سنجش خستگی به روش ذهنی ـ تجربی

Γ تهیه و تدوین: مهندس علی ابوالفضلی (عضو هیأت علمی دانشگاه امام حسین ع)

Γ هانی الحسین ابوالفضلی

چکیده

هدف این مقاله ارائه نتیجه سنجش و ارزیابی خستگی راننده و خدمه خودروهای زرهی در یک تحقیق میدانی است. بدین منظور ابتدا عوامل مؤثر در خستگی از جمله، عوامل فیزیولوژیکی، روانی و فکری، محیط عملیات داخلی (آنتروپومتریک) و محیط فیزیکی مثل سر و صدا، ارتعاش، نور و آلودگی هوا بیان گردیده و بر اساس آن پرسشنامه‌هایی حاوی ۸۱ سؤال در چهار دسته فیزیولوژی جسمی و روانی، محیط عملیات داخلی، محیط فیزیکی و آموزشی و ایمنی طراحی شده و نتایج (داده‌های) حاصل از تنظیم پرسشنامه‌ها که توسط رانندگان و خدمه تانک‌ها تکمیل گردیده در مقاله به منظور تحلیل به روش یک مدل توسعه داده شده کدبندی شده است. به همین منظور از نمودارهای فرکانس، پاریتو، رگرسیون و هم بستگی، مبتنی بر داده‌ها استفاده شده است. همچنین با وزن دهی ترجیحی توسط افراد خبره و با تجربه جداول نمرات نرمال گردیده و آن گاه نسبت وزنی هر یک از عوامل چهارگانه فوِ در ایجاد خستگی استخراج و با نتایج کاربران مقایسه شده است. تحلیل‌های لازم نیز از دیدگاه رانندگان و خدمه در ابعاد بار کاری، سختی کار، میزان خستگی، دردهای جسمانی و میزان استرس، به عمل آمده است که در این مقاله به آنها اشاره می‌شود.

واژه‌های کلیدی: سنجش خستگی، اندازه‌گیری ذهنی ـ تجربی، اندازه‌گیری عینی، انرژی مصرفی، فعالیت فکری، فعالیت‌های فیزیولوژیکی و روانی، محیط فیزیکی، محیط عملیاتی

۱ـ مقدمه

میزان خستگی به اندازه‌گیری بار کاری در ابعاد فیزیولوژیک جسمی، روانی، محیط عملیات داخلی و اثرات استرس‌های محیطی و اجتماعی بستگی دارد. این نوع اندازه‌گیری‌ها به کمک ابزارها و دستگاه‌های مهندسی فاکتورهای انسانی اعم از آزمایشگاهی و غیر آزمایشگاهی قابل اندازه‌گیری هستند. مثل اندازه‌گیری اکسیژن مصرفی در یک نوع کار و یا اندازه‌گیری ضربان قلب، درجه حرارت محیط و درجه حرارت داخلی بدن فیلیکر ۱ (پلک‌زنی) چشم، فعالیت مغز که همه اینها شاخص‌های عمده خستگی به شمار می‌روند. اندازه‌گیری فاکتورهای فوِ به روش ذهنی ـ تجربی و میدانی می‌تواند در تدوین و تعیین شاخص‌های مهم ارگونومیکی کار رانندگان و خدمه خودروهای زرهی مؤثر واقع شده و با انتخاب‌های صحیح و مناسب این شاخص‌ها بر کارآیی عملیاتی آنها افزوده شود. در این قسمت به طور اختصار به شرح آنها می‌پردازیم.

۲ـ اندازه‌گیری بار کاری

روش‌های فیزیولوژیک ذهنی برای اندازه‌گیری بار فیزیکی کار بر حسب انرژی مصرفی کار و فعالیت‌های فیزیکی توسعه یافته‌اند [۱] . نتایج تحقیقات گسترده در مورد فیزیولوژی کار نشان می‌دهد که میزان انرژی مصرفی در کار به صورت خطی با مقدار اکسیژن مصرفی در حین کار و ضربان قلب بستگی دارد [هاریسون ۱۹۸۲ و آستراند وردل ۱۹۸۶] . از این رو میزان اکسیژن مصرفی و ضربان قلب برای کمی کردن و اندازه‌گیری بار فیزیکی کار استفاده می‌شود.

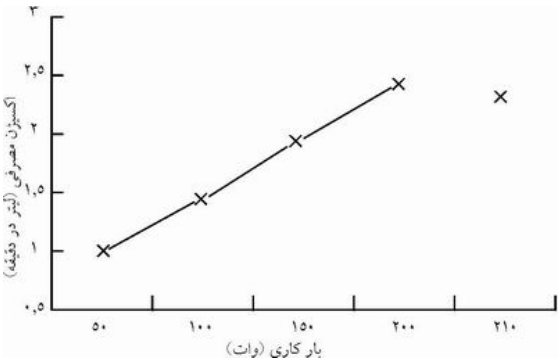
بار فیزیکی کار می‌تواند به شکل سبک، متوسط، سنگین و خیلی سنگین تقسیم‌بندی شود [کرومر ۱۹۹۴ و آستراند وردل ۱۹۸۶] . در کار سبک میزان مصرف انرژی کم بوده و در حدود *Kcal/min* ۲/۵ می‌باشد که این مقدار انرژی به کمک متابولیسم عادی بدن تأمین می‌شود.

