

Evaluation of Visual-Spatial Cognitive Function and Attention in Pilots of Air Force of Islamic Republic of Iran

Almasi Dooghaee. M¹

*Ranjbar Naeeni. AR²

Khoshdel. AR³

Eslami. R⁴

Mohsenzadeh. HR⁵

1- MD, Neurologist, Neurology Department, Faculty of Medicine, Aja University of Medical Science, Tehran, Iran.

2- (*Corresponding Author) MD, Neurologist Assitant Professor, Neurology Department, Faculty of Medicine, Aja University of Medical Science, Tehran, Iran. Email: Ranjbar1382@yahoo.com

3- MD, PhD, Professor, Epidemiology Research Center, Aja University of Medical Science, Tehran, Iran.

4- MD, Assitant Professor, Faculty of Aerospace and Subaquatic, Aja University of Medical Science, Tehran, Iran.

5- MSC, Instructor, Psychology Department, Aja University of Medical Science, Tehran, Iran.

Abstract

Introduction: The pilot has a continuous flow of various activities that require navigation, attention, and navigation working memory. Fighter pilots are more vulnerable to cognitive impairment due to positive gravitational acceleration. This point indicates the importance of their cognitive assessments.

Objective: This study aimed to evaluate visual-spatial cognitive function and attention in the pilots of the Airforce of the Islamic Republic of Iran and compare these factors between fighter pilots and other aviation personnel.

Materials and Methods: An analytic observational cross-sectional study was performed on 49 fighter pilots (group 1) and other aviation personnel (group 2). A list of demographic variables and flight histories was recorded. Then Addenbrooke's Cognitive Examination-Revised, Rey– Osterrieth complex figure test, Forward and Backward Digit Span (FDS and BDS), and Brief Visual-spatial Memory Test-Revised were token. Data were analyzed by SPSS 18 (P <0.05).

Results: Both groups were homogeneous regarding age, sex, education, military-grade, flight history, and complaints of cognitive symptoms. The scores of the tests were not statistically significant between the two groups. More than 10 years of flight history and equal or less than 10 years of flight history were respectively related to higher and lower scores in BDS and “recalling words”. The scores of FDS were higher in those with equal or less than 400 hours of flight history. The scores of “delayed recalling” were higher in people with more than 400 hours of flight history and those with more than 40 hours of flight history in the last 6 months.

Discussion and Conclusion: There was no difference in visual-spatial function and attention between fighter pilots and other aviation personnel, but flight history was related to the scores of some cognitive subtests.

Keywords: Attention, Cognition, Pilots.

بررسی عملکرد شناختی بینایی-فضایی و توجه در خلبانان ارتش جمهوری اسلامی ایران

مصطفی الماسی دوغائی^۱، علیرضا رنجبر نائینی^۲، علیرضا خوشدل^۳، رضا اسلامی^۴، حمیدرضا محسن زاده^۵

چکیده

مقدمه: کار خلبان جریان مستمری از فعالیت‌هایی است که مستلزم جهت یابی، توجه و حافظه کاری ناوبری کارا است. خلبانان جنگنده به علت تحمل شتاب گرانشی بیشتر، در معرض اختلالات شناختی هستند و انجام ارزیابی‌های شناختی در آن‌ها اهمیت بسزایی دارد.

هدف: هدف از پژوهش حاضر ارزیابی عملکرد شناختی بینایی-فضایی و توجه خلبانان ارتش جمهوری اسلامی ایران و مقایسه بین خلبانان جنگنده و سایر پرسنل پروازی می‌باشد.

مواد و روش‌ها: یک مطالعه مقطعی مشاهده‌ای تحلیلی بر روی ۴۹ نفر از خلبانان هواپیماهای جنگنده (گروه اول) و سایر پرسنل هوانوردی (گروه دوم) انجام شد. پس از ثبت متغیرهای دموگرافیک و مشخصات پروازی، آزمون‌های شناختی اندبروک، شکل پیچیده ری-استریث، گستره ارقام رو به جلو و رو به عقب (FDS و BDS) و خلاصه حافظه دیداری فضایی گرفته شد. داده‌ها با نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۸ تحلیل شد. سطح معنی داری، $P < 0/05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: هر دو گروه از نظر سن، جنسیت، سطح تحصیلات، درجه نظامی، سابقه پرواز و شکایت‌های شخصی علائم شناختی یکسان بودند. نمرات آزمون‌های شناختی بین دو گروه تفاوت معنادار آماری نداشت. سابقه پرواز بالای ۱۰ سال با نمرات بالاتر در آزمون BDS؛ و سابقه پرواز کمتر مساوی ۱۰ سال با نمره یادآوری کلمات بیشتر مرتبط بود. نمرات آزمون FDS، در افراد با کمتر مساوی ۴۰۰ ساعت پرواز بیشتر بود. نمرات یادآوری تأخیری در بالای ۴۰۰ ساعت پرواز و بالای ۴۰ ساعت پرواز در ۶ ماه گذشته، بیشتر بود.

بحث و نتیجه‌گیری: عملکرد بینایی-فضایی و توجه در بین خلبانان هواپیماهای جنگنده و سایر پرسنل هوانوردی تفاوت نداشت ولی میزان سابقه پرواز با برخی از خرده آزمون‌ها مرتبط بود.

کلمات کلیدی: توجه، خلبان، عملکرد شناختی.

مجله علوم مراقبتی نظامی ■ سال ششم ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۸ ■ شماره مسلسل ۲۲ ■ صفحات ۲۷۷-۲۸۶
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۳/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۴/۲۲
تاریخ انتشار: ۱۳۹۸/۱۲/۸

مقدمه

غرب، بهره بردن از نیروی هوایی کارآمد، غیر قابل کتمان است (۱). توانایی یافتن مسیر در محیط پیچیده پیرامون ما، یکی از اساسی‌ترین عملکردهای شناختی است. جهت‌یابی فضایی روندی پیچیده است که در آن فرآیندهای چند حسی، باید در هم آمیخته شوند و با تغییر زمان و مکان شخص، نیز خود را تطبیق دهند (۲).

در سند چشم انداز افق ۱۴۰۴ که توسط مقام معظم رهبری ابلاغ شده است، دستیابی به عنوان پیشرو در منطقه جنوب غرب آسیا و شمال آفریقا، برای کشور هدف گذاری شده است. در این راستا و برای داشتن قدرت دفاعی بازدارنده در برابر قدرت‌های شرق و

۱- متخصص بیماری‌های مغز و اعصاب، گروه نورولوژی، دانشگاه علوم پزشکی آجا، دانشکده پزشکی، تهران، ایران.

۲- متخصص بیماری‌های مغز و اعصاب، استادیار، دانشگاه علوم پزشکی آجا، دانشکده پزشکی، تهران، ایران (*نویسنده مسئول).
آدرس الکترونیک: Ranjbar1382@yahoo.com

۳- متخصص اپیدمیولوژی بالینی، استاد، مرکز تحقیقات اپیدمیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی آجا، تهران، ایران.

۴- متخصص طب هوایی و زیر سطحی، استادیار، گروه طب هوایی و زیر سطحی، دانشگاه علوم پزشکی آجا، تهران، ایران.

