGMENT**

We gratefully acknowledge the Tehran Fire Department and its personnel for their valuable participation in this research.

#### **6. ETHICAL CODE**

IR.SSRC.REC.1401.89

#### **7. FUNDING**

This work was financially supported by the Tehran Fire Department and the Tehran Fire & Safety Services Organization.

## مقایسه اثر و میزان ماندگاری تمرینات ثبات مرکزی و عملیاتی - مهارتی بر تعادل با و بدون البسه

## حریق، نجات و هزمت آتش نشانان

محمد محمودی<sup>۱</sup>، منصور صاحب الزمانی<sup>۲</sup>، مهدیه آکوچکیان<sup>۱</sup>، علیرضا کاظمی<sup>۳</sup><sup>۱</sup> گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشگاه تهران، تهران، ایران<sup>۲</sup> گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران<sup>۳</sup> گروه مهندسی محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۶، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۷/۳

## مکیده

**مقدمه:** امدادگری یکی از شغل‌هایی است که به دلیل ماهیتش با عوامل تنش زا همراه است. از جمله مشاغل امدادگری، شغل آتش نشانی می‌باشد که به دلیل داشتن مسئولیت های آتش نشانی و خدمات ایمنی، با خطرات فیزیکی و شیمیایی مختلفی از جمله دماهای بالا، مواد شیمیایی، سر و صدا و ... مواجهه دارند. آتش نشانان می‌بایست برای حفظ جان و امنیت خود از لباس و تجهیزات حفاظت فردی که گاهاً بیش از ۲۲ کیلو گرم می‌رسد، استفاده نمایند. علاوه بر این محیط غیرقابل پیش بینی و دید ناکافی به همراه خستگی ناشی از عملیات در زمان های طولانی، عواملی هستند که بر تعادل آتش نشانان هنگام اجرای عملیات و مهارت تاثیر منفی خواهد گذاشت. اجرا و حفظ تعادل در حین فعالیت به تولید نیروی کافی از طریق عضلات و اعمال آن به اهرم‌های بدن نیاز دارد که مستلزم تعامل پیچیده سیستم عضلانی- اسکلتی و سیستم عصبی است. از این رو می‌توان گفت که تعادل، مهارت حرکتی پیچیده‌ای است که پویایی وضعیت بدن را در جلوگیری از افتادن توصیف می‌کند. حفظ تعادل فعل و انفعال پیچیده‌ای را بین فاکتورهای داخلی (حس عمقی، حس شنوایی و بینایی) و عضلانی ایجاد می‌کند. بنابراین هدف اصلی از این پژوهش، مقایسه اثر و میزان ماندگاری تمرینات ثبات مرکزی و عملیاتی - مهارتی بر تعادل با و بدون البسه حرق، نجات و هزمت آتش نشانان بود.

**روش کار:** تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی می‌باشد. جامعه آماری شامل ۵۵۰۰ آتش نشان شهر تهران بوده است. حجم نمونه با استفاده از نرم افزار آماري  $G^*Power$  مبتنی بر آزمون آنالیز واریانس با اندازه های تکراری، برای انجام آزمون در سطح معناداری ۵ درصد ( $\alpha=0/05$ )، با توان آزمون ۹۰ درصد ( $\beta=0/1$ )، و اندازه اثر متوسط ( $d=0/25$ ) و تعداد تکرار ۸، برابر ۲۰ مورد (۲ گروه ۱۰ تایی) بدست آمد. نمونه گیری به صورت خوشه ای تصادفی انجام شد. از شرایط ورود به مطالعه می‌توان به جنسیت مرد، حداقل سابقه عملیاتی شیفی ۵ سال، چکاپ ۶ ماه اخیر توسط پزشک معتمد شهرداری تهران، با دامنه سنی ۲۵ تا ۳۵ سال و شرایط خروج سابقه شکستگی اندام تحتانی در ۶ ماه اخیر، وجود سابقه اختلال تعادل و سرگیجه، مصرف داروهای آرام بخش یا هر نوع دارویی که تاثیر بر روی وضعیت تعادلی و شناختی داشته باشد و داشتن تمرین خارج از پروتکل تمرینی بودند، انتخاب شدند. قبل از شروع تحقیق آتش نشانان از روند کار مطلع شدند. در ابتدا فرم رضایت نامه در اختیار شرکت کنندگان قرار گرفت تا در صورت تمایل امضا کرده و موافقت خود را با انجام تحقیق و کمک به محقق اعلام دارند. سپس پرسنل مطابق با معیار های ورود و خروج انتخاب شدند. در مرحله دوم داده ها مربوط به اطلاعات دموگرافیک و متغیرهای مطالعه از هر آتش نشان جمع آوری شد. در این مطالعه به منظور ارزیابی تعادل آتش نشانان، از تخته تعادل Y استفاده شد. در گروه اول تمرینات ثبات مرکزی و در گروه دوم تمرینات عملیاتی - مهارتی به مدت ۶ هفته در روزهای شیفی کاری توسط آتش نشان ها انجام شد. تعادل آتش نشان ها در هر دو گروه در سه مرحله ابتدای مطالعه، پس از پایان ۶ هفته تمرین و یک ماه پس از پایان تمرینات اندازه گیری شد. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از روش آنالیز واریانس با اندازه های تکراری و آزمون تقییبی بونفرونی در سطح خطای پنج درصد و با استفاده از نسخه ی ۲۶ نرم افزار SPSS انجام شد.

**یافته ها:** \*بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، تعادل آتش نشان ها در هر دو پای راست و چپ بلافاصله بعد تمرین و یک ماه بعد از تمرین در گروه تمرینات عملیاتی - مهارتی نسبت به تمرینات ثبات مرکزی بطور معناداری بیشتر بود ( $p<0/05$ ). در انجام تمرینات عملیاتی - مهارتی، تعادل پای راست در لباس نجات بطور معناداری بیشتر از لباس حریق و هزمت بود ( $p<0/05$ ) ولی بین دو لباس هزمت و حریق اختلاف معنادار وجود نداشت ( $p>0/05$ ). تعادل پای چپ در لباس نجات بطور معناداری بیشتر از لباس حریق و هزمت و در لباس حریق بطور معناداری بیشتر از لباس هزمت بود ( $p<0/05$ ). علاوه تعادل آتش نشان ها پس از انجام تمرینات تعادلی بطور معناداری افزایش داشت ( $p<0/05$ ) و تعادل یک ماه بعد از تمرین با بلافاصله بعد تمرین اختلاف معنادار نداشت ( $p>0/05$ )

**نتیجه گیری:** با توجه به اینکه انواع البسه های حفاظت فردی با و بدون تجهیزات و دستگاه تنفسی توانسته عدم تعادل را در آتش نشانان به دنبال داشته باشد فلذا توصیه می‌شود تمرینات ثبات مرکزی و به ویژه تمرینات عملیاتی - مهارتی را برای بهبود تعادل و پیشگیری از آسیب انجام دهند. علاوه بر اینکه تمرینات یاد شده توانسته در تعادل و پیشگیری از آسیب آتش نشانان ایفای نقش کند، در مورد میزان ماندگاری نیز تاثیرگذار بوده است و در نهایت اختلال در تعادل آسیب دیدگی را به دنبال خواهد داشت. نتایج نشان دهنده این واقعیت است که تمرینات عملیاتی - مهارتی به نسبت تمرینات ثبات مرکزی در ۳ نوع البسه حفاظت فردی (حریق، نجات و هزمت سطح A) توانسته تاثیرات بسزایی را بر روی تعادل و ماندگاری آن (تعادل) در بین آتش نشانان داشته باشد. در مورد ۳ نوع البسه حفاظت فردی نیز، البسه هزمت سطح A کمترین نمره تعادل سپس البسه حریق و در آخر البسه نجات به خود اختصاص دادند. در مورد تجهیزات (نجات) و دستگاه تنفسی نیز جنبش پذیری و تعادل در البسه هزمت سطح A کمترین نمره سپس البسه حریق و در آخر البسه نجات به خود اختصاص دادند. در نهایت میتوان چنین عنوان کرد که تجهیزات و دستگاه تنفسی نسبت به بدون تجهیزات و دستگاه تنفسی عدم تعادل و دسترسی سخت را در حوادث برای آتش نشانان به دنبال خواهد داشت. با توجه به اینکه عدم تعادل در بین آتش نشانان دیده می‌شود و ارتباط آن با آسیب دیدگی شغلی در یک راستا قرار دارد لذا جهت پیشگیری از آسیب های شغلی، تمرینات ثبات مرکزی و عملیاتی - مهارتی جهت بالا بردن سطح آمادگی جسمانی، عملیاتی، تعادلی و ماندگاری آن توصیه می‌شود (نقطه قوت تحقیق حاضر در تمرینات عملیاتی - مهارتی نسبت به تمرینات ثبات مرکزی بود). در پایان پیشنهاد برای مطالعات آتی روی دیگر جنسیت آتش نشانان و دیگر ابزارهای اندازه گیری تعادل صورت گیرد. از نقاط قوت مطالعه حاضر می‌توان به بهبود عملکرد و کاهش ریسک فاکتورهای آسیب آتش نشانان و نقاط ضعف به تعداد محدود آزمون ها اشاره کرد.