کار متوسط در حدود *Kcal/min* ۵ـ۲/۵ انرژی نیاز دارد که باز هم به کمک متابولیسم عادی بدن تأمین می‌شود.

کار سنگین حدود *Kcal/min* ۷/۵ـ۵ انرژی نیاز دارد. افرادی که دارای فیزیک بدنی مناسب می‌باشند، قادرند این مقدار انرژی را در زمان نسبتاً طولانی به کمک متابولیسم عادی تأمین نمایند، کمبود اکسیژن به وجود آمده در ابتدای کار تا آخر کار باقی مانده و در حین کار قابل جبران نیست.

در کار خیلی سنگین تا حدود *Kcal/min* ۱۰ـ۷/۵ انرژی مصرف می‌شود و حتی کارگران با فیزیک مناسب هم نمی‌توانند این مقدار انرژی را تأمین نمایند و به حالت پایدار برسند. در این حالت، در هنگام کار با کمبود اکسیژن و تجمع اسیدلاکتیک در بدن روبه‌رو می‌شوند و لازم است که استراحت‌های پی‌درپی داده شود و یا فرد دست از کار بکشد.

شکل ۲ در اینجا روش ذهنی برای اندازه‌گیری نیز شرح داده می‌شود که همراه با اندازه‌گیری فیزیولوژیکی می‌تواند معیار خوبی محسوب شود و تحلیل‌گر را به درک بهتر شرایط کاری رهنمون کند. معیارهای فیزیولوژیک فعالیت‌های فیزیکی کاربردهای ارگونومیکی داشته و نشانگر فعالیت‌های دینامیکی افراد می‌باشند و می‌توان حد اطمینان فعالیت‌های کاری را با اندازه‌گیری درست مشخص کرد. فاکتورهای دیگری نیز هستند که باید مورد نظر قرار بگیرند، مانند استرس‌های روحی و هیجانی باید به تناسب بر معیارهای فیزیولوژیک افزوده شود.



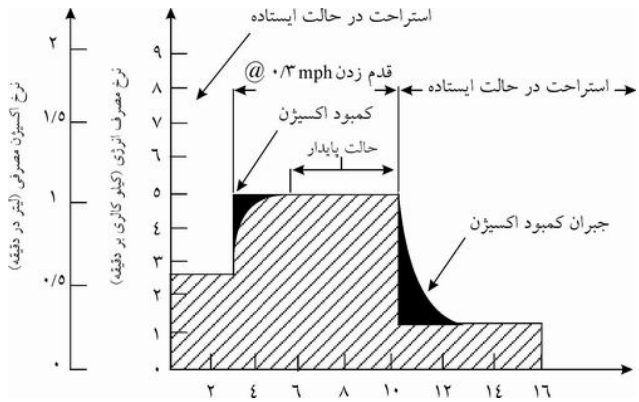
اندازه‌گیری ذهنی به روش برگ (۱۹۸۵ *Berrg*) می‌تواند به شکل ۱ـ رابطه خطی معرف اکسیژن، انرژی و بار کاری همراه معیارهای فیزیولوژیک مورد استفاده قرار گیرد. در این روش، احساس کارگر نسبت به کار خود ملاک مهمی است که از وی خواسته می‌شود. در مقیاس ۶ تا ۲۰، بار کاری‌اش را ارزش گذاری کند. دو انتهای ۶ و ۲۰ حداقل و حداکثر ضربان قلب از ۶۰ تا ۲۰۰ ضربه در دقیقه را نشان می‌دهد. به هر حال، اندازه‌های ذهنی ممکن است به وسیله فاکتورهای عاطفی تحت تأثیر قرار گیرد. بنابراین تخمین میزان بار کاری و خستگی در این روش باید با اندازه‌گیری عینی و آنالیز اطلاعات بدست آمده توأم گردد.

مصرف اکسیژن یا سوخت‌وساز هوازی منابع انرژی برای ادامه کار ماهیچه‌ای لازم می‌باشد. تحقیقات زیادی نشان داده‌اند که در بدن بین مصرف اکسیژن و تولید انرژی رابطه خطی وجود دارد. باید درنظر گرفت که اکسیژن مصرف شده در کار نشانگر سوخت‌وساز هوازی است. برای اندازه‌گیری اکسیژن و سوخت‌وساز غیرهوازی در بازگشت به حالت استراحت یا در ترمیم اکسیژن بایست مصرف اکسیژن در این فاز را درنظر گرفت و اندازه‌گیری نمود.

