فصلنامه علمی تخصصی طب کار
دوره ۱۱ ، شماره۴، زمستان۱۳۹۸
صفحه: ۸۳-۷۲

Occupational Medicine Quarterly Journal
Vol. 11 , No.4 , Winter2020
Pages:72-83

[DOI: 10.18502/tkj.v11i4.3652]
Downloaded from tkj.ssu.ac.ir at 19:53 IRST on Wednesday January 27th 2021

طراحی و اعتبارسنجی شاخص بارکاری خلبان(PALI) مبتنی بر الگوی NASA-TLX

رضا عبدی[۱]، عادل مظلومی[۲*]، غلامحسین حلوانی[۳]، امیرسیامک نمازی[۴]، کمال اعظم[۵]

چکیده

مقدمه: بارکاری، ساختار فرضی از فشار متحمل شده توسط یک اپراتور انسانی برای رسیدن به سطح خاصی از عملکرد می-باشد. تاکنون روش‌های متعددی برای ارزیابی بارکاری ارائه شده است. یکی از پرکاربردترین روش‌های ارزیابی ذهنی بارکاری، روش NASA-TLX است. هدف این مطالعه، طراحی و اعتبارسنجی شاخص ارزیابی ذهنی بارکاری شغل خلبانی مبتنی بر الگوی NASA-TLX می‌باشد.

روش بررسی: این مطالعه، یک بررسی توصیفی-تحلیلی از نوع مقطعی است که در بین خلبان‌های شاغل در شرکتهای هواپیمایی مسافربری انجام شد. در ابتدا خرده مقیاس‌های شاخص ارزیابی بارکاری خلبانی(PALI) مبتنی بر الگوی NASA-TLX تهیه شد. سپس روایی محتوا بر اساس جدول لاوشه، توسط شاخص CVR و CVI خرده مقیاس‌ها پذیرفته شد. در نهایت برای تعیین سازگاری درونی، شاخص PALI توسط ۳۰ خلبان در فازهای مختلف پروازی تکمیل شد و برای تعیین میزان پایایی از ضریب آلفای کرونباخ با معیار پذیرش ۰/۷ آنالیز در نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

نتایج: فهرست اولیه شاخص ارزیابی ذهنی بارکاری خلبان شامل ۱۷ خرده مقیاس بود که ۱۱ خرده مقیاس آن پس از اعتبارسنجی صوری و محتوایی، با CVR کمتر از ۰/۷۵حذف شد. در نهایت پس از تقلیل، ۶ خرده مقیاس PALI نهایی شدکه ارتباط خوبی با وظایف خلبانی داشتند(CVI=۰/۷۹). آلفای کرونباخ برای شاخص PALI به میزان ۰/۸۹ بدست آمد که نشان داد این شاخص از پایایی درونی برخوردار است.

نتیجه‌گیری: می‌توان از پرسشنامه PALI که از نظر روایی و پایایی تایید شده است، برای ارزیابی بارکاری خلبان‌های مسافربری استفاده نمود.

واژه های کلیدی: اعتبارسنجی، شاخص بارکاری خلبان، الگوی NASA-TLX

[۱] دانشجوی کارشناس ارشد ارگونومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، ایران
[۲] دانشیار گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ایران
[۳] استادیار گروه ارگونومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، ایرانس
[۴] سرخلبان هواپیمای ایرباس ۳۲۰ ، معاون مدیریت عملیات پرواز، سازمان هواپیمایی کشوری جمهوری اسلامی ایران، ایران
[۵] دانشیار گروه آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ایران
* نویسنده مسئول: تلفن تماس: ۸۸۹۵۵۴۵۰-۰۲۱، پست الکترونیک: amazlomi@tums.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۶/۱۳

[DOI: 10.18502/tkj.v11i4.3652]
Downloaded from tkj.ssu.ac.ir at 19:53 IRST on Wednesday January 27th 2021

مقدمه

"بارکاری" یا Workload، ساختار فرضی از فشار متحمل شده توسط یک اپراتور انسانی برای رسیدن به سطح خاصی از عملکرد(Performance) می‌باشد؛ از این تعریف می‌توان نتیجه گرفت که وظیفه محوری بارکاری مد نظر نیست و بارکاری با محوریت انسان مورد توجه می‌باشد، به عبارتی تجربه ذهنی اپراتور از بارکاری در ارتباط با نیازهای یک وظیفه می‌باشد و از طرفی می‌تواند تحت تاثیر بسیاری از منابع بارکاری و عوامل قرار گیرد. بنابراین بارکاری خاصیت ذاتی و مطلق یک وظیفه نیست بلکه تعامل بین نیازهای یک وظیفه است که تحت شرایط مهارتی، رفتاری و ادراکی به اپراتور اعمال می‌شود(۱).

در اتحادیه‌های شغلی و اصناف نیز استاندارد DIN EN ISO 10075 بصورت یک مفهوم مشترک بین المللی پذیرفته شده است و می‌توانند آن را در مباحث بارکاری و استرس استفاده نمایند(۲). بر اساس مدل ISO 10075 سازمان بین المللی استاندارد، بارکاری منجر به استرس و تنش در اپراتور انسانی شده و از طریق ایجاد خستگی، فرسودگی، کاهش هوشیاری و کاهش ظرفیت حافظه کوتاه مدت باعث تضعیف عملکرد شغلی می‌گردد که به نوعی به ویژگی وظایف (مانند پیچیدگی، نیازهای وظیفه) وابسته بوده و با چگونگی پردازش اطلاعات(Information Processing) نیز ارتباط دارد(۳). بارکاری زیاد می‌تواند منجر به کاهش عملکرد و افزایش تعداد خطاها در خدمه پروازی گردد(۴).

پردازش اطلاعات موضوعی است که می‌توان علت بسیاری از خطاها را به آن نسبت داد(۵). واضح است که سیستم پردازش اطلاعات انسان پیچیده است و ارزیابی ذهنی (Subjective assessment)در صورتیکه حد و حدود آن بصورت کامل سنجیده شود، می‌تواند یک منبع ارزشمند از اطلاعات باشد(۶).