**کلمات کلیدی:** تمرینات ثبات مرکزی، تمرینات عملیاتی - مهارتی، تعادل، البسه حفاظت فردی، آتش نشانان

## مقدمه

امدادگری یکی از شغل‌هایی است که به دلیل ماهیتش با عوامل تنش‌زا همراه است. امدادگری به سبب ترکیبی از عوامل در هنگام بحران، از فعالیت‌های پراسترس و فشارزاست و امدادگران از جمله گروه‌هایی هستند که از نخستین لحظات بروز یک سانحه در موقعیت حاضر می‌شوند و به وظیفه امدادی می‌پردازند (۱). از جمله مشاغل امدادگری، شغل آتش‌نشانی می‌باشد که به دلیل داشتن مسئولیت‌های آتش‌نشانی و خدمات ایمنی، با خطرات فیزیکی که می‌تواند اختلالات اسکلتی-عضلانی را به دنبال داشته باشد، مواجهه دارند و در نهایت آسیب‌های وارده به پرسنل عملیاتی می‌تواند هزینه‌های اقتصادی را برای سازمان مربوطه و خانواده متحمل شود (۱). آتش‌نشانان می‌بایست برای حفظ جان و امنیت خود از لباس و تجهیزات حفاظت فردی که گاه‌ب‌گاه بیش از ۲۲ کیلوگرم می‌رسد، استفاده نمایند. علاوه بر این محیط غیرقابل پیش‌بینی و دید ناکافی به همراه خستگی ناشی از عملیات در زمان‌های طولانی، عواملی هستند که بر تعادل آتش‌نشانان هنگام اجرای عملیات و مهارت‌تأثیر منفی خواهد گذاشت (۲). اجرا و حفظ تعادل در حین فعالیت به تولید نیروی کافی از طریق عضلات و اعمال آن به اهرم‌های بدن نیاز دارد که مستلزم تعامل پیچیده سیستم عضلانی-اسکلتی و سیستم عصبی است. از این رو می‌توان گفت که تعادل، مهارت حرکتی پیچیده‌ای است که پویایی وضعیت بدن را در جلوگیری از افتادن توصیف می‌کند. حفظ تعادل فعل و انفعال پیچیده‌ای را بین فاکتورهای داخلی (حس عمقی، حس شنوایی و بینایی) و عضلانی ایجاد می‌کند (۳). فقدان هماهنگی مناسب در عضلات مرکزی، می‌تواند باعث بروز الگوی‌های جبرانی و بروز آسیب‌های اسکلتی-عضلانی شود. تمرینات ثبات مرکزی به طور گسترده برای پیشگیری از آسیب‌های ورزشی و توانبخشی استفاده می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات ثبات مرکزی می‌تواند موجب بهبود عملکرد، قدرت، ثبات و پیشگیری از آسیب‌های اسکلتی-عضلانی شود (۴). آموزش تمرینات عملیاتی-مهارتی به مجموعه فنون

کاربردی گفته می‌شود که هدف از تمرینات یاد شده افزایش توانایی فرد برای مقابله با حوادث پرخطر، استرس‌زا، پیشگیری از آسیب‌های احتمالی و در نتیجه عملیات موفق می‌باشد (۵).

دلایل متعددی برای آسیب‌های آتش‌نشانان وجود دارد. با توجه به اینکه البسه حفاظت فردی سنگین و حجیم می‌باشد، می‌تواند تعادل آتش‌نشانان را در حوادث برهم و در نهایت منجر به لغزش و یا سقوط شوند. ادبیات پیشگیری از آسیب و توانبخشی در تعادل آتش‌نشانان چنین بیان می‌شود که تمرینات حس عمقی و تعادلی اجزای مهم کاهش خطر بروز آسیب و حفظ تعادل را به دنبال دارد (۶). تمرینات ثبات مرکزی و تمرینات عملیاتی-مهارتی موجب سازگاری در پاسخ به فعالیت‌ها و پیشگیری از آسیب در حوادث می‌باشد که از اهداف اصلی هر برنامه تمرینی می‌باشد. اگر چه نمی‌توان خط‌میزی خاصی برای تفکیک پروتکل‌های تمرینی در نظر گرفت اما می‌توان عنوان کرد هر برنامه تمرینی به دنبال سازگاری و پیشگیری از آسیب بیشتر است (۷). عدم تعادل منجر به سقوط و آسیب‌های اسکلتی-عضلانی را در بین آتش‌نشانان به دنبال خواهد داشت. البسه حفاظت فردی به همراه دستگاه تنفسی نیز خود می‌تواند عدم تعادل را داشته باشد (۸).

با توجه به شواهدی که در تمرینات ثبات مرکزی و تمرینات عملیاتی-مهارتی برای آتش‌نشانان به عنوان زیربنای کنترل و پیشگیری از آسیب و پیشرفت سطح آمادگی جسمانی در نظر گرفته می‌شود، فلذا با در نظر گرفتن این نکته که هدف از انجام هر برنامه تمرینی ایجاد آثار مفید می‌باشد، ماندگاری آثار تمرین نیز بر گروه هدف بسیار مهم بود. از این رو هدف از مطالعه، مقایسه اثر و میزان ماندگاری تمرینات ثبات مرکزی و عملیاتی-مهارتی بر تعادل با و بدون البسه حرق، نجات و هزمت آتش‌نشانان بود.

## روش کار

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی می‌باشد. جامعه آماری شامل ۵۵۰۰ آتش‌نشان شهر تهران بوده است. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار آماری G\*Power مبتنی بر آزمون



شکل ۱: آزمون طول طبیعی پا

این مدل بمنظور بررسی اثر بین گروهی نوع تمرینات (ثبات مرکزی و عملیاتی-مهارتی)، و اثرات درون گروهی نوع لباس (نجات، حریق و هزمت) و زمان اندازه گیری (پیش آزمون، پس آزمون و ماندگاری) بر تعادل آتش نشانان استفاده شد. پذیره های زیربنایی این مدل شامل نرمال بودن توزیع خطا با استفاده از آزمون شاپیروویلک، همگنی واریانس خطا با استفاده از آزمون لوین و همگنی ماتریس واریانس کوواریانس با استفاده از آزمون باکس بررسی و تایید شد. در مقایسه ی ویژگی های فردی بین دو گروه، با توجه به نرمال بودن توزیع داده ها، از آزمون تی مستقل استفاده شد. تحلیل در سطح خطای پنج درصد و با استفاده از نسخه ۲۶ نرم افزار SPSS انجام شد.