۵- کارشناس ارشد روانشناسی بالینی، مربی، گروه روانشناسی، دانشگاه علوم پزشکی آجا، تهران، ایران.

شناختی نیروهای مسلح، به ویژه خلبانان، بیشتر گردید و امروزه در اغلب نیروهای هوایی کشورهای مختلف، از برنامه‌های مختلفی برای غربالگری داوطلبان خلبانی، قبل از ورود به دوره آموزشی خلبانی استفاده می‌شود و در قالب ارزیابی‌های پزشکی، آزمون‌های روان شناختی به کار می‌رود. هدف اصلی آزمون‌های شناختی، اخذ نمرات پایه خلبان و آرشو کردن آن‌ها برای استفاده در آینده است تا در صورت نیاز با آزمون‌های آینده فرد مقایسه شود (۱۱، ۱۲). در این مطالعه سعی بر آن داریم تا بتوانیم عملکرد بینایی-فضایی و توجه خلبانان ارتش جمهوری اسلامی ایران را بررسی کنیم و این عملکرد را بین خلبانان جنگنده و سایر پرسنل پروازی نیروی هوایی ارتش مقایسه کنیم. بر اساس منابع در دسترس، تاکنون چنین تحقیقی برای بررسی عملکرد بینایی-فضایی و توجه خلبانان، در منابع علمی موجود کشور ما، وجود ندارد. مطالعات محدودی در کشورهای دیگر از جمله آمریکا و هند انجام شده است و در آن‌ها جنبه بسیار محدودی از عملکرد بینایی-فضایی و توجه، بررسی و چاپ شده است (۸، ۱۳). در مطالعه ورد (Verde) و همکارانش تفاوت‌های جنسیتی در حافظه ناوبری خلبانان و غیر خلبانان بررسی گردید و نشان داده شد که هیچ‌گونه تفاوت جنسیتی در خلبانان یافت نشد، اما تفاوت جنسیتی در حافظه کاری (و نه در یادگیری و یادآوری تأخیری) در جمعیت عمومی یافت شد (۸). ناواته (Navathe) و همکارش، شیوع اختلال جهت یابی فضایی را در خلبانان نیروی هوایی هند بررسی نمودند که در خلبانان جنگنده بیشتر از خلبانان مسافربری و خلبانان هلیکوپتر بود و با سن و میزان تجربه پرواز ارتباطی نداشت (۱۳). به نظر می‌رسد انجام چنین مطالعه‌ای در نیروی هوایی ارتش جمهوری اسلامی ایران نیز مورد نیاز می‌باشد. لذا، هدف از مطالعه کنونی تعیین عملکرد شناختی بینایی-فضایی و توجه خلبانان ارتش جمهوری اسلامی ایران و مقایسه بین خلبانان جنگنده و سایر پرسنل پروازی به منظور تعیین اثر پرواز با هواپیماهای جنگنده بر روی عملکرد شناختی بینایی-فضایی و توجه می‌باشد. امید است تا با نتایج آن بتوانیم قدمی را برای بهبود وضعیت خلبانان برداریم.

مواد و روش‌ها

در یک مطالعه مقطعی توصیفی-تحلیلی در سال‌های ۹۷-۱۳۹۶،

جهت‌یابی نیاز به چهار مرحله از پردازش اطلاعات دارد که شامل دریافت حسی (Sensory Input)، درک و شناخت (Perception/ Cognition)، انتخاب (Selection) و اجرای یک رفتار (Execution of an Action) می‌باشد و نیازمند ملزومات شناختی و فیزیکی است. در حین پرواز خلبان از همه این مراحل استفاده می‌کنند (۳). خلبان کارآمد نیازمند هر چهار مرحله می‌باشد تا بهترین جهت‌یابی را انجام دهد. مراحل اول و دوم یعنی «دریافت حسی» و «درک شناخت بینایی»، ورودی این فرآیند پیچیده هستند و برای داشتن یک خروجی مطمئن، باید اطلاعات به درستی وارد سیستم بینایی ما شوند و درک و شناخته شوند. برای این مسئله، نیاز به داشتن سیستم «توجه» (Attention) مغز نیز می‌باشد که تمامی اطلاعات مورد نیاز فرد در لحظه را در دسترس وی قرار می‌دهد تا تصمیم‌گیری و اجرای عملی مناسبی داشته باشد (۳، ۴). یک خلبان ماهر انتخاب می‌کند که کدامیک از اقدامات را در چه زمانی انجام دهد، کدامیک از وظایف را تأکید بر انجام دارد و کدامیک را زمانی که حجم کار بالا است، می‌توان نادیده گرفت (۳، ۴). تمامی این موارد جز تکالیف حافظه کاری ناوبری هستند (۵).

مسئله مورد اهمیت دیگر توجه به اثر نیروی گرانشی زمین در عملکرد بینایی فضایی و توجه می‌باشد. این مسئله را به خصوص در خلبانان هواپیماهای جنگنده و به میزان کمتر، در خلبانان هواپیماهای مسافربری می‌توان دید. خلبانان جنگنده به علت داشتن شتاب بیشتر، تحت تأثیر بیشتری از گرانش زمین قرار می‌گیرند (۴، ۶) که می‌تواند منجر اختلالات بینایی-فضایی و توجه بیشتری شود.

ارزیابی درک و شناخت بینایی-فضایی و توجه در خلبانان اهمیت بسزایی دارد. به طور کلی خلبانان نسبت به غیر خلبانان توانایی جهت‌یابی بهتری دارند (۷، ۸)؛ ولی از طرف دیگر، «اختلال جهت یابی فضایی» برای پروسه مهم خلبانی، می‌تواند پیامدهای غیرقابل جبرانی را داشته باشد و چنین چیزی سالانه منجر به خسارات و تلفات زیادی می‌گردد (۹). این مسئله به ویژه در موقعیت‌های استرس‌زا تشدید می‌گردد (۱۰). به همین علت باید خلبانان از نظر اختلالات بینایی-فضایی و توجه، غربالگری شوند و در مرحله بعد اقدامات توانبخشی شناختی، در افراد نیازمند به کار گرفته شود (۱۱، ۱۲). پس از جنگ جهانی دوم توجه به ارزیابی‌های

وی جمع‌آوری شد و بعد از کدگذاری وارد برنامه آماری SPSS نسخه ۱۸ شد. سطح معنی‌داری از نظر آماری با $P < 0/05$ در نظر گرفته شد.

