Advances in Cognitive Sciences
Vol 27, No. 2, Summer 2025
Research Article
Pages 66-80

Diagnosing post-traumatic stress disorder using CANTAB test data and a machine learning model

Nooshin Pourbaghi[1], Mir Mohsen Pedram[2*], Alireza Moradi[3], Seyed Kamaledin Setarehdan[4]

1. PhD Candidate of Brain and Computation, Department of Cognitive Modelling & Brain and Computation (CM&BC), Institute for Cognitive Science Studies, Tehran, Iran
2. Associate Professor of Electrical Engineering, Department of Electrical and Computer Engineering, Faculty of Engineering, Kharazmi University, Tehran, Iran
3. Professor of Clinical Psychology, Department of Clinical Psychology, Kharazmi University, Tehran, Iran
4. Professor of Biomedical Engineering, School of Electrical and Computer Engineering, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran

Recieved: 25 Feb. 2025
Revised: 9 Sep. 2025
Accepted: 11 Sep. 2025

Keywords
Post-traumatic stress disorder
Cognitive assessment
CANTAB
Machine learning

Corresponding author
Mir Mohsen Pedram, Associate Professor of Electrical Engineering, Department of Electrical and Computer Engineering, Faculty of Engineering, Kharazmi University, Tehran, Iran

Email: Pedram@khu.ac.ir

doi.org/10.30514/icss.27.2.66

Abstract

Introduction: Post-traumatic stress disorder (PTSD) is known as a severe psychological and emotional reaction to the experience of traumatic and adverse events such as war, life threats, natural disasters, and personal violence. This often leads to chronic mental and physical abnormalities. Studies have shown that executive function impairment is a characteristic of this disorder, and cognitive assessments can be an essential diagnostic criterion.

Methods: This study uses data from the CANTAB clinical SWM task to assess measures such as DTLR, CD, BE, WE, TF, and DD at different stages. After normalization, the data are standardized and amplified by adding Gaussian noise. Then, a support vector machine model with a Gaussian kernel, which has a strong ability to distinguish complex, nonlinear patterns due to its special characteristics, is trained.

Results: The extracted features were effective in identifying complex differences in cognitive performance that characterize PTSD symptoms. The information collected from these features demonstrated the model's high ability to effectively simulate and analyze PTSD symptoms, as well as accurately distinguish between affected and non-affected groups.

Conclusion: The machine learning model used in this study has enabled the use of the CANTAB test as a neuropsychological tool for diagnosing PTSD. The model's accuracy in this study reached 98%, indicating high power and confidence in correctly diagnosing individuals with this disorder.

Citation: Pourbaghi N, Pedram MM, Moradi A, Setarehdan SK. Diagnosing post-traumatic stress disorder using CANTAB test data and a machine learning model. Advances in Cognitive Sciences. 2025;27(2):66-80.

Extended Abstract

Introduction

Post-Traumatic Stress Disorder (PTSD) is a condition that develops in some individuals following exposure to a stressful, frightening, or distressing event. Those who suffer from this disorder may involuntarily experience aspects of the traumatic event through intense memories, flashbacks, or nightmares related to the incident. This disorder can lead to significant functional impairments and is associated with negative changes in cognition and

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

arousal. The eight-year Iran-Iraq war had profound negative impacts on the mental health of those directly involved, particularly survivors. Overall, studies indicate that more than half of those involved in the Iran-Iraq war and over 80% of the veterans from this conflict have experienced symptoms of PTSD. Research has shown a clear link between PTSD and neurocognitive functional disorders, including reduced executive functioning. Increasing evidence suggests a connection between deficits in executive functioning and PTSD, especially among veterans. The Cambridge Automated Neuropsychological Test Battery (CANTAB) is a computerized test suite that provides highly precise, sensitive, and objective measurements of to cognitive functions and specific tasks. It is widely used in research related to executive functions (EF). In the current study, a Support Vector Machine (SVM) algorithm, using data from CANTAB, was employed to distinguish individuals with war-related PTSD from healthy individuals.

Methods

This research is a fundamental-applied study conducted as a case-control investigation between two groups. From among the veterans referred to Sadr Psychiatric Hospital in Tehran, Iran, in 2022, 20 individuals were selected for this study using convenience sampling. These veterans had been diagnosed with PTSD by at least two psychiatrists based on the Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5) or the International Classification of Diseases (ICD-10). They had a history of at least four psychiatric hospitalizations. A control group of 20 individuals was randomly selected and confirmed to be free of PTSD. The study's inclusion criteria were being male, providing written consent to participate, and being between 45 and 65 years old. The exclusion criteria included comorbid conditions such as schizophrenia, dementia, brain tumors, epilepsy, bipolar disorder type I, and head trauma in individuals with PTSD. After selecting the participants, necessary explanations regarding the test's objectives and procedures were provided, and written consent was obtained. The psychological performance of each participant was assessed on the test day using standardized criteria. The Structured Clinical Interview for DSM-5 (SCID-5), the 21-item Beck Depression Inventory (BDI-21), and the PTSD Checklist-Military Version (PCL-M) were administered to evaluate mental health, depressive symptoms, and PTSD symptom severity, respectively. A psychiatrist evaluated all healthy (control) participants, and only those confirmed to be mentally healthy were included in the study. The control group was carefully screened to ensure they had no history of psychiatric disorders, including alcohol or substance abuse or addiction. Participants with conditions potentially affecting the central nervous system, such as neurological disorders (e.g., epilepsy, brain injuries, cerebrovascular diseases), were also excluded. Additionally, healthy individuals who had previously undergone psychotherapy, scored 28 or higher on the Beck Depression Inventory on the day of participation, or reported feeling drowsy during the assessment were excluded from the study. To ensure the reliability of the sample, PTSD patients were excluded if they had conditions such as brain injury, cerebrovascular diseases, intellectual disability, or a history of alcohol or substance abuse or addiction. Furthermore, patients who had received electroconvulsive therapy (ECT) in the past two months or reported feeling drowsy on the day of participation were also excluded. Finally, the clinical Spatial Working Memory (SWM) test from the CANTAB battery was administered to all participants, and the data were analyzed using SPSS and MATLAB software.

Results

This study employed a range of CANTAB metrics, along

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

with extensive statistical analyses of functional features in both healthy and disordered samples, to gain a more comprehensive understanding of cognitive functioning. The dataset comprised values that assessed each functional metric at various stages of the CANTAB test and during the clinical Spatial Working Memory (SWM) task. These metrics were clearly defined using specific terms, including DTLR (Duration to Last Response), CD (Choice Duration), BE (Between Error), WE (Within Error), TF (Token Found), and DD (Drop Duration). Correlation analyses indicated that certain features, such as DTLR4, CD4, and DD4, exhibited a notable inverse relationship with the output, suggesting their potential utility as indicators for future diagnostics. The Gaussian kernel Support Vector Machine (SVM) algorithm, renowned for its adaptability and ability to identify complex patterns, proved highly effective at classifying intricate, nonlinear data. By projecting the data into a high-dimensional space, the algorithm established more accurate decision boundaries, enhancing the precision of diagnosing the disorder based on selected criteria derived from the SWM test outputs within the CANTAB battery. Following this, the confusion matrix for the Gaussian kernel-based SVM model was computed. The matrix revealed that the model accurately identified 160 healthy samples, with only five healthy individuals misclassified as having the disorder. Conversely, the model misclassified just one actual patient as healthy, while correctly identifying 134 other disordered samples. These results underscore the model's robust performance in distinguishing between the two categories, with minimal errors within acceptable limits. The model demonstrated exceptional performance across multiple evaluation metrics. It achieved an overall accuracy of 98%, indicating its ability to correctly classify the majority of cases. Additionally, the model achieved a negative class accuracy of 96.4%, indicating its proficiency at identifying healthy individuals. The recall rate of 99.25% further highlights the model's ability to correctly identify the majority of patients with the disorder, minimizing the risk of false negatives. Moreover, the F1 score of 97.80, balancing precision and recall, underscores the model's robustness and reliability in handling imbalanced datasets. Consequently, these results affirm the model's effectiveness and demonstrate its reliability as a diagnostic tool for distinguishing between healthy individuals and patients.