نحوه ارزیابی آزمون تعادل در ۳ مرحله انجام شد که شامل:

- ۱- با البسه حفاظت فردی حریق با و بدون دستگاه تنفسی
- ۲- با البسه حفاظت فردی نجات با و بدون تجهیزات
- ۳- با البسه حفاظت فردی هزمت با و بدون دستگاه تنفسی

جهت شروع آزمون تعادلی Y، طول واقعی پا، یعنی از خار خاصره قدامی فوقانی تا قوزک داخلی پا جهت نرمال کردن داده ها و مقایسه آزمودنی ها اندازه گیری شد. برای اندازه گیری طول پا ابتدا از آزمودنی خواسته شد روی تخت

آنالیز واریانس با اندازه های تکراری، برای انجام آزمون در سطح معناداری ۵ درصد ( $\alpha=0/05$ )، با توان آزمون ۹۰ درصد ( $\beta=0/1$ )، و اندازه اثر متوسط ( $d=0/25$ ) و تعداد تکرار ۸، برابر ۲۰ مورد (۲ گروه ۱۰ تایی) بدست آمد (شکل ۱). نمونه گیری به صورت خوشه ای تصادفی انجام شد. از شرایط ورود به مطالعه می توان به جنسیت مرد، حداقل سابقه عملیاتی شیفی ۵ سال، چکاپ ۶ ماه اخیر توسط پزشک معتمد شهرداری تهران، با دامنه سنی ۲۵ تا ۳۵ سال و شرایط خروج سابقه شکستگی اندام تحتانی در ۶ ماه اخیر، وجود سابقه اختلال تعادل و سرگیجه، مصرف داروهای آرام بخش یا هر نوع دارویی که تاثیر بر روی وضعیت تعادلی و شناختی داشته باشد و داشتن تمرین خارج از پروتکل تمرینی بودند، انتخاب شدند (۹). قبل از شروع تحقیق آتش نشانان از روند کار مطلع شدند. در ابتدا فرم رضایت نامه در اختیار شرکت کنندگان قرار گرفت تا در صورت تمایل امضا کرده و موافقت خود را با انجام تحقیق و کمک به محقق اعلام دارند. سپس پرسنل مطابق با معیار های ورود و خروج انتخاب شدند. در مرحله دوم داده ها مربوط به اطلاعات دموگرافیک و متغیرهای مطالعه از هر آتش نشان جمع آوری شد. در این مطالعه به منظور ارزیابی تعادل آتش نشانان، از تخته تعادل Y استفاده شد (۱۰). با توجه به طرح مطالعه برای تحلیل داده ها از آزمون آنالیز واریانس با اندازه های تکراری  $3 \times 3 \times 2$  استفاده شد. از

شده به عنوان اندازه طول پا استفاده شد (۱۰). در این پژوهش از آزمودن تعادلی ستاره تعدیل شده (آزمون Y) استفاده شد (شکل ۲). آزمودنی در مرکز جهات ایستاده و سپس روی یک پا قرار می‌گرفت و با

در حالت درازکش به پشت قرار گیرند، سپس فاصله بین خار خاصه قدامی فوقانی تا بخش دیستال قوزک داخلی پا اندازه‌گیری می‌شد. برای هر آزمودنی و هر پا ۲ مرتبه تکرار و میانگین گرفته می‌شد (شکل ۱). سپس میانگین محاسبه



شکل ۲: آزمون تعادل Y



شکل ۳: تمرینات ثبات مرکزی

#### پروتکل تمرینات ثبات مرکزی

پروتکل تمرینات ثبات مرکزی (شکل ۳) به مدت ۶ هفته روزهای شیفت کاری در ساعت کلاس آموزش ۹ تا ۱۱ صبح برای آتش نشانان صورت پذیرفت. آتش نشانان در ۴۸ ساعت استراحت خود پرهیز از هرگونه فعالیت بدنی را خواهند داشت تا تداخل با تمرینات ذکر شده صورت نگیرد و نیز خواب قبل از شیفت کاری را ۸ ساعت داشته باشند. تمرینات شامل ۱۰ تمرین متفاوت ناحیه مرکزی بدن است که مطابق با برنامه پروتکل اجرا می‌شود و مدت زمان هر جلسه تمرینی حدود ۴۵ دقیقه می‌باشد. همچنین شدت تمرینات پس از پایان هر هفته افزایش پیدا می‌کند (جدول ۱). این پروتکل برگرفته از تحقیق کال بود (۱۲).

#### پروتکل تمرینات عملیاتی- مهارتی

پروتکل تمرینی پیشنهادی، تمرینات عملیاتی- مهارتی (شکل ۴) به مدت ۶ هفته روزهای شیفت کاری در ساعت کلاس آموزش ۹ تا ۱۱ صبح برای آتش نشانان صورت پذیرفت. آتش نشانان در ۴۸ ساعت استراحت خود پرهیز از هرگونه فعالیت بدنی را خواهند داشت تا تداخل با تمرینات عملیاتی- مهارتی صورت نگیرد و نیز خواب قبل از شیفت کاری را ۸ ساعت داشته باشند.

پای دیگر عمل دستیابی را انجام و به حالت طبیعی روی ۲ پا بازی گشت و پیش از انجام کوشش بعدی ۱۰ تا ۱۵ ثانیه در این حالت می‌ماند. تمام کوشش‌ها در یک جهت قبل از رفتن به جهت دیگر باید تکمیل می‌شد و باید در یک ترتیب متوالی در جهت عقربه‌های ساعت یا خلاف آن انجام می‌شد. آزمودنی با پنجه پا، دور ترین نقطه ممکن را در هر یک از جهات تعیین شده لمس کرده، فاصله محل تماس تا مرکز، فاصله دستیابی بوده که به سانتیمتر اندازه گیری می‌شد. جهت به دست آوردن اختلاف بین میانگین نمرات تعادل در هر جهت به صورت جداگانه از فرمول شماره ۱ استفاده شد (۱۱).

