Evaluation of Exam Anxiety in Healthy Subjects using Brain Signals Analysis

Parisa Ghafourian[1], Majid Ghoshuni[1*], Iraj Vosoogh[2]

[1]Department of Biomedical Engineering, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran
[2]Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

Article Info:

Received: **24 Sep 2019** ***Revised:*** **17 Dec 2019** ***Accepted*****: 5 Jan 2020**

ABSTRACT

Introduction: Recent studies have proven that anxiety disorders have the highest abundance throughout the world. Almost everyone has experienced an anxiety. This anxiety can have an agonizing impact on a person's life; however, anxiety can also be invigorating. Invigorating anxiety pushes a person to work with a goal in mind, while the more detrimental type of anxiety limits his or her attention. The purpose of this study was to investigate the brain function in test anxiety during answering mathematical questions. ***Material and Methods:*** In this experiment, 22 participants (9 male and 13 female) divided in two groups of test and control. Speelberger and ASRS anxiety tests were taken from all of the participants. Then electroencephalogram signal was recorded on 19 channels for 5 minutes with their eyes open and they were taking a conceptual math test simultaneously. In comparison with the control group, the test group had a shorter time to answer the questions and the video of the testgroup subjects was recorded while answering to a serious tester. After signal preprocessing, using Neuroguide software, frequency band powers of brain signal was extracted and the inattentional index (Theta/Beta ratio) was compared between the test and control groups using paired sample t-test. ***Results:*** In the test group, a significant decrease in theta to beta index was observed during math test compared to the eyes open condition on T3 ($p=0.077$, $t=1.96$), T4 ($p=0.026$, $t=2.619$), T5 ($p=0.084$, $t=1.91$) channels. Besides, a nearly significant correlation ($r=0.4055$, $p=0.0612$) was found between false answers and percent change of theta/beta index during math test compared to rest condition. ***Conclusion:*** Anxiety in the test group was invigorating and reduced test error and inattention index. In the healthy subjects, due to the imposing anxiety from tester, the level of attention of the subjects increased significantly and their error in answering the questions decreased.

Key words:

1. Performance Anxiety
2. Electroencephalography
3. Psychological Phenomena

***Corresponding Author:** Majid Ghoshuni

E-mail: *ghoshuni@mshdiau.ac.ir*

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-09-16]

[DOI: 10.29252/shefa.8.3.61]

ارزیابی اضطراب آزمون در افراد سالم با استفاده از تحلیل سیگنال مغزی

پریسا غفوریان[۱]، مجید قشونی[۱*]، ایرج وثوق[۲]

[۱]گروه مهندسی پزشکی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

[۲]دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

اطلاعات مقاله:

دریافت: ۲ مهر ۱۳۹۸ **اصلاحیه:** ۲۶ آذر ۱۳۹۸ **پذیرش:** ۱۵ دی ۱۳۹۸

چـــــکیده

مقدمه: بررسی‌های اخیر نشان داده است که اختلالات اضطرابی دارای بیشترین فراوانی، در سطح کل جمعیت جهان است. همهٔ افراد اضطراب را تجربه می‌کنند. این اضطراب می‌تواند تأثیر توان‌کاهی بر زندگی فرد داشته باشد، با این حال اضطراب می‌تواند همچنین توان‌بخش باشد. اضطراب توان‌بخش آدمی را به مت هدف در ذهن سوق می‌دهد، در حالی که نوع دیگر اضطراب که بیشتر مضر است توجه وی را محدود می‌سازد. . هدف از این مطالعه بررسی عملکرد مغزی افراد در اضطراب آزمون در طی پاسخگویی به سؤالات ریاضی بوده است. ***مواد و روش‌ها:*** در این مطالعه، ۲۲ شرکت‌کننده (۹ مرد و ۱۳ زن) در دو گروه آزمایش و کنترل تقسیم شدند. از تمامی شرکت‌کنندگان پرسشنامهٔ اضطراب اسپیلبرگر و ASRS گرفته شده است. به مدت پنج دقیقه سیگنال مغزی پایه در حالت چشم‌باز در ۱۹ کانال ثبت شده است و همزمان از شرکت‌کنندگان آزمون ریاضی ذهنی گرفته شده است. در مقایسه با گروه کنترل، گروه آزمایش زمان کمتری برای پاسخگویی به سؤالات داشتند و از افراد گروه آزمایش در حال پاسخگویی به یک ناظر عبوس فیلم‌برداری شد. بعد از پیش‌پردازش داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار نوروگاید، طیف توان باندهای فرکانسی از سیگنال مغزی استخراج و با استفاده از آزمون t نمونه‌های جفت شده، شاخص کمبود توجهی (نسبت تتا به بتا) بین دو گروه آزمایش و کنترل مقایسه شد. ***یافته‌ها:*** در گروه آزمایش کاهش معنی‌داری در شاخص تتا به بتا در حین انجام آزمون ریاضی نسبت به حالت چشم‌باز در کانال‌های T3 (t=۱/۹۶ و P=۰/۰۷۷)، T4 (t=۲/۶۱۹ و P=۰/۰۲۶) و T5 (t=۱/۹۱ و P=۰/۰۸۴)، مشاهده شده است. همچنین همبستگی نسبتاً معنی‌داری (P=۰/۰۶۱۲ و r=۰/۴۰۵۵) بین میزان پاسخ های غلط و درصد تغییرات شاخص تتا/بتا در حین اجرای آزمون ریاضی نسبت به حالت استراحت مشاهده شده است. ***نتیجه‌گیری:*** اضطراب در گروه آزمایش توان‌بخش بوده و باعث کاهش خطای آزمون و شاخص کمبود توجه شد. در افراد سالم در اثر ایجاد اضطراب از آزمون‌گیرنده، سطح توجه افراد به طور معنی‌داری افزایش یافته و خطای آن‌ها نیز در پاسخگویی به سؤالات کاهش یافته است.