شکل «۱» نشان دهنده رابطه خطی مصرف اکسیژن، انرژی و بار کاری است.

همان طور که می‌دانیم در حالت استراحت سطح مصرف اکسیژن به طور سریع پایین نمی‌آید و مدت زمانی طول می‌کشد. در این فاصله، کمبود اکسیژن مصرف شده در زمان شروع و اوج کار از طریق غیرهوازی تأمین شده و ذخیره *ATP* و *CP* دوباره تأمین می‌گردد.

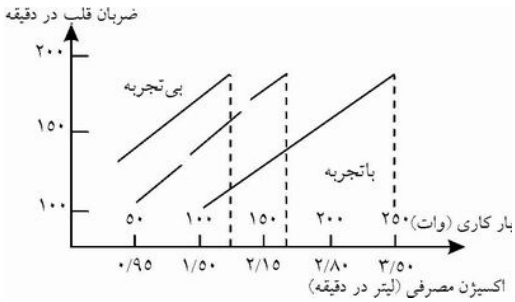
هر چه مقدار متابولیسم غیرهوازی بیشتر باشد، مقدار اکسیژن بیشتری برای رفع کمبود اکسیژن در این مرحله لازم



می‌شود. شکل شماره «۲» با فرض ۱ لیتر اکسیژن مصرفی برای ۵ کیلوکالری انرژی رسم شده است *[۶]*.

نکته مهم دیگر این است که اکسیژن مصرف شده معرف انرژی لازم برای کارهای دینامیکی و توأم با حرکت می‌باشد و نمی‌تواند معرف خوبی برای کار استاتیکی باشد. از این رو، گرچه کار استاتیکی خستگی‌آور است، لیکن از طریق اندازه‌گیری اکسیژن مصرفی جریان ناهماهنگ خون در ماهیچه امکان‌پذیر است. ضربان قلب نیز در کارهای دینامیکی و استاتیکی افزایش می‌یابد و در محل‌های کاری پر حرارت به عنوان اثر استرس فیزیولوژیکی خود را نشان می‌دهد. در نتیجه افزایش ضربان قلب پاسخ یا عکس‌العمل داخلی سیستم گردش خون بدن نسبت به بار کاری است. سایر فاکتورهایی که می‌توانند ضربان قلب را افزایش دهند، کشیدن تنباکو و سیگار، مصرف بعضی از انواع داروها، امراض عفونی و غیره می‌باشند. لذا در تفسیر ضربان قلب باید به زمینه‌های آن نیز توجه کرد.

در طول تمرینات دینامیکی با بار ثابت (مثل دوچرخه ارگومتر) ضربان قلب در ۱ تا ۳ دقیقه اول افزایش یافته و سپس به حالت پایدار می‌رسد، ضربان قلب به صورت خطی با بار کاری یا اکسیژن مصرف شده رابطه دارد. افراد بی‌تجربه در طرف چپ و افراد با تجربه در طرف راست شکل «۳» قرار می‌گیرند *[۱]*

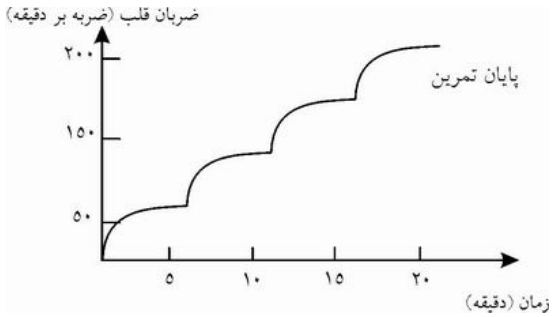


شکل ۳ـ رابطه انرژی مصرفی با ضربان قلب

۳ـ شاخص درجه حرارت بدن

درجه حرارت داخلی بدن با توجه به بار کاری تنظیم می‌شود. زمان این تنظیم آهسته و بسیار دقیق بوده و ۳۰ دقیقه طول می‌کشد. در حال ورزش یا کار با استفاده از ۵۰ درصد توان حداکثر هوازی درجه حرارت داخلی بدن حدود $38^{\circ}C$ می‌شود. با توجه به این‌که بافت‌های بدن توان تحمل محدودی از گرما را دارد، لازم است قسمت اصلی گرمای تولید شده دفع گردد. در هوای سرد و درجه حرارت پایین، محیط تابش و جابه‌جایی حرارتی راه‌های دفع گرمای بدن هستند، در حالی که تعرِ تنها راه دفع گرمای بدن در درجه حرارت بالای محیط می‌باشد. در هوای بالاتر از $37^{\circ}C$ یا در شرایط تابش گرمایی شدید، گرما از خارج به بدن وارد می‌شود که باید از راه تعرِ دفع گردد.

