

ISSN:2821-1588		https://www.jadm.khadu.ir	
	Journal of Air Defense Management Volume 2, Issue 5 Spring 2023 P.P. 209-220		
Research Paper			
Cognition and Survival: Modeling Pilots' Cognitive Skills in Emergency Situations Hasan Mahjoub¹ 1. Associate Prof., Shahid Sattari Aeronautical University of Science and Technology, Tehran, Iran. E-mail: Hassanmahjub@ut.ac.ir			
bArticle Information		Abstract	
Received: 2022/12/22 Accepted: 2023/03/13	Background & Purpose: Cognitive skills and abilities are fundamental determinants of pilot performance, particularly in emergency and unforeseen situations. Emergency conditions—characterized by increased cognitive load, time constraints, and the need for rapid decision-making—demand a distinct pattern of information processing and cognitive performance. Therefore, this study aimed to identify, explain, and test a hierarchical model of pilots' cognitive skills in emergency situations. Methodology: This study was applied in nature and employed a descriptive-correlational design using a structural equation modeling approach. The statistical population consisted of active pilots employed by an aviation organization in the Islamic Republic of Iran. Due to security considerations and limited access to the target population, purposive sampling combined with the snowball technique was utilized. Out of 90 distributed questionnaires, 80 usable responses were collected and analyzed. Data were gathered using a researcher-developed, closed-ended questionnaire; content validity was confirmed through expert assessment, and reliability was verified using composite reliability. Data analysis was performed using Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) via SmartPLS software. Findings: The hierarchical model of pilots' cognitive skills in emergency situations comprises five main components and 32 indicators. These components included attention (shifting, selective, distributed, focused, sustained, and orienting attention), memory (short-term verbal, episodic, and visuospatial memory; long-term visuospatial and verbal memory; and visuospatial and verbal working memory), perception (visual monitoring; visual, auditory, and spatial perception; recognition and estimation), executive functions (fluid reasoning and problem-solving, cognitive flexibility, inhibition, planning, updating, decision-making, processing speed, and mental rotation), and psychomotor coordination (auditory and visual reaction speed). The final model demonstrated acceptable fit across the measurement, structural, and overall model components, indicating the model's adequacy in explaining the structure of pilots' cognitive skills during emergency situations. Conclusion: Safe and effective pilot performance during emergencies depends not only on technical skills but also on a set of cognitive skills, including attention, memory, perception, executive functions, and psychomotor coordination. Accordingly, addressing these skills during the processes of pilot selection, training, capacity building, and periodic assessment can help enhance cognitive readiness and flight safety in emergency situations.		
Keywords:			
Ognitive Skills, Cognition and Aviation, Pilot Cognition.			
Corresponding Author: Hasan Mahjoub Email: Hassanmahjub@ ut.ac.ir			
Citation: Mahjoub, Hasan.(2023). Cognition and Survival: Modeling Pilots' Cognitive Skills in Emergency Situations. <i>Journal of Air Defense Management</i>, 2(5), 209-220.			

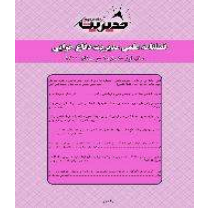


فصلنامه علمی مدیریت دفاع هوایی

دوره ۲، شماره ۵

بهار ۱۴۰۲

صص ۲۰۹-۲۲۰



مقاله پژوهشی

شناخت و بقا: مدل سازی مهارت های شناختی خلبانان در شرایط اضطراری

حسن محبوب^۱

۱. دانشیار، مدیریت آموزش عالی، دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری، تهران، ایران. رایانامه: Hassanmahjub@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۲۲ کلیدواژه ها: مهارت های شناختی، شناخت و هوانوردی، شناخت خلبان. نویسنده مسئول: حسن محبوب ایمیل: Hassanmahjub@ ut.ac.ir	زمینه و هدف: مهارت ها و توانایی های شناختی از عوامل اساسی تعیین کننده عملکرد خلبانان، به ویژه در موقعیت های اضطراری و پیش بینی نشده، به شمار می روند. شرایط اضطراری با افزایش بار شناختی، محدودیت زمانی و ضرورت تصمیم گیری سریع، الگوی متفاوتی از پردازش اطلاعات و عملکرد شناختی را طلب می کند. از این رو، پژوهش حاضر با هدف شناسایی، تبیین و آزمون مدل سلسله مراتبی مهارت های شناختی خلبانان در شرایط اضطراری انجام شد. روش شناسی: پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش، توصیفی - همبستگی با رویکرد مدل سازی معادلات ساختاری بود. جامعه آماری پژوهش را خلبانان فعال و شاغل در یکی از سازمان های هوانوردی جمهوری اسلامی ایران تشکیل دادند. با توجه به ملاحظات امنیتی و محدودیت دسترسی به جامعه پژوهش، نمونه گیری به صورت هدفمند و با استفاده از تکنیک گلوله برفی انجام شد. از مجموع ۹۰ پرسشنامه توزیع شده، ۸۰ پرسشنامه قابل استفاده جمع آوری و تحلیل شد. ابزار گردآوری داده ها، پرسشنامه بسته پاسخ محقق ساخته بود که روایی محتوایی آن با بهره گیری از ارزیابی خبرگان و پایایی آن بر اساس پایایی ترکیبی بررسی و تأیید شد. تحلیل داده ها با استفاده از مدل سازی معادلات ساختاری مبتنی بر حداقل مربعات جزئی و نرم افزار اسمارت پی ال اس انجام گرفت. یافته ها: مدل سلسله مراتبی مهارت های شناختی خلبانان در شرایط اضطراری از پنج مؤلفه اصلی و ۳۲ نشانگر تشکیل شده است. این مؤلفه ها شامل توجه (توجه انتقالی، انتخابی، توزیع شده، متمرکز، پایدار و جهت گیری)، حافظه (حافظه کوتاه مدت کلامی، رویدادی و بصری - فضایی؛ حافظه بلندمدت بصری - فضایی و کلامی؛ و حافظه فعال بصری - فضایی و کلامی)، ادراک (پایش بصری، ادراک بصری، شنیداری و فضایی، تشخیص و تخمین)، کارکردهای اجرایی (استدلال سیال و حل مسئله، انعطاف پذیری شناختی، بازداری، برنامه ریزی، به روزرسانی، تصمیم گیری، سرعت پردازش و چرخش ذهنی) و هماهنگی روانی - حرکتی (سرعت واکنش شنیداری و دیداری) بود. مدل نهایی از برازش قابل قبولی در بخش های اندازه گیری، ساختاری و مدل کلی برخوردار بود که بیانگر کفایت مدل برای تبیین ساختار مهارت های شناختی خلبانان در شرایط اضطراری است. نتیجه گیری: عملکرد ایمن و اثربخش خلبانان در شرایط اضطراری، علاوه بر مهارت های فنی، به مجموعه ای از مهارت های شناختی شامل توجه، حافظه، ادراک، کارکردهای اجرایی و هماهنگی روانی - حرکتی وابسته است. بر این اساس، توجه به این مهارت ها در فرایند گزینش، آموزش، توانمندسازی و ارزیابی دوره های خلبانان می تواند به ارتقای آمادگی شناختی و ایمنی پرواز در شرایط اضطراری کمک کند.

استناد: محبوب، حسن. (۱۴۰۲). شناخت و بقا: مدل سازی مهارت های شناختی خلبانان در شرایط اضطراری. فصلنامه مدیریت دفاع هوایی،

۲۲۰-۲۰۹، (۵)۲.

مقدمه

عملکرد انسان در مشاغل پیچیده و حساس، تا حد زیادی به ظرفیت‌ها و مهارت‌های شناختی او وابسته است. مهارت‌های شناختی از جمله عواملی هستند که تفاوت‌های فردی در عملکرد شغلی را تبیین می‌کنند و توانایی پیش‌بینی طیف گسترده‌ای از پیامدهای عملکردی را دارند (ویزوزواران و وانز،^۱ ۲۰۰۲). اهمیت این ظرفیت‌ها در محیط‌هایی که فرد باید در زمان محدود، اطلاعات متعدد و گاه متعارض را پردازش کند و بر اساس آن تصمیم بگیرد، دوچندان می‌شود. هوانوردی یکی از برجسته‌ترین نمونه‌های چنین محیط‌هایی است؛ زیرا عملکرد خلبان نه تنها مستقیماً بر ایمنی پرواز اثر می‌گذارد، بلکه در شرایط بحرانی می‌تواند تعیین‌کننده بقای سرنشینان و خدمه باشد.

صنعت هوانوردی، همانند بسیاری از صنایع با ریسک بالا، به شدت متکی بر عملکرد انسان است و خطای انسانی همچنان یکی از عوامل مهم در شکل‌گیری سوانح هوایی محسوب می‌شود (ویگمن و شاپل،^۲ ۲۰۰۱). اهمیت این موضوع در حرفه خلبانی بیشتر است؛ زیرا یک خطای شناختی یا تصمیم‌گیری نامناسب می‌تواند در مدت کوتاهی پیامدهای جبران‌ناپذیری ایجاد کند (ماشکی و همکاران، ۲۰۱۱). تحلیل داده‌های سوانح هوایی نیز نشان داده است که خطای انسانی در بخش قابل توجهی از سوانح نقش دارد؛ برای مثال، تحلیل داده‌های هیئت ملی ایمنی ترابری ایالات متحده نشان داد که خطای انسانی به عنوان علت احتمالی در ۳۸ درصد از سقوط‌های مورد بررسی مطرح بوده است (لی و همکاران، ۲۰۰۱). از این رو، شناخت عوامل انسانی مؤثر بر عملکرد خلبانان، یکی از الزامات اساسی ارتقای ایمنی هوانوردی است.

در میان عوامل انسانی، توانایی‌های شناختی جایگاه ویژه‌ای دارند. خلبانی شغلی پیچیده است که مستلزم پایش مستمر محیط، دریافت و تفسیر اطلاعات، حفظ و بازیابی اطلاعات، مدیریت هم‌زمان چند تکلیف، حل مسئله و تصمیم‌گیری در محیطی پویا است. شواهد پژوهشی نیز نشان داده‌اند که آزمون‌های توانایی شناختی در مقایسه با برخی شاخص‌های متعارف مانند تحصیلات، تجربه و مصاحبه‌های غیرساختاریافته، قدرت بیشتری در پیش‌بینی عملکرد پروازی دارند؛ به گونه‌ای که در مطالعه رابرتسون و اسمیت (۲۰۰۱) آزمون‌های توانایی شناختی ضریب روایی حدود ۰.۵۱ برای عملکرد شغلی کلی داشتند. پژوهش‌های

¹. Viswesvaran & Ones

². Wiegmann & Shappell

جدیدتر نیز همچنان بر نقش مهارت های شناختی در عملکرد خلبانان تأکید دارند (ولز و دورنیش^۱، ۲۰۲۰؛ ون بنتم و همکاران^۲، ۲۰۲۴).

