Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 4:01 IRST on Tuesday January 23rd 2018



# ارزیابی و واکاوی بار کار فیزیکی شغل راه‌بری قطار شهری و ارایه پیشنهادهای کاربردی

نرمین حسن زاده رنگی[۱] - یحیی خسروی[۲*] - علی اصغر فرشاد[۳] - حامد جلیلیان[۴]

*yakhosravi@abzums.ac.ir*

*تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۲۰* *تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۱۶*

## چکیده

**مقدمه:** شغل راه‌بری قطار درون شهری در طبقه مشاغل نوظهور در ایران است. مطالعات محدودی در این زمینه وجود دارد، بنابراین، بار کار فیزیکی شغل راه‌بری و عوامل موثر بر آن به خوبی مشخص نشده است. در این مطالعه، وظایف و بار کار فیزیکی شغل راه‌بری واکاوی می‌شود و راه‌کارهای کنترلی ارایه می‌گردد.

**روش کار:** در این مطالعه تلفیقی، تجزیه و تحلیل شغل و روش QEC جهت ارزیابی سطح مواجهه بار کار فیزیکی شغل راه‌بری مترو به کار رفت. روش‌های مختلفی شامل بررسی میدانی، بررسی اسنادی، مصاحبه انفرادی، مصاحبه گروهی و بحث گروهی متمرکز جهت بررسی عوامل موثر بر بارکار فیزیکی و استخراج راه‌کارهای پیشنهادی استفاده شد.

**یافته ها:** سطح مواجهه کل بدن با بار کار فیزیکی در شغل راه‌بری مترو در وضعیت غیرقابل قبول ارزیابی شد. اگرچه مواجهه در نواحی کمر، شانه/بازو، مچ دست/دست زیر خط آستانه ۷۰ درصد بود، مواجهه در ناحیه گردن باعث بار کار فیزیکی بیش از حد در کل بدن شده است. مضمون‌های متعددی شامل عدم حمایت کامل از بدن، دید ناکافی روی ریل و نمایش‌گرها، پوسچر کاری نامناسب بدن و چیدمان نامناسب میز به عنوان مهم‌ترین عوامل موثر بر بار کار فیزیکی استخراج شد.

**نتیجه گیری:** یک طرح مداخله‌ای با اهداف الف) حمایت کامل از بدن راه‌بر توسط صندلی، سکو و زیر پایی، ب) دید کافی از روی میز راه‌بری و ریل، ج) پوسچر کاری مناسب بدن در حالت نشسته، دسترسی آسان و دید کافی و د) چیدمان مناسب میز راه‌بر از نظر کنترل‌ها، کلیدها و نمایش‌گرها پیشنهاد شد.

**کلمات کلیدی:** *بار کار فیزیکی، واکاوی شغل، ارزیابی سریع مواجهه، راه‌بری مترو*

۱- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، کمیته تحقیقات و فناوری دانشجویان، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۲- استادیار گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، مرکز تحقیقات بهداشت، ایمنی و محیط (HSE)، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران
۳- دانشیار گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، مرکز تحقیقات بهداشت کار، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
۴- کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 4:01 IRST on Tuesday January 23rd 2018



## مقدمه

علی‌رغم قدمت سیستم حمل و نقل بین شهری یا سنتی، سیستم حمل و نقل شهری یا مترو جزو سیستم‌های جدید حمل و نقل در ایران به شمار می‌رود. بنابراین، شغل راه‌بری قطار درون شهری یا مترو در طبقه مشاغل نوظهور دسته بندی می‌شود. به دلیل محدودیت مطالعات در زمینه شغل راه‌بری در مترو، نوع مطالبات فیزیکی، فکری و در نتیجه، پیامدهای ناشی از آن در هاله‌ای از ابهام قرار دارد. مرور مطالعات گذشته نشان می‌دهد که تلاش‌های محدودی برای ارزیابی وظایف راه‌بری مترو انجام شده است و اکثر تحقیقات در این زمینه با اشاره کلی به وظایف راه‌بری، بیش‌تر با هدف بررسی چالش‌های خودکار سازی وظایف که منجر به حذف راه‌بر خواهد شد، تمرکز داشته‌اند (۱). کارونن و همکاران (۲۰۱۱) اظهار داشتند که وظایف شغل راه‌بری بیش‌تر از آن چیزی است که به چشم می‌آید. راه‌بر نه تنها قطار را در ریل هدایت می‌کند و درها را در ایستگاه کنترل می‌نماید، در وظایف متعددی دیگری که اغلب پنهان هستند نقش ایفا می‌کند (۲). تکنولوژی‌های جدید نظیر سیستم هدایت قطار تأثیر زیادی بر سازمان کار و طراحی شغل ایجاد کرده‌اند. اما این جنبه‌ها اغلب در طراحی شغل نادیده گرفته می‌شوند. این چشم پوشی معمولاً در نهایت گریبان راه‌بر را می‌گیرد و بر عمل‌کرد و سلامت وی تأثیر می‌گذارد (۱).

سانی و همکاران (۲۰۱۵) شیوع کمردرد را در راه‌بران قطارهای سبک شهری ۸۳% گزارش کردند(۳). مک برید و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کمردرد و گردن درد هفتگی را در بین راه‌بران قطار به ترتیب ۴۳% و ۴۴% مشاهده نمودند (۴) هیات استاندارد و ایمنی راه آهن (۲۰۱۲) درد، بی حسی و سندرم تونل کارپال را در راه‌بران قطار به دلیل حرکات تکراری و پوسچر نامناسب مچ دست هنگام کنترل قطار گزارش نمود (۵). مطالعه تامسون و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که ۶ وظیفه اصلی راه‌بری شامل استفاده از کنترلر حرکت و ترمز، علایم هشدار دهنده، سیستم‌های اخطار خودکار، ابزارهای راه‌بری ایمن و مشاهده و بررسی اطلاعات ورودی داخلی و خارجی ریسک عوامل آسیب‌های اسکلتی-عضلانی در راه‌بران هستند (۶).