از آنجایی که افزایش تعرِ باعث افزایش جریان خون در سطح پوست بدن می‌شود، به همین علت قرار گرفتن در معرض گرمای شدید، باعث افزایش کار سیستم گردش خون می‌شود. از این رو کار و ورزش در هوای گرم باعث افزایش ضربان قلب می‌شود، هر چه هوا گرم‌تر باشد این افزایش بیشتر است. تعرِ زیاد نیز باعث کاهش آب بدن می‌شود که به نوبه خود باعث کاهش حجم خون در گردش شده و در نتیجهٔ فشار داخلی روی سیستم گردش خون برای جبران اثر می‌گذارد. از دست دادن ۱ درصد وزن از طریق تعرِ باعث اختلال در ظرفیت کار فیزیکی شده و سیستم تعادلی را کاهش می‌دهد و در این رابطه ضربان قلب حدود ۱۰ بار در دقیقه افزایش می‌یابد.



شکل ۴

سازمان جهانی سلامت و تندرستی (*OSHA*) اعلام کرده است که تعرِ در ۸ ساعت کاری نباید بیش از ۴ لیتر باشد. کار فیزیکی در محیط گرم استرس‌های فیزیولوژیک بیشتری را وارد می‌کند. اگر بین گرماگیری و گرمادهی بدن تعادل به شکل درست برقرار نشود، این امر باعث خستگی شدید و پیدایش حالت گرمازدگی می‌شود. از طریق درجه حرارت حباب مرطوب برای اندازه‌گیری درجه حرارت محیط و سنجش تأثیر حرارت تابش و سرعت جریان هوا می‌توان یک شاخص *WBGT* بدست آورد، این شاخص می‌تواند درجه ریسک خستگی شدید گرمایی و یا گرمازدگی را به ما نشان دهد. یک پیش‌بینی بهتر از طریق میزان ضربان قلب، دمای داخلی بدن و دمای خارجی پوست و تعادل مایعات بدن بدست می‌آید.

۴ـ بار فکری

فعالیت فکری به هر گونه فعالیتی که به پردازش اطلاعات توسط مغز نیاز داشته باشد، گفته می‌شود *[۲]* میزان این فعالیت در مورد کارهای دستی و اداری فرِ می‌کند و در مورد کارهایی که با نظارت، تصمیم‌گیری و پردازش مستقیم اطلاعات توأم شود بیشتر به چشم می‌خورد. به عنوان یک قاعده، اطلاعات رسیده به مغز باید با معلومات قبلی انسان توأم و ترکیب شده و به شکل جدیدی به حافظه سپرده شود. مهم‌ترین عوامل در این راستا دانش، تجربه، توانایی فکری، خلاقیت و خلق ایده جدید می‌باشند.

فعالیت‌های فکری به دو گروه تقسیم می‌شوند:

۱ـ فعالیت مغز در یک زمینه خاص به کمک حس مربوطه؛

۲ـ پردازش اطلاعات در مورد سیستم انسان ـ ماشین.

اصول کار نیز به کمک اطلاعات رسیده به مغز توسط حس‌گر مربوطه به شرح زیر قابل تفسیر است:

۱ـ درک و شناخت؛

۲ـ تفسیر اطلاعات؛

۳ـ پردازش به کمک فکر.

پردازش شامل ترکیب اطلاعات جدید با معلومات قبلی انسان است که مبنای تصمیم‌گیری واقع می‌شود.

بار فکری در محل‌های کار تابع شرایط زیر است:

۱ـ اجبار برای حالت هوشیاری در مدت زمان نسبتاً طولانی؛

۲ـ لزوم تصمیم‌گیری توأم با مسئولیت، مانند کنترل کیفی و ایمنی افراد؛

۳ـ کاهش موقت تمرکز روی کار به خاطر یکنواختی آن؛

۴ـ عدم ارتباط با دیگران، مانند محل‌های کاری کاملاً جدا از دیگران.

فیزیولوژی عصبی، روانشناسی و سایر رشته‌های علوم در مورد فعالیت فکری نظر داده‌اند. پن‌فیلد *[۲]* فیزیولوژیست اعصاب مقایسه‌های زیر را انجام داده است. وی می‌گوید: کسی که فعالیت فکری دارد به مانند کسی است که در پای کوه ایستاده است و از آنجا به پایین‌ترین تپه در جلوی خود می‌اندیشد و از آنجا نیز به قله نظر می‌کند. اما از آنجایی که هدفش قله می‌باشد و قله در ابر فرو رفته است، لذا لازم است به روشن شدن مسیر و دیدن درست قله نیز بیندیشد.

فعالیت‌های فکری مهم در ارگونومیک عبارت‌اند از:

۱ـ گرفتن اطلاعات؛

۲ـ حافظه؛

۳ـ حفاظت و نگهداری هشیاری و بیدارباش.