Conclusion

This study utilized a range of metrics derived from the CANTAB test, alongside comprehensive statistical analyses of functional characteristics in both healthy and disordered samples, to distinguish individuals with war-related PTSD from their healthy counterparts. Existing research increasingly highlights the association between impairments in executive functioning and PTSD, particularly in veteran populations. The outcomes of this study indicate that the CANTAB test serves as an appropriate and focused instrument for assessing executive functioning and identifying individuals with PTSD. The test evaluates various aspects of cognitive performance, such as working memory, attentional control, decision-making speed, and error rates. These measures have demonstrated particular efficacy in differentiating healthy individuals from those with PTSD, as they effectively reflect the alterations in executive functioning linked to the disorder. The proposed model achieved an accuracy of 98%, a recall of 99.25%, and an F1 score of 97.80, demonstrating its ability to identify complex data patterns and deliver accurate, consistent, and dependable classification. Nevertheless, the study's scope is constrained by the limited inclusion of female veterans. Correlation analyses and the findings derived from the data further indicate that these metrics exhibit a significant relationship with individuals' cognitive and behavioral states, positioning them

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

as valuable tools for the assessment and management of this disorder.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

The study was approved by the Ethics Committee of the Veterans and Martyrs Affair Foundation (VMAF) and adhered to the established ethical principles. The study protocol was approved by the Domain-Specific Review Board of the Ministry of Health and Medical Education in Iran under protocol number IR.ISAAR.REC.1402.003. Furthermore, written consent was obtained from all participants, and all articles used have been previously published in reputable journals that adhere to research ethics.

Authors' contributions

Nooshin Pourbaghi: Conceptualization, methodology, investigation, formal analysis, original draft, and writing, reviewing, and editing of the manuscript. Mir Mohsen Pedram: Project administration, supervision, reviewing, and editing of the manuscript. Alireza Moradi: Task design, reviewing, and editing of the manuscript. Seyed Kamaledin Setarehdan: reviewing and editing of the manuscript.

Funding

The authors did not receive support from any organization for the submitted work.

Acknowledgments

The authors express their gratitude to all participants in the study and to Sadr Psychiatric Hospital in Iran for their support and collaboration.

Conflict of interest

The authors declare no competing interests.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

مجله تازه‌های علوم شناختی
دوره ۲۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۴
مقاله پژوهشی
صفحات ۸۰-۶۶

تشخیص اختلال استرس پس از سانحه با استفاده از داده‌های آزمون CANTAB و یک مدل یادگیری ماشین

نوشین پورباقی[۱]، میر محسن پدرام[۲*]، علیرضا مرادی[۳]، سید کمال‌الدین ستاره‌دان[۴]

۱. کاندیدای دکتری علوم اعصاب شناختی – رایانش و هوش مصنوعی، موسسه آموزش عالی علوم شناختی، تهران، ایران
۲. دانشیار گروه مهندسی برق و کامپیوتر، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۳. استاد گروه روان‌شناسی، دانشکده روانشناسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۴. استاد دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تهران، تهران، ایران

دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۰۷
اصلاح نهایی: ۱۴۰۴/۰۶/۱۸
پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۲۰

واژه‌های کلیدی
اختلال استرس پس از سانحه
ارزیابی شناختی
آزمون CANTAB
یادگیری ماشین

نویسنده مسئول
میرمحسن پدرام، دانشیار گروه مهندسی برق و کامپیوتر، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

ایمیل: Pedram@khu.ac.ir

doi.org/10.30514/icss.27.2.66

چکیده

مقدمه: اختلال استرس پس از سانحه به عنوان یک واکنش شدید روانی و عاطفی به تجربه رویدادهای آسیب‌زا و ناگوار همچون جنگ، تهدیدات جانی، بلایای طبیعی و خشونت‌های شخصی شناخته می‌شود و اغلب منجر به ناهنجاری‌های مزمن روانی و جسمانی می‌شود. مطالعات نشان داده است که اختلال در عملکرد اجرایی از شاخصه‌های این اختلال می‌باشد و ارزیابی‌های شناختی می‌تواند معیار مهمی در تشخیص آن باشد.

روش کار: در این پژوهش از داده‌های آزمون CANTAB تکلیف SWM بالینی برای ارزیابی معیارهایی مانند DTLR، CD، BE، WE، TF و DD استفاده شده است. داده‌ها پس از نرمال‌سازی، استاندارد شده و با اضافه کردن نویز گوسی تقویت شده‌اند. سپس یک مدل ماشین بردار پشتیبان با هسته گوسین که با توجه به ویژگی‌های خاص آن، توانایی بالایی در تفکیک الگوهای پیچیده و غیرخطی دارد، آموزش داده شده است.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان می‌دهد که ویژگی‌های معرفی و استخراج شده در شناسایی تفاوت‌های پیچیده عملکرد شناختی، که نشانه‌های PTSD را بارز می‌سازند، به صورت موثری عمل نموده‌اند. اطلاعات جمع‌آوری شده از این ویژگی‌ها، توانایی بالای مدل را در شبیه‌سازی و تحلیل علائم PTSD و همچنین تمایز دقیق میان گروه‌های مبتلا و دارای اختلال به طور مؤثری نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری: مدل یادگیری ماشین به کار گرفته شده در این پژوهش، امکان استفاده از آزمون CANTAB به عنوان یک ابزار عصب‌شناختی برای تشخیص اختلال PTSD را فراهم کرده است. صحت تشخیص مدل پیشنهادی در این مطالعه ۹۸ درصد بود که نشان‌دهنده قدرت بالا و اطمینان‌بخشی در تشخیص صحیح افراد مبتلا به این اختلال است.

مقدمه

اختلال استرس پس از سانحه ((Post-Traumatic Stress (PTSD)، اختلالی است که در برخی افراد به دنبال مواجهه با یک رویداد استرس‌زا، ترسناک یا ناراحت‌کننده ایجاد می‌شود. این اختلال در کشورهای با درآمد بالا شیوع ۵ تا ۱۰ درصدی در طول زندگی دارد، در زنان دو برابر بیشتر از مردان شایع بوده و همچنین با بروز مشکلات جسمی مزمن و بیماری‌های مرتبط نیز همراه است (۱). افرادی که به این اختلال مبتلا هستند، ممکن است به طور ناخواسته جنبه‌هایی از رویداد آسیب‌زا را به صورت خاطرات شدید، بازگشت به وضعیت قبلی یا کابوس‌های مربوط به آن، تجربه کنند. این اختلال می‌تواند باعث ناتوانی‌های عملکردی مهمی شده (۲) و تغییرات منفی در شناخت و برانگیختگی را نشان دهد (۳).

جنگ هشت ساله عراق علیه ایران تأثیرات منفی عمیقی بر سلامت

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

روان افرادی که به طور مستقیم درگیر آن بودند، به ویژه پناهندگان و بازماندگان، داشته است. یادآوری ناخواسته حوادث جنگی یکی از شایع‌ترین علائم در میان این افراد است و ممکن است به مدت طولانی ادامه یابد. شواهد حاکی از آن است که آثار آسیب‌زای این جنگ پس از سه دهه همچنان در میان بازماندگان قابل مشاهده است (۳). به طور کلی مطالعات نشان می‌دهد که بیش از نیمی از افرادی که در جنگ ایران و عراق درگیر بوده‌اند و بیش از ۸۰ درصد از جانبازان این جنگ علائم اختلال استرس پس از سانحه را تجربه کرده‌اند (۴).