در حال حاضر به مطالعاتی نیاز است که نخست وظایف شغل راه‌بری را مشخص نماید و پس از شناخت به دست آمده از وظایف و فعالیت‌های راه‌بر قطار، بار کار شغل راه‌بری را ارزیابی کند و بر مبنای ارزیابی‌های انجام شده اقدامات اصلاحی و پیش‌گیرانه ارایه شوند. مطالعات گذشته نشان داده‌اند که برنامه‌های مدیریتی و اقدامات پیشگیرانه‌ای نیاز است که دانش ارگونومی را به کار گیرد تا وضعیت بار کاری زیاد راه‌بری قطار را مدیریت کند و برنامه‌های کاری مناسب با هدف بهینه سازی عمل‌کرد راه‌بران ارایه کند. زمانی که نیاز است پیشنهاداتی کاربردی در زمینه عوامل موثر بر راه‌بری قطار ارایه شود، لازم است سیستم‌ها به صورت همگن و در تعامل با هم‌دیگر در نظر گرفته شوند (۷). بنابراین، در این مطالعه با تلفیقی از روش‌های کیفی و میدانی، وظایف و بار کار فیزیکی شغل راه‌بری واکاوی می‌شود و راه‌کارهای کنترلی ارایه می‌گردد.

## روش کار

در این مطالعه توصیفی و تحلیلی از نوع کیفی، ابتدا شغل راه‌بری مترو واکاوی شد. در ادامه روش QEC جهت ارزیابی سطح مواجهه بار

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 4:01 IRST on Tuesday January 23rd 2018



کار فیزیکی راه‌بران به کار رفت. سپس، روش‌های مختلفی شامل بررسی میدانی، بررسی اسنادی، مصاحبه انفرادی، مصاحبه گروهی و بحث گروهی متمرکز جهت بررسی عوامل موثر بر بارکار فیزیکی و استخراج راه‌کارهای پیشنهادی استفاده شد.

*واکاوی وظیفه*

در این مرحله، از روش واکاوی وظیفه نظیر آن‌چه که روز و بیرمن (۲۰۱۲) و کارونن و همکاران (۲۰۱۱) در صنعت ریلی سنتی انجام دادند استفاده شد که در آن وظایف شغلی در یک فرایند سلسله مراتبی به مجموعه‌ای از زیر وظایف تقسیم شده و در قالب چارت ارایه گردید (۲, ۸). از روش‌های مختلفی برای تحلیل وظایف استفاده شد به این ترتیب که ابتدا مستندات و سوابق شغل راه‌بری به روش تحلیل محتوا مورد مطالعه قرار گرفت و وظایف یادداشت برداری گردید. سپس دو ارزیاب یکی به صورت مستقیم و دیگری از طریق فیلم برداری، حرکات و عمل‌کردهای ۲۱ راه‌بر را در خطوط ۱، ۲، ۳ و ۵ و پایانه‌های مترو ثبت و ضبط کردند (شکل ۱). مشاهدات تا زمان اشباع داده‌ها (یعنی زمانی که وظیفه یا زیروظیفه جدیدی مشاهده نشد و مشاهدات تکرار می‌شدند) ادامه پیدا کرد. هم‌زمان با مشاهدات، از راه‌بران خواسته شد عمل‌کردهای خود را در حین کار توضیح دهند که هم‌زمان ضبط می‌شد. پس تحلیل اولیه داده ها، طی دو جلسه در خطوط ۱ و ۴ از طریق مصاحبه گروهی که با حضور ۱۷ راه‌بر تشکیل شد وظایف راه‌بری در شرایط و خطوط مختلف در قالب چارت‌هایی ترسیم گردید و به منظور استحکام یافته‌ها این چارت‌ها به تایید گروه‌های همکار در دو خط مختلف رسید.

*ارزیابی کمی مواجهه بار کار فیزیکی*

برای سنجش مواجهه بار کار فیزیکی به صورت کمی، از آن‌جا که شغل راه‌بر قطار جزء مشاغل استاتیک (نشسته و ایستاده توأم) به شمار می‌رود و در این گونه مشاغل، ریسک عامل فیزیکی اصلی، پوسچر نامناسب است (۹)، از ابزار ارزیابی سریع مواجهه (Quick exposure Check: QEC) استفاده شد. روش QEC برای ارزیابی سریع وظایف مختلف پس از یک آموزش مختصر

**شکل ۱. مشاهده حرکات راه‌بران جهت واکاوی وظایف و ارزیابی بار کار فیزیکی**

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 4:01 IRST on Tuesday January 23rd 2018



مشاهده گر کاربرد دارد. در این روش مشاهده گر وضعیت پشت، شانه-بازو، مچ-دست و گردن راه‌بر را مشاهده می‌کند (شکل ۱) و از طریق معیارهای ۲ تا ۳ رتبه‌ای با استفاده از منطق فازی یعنی به‌کار بردن زبان غیر فنی بدون مرزبندی دقیق بین طبقه‌ها، درجه بندی می‌شود (۱۰). علاوه بر این، لازم است فرد مشاهده شده تراز نیروی دستی به‌کار رفته، مطالبات دیداری، رانندگی، استفاده از ابزارهای مرتعش، مشکلات مربوط به حفظ رقابت در کار و همچنین استرس در کار خود را به طور خود اظهاری درجه بندی کند. درجه بندی‌ها با استفاده از وزن دهی تبدیل به امتیاز می‌شوند و با هم دیگر جمع شده و تبدیل به امتیازی واحد برای اعضای مختلف و سایر موارد (رانندگی، ارتعاش، فضای کار و استرس) خواهند شد. بر اساس این امتیازها، تراز اولویت برای مداخله جهت مبنا قرار گرفتن تصمیم گیری و تبادل اطلاعات درون سازمان پیشنهاد می‌شود. امتیازهای وضعیت قرارگیری بدن در این روش با سنجه های فنی مشابه در وظایف مشابه از هم‌بستگی بالایی برخوردار بوده است (۱۱).

به منظور سنجش مواجهه، ارزیابان پس از هماهنگی با اتاق کنترل مترو، همراه با راه‌بر به کابین هدایت قطار می‌رفتند و در طول یک سیر کامل، با استفاده از مشاهده و خوداظهاری راه‌بر، اقدام به ارزیابی بار کار فیزیکی می‌نمودند. به منظور تعیین حجم نمونه، محافظه کارترین حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران در نظر گرفته شد و افراد به روش نمونه گیری سیستماتیک از مکان‌های شغلی و وظایف مختلف بهدست آمده از نتایج مرحله واکاوی وظایف انتخاب شدند (جدول ۱).

اگرچه روایی و قابلیت اعتماد ابزار QEC توسط مطالعات گذشته تایید شده است (۱۱)، در این مطالعه نیز به منظور اطمینان بیش‌تر، علاوه بر آموزش ارزیابان، از روش‌های مختلفی استفاده شد. به منظور تعیین توافق بین مشاهده گر سه ارزیاب، از روش آماری هم‌بستگی درون طبقه‌ای (Inter Class Correlation: ICC) استفاده شد (۱۲-۱۴) که با ضریب توافق ۰/۸۹ مورد تایید قرار گرفت.

