

# Evaluating the Effectiveness of Neurofeedback in Improving Attention and Response Control in Children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder

Asadi Saravi M<sup>1</sup>, \*Shirazi M<sup>2</sup>, Baniassadi H<sup>3</sup>

## Author Address

1. Department of Psychology, Zahedan Branch, Islamic Azad University, Zahedan, Iran;
  2. Department of Psychology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran;
  3. Department of Psychology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Shahid Bahonar, Kerman, Iran.
- \* Corresponding Author Email: [mahmoud.shirazi96@gmail.com](mailto:mahmoud.shirazi96@gmail.com)

Received: 2019 July 30; Accepted: 2019 August 19

## Abstract

**Background & Objectives:** Attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) is one of the most common psychiatric disorders that begins from infancy and continues until adulthood. It affects various aspects of a person's life, including personal life, social interactions, professional life, executive performances, concentration, etc. One of the relatively new viewpoints on ADHD disorder is to notice the neurological factors. In this viewpoint, the nervous system is an important and key factor in the incidence and progression of this disorder. One of the relatively new methods of treatment of this disorder which has designated several clinical confirmation trials is neurofeedback-based therapies. Neurofeedback is a conditioning procedure by which patients can modify the electrical activity of their brains. The goal of neurofeedback training is to correct abnormal EEGs, which results in improved behavioral and cognitive function in the individual. Neurofeedback therapy is a promising treatment based on normalizing the abnormal patterns of brain waves in children with ADHD. Therefore, this study aimed to evaluate the effectiveness of neurofeedback training in improving attention and response control of children with ADHD.

**Methods:** The method of the present study is quasi-experimental with a pretest-posttest design with a control group. The statistical population includes all 7-14 years old students referred to Kerman's Peyvand consultation center, Kerman City, Iran, in 2016-2017. They were diagnosed with ADHD. The sample included 60 students, selected by a convenience sampling method and randomly assigned to control (n=30) and experimental groups (n=30). The inclusion criteria were diagnosis of ADHD, aged between 7 and 14 years, consent and formal approval of students' parents to participate in research, no comorbidity disorder with ADHD, IQ greater than 70 and no visual or auditory impairment. The exclusion criteria for the experimental group were the absence of more than five sessions from the intervention and the unwillingness to continue the treatment. In the pretest and posttest for two groups, the Computational version of Sandford and Turner's Integrated Visual and Auditory Test (1995) was run. Neurofeedback treatment sessions for experimental group were performed in 40-45-min sessions three days per week. No intervention was presented for the control group. Data analysis was performed at descriptive (frequency, average, standard deviation) and inferential levels (multivariate analysis of covariance) in SPSS software, version 16. The significance level of the tests was considered 0.05.

**Results:** The results indicate that after the omission of the pretest effects on dependent variables and regarding the F factor obtained in the scale of auditory attention ( $p=0.001$ ), visual attention ( $p=0.001$ ), auditory response control ( $p=0.001$ ) and visual response control ( $p=0.001$ ) there was a statistically significant difference between the adjusted averages of the participants scores in two stages of pretest and posttest. Based on Eta coefficients, a greater rate of effect and difference were observed in the visual attention (equal to 51%).

**Conclusions:** According to the findings of this study, neurofeedback is an effective tool that can increase attention (visual and auditory) and response control (visual and auditory) of children with ADHD.

**Keywords:** Neurofeedback, Attention, Response control, Attention-deficit/hyperactivity disorder.

## بررسی اثربخشی نوروفیدبک بر بهبود توجه و کنترل پاسخ در کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه و بیش‌فعالی

مهسان اسدی ساروی<sup>۱</sup>، \*محمود شیرازی<sup>۲</sup>، حسن بنی‌اسدی<sup>۳</sup>

توضیحات نویسندگان

۱. گروه روان‌شناسی، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران؛  
 ۲. گروه روان‌شناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران؛  
 ۳. گروه روان‌شناسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.  
 \*رایانامه نویسنده مسئول: mahmoud.shirazi96@gmail.com

تاریخ دریافت: ۸ مرداد ۱۳۹۸؛ تاریخ پذیرش: ۲۸ مرداد ۱۳۹۸

### چکیده

**زمینه و هدف:** اختلال نقص توجه و بیش‌فعالی یکی از اختلالات روانی-عصبی شایع است که در طفولیت شروع شده و تا بزرگسالی ادامه می‌یابد و در ابعاد مختلفی از زندگی فرد اختلال ایجاد می‌کند؛ بنابراین هدف از این پژوهش بررسی اثربخشی نوروفیدبک بر بهبود توجه و کنترل پاسخ کودکان دارای اختلال نقص توجه و بیش‌فعالی بود.

**روش بررسی:** روش پژوهش حاضر، شبه‌آزمایشی بود که با استفاده از طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه گواه انجام شد. جامعه آماری تمامی دانش‌آموزان ۷ تا ۱۴ ساله مراجعه‌کننده به مرکز مشاوره پیوند کرمان در سال ۹۶-۱۳۹۵ بودند که براساس پنجمین ویرایش آماری تشخیص اختلالات روانی به‌عنوان اختلال نقص توجه و بیش‌فعالی تشخیص داده شدند. نمونه‌ها شامل ۶۰ نفر (۳۰ نفر گروه آزمایش و ۳۰ نفر گروه گواه) بود که به‌روش نمونه‌گیری دردسترس و داوطلبانه انتخاب شدند. افراد واجد شرایط داوطلب‌شده به‌طور تصادفی در دو گروه قرار گرفتند. مطالعه منطبق با سیاهه اقلام اشاره‌شده در راهنمای CONSORT بود. در پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای هر دو گروه، نسخه رایانه‌ای آزمون عملکرد پیوسته دیداری و شنیداری سندفورد و ترنز (۱۹۹۵) اجرا شد. درمان نوروفیدبک صرفاً برای دانش‌آموزان گروه آزمایش در چهل جلسه ۴۵ دقیقه‌ای و سه روز در هفته اجرا شد. تحلیل داده‌ها به‌وسیله آزمون تحلیل کوواریانس چندمتغیره در نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ صورت گرفت. سطح معناداری آزمون‌ها، ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد، آموزش نوروفیدبک در مرحله پس‌آزمون موجب افزایش توجه دیداری ( $p=0/001$ )، توجه شنیداری ( $p=0/001$ )، کنترل پاسخ دیداری ( $p=0/001$ ) و کنترل پاسخ شنیداری ( $p=0/001$ ) دانش‌آموزان گروه آزمایش درمقایسه با دانش‌آموزان گروه گواه شد.

**نتیجه‌گیری:** براساس یافته‌های این مطالعه، نوروفیدبک روش درمانی مناسبی برای افزایش توجه (دیداری و شنیداری) و کنترل پاسخ (دیداری و شنیداری) کودکان با اختلال نقص توجه و بیش‌فعالی است.