۵ـ آنتروپومتری و محیط عملیاتی داخلی

در ابتدای جنگ جهانی دوم خلبانان در بمباران اهداف نظامی دچار اشتباهات زیادی شدند که همه این اشتباهات ناشی از عدم طراحی صحیح کنترل‌ها، نمایشگرها و عدم تطابق آنها با انسان داخل کابین هواپیما بود.

در سال‌های ۱۹۶۵ نات، پروژه طراحی بر مبنای اندازه، ظرفیت و توانایی انسان را در دستور کار قرار داد و بحث آنتروپومتری با کاربردهای نظامی را پی‌گیری نمود. اندازه‌گیری‌های حاصل از کار میدانی نیروهای سه گانه هوایی، زمینی و دریایی اطلاعات بسیار ارزنده‌ای را در اختیار تصمیم‌گیرندگان در مورد انتخاب تجهیزات نظامی، ابزار و ادوات جنگی و سلاح‌های گوناگون قرار داد و از آن پس

بر اساس نتایج مثبت حاصل از طراحی‌های ارگونومیکی تمام نیروهای سه گانه اطلاعات خود را در این زمینه کامل نمودند. امروزه هر گونه طراحی بر اساس اطلاعات دقیق آنتروپومتری و قابلیت‌ها و ظرفیت‌های انسانی انجام می‌شود. با استفاده از این اطلاعات می‌توان کارهای طراحی را به طور ساده و دور از خطای انسانی انجام داد و از منابع محدود به طور بهینه استفاده کرد.

در ایران به علت طراحی‌های نامناسب و وجود تجهیزات وارداتی، عدم تطابق با کاربران ایرانی مشکل‌زا بوده است. آثار منفی عدم رعایت اطلاعات آنتروپومتری در جنگ تحمیلی و در طول مانورهای سنگین بروز کرده است که عدم تطبیق تجهیزات و سلاح‌های انفرادی و تجهیزات و سلاح‌های جمعی از آن جمله‌اند. در نتیجه این عدم تطبیق رزمندگان دچار اشتباهات عدیده‌ای شده و عملیات نیز دچار افت عملکردی شدیدی شده است. در سال‌های ۱۳۷۴ به بعد پروژه‌هایی در این زمینه آغاز به کار نموده و اهمیت موضوع به کارفرمایان گوشزد شده است. اندازه‌های کلیدی در رابطه با طراحی‌ها به سه دسته مهم طولی، عرضی، دوری و زاویه‌ای تقسیم می‌شوند که با انتخاب جمعیت مناسب و اندازه‌گیری‌ها، حدود مجاز بالا و پایین و درصد پوشش با اطمینان معینی مشخص خواهد شد.

۶ـ محیط فیزیکی

محیط فیزیکی کار رانندگان خودروهای زرهی می‌تواند به طور مستقیم یا غیرمستقیم در استرس کاری دخالت داشته باشد، عواملی از قبیل سر و صدا، حرارت، ارتعاشات، نور، گرد و غبار و آلاینده‌های محیطی برای این گونه کار باید تابع استانداردهای خود باشد، البته لازم است محدودیت‌های کار عملیات نظامی را نیز درنظر گرفت و تا آنجا که امکان دارد در بهبود این گونه عوامل کوشید. در این مقاله سعی بر آن است که این گونه عوامل به روش عینی نیز اندازه‌گیری شود و سپس با استانداردهای موجود مقایسه گردد تا بتوان بر این اساس به تغییرات طراحی نیز دست یافت *[۶]*

۷ـ توسعه مدل، کدگذاری و روش تحلیل

۷ـ۱ـ توسعه مدل

مدل طراحی شده برای کار شامل روش‌های ذهنی ـ تجربی و عینی می‌باشد. نتایج این دو روش پس از اندازه‌گیری‌های لازم با هم مقایسه شده و در عمل اندازه مناسب هر شاخص و استاندارد لازم برای آنها با توجه به شرایط کاری و عملیاتی مشخص می‌گردد تا بر این اساس تغییرات طراحی و تعدیل نیروی انسانی نیز ملحوظ گردند. مدل توسعه یافته و مدل جامع کاهش خستگی در شکل‌های ۵ و ۶ نشان داده شده است.

شکل ۵ـ مدل توسعه یافته کاهش خستگی

شکل ۶ـ مدل جامع کاهش خستگی

۷ـ۲ـ کدگذاری

کدگذاری عوامل چهارگانه مرتبط با خستگی به شرح ذیل انجام گردیده و در تجزیه و تحلیل اطلاعات مورد استفاده واقع شده است.