**جدول ۱. تعداد نمونه افراد ارزیابی شده به روش QEC به تفکیک مکان شغلی**

| مکان شغلی | تعداد نمونه |
|---|---|
| خط ۱/کابین هد | ۴۲ |
| خط ۲/ کابین هد | ۶۶ |
| خط ۴/ کابین هد | ۱۳۸ |
| خط ۵/ کابین هد | ۶۰ |
| کابین ریر | ۳۰۶ |
| عملیات پایانه | ۸ |
| جمع | ۳۸۰ |

**جدول ۲. تعداد مشارکت کنندگان به تفکیک رویکردهای گردآوری داده در بخش ارزیابی کیفی عوامل موثر بار کار فیزیکی**

| رویکرد گردآوری داده | تعداد (نفر) |
|---|---|
| مشاهده مستقیم | ۴۶ |
| مشاهده غیر مستقیم (فیلم برداری) | ۹ |
| مصاحبه گروهی متمرکز | ۱۶ |
| مصاحبه نیمه ساختاری | ۳۸ |
| مصاحبه بدون ساختار | ۳۰ |
| جمع | ۱۳۹ |

*ارزیابی کیفی عوامل موثر بر بارکار فیزیکی*

به منظور تعیین عوامل موثر بر بارکار فیزیکی در مکان‌های شغلی و وظایف مختلف راه‌بری با امتیاز بالای QEC از رویکرد مطالعه کیفی استفاده شد. به این ترتیب که از روش‌های مشاهده مستقیم، مشاهده غیر مستقیم، مصاحبه گروهی متمرکز، مصاحبه نیمه ساختاری و مصاحبه بدون

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 4:01 IRST on Tuesday January 23rd 2018



ساختار برای گردآوری داده‌ها استفاده شد(۱۵). مدت زمان مصاحبه‌ها به طور متوسط ۵۵ دقیقه بود که به نوع مصاحبه، گروه مصاحبه شونده و موقعیت مصاحبه‌ها بستگی داشت. در این مرحله ۱۳۹ نفر در مطالعه شرکت کردند (جدول ۲). در این بخش از روش نمونه گیری نظری استفاده شد (۱۶). به این ترتیب که داده های تولید شده تعیین می کنند که چه گروهی به ادامه روند تولید داده‌ها کمک می‌کنند (۱۷) زیرا تعیین تعداد موردنیاز شرکت کنندگان در این روش امکان پذیر نیست و نمونه گیری تا زمان اشباع داده‌ها ادامه می‌یابد (۱۸). در مطالعات کیفی، اشباع داده‌ها یعنی زمانی که داده جدیدی تولید نشود و این امر معیار کامل بودن تولید داده‌ها به حساب می آید (۱۹, ۲۰).

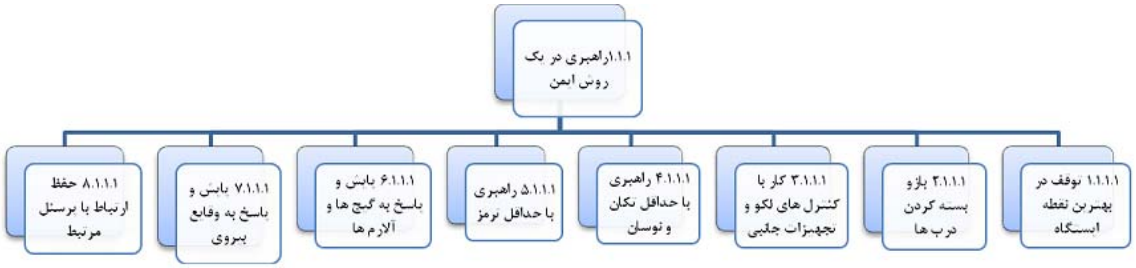
مصاحبه‌ها با کسب اجازه از مصاحبه شوندگان ضبط و پس از هر مصاحبه، متن مصاحبه‌ها و مشاهدات تحریر شد. به منظور واکاوی داده‌های تولید شده، از روش تحلیل محتوا و از دو رویکرد جزء نگر و کل نگر استفاده گردید. استفاده هم‌زمان از رویکرد جزء نگر و کل نگر علاوه بر اطمینان از جامع بودن تحلیل، از گم شدن داده‌ها جلوگیری می‌کند. در رویکرد جزء نگر متن داده‌ها خط به خط خوانده شد و اگر یک یا چندین پاراگراف معنایی را به ذهن متبادر می‌کرد، آن بخش به عنوان واحد تحلیل انتخاب و معنای پنهان یا مضمون آن استخراج می‌شد. این رویه تحلیل در کل متن داده‌ها انجام شد. در رویکرد کل نگر متن داده‌ها به عنوان یک واحد معنایی در نظر گرفته شد و پس از چندین بار خواندن کل متن و کد بندی آن، مضمون‌های فرعی استخراج شدند. سپس این مضمون‌های فرعی از لحاظ معنایی در قالب مضمون‌های اصلی و از لحاظ هم خانواده بودن در طبقاتی دسته بندی شدند. استفاده هم‌زمان از رویکرد جزء نگر و کل نگر علاوه بر اطمینان از جامع بودن تحلیل، از گم شدن داده‌ها جلوگیری می‌کند (۲۱). در این مرحله نتایج واکاوی وظایف و ارزیابی مواجهه بار کار فیزیکی راه‌بران در مطالعه کیفی ادغام شد. هدف از این مطالعه کیفی آن بود که اولاً، بر نتایج ارزیابی مواجهه بار کار فیزیکی صحه گذاری شود، دوماً، فواصل خالی و دیده نشده در بررسی‌های قبلی استخراج شود. سعی شد راه‌کارهای پیشنهادی بر اساس رویکرد مشارکتی استخراج شوند. به این ترتیب که معمولاً شرکت کنندگان در کلیه مراحل گردآوری داده ضمن بیان مشکلات خود، راه‌کارهایی ارایه می‌کردند. علاوه براین، در کلیه مراحل تولید و پردازش داده‌ها، راه‌کارهایی که به ذهن خطور می‌کرد از طریق روش یادداشت برداری نظری ثبت می‌شد. فرایند یادداشت برداری نظری در شناسایی روابط بین عوامل مختلف و ساخت تصویری فراگیری از عوامل موثر بر بار کاری و راه‌کارهای پیشنهاداتی جهت بهبود وضعیت شغل راه‌بری به‌کار رفت. علاوه براین، در برخی موارد روش مطالعه تطبیقی راه‌کارها ارایه می¬شد. هم‌چنین، گروه تحقیق در قالب یک تیم حل مساله در کل مراحل مطالعه، راه‌کارهای پیشنهادی را بررسی و تعدیل می‌کرد تا امکان ارایه راه‌کارهایی کاربردی فراهم آید. در نهایت استحکام یافته‌ها از طریق چند جانبه نگری بررسی شد.