**کلیدواژه‌ها:** نوروفیدبک، توجه، کنترل پاسخ، اختلال نقص توجه و بیش‌فعالی.

می‌افتد که فرد درمی‌یابد، چطور سیگنال فیدبک با وضعیت ذهنی او ارتباط پیدا می‌کند. در واقع هدف نوروفیدبک آموزش خودتنظیمی به مغز است و سعی دارد به مغز یاد دهد که چگونه خود را تنظیم کند. مطالعات متعددی نشان داده‌اند، روش نوروفیدبک در افزایش توجه و تمرکز و بهبود شاخص‌های مربوط به توجه مستمر که عمدتاً از طریق آزمون‌های ارزیابی عملکرد مستمر مانند آزمون تغییرات توجه سنجیده شده، اثربخش است (۱۰).

با توجه به اینکه در حال حاضر، تعدادی از گزینه‌های دارویی و غیردارویی مانند مداخلات رفتاری، مهارت‌های والدین، آموزش‌های تغذیه‌ای و آموزش شناختی برای درمان ADHD پیشنهاد شده (۱۱)، داروهای روان‌پزشکی، از جمله متیل‌فنیدات، به‌عنوان گزینه‌های فارماکولوژیک برای اولین بار در چندین دستورعمل به‌منظور درمان ADHD توصیه شده است. با وجود شواهدی از آزمایشات تصادفی کوتاه‌مدت که به اندازه چشمگیر اثر داروها اشاره کرده است، نگرانی‌ها درباره تحمل و عوارض و اثرات بلندمدت آن وجود دارد؛ تا جایی که برخی اظهار داشتند داروها ممکن است نشانه‌های ADHD را بهبود بخشد، اما با خطر نسبتاً شدید عوارض جانبی غیرمرتبط همراه است (۱۲).

در این راستا، گزینه‌های جایگزین غیردارویی که به‌طور مستقیم پاتوفیزیولوژی ADHD را هدف قرار می‌دهند، در حال حاضر به‌طور فعال بررسی می‌شوند. در میان آن‌ها، نوروفیدبک توسط تعدادی از گروه‌های تحقیقاتی به‌عنوان گزینه‌ای مؤثر و ایمن برای ADHD پیشنهاد شده است (۱۳). با توجه به مطالعات اشاره‌شده مبنی بر کاربرد نوروفیدبک به‌منظور درمان مبتلایان به نقص توجه و بیش‌فعالی، هدف این پژوهش، بررسی اثربخشی نوروفیدبک بر بهبود توجه و کنترل پاسخ در کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه و بیش‌فعالی بود.

## ۲ روش بررسی

روش پژوهش حاضر از نوع شبه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه گواه بود. جامعه آماری تمامی دانش‌آموزان ۱۴ تا ۱۷ ساله مراجعه‌کننده به مرکز مشاوره پیوند شهر کرمان در سال ۹۶-۱۳۹۵ بودند که براساس پنجمین ویرایش راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی<sup>۳</sup>، به‌عنوان اختلال نقص توجه و بیش‌فعالی توسط پزشک تشخیص داده شدند. برای تعیین حجم نمونه لازم پژوهش، طبق دستورالعمل کتاب روش‌های تحقیق در علوم رفتاری، از جدول تدوین‌شده توسط کوهن<sup>۴</sup> (۱۴) استفاده شد. با توجه به دو گروه آزمایشی و گواه، میزان خطای  $\alpha = 0.05$ ، حجم اثر مساوی با ۰/۵۰ و توان آزمون برابر با ۰/۹۷، نمونه لازم ۳۰ نفر برای هر گروه انتخاب شد؛ بنابراین ۶۰ نفر از دانش‌آموزان به‌روش نمونه‌گیری در دسترس و داوطلبانه به‌عنوان نمونه انتخاب شدند و به‌طور تصادفی در گروه آزمایش و گروه گواه قرار گرفتند. نمودار گردش بیمار در شکل ۱ نمایش داده شده است.

اختلال نقص توجه و بیش‌فعالی<sup>۱</sup>، اختلالی رشدی دوران کودکی است که می‌تواند تا سنین بزرگسالی ادامه یابد. این اختلال حدود ۵ درصد از کودکان مدرسه‌ای و حدود ۲/۵ درصد از بزرگسالان در سراسر جهان را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (۱). همچنین اختلال مذکور پیامد منفی در تحصیلات و روابط اجتماعی و حرفه‌ای فرد دارد. برای تشخیص این اختلال، باید بین سنین پنج تا هفت‌سالگی حداقل به‌مدت شش ماه پیاپی نشانه‌هایی را همچون فعالیت و تحرک بیش از حد معمول، حواس‌پرتی و نداشتن تمرکز بر کاری ثابت، بی‌توجهی، پریشانی، اضطراب، جنب‌وجوش زیاد و تکانشی و سنسجیده عمل‌کردن، در موقعیت‌های متفاوت و ارتباط با همسالان در کودک مشاهده کرد (۲). بدین صورت که کودک در خانه از والدین خود پیروی نمی‌کند، تکانشی عمل می‌کند، دچار بی‌ثباتی هیجانی است و تحریک‌پذیر است (۲). این کودکان در ارتباط اجتماعی با همسالان خود مشکل داشته و منزوی می‌شوند؛ همچنین در مدرسه قادر به انجام‌دادن تکلیف نیستند و نیازمند توجه بیشتر از سوی معلمان هستند (۳). یکی از دیدگاه‌های نسبتاً نوین به اختلال نقص توجه و بیش‌فعالی، توجه به عوامل عصب‌شناختی است (۴). در این دیدگاه، دستگاه عصبی عاملی مهم و کلیدی در بروز و تحول این اختلال است. نتیجه پژوهش‌ها مشخص کرد که نواحی مختلف مغز کودکان مبتلا به این اختلال، الگوهای نابهنجاری را نشان می‌دهد (۷-۵)؛ به‌عنوان مثال، دستگاه شبکه‌ای که در عملکرد توجه و هشیاری نقش دارد، در این کودکان کارکرد درستی را نشان نمی‌دهد. با مطالعه گره‌های قاعده‌ای در مغز مشخص شد که آسیب به این منطقه ممکن است به مشکلاتی نظیر بیش‌فعالی منجر شود. بررسی‌های تصویرنگاری‌های عصبی نشان داده است، کودکان با اختلال نارسایی توجه و بیش‌فعالی، در مخچه و لوب پیشانی که در برنامه‌ریزی، سازماندهی، تصمیم‌گیری، ادراک زمان، حافظه فعال، بازداری و تفکر دست‌اندرکار است، دارای مشکلات اساسی هستند (۸). یکی از روش‌های نسبتاً جدید درمان این اختلال که تحقیقات و تأییدات بالینی متعددی را به خود اختصاص داده، درمان‌های مبتنی بر نوروفیدبک است. درمان نوروفیدبک، درمانی امیدوارکننده مبتنی بر نرمال‌سازی الگوهای غیرطبیعی امواج مغزی در کودکان مبتلا به ADHD است (۶).