۷ـ۲ـ۱ـ کدگذاری عوامل جزئی مرتبط با عوامل اصلی فیزیولوژیک ـ جسمی و روانی (*A*)

A : کار فکری؛

B : خستگی عمومی و عضلانی؛

C : خستگی در موقعیت‌های مختلف جنگی و غیر جنگی و...؛

D : خستگی در زمان کار پیوسته؛

E : خستگی در زمان کار گسسته؛

F : عوارض فیزیولوژیکی خستگی؛

G : نقش انگیزش‌ها در خستگی؛

H : بار فیزیکی و سختی کار؛

I : ارتباط خستگی با مسافت طی شده؛

J : عوارض روانی حرکتی کار با خودرو در اثر خستگی؛

K : عوارض فیزیولوژیکی و روانی؛

L : ارتباط نوع کار و خستگی؛

M : ارتباط افت عملکرد و دقت با خستگی، انگیزش، ایمنی و آموزش؛

N : انواع سختی کار و ارتباط آنها با خستگی؛

O : عدم سلامت و بازده کاری و ارتباط آن با عوامل تغذیه ورزش ـ تفریح، کار ـ معاینات مستمر و خواب کافی؛

P : ارتباط خستگی با عدم رژیم مناسب غذایی فرد؛

Q : ارتباط سوابق بیماری‌ها با خستگی؛

R : ارتباط عدم مشارکت عوامل با خستگی؛

S : ارتباط عدم عوامل نظرخواهی با خستگی؛

T : ارتباط عدم امکانات رفاهی با خستگی؛

U : ارتباط دردهای جسمی و عضلانی با خستگی؛

V : رابطه عوامل فیزیولوژیک روانی با خستگی (قبل از رانندگی)؛

W : رابطه عوامل فیزیولوژیک روانی با خستگی (بعد از رانندگی)؛

X : عوامل استرس‌زا و خستگی‌آور.

۷ـ۲ـ۲ـ کدگذاری عوامل جزئی مرتبط با عامل اصلی محیط عملیاتی داخلی (*B*)

A : تأثیر محیط عملیاتی داخلی بر عملکرد؛

B : رابطه حرکات خودرو با خستگی و عملکرد (حرکت به طرفین، شیب‌ها و...)؛

C : رابطه مشکلات عملکرد با حرکات تجهیزات خودرو (برجک، لوله و...)؛

D : رابطه مشکلات صندلی بر عملکرد و خستگی؛

E : رابطه مشکلات عملکردی و تجهیزات کنترلی داخل خودرو؛

F : مشکل عدم ارتباط با رده بالاتر بر عملکرد و خستگی؛

G : میزان عوارض دخیل در مکالمات با مرکز فرماندهی؛

H : میزان عوارض دخیل در مکالمات داخلی تانک (تلفن داخلی تانک)؛

I : رابطه کنترل‌ها و نمایشگرها با عملکرد و خستگی.

۷ـ۲ـ۳ـ کدگذاری عوامل جزئی مرتبط با عامل اصلی محیط فیزیکی (*C*)

A : میزان تأثیر عوامل محیط فیزیکی بر عملکرد و خستگی مثل ارتعاش، حرارت و سر و صدا؛

B : رابطه ارتعاش در بدن انسان با خستگی و عملکرد؛

C : مشکل سر و صدا و رابطه آن با خستگی و عملکرد؛

D : مشکل نور و رابطه آن با خستگی و عملکرد؛

E : مشکل گرد و غبار و رابطه آن با خستگی و عملکرد.

۷ـ۲ـ۴ـ کدگذاری عوامل جزئی مرتبط با عامل اصلی ایمنی و آموزشی (*D*)

A : مشکلات ایمنی و رابطه آن با خستگی و عملکرد؛

B : رابطه تجهیزات ایمنی داخلی با خستگی و عملکرد؛

C : مشکل ایمنی در موقعیت‌های مختلف کار با خودرو؛

D : عوامل مؤثر بر سلامت و ایمنی خود در خودرو؛

E : تأثیر دوره‌های آموزشی بر عملکرد؛

F : آسیب دیدگی‌ها و تأثیر بر عملکرد؛

G : میزان تأثیر استرس و احساس خطر بر خستگی و عملکرد؛

H : حرکت‌های مشکل خودرو و تأثیر آن بر خستگی؛

I : تأثیر فراگیری دوره‌های آموزشی بر عملکرد؛

J : احساس ایمنی و رابطه آن با عملکرد و خستگی.

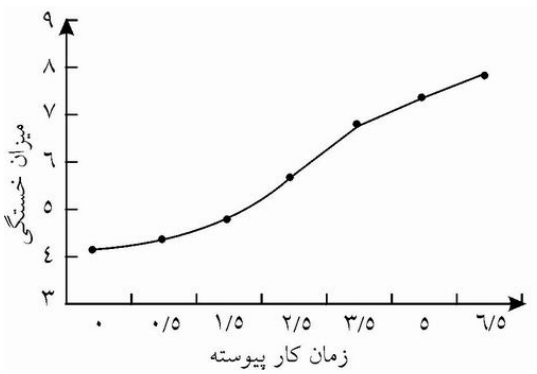
۷ـ۳ـ روش تحلیل

ارزش عوامل چهارگانه مدل فوِ طی ۸۱ سؤال به صورت جزئی توسط کاربران و کارشناسان بررسی و نمره‌گذاری گردید، سپس به کمک نرم‌افزار *SPSS* منحنی‌های فرکانس، پارتو و همچنین ضریب همبستگی نظرات کاربران و کارشناسان بررسی و مقایسه‌های لازم بین عوامل انجام گردید و عوامل فوِ به ترتیب ارزش و تأثیر آنها در خستگی کاربران در یک جدول تنظیم و ارائه شد.

