Journal of Occupational Hygiene Engineering Volume 6, Issue 3, Autumn 2019, Pages: 54-64

Original Article

doi: 10.52547/johe.6.3.54

Investigation of the Effect of Different Firefighting Gloves on the Dexterity of Hands and Fingers

Fakhradin Ghasemi[1], Farzaneh Mollabahrami[2], Kamran Najafi[3], Bahareh Heidari[4], Elnaz Taheri[5,*]

[1] [1] *Associate Professor, Occupational Safety and Health Research Center, Department of Ergonomics, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran*
[2] *MSc Student of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Students Research Committee, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran*
[3] *PhD Student of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Students Research Committee, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran*
[4] *MSc Student of Ergonomics, School of Public Health, Students Research Committee, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran*
[5] *MSc Student of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Students Research Committee, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran*

***Corresponding Author:** Elnaz Taheri, School of Public Health, Students Research Committee, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran. Email: Elnaztaheri1992@gmail.com*

Received: 20/5/2019
Accepted: 21/07/2019

How to Cite this Article:
Ghasemi F, Mollabahrami F, Najafi K, Heidari B, Taheri E. Investigation of the Effect of Different Firefighting Gloves on the Dexterity of Hands and Fingers. *J Occup Hyg Eng*. 2019; 6(3): 54-64. DOI: 10.52547/ johe.6.3.54

Abstract

Background and Objective: One of the most common problems of firefighters is performance degradation while using protective gloves. Regarding the existence of various types of firefighting gloves in Iran, this study aimed to investigate and compare the effect of these gloves on hand dexterity.

Materials and Methods: Two types of the most widely used firefighting gloves were selected for the purpose of this study. The dexterity was evaluated using four standard tests, including Bennett, Minnesota, Pegboard, and modified Pegboard, for each pair of gloves on 40 male students. The Spearman's correlation coefficient, Wilcoxon test, and Friedman test were used to compare dexterity and its effective factors.

Results: Based on the obtained results, the type of gloves had a significant effect on hand dexterity ($P<0.001$). The findings showed that the modified Pegboard test had high sensitivity in measuring finger dexterity. However, the Pegboard test due to its low sensitivity and severe reduction in scores was not suitable for measuring dexterity. The Bennett and Minnesota tests due to their similar trends can be used to measure hand dexterity. In addition, since Minnesota test was less tiresome and solved some problems, it can be used instead of the Bennett test.

Conclusion: Various firefighting gloves available in the market have different effects on the dexterity of the hands and fingers. Therefore, this should be considered by firefighting organizations. It is recommended to evaluate dexterity while using firefighting gloves with the help of the modified Pegboard and Minnesota tests.

Keywords: Bennett; Hand Dexterity; Firefighting Gloves; Minnesota; Modified Pegboard; Pegboard Board

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-07-05]

[DOI: 10.52547/johe.6.3.54]

Copyright © 2019 Journal of Occupational Hygiene Engineering. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cite

مقاله پژوهشی

doi: 10.52547/johe.6.3.54

بررسی اثر دستکش‌های آتش‌نشانی مختلف مورد استفاده در عملیات اطفای حریق بر چابکی دست و انگشتان

فخرالدین قاسمی[۱]، فرزانه ملابهرامی[۲]، کامران نجفی[۳]، بهاره حیدری[۴]، الناز طاهری[۵،*]

[۱] استادیار مرکز تحقیقات ایمنی و بهداشت شغلی، گروه ارگونومی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، مرکز پژوهش دانشجویان، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

[۳] دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، مرکز پژوهش دانشجویان، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

[۴] دانشجوی کارشناسی ارشد ارگونومی، دانشکده بهداشت، مرکز پژوهش دانشجویان، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

[۵] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، مرکز پژوهش دانشجویان، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

* **نویسنده مسئول:** الناز طاهری، دانشکده بهداشت، مرکز پژوهش دانشجویان، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران. ایمیل: Elnaztaheri1992@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۲/۳۰

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۴/۳۰

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

چکیده

سابقه و هدف: یکی از شایع‌ترین مشکلات آتش‌نشانان، تنزل عملکرد دست حین استفاده از دستکش‌های حفاظتی می‌باشد. با توجه به تنوع دستکش آتش‌نشانی در ایران، پژوهش حاضر با هدف بررسی و مقایسه اثر این دستکش‌ها بر چابکی دست صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها: برای انجام این مطالعه دو مدل از مرسوم‌ترین دستکش‌های آتش‌نشانی جهت بررسی انتخاب شدند. در این پژوهش چابکی با استفاده از چهار آزمون استاندارد Bennett، مینه‌سوتا، پگ‌بورد و پگ‌بورد اصلاح‌شده برای هر جفت دستکش در ارتباط با ۴۰ دانشجوی مرد ارزیابی گردید. همچنین از آزمون‌های ویلکاکسون و ضریب همبستگی Spearman و Friedman به‌منظور مقایسه چابکی و فاکتورهای اثرگذار بر آن استفاده گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان دادند که نوع دستکش اثر معناداری بر چابکی دست دارد ($P<0/001$). مطابق با یافته‌ها، آزمون پگ‌بورد اصلاح‌شده حساسیت بالایی برای سنجش چابکی انگشتان دارد؛ اما آزمون پگ‌بورد به دلیل حساسیت ناکافی و ایجاد کاهش شدید در امتیازات برای سنجش چابکی مناسب نمی‌باشد. از سوی دیگر، آزمون Bennett و مینه‌سوتا می‌توانند برای سنجش چابکی هر دو دست (با توجه به روند یکسانشان) مورد استفاده قرار گیرند. باید توجه داشت که آزمون مینه‌سوتا به دلیل ایجاد خستگی کمتر و رفع دیگر مشکلات می‌تواند به جای آزمون Bennett استفاده گردد.

نتیجه‌گیری: دستکش‌های آتش‌نشانی مختلف موجود در بازار، اثرات متفاوتی بر چابکی دست و انگشتان دارند؛ از این رو سازمان‌های آتش‌نشانی می‌بایست به این موضوع توجه نمایند. در این ارتباط، آزمون‌های پگ‌بورد اصلاح‌شده و مینه‌سوتا به‌منظور ارزیابی چابکی حین استفاده از دستکش‌های آتش‌نشانی پیشنهاد می‌گردند.

واژگان کلیدی: آتش‌نشانی؛ پگ‌بورد؛ پگ‌بورد اصلاح‌شده؛ چابکی دست؛ دستکش؛ مینه‌سوتا؛ Bennett

مقدمه

آتش‌نشانان در حین عملیات اطفای حریق با خطرات مختلفی از قبیل حرارت بالا، مواد سمی، فعالیت در ارتفاع و غیره مواجه هستند و برای حفاظت خود از وسایل ایمنی مختلفی استفاده می‌کنند [۱]. دستکش‌های آتش‌نشانی به‌عنوان یکی از ابزارهای مورد استفاده در عملیات اطفای حریق می‌بایست چابکی، قدرت چنگش و دامنه حرکتی مناسب را فراهم آورند [۲]. نتایج نظرسنجی اخیر در بین آتش‌نشانان نشان داده است که از نظر سایز و تناسب دستکش‌ها، مسائلی مانند طول اضافی و بزرگی آن‌ها در ناحیه انگشت موجب محدودیت حرکتی، کاهش چابکی و تأثیر منفی بر کارایی و ایمنی آتش‌نشانان گردیده است [۲]. کاهش چابکی دست به‌عنوان مهم‌ترین نقطه ضعف دستکش‌های آتش‌نشانی محسوب می‌شود [۳]. آتش‌نشانان