برای ارزیابی عملکرد بینایی-فضایی از آزمون (BVMT-R) و آزمون ROCF استفاده شد. آزمون BVMT-R عملکرد بینایی-فضایی و توجه بینایی را ارزیابی می‌کند. در این آزمون یک صفحه شامل ۶ تصویر مختلف را به مدت ۱۰ ثانیه در جلوی بیمار می‌گذاریم و از وی می‌خواهیم تا تصاویر را به خاطر بسپارد و بعد از ۱۰ ثانیه آن تصاویر را از حفظ بکشد. سه تلاش و هر کدام به مدت ۱۰ ثانیه برای فرد انجام می‌شود و در هر نوبت تصویر جداگانه‌ای رسم می‌شود. نحوه نمره دهی به این صورت است که به هر تصویر کشیده شده توسط فرد، ۲ امتیاز تعلق می‌گیرد که ۱ نمره برای کشیدن صحیح تصویر و ۱ نمره برای محل صحیح آن در صفحه داده می‌شود و در مجموع در هر تلاش، ۱۲ نمره برای فرد (در هر صفحه ۶ تصویر وجود دارد و ۲ نمره به ازای هر تصویر) ثبت می‌شود (۱۵). بررسی دقت تشخیصی آزمون BVMT-R توسط ساو بار (Sawyer) و همکارانش انجام شد که نتایج نشان داد که «درصد به خاطر سپردن BVMT-R» تمایز قابل قبولی را با منطقه زیر نمودار ۰/۷ داشت. حساسیت این تست ۰/۳۱ و ویژگی آن ۰/۹۲ بود (۱۴).

آزمون ROCF عملکرد حافظه کاری و توانایی دیداری-فضایی را بررسی می‌کند. این آزمون از یک تصویر پیچیده تشکیل شده است و به رسم هر یک از اجزای آن توسط فرد، نمره‌ای تعلق می‌گیرد و حداکثر مجموع نمرات ۳۶ است. در این آزمون یک تصویر پیچیده با ۱۸ جز برای فرد نشان داده می‌شود و فرد در نوبت اول از روی تصویر کپی می‌کند و در این مدت زمان رسم شکل ثبت می‌گردد. در واقع این مرحله بیشتر توجه بینایی-فضایی (Visuospatial Attention) را ارزیابی می‌کند (۱۶). در مرحله بعد، پس از ۳ دقیقه و ۳۰ دقیقه از مرحله کپی از فرد درخواست می‌شود تا مجدداً ROCF را با کمک حافظه خود رسم کند و در نهایت زمان انجام و نمره ۱۸ جز آن (با حداکثر نمره ۳۶) محاسبه می‌گردد. این مرحله از آزمون، حافظه بینایی-فضایی زودرس و تأخیری را ارزیابی می‌کند. در یک مطالعه برای بررسی اعتبار این آزمون، ضریب همبستگی بین دسته‌ای آن در غالب آیت‌ها بالای

به روش سرشماری، کلیه پرسنل نیروی هوایی ارتش جمهوری اسلامی ایران که به کلینیک طب هوایی مرکز فیزیولوژی هوایی و اتاق ارتفاع مرکز فیزیولوژی هوایی، مراجعه کرده و معیارهای ورود به مطالعه را داشتند (مجموعاً ۴۹ نفر) وارد مطالعه شدند. در این مطالعه عملکرد شناختی بینایی-فضایی و عملکرد شناختی - توجه مورد بررسی قرار گرفت. به منظور ارزیابی تأثیر پرواز با هواپیماهای جنگنده، افراد مورد بررسی به دو گروه خلبانان هواپیمای جنگنده (گروه اول) و سایر پرسنل پروازی نیروی هوایی ارتش (گروه دوم) تقسیم شدند. حجم نمونه با در نظر گرفتن ۵ درصد خطای نوع اول و ۲۰ درصد خطای نوع دوم، برای تخمین فراوانی اختلال در عملکرد شناختی بینایی-فضایی و یا ۲۰ درصد اختلاف بین گروه‌ها و با در نظر گرفتن متوسط فراوانی ۷۰ درصد در مطالعات قبلی (۱۴)، حجم نمونه ۴۹ نفر محاسبه گردید.

معیارهای ورود به مطالعه شامل استخدام در نیروی هوایی ارتش جمهوری اسلامی ایران به عنوان پرسنل پروازی، عدم داشتن ناتوانی جسمی (بینایی، شنوایی، فیزیکی) مورد نیاز برای انجام آزمون‌های شناختی و رضایت برای شرکت در آزمون‌های شناختی بود. معیارهای خروج از مطالعه نیز ابتلا به بیماری‌های منجر کننده به اختلالات شناختی در طی مطالعه و ناقص بودن داده‌های دریافتی بود.

برای تمامی افرادی که برای انجام معاینات پزشکی دوره‌ای خود و آموزش‌های دوره‌ای هیپوکسی حین پرواز مراجعه کرده بودند، پس از اخذ رضایت برای شرکت در مطالعه و پر کردن چک لیست اطلاعات دموگرافیک (سن، جنس، سطح تحصیلات و درجه نظامی) و سابقه پروازی، آزمون‌های شناختی تصویر پیچیده ری-استریت شناختی ادنبروک بازبینی شده (Rey-Osterrieth Complex Figure Test (ROCF))، ارزیابی شناختی ادنبروک بازبینی شده (Addenbrooke's Cognitive Examination - Revised (ACE-R))، آزمون خلاصه حافظه دیداری فضایی بازبینی شده (Brief Visuospatial Memory Test - Revised (BVMT-R)) و آزمون‌های گستره ارقام رو به جلو و رو به عقب (Forward Digit Span (FDS) و Backward Digit Span (BDS)) انجام شد. این آزمون‌ها توسط متخصص مغز و اعصاب مجرب در زمینه اختلالات شناختی گرفته شد. تمامی اطلاعات جمع‌آوری شده برای هر فرد در قالب یک پرونده برای

از ۴۰ ساعت و کمتر یا مساوی ۴۰ ساعت در طی ۶ ماه گذشته تقسیم شدند. قبل از انجام آنالیزهای آماری مربوط به متغیرهای وابسته (آزمون‌های شناختی)، هر دو گروه از نظر متغیرهای مخدوش کننده مثل سن، جنس، سطح تحصیلات، درجه نظامی، سابقه بیماری‌های پزشکی قبلی و سابقه فامیلی بیماری‌های مرتبط با اختلال شناختی با هم مقایسه شدند که تفاوتی با هم نداشتند. در ارزیابی داده‌ها، از آمار توصیفی و آمار تحلیلی شامل آزمون‌های کای دو (Chi-Square)، تی مستقل و یا من-ویتنی (Mann-Whitney) استفاده شد. سطح معنی‌داری، $P < 0/05$ در نظر گرفته شد. در این مطالعه، قبل از انجام آزمون‌های شناختی از تمامی افراد رضایت آگاهانه اخذ گردید. به تمامی افراد اطمینان داده شد که نتایج این مطالعه شامل نتایج نمرات کسب شده هر فرد در آزمون‌های شناختی، فقط در دسترس پژوهشگران می‌باشد و فقط برای امور تحقیقاتی به کار می‌رود و نتایج طرح نیز در نهایت به صورت کلی انتشار می‌یابد. اصول کمیته اخلاق نشر (COPE) رعایت گردید.