روشهای ارزیابی بارکاری خلبان را می‌توان به سه گروه طبقه بندی نمود(۷):

۱-ثبت اطلاعات فیزیولوژیکال(Physiological recordings)

۲-کارایی یا عملکرد وظایف خلبانی(Performance in the piloting task)

۳-امتیازدهی ذهنی(Subjective rating)

ارزیابی فیزیولوژیکال بارکاری، روشهای عینی هستند که با استفاده از تجهیزات و دستگاه انجام می‌شود و می‌توان به مواردی مانند تعداد ضربان قلب (HR)(۸)، تغییر پذیری ضربان قلب (HRV)(۹)، استفاده از نوار مغزی یا الکتروانسفالوگرافی (EEG) (۱۰)، کاربرد نوار قلبی یا الکتروکاردیوگرام (ECG)(۱۱)، روش هدایت الکتریکی پوست (GSR)(۱۲) و استفاده از ردیابی و ثبت حرکات چشم یا الکترواکولوگرافی (EOG)(۱۳) اشاره نمود. همچنین می‌توان بارکاری خلبان را با پایش عملکرد نیز ارزیابی نمود(۱۴) که در آن زمان واکنش و دقت به عنوان مناسب ترین راه برای اندازه گیری عملکرد استفاده می‌شود(۱۵). روش سوم ارزیابی بارکاری امتیازدهی ذهنی است و یک روش قلم-کاغذی محسوب می‌شود و نتایج مطالعات گذشته نشان می‌هد که روش‌های ارزیابی ذهنی بارکاری برای مشاغل و گروه‌های متخصص و آموزش دیده مانند خلبانی، از حساسیت خوبی برخوردارند؛ از طرفی به دلیل سهولت انجام، کم هزینه بودن و تداخل کمتر در وظایف، نسبت به دو روش دیگر قابلیت اجرایی بالایی داشته است(۱۶). از تکنیک‌های ارزیابی ذهنی بارکاری می‌توان روشهای مختلفی مانند: مقیاس Bedford (۱۷)، تکنیک SWAT (۱۸)، مقیاس Cooper-Harper (۱۹) و NASA-TLXرا نام برد.

یکی از پرکاربردترین روشهای ارزیابی ذهنی بارکاری که تاکنون وجود داشته و حساسیت و اعتبار سنجی آن بارها گزارش شده است روش NASA-TLX است(۱) که در سال ۱۹۸۸ توسط هارت و استیولند ارائه شد. این ابزار پرسشنامه‌ای در مرکز تحقیقات Ames ناسا در طی چندین سال و با بیش از ۴۰ شبیه‌سازی آزمایشگاهی طراحی شد و تعداد زیاد مقالاتی که به این روش اشاره کرده است، اهمیت و کارایی آن را نشان می‌دهد(۲۰).

روش‌های ارزیابی ذهنی بارکاری ممکن است به طور کلی و عمومی طراحی شده باشند و ابعاد مختلف بارکاری را برای یک محیط و وظیفه اختصاصی به خوبی منعکس نکنند و لازم باشد که مختص یک فعالیت طراحی شود(۲۱)؛ در این زمینه می‌توان به مطالعه‌ای که تعیین ابعاد اختصاصی بارکاری در فعالیت رانندگی یا DALI را بصورت شاخص طراحی نموده، اشاره کرد؛ شاخص ارزیابی ذهنی بارکاری DALI با استفاده از رویه و الگو پذیری

[DOI: 10.18502/tkj.v11i4.3652]
Downloaded from tkj.ssu.ac.ir at 19:53 IRST on Wednesday January 27th 2021

NASA-TLX، بارکاری رانندگی را بر اساس نیازمندی‌ها و مطالبات شغل رانندگی ارزیابی می‌کند(۲۲).

شغل خلبانی یکی از پر استرس ترین مشاغل می‌باشد(۲۳) و با توجه به اهمیت ایمنی و حساسیت این شغل، تاکنون به دفعات زیاد بارکاری خلبان در مطالعات ارزیابی شده است و در این میان استفاده از روش NASA-TLX قابل توجه می‌باشد که با سایر روشهای ارزیابی بارکاری نیز مقایسه شده است(۲۴)و(۲۵). از طرفی خلبانی یک شغل تخصصی می‌باشد که دارای نیازمندی‌ها و مطالبات مربوط به خود می‌باشد؛ با توجه به اینکه شاخص بار وظیفه NASA-TLX یک ابزار عمومی برای ارزیابی ذهنی بارکاری است بر آن شدیم که با شناسایی نیازمندی-ها و مطالبات شغل خلبانی، شاخص های ارزیابی ذهنی بارکاری شغل خلبان مبتنی بر الگوی NASA-TLX را تعیین و اعتبار سنجی نماییم و آن را عنوان یک شاخص اختصاصی ارزیابی بارکاری خلبانی ارایه دهیم.

روش بررسی

این مطالعه، یک بررسی توصیفی-تحلیلی از نوع مقطعی است که در بین خلبان‌های شاغل در شرکتهای هواپیمایی مسافربری تحت پوشش سازمان هواپیمایی کشوری انجام شده است و مراحل انجام این تحقیق، به شرح ذیل انجام شد:

۱- مطالعه مقدماتی: در این مرحله به منظور شناسایی ماهیت و منابع بارکاری شغل خلبانی، شرح وظایف با استفاده از متون، دستورالعمل‌ها، مستندات و مشاوره با خلبانان خبره، استخراج شد؛ بدین صورت که با استفاده از یک فرایند عملیاتی استاندارد یا SOP (Standard Operating Procedures)، وظایف عمومی خلبان در فازهای پرواز متداول در یک نوع هواپیمای مسافربری(Airbus A320) بررسی شد و با حدود ۴ ساعت مصاحبه متناوب و نیمه ساختار یافته با ۸ خلبانان باتجربه و خبره مربوطه، مفاهیم و اصطلاحات تخصصی بررسی شد. لازم به ذکر است برای یکسان سازی اطلاعات، شرایط یک پرواز عادی و بدون موقعیت‌های اضطراری در نظر گرفته شد.

۲- آنالیز شغلی: در این گام بر اساس شرح وظایف تهیه شده در مرحله اول، آنالیز شغلی به روش HTA یا تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی وظایف (Hierarchical Task Analysis) انجام شد و فرمت خام و نسخه اولیه آنالیز شغل خلبانی با در نظر گرفتن وظایف، زیر وظایف و هدف اصلی که "پرواز" بود، تدوین شد.

۳- اعتبارسنجی آنالیز شغلی: در این مرحله، نسخه اولیه و خام آنالیز شغلی اعتبارسنجی و اصلاح شد و نسخه نهایی آنالیز شغلی تهیه گردید؛ که بدین منظور مجدداً با خلبانان حدوداً ۲ ساعت مصاحبه نیمه ساختار یافته، صورت گرفت.

۴- استخراج نیازها و مطالبات شغل خلبانی: در این قسمت از مطالعه با توجه به وظایف آنالیز شده ، نیازها و تعاملات مربوط به شغل خلبانی استخراج شد؛ برای این کار از موارد ذیل بهره گرفته شد:

۴-۱ - مدل های شناختی و بارکاری: در این تحقیق با استفاده از مدل روانشناختی پردازش اطلاعات ویکنز(۲۶) و مدل بارکاری ایزو ۱۰۰۷۵ (۳)، نیازها و تعاملات مورد بررسی قرار گرفت.

۴-۲ – روش‌های ارزیابی بارکاری موجود: در این پژوهش بر اساس روش NASA-TLX، شش خرده مقیاس (subscales) شامل: نیازهای ذهنی (Mental Demand)، نیاز فیزیکی (Physical Demand)، نیاز زمانی (Temporal Demand)، و تعاملات آن با کارایی (Performance)، تلاش (Effort) و ناامیدی (Frustration) و همچنین خرده مقیاس‌های بارکاری به روش DALI از قبیل: تلاش برای توجه (Effort of attention)، نیاز دیداری (Visual demand)، نیاز شنیداری (Auditory demand)، نیاز زمانی (Temporal demand)، تداخلات (Interference) و استرس وضعیتی (Situational stress) مورد توجه قرار گرفت.