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-07-05]

[DOI: 10.52547/johe.6.3.54]

گزارش نموده‌اند که کاهش چابکی به‌عنوان بزرگ‌ترین نگرانی در استفاده از دستکش‌ها ناشی از چندلایه‌بودن و ساختار بزرگ آن‌ها می‌باشد. از آنجایی که بیشتر وظایف آتش‌نشانان نیازمند حرکات ضروری دست مانند حمل، هل‌دادن و استفاده از ابزار و شلنگ‌ها می‌باشد، کاهش چابکی دست به چالشی بزرگ تبدیل شده است [۴]. انواع مختلفی از دستکش‌های آتش‌نشانی در بازار ایران وجود دارند. این دستکش‌ها براساس اصول مختلفی طراحی شده‌اند و معمولاً کیفیت ارگونومیکی آن‌ها کمتر مورد توجه قرار گرفته است؛ به‌عنوان مثال داده‌های مستندی در زمینه اثر این دستکش‌ها بر چابکی دست به‌عنوان یک ویژگی مهم ارگونومیکی در طراحی دستکش وجود ندارد. اگر دستکش از این نظر کیفیت پایینی داشته باشد ممکن است آتش‌نشان در حین اطفای حریق از آن استفاده نکند و در نتیجه دچار آسیب شود. با توجه به اهمیت چابکی دست و انگشتان، آزمون‌های مختلفی برای بررسی آن‌ها ارائه شده‌اند که برخی دارای استفاده عمومی بوده و برخی استفاده اختصاصی برای یک وظیفه خاص دارند. باید بیان نمود که تاکنون ابزارها و روش‌های مختلفی به‌منظور سنجش چابکی دست آتش‌نشان‌ها ارائه گردیده است. آزمون Bennett (Bennett Hand-Tool Dexterity Test) یکی از این روش‌ها می‌باشد که در نسخه سال ۱۹۸۳ استاندارد سازمان ملی حفاظت از حریق (National Fire Protection Association) به‌منظور ارزیابی چابکی دست از طریق مقایسه زمان انجام آن هنگام پوشیدن دستکش و بدون آن معرفی گردید [۳،۵،۶]. با این وجود، برخی از مطالعات مانند پژوهشی که توسط Dodgen و همکاران انجام شد، کمبودهایی را برای استفاده از آزمون Bennett به‌عنوان استاندارد ذکر نموده‌اند. نتایج مطالعه Dodgen و همکاران نشان داد که این آزمون نشان‌دهنده وظایف واقعی انجام‌شده در پاسخ به شرایط اضطراری نمی‌باشد. مسائل دیگری که در رابطه با این آزمون وجود دارند، عبارت هستند از: طولانی‌بودن زمان آن، نیاز به استانداردسازی در رابطه با میزان محکم‌کردن پیچ و مهره‌ها و تأثیرپذیری امتیاز افراد از برداشتن اجزای کوچک و یا افتادن ابزار مورد استفاده در طول انجام آزمون [۳،۷]. با توجه به معایب این آزمون و اهمیت چابکی دست در آتش‌نشانان هنگام استفاده از دستکش، انتخاب آزمون مناسب به‌منظور برآورد صحیح میزان چابکی دست ضروری است. با توجه به موارد ذکرشده و اینکه تاکنون پژوهشی به بررسی چابکی در ارتباط با استفاده از دستکش‌هایی که آتش‌نشانان ایرانی بیشتر از آن‌ها استفاده می‌کنند صورت نگرفته است، مطالعه حاضر با هدف ارزیابی و تعیین آزمون مناسب برای بررسی چابکی دست آتش‌نشانان هنگام استفاده از دستکش‌های متداول حین عملیات اطفای حریق از طریق مقایسه آزمون Bennett، پگ‌بورد (Pegboard Manual Dexterity)، پگ‌بورد اصلاح‌شده (Modified Pegboard) و آزمون مینه‌سوتا (MMDT: Minnesota Manual Dexterity Test) انجام شد. با توجه به عدم وجود مطالعه‌ای در این مورد در ایران، برای انتخاب دستکش‌های مورد نظر به سازمان‌های آتش‌نشانی و بازارهای موجود برای فروش در چندین شهر ایران مراجعه گردید و مطابق با پژوهش‌های صورت‌گرفته و متناسب با بودجه در دسترس، دو جفت از متداول‌ترین دستکش‌ها برای بررسی انتخاب شد. در این راستا، در مطالعه Baker و همکاران انواع مختلفی از دستکش‌های آتش‌نشانی مورد بررسی قرار گرفتند. مطابق با پژوهش مذکور، بیشتر دستکش‌های آتش‌نشانی از جنس چرم گاو بوده و برخی دارای الیاف دیگر می‌باشند؛ بنابراین در این مطالعه هر دو نوع بررسی گردیدند. شایان ذکر است که بیشتر دستکش‌های آتش‌نشانی دارای سه لایه هستند که در پژوهش حاضر نیز به همین صورت است [۸].

مواد و روش‌ها

مطالعه تحلیلی- مقطعی حاضر در ارتباط با ۴۰ دانشجوی مرد انجام شد. علت عدم استفاده از افراد آتش‌نشان در این مطالعه، تجربه کاری آن‌ها در استفاده از این دستکش‌ها بود که موجب اثرگذاری بر نتایج می‌گردید. ویژگی‌های دموگرافیک افراد شرکت‌کننده در جدول ۱ ارائه گردیده است. شایان ذکر می‌باشد که تمامی افراد از نظر داشتن اختلالات اسکلتی- عضلانی فوقانی با استفاده از نقشه بدن و پرسشنامه عمومی نوردیک مورد بررسی قرار گرفتند و افرادی که دارای این اختلالات بودند، از مطالعه حذف گردیدند. در این پژوهش سایز دست افراد مطابق با استاندارد EN 420 (شامل: دو بخش دست و دستکش) تعیین گشت. بر مبنای نتایج، بیشتر افراد دارای سایز دست متوسط بودند که این مهم با نتایج سایر مطالعات منطبق می‌باشد [۹]. باید خاطرنشان ساخت که به‌منظور یکنواخت‌سازی، افرادی که دارای سایز دست متوسط نبودند از مطالعه خارج گشتند.

برآورد ابعاد دست و دستکش‌ها: ابعاد دست غالب شرکت‌کنندگان مطابق با استاندارد EN 420 شامل: طول دست (از ناحیه شروع مچ تا انتهای انگشت میانی) و محیط دایره‌ای (از محل دو شاخه شدن انگشت شست و شاخص) می‌باشد که به‌ترتیب توسط کولیس دیجیتال و متر اندازه‌گیری گردیدند. این ابعاد در جدول ۲ بیان شده‌اند.

جدول ۱: ویژگی‌های دموگرافیک افراد مورد بررسی

پارامتر	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف استاندارد
سن (بر حسب سال)	۲۰	۳۶	۲۸	۵
وزن (بر حسب کیلوگرم)	۶۲	۹۹	۷۶	۸
قد (بر حسب سانتی‌متر)	۱۶۷	۱۸۹	۱۷۷	۶

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-07-05]

[DOI: 10.52547/johe.6.3.54]

جدول ۲: سایز دست و ابعاد آنتروپومتریک انتخاب‌شده شرکت‌کنندگان به میلی‌متر

پارامتر	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف استاندارد
طول انگشت شست	۵۴	۸۳	۶۷	۶
طول انگشت میانی	۵۴	۸۳	۶۷	۶
طول انگشت اشاره	۶۵	۸۵	۷۴	۴
طول دست	۱۷۱	۱۸۵	۱۷۳	۹
محیط دست	۱۷۸	۲۰۳	۱۹۰	۶

انتخاب دستکش‌ها: دو نوع از دستکش‌های متداول در عملیات اطفای حریق که توسط آتش‌نشانان ایرانی مورد استفاده قرار می‌گیرند، تهیه گردید. این دستکش‌ها ضد حرارت و دارای استانداردهای معتبر بوده و سایز آن‌ها متوسط می‌باشد؛ زیرا مطابق با بررسی‌های انجام‌شده، سازمان آتش‌نشانی سایز متوسط دستکش را برای تمامی افراد مورد استفاده قرار می‌دهد و این سایز در بازار موجود می‌باشد.

