ارزیابی ذهنی و عینی بار کار فکری اپراتورها در یک مرکز کنترل ترافیک شهری

مجید فلاحی*[۱]، مجید معتمدزاده[۲]، رشید حیدری مقدم[۳]، مریم فرهادیان[۴]، فاطمه ابارشی[۵]

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱/۱۶ تاریخ ویرایش: ۹۶/۰۶/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۹/۰۵

چکیده

زمینه و هدف: فن‌آوری مدرن در بسیاری از محیط‌های کار نیازهای شناختی بیشتری را نسبت به نیازهای جسمانی به اپراتورها تحمیل می‌کند. افزایش نیازهای شناختی در شرایط واقعی محیط کار می‌تواند بر سلامت روانی و عملکرد اپراتورها تاثیر سوء بگذارد. این مطالعه با هدف ارزیابی ذهنی و عینی بار کار فکری اپراتورهای اتاق کنترل ترافیک شهری انجام گردید.

روش بررسی: در این مطالعه ۱۶ نفر از اپراتورهای اتاق کنترل به صورت داوطلبانه انتخاب گردیدند. در روز آزمایش در شرایط استراحت برای هر اپراتور قبل و بعد از انجام کار و به مدت ۵ دقیقه شاخص‌های فیزیولوژیک اندازه‌گیری شد. با توجه به حجم ترافیک شهری (در شرایط کار فکری کم و کار فکری زیاد) به مدت ۵ دقیقه برای هرشرایط اندازه‌گیری شاخص‌ها انجام شد و هر اپراتور در پایان هر مرحله پرسشنامه شاخص بار کار ناسا را تکمیل می‌کرد. داده‌ها با آزمون‌های تی زوجی و آنالیز واریانس اندازه گیری های تکراری با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها: نتایج آزمون تی-زوجی نشان داد به جز بعد نیاز جسمانی، تفاوت معنی داری بین پاسخ‌های ذهنی اپراتورها در سایر ابعاد شاخص بار کار ناسا در شرایط کار فکری کم نسبت به کار فکری زیاد وجود داشت. نتایج آنالیز واریانس نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین میانگین ضربان قلب، شاخص‌های SDNN و RMSSD، شاخص نسبت فرکانس پایین به فرکانس بالا با افزایش سختی کار فکری نسبت به شرایط استراحت قبل و بعد در اپراتورها وجود داشت.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که با افزایش حجم ترافیک فشار ذهنی زیادی به اپراتورها تحمیل می‌شود که کار در چنین شرایطی احتمالا می‌تواند منجر به مشکلات روانی و کاهش عملکرد اپراتورها در آینده گردد. از این رو در اتاق کنترل ترافیک سازماندهی و مدیریت منابع انسانی براساس بار کار فکری در شرایط مختلف کاری توصیه می‌شود.

کلیدواژه‌ها: بار کار، ضربان قلب، شاخص بار کار ناسا، اتاق کنترل ترافیک.

مقدمه

بار کار مدت‌هاست که به عنوان عامل مهم و تأثیرگذار بر عملکرد فرد در سیستم‌های پیچیده مطرح است. بار کار به دو گروه بار کار فیزیکی و بار کار فکری تقسیم می‌شود. به طور کلی تعریف مورد قبول جهانی از بار کار فکری وجود ندارد [۱]، بار کار فکری، واژه‌ای است که برای تشریح میزان فکر مورد نیاز جهت اجرای نیازهای وظیفه که واکنش فردی به الزامات وظیفه مورد نظر است، به کار می رود [۲].

بار کار فکری، متغیری چندبعدی است که به سختی می‌توان آن را از طریق روش اندازه‌گیری مستقیم پیش‌بینی نمود[۳]. چندین روش برای اندازه‌گیری و کمی سازی بار کار فکری در طی ۴ دهه گذشته توسعه یافته‌اند [۴]. بار کار فکری نمی‌تواند مستقیماً اندازه‌گیری شود، اما به طور غیرمستقیم از طریق اندازه‌گیری متغیرهایی که به نظر می‌رسد با آن در ارتباط‌اند، برآورد می‌شود. روش اندازه‌گیری منحصر به فردی که بتواند تمام اجزای آن را ارزیابی کند، وجود ندارد[۲]. روش‌های اصلی اندازه‌گیری بار کار فکری، روش‌های اندازه‌گیری وظیفه اولیه و وظیفه ثانویه، روش‌های روانی- فیزیولوژیک و روش‌های ذهنی هستند[۳]. در سه دهه گذشته در ارگونومی این تمایل وجود داشته که از گروهی از روش‌های اندازه‌گیری برای ارزیابی بار کار فکری استفاده شود. روش‌های

۱- استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، سبزوار، ایران. mjfllh@yahoo.com

۲- استاد، گروه ارگونومی، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.

۳- دانشیار، گروه ارگونومی، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.

۴- استادیار، گروه آمارزیستی، مرکز تحقیقات مدل سازی بیماری‌های غیرواگیر، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.

۵- مربی، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، سبزوار، ایران.

Archive

www.SID.ir

ذهنی به ما اطلاعاتی درباره ادراکات فرد از شرایط وظیفه ارائه می‌دهند [۲]. معمول‌ترین این روش‌ها، روش‌هایی نظیر شاخص بار کار ناسا (The National Aeronautics and Space Administration-Task Load Index, NASA-TLX) و تکنیک ارزیابی ذهنی بار کار (Subjective Workload Assessment Technique, SWAT) است [۴]. روش‌های مبتنی بر عملکرد و روانی - فیزیولوژیک اطلاعات لحظه‌ای درباره شرایط عینی کار یا الزامات وظیفه برای منابع خاص را فراهم می‌کنند[۲]. ارزشیابی روانی-فیزیولوژیک بار کار فکری، دارای چندین مزیت نسبت به روش‌های ذهنی است. مزیت اصلی روش‌های روانی- فیزیولوژیک، قابلیت ثبت پیوسته داده‌ها است. در برخی موارد ارزشیابی لحظه‌ای بار کار امکان دارد. احتمالاً ضربان قلب معمول‌ترین متغیر اندازه‌گیری در روش‌های روانی-فیزیولوژیک است. تغییر در جهت ضربان قلب (افزایش یا کاهش) با وظیفه فکری به ویژگی‌های وظیفه بستگی دارد [۵].