کلید واژه‌ها:

۱. اضطراب عملکرد
۲. الکتروانسفالوگرافی
۳. پدیدهٔ روانشناختی

* **نویسنده مسئول:** مجید قشونی

آدرس الکترونیکی: *ghoshuni@mshdiau.ac.ir*

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-09-16]

[DOI: 10.29252/shefa.8.3.61]

مقدمه

بررسی‌های اخیر نشان داده است که اختلالات اضطرابی دارای بیشترین فراوانی در سطح کل جمعیت جهان است (۱). همهٔ افراد در دوره‌هایی از زندگی این احساس و تنش را تجربه می‌کنند که می‌تواند توان‌بخش و در برخی موارد توان‌کاه باشد. اضطراب توان‌بخش، آدمی را وادار می‌سازد تا در راستای هدف خود فعالیت کند و در مورد آن بیندیشد، اما اضطراب توان‌کاه وی را از انجام هدف باز می‌دارد و توجه وی را محدود می‌سازد (۲). در واقع هرکسی در زندگی خود دچار اضطراب شده و آن، تشویشی فراگیر، ناخوشایند و مبهم است که اغلب، علایم دستگاه خودکار[1] نظیر سردرد، تعریق، تپش قلب، احساس تنگی در قفسهٔ سینه و ناراحتی مختصر معده نیز با آن همراه است. مجموعه علایمی که در حین اضطراب وجود دارد، اغلب در هر فرد به‌گونه‌ای متفاوت از دیگران است (۳). وجود اختلال اضطرابی عاملی برای درماندگی، محدودیت و ناکارآمدی است که در پی ناکارآمدی، کاهش انگیزه، توجه و کوشش می‌باشد و در حیطه‌های گوناگون مشکلات متعددی را در زمینهٔ روابط، تحصیلات، کاهش بهره‌وری و حتی مرگ ایجاد می‌کند (۴).

اضطراب آزمون، حاصلی از ترکیب پاسخ‌های شناختی و جسمانی است که در موقعیت آزمون یا در موقعیت‌های مشابه که فرد معتقد است شخصاً مورد ارزیابی قرار گرفته است، برانگیخته می‌شود (۵). پژوهش‌های مختلفی در سطوح جهانی به بررسی اضطراب آزمون پرداخته‌اند (۹-۵). بیشتر پژوهش‌هایی که اضطراب آزمون میان دانش‌آموزان و دانشجویان را مطالعه کرده‌اند، به طور همسو بیان داشته‌اند که سطوح بالای اضطراب امتحان به طور معنی‌داری با نمرات پایین عملکرد تحصیلی رابطه دارد (۵, ۷). همچنین مطالعاتی نشان داده‌اند که اضطراب امتحان، نه تنها بر یادگیری تأثیر دارد بلکه سبب مدرسه‌گریزی نیز می‌شود (۸, ۹) در واقع اضطراب امتحان به‌عنوان مشکلی خوش‌خیم در میان بیشتر افراد شایع است، اما این مسئله، مواقعی که سطوح بالای استرس و شکست تحصیلی در میان باشد، به طور جدی مشکل آفرین خواهد شد (۶).

از طرفی روش‌های درمان اضطراب به دو گروه درمان‌های دارویی و درمان‌های شناختی و رفتاری تقسیم می‌شود. تاکنون انواع مختلف روش‌های درمانی شناختی و رفتاری از جمله مدیتیشن، یوگا، آرام‌سازی عضلانی پیشرونده ، آرام‌سازی عضلانی کاربردی، آموزش مهارگری استرس و اضطراب، شناخت درمانی و بیوفیدبک و نوروفیدبک برای درمان اضطراب به‌کار رفته‌اند (۱۰, ۱۱). در میان این روش‌ها آموزش آرام‌سازی عضلانی و شناخت درمانی، بیشترین اثر درمانی را داشته‌اند (۶). در زمینهٔ، مقابله با اضطراب آزمون رویکردهای گوناگونی مانند "برنامه‌های مشاورهای با تأکید بر آموزش عادت‌های بهتر مطالعه و یا آموزش‌های روش‌های تن‌آرامی" و یا تقویت راهبردهای آزمون" وجود دارد. در اواسط دههٔ ۱۹۶۰ پژوهشگران برای درمان اضطراب آزمون بر استفاده از تن‌آرامی و حساسیت‌زدایی منظم تأکید داشتند. در دو دههٔ اخیر بر روش‌های شناختی تأکید بیشتر شده است. اخیراً مداخله‌های شناختی رفتاری در کاهش اضطراب امتحان بسیار مؤثر واقع شده است (۱۲).

همانطور که قبلاً نیز اشاره شد، اضطراب آزمون به‌عنوان یک عامل بازدارندهٔ پیشرفت تحصیلی است و باعث عدم موفقیت دانش‌آموزان و دانشجویان در امتحانات می‌شود. لذا تشخیص درست و به‌موقع آن می‌تواند از مشکلات ناشی از آن در یادگیری و پیشرفت تحصیلی دانشجویان و دانش‌آموزان جلوگیری کند. از طرفی در تحقیقات قبلی استفاده از سیگنال مغزی به‌عنوان یک روش دقیق و قابل اعتماد برای ارزیابی میزان اضطراب و توجه فرد در حین اجرای یک آزمون استفاده شده است (۱۶-۱۳). در مطالعه‌ای که توسط پوتمن و همکارانش در سال ۲۰۱۴ انجام شده است، به بررسی عملکرد امواج مغزی در حین اجرای یک آزمون ریاضی ذهنی جعلی پرداخته شده است (۱۳). بدین نحو که ۸۰ شرکت‌کننده در دو گروه اضطراب و کنترل مورد آزمون قرار گرفته‌اند. در ابتدا به شرکت‌کنندگان پرسشنامهٔ STAI_T داده شده است. سپس از شرکت‌کنندگان یک آزمون محاسباتی ذهنی کلامی جعلی گرفته شده و در این حین از آن‌ها امواج مغزی ثبت شده است. به این صورت که سؤالات ریاضی از افراد پرسیده شده و به شخص گفته شده است در مدت زمان تعیین شده به هر سؤال پاسخ دهد. هر سؤال دارای دو گزینهٔ A و B بوده و شخص لازم بوده است که فقط نام گزینه مورد نظر را تلفظ کند. به‌منظور ایجاد اضطراب در افراد گروه آزمایش از شرکت‌کنندگان در حین انجام آزمون فیلم‌برداری شده است و به آن‌ها گفته می‌شد که توسط افراد دیگر فیلم آن‌ها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. همچنین سؤالات توسط یک شخص با چهرهٔ عبوس و خشن از آن‌ها پرسیده شده است. سؤالات ریاضی ابتدا آسان و بعد سخت و دوباره آسان و سپس سخت می‌شده است و بعد از اتمام هر مرحله به صورت مجازی به افراد گروه آزمایش گفته می‌شده است که نمرهٔ قابل‌قبول را کسب نکرده‌اند و نیازمند تلاش بیشتری هستند. اما هیچ‌یک از این موارد در افراد گروه کنترل لحاظ نشده بوده است. طبق نتایج حاصل از این مقاله همبستگی منفی بین نسبت تتا به بتا و ویژگی‌های کنترل توجه (ACS)[2] مشاهده شده است. علاوه بر این در مطالعهٔ دیگری که در سال ۲۰۱۵ انجام شده است رابطهٔ بین عدم تقارن آلفا پیشانی و اضطراب در بیماران جوان مبتلا به