پروتکل آزمایش: هر مجموعه از آزمایشات در حدود ۳۰ دقیقه طول کشید و استراحت‌های یک ساعته بین آزمون‌ها قرار داده شد. شایان ذکر است که دستکش‌ها به‌صورت تصادفی برای انجام آزمون مورد استفاده قرار گرفتند (استفاده از آن‌ها به‌ترتیب نبود). جزئیات روش‌ها و آزمون‌ها برای هر فرد در جلسه‌ای به‌منظور آشنایی با آزمون‌ها توضیح داده شد.

پروتکل استاندارد هر آزمون

آزمون Bennett

این آزمون به‌صورت نشسته انجام می‌شود و ارتفاع سطح کار به‌منظور به حداقل رساندن خمش و انقباض کمر تنظیم می‌گردد. در آزمون Bennett فرد می‌بایست پیچ‌ها و مهره‌ها را از سمت مخالف دست غالب به‌صورت سطر به سطر از بالا به پایین باز نموده و آن‌ها را به سمت مقابل از پایین به بالا به‌صورت ردیفی انتقال دهد. پس از اینکه پیچ‌ها توسط آچار باز گردیدند، فرد می‌تواند از انگشتان جهت بازکردن بیشتر و برداشتن پیچ و مهره‌ها استفاده کند. شایان ذکر است که تمامی پیچ‌های موجود در یک ردیف قبل از شروع سطر بعدی می‌بایست به قدری محکم گردند که نتوان آن‌ها را توسط انگشتان حرکت داد. به محض بستن آخرین پیچ، زمان آزمون متوقف گشته و ثبت می‌گردد [۱۰].

آزمون مینه‌سوتا

ابزار مورد استفاده در این آزمون، ۶۰ قطعه پلاستیکی است که در ارتفاع ۷۲ سانتی‌متری از سطح زمین قرار می‌گیرند (شکل ۲). این آزمون شامل دو زیرآزمون زیر است:

۱. Placing Test: در این آزمون صفحه مینه‌سوتا در فاصله



شکل ۱: دستکش‌های آتش‌نشانی متداول در عملیات اطفای حریق استفاده‌شده در این مطالعه



شکل ۲: آزمون‌های استفاده‌شده در این مطالعه برای سنجش چابکی شامل: آزمون‌های Bennett، مینه‌سوتا، پگ‌بورد و پگ‌بورد اصلاح‌شده

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-07-05]

[DOI: 10.52547/johe.6.3.54]

۲/۵۴ سانتی‌متری از لبه میز قرار داده می‌شود و دیسک‌ها به‌طور منظم در جلوی صفحه قرار می‌گیرند. فرد می‌بایست از سمت موافق دست غالب خود، دیسک پایینی را بردارد و در سوراخ بالای صفحه قرار دهد. پس از تکمیل یک ستون، این مراحل تا زمانی که دو ستون کامل گردند، ادامه می‌یابند. سپس، هشت دیسک قرار داده شده در صفحه مینه‌سوتا به جایگاه اولیه باز گردانده می‌شوند و زمان انجام آزمون ثبت می‌گردد [۱۱].

۲. Turning Test: صفحه مینه‌سوتا در فاصله ۲/۵۴ سانتی‌متری از لبه میز قرار داده می‌شود و تمامی دیسک‌ها روی صفحه در سمت سیاه یا قرمز قرار می‌گیرند (تمامی دیسک‌ها باید هم‌رنگ باشند). فرد با دست چپ یکی از دیسک‌ها را برداشته و درحال انتقال به دست راست، آن را به سمت دیگر برمی‌گرداند (قرمز را به سمت سیاه و سیاه را به سمت قرمز) و تا زمانی که یک ردیف کامل شود به صفحه آزمون انتقال می‌دهد. هنگام شروع ردیف دوم، دیسک‌ها با دست راست برداشته می‌شوند و به دست چپ منتقل می‌گردند. با ادامه همین توالی، آزمایش با تکمیل سایر ردیف‌ها تا پایان آزمون ادامه می‌یابد. امتیاز نهایی معادل تعداد ثانیه‌هایی خواهد بود که تکمیل آزمون به طول می‌انجامد [۱۱].

آزمون پگ‌بورد

موقعیت فرد در این آزمون در حالت نشسته، درست در مقابل پگ‌بورد است. باید خاطرنشان ساخت که وجود ۲۵ پین در هر کاپ آن ضروری می‌باشد (شکل ۲). آزمون پگ‌بورد شامل پنج مرحله به شرح زیر است.

۱. دست راست (۳۰ ثانیه): در این آزمون فرد می‌بایست در هر بار یک پین را با دست راست از کاپ سمت راست پگ‌بورد بردارد و در سوراخ‌های سمت راست از بالا به پایین قرار دهد. پس از ۳۰ ثانیه، تعداد پین‌های قرار داده شده شمارش گردیده و امتیاز بر حسب تعداد کل پین‌های قرار داده شده محاسبه می‌گردد [۱۲].

۲. دست چپ (۳۰ ثانیه): فرد می‌بایست هر بار یک پین را با دست چپ خود از کاپ سمت چپ پگ‌بورد بردارد و در سوراخ‌های سمت چپ از بالا به پایین قرار دهد. پس از ۳۰ ثانیه، تعداد پین‌های قرار داده شده شمارش گردیده و امتیاز بر حسب تعداد پین‌های قرار داده شده، محاسبه می‌گردد [۱۲].

۳. هر دو دست (۳۰ ثانیه): در این آزمون فرد پین‌های سمت راست را با دست راست از کاپ راست برداشته و در همان زمان پین‌های سمت چپ را با دست چپ از کاپ چپ برمی‌دارد و از بالا به پایین روی صفحه پگ‌بورد در سمت موافق دست‌ها (پین‌های برداشته‌شده با دست چپ در سوراخ‌های سمت چپ و پین‌های برداشته‌شده با دست راست در سوراخ‌های سمت راست) قرار می‌دهد. پس از ۳۰ ثانیه، تعداد جفت پین‌های قرار داده شده به‌عنوان امتیاز این مرحله ثبت می‌گردند [۱۲].

۴. دست راست، دست چپ و هر دو دست: در این مرحله هیچ‌یک از آزمودنی‌ها مشارکت ندارند؛ تنها امتیازات مراحل قبل با یکدیگر جمع گشته و به یک امتیاز نهایی تبدیل می‌شوند [۱۲].

