Journal of Cognitive Psychology

May2023, Volume 11, Issue 1

The Effect of Cranial Electrical Stimulation Treatment and Computerized Cognitive Rehabilitation on the Hemodynamic Changes of the Prefrontal Brain Region of Children with ADHD

Seyedeh Neda Gadamagahi Sani[1], Alireza Moradi[2*], Reza Shalbaf [3], Meysam Sadeghi[4]

1. Ph.D student of cognitive psychology, Shahid Beheshti University, The Institute for Cognitive Science Studies

2. (Corresponding author) Ph.D. in Psychology, Kharazmi University, The Institute for Cognitive Science Studies, moradi@khu.ac.ir

3. Doctorate in Cognitive Sciences, The Institute for Cognitive Science Studies

4. Doctorate in measurement and measurement

Citation: Gadamagahi S.N, Moradi A, Shalbaf R, Sadeghi M. The Effect of Cranial Electrical Stimulation Treatment and Computerized Cognitive Rehabilitation on the Hemodynamic Changes of the Prefrontal Brain Region of Children with ADHD. Journal of Cognitive Psychology 2023; 2023; 11 (1): 30-45. [Persian].

Keywords
Attention deficit hyperactivity disorder, continuous performance test, cranial electrical stimulation, computerized cognitive exercises, near-infrared brain spectroscopy

Abstract

Attention Deficit Hyperactivity Disorder is a type of neurodevelopmental disorder characterized by deficits in cognitive skills and emotional self-control. Many studies have pointed out the poor functioning of the frontal region in hyperactive patients. Increasing hemodynamic changes in the frontal region of these children can reduce the symptoms of the disorder. Goal :The purpose of this research is to investigate the changes in the concentration of hemoglobin (Hb) in the frontal region of these children during the cognitive activity of the computerized continuous performance test. Method: The current research is a clinical trial study with a pre-test-post-test-follow-up design. From 30 hyperactive children six to eight years old, fNIRS recording was performed along with computerized continuous performance test as a pre-test. Then they were divided into two groups of 15 people by simple random method. The first group underwent CES intervention and the second group underwent Captain Log's computerized cognitive intervention for 14 half-hour sessions, and after the interventions, the amount of hemodynamic changes in the frontal area of all participants was recorded by fNIRS along with computerized continuous performance test as a post-test. was taken Finally, after completing the intervention period 4 weeks later, the participants were followed up with the above tests. Findings: The average difference in oxygen uptake from pre-test to post-test in CES group was significant ($p<0.01$), but this difference was not significant from post-test to follow-up ($p>0.05$). In the captain log group, the difference in the average amount of oxygen absorption from pre-test to follow-up was significant based on the results of the t-test ($p<0.05$). The results indicate the non-significance of the effect of group interaction on time for the oxygen uptake variable, there is no significant difference between the CES and Captain Log groups in the amount of change in oxygen uptake from the pre-test session to the post-test session and follow-up ($p>0.05$).Conclusion: Based on the findings of this research, it can be concluded that CES intervention and Captain Log cognitive software intervention are effective treatments to increase the hemodynamic changes in the prefrontal region of hyperactive children and can also improve persistent visual attention deficit in these children.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

تاثیر درمان تحریک الکتریکی جمجمه‌ای و بازتوانی شناختی رایانه‌ای بر تغییرات همودینامیکی منطقه پیش پیشانی مغز کودکان دارای اختلال بیش‌فعالی

سیده ندا قدمگاهی ثانی[1]، علیرضا مرادی[2*]، رضا شالباف[3]، میثم صادقی[4]

1. دانشجوی دکتری روانشناسی شناختی دانشگاه شهید بهشتی، موسسه آموزش عالی علوم شناختی
2. (نویسنده مسئول) دکتری تخصصی روانشناسی دانشگاه خوارزمی، موسسه آموزش عالی علوم شناختی moradi@khu.ac.ir
3. دکتری مهندسی پزشکی استادیار موسسه آموزش عالی علوم شناختی
4. دکتری تخصصی سنجش و اندازه‌گیری استادیار موسسه آموزش عالی علوم شناختی

تاریخ دریافت

تاریخ پذیرش نهایی

واژگان کلیدی

اختلال بیش‌فعالی، آزمون عملکرد پیوسته کامپیوتری، تحریک الکتریکی جمجمه‌ای، تمرینات رایانه‌ای شناختی، طیف‌سنجی نزدیک مادون قرمز مغزی