۴-۳- بررسی نتایج متون مربوط به سنجش بارکاری خلبان: با بررسی مقالات و متون مشخص شد که خلبانی به دلیل تعداد وظایف زیاد و نیازهای وظیفه(۱۳)، نیاز به سطح بالایی از فعالیتهای شناختی دارد(۲۷) که ناشی از استرس-های مربوط به عوامل محیطی، محدودیتهای زمانی و تهدیدهای ایمنی می‌باشد(۲۸) و بارکاری خلبان نیز به عنوان مفهومی از مشکل بودن وظایف خلبان و یا تعداد وظایف مختلف آن بیان می‌شود(۲۹). همچنین در ارزیابی-های ذهنی مختلفی که از بارکاری به عمل آمده مشخص شده که میزان پیچیدگی، کنترل برکار و فشار زمانی بر بارکاری تاثیر دارد(۳۰، ۳۱).

[DOI: 10.18502/tkj.v11i4.3652]
Downloaded from tkj.ssu.ac.ir at 19:53 IRST on Wednesday January 27th 2021

نهایتاً در استخراج نیازها و مطالبات شغل خلبانی به خرده مقیاس‌های دیگری مانند: فشار زمانی (Time Pressure)، وظایف همزمان (Multi Task)، آگاهی موقعیتی (Situational Awareness)، پیچیدگی (Complicatedness) و ارتباطات (Communications) نیز دست یافتیم. در نهایت بر اساس منابع فوق الذکر، ۱۷ خرده مقیاس اولیه همراه با تعاریف آن استخراج شد و اعتبار صوری آن با استفاده از پانل خبرگان(اساتید ارگونومی و خلبانی) مورد بررسی و اصلاح نهایی قرار گرفت. دراین مرحله نسخه اولیه شاخص‌های ارزیابی بارکاری برای شغل خلبانی تهیه شد.

۵- روایی محتوایی(Content Validity): به منظور تایید کارایی شاخص‌ها در ارزیابی بارکاری خلبان، روایی محتوایی برای خرده مقیاس‌های شاخص بارکاری فعالیت خلبان بر اساس رویه لاوشه انجام شد(۳۲)؛ بدین صورت که خرده مقیاس‌ها بصورت چک لیست، در اختیار ۸ نفر از اساتید خلبان و باتجربه قرار داده شد تا آن را از نظر محتوایی(مرتبط بودن و ضرورت داشتن) بررسی نمایند. بر اساس رویه لاوشه خرده مقیاس‌هایی که ضریب نسبی روایی محتوا (Content Validity Ratio) یا CVR آنها حداقل ۰/۷۵ و شاخص روایی محتوا (Content Validity Index) یا CVI آنها ۰/۷۹ بدست آید، از نظر روایی محتوا قابل پذیرش می‌باشد. CVR بر اساس نظر گروه خبرگان از فرمول ذیل محاسبه شد:

$$\boldsymbol{CVR = \frac{n_e - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}}$$

ne: تعداد خبرگانی که خرده مقیاس مورد نظر را ضروری می‌دانند.

N: تعداد کل خبرگان

با توجه به تعداد افراد ارزیاب در گروه خبرگان یک CVR خاص مورد پذیرش خواهد بود. هر چه تعداد اعضای پانل کمتر باشد CVR مورد پذیرش عدد بیشتری به خود می‌گیرد. در این مطالعه حداقل CVR قابل پذیرش ۰/۷۵می‌باشد.

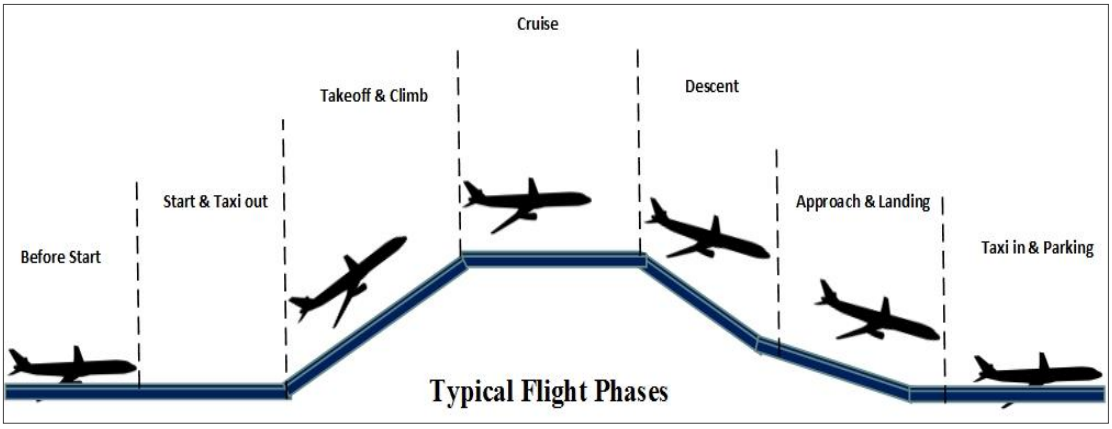
از طرفی شاخص CVI گویای جامعیت قضاوت‌های مربوط به روایی یا قابلیت اجرای ابزار نهایی است. CVI نیز از رابطه ذیل محاسبه گردید: $\boldsymbol{CVI = \frac{R3 + R4}{N}}$

R3: تعداد خبرگانی که خرده مقیاس را "مربوط" می‌دانند.

R4: تعداد خبرگانی که خرده مقیاس را "کاملاً مربوط" می‌دانند.

N: تعداد کل خبرگان

۶- مطالعه میدانی و بررسی پایایی: در مرحله نهایی مطالعه، بررسی پایایی(Reliability) شاخص‌های ارزیابی بارکاری در۷ وظیفه عمومی خلبانی انجام شداین وظایف، ۷ فاز پروازی شامل: ۱-آماده شدن قبل از شروع پرواز(Before Start)۲- شروع حرکت هواپیما به ابتدای باند پرواز(Start & Taxi out)۳- برخاستن هواپیما و اوج گیری(Takeoff & Climb)۴-پرواز در ارتفاع ثابت(Cruise) ۵-نزول و کاهش ارتفاع(Descent) ۶-تقرب و نشستن هواپیما در باند(Approach & Landing) ۷- خروج هواپیما از باند و حرکت به محل توقف(Taxi in &Parking) را در برمی‌گرفت و با عنوان فازهای پروازی عادی(Typical Flight Phases) بیان می‌شود(شکل۱).