## یافته ها

نتایج واکاوی وظایف نشان داد که شغل راه‌بری از وظایف مختلف و متعددی تشکیل می‌شود. اما آن‌چه از تجربیات موجود بر می‌آید آن است که راه‌بری در مترو به دو گروه کاری عمده یعنی گروه کاری شغل راه‌بری در مسیر و گروه

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 4:01 IRST on Tuesday January 23rd 2018






**شکل ۲. وظایف روتین راه‌بری خطوط: نمودار سلسله مراتبی وظیفه راه‌بری در یک روش ایمن در شغل راه‌بری در هد**

**شکل ۳. وظایف راه‌بری در پایانه: نمودار سلسله وظایف راه‌بری در قطار برقی**

کاری شغل راه‌بری در پایانه تقسیم بندی شد. نمونه سلسله مراتب راه‌بری در شکل ۲ آمده است.

جدول ۳ و شکل ۴ و ۵ نمونه نتایج توصیفی و تحلیلی ارزیابی سطح مواجهه با بار فیزیکی را نشان می‌دهد. به طور کلی نتایج می‌کند که در زیر وظایف شغل راه‌بری در هد، بیش‌ترین سطح مواجهه با بار کار فیزیکی مربوط به ناحیه گردن و مواجهه کل بدن می‌باشد که در ارزیابی سطح مواجهه در منطقه D (غیر قابل قبول) قرار می‌گیرد. هم‌چنین نتایج نشان می‌دهد که در زیر وظایف ترکشن و ورود به ایستگاه، وضعیت ارزیابی سطح مواجهه نواحی شانه/بازو ، مچ دست/ دست در منطقه C (هشدار) قرار می‌گیرد. کسب امتیاز غیر قابل قبول در ناحیه گردن نسبت به سایر نواحی می‌تواند به علت چرخش و کشیدگی بیش از حد گردن در حین راه‌بری نسبت به وضعیت طبیعی باشد. در زیر وظایف شغل راه‌بری در ریر، بیش‌ترین سطح مواجهه مربوط به ناحیه گردن و مواجهه کل بدن می‌باشد که در ارزیابی سطح مواجهه در منطقه D (غیر قابل قبول) قرار می‌گیرد. کسب امتیاز غیر قابل قبول در ناحیه گردن نسبت به سایر نواحی می‌تواند به علت چرخش و کشیدگی بیش از حد گردن در حین راه‌بری نسبت به وضعیت طبیعی باشد. در مشاغل راه‌بری با قطار برقی و دیزل، وضعیت مواجهه در نواحی کمر و شانه و بازو در حال نزدیک به هشدار، در مچ دست و دست در وضعیت هشدار و ناحیه گردن در وضعیت غیرقابل قبول قرار دارد. از سویی، سطح مواجهه کل بدن در مشاغل راه‌بری قطار برقی و دیزل در وضعیت غیرقابل قبول ارزیابی شد. عوامل موثر بر بار کار فیزیکی راه‌بران استخراج شده از مصاحبه‌ها، مشاهدات و بررسی‌های میدانی در قالب جدول ۴ و

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 4:01 IRST on Tuesday January 23rd 2018



**جدول ۳. نمونه ای از ارزیابی سطح مواجهه با بار فیزیکی به روش QEC، مربوط به زیر وظایف راه‌بری در هد بر اساس ۳۰۶ فرد مورد مطالعه**

| زیر وظیفه | ناحیه | میزان سطح مواجهه (درصد) | | | ارزیابی سطح مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|
| | | حداقل | حداکثر | میانگین | |
| | کمر | ۳۶ | ۴۶ | ۴۳/۶ | B |
| | شانه و بازو | ۳۹ | ۶۱ | ۵۱/۱ | C |
| ترکشن و حرکت | مچ دست – دست | ۴۳ | ۷۰ | ۵۸/۳ | C |
| | گردن | ۶۷ | ۱۰۰ | ۸۴/۲ | D |
| | مواجهه کل بدن | ۷۱ | ۹۷ | ۸۹/۲ | D |
| | کمر | ۳۶ | ۴۶ | ۴۱/۳ | B |
| | شانه و بازو | ۳۹ | ۶۱ | ۴۷/۴ | B |
| سیر | مچ دست – دست | ۳۵ | ۷۰ | ۵۵/۸ | C |
| | گردن | ۵۶ | ۸۹ | ۷۸/۴ | D |
| | مواجهه کل بدن | ۶۷ | ۹۳ | ۸۴/۱ | D |
| | کمر | ۳۶ | ۴۶ | ۴۳/۳ | B |
| | شانه و بازو | ۳۹ | ۶۱ | ۵۱/۴ | C |
| ورود به ایستگاه | مچ دست – دست | ۳۵ | ۷۰ | ۵۷/۴ | C |
| | گردن | ۵۶ | ۱۰۰ | ۸۳/۱ | D |
| | مواجهه کل بدن | ۶۷ | ۹۶ | ۸۸/۷ | D |
| | کمر | ۲۹ | ۴۶ | ۴۲/۷ | B |
| | شانه و بازو | ۲۹ | ۶۱ | ۴۶/۷ | B |
| توقف در ایستگاه | مچ دست – دست | ۳۵ | ۶۵ | ۵۲/۳ | C |
| | گردن | ۶۷ | ۱۰۰ | ۸۷/۸ | D |
| | مواجهه کل بدن | ۵۹ | ۹۶ | ۸۳/۹ | D |
| | کمر | ۲۹ | ۴۶ | ۴۴ | B |
| | شانه و بازو | ۳۶ | ۶۱ | ۵۰ | B |
| حرکت | مچ دست – دست | ۴۳ | ۷۰ | ۵۸/۴ | C |
| | گردن | ۵۶ | ۱۰۰ | ۸۵/۳ | D |
| | مواجهه کل بدن | ۶۲ | ۹۶ | ۸۹ | D |

راه‌کارهای پیشنهادی جهت کاهش بار کار فیزیکی راه‌بر مترو در جدول ۵ آمده است.