[1] Autonomic nervous system
[2] Attentional control scale

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-09-16]
[DOI: 10.29252/shefa.8.3.61]

اختلال اضطراب عمومی مورد بررسی قرار گرفته است (۱۴). در این آزمایش عدم تقارن باند آلفا در ۴ حالت چشم‌باز، چشم‌بسته، تکلیف پیوستهٔ شناختی -دیداری[3] و شنیداری[4] محاسبه شده است. نتایج این مطالعه نشان داده است که فعالیت بالای توان آلفا در نیمکرهٔ راست با احساسات منفی و اضطراب همراه است.

از طرفی در تحقیقات قبلی نقصان حافظهٔ‌کاری ناشی از اضطراب ریاضی مورد مطالعه قرار گرفته است (۱۵). در مطالعه‌ای که بدین منظور انجام‌شده جنبه‌های نوروفیزیولوژیکی اضطراب آزمون و تأثیر آن بر حافظهٔ‌کاری مورد بررسی قرار گرفته است (۱۵). طبق نتایج این مطالعه مشاهده شده است که افراد با اضطراب ریاضی بالا، فعالیت بیشتری در نواحی مغزی مرتبط با احساسات منفی، درد و ترس داشته‌اند. در حالی که در گروه با اضطراب ریاضی پایین، نواحی مغزی مرتبط با رمزگذاری و پردازش‌های بازیابی شده از حافظهٔ‌کاری فعال شده است. تحلیل اتصالات عملکردی نشان داده است، مغز افرادی که اضطراب ریاضی پایینی دارند، دارای شبکه‌های قشری ساختاری و در نتیجه اتصال عملکردی بیشتر در نواحی مربوط به حافظهٔ‌کاری بوده‌اند. در حالی که افراد دارای اضطراب ریاضی بالا، دارای شبکه‌های مغزی پراکنده و بدون ساختار هستند (۱۵). همچنین فعالیت باند گامای امواج مغزی مرتبط با اضطراب ریاضی شناخته شده است (۱۶). در افراد با اضطراب ریاضی بالا، فعالیت باند گامای بیشتری نسبت به افراد با اضطراب ریاضی پایین مشاهده شده است. همچنین افرادی که اضطراب ریاضی بالایی دارند، در حین مشاهدهٔ محرک‌های تکلیف ریاضی، فعالیت بیشتری در باند گاما داشته‌اند.

با توجه به تأثیر اضطراب آزمون در کارایی افراد و اهمیت بررسی تأثیرات آن در عملکرد شناختی، استفاده از یک روش مبتنی بر مکانیسم‌های عصبی به‌منظور ارزیابی آن سودمند خواهد بود. لذا با استفاده از ثبت فعالیت‌های مغزی، تأثیر اضطراب در عملکرد شناختی شخص قابل ارزیابی خواهد بود. هدف اصلی این تحقیق ارزیابی باندهای مختلف فرکانسی امواج مغزی در حین اجرای آزمون ریاضی بین دو گروه آزمایش و کنترل است. همچنین عملکرد افراد گروه آزمایش و کنترل در حین اجرای آزمون ریاضی مورد مقایسه قرار خواهد گرفت.

مواد و روش‌ها

مشخصات شرکت‌کنندگان

جهت ثبت داده‌های مورد نیاز در این تحقیق، ابتدا به ۱۰۰ نفر از دانشجویان مقطع کارشناسی و کارشناسی ارشد دانشکدهٔ مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، پرسشنامهٔ اضطراب پنهان اسپیلبرگر داده شده است و از بین آن‌ها افرادی که نمرهٔ اضطراب پنهان اسپیلبرگر آن‌ها در بازهٔ بین ۳۰ تا ۵۰ قرار داشته است، برای شرکت در این تحقیق انتخاب شده‌اند. در نهایت ۲۲ نفر (۹ مرد و ۱۳ زن) با میانگین سنی ۲۴/۱۹۵ و انحراف استاندارد ۲/۲۵ سال در جلسهٔ آزمون ریاضی ذهنی و ثبت سیگنال مغزی شرکت کرده‌اند. سپس افراد به صورت تصادفی در دو گروه کنترل و آزمایش قرار گرفته‌اند.

نحوهٔ ثبت سیگنال مغزی

اخذ داده‌ها به وسیلهٔ دستگاه ثبت امواج مغزی ۳۲ کاناله مدل Mitsar-۲۰۲ ساخت کشور روسیه انجام شده است. نحوهٔ قرار گرفتن الکترودها بر روی سر مطابق با سیستم استاندارد بین‌المللی ۱۰-۲۰ بوده است و ثبت به صورت تک‌قطبی نسبت به مرجع میانگین دو گوش انجام شده است. کانال‌های اخذ داده شامل Fp1-Fp2-F3-F4-C3-C4-P3-P4-O1-O2-F7-F8-T3-T4-T5-T6-Fz-Pz-Cz است. در این تحقیق از کلاه الکتروکپ و تزریق ژل رسانا ELECTRO-GEL جهت کاهش امپدانس پوست سر به ۵ کیلو اهم، برای ثبت سیگنال EEG[5] استفاده شده است. سیگنال‌ها با نرخ ۲۵۰ هرتز نمونه‌برداری شده‌اند. اخذ داده‌ها در اتاق مخصوص ثبت سیگنال‌های حیاتی در آزمایشگاه تخصصی مهندسی پزشکی دانشکده مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد که مکانی ساکت و به دور از نویزهای محیطی بوده، انجام شده است.