باوجوداین، مسئله اصلی زمانی پیچیده تر می شود که عملکرد خلبان در شرایط اضطراری مورد توجه قرار گیرد. در شرایط عادی، بسیاری از فرایندهای پروازی بر اساس رویه های استاندارد و الگوهای نسبتاً آشنا انجام می شوند؛ اما در شرایط اضطراری، خلبان با تغییر ناگهانی وضعیت، محدودیت زمانی، افزایش بار شناختی، ضرورت اولویت بندی اطلاعات، عدم قطعیت و نیاز به تصمیم گیری سریع مواجه می شود. بنابراین، نمی توان لزوماً فرض کرد مجموعه توانایی های شناختی مؤثر در عملکرد عادی پرواز، با همان شدت و الگو در شرایط اضطراری نیز عمل می کنند. شواهد اخیر نیز نشان می دهند که شرایط اضطراری با تغییر در الگوهای بار شناختی و افزایش فعالیت شبکه های مرتبط با کنترل اجرایی همراه است (ژانگ و همکاران، ۲۰۲۴؛ کاسی^۳ و همکاران، ۲۰۲۴). در چنین شرایطی، حتی تغییرات کوچک در توجه، حافظه، ادراک، کارکردهای اجرایی یا پاسخ های روانی - حرکتی می تواند مسیر تصمیم گیری و عملکرد خلبان را تغییر دهد.

اهمیت این موضوع را می توان در برخی سوانح و رویدادهای مشهور هوانوردی مشاهده کرد؛ جایی که نحوه دریافت، انتخاب، تفسیر و پردازش اطلاعات توسط خلبانان و توانایی آنان در حفظ کنترل شناختی و حرکتی، در مدیریت وضعیت اضطراری نقش داشته است. بنابراین، مسئله صرفاً شناسایی «توانایی شناختی» به صورت کلی نیست، بلکه تعیین این موضوع است که چه مجموعه ای از مهارت های شناختی و با چه ساختاری می تواند عملکرد اثربخش خلبان را در شرایط اضطراری پشتیبانی کند.

با وجود گسترش مطالعات مربوط به شناخت و عملکرد پروازی، بخش قابل توجهی از پژوهش های موجود، توانایی های شناختی را به صورت منفرد یا در ارتباط با عملکرد عمومی خلبانان بررسی کرده اند. در نتیجه، هنوز تصویر یکپارچه و سلسله مراتبی از مهارت های شناختی مورد نیاز خلبانان در شرایط اضطراری به اندازه کافی روشن نیست. به بیان دیگر، اگرچه پژوهش ها شواهدی درباره اهمیت توجه، حافظه، ادراک، کارکردهای اجرایی و هماهنگی روانی - حرکتی ارائه کرده اند، مشخص نیست که این مؤلفه ها در قالب یک ساختار شناختی یکپارچه چگونه سازمان می یابند و آیا می توان مدلی معتبر برای تبیین مهارت های

1. Volz & Dorneich

2. Van Benthem

3. Causse

شناختی خلبانان در شرایط اضطراری ارائه کرد.

این خلأ از نظر علمی و عملی اهمیت دارد؛ زیرا فقدان چنین مدلی، امکان طراحی یک چارچوب منسجم برای گزینش شناختی خلبانان، آموزش و توانمندسازی، ارزیابی دوره‌ای، شناسایی نقاط ضعف شناختی و آماده‌سازی خلبانان برای مواجهه با شرایط اضطراری را محدود می‌کند. بنابراین، مسئله اساسی پژوهش حاضر این است که: مهارت‌ها و توانایی‌های شناختی تشکیل‌دهنده عملکرد اثربخش خلبانان در شرایط اضطراری کدام‌اند و این مهارت‌ها چگونه در قالب یک مدل سلسله‌مراتبی سازمان می‌یابند؟ بر همین اساس، پژوهش حاضر با هدف شناسایی و اعتبارسنجی مدل مهارت‌های شناختی خلبانان در شرایط اضطراری و ارزیابی ساختار آن از دیدگاه خلبانان انجام شده است.

پیشینه پژوهش

مهارت‌ها و توانایی‌های شناختی و جایگاه آن در عملکرد خلبانان؛ مهارت‌ها و توانایی‌های شناختی به مجموعه‌ای از ظرفیت‌ها و فرایندهای ذهنی اطلاق می‌شوند که فرد از طریق آنها اطلاعات محیط را دریافت، انتخاب، پردازش، ذخیره و بازیابی کرده و بر اساس آن به حل مسئله، تصمیم‌گیری و اقدام می‌پردازد. این توانایی‌ها یک سازه واحد و ساده نیستند، بلکه مجموعه‌ای از فرایندهای به هم پیوسته را دربرمی‌گیرند که هر یک، متناسب با ماهیت تکلیف و شرایط محیطی، می‌توانند سهم متفاوتی در عملکرد داشته باشند. شواهد گسترده نشان داده‌اند که توانایی‌های شناختی نه تنها با عملکرد شغلی، بلکه با طیف وسیعی از پیامدهای مهم زندگی ارتباط دارند (گاتفردسون^۱، ۱۹۹۷؛ جنسن^۲، ۱۹۹۸؛ لوبینسکی، ۲۰۰۰؛ ری و کارتا، ۲۰۰۲؛ اشمیت^۳، ۲۰۰۲).

اهمیت توانایی‌های شناختی در محیط‌های پیچیده و پرخطر از آنجا ناشی می‌شود که فرد باید بتواند در شرایط محدودیت زمانی، اطلاعاتی و گاه فیزیکی، منابع شناختی خود را به شکل مؤثر تخصیص دهد. در چنین محیط‌هایی، صرف برخورداری از دانش تخصصی یا مهارت‌های فنی برای عملکرد مطلوب کافی نیست؛ بلکه فرد باید بتواند اطلاعات مرتبط را از میان حجم زیادی از محرک‌ها تشخیص دهد، آنها را با اطلاعات پیشین تلفیق کند، وضعیت موجود را تفسیر کند، پیامد گزینه‌های مختلف را ارزیابی کرده و در نهایت به اقدام مناسب دست بزند. از همین رو، سازمان‌های پژوهشی و دفاعی طی سال‌های گذشته توجه

1. Gottfredson

2. Jensen

3. Schmidt

قابل توجهی به مطالعه فرایندهای شناختی و دستیابی به نوعی برتری شناختی داشته اند (برونی و همکاران، ۲۰۲۰؛ فریدل^۱ و همکاران، ۲۰۰۷؛ هوگس^۲ و همکاران، ۲۰۲۰؛ بلاکر و همکاران، ۲۰۱۹).

هوانوردی یکی از نمونه های برجسته محیط های پیچیده ای است که در آن محدودیت زمانی، حجم بالای اطلاعات، تغییرپذیری محیط، ضرورت پایش مستمر و پیامدهای بالقوه سنگین خطا، اهمیت فرایندهای شناختی را دوچندان می کند. خلبان در جریان پرواز باید به طور مستمر اطلاعات مربوط به وضعیت هواپیما، ابزارهای پروازی، محیط بیرونی، ارتباطات رادیویی و تغییرات موقعیتی را دریافت و تفسیر کند و همزمان، اقدامات خود را با وضعیت در حال تغییر هماهنگ سازد. از این رو، شناخت در هوانوردی صرفاً به یک توانایی ذهنی منفرد محدود نمی شود، بلکه شبکه ای از قابلیت های شناختی و روانی - حرکتی را دربرمی گیرد که به صورت متقابل بر یکدیگر اثر می گذارند (کاسی و همکاران^۳، ۲۰۱۲).

در این میان، توجه نقش تنظیم کننده منابع شناختی را بر عهده دارد و تعیین می کند کدام اطلاعات در یک لحظه خاص مورد پردازش قرار گیرند. حافظه امکان حفظ و بازیابی اطلاعات مورد نیاز را فراهم می کند و به خلبان اجازه می دهد اطلاعات جاری را با تجربه و دانش پیشین پیوند دهد. ادراک موجب می شود اطلاعات حسی دریافت شده از محیط به یک برداشت معنادار از وضعیت هواپیما و محیط پرواز تبدیل شود. کارکردهای اجرایی فرایندهای مختلف شناختی را برای برنامه ریزی، حل مسئله، تصمیم گیری، کنترل رفتار و سازگاری با شرایط جدید هماهنگ می کنند. در نهایت، هماهنگی روانی - حرکتی امکان تبدیل فرایندهای شناختی و ادراکی به پاسخ های حرکتی سریع و دقیق را فراهم می سازد. بنابراین، می توان این پنج حوزه را اجزای به هم پیوسته یک نظام شناختی دانست که عملکرد خلبان را در محیط پیچیده پرواز پشتیبانی می کند.

ابعاد مهارت های شناختی در شرایط پروازی و اضطراری؛ یکی از بنیادی ترین

مؤلفه های این نظام، توجه است. توجه به توانایی فرد برای انتخاب، حفظ و تغییر تمرکز شناختی در میان اطلاعات و محرک های متعدد اشاره دارد و از یک سو شامل تمرکز انتخابی بر اطلاعات مرتبط و نادیده گرفتن محرک های نامرتب و از سوی دیگر، تخصیص منابع محدود پردازشی به تکالیف مختلف است (اندرسون، ۲۰۰۴). اهمیت توجه در خلبانی از آنجا ناشی می شود که خلبان باید به صورت همزمان چندین منبع اطلاعاتی، از جمله ابزارهای پروازی، وضعیت هواپیما، محیط بیرونی، ارتباطات رادیویی و تغییرات موقعیتی را پایش کند.

¹. Friedl

². Hughes

³. Causse

بنابراین، توجه در محیط پرواز ماهیتی چندبعدی دارد و مؤلفه‌هایی مانند توجه انتخابی، تقسیم‌شده، پایدار، انتقالی، جهت‌گیری و متمرکز را دربرمی‌گیرد. پژوهش‌های مختلف نیز ارتباط این مؤلفه‌ها را با عملکرد پروازی نشان داده‌اند (دینوو و همکاران، ۲۰۱۶؛ کینگ^۱ و همکاران، ۲۰۱۳؛ گری و همکاران، ۲۰۱۶). این اهمیت در شرایط اضطراری بیشتر می‌شود؛ زیرا خلبان باید در زمانی کوتاه اطلاعات حیاتی را از میان حجم زیادی از محرک‌ها تشخیص دهد، تمرکز خود را میان منابع مختلف جابه‌جا کند و از نادیده گرفتن نشانه‌های مهم جلوگیری کند.