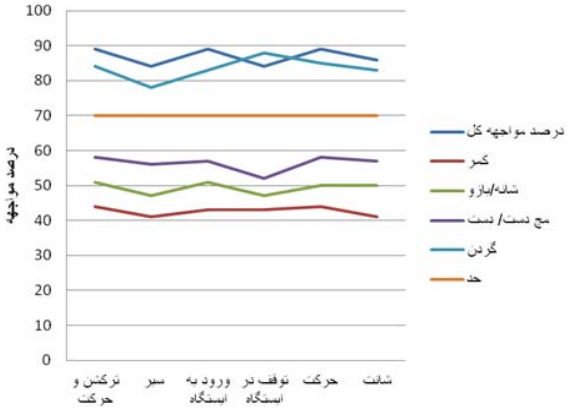
## بحث و نتیجه گیری

در مطالعه حاضر مبنای استخراج راه‌کارهای پیشنهادی، مطالعه‌ای تلفیقی با رویکرد چند جانبه نگری بود تا عوامل موثر بر بار فیزیکی شغل راه‌بری در تعامل با یک‌دیگر استخراج شوند و امکان ارایه راه‌کارهایی کاربردی فراهم آید. تقریباً در تمام مطالعات انجام شده در شغل راه‌بری مترو، رویکرد مطالعه کیفی مبنای ارایه پیشنهادات کنترلی بوده است. اسمیت و همکاران (۲۰۰۹) دلیل استفاده از مطالعه کیفی را این‌گونه بیان می‌کنند که برای دست‌یابی به راه‌کارها و استراتژی‌های مشابه و یکپارچه در قالب ساختار سازمانی، لازم است از مطالعه کیفی که رویکردی استقرایی در گردآوری و تحلیل داده‌ها دارد، استفاده کرد (۱). یافته‌ها نشان دادند که وظایف شغل راه‌بری بیش‌تر از آن چیزی است که به چشم می‌آید. راه‌بر

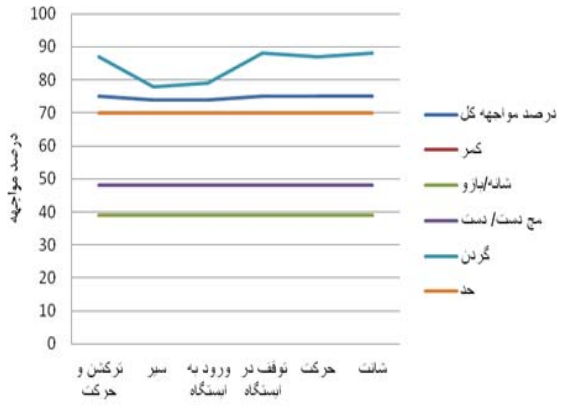
Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 4:01 IRST on Tuesday January 23rd 2018



مترو نه تنها قطار را در ریل هدایت می‌کند و درها را در ایستگاه کنترل می‌کند، به طور مداوم در حال پیش بینی، مشاهده، تفسیر و واکنش به وقایع پیرامون است. در مطالعات گذشته نیز به پیچیدگی و حساسیت وظایف شغل راه‌بری مترو تاکید شده است (۲). در این مطالعه، سطح مواجهه کل بدن با بار کار فیزیکی در شغل راه‌بری مترو در وضعیت غیرقابل قبول ارزیابی شد. مقایسه درصد مواجهه با بار کار فیزیکی در شکل ۴ نشان می‌دهد که علی‌رغم پایین بودن درصد مواجهه در نواحی کمر، شانه/بازو، مچ دست/دست زیر خط آستانه ۷۰ درصد، بالا بودن درصد مواجهه در ناحیه گردن باعث افزایش درصد مواجهه کل بدن شده است. ازسویی، مقایسه درصد مواجهه در شکل ۵ نشان می‌دهد علی‌رغم پایین بودن درصد مواجهه در نواحی کمر، شانه/بازو، مچ دست/ دست زیر خط آستانه ۷۰ درصد، بالا بودن درصد




**شکل ۴. مقایسه درصد مواجهه بار فیزیکی کل بدن و نواحی چهارگانه به تفکیک در وظایف راه‌بری در هد**




**شکل ۵. مقایسه درصد مواجهه بار فیزیکی کل بدن و نواحی چهارگانه به تفکیک در وظایف راه‌بری در ریر**

**جدول ۴. برخی از عوامل موثر بر بار کاری راه‌بران استخراج شده از مصاحبه‌ها، مشاهدات و بررسی‌های میدانی**

| طبقه | عامل (مضمون) | توصیف/ زیر مضمون |
|---|---|---|
| بار کار فیزیکی | عدم حمایت کامل از بدن راه‌بر توسط صندلی، سکو و زیر پایی | نبود فضای کافی برای پاهای راه‌بر/ قرار گیری کنترل گر اصلی در حد دستر سی دور نسبت به صندلی/ ارتفاع پایین صندلی نسبت به کنترل گرها/ نبود زیر پایی برای افراد کوتاه قد/ نبود یا خراب بودن دسته‌های صندلی برای حمایت از آرنج/ قابل تنظیم نبودن ابعاد مختلف صندلی مخصوصاً نسبت به همدیگر |
| | دید ناکافی روی ریل و نمایش‌گرها | دید نا کافی نسبت به بیرون (ریل و سکوی ایستگاه) و درون (پانل و کنترل‌ها)/ عدم قرارگیری ریل و نمایش‌گرهای ضروری در ناحیه دید راحت به دلیل عدم تناسب ارتفاع پانل و صندلی و کنترل گر اصلی (وینچ) |
| | پوسچر کاری نامناسب بدن: ایستاده، دسترسی دور و دید ناکافی | کشیدگی شدید گردن در هنگام باز و بسته کردن درها و ترکشن/ راه‌بری در حالت ایستاده مخصوصاً در سکوهای قوس دار و در حالت ازدحام/ فضای محدود کابین مخصوصاً در قطارهای DC / عدم تناسب ابعاد آنتروپومتریکی صندلی و سایر تجهیزات با ابعاد حداکثر راه‌بران (صدک های ۹۵ و ۵)/ قرار گرفتن اکثر کلیدها در نهایت دسترسی یا خارج از حد دسترسی/ عدم امکان تنظیم صندلی و میز و زیر پایی نسبت به همدیگر/ دسترسی دشوار به کابین در هنگام سوار شدن |
| | چیدمان نامناسب میز راه‌بر | طراحی چیدمان میز، کنترل‌ها، کلیدها و نمایش‌گرها بر اساس جمعیت غیر ایرانی (چینی) و عدم امکان بهینه کردن ابعاد آن‌ها نسبت به یکدیگر |