شکل۱. فازهای یک پرواز عادی

[DOI: 10.18502/tkj.v11i4.3652]
Downloaded from tkj.ssu.ac.ir at 19:53 IRST on Wednesday January 27th 2021

با توجه به اینکه در این مطالعه، ارزیابی ذهنی بارکاری، مبتنی بر الگوی NASA-TLX بود؛ به منظور محاسبه امتیاز کلی بارکاری خلبان، میانگین وزنی مقیاس‌های بارکاری، بصورت چند بُعدی در نظر گرفته شد. برای این کار، از یک مقیاس آنالوگ چشمی(VAS) روی یک خط ۱۰۰ میلی‌متری با توصیف دو قطبی (خیلی کم تا خیلی زیاد) استفاده گردید و در آنالیز داده ها، نمرات بصورت صفر تا ۱۰۰ در نظر گرفته شد. برای وزن دهی بارکاری می‌بایست از روش مقایسه زوجی استفاده شود و امتیاز کلی نیز بصورت WWL (Weighted Workload) محاسبه گردد. اگرچه شرکت کنندگان در این مطالعه خلبانان بودند ولی روش مقایسه دو به دو تا حدودی پیچیده و زمان‌بر بود، به همین دلیل از روش تطبیقی وزن‌دهی یا AWWL (Adaptive Weighted Workload) که یک روش تسهیل شده بود، استفاده شد. اعتبارسنجی این روش توسط میاکی و کوماشیرو در سال ۱۹۹۳ مورد تایید قرار گرفته است، همچنین در مطالعات دیگر اعتبار صوری آن تایید شده است(۳۳). در ضمن با هماهنگی‌های انجام شده، هیچ گونه محدودیت اخلاقی در مطالعه مذکور مشاهده نشد و کد اخلاق این مطالعه IR.SSU.SPH.REC.1394.99 می‌باشد و پس از جمع آوری اطلاعات، داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و برای پایایی شاخص بارکاری خلبان از آزمون ضریب آلفای کرونباخ با معیار پذیرش ۰/۷استفاده شد.

نتایج

در بخش اول مطالعه پس از بررسی مستندات و دستورالعمل‌های پروازی و تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی وظایف (HTA)، تعداد ۲۲ وظیفه (Task) و ۶۸ زیر وظیفه (Subtask) برای شغل خلبانی در یک فرایند عملیاتی استاندارد یا SOP (Standard Operating Procedures) در ۷ فاز پروازی شناسایی شد. برای تسهیل جمع آوری داده‌ها، نمودارهای HTA، بصورت آنالیز شغلی جدولی یا TTA (Tabular Task Analysis) درآمد(۳۴). روایی محتوایی برای ۱۷خرده مقیاس بارکاری ذکر شده، با ۸ خلبان باتجربه و خبره انجام شد(N=8) که ۴نفر از آنان در آموزش عوامل انسانی در خلبانی نیز فعالیت داشتند. میانگین و انحراف معیار سن و سابقه ساعات پروازی(Total flight experience) در گروه خبرگان به ترتیب ۲/۵۶±۵۳/۴ سال و ۳۱۴۴±۱۴۶۶۲ساعت پرواز بود. در نهایت در روایی محتوایی، ۶ خرده مقیاس بارکاری خلبان شامل: بار فکری و ذهنی (Mental Demand)، فشار زمانی (Time Pressure)، ارتباطات (Communications)، وظایف همزمان (Multi Task)، آگاهی موقعیتی (Situational Awareness) و پیچیدگی (Complicatedness) به عنوان شاخص اندازه‌گیری بارکاری خلبان(PALI) تایید شد(جدول۱). با توجه به اینکه شاخص استخراج شده بارکاری، مبتنی بر الگوی NASA-TLX و هم‌سو با هدف روش DALI بود، تصمیم گرفته شد واژه اختصاری PALI را برای آن انتخاب کنیم که مخفف عبارت "Pilot Activity Load Index" می‌باشد و از این به بعد این واژه ختصاری را بکار می‌بریم.

جدول۱. شاخص اندازه‌گیری بارکاری خلبان(PALI)

تعاریف مقیاسهای امتیازدهی			
ردیف	عنوان	دامنه	توصیف
۱	بار فکری (Mental Demand)	کم/زیاد	برای انجام وظایف مربوط به این مرحله، چقدر فعالیت فکری و ذهنی مورد نیاز است؟ (بعنوان مثال فعالیت هایی از قبیل فکر کردن، تصمیم گیری، محاسبه، یادآوری و...)
۲	فشار زمانی (Time Pressure)	کم/زیاد	برای انجام وظایف مربوط به این مرحله، چقدر فشار زمانی به خاطر آهنگ و ریتم کار حس می‌کنید؟ آهنگ کار آرام و آهسته است یا تند و سریع؟
۴	وظایف همزمان (Multi Task)	کم/زیاد	در انجام وظایف مربوط به این مرحله، چقدر وظایف بصورت همزمان رُخ می‌دهد؟ (بعنوان مثال صحبت کردن همراه با گوش دادن یا استفاده از سیستم‌ها و یا ...)
۳	ارتباطات (Communications)	کم/زیاد	برای انجام وظایف مربوط به این مرحله، چقدر تبادل و انتقال موثر اطلاعات مورد نیاز است؟ (بعنوان مثال گوش کردن، صحبت کردن، نوشتن، اشاره کردن و...)
۵	آگاهی موقعیتی (Situational Awareness)	کم/زیاد	برای انجام وظایف مربوط به این مرحله، چقدر توانایی درک صحیح از وضعیت کابین و بیرون هواپیما مورد نیاز است؟
۶	پیچیدگی (Complicatedness)	کم/زیاد	برای انجام وظایف مربوط به این مرحله، تعداد زیر وظایف و ارتباط بین آنها چقدر گسترده و پیچیده می‌باشد؟

[DOI: 10.18502/tkj.v11i4.3652]
Downloaded from tkj.ssu.ac.ir at 19:53 IRST on Wednesday January 27th 2021

همچنین حداقل و حداکثر خرده مقیاس‌ها در ارزیابی خلبان‌ها(۳۰ نفر) از بارکاری بصورت میانگین در فازهای پروازی استخراج شد که در جدول۲ نشان داده شده است.

جدول۲. حداقل و حداکثر خرده مقیاس‌ها بصورت میانگین و انحراف معیار به ترتیب در فازهای پروازی Cruise و Approach & Landing

فاز پروازی خرده مقیاس	Cruise با حداقل خرده مقیاس‌ها (انحراف معیار± میانگین)	Approach & Landing با حداکثر خرده مقیاس‌ها (انحراف معیار± میانگین)
بار فکری	۴۸/۱۶±۲۰/۴۵	۸۳/۶۶±۱۳/۸۴
فشار زمانی	۳۷/۴۶±۱۸/۹۷	۸۰/۹±۱۵/۵۴
وظایف همزمان	۴۳/۰۳±۱۸/۷۲	۸۱/۹±۱۲/۵۹
ارتباطات	۵۵/۷±۲۴/۱۱	۸۰/۶±۱۳/۶۱
آگاهی موقعیتی	✱۵۷/۸۶±۲۶/۶۳	۸۵/۰۳±۱۳/۱۶
پیچیدگی	۳۸/۳±۲۰/۵۶	۷۸/۷±۱۶/۸۵

✱ فقط در اینجا، حداقل مقدار خرده مقیاس آگاهی موقعیتی، مربوط به فاز پروازی Taxi in &Parking می‌باشد.