در کنار توجه، حافظه یکی از سازوکارهای اساسی برای حفظ تداوم پردازش شناختی است. حافظه فرایندی است که طی آن اطلاعات رمزگردانی، ذخیره و بازیابی می‌شوند و از این طریق، امکان استفاده از تجربه‌های پیشین در موقعیت‌های جدید فراهم می‌شود. در میان انواع حافظه، حافظه فعال جایگاه ویژه‌ای در عملکردهای پیچیده دارد؛ زیرا امکان نگهداری موقت اطلاعات و پردازش هم‌زمان آنها را فراهم می‌کند (اسمیت - اسپارک و فیسک، ۲۰۰۷؛ کوهن و کانوی، ۲۰۰۸). در مدل بدلی و هیچ، حافظه فعال از سامانه‌هایی مانند صفحه دیداری - فضایی، حلقه واجی و مجری مرکزی تشکیل شده است و در صورت‌بندی‌های توسعه‌یافته، مؤلفه‌هایی مانند حافظه فضایی و حافظه مربوط به اشیاء نیز مورد توجه قرار گرفته‌اند (بدلی، ۱۹۹۶). در محیط پرواز، خلبان باید اطلاعات دریافتی از ابزارها، ارتباطات و محیط را برای مدت کافی حفظ و با اطلاعات جدید ترکیب کند. شواهد تجربی نیز نشان داده‌اند که حافظه کوتاه‌مدت کلامی، حافظه رویدادی، حافظه بصری - فضایی، حافظه بلندمدت کلامی و بصری - فضایی و حافظه فعال کلامی و بصری - فضایی با عملکرد خلبانان ارتباط دارند (ارویال و همکاران، ۲۰۰۲). اهمیت حافظه در شرایط اضطراری از آن جهت افزایش می‌یابد که خلبان باید اطلاعات مربوط به وضعیت هواپیما، رویه‌های اضطراری و اقدامات انجام‌شده را به سرعت بازیابی و با اطلاعات جدید تلفیق کند.

ادراک نیز حلقه دیگری در این زنجیره شناختی است. ادراک فرایندی است که طی آن اطلاعات حسی دریافت‌شده از محیط سازمان‌دهی و تفسیر می‌شوند و برای فرد معنا پیدا می‌کنند (دوشر و لو، ۲۰۰۷). در این فرایند، اطلاعات حاصل از سامانه‌های حسی مختلف پردازش و با یکدیگر تلفیق می‌شوند تا تصویری معنادار از وضعیت محیط شکل گیرد. نظریه‌های ادراک، از جمله رویکرد پایین به بالا گیبسون و رویکرد بالا به پایین گرگوری، بر جنبه‌های متفاوت این فرایند تأکید کرده‌اند (گیبسون، ۱۹۶۶؛ گرگوری، ۱۹۷۰). در هوانوردی،

^۱. King

ادراک اهمیت ویژه ای دارد؛ زیرا تصمیم گیری خلبان مستقیماً به برداشت او از وضعیت هواپیما و محیط پرواز وابسته است. پایش بصری، ادراک بصری، شنیداری و فضایی، تشخیص و تخمین از جمله قابلیت هایی هستند که با عملکرد خلبانان ارتباط دارند. مطالعات نیز نشان داده اند که خلبانان باتجربه در برخی توانایی های ادراکی نسبت به افراد عادی عملکرد مطلوب تری دارند (پیترزیک و همکاران، ۲۰۲۰). در شرایط اضطراری، اهمیت ادراک افزایش می یابد؛ زیرا خلبان باید در زمانی کوتاه نشانه های حسی مهم را از اطلاعات نامرتب تفکیک کرده و تصویری دقیق از وضعیت هواپیما و محیط ایجاد کند. خطا در این مرحله می تواند به شکل گیری برداشت نادرست از موقعیت و تصمیم گیری نامناسب منجر شود.

کارکردهای اجرایی در سطحی بالاتر، فرایندهای شناختی مختلف را برای دستیابی به هدف سازمان دهی و کنترل می کنند. برنامه ریزی، استدلال، سازمان دهی، کنترل توجه، حافظه فعال، بازداری و انعطاف پذیری شناختی از جمله فرایندهایی هستند که در چارچوب کارکردهای اجرایی مورد توجه قرار گرفته اند (اندرسون، ۲۰۰۲). اگرچه درباره ساختار دقیق این کارکردها دیدگاه های متفاوتی وجود دارد، پژوهشگران در مجموع بر وجود مجموعه ای از فرایندهای مرتبط با کنترل و تنظیم رفتار توافق دارند. برای نمونه، میاکه و همکاران (۲۰۰۰) بر تمایزپذیری نسبی مؤلفه های اجرایی در کنار وجود یک زمینه مشترک تأکید کرده اند، در حالی که بارکلی (۲۰۰۶) و دنکلا (۲۰۰۷) بازداری، حافظه فعال و برنامه ریزی را از مؤلفه های مهم این حوزه دانسته اند. در هوانوردی، کارکردهای اجرایی برای مدیریت موقعیت های پیچیده و متغیر اهمیت ویژه ای دارند. استدلال سیال و حل مسئله، انعطاف پذیری شناختی، بازداری، برنامه ریزی، به روزرسانی، تصمیم گیری، سرعت پردازش و چرخش ذهنی از جمله قابلیت هایی هستند که با عملکرد پروازی ارتباط نشان داده اند (ویلسون، ۲۰۲۲؛ ولز و دورنیش، ۲۰۲۰). در شرایط اضطراری، این قابلیت ها اهمیت بیشتری پیدا می کنند؛ زیرا خلبان باید در مواجهه با رویدادی پیش بینی نشده، اطلاعات جدید را ارزیابی، گزینه های مختلف را مقایسه، پیامدهای آنها را پیش بینی و در زمانی محدود مناسب ترین اقدام را انتخاب کند (دهایس و همکاران، ۲۰۱۷).

در نهایت، هماهنگی روانی - حرکتی حلقه اتصال میان پردازش شناختی و اقدام عملی است. مهارت های روانی - حرکتی به توانایی تبدیل فرایندهای شناختی، ادراکی و تصمیم گیری به پاسخ های حرکتی سریع و دقیق اشاره دارند. به همین دلیل، در تکالیفی که مستلزم پاسخ حرکتی سریع و دقیق هستند، تفکیک کامل مؤلفه شناختی از مؤلفه حرکتی

دشوار است (دیلنوزا، ۲۰۲۳؛ هوروشکیویچ^۱ و همکاران، ۲۰۲۲). در هوانوردی، افزایش خودکارسازی سامانه‌ها از اهمیت این قابلیت نکاسته است؛ زیرا خلبان همچنان باید بتواند اطلاعات ادراکی و شناختی را به پاسخ حرکتی متناسب با شرایط تبدیل کند (تومچاک، ۲۰۱۵؛ پروکوپچیک، ۲۰۲۲). این قابلیت در شرایط اضطراری اهمیت بیشتری پیدا می‌کند؛ زیرا فاصله زمانی میان تشخیص وضعیت و اقدام مناسب ممکن است بسیار کوتاه باشد. سرعت واکنش شنیداری و دیداری، برای مثال در موقعیت‌هایی مانند بازیابی از استال، کنترل هواپیما در باد متقاطع یا واکنش سریع به تغییرات ناگهانی، می‌تواند نقش تعیین‌کننده‌ای در عملکرد خلبان داشته باشد.

این پنج حوزه را نمی‌توان مجموعه‌ای از مهارت‌های مستقل در نظر گرفت. عملکرد شناختی خلبان از تعامل آنها شکل می‌گیرد؛ به این معنا که توجه، اطلاعات مرتبط را انتخاب می‌کند؛ ادراک، این اطلاعات را به یک برداشت معنادار از وضعیت تبدیل می‌کند؛ حافظه، اطلاعات جاری را با دانش و تجربه پیشین پیوند می‌دهد؛ کارکردهای اجرایی، این اطلاعات را برای حل مسئله و تصمیم‌گیری سازمان‌دهی می‌کنند؛ و هماهنگی روانی - حرکتی، تصمیم حاصل را به اقدام سریع و دقیق تبدیل می‌کند. از این رو، شرایط اضطراری را می‌توان موقعیتی دانست که در آن عملکرد این اجزا به صورت هم‌زمان و تحت فشار زمانی و شناختی به آزمون گذاشته می‌شود.

یکپارچگی مهارت‌های شناختی و شکل‌گیری مدل نظری پژوهش؛ مرور مبانی نظری

نشان می‌دهد که عملکرد مؤثر خلبان در شرایط اضطراری حاصل عملکرد یک فرایند شناختی منفرد نیست، بلکه نتیجه تعامل و هماهنگی چندین قابلیت شناختی و روانی - حرکتی است. تفاوت اصلی شرایط اضطراری با شرایط عادی نیز در همین نکته نهفته است که خلبان باید مجموعه این قابلیت‌ها را در زمانی کوتاه، تحت فشار بالا و در شرایطی همراه با عدم قطعیت به کار گیرد. بنابراین، اهمیت هر یک از مؤلفه‌های شناختی را نمی‌توان صرفاً بر اساس رابطه آنها با عملکرد عمومی پرواز ارزیابی کرد؛ بلکه باید نحوه سازمان‌یافتگی و تعامل آنها در موقعیت اضطراری نیز مورد توجه قرار گیرد.

با وجود گسترش مطالعات درباره شناخت و عملکرد پروازی، بخش قابل توجهی از پژوهش‌های موجود، این قابلیت‌ها را به صورت منفرد یا در ارتباط با عملکرد عمومی خلبانان بررسی کرده‌اند. در مقابل، شرایط اضطراری از نظر فشار زمانی، بار شناختی، عدم قطعیت و ضرورت تصمیم‌گیری سریع، با شرایط عادی پرواز تفاوت اساسی دارد. شواهد جدید نیز نشان

¹. Horoszkiewicz

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش، همبستگی است. با توجه به اینکه هدف پژوهش، اعتبارسنجی مدل مهارت‌های شناختی خلبانان جنگنده در شرایط اضطراری و بررسی روابط چندمتغیره میان سازه‌های تشکیل‌دهنده آن است، روش همبستگی برای پژوهش انتخاب شد. در این رویکرد، ابتدا سازه‌ها و مؤلفه‌های مرتبط با مهارت‌های شناختی خلبانان بر اساس مبانی نظری و پیشینه پژوهش شناسایی و سپس روابط میان آنها با اتکا به دیدگاه خبرگان، یعنی خلبانان دارای تجربه عملی، مورد ارزیابی قرار گرفت.

جامعه آماری پژوهش را خلبانان فعال و مشغول به خدمت در یکی از سازمان‌های هوانوردی جمهوری اسلامی ایران تشکیل دادند. با توجه به محدودیت‌های دسترسی و امکان‌پذیر نبودن شناسایی مستقیم تمامی اعضای جامعه، از نمونه‌گیری هدفمند و تکنیک گلوله‌برفی استفاده شد. معیارهای ورود به پژوهش شامل داشتن تجربه مواجهه با شرایط اضطراری پرواز و فعال بودن در فعالیت‌های پروازی در زمان اجرای پژوهش بود. خلبانان بازنشسته نیز از مطالعه کنار گذاشته شدند. در گام نخست، تعدادی از خلبانان باتجربه که سابقه عملکرد موفق در شرایط اضطراری داشتند شناسایی شدند و از آنان خواسته شد سایر خلبانان واجد شرایط و دارای تجربه مرتبط را معرفی کنند. در نهایت، ۹۰ خلبان شناسایی شدند که از میان آنان ۸۰ نفر پرسشنامه را به‌طور کامل تکمیل کردند و در تحلیل نهایی مورد استفاده قرار گرفتند.