یافته‌ها

در این مطالعه ۴۹ نفر بررسی شدند که در بین آن‌ها ۵۲/۴ درصد خلبان جنگنده، ۳۳/۳ درصد خلبان یا عضو پرسنل پروازی هواپیماهای ترابری، ۴/۸ درصد خلبان هلیکوپتر و ۹/۵ درصد دانشجوی رشته خلبانی بودند. افراد به دو گروه خلبانان هواپیمای جنگنده (گروه اول) و غیر خلبانان هواپیمای جنگنده (گروه دوم) تقسیم شدند. میانگین سن افراد شرکت کننده در مطالعه $31/54 \pm 6/5$ سال بود. تمامی افراد شرکت کننده در مطالعه به جز یک نفر، مرد بودند. دو گروه از نظر سن، جنس، سطح تحصیلات و درجه نظامی با هم تفاوتی نداشتند ($P > 0/05$) (جدول ۱). در بین افراد مورد مطالعه، یک نفر سابقه هیپرلیپیدمی و یک نفر سابقه کم کاری تیروئید داشت. دو گروه از نظر سابقه مصرف سیگار و دخانیات، فعالیت ورزشی منظم، سابقه فامیلی بیماری‌های مرتبط با اختلال شناختی و مدت زمان پرواز به سال و ساعت با هم تفاوتی نداشتند ($P > 0/05$) (جدول ۱). از افراد در مورد فراوانی علائم شناختی در طی یک ماه گذشته پرسیده شد. بر طبق آزمون کای دو از نظر بروز علائم شناختی در بین دو گروه تفاوت معنادار آماری گزارش نشد ($P > 0/05$). نتایج آنالیز آزمون‌های شناختی در گروه‌های اول و دوم در جدول

۹۰ درصد (بین ۹۱ درصد تا ۹۹ درصد) و کمترین نمره همبستگی آن (۷۸ درصد) برای بازیابی فوری بود (۱۷). برای ارزیابی عملکرد شناختی کلی از آزمون ACE-R استفاده شد. حداکثر نمره این آزمون ۱۰۰ می‌باشد و شامل آیتم‌های مختلفی از قبیل جهت یابی یا Orientation (آگاهی از زمان و مکان کنونی)، رجیستر یا Registration (توانایی ثبت اطلاعات)، توجه یا Attention (توانایی تمرکز روی داده‌ها)، حافظه یا Memory (توانایی بازیابی اطلاعات به خاطر سپرده شده)، سیالی کلامی یا Verbal Fluency (توانایی بیان روان کلمات)، زبان یا Language (توانایی‌های مختلف زبانی)، توانایی‌های بینایی-فضایی یا Visuospatial (توانایی‌های بینایی و فضایی) و توانایی‌های ادراکی یا Perception (توانایی درک داده‌های فضایی) است. در ارزیابی روایی نسخه فارسی آزمون ACE توسط پورا اعتماد و همکارانش، نشان داده شد که حساسیت و ویژگی این آزمون با نمره برش ۸۴ برای افتراق بیماران MCI (اختلال شناختی خفیف) از جمعیت نرمال، به ترتیب ۹۳ درصد و ۹۱ درصد می‌باشد (۱۸). برای افزایش حساسیت ارزیابی توجه خلبانان، آزمون BDS و FDS نیز انجام گردید. در آزمون FDS برای بیمار توالی از ارقام خوانده می‌شود و از وی خواسته می‌شود تا آن ارقام را به ترتیب از اول تا آخر تکرار کند. تعداد توالی ارقام به تدریج افزایش می‌یابد و از هر تعداد توالی ارقام، دو توالی برای فرد خوانده می‌شود. در آزمون BDS نیز همین توالی‌ها برای فرد به شیوه فوق خوانده می‌شود و از فرد خواسته می‌شود تا به صورت معکوس (از رقم آخر تا رقم اول) آن‌ها را بگوید. در این دو آزمون، حداکثر طول توالی بازیابی شده صحیح و نمره کسب شده فرد (به ازای هر توالی صحیح، یک نمره) ثبت می‌گردد. اعتبار و روایی FDS و BDS، توسط سانگ (Sung) مورد بررسی قرار گرفت که قابلیت اعتماد آزمون-پس آزمون بین ۰/۴۳ تا ۰/۷۷ بود که وقتی با دو تکلیف مختلف انجام گرفت، قابلیت اعتماد تا ۰/۸۶ افزایش یافت (۱۹).

برای تحلیل داده‌ها، افراد مورد مطالعه ابتدا به دو دسته گروه اول (شامل خلبانان هواپیماهای جنگنده) و گروه دوم (سایر پرسنل پروازی) تقسیم شدند. ضمناً برای بررسی تأثیر عوامل سابقه پروازی، افراد به گروه‌های دارای سابقه پرواز بیش از ۱۰ سال و کمتر یا مساوی ۱۰ سال، بیش از ۴۰۰ ساعت و کمتر یا مساوی ۴۰۰ ساعت و بیش

جدول ۱- مقایسه مشخصات دموگرافیک و مشخصات پروازی در دو گروه مورد مطالعه

متغیر	گروه اول (خلبانان جنگنده)	گروه دوم (سایر پرسنل پروازی)	سطح معنی داری
سن	۳۱/۶±۶/۴	۳۱/۴±۶/۸	†۰/۹۳۵
داشتن سطح تحصیلات فوق لیسانس و بالاتر	٪۳۱/۸	٪۱۰/۰	*۰/۰۵۴
داشتن درجه سرگردی و بالاتر	٪۴۰/۹	٪۱۵/۰	*۰/۳۰۳
داشتن سابقه بیماری قبلی پزشکی	٪۴/۵	٪۵/۰	*۰/۳۶۶
داشتن سابقه مصرف سیگار و دخانیات	٪۱۳/۶	٪۲/۰	*۰/۴۴۴
داشتن فعالیت ورزشی منظم	٪۷۷/۳	٪۶۵/۰	*۰/۲۹۶
تعداد کل سال‌های پرواز	۱۰/۶۴±۱/۴	۹/۷۵±۱/۷	†۰/۶۹۳
تعداد کل ساعت‌های پرواز	۱۰۶۸±۴۰۰	۱۳۱۷±۳۱۹۴	†۰/۵۷۹
درصد پروازهای در طول در روز	٪۴۰/۹	٪۲۰/۰	†۰/۰۷۷
مدت زمان پرواز در ۶ ماه گذشته (ساعت)	۲۳±۷۸	۱۵۵±۵۳	†۰/۴۵۵

* آزمون کای دو، † آزمون تی مستقل

جدول ۲- مقایسه میانگین نمرات آزمون‌های شناختی در دو گروه خلبانان جنگنده و سایر پرسنل پروازی