۵. مونتاژ کردن (۱ دقیقه): این آزمون شامل پین، کولار و واشر می‌باشد. در این آزمون فرد می‌بایست یک پین را با دست راست خود از کاپ سمت راست بردارد و درحالی که آن را در سوراخ بالایی ستون سمت راست قرار می‌دهد، یک واشر را با دست چپ بردارد و به محض گذاشتن پین، واشر را بر روی پین قرار دهد. علاوه‌براین درحال قراردادن واشر، یک کولار را با دست راست برداشته و آن را بر روی واشر قرار داده شده انتقال می‌دهد و در نهایت واشر دیگری را با دست چپ روی آن‌ها می‌گذارد. در ادامه آزمون، پین را با دست چپ برداشته و با همین توالی با عوض‌کردن جای دست‌ها، آزمون به مدت یک دقیقه ادامه می‌یابد. در پایان پروتکل تعداد بخش‌های مونتاژشده، شمرده شده و امتیاز ثبت می‌گردد. از آنجایی که در هر مونتاژ چهار بخش موجود است (پین، واشر، کولار و واشر)، امتیاز هر مونتاژ در چهار ضرب می‌گردد. بدیهی است که هرکدام از بخش‌ها دارای یک امتیاز هستند که در صورت عدم تکمیل کامل یک مونتاژ، امتیاز آن بخش به تنهایی بدون ضرب در عدد ۴ محسوب می‌گردد [۱۲].

پگ‌بورد اصلاح‌شده

این آزمون تنها برای دست غالب افراد انجام می‌شود. در این آزمون فرد پین‌ها را برداشته و در سوراخ‌ها قرار می‌دهد و پس از قراردادن پین بر روی صفحه پگ‌بورد، آن‌ها را به جایگاه اولیه‌شان بازمی‌گرداند و در این هنگام، زمان آزمون ثبت می‌شود [۱۳] (شکل ۲).

باید توجه داشت که هر آزمون یک بار با دستکش و یک بار بدون دستکش انجام شد.

آنالیز آماری

امتیاز چابکی بر مبنای فرمول زیر محاسبه گردید:

$$\text{امتیاز چابکی} = \frac{\text{زمان انجام تست با دستکش}}{\text{زمان انجام تست بدون دستکش}}$$

باید خاطرنشان ساخت که در آزمون پگ‌بورد به جای زمان از تعداد پین‌ها در فرمول استفاده گردید و زمان تکمیل آزمون و امتیازات چابکی برای دستکش‌ها و آزمون‌ها با مفاهیم حداکثر، حداقل، میانگین و انحراف استاندارد توضیح داده شدند. با توجه به نرمال‌نبودن داده‌ها، ضریب همبستگی Spearman برای ارزیابی ارتباط امتیاز چابکی با دیگر متغیرها مورد استفاده قرار گرفت. در این آنالیزها دستکش‌ها به‌عنوان متغیر مستقل مطرح می‌باشند؛ درحالی که چابکی دستکش‌ها به‌عنوان متغیر وابسته

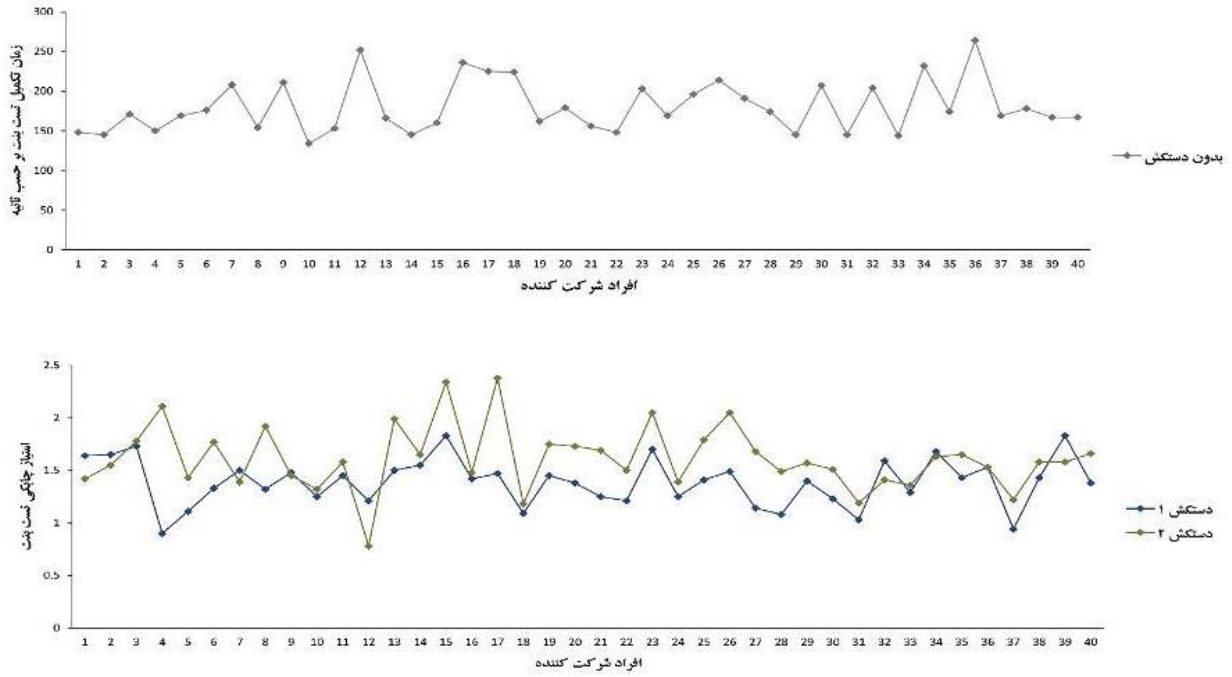
[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-07-05]

[DOI: 10.52547/johe.6.3.54]

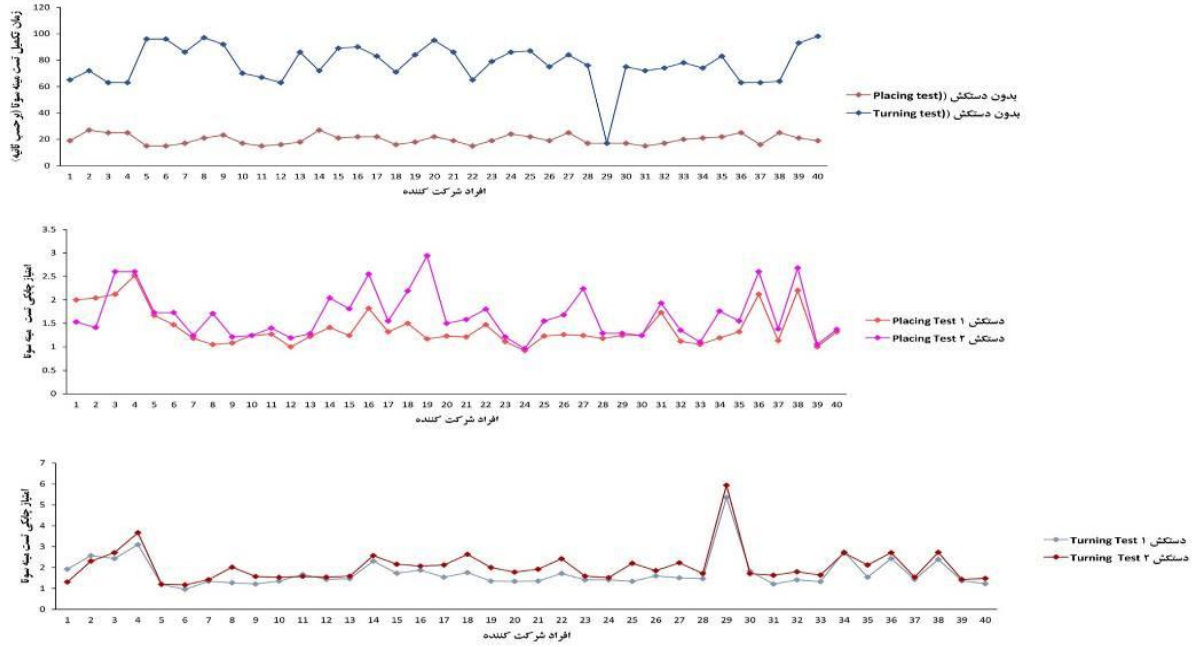
در نظر گرفته می‌شوند. از آنجایی که چابکی دستکش‌های مختلف، هر بار در دوره‌های زمانی متفاوت اندازه‌گیری می‌گردد، از آزمون معادل Friedman (معادل آنالیز واریانس اندازه‌گیری مکرر) برای ارزیابی انواع دستکش‌ها و تداخل آن‌ها در ارتباط با چابکی استفاده گردید. علاوه‌براین برای مقایسه دو به دوی نتایج آزمون‌ها با یکدیگر از آزمون ویلکاکسون استفاده شد. همچنین همبستگی، چابکی دست با توجه به ضخامت دستکش‌ها و طول انگشتان با استفاده از ضریب همبستگی Spearman ارزیابی گردید. شایان ذکر است که داده‌های بیشتر به‌منظور رتبه‌بندی دستکش‌ها براساس میانگین امتیاز مورد استفاده قرار گرفتند.