یک فراتحلیل که به بررسی بازماندگان بزرگسالان جنگ از سال ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۹ پرداخته است، شیوع جهانی PTSD را ۲۶/۵ درصد و در جوامع درگیر جنگ، به طور قابل توجهی بیشتر از دیگر جوامعی که تحت تأثیر جنگ قرار نگرفته‌اند، نشان داده است (۵). بر اساس گزارشی که وزارت امور کهنه سربازان ایالات متحده منتشر کرده است، ۱۱ تا ۲۰ درصد از جانبازان باز مانده از عملیات آزادی عراق در یک سال مشخص، دچار PTSD هستند. این میزان برای جانبازانی که در جنگ خلیج فارس خدمت کرده‌اند، حدود ۱۲ درصد و برای کهنه سربازان ویتنام حدود ۳۰ درصد است. از آنجایی که تشخیص PTSD و شدت آن به خودگزارش‌دهی (Self-report) بستگی دارد، که علاوه بر ذهنی بودن، تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند حافظه یا وضعیت عاطفی فعلی فرد است، گسترش معیارهای عینی‌تر می‌تواند سبب بهبود دقت پژوهش‌ها شود (۶).

به طور معمول، آن دسته از افرادی که ترومای جنگ را به صورت مستقیم (شرکت در جنگ یا نزدیک به میدان جنگ) تجربه کرده‌اند در مقایسه با افرادی که مواجهه مستقیم نداشته‌اند، دارای سطوح بالاتری از اختلالات استرس پس از سانحه هستند (۷).

در یک مطالعه در خصوص رابطه بین ترومای جنگی و علائم PTSD در نواره غزه از ۲۰۰۶ تا ۲۰۲۱ با یک گروه هدف شامل ۶۰۷ نوجوان و بزرگسال ۱۰ تا ۳۰ ساله، مشخص شد همه شرکت‌کنندگانی که تا سال ۲۰۲۱ تجارب ترومای جنگ داشته‌اند به شدت در معرض خطر مشکلات روانی طولانی مدت و مخصوصا PTSD هستند (۸).

مطالعات نشان داده است که ارتباط مشخصی بین PTSD و اختلالات عملکرد عصبی شناختی از جمله کاهش عملکرد اجرایی وجود دارد (۹-۱۲). اختلالات مرتبط با این خطر شامل یادگیری کلامی، حافظه کوتاه مدت و بیانی، حافظه کاری، سرعت پردازش اطلاعات (۱۳، ۱۴)، توجه (۱۵، ۱۶)، بازداری پاسخ تغییر یافته، تغییر توجه و انعطاف‌پذیری شناختی هستند (۱۷-۲۰). شواهد به طور فزاینده‌ای ارتباط بین نقص در عملکرد اجرایی و PTSD را به ویژه در میان جانبازان نشان می‌دهد (۲۱، ۲۲).

از این نمونه می‌توان به مطالعه رابطه بین خوشه‌های مختلف علائم PTSD و عملکرد اجرایی در سربازان نیروهای مسلح بریتانیا (۲۳)، بررسی عملکرد اجرایی و حافظه، حافظه فعال و کمبود توجه در جانبازان جنگ بوسنی مبتلا به PTSD (۲۴)، اشاره نمود.

مطالعه انجام شده توسط پژوهشگران سیستم مراقبت بهداشتی بوستون (VA) نشان می‌دهد که جانبازان مبتلا به زیرگروه‌های PTSD که با اختلالات عملکرد اجرایی مشخص می‌شوند، PTSD مزمن بیشتری را در مقایسه با سایر اشکال PTSD در طول زمان تجربه می‌کنند (۲۵).

در یک مقاله مروری دیگر نیز که در مورد پتانسیل کنترل شناختی و حافظه کاری (جنبه‌های عملکرد اجرایی) به عنوان نشانگرهای زیستی برای PTSD، از جمله در جانبازان بحث می‌کند، به ارتباط بین عملکردهای شناختی و علائم PTSD پرداخته شده است (۱۶). به طور کلی می‌توان گفت که اختلال در عملکرد شناختی یک ماه پس از مواجهه با تروما، یک عامل خطر مهم و مستقل برای PTSD است. ارزیابی عملکرد شناختی می‌تواند غربال‌گری و پیشگیری اولیه را بهبود بخشد (۲۶).

آزمایش‌های خودکار عصب‌روان‌شناسی کمبریج ((CANTAB) Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery) یک مجموعه آزمون رایانه‌ای است که دارای سطوح بالایی از اندازه‌گیری‌های دقیق، حساس و عینی در ارتباط با کارکردهای شناختی و تکالیف مشخصی می‌باشد. از این مجموعه در پژوهش‌های مرتبط با عملکردهای اجرایی (Executive functions) استفاده می‌شود (۲۴).

در پژوهش حاضر با استفاده از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان با استفاده از داده‌های مربوط به CANTAB به تشخیص افراد دارای بیماری اختلال استرس پس از سانحه جنگ از افراد سالم پرداخته‌ایم.

روش کار

این پژوهش یک مطالعه بنیادی_کاربردی است که بین دو گروه و به صورت مورد شاهدی انجام گردیده است. از بین جانبازان مراجعه‌کننده به بیمارستان روان‌پزشکی صدر تهران در سال ۱۴۰۲، ۲۰ نفر به روش نمونه‌گیری در دسترس برای این مطالعه انتخاب شدند. این جانبازان با تشخیص حداقل دو روان‌پزشک بر اساس راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی (DSM-V) یا طبقه‌بندی بین‌المللی بیماری‌ها (ICD-10) و سابقه حداقل چهار بار بستری در بخش‌های روان‌پزشکی برچسب PTSD را دریافت کرده بودند. ۲۰ نفر گروه کنترل به صورت تصادفی انتخاب شده و گواهی عدم ابتلا به PTSD دریافت نمودند. ملاک‌های

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

ورود به مطالعه شامل داشتن جنسیت مذکر، رضایت‌نامه کتبی شرکت در پژوهش، قرارگیری در رده سنی ۴۵ تا ۶۵ سال و معیارهای خروج از مطالعه شامل همبودی اختلالات اسکیزوفرنی، دمانس، تومور مغزی، صرع، دو قطبی نوع یک و ترومای سر در افراد مبتلا به PTSD بود.

ابزار

مصاحبه بالینی ساختاریافته (Structured Clinical (SCID-5) (Interview

SCID-5 یک ابزار تشخیصی استاندارد و ساختاریافته است که برای ارزیابی و تشخیص اختلالات روانی بر اساس معیارهای تشخیصی ذکر شده در راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی، نسخه پنجم (DSM-V) استفاده می‌شود. در این پژوهش به منظور اعتباربخشی و اطمینان از برچسب‌گذاری صحیح از کلیه افراد مصاحبه بالینی ساختاریافته به عمل آمده است (۲۷).

پرسشنامه افسردگی بک (Beck's Depression (BDI) Inventory)

پرسشنامه افسردگی بک ۲۱ سوالی یکی از پرکاربردترین ابزارهای خودگزارشی برای سنجش شدت علائم افسردگی است. به منظور اطمینان از عدم تاثیر افسردگی در افراد و نتایج داده‌ها از کلیه آزمودنی‌ها پرسشنامه افسردگی بک اخذ شده و افراد گروه کنترل با نمره بالاتر از ۲۸ از مطالعه حذف شده‌اند (۲۸).