نام آزمون	میانگین±انحراف معیار در گروه اول	میانگین±انحراف معیار در گروه دوم	میانگین±انحراف معیار در کل افراد	حداکثر نمره	سطح معنی داری
آزمون ROCF (کپی کردن)					
نمره کل کسب شده	۶۳۵±۰/۸	۳۵/۳±۱/۶	۳۵/۵±۱/۳	۳۶	*۰/۸۲۵
مدت زمان رسم شکل	۱۴۷±۵۵	۱۵۷±۶۸	۱۴۷±۵۵	-	†۰/۳۲۰
آزمون ROCF (۳ دقیقه بعد از کپی)					
نمره کل کسب شده	۲۳/۵±۳/۵	۴۲/۲±۶/۸	۲۳/۲±۶/۲	۳۶	*۰/۳۲۰
مدت زمان رسم شکل	۱۱۳±۳۵	۱۲۳±۴۵	۱۱۸±۴۰	-	†۰/۴۵۶
آزمون ROCF (۳۰ دقیقه بعد از کپی)					
نمره کل کسب شده	۲۱/۶±۳/۶	۲۴/۱±۶/۶	۲۳/۴±۶/۵	۳۶	*۰/۳۴۲
مدت زمان رسم شکل	۷۳±۲۶	۷۷±۲۳	۷۵±۲۳	-	†۰/۵۶۷
آزمون FDS					
نمره کل کسب شده	۹/۱±۱/۹	۸/۸±۲/۰	۹/۰±۱/۹	۱۶	†۰/۶۳۶
حداکثر طول توالی	۶/۱±۱/۲	۶/۱±۱/۶	۶/۱±۱/۲	۸	†۰/۶۸۵
آزمون BDS					
نمره کل کسب شده	۶/۳±۱/۰	۶/۲±۱/۵	۶/۳±۱/۲	۱۶	†۰/۶۱۸
حداکثر طول توالی	۴/۵±۰/۶	۴/۶±۰/۹	۴/۵±۰/۷	۸	†۰/۸۱۳
آزمون BVMT-R					
نمره کل (تلاش اول)	۶/۷±۱/۵	۷/۳±۳/۱	۷/۱±۲/۳	۱۲	†۰/۴۴۰
نمره کل (تلاش دوم)	۱۰/۷±۱/۸	۱۰/۸±۱/۳	۱۰/۸±۱/۶	۱۲	†۰/۹۲۸
نمره کل (تلاش سوم)	۱۱/۷±۰/۷	۱۱/۸±۰/۶	۱۱/۸±۰/۶	۱۲	†۰/۶۴۳
آزمون ACE-R					
نمره کل آزمون	۹۳/۴±۲/۶	۹۴/۴±۳/۷	۹۳/۹±۳/۲	۱۰۰	*۰/۳۱۲

* آزمون تی مستقل، † آزمون من-ویتنی

شماره ۲ شماره آمده است. بر این اساس میانگین نمرات تمامی آزمون‌های شناختی در میان دو گروه تفاوت معنادار آماری نداشت ($P > 0/05$).

تفاوت معنادار آماری داشت (جدول ۴). در آنالیز آزمون‌های شناختی بر اساس تعداد ساعت‌های پرواز در طی ۶ ماه گذشته نیز مشخص شد که تنها متغیرهای «حافظه پیش گستر در تلاش اول» ($P = 0/024$)، «حافظه پیش گستر در تلاش دوم» ($P = 0/024$)، «نمره کلی در یادآوری تأخیری» ($P = 0/013$)، «یادآوری آدرس» ($P = 0/020$) و «بازشناسی آدرس» ($P = 0/020$) در بین دو گروه تفاوت معنادار آماری داشت.

نتایج آنالیز آزمون‌های شناختی بر اساس تعداد کل سال‌های پرواز در جدول‌های شماره ۳ و ۴ آمده است. بر این اساس «حداکثر طول توالی یادآوری شده در آزمون BDS» و «نمره یادآوری کلمات» در بین افراد با سابقه بیشتر از ۱۰ سال و کمتر و مساوی ۱۰ سال پرواز (جدول ۳)؛ و «نمره کل کسب شده در FDS»، «حداکثر طول توالی یادآوری شده در FDS»، «نمره کلی یادآوری تأخیری»، «یادآوری آدرس» و «بازشناسی آدرس» در بین افراد با سابقه پرواز بیشتر و مساوی ۴۰۰ ساعت و بیشتر از ۴۰۰ ساعت

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر با هدف بررسی عملکرد شناختی بینایی-فضایی و توجه خلبانان ارتش جمهوری اسلامی ایران و مقایسه آن‌ها

جدول ۳- مقایسه میانگین و انحراف معیار نمرات آزمون‌های شناختی به تفکیک تعداد کل سال‌های پرواز

نام آزمون	میانگین ± انحراف معیار		میانگین ± انحراف معیار		سطح معنی‌داری
	≥ 10 سال پرواز	< 10 سال پرواز	کل افراد	حداکثر نمره	
آزمون ROCF (کپی کردن)					
نمره کل کسب شده	۳۵/۵ ± ۱/۶	۳۵/۶ ± ۰/۸	۳۵/۵ ± ۱/۳	۳۶	* ۰/۷۰۹
مدت زمان رسم شکل	۱۶۲ ± ۵۹	۱۳۰ ± ۴۸	۱۴۷ ± ۵۵	-	† ۰/۰۵۰
آزمون ROCF (۳ دقیقه بعد از کپی)					
نمره کل کسب شده	۲۱/۲ ± ۶/۳	۲۴/۹ ± ۶/۳	۲۳/۲ ± ۶/۲	۲۶	* ۰/۰۹۰
مدت زمان رسم شکل	۱۲۵ ± ۴۰	۱۰۶ ± ۳۸	۱۱۸ ± ۴۰	-	† ۰/۳۲۱
آزمون ROCF (۳۰ دقیقه بعد از کپی)					
نمره کل کسب شده	۲۱/۹ ± ۶/۸	۲۴/۶ ± ۶/۲	۲۳/۴ ± ۶/۵	۳۶	* ۰/۱۴۷
مدت زمان رسم شکل	۷۶ ± ۲۵	۷۲ ± ۲۰	۷۵ ± ۲۳	-	† ۰/۶۳۱
آزمون FDS					
نمره کل کسب شده	۹/۱ ± ۲/۰	۹/۱ ± ۱/۹	۹/۰ ± ۱/۹	۱۶	† ۰/۸۷۴
حداکثر طول توالی	۶/۱ ± ۱/۲	۶/۱ ± ۱/۲	۶/۱ ± ۱/۲	۸	† ۰/۹۴۱
آزمون BDS					
نمره کل کسب شده	۵/۹ ± ۱/۱	۶/۸ ± ۱/۵	۶/۳ ± ۱/۲	۱۶	† ۰/۱۲۵
حداکثر طول توالی	۴/۳ ± ۰/۶	۴/۹ ± ۰/۸	۴/۵ ± ۰/۷	۸	† ۰/۰۳۸
آزمون BVMT-R					
نمره کل (تلاش اول)	۶/۷ ± ۱/۵	۷/۳ ± ۳/۱	۷/۱ ± ۲/۳	۱۲	† ۰/۴۴۰
نمره کل (تلاش دوم)	۱۰/۱۷/۸	۱۰/۸ ± ۱/۳	۱۰/۸ ± ۱/۶	۱۲	† ۰/۹۲۸
نمره کل (تلاش سوم)	۱۱/۷ ± ۰/۷	۱۱/۸ ± ۰/۶	۱۱/۸ ± ۰/۶	۱۲	† ۰/۶۴۳
آزمون ACE-R					
نمره کل آزمون	۹۳/۴ ± ۳/۶	۹۴/۶ ± ۲/۴	۹۳/۴ ± ۳/۶	۱۰۰	* ۰/۲۲۹
یادآوری کلمات	۳/۰ ± ۰	۲/۸ ± ۰/۶	۲/۹ ± ۰/۴	۳	† ۰/۰۴۰