ابزار گردآوری داده‌ها، پرسشنامه بسته‌پاسخ محقق ساخته بود. انتخاب پرسشنامه نگرش‌سنج به جای آزمون‌های مستقیم عملکرد شناختی، مانند آزمون‌های استاندارد توجه، بر اساس ملاحظات روش‌شناختی و عملی صورت گرفت. نخست، جمع‌آوری داده‌های عملکردی واقعی از خلبانان در شرایط اضطراری به دلیل ملاحظات ایمنی، اخلاقی و محدودیت‌های دسترسی، امکان‌پذیر نبود. دوم، خلبانان باتجربه، به دلیل برخورداری از تجربه عملی و آگاهی موقعیتی، می‌توانند جنبه‌های ظریف و کاربردی مهارت‌های شناختی مورد نیاز در شرایط اضطراری را شناسایی کنند؛ جنبه‌هایی که لزوماً از طریق آزمون‌های مستقیم شناختی قابل سنجش نیستند. از این رو، استفاده از ارزیابی خبرگان به‌عنوان منبعی تخصصی و هدفمند برای شناسایی اهمیت این مهارت‌ها در شرایط اضطراری مناسب تشخیص داده شد. برای طراحی پرسشنامه، ابتدا فهرستی از مهارت‌های شناختی خلبانان، شامل ابعاد و شاخص‌های آنها، بر اساس مطالعه مبانی نظری و پیشینه پژوهش استخراج شد. سپس، پرسشنامه بر مبنای این مؤلفه‌ها طراحی گردید و در دو بخش تنظیم شد: بخش نخست شامل اطلاعات جمعیت‌شناختی و بخش دوم شامل ابعاد و شاخص‌های مهارت‌های شناختی

مورد نیاز خلبانان برای عملکرد اثربخش در شرایط اضطراری. در بخش دوم، هر یک از سازه های اصلی، مانند توجه، به ابعاد مشخصی، مانند توجه پایدار، تقسیم شد. برای هر یک از این ابعاد نیز تعریف دقیق و نمونه هایی از مصادیق آن در عملکرد پروازی ارائه شد تا پاسخ دهندگان برداشت مشترک و روشنی از مفاهیم مورد ارزیابی داشته باشند.

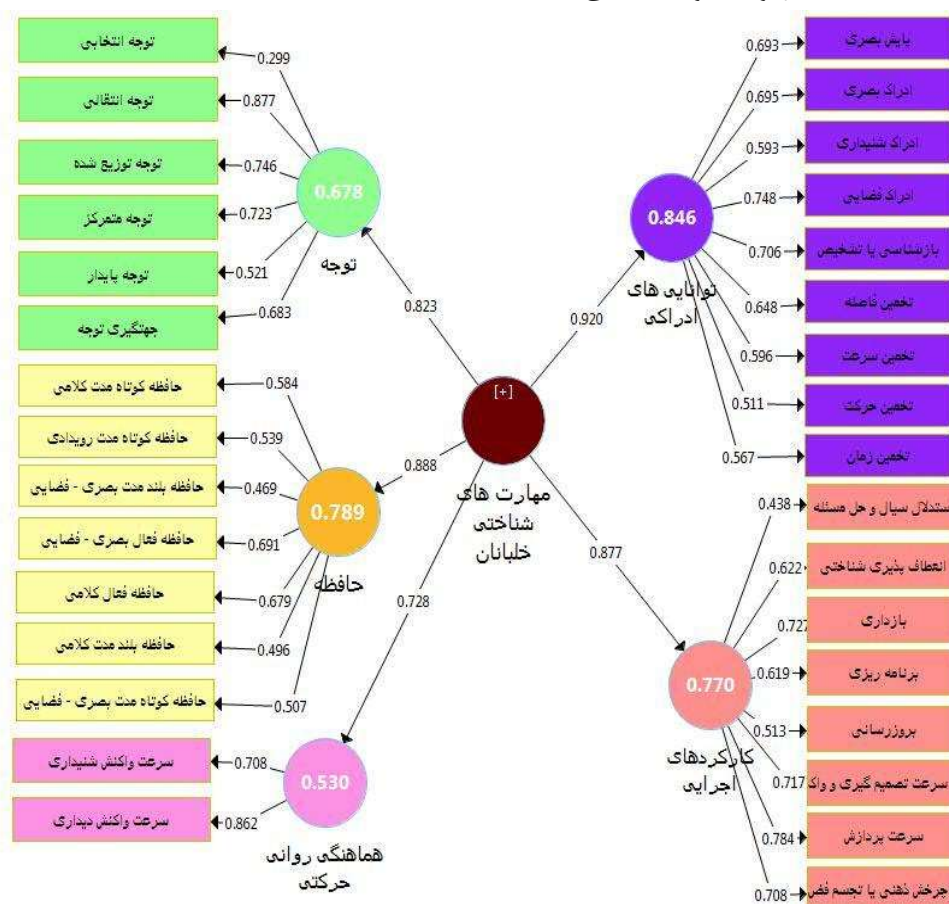
به منظور بررسی روایی صوری و محتوایی پرسشنامه، پنلی از خبرگان شامل خلبانان باتجربه و متخصصان حوزه شناخت تشکیل شد. در این فرایند، متخصصان شناختی ساختار سازه ها و تعریف مفهومی آنها و خلبانان باتجربه، تناسب و واقع بینانه بودن مصادیق عملکردی آنها را بررسی کردند. پس از اعمال اصلاحات و پیشنهادهای ارائه شده، نسخه نهایی پرسشنامه تهیه و در اختیار نمونه پژوهش قرار گرفت. پایایی ابزار نیز با استفاده از پایایی ترکیبی مورد بررسی و تأیید قرار گرفت.

در فرایند گردآوری داده ها، از خلبانان خواسته شد پس از مطالعه دقیق سازه های اصلی، ابعاد فرعی و مصادیق عملکردی آنها، میزان اهمیت هر یک از مهارت های شناختی را برای عملکرد اثربخش در شرایط اضطراری ارزیابی کنند. این ارزیابی در مقیاس چهاردرجه ای انجام شد: ۴ = خیلی زیاد، ۳ = زیاد، ۲ = کم و ۱ = خیلی کم. استفاده از مقیاس چهاردرجه ای با هدف حذف گزینه حد وسط و کاهش گرایش پاسخ دهندگان به انتخاب پاسخ میانه صورت گرفت. همچنین، برای جلوگیری از خطای تفسیر، در دستورالعمل پرسشنامه تصریح شد که هدف، ارزیابی سطح توانایی یا مهارت شناختی خود خلبانان نیست؛ بلکه آنان باید اهمیت ادراک شده هر یک از سازه ها و مؤلفه های شناختی را برای عملکرد مؤثر خلبان در شرایط اضطراری ارزیابی کنند.

برای تحلیل داده ها و اعتبارسنجی مدل، از مدل سازی معادلات ساختاری و رویکرد حداقل مربعات جزئی با استفاده از نرم افزار پی ال اس استفاده شد. ارزیابی مدل در سه سطح شامل مدل اندازه گیری، مدل ساختاری و مدل کلی انجام گرفت. در ارزیابی مدل اندازه گیری، پایایی شاخص ها و سازه ها با استفاده از آلفای کرونباخ، پایایی ترکیبی و ضرایب بارهای عاملی بررسی شد. همچنین، روایی همگرا با استفاده از میانگین واریانس استخراج شده و روایی واگرا با بهره گیری از معیار فورنل و لارکر، روایی یگانه - دوگانه و بارهای عاملی متقاطع مورد ارزیابی قرار گرفت. در ارزیابی مدل ساختاری، معیارهایی همچون ضریب تعیین (R^2)، شاخص پیش بینی (Q^2) و اندازه اثر برای بررسی قدرت تبیین و پیش بینی مدل مورد استفاده قرار گرفتند. در نهایت، برای ارزیابی مدل کلی، شاخص برازش کلی (GOF)، شاخص جذر میانگین مربعات باقیمانده استاندارد (SRMR) و شاخص ریشه میانگین مربعات تقریب (RMSEA) مورد توجه قرار گرفتند.

یافته‌های پژوهش

مدل مهارت‌های شناختی خلبانان در شرایط اضطراری، یک مدل علی است که در آن مولفه‌های مهارت‌های شناختی در قالب یک مدل سلسله‌مراتبی ترسیم شده است. همانطور که در شکل (۲) نشان داده شده است، مدل معادلات ساختاری مهارت‌های شناختی خلبانان متشکل از ۳۲ نشانگر و ۵ مولفه اصلی است



شکل ۲. مدل آزمون شده مهارت‌های شناختی خلبانان در شرایط اضطراری

همانطور که در جدول آماره‌های توصیفی (جدول ۱) نشان داده شده است، در بعد توجه، بیشترین میانگین مربوط به مولفه توجه انتقالی (۳/۹۲۵) و کمترین میانگین مربوط به مولفه توجه انتخابی (۳/۲۲۵) است. در بعد حافظه، بیشترین میانگین مربوط به حافظه فعال بصری - فضایی (۳/۹۲۵) و کمترین میانگین مربوط به مولفه حافظه کوتاه مدت رویدادی (۳/۶۷۵) است. در بعد توانایی‌های ادراکی، بیشترین میانگین مربوط به مولفه ادراک فضایی (۳/۹۷۵) و کمترین میانگین مربوط به مولفه تخمین فاصله است (۳/۷۷۳). در بعد هماهنگی روانی - حرکتی، بیشترین میانگین مربوط به مولفه سرعت واکنش دیداری (۳/۹۲۵) و کمترین میانگین مربوط به مولفه سرعت واکنش شنیداری (۳/۸۹۷) است. در بعد کارکردهای اجرایی، بیشترین میانگین مربوط به مولفه سرعت پردازش (۳/۹۲۷) و کمترین میانگین مربوط به

مولفه استدلال سیال (۳/۵۵۰) است.