به‌منظور پیش‌پردازش سیگنال مغزی، با استفاده از نرم‌افزار WinEEG حذف نویز و حذف آرتیفکت حرکتی از داده‌ها انجام شده است و سپس با استفاده از روش تحلیل مؤلفه‌های مستقل (ICA)[6] اثر پلک زدن در سیگنال مغزی حذف شده است. جهت حذف اثر نویز از فیلترهای دیجیتال دستگاه با فرکانس قطع پایین ۰/۳ هرتز و فرکانس قطع بالای ۷۰ هرتز استفاده شده است. همچنین یک فیلتر Notch نرم‌افزاری در فرکانس ۴۵-۵۵ هرتز جهت حذف نویز برق شهر استفاده شده است. بعد از پیش‌پردازش، داده‌ها به نرم‌افزار نوروگاید منتقل شده است و در آنجا مقادیر کمی سیگنال شامل توان باندهای مختلف فرکانسی امواج مغزی و نیز نقشه‌های مغزی استخراج شده است. سپس مقادیر کمی استخراج شده از نرم‌افزار نوروگاید توسط نرم‌افزار آماری SPSS تحلیل شده و با استفاده از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر آماری[7] تغییرات معنی‌دار بین دو گروه در هر باند فرکانسی و در حالت انجام آزمون ریاضی ذهنی و حالت استراحت استخراج شده است.

[3] Visual continuous performance task
[4] Auditory continuous performance task
[5] Electroencephalogram
[6] Independent component analysis
[7] Repeated measure ANOVA

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-09-16]
[DOI: 10.29252/shefa.8.3.61]

فرایند اجرای آزمون

قبل از شروع آزمایش، پرسشنامهٔ اضطراب اسپیلبرگر در اختیار شرکت‌کنندگان قرار گرفته است. این پرسشنامه شامل ۴۰ سؤال بوده که ۲۰ سؤال اول مربوط به سنجش اضطراب آشکار افراد و ۲۰ سؤال بعد مربوط به سنجش اضطراب پنهان افراد بوده است. سلیس بودن سؤال‌ها، قابل فهم بودن، تفسیر آسان و طراحی بر پایهٔ پژوهش در نمونه‌ای بزرگ از مزایای دیگر این پرسشنامه است. بر اساس تحقیق انجام شده توسط مهرام پایایی این آزمون از طریق فرمول آلفای کرانباخ، برابر ۰/۹۴ به دست آمده است (۱۷). همچنین مقایسهٔ میانگین اضطراب‌های جامعهٔ هنجار و ملاک (گروه افراد مضطرب مراجع به مطب‌های روانپزشکی و کلینیک‌های روان‌شناسان بالینی)، در تمامی گروه‌های سنی و در دو سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱ معنی‌دار به دست آمده است که حاکی از وجود روایی آزمون در سنجش اضطراب می‌باشد. مقیاس نمره‌گذاری در ارزیابی اضطراب آشکار و پنهان بدین صورت است که نمرات بین ۲۰ تا ۳۰ معادل عدم اضطراب یا کمترین حد اضطراب، ۳۰ تا ۴۰ اضطراب خفیف، ۴۰ تا ۵۰ اضطراب متوسط و بیشتر از ۵۰ اضطراب شدید می‌باشد (۱۸).

پس از تکمیل پرسشنامه با توجه به گزینه‌های انتخابی و ارزیابی پرسشنامهٔ شرکت‌کنندگان، در صورتی که نمرهٔ پرسشنامه در محدودهٔ ۳۰-۵۰ (اضطراب خفیف تا اضطراب متوسط) باشد، از شرکت‌کننده خواسته شده تا برای شرکت در آزمون ثبت سیگنال مغزی حضور پیدا کند، در گام بعد فرم آمادگی شرکت در آزمون، رضایت‌نامهٔ کتبی، مشخصات فردی و آزمون مقیاس خود اظهاری کمبود توجه و بیش‌فعالی بزرگسالان (ASRS)[8] توسط افراد تکمیل شده است. مقیاس خودسنجی بیش‌فعالی و نقص توجه بزرگسالان توسط سازمان بهداشت جهانی و کار گروهی متشکل از تیم‌های روان‌پزشکان و پژوهشگران سازمان بهداشت جهانی ساخته شده است. سؤال‌های مقیاس ASRS سازگار با معیار DSM-V[9] هستند. این مقیاس شامل دو بُعد و ۱۸ سؤال است. برای بعد عدم توجه ۹ سؤال و برای بعد بیش فعالی/تکانشگری تعداد ۹ سؤال در نظر گرفته شده است (۱۹). همچنین در تحقیق مختاری و همکاران پایایی این پرسشنامه به روش آلفای کرونباخ ۰/۸۷ و حساسیت آن با نقطهٔ برش ۵۰ برای تشخیص کمبود توجه و بیش‌فعالی بزرگسالان، ۷۰ درصد و میزان ویژگی این پرسشنامه ۹۹ درصد به دست آمده است (۲۰). لازم به ذکر است، تمام شرکت‌کنندگان راست دست بوده‌اند و از تمام شرکت‌کنندگان خواسته شده است تا ۱۲ ساعت قبل از شروع ثبت، از مصرف دخانیات و خوردن نوشیدنی‌های کافئین‌دار و یا داروهای آرام‌بخش که بر روی فعالیت‌های مغزی تأثیر می‌گذارند، جلوگیری کنند. قبل از آزمایش از شرکت‌کنندگان خواسته شده است که طلا، زیورآلات فلزی، وسایل ارتباطی و ساعت به همراه نداشته باشند و در طول ثبت از صحبت کردن، خوابیدن و یا تحرکات زیاد بدن که باعث ایجاد نویز در سیگنال می‌شود، بپرهیزند. همچنین سعی کنند در چند دقیقهٔ اول، بدن را در حالت رها و عاری از تنش قرار دهند. به تمامی افراد قبل از شروع آزمایش، در مورد فرایند انجام آزمون و نحوهٔ ثبت امواج مغزی توضیحات داده شده است.