مقدمه: اختلال کمبود توجه بیش فعالی نوعی اختلال رشدی عصبی است که با نقایصی در مهارتهای شناختی و خودکنترلی هیجانی مشخص می‌شود. مطالعات بسیاری به عملکرد ضعیف ناحیه پیشانی در بیماران بیش‌فعال اشاره کرده‌اند. افزایش تغییرات همودینامیک در منطقه پیشانی این کودکان می‌تواند باعث کاهش علائم اختلال می‌شود. **هدف:** پژوهش حاضر با هدف بررسی تغییرات غلظت هموگلوبین(Hb) منطقه پیش پیشانی این کودکان در حین انجام فعالیت شناختی آزمون عملکرد پیوسته رایانه‌ای می‌باشد. **روش:** پژوهش حاضر از نوع مطالعات کارآزمایی بالینی با طرح پیش آزمون-پس آزمون-پیگیری است. از 30 کودک بیش‌فعال شش تا هشت سال ثبت fNIRS به همراه آزمون عملکرد پیوسته رایانه‌ای به صورت پیش آزمون انجام شد. سپس به روش تصادفی ساده در دو گروه 15 نفری جایگزین شدند. گروه اول تحت مداخله تحریک الکتریکی جمجمه‌ای و گروه دوم تحت مداخله شناختی رایانه‌ای کاپیتان لاگ به تعداد 14 جلسه نیم ساعته قرار گرفتند. پس از اجرای مداخله‌ها مجددا میزان تغییرات همودینامیک ناحیه پیشانی از همه شرکت‌کننده‌ها به وسیله fNIRS به همراه آزمون عملکرد پیوسته رایانه‌ای به صورت پس آزمون ثبت گرفته شد. سرانجام پس از اتمام دوره مداخله با 4 هفته فاصله ، از شرکت کننده‌ها آزمون پیگیری گرفته شد. **یافته‌ها:** نتایج نشان داد تفاوت میانگین میزان جذب اکسیژن از مرحله پیش آزمون تا پس آزمون در گروه CES، معنادار بوده اند ($p<0/01$) ولی این تفاوت از مرحله پس آزمون تا پیگیری معنادار نبود ($p>0/05$). در گروه کاپیتان لاگ تفاوت میانگین میزان جذب اکسیژن از مرحله پیش آزمون تا پیگیری بر اساس نتایج آزمون t، معنادار بوده اند ($p<0/05$). نتایج بیانگر عدم معناداری اثر تعامل گروه در زمان برای متغیر میزان جذب اکسیژن می‌باشد. بین دو گروه CES و کاپیتان لاگ در میزان تغییر جذب اکسیژن از جلسه پیش آزمون تا جلسه پس آزمون و پیگیری تفاوت معناداری وجود ندارد($p>0/05$). **نتیجه‌گیری:** بر مبنای یافته‌های این پژوهش، می‌توان نتیجه گرفت که مداخله CES و مداخله نرم افزار شناختی کاپیتان لاگ، درمان‌های موثری به منظور افزایش تغییرات همودینامیک در منطقه پیش پیشانی کودکان بیش‌فعال هستند و نیز می‌توانند باعث بهبود نقص توجه پایدار بینایی در این کودکان شوند.

این مقاله برگرفته از رساله دکتری نویسنده اول است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

مقدمه

طرح مسئله: اختلال نقص توجه بیش‌فعالی[1] نوعی اختلال رشدی عصبی است که با نقایصی در مهارت‌های شناختی و خودکنترلی هیجانی مشخص می‌شود. شیوع این اختلال در سطح بین‌المللی بین 2 تا 29 درصد گزارش شده است (هیل و همکاران، 2015). بر طبق DSM-V علائم این اختلال تا سن 12 سالگی باید ظاهر شوند و حداقل 6 ماه ادامه داشته باشند و نیز حداقل در دو محیط خانه و مدرسه بروز یافته و عملکرد تحصیلی و اجتماعی کودک را دچار اختلال کند (کوپفر و همکاران، 2013). بررسی کیفیت زندگی در کودکان و نوجوانان مبتلا به بیش‌فعالی نشان می‌دهد که این اختلال تأثیر زیادی بر کیفیت زندگی افراد می‌گذارد (ومیر و همکاران، 2010). کودکان بیش‌فعال در عملکرد مدرسه و عملکرد اجتماعی نمرات کمتری را نسبت به گروه کودکان سالم کسب کرده‌اند. والدین کودکان بیش‌فعال در مقایسه با والدین گروه کنترل مشکلات بیشتری را در زمینه‌ی عملکرد هیجانی و رفتاری، سلامت روانی و اعتماد به نفس این کودکان گزارش کرده‌اند (شوزیرت و همکاران، 2005).