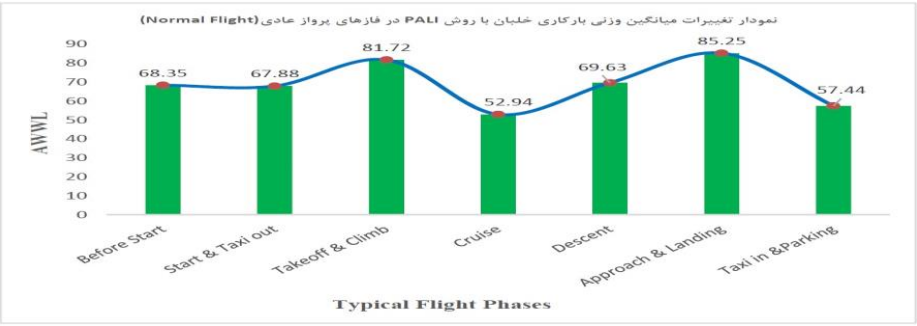
برای پایایی و تعیین سازگاری درونی مقیاس‌هایی که در جدول۱ به عنوان شاخص اندازه‌گیری بارکاری خلبان یا PALI روایی آنها تایید شد، از روش محاسبه آلفای کرونباخ با معیار پذیرش ۰/۷ استفاده شد. بدین منظور میانگین وزنی بارکاری خلبان با استفاده از AWWL در ۷ فاز پروازی عادی(Normal Flight) در ۳۰ خلبان مسافربری محاسبه شد(جدول۳). ضریب آلفای کرونباخ برای روش PALI برابر با ۰/۸۸۶ بدست آمد.

جدول۳. میانگین و انحراف معیار وزنی بارکاری خلبان به تفکیک ۷ فاز پرواز عادی

ردیف	عنوان فاز پروازی	انحراف معیار±AWWL
۱	آماده شدن قبل از شروع پرواز (Before Start)	۶۸/۳۵±۱۹/۰۶
۲	شروع حرکت هواپیما به ابتدای باند پرواز (Start & Taxi out)	۶۷/۸۸±۱۶/۱۶
۳	برخاستن هواپیما و اوج گیری (Takeoff & Climb)	۸۱/۷۲±۱۴/۰۳
۴	پرواز در ارتفاع ثابت (Cruise)	۵۲/۹۴±۱۸/۸۳
۵	نزول و کاهش ارتفاع (Descent)	۶۹/۶۳±۱۶/۶۵
۶	تقرب و نشستن هواپیما در باند (Approach & Landing)	۸۵/۲۵±۱۰/۰۵
۷	خروج هواپیما از باند و حرکت به محل توقف (Taxi in &Parking)	۵۷/۴۴±۱۹/۲۴

تعداد=۳۰نفر ، ضریب آلفای کرونباخ=۰/۸۸۶

برای درک بهتر نتایج حاصل از پایایی، نمودار تغییرات میانگین وزنی بارکاری خلبان در فازهای مختلف پروازی ترسیم شد(نمودار۱). همانطور که ملاحظه می‌شود، حداکثر AWWL در فاز پروازی Approach & Landing بوده است(۸۵/۲۵±۱۰/۰۵) و حداقل AWWL در فاز پروازی Cruise می‌باشد(۵۲/۹۴±۱۸/۸۳).



نمودار۱. ارزیابی میانگین وزنی بارکاری خلبان در فازهای مختلف پرواز به روش PALI

[DOI: 10.18502/tkj.v11i4.3652]
Downloaded from tkj.ssu.ac.ir at 19:53 IRST on Wednesday January 27th 2021

لازم به ذکر است میزان تاثیرپذیری ضریب آلفای کرونباخ با حذف هریک از ۶ مقیاس نیز مورد آزمون و بررسی قرار گرفت که مشخص شد هیچ کدامیک از مقیاس‌ها قابل حذف نمی‌باشد. به عبارتی دیگر از تمامی آنها بایستی به عنوان شاخص در ارزیابی ذهنی بارکاری خلبان استفاده نمود.

بحث

این مطالعه به منظور تعیین شاخص‌های ارزیابی ذهنی بارکاری شغل خلبان مبتنی بر الگوی NASA-TLX و اعتبار سنجی آن انجام شد؛ زیر مقیاس‌ها براساس مطالبات و نیازهای وظیفه خلبان و بصورت اختصاصی برای شغل خلبانی استخراج شد، فقط ۲ زیر مقیاس بار فکری(Mental Demand) و نیاز زمانی(Temporal Demand) از مجموع ۶ زیرمقیاس NASA-TLX تایید شد و مابقی آن(کارایی، تلاش، ناامیدی و نیاز فیزیکی) توسط گروه خبرگان حذف شد.

در خلبانی با توجه به اهمیت کاربرد واژه فشار زمانی(Time Pressure) آن را جایگزین نیاز زمانی نمودیم. زیرمقیاس تداخلات(Interference) در خلبانی نیز پذیرفته نشد و بجای آن زیرمقیاس وظایف همزمان(Multi Task) تایید شد. توجه به جزئیات(Attention to Detail) که در خلبانی به عنوان زیرمقیاس عمومی بود با نظر پانل خبرگان به زیرمقیاس پیچیدگی(Complicatedness) تغییر داده شد. لازم به ذکر است Complexity استفاده نشد؛ چرا که "تعداد اجزاء" بیان کننده مفهوم Complexity است ولی واژه Complicatedness سطحی از دشواری برای حل مسائل و مشکلات می‌باشد که بیشتر در خلبانی Complicatedness مصداق دارد(۳۵). زیرمقیاس‌های نیاز دیداری(Visual demand) و شنیداری(Auditory demand) نیز به دلیل اینکه حس‌های اولیه ورود اطلاعات برای پردازش است برای ارزیابی بارکاری حذف شد. با نظر خبرگان خلبانی، واژه تخصصی ارتباطات(Communications) نیز برای زیرمقیاس‌های صحبت کردن و گفتاری(Verbal & vocal demand) پیشنهاد داده شد. زیرمقیاس آگاهی موقعیتی(Situational Awareness) که بیان کننده توانایی خلبان در درک صحیح از وضعیت کابین و بیرون هواپیما می‌باشد، توسط گروه خبرگان مورد تایید واقع شد. در نهایت در این پژوهش از کل زیرمقیاس‌های مورد مطالعه، آن دسته مواردی که واقع بینانه و در یک محیط عملیاتی برای ارزیابی ذهنی بارکاری شغل خلبانی انجام شدنی بود، استخراج شد و سایر زیرمقیاس‌ها حذف شد(۳۶)؛ بصورتیکه ۶ زیرمقیاس شامل: بارفکری، فشار زمانی، وظایف هم زمان، آگاهی موقعیتی، پیچیدگی و ارتباطات برای شاخص ارزیابی ذهنی بارکاری یا همان PALI نهایی شد. یافته‌های این مطالعه مشخص نمود، کلیه خرده مقیاس‌های مذکور بیشترین مقدار را در فاز پروازی Approach & Landing به خود اختصاص داده است درحالی که کمترین مقادیر خرده مقیاس‌ها به جز"آگاهی موقعیتی"در فاز پروازی Cruise بوده، که خلبان حداقل وظایف را داشته است. همچنین لازم به ذکر است که کمترین میزان خرده مقیاس"آگاهی موقعیتی"در آخرین مرحله پرواز یعنی Taxi in &Parking بود که تحت کنترل برج مراقبت و نظارت خدمه زمینی، این مرحله انجام می‌گردد.