جدول ۱. آماره های توصیفی مولفه های مدل مهارت های شناختی خلبانان

مهارت های شناختی		Mean	S.D	Kurtosis	Skewness
توجه	توجه توزیع شده	۳/۸۷۵	۰/۳۳۱	۳/۴۲۷	-۲/۳۱۱
	توجه انتخابی	۳/۲۲۵	۰/۹۶۱	۰/۳۷۵	-۱/۱۵۹
	توجه انتقالی	۳/۹۲۵	۰/۲۶۳	۹/۰۴۴	-۳/۲۸۹
	توجه پایدار	۳/۶۷۵	۰/۶۴۸	۶/۱۳۲	-۲/۳۷۱
	توجه متمرکز	۳/۸۲۱	۰/۳۸۴	۰/۹۲۴	-۱/۷۰۳
	جهت گیری توجه	۳/۸۰۰	۰/۵۱۰	۵/۸۲۲	-۲/۵۸۳
حافظه	حافظه فعال کلامی	۳/۸۷۵	۰/۳۹۹	۱۱/۶۹۷	-۳/۴۱۷
	حافظه فعال بصری - فضایی	۳/۹۲۵	۰/۲۶۳	۹/۰۴۴	-۳/۲۸۹
	حافظه کوتاه مدت بصری - فضایی	۳/۷۵۰	۰/۴۳۳	-۰/۶۳۱	-۱/۱۷۷
	حافظه کوتاه مدت کلامی	۳/۸۵۰	۰/۴۲۱	۸/۵۶۶	-۲/۹۵۴
	حافظه کوتاه مدت رویدادی	۳/۶۷۵	۰/۷۸۷	۵/۱۵۵	-۲/۴۸۱
	حافظه بلند مدت بصری - فضایی	۳/۸۷۵	۰/۳۳۱	۳/۴۲۷	-۲/۳۱۱
	حافظه بلند مدت کلامی	۳/۸۵۰	۰/۳۵۷	۲/۰۴۷	-۱/۹۸۸
توانایی های ادراکی	ادراک فضایی	۳/۹۷۵	۰/۱۵۶	۳۷/۳۹۶	-۶/۲۰۲
	ادراک بصری	۳/۸۲۵	۰/۳۸۰	۱/۰۶۶	-۱/۷۴۴
	ادراک شنیداری	۳/۹۲۵	۰/۳۴۶	۲۳/۹۲۰	-۴/۸۸۶
	پایش بصری	۳/۹۰۰	۰/۳۰۰	۵/۵۲۴	-۲/۷۱۸
	بازشناسی یا تشخیص	۳/۸۵۰	۰/۳۵۷	۲/۰۴۳	-۱/۹۹۸
	تخمین فاصله	۳/۷۷۳	۰/۴۱۸	-۰/۲۰۴	-۱/۳۴۲
	تخمین سرعت	۳/۷۷۵	۰/۴۲۰	-۰/۲۰۵	-۱/۳۴۶
	تخمین حرکت	۳/۸۲۵	۰/۴۴۱	۶/۳۵۹	-۲/۵۸۸
	تخمین زمان	۳/۸۰۰	۰/۴۰۰	۰/۳۴۵	-۱/۵۲۹
هماهنگی روانی - حرکتی	سرعت واکنش شنیداری	۳/۸۹۷	۰/۳۰۳	۵/۲۷۲	-۲/۶۷۲
	سرعت واکنش دیداری	۳/۹۲۵	۰/۲۶۳	۹/۰۴۴	-۳/۲۸۹
کارکردهای	به روز رسانی	۳/۸۷۵	۰/۳۳۱	۳/۴۲۷	-۲/۳۱۱

مهارت‌های شناختی		Mean	S.D	Kurtosis	Skewness
اجرایی	چرخش ذهنی یا تجسم فضایی	۳/۹۰۰	۰/۳۰۰	۵/۵۲۴	-۲/۷۱۸
	برنامه‌ریزی	۳/۹۲۵	۰/۲۶۳	۹/۰۴۴	-۳/۲۸۹
	انعطاف‌پذیری شناختی	۳/۸۵۰	۰/۳۵۷	۲/۰۴۳	-۱/۹۹۸
	بازداری	۳/۷۲۵	۰/۵۴۷	۲/۷۷۳	-۱/۹۱۲
	استدلال سیال و حل مسئله	۳/۵۵۰	۰/۷۴۰	۲/۳۵۰	-۱/۶۷۵
	سرعت تصمیم‌گیری و واکنش	۳/۸۷۵	۰/۳۳۱	۳/۴۲۷	-۲/۳۱۱
	سرعت پردازش	۳/۹۲۷	۰/۲۶۳	۹/۰۴۴	-۳/۲۸۹

ارزیابی مدل مهارت‌های شناختی خلبانان؛ بخش اندازه‌گیری با استفاده از معیارهای پایایی شاخص مدل (آلفای کرونباخ، پایایی ترکیبی، ضرایب بارهای عاملی)؛ روایی همگرایی مدل (جذر واریانس اشتراکی)؛ روایی واگرایی مدل (معیار فورنل و لارکر، روایی یگانه - دوگانه، بارهای عاملی متقاطع) ارزیابی شده است. بخش ساختاری مدل با استفاده از معیارهای ضریب تعیین (R^2)، شاخص Q^2 و معیار تغییرپذیری ارزیابی شده است. بخش کلی مدل با استفاده از معیار GOF ، شاخص جذر میانگین مربعات باقیمانده استاندارد و شاخص تتای ریشه میانگین مربعات، ارزیابی شده است.

بارهای عاملی در خصوص سازه‌های مرتبه اول و دوم نشان می‌دهد که همه سازه‌های مدل، دارای بار عاملی مثبت، معنادار و بیشتر از حد مطلوب $0/4$ می‌باشند. بیشترین بار عاملی مربوط به مولفه توانایی‌های ادراکی ($\lambda=0/920$) و کمترین بار عاملی مربوط به مولفه هماهنگی روانی حرکتی ($\lambda=0/920$) است. همچنین در سازه توجه، مولفه توجه انتقالی دارای بیشترین بار عاملی ($\lambda=0/877$) و توجه انتخابی دارای کمترین بار عاملی است ($\lambda=0/299$). در سازه حافظه، حافظه فعال بصری - فضایی دارای بیشترین بار عاملی ($\lambda=0/691$) و حافظه بلندمدت بصری - فضایی دارای کمترین بار عاملی است ($\lambda=0/469$). در سازه هماهنگی روانی - حرکتی سرعت واکنش دیداری دارای بیشترین بار عاملی است ($\lambda=0/862$). در سازه توانایی‌های ادراکی مولفه ادراک فضایی دارای بیشترین بار عاملی ($\lambda=0/748$) و تخمین حرکت دارای کمترین بار عاملی است ($\lambda=0/511$). در سازه کارکردهای اجرایی مولفه سرعت پردازش دارای بیشترین بار عاملی ($\lambda=0/748$) و استدلال سیال دارای کمترین بار عاملی است ($\lambda=0/438$).

جدول ۲. بارهای عاملی و معناداری سازه های مرتبه اول و دوم مدل

سازه	بار عاملی	ضرایب t	نتیجه
توجه	۰/۸۲۳	۱۶/۹۹۴	تایید
توجه انتخابی	۰/۲۹۹	۱/۹۸۷	تایید
توجه انتقالی	۰/۸۷۷	۹/۷۸۲	تایید
توجه توزیع شده	۰/۷۴۶	۶/۳۳۰	تایید
توجه متمرکز	۰/۷۲۳	۷/۵۳۳	تایید
توجه پایدار	۰/۵۲۱	۴/۱۵۶	تایید
جهت گیری توجه	۰/۶۸۳	۷/۱۱۰	تایید
حافظه	۰/۸۸۸	۲۶/۹۷۳	تایید
حافظه کوتاه مدت کلامی	۰/۵۸۴	۳/۶۴۸	تایید
حافظه کوتاه مدت رویدادی	۰/۵۳۹	۳/۶۳۵	تایید
حافظه بلند مدت بصری - فضایی	۰/۴۶۹	۲/۵۴۲	تایید
حافظه فعال بصری - فضایی	۰/۶۹۱	۷/۳۲۸	تایید
حافظه بلند مدت کلامی	۰/۶۷۹	۴/۵۸۰	تایید
حافظه کوتاه مدت بصری - فضایی	۰/۴۹۶	۲/۲۶۳	تایید
حافظه فعال کلامی	۰/۵۰۷	۳/۵۹۰	تایید
هماهنگی روانی - حرکتی	۰/۷۲۸	۵/۰۸۸	تایید
سرعت واکنش شنیداری	۰/۷۰۸	۵/۷۵۸	تایید
سرعت واکنش دیداری	۰/۸۶۲	۳/۵۸۳	تایید
توانایی های ادراکی	۰/۹۲۰	۲۵/۰۰۹	تایید
پایش بصری	۰/۶۹۳	۲/۷۱۵	تایید
ادراک بصری	۰/۶۹۵	۸/۰۸۹	تایید
ادراک شنیداری	۰/۵۹۳	۴/۳۸۳	تایید
ادراک فضایی	۰/۷۴۸	۹/۰۸۳	تایید
بازشناسی یا تشخیص	۰/۷۰۶	۷/۶۷۹	تایید
تخمین فاصله	۰/۶۴۸	۷/۴۵۷	تایید

سازه	بار عاملی	ضرایب t	نتیجه
تخمین سرعت	۰/۵۹۶	۵/۹۶۳	تایید
تخمین حرکت	۰/۵۱۱	۵/۲۸۴	تایید
تخمین زمان	۰/۵۶۷	۵/۱۸۵	تایید
کارکردهای اجرایی	۰/۸۷۷	۱۲/۹۸۱	تایید
استدلال سیال و حل مسئله	۰/۴۳۸	۳/۷۹۱	تایید
انعطاف پذیری شناختی	۰/۶۲۲	۵/۹۷۶	تایید
بازداری	۰/۷۲۷	۱۱/۹۶	تایید
برنامه ریزی	۰/۶۱۹	۳/۶۰۳	تایید
به روز رسانی	۰/۵۱۳	۳/۴۱۲	تایید
سرعت تصمیم گیری و واکنش	۰/۷۱۷	۷/۹۴۰	تایید
سرعت پردازش	۰/۷۸۴	۱۱/۰۲۵	تایید
چرخش ذهنی یا تجسم فضایی	۰/۷۰۸	۵/۲۲۹	تایید

مطابق جدول ۳ مقادیر پایایی ترکیبی و آلفای کرونباخ برای تمامی سازه‌های مدل مهارت‌های شناختی خلبانان، بیشتر از حد مطلوب ۰/۷ است که نشان دهنده پایایی مدل است. مقادیر آلفای کرونباخ برای دو سازه حافظه و هماهنگی روانی حرکتی کمتر از بازه مطلوب است اما با توجه به اینکه مقادیر پایایی ترکیبی قابل قبول است، پایایی سازه پذیرفته می‌شود. همچنین مقادیر میانگین واریانس اشتراکی همه سازه‌های مدل، بیشتر از حد مطلوب ۰/۵ است که نشان دهنده روایی همگرایی مدل است.

جدول ۳. مقادیر پایایی ترکیبی و آلفای کرونباخ

سازه	پایایی ترکیبی (CR>0/7)	آلفای کرونباخ ($\alpha>0/7$)	جذر واریانس اشتراکی (AVE>0/5)	نتیجه
مهارت‌های شناختی خلبانان	۰/۹۳۳	۰/۹۲۵	۰/۵۱۴	تایید
توجه	۰/۸۱۷	۰/۷۲۲	۰/۶۱۸	تایید
حافظه	۰/۷۶۹	۰/۶۵۳	۰/۵۱۱	تایید
هماهنگی روانی - حرکتی	۰/۷۶۵	۰/۶۸۰	۰/۶۲۲	تایید
توانایی‌های ادراکی	۰/۸۶۳	۰/۸۲۱	۰/۷۱۴	تایید
کارکردهای اجرایی	۰/۸۵۱	۰/۷۹۹	۰/۵۲۳	تایید

معیار فورنل و لارکر؛ جذر واریانس اشتراکی هر یک از سازه‌های توجه، حافظه،

هماهنگی روانی - حرکتی توانایی های ادراکی و کارکردهای اجرایی (مقادیر قطر ماتریس)، بیشتر از همبستگی آن ها با سایر سازه ها است (مقادیر داخل سلول های ماتریس) که نشان دهنده روایی و اگرایی سازه های مدل بر اساس معیار فورنل و لارکر است.