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 4:01 IRST on Tuesday January 23rd 2018



**جدول ۵. راه‌کارهای پیشنهادی جهت کاهش بار کار فیزیکی راه‌بر مترو با تلفیق داده‌های میدانی و تطبیقی (۲۲)**

| طبقه | مداخله | توصیف |
|---|---|---|
| بار کار فیزیکی | حمایت کامل از بدن راه‌بر: صندلی، سکو و زیر پایی | • صندلی با ارتفاع قابل تنظیم ۱۲۰ mm<br>• صندلی با قابلیت چرخش در زاویه ۶۰ ± درجه (بدون نیاز به آزاد سازی پدال)<br>• صندلی دارای تکیه گاه آرنج طراحی شده بر اساس نقطه مرجع بازوی ترکشن<br>• قرارگیری صندلی در موقعیتی که کنترل‌کننده اصلی با فاصله جانبی حدود ۲۷ mm از خط میانی صندلی قرار گیرد که هم برای راه‌بران کوتاه قد و هم بلند قد مناسب است<br>• صندلی روی یک سکوی مرتفع‌تر از کف کابین قرار گیرد تا دسترسی به کنترل‌ها و دید رو به جلوی راه‌بر برای افراد کوتاه قد راحت باشد و نیاز به کشیدگی بدن راه‌بر نباشد<br>• ارتفاع سکو باید طوری باشد که امکان حرکت راحت برای بلند قدترین راه‌بران فراهم باشد<br>• سکو باید دارای اصطکاک لازم و با کف کابین دارای تباین رنگی کافی باشد<br>• ارتفاع صندلی و سکو طوری با شد که راه‌بر از دید کافی نسبت به ریل، سکو و میز راه‌بری برخوردار باشد<br>• یک زیر پایی قابل تنظیم (پدال تنظیم در سمت چپ) در نظر گرفته شود |
| | دید کافی: روی ریل و نمایش‌گرها | • دید کافی نسبت به بیرون (ریل و سکوی ایستگاه) و درون (پانل و کنترل‌ها)<br>• قرارگیری ریل و نمایش‌گرهای ضروری در ناحیه دید راحت |
| | پوسچر کاری مناسب بدن: نشسته، دسترسی آسان و دید کافی | • نصب یک آیینه عمودی و مایل روی دو سمت دیواره انتهای سکو<br>• نصب دوربین مدار بسته در جلو و بالای دو سمت قطار و امکان رویت در صفحه نمایش داخل کابین هد و ریر به منظور افزایش دید راه‌بر<br>• زاویه پشت راه‌بر ۱۰ درجه به سمت عقب نسبت به حالت عمود<br>• زاویه ران راه‌بر ۵ درجه به سمت بالا نسبت به حالت افقی<br>• زاویه ساق پا ۲۰ درجه به سمت جلو نسبت به حالت عمود<br>• خمش بازوی صفر درجه برای افراد کوتاه قد و زاویه تا ۲۰ درجه برای افراد بلند قد<br>• فاصله بازو از بدن تقریباً ۲۰ درجه برای افراد کوتاه قد و زاویه تا ۱۰ درجه برای افراد بلند قد<br>• آرنج افقی که بخشی از آن توسط میز و بخشی توسط تکیه گاه آرنج حمایت شود<br>• ارتفاع میز اجازه حرکت راحت پاها را بدهد |
| | چیدمان مناسب میز راه‌بر: کنترل‌ها، کلیدها و نمایش‌گرها | • مبنای چیدمان پانل و میز راه‌بری و فاصله دسترسی به کنترل‌ها بر اساس ابعاد کوتاه‌ترین راه‌بر<br>• قرارگیری کنترل‌های اصلی نظیر بازوی تراکشن، دکمه‌های فشاری درها در ناحیه دسترسی نزدیک<br>• قرارگیری کنترل‌های اضطراری نظیر بوق و ترمز اضطراری در ناحیه دسترسی نزدیک<br>• قرارگیری نمایش‌گرها در ناحیه دسترسی گه‌گاهی<br>• زاویه صفحه نمایش ۳۷ درجه به سمت عقب<br>• قرارگیری کلیدهای پرکاربرد در ۲/۳ پایین پانل<br>• قرارگیری کلیدهای کم کاربرد در ۱/۳ بالای پانل |

مواجهه در ناحیه گردن باعث افزایش درصد مواجهه کل بدن شده است. جوانینگ و همکاران (۲۰۰۴) شیوع اختلالات اسکلتی عضلانی را در بین راه‌بران قطار مورد بررسی قرار دادند و شیوع این اختلالات را در ناحیه گردن (۲۶%)، شانه (۲۴%) و کمر (۷۵%) گزارش نمودند (۲۳). اما در مطالعه هیات استاندارد و ایمنی راه آهن، میزان اختلالات در ناحیه دست/شانه بیش‌تر از ناحیه کمر گزارش شد (۲۴). مطالعه مک برید و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد که اختلالات ناحیه گردن و کمر (گزارش درد گردن و کمر به تعداد ۳ بار یا بیش‌تر در ۱۲ ماه گذشته) در راه‌بران قطار بالاست. این مطالعه شیوع این مشکلات را در

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 4:01 IRST on Tuesday January 23rd 2018