نوروفیدبک رویه شرطی‌سازی کنشگر است که به‌موجب آن فرد می‌تواند فعالیت الکتریکی مغز خود را اصلاح کند. هدف از آموزش نوروفیدبک، اصلاح نوار مغزی<sup>۲</sup> نابهنجار است که نتیجه آن ارتقای عملکرد رفتاری و شناختی، همایند در فرد است؛ از این رو پروتکلی مناسب نوروفیدبک می‌تواند کمبود نسبت آلفا و تتا را در ناحیه‌ای با بیشترین نسبت جبران کند (۹). نوروفیدبک در واقع فرایندی آموزشی است که در آن مغز خودتنظیمی را فرا می‌گیرد. در طول آموزش، فعالیت مغز توسط اداره هشیار و ناهشیار توجه کنترل می‌شود. یادگیری هشیارانه زمانی اتفاق

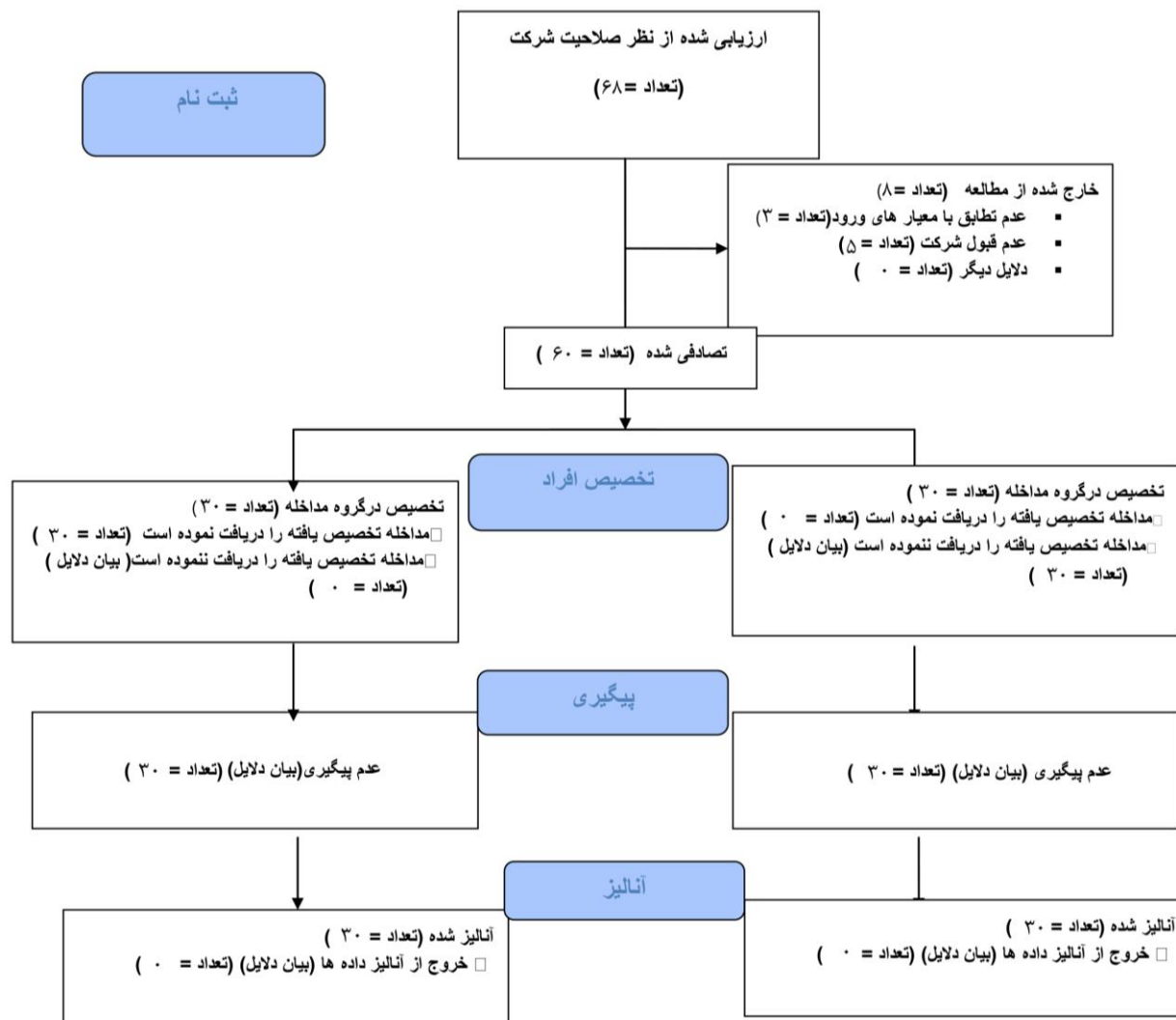
(DSM-5)

4. Cohen

1. Attention Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD)

2. Electroencephalography (EEG)

3. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders-5th Edition



شکل ۱. نمودار گردش بیمار CONSORT ۲۰۱۰

دیداری و گرم کردن شنیداری)؛ ۲. مرحله تمرین؛ ۳. مرحله اجرای اصلی؛ ۴. آرام شدن (سرد کردن). این آزمون شامل پاسخ یا عدم پاسخ (بازداری پاسخ) به محرک‌های آزمون است و به صورت برنامه کامپیوتری است که از دو قسمت دیداری و شنیداری تشکیل می‌شود. مدت زمان اجرای آزمون بیست دقیقه است. مؤلفه‌های زیر در این آزمون بررسی شد:

۱. توجه: نمرات سؤالات این متغیر براساس معیارهای برابر دیداری و شنیداری عبارت است از: الف. گوش به زنگی: این مقیاس نبود توجه را به وسیله دو نوع خطا ارزیابی می‌کند: زمانی که تعداد محرک خطا (یعنی ۲) فراوان و فرد به محرک اصلی (یعنی ۱) با بی‌دقتی پاسخ می‌دهد و زمانی که فرد به محرک از روی بی‌دقتی پاسخ ندهد؛ ب. تمرکز: انعطاف‌پذیری کل را نشان می‌دهد؛ یعنی اندازه‌گیری سرعت پردازش ذهنی برای همه پاسخ‌های صحیح؛ ج. سرعت: میانگین زمان واکنش را برای تمام پاسخ‌های صحیح نشان می‌دهد و در سراسر آزمون کمک می‌کند تا مشکلات توجه و پردازش ذهنی شناسایی شود؛

معیارهای ورود دانش‌آموزان به مطالعه شامل تشخیص اختلال نقص توجه و بیش‌فعالی، سن بین ۷ تا ۱۴ سال، رضایت و کسب موافقت رسمی از والدین دانش‌آموزان برای استفاده از درمان در پژوهش، نداشتن اختلال همبود با اختلال نقص توجه و بیش‌فعالی، دارا بودن ضریب هوشی بیشتر از ۷۰ و نداشتن هرگونه اختلال دیداری و شنیداری بود. معیارهای خروج دانش‌آموزان گروه آزمایش از مطالعه نیز غیبت بیش از پنج جلسه و تمایل نداشتن برای ادامه در دوره درمانی بود.