برخی مطالعات کاهش فعالیت عملکردی در بخش پیشانی و پیش پیشانی در مغز این افراد را مطرح کرده‌اند (سریدهار و همکاران، 2017). ضعف عملکرد اجرایی به دلیل نقص عملکرد ناحیه پیشانی در این کودکان است. عملکرد ضعیف ناحیه پیشانی مربوط به تغییرات بیوشیمیایی و ساختاری در این ناحیه می‌باشد (هی و همکاران، 2022). همچنین کم‌کارکردی عملکرد شبکه مغزی سینگولیت-فرونتال-پریتال که مسئول عملکردهای شناختی و توجهی می‌باشد، در اغلب مطالعات مشاهده شده است. در این میان نقص عملکرد قابل توجهی در منطقه پیشانی و پیش پیشانی قشر میانی قدامی پشتی، قشر پیش پیشانی پشتی جانبی[2]، قشر پیش پیشانی بطنی جانبی[3] گزارش شده است. مطالعات تصویربرداری ساختاری در این اختلال نشان داده است که مغز این افراد 3 تا 4 درصد حجم کوچک‌تر و نیز در بخش پیش‌پیشانی حجم کوچکتری را شناسایی کرده‌اند (بتی و همکاران، 2010). طبق عقیده بارکلی، توانایی مهار پاسخ مربوط به ناحیه پیشانی به ویژه نواحی مداری-پیش پیشانی و داخلی-پیش پیشانی و اتصالات غنی آنها به استریاتوم است (بارکلی، 1997، پناه و همکاران، 2022). باتوجه به اینکه این ناحیه در این کودکان عملکرد ضعیفی دارد لذا یکی از علل مشکلات رفتاری همچون تکانشگری و عدم خودکنترلی و مهار را می توان به امر نسبت داد (چو و همکاران، 2013).

شاو و داگلاس در مطالعه‌ای به مقایسه‌ی آسیب دو ناحیه پیشانی و گیجگاهی در کودکان مبتلا به بیش‌فعالی پرداختند. آن‌ها خرده آزمون‌های کنترل حرکتی و مهارت‌های حل مسئله را که مربوط به عملکرد ناحیه پیشانی را به همراه خرده آزمون‌های حافظه مربوط به عملکرد ناحیه گیجگاهی در دو گروه کودکان بیش‌فعال و عادی انجام دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که کودکان بیش‌فعال به طور معناداری در تمرینات مربوط به عملکرد ناحیه پیشانی نمره کمتری نسبت به گروه عادی کسب کردند و این درحالی بود که در تمرینات مربوط به ناحیه گیجگاهی تفاوت معناداری با گروه عادی نداشتند (شو و همکاران، 1992). اعتقاد بر این است که مدارهای قدامی بیش از مدارهای خلفی در این اختلال دچار نقص عملکرد هستند. از مهمترین این مدارها، مدار کنترل اجرایی یا مدار کنترل فرونتوپریتال هستند. مدار کنترل اجرایی که در تصمیم‌گیری نقش مهمی دارد؛ شامل قسمت‌های پل پیشانی طرفی، قشر سینگولیت قدامی[4]، قشر پیش-پیشانی خلفی طرفی، قشر پیش-پیشانی قدامی[5]، مخچه طرفی، اینسولای قدامی، کودیت و ناحیه آهیانه‌ای تحتانی می‌باشد (شو و همکاران، 1992). عملکرد ضعیف مدار ACCباعث نقص توجه و عدم مهار در افراد بیش‌فعال می‌شود (کای و همکاران، 2021).

با توجه به توضیحات بالا می‌توان نتیجه‌گیری کرد، بسیاری از علامت‌های کلیدی اختلال بیش‌فعالی در اثر آسیب ساختاری و بیوشیمیایی ناحیه پیشانی و پیش پیشانی است. بنابراین تصور می‌شود؛ افزایش تغییرات همودینامیک در منطقه پیشانی این کودکان می‌تواند باعث کاهش علائم این اختلال و ایجاد بهبودی شود.

1 Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD)
2 Dorso Lateral Pre-Frontal Cortex (dlPFC)
3 Ventrolateral Prefrontal Cortex(VLPFC)
4 Anterior Cingulate Cortex (ACC)
5 Anterior Pre Frontal Cortex (APFC)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

برای سنجش این نقایص، تکنیک‌های اندازه‌گیری کمّی گوناگونی وجود دارند. یکی از آن‌ها fMRI[1] است که وضوح مکانی بالایی را (به تقریب میلی‌متر مربع) ارائه می‌دهد. به دلیل فضای محدود و پر سر و صدایی که fMRIدارد، خطر بروز اضطراب و ترس از محیط‌های بسته[2] را به همراه دارد. سنجش عملکرد مغزی کودکان مبتلا به بیش‌فعالی که به دلیل بی‌قراری حرکتی زیاد خطاهای بالایی را در این سنجش ایجاد می‌کنند غیرممکن است (بایرز و همکاران، 2002، دروستون و همکاران، 2003).