گردن۷۴% و در کمر ۶۳% گزارش نمود و علت آن را عمدتاً پوسچر نامناسب، چرخش بدن (به ویژه در مورد سر و گردن) و ارتعاش تمام بدن (به ویژه برای کمر درد) عنوان کرد (۴). نتایج مطالعه‌ای مقایسه‌ای نشان داد که بین راه‌بران و اپراتورهای علامت دهی (به عنوان گروه مرجع) در مترو شهر نیویورک، نسبت شانس ۱/۴۴ برای اختلالات گردنی (گردن دردی به مدت یک هفته و با تکرار ۳ بار یا بیش‌تر در سال) مشاهده شد که این امر به نشستنگاه نسبتاً نامناسب، طراحی کلی کابین و بررسی دائمی محیط و قطار نسبت داده شده بود (۲۵). اگرچه مطالعات مورد نظر روش مشابهی با مطالعه حاضر نداشتند، اما اغلب آن‌ها بر شیوع بیش‌تر اختلالات گردنی نسبت به کمر در راه‌بران تاکید داشتند و نتایج این مطالعات نشان دهنده این امر بود که راه‌بران درد و اختلال در ناحیه گردن را بیش‌تر از دیگر نواحی بدن تجربه می‌کنند و این نتایج هم راستا و هم‌سو با نتایج مطالعه حاضر بود. با توجه به این امر نصب یک آیینه عمودی و مایل روی دو سمت دیواره انتهای سکو و نصب دوربین مدار بسته در جلو و بالای دو سمت قطار و امکان رویت در صفحه نمایش داخل کابین هد و ریر به منظور افزایش دید راه‌بر می‌تواند بسیارهای از تنش‌های وارد بر گردن راه‌بران را کاهش دهد. هم‌چنین، نصب سر صندلی (پشتی حمایت کنند سر) می‌تواند در هنگام راه‌بری در طول سیر، حمایت مناسبی را برای یک پوسچر مناسب برای سر و گردن راه‌بران فراهم آورد.

نتایج بررسی میدانی و مطالعه کیفی نشان داد که عدم حمایت کامل از بدن، دید ناکافی روی ریل و نمایش‌گرها، پوسچر کاری نامناسب بدن و چیدمان نامناسب میز به عنوان مهم‌ترین عوامل موثر بر بار کار فیزیکی راه‌بری مترو شناخته شد. مطالعه تامسون و همکاران (۲۰۱۳) ریسک فاکتور کلیدی آسیب‌های اسکلی-عضلانی را در شغل راه‌بر بررسی کردند و کار روی صندلی بدون حمایت کننده شانه مناسب، عدم وجود یا عدم تنظیم پذیری حمایت کننده ساعد، تنظیم پذیری افقی و عمودی ناکافی صندلی، محدودیت در فضاهای اضافه برای قرار دادن پاها و خمش‌های طولانی مدت به منظور دسترسی به پنل مترو را به عنوان این ریسک فاکتورها گزارش نمودند (۶). مطالعات مختلف دیگر نیز بارکار فیزیکی و خستگی ناشی از ارتعاش، صدا و مشکلات روشنایی را در این گروه شغلی گزارش کرده اند (۴, ۱۳, ۱۸, ۲۶) و هم‌چنین عوارض از جمله اختلالات کمر و گردن را که ناشی از این عوامل بوده اند، بیان کرده‌اند (۴, ۲۷). نتایج مطالعات نشان می‌دهد که راه‌بران قطارهای داخل شهری به دلیل عدم رعایت اصول آنتروپومتری در طراحی که باعث عدم حمایت کامل از بدن، پوسچر نامناسب و چیدمان نامناسب میز شده است، بارکار فیزیکی بالایی را تحمل می‌کنند. این نتایج هم‌سو با نتایج مطالعه حاضر بود که این عوامل را مهم‌ترین مشکلات موجود از نظر بارکار فیزیکی شناسایی نمود.

کابین و چیدمان آن با وجود نواقصی نظیر قرار گرفتن اکثر کلیدها در نهایت دسترسی یا خارج از حد دسترسی، فضای محدود کابین مخصوصاً در قطارهای DC و عدم تناسب ابعاد آنتروپومتریکی صندلی و سایر تجهیزات با ابعاد حداکثر راه‌بران، امکان راه‌بری در یک شرایط ارگونومیک را حمایت نمی‌کند. نتایج مطالعه نشان داد که راه‌بران شکایت زیادی از طراحی کابین دارند. بنابراین با توجه به نتایج مطالعه QEC، مطالعه میدانی و مطالعه تطبیقی (۲۲) یک طرح مداخله‌ای با اهداف الف) حمایت کامل از بدن راه‌بر توسط صندلی، سکو و زیر پایی، ب) دید کافی از روی ریل و نمایش‌گرها ج) پوسچر کاری مناسب بدن در حالت نشسته، دسترسی آسان و دید کافی و د)

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 4:01 IRST on Tuesday January 23rd 2018



چیدمان مناسب میز راه‌بر از نظر کنترل‌ها، کلیدها و نمایش‌گرها، پیشنهاد شد. انتظار می‌رود با اجرای موفق برنامه‌های مداخله‌ای پیشنهادی، بار کار فیزیکی راه‌بران متروی شهر تهران کاهش یابد و بهره وری آن‌ها افزایش یابد. یافته‌های این مطالعه نشان داد که تلفیق روش‌های واکاوی وظیفه، ارزیابی مواجهه بار کار فیزیکی و مطالعه میدانی با رویکرد کیفی می تواند در تعیین شدت مواجهه با بار کار فیزیکی، شناسایی عوامل موثر بر بار کار فیزیکی و طراحی مداخله‌های کنترلی مفید باشد

## تشکر و قدردانی

این مطالعه توسط سازمان مترو شهر تهران و حومه طی قرارداد به شماره ۹۱/۸۵۱ با مرکز تحقیقات بهداشت کار دانشگاه علوم پزشکی ایران حمایت مالی شده است. از همکاری کلیه راه‌بران مترو مخصوصا آقایان حسینی پارسا، کریم پور، رضی، سنایی و کارشناسان بهداشت حرفه‌ای مترو مخصوصا آقایان مهندس امام جمعه، دهقانی و محسنی و نیز آقای مهندس شرفخانه در کمک به گردآوری بخشی از داده‌های مطالعه سپاس‌گزاری می‌گردد.