در تحقیقی که در سال ۲۰۰۰ توسط Bowles و همکاران انجام شد، مشخص شد که شغل خلبانی یکی از پر استرس ترین مشاغل می‌باشد و اثر استرس بر فرایندهای شناختی(Cognitive Processes) می‌تواند چگونگی عملکرد در وظایف حمل و نقل هوایی را حتی برای افراد حرفه ای و ماهر نیز تحت تاثیر قرار دهد و باعث اختلال در عملکرد شود(۲۳). خلبانان خطوط هوایی(Airline Pilots) در میان ۲۰ شغل مورد بررسی شده، پس از کارگران معدن و افسران پلیس در مرتبه سوم استرس شغلی قرار گرفته‌اند. تعداد وظایف خلبان حین کار نشست(Landing) و برخاست(Takeoff) هواپیما و آمیخته شدن آن با فشار زمانی(Time Pressure) حاکی از این مسئله می باشد(۳۷). همچنین بنا به گزارش پایگاه خبری CareerCast ، شغل خلبانی به ترتیب بعد از مشاغل آتش‌نشانی، سربازی و ژنرالی ارتش چهارمین شغل پراسترس سال ۲۰۱۵ اعلام شده است(۳۸).

افزایش سطح نیازهای شناختی می‌تواند منجر به حوادث فاجعه بار شود(۳۹)؛ انجمن ایمنی حمل و نقل هوایی آمریکا(NTSB) در گزارشات خود نشان داده است که خطای انسانی(Human Errors) علت اصلی ۹۱-۸۸

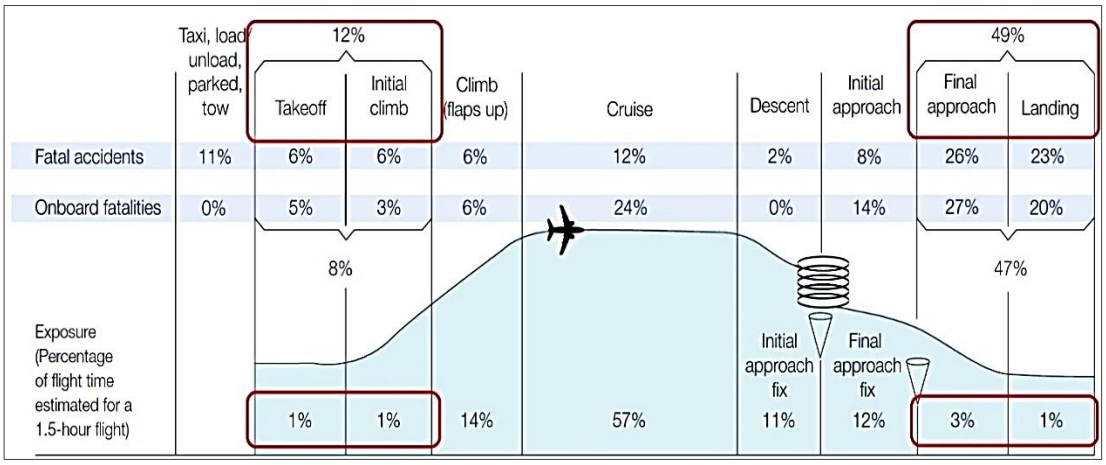
[DOI: 10.18502/tkj.v11i4.3652]
Downloaded from tkj.ssu.ac.ir at 19:53 IRST on Wednesday January 27th 2021

درصد از سوانح هوایی(Aviation accidents) در سالهای ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۵ می‌باشد. آمار حوادث حمل و نقل هـوایی نیز ۹۱ درصد علل سوانح هوایی در سـال ۲۰۰۵را عوامـل انسانی(Human Factors) گزارش داده است(۴۰)

در ارزیابی ذهنی بارکاری خلبان که به جهت پایایی و اعتبار سنجی روش PALI انجام شد، نتایج نشان داد که میانگین وزنی بارکاری خلبان در ۲ فاز پروازی Takeoff & Climb و Approach & Landing بصورت بیشینه(Peak) و به ترتیب ۸۱/۷ و ۸۵/۲ درصد بوده است که با مطالعه ای که مرکز تحقیقات WRDC (Wright Research Development Center) در سال ۱۹۸۹ با هدف ارزیابی بارکاری خدمه پروازی با ۲ سناریوی بارکاری کم و بارکاری زیاد در فازهای مختلف پرواز با تکنیکهای مختلف انجام شد(۷)، همخوانی داشت.

همچنین Strong و همکاران در مطالعه ای که مسائل و چالش‌های مربوط به عملکرد ایمنی حمل و نقل هواپیماهای مسافربری در ایالات متحده آمریکا و سایر کشورهای جهان را مورد بررسی و تحلیل قرار می‌داد، نشان دادند، در سالهای ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۱ حوادث مرگبار در فاز پروازی Takeoff & Climb و فاز پروازی Approach & Landing به ترتیب برابر با ۲۰ و ۴۰ درصد کل حوادث مراحل پرواز بوده در حالی که هر کدام از فازهای مذکور تنها ۱۶ درصد زمانی کل پرواز را به خود اختصاص داده بودند، که با یافته های ارزیابی بارکاری به روش PALI مطابقت دارد(نمودار۱)؛ از طرفی مطالعه مذکور مشخص نمود، از میان علل وقوع سوانح هوایی(عوامل محیطی، تجهیزاتی و انسانی)، خطای انسانی به میزان ۷۰ درصد بیشترین علت حوادث در این بازه زمانی بوده است(۴۱)

در گزارشی که شرکت بوئینگ از حوادث و سوانح هوایی هواپیماهای تجاری در سال ۲۰۱۶ ارائه نمود، فراوانی سوانح هوایی در سالهای ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۵ را تحلیل کرده است؛ نتایج حاصل از این گزارش نشان داد که ۴۹ و ۱۲ درصد حوادث مرگبار هوایی به ترتیب در نشست(Landing) و برخاست(Takeoff) هواپیماها رخ داده است درحالی که فقط روی هم رفته ۶ درصد زمان فازهای پروازی را شامل شده است. (نمودار ۲)(۴۲).