علاقه دائمی و مستمر برای اندازه‌گیری بار کار فکری به عنوان ابزاری جهت درک بهتر تعاملات انسان- ماشین وجود داشته است [۶]. تحقیق بر روی بار کار فکری از سال ۱۹۶۰ آغاز گردید، زمانی که محققان، سیستم‌های انسان-ماشین نظیر، حمل‌ونقل زمینی، کنترل ترافیک هوایی، و کنترل فرآیند را مورد ارزیابی قرار دادند[۷]. بار کار فکری به دلیل تأثیر بار کار بر روی خطای انسانی و عملکرد، یک اضطرار مهم و اصلی در سیستم‌های پیچیده است [۸]. سیستم‌های پیچیده مدرن نظیر نیروگاه هسته‌ای، سیستم‌های کنترل هوایی و سیستم‌های تسلیحاتی اغلب بار کار فکری سنگینی به اپراتورهای خود تحمیل می‌کنند. نرخ بالای اطلاعات در جریان، پیچیدگی اطلاعات، تصمیم‌گیری‌های دشوار زیاد و استرس زمان وظیفه می‌تواند اپراتورها را تحت تأثیر قرار دهد. در بیشتر اپراتورها، بار کار فکری شدید و کم می‌تواند عملکرد آن‌ها و علاوه بر آن می‌تواند بر ایمنی و کارکرد مطلوب سیستم تأثیر بگذارد[۱]. در یک سیستم پیچیده، انسان باید در یک دوره زمانی بسیار کوتاه تصمیم‌گیری نماید. از این‌رو پیشرفت فن‌آوری، توانایی انسان در انجام ایمن سیستم را تهدید می‌کند. کانتوویتز نشان داد که نقش انسان به صورت سرپرستی و پایش سیستم است. در نتیجه، مقدار و پیچیدگی اطلاعاتی که انسان باید به آن بپردازد ذاتاً افزایش یافته است. در نتیجه بار کار فکری قابل‌توجهی از طریق وظیفه سرپرستی در سیستم‌های خودکار تولید می‌شود[۹]. در شرایط بار کار فکری شدید، به دلیل این که مقدار اطلاعات از ظرفیت اپراتورها جهت پردازش بیشتر می‌شود، ممکن است آن‌ها در پردازش اطلاعات تأخیر نشان دهند یا حتی به اطلاعاتی که دریافت می‌کنند، اصلاً واکنش ندهند. در مقابل، زمانی که بار کار فکری بسیار کمتر از سطح دلخواه است، آن‌ها خسته می‌شوند و بنابراین تمایل به ایجاد اشتباهات افزایش می‌یابد [۱۰]. از این‌رو، با پیشرفت تدریجی فن‌آوری خودکار، علاقه فزاینده‌ای جهت اندازه‌گیری بار کار فکری اپراتور در سیستم‌های انسان-ماشین پیچیده ایجاد شده است [۹]. در سیستم‌های صنعتی امروزه، بیشتر وظایف اپراتورها به شدت شناختی است [۱۱]. بنابراین، نیاز بسیاری از مشاغل مدرن از بار کار فیزیکی به بار کار فکری تغییر کرده است [۹].

توانایی اندازه‌گیری بار کار فکری به منظور ارزیابی تلاش اپراتورها به درستی و پیوسته می‌تواند در بهبود ایمنی صنعتی، ارتقاء قابلیت کاربرد تعاملات انسان-رایانه، و در طراحی راهبُردهای کنترل و هدایت خودکار دستگاه‌ها باارزش باشد [۱۰]. برخی مطالعات نشان داده‌اند که بار کار فکری با عملکرد انسانی مرتبط است. روبیو و دیاز اظهار کردند که بار کار فکری مطلوب، ایمنی و راندمان تولید طولانی مدت اپراتورها را تضمین می‌کند [۱۲]. موری بیان می‌کند که بهینه‌سازی اختصاص بار کار فکری مهندسان می‌تواند باعث کاهش خطای انسانی، بهبود ایمنی سیستم، افزایش بهره وری و افزایش رضایت شغلی آن‌ها گردد [۱۳].

اکثر مطالعاتی که به آن‌ها اشاره گردید و بسیاری از مطالعات دیگر جهت ارزیابی بار کار فکری وظایف

Archive of SID
www.SID.ir

مختلف به صورت شبیه‌سازی در آزمایشگاه انجام شده است. در این مطالعات معمولاً از یک نرم‌افزار شبیه‌ساز وظیفه با توجه به هدف مطالعه یا چند وظیفه فکری محاسباتی جهت ارزیابی بار کار فکری استفاده شده است و به ندرت کاربرد نتایج چنین مطالعاتی در فاز میدانی به وضوح مشخص شده است. لذا با توجه به وجود خلأ در خصوص انجام چنین مطالعاتی در شرایط واقعی، اگر چنین مطالعاتی در دنیای واقعی و در حین انجام وظایف روزمره اپراتورها انجام شود می‌توان از اطلاعات حاصل‌شده به منظور ارتقاء ارگونومی شناختی، شرایط کار و بهینه‌سازی سطوح بار کار فکری استفاده کرد و ریسک خطاهای انسانی را کاهش داد. یکی از دلایل عدم انجام چنین مطالعاتی در شرایط واقعی انجام کار را می‌توان دشواری ارزیابی بار کار فکری با روش‌های فیزیولوژیک دانست. اگر چه استفاده از روش‌های فیزیولوژیک از روش‌های ذهنی گران‌تر است اما مزیت اصلی آن‌ها، قابلیت ثبت پیوسته داده‌ها است که از این ویژگی می‌توان برای ارزیابی دقیق بار کار فکری استفاده نمود. با توجه به آنچه ذکر شد، هدف مطالعه حاضر ارزیابی بار کار فکری اپراتورهای اتاق کنترل ترافیک شهری با استفاده از روش های ذهنی و فیزیولوژیک بود.

روش بررسی

مکان و پروتکل مطالعه: اپراتورهای مرکز کنترل ترافیک به صورت ۲۴ ساعته فعالیت می‌نمایند، البته زمان اصلی فعالیت از ساعت ۶ صبح الی ساعت ۱ بعد از نیمه شب است. در مرکز کنترل ترافیک ۲۴ نفر در دو نوبت ۱۲ ساعته به صورت مداوم در حال فعالیت هستند. زمان کار–استراحت اپراتورها به صورت ۲۴–۱۲ بود. به این صورت که هر اپراتور بازاء ۱۲ ساعت کار ۲۴ ساعت استراحت می‌کرد. در این مرکز اپراتورها در سه ردیف و بر اساس سابقه به پایش و نظارت مستمر بار ترافیک تقاطع‌ها می‌پرداختند.

در هر نوبت در ردیف نخست ۴ اپراتور که سابقه کار کمتری داشتند، فعالیت می‌کردند در ردیف دوم ۳ اپراتور با سابقه کار بیشتر نسبت به ردیف نخست فعالیت می‌کردند و در ردیف سوم سرپرست شیفت که بیش‌ترین سابقه را در مرکز کنترل ترافیک داشت انجام وظیفه می‌کرد. بنابراین در هر نوبت ۸ نفر حضور داشتند که سرپرست شیفت علاوه بر نظارت بر کار اپراتورها بر تصادفات و حوادث، تعمیرات، هماهنگی با ارگان‌ها نظیر آتش‌نشانی، پلیس راهور، حمل‌ونقل عمومی رسیدگی می‌کرد. در مرکز کنترل ترافیک علاوه بر این‌که برای هر اپراتور دو نمایشگر بر روی میز کار وجود داشت، ۲۸ نمایشگر ۴۰ اینچی بر روی دیوار اتاق کنترل نصب شده بود که ۱۶ نمایشگر به صورت لحظه‌ای بار ترافیک تقاطع‌های مهم شهر را نشان می‌دادند و ۱۲ نمایشگر نیز بار ترافیک مسیرهای ورودی و خروجی و برخی از بزرگراه‌های اصلی شهر را به صورت لحظه‌ای نشان می‌دادند.