* آزمون تی مستقل، † آزمون من-ویتنی

جدول ۴- مقایسه میانگین نمرات آزمون‌های شناختی به تفکیک تعداد کل ساعت‌های پرواز

نام آزمون	میانگین ± انحراف معیار ≥ ۴۰۰ ساعت پرواز	میانگین ± انحراف معیار < ۴۰۰ ساعت پرواز	میانگین ± انحراف معیار کل افراد	حداکثر نمره	سطح معنی‌داری
آزمون ROCF (کپی کردن)					
نمره کل کسب شده	۳۵/۲ ± ۱/۸	۳۵/۷ ± ۰/۷	۳۵/۵ ± ۱/۳	۳۶	*. / ۴۹۹
مدت زمان رسم شکل	۱۵۸ ± ۵۶	۱۳۸ ± ۵۶	۱۴۷ ± ۵۵	-	†. / ۱۸۴
آزمون ROCF (۳ دقیقه بعد از کپی)					
نمره کل کسب شده	۲۱/۲ ± ۶/۳	۲۴/۹ ± ۶/۳	۲۳/۲ ± ۶/۲	۳۶	*. / ۴۱۷
مدت زمان رسم شکل	۲۱/۲ ± ۶/۳	۱۱۳ ± ۴۳	۱۱۸ ± ۴۰	-	†. / ۴۱۱
آزمون ROCF (۳۰ دقیقه بعد از کپی)					
نمره کل کسب شده	۲۲/۲ ± ۵/۱	۲۳/۵ ± ۷/۱	۲۳/۴ ± ۶/۵	۳۶	*. / ۶۰۳
مدت زمان رسم شکل	۷۲ ± ۲۰	۷۵ ± ۲۳	۷۵ ± ۲۳	-	†. / ۷۱۳
آزمون FDS					
نمره کل کسب شده	۹/۹ ± ۱/۸	۸/۵ ± ۱/۹	۹/۰ ± ۱/۹	۱۶	†. / ۰۴۹
حداکثر طول توالی	۶/۶ ± ۱/۱	۵/۸ ± ۱/۲	۶/۱ ± ۱/۲	۸	†. / ۰۳۶
آزمون BDS					
نمره کل کسب شده	۶/۱ ± ۱/۲	۶/۳ ± ۱/۳	۶/۳ ± ۱/۲	۱۶	†. / ۸۴۱
حداکثر طول توالی	۴/۴ ± ۰/۷	۴/۶ ± ۰/۸	۴/۵ ± ۰/۷	۸	†. / ۷۵۵
آزمون BVMT-R					
نمره کل (تلاش اول)	۶/۹ ± ۱/۷	۷/۳ ± ۲/۸	۷/۱ ± ۲/۳	۱۲	†. / ۵۹۱
نمره کل (تلاش دوم)	۱۱/۲ ± ۱/۵	۱۰/۴ ± ۱/۶	۱۰/۸ ± ۱/۶	۱۲	†. / ۱۷۷
نمره کل (تلاش سوم)	۱۱/۷ ± ۰/۸	۱۱/۸ ± ۰/۵	۱۱/۸ ± ۰/۶	۱۲	†. / ۷۷۲
آزمون ACE-R					
نمره کل آزمون	۹۳/۹ ± ۳/۱	۹۳/۹ ± ۳/۳	۹۳/۴ ± ۳/۶	۱۰۰	*. / ۲۲۹
نمره کلی در یادآوری تأخیری	۱۰/۵ ± ۱/۸	۱۱/۵ ± ۰/۷	۱۱/۱ ± ۱/۴	۱۲	†. / ۰۲۰
یادآوری آدرس	۵/۸ ± ۱/۴	۶/۵ ± ۰/۷	۶/۲ ± ۱/۱	۷	†. / ۰۴۰
بازشناسی آدرس	۴/۷ ± ۰/۵	۵/۰ ± ۰	۴/۹ ± ۰/۳	۵	†. / ۰۰۵

* آزمون تی مستقل، † آزمون من-ویتنی

ساعت بیشتر بود. ولی نمره خرده آزمون‌هایی از آزمون ACE-R که مربوط به یادآوری تأخیری (شامل نمره کلی یادآوری تأخیری، یادآوری آدرس و بازشناسی آدرس) بود، در گروهی که سابقه پرواز > ۴۰۰ ساعت داشتند، بیشتر بود.

جهت یابی در فضا نیاز به چهار مرحله از پردازش اطلاعات، شامل «دریافت حسی»، «درک و شناخت بینایی»، «انتخاب» و «اجرای یک رفتار» دارد (۳). خلبان کارآمد نیازمند هر چهار مرحله می‌باشد تا بهترین جهت یابی را انجام دهد. هنگامی که انسان‌ها دانش درک فضایی را به واسطه تجربه‌های مستقیم خود

بین خلبانان جنگنده و سایر پرسنل پروازی انجام شد. بر اساس نتایج این مطالعه، در دو گروه خلبانان هواپیمای جنگنده و سایر پرسنل پروازی، نمرات آزمون‌های شناختی ROCF، FDS و BDS، BVMT-R و ACE-R و خرده آزمون‌های آن از نظر آماری با هم یکسان بود. از طرف دیگر، صرف نظر از نوع وسیله پروازی، داشتن سابقه پرواز > ۱۰ سال، با یادآوری طول توالی بیشتری در آزمون BDS همراه بود؛ در حالی که نمره یادآوری کلمات در سابقه پرواز < ۱۰ سال، بیشتر بود. ضمناً نمره کل آزمون FDS و حداکثر طول توالی یادآوری شده در آزمون FDS، در افراد با سابقه پرواز < ۴۰۰

اختلالات بینایی-فضایی و توجه بیشتری را نسبت به سایر پرسنل پروازی داشته باشند (۴، ۶). نتایج به دست آمده از این مطالعه، نشان می‌دهد که میان خلبانان هواپیماهای جنگنده و سایر پرسنل پروازی تفاوتی از نظر نمرات آزمون‌های انجام شده وجود ندارد.

البته نتایج نشان داد که صرف نظر از نوع وسیله پروازی، برخی از آزمون‌های شناختی بر اساس میزان تجربه پرواز تغییر می‌یابد. به نظر می‌رسد مهارت خلبانان به میزان تجربه پرواز آن‌ها بستگی دارد و خلبانان با سابقه و متخصص، نسبت به خلبانان جدیدتر تجربه بیشتری در برخورد با اطلاعات ورودی مختلف دارند که نیاز به حافظه کاری و توجه بالایی دارد (۲۷، ۲۸) که بر اساس مطالعه پرس (Peres) و همکارانش، از طریق شبکه‌ای اختصاصی از کارکردهای بینایی مرتبط با منطقه پیش فرونتال (Prefrontal)، تنظیم می‌گردد (۲۸). ولی برخلاف انتظار، در نتایج این مطالعه دیده شد که افراد با سابقه پرواز > 400 ساعت، نمرات کمتری در آزمون FDS که ارزیابی کننده توجه ساده است، دارند. در همین راستا مشاهده شد که نمرات خرده آزمون‌های حافظه پیش گستر در تلاش اول و دوم نیز در کسانی که > 40 ساعت در ۶ ماه گذشته پرواز کرده بودند، کمتر بود. یکی از علت‌های محتمل برای نتایج به دست آمده در این مطالعه این است که مدت زمان بیشتر پرواز و به تبع آن زمان کمتر برای استراحت و تفریح، خود می‌تواند مانع از عملکرد مناسب شناختی مغز شود. به همین علت توصیه می‌گردد محدودیت‌هایی برای میزان ساعات پرواز خلبانان و پرسنل پروازی در نظر گرفته شود.