چک لیست اختلال استرس پس از سانحه-نسخه نظامی (PTSD Checklist – Military Version (PCL-M))

چک لیست PCL-M که یک ابزار خودگزارشی برای ارزیابی علائم PTSD در افراد نظامی است، شامل ۲۰ سوال است که هر سوال به یک علامت خاص از PTSD اشاره دارد. PCL-M به عنوان یک ابزار معتبر و قابل اعتماد با مقیاس‌بندی عددی، امکان مقایسه نتایج افراد مختلف و همچنین تغییرات در طول زمان را فراهم می‌کند. نمره کل پرسشنامه نشان‌دهنده شدت علائم PTSD است. از این آزمون برای اطمینان از همگونی افراد دارای اختلال از منظر شدت PTSD استفاده شده است (۲۹).

آزمون‌های CANTAB

CANTAB به مجموعه‌ای از آزمون‌های رایانه‌ای گفته می‌شود که برای ارزیابی عملکردهای شناختی مختلف طراحی شده‌اند. این آزمون‌ها به صورت گسترده در پژوهش‌های علمی، تشخیص بالینی و ارزیابی توانایی‌های شناختی افراد مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند. تکلیف ارائه شده در این آزمون (Spatial Working Memory (SWM) است که از جمله آزمون‌های مرتبط با ارزیابی حافظه کاری فضایی از عملکرد اجرایی می‌باشد. آزمایش با نمایش چندین مربع (جعبه) رنگی روی صفحه شروع می‌شود. هدف از آزمون این است که شرکت‌کننده یک "ژتون" زرد را در تعداد مشخصی از کادرها پیدا کند و از آنها برای پر کردن یک ستون خالی در سمت راست استفاده کند. سطح دشواری آزمون را می‌توان تنظیم کرد و به تدریج تعداد کادرهای نشان داده شده روی صفحه را افزایش داد. در این پژوهش از حالت بالینی استفاده شده است که حداکثر ۸ مربع را شامل می‌شود. هر آزمون چهار مجموعه ۳، ۴، ۶ و ۸ مربعی را به فرد ارائه می‌دهد. قبل از شروع آزمون، آموزش خاصی به شرکت‌کنندگان ارائه نمی‌شود. به آنها فقط توضیح کلی در مورد اصول و دستورالعمل‌های آزمون در مورد نحوه در نظر گرفتن وضعیت استراحت ارائه می‌شود. معیارهای نتیجه برای این تست شامل شناسایی خطاهایی می‌شود که به عنوان مثال می‌توان به انتخاب جعبه‌های خالی شناسایی شده قبلی یا بازبینی جعبه‌هایی که قبلاً حاوی یک نشانه هستند اشاره کرد. در شکل ۱ عکسی از آزمون برروی صفحه نمایش‌گر قابل مشاهده است.

شکل ۱. ست ۸تایی آزمون CANTAB تکلیف SWM

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

روش اجرا

پس از کسب مجوزهای لازم شامل کد اخلاق و تاییدیه بنیاد شهید و امور ایثارگران، جمع‌آوری داده در آزمایشگاه مدل‌سازی شناختی دانشکده برق و کامپیوتر دانشگاه خوارزمی تهران از مهر ماه ۱۴۰۲ آغاز شد. پس از انتخاب افراد توضیحات لازم در خصوص اهداف و رویه‌های آزمون به آزمودنی‌ها داده شد و از آنان رضایت‌نامه کتبی اخذ گردید. عملکرد روان‌شناختی هر یک از شرکت‌کنندگان در روز آزمون با استفاده از معیارهای استاندارد ارزیابی شد. مصاحبه بالینی ساختاریافته (SCID-5)، پرسشنامه افسردگی بک و چک لیست اختلال استرس پس از سانحه-نسخه نظامی (PCL-M) به ترتیب برای ارزیابی سلامت روانی، علائم افسردگی و علائم مرتبط با شدت اختلال استرس پس از سانحه (PTSD)، برای افراد انجام شد.

همه افراد سالم (کنترل) انتخاب شده، توسط روان‌پزشک مورد ارزیابی قرار گرفتند و تنها افرادی که سلامت روانی آنها تایید شده بود در این مطالعه وارد شدند. گروه کنترل به دقت غربال‌گری شدند تا اطمینان حاصل شود که آنها سابقه اختلالات روان‌پزشکی، از جمله سوء مصرف الکل یا مواد یا اعتیاد ندارند. شرکت‌کنندگانی که دارای وضعیتی بودند که به طور بالقوه می‌تواند بر سیستم عصبی مرکزی تأثیر بگذارد، مانند بیماری‌های عصبی (صرع، آسیب‌های مغزی، بیماری‌های عروق مغزی)، نیز از مطالعه حذف شدند. علاوه بر این، افراد سالمی که در گذشته روان‌درمانی دریافت کرده بودند، نمره بک ۲۸ یا بالاتر در روز شرکت داشتند یا احساس خواب‌آلودگی را در طول ارزیابی گزارش کردند، نیز از مطالعه حذف شدند.

برای اطمینان از قابلیت اطمینان نمونه، بیماران مبتلا به PTSD در صورت داشتن هرگونه شرایطی چون آسیب مغزی، بیماری‌های عروق مغزی، ناتوانی ذهنی، یا سابقه مصرف الکل یا مواد یا اعتیاد از مطالعه حذف شدند. علاوه بر این، بیمارانی که در دو ماه گذشته درمان با تشنج الکتریکی (Electroconvulsive therapy (ECT)) دریافت کرده بودند یا در روز شرکت گزارش دادند که خواب‌آلود هستند، نیز از مطالعه خارج شدند. در نهایت از همه شرکت‌کنندگان آزمون SWM بالینی از سری آزمون‌های CANTAB اخذ گردید. داده‌ها با نرم‌افزار SPSS-26، MATLAB نگارش R2023a تجزیه و تحلیل شده‌اند.

یافته‌ها

مجموعه داده‌های استفاده شده در این پژوهش شامل مقادیری است که هر یک از معیارهای عملکردی را در مراحل مختلف انجام آزمون CANTAB و در حین انجام تکلیف SWM بالینی ارزیابی می‌کنند. این معیارها به صورت دقیق و با استفاده از عناوین مشخصی نظیر DTLR، CD، BE، WE، TF و DD برای مراحل ۴، ۶ و ۸ بلوکی به دست آمده‌اند و مقادیر عددی میانگین خروجی‌ها در هر مجموعه می‌باشد:

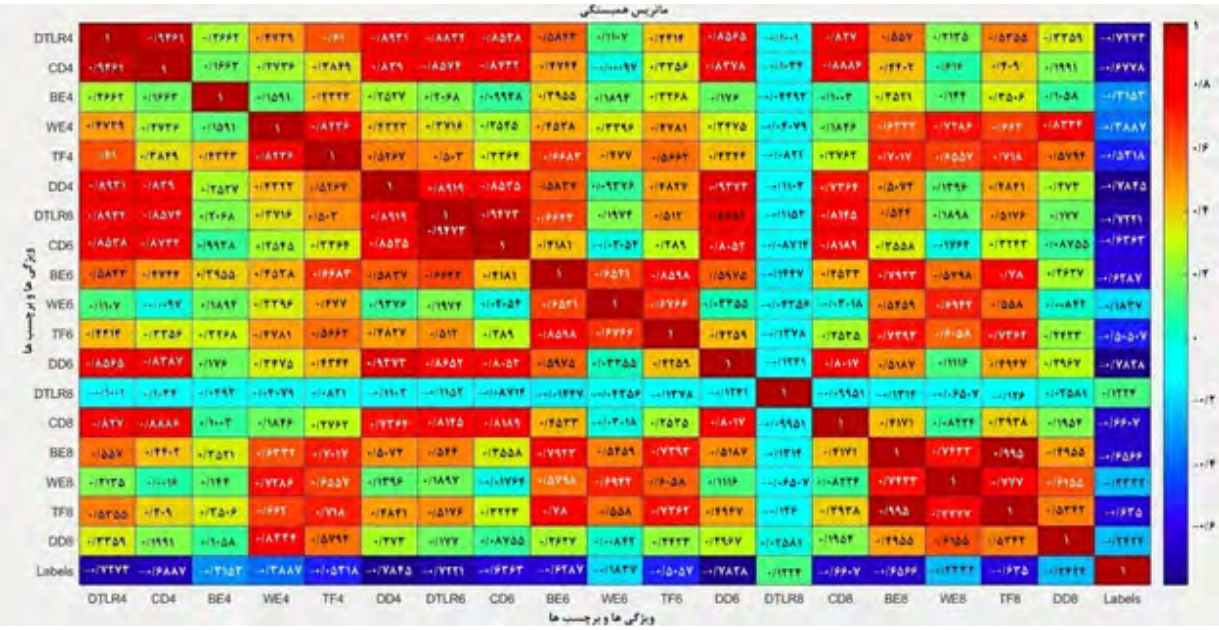
- ویژگی (Duration to Last Response (DTLR)): مدت زمان تا آخرین پاسخ را برای هر مرحله مشخص می‌کند که نشان‌دهنده مدت زمانی است که شرکت‌کننده تا آخرین واکنش در هر مرحله سپری کرده است.
- ویژگی (Choice Duration (CD)): مدت زمان انتخاب را در هر مرحله می‌سنجد، که مدت زمانی را نشان می‌دهد که فرد برای تصمیم‌گیری یا انتخاب طی کرده است.
- ویژگی (Between Error (BE)): عداد خطاهایی که بین گزینه‌ها یا انتخاب‌های مختلف در مراحل ۴، ۶ و ۸ رخ داده‌اند را گزارش می‌دهد.
- ویژگی (Within Error (WE)): تعداد خطاهایی را نشان می‌دهد که در طی انتخاب‌های داخلی و بدون تغییر به گزینه دیگر در هر مرحله به وقوع پیوسته‌اند.
- ویژگی (Token Found (TF)): تعداد توکن‌هایی را که شرکت‌کننده در هر یک از مراحل پیدا کرده است نشان می‌دهد و بیانگر عملکرد موفقیت‌آمیز در هر مرحله می‌باشد.
- ویژگی (Drop Duration (DD)): مدت زمانی را مشخص می‌کند که در طی هر مرحله با کاهش یا افت مواجه شده است و بیانگر مقدار زمانی است که شرکت‌کننده در هر مرحله کاهش سرعت داشته است.

در مجموعه داده ۱۸ ویژگی به عنوان ورودی و ویژگی سالم بودن یا دارای اختلال بودن به عنوان ویژگی خروجی می‌باشد. در شکل ۲ رابطه ماتریس همبستگی بین ویژگی‌ها رسم شده است:

در شکل ۲ هر چه دو ویژگی با یکدیگر رابطه مستقیم بیشتری داشته باشند با رنگ قرمز شدید و هر چه رابطه معکوس‌تری داشته باشند با رنگ آبی شدید نشان داده شده است. همان‌طور که از ردیف آخر ماتریس همبستگی مشخص است تقریبا تمامی ویژگی‌ها با خروجی رابطه معکوس دارند. ویژگی‌های DTLR4، CD4، DD4، DTLR6 و DD6 ارتباط معکوس قوی‌تری نسبت به سایر ویژگی‌ها با خروجی دارد.

این مجموعه داده‌ها در مجموع معیاری جامع از زمان‌بندی‌ها، خطاها و موفقیت‌ها در طول مراحل مختلف آزمون را فراهم می‌آورند و برای تحلیل عملکرد شناختی شرکت‌کنندگان مورد استفاده قرار می‌گیرند. جدول ۱ به تحلیل آماری ویژگی‌های اصلی مجموعه داده، بر اساس کلاس افراد دارای اختلال پرداخته است.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License



شکل ۲. ماتریس همبستگی بین ویژگی‌های مجموعه داده

جدول ۱. تحلیل آماری مجموعه داده برای افراد دارای اختلال PTSD

ویژگی	میانگین	میانه	انحراف معیار	واریانس	کمترین	بیشترین
DTLR4	۲۴۳۴۷	۲۱۷۰۲	۸۱۱۹/۵	۶۵۹۲۷۰۰۰	۱۲۷۱۳	۴۵۱۴۲
CD4	۱۵۴۰	۱۳۲۸/۷	۷۲۷/۱۷	۵۲۸۷۸۰	۶۶۳/۶۳	۳۳۶۵/۵
BE4	۷/۳	۳/۵	۱۵/۲۷۳	۲۳۳/۲۷	۰	۷۰
WE4	۰/۷	۰	۱/۲۱۸۳	۱/۴۸۴۲	۰	۵
TF4	۳۹/۹۵	۳۵/۵	۴/۹۶۸۱	۲۴/۶۸۲	۳۲	۴۹
DD4	۱۳۰۵	۱۲۵۸/۲	۲۸۰/۵۴	۷۸۷۰۱	۸۱۴/۳۱	۱۹۳۶/۱
DTLR6	۴۳۷۷۱	۴۱۸۷۳	۱۴۶۲۴	۲۱۳۸۷۰۰۰۰	۲۳۴۲۸	۸۶۹۲۰
CD6	۱۴۵۶/۸	۱۱۹۶/۳	۷۴۰/۸۷	۵۴۸۸۹۰	۷۰۷/۸۴	۳۷۴۹/۹
BE6	۱۸/۵۵	۱۷/۵	۹/۰۴۰۷	۸۱/۷۳۴	۵	۴۷
WE6	۱/۳۵	۰	۳/۵۸۷۶	۱۲/۸۷۱	۰	۱۶
TF6	۶۵/۸	۶۵	۱۱/۶۴۲	۱۳۵/۵۴	۳۹	۱۰۰
DD6	۱۳۰۵/۹	۱۲۵۷	۲۲۹/۹۸	۵۲۸۹۰	۹۷۷/۳۳	۱۷۸۲/۴
DTLR8	۶۷۰۰۵	۱۲۵۳	۱۷۴۳۴	۳۰۳۹۵۰۰۰۰	۴۴۷۱۷	۱۰۷۸۶۰
CD8	۱۲۳۹	۱۱۲۶/۶	۴۹۸/۰۳	۲۴۸۰۳۰	۶۴۸/۶	۲۶۶۰/۱
BE8	۴۳/۱	۳۸/۵	۱۵/۲۱	۲۳۱/۳۶	۲۷	۸۳
WE8	۴/۱	۱	۷/۳۷۶۳	۵۴/۴۱۱	۰	۲۵
TF8	۱۱۲/۶	۱۰۸	۱۷/۳۱۹	۲۹۹/۹۴	۹۶	۱۵۸
DD8	۲۰۲۹/۱	۱۲۷۴/۴	۳۲۴۱/۴	۱۰۵۰۷۰۰۰	۹۹۳/۶۳	۱۵۷۷۰

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

جدول ۲ به تحلیل آماری ویژگی‌های اصلی مجموعه داده بر اساس کلاس افراد سالم پرداخته است.