در ۲۰۰ تقاطع اصلی در سطح شهر دوربین نصب شده بود که هر اپراتور مسئولیت پایش و نظارت بر دوربین‌های نزدیک به ۳۰ تقاطع را از طریق دو نمایشگر موجود در میز کار خود در هر نوبت بر عهده داشت. کار اصلی اپراتورها علاوه بر روان کردن ترافیک شهر شامل موارد زیر بود: نظارت و پایش تمامی دوربین‌ها توسط اپراتورها، مرتفع کردن اشتباهات سیستم و مدیریت زمان برای چراغ‌های راهنمایی در تقاطع‌ها در صورت افزایش بار ترافیک در هر مسیر منتهی به تقاطع‌ها، یعنی زمانی که بار ترافیک مسیری زیاد می‌شد، مدت زمانی که در آن مسیر چراغ راهنمایی باید سبز گردد، افزایش می‌یافت و بالعکس. علاوه بر این هر اپراتور وظیفه ثانویه‌ای را نیز انجام می‌داد این وظایف ثانویه نظیر؛ کنترل خرابی دوربین‌ها، کنترل خرابی سنسورها و ارسال پیام‌های ترافیکی آنلاین (ترافیک روان–ترافیک شلوغ) بود.

به منظور تعیین شرایط کار واقعی اپراتورهای اتاق کنترل از طریق مصاحبه با اپراتورها و سرپرست آن‌ها مشخص گردید که اپراتورهای اتاق کنترل معمولاً دو نوع شرایط را در هر نوبت تجربه می‌کنند، نخست شرایطی که بار ترافیک کم است و دوم شرایطی که

Archive of SID
www.SID.ir

پیک بار ترافیک در سطح شهر است. زمان پایش در هر یک از این شرایط با توجه به تقاطع‌های تحت نظارت برای هر اپراتور متفاوت بود. با توجه به اظهارات اپراتورها شرایط ترافیک کم و زیاد با توجه به تقاطع‌هایی که اپراتورها در هر نوبت بر عهده داشتند در دو نوبت رخ می‌داد، مثلاً برای شرایط ترافیک پیک بعدازظهرها به خصوص بعدازظهر روزهای شنبه، چهارشنبه و پنج‌شنبه بیش‌ترین ترافیک را از نظر زمانی داشتند. با توجه به این اطلاعات اندازه‌گیری‌های شاخص‌های فیزیولوژیک و ذهنی در شرایط ترافیک کم (بار کار فکری کم) و زیاد (بار کار فکری زیاد) در نوبت صبح ساعات ۹ تا ۱۴ و بعدازظهر ساعات ۱۸ تا ۲۳ شب انجام گردید.

مطالعه حاضر از نوع توصیفی- تحلیلی بوده که در میان ۱۶ نفر از ۲۴ شاغل اتاق کنترل ترافیک شهری انجام شد. با توجه به عدم همکاری برخی از شاغلین این تعداد به صورت داوطلبانه در مطالعه شرکت کردند. در ابتدا از شرکت‌کنندگان رضایت‌نامه آگاهانه گرفته و از آن‌ها تعهد گرفته شد تا پایان انجام طرح همکاری نمایند. محتوا آزمایش‌ها با جزئیات برای شرکت-کنندگان تشریح شد. با توجه به اطلاعات به دست آمده، از اپراتورها خواسته می‌شد تا روز و زمان معینی را که آمادگی دارند تا برای شرایط بار کار فکری کم و یا بار کار فکری زیاد آزمایش انجام شود را اعلام نمایند. در روز آزمایش تمام وسایل ارزیابی بار کار فکری بررسی و پس از مشخص شدن زمان اندازه‌گیری و هماهنگی قبلی با هر اپراتور در روز انجام آزمایش به ترتیب مراحل زیر انجام گردید:

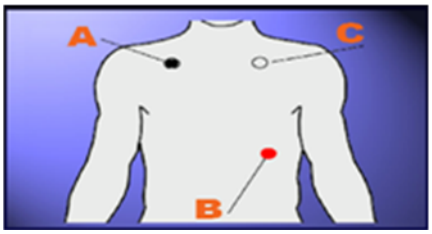
۱. قبل از انجام آزمایش توضیحات کافی در خصوص نحوه اندازه‌گیری و همچنین نحوه تکمیل پرسشنامه شاخص بار کار ناسا برای هر اپراتور ارائه گردید. وضعیت کاری تمامی اپراتورها به صورت نشسته بود و آن‌ها در طول نوبت کاری موظف بودند به طور پیوسته پارامترهای حیاتی سیستم تحت نظر خود را پایش نمایند. برای جلوگیری از نقص در اندازه‌گیری از هر اپراتور خواسته می‌شد که در حین اندازه‌گیری حداقل حرکت را داشته باشد و از صحبت کردن با همکاران و حرکات اضافی اجتناب نماید. همچنین چنانچه درحین اندازه‌گیری برای هر اپراتور شرایطی خاص مثلاً اظهار خستگی و یا تصادف رخ می‌داد، اندازه‌گیری قطع و برای اپراتور مورد نظر اندازه‌گیری تکرار می‌شد.

۲. نصب الکترودهای الکتروکاردیوگرام (ECG) (شکل ۱).

۳. سیگنال‌های ECG یک بار به مدت ۵ دقیقه در حالت استراحت با چشمان باز در یک اتاق ساکت قبل از انجام کار فکری کم (یا زیاد) و بار دوم بعد از انجام کار فکری زیاد (یا کم) پایش می‌شد، لازم به ذکر است در این مدت معمولاً همکار اپراتور وظیفه او را انجام می‌داد.

سیگنال‌های الکتروکاردیوگرام در حین انجام فعالیت در شرایط بار کار فکری کم یا زیاد به مدت ۵ دقیقه اندازه‌گیری گردید. در پایان هر مرحله از ارزیابی بار کار فکری کم و یا زیاد، پس از استراحت ۵ دقیقه‌ای، با پرسشنامه شاخص بار کار ناسا ارزیابی ذهنی بار کار فکری انجام می‌شد.

پس از جمع‌آوری داده‌های مربوط به شاخص‌های فیزیولوژیک با نرم‌افزار Biotrace، با استفاده از نمودارها، شاخص‌های مرکزی و پراکندگی و همچنین ارائه جداول اطلاعات توصیف شد. با استفاده از آمار تحلیلی و بکار بردن آزمون t و مدل‌های تحلیل واریانس اندازه گیرهای تکراری (Repeated-measure analysis of variance, RMANOVA-)، توزیع هر یک از شاخص‌های فیزیولوژیک و روش ذهنی مورد بررسی قرار گرفتند.