در ابتدا از فرد خواسته شده است که ۲ دقیقه چشم‌های خود را باز نگه دارند و به یک مکان ثابت نگاه کنند و در این حالت سیگنال مغزی از آن‌ها ثبت شده است. در مرحلهٔ بعد از فرد آزمون ریاضی ذهنی همزمان با سیگنال مغزی گرفته شده است. در این آزمون هرگاه فرد به سؤالی اشتباه پاسخ دهد، فرد آزمون گیرنده به او تذکر داده که دقت خود را بالا ببرد و تمرکز کند تا سؤالات را درست پاسخ دهد و سؤال را برای او اشتباه در نظر می‌گیرد.

نحوهٔ اجرای آزمون ریاضی ذهنی

این آزمون ۱۳ دقیقه به طول می‌انجامد. در ابتدا سؤالات ریاضی برای شرکت‌کننده خوانده می‌شود، سپس ۶ ثانیه به وی زمان فکر کردن داده شده است و دو گزینه برای او خوانده می‌شود و داوطلب باید یکی از آن‌ها را به‌عنوان پاسخ درست انتخاب کند. در این حین به شرکت‌کننده گفته می‌شود که امکان محاسبهٔ جواب سؤال با استفاده از دست، کاغذ یا ماشین‌حساب وجود ندارد. آزمون ریاضی به کار رفته در این تحقیق، مشابه آزمون استفاده شده توسط پوتمن و همکارانش (۱۳) در سال ۲۰۱۴ بوده است. در مجموع ۳۰ سؤال ریاضی استفاده شده که شامل ۱۵ سؤال آسان و ۱۵ سؤال سخت است. آزمون به گونه‌ای بوده است که ابتدا ۵ سؤال آسان و بعد ۵ سؤال سخت از شرکت‌کننده پرسیده می‌شود و دوباره سؤالات آسان و سپس سخت شده و این کار ۳ بار تکرار شده است تا شرایط اضطراب برای فرد ایجاد شود. البته در گروه آزمایش شرایط سخت‌تر شده، بدین نحو که سؤالات فقط یک‌بار برای شرکت‌کننده خوانده می‌شود. در حین انجام آزمون توسط دوربین به صورت جعلی از آن‌ها فیلم گرفته می‌شود و به آن‌ها گفته می‌شود که فیلم آن‌ها توسط اشخاص دیگر مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. همچنین به آن‌ها تذکر داده می‌شود که دقت کنند تا سؤالات را اشتباه پاسخ ندهند. ضمناً در صورتی که افراد گروه آزمایش در مهلت مقرر به سؤال پاسخ ندهند، نمرهٔ آن سؤال برای ایشان صفر در نظر گرفته می‌شود

[8] Adult ADHD self-report scale
[9] Diagnostic and statistical manual of mental disorder

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-09-16]
[DOI: 10.29252/shefa.8.3.61]

در صورتی که چنین محدودیتی در گروه کنترل وجود ندارد.

یافته‌ها

نتایج پرسشنامهٔ ASRS و اسپیلرگر

همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، در پرسشنامهٔ اضطراب اسپیلبرگر و پرسشنامهٔ ASRS بین گروه آزمایش و کنترل هیچ اختلاف معنی‌داری وجود نداشته است.

نتایج آزمون ریاضی ذهنی

طبق نتایج آزمون ریاضی ذهنی در جدول ۲، بین دو گروه آزمایش و کنترل اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است.

نتایج تحلیل امواج مغزی

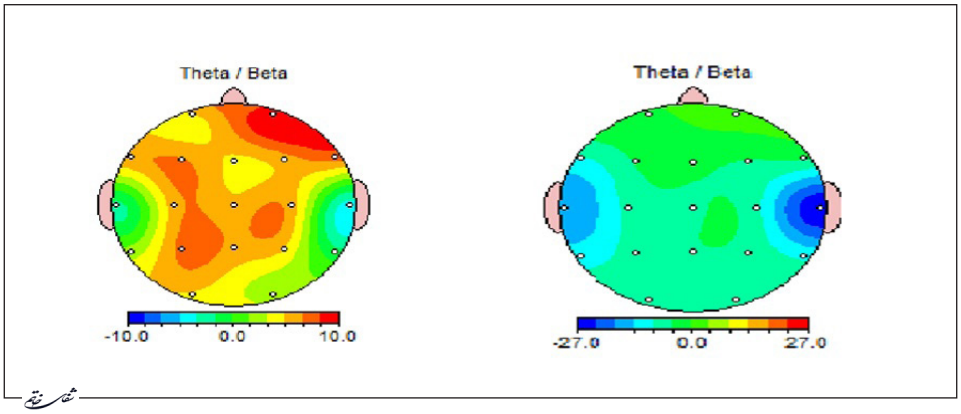
در این تحقیق به‌منظور ارزیابی تغییرات امواج مغزی در حین انجام آزمون ریاضی نسبت به حالت استراحت، با استفاده از بخش تحلیل آماری نرم‌افزار نوروگاید، درصد تغییرات تتا/بتا در حین انجام آزمون ریاضی نسبت به حالت چشم‌باز برای همهٔ افراد گروه آزمایش و کنترل محاسبه شده و در نهایت به طور مجزا برای افراد گروه آزمایش و کنترل میانگین‌گیری شده است. در تصویر ۱ نتایج میانگین درصد تغییرات تتا/بتا در حالت انجام آزمون ریاضی نسبت به حالت چشم‌باز برای دو گروه آزمایش و کنترل نشان داده شده است. در این تصویر رنگ‌های گرم نشان‌دهندهٔ افزایش و رنگ‌های سرد نشان‌دهندهٔ کاهش فعالیت مغزی افراد می‌باشد. همانطور که در این تصویر مشاهده می‌شود در افراد گروه کنترل نسبت تتا به بتا در اغلب نواحی افزایش داشته در حالی که در افراد گروه آزمایش این نسبت در اغلب نواحی بجز نواحی فرونتال کاهش داشته است.