برای جمع‌آوری داده‌ها ابزار و جسات درمانی زیر به‌کار رفت.

– نسخه رایانه‌ای آزمون عملکرد پیوسته دیداری و شنیداری<sup>۱</sup>: نسخه اصلی این آزمون توسط سندفورد و ترنر در سال ۱۹۹۵ ساخته شد (۱۵). این آزمون بر مبنای راهنمای تشخیصی و آماری اختلال‌های روانی نسخه پنجم طراحی شده است. آزمون قادر به تشخیص و تفکیک انواع بیش‌فعالی در سنین بیشتر از ۶ سال است. مراحل آزمون شامل چهار بخش می‌شود: ۱. گرم کردن (شامل دو زمان مجزا برای گرم کردن

1. Integrated Visual and Auditory Test (IVA)

۲. کنترل پاسخ: نمرات سؤالات کنترل پاسخ براساس معیارهای برابر دیداری و شنوایی عبارت است از: الف. احتیاط: این مقیاس پاسخ‌های تکانشی و بازداری پاسخ را به وسیله سه نوع از خطا ارزیابی می‌کند: خطاهای تکانشی؛ گرایش به خطا؛ خطاهای ناشی از تغییر توجه از دیداری و شنیداری؛ ب. ثبات: زمان پاسخ را نشان می‌دهد و برای اندازه‌گیری توانایی ماندن در کار استفاده می‌شود؛ ج. تحمل: میانگین زمان واکنش پاسخ‌های صحیح را در طول زمان مقایسه می‌کند (۱۵)؛ سندفورد و همکاران اظهار داشتند که این آزمون حساسیت مناسب (۰/۹۲) و قدرت پیش‌بینی مثبت (۰/۸۹) برای استفاده در سنجش اختلال نقص توجه و بیش‌فعالی دارد (۱۶). سندفورد و ترنو در بررسی پایایی از روش بازآزمایی استفاده کردند و ضریب ۰/۷۵ را گزارش کردند (۱۵). این ضریب حاکی از پایایی مطلوب آزمون است. سندفورد و همکاران برای ارزیابی اعتبار، آزمون را روی افراد با بدون اختلال کمبود توجه و بیش‌فعالی اجرا کردند. در ۹۲ درصد از نمونه‌ها، آزمون قادر به تشخیص درست این اختلال بود و ضریب گزارش شده حاکی از روایی مطلوب آزمون بود (۱۶). در مطالعه دیگری که توسط بشارت و همکاران انجام شد، ضریب بازآزمایی ۰/۸۹ و ضریب اعتبار با ابزار مجموعه عصب‌شناختی ۰/۶۰ به دست آمد (۱۷).

– پروتکل درمانی نوروفیدبک: پروتکل درمانی نوروفیدبک که در این پژوهش برای افراد دارای اختلال کاستی توجه و بیش‌فعالی استفاده شد، از نوع یک‌کاناله دوقطبی بود؛ به این ترتیب که فرد روی صندلی راحتی می‌نشست و الکترودهای اصلی با استفاده از ژلی مخصوص سوپرسانا در محل‌های  $C_3$ ،  $F_{pz}$ ،  $F_z$ ،  $C_4$  به پوست سر چسبانده شد و دو الکتروود دیگر بر روی گوش‌ها نصب شد. اجرای پروتکل به این صورت بود که وقتی آزمودنی توانست به مدت ۵ ثانیه یک‌بار موج بتا و بار دیگر ریتم حسی-حرکتی را بیشتر از آستانه تعیین شده و موج تتا و بتای بلند را کمتر از آستانه نگاه دارد، به وی یک امتیاز تعلق گرفت؛ بنابراین ریتم حسی-حرکتی و بتا تقویت شدند و تتا و بتای بلند سرکوب شدند. همچنین در کودکانی که آلفای پشت سر آن‌ها کم بود، این موج تقویت شد. برنامه درمانی از طریق صفحه کامپیوتری قرارگرفته در مقابل فرد ارائه شد. این برنامه‌ها اغلب شبیه به بازی‌های کامپیوتری است؛ با این تفاوت که تنها ذهن و مغز فرد درگیر است و نه دست‌های شرکت‌کننده که بازی را انجام می‌دهد. مغز با تکرار و تمرین این بازی‌ها یاد می‌گیرد که برای رسیدن به نتیجه بهتر باید چگونه تمرکز کند؛ این کار به درمان بیمار و تنظیم امواج و فعالیت‌های مغز او می‌انجامد. برای انجام تحقیق ملاحظات اخلاقی از جمله رضایت بیماران و خانواده‌ها درباره بررسی و آنالیز اطلاعات حاصل از آن‌ها، محرمانه ماندن اطلاعات بیماران و نیز انجام دوره نوروفیدبک برای گروه انتظار که تمایل به اجرای نوروفیدبک داشت، صورت گرفت. این مطالعه منطبق بر اصول بیانیة هلسینکی انجام شد.

در این پژوهش، کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه و بیش‌فعالی به دو گروه هم‌تا شامل گروه آزمایش (۳۰ نفر) و گروه گواه (۳۰ نفر) تقسیم شدند. این پژوهش با برگزاری جلسه‌ای مقدماتی با ذکر ملاحظات اخلاقی برای گروه آزمایش به منظور پیشگیری از مسائل اخلاقی و مشکلات پیش‌بینی نشده توسط مجری طرح آغاز شد. در آن

جلسه اطلاعات لازم درباره نحوه برگزاری جلسات آموزشی، اهمیت شرکت در تمام جلسات و حضور به‌موقع در جلسات با توجه به نقش آن در نتایج پژوهش، مسائل رازداری، نتیجه رفتارها و باورها در پایان پژوهش به شرکت‌کنندگان داده شد. از اعضا این انتظار بود که در تمام جلسات گروه حاضر شوند؛ زیرا غیبت آن‌ها بر کل گروه اثر داشت. به اعضا یادداشت خلاصه‌ای از حقوق و مسئولیت‌های آن‌ها داده شد تا قبل از ملحق‌شدن به گروه بدانند از آن‌ها چه انتظاری می‌رود. بدین ترتیب گروه آزمایش در آموزش کار با نوروفیدبک شرکت کرد که به مدت چهل جلسه ۴۵ دقیقه‌ای و سه روز در هفته اجرا شد. بعد از اتمام چهل جلسه آموزش، پس از آزمون انجام پذیرفت.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نسخه ۱۶ نرم‌افزار آماری SPSS و در دو سطح توصیفی و استنباطی صورت گرفت. در سطح آمار توصیفی، فراوانی، میانگین و انحراف معیار و در سطح آمار استنباطی، آزمون تحلیل کوواریانس چندمتغیره به کار رفت. سطح معناداری آزمون‌ها و تمامی آزمون‌های مربوط به پیش‌فرض‌ها، ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

### ۳ یافته‌ها

نمونه‌ها ۶۰ دانش‌آموز مبتلا به نقص توجه و بیش‌فعالی با گستره سنی ۷ تا ۱۱ سال بودند. میانگین سنی و انحراف معیار گروه آزمایش  $10/36 \pm 2/204$  سال و گروه گواه  $10/63 \pm 2/07$  سال به دست آمد. در گروه آزمایش ۵۶/۷ درصد از آزمودنی‌ها (۱۷ نفر) و در گروه گواه ۵۰ درصد از آزمودنی‌ها (۱۵ نفر) در گروه سنی ۷ تا ۱۰ سال بودند. ۴۳/۳ درصد از آزمودنی‌ها در گروه آزمایش (۱۳ نفر) و ۵۰ درصد از آزمودنی‌ها در گروه گواه (۱۵ نفر) در گروه سنی ۱۱ تا ۱۴ سال قرار داشتند. در گروه آزمایش ۶۰ درصد پسر (۱۸ نفر) و ۴۰ درصد دختر (۱۲ نفر) و در گروه گواه ۶۶/۷ درصد پسر (۲۰ نفر) و ۳۳/۳ درصد دختر (۱۰ نفر) بودند.