شکل ۱- محل اتصال الکترودهای الکتروکاردیوگرافی

Archive of SID
www.SID.ir

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ استفاده شد. سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

وسایل و ابزار مورد استفاده

ارزیابی عینی بار کار فکری: برای اندازه‌گیری شاخص‌های فیزیولوژیک از دستگاه پرتابل نکسوس- ۴ (Nexus-4) ساخت کمپانی مایند مدیا هلند استفاده گردید. نکسوس-۴ یک وسیله چهار کاناله برای پایش شاخص های روانی – فیزیولوژیک با فن‌آوری بلوتوث است. با این سیستم، جمع‌آوری سیگنال‌های الکتروآنسفالوگرافی، الکتروکاردیوگرافی، الکترومیوگرافی و غیره امکان‌پذیر است. سیگنال‌های جمع‌آوری شده به‌صورت بی‌سیم با استفاده از بلوتوث برای پایش آنلاین و ذخیره داده‌ها به حافظه کامپیوتر منتقل شدند. پردازش داده‌ها، فیلتر کردن دیجیتال، گزارش روندها و آنالیزهای آماری اولیه بوسیله نرم افزار (BioTrace+software®, Mind Media BV, Roermond-Herten, The Netherlands) انجام شد. کانال‌های عملیاتی در فرکانس ۱۰۲۴ هرتز برای اندازه‌گیری سیگنال‌های الکتروکاردیوگرافی مورد استفاده قرار گرفت. سیگنال‌های الکتروکاردیوگرافی نیز با نصب الکترودهای Ag-Agcl بر استخوان جناغ سینه و در قسمت سمت چپ زیر بغل روی دنده ششم ثبت شد. از ثبت سیگنال‌های ECG، شاخص‌های میانگین ضربان قلب، انحراف معیار فاصله ضربان قلب (the standard deviation of NN intervals: SDNN) بر حسب میلی ثانیه، ریشه مجذور میانگین اختلاف متوالی فاصله ضربان قلب (root mean square of successive differences: RMSSD) بر حسب میلی ثانیه، و نسبت فرکانس پایین به فرکانس بالا (The ratio of low frequency to high frequency) محاسبه شدند.

ارزیابی ذهنی بار کار فکری: شاخص بار کار ناسا توسط گروه عملکرد انسانی مرکز تحقیقات ناسا توسعه یافته است[۱۴]. این روش در بسیاری از بررسی‌های تعامل انسان-کامپیوتر به عنوان روش اندازه‌گیری بار کار فکری استفاده‌شده است. یک روش نرخ‌گذاری چندبعدی حاوی شش زیر مقیاس: نیازهای فکری، نیازهای جسمانی، نیازهای زمانی، عملکرد، تلاش و ناامیدی است. سه زیر مقیاس نخست با نیازهای شرکت‌کننده مرتبط و سه مورد آخر با تعامل شرکت‌کننده با وظیفه مرتبط است. نرخ‌گذاری عددی برای هر زیر مقیاس توسط شرکت‌کننده روی یک خط که به ۲۰ فاصله یکسان تقسیم شده است، مشخص می‌گردد که به مقیاس نرخ‌گذاری ۱۰۰-۰ تبدیل می‌شود. خط مربوط به هر زیر مقیاس در هر طرف خط با توصیف‌کننده‌های تک قطبی (به طور مثال کم و زیاد) مشخص می‌شود. نمره خام بار کار با جمع نرخ‌گذاری ارائه‌شده برای هر شش زیر مقیاس و تقسیم آن بر عدد شش محاسبه می‌شود[۷]. معمول‌ترین نمره بار کار کلی بر اساس میانگین نرخ‌گذاری وزنی زیر مقیاس‌ها محاسبه می‌شود. وزن زیر مقیاس‌ها توسط ارزیابی شرکت‌کننده در خصوص این‌که هر عامل چه سهمی در بار کار وظیفه دارد، تعیین می‌شود. پس از تکمیل نرخ‌گذاری اولیه، ۱۵ مقایسه جفت-جفت زیر مقیاس‌ها به فرد نشان داده می‌شود، و شرکت‌کننده یک زیر مقیاس از ۱۵ جفت را که از نظر او در بار کار وظیفه دارای اهمیت است، انتخاب می‌نماید. وزن هر زیر مقیاس تعداد موارد انتخاب‌شده تقسیم بر ۱۵ است. عدد بار کار کلی با ضرب هر بعد نرخ‌گذاری در وزن به دست آمده از آن زیر مقیاس محاسبه می‌شود و دارای گستره ۱۰۰-۰ است [۱۴]. شاخص بار کار ناسا به عنوان مقیاس چندبعدی برای به دست آوردن داده‌های تشخیصی و جزئی‌تر از مقیاس تک‌بعدی مفیدتر است[۱۵].

یافته‌ها

میانگین سن و سابقه کار اپراتورها به ترتیب۲/۶۱±۲۹/۴ و ۲/۲۸±۳/۴ سال بود. نتایج نرخ گذاری ذهنی بار کار اندازه گیری شده با شاخص بار کار ناسا در شرایط بار کار فکری کم و بار کار فکری زیاد

Archive of SID
www.SID.ir

در جدول ۱ ارائه شده است. امتیازات شاخص بارکار ناسا از گستره صفر (حداقل نیاز) تا ۱۰۰ (حداکثر نیاز) است. براساس پاسخ های ذهنی اپراتورها درجه سختی براساس شدت ترافیک برای هر شرایط متفاوت بود. در هر دو شرایط بار کار فکری کم و زیاد میانگین زیرمقیاس نیاز جسمانی حداقل امتیاز را داشت. در شرایط بار کار فکری کم ابعاد عملکرد، تلاش و کوشش و نیاز فکری بیشترین امتیاز را داشتند، و در شرایط بار کار فکری زیاد به ترتیب ابعاد نیاز فکری، تلاش و کوشش و نیاز زمانی بیشترین امتیاز را به خود اختصاص دادند. نتایج آزمون تی-زوجی نشان داد تفاوت معنی‌داری بین پاسخ‌های ذهنی اپراتورها در تمام زیر مقیاس‌های شاخص بار کار ناسا به جز زیر مقیاس نیاز جسمانی در شرایط کار فکری کم نسبت به کار فکری زیاد وجود دارد.