جدول ۲. تحلیل آماری مجموعه داده برای افراد سالم

ویژگی	میانگین	میانه	انحراف معیار	واریانس	کمترین	بیشترین
DTLR4	۱۱۸۲۳/۴	۱۱۷۶۷	۲۹۸۵/۹	۸۹۱۵۶۰	۱۰۰۵/۸	۱۵۳۴۶
CD4	۶۰۲/۸۹	۵۵۷/۰۶	۱۶۴/۰۷	۲۶۹۱۸	۳۹۲/۰۳	۹۰۵/۹۱
BE4	۰/۳۸۰۹۵	۰	۰/۶۹۹۰۴	۰/۴۴۷۶۲	۰	۲
WE4	۰	۰	۰	۰	۰	۰
TF4	۳۲/۵۷۱	۳۲	۱/۲۰۷۱	۱/۴۵۷۱	۳۲	۳۷
DD4	۷۹۹/۸۹	۷۷۰/۸۸	۸۲/۹۳۷	۶۸۷۸/۶	۶۷۳/۶۹	۹۴۸/۴۴
DTLR6	۲۱۴۴۳	۱۹۸۷۵	۵۵۸۶/۳	۳۱۲۰۶	۱۰۷۰۲	۳۵۰۴۶
CD6	۶۰۲/۴۷	۱۹۸۷۵	۱۶۷/۴۸	۲۸۰۵۰	۳۷۸/۱۵	۸۹۸/۷۲
BE6	۵/۸۰۹۵	۳	۷/۰۴	۴۹/۵۶۲	۰	۲۴
WE6	۰/۳۸۰۹۵	۰	۱/۲۴۴	۱/۵۴۷۶	۰	۵
TF6	۵۴/۶۱۹	۵۱	۷/۵۸۶	۵۷/۵۴۸	۴۸	۷۳
DD6	۸۷۵/۸۸	۸۷۰/۸۳	۹۷/۸۶۶	۹۵۷۷/۷	۶۷۳/۶۹	۱۰۳۷/۹
DTLR8	۳۶۶۱۸/۳۵۷۱	۹۰/۸۸	۶۴۲۷/۷۵۸۷۰	۴۱۳۱۶۰۸۲	۷۹۰/۷۵	۱۰۹۶
CD8	۵۹۹/۵۶	۵۹۱/۳۶	۱۸۶/۲	۳۴۶۷۰	۳۶۹/۶۶	۱۰۱۸/۸
BE8	۲۱/۳۸۱	۲۴	۹/۹۴۷۲	۹۸/۹۴۸	۰	۳۷
WE8	۱/۵۷۱۴	۰	۲/۲۹۲۸	۵/۲۵۷۱	۰	۸
TF8	۸۹/۶۶۷	۹۲	۱۰/۶۶۹	۱۱۳/۸۳	۶۸	۱۰۶
DD8	۹۲۵/۵۸	۹۰۴/۸۸	۱۰۷/۵۹	۱۱۵۷۶	۷۹۰/۷۵	۱۱۹۶/۷

در مرحله پیش‌پردازش، ویژگی‌های معرفی شده، استانداردسازی می‌شوند. این فرآیند با استفاده از نرمال‌سازی z-score انجام می‌گیرد که در الگوریتم‌هایی مانند ماشین بردار پشتیبان و شبکه‌های عصبی که به مقیاس ویژگی‌ها حساس هستند، اهمیت زیادی دارد. با استانداردسازی، داده‌ها به توزیعی متقارن‌تر نزدیک می‌شوند و همگرایی مدل در حین آموزش بهبود می‌یابد (۳۰). فرمول نرمال‌سازی z-score به صورت فرمول ۱ می‌باشد:

$$z = \frac{x-\mu}{\sigma} \quad (1)$$

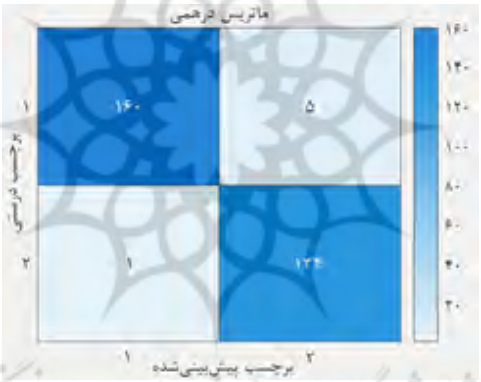
در روش پیشنهادی، فرآیند افزایش داده‌ها از طریق افزودن نویز گوسی (۳۱) به نمونه‌های اصلی انجام می‌شود. ابتدا تعداد کل نمونه‌های هدف به صورت ۱۰۰۰ تعیین شده و سپس با مقایسه این تعداد با تعداد نمونه‌های فعلی، تعداد نمونه‌های جدید مورد نیاز محاسبه می‌شود. دو آرایه برای ذخیره ویژگی‌ها و برچسب‌های داده‌های تقویت‌شده اولیه‌سازی می‌شود که داده‌های اصلی در آنها قرار می‌گیرند.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

در این روش، حلقه‌ای به تعداد نمونه‌های جدید اجرا می‌شود که در هر تکرار آن، یک نمونه تصادفی از داده‌های اصلی انتخاب شده و نویز گوسی با مقیاس ۰/۳۰ به آن اضافه می‌شود. این نویز تصادفی که توسط توزیع نرمال تولید می‌شود، به هر ویژگی داده اضافه شده و نمونه‌ای کمی متفاوت ایجاد می‌کند. نمونه جدید و برچسب آن به آرایه‌های تقویت‌شده اضافه می‌شوند و به این ترتیب مجموعه داده‌های اصلی گسترش یافته و شامل داده‌های بیشتری برای آموزش مدل می‌شود. این تکنیک به مدل کمک می‌کند تا با داده‌های متنوع‌تری روبه‌رو شود، احتمال بیش‌برازش کاهش یابد و توانایی مدل در تعمیم‌دهی افزایش پیدا کند.

در روش پیشنهادی برای تقسیم‌بندی مجموعه داده، ابتدا کل داده‌های تقویت‌شده به دو بخش آموزش و آزمایش تفکیک می‌شوند (۳۰). ۷۰ درصد از داده‌ها به عنوان مجموعه داده آموزش و ۳۰ درصد باقیمانده به عنوان مجموعه داده آزمایش در نظر گرفته می‌شوند. به این ترتیب، ویژگی‌ها و برچسب‌های آموزشی از داده‌های تقویت شده استخراج و به طور جداگانه ذخیره می‌شوند تا در مرحله آموزش مدل مورد استفاده قرار گیرند؛ همچنین، ویژگی‌ها و برچسب‌های آزمون نیز استخراج شده و در مرحله ارزیابی عملکرد مدل مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. این تقسیم‌بندی امکان ارزیابی مدل را روی داده‌های غیرآموزشی فراهم کرده و توانایی تعمیم‌دهی آن را مورد سنجش قرار می‌دهد. در این مطالعه از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان (Support vector machine (SVM)) با استفاده از هسته گاوسی که یکی از الگوریتم‌های محبوب در یادگیری نظارت‌شده است و داده‌های غیرخطی را به خوبی دسته‌بندی می‌کند (۳۲) استفاده شده است.