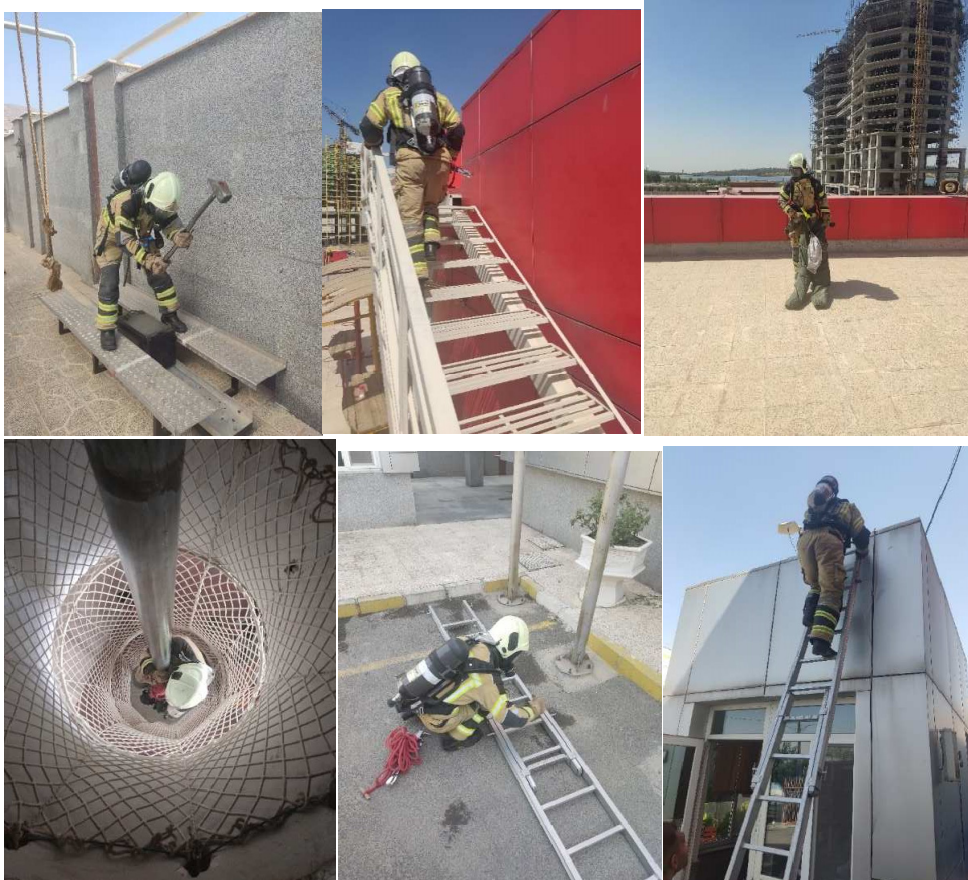
#### فرمول شماره ۱: نرمال کردن داده‌ها

امتیاز = فاصله دستیابی تقسیم بر طول اندام  $\times 100$   
سپس تمرینات ثبات مرکزی و عملیاتی- مهارتی به مدت ۶ هفته در روزهای شیفت کاری در دو گروه جداگانه تجربی انجام شد. پس از سپری شدن ۶ هفته از تمرینات یاد شده، مجدداً از تمامی آتش نشانان پس از آزمون (در شرایط مشابه با پیش آزمون) گرفته شد و برای سنجش ماندگاری اثر تمرین، یک ماه بعد از بی تمرینی، آتش نشانان آزمون تعادل Y را انجام دادند. در مدت یک ماه بی تمرینی کلاس‌های تئوری جهت بازآموزی، توسط فرمانده شیفت صورت پذیرفت.

جدول ۱: پروتکل تمرینات ثابت مرکزی

پایین آوردن دو طرفه پا	چرخش تنه با وزنه	دراز و نشست‌های کشیده	پل زدن با مارش	دراز و نشست کاملاً عمودی	دوچرخه	پل زدن شکمی (چپ، راست)	چرخش بخش پایین تنه	انقباض ایستای عضلات شکمی	پل زدن با بلند کردن پا	هفته
۵ M ۱۰ S	۱۰ R	۱۰ R	۱۰ R	۱۰ R	۱۵ R	۳ M ۱۰ S	۵ R	۲۰ S	۱۰ R	۱
۵ M ۱۵ S	۱۰ R	۱۵ R	۱۵ R	۱۵ R	۲۰ R	۳ M ۱۵ S	۵ R	۳۰ S	۱۵ R	۲
۵ M ۱۵ S	۱۵ R	۲۰ R	۱۵ R	۲۰ R	۲۵ R	۲ M ۳۰ S	۱۰ R	۲ M ۲۰ S	۱۵ R	۳
۵ M ۲۰ S	۲ M ۱۰ R	۲۵ R	۲ M ۱۰ R	۲۵ R	۲ M ۲۰ R	۳ M ۳۰ S	۱۰ R	۲ M ۳۰ S	۲ M ۱۰ R	۴
۵ M ۲۰ S	۲ M ۱۵ R	۲ M ۱۵ R	۲ M ۱۵ R	۲ M ۲۰ R	۲ M ۲۰ R	۲ M ۴۵ S	۱۵ R	۲ M S۴۵	۲ M ۱۵ R	۵
۵ M ۲۵ S	۲ M ۱۵ R	۲ M ۲۰ R	۲ M ۱۵ R	۲ M ۲۵ R	۲ M ۲۵ R	۲ R ۴۵ S	۱۵ R	۲ M ۴۵ S	۲ M ۱۵ R	۶

M: حرکت (ست)، R: تکرار، S: ثانیه



شکل ۴: تمرینات عملیاتی - مهارتی

جدول ۲: مقایسه ویژگی های فردی آزمودنی های تحقیق در دو گروه تمرینات ثبات مرکزی و عملیاتی مهارتی

متغیر	تمرینات ثبات مرکزی		تمرینات عملیاتی مهارتی		مقدار P
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	
سن	۳۰/۹۰	۳/۵۱	۳۱/۳۰	۲/۴۱	۰/۷۷۰
قد	۱۷۹/۴۰	۴/۴۰	۱۷۶/۱۰	۴/۳۳	۰/۱۰۸
وزن	۷۶/۳۴	۴/۰۷	۷۷/۳۱	۴/۰۷	۰/۵۱۲
شاخص توده‌ی بدنی	۲۳/۸۰	۰/۶۸	۲۴/۵۳	۱/۰۵	۰/۰۷۸
سابقه‌ی کار	۸/۵۰	۲/۳۷	۸/۱۰	۱/۶۶	۰/۶۶۷

شیب ۷۵ درجه نسبت به زمین و دیوار برپا و ضامن طناب را جهت ایمنی بیشتر (شکستن شیطانک و سقوط آتش نشان) گره زدند سپس از پمپ خودرو منبع دار یک رشته لوله آبرسان به طول ۲۰ متر به وزن تقریبی ۵۰ کیلوگرم (وزن لوله همراه با آب داخل لوله) را به متر از ۲۰ متر با سرلوله ای که بر دوش دارند روی زمین کشیده و خود را به پای نردبان رساندند. در این مرحله صعود از پله های نردبان تا طبقه دوم انجام شد (طول نردبان بیش از ۲ طبقه را جواب نخواهد داد) سپس در طبقه دوم عملیات اطفای حریق با دو تکنیک سرلوله (منطقه ایمنی و خنک کردن گازهای قابل اشتعال) خاتمه یافت. در این مرحله تخلیه آب لوله در ارتفاع با تکنیک لوپ انجام و به پای نردبان انداخته شد. در مرحله آخر فرود از پله های نردبان و در نهایت آتش نشان خود را به پای پمپ خودرو (محل ایمن در حوادث می باشد) رساندند.

بر اساس دستور العمل آزمون توانایی بدنی داوطلبین، مجموع زمان این پروتکل ۱۰ دقیقه و ۳۰ ثانیه و به صورت ایستگاهی اجرا شد (آتش نشانانی که پس از زمان یاد شده تمرین را به اتمام رساندند، از چرخه تحقیق خارج شدند (۱۳)).

### یافته ها

برای انجام پژوهش ۲۰ آتش نشان در قالب دو گروه ۱۰ نفری مورد مطالعه قرار گرفتند. ویژگی های فردی این آزمودنی ها شامل سن، قد، وزن، شاخص توده ی بدنی و سابقه ی کار در جدول (۱) گزارش شده است. نتیجه ی آزمون تی مستقل تفاوت معناداری بین دو

این پروتکل شامل ۶ مهارت حمل وسایل و تجهیزات، ورود اجباری (ضربات پتک)، صعود از پله، حمل مصدوم، حمل و گسترش نردبان، حمل و کشش لوله آبرسان که به شرح ذیل می باشد:

در شروع آتش نشانان بدون گرم کردن مشابه با حوادث، تجهیزات حفاظت فردی را بانضمام دستگاه تنفسی که حدودا ۲۲ تا ۲۵ کیلوگرم می باشد را کمتر از ۳۰ ثانیه بر تن کردند. با توجه به محبوس شدن احتمالی خودشان تیر امریکایی و یک رشته طناب ۲۰ متری که مجموعاً حدود ۱۰ کیلو گرم می باشد را برای فرار اضطراری با خود حمل کردند. در این مرحله ورود اجباری یا همان تخریب دیوار و درب ساختمان را با استفاده از پتک انجام شد (وزن کل دستگاه ۱۵۷ کیلوگرم، وزن پتک ۴ کیلوگرم، وزن شاخص ۶۹ کیلوگرم، عرض ۹۴ سانتیمتر، طول ۲ متر ۴۴ سانتیمتر، ارتفاع ۲۳ سانتیمتر) سپس آتش نشانان از مسیر پله های فرار (راه پله) به طبقه سوم رسیدند. در این مرحله از عملیات، مصدومی (دامین) با وزن ۷۰ کیلوگرم روی سطح پشت بام به صورت درازکش قرار گرفته بود. آتش نشانان مصدوم را ۲۰ متر روی سطح کشیده و در جای امن رها کردند. پس از رها شدن مصدوم، صدای سوت یا آژیر به علت ریزش آوار توسط محقق به صدا در آمد. آتش نشانان در این مرحله از میله فرود، تخلیه اضطراری را انجام دادند و به محوطه ایستگاه وارد شدند. در این مرحله با کمک آتش نشان دیگر، نردبان دستی دو تیکه ۴/۵ متری که ۶۳ کیلوگرم وزن دارد را ۲۰ متر حمل و در کناره دیوار ساختمان با استفاده از طناب مخصوص نردبان آن را به طول ۹ متر با

گروه در میانگین سن ( $p=0/770$ )، قد ( $p=0/108$ )، وزن ( $p=0/512$ )، شاخص توده ی بدنی ( $p=0/078$ ) و سابقه کار ( $p=0/667$ ) نشان نداد.