نتایج مربوط به پاسخ های ذهنی اپراتورها براساس ابعاد شاخص بار کار ناسا براساس نوبت کاری در جدول دو ارائه شده است. در دو نوبت صبح و شب، اپراتورها نیازهای وظیفه بیشتری را در دو شرایط بار کار فکری کم و زیاد گزارش کردند. در شرایط بار کار فکری کم

جدول ۱- اطلاعات توصیفی و نتایج تی زوجی مربوط به ابعاد شاخص بار کار ناسا تحت شرایط بار کار فکری کم و بار کار فکری زیاد در بین اپراتورها

ابعاد بار کار ناسا	بار کار فکری کم		بارکار فکری زیاد		p
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	
نیاز فکری	۵۹/۴	۱۱/۵۲	۸۵/۹	۷/۵۷	۰/۰۰۱
نیازجسمانی	۲۲/۸	۱۰/۳۲	۲۵/۹	۱۲/۵۴	۰/۲۵۸
نیاز زمانی	۵۵/۹	۱۴/۷۴	۷۷/۸	۱۵/۲۷	۰/۰۰۱
عملکرد	۷۸/۱	۹/۱۰	۶۸/۷	۱۰/۷۲	۰/۰۰۱
تلاش	۶۴/۱	۱۵/۰۷	۸۱/۹	۱۱/۹۵	۰/۰۰۱
ناامیدی	۳۷/۲	۱۵/۳۸	۵۰/۶	۱۳/۲۷	۰/۰۰۱
بار کار کل	۶۲/۰	۵/۶۶	۷۹/۰	۶/۹۸	۰/۰۰۱

جدول ۲- اطلاعات توصیفی و نتایج آنالیز واریانس مربوط به ابعاد شاخص بار کار ناسا در نوبت کاری صبح و شب تحت شرایط بار کار فکری کم و بار کار فکری زیاد

ابعاد بار کار ناسا	نوبت	بار کار فکری کم		بار کار فکری زیاد		نتایج آنالیز واریانس		
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	P شیفت	P بار کار فکری	P شیفت*نوبت کاری
نیاز فکری	صبح	۶۰/۰	۹/۵۷	۸۷/۸	۶/۹۸	۰/۵۴۶	۰/۰۰۱	۰/۷۴۶
	شب	۵۸/۹	۱۳/۴۱	۸۴/۴	۸/۰۷			
نیاز جسمانی	صبح	۲۷/۱	۱۱/۱۲	۲۷/۱	۱۶/۵۴	۰/۳۳۵	۰/۳۱۶	۰/۳۱۶
	شب	۱۹/۴	۸/۸۱	۲۵/۰	۹/۳۵			
نیاز زمانی	صبح	۵۸/۶	۱۱/۸۰	۷۴/۲	۱۳/۰۴	۰/۹۰۱	۰/۰۰۱	۰/۲۴۲
	شب	۵۳/۹	۱۷/۰۹	۸۰/۵	۱۷/۰۳			
عملکرد	صبح	۷۵/۷	۱۰/۱۷	۶۷/۱	۱۲/۱۹	۰/۳۵۶	۰/۰۱۸	۰/۸۳۹
	شب	۸۰/۰	۸/۲۹	۷۰/۰	۱۰/۰۰			
تلاش و	صبح	۷۰/۷	۱۳/۳۶	۸۳/۶	۸/۹۹	۰/۲۰۱	۰/۰۰۱	۰/۲۶۶
کوشش	شب	۵۸/۹	۱۴/۹۵	۸۰/۵	۱۴/۲۴			
ناامیدی	صبح	۳۴/۳	۱۳/۰۴	۵۰/۰	۱۰/۴۰	۰/۶۶۷	۰/۰۰۱	۰/۳۵۱
	شب	۳۹/۴	۱۷/۴۰	۵۱/۱	۱۵/۷۶			
بار کار کل	صبح	۶۳/۰	۵/۲۷	۷۷/۰	۶/۶۰	۰/۸۳۳	۰/۰۰۱	۰/۱۸۶
	شب	۶۱/۰	۶/۰۴	۸۱/۰	۷/۲۸			

www.SID.ir

در دو نوبت صبح و شب، میانگین کلی نیاز جسمانی از سایر زیر مقیاس‌ها کمتر بود. همچنین اپراتورها اظهار کردند که به ترتیب زیرمقیاس های عملکرد، تلاش و کوشش و نیاز فکری بیشترین اهمیت را داشته است. برای شرایط یار کار فکری زیاد نیز بعدنیاز جسمانی در نوبت صبح و شب حداقل مقدار را در مقایسه با سایر زیرمقیاس‌ها داشت. علاوه بر این اپراتورها گزارش کردند که به ترتیب نیاز فکری، تلاش و کوشش نیاز زمانی بیشترین اهمیت را دارا است. نتایج آنالیز واریانس دوطرفه نشان می‌دهد که با افزایش بار کار فکری بین پاسخ های ذهنی اپراتورها برای تمام ابعاد شاخص بار کار ناسا بجز بعد نیاز جسمانی تفاوت معنی داری در نوبت صبح و شب وجود دارد. تاثیر نوبت کاری بر پاسخ‌های ذهنی اپراتورها برای تمام ابعاد شاخص بار کار ناسا معنی دارد نبود. همچنین اثر متقابل بار کار فکری و نوبت کاری بر پاسخ های ذهنی اپراتورها نیز معنی دار نبود (جدول ۲).

نتایج مربوط به پاسخ های فیزیولوژیک اپراتورها تحت شرایط بار کار فکری کم و بار کار فکری زیاد در جدول ۳ ارائه شده است. همانطورکه مشاهده می‌شود شاخص میانگین ضربان قلب و شاخص نسبت فرکانس پایین به فرکانس بالا با افزایش حجم ترافیک افزایش یافته است، و برعکس میانگین شاخص های SDNN و RMSSD با افزایش حجم ترافیک کاهش را نشان می‌دهد.

نتایج آنالیز واریانس اندازه‌گیری‌های تکراری نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین میانگین ضربان قلب، شاخص‌های SDNN, RMSSD و شاخص نسبت فرکانس پایین به فرکانس بالا با افزایش حجم ترافیک (افزایش کار فکری) نسبت به شرایط استراحت قبل و

جدول ۳- اطلاعات توصیفی شاخص های فیزیولوژیک تحت شرایط بار کار فکری کم و بار کار فکری زیاد

متغیر	استراحت قبل		بار کار فکری کم		بار کار فکری زیاد		استراحت بعد	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
ضربان قلب (ضربه در دقیقه)	۷۲/۴	۰/۷۶	۷۷/۶	۱/۹۳	۸۰/۶	۱/۸۷	۷۳/۸	۰/۶۲
SDNN (میلی ثانیه)	۷۵/۷	۷/۵۸	۷۰/۸	۷/۵۸	۵۵/۰	۵/۷۳	۷۵/۴	۷/۲۱
RMSSD (میلی ثانیه)	۵۷/۰	۶/۰۴	۵۳/۵	۵/۹۳	۴۴/۴	۵/۸۹	۵۶/۷	۶/۰۵
LF/HF ratio	۱/۵	۰/۱۸	۱/۶	۰/۲۱	۲/۶	۰/۲۶	۲/۴	۰/۲۷

جدول ۴- اطلاعات توصیفی و نتایج آنالیز واریانس شاخص های فیزیولوژیک در نوبت کاری صبح و شب تحت شرایط بار کار فکری کم و بار کار فکری زیاد