## REFERENCES

1. Smith P, Blandford A, Back J. Questioning, exploring, narrating and playing in the control room to maintain system safety. Cognition, Technology & Work. 2009;11(4):279-91.
2. Karvonen H, Aaltonen I, Wahlström M, Salo L, Savioja P, Norros L. Hidden roles of the train driver: A challenge for metro automation. Interacting with Computers. 2011.
3. Azlis-Sani J, bin Zaid MF, Yahya MN, Ismail S, Tajedi A, Aqilah N, et al., editors. Evaluation of Whole Body Vibration and Back Pain Problem Among Light Rapid Transit (LRT) Drivers. Applied Mechanics and Materials; 2015: Trans Tech Publ.
4. McBride D, Paulin S, Herbison GP, Waite D, Bagheri N. Low back and neck pain in locomotive engineers exposed to whole-body vibration. Archives of environmental & occupational health. 2014;69(4):207-13.
5. Weltz A. Development of a tool to assess and manage musculoskeletal disorder risk in train drivers. The Helicon, 1 South Place, London, : Railway Safety and Standards Board (RSSB), 2012.
6. Thompson P. Identifying and managing the risk of Musculoskeletal Discomfort (MSD) in train driving. Office of Rail and Road (ORR), 2013.
7. Kecklund L, Ingre M, Kecklund G, Söderström M, Åkerstedt T, Lindberg E, et al. The TRAIN–project: Railway safety and the train driver information environment and work situation-A summary of the main results. Signalling safety. 2001.
8. Rose JA, Bearman C. Making effective use of task analysis to identify human factors issues in new rail technology. Applied Ergonomics. 2012;43(3):614-24.
9. Mills A. The RSSB Human Factors Programme. Rail Human Factors: Supporting The Integrated Railway. 2005:13.
10. Li G, Buckle P, editors. A practical method for the assessment of work-related musculoskeletal risks-Quick Exposure Check (QEC). 1998: SAGE Publications.
11. Takala EP, Pehkonen I, Forsman M, Hansson GA, Mathiassen SE, Neumann WP, et al. Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work. 2009.
12. Paquet C, Cargo M, Kestens Y, Daniel M. Reliability of an instrument for direct observation of urban neighbourhoods. Landscape and Urban Planning. 2010;97(3):194-201.
13. Kazemi Z, Mazloumi A, Nasl SG, Hossaini M, Barideh S. Investigating workload and its relationship

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 4:01 IRST on Tuesday January 23rd 2018

with fatigue among train drivers in Keshesh section of Iranian Railway Company. Journal of Health and Safety at Work. 2012;2(3):1-8.

14. Hassanzadeh Rangi N, Farshad A-A, Motamedzade M, Khosravi Y, Varmazyar S. Identifying individual and work-related risk factors of musculoskeletal disorders in an industrial organization. Journal of Ergonomics. 2013;1(2):36-48.
15. Allahyari T, Rangi NH, Khosravi Y, Zayeri F. Development and evaluation of a new questionnaire for rating of cognitive failures at work. International journal of occupational hygiene. 2011;3(1):6-11.
16. DiDomenico A, Nussbaum MA. Effects of different physical workload parameters on mental workload and performance. International Journal of Industrial Ergonomics. 2011;41(3):255-60.
17. Karvonen H, Aaltonen I, Wahlstr M, #246, Salo L, Savioja P, et al. Unraveling metro train driver's work: challenges in automation concept. Proceedings of the 28th Annual European Conference on Cognitive Ergonomics; Delft, Netherlands. 1962349: ACM; 2010. p. 233-40.
18. Kazemi Z, Mazloumi A, Nasl SG, Barideh S. Fatigue and workload in short and long-haul train driving. Work (Reading, Mass). 2016.
19. Strauss A, Corbin JM. Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory: SAGE Publications; 1998.
20. Khosravi Y, Asilian-Mahabadi H, Hassanzadeh-Rangi N, Hajizadeh E, Gharibi V. Why construction workers involve in unsafe behavior? Development and cross-validation of a structural model. Iran Occupational Health. 2015;12(1):27-37.
21. Van Manen M. Researching lived experience: Human science for an action sensitive pedagogy: Suny Press; 1990.
22. van der Weide R, Frieling HF, Malle F, Miglianico D. AMSTERDAM METRO CAB: ERGONOMICS IN THE DESIGN, VERIFICATION AND VALIDATION PROCESS. Rail Human Factors: Supporting Reliability, Safety and Cost Reduction. 2013:270.
23. Johanning E, Landsbergis P, Fischer S, Luhrman R. Back disorder and ergonomic survey among North American railroad engineers. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. 2004(1899):145-55.
24. Dadashi N, Scott A, Wilson JR, Mills A. Rail Human Factors: Supporting reliability, safety and cost reduction: Taylor & Francis; 2013.
25. Johanning E. Back disorders and health problems among subway train operators exposed to whole-body vibration. Scandinavian journal of work, environment & health. 1991:414-9.
26. Mazloumi A, Kazemi Z, Saraj G, Hossein M, Barideh S, editors. Performance obstacles associated with train drivers. Proceeding of the 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics, AHFE; 2014.
27. Rezaee M, Ghasemi M, Jafari NJ, Izadi M. Low back pain and related factors among Iranian office workers. International journal of occupational hygiene. 2011;3(1):23-8.

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 4:01 IRST on Tuesday January 23rd 2018

Journal of Health and Safety at Work Vol. 7; No. 1; Spring 2017

# Assessment and analysis of physical workload in metro driving job and recommendation for improvement

***Narmin Hassanzadeh-Rangi [1], Yahya Khosravi [2]*, Ali Asghar Farshad [3], Hamed Jalilian [4]***

*[1] M.Sc., Department of Occupational Health Engineering, Student Research Committee, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran*

*[2] Assistant Professor, Occupational Health Engineering, Research Center for Health, Safety and Environment (RTHSE), Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran*

*[3] Associate Professor, Occupational Health Research Center, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran*

*[4] M.Sc., Department of Occupational Health Engineering, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran*

**Abstract**

**Introduction:** Metro driving is one of the newest jobs in Iran. There are few studies in this field. Therefore, the physical workload and their influencing factors have not been identified in metro driving. The objective of this study was task and physical workload analysis of metro driving to recommend control measures.

**Material and Method:** In this mixed method study, task analysis and Quick Exposure Check (QEC) were used to assessment of physical workload in metro driving. Different methods and techniques including field investigation, document reviews, individual and focus group interviews, and focus group discussions were used to analysis physical workload to recommend control measures.

**Result:** Whole body exposure with physical workload was assessed unacceptable in metro driving. Although the exposures in back, shoulder/arm and hand/wrist were under threshold 70%, neck exposure lead to over physical workload in the whole body. Many themes include unsupported body; non-sufficient view on the track and on displays; awkward posture and unsuitable layout were extracted as significant factors influencing on physical workload.

**Conclusion:** An intervention plan was recommended to a) support body by chair, platform and footplate; b) optimize a sufficient view on the track and on displays; c) maintain body postures in seating position with easy reaching distance and sufficient view; and d) design a suitable layout for driving panel regarding to controls, keys and displays.

**Key words:** *Physical Workload, Job Analysis, Quick Expossure Check, Metro Driving*

* Corresponding Author Email: *yakhosravi@abzums.ac.ir*