ماتریس درهمی یکی از ابزارهای مهم در ارزیابی عملکرد مدل‌های دسته‌بندی است که اطلاعات دقیقی درباره پیش‌بینی‌های درست و نادرست مدل ارائه می‌دهد. شکل ۳ مربوط به ماتریس درهمی مدل ماشین بردار پشتیبان مبتنی بر هسته گاوسی می‌باشد:



شکل ۳. ماتریس درهمی مدل ماشین بردار پشتیبان بر روی مجموعه داده آزمایش

ماتریس درهمی نشان می‌دهد که مدل توانسته ۱۶۰ نمونه سالم را به درستی شناسایی کرده و تنها ۵ مورد از افراد سالم را به اشتباه به عنوان فرد دارای اختلال پیش‌بینی کند. از طرفی، مدل تنها یک بیمار واقعی را به عنوان سالم تشخیص داده، در حالی که ۱۳۴ نمونه دارای اختلال دیگر را به درستی شناسایی کرده است. این توزیع نتایج نشان می‌دهد که مدل در شناسایی هر دو دسته عملکرد قوی‌ای دارد و اشتباهات آن محدود و قابل‌قبول است. با استفاده از فرمول‌های مربوط به دقت، دقت دسته‌ای و یادآوری، عملکرد مدل به صورت زیر تحلیل می‌شود:

- معیار صحت

نشان‌دهنده عملکرد مدل است:

$$\text{Accuracy} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} = \frac{۱۳۴ + ۱۶۰}{۱ + ۵ + ۱۳۴ + ۱۶۰} = ۹۸٪ \quad (۲)$$

- معیار صحت دسته منفی

نشان‌دهنده توانایی مدل در پیش‌بینی صحیح افراد بیمار است:

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP} = \frac{۱۳۴}{۵ + ۱۳۴} = ۹۶/۴۰٪ \quad (۳)$$

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

• معیار یادآوری

نشان‌دهنده توانایی مدل در شناسایی بیماران واقعی است:

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FN} = \frac{۱۳۴}{۱ + ۱۳۴} = ۹۹/۲۵٪ \quad (۴)$$

• معیار امتیاز F1

که نشان‌دهنده تعادل بین دقت و یادآوری است، که برای کاربردهای حساس به ویژه در زمینه سلامت افراد، اهمیت زیادی دارد:

معیار F1 مدل ماشین بردار پشتیبان برابر با ۹۷/۸۰ درصد شده است

$$\text{F1} - \text{Score} = \frac{\text{Precision} \times \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}} = \frac{۹۶/۴۰ \times ۹۹/۲۵ \times ۲}{۹۶/۴۰ + ۹۹/۲۵} = \frac{۹۵۶۷/۷}{۱۹۵/۶۵} = ۹۷/۸٪ \quad (۵)$$

در نتیجه، این مدل با صحت کلی ۹۸ درصد، معیار صحت دسته منفی ۹۶/۴۰ درصد، و یادآوری ۹۹/۲۵ درصد، به خوبی می‌تواند به عنوان یک ابزار تشخیصی برای شناسایی افراد سالم و بیمار مورد استفاده قرار گیرد

بحث

این پژوهش با استفاده از معیارهای مختلف آزمون CANTAB و تحلیل‌های آماری جامع بر روی ویژگی‌های عملکردی در نمونه‌های سالم و دارای اختلال، به درک بهتر و عمیق‌تری از عملکرد شناختی افراد پرداخته است. نتایج حاصل از تحلیل‌های همبستگی نشان داد که برخی ویژگی‌ها مانند: DTLR4، CD4 و DD4 با خروجی رابطه معکوس قابل‌توجهی دارند که می‌تواند به عنوان شاخصی جهت تشخیص‌های آتی مورد استفاده قرار گیرد.

پژوهش‌های انجام شده با استفاده از مجموعه CANTAB به ویژه در تمایز بین افراد دارای اختلالات مشخصی همچون اختلالات شناختی در (Multiple Sclerosis) (۳۳)، آلزایمر (۳۴) و یا تشخیص‌های افتراقی عملکرد شناختی در گروه‌های سنی مختلف (۳۵) نشان داده است که این آزمون می‌تواند به عنوان یک روش کاربردی در بررسی کارکرد عملکرد اجرایی مورد بهره‌برداری قرار گیرد (۳۶). استفاده از روش‌های پویا به جای ایستا در تشخیص می‌تواند مدل را تا صحت قابل قبولی ارتقا دهد. الگوریتم ماشین بردار پشتیبان با هسته گاوسی که به دلیل انعطاف‌پذیری بالا و توانایی در تشخیص الگوهای پیچیده، عملکرد موفقی در طبقه‌بندی داده‌های پیچیده و غیرخطی داشته است، با بهره‌گیری از نگاشت داده‌ها به فضای ابعاد بالا، توانست مرزهای تصمیم‌گیری دقیقی ترسیم کند و صحت تشخیص این اختلال را طبق معیارهای منتخب از ویژگی‌های خروجی آزمون SWM از سری آزمون‌های CANTAB، بهبود بخشد. در نهایت، این رویکرد با صحت ۹۸ درصد نشان می‌دهد که مدل پیشنهادی توانایی تشخیص الگوهای پیچیده در داده‌ها را داشته و در دسته‌بندی دقیق، پایدار و قابل‌اعتماد عمل کرده است. اگر چه عدم دسترسی به جانبازان مونث سبب محدودیت مطالعه گردیده است. لیکن می‌توان در پژوهش‌های آتی با در نظرگرفتن خانواده‌های جانبازان مبتلا به این اختلال در دو گروه مذکر و مونث تفاوت‌های مورد نظر را مورد بررسی قرار داد.

نتیجه‌گیری

انتخاب آزمون CANTAB یک انتخاب مناسب و هدفمند برای ارزیابی عملکرد اجرایی و شناسایی افراد مبتلا به PTSD بوده است. ویژگی‌های این آزمون، ابعاد مختلفی از عملکردهای شناختی مانند حافظه کاری، دقت، سرعت تصمیم‌گیری، و میزان خطاها را پوشش می‌دهند. این شاخص‌ها به طور خاص در تفکیک افراد سالم از مبتلایان به PTSD مؤثر بوده‌اند، زیرا تغییرات عملکرد اجرایی ناشی از این اختلال را به خوبی منعکس می‌کنند. تحلیل‌های همبستگی و نتایج حاصل از داده‌ها نیز نشان می‌دهند که این ویژگی‌ها ارتباط معناداری با وضعیت شناختی و رفتاری افراد دارند و می‌توانند به عنوان ابزارهای ارزشمندی برای سنجش و مدیریت این اختلال مورد استفاده قرار گیرند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق در پژوهش

این مطالعه با رعایت رهنمودهای اخلاقی مندرج در اعلامیه کمیته‌های اخلاق پژوهشی بنیاد شهید و امور ایثارگران (Veterans (VMAF) and Martyrs Affairs Foundation) و با رعایت اصول اخلاقی

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

تعیین‌شده انجام شد. پروتکل مطالعه مورد تایید هیات بازبینی اختصاصی دامنه وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی ایران - شماره پروتکل (IR.ISAAR.REC.1402.003) - قرار گرفت. همچنین از تمام مشارکت‌کنندگان رضایت‌نامه کتبی اخذ شده است و تمام مقالات استفاده شده قبلا در مجلات معتبر که به اصول اخلاقی پژوهش پایبند بوده‌اند به چاپ رسیده است.

مشارکت نویسندگان

نوشین پورباقی: مفهوم‌سازی، روش‌شناسی، بررسی، تحلیل آماری، نگارش پیش‌نویس اصلی نسخه خطی، نگارش و ویرایش نسخه خطی. میرمحسن پدرام: نظارت و مدیریت پروژه، بررسی و ویرایش نسخه خطی. علیرضا مرادی: طراحی تکلیف، بررسی و ویرایش نسخه خطی. سید کمال‌الدین ستاره‌دان: بررسی و ویرایش نسخه خطی.

منابع مالی

این پژوهش بدون دریافت هیچ‌گونه کمک مالی و با امکانات آزمایشگاه مدل‌سازی شناختی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه خوارزمی انجام شده است.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مراتب قدردانی خود را از پژوهشکده بنیاد شهید و امور ایثارگران، مدیریت و پرسنل بیمارستان روان‌پزشکی صدر و مشارکت‌کنندگان در پژوهش اعلام می‌دارند.

تعارض منافع

این پژوهش هیچ تعارض منافعی برای هیچ یک از نویسندگان نداشته است.

References

1. Kessler RC, Aguilar-Gaxiola S, Alonso J, Benjet C, Bromet EJ, Cardoso G, et al. Trauma and PTSD in the WHO world mental health surveys. *European Journal of Psychotraumatology*. 2017;8(Supl5):1353383.