شاخص‌های فیزیولوژیک	نوبت	استراحت قبل		بار کار فکری کم		بار کار فکری زیاد		استراحت بعد		نتایج آنالیز واریانس اندازه گیری‌های تکراری		
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	P نوبت کاری	P بار کار فکری	P بار کار فکری * نوبت کاری
ضربان قلب	صبح	۷۱/۲	۱/۰۸	۷۴/۵	۲/۴۲	۷۹/۶	۲/۸۹	۷۳/۱	۰/۵۵	۰/۲۲۴	/۰۰۱	۰۴۸۱
	شب	۳۳/۳	۱/۰۰	۸۰/۱	۲/۷۰	۸۱/۴	۲/۵۸	۷۴/۳	۱/۰۲		۰	
SDNN (ms)	صبح	۷۹/۴	۱۶/۳۱	۶۹/۰	۱۲/۰۰	۶۰/۹	۱۰/۴۱	۷۸/۵	۱۵/۵۱	۰/۷۱۷	/۰۰۱	۰/۵۱۳
	شب	۷۲/۷	۵/۸۵	۷۲/۳	۱۰/۳۵	۵۰/۴	۶/۳۴	۷۳/۰	۵/۶۰		۰	
RMSSD (ms)	صبح	۶۸/۲	۹/۵۹	۶۴/۰	۹/۴۷	۵۳/۷	۱۰/۲۱	۶۸/۰	۹/۴۳	۰/۱۱۴	/۰۰۱	۰/۶۲۴
	شب	۴۸/۲	۶/۸۲	۴۵/۴	۶/۷۹	۳۷/۲	۶/۳۴	۴۷/۹	۶/۹۳		۰	
LF/HF ratio	صبح	۱/۳	۰/۱۱	۱/۵	۰/۱۴	۲/۵	۰/۳۳	۳/۱	۰/۴۱	۰/۸۵۶	/۰۰۳	۰/۰۴۸
	شب	۱/۷	۰/۳۱	۱/۸	۰/۳۷	۲/۸	۰/۴۱	۱/۹	۰/۲۶		۰	

www.SID.ir

بعد در اپراتورها وجود دارد. نتایج نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری بین پاسخ های فیزیولوژیک اپراتورها در نوبت کاری صبح و شب وجود ندارد. همچنین اثر متقابل نوبت کاری و بار کار فکری بجز برای شاخص نسبت فرکانس پایین به فرکانس بالا برای سایر پاسخ‌های فیزیولوژیک معنی دار نبود (جدول ۴).

بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه در فاز میدانی بار کار فکری اپراتورها قبل از انجام وظایف محوله، زمانی که کار فکری کم و کار فکری زیاد بود و بعد از اتمام وظیفه با روش‌های فیزیولوژیک و روش ذهنی شاخص بار کار ناسا ارزیابی شد. علاوه بر آن، تأثیر نوبت کاری بر پاسخ‌های ذهنی و فیزیولوژیک نیز مورد بررسی قرار گرفت. این مطالعه یکی از نخستین مطالعاتی است که برای ارزیابی بار کار فکری اپراتورهای یک اتاق کنترل ترافیک شهری زمانی که آن‌ها وظایف محوله را پایش می‌کردند، انجام شده است. شاخص‌های قلبی–عروقی و پاسخ‌های ذهنی اپراتورها با توجه به بار کار فکری که به آن‌ها تحمیل می‌شد مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از شاخص بار کار ناسا، اپراتورها اظهار کردند که نیازهای وظیفه به طور معنی‌داری در شرایط کار فکری زیاد از شرایط با کار فکری کم بیشتر بود. برای اپراتورها در شرایطی که بار کار فکری کم بود، زیر مقیاس عملکرد بیش‌ترین اهمیت را داشت و در شرایط بار کار فکری زیاد زیر مقیاس نیاز فکری بیش‌ترین اهمیت را داشت. این به این معنی است که در شرایط کار فکری کم اپراتورها سعی می‌کنند عملکردشان را در بالاترین سطح حفظ کنند و زمانی که سختی کار زیاد می‌شد، نیاز فکری نیز افزایش می‌یافت. هر چقدر الزامات فکری زیاد می‌شد، اپراتور بیشتر احساس می‌کرد که شغلش نیاز بیشتری را از او طلب می‌کند در نتیجه احتمالاً استرس فکری بیشتری را تجربه می‌کند، که امکان دارد عوارض روانی را تحت چنین شرایطی سبب شود. در مطالعه ایزدی لای بیدی و همکاران [۱۶] که در بین کنترلرهای ترافیک هوایی انجام شد نتایج نشان داد که در شرایط بار کار فکری زیاد از شش بعد شاخص بار کار ناسا، بعد نیاز فکری با میانگین ۷۱/۹۳ بیشترین اهمیت را داشت که نتایج حاصل از مطالعه حاضر را تائید می‌کند. همچنین مشاهده شد که نیاز جسمانی بسیار کم است چرا که معمولاً اپراتورها نشسته‌اند و تنها زمانی که مجبورند با سرپرست خود صحبت کنند، می‌ایستند. به دلیل عملکرد خوب در شرایط بار کار فکری کم، اپراتورها سطوح کمی از ناامیدی را اظهار کردند و در این صورت آن‌ها استرس کمتری را تجربه کرده‌اند. با این وجود، در شرایط بار کار فکری زیاد، نیاز فکری و سطح ناامیدی با افزایش سختی وظیفه فکری زیاد شد، که احتمالاً می‌تواند باعث شود که اپراتورها استرس بیشتری را در حین انجام کار خود تجربه کنند.

یافته‌های مطالعه نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین میانگین تعداد ضربان قلب، شاخص های SDNN و RMSSD، شاخص نسبت فرکانس پایین به فرکانس بالا با افزایش سختی کار فکری در مقایسه با شرایط استراحت قبل و بعد در اپراتورها وجود دارد. سیناز و همکاران بیان کردند که شاخص LF/HF ratio به طور معنی‌داری با افزایش بار کار فکری افزایش می‌یابد[۱۷]. موضوعی که در این مطالعه نیز مشاهده شد. برخلاف نتیجه حاصل‌شده برای شاخص LF/HF ratio، میاکی و همکاران اشاره کردند که شاخص مذکور نمی‌تواند شاخص مناسبی برای ارزیابی بار کار فکری باشد[۵].

مهلر و ریمر ضربان قلب را در حین رانندگی در بزرگراه در پاسخ به افزایش سیستماتیک سطوح بار کار فکری با استفاده از یک وظیفه یادآوری شنوایی تأخیری پایش کردند. الگوی تغییر ضربان قلب با افزایش بار کار فکری میان شرایط شبیه‌سازی و میدانی به طور فزاینده‌ای ثابت بود[۱۸]. هوانگ و همکاران نشان دادند که با افزایش پیچیدگی وظیفه، ضربان قلب و شاخص LF/HF ratio افزایش یافت و تغییرپذیری ضربان قلب برای بیشتر افراد کاهش یافت[۱]. ویدیانتی و همکاران نرخ‌گذاری بار کار ذهنی، ضربان قلب و