نمودار۲: درصد فراوانی حوادث و سوانح هوایی هواپیماهای تجاری در سالهای ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۵

این مطالعه دارای چندین محدودیت بود از جملـه اینکـه شاخص PALI بـر اسـاس هواپیمـای مسـافربری(Airliner) طراحـی شـد و سـایر هماپیماهـا ماننـد جنگنـده(Fighter aircraft) و یـا تجـاری(Commercial aircraft) مـد نظـر نبود و ممکن است شاخص‌های اختصاصی خود را دارا باشد و نیز طول مدت پرواز محدودیت دیگر تحقیق بود؛ بـه عبـارتی شاخص PALI بر مبنای پـرواز کوتـاه مـدت طراحـی شـد و احتمال دارد در پروازهای طـولانی شـاخص‌هـا بـا توجـه بـه نیازهای وظیفه آن، متفاوت باشد. محدودیت کلی که می‌توان به آن اشاره کرد این است که ایـن ارزیـابی بارکـاری خلبـان، ذهنـی انجـام شـده در حـالی کـه پیچیـدگی پـرواز نیـاز بـه فراینـدهای متعـدد شـناختی در خلبانـان دارد و بایـد بـرای برآورد بارکاری خلبان بصورت چند بُعـدی عمـل نمـود و بـه عبارتی بـه سـایر روشـها عـلاوه بـر روش ذهنـی نیـز توجـه داشت(۲۷)؛ چراکه بسیاری از محققان بر این عقیـده انـد کـه بارکاری چند بُعدی است و روش ارزیابی که بتواند به تنهـایی

[DOI: 10.18502/tkj.v11i4.3652]

Downloaded from tkj.ssu.ac.ir at 19:53 IRST on Wednesday January 27th 2021

بهترین ارزیابی را انجام دهد، وجود ندارد؛ و بایستی چندین تکنیک سنجش بارکاری انجام شود تا بتوان تصویر بهتری از میزان بارکاری را برآورد نمود(۴۳).

نتیجه گیری

شغل خلبانی یکی از مشاغل حساس و مهم در صنعت حمل ونقل هوایی می‌باشد، علیرغم پیشرفت علم و تکنولوژی با گسترده شدن خدمات هواپیمایی، میزان بارکاری خلبانان در حال افزایش است. افزایش بارکاری خلبان بطور مستقیم با بروز خطاهای انسانی مرتبط می‌باشد، بطوریکه می‌توان آنرا یکی از علل حوادث و سوانح هوایی برشمرد.

یافته‌های این مطالعه در خصوص میزان بارکاری در فازهای مختلف پروازی و تعمیم آن به فراوانی خطای انسانی و بروز سانحه هوایی، می‌تواند برای ساختار ابزار طراحی شده PALI یک نقطه قوت باشد. از طرفی می‌توان بدون تداخل در وظایف با ارزیابی ذهنی بارکاری خلبان در شرایط و موقعیتهای مختلف، منابع بارکاری وظایف خلبان را شناسایی نمود و با تطبیق نیازهای وظیفه با ظرفیت‌های خلبان، از بروز خطاهای انسانی و بروز سوانح هوایی پیشگیری نمود؛ همچنین پیشنهاد می‌شود که شاخص PALI در پرواز طولانی مدت و نیز هواپیمای جنگنده و تجاری با سناریوهای متفاوت مورد استفاده و باز بینی قرارگیرد و می‌توان علاوه بر استفاده از روش اختصاصی شده ارزیابی ذهنی بارکاری PALI از سایر روشهای مکمل مانند تکنیک‌های فیزیولوژیکال و ارزیابی عملکردی نیز برای سنجش بارکاری خلبان، استفاده و با آن مقایسه شود.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد ارگونومی می‌باشد که با حمایت و پشتیبانی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد انجام شده است. همچنین از مدیریت عملیات پرواز سازمان هواپیمایی کشوری جمهوری اسلامی ایران و نیز معاونت‌های عملیات شرکتهای هواپیمایی ماهان، آسمان، هما، قشم و ایرتور به خاطر همکاری در این تحقیق، کمال تشکر و قدردانی را می‌نماییم.

References:

1. Hart SG, Staveland LE. ***Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research.*** Advances in psychology. 1988; 52:139-183.
2. Nachreiner F, Schultetus D. ***Standardization in the field of mental stress-the DIN EN ISO 10075 Series Standards***. Translated from DIN-Mitteilungen. 2002; 81:519.
3. Nachreiner F, Nickel P, Meyer I. ***Human factors in process control systems: The design of human–machine interfaces***. Safety Science. 2006; 44(1):5-26.
4. Smith HPR. ***A simulator study of the interaction of pilot workload with errors, vigilance, and decisions***. NASA Ames Research Center; Moffett Field, CA, United States. Technical Report:NASA-TM-78482, A-7354: 1979; p. 26-35.
5. Moriarty CD. ***Practical human factors for pilots***. Chennai: India: Academic Press; 2015: p. 12-13.
6. Vidulich MA, Wickens CD. ***Causes of dissociation between subjective workload measures and performance: Caveats for the use of subjective assessments***. Applied Ergonomics. 1986;17(4):291-296.
7. Corwin WH, Sandry-Garza DL, Biferno MH, Boucek Jr GP, Logan AL. ***Assessment of Crew Workload Measurement Methods, Techniques and Procedures Volume 1. Process, Methods and Results.*** DTIC Document: WRDC-TR-89-7006: 1989; p. 1-17.
8. Roscoe AH. ***Heart rate as a psychophysiological measure for in-flight workload assessment***. Ergonomics. 1993; 36(9):1055-1062.
9. Sauvet F, Jouanin JC, Langrume C, Van Beers P, Papelier Y, Dussault C. ***Heart rate variability in novice pilots during and after a multi-leg cross-country flight***. Aviation, space, and environmental medicine. 2009; 80(10): 862-869.
10. Sterman MB, Mann CA, Kaiser DA, Suyenobu BY. ***Multiband topographic EEG analysis of a simulated visuomotor aviation task***. International Journal of Psychophysiology. 1994;16(1): 49-56.
11. Dussault C, Jouanin JC, Philippe M, Guezennec CY. ***EEG and ECG changes during simulator operation reflect mental workload and vigilance.*** Aviation, space, and environmental medicine. 2005;76(4): 344-351.

[DOI: 10.18502/tkj.v11i4.3652]
Downloaded from tkj.ssu.ac.ir at 19:53 IRST on Wednesday January 27th 2021