میانگین و انحراف معیار تعادل در پای راست و چپ آتش نشانان با لباس های نجات، حریق و هزمت در دو گروه تمرینات ثبات مرکزی و عملیاتی مهارتی، قبل از انجام مداخله، بلافاصله بعد از تمرین و یک ماه پس از تمرین (ماندگاری) در جدول ۳ گزارش شده است.

بر اساس نتایج بدست آمده از آزمون تعقیبی بونفرونی؛ قبل از انجام تمرینات (پیش آزمون)، و با سه لباس نجات، حریق و هزمت اختلاف معناداری در تعادل پای راست و چپ بین آتش نشان های دو گروه مورد مطالعه وجود نداشت ( $p>0/05$ ). ولی بلافاصله پس از انجام تمرینات (پس آزمون) و یک ماه بعد از پایان تمرینات (ماندگاری)، با هر سه لباس نجات، حریق و هزمت، میانگین امتیاز تعادل پای راست و چپ در گروه تمرینات عملیاتی مهارتی بطور معناداری بیشتر از تمرینات ثبات مرکزی بود ( $p<0/05$ ). (جدول ۵).

آزمون آنالیز واریانس با اندازه های تکراری برای بررسی اثرات نوع تمرین، نوع لباس، زمان اندازه گیری و اثرات متقابل آن ها انجام گرفت که خلاصه نتایج آن در جدول ۴ گزارش شده است. بر اساس نتایج بدست آمده اثر متقابل سه تایی نوع تمرین، نوع لباس و زمان اندازه گیری برای تعادل پای راست ( $p=0/041$ ) و پای چپ ( $p=0/007$ ) معنادار مشاهده شد.

همچنین اثرات متقابل دوتایی نوع تمرین-زمان

میانگین و انحراف معیار امتیاز تعادل پویا در آتش نشان با لباس نجات، حریق و هزمت در دو گروه با تمرینات ثبات مرکزی و عملیاتی مهارتی

جدول ۳: میانگین و انحراف معیار امتیاز تعادل پویا در آتش نشان با لباس نجات، حریق و هزمت در دو گروه با تمرینات ثبات مرکزی و عملیاتی مهارتی

	تمرینات ثبات مرکزی			تمرینات عملیاتی مهارتی		
	لباس نجات	لباس حریق	لباس هزمت	لباس نجات	لباس حریق	لباس هزمت
پای						
پیش آزمون	۸۷.۱۶±۵.۰۹	۸۵.۲۷±۴.۹۱	۸۴.۱۳±۵.۱۲	۹۰.۶۴±۴.۸۹	۸۸.۸۲±۴.۴۵	۸۷.۴۳±۴.۶۰
پس آزمون	۸۷.۲۷±۴.۹۷	۸۵.۴۴±۴.۸۷	۸۴.۰۴±۵.۱۸	۹۲.۷۹±۴.۶۱	۹۰.۶۹±۴.۲۹	۸۸.۸۱±۴.۳۰
ماندگاری	۸۷.۰۷±۵.۱۲	۸۵.۲۲±۴.۸۸	۸۳.۸۷±۵.۲۷	۹۲.۷۲±۴.۵۵	۹۰.۴۸±۴.۲۶	۸۸.۷۸±۴.۳۵
پای چپ						
پیش آزمون	۸۶.۹۶±۵.۱۴	۸۵.۱۷±۴.۸۷	۸۳.۴۲±۴.۶۶	۹۰.۷۳±۴.۹۹	۸۸.۸۵±۴.۴۶	۸۶.۷۴±۴.۲۲
پس آزمون	۸۷.۲۵±۵.۰۲	۸۵.۵۷±۴.۹۵	۸۳.۷۸±۴.۵۹	۹۲.۷۴±۴.۵۰	۹۰.۶۷±۴.۱۲	۸۸.۰۸±۳.۹۷
ماندگاری	۸۷.۱۲±۵.۱۱	۸۵.۲۱±۴.۷۹	۸۳.۴۷±۴.۶۰	۹۲.۶۹±۴.۴۹	۹۰.۵۸±۴.۱۵	۸۸.۱۳±۴.۱۱

جدول ۴: نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه های تکراری در بررسی اثر نوع تمرین، نوع لباس و زمان اندازه گیری بر تعادل آتش نشانان

اثر	پای راست		پای چپ	
	آماره	P مقدار	آماره	P مقدار
نوع تمرین	۴/۹۷۳	۰/۰۳۹*	۴/۹۷۳	۰/۲۱۶
لباس	۳۵/۹۱۵	<۰/۰۰۱**	۳۴/۳۲۶	۰/۶۵۶
زمان	۵۰/۹۶۶	<۰/۰۰۱**	۵۲/۱۴۰	۰/۷۴۳
تمرین * لباس	۰/۲۴۲	۰/۷۸۶	۰/۴۱۷	۰/۶۶۲
تمرین * زمان	۵۴/۱۶۶	<۰/۰۰۱**	۳۱/۳۲۵	۰/۶۲۵
زمان * لباس	۴/۸۴۸	۰/۰۰۲**	۴/۲۹۵	۰/۱۹۳
تمرین * زمان * لباس	۲/۶۳۳	۰/۰۴۱*	۳/۸۶۰	۰/۰۰۷**

\*\*معنادار در سطح خطای یک درصد

\*معنادار در سطح خطای پنج درصد

جدول ۵: نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی در مقایسه میانگین امتیاز تعادل بین تمرینات ثبات مرکزی و عملیاتی مهارتی در زمان‌های پیش آزمون، پس آزمون و ماندگاری در آتش نشانان با لباس های نجات، حریق و هزمت

لیباس	مقایسه زمان	پای راست		پای چپ	
		اختلاف میانگین دو گروه	P مقدار	اختلاف میانگین دو گروه	P مقدار
نجات	پیش آزمون	۳/۴۸۲	۰/۱۳۶	۲/۲۶۵	۰/۱۱۳
	پس آزمون	۵/۵۲۴	۰/۰۱۹*	۵/۴۸۱	۰/۰۱۹*
	ماندگاری	۵/۶۴۹	۰/۰۱۸*	۵/۵۷۰	۰/۰۱۹*
حریق	پیش آزمون	۳/۵۵۰	۰/۱۰۷	۳/۶۷۶	۰/۰۹۵
	پس آزمون	۵/۲۴۶	۰/۰۲۰*	۵/۱۰۳	۰/۰۲۲*
	ماندگاری	۵/۲۶۲	۰/۰۱۹*	۵/۳۶۹	۰/۰۱۵*
هزمت	پیش آزمون	۳/۲۹۸	۰/۱۴۷	۳/۳۲۴	۰/۱۱۲
	پس آزمون	۴/۷۷۱	۰/۰۳۸*	۴/۳۰۵	۰/۰۳۸*
	ماندگاری	۴/۹۱۳	۰/۰۳۵*	۴/۶۵۴	۰/۰۲۸*