از نتایج جالب توجه این مطالعه این است که نمرات مربوط به بازیابی تأخیری اطلاعات، ارتباط معناداری با تعداد ساعت کل پرواز افراد و همچنین تعداد ساعات‌های پرواز ایشان در طی ۶ ماه گذشته دارد؛ یعنی هر چه این میزان بیشتر باشد، نمرات بازیابی تأخیری اطلاعات آن‌ها بهتر است. با توجه به اینکه آزمون مورد استفاده برای بازیابی تأخیری در این مطالعه، شامل یک آدرس با جزئیات مختلف بود، محتمل است که هر چه تجربه خلبان در پرواز بیشتر می‌شود، تأکید بیشتری بر جزئیات آدرس‌ها می‌کند و به همین علت نمرات بالاتری را کسب می‌نمود. البته با توجه به اینکه مطالعات انجام شده و منتشر شده در زمینه ارزیابی‌های شناختی خلبانان جنگنده بسیار محدود بود و از آنجایی که تاکنون در ایران چنین

در یک محیط یا از طریق رسانه‌ها به دست می‌آوردند (۲۰، ۲۱)، تفاوت‌های فردی بارزی را نشان می‌دهند. به نظر می‌رسد که این تفاوت‌های موجود در قابلیت‌های ناوبری افراد، وابسته به عوامل ژنتیکی و تأثیرات محیطی (مانند راهنمایی‌های والدین و دستیابی نقشه‌ها) می‌باشد (۲۲، ۲۳).

در مطالعات متعددی نشان داده شده است که خلبانان برخی توانایی‌های بینایی-فضایی خاص را در سطح بالاتری از دیگر افراد نشان می‌دهند (۷، ۸). درور (Dror) و همکارانش، مطالعه‌ای را بر روی ۱۶ خلبان و ۱۶ فرد شاهد انجام دادند و دریافتند که خلبانان حداقل دو توانایی استثنایی بینایی-فضایی نسبت به دیگر افراد دارند: آن‌ها می‌توانند اشیاء را در ذهن خود بچرخانند و می‌توانند به صورت ویژه‌ای روابط فضایی اندازه‌ها را تشخیص دهند (۷). با دقت در نتایج این مطالعه هم مشاهده می‌شود که به طور کلی نمرات آزمون‌های بینایی-فضایی در خلبانان و پرسنل پروازی از جامعه عمومی بالاتر است. به عنوان مثال در مطالعه گالاگر (Gallagher) میانگین نمره آزمون ROCF در جمعیت عمومی بین ۱۶ تا ۶۹ سال، برای مرحله کپی کردن $31/3 \pm 3/8$ ، سه دقیقه بعد از کپی $20/11 \pm 6/3$ و سی دقیقه بعد از کپی $19/7 \pm 6/2$ بود (۲۴)؛ در حالی که این مقادیر در افراد مورد مطالعه ما به ترتیب $35/50 \pm 1/3$ ، $23/21 \pm 6/2$ و $23/41 \pm 6/5$ بود. در مورد آزمون BVMT-R نیز، در مطالعه بندیکت (Benedict) و همکارانش در میان بزرگسالان با میانگین سنی $41/8$ و تحصیلات $13/6$ سال، میانگین نمره آزمون BVMT-R در تلاش‌های اول تا سوم به ترتیب $6/3 \pm 2/0$ ، $9/0 \pm 1/2$ و $10/11 \pm 1/6$ بود (۱۵) که این مقادیر در مطالعه ما به ترتیب $7/11 \pm 2/3$ ، $10/8 \pm 1/6$ و $11/8 \pm 0/6$ بود. البته باید این نکته را هم مورد توجه قرار داد که میانگین سنی افراد مورد مطالعه ما $31/5$ و میانگین سال‌های تحصیلات نیز $15/9$ سال بود که این دو عامل می‌توانند در ارزیابی‌های شناختی تأثیرگذار باشند (۲۵، ۲۶). با توجه به تأثیر احتمالی نیروی گرانشی زمین در عملکرد شناختی، بر آن شدیم تا آزمون‌های شناختی با تأکید بر عملکرد بینایی-فضایی و توجه را در میان خلبانان هواپیماهای جنگنده و سایر پرسنل پروازی نیروی هوایی ارتش مقایسه کنیم. این احتمال وجود دارد که چون خلبانان هواپیماهای جنگنده به علت داشتن شتاب بیشتر، تحت تأثیر بیشتری از گرانش زمین قرار می‌گیرند،

بر اساس نتایج این مطالعه، با توجه به آنکه برخی از عملکردهای شناختی، به ویژه عملکرد توجه، با افزایش میزان ساعت‌های پرواز (بیش از ۴۰۰ ساعت پرواز در کل و بیش از ۴۰ ساعت پرواز در طی ۶ ماه گذشته) افت می‌کند، توصیه می‌شود تا محدودیت‌هایی در این زمینه در نظر گرفته شود و ارزیابی‌های عملکرد توجه نیز به صورت دوره‌ای در خلبان و پرسنل پروازی انجام شود.

تشکر و قدردانی

لازم است تا از پرسنل محترم کلینیک طب هوایی مرکز فیزیولوژی هوایی بیمارستان منتخب نظامی و پرسنل اتاق ارتفاع مرکز فیزیولوژی هوایی سپاسگزاری نماییم که در هدایت خلبانان برای انجام آزمون‌های شناختی کمک فراوانی نمودند. یادآور می‌شود این مقاله منتج از پایان نامه ارائه شده به اداره تحقیقات و جهاد خودکفایی نیروهای مسلح بوده است که با شماره ۵۱۶۹۶ در مورخه ۱۳۹۶/۲/۱۱ در معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی ارتش (آجا) به تصویب رسیده است.

تضاد منافع

هیچ‌کدام از نویسندگان این مقاله، هیچ‌گونه تضاد منافی را مرتبط با نتایج این تحقیق نداشتند.