12. Steptoe A, Evans O, Fieldman G. ***Perceptions of control over work: psychophysiological responses to self-paced and externally-paced tasks in an adult population sample***. International Journal of Psychophysiology. 1997;25(3): 211-220.
13. Veltman J, Gaillard A. ***Physiological indices of workload in a simulated flight task***. Biological psychology. 1996;42(3): 323-342.
14. Meshkati N, Hancock PA, Rahimi M, Dawes SM. ***Techniques in mental workload assessment: Evaluation of human work: A practical ergonomics methodology.*** CRC press: 1995; p. 749-782.
15. Farmer E, Van Rooij J, Riemersma J, Jorna P, Moraal J. ***Handbook of simulator-based training***. New York: Routledge; 2016: p. 247-260
16. Casali JG, Wierwille WW. ***A comparison of rating scale, secondary-task, physiological, and primary-task workload estimation techniques in a simulated flight task emphasizing communications load.*** Human Factors. 1983;25(6): 623-641.
17. Roscoe AH, Ellis GA. ***A subjective rating scale for assessing pilot workload in flight: A decade of practical use***. DTIC Document: Technical Report TR 90019: 1990; p. 3-13.
18. Reid GB, Shingledecker CA, Eggemeier FT. ***Application of conjoint measurement to workload scale development***. Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting. 1981;25(1): 522-526.
19. Cooper GE, Harper Jr RP, ***The use of pilot rating in the evaluation of aircraft handling qualities***. NASA Ames Research Center; Moffett Field, California. AGARD REPORT 567: 1979; p. 1-29.
20. Hart SG. ***NASA-task load index (NASA-TLX); 20 years later***. Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting. 2006;50(9): 904-908.
21. Muckler FA, Seven SA. ***Selecting performance measures: Objective" versus" subjective" measurement***. human factors and ergonomics society. 1992;34(4): 441-445.
22. Pauzié A. ***A method to assess the driver mental workload: The driving activity load index (DALI)***. IET Intelligent Transport Systems. 2008;2(4): 315-322.
23. Young JA. ***The effects of life-stress on pilot performance***. NASA Ames Research Center, Moffett Field, California, US. NASA/TM–2008-215375: 2008; p. 1-2.
24. Battiste V, Bortolussi M. ***Transport pilot workload: A comparison of two subjective techniques***. Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting. 1988;32(2): 150-154.
25. Hill SG, Iavecchia HP, Byers JC, Bittner Jr AC, Zaklade AL, Christ RE. ***Comparison of four subjective workload rating scales.*** Human factors. 1992;34(4): 429-439.
26. Wickens CD. ***Processing resources and attention, Multiple-task performance***. DTIC Document: Technical Report EPL-SI-3/ONR-81-3: 1990; p. 3-34.
27. Schvaneveldt RW, Reid GB, Gomez RL, Rice S. ***Modeling mental workload***. DTIC Document: Technical Report AFRL-HE-WP-SR-2000-0010: 1997; p. 4-5.
28. Lysaght RJ, Hill SG, Dick A, Plamondon BD, Linton PM. ***Operator workload: Comprehensive review and evaluation of operator workload methodologies***. DTIC Document: Technical Report 851: 1989; p. 7-35.
29. Gawron VJ, Schiflett SG, Miller and JC. ***Measures of in-flight workload***. Aviation psychology. Brookfield, VT, US: Gower Publishing Co; 1989; p. 240-287.
30. Urban JM, Weaver JL, Bowers CA, Rhodenizer L. ***Effects of workload and structure on team processes and performance: Implications for complex team decision making***. Human Factors. 1996;38(2): 300-310.
31. Mackenzie CF, Harper BD, Xiao Y. ***Simulator limitations and their effects on decision-making***. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting. 1996;40(14): 747-751.
32. Lawshe CH. ***A quantitative approach to content validity.*** Personnel psychology. 1975;28(4): 563-575.
33. Mazloum A, Kumashiro M, Izumi H, Higuchi Y. ***Quantitative overload: a source of stress in data-entry VDT work induced by time pressure and work difficulty***. Industrial health. 2008;46(3): 269-280.
34. Stanton N, Salmon P. ***Human factors design & evaluation methods review***. Human Factors Integration Defence Technology Centre. 2004;P. 73-76.

[DOI: 10.18502/tkj.v11i4.3652]
Downloaded from tkj.ssu.ac.ir at 19:53 IRST on Wednesday January 27th 2021

35. Poli R. ***A note on the difference between complicated and complex social systems***. Cadmus. 2013;2(1): 142-147.
36. NASA Human Performance Research Group. ***NASA Task Load Index (TLX)***. NASA Ames Research Center; Moffett Field, California. version 1.0: Paper and Pencil Package: 1986;p. 1-19.
37. Cranwell-Ward J, Abbey A. ***The Most Stressful Jobs in Organizational Stress***. 1nd ed: New York: Palgrave Macmillan; 2005: P. 63-71.
38. careercast. ***The Most Stressful Jobs***. [updated 2015 Jan 9; cited 2015 Des 15]. Available from: http://www.careercast.com/jobs-rated/most-stressful-jobs-2015.
39. Charlton SG, O'Brien TG. ***Psychophysiological test methods and procedures: Handbook of human factors testing and evaluation***. 2nd ed: London: Taylor & Francis e-Library;2008: p.127-156
40. Lee K. ***Effects of flight factors on pilot performance, workload, and stress at final approach to landing phase of flight*** [Doctoral Dissertation].Orlando, Florida: University of Central Florida; 2010.
41. Oster CV, Strong JS, Zorn CK. ***Analyzing aviation safety: Problems, challenges, opportunities***. Research in transportation economics. 2013;43(1): 148-164.
42. Boeing. ***Statistical Summary of Commercial Jet Airplanes Accidents***. [updated 2016 Jul 1; cited 2016 Aug 3] Available from: http://www.boeing.com/news/techissues/pdf/statsum.pdf.
43. Dudek B, Koniarek J. ***The Subjective Rating Scales for Measurement of Mental Workload—Thurstonian Scaling***. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics. 1995;1(2): 118-129.

[DOI: 10.18502/tkj.v11i4.3652]
Downloaded from tkj.ssu.ac.ir at 19:53 IRST on Wednesday January 27th 2021

Development and validation of a pilot activity load index (PALI) based on NASA-TLX template

Abdi R[1], Mazloumi A [2]*, Halvani GH[3], Namazi AS[4], Azam K[5]

[1] Ergonomics Department, Faculty of Public Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
[2] Associate Professor, Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[3] Assistant Professor, Ergonomics Department, Faculty of Public Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
[4] Chief Pilot, Flight Standard Operation Office, Civil Aviation Organization of the Islamic Republic of Iran
[5] Associate Professor, Department of Biostatistics, Faculty of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Abstract

Introduction: Workload can be defined as the hypothetical construct that represents the cost incurred by a human operator to achieve a particular level of performance. Several methods have been used to assess the workload. One of the most common methods of assessing mental workload is NASA-TLX method. The present study was conducted to develop and validate of a pilot activity load index (PALI) based on NASA-TLX template.

Materials and Methods: This study was a cross-sectional and descriptive-analytical that was carried out among airline pilots of Civil Aviation Organization. At first, "Pilot Activity Load Index" or PALI subscales were developed based on NASA-TLX template. Validity of the subscales was evaluated by Content Validity Ratio (CVR) and Content Validity Index (CVI).Using Lawshe's table. Finally, to determine the internal consistency of the subscales, 30 pilots completed the final version of the PALI in typical flight phases. The data obtained were then analyzed by SPSS using Cronbach's alpha to measure the reliability of the subscales and considering an acceptance level of 0.7.

Results: The first results led to the emergence of an initial list with 17 subscales. Eleven subscales were irrelevant, redundant and impractical to use in operational environment, due to CVR less than 0.75 and were omitted from the subscales list. Finally, six PALI subscales were approved related to pilot tasks (CVI=0.79). The Verified subscales had a Cronbach's alpha value of 0.89 and were therefore considered a reliable tool.

Conclusion: The results of this study showed that PALI questionnaire which validity and reliability has been approved can be used for assessment of workload in pilots.

Key words: Validation, Pilot in, Activity Load Index, NASA-TLX template

This paper should be cited as:
Abdi1 R, Mazloumi A, Halvani GH, Namazi AS, Azam K. ***Development and validation of a pilot activity load index (PALI) based on NASA-TLX template***. Occupational Medicine Quarterly Journal 2019:11(2): 72-83.

**** Corresponding Author:***
Email: amazlomi@tums.ac.ir
Tel: +982188955450
Received: 15.02.2017 ***Accepted: 04.09.2017***