\*معنادار در سطح خطای پنج درصد \*\*معنادار در سطح خطای یک درصد

جدول ۶: نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی در مقایسه میانگین امتیاز تعادل بین سه نوع لباس، در زمان های پیش آزمون، پس آزمون و ماندگاری در آتش نشانان با تمرینات ثبات مرکزی و عملیاتی مهارتی

زمان	مقایسه لباس	تمرینات ثبات مرکزی				تمرینات عملیاتی مهارتی	
		پای راست		پای چپ		پای چپ	
		اختلاف میانگین	P مقدار	اختلاف میانگین	P مقدار	اختلاف میانگین	P مقدار
پیش آزمون	نجات-حریق	۱/۸۹۴	<۰/۰۰۱**	۱/۷۸۵	۰/۰۰۲**	۱/۸۷۸	<۰/۰۰۱**
	نجات-هزمت	۳/۰۳۱	۰/۰۲۸*	۳/۵۴۰	۰/۰۱۳*	۳/۹۸۵	۰/۰۰۷**
	حریق-هزمت	۱/۱۳۷	۰/۳۷۱	۱/۷۵۵	۰/۰۴۲*	۲/۱۰۷	۰/۰۴۵*
پس آزمون	نجات-حریق	۱/۸۲۴	۰/۰۰۱**	۱/۶۸۴	۰/۰۰۳**	۲/۱۰۲	<۰/۰۰۱**
	نجات-هزمت	۳/۲۲۷	۰/۰۰۹**	۳/۴۷۵	۰/۰۱۲*	۳/۹۸۰	۰/۰۰۱**
	حریق-هزمت	۱/۴۰۳	۰/۰۷۲	۱/۷۹۱	۰/۰۴۱*	۱/۸۷۸	۰/۰۱۹*
ماندگاری	نجات-حریق	۱/۸۴۹	۰/۰۰۱**	۱/۹۰۴	۰/۰۰۲**	۲/۲۳۶	<۰/۰۰۱**
	نجات-هزمت	۳/۱۹۷	۰/۰۰۷**	۳/۶۴۲	۰/۰۱۰*	۳/۹۳۳	۰/۰۰۲**
	حریق-هزمت	۱/۳۴۸	۰/۰۷۷	۱/۷۳۸	۰/۰۴۱*	۱/۶۹۷	۰/۰۷۴

\*معنادار در سطح خطای پنج درصد \*\*معنادار در سطح خطای یک درصد

( $p > 0.05$ ) ولی در پای چپ، میانگین امتیاز تعادل در پس آزمون بطور معناداری بیشتر از پیش آزمون بود ( $p < 0.05$ ). یک ماه پس از تمرین میانگین امتیاز تعادل نسبت به بلافاصله بعد تمرین اندکی کاهش داشت ولی این کاهش از نظر آماری معنادار نبود ( $p > 0.05$ ). بعلاوه میانگین امتیاز تعادل پای چپ با لباس نجات بین پیش آزمون و ماندگاری اختلاف معنادار نداشت ( $p > 0.05$ ).

در گروه تمرینات ثبات مرکزی، و با استفاده از لباس حریق، میانگین امتیاز تعادل هر دو پای راست و چپ

امتیاز تعادل پای راست در لباس نجات بطور معناداری بیشتر از لباس حریق و لباس هزمت بود ( $p < 0.05$ ). ولی اختلاف معناداری بین دو لباس حریق و هزمت مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ). ولی در پای چپ، میانگین امتیاز تعادل در لباس نجات بطور معناداری بیشتر از لباس حریق و لباس هزمت، و در لباس حریق بطور معناداری بیشتر از لباس هزمت بود ( $p < 0.05$ ). (جدول ۶)

در گروه تمرینات ثبات مرکزی، و با استفاده از لباس نجات، اختلاف معناداری در میانگین امتیاز تعادل پای راست بین سه مرحله اندازه گیری مشاهده نشد

ماه بعد تمرین (ماندگاری)، تعادل پای راست و چپ در جهت های قدامی و خلفی-خارجی در گروه تمرینات عملیاتی مهارتی بطور معناداری بیشتر از گروه تمرینات ثبات مرکزی بود ( $p < 0/05$ ) ولی در جهت خلفی-داخلی تفاوت معناداری بین دو گروه مشاهده نشد ( $p > 0/05$ ).

در مقایسه ی بین سه لباس، در جهت قدامی، تعادل هر دو پای راست و چپ در هر دو گروه تمرینات ثبات مرکزی و عملیاتی مهارتی، و در هر سه مرحله ی پیش آزمون، پس آزمون و ماندگاری در لباس نجات بطور معناداری بیشتر از لباس های حریق و هزمت ( $p < 0/05$ ) و در لباس حریق بطور معناداری بیشتر از لباس هزمت بود ( $p < 0/05$ ).

در جهت خلفی-داخلی، قبل از انجام تمرینات ثبات مرکزی اختلاف معناداری بین تعادل آتش نشان ها با سه نوع لباس وجود نداشت ( $p > 0/05$ ). ولی بلافاصله بعد تمرین و یک ماه بعد از تمرینات ثبات مرکزی، تعادل آتش نشان ها در لباس نجات بطور معناداری بیشتر از لباس های حریق و هزمت بود ( $p < 0/05$ ) ولی بین لباس حریق و هزمت اختلاف معناداری مشاهده نشد ( $p > 0/05$ ).

در جهت خلفی-خارجی، قبل از انجام تمرینات ثبات مرکزی تعادل آتش نشان ها در لباس نجات بطور معناداری بیشتر از لباس های حریق و هزمت بود ( $p < 0/05$ ) ولی بین لباس حریق و هزمت اختلاف معناداری مشاهده نشد ( $p > 0/05$ ). ولی بلافاصله بعد تمرین و یک ماه بعد از تمرینات ثبات مرکزی، تعادل آتش نشان ها در لباس نجات بطور معناداری بیشتر از لباس های حریق و هزمت بود ( $p < 0/05$ ) و در لباس حریق بطور معناداری بیشتر از لباس هزمت بود ( $p < 0/05$ ).

در جهت های خلفی-داخلی و خلفی-خارجی قبل از انجام تمرینات عملیات مهارتی، تعادل آتش نشان ها در لباس نجات بطور معناداری بیشتر از لباس های حریق و هزمت بود ( $p < 0/05$ ) ولی بین لباس حریق و هزمت اختلاف معناداری مشاهده نشد ( $p > 0/05$ ). ولی بلافاصله بعد تمرین و یک ماه بعد از تمرینات عملیات مهارتی،

در پس آزمون بطور معناداری بیشتر از پیش آزمون بود ( $p < 0/05$ ). یک ماه پس از تمرین میانگین امتیاز تعادل هر دوپا، نسبت به بلافاصله بعد تمرین اندکی کاهش داشت ولی این کاهش از نظر آماری معنادار نبود ( $p > 0/05$ ). بعلاوه میانگین امتیاز تعادل پای راست و چپ بین پیش آزمون و ماندگاری اختلاف معنادار نداشت ( $p > 0/05$ ).

در گروه تمرینات ثبات مرکزی، و با استفاده از لباس هزمت، میانگین امتیاز تعادل پای راست بلافاصله بعد تمرین نسبت به قبل تمرین اندکی افزایش داشت ولی این افزایش از نظر آماری معنادار نبود ( $p > 0/05$ ). یک ماه پس از تمرین میانگین امتیاز تعادل پای راست نسبت به بلافاصله بعد بطور معناداری کمتر بود ( $p < 0/05$ ) و بین پیش آزمون و ماندگاری اختلاف معنادار وجود نداشت ( $p > 0/05$ ). ولی در پای چپ، میانگین امتیاز تعادل در پس آزمون بطور معناداری بیشتر از پیش آزمون بود ( $p < 0/05$ ). یک ماه پس از تمرین میانگین امتیاز تعادل پای چپ نسبت به بلافاصله بعد تمرین بطور معناداری کاهش داشت ( $p < 0/05$ ). و میانگین امتیاز تعادل پای چپ بین پیش آزمون و ماندگاری اختلاف معنادار نداشت ( $p > 0/05$ ).