جدول ۱- نتایج پرسشنامهٔ اضطراب آشکار اسپیلبرگر.

	گروه	میانگین	سطح اضطراب	انحراف استاندارد	سطح معنی‌داری
نتایج پرسشنامهٔ اضطراب آشکار اسپیلبرگر	آزمایش	۳۷/۶۳	اضطراب خفیف	۷/۸۷۱۷	۰/۸۶۶۰
	کنترل	۳۹/۸۱	اضطراب خفیف	۷/۰۷۴۹	
نتایج پرسشنامهٔ اضطراب پنهان اسپیلبرگر	آزمایش	۳۸/۸۱	اضطراب خفیف	۹/۷۴۹۶	۰/۵۷۸۳
	کنترل	۴۰/۰۰	اضطراب خفیف	۸/۳۰۴۴	
نتایج پرسشنامهٔ ASRS	آزمایش	۲۴/۴۵	کمبود توجهٔ بسیار خفیف	۴/۰۵۸۷	۰/۵۱۶۱
	کنترل	۲۲/۷۲	بدون اختلال	۷/۶۵۶۳	

جدول ۲- نتایج آزمون ریاضی ذهنی.

	گروه	میانگین	انحراف استاندارد	معنی‌داری
نتایج آزمون ریاضی ذهنی	آزمایش	۱۸/۶۳	۲/۳۳	۰/۶۶۵
	کنترل	۱۹	۲/۵۰	



تصویر ۱- درصد تغییرات نسبت تتا به بتا در حین انجام آزمون ریاضی نسبت به حالت چشم‌باز در الف: گروه آزمایش و ب: گروه کنترل.

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-09-16]
[DOI: 10.29252/shefa.8.3.61]

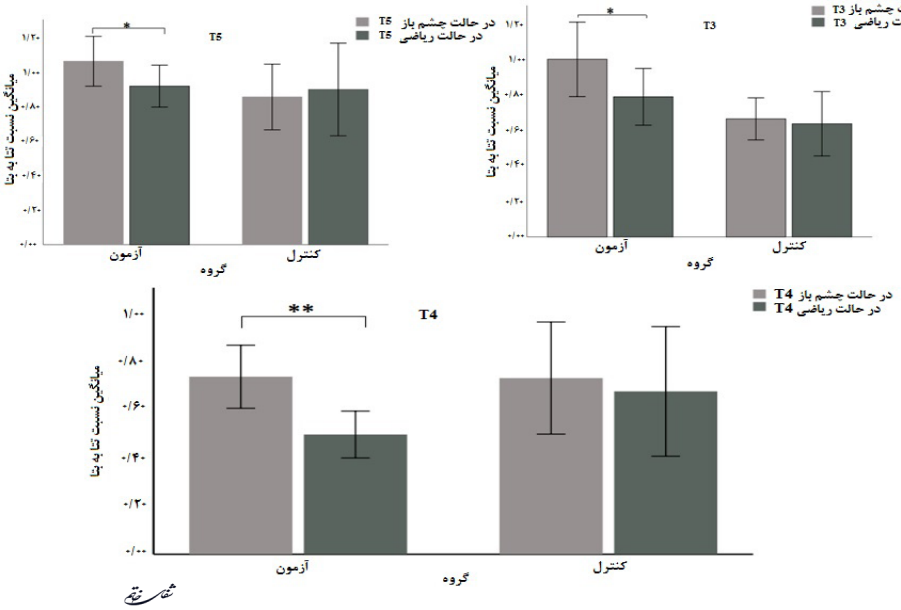
نتایج تحلیل آماری

به‌منظور ارزیابی معنی‌داری نسبت تتا به بتا بین دو گروه آزمایش و کنترل و نیز بین حالت استراحت و انجام آزمون ریاضی، تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر آماری در دو سطح وضعیت (استراحت و انجام آزمون ریاضی) و ۱۹ سطح الکترود انجام شده است. طبق نتایج حاصل شده، در سطح وضعیت (P=۰/۹۱۴ و F(۱ و ۲۰)=۰/۱۲) اثر معنی‌داری مشاهده نشده است، اما در سطح الکترود (P=۱۰^-۱۰ و F(۱۸ و ۳۶۰)=۲۱/۷۲۷) اثر معنی‌دار مشاهده شده است. همچنین برای اثر متقابل وضعیت×الکترود (P=۰/۰۲۱ و F(۱۸ و ۳۶۰)=۱/۲۸) اثر معنی‌دار مشاهده شده است. همچنین در نمودار ۱، نتایج آزمون t جفت شده بین حالت چشم‌باز و انجام آزمون ریاضی برای دو گروه آزمایش و کنترل در الکترودهای T3، T4 و T5 نشان داده شده است. همین‌طور که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود، اختلاف معنی‌داری در نسبت تتا به بتا در حالت چشم‌باز و آزمون ریاضی در گروه آزمایش مشاهده شده است در حالی که در گروه کنترل چنین اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌شود.

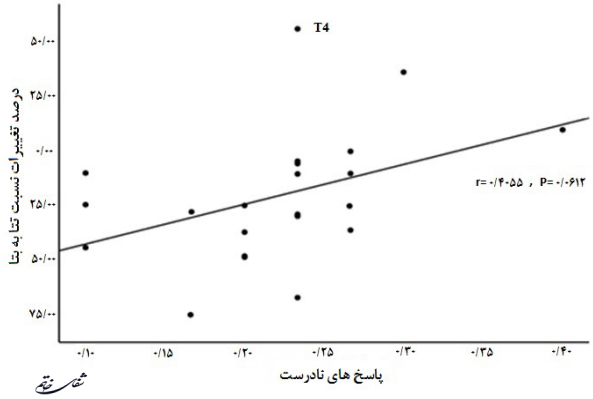
نتایج تحلیل همبستگی

در نمودار ۲ نتایج همبستگی، بین درصد تغییرات تتا/بتا در حین انجام آزمون ریاضی نسبت به حالت چشم‌باز با تعداد خطاهای افراد در پاسخ‌گویی به سؤالات ریاضی نشان داده شده است. همان‌طور که در این نمودار مشاهده می‌شود بین میزان خطای افراد در پاسخ‌گویی به سؤالات ریاضی و درصد تغییرات تتا/بتا کانال T4 همبستگی نسبتاً معنی‌داری (P=۰/۰۶۱۲ و r=۰/۴۰۵۵) مشاهده شده است. بنابراین افرادی که در پاسخ‌گویی به سؤالات خطای بیشتری مرتکب شده‌اند، نسبت تتا به بتا در آن‌ها افزایش بیشتری داشته است و بالعکس افرادی که خطای کمتری در پاسخ‌گویی به سؤالات داشته‌اند، نسبت تتا به بتا در آن‌ها کاهش بیشتری داشته است.

بحث و نتیجه‌گیری



نمودار ۱- میانگین تتا/بتا برای حالت استراحت و انجام آزمون ریاضی ذهنی برای دو گروه آزمایش و کنترل. برای گروه آزمایش در کانال T3 (P= ۰/۰۷۷)، T4 (P= ۰/۰۲۶) و T5 (P= ۰/۰۸۴) است. یک ستاره بیانگر معنی‌دار بودن در سطح P<۰/۱ و دو ستاره بیانگر معنی‌دار بودن P<۰/۰۵ است. نوار خطا بیانگر خطای استاندارد است.



نمودار ۲- نمودار درصد تغییرات تتا/بتا بین حالت انجام آزمون ریاضی ذهنی و حالت استراحت برحسب تعداد خطاهای آزمون ریاضی ذهنی در کانال T4.

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-09-16]
[DOI: 10.29252/shefa.8.3.61]

در این مطالعه، ۲۲ شرکت‌کننده در دو گروه آزمایش و کنترل شرکت کرده‌اند. از تمامی شرکت‌کنندگان پرسشنامهٔ اضطراب اسپیلبرگر و ASRS گرفته شده است و افراد به صورت اتفاقی به دو گروه آزمایش و کنترل تقسیم شده‌اند. سپس به مدت پنج دقیقه سیگنال مغزی پایه در حالت چشم‌باز در ۱۹ کانال ثبت شده است و سپس همزمان با ثبت سیگنال مغزی از شرکت‌کنندگان آزمون ریاضی ذهنی گرفته شده است. در این مطالعه فعالیت نورونی مغز در زمان حل مسئله ریاضی در شرکت‌کنندگان بررسی شده است. صرف نظر از عملکرد رفتاری شرکت‌کنندگان و فاکتورهایی از قبیل ضریب هوشی و جنسیت به تحلیل داده‌ها و مقایسهٔ نسبت تتا به بتا در دو گروه آزمایش و کنترل پرداخته شده است. یافته‌ها نشان داده است که الگوهای مغزی در گروه کنترل و آزمایش با هم متفاوت است. همچنین همبستگی نسبتاً معنی‌داری بین خطاهای آزمون ریاضی و درصد تغییرات تتا/بتا در حالت آزمون ریاضی نسبت به حالت استراحت در ناحیهٔ T4 (P=۰/۰۶۱۲ و r=۰/۴۰۵۵) مشاهده شده است.

از آنجایی که نسبت تتا به بتا به‌عنوان یک شاخص کمبود توجه شناخته شده است و ممکن است تحت شرایط اضطراب آزمون این شاخص دچار تغییرات شود (۱۳)، لذا بر اساس نتایج حاصل شده در تصویر ۱ و نمودار ۱ این تحقیق نشان داده شده است که در گروه آزمایش تحت شرایط اضطراب آزمون شاخص کمبود توجه (نسبت تتا به بتا) کاهش معنی‌داری داشته است و یا به عبارت دیگر ایجاد اضطراب در حین اجرای آزمون باعث بهبود توجه افراد شده است، در حالی که در گروه کنترل چنین تغییر معنی‌داری مشاهده نشده است. همچنین بر اساس نتایج همبستگی در نمودار ۲، افرادی که خطای کمتری در آزمون ریاضی داشته‌اند، شاخص کمبود توجهی در آن‌ها حین انجام آزمون کاهش داشته است در حالی که در افراد دارای خطای آزمون بالا، شاخص کمبود توجهی افزایش یافته است.

بر اساس نتایج تحقیق انجام شده توسط پوتمن و همکاران (۱۳) افرادی که نسبت تتا به بتا بالاتری داشته‌اند، افزایش اضطراب باعث کاهش سطح توجه آن‌ها شده است. از طرفی بر اساس نتایج این تحقیق، افرادی که در حین انجام آزمون ریاضی نسبت تتا به بتا آن‌ها افزایش داشته است خطای بیشتری در آزمون مرتکب شده‌اند. بنابراین بالا بودن نسبت تتا به بتا و یا افزایش آن در حین انجام تکلیف ذهنی باعث افت عملکرد شناختی و کاهش سطح توجه افراد می‌شود. همچنین بر اساس نتایج تحقیق بتاشویلی[10] و همکارانش که در سال ۲۰۱۹ انجام شده است، ارتباط توان باند گاما با اضطراب ریاضی نشان داده شده است (۱۶). بدین نحو که در افراد با سطح اضطراب ریاضی بالا توان گاما در حین انجام آزمون ریاضی افزایش داشته است. با توجه به اینکه باند گاما جزو باندهای فرکانس بالای مغزی محسوب می‌شود، بنابراین افزایش توان گاما در افراد مضطرب با نتایج این تحقیق که کاهش نسبت تتا به بتا در اثر ایجاد اضطراب را نشان داده است، همسو می‌باشد. زیرا افزایش توان باندهای فرکانس بالای مغزی باعث کاهش نسبت توان تتا به بتا نیز می‌شود. بنابراین اضطراب باعث افزایش توان باندهای فرکانس بالای مغزی در افراد می‌شود.