یکی دیگر از فنون تصویربرداری عصبی، طیف سنجی نزدیک مادون قرمز عملکردی[3] می‌باشد. fNIRS به طور فزاینده‌ای برای ارزیابی عملکرد عصبی مورد استفاده قرار گرفته است. زیرا وضوح زمانی بهتری داشته، بی‌خطر بوده و تحمل آن نسبت به حرکات بدن بسیار بیشتر است (کالوب و همکاران، 2022). این روش یک نوع تصویربرداری نوری غیرتهاجمی است که تغییرات در غلظت هموگلوبین(Hb) در مغز را با استفاده از طیف جذبی جذب هموگلوبین در محدوده مادون‌قرمز نزدیک اندازه‌گیری می‌کند. این تکنیک جهت اندازه‌گیری ارتباطات عصبی در نقایص عصبی کودکان مبتلا به بیش‌فعالی در مطالعات گوناگون مورد استفاده قرار گرفته است. این مطالعات پاسخ همودینامیک را به خصوص در طی یک فعالیت شناختی اندازه‌گیری کردند. در تمامی این پژوهش‌ها کودکان مبتلا به بیش‌فعالی در مقایسه با گروه شاهد کاهش oxy-Hb را نشان داده‌اند (کاگا و همکاران، 2020). بیماران بیش‌فعال نقایص شناختی را در طی فعالیت‌های شناختی گوناگون مانند روانی-کلامی (کاگا و همکاران، 2020)، آزمون عملکرد پیوسته (روبیا و همکاران، 2009)، آزمون استروپ (یاسمورا و همکاران، 2014)، آزمون برو/نرو (ماندن و همکاران، 2015) و حافظه کاری (گو و همکاران، 2017) در حین انجام سنجش fNIRS نشان داده‌اند.

با توجه به پژوهش‌هایی که اسمیت و همکاران در سال 2012 و نیز پژوهشی که یانمین در سال 2011 انجام دادند مشخص شد؛ با تغییرات وضعیت همودینامیکی و غلظت هموگلوبین در منطقه پیشانی کودکان بیش‌فعال می‌توان شاهد بهبودی و کاهش علائم اختلال در آن‌ها بود (کریچ، 2013، یانمین، 2011).

در خصوص درمان بیش‌فعالی درمان‌های مختلف دارویی و غیردارویی زیادی وجود دارد. درمان‌های غیردارویی همچون رفتاردرمانی، درمان‌های شناختی، کاردرمانی و بازی‌درمانی و همچنین گروه درمان‌های نوروتراپی که هر یک به سهم خود، نتایج بسیار مطلوبی را کسب کرده‌اند.

پیشینه پژوهش‌ها نشان می‌دهد که روش نوروتراپی تحریک الکتریکی جمجمه‌ای[4] به عنوان یکی از روش‌های درمانی غیردارویی ایمن شناخته شده است و تاثیرات مثبتی بر سیستم مغزی افراد مبتلا به بیش فعالی دارد (اسکرت، 2020).

CES باعث ایجاد تغییرات در الکتروانسفالوگرام، افزایش توان نسبی موج آلفا و کاهش توان نسبی در فرکانس‌های دلتا و بتا می‌شود (کریچ و همکاران، 2013). تحقیقات توموگرافی الکترومغناطیسی و مطالعات تصویربرداری پرتو مغناطیسی[5] نشان داده شده است که اثر CES به تمام مناطق قشر مغز و زیر قشر مغز، از جمله مغز میانی، پل مغزی، تالاموس و هیپوتالاموس می‌رسد (داتا و همکاران، 2013). گفته می‌شود تالاموس دروازه‌ای تعاملی به قشر مغز است (داتا و همکاران، 2013). سیستم مشبک با توجه مرتبط است و آن را دروازه مسیرهای تالامیک درنظر می‌گیرند (مک الونان و همکاران، 2008). لذا تحریک ناحیه تالاموس می‌تواند علاوه بر بهبود توجه باعث آزاد شدن انتقال دهنده عصبی موثر در آرامش فرد شود (فردجلا و همکاران، 1996).