جدول ۱ میانگین و انحراف معیار آزمودنی‌ها را در متغیرهای توجه (شنیداری و دیداری) و کنترل پاسخ (شنیداری و دیداری) در پیش‌آزمون و پس‌آزمون به تفکیک گروه‌ها نشان می‌دهد.

نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که میانگین مؤلفه‌های مربوط به توجه شنیداری-دیداری و کنترل پاسخ شنیداری-دیداری، در گروه آزمایش در مرحله پس‌آزمون در قیاس با گروه گواه افزایش یافته است. سپس برای تأیید معناداری افزایش عددی مقادیر میانگین متغیرهای توجه و کنترل پاسخ آزمون در پس‌آزمون، آزمون تحلیل کوواریانس چندمتغیره انجام شد. نتایج بررسی پیش‌فرض‌های تحلیل کوواریانس چندمتغیره حاکی از برقراری پیش‌فرض نرمال بودن متغیرها بود؛ به این صورت که مقدار احتمال آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف در متغیرهای توجه (شنیداری-دیداری) و کنترل پاسخ (شنیداری-دیداری)، بزرگ‌تر از ۰/۰۵ به دست آمد ( $p=0/214$ )؛ بنابراین داده‌ها دارای توزیعی نرمال بودند. بررسی مفروضه همگنی کوواریانس‌های متغیرهای وابسته با آزمون ام‌باکس نشان داد، این مفروضه نیز برقرار بود ( $p=0/764$ ). نتایج آزمون لون در متغیر توجه دیداری ( $p=0/441$ )، توجه شنیداری ( $p=0/273$ )، کنترل پاسخ دیداری ( $p=0/211$ ) و کنترل پاسخ شنیداری ( $p=0/400$ ) معنادار نبود که حاکی از رعایت پیش‌فرض

تجانس واریانس‌ها بود. همچنین اثر متقابل پیش‌آزمون و گروه‌ها در  $(p=0/126)$ ؛ بنابراین می‌توان گفت که بردارهای متقابل معنادار نبودند. توجه شنیداری-دیداری، کنترل پاسخ شنیداری-دیداری، ماندگاری و شیب‌های رگرسیونی در توجه شنیداری-دیداری و کنترل پاسخ توجه شنیداری-دیداری، افزایش ادراک شنیداری-دیداری و مهارت حسی-حرکتی شنیداری-دیداری از سطح  $0/05$  بزرگ‌تر بود.

جدول ۱. شاخص‌های توصیفی به تفکیک گروه آزمایش و گروه گواه

| متغیر                | گروه   | تعداد | پیش‌آزمون |              | پس‌آزمون |              |
|----------------------|--------|-------|-----------|--------------|----------|--------------|
|                      |        |       | میانگین   | انحراف معیار | میانگین  | انحراف معیار |
| توجه (شنیداری)       | آزمایش | ۳۰    | ۶۳/۰۳     | ۲۵/۰۱        | ۸۱/۹۶    | ۱۸/۹۲        |
|                      | گواه   | ۳۰    | ۶۳/۶۶     | ۲۳/۶۸        | ۶۲/۶۶    | ۲۳/۶۴        |
| توجه (دیداری)        | آزمایش | ۳۰    | ۶۷/۴۶     | ۲۵/۰۶        | ۸۴/۳۰    | ۲۰/۰۳        |
|                      | گواه   | ۳۰    | ۶۶/۸۰     | ۲۴/۷۹        | ۶۷/۳۳    | ۲۵/۰۶        |
| کنترل پاسخ (شنیداری) | آزمایش | ۳۰    | ۷۷/۲۶     | ۲۶/۱۳        | ۹۵/۲۳    | ۱۶/۶۴        |
|                      | گواه   | ۳۰    | ۷۷/۱۰     | ۲۵/۴۲        | ۷۵/۸۶    | ۲۳/۵۸        |
| کنترل پاسخ (دیداری)  | آزمایش | ۳۰    | ۷۸/۱۳     | ۲۳/۰۳        | ۹۷/۹۳    | ۱۷/۴۹        |
|                      | گواه   | ۳۰    | ۷۶/۸۰     | ۲۲/۹         | ۷۶/۱۰    | ۲۲/۲۶        |

باتوجه به برقراربودن مفروضه‌های تحلیل کوواریانس چندمتغیره برای چندمتغیره روی نمرات پس‌آزمون انجام گرفت. نتایج در جداول ۲ و ۳ بررسی اثر مداخله در متغیرهای بررسی‌شده، تحلیل کوواریانس نشان داده شده است.

جدول ۲. نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیره

| نام آزمون                | مقدار | درجات آزادی فرضیه | خطا | F  | مقدار احتمال | مجذور اتا |
|--------------------------|-------|-------------------|-----|----|--------------|-----------|
| آزمون اثر پیلایی         | ۰/۶۰۱ | ۱۹/۱۹             | ۴   | ۵۱ | ۰/۰۰۱        | ۰/۶۰۱     |
| آزمون لامبدای ویلکز      | ۰/۳۹۹ | ۱۹/۱۹             | ۴   | ۵۱ | ۰/۰۰۱        | ۰/۶۰۱     |
| آزمون اثر هتلینگ         | ۱/۵۰۶ | ۱۹/۱۹             | ۴   | ۵۱ | ۰/۰۰۱        | ۰/۶۰۱     |
| آزمون بزرگ‌ترین ریشه روی | ۱/۵۰۶ | ۱۹/۱۹             | ۴   | ۵۱ | ۰/۰۰۱        | ۰/۶۰۱     |

همان‌گونه که در جدول ۲ ملاحظه می‌شود آزمون‌های چهارگانه تحلیل کوواریانس چندمتغیره مربوط به تفاضل متغیرهای پژوهش، از لحاظ آماری معنادار بود  $(p=0/001)$ ؛ بنابراین نتایج نشان می‌دهد که آموزش نوروفیدبک بر متغیرهای وابسته اثربخش بوده است. همچنین نتایج بیانگر این نکته بود که بین گروه‌های آزمایش و گواه از لحاظ افزایش توجه شنیداری-دیداری و کنترل پاسخ شنیداری-دیداری در مرحله پس‌آزمون تفاوت معناداری وجود داشت. به عبارت دیگر آموزش نوروفیدبک در متغیرهای وابسته بر میانگین گروه آزمایش در مقایسه با گروه گواه در مرحله پس‌آزمون تأثیر داشت  $(p=0/001)$ .