یافته‌ها

تعداد آزمایشات در هر آزمون برای هریک از دستکش‌ها بین ۳ تا ۹ مورد متغیر بود. در این پژوهش میانگین زمان سه تلاش آخر هر فرد با ضریب تغییرات کمتر از ۸ درصد به‌عنوان زمان تکمیل آزمون در نظر گرفته شد (برای آزمون پگ‌بورد امتیازات به جای زمان لحاظ گردید). زمان تکمیل آزمون و امتیازات پگ‌بورد برای هر فرد در شکل‌های ۱ تا ۴ نشان داده شده است.



شکل ۳: زمان تکمیل آزمون Bennett برای افراد بدون دستکش و امتیازات چابکی برای هر فرد با دستکش

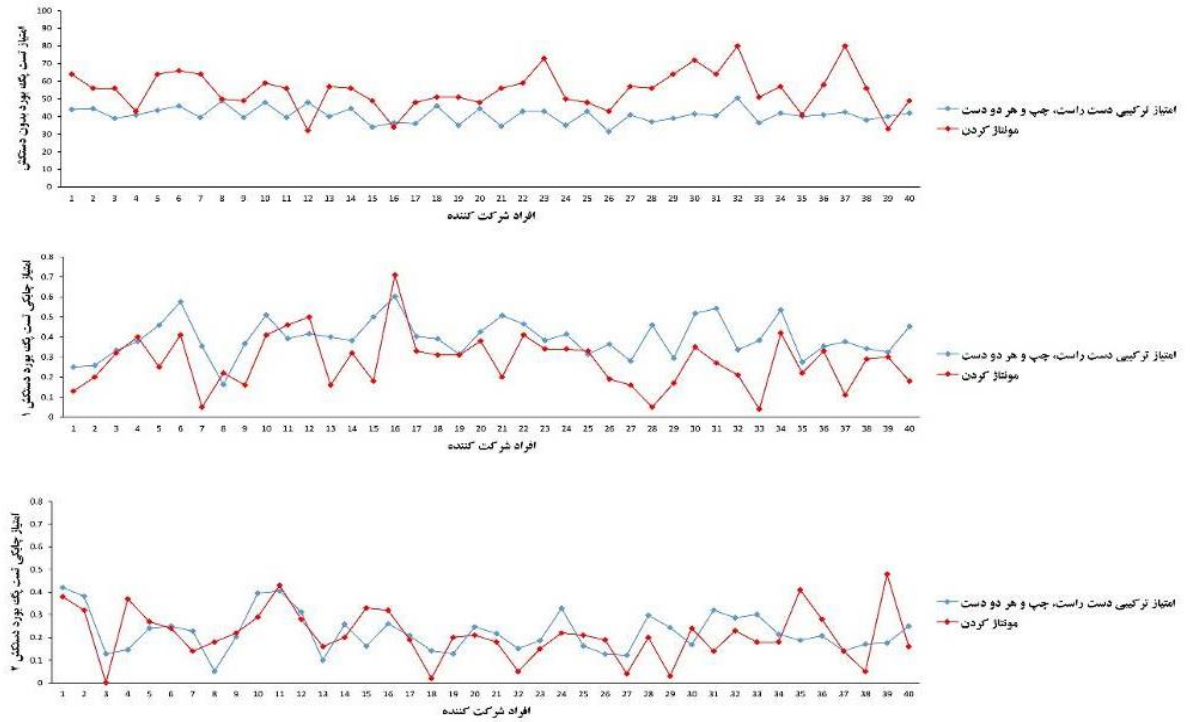


شکل ۴: زمان تکمیل آزمون‌های مینه‌سوتا برای افراد بدون دستکش و امتیازات چابکی برای هر فرد با دستکش

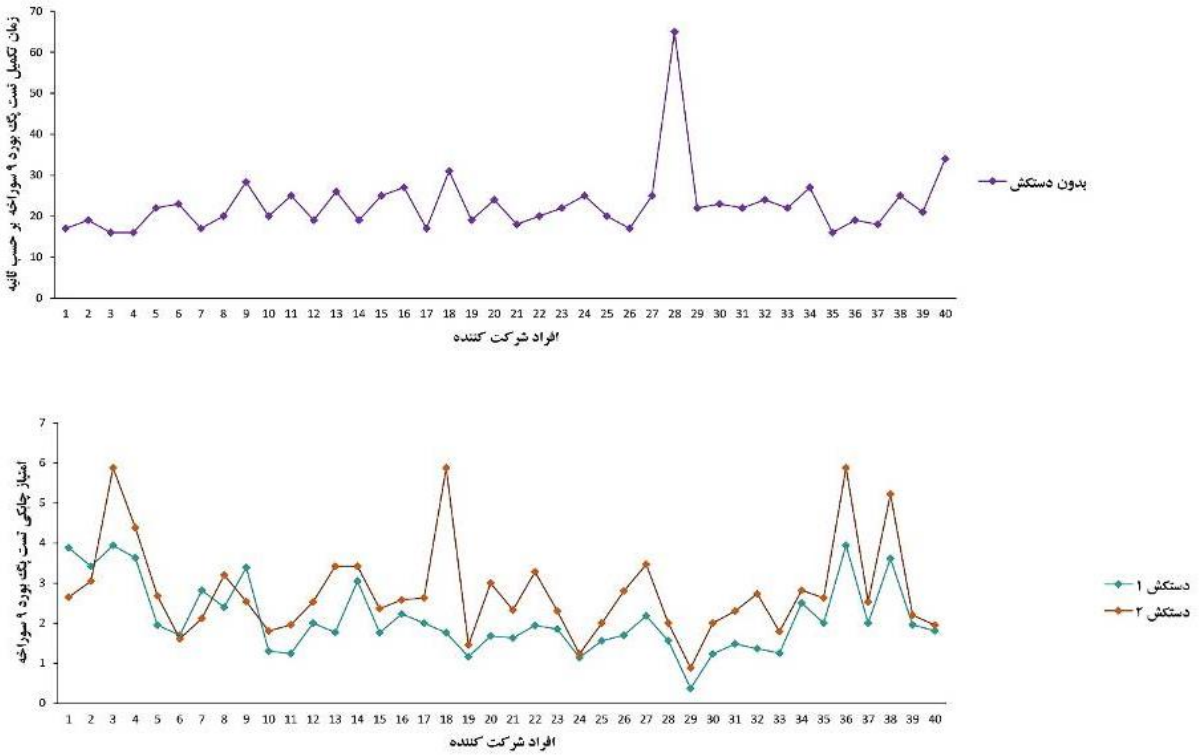
[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-07-05]