2. Sabe M, Chen C, El-Hage W, Leroy A, Vaiva G, Monari S, et al. Half a century of research on posttraumatic stress disorder: A scientometric analysis. *Current Neuropharmacology*. 2024;22(4):736-748.

3. Eshel Y, Kimhi S, Marciano H, Adini B. Predictors of PTSD and psychological distress symptoms of Ukraine civilians during war. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*. 2023;17:e429.

4. Masoudnia E, Farmani FR. Psychosocial etiology of post-traumatic stress disorder caused by war trauma among Iran–Iraq war immigrants in Mehran, Iran. *Journal of Migration and Health*. 2024;9:100225.

5. Hoppen TH, Priebe S, Vetter I, Morina N. Global burden of post-traumatic stress disorder and major depression in countries affected by war between 1989 and 2019: A systematic review and meta-analysis. *BMJ Global Health*. 2021;6(7):e006303.

6. https://www.va.gov.

7. van der Velden PG, Bosmans MW, Scherpenzeel AC. The burden of research on trauma for respondents: A prospective and comparative study on respondents evaluations and predictors. *PloS one*. 2013;8(10):e77266.

8. Altawil MA, El-Asam A, Khadaroo A. Impact of chronic war trauma exposure on PTSD diagnosis from 2006-2021: A longitudinal study in Palestine. *Middle East Current Psychiatry*. 2023;30(1):14.

9. Shalev A, Liberzon I, Marmar C. Post-traumatic stress disorder. *New England Journal of Medicine*. 2017;376(25):2459-2469.

10. Schultebraucks K, Qian M, Abu-Amara D, Dean K, Laska E, Siegel C, et al. Pre-deployment risk factors for PTSD in active-duty personnel deployed to Afghanistan: A machine-learning approach for analyzing multivariate predictors. *Molecular Psychiatry*. 2021;26(9):5011-5022.

11. Samuelson KW, Newman J, Abu Amara D, Qian M, Li M, Schultebraucks K, et al. Predeployment neurocognitive functioning predicts postdeployment post-traumatic stress in army

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

personnel. *Neuropsychology*. 2020;34(3):276-287.

12. Scott JC, Matt GE, Wrocklage KM, Crnich C, Jordan J, Southwick SM, et al. A quantitative meta-analysis of neurocognitive functioning in post-traumatic stress disorder. *Psychological Bulletin*. 2015;141(1):105-140.

13. Johnsen GE, Asbjørnsen AE. Consistent impaired verbal memory in PTSD: A meta-analysis. *Journal of Affective Disorders*. 2008;111(1):74-82.

14. Samuelson KW. Post-traumatic stress disorder and declarative memory functioning: A review. *Dialogues in Clinical Neuroscience*. 2011;13(3):346-351.

15. Aupperle RL, Melrose AJ, Stein MB, Paulus MP. Executive function and PTSD: Disengaging from trauma. *Neuropharmacology*. 2012;62(2):686-694.

16. Polak AR, Witteveen AB, Reitsma JB, Olff M. The role of executive function in post-traumatic stress disorder: A systematic review. *Journal of Affective Disorders*. 2012;141(1):11-21.

17. Hart RP, Bagrodia R, Rahman N, Bryant RA, Tittcombe-Parekh R, Marmar CR, et al. Neuropsychological predictors of trauma centrality in OIF/OEF veterans. *Frontiers in Psychology*. 2017;8:1120.

18. Koenen KC, Driver KL, Oscar-Berman M, Wolfe J, Folsom S, Huang MT, et al. Measures of prefrontal system dysfunction in post-traumatic stress disorder. *Brain and Cognition*. 2001;45(1):64-78.

19. Ben-Zion Z, Fine NB, Keynan NJ, Admon R, Green N, Halevi M, et al. Cognitive flexibility predicts PTSD symptoms: Observational and interventional studies. *Frontiers in Psychiatry*. 2018;9:477.

20. Ben-Zion Z, Zeevi Y, Keynan NJ, Admon R, Kozlovski T, Sharon H, et al. Multi-domain potential biomarkers for post-traumatic stress disorder (PTSD) severity in recent trauma survivors. *Translational Psychiatry*. 2020;10(1):208.

21. Samadi R, Razaghi Kashani EM, Kami M, Rezaei O. Executive function and attention deficits in Post-Traumatic Stress Disorder: A study on Iranian war veterans. *Iranian Rehabilitation Journal*. 2018;16(1):17-24.

22. Liu SR, Moore TM, Gur RC, Nievergelt C, Baker DG, Risbrough V, et al. High executive functioning is associated with reduced post-traumatic stress after trauma exposure among male US military personnel. *Frontiers in Psychology*. 2023;14:1181055.

23. Biscoe N, New E, Murphy D. Complex PTSD symptom clusters and executive function in UK Armed Forces veterans: A cross-sectional study. *BMC Psychology*. 2024;12:209.

24. Koso M, Hansen S. Executive function and memory in posttraumatic stress disorder: A study of Bosnian war veterans. *European Psychiatry*. 2006;21(3):167-173.

25. Jagger-Rickels A, Rothlein D, Stumps A, Evans TC, Bernstein J, Milberg W, et al. An executive function subtype of PTSD with unique neural markers and clinical trajectories. *Translational Psychiatry*. 2022;12(1):262.

26. Schultebraucks K, Ben-Zion Z, Admon R, Keynan JN, Liberzon I, Hendler T, et al. Assessment of early neurocognitive functioning increases the accuracy of predicting chronic PTSD risk. *Molecular Psychiatry*. 2022;27(4):2247-2254.

27. Koso M, Hansen S. Executive function and memory in posttraumatic stress disorder: A study of Bosnian war veterans. *European Psychiatry*. 2006;21(3):167-173.

28. First MB, Williams JB, Karg RS, Spitzer RL. Structured Clinical Interview for DSM-5 Disorders (SCID-5). Arlington, Virginia:American Psychiatric Association Publishing;2015.

29. Beck AT, Steer RA, Brown GK. BDI-II, Beck Depression Inventory: Manual. San Antonio, Texas:The Psychological Corporation;1996.

30. Weathers FW, Litz BT, Herman DS, Huska JA, Keane TM. PTSD Checklist--military version. Boston, MA:National Center for PTSD;1994.

31. Bishop CM, Nasrabadi NM. Pattern recognition and machine learning. New York:Springer;2006.

32. Haba D. Image augmentation for classification. In: Data augmentation with Python: Enhance deep learning accuracy with data augmentation methods for image, text, audio, and tabular data. Birmingham, UK:Packt Publishing Ltd;2023.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

33. Rad JA, Parand K, Chakraverty S, editors. Learning with fractional orthogonal kernel classifiers in support vector machines: Theory, algorithms and applications. Singapore:Springer;2023.

34. Talebi M, Majdi A, Kamari F, Sadigh-Eteghad S. The Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB) versus the Minimal Assessment of Cognitive Function in Multiple Sclerosis (MACFIMS) for the assessment of cognitive function in patients with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*. 2020;43:102172.

35. Hedayatjoo M, Tehrani DM, Vahabi Z, Akbarfahimi M, Khosrowabadi R. Comparison of cognitive functions between patients with alzheimer disease, patients with mild cognitive impairment, and healthy people. *Archives of Neuroscience*. 2023;10(1):e131408.

36. Jardim NY, Bento-Torres NV, Tomas AM, da Costa VO, Bento-Torres J, Picanco-Diniz CW. Unexpected cognitive similarities between older adults and young people: Scores variability and cognitive performances. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 2024;117:105206.

37. Zhao J, Liu J, Jiang X, Zhou G, Chen G, Ding XP, et al. Linking resting-state networks in the prefrontal cortex to executive function: A functional near infrared spectroscopy study. *Frontiers in Neuroscience*. 2016;10:452.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License