در گروه تمرینات عملیاتی مهارتی، میانگین امتیاز تعادل پای راست و چپ آتش نشانان در لباس های نجات، حریق و هزمت، در پس آزمون و ماندگاری بطور معناداری بیشتر از پیش آزمون بود. و بین دو مرحله ی پس آزمون و ماندگاری اختلاف معناداری مشاهده نشد ( $p > 0/05$ ).

تعادل آتش نشان ها در سه جهت قدامی، خلفی داخلی و خلفی-خارجی به روش مشابه فوق مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در مقایسه ی تعادل آتش نشان های دو گروه؛ قبل از انجام تمرینات (پیش آزمون) میانگین امتیاز تعادل پای راست و چپ آتش نشان ها در جهت های قدامی، خلفی داخلی و خلفی خارجی بین دو گروه تمرینات ثبات مرکزی و تمرینات عملیاتی مهارتی تفاوت معنادار نداشت ( $p > 0/05$ ). در بلافاصله بعد تمرین (پس آزمون) و یک

معنادار نداشت ( $p > 0/05$ ). ولی در جهت های قدامی و خلفی خارجی در یک ماه پس از تمرین ثبات مرکزی نسبت به بلافاصله بعد تمرین بطور معناداری کاهش داشت ( $p < 0/05$ ).

در گروه تمرینات ثبات مرکزی میانگین امتیاز تعادل پای چپ، در لباس حریق در سه جهت، در لباس نجات در جهت های خلفی-خارجی و خلفی داخلی و در لباس هزمت در جهت های قدامی و خلفی-خارجی اختلاف معناداری بین سه مرحله اندازه گیری وجود نداشت ( $p > 0/05$ ). در لباس نجات، میانگین امتیاز تعادل در جهت قدامی در پس آزمون و ماندگاری بطور معناداری بیشتر از پیش آزمون بود ( $p < 0/05$ ). در لباس هزمت تعادل در جهت خلفی داخلی بعد از تمرین بطور معناداری بیشتر از قبل تمرین بود ( $p < 0/05$ ) ولی یک ماه بعد تمرین نسبت به بلافاصله بعد تمرین بطور معناداری کاهش داشت ( $p < 0/05$ ).

تعادل آتش نشان ها در لباس نجات بطور معناداری بیشتر از لباس های حریق و هزمت ( $p < 0/05$ ) و در لباس حریق بطور معناداری بیشتر از لباس هزمت بود ( $p < 0/05$ ).

در مقایسه ی تعادل آتش نشان ها بین سه مرحله، در گروه تمرینات عملیاتی مهارتی میانگین امتیاز تعادل پای راست و چپ در جهت های قدامی، خلفی-داخلی و خلفی-خارجی آتش نشانان در لباس های نجات، حریق و هزمت، در پس آزمون و ماندگاری بطور معناداری بیشتر از پیش آزمون بود. و بین دو مرحله ی پس آزمون و ماندگاری اختلاف معناداری مشاهده نشد ( $p > 0/05$ ).

در گروه تمرینات ثبات مرکزی میانگین امتیاز تعادل پای راست در لباس های نجات و حریق در جهت های قدامی، خلفی-داخلی و خلفی-خارجی آتش نشانان، بین سه مرحله اندازه گیری تفاوت معنادار نداشت ( $p > 0/05$ ). در لباس هزمت، در جهت خلفی داخلی میانگین امتیاز تعادل پای راست بین سه مرحله اندازه گیری تفاوت



## بحث

هدف اصلی این پژوهش مقایسه اثر و میزان ماندگاری تمرینات ثبات مرکزی و عملیاتی- مهارتی بر تعادل با و بدون البسه حرق، نجات و هزمت آتش نشانان بود. نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که تمرینات ثبات مرکزی و عملیاتی- مهارتی توانسته تعادل آتش نشانان را افزایش دهد و به طبع آن فاکتور مهمی برای پیشگیری از آسیب های ناشی از عدم تعادل مانند: لیز خوردن در سطوح لغزنده (جاری شدن مایعات)، سر خوردن در کوهستان، افتادن از روی نردبان، پیچ خوردن مچ پا و زانو در اطفای حریق جنگل و ... را شامل می شود. علاوه بر فاکتور تعادل، میزان ماندگاری تمرینات ثبات مرکزی و عملیاتی- مهارتی نیز مورد بررسی محقق قرار گرفت که نتایج حاصل از آن نشان داد که پس از یک ماه بی تمرینی (تمرینات ثبات مرکزی و عملیاتی- مهارتی)، تغییرات در تعادل آتش نشانان دیده نشد. بنابراین می توان چنین عنوان کرد که تمرینات یاد شده توانسته اثر بخشی یک ماهه بر روی تعادل آتش نشانان داشته باشد.

آتش نشانان به دلیل ماهیت شغلشان از سطح بالای بدنی برخوردارند و آسیب های ناشی از شغلشان خطرناک می باشد. گزارش شده تعدادی از این آسیب ها ناشی از ماهیت حرفه می باشد، اما تعداد زیادی از آسیب ها منجر به مشکلات اسکلتی- عضلانی می شود و به دنبال آن عدم تعادل را در عملیات ها به دنبال خواهد داشت که با تحقیق حاضر همسو بود (۱۲).

کونگ و همکاران دریافتند عواملی که ممکن است آتش نشانان را دچار سقوط یا لغزش کند به ۲ بخش درونی و بیرونی تقسیم بندی می شوند. الف) عوامل درونی: تعادل، سن، تجربه، قدرت، آمادگی جسمانی، توده بدنی و خستگی. ب) عوامل بیرونی: تجهیزات، کاهش دید، وضعیت سطح زمین، سرما و گرما می باشد (۱۴).

کونگ و همکاران طی تحقیقی بر روی ۲۳ آتش نشان مرد با همراه داشتن البسه حفاظت فردی و دستگاه تنفسی دریافتند که تمرینات هوازی و مقاومتی توانسته پیشرفت بسزایی را روی تخته تعادل عملکردی داشته

باشد. آتش نشانان قبل از مداخله تمرینات ثبات مرکزی و عملیاتی- مهارتی طول کمتری را در آزمون Y انجام دادند اما پس از مداخله افزایش طول حرکت را داشتند. بنابراین با تحقیق حاضر در مورد فاکتور افزایش تعادل همسو بوده است (۱۵). میشل و همکاران در سال ۲۰۱۹ در تحقیقی با عنوان تاثیر البسه حفاظت فردی بر تعادل استاتیک و دینامیک آتش نشانان پرداختند که نتایج حاصل نشان داد که در دو گروه آتش نشانان با البسه حفاظت فردی با و بدون ماسک تنفسی بر روی تعادل پویا و ایستا تاثیرات منفی بر جا گذاشته است اما در تعادل پویا تاثیرات منفی، مشهود تر مشاهده شد که مهم ترین فاکتور را داشتن ماسک تنفسی به روی صورت دانستند. در ادامه بر این باور بودند که حفظ تعادل در حوادث به سرعت در حال تغییر است و آسیب دیدگی را به دنبال خواهد داشت. بدین صورت که محیط حوادث به دلایل مختلف مانند: آب، کف، ریزش مواد لغزنده حاصل از سوختن و ... که خود می تواند لغزش، زمین خوردن و افتادن را شامل شود. میشل و همکاران تمرینات تعادلی پویا را جهت پیشگیری و کاهش آسیب گزارش کردند. از این رو می توان چنین عنوان کرد که البسه حفاظت فردی همراه با ماسک تنفسی در (البسه حریق، نجات و هزمت) توانسته عدم تحرک پذیری و تعادل را در حوادث دچار اغتشاش کند که با تحقیق حاضر همسو بوده است (۱۶).