[DOI: 10.52547/johe.6.3.54]

همان‌طور که انتظار می‌رود، نتایج سه تلاش آخر، کمترین زمان تکمیل آزمون بوده و بیشترین امتیازات برای پگ‌بورد مربوط به انجام آزمون بدون دستکش می‌باشد. علاوه‌براین، نتایج پژوهش حاضر نشان دادند که کمترین زمان انجام آزمون به آزمون‌های Placing مینه‌سوتا و پگ‌بورد اصلاح‌شده اختصاص دارد. امتیاز چابکی بالاتر در آزمون‌های مینه‌سوتا، Bennett و پگ‌بورد اصلاح‌شده نشان‌دهنده زمان بالاتر تکمیل آزمون با دستکش بوده و به موجب آن چابکی پایین‌تر می‌باشد. شایان ذکر است که در آزمون‌های پگ‌بورد، امتیاز چابکی پایین‌تر نشان‌دهنده تعداد کمتر امتیازات و در نتیجه چابکی پایین‌تر می‌باشد.



شکل ۵: امتیاز آزمون پگ‌بورد برای افراد شرکت‌کننده بدون دستکش و امتیازات چابکی برای هر فرد با دستکش



شکل ۶: زمان تکمیل آزمون پگ‌بورد اصلاح‌شده برای افراد بدون دستکش و امتیازات چابکی برای هر فرد با دستکش

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-07-05]

[DOI: 10.52547/johe.6.3.54]

مقادیر حداقل، حداکثر و ضریب تغییرات هر آزمون در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، تفاوت امتیازات بین دو دستکش در آزمون‌های پگ‌بورد، بسیار اندک می‌باشد و این آزمون نتوانسته است دستکش‌ها را به لحاظ تأثیر بر عملکرد دست رتبه‌بندی کند (جدول ۳).

ویژگی‌های دو دستکش مورد استفاده در جدول ۴ ارائه گردیده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، دستکش ۱ در تمامی آزمون‌ها دارای امتیاز چابکی پایین‌تر و در نتیجه چابکی بهتر می‌باشد (این دستکش در آزمون پگ‌بورد دارای امتیاز ات بالاتر و چابکی بهتر است). در پژوهش حاضر از آزمون Friedman برای ارزیابی اثرات مهم نوع دستکش‌ها بر چابکی دست استفاده گردید. نتایج نشان دادند که اثرات نوع دستکش بر تفاوت امتیاز چابکی از نظر آماری معنادار می‌باشد (P<۰/۰۰۱، df=۵). مقایسه میانگین رتبه‌ها نیز حاکی از آن بود که مهم‌ترین تأثیر دستکش‌ها مربوط به آزمون‌های پگ‌بورد اصلاح‌شده، Bennett، Turning و Placing مینه‌سوتا می‌باشد (جدول ۵).

شایان ذکر است که در این مطالعه روند عمومی در همه آزمایشات (به لحاظ رتبه‌بندی دستکش‌ها) برای تمامی شرایط دست‌ها یکسان بود. مقایسه قدر مطلق فاصله بین امتیازات چابکی در آزمون‌ها (اختلاف بین امتیاز چابکی دستکش ۱ با ۲) نشان داد که بیشترین تفاوت بین امتیازات به‌ترتیب مربوط به آزمون‌های پگ‌بورد اصلاح‌شده، Placing، Bennett و Turning می‌باشد. باید خاطرنشان ساخت که در آزمون‌های پگ‌بورد، اختلاف امتیازات بین دو دستکش به شدت اندک بود. میانگین امتیاز چابکی هر آزمون از طریق رتبه‌بندی دستکش‌ها آنالیز گردید. بر مبنای نتایج مشاهده شد که بدترین امتیاز چابکی مربوط به دستکش ۲ می‌باشد. همچنین مطابق با آزمون ویلکاکسون، تفاوت بین دستکش‌های ۱ و ۲ در تمامی آزمون‌ها معنادار بود.

جدول ۳: مقادیر حداقل، حداکثر، میانگین و انحراف استاندارد مربوط به هر آزمون و دستکش

موارد مورد بررسی	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف استاندارد
آزمون Bennett*	۱۳۴	۲۶۴	۱۸۰/۳۷	۳۲/۸
دستکش ۱**	۰/۹	۱/۸۱	۱/۳۸	۰/۲۳
دستکش ۲	۰/۷	۲/۳۸	۱/۶۱	۰/۳۱
مینه‌سوتا (Placing) *	۱۵	۲۷	۱۹/۹	۳/۶۲
دستکش ۱	۰/۹۱	۲/۵۲	۱/۳۹	۰/۳۸
دستکش ۲	۰/۹۶	۲/۹۴	۱/۶۷	۰/۵۱
مینه‌سوتا (Turning) *	۱۷	۹۸	۷۷/۴	۱۵/۰۴
دستکش ۱	۰/۹۵	۵/۳۵	۱/۷۴	۰/۷۵
دستکش ۲	۱/۱۶	۹/۹۴	۲/۱	۱/۳۶
پگ‌بورد اصلاح‌شده*	۱۶	۶۵	۲۲/۸	۸/۰۱
دستکش ۱	۳/۶۹	۳/۹۳	۲/۱	۰/۸۷
دستکش ۲	۰/۸۷	۵/۸۸	۲/۷۸	۱/۱۹
پگ‌بورد دست راست، چپ و هر دو دست***	۳۱/۵	۵۰/۵	۴۰/۹۸	۴/۳۳
دستکش ۱	۰/۱۶	۰/۶	۰/۳۹	۰/۰۹۵
دستکش ۲	۰/۰۵۱	۰/۴۲	۰/۲۲	۰/۰۸۸
پگ‌بورد مونتاژکردن***	۳۲	۸۰	۵۵/۵۵	۱۰/۴۸
دستکش ۱	۰/۳۹	۰/۷	۰/۲۷۷	۰/۱۳۴
دستکش ۲	۰	۰/۴۸	۰/۲۱۹	۰/۱۱

* زمان تکمیل بر حسب ثانیه؛ ** امتیازات چابکی (دستکش ۱ و ۲) در تمامی آزمون‌ها دارای واحد نمی‌باشند؛ *** بر حسب امتیازات کسب‌شده توسط شرکت‌کنندگان

جدول ۴: ویژگی‌های دستکش‌های مورد استفاده در بررسی تأثیر آن‌ها بر چابکی دست

کد دستکش	ویژگی	استاندارد	ضخامت	پهنای انگشت اشاره آن‌ها
۱	ساخته‌شده از الیاف Aramid، ضد آب، برخورداری از لایه‌های دارای قابلیت رساندن هوا به دستان و مقاوم در برابر آتش	GA7:2004	۲/۷	۳۳
۲	چرم گاو هم در انگشتان و هم در کف دست، داخل دستکش ۱۰۰ درصد از Twaron ساخته شده است	EN659	۳/۵	۳۶/۵

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-07-05]

[DOI: 10.52547/johe.6.3.54]