Archive of SID
www.SID.ir

تغییرپذیری ضربان قلب را بین شرکت‌کنندگان آلمانی و اندونزیایی تحت شرایط انجام یک وظیفه و دو وظیفه مقایسه کردند. شرکت‌کنندگان اندونزیایی گستره محدودتری از نرخ‌گذاری‌های بار کار ذهنی را نسبت به شرکت‌کنندگان آلمانی انتخاب کردند. شرکت‌کنندگان آلمانی کاهش در تغییرپذیری ضربان قلب و افزایش در ضربان قلب در حین انجام وظیفه در مقایسه با دوره استراحت را نشان دادند[۱۹]. نائپنیت و همکاران بار کار فکری را از طریق پاسخ‌های فیزیولوژیک در حین راه رفتن متقارن، نامتقارن و حین انجام دو وظیفه بررسی کردند. آن‌ها نشان دادند که با افزایش بار کار فکری در حین راه رفتن ضربان قلب به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد و تغییرپذیری ضربان قلب به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد [۲۰]. شی و همکاران اثرات فشار زمانی بار کار حین وظایف رایانه‌ای بر ضربان قلب و شاخص‌های وابسته به زمان و وابسته به فرکانس تغییرپذیری ضربان قلب را در بین ۵ وظیفه رایانه‌ای و دو دوره استراحت مقایسه کردند. ضربان قلب سریع‌تر و کاهش شاخص SDNN در پاسخ به وظایف رایانه‌ای انجام‌شده تحت شرایط فشار زمانی مشاهده شد [۲۱]. ژانگ و همکاران نشان دادند که وظایف فکری محاسباتی به طور معنی‌داری ضربان قلب را زیاد می‌کند [۲۲]]. نتایج ما با نتایج به دست آمده از مطالعات اشاره‌شده در بالا مطابقت داشت.

محدودیت‌ها: به برخی محدودیت‌های این مطالعه اشاره می‌شود. تمام اپراتورهای مورد بررسی مرد بودند از این‌رو تأثیر جنس مورد توجه قرار نگرفت. مطالعه بیشتری باید انجام شود تا بار کار فکری اپراتورها در محیط‌های کاری که مردان و زنان کارهای فکری را انجام می‌دهند، مورد ارزیابی قرار دهد. همچنین برخی از اپراتورها به دلیل بحرانی بودن شرایط کار همکاری نمی‌کردند. در نهایت، در صورتی که وسیله اندازه‌گیری با قابلیت‌های بهتر موجود باشد، اندازه‌گیری طولانی مدت (۸ ساعت) شاخص‌های روانی–فیزیولوژیک در محیط‌های کاری که اپراتورها سطوح مختلف بار کار فکری را تجربه می‌کنند، می‌تواند نتایج مطلوب‌تری را فراهم کند و به ارتقاء طراحی مداخلات ارگونومی نظیر وظیفه و طراحی ایستگاه کار به منظور کاهش استرس روانی یا فکری کمک شایانی نماید.

مطالعات زیادی در محیط‌های آزمایشگاهی انجام شده است که در آن‌ها افراد وظایف فکری را انجام داده‌اند تا از این طریق سطوح مختلف بار کار فکری ارزیابی یا طبقه‌بندی شود. یافته‌های چنین مطالعاتی نمی‌تواند به طور الزام‌آوری در محیط‌های کار واقعی مورد استفاده قرار گیرد. به این دلیل این مطالعه به صورت میدانی و در شرایط واقعی کار انجام شد. یافته‌ها نشان داد که شرایط کار فکری زیاد باعث افزایش بار کار فکری در مقایسه با شرایط کار فکری کم می‌شود، و این افزایش در پاسخ‌های ذهنی و شاخص‌های فیزیولوژیک مشاهده شد. با توجه به یافته‌های روش ذهنی شاخص بار کار ناسا زیر مقیاس عملکرد بیش‌ترین اهمیت را داشت و حداکثر ثبات را زمانی که کار در شرایط بار کار فکری کم انجام می‌شد دارا بود درحالی‌که عملکرد در شرایط انجام کار فکری زیاد کاهش می‌یافت. زیر مقیاس نیاز فکری اندازه‌گیری شده با شاخص بار کار ناسا بیش‌ترین مقدار را داشت و بیش‌ترین ثبات را دارا بود زمانی که کار در شرایط بار کار فکری زیاد انجام می‌شد. افزایش در سختی وظیفه فکری تأثیر معنی‌داری بر پارامترهای فیزیولوژیک داشت. یافته‌های گزارش‌شده در این پژوهش می‌تواند به سایر اپراتورهای اتاق کنترل در صورتی که شرایط و ویژگی‌های وظیفه شغلی مشابه وظایف شغلی مورد بررسی در این مطالعه باشد، تعمیم پیدا کند اما برخی از یافته‌ها اختصاص به ویژگی‌های اتاق کنترل مورد بررسی و نوع سیستم هوشمند و حجم کار انجام‌شده توسط اپراتورها دارد. نتایج این مطالعه حداقل باعث افزایش آگاهی سرپرست اتاق کنترل مورد بررسی درباره سطوح بار کار فکری که به اپراتورها حین انجام وظایف تحمیل می‌شد، گردید. از این رو آن‌ها می‌توانند منابع انسانی را برای شرایط کار فکری سیستم خود سازمان‌دهی کنند و مدیریت اتاق کنترل سیستم خود را ارتقاء بخشند. همچنین برخی پیشنهادها به سرپرست

Archive of SID
www.SID.ir

اتاق کنترل ترافیک شهری ارائه شد:

۱. از آنجا که تمام اپراتورهای اتاق کنترل ترافیک شهری هر دو شرایط کار فکری کم و کار فکری زیاد را در هر نوبت تجربه می‌کنند، انتظار می‌رود با افزایش سابقه کار، خستگی فکری و استرس افزایش یابد و سلامت روانی اپراتورها در آینده احتمالاً تحت‌تأثیر قرار گیرد. از این رو به نظر ضروری است که عملکرد و نیاز فکری را در سطح قابل‌قبول حفظ کرد تا بتوان سلامت روانی اپراتورها را مدیریت کرد. به مسئول اتاق کنترل ترافیک علاوه بر اجرای یک برنامه ارگونومی برای مدیریت سلامت روانی در بین اپراتورها در آینده، پیشنهاد شد که تعداد تقاطع‌هایی که توسط هر اپراتور پایش می‌شود را کاهش دهند. البته برای انجام این کار، استخدام چند اپراتور جدید برای اتاق کنترل ترافیک لازم است.

۲. در اتاق کنترل ترافیک در شرایط افزایش بار کار فکری که می‌تواند به علت نقص در تجهیزات سیستم، یا رخداد تصادف و یا حادثه ایجاد شود با آموزش به اپراتورها از آن‌ها خواست که در چنین شرایطی به صورت تیمی به حل مشکل اقدام نمایند.

۳. پیشنهاد شد با توجه به پایش ترافیک سالیانه در تمام تقاطع‌ها، تقاطع‌هایی که از نظر زمانی بیش‌ترین ترافیک را دارند نسبت به تقاطع‌هایی که ترافیک کمتری دارند، مشخص شوند و به نسبت برابر بین تمام اپراتورها تقسیم شوند.

۴. در صورت امکان با روش کنترل مدیریتی از اپراتورها در شرایط کار فکری نرمال یا کم و زیاد به صورت چرخشی استفاده کنند تا تحمیل بار کار فکری به آن‌ها تعدیل شود.