ماتیو و همکاران در سال ۲۰۲۳ دریافتند که البسه حفاظت فردی سطح A هزمت از دیگر البسه های حفاظت فردی آتش نشانان (حریق و نجات)، اغتشاش و عدم تعادل را در آتش نشانان داشته است. از این رو برای خنک نگه داشتن آتش نشانان از استرچ های یکسره مخصوص استفاده کردند تا آنان کمتر دچار گرمزدگی داخل البسه حفاظت فردی شوند که با تحقیق حاضر در نوع البسه ها همسو بود. در تحقیق حاضر پایین ترین نمرات تعادلی را آتش نشانان با البسه حفاظت فردی هزمت سطح A داشتند (۱۷).

الجرودی و همکاران در سال ۲۰۲۴ دریافتند که گرمای شدید و رطوبت داخل البسه حفاظت فردی تعادل آتش نشانان را تحت تاثیر خود قرار می دهد که با تحقیق

البسه حفاظت فردی نیز، البسه هزمت سطح A کمترین نمره تعادل سپس البسه حریق و در آخر البسه نجات به خود اختصاص دادند. در مورد تجهیزات (نجات) و دستگاه تنفسی نیز جنبش پذیری و تعادل در البسه هزمت سطح A کمترین نمره سپس البسه حریق و در آخر البسه نجات به خود اختصاص دادند. در نهایت میتوان چنین عنوان کرد که تجهیزات و دستگاه تنفسی نسبت به بدون تجهیزات و دستگاه تنفسی عدم تعادل و دسترسی سخت را در حوادث برای آتش نشانان به دنبال خواهد داشت. با توجه به اینکه عدم تعادل در بین آتش نشانان دیده می شود و ارتباط آن با آسیب دیدگی شغلی در یک راستا قرار دارد لذا جهت پیشگیری از آسیب های شغلی، تمرینات ثبات مرکزی و عملیاتی- مهارتی جهت بالا بردن سطح آمادگی جسمانی، عملیاتی، تعادلی و ماندگاری آن توصیه می شود (نقطه قوت تحقیق حاضر در تمرینات عملیاتی- مهارتی نسبت به تمرینات ثبات مرکزی بود). در پایان پیشنهاد برای مطالعات آتی روی دیگر جنسیت آتش نشانان و دیگر ابزارهای اندازه گیری تعادل صورت گیرد. از نقاط قوت مطالعه حاضر می توان به بهبود عملکرد و کاهش ریسک فاکتورهای آسیب آتش نشانان و نقاط ضعف به تعداد محدود آزمودنی ها اشاره کرد.

## REFERENCES

1. Khodabakhshi A, Falsafinejad MR, Moghadam F, Mojarab M. Effectiveness of Stress Management Training on Life Quality and Occupational Burnout among Firefighters of Tehran. J Torbat Heydariyeh Univ Med Sci. 2018;6(1):11-19. [Persian]
2. Ghafelebashi GH, Alizadeh M, Akoochakian M. The Effect of Eight Weeks of Functional Training on Firefighters' Balance. Sport Med Stud. 2022;13(30):185-210. [Persian]
3. Zare M, Soltani Z, Hosseinzadeh M. Effect of a proprioceptive balance board training program on functional and neuromotor performance in volleyball players predisposed to musculoskeletal injuries. Sport Sci Health. 2022;21(1):331-8.
4. Hosseini-mehr S, Salavati F. The effect of core stability

حاضر همسو بود. آنان جهت برطرف نمودن فاکتور عدم تعادل، از البسه مخصوص که مسیر آب در کل بدن جریان داشت، استفاده کردند که تا حدودی توانسته بود آتش نشانان را خنک و در نهایت کاهش خستگی و تعادل را به دنبال داشته باشد (۱۸).

سو یانگ و همکاران در سال ۲۰۲۲ دریافتند که البسه حفاظت فردی با و بدون دستگاه تنفسی بر روی عملکرد، تعادل و جنبش پذیری تاثیر بسزایی دارد (آتش نشانان با البسه حفاظت فردی بانضمام دستگاه تنفسی نسبت به نداشتن دستگاه تنفسی، در عملکرد، تعادل و جنبش پذیری دچار نقص بودند) که در با و بدون دستگاه تنفسی و تجهیزات در هر ۳ نوع البسه حفاظت فردی با تحقیق حاضر همسو بود (۱۹).

## نتیجه گیری

اختلال در تعادل آسیب دیدگی را به دنبال خواهد داشت. نتایج نشان دهنده این واقعیت است که تمرینات عملیاتی- مهارتی به نسبت تمرینات ثبات مرکزی در ۳ نوع البسه حفاظت فردی (حریق، نجات و هزمت سطح A) توانسته تاثیرات بسزایی را بر روی تعادل و ماندگاری آن (تعادل) در بین آتش نشانان داشته باشد. در مورد ۳ نوع

- exercises week number on balance performance in athletes with a history of ACL injury. Stud Sport Med. 2023;14(2):48-58. [Persian]
5. Alexander LE. When the bells go down: Resilience and vulnerability in firefighters [dissertation]. University of Hertfordshire; 2016.
6. Kenneth E, Alexander J, Csiernikb K, Winke L, Joshua R, Lindsey E, et al. Personal protective ensembles' effect on dynamic balance in firefighters. Work. 2019;62(4):507-14.
7. Delshad A, Haghghi A, Hoseini A. A comparison of the effectiveness of two methods of operational-skills and combined exercises training on some of the indexes of immunity systems in male firefighters. J Shahid Sadoughi Univ Med Sci. 2018;25(4):461-72. [Persian]
8. Kesler R, Hostler D, Peterson J, Eberman L, Orr R. Impact

- of SCBA size and firefighting work cycle on firefighter functional balance. *Appl Ergon*. 2018;69:112-9.
9. Mousavi S, Onvani V, Sadeghi H. The effect of lower limb muscle fatigue on balance in elite young athletes. *J Mod Rehabil*. 2014;7(2):7-12. [Persian]
  10. Mahmoudi M, Sahebozamani M, Akoochian M. Evaluation of the degree of torticollis and scoliosis in elite freestyle wrestlers with cauliflower ears. *J Paramed Sci Rehabil*. 2020;10(3):39-48. [Persian]
  11. Malmir K, Ashrafganjooie M. Comparing Y-balance test between chronic low back pain and healthy people; a systematic review and meta-analysis. *Sport Sci Health*. 2023;19:41-53.
  12. Mahmoudi M, Sahebozamani M. The effect of a 6-week core stability training on in Tehran District one's firefighters suffering from nocturnal sleep disorders due to chronic low back pain. *Iran J Res Biosci Phys Act*. 2018;5(8):22-30. [Persian]
  13. Mahmoudi M, Sahebozamani M, Akoochian M. The effect and follow-up results of 8 weeks of operational-skill training on the dynamic balance of firefighters. *Occup Med Q J*. 2023;15(2):1-11. [Persian]
  14. Kong PW, Suyama J, Hostler D. A review of risk factors of accidental slips, trips, and falls among firefighters. *Saf Sci*. 2013;60(2):203-9.
  15. Kong PW, Suyama J, Cham R, Hostler D. The Relationship Between Physical Activity and Thermal Protective Clothing on Functional Balance in Firefighters. *Res Q Exerc Sport*. 2012;83(4):546-52.
  16. Michelle N, Rachel C, Shawn O, Henry L, Jenna T, Shelyce Y. The effect of firefighter personal protective equipment on static and dynamic balance. *Ergonomics*. 2019;62(7):886-94.
  17. Matthew Z, Smith J, Johnson R. Personal Protective Equipment. In: *StatPearls*. StatPearls Publishing; 2023.
  18. Aljaroudia A, Bhattacharyac A, Straucha A, Tyler D, Quinna W, Williams J. Effect of cooling on static postural balance while wearing firefighter's protective clothing in a hot environment. *Int J Occup Saf Ergon*. 2024; [Epub ahead of print].
  19. Su-young S, Satoshi M, Yutaka T. Exploring the appropriate test methods to examine the effects of firefighter personal protective equipment on mobility. *Fash Text*. 2022;9(1):22.