جدول ۳. نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیره در متن مانکوا

| اثر  | متغیر وابسته       | مجموع مجذورات | درجه آزادی | میانگین مجذورات | F     | مقدار احتمال | مجذور اتا |
|------|--------------------|---------------|------------|-----------------|-------|--------------|-----------|
| گروه | توجه شنیداری       | ۵۸۸۶/۴۸       | ۱          | ۵۸۸۶/۴۸         | ۴۴/۸۶ | ۰/۰۰۱        | ۰/۳۶      |
|      | توجه دیداری        | ۴۱۱۳/۳۰       | ۱          | ۴۱۱۳/۳۰         | ۲۴/۳۰ | ۰/۰۰۱        | ۰/۵۱      |
|      | کنترل پاسخ شنیداری | ۵۵۹۲/۹۷       | ۱          | ۵۵۹۲/۹۷         | ۳۰/۰۹ | ۰/۰۰۱        | ۰/۴۵      |
|      | کنترل پاسخ دیداری  | ۶۴۳۸/۳۴       | ۱          | ۶۴۳۸/۳۴         | ۵۶/۲۸ | ۰/۰۰۱        | ۰/۳۱      |
| خطا  | توجه شنیداری       | ۷۰۸۴/۸۰       | ۵۴         | ۱۳۱/۲۰۰         |       |              |           |
|      | توجه دیداری        | ۹۱۴۲/۴۵       | ۵۴         | ۱۶۹/۳۰          |       |              |           |
|      | کنترل پاسخ شنیداری | ۱۰۰۳۴/۶۸      | ۵۴         | ۱۸۵/۸۳          |       |              |           |
|      | کنترل پاسخ دیداری  | ۶۱۷۷/۶۳       | ۵۴         | ۱۱۴/۴۰۱         |       |              |           |

نتایج به‌دست‌آمده در جدول ۳ نشان می‌دهد، پس از حذف تأثیر پیش‌آزمون بر متغیرهای وابسته و باتوجه به ضریب F به‌دست‌آمده در متغیرهای توجه شنیداری  $(p=0/001)$ ، توجه دیداری  $(p=0/001)$ ، کنترل پاسخ شنیداری  $(p=0/001)$  و کنترل پاسخ دیداری

( $p=0.001$ ) بین میانگین‌های تعدیل‌شده نمرات شرکت‌کنندگان در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت آماری معناداری وجود داشت. براساس ضرایب اتا، میزان بیشتر تأثیر و تفاوت روی توجه دیداری برابر با ۵۱ درصد است؛ یعنی ۵۱ درصد از تفاوت در نمرات پس‌آزمون توجه دیداری مربوط به آموزش نوروفیدبک است.

#### ۴ بحث

هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثربخشی نوروفیدبک بر بهبود توجه و کنترل پاسخ کودکان مبتلا به نقص توجه و بیش‌فعالی بود. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که آموزش نوروفیدبک در مرحله پس‌آزمون موجب بهبود و افزایش توجه شنیداری و دیداری و همچنین کنترل پاسخ دیداری و شنیداری کودکان شد؛ همچنین آموزش نوروفیدبک اثربخشی بیشتری بر توجه شنیداری افراد داشت. این نتایج با نتایج مطالعات پیشین همسوست؛ به‌طوری‌که رجبی در پژوهشی نشان داد، بهبودی معناداری در همه و دامنه امواج مغزی تا، ریتم حسی حرکتی و بتا در گروه نوروفیدبک وجود داشت. نتایج این پژوهش حاکی از کارایی اثربخشی نوروفیدبک به‌عنوان یک شیوه درمانی در اصلاح امواج مغزی، ابعاد آزمون عملکرد پیوسته یعنی (پاسخ‌های صحیح، خطای حذف و خطای ارائه) و درمان مشکلات توجه در دانش‌جویان دختر مبتلا به اختلال نقص توجه همراه با بیش‌فعالی در مقایسه با گروه کنترل بود (۱۸). مارکا و آکانر در پژوهشی بر دانش‌آموزانی با اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی، دریافتند که مداخلات آموزش نوروفیدبک باعث بهبود توجه در دانش‌آموزان مذکور می‌شود (۱۹). با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر، نوروفیدبک ابزاری مؤثر برای تعدیل مشکلات همراه با نقص توجه است. در این مطالعه با استفاده از تست IVA به‌عنوان ابزاری مستقل نشان داده شد که نوروفیدبک با آموزش و شرطی‌سازی ذهنی می‌تواند جایگزین درمان‌های تهاجمی‌تر باشد. فوجس و همکاران در مطالعه خود بیان کردند که نوروفیدبک و متیل‌فن‌امین می‌تواند تمامی زیرمجموعه متغیرهای تست TOVA<sup>۱</sup> را در افراد مورد مطالعه بهبود بخشند (۱۱).

تا به امروز مطالعات زیادی در بین گروه‌های مختلف برای تأیید اثربخشی نوروفیدبک برای مشکلات مختلف مانند افسردگی و اضطراب و غیره انجام شده است (۲۰)؛ اما برعکس، آرنس و همکاران در این زمینه اظهار شک و تردید کرده‌اند (۶). همچنین برخی ملاحظات اخلاقی درباره این نوع از درمان‌ها وجود دارد (۲۱). در پژوهشی دیگر، لانسبرگن و همکاران به‌منظور مقایسه اثر نوروفیدبک و استفاده از درمان‌های نوروفیدبک<sup>۲</sup> به‌منظور درمان و بهبود مبتلایان به ADHD، دریافتند که اگرچه بهبود مدنظر در گروه درمانی نوروفیدبک دیده می‌شود، این بهبود به‌طور معناداری در گروه درمان‌نما نیز مشاهده می‌گردد. یکی از ضعف‌های مطالعه آن‌ها، تعداد بسیار کم نمونه‌های بررسی‌شده بود که شامل ۸ نفر در گروه نوروفیدبک و ۸ نفر در گروه درمان‌نما بود؛ اما همین نتایج برای دامن‌زدن به شک و تردید درباره اثربخشی نوروفیدبک از طریق سیکلی شرطی‌سازی فعال کافی بود (۲۲). با در نظر گرفتن انتقادات و دفاعیات منتقدان و موافقان اثربخشی