۸ـ نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج آماری پرسشنامه‌های ذهنی ـ تجربی، نکاتی به صورت زیر مشخص شد:

در کار سنگین مثل کار خدمه تانک بیش از ۷۵ درصد افراد اعتقاد دارند که به کار فکری ـ ذهنی در حد زیاد و شاید هم بالاتر نیاز دارند، این آمار وقتی اهمیت خود را کاملاً نشان می‌دهد که بدانیم میزان کار فیزیکی در هنگام کار با خودرو بالاست. میزان کار استاتیکی در هنگام رانندگی به سبب طراحی نادرست و عدم تطابق با جمعیت، بالا رفته و منجر به افزایش مشخصه‌های خستگی مفرط خصوصاً در طی زمان‌های پیوسته کار با خودرو می‌گردد که در ۱ تا ۵ ساعت اولیه خستگی با شیب ملایم افزایش یافته و در ساعات کاری پیوسته حدود ۱/۵ تا ۴ به صورت صعودی با شیب زیاد افزایش یافته و سپس در زمان‌های بالای ۴ ساعت خستگی افزایش پیدا نکرده ولی انرژی ذخیره بدن تحلیل می‌رود. شکل «۷» رابطه میزان خستگی و زمان کاری را نشان می‌دهد.



شکل ۷

سؤالات مربوط به استرس به این سبب طراحی گردید تا معیارهای عاطفی و روحی، کاری و مدیریتی را مورد سنجش قرار داده و میزان استرس وارده را اندازه‌گیری و با نتایج آزمون عینی (مثل آزمون ضربان قلب) مقایسه نماید. شناخت عوامل استرس‌زا باعث می‌شود تا تلاش خود را برای رفع آنها جهت‌دهی کنیم و همچنین میزان استرس را در محیط کاری بسنجیم. به عنوان مثال احساس خستگی از کار به سبب یکنواختی کار از عواملی است که باعث افزایش بار کاری و خستگی زودرس می‌شود. در مورد میزان استرس کلی رانندگان با توجه به ۲۸ عامل استرس‌زا، حداقل ۳ و حداکثر ۲۲ عامل استرس‌زا در افراد مشاهده گردیده است. ۱۷ درصد افراد در محیطی آرام از لحاظ فشارهای روانی (عوامل استرس‌زا بین ۳ تا ۷ مورد) کار می‌کنند و ۵۰ درصد دارای محیط با استرس محیطی متوسط بین ۷ تا ۱۴ مورد می‌باشند، ۳۰ درصد در محیطی با فشارهای روانی بین ۱۴ تا ۲۱ کار می‌کنند و تنها ۳ درصد افراد دارای

فشارهای روانی فوِالعاده‌ای هستند. با توجه به سه عامل فوِ، یعنی میزان کار فکری، فیزیکی و فشارهای روانی می‌توان به تقسیم‌بندی مناسبی از میزان سختی کار به لحاظ تأمین انرژی لازم جهت کار روزانه، طبقه‌بندی شغل جهت پرداخت حقوِ و دستمزد و ایجاد شرایطی مناسب برای کاهش میزان سختی کار اعم از کار دینامیکی و کار استاتیکی رسید.

تعیین بیماری‌های ناشی از کار با خودرو در سیستم حرکتی، تنفسی و پوستی باعث کاهش تعداد روزهای غیبت خواهد شد. هدف نهایی تحقیق، ارائه یک مدل همه جانبه است که هر یک از عملیات مدل جامع با توجه به ابزارهای خود در حال پیشرفت است.

یکی از مهم‌ترین توصیه‌ها در جهت از بین بردن خستگی زودرس، کاهش میزان مجروحیت‌ها و افت عملکرد ناشی از شرایط طبیعی کار علاوه بر بهبود شرایط طبیعی کار، توجه به وزن، قد و سن به دست آمده افراد می‌باشد. مناسب نبودن شرایط بدنی افراد به لحاظ میزان سن و قد عامل عمده‌ای در خستگی، مجروحیت و عدم عملکرد مناسب می‌باشد. بهبود این شرایط علاوه بر تأثیر در کاهش خستگی و میزان مجروحیت‌ها به کاهش استرس‌های ناشی از احساس خطر، افزایش اعتماد به نفس و قابلیت تحمل بار کاری بیشتر، می‌انجامد.