CES باعث افزایش قابل توجه در بتااندورفین‌ها، هورمون آدرنرژیکروتروفیک و سروتونین، افزایش متوسط در ملاتونین و نوراپی‌نفرین، افزایش کم در کولین‌استراز، اسید گاما آمینوبوتیریک و دهیدروپیاندروسترون و نیز کاهش متوسط در کورتیزول و تریپتوفان می‌باشد (کریچ، 2013، شیلی و همکاران، 1998). افزایش سروتونین باعث بهبود خلق، افزایش آستانه‌ی تحمل درد و کاهش علائم

1 Functional magnetic resonance imaging (fMRI)

2 Claustrophobia

3 Functional near-infrared spectroscopy (fNIRS)

4 Cranial Electrical Stimulation (CES)

5 Magnetic resonance imaging (MRI)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

بی‌خوابی و کنترل مشکلات قلبی عروقی می‌شود. افزایش بتااندروفین مانند مورفین، ضد درد می‌باشد. تریپتوفان که پیش ماده سروتونین هست کاهش می‌یابد و نیز این درمان با کاهش کورتیزول سبب افزایش آرامش می‌شود (کریچ و همکاران، 2013).

در پژوهشی که توسط یانمین در سال 2011 انجام شد از درمان CES برای 90 کودک 6 تا 13 سال بیش‌فعال استفاده شد. نتایج این پژوهش نشان داد که CES می‌تواند به طور موثر بر کاهش اختلالات و ضعف عملکرد متابولیسم مغز موثر باشد و علائم بالینی کودکان بیش‌فعال را بکاهد (یانمین و همکاران، 2011).

فیوسنر و همکاران در سال 2012 پژوهشی را مبنی بر تاثیر CES بر فعالیت مغز در وضعیت استراحت انجام دادند. نتایج پژوهش حاکی از ایجاد تفاوت در داده‌های وابسته به سطح اکسیژن خون نسبت به وضعیت پایه بود. همچنین تأثیر این مداخله بر ارتباطات در حالت پیش فرض DMN[1] ، حسی_حرکتی و شبکه‌های فرونتو_پریتال نشان داده شد (فیوسنر و همکاران، 2012).

درتوانبخشی شناختی به مداخله و تقویت توانایی‌های شناختی پرداخته می‌شود. در واقع، توانبخشی شناختی از مجموعه برنامه‌های هدفمندی تشکیل شده که با هدف ترمیم یا ارتقای کارکردهای شناختی مورد استفاده قرار می‌گیرد. ترمیم در اختلالات شناختی، برای افرادی که مبتلا به یک اختلال شناختی یا رفتاری هستند و ارتقا، برای تقویت کارکردهای شناختی در افرادی که نیازهای تحصیلی یا حرفه‌ای خاص دارند، مطرح می‌شود (گیانوسوس، 1980، نجاتی، 2020). اساس درمان در توانبخشی شناختی تمرینات رایانه‌ای شناختی است. ازجمله نرم‌افزارهای معتبر که در حیطه درمان در توانبخشی شناختی استفاده می‌شوند، می‌توان به نرم افزار اندوار آر-ایکس[2]، نرم‌افزار راننده هوشمند[3] و نرم‌افزار کاپیتان لاگ[4] اشاره کرد. نرم افزار اندوار آر-ایکس جهت درمان کودکان بیش‌فعال از سازمان غذا و داروی امریکا تاییدیه گرفته است (کندی، 2020). ولی به دلایل مشکلات تحریم برای تهیه این نرم‌افزار، دستورات کلامی که به زبان انگلیسی در حین اجرای این تمرینات به کودک داده می‌شود و نیز قابلیت اجرای این نرم افزار تنها بر روی سیستم عامل خاص، در این پژوهش مورد استفاده قرار نگرفت. نرم‌افزار کاپیتان لاگ به عنوان یکی از قوی‌ترین نرم‌افزارهای شناختی دنیا به خصوص در درمان اختلال بیش‌فعالی می‌باشد و نیز یکی از برنامه‌های پرکاربرد به منظور بازتوانی و ارتقاء کارکردهای شناختی برای گروه‌های سنی ۶ سال به بالا طراحی شده است. با استفاده از این برنامه می‌توان توانایی‌های ذهنی افراد را درحیطه‌های توجه متمرکز، توجه انتخابی، توجه تقسیم شده، توجه انتقالی، توجه مداوم، توجه کلی، سرعت پردازش شنیداری، سرعت پردازش مرکزی، استدلال ادراکی، کنترل موتور حرکتی ریز، سرعت موتور حرکتی ریز، حافظه فوری، بازداری پاسخ، طبقه بندی دیداری/فضایی، توالی دیداری/فضایی، ادراک دیداری، سرعت پردازش دیداری، اسکن دیداری، ردیابی دیداری و حافظه فعال را بهبود و ارتقاء بخشید. در تحقیقات گوناگون نقش نرم‌افزار بازتوانی شناختی کاپیتان لاگ در تقویت مهارت‌های شناختی به خصوص در کودکان دارای اختلال بیش‌فعالی محرز شده است (ساها و همکاران، 2015). در سال 2015 پژوهشی در زمینه بررسی اثربخشی نرم افزار شناختی کاپیتان لاگ بر کودکان مبتلا به بیش‌فعالی انجام شد. نتایج این پژوهش با کمک دستگاه پتانسیل وابسته به رویداد[5] و پرسشنامه کانرز مورد بررسی قرار گرفت. نمرات مقیاس رتبه‌بندی کانرز کاهش معناداری در نقص توجه و حداقل میزان تغییرات در بی‌قراری حرکتی را در این کودکان نشان داد. نتایج ERP حاکی از افزایش سرعت پردازش اطلاعات، بهبود هماهنگی بینایی-حرکتی، تقویت توجه پایدار و بهبود حافظه کاری را در این کودکان بود(ساها و همکاران، 2015). در تمامی پژوهش‌های مربوط به کاپیتان لاگ نشان داده شده است که این نرم افزار تغییرات مثبتی در حافظه فعال ایجاد می‌کند.