References

- 1- Nezami A, Khademi A, Asgari A. Providing a document and comprehensive health plans in the air force: an organizational requisite. *Ebnesina*. 2015;17(3):59-69.
- 2- Wolbers T, Hegarty M. What determines our navigational abilities? *Trends Cogn Sci*. 2010;14(3):138-46. DOI:10.1016/j.tics.2010.01.001 PMID: 20138795
- 3- Verde P, Boccia M, Colangeli S, Barbetti S, Nori R, Ferlazzo F, et al. Domain-Specific Interference Tests on Navigational Working Memory in Military Pilots. *Aerosp Med Hum Perform*. 2016;87(6):528-33. DOI:10.3357/AMHP.4521.2016 PMID: 27208675
- 4- Balldin UI. Acceleration effects on fighter pilots. *Textbooks of Military Medicine, Medical Aspects of Harsh Environments*. 2002;2:1025-83.
- 5- Wickens CD. *Aviation displays. Principles and practices of aviation psychology*. 2003:1025-83.
- 6- Bae JY, Ok DP, Park JS, Choi J, Kim JK, Kang S. Brain function factors after high acceleration exposure in Korea Air Force cadets. *Biomedical Research*. 2018;29(11). DOI:10.4066/biomedicalresearch.47-18-580
- 7- Dror IE, Kosslyn SM, Waag WL. Visual-spatial abilities of pilots. *J Applied Psychology*. 1993;78(5):763-73. DOI:10.1037/0021-9010.78.5.763
- 8- Verde P, Piccardi L, Bianchini F, Guariglia C, Carrozzo P, Morgagni F, et al. Gender differences in navigational memory: pilots vs. nonpilots. *Aerosp Med Hum Perform*. 2015;86(2):103-11. DOI:10.3357/AMHP.4024.2015 PMID: 25946734
- 9- Gillingham KK. The spatial disorientation problem in the United States Air Force. *J Vestib Res*. 1992;2(4):297-306. PMID: 1342404
- 10- Taverniers J, Smeets T, Lo Bue S, Syroit J, Van Ruyssveldt J, Pattyn N, et al. Visuo-spatial path learning, stress, and cortisol secretion following military cadets' first parachute jump: the effect of increasing task complexity. *Cogn Affect Behav Neurosci*. 2011;11(3):332-43. DOI:10.3758/s13415-011-0043-0 PMID: 21607782
- 11- Callister JD, King RE, Lanier DC, Etterle PM, editors.

- Neuropsychiatrically Enhanced Flight Screening(N-EFS)- A pilot baselining and validation effort. International Symposium on Aviation Psychology, 8 th, Columbus, OH; 1995.
- 12- Stokes AF, Banich MT, Elledge VC. Testing the tests-an empirical evaluation of screening tests for the detection of cognitive impairment in aviators. *Aviat Space Environ Med.* 1991;62(8):783-8. PMID: 1930062
- 13- Navathe PD, Singh B. Prevalence of spatial disorientation in Indian Air Force aircrew. *Aviat Space Environ Med.* 1994;65(12):1082-5. PMID: 7872907
- 14- Sawyer RJ, 2nd, Testa SM, Dux M. Embedded performance validity tests within the Hopkins Verbal Learning Test - Revised and the Brief Visuospatial Memory Test - Revised. *Clin Neuropsychol.* 2017;31(1):207-18. DOI:10.1080/13854046.2016.1245787 PMID: 27758163
- 15- Benedict RHB, Schretlen D, Groninger L, Dobraski M, Shpritz B. Revision of the Brief Visuospatial Memory Test: Studies of normal performance, reliability, and validity. *Psychological Assessment.* 1996;8(2):145-53. DOI:10.1037/1040-3590.8.2.145
- 16- Galasko D. The diagnostic evaluation of a patient with dementia. *Continuum (Minneap Minn).* 2013;19(2 Dementia):397-410. DOI:10.1212/01.CON.0000429176.37224.58 PMID: 23558485
- 17- Brauer Boone K. TEST REVIEW The Boston Qualitative Scoring System for the Rey-Osterrieth Complex Figure. *J Clinical and Experimental Neuropsychology.* 2010;22(3):430-2. DOI:10.1076/1380-3395(200006)22:3;1-v;ft430
- 18- Pouretemad HR, Khatibi A, Ganjavi A, Shams J, Zarei M. Validation of Addenbrooke's cognitive examination (ACE) in a Persian-speaking population. *Dement Geriatr Cogn Disord.* 2009;28(4):343-7. DOI:10.1159/000252772 PMID: 19864908
- 19- Sung J. The reliability and validity of short-term and working memory pointing tasks developed for clinical populations with speech and language disorders. *Commun Sci Disord.* 2011;16(2):185-201.
- 20- Allen GL, Kirasic KC, Dobson SH, Long RG, Beck S. Predicting environmental learning from spatial abilities: An indirect route. *Intelligence.* 1996;22(3):327-55. DOI:10.1016/s0160-2896(96)90026-4
- 21- Fields AW, Shelton AL. Individual skill differences and large-scale environmental learning. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn.* 2006;32(3):506-15. DOI:10.1037/0278-7393.32.3.506 PMID: 16719662
- 22- Szechter LE, Liben LS. Parental guidance in preschoolers' understanding of spatial-graphic representations. *Child Dev.* 2004;75(3):869-85. DOI:10.1111/j.1467-8624.2004.00711.x PMID: 15144491
- 23- Uttal DH. Seeing the big picture: map use and the development of spatial cognition. *Developmental Science.* 2000;3(3):247-64. DOI:10.1111/1467-7687.00119
- 24- Gallagher C, Burke T. Age, gender and IQ effects on the Rey-Osterrieth Complex Figure Test. *Br J Clin Psychol.* 2007;46(Pt 1):35-45. DOI:10.1348/014466506x106047 PMID: 17472200
- 25- Elias MF, Elias PK, D'Agostino RB, Silbershatz H, Wolf PA. Role of age, education, and gender on cognitive performance in the Framingham Heart Study: community-based norms. *Exp Aging Res.* 1997;23(3):201-35. DOI:10.1080/03610739708254281 PMID: 9248817
- 26- Mungas D, Reed BR, Farias ST, Decarli C. Age and education effects on relationships of cognitive test scores with brain structure in demographically diverse older persons. *Psychol Aging.* 2009;24(1):116-28. DOI:10.1037/a0013421 PMID: 19290743
- 27- Kennedy Q, Taylor JL, Reade G, Yesavage JA. Age and expertise effects in aviation decision making and flight control in a flight simulator. *Aviat Space Environ Med.* 2010;81(5):489-97. DOI:10.3357/asem.2684.2010 PMID: 20464816
- 28- Peres M, Van De Moortele PF, Pierard C, Lehericy S, Satabin P, Le Bihan D, et al. Functional magnetic resonance imaging of mental strategy in a simulated aviation performance task. *Aviat Space Environ Med.* 2000;71(12):1218-31. PMID: 11439722
- 29- Banich MT, Stokes A, Elledge VC. Neuropsychological screening of aviators: a review. *Aviat Space Environ Med.* 1989;60(4):361-6. PMID: 2650677
- 30- Salive ME. Evaluation of aging pilots: evidence, policy, and future directions. *Mil Med.* 1994;159(2):83-6. PMID: 8202253
- 31- Hancock PA, Ross JM, Szalma JL. A meta-analysis of performance response under thermal stressors. *Hum Factors.* 2007;49(5):851-77. DOI:10.1518/001872007X230226 PMID: 17915603
- 32- Ratcliff R, Van Dongen HP. Sleep deprivation affects multiple distinct cognitive processes. *Psychon Bull Rev.* 2009;16(4):742-51. DOI:10.3758/PBR.16.4.742 PMID: 19648462