جدول ۵: میانگین رتبه‌ها در آزمون Friedman

میانگین رتبه‌ها	دستکش ۱	دستکش ۲
آزمون Bennett	۴	۳
آزمون‌های مینه‌سوتا		
مینه‌سوتا Placing	۳	۳
مینه‌سوتا Turning	۴	۴
پگ‌بورد اصلاح‌شده	۵	۵
آزمون‌های پگ‌بورد		
دست راست، چپ و هر دو دست	۱	۱
مونتاژکردن	۲	۲

بحث

نتایج این مطالعه نشان دادند که دستکش‌های آتش‌نشانی عملیاتی به‌طور معناداری موجب تنزل در چابکی دست می‌گردند. یکی از دلایل این موضوع، استفاده از دستکش‌های با سایز نامناسب می‌باشد [۸]. در مطالعه Hsiao و همکاران در سال ۲۰۱۵ در آمریکا در ارتباط با تناسب دستکش‌های آتش‌نشانی (به لحاظ سایز) با دست افراد مشخص گردید که در بین ۸۶۳ و ۸۸ آتش‌نشان مرد و زن (به‌ترتیب)، ۲۴ تا ۳۰ درصد از مردان و ۳۱ تا ۶۲ درصد از زنان دارای مشکلاتی در این زمینه می‌باشند [۱۴]. باید خاطرنشان ساخت که میزان چابکی با انواع دستکش‌ها تغییر می‌یابد. چابکی به‌عنوان توانایی دقت کامل، سرعت و حرکات هماهنگ بازو، دست و انگشتان تعریف می‌شود. همان‌طور که ذکر گردید، انواع دستکش‌ها در این مطالعه بر چابکی دست تأثیرگذار بودند. بر مبنای نتایج، آزمون پگ‌بورد حساسیت بسیار کمی برای رتبه‌بندی دستکش‌ها در مقایسه با دیگر آزمون‌ها دارد (اختلاف امتیازات به‌دست‌آمده توسط دو دستکش ناچیز است) و به شدت موجب افت در نتایج امتیازات چابکی می‌گردد.

کاهش بیشتر چابکی در دستکش ۲ ممکن است ناشی از جنس و یا حجیم‌تربودن آن باشد. این دستکش عرض بیشتری در انگشت نشانه نسبت به دستکش دیگر دارد. در پژوهشی حساسیت نوک انگشتان در متوسط عرض انگشت اشاره معادل ۲۰-۱۶ میلی‌متر گزارش گردید [۱۵]. ذکر این نکته ضرورت دارد که عرض بیش از حد دستکش در ناحیه انگشتان منجر به ایجاد فضای اضافی می‌گردد [۹]. باید بیان نمود که دستکش ۲ دارای عرض بیشتری در انگشت اشاره می‌باشد که این امر موجب کاهش چابکی و افزایش زمان تکمیل آزمون‌ها گشته است. در این مطالعه ارتباط معناداری به لحاظ آماری بین ضخامت دستکش و چابکی مشاهده نگردید؛ اما با افزایش تعداد دستکش‌های مورد بررسی می‌توان به نتایج دقیق‌تری دست یافت. ضخامت دستکش‌ها یکی از مهم‌ترین متغیرهای مرتبط با طراحی دستکش می‌باشد که در بسیاری از مطالعات بر نتایج امتیاز چابکی تأثیر معناداری داشته است [۱۶]. باید خاطرنشان ساخت که دستکش ۱ دارای پارچه‌ای زبر می‌باشد که به گرفتن اشیا و ایجاد اصطکاک کافی کمک می‌کند. در پژوهش حاضر طول دست و انگشتان رابطه معناداری با امتیاز چابکی نداشتند این امر همراستا با مطالعات قبلی در زمینه بررسی عملکرد دست می‌باشد [۹،۱۷]. شایان ذکر است که آزمون پگ‌بورد دارای پین صاف فلزی، واشرها و کولارهای کوچک می‌باشد. افراد هنگام پوشیدن دستکش‌های آتش‌نشانی، حس لمسی ضعیفی دارند که این مشکل موجب بروز بی‌مهارتی یا افتادن پین‌ها می‌شود. هنگامی که فرد تلاش خود را برای گذاشتن و برداشتن پین‌ها تکرار می‌کند، خسته و ناامید می‌شود. این آزمون تفاوت امتیازات چابکی بین دو دستکش را با اختلاف بسیار اندک نشان می‌دهد که کافی نمی‌باشد. در این آزمون چابکی دست به شدت کاهش می‌یابد. در آزمون پگ‌بورد اصلاح‌شده، پین‌ها بزرگ‌تر گشته و برداشتن آن‌ها راحت‌تر می‌باشد که این مهم موجب رفع مشکلاتی که ذکر شد، گردیده است. علاوه‌براین، این آزمون تفاوت بین دو دستکش را به خوبی نشان می‌دهد. آزمون پگ‌بورد اصلاح‌شده، اندازه‌گیری کمی تأثیر دستکش‌ها بر چابکی را از طریق مقایسه زمان لازم برای انجام یک کار ساده با دستکش و بدون آن فراهم می‌کند. این آزمون برای ارزیابی مهارت دست غالب در برداشتن اشیای کوچک بین انگشت شست و اشاره مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ اما نشان‌دهنده اثر کمی دستکش بر فعالیت‌های دست مانند لمس و چنگش نمی‌باشد. این نتایج با یافته‌های مطالعه Yao و همکاران که در سال ۲۰۱۸ به‌منظور بررسی اثرات دستکش‌های ضد ارتعاش بر چابکی دست انجام شد، مطابقت دارد [۹]. از سوی دیگر در مطالعه‌ای که توسط Baker و همکاران در سال ۲۰۱۱ در مورد توسعه روش‌های ارزیابی چابکی دستکش‌های آتش‌نشانی انجام شد، نتایج به‌دست‌آمده در رابطه با آزمون پگ‌بورد اصلاح‌شده هماهنگ با پژوهش حاضر بودند. این پژوهشگران علاوه بر آزمون مذکور، آزمون چابکی بلندکردن سیلندر را نیز توسعه دادند. یافته‌های آن‌ها نشان داد که آزمون چابکی بلندکردن سیلندر، داده‌های بیشتری را برای ارزیابی اثرات دستکش بر چابکی دست نسبت به سایر آزمون‌ها فراهم می‌کند؛ از این رو این پژوهشگران تلاش برای توسعه آزمون‌های سنجش چابکی متناسب با وظایف آتش‌نشانان را توصیه نمودند [۸]. بر مبنای نتایج به‌دست‌آمده می‌توان گفت که آزمون پگ‌بورد اصلاح‌شده، Placing، Bennett

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-07-05]

[DOI: 10.52547/johe.6.3.54]