نوروفیدبک از طریق تنظیم امواج مغزی، بحث‌ها در این زمینه همچنان ادامه دارد؛ تا آنجا که در برخی زمینه‌ها کاربرد بالینی نوروفیدبک حتی با وجود بحث‌هایی درباره اثر درمان‌نمایی آن می‌تواند مفید واقع شود و ابزاری مفید برای درمانگران و روان‌پزشکان محسوب گردد (۲۳)؛ همان‌طور که پیش‌تر بحث شد، مکانیزم اثربخشی نوروفیدبک از طریق سیکل تکراری عمل- بازخورد و اصلاح می‌تواند به بهینه‌شدن عملکرد نوروئی منجر شود؛ اگرچه این مکانیزم می‌تواند آنالوگ مکانیزم اثر یک بازی کامپیوتری نیز باشد؛ بنابراین، اینکه نوروفیدبک می‌تواند مفیدتر از بازی کامپیوتری باشد، هنوز مشخص نشده است. در تبیین یافته‌های این پژوهش می‌توان گفت که کودکان مبتلا به ADHD به‌طور معمول هشیارانه از امواج مغزی مطلع نیستند و توانایی تأثیرگذاری زیادی را نیز بر امواج مغزی‌شان ندارند. برعکس، زمانی که بازخوردی را از نحوه فعالیت مغزی‌شان، تنها پس از چند هزارم ثانیه در صفحه نمایش رایانه مشاهده می‌کنند، این آگاهی را به‌دست خواهند آورد و این توانایی را خواهند داشت تا طی فرایند شرطی‌سازی کوشگر بر این امواج اثر گذاشته و آن‌ها را تغییر دهد (۲۰)؛ بنابراین کودکان قادر خواهند بود به مغز دوباره آموزش دهند. ممکن است در شروع، تغییرات به‌کندی صورت گیرد؛ اما همین تغییرات اندک به‌مرور زمان پایاتر شده و به‌طور معمول با پس‌خوراندها، تمرین و آموزش‌های مکرر می‌توان عملکردهای بهبودیافته مغزی را در بیشتر کودکان ADHD توسعه داد (۶). با توجه به تعریف راهنمای تشخیصی و آماری اختلال‌های روانی ویرایش پنجم، کم‌توجهی- بیش‌فعالی اختلال عصبی- رشدی است که با الگوهای رفتاری مداومی چون بی‌توجهی یا بیش‌فعالی- تکانشی شناسایی می‌شود. شدت نشانه‌های این اختلال به‌حدی است که در کارکردها یا فرایند رشد اختلال ایجاد می‌کند. در قلمرو رفتارهای تکانشی، رفتارهایی چون ارائه جواب پیش از پایان یافتن پرسش یا ارائه نامناسب نظرات بدون توجه به نتایج آن، صبرنداشتن در رعایت نوبت و ایجاد مزاحمت برای دیگران را مشاهده می‌کنیم (۱). نوروفیدبک به روشی اطلاق می‌شود که در آن، اطلاعات عصبی به دستگاه عصبی مرکزی افراد بازخورد می‌دهد و تلاش می‌شود آن‌ها بیاموزند چگونه کارکرد مغزی خودشان را اصلاح کنند (۱۱)؛ بنابراین آموزش نوروفیدبک، در واقع تقویت مکانیزم‌های زیربنایی خودتنظیمی برای کارکرد مؤثر است. این سیستم آموزشی با بازخورد دادن به مغز درخصوص اینکه در چند ثانیه گذشته چه کارهایی انجام داده و ریتم‌های بیوالکتریکی طبیعی مغز در چه وضعیتی بودند، مغز را برای تعدیل و حفظ فعالیت‌های مناسب تشویق می‌کند (۱۸)؛ بنابراین از مغز خواسته می‌شود برخی از امواج را کاهش و برخی دیگر را افزایش دهد. مکانیزم زیربنایی این تغییر توسط نوروفیدبک از طریق نظریه شرطی‌سازی عامل تبیین‌شدنی است (۱۰). براساس نظریه شرطی‌سازی عامل اگر تغییر محرک (دامنه امواج مغزی) بر مبنای قرارداد از پیش تعیین‌شده به پیامد مطلوب (حرکت تصاویر ویدئویی یا صدا) منجر شود، تقویت شده و یادگیری صورت می‌گیرد (۱۰). یافته‌های این پژوهش تأییدکننده نقش مؤثر نوروفیدبک به‌عنوان یک روش درمانی بی‌خطر و بی‌عارضه در مقایسه با دارودرمانی بوده است.

2. Placebo feedback

1. Test of Variables of Attention

کد ۱۰۹۲۰۷۰۲۹۶۱۰۰۸ است. در این پژوهش، ملاحظات اخلاقی از جمله رضایت بیماران و خانواده‌ها درباره بررسی و آنالیز اطلاعات حاصل از آن‌ها، محرمانه ماندن اطلاعات بیماران و نیز انجام دوره نوروفیدبک برای گروه انتظار که تمایل به اجرای نوروفیدبک داشت، صورت گرفت. این مطالعه منطبق بر اصول بیانیه هلسینکی (ویرایش سال ۲۰۰۰) انجام شد.

#### رضایت برای انتشار

این امر غیر قابل اجرا است.

#### تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ‌گونه تضاد منافی ندارند.

#### منابع مالی

پژوهش حاضر حاصل طرح پژوهشی مستقلی است که بدون حمایت مالی سازمان یا نهادی انجام شده است.

#### مشارکت نویسندگان

نویسنده اول عهده‌دار اجرای پژوهش، جمع‌آوری و آنالیز اطلاعات به‌دست‌آمده از پژوهش بوده است. نویسنده دوم نظارت بر اجرای صحیح مراحل، آنالیز داده‌ها، همکاری در نوشتن مقاله را برعهده داشته است و نویسنده سوم در تدوین، نگارش و کارهای آماری همکاری داشته است.

این پژوهش ضمن تأیید اثربخشی نوروفیدبک در ایجاد عادت به توجه و تمرکز که در پژوهش‌های گذشته نیز تأیید شده، نشان‌دهنده پتانسیل مؤثر نوروفیدبک در کمک به سیستم سلامت و بهداشت جامعه در روشی مقرون به صرفه و مطمئن برای کارگزاران سیستم سلامت و آموزشی کشور است.

از محدودیت‌های این پژوهش کنترل‌نشده انگیزه بیمار با توجه به جدید بودن و کاربرد تکنولوژی نوروفیدبک بود. همچنین بررسی در نمونه‌های بزرگ‌تر و در گستره سنی وسیع‌تر که از محدودیت‌های این مطالعه بود، می‌تواند به افزایش اطمینان به کارایی نوروفیدبک کمک کند. با توجه به نبود دسترسی به افراد نمونه امکان انجام مرحله پیگیری میسر نشد.

## ۵ نتیجه‌گیری

براساس یافته‌های این پژوهش نتیجه گرفته می‌شود، استفاده از نوروفیدبک برای بهبود توجه (دیداری و شنیداری) و کنترل پاسخ (دیداری و شنیداری) در کودکان مبتلا به نقص توجه و بیش‌فعالی، گزینه‌ای مؤثر و بدون عارضه است.

## ۶ تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله از تمامی خانواده‌هایی که در این پژوهش یاری کردند و همکاری داشتند، تشکر و قدردانی می‌کنند.