کیلینگبرگ و همکاران در مطالعه‌ای دریافتند که افزایش ظرفیت حافظه فعال با فعالیت مغز در نواحی قشر پیش پیشانی، در برجستگی‌های فوقانی و میانی ناحیه پیشانی و

1 default mode network
2 EndeavorRx
3 SmartDriver
4 Captain's Log
5 Event-Related Potential

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

فرورفتگی‌های قسمت فوقانی ناحیه پیشانی و قشر سینگولیت مرتبط است (کلینگبرگ و همکاران، 2002). نتیجه‌گیری‌های حاصله از این پژوهش‌ها نشان دهنده تاثیرگذاری تمرینات شناختی کامپیوتری کاپیتان لاگ بر ناحیه پیشانی می‌باشد.

تنوع بالای درمان در اختلال بیش‌فعالی نشان دهنده پیچیدگی مسئله انتخاب نوع درمان در این اختلال است، مبحث انتخاب نوع درمان و اختصاص هزینه‌های بخش بهداشت و درمان با توجه به میزان اثربخشی، پایدار بودن اثر درمان همراه با حداقل عوارض جانبی مطرح می‌شود. درمان‌های دارویی به دلیل تأثیر سوء مواد شیمیایی بر فرآیندهای طبیعی تحول سیستم اعصاب مرکزی و همچنین تأثیر پایدار و ماندگار، هدف انتقاد قرار گرفته و ازاین‌رو بر درمان‌های غیردارویی تأکید بیشتری می‌شود. از سوی دیگر تمامی درمان‌هایی که در این اختلال تاکنون مورد استفاده قرار گرفته است، هیچ یک اثربخشی صددرصد را نشان نداده‌اند؛ لذا نیاز به بررسی اثربخشی درمان‌های غیردارویی نوین‌تری مانند CES احساس می‌شود. مقایسه دو نوع درمان غیردارویی CES و درمان شناختی رایانه‌ای کاپیتان لاگ در جهت نیل به اهداف مذکور درنظر گرفته شد. در این پژوهش به بررسی تغییرات همودینامیکی منطقه پیش پیشانی مغز کودکان دارای اختلال بیش‌فعالی با استفاده از fNIRS پرداخته است و اطلاعات به دست آمده را با داده‌های حاصل از آزمون شناختی عملکرد پیوسته کامپیوتری در بخش توجه پایدار بررسی و مقایسه شده است.

روش

نوع پژوهش:

پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربردی و از نظر روش اجرا از نوع مطالعات کارآزمایی بالینی با طرح پیش آزمون-پس آزمون-پیگیری بود. برای رعایت اصول اخلاقی قبل از شروع دوره‌های آموزشی اهداف پژوهش به صورت کلی برای آزمودنی‌ها شرح داده شد و در خصوص اصل رازداری و محرمانه ماندن اطلاعات حاصل از پژوهش به والدین اطمینان خاطر داده شد. همچنین اشاره گردید که شرکت در مداخلات هیچ ضرر و زیان مالی و مادی برای آزمودنی‌ها نخواهد داشت و تمامی مراحل دوره به رایگان انجام خواهد شد، درنهایت اشاره گردید که آزمودنی‌ها در هر زمان که تمایلی به ادامه همکاری نداشته باشند می‌توانند از روند مطالعه خارج شوند.