جدول ۴. ماتریس روش فورنل و لارکر

کارکردهای اجرایی	هماهنگی روانی حرکتی	حافظه	توجه	توانایی های ادراکی	
				۰/۵۱۵	توانایی های ادراکی
			۰/۷۸۶	۰/۴۳۱	توجه
		۰/۵۱۱	۰/۶۸۷	۰/۵۰۴	حافظه
	۰/۷۸۸	۰/۶۳۸	۰/۵۲۴	۰/۴۱۲	هماهنگی روانی حرکتی
۰/۷۲۳	۰/۶۰۵	۰/۷۶۰	۰/۵۶۲	۰/۴۹۰	کارکردهای اجرایی

معیار بارهای عاملی متقاطع؛ همبستگی هر یک از مولفه ها (به عنوان مثال توجه انتخابی، انتقالی، توزیع شده و غیره) با سازه های اصلی مرتبط (به عنوان مثال توجه)، بیشتر از همبستگی آن ها با سایر سازه ها (به عنوان مثال حافظه) است که نشان دهنده روایی و اگرایی سازه های مدل بر اساس معیار بارهای عاملی متقاطع است.

جدول ۵. روش بارهای عاملی متقاطع

	توانایی های ادراکی	توجه	حافظه	همانگی روانی حرکتی	کارکردهای اجرایی
توجه انتخابی	0/467	0/746	0/528	0/460	0/368
توجه انتقالی	0/124	0/299	0/411	0/258	0/300
توجه توزیع شده	0/588	0/877	0/566	0/485	0/372
توجه متمرکز	0/519	0/521	0/270	0/048	0/361
توجه پایدار	0/451	0/723	0/386	0/413	0/343
جهت گیری توجه	0/577	0/683	0/552	0/359	0/495
حافظه کوتاه مدت کلامی	0/411	0/276	0/679	0/532	0/471
حافظه کوتاه مدت رویدادی	0/378	0/257	0/496	0/319	0/482
حافظه بلند مدت بصری - فضایی	0/441	0/487	0/507	0/239	0/237
حافظه بلند مدت کلامی	0/375	0/572	0/584	0/409	0/289
حافظه فعال بصری - فضایی	0/163	0/291	0/539	0/376	0/233
حافظه فعال کلامی	0/449	0/314	0/469	0/327	0/383
حافظه کوتاه مدت بصری - فضایی	0/590	0/409	0/691	0/360	0/656
سرعت واکنش دیداری	0/643	0/485	0/622	0/662	0/633
سرعت واکنش شنیداری	0/303	0/221	0/219	0/313	0/120
ادراک فضایی	0/593	0/460	0/414	0/243	0/201
ادراک بصری	0/748	0/582	0/603	0/494	0/423
ادراک شنیداری	0/706	0/680	0/536	0/276	0/418
پایش بصری	0/648	0/261	0/337	0/167	0/500

	توانایی های ادراکی	توجه	حافظه	هماهنگی روانی حرکتی	کارکردهای اجرایی
بازشناسی یا تشخیص	0/596	0/295	0/453	0/509	0/517
تخمین فاصله	0/511	0/290	0/256	0/260	0/457
تخمین سرعت	0/567	0/303	0/381	0/447	0/539
تخمین حرکت	0/330	0/312	0/290	0/321	0/280
تخمین زمان	0/586	0/378	0/576	0/504	0/489
استدلال سیال و حل مسئله	0/443	0/412	0/312	0/446	0/513
انعطاف پذیری شناختی	0/406	0/399	0/433	0/248	0/708
بازداری	0/475	0/309	0/306	0/319	0/619
برنامه ریزی	0/489	0/437	0/545	0/276	0/622
به روز رسانی	0/359	0/266	0/429	0/227	0/727
سرعت تصمیم گیری و واکنش	0/415	0/133	0/299	0/076	0/438
سرعت پردازش	0/575	0/391	0/544	0/628	0/717
چرخش ذهنی یا تجسم فضایی	0/625	0/464	0/720	0/599	0/784

معیار HTMT؛ همانطور که در جدول (۶) گزارش شده است، مقادیر HTMT برای تمامی سازه‌های مدل در بازه مطلوب ($HTMT < 0/9$) قرار دارد که نشان دهنده روایی و اگرایی مدل بر اساس معیار روایی یگانه – دوگانه است.

جدول ۶. مقادیر HTMT سازه‌های مدل

همابستگی	مهارت های شناختی	حافظه	توجه	توانایی های ادراکی	های
				–	توانایی های ادراکی
			–	۰/۸۹۵	توجه
		–	۰/۷۴۷	۰/۸۶۸	حافظه
	–	۰/۵۳۳	۰/۸۲۷	۰/۴۹۰	مهارت های شناختی خلبانان
–	۰/۶۳۷	۰/۵۳۷	۰/۸۹۲	۰/۷۷۵	همابستگی روانی حرکتی
۰/۷۶۹	۰/۸۱۵	۰/۸۸۹	۰/۷۶۹	۰/۸۱۶	کارکردهای اجرایی

به منظور ارزیابی بخش ساختاری مدل، شاخص‌های ضریب تعیین (R^2)، شاخص تغییرپذیری (Red)، شاخص Q^2 محاسبه و گزارش شده است. ضریب تعیین تمامی سازه‌ها و مولفه‌ها بیشتر از مقدار متوسط ۰/۲۵ است که نشان دهنده برازش بخش ساختاری مدل بر اساس شاخص ضریب تعیین است. مقدار شاخص تغییرپذیری همه مولفه‌های مدل در بازه مطلوب قرار دارند ($Red > 0/095$). همچنین معیار تغییرپذیری برای کل مدل (۰/۵۳۹) بیشتر از مقدار بحرانی ۰/۰۹۵ است که نشان دهنده برازش مناسب بخش ساختاری مدل بر اساس این معیار است. مقادیر Q^2 برای تمامی سازه‌های درونزای مدل بسیار بیشتر از بازه حداقلی است ($Q^2 > 0/02$). در واقع نشان می‌دهد که مدل ساختاری قدرت پیشبینی بالایی در خصوص نشانگرهای سازه‌های درونزای مدل دارد. همه شاخص‌های ارزیابی بخش ساختاری مدل، نشان دهنده برازش مناسب بخش ساختاری مدل است.

جدول ۷. ارزیابی شاخص‌های بخش ساختاری مدل

مولفه‌ها	communality	R^2	Redundancy	Q^2	نتیجه
توجه	۰/۶۱۸	۰/۶۷۸	۰/۴۱۹	۰/۲۵۴	تایید
حافظه	۰/۵۱۱	۰/۷۸۹	۰/۴۰۳	۰/۲۱۵	تایید
همابستگی روانی- حرکتی	۰/۶۲۲	۰/۵۳۰	۰/۳۲۹	۰/۲۷۴	تایید

مؤلفه ها	communality	R ²	Redundancy	Q ²	نتیجه
توانایی های ادراکی	۰/۷۱۴	۰/۸۴۶	۰/۶۰۴	۰/۳۱۰	تایید
کارکردهای اجرایی	۰/۵۲۳	۰/۷۷۰	۰/۴۰۲	۰/۲۸۴	تایید
کل مدل	-	-	۰/۵۳۹		تایید

برازش کلی مدل مهارت های شناختی خلبانان با استفاده از سه معیار GOF، جذر میانگین مربعات باقیمانده استاندارد و شاخص تتای ریشه میانگین مربعات احراز شده است. معیار GOF یکی از معیارهای ارزیابی برازش کلی مدل است. مقدار GOF مدل ۰/۶۵۶ محاسبه شد که نشان دهنده برازش کلی قوی مدل بر اساس معیار GOF است. جذر میانگین مربعات باقیمانده استاندارد (SRMR) برای مدل مقدار ۰/۰۷ محاسبه شد که با توجه به دامنه بحرانی کمتر از ۰/۱۰ یا ۰/۰۸ نشان دهنده برازش مناسب مدل است. شاخص تتای ریشه میانگین مربعات (RMS_theta) برای مدل، مقدار ۰/۱۱۷ محاسبه شد که با توجه به دامنه بحرانی کمتر از ۰/۱۲ نشان دهنده برازش مناسب مدل است. با توجه به اینکه تمامی شاخص های ارزیابی برازش کلی مدل در حد مطلوب است، برازش کلی مدل تایید می شود.

بحث و نتیجه گیری

یک قرن پژوهش علمی در زمینه مهارت ها و توانایی های شناختی نشان داده است که این سازه، از مهم ترین عوامل تبیین کننده تفاوت های فردی در عملکرد شغلی و عملکرد اثربخش است و می تواند طیف گسترده ای از رفتارها و پیامدهای مهم زندگی را پیش بینی کند. سازمان های هوانوردی، اعم از نظامی و غیرنظامی، نیز همانند سایر سازمان ها با مسائلی همچون گزینش نیروی انسانی متناسب با مأموریت ها، حفظ و ارتقای سطح عملکرد و توسعه قابلیت های نیروی انسانی مواجه اند و از این پشتوانه علمی برای پاسخ گویی به این مسائل بهره گرفته اند. استفاده از ارزیابی های شناختی در گزینش خلبانان، از جمله آزمون های هوشی سنتی، طراحی سامانه های ارزیابی شناختی مانند کاگنی فیت و ایجاد خدمات مشاوره و حمایت های روان شناختی، از جمله اقداماتی است که در این زمینه انجام شده است. با این حال، به دلیل محدودیت های امنیتی، فنی و ایمنی، گردآوری داده های تجربی از عملکرد واقعی خلبانان، به ویژه در شرایط اضطراری، با دشواری های جدی مواجه است. از این رو، بخش قابل توجهی از مطالعات و سامانه های ارزیابی موجود بر داده های حاصل از محیط های آزمایشگاهی یا، در بهترین حالت، محیط های شبیه سازی شده استوار بوده اند. در مقابل،

شناخت مهارت‌های شناختی مؤثر بر عملکرد خلبانان در شرایط اضطراری، مستلزم توجه به تجربه واقعی و قضاوت تخصصی آنان است؛ زیرا خلبانان باتجربه در مواجهه با موقعیت‌های بحرانی، شناختی عملی و موقعیتی از الزامات عملکرد مؤثر دارند که لزوماً از طریق آزمون‌های شناختی آزمایشگاهی قابل دستیابی نیست.

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که از دیدگاه خلبانان جنگنده، عملکرد اثربخش در شرایط اضطراری به مجموعه‌ای به هم پیوسته از مهارت‌ها و توانایی‌های شناختی نیاز دارد که در پنج حوزه اصلی توجه، حافظه، ادراک، کارکردهای اجرایی و هماهنگی روانی - حرکتی سازمان می‌یابند. در حوزه توجه، مؤلفه‌هایی همچون توجه انتقالی، انتخابی، توزیع شده، متمرکز، پایدار و جهت‌گیری توجه شناسایی شد. در حوزه حافظه نیز حافظه کوتاه مدت کلامی، رویدادی و بصری - فضایی، حافظه بلندمدت کلامی و بصری - فضایی و حافظه فعال کلامی و بصری - فضایی اهمیت داشتند. ادراک شامل پایش بصری، ادراک بصری، شنیداری و فضایی، تشخیص و تخمین بود. در حوزه کارکردهای اجرایی نیز استدلال سیال و حل مسئله، انعطاف‌پذیری شناختی، بازداری، برنامه‌ریزی، به‌روزرسانی، تصمیم‌گیری، سرعت پردازش و چرخش ذهنی شناسایی شد. در نهایت، هماهنگی روانی - حرکتی نیز به عنوان مؤلفه‌ای اساسی برای تبدیل فرایندهای شناختی و ادراکی به پاسخ‌های حرکتی دقیق و سریع مورد تأکید قرار گرفت.