## ۷ بیانیه‌ها

تأییدیه اخلاقی و رضایت‌نامه از شرکت‌کنندگان

این مقاله برگرفته از رساله دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان با

## References

1. Polanczyk GV, Willcutt EG, Salum GA, Kieling C, Rohde LA. ADHD prevalence estimates across three decades: an updated systematic review and meta-regression analysis. *Int J Epidemiol*. 2014;43(2):434–42. doi: [10.1093/ije/dyt261](https://doi.org/10.1093/ije/dyt261)
2. Taanila A, Ebeling H, Tiihala M, Kaakinen M, Moilanen I, Hurtig T, et al. Association between childhood specific learning difficulties and school performance in adolescents with and without ADHD symptoms: a 16-year follow-up. *J Atten Disord*. 2014;18(1):61–72. doi: [10.1177/1087054712446813](https://doi.org/10.1177/1087054712446813)
3. Filardi M, Pizza F, Tonetti L, Antelmi E, Natale V, Plazzi G. Attention impairments and ADHD symptoms in adult narcoleptic patients with and without hypocretin deficiency. *PLoS ONE*. 2017;12(8):e0182085. doi: [10.1371/journal.pone.0182085](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182085)
4. Rafalovich A. Psychodynamic and neurological perspectives on ADHD: Exploring strategies for defining a phenomenon. *J Theory of Social Behaviour*. 2001;31(4):397–418. doi: [10.1111/1468-5914.00167](https://doi.org/10.1111/1468-5914.00167)
5. Strehl U, Aggensteiner P, Wachtlin D, Brandeis D, Albrecht B, Arana M, et al. Neurofeedback of slow cortical potentials in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: A multicenter randomized trial controlling for unspecific effects. *Front Hum Neurosci*. 2017;11:135. doi: [10.3389/fnhum.2017.00135](https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00135)
6. Arns M, Heinrich H, Strehl U. Evaluation of neurofeedback in ADHD: the long and winding road. *Biol Psychol*. 2014;95:108–15. doi: [10.1016/j.biopsycho.2013.11.013](https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2013.11.013)
7. Leins U, Goth G, Hinterberger T, Klinger C, Rumpf N, Strehl U. Neurofeedback for children with ADHD: a comparison of SCP and Theta/Beta protocols. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2007;32(2):73–88. doi: [10.1007/s10484-007-9031-0](https://doi.org/10.1007/s10484-007-9031-0)
8. Marx A-M, Ehlis A-C, Furdea A, Holtmann M, Banaschewski T, Brandeis D, et al. Near-infrared spectroscopy (NIRS) neurofeedback as a treatment for children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD)-a pilot study. *Front Hum Neurosci*. 2014;8:1038. doi: [10.3389/fnhum.2014.01038](https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.01038)
9. Arns M, Conners CK, Kraemer HC. A decade of EEG Theta/Beta ratio research in ADHD: a meta-analysis. *J Atten Disord*. 2013;17(5):374–83. doi: [10.1177/1087054712460087](https://doi.org/10.1177/1087054712460087)

10. Arns M, de Ridder S, Strehl U, Breteler M, Coenen A. Efficacy of neurofeedback treatment in ADHD: the effects on inattention, impulsivity and hyperactivity: a meta-analysis. *Clin EEG Neurosci.* 2009;40(3):180–9. doi: [10.1177/155005940904000311](https://doi.org/10.1177/155005940904000311)
11. Fuchs T, Birbaumer N, Lutzenberger W, Gruzelier JH, Kaiser J. Neurofeedback treatment for attention-deficit/hyperactivity disorder in children: a comparison with methylphenidate. *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 2003;28(1):1–12. doi: [10.1023/a:1022353731579](https://doi.org/10.1023/a:1022353731579)
12. Cooper WO, Habel LA, Sox CM, Chan KA, Arbogast PG, Cheetham TC, et al. ADHD drugs and serious cardiovascular events in children and young adults. *N Engl J Med.* 2011;365(20):1896–904. doi: [10.1056/NEJMoa1110212](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1110212)
13. Rossiter T. The effectiveness of neurofeedback and stimulant drugs in treating AD/HD: part II. Replication. *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 2004;29(4):233–43. doi: [10.1007/s10484-004-0383-4](https://doi.org/10.1007/s10484-004-0383-4)
14. Sarmad Z, Bazargan Harandi A, Hejazi Z. Ravesh-haye tahghigh dar oloum raftari [Research Methods in Behavioral Sciences]. Tehran: Agah Pub; 2008. [Persian]
15. Sandford JA., Turner A. Manual for the Integrated Visual and Auditory Continuous Performance Test. Richmond, VA: Braintrain; 1995.
16. Turner DC, Clark L, Dowson J, Robbins TW, Sahakian BJ. Modafinil improves cognition and response inhibition in adult attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biol Psychiatry.* 2004;55(10):1031–40. doi: [10.1016/j.biopsych.2004.02.008](https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2004.02.008)
17. Besharat MA, Hamidi S, Rostami R, Farahani H. The effectiveness of neurofeedback training on EEG among children with attention deficit/hyperactivity disorder. *Contemporary psychology.* 2013;7(1):3–16. [Persian] <http://bjcp.ir/article-1-22-fa.pdf>
18. Rajabi S. Efficacy of neurofeedback in the correct brain's wave's amplitude and the visual-motor continuous performance with ADHD. *Journal of Psychology.* 2015;19(1):53–70. [Persian] <http://www.iranapsy.ir/WebUsers/iranapsy/Journals/jfilep1636725228035718490.pdf>
19. Marca JPL, O'Connor RE. Neurofeedback as an intervention to improve reading achievement in students with attention deficit hyperactivity disorder, inattentive subtype. *NeuroRegulation.* 2016;3(2):55. doi: [10.15540/nr.3.2.55](https://doi.org/10.15540/nr.3.2.55)
20. Thompson L, Thompson M. Neurofeedback Intervention for Adults with ADHD. *J Adult Dev.* 2005;12(2):123–30. doi: [10.1007/s10804-005-7028-6](https://doi.org/10.1007/s10804-005-7028-6)
21. Vlek RJ, Steines D, Szibbo D, Kübler A, Schneider M-J, Haselager P, et al. Ethical issues in brain-computer interface research, development, and dissemination. *J Neurol Phys Ther.* 2012;36(2):94–9. doi: [10.1097/NPT.0b013e31825064cc](https://doi.org/10.1097/NPT.0b013e31825064cc)
22. Lansbergen MM, van Dongen-Boomsma M, Buitelaar JK, Slaats-Willemse D. ADHD and EEG-neurofeedback: a double-blind randomized placebo-controlled feasibility study. *J Neural Transm (Vienna).* 2011;118(2):275–84. doi: [10.1007/s00702-010-0524-2](https://doi.org/10.1007/s00702-010-0524-2)
23. Thibault RT, Raz A. The psychology of neurofeedback: Clinical intervention even if applied placebo. *Am Psychol.* 2017;72(7):679–88. doi: [10.1037/amp000118](https://doi.org/10.1037/amp000118)