تقدیر و تشکر

این مقاله بخشی از پایان نامه دکترای بهداشت حرفه‌ای مصوب دانشگاه علوم پزشکی همدان در سال ۹۲ می‌باشد. در پایان از تمام کسانی که ما را در انجام این پژوهش یاری رساندند و همچنین از مسئول مرکز کنترل ترافیک شهری و تمام اپراتورهایی که در این پژوهش شرکت داشتند، نهایت تقدیر و تشکر را داریم.

منابع

1. Hwang SL, Yau YJ, Lin YT, Chen JH, Huang TH, Yenn TC, et al. Predicting work performance in nuclear power plants. Safe Sci. 2008;46(7):1115-24.

۲. Di Stasi LL, Antolí A, Gea M, Cañas JJ. A neuroergonomic approach to evaluating mental workload in hypermedia interactions. Int J Indust Ergonom. 2011;41(3):298-304.

۳. Jo S, Myung R, Yoon D. Quantitative prediction of mental workload with the ACT-R cognitive architecture. Int J Indust Ergonom. 2012;42(4):359-70.

٤. Colombi JM, Miller ME, Schneider M, McGrogan MJ, Long CDS, Plaga J. Predictive mental workload modeling for semiautonomous system design: Implications for systems of systems. Syst Engineer. 2012;15(4):448-60.

٥. Miyake S, Yamada S, Shoji T, Takae Y, Kuge N, Yamamura T. Physiological responses to workload change. A test/retest examination. Appl Ergonom. 2009;40(6):987-96.

6. Wiebe EN, Roberts E, Behrend TS. An examination of two mental workload measurement approaches to understanding multimedia learning. Comput Human Behav. 2010;26(3):474-81.

7. Felton EA, Williams JC, Vanderheiden GC, Radwin RG. Mental workload during brain–computer interface training. Ergonomics. 2012;55(5):526-37.

8. Lin CJ, Hsieh TL, Tsai PJ, Yang CW, Yenn TC. Development of a team workload assessment technique for the main control room of advanced nuclear power plants. Human Fact Ergonom Manufact Serv Indust. 2011;21(4):397-411.

9. Lin DY, Hwang SL. The development of mental workload measurement in flexible manufacturing systems. Human Fact Ergonom Manufact Serv Indust. 1998;8(1):41-62.

10. Ryu K, Myung R. Evaluation of mental workload with a combined measure based on physiological indices during a dual task of tracking and mental arithmetic. Int J Indust Ergonom. 2005;35(11):991-1009.

11. Ntuen CA. The application of fuzzy set theory to cognitive workload evaluation of electronic circuit board inspectors. Human Fact Ergonom Manufact

Archive of SID
www.SID.ir

Serv Indust. 1999;9(3):291-301.
12. Hwang SL, Liang GF, Lin JT, Yau YJ, Yenn TC, Hsu CC, et al. A real-time warning model for teamwork performance and system safety in nuclear power plants. Safe Sci. 2009;47(3):425-35.
13. Liang GF, Lin JT, Hwang SL, Huang Fh, Yenn TC, Hsu CC. Evaluation and prediction of on-line maintenance workload in nuclear power plants. Human Fact Ergonom Manufact Serv Indust. 2009;19(1):64-77.
14. Hart SG, Staveland LE. Developmentof NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. Advanc Psychol. 1988;52:139-83.
15. Hill SG, Iavecchia HP, Byers JC, Bittner AC, Zaklade AL, Christ RE. Comparison of four subjective workload rating scales. Human Fact Ergonom Manufact Serv Indust. 1992;34(4):429-39.
16. Izadi laybidi M, Mazloumi A, Nasl Saraji J, Gharagozlou F, Azam K. Assessment of mental workload Air Traffic Controllers based on task load factors in Air Traffic Control simulator. IOH. 2016; 13(4):39-48. [Persian].
17. Cinaz B, Arnrich B, La Marca R, Tröster G. Monitoringof mental workload levels during an everyday life office-work scenario. Person Ubiquit Comput. 2013;17(2):229-39.
18. Reimer B, Mehler B. The impact of cognitive workload on physiological arousal in young adult drivers: a field study and simulation validation. Ergonomics. 2011;54(10):932-42.
19. Widyanti A, de Waard D, Johnson A, Mulder B. National culture moderates the influence of mental effort on subjective and cardiovascular measures. Ergonomics. 2013;56(2):182-94.
20. Knaepen K, Marusic U, Crea S, Guerrero CDR, Vitiello N, Pattyn N, et al. Psychophysiological response to cognitive workload during symmetrical, asymmetrical and dual-task walking. Human Move Sci. 2015;40:248-63.
21. Shi P, Hu S, Yu H. Influence of computer work under time pressure on cardiac activity. Comput Bio Med.2015;5:40-58.
22. Zhang J, Yu X, Xie D. Effects of mental tasks on the cardiorespiratory synchronization. Respirat Physiol Neurobio. 2010;170(1):91-5.

Archive of SID

www.SID.ir

Subjective and objective evaluation of operators' mental workload in a city traffic control center

Majid Fallahi*[1], Majid Motamedzade[2], Rashid Heidarimoghadam[3], Maryam Farhadian[4], Fateme Abareshi[5]

Received: 2017/02/04 Revised: 2017/09/19 Accepted: 2017/11/26

Abstract

Background and aims: Modern technology has imposed more cognitive demands than physical demands to operators in most workplaces. The increase of cognitive demands in real working conditions can have negative effect on the mental health and performance of operators. This study was coducted with the aim of subjective and objective evaluation of operators' mental workload in a city traffic control room.

Methods: In this study 16 opeartors of a traffic control center participated voluntarily. In setteled day at resting condition the physiological indices were measured for 5 minutes before the work started and after it was finished for each operator. Regarding to the city traffic density (low and high mental work conditions) the physiological indices were measured for 5 minuts in each condition. Also at the end of each condition the NASA-TLX questionaire was completed by each operator. The data were analysed using t-test and repaeated measure analysis of variance by SPSS.21 software.

Results: The Results of our paired t-test showed a significant differences between the subjective responses of operators in all dimensions of NASA-TLX except for physical demand in low mental workload condition compared to high mental workload.The Findings of the repeated measures of ANOVA showed that there is a significant differences between the mean of heart rate, SDNN, RMSSD and LF/HF ratio features by increasing difficulty of mental work compared to before and after rests among operators.

Conclusion: Our finding indicated that with increasing traffic density a lot of mental load imposed to operators maybe causing mental health problem and decreasing performance among operators in future. Therfore, in the traffic control room, organizing and managing human resources based on the workload in different working conditions is recommended.

Keywords: Work load, Heart rates, NASA-Task load index, Traffic control center.

1. (**Corresponding author**) Assistant Professor, Department of Occupational Hygiene, Faculty of Health, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran. mjfllh@yahoo.com
2. Professor, Department of Ergonomics, School of Health and Research Center for Health Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.
3. Associate Professor, Department of Ergonomics, School of Health and Research Center for Health Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.
4. Assistant Professor , Modeling of Noncommunicable Diseases Research Center, Department of Biostatistics, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.
5. MSc, Department of Occupational Hygiene, Faculty of Health, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran.

Archive of SID
www.SID.ir