در شرایط اضطراری، توجه نقش دروازه ورود اطلاعات به فرایند شناختی را ایفا می‌کند. خلبان با مجموعه‌ای متراکم از محرک‌ها، از جمله هشدارهای بصری و صوتی، تغییرات سریع وضعیت پروازی، اطلاعات ابزارهای کابین و ارتباطات رادیویی مواجه است و باید در میان این حجم از اطلاعات، موارد حیاتی را شناسایی و منابع محدود توجه خود را به آنها اختصاص دهد. در چنین شرایطی، حتی برخورداری از دانش و تجربه فراوان، بدون توانایی مدیریت توجه، ممکن است به افزایش بیش از حد بار شناختی، محدود شدن میدان توجه و شکل‌گیری «تونل توجه» منجر شود. از این رو، توجه انتخابی به خلبان کمک می‌کند اطلاعات غیرضروری را کنار بگذارد و بر نشانه‌ها و اقدامات حیاتی تمرکز کند؛ توجه تقسیم شده امکان مدیریت هم‌زمان چند تکلیف را فراهم می‌سازد و توجه پایدار نیز استمرار تمرکز را در طول یک موقعیت بحرانی حفظ می‌کند. برای مثال، در شرایطی که نقص جدی در سامانه‌های هواپیما موجب فعال شدن هم‌زمان چندین هشدار می‌شود، خلبان باید بتواند هشدارهای کم‌اهمیت‌تر را کنار گذاشته و توجه خود را بر حفظ کنترل هواپیما، تشخیص وضعیت اصلی و برقراری ارتباط ضروری متمرکز کند. بنابراین، یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که توجه در شرایط اضطراری صرفاً به معنای «تمرکز» نیست، بلکه شامل توانایی انتخاب، توزیع، حفظ و

جابه جایی هدفمند منابع شناختی متناسب با اولویت های موقعیت است.

حافظه دومین حلقه مهم این نظام شناختی است. بخش قابل توجهی از تصمیم ها و اقدامات خلبان در شرایط اضطراری به اطلاعاتی وابسته است که پیش تر آموخته، تجربه کرده یا تمرین کرده است. حافظه در این شرایط صرفاً مخزنی برای ذخیره اطلاعات نیست، بلکه در قالب یک نظام فعال، امکان نگهداری، بازیابی و ترکیب اطلاعات جدید با دانش و تجربه پیشین را فراهم می کند. خلبان باید بتواند رویه های اضطراری، اطلاعات فنی و عملیاتی، تجربه های قبلی و دستورالعمل های مرتبط را در کوتاه ترین زمان ممکن بازیابی و در تصمیم گیری خود به کار گیرد. حافظه فعال نیز به او امکان می دهد اطلاعات جاری را برای مدت کوتاهی در ذهن نگه دارد و هم زمان بر اساس آنها پردازش انجام دهد. برای نمونه، خلبان ممکن است لازم باشد ارتفاع و سرعت فعلی، مسیر یا بردار اعلام شده از سوی کنترل ترافیک هوایی و سایر اطلاعات مرتبط را هم زمان در ذهن نگه دارد و بر اساس آنها تصمیم بگیرد. بنابراین، در شرایط اضطراری، کیفیت عملکرد حافظه می تواند سرعت و دقت اجرای رویه ها، بازیابی اطلاعات حیاتی، استفاده از تجربه های گذشته و تلفیق اطلاعات جدید با دانش موجود را تحت تأثیر قرار دهد.

ادراک حلقه ای است که اطلاعات حسی را به یک برداشت معنادار از وضعیت تبدیل می کند و از این جهت می توان آن را «پل میان دریافت حسی و شناخت» دانست. تصمیم گیری خلبان زمانی می تواند دقیق باشد که تصویر ذهنی او از وضعیت هواپیما و محیط پرواز با واقعیت تا حد امکان انطباق داشته باشد. پایش بصری، ادراک بصری، شنیداری و فضایی، تشخیص و تخمین به خلبان کمک می کنند اطلاعات حسی را سازمان دهی کرده، الگوها و ناهنجاری ها را تشخیص دهد و وضعیت مکانی و حرکتی هواپیما را ارزیابی کند. اهمیت این توانایی ها در شرایط اضطراری افزایش می یابد؛ زیرا فشار روانی، خستگی و عوامل فیزیولوژیکی می توانند ادراک را تحت تأثیر قرار دهند و زمینه بروز خطاهای ادراکی و به ویژه خطاهای مربوط به ادراک فضایی را فراهم کنند. در چنین موقعیتی، ممکن است احساسات و نشانه های بدنی خلبان با اطلاعات ارائه شده از طریق ابزارهای دقیق کابین ناسازگار باشد. خلبان باید بتواند این تعارض را تشخیص دهد و بر اساس اطلاعات معتبر و قابل اتکا، وضعیت واقعی هواپیما را ارزیابی کند. بنابراین، یافته های پژوهش نشان می دهد که ادراک دقیق، پیش شرط شکل گیری تصویر ذهنی صحیح از موقعیت و در نتیجه، تصمیم گیری مؤثر در شرایط اضطراری است.

در سطح بالاتر، کارکردهای اجرایی نقش هماهنگ کننده و کنترل کننده فرایندهای شناختی را بر عهده دارند. این کارکردها به خلبان امکان می دهند اطلاعات حاصل از توجه،

ادراک و حافظه را یکپارچه کرده و آنها را برای حل مسئله، برنامه‌ریزی، ارزیابی گزینه‌ها، پیش‌بینی پیامدها و تصمیم‌گیری به کار گیرد. شرایط اضطراری معمولاً با فقدان اطلاعات کامل، تغییر سریع وضعیت و ضرورت انتخاب میان چند گزینه همراه است. در چنین موقعیتی، خلبان باید بتواند وضعیت موجود را تحلیل کند، گزینه‌های مختلف را مقایسه کند، پیامدهای احتمالی هر گزینه را پیش‌بینی کند و در نهایت، مناسب‌ترین اقدام را انتخاب و اجرا نماید. برای مثال، در مواجهه با یک نقص جدی، ممکن است خلبان ناچار باشد میان بازگشت به فرودگاه مبدأ، انتخاب یک محل جایگزین برای فرود یا تغییر نحوه اجرای فرود تصمیم‌گیری کند. این تصمیم‌ها مستلزم استدلال، حل مسئله، انعطاف‌پذیری شناختی، برنامه‌ریزی، به‌روزرسانی اطلاعات، بازداري از پاسخ‌های نامناسب و تصمیم‌گیری سریع است. بنابراین، کارکردهای اجرایی را می‌توان حلقه‌ای دانست که سایر فرایندهای شناختی را در جهت یک اقدام هدفمند و متناسب با شرایط سازمان‌دهی می‌کند.

در نهایت، هماهنگی روانی - حرکتی امکان تبدیل تصمیم و فرایندهای شناختی به عملکرد عینی را فراهم می‌کند. حتی اگر خلبان بتواند وضعیت را به‌درستی ادراک، اطلاعات را به‌خوبی پردازش و مناسب‌ترین تصمیم را اتخاذ کند، عملکرد زمانی اثربخش خواهد بود که این تصمیم با سرعت و دقت کافی به عمل تبدیل شود. هماهنگی روانی - حرکتی در واقع پل میان فرایندهای ذهنی و اجرای حرکات است و موجب می‌شود پاسخ‌های حرکتی با اطلاعات بصری و شنیداری و تصمیم اتخاذ شده هماهنگ باشند. این قابلیت در موقعیت‌هایی که زمان واکنش بسیار محدود است، اهمیت ویژه‌ای دارد. برای مثال، هنگام حفظ سرعت و وضعیت مناسب هواپیما در یک فرود اضطراری، خلبان باید به‌صورت مستمر اطلاعات ابزارها را دریافت کند، آنها را تفسیر کند و متناسب با آن، حرکات بسیار دقیق و سریع را با دست و سایر اندام‌های کنترلی انجام دهد. هرگونه تأخیر یا عدم هماهنگی میان ادراک، تصمیم و پاسخ حرکتی می‌تواند پیامدهای جدی برای کنترل هواپیما داشته باشد. ازاین‌رو، هماهنگی روانی - حرکتی را می‌توان آخرین حلقه زنجیره‌ای دانست که فرایندهای شناختی را از سطح پردازش ذهنی به سطح عملکرد واقعی منتقل می‌کند.

در مجموع، یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که عملکرد اثربخش خلبانان جنگنده در شرایط اضطراری، علاوه بر دانش و مهارت‌های تخصصی، به یک نظام شناختی یکپارچه وابسته است. در این نظام، توجه اطلاعات حیاتی را انتخاب و منابع شناختی را هدایت می‌کند؛ ادراک اطلاعات حسی را به تصویری معنادار از موقعیت تبدیل می‌سازد؛ حافظه اطلاعات و تجربه‌های مورد نیاز را در دسترس قرار می‌دهد؛ کارکردهای اجرایی این اطلاعات را برای حل مسئله، برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری یکپارچه می‌کنند؛ و هماهنگی

روانی - حرکتی، تصمیم اتخاذ شده را به پاسخ حرکتی سریع و دقیق تبدیل می نماید. بنابراین، این مؤلفه ها را نمی توان قابلیت هایی مستقل و منفک از یکدیگر تلقی کرد؛ بلکه عملکرد آنها در تعامل با یکدیگر است که ظرفیت خلبان را برای مواجهه مؤثر با شرایط بحرانی شکل می دهد.

بر این اساس، توجه به مهارت ها و توانایی های شناختی باید فراتر از ارزیابی های سنتی مهارت فنی و تجربه پروازی مورد توجه سازمان های هوانوردی قرار گیرد. استفاده از این یافته ها می تواند در گزینش و استخدام خلبانان، طراحی و بازطراحی برنامه های آموزشی، توانمندسازی و ارتقای خلبانان، ارزیابی های دوره ای و آمادگی برای مواجهه با شرایط اضطراری مورد استفاده قرار گیرد. به ویژه، مدل ارائه شده می تواند مبنایی برای شناسایی قابلیت های شناختی مورد نیاز، تشخیص نقاط ضعف و طراحی مداخلات آموزشی متناسب با الزامات شناختی عملکرد خلبانان در شرایط اضطراری فراهم سازد.