و Turning بهتر تفاوت‌های بین دو دستکش را مشخص می‌سازند. در این مطالعه افراد هنگام انجام آزمون Bennett و Turning مینه‌سوتا (به‌ویژه Bennett) احساس خستگی را گزارش نمودند که این خستگی احتمالاً منجر به عملکرد ضعیف‌تر دست می‌گردد. آزمون مینه‌سوتا، آزمون استانداردی برای توانایی حرکت‌دادن اشیا در فواصل کوچک و مشخص می‌باشد. این آزمون برای اندازه‌گیری ساده مورد استفاده قرار گرفته و نسبت به آزمون Bennett نیازمند زمان کمتری می‌باشد. شایان ذکر است که این آزمون همانند آزمون Bennett هر دو دست را درگیر می‌سازد؛ از این رو نشان‌دهنده چابکی کلی دست می‌باشد. به‌طور کلی آزمون‌های Bennett، مینه‌سوتا و پگ‌بورد اصلاح‌شده، مهارت‌های حرکتی را که بیشتر شامل حرکات ماهیچه‌های بزرگ هستند، اندازه می‌گیرند و اجرای موفق آن‌ها نیازمند مهارت‌های حرکتی مناسب می‌باشد. در مقایسه با آزمون‌های مینه‌سوتا، آزمون پگ‌بورد حساس‌تر بوده و اختلاف بین نتایج دو دستکش را واضح‌تر نشان می‌دهد؛ از این رو انتظار می‌رود با انجام آزمایش‌هایی با دستکش‌های بیشتر، این نتایج بهتر نشان داده شوند. شایان ذکر است که یافته‌های پژوهش حاضر به انتخاب آزمون مناسب به‌منظور سنجش چابکی دست آتش‌نشان‌ها که یکی از شکایات اصلی آن‌ها می‌باشد، کمک می‌کند. از سوی دیگر همسو با برخی از مطالعات صورت‌گرفته در این زمینه، در این پژوهش نشان داده شد که کاربرد چرم در ساخت دستکش‌ها می‌تواند منجر به کاهش عملکرد دست گردد [۹]. در انتها در ارتباط با محدودیت‌های این مطالعه می‌توان گفت که یکی از آن‌ها، هزینه بالای دستکش‌ها می‌باشد که این امر بررسی تعداد بیشتری از آن‌ها را محدود کرده است. علاوه‌براین، این آزمون‌ها به‌صورت آزمایشگاهی انجام شدند؛ از این رو نشان‌دهنده واقعی فعالیت‌های آتش‌نشانان نمی‌باشند. در این راستا، توسعه و انجام آزمون‌هایی که نشان‌دهنده وظایف انجام‌شده توسط آتش‌نشانان در عملیات اطفای حریق باشند، توصیه می‌گردد. همچنین استفاده از روش‌های میوگرافی در مطالعات آینده به‌منظور ارزیابی فعالیت ماهیچه‌های درگیر در حین استفاده از دستکش‌ها پیشنهاد می‌شود. باید توجه داشت که در انتخاب و طراحی دستکش‌ها، علاوه بر چابکی لازم است پارامترهای دیگر از جمله قدرت چنگش، حساسیت لمسی و غیره مورد توجه قرار گیرند.

نتیجه‌گیری

تمامی آزمون‌ها نشان دادند که دستکش ۱ در مقایسه با دستکش ۲ دارای چابکی بالاتری می‌باشد. همچنین مشاهده شد که آزمون پگ‌بورد برای ارزیابی چابکی (به دلیل ایجاد خستگی و ناامیدی در افراد و تلاش مضاعف) مناسب نمی‌باشد. در مقایسه با دیگر آزمون‌ها می‌توان گفت که آزمون پگ‌بورد اصلاح‌شده از حساسیت بالاتری برای تمایز بین دستکش‌ها برخوردار بوده و برای سنجش چابکی انگشتان مناسب می‌باشد. همچنین آزمون مینه‌سوتا به دلیل زمان کمتر و نیز ایجاد خستگی کمتر در افراد می‌تواند با توجه به توانایی آن در رتبه‌بندی دستکش‌ها به جای آزمون Bennett جهت سنجش چابکی کلی دست مورد استفاده قرار گیرد. شایان ذکر است که در این مطالعه ارتباط معناداری بین ضخامت دستکش، طول دست، طول انگشتان، محیط دست و امتیاز چابکی مشاهده نگردید. در این راستا، انجام مطالعات بیشتر به‌منظور توسعه آزمون‌هایی که بیانگر وظایف انجام‌شده توسط آتش‌نشانان در عملیات اطفای حریق باشد، در آینده توصیه می‌گردد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله نویسندگان مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از مرکز پژوهش دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان به دلیل تأمین منابع مالی، تجهیزات مورد نیاز و همکاری در به اتمام رساندن این پژوهش (شماره طرح: ۹۷۱۰۱۱۵۹۱۲) اعلام می‌نمایند.

REFERENCES

1. Chung IS, Lee MY, Jung SW, Nam CW. Minnesota multiphasic personality inventory as related factor for post traumatic stress disorder symptoms according to job stress level in experienced firefighters: 5-year study. *Ann Occup Environ Med*. 2015;**27**(1):16. PMID: 26137313 DOI: 10.1186/s40557-015-0067-y
2. Nayak R, Houshyar S, Padhye R. Recent trends and future scope in the protection and comfort of fire-fighters' personal protective clothing. *Fire Sci Rev*. 2014;**3**(1):4. DOI: 10.1186/s40038-014-0004-0
3. Barker RL, Ross KA, Andrews J, Deaton AS. Comparative studies on standard and new test methods for evaluating the effects of structural firefighting gloves on hand dexterity. *Textile Res J*. 2017;**87**(3):270-84. DOI: 10.1177/0040517516629143
4. Park H, Park J, Lin SH, Boorady LM. Assessment of Firefighters' needs for personal protective equipment. *Fashion Textiles*. 2014;**1**(1):8. DOI: 10.1186/s40691-014-0008-3
5. Bennett GK. Hand tool dexterity test manual of directions. New York: The Psychological Corporation; 1965.
6. National Fire Protection Association. Standard on gloves for structural fire fighters. Canada: National Fire Protection Association; 1973.
7. Dodgen CR, Gohlke DJ, Stull JO, Williams M. Investigation of a new hand function test aimed at discriminating multi-layer glove dexterity. Performance of Protective Clothing: Issues and Priorities for the 21 st Century, ASTM International, Chicago; 2000. DOI: 10.1520/STP14443S
8. Mandal S, Camenzind M, Annaheim S, Rossi RM. Firefighters' protective clothing and equipment. Firefighters' clothing and equipment: performance, protection, and comfort. Florida: CRC Press; 2018.
9. Yao Y, Rakheja S, Gauvin C, Marcotte P, Hamouda K. Evaluation of effects of anti-vibration gloves on manual dexterity. *Ergonomics*. 2018;**61**(11):1530-44. PMID: 29984624 DOI: 10.1080/00140139.2018.1497208
10. Bennett GK. Hand-tool dexterity test. New York: Psychological Corporation; 1965.
11. Lafayette Instrument. The minnesota dexterity test. Louisiana, USA: Lafayette Instrument; 1998.
12. Lafayette Instrument. Purdue Pegboard Test User Instructions. Louisiana, USA: Lafayette Instrument; 2015.
13. Lowe R. Nine hole peg test instructions. London:

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-07-05]

[DOI: 10.52547/johe.6.3.54]

Physiopedia; 2017.
14. Hsiao H, Whitestone J, Kau TY, Hildreth B. Firefighter hand anthropometry and structural glove sizing: a new perspective. *Hum Factors*. 2015;**57**(8):1359-77. PMID: 26169309 DOI: 10.1177/0018720815594933
15. Dandekar K, Raju BI, Srinivasan MA. 3-D finite-element models of human and monkey fingertips to investigate the mechanics of tactile sense. *J Biomech Eng*. 2003;**125**(5):682-91. PMID: 14618927 DOI: 10.1115/1.1613673
16. Yu A, Yick K, Ng S, Yip J. Case study on the effects of fit and material of sports gloves on hand performance. *Appl Ergon*. 2019;**75**:17-26. PMID: 30509523 DOI: 10.1016/j.apergo.2018.09.007
17. Francis T, Anandhi S. Correlation between thumb length on handgrip strength, hand dexterity and musculoskeletal problem among dental professional. *Braz Dent Sci*. 2016;**19**(3):23-31. DOI: 10.14295/bds.2016.v19i3.1171

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-07-05]

[DOI: 10.52547/johe.6.3.54]