به طور کلی، نظرات افراد پیرامون تأثیر راحتی و دسترسی کنترل‌ها و میزان فضای کاری بر عملکرد متوسط ارزیابی می‌شود و در مجموع آماده به کاری کنترل‌های پیشرفته سیستم در سطح پایینی ارزیابی شده‌اند.

۷۰ درصد افراد با مواردی مثل عدم تنظیم، مناسب نبودن طول و عرض و زمختی پشتی صندلی مشکل دارند که با توجه به نمودار پاریتو بیشتر مشکلات از پشتی صندلی‌ها و تنظیم ارتفاع آنهاست.

بیش از ۹۰ درصد افراد تأثیر عواملی مثل سر و صدا، گرما و رطوبت، ارتعاش و گرد و غبار بر عملکرد را مثبت ارزیابی کرده‌اند. به همین منظور لازم است به عواملی مثل گرد و غبار، دود و گازهای آلاینده توجه بیشتری شود. همچنین مزاحمت صداهای شلیک و موتور برای کاربر ناراحت کننده‌تر از بقیه صداهاست و به طور کلی تأثیر نور در خودرو متوسط و کم (با نسبت مساوی) ارزیابی شده است.

ترتیب اهمیت به دست آمده روی عوامل چهارگانه مورد نظر در مدل به شرح زیر می‌باشد:

۱ـ عامل اصلی محیط فیزیکی (C) ؛

۲ـ عامل اصلی ایمنی و آموزش (D) ؛

۳ـ عامل اصلی فیزیولوژیک ـ جسمی و روانی (A) ؛

۴ـ عامل اصلی محیط عملیاتی داخلی (B) .

۹ـ تحقیقات بیشتر

برای کسب نتایج بهتر و ارزیابی مستقیم خستگی رانندگان و خدمه تانک در چهار زمینهٔ مورد مطالعه، آزمایش‌های عینی (میدانی و آنتروپومتریک) به عمل خواهد آمد و روش‌های آنتروپومتریک، فیزیولوژیک و اندازه‌گیری ضربان قلب و درجه حرارت بدن و فیلیکر چشم و فعالیت مغز و تست‌های محیطی مثل سر و صدا، ارتعاش، نور، هوا و گرد و غبار انجام خواهد گردید تا نتایج تجربی در عمل نیز ارزیابی گردد. طرح آزمایش‌های میدانی انجام گرفته و پیاده خواهد شد.

پی‌نوشت‌ها

۱- *OSHA* سازمان جهانی ایمنی و تندرستی

۲- *ATP* آدنوین‌تری‌فسفات (منبع انرژی در بدن)

۳- *HR (bpm)* ضربان قلب (ضربه در دقیقه)

۴- *CP* کریتین فسفات

۵- *WBGT* شاخص حرارتی بدن

۶- *SPSS* نرم‌افزار آماری

۷- *Pareto Chart* نمودار اولویت سنجی

۸- *Fliker Fusion Frequency*

منابع و مآخذ

۱ـ نوری، مهدی؛ رشد و تکامل شخصیت ؛ دانشگاه آزاد،۱۳۷۲.

۲ـ جان مارشال، یو؛ انگیزش و هیجان ؛ مترجم یحیی سید محمدی، ۱۳۷۶.

۳ـ گنجی، حمزه؛ ارزیابی شخصیت ؛ ۱۳۸۰.

۴ـ لطف آبادی، حسین؛ سنجش و اندازه‌گیری رویکردی جدید در سنجش روانی ـ تربیتی ؛ ۱۳۷۴.

۵ـ کنوور، آمار ناپارامتری کاربردی ؛ مترجم سیدمقتدی هاشمی‌پرست، ۱۳۷۲.

۶ـ عباس‌پور، محمد؛ مهندسی محیط زیست ؛ جلد دوم؛ تهران: دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۳۷۷.

۷ـ ابوالفضلی، علی؛ پروژه مطالعات و بررسی‌های ارگونومیکی تانک ؛ مرکز مطالعات و پژوهش‌های لجستیکی،۱۳۸۱.

8 - Evaluation of Human Work , A Practical Ergonomics Methodology. Edited By John R Wilson and E Nigel Corlette; UK 1990 [1].

9- Fitting the Task to the Man , An Ergonomics Approach, E. Grandjean; UK 1980 [2].

10- Human Factors in Engineering and Design , Marks, Sanders, Ernest J. MC Cormick; USA 1987 [3].

11- Advances in Industrial Ergonomics and Safety 3 , Edilors W. Karwowski and J.W. Yates; UK 1991 [4].

12- The Rules of Work , A Practical Engineering Guide to Ergonomics, Dan Macleod; USA 2000 [5].

13- Human Physiology , The Mechanisms of Budy Function, Vander, Sherman, Luciano; USA 1998 [6].

14- Human Factors Engineering, Christopher D. Wickens , Sallie E. Cordon, Yililiu; USA 1998 [6].