نمونه گیری:

با توجه به معیارهای ورود (تشخیص اختلال بیش‌فعالی توسط روانپزشک اطفال بر طبق DSM-V، دارا بودن سن 6 تا 8 سال، عدم ابتلا به هرگونه بیماری نورولوژیک و اختلالات روانپزشکی همراه به تشخیص روانپزشک، نداشتن هرگونه اختلالات دیداری یا شنیداری براساس پرونده پزشکی، و عدم استفاده از برنامه دارودرمانی) و خروج (عدم پیگیری مداوم جلسات درمانی بیش از 2 جلسه پیاپی، استفاده از برنامه دارودرمانی در هریک از مراحل درمان، ابتلا به بیماری‌های عفونی و کرونا در طول مداخله، عدم همکاری در طول جلسات)، تعداد 30 کودک با اختلال بیش‌فعالی شش تا هشت سال به صورت موارد در دسترس در کلینیک توانبخشی توانش واقع در شهر تهران انتخاب شدند.

شیوه اجرای پژوهش:

پس از پر کردن فرم رضایت‌نامه توسط والدین، فرم اطلاعات زمینه‌ای کودک و پرسشنامه والدین کانرز(کسب نمره بالای 60 به معنای وجود این اختلال در نظر گرفته می‌شود) توسط والدین تکمیل شد. سپس با تمامی شرکت‌کننده‌ها هماهنگی لازم جهت مراجعه به کلینیک توانبخشی توانش و مرکز ملی نقشه برداری مغز به عمل آمد. در ابتدای پژوهش جهت تعیین خط پایه و ثبت وضعیت عملکرد همودینامیک ناحیه پیش پیشانی مغز این کودکان در آزمایشگاه ملی نقشه برداری مغز ثبت fNIRS به همراه آزمون عملکرد پیوسته کامپیوتری[1] به عنوان فعالیت شناختی پیش آزمون انجام شد. پس از ثبت اولیه داده‌ها شرکت کننده‌ها به روش تصادفی ساده به دو گروه پانزده نفره تقسیم شدند. گروه اول به مدت 14 جلسه درمان بازتوانی شناختی از نوع درمان شناختی رایانه‌ای کاپیتان لاگ به مدت زمان هرجلسه 30 دقیقه شامل 9 بخش در تمرینات مربوط به تقویت انواع توجه، حافظه و سایر کارکردهای شناختی دریافت کردند. گروه

1 Continuous Performance Test(CPT)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

دوم 14 جلسه درمان CES با پروتکل بتا به مدت زمان هر جلسه 30 دقیقه دریافت کردند و پس از اجرای مداخله‌ها مجددا میزان تغییرات همودینامیک ناحیه پیشانی از همه شرکت‌کننده‌ها به وسیله fNIRS به همراه آزمون عملکرد پیوسته کامپیوتری به عنوان فعالیت شناختی به صورت پس آزمون در آزمایشگاه ملی نقشه برداری مغز ثبت گرفته شد. نهایتا پس از اتمام دوره مداخله 4 هفته بعد، شرکت کننده‌ها تحت پیگیری با آزمون‌های فوق قرار گرفتند.

پردازش سیگنال داده های fNIRS ابتدا در نرم افزار اکسی سافت1 استخراج شد سپس درنرم افزار Matlab2015 و در تولباکس NIRSKIT پیش پردازش (شامل فیلتر زدن، حذف آرتیفکت حرکتی و ...) انجام شد و پس از انجام پیش پردازش ویژگی مدنظر (میانگین) استخراج گردید. درآخر اعداد مربوط به متغیر خطای حذف که نشان دهنده میزان توجه پایدار بینایی است؛ از آزمون عملکرد پیوسته کامپیوتری در سه مرحله پیش از مداخله، پس از مداخله و پیگیری برای همه شرکت کننده‌ها استخراج شد.

طرح آماری:

جهت تجزیه تحلیل داده‌ها علاوه بر روش‌های توصیفی متداول، از آزمون های آمار استنباطی (آزمون اندازه گیری مکرر، آزمون t همبسته و t مستقل) استفاده شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌های جمع آوری شده از نرم افزار آماری «SPSS.26» استفاده و در این تحلیل ها، میزان خطا 0/05 در نظر گرفته شد.