با توجه به یافته های پژوهش، پیشنهاد می شود سازمان های هوانوردی، به ویژه در حوزه هوانوردی نظامی، مهارت های شناختی شناسایی شده در این پژوهش را در کنار معیارهای فنی و تجربی، در فرایند گزینش و ارزیابی اولیه خلبانان مورد توجه قرار دهند و در صورت امکان، مجموعه ای از سنجه های معتبر شناختی را برای ارزیابی توجه، حافظه، ادراک و کارکردهای اجرایی به کار گیرند. همچنین پیشنهاد می شود در برنامه های آموزش و بازآموزی خلبانان، تمرین های هدفمند برای تقویت مدیریت توجه، حافظه فعال، ادراک فضایی، تصمیم گیری و انعطاف پذیری شناختی، به ویژه در شرایط همراه با فشار زمانی و بار شناختی بالا، گنجانده شود. از سوی دیگر، می توان از مدل ارائه شده به عنوان چارچوبی برای ارزیابی دوره ای آمادگی شناختی خلبانان استفاده کرد تا نقاط ضعف احتمالی پیش از مواجهه با موقعیت های بحرانی شناسایی و برای آنها برنامه های آموزشی یا اصلاحی طراحی شود. همچنین توصیه می شود در طراحی سناریوهای آموزش و شبیه سازی شرایط اضطراری، صرفاً بر مهارت های فنی تأکید نشود، بلکه موقعیت هایی طراحی شود که همزمان توانایی خلبان در مدیریت توجه، بازیابی اطلاعات، ادراک موقعیت، تصمیم گیری و پاسخ روانی - حرکتی را به چالش بکشد. در نهایت، استفاده از نتایج این پژوهش در طراحی نظام جامع مدیریت عملکرد خلبانان می تواند به ایجاد رویکردی یکپارچه میان گزینش، آموزش، ارزیابی و توسعه قابلیت های شناختی آنان کمک کند.

با توجه به ماهیت این پژوهش، پیشنهاد می شود در مطالعات آینده، مدل شناختی ارائه شده با استفاده از آزمون های عینی عملکرد شناختی و داده های واقعی یا شبیه سازی شده عملکرد خلبانان مورد آزمون قرار گیرد تا میزان انطباق اهمیت ادراک شده مهارت های

شناختی با عملکرد واقعی آنان در شرایط اضطراری مشخص شود. همچنین می‌توان این مدل را در میان گروه‌های مختلف خلبانان، از نظر نوع هواپیما، میزان تجربه و نوع مأموریت، مقایسه و تفاوت‌های احتمالی در ساختار یا اهمیت مؤلفه‌های شناختی را بررسی کرد.

مهم‌ترین محدودیت پژوهش، دسترسی نداشتن به داده‌های مستقیم و عینی عملکرد خلبانان در شرایط اضطراری بود؛ زیرا گردآوری چنین داده‌هایی با ملاحظات امنیتی، ایمنی، فنی و دسترسی مواجه است. از این رو، اعتبارسنجی مدل بر اساس ارزیابی و قضاوت خلبانان با تجربه انجام شد و نتایج لزوماً معادل اندازه‌گیری مستقیم عملکرد شناختی آنان نیست. این محدودیت می‌تواند تعمیم یافته‌ها به عملکرد عینی خلبانان در موقعیت‌های واقعی را تا حدی محدود کند؛ بنابراین، تفسیر یافته‌ها باید در چارچوب اهمیت ادراک شده مهارت‌های شناختی از دیدگاه خبرگان صورت گیرد.

تشکر و قدردانی

از پژوهشگرانی که یافته‌های ارزشمندشان مبنای این فراترکیب قرار گرفت، قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

نویسنده(گان) اعلام می‌دارند که در مورد انتشار این مقاله تضاد منافع وجود ندارد. علاوه بر این، موضوعات اخلاقی شامل سرقت ادبی، رضایت آگاهانه، سوء رفتار، جعل داده‌ها، انتشار و ارسال مجدد و مکرر توسط نویسندگان رعایت شده است.

دسترسی آزاد

این نشریه دارای دسترسی باز است و اجازه اشتراک (تکثیر و بازآرایی محتوا به هر شکل) و انطباق (بازترکیب، تغییر شکل و بازسازی بر اساس محتوا) را می‌دهد.

منابع

- Anderson, J. R., Bothell, D., Byrne, M. D., Douglass, S., Lebiere, C., & Qin, Y. (2004). An integrated theory of the mind. *Psychological Review*, 111(4), 1036–1060.
- Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function (EF) during childhood. *Child Neuropsychology*, 8(2), 71–82.
- Baddeley, A. (1996). Exploring the central executive. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 49(1), 5–28.
- Barkley, R. A. (2006). *Attention-deficit hyperactivity disorder: A handbook for diagnosis and treatment* (3rd ed.). Guilford Press.

- Blacker, K. J., Hamilton, J., Roush, G., Pettijohn, K. A., & Biggs, A. T. (2019). Cognitive training for military application: a review of the literature and practical guide. *Journal of Cognitive Enhancement*, 3(1), 30–51.
- Brunyé, T. T., Brou, R., Doty, T. J., Gregory, F. D., Hussey, E. K., Lieberman, H. R., ... & Yu, A. B. (2020). A review of US Army research contributing to cognitive enhancement in military contexts. *Journal of Cognitive Enhancement*, 4(4), 453–468.
- Causse, M., Matton, N., & Del Campo, N. (2012). Cognition and piloting performance: offline and online measurements. Paper presented at the International Congress of the Aeronautical Sciences (ICAS).
- Causse, M., Mouratille, D., Rouillard, Y., El Yagoubi, R., Matton, N., & Hidalgo-Muñoz, A. (2024). How a pilot's brain copes with stress and mental load? Insights from the executive control network. *Behavioural Brain Research*, 456, 114698.
- Cohen, G., & Conway, M. A. (Eds.). (2008). *Memory in the real world* (3rd ed.). Psychology Press.
- Dehais, F., Behrend, J., Peysakhovich, V., Causse, M., & Wickens, C. D. (2017). Pilot flying and pilot monitoring's aircraft state awareness during go-around execution in aviation: a behavioral and eye tracking study. *International Journal of Aerospace Psychology*, 27(1-2), 15–28.
- Denckla, M. B. (2007). Executive function. In *Encyclopedia of the Human Brain* (pp. 159–168). Elsevier.
- Di Nuovo, A., Cannavo, R., Di Nuovo, S., Trecca, G., & Ravecca, F. (2016). A Neuro-Fuzzy approach to identify a Hierarchical Fuzzy System for modelling Aviation Pilot Attention. In *IEEE World Congress on Computational Intelligence 2016, IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE 2016)*, Vancouver, Canada.
- Dilnoza, Y. (2023). Sports pedagogy based on psychomotor and development theories. *American Journal of Social Sciences and Humanity Research*, 3(12), 26–41.
- Dosher, B. A., & Lu, Z.-L. (2007). The functional form of performance improvements in perceptual learning: Learning rates and transfer. *Psychological Science*, 18(6), 531–539.
- Friedl, K. E., Grate, S. J., Proctor, S. P., Ness, J. W., Lukey, B. J., & Kane, R. L. (2007). Army research needs for automated neuropsychological tests: monitoring soldier health and performance status. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 22(Suppl_1), S7–S14.

- Gibson, J. J. (1966). *The senses considered as perceptual systems*. Houghton Mifflin.
- Gottfredson, L. S. (1997). Why g matters: The complexity of everyday life. *Intelligence*, 24(1), 79–132.
- Gray, R., Gaska, J., & Winterbottom, M. (2016). Relationship between sustained, orientated, divided, and selective attention and simulated aviation performance: Training & pressure effects. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 5(1), 34–42.
- Gregory, R. L. (1970). *The intelligent eye*. McGraw-Hill.
- Horoszkiewicz, K., Horoszkiewicz, B., & Załęski, G. (2022). Psychomotor performance in video games. *Journal of Education, Health and Sport*, 12(7), 667–682.
- Hughes, M. G., O'Brien, E. L., Reeder, M. C., & Purl, J. (2020). Attrition and reenlistment in the Army: Using the Tailored Adaptive Personality Assessment System (TAPAS) to improve retention. *Military Psychology*, 32(1), 36–50.
- Jensen, A. R. (1998). *The g factor: The science of mental ability*. Praeger.
- King, R. E., Carretta, T. R., Retzlaff, P., Barto, E., Ree, M. J., & Teachout, M. S. (2013). Standard cognitive psychological tests predict military pilot training outcomes. *Aviation Psychology and Applied Human Factors*, 3(1), 28–38.
- Li, G., Baker, S. P., Grabowski, J. G., & Rebok, G. W. (2001). Factors associated with pilot error in aviation crashes. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 72(1), 52–58.
- Lubinski, D. (2000). Scientific and social significance of assessing individual differences: "Sinking shafts at a few critical points". *Annual Review of Psychology*, 51, 405–444.
- Maschke, P., Oubaid, V., & Pecena, Y. (2011). How Do Astronaut Candidate Profiles Differ From Airline Pilot Profiles? Results From the 2008/2009 ESA Astronaut Selection. *Aviation Psychology and Applied Human Factors*, 1(1), 38–44.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49–100.
- Pietrzyk, M., Kowalczyk, K., Janewicz, M., Zawadzka-Bartczak, E., & Kopka, L. (2020). Air force experience influences a pilot's visual perception:

- preliminary results. *Journal of Aviation Medicine, Bioengineering and Psychology*, 26(1), 35–41.
- Prokopczyk, A., & Wochoński, Z. (2022). Influence of a special training process on the psychomotor skills of cadet pilots – Pilot study. *Frontiers in Psychology*, 13, 1019495.
- Ree, M. J., & Carretta, T. R. (2002). General and specific cognitive and psychomotor abilities in personnel selection: The prediction of training and job performance. *International Journal of Selection and Assessment*, 8(4), 227–236.
- Robertson, I. T., & Smith, M. (2001). Personnel selection. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 74(4), 441–472.
- Royall, D. R., Lauterbach, E. C., Cummings, J. L., Reeve, A., Rummans, T. A., Kaufer, D. I., LaFrance, W. C., & Coffey, C. E. (2002). Executive control function: A review of its promise and challenges for clinical research. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 14(4), 377–405.
- Schmidt, F. L. (2002). The role of general cognitive ability and job performance: Why there cannot be a debate. *Human Performance*, 15(1-2), 187–210.
- Smith-Spark, J. H., & Fisk, J. E. (2007). Working memory functioning in developmental dyslexia. *Memory*, 15(1), 34–56.
- Tomczak, A. (2015). Coordination motor skills of military pilots subjected to survival training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(9), 2460–2464.
- Van Benthem, K., Brightman, K., Riguero, E., & Herdman, C. M. (2024). Results and methodology for classifying high risk pilots using CANFLY: A cognitive health screening tool for aviators. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 101, 103578.
- Viswesvaran, C., & Ones, D. S. (2002). Agreements and disagreements on the role of General Mental Ability (GMA) in industrial, work, and organizational psychology. *Human Performance*, 15(1-2), 211–231.
- Volz, K. M., & Dorneich, M. C. (2020). Evaluation of Cognitive Skill Degradation in Flight Planning. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 14(4), 281–302.
- Wiegmann, D. A., & Shappell, S. A. (2001). Human error analysis of commercial aviation accidents: Application of the Human Factors Analysis and Classification System (HFACS). *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 72(11), 1006–1016.
- Wilson, J., Hogan, C., Wang, S., Andrews, G., & Shum, D. (2022). Executive function moderates the relationship between temperament and

psychological difficulties in middle childhood. *Child Neuropsychology*, 28(6), 831–852.

Zhang, C., Yuan, J., Jiao, Y., Liu, H., Fu, L., Jiang, C., & Wen, C. (2024). Variation of Pilots' Mental Workload Under Emergency Flight Conditions Induced by Different Equipment Failures: A Flight Simulator Study. *Transportation Research Record*, 2678(4), 365–377.