در مجموع بر اساس نتایج حاصل شده در این تحقیق اضطراب ایجاد شده در افراد گروه آزمایش توان‌بخش بوده و باعث کاهش خطای آزمون و نیز کاهش شاخص کمبود توجهی در افراد این گروه شده است. در نتیجه سطح توجه افرادی که در سطح خفیفی از اضطراب قرار دارند، در اثر ایجاد اضطراب از سوی آزمون‌گیرنده، به طور معنی‌داری افزایش یافته و خطای آن‌ها نیز در پاسخ‌گویی به سؤالات کاهش می‌یابد.

تعداد پایین شرکت‌کنندگان و عدم استفاده از رنج سنی وسیع‌تر به‌منظور بررسی تأثیر اضطراب آزمون در سنین مختلف تحصیلی از محدودیت‌های این تحقیق می‌باشد. همچنین به دلیل تعداد محدود داوطلبین امکان مقایسهٔ الگوهای مغزی بین دو جنس مرد و زن در اثر ایجاد اضطراب آزمون به صورت مجزا در این تحقیق وجود نداشته است. به‌منظور ادامهٔ کار، پیشنهاد می‌شود در تحقیق دیگری از افرادی استفاده شود که دارای سطح اضطراب متوسط یا بالا هستند و تأثیر اضطراب در حین انجام آزمون با استفاده از شاخص‌های مغزی مورد ارزیابی قرارگرفته و با نتایج این تحقیق مقایسه شود.

تشکر و قدردانی

از ستاد توسعهٔ علوم و فناوری‌های شناختی بابت حمایت مالی از این تحقیق تشکر و قدردانی می‌شود.

[10] Batashvili

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-09-16]

[DOI: 10.29252/shefa.8.3.61]

منابع

1. Arghavanian Z, Khanjani Z, Poursharifi H. Relationship between Tabriz elementary students' mothers' personality disorders and antisocial behavioral disorder of children in 2008-2009. Procedia-Social and Behavioral Sciences. 2010; 9: 1955-9.

2. Jahanian Najafabadi ASM, Rahmani M, Rahmani M, Imani H. The effect of neurofeedback training on reduce of anxiety. J Res Behave Sci. 2014; 11(6): 657-64.

3. Kaplan HI, Sadock BJ, Grebb JA. Kaplan and Sadock's synopsis of psychiatry: Behavioral sciences, clinical psychiatry. 11th ed wolters kluwer: Williams & Wilkins Co. 2007; p. 387-418.

4. Hashemi Fesharaki M, Shahgholian N, Kashani F. Effect of stress inoculation training on the levels of stress, anxiety, and depression in hemodialysis patients. Urmia Nursing and Midwifery Faculty. 2016; 14(1): 88-99.

5. Hong E. Test anxiety, perceived test difficulty, and testperformance: Temporal patterns of their effects. Learn Individ Differ. 1999; 11(4): 431-47.

6. Arefi M, Momeni K, Mohsenzadeh F. The effect of cognitive and relaxation therapy on student's test anxiety. Journal of Kermanshah University Medical Sciences. 2012; 16(2): 125-31.

7. Cassady JC, Johnson RE. Cognitive test anxiety and academic performance. Contemporary Educational Psychology. 2002; 27(2): 270-95.

8. Morris RJ, Mather N. Evidence-based interventions for students with learning and behavioral challenges. New York: Routledge. 2008; p. 83-95.

9. King NJ, Ollendick TH, Gullone E. School-related fears of children and adolescents. Aust J educ. 1990; 34(1): 99-112.

10. Najafian J, Akhavan TA. Comparison of the effect of relaxation and biofeedback-assisted relaxation on stress and anxiety score in patients with mild hypertension. Jahrom Medical Journal. 2011; 9: 8-12.

11. Öst L-G, Breitholtz E. Applied relaxation vs. cognitive therapy in the treatment of generalized anxiety disorder. Behav Res Ther. 2000; 38(8): 777-90.

12. Amiri Majd M, Shahmoradi A. The effect of cognitive-behavioral therapy on reducing students test anxiety behavioral sciences. 2009; 1(1): 53-64.

13. Putman P, Verkuil B, Arias-Garcia E, Pantazi I, van Schie C. EEG theta/beta ratio as a potential biomarker for attentional control and resilience against deleterious effects of stress on attention. Cogn Affect Behav Neurosci. 2014; 14(2): 782-91.

14. Demerdzieva A, Pop-Jordanova N. Relation between frontal alpha asymmetry and anxiety in young patients with generalized anxiety disorder. Pril (Makedon Akad Nauk Umet Odd Med Nauki). 2015; 36(2): 157-77.

15. Klados MA, Paraskevopoulos E, Pandria N, Bamidis PD. The impact of math anxiety on working memory: A cortical activations and cortical functional connectivity EEG study. IEEE Access. 2019; 7: 15027-39.

16. Batashvili M, Staples PA, Baker I, Sheffield D. Exploring the relationship between gamma-band activity and maths anxiety. Cognition and Emotion. 2019; 33(8):1-11.

17. Mahram B. Standardization of spielberger anxiety test in Mashhad. Master of Science Thesis, Allameh Tabataba'i University. 1994.

18. Fathi Ashtiani A. Psychological tests personality and mental health. 14th ed. Besat Publication Institute, Tehran. 2018; p. 352-56.

19. Kessler RC, Adler L, Ames M, Demler O, Faraone S, et al. The world health organization adult adhd self-report scale (asrs): a short screening scale for use in the general population. Psychol Med. , 2005; 35(2): 245-56.

20. Mokhtari H, Rabiei M, Salimi SH. Psychometric properties of the persian version of adult attention-deficit/hyperactivity disorder self-report scale. Iranian Journal of Psychiatry & Clinical Psychology. 2015; 21(3): 244-53.

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-09-16]

[DOI: 10.29252/shefa.8.3.61]