ابزارها:

ابزارهای مورد استفاده در این پژوهش شامل: مصاحبه تشخیصی ساختاریافته براساس معیارهای DSM-V (SCID-V)[2]، پرسشنامه کانرز فرم 48 سوالی والدین، نرم افزار توانبخشی شناختی کاپیتان لاگ، دستگاه تحریک الکتریکی جمجمه‌ای، دستگاه fNIRS آزمون عملکرد پیوسته کامپیوتری بود.

الف. مصاحبه تشخیصی ساختاریافته SCID-V: مصاحبه مذکور یک ابزار جامع و استاندارد است که توسط فرست (۱۹۹۶) برای ارزیابی اختلالات اصلی روانپزشکی بر اساس ملاکهای تشخیصی راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی طراحی شده و برای مقاصد بالینی و پژوهشی مورداستفاده قرار میگیرد (فرست و همکاران، ۲۰۰۴). اعتبار نسخه فارسی این پرسشنامه ۰/۸۱ است.

ب. پرسشنامه کانرز: پرسشنامه کانرز مورد استفادهدر این پژوهش، فرم بازبینی شده وکوتاه‌تری از فرم بلند 93 سوالی آن است (گیاناریس و همکاران، 2001)، که دارای پایایی بازآزمایی بین 70 تا 90 درصد می‌باشد. اعتبار آزمون در این پرسشنامه ضریب آلفای کرونباخ : α= 0/ 93 است که این مقیاس دارای میانگینی معادل 21/42 و انحراف استانداردی معادل 16/63 می‌باشد. این پرسشنامه جهت تعیین شدت علائم بیش‌فعالی مورداستفاده قرار می‌گیرد. کسب نمره بالای 60 به معنای وجود این اختلال در نظر گرفته می‌شود.

ج. نرم افزار توانبخشی شناختی کاپیتان لاگ: این نرم افزار توسط سنفورد و همکاران به زبان انگلیسی ساخته شده و برنامه‌ای جامع است که به وسیله‌ی 50 تمرین، مهارتهای شناختی اساسی را پرورش می‌دهد .تمرین‌ها دارای سه سطح طلا، نقره و الماس و هر سطح دارای 15 مرحله می‌باشد. ساختار سلسله مراتبی، بازخورد مناسب و گزینه‌های کنترل فراوان مانند سرعت، از ویژگی‌های خوب این نرم افزار می‌باشد. این نرم افزار مهارت‌هایی از قبیل: توانایی توجه، حافظه‌ی فعال، حافظه‌ی کوتاه‌مدت، سرعت پردازش ذهنی، بازداری پاسخ، کنترل تکانه، مهارت‌های شنیداری، حل مسئله و استدلال مفهومی، سرعت و کنترل حرکات ظریف، طبقه‌بندی و توالی دیداری–فضایی را پرورش می‌دهد (سامنیا و همکاران، 2021).

د. دستگاه CES یک دستگاه تحریک الکتریکی جمجمه‌ای غیرتهاجمی است که جریان الکتریکی پالسی کوچکی را در سر فرد اعمال می‌کند. این محرک الکتریکی کوچک که به صورت جانبی در سراسر جمجمه اعمال می شود، باعث تحریک تولید ناقل عصبی اندورفین، سروتونین و نوراپی نفرین و تنظیم امواج مغزی آلفا، بتا و دلتا می‌شود(Jonas, 2018). دستگاه مورد استفاده در این

1 Oxysoft
2 The Structured Clinical Interview for DSM-5 (SCID-5)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

پژوهش تحریک الکتریکی جمجمه‌ای توسط دستگاه OASIS PROساخت کشور کانادا و شرکت ماینداالایو به شماره سریال OAPR10219D03275 انجام گردید.

ه. طیف نگاری کارکردی مادون قرمز نزدیک (fNIRS): این دستگاه یک تکنولوژی تصویربرداری کارکردی نوری است که فعالیت عصبی و پاسخ های همودینامیک در مغز را اندازه گیری می کند. این دستگاه قابلیت اندازه‌گیری تغییرات در غلظت اکسی و دی اکسی هموگلوبین و کل غلظت هموگلوبین و نیز شاخص اشباع بافت و غلظت مطلق را دارد. سیستم fNIRS امکان تجزیه و تحلیل کمّی عملکردهای مختلف مغزی مانند حافظه کاری، تصمیم گیری، طرح ریزی، توجه، حل مسئله و غیره در حین انجام تکالیف شناختی را برای محققان فراهم می کند (شولکمن و همکاران، 2014). انعطاف پذیری فراهم شده توسط این فناوری برای طراحی مطالعاتی در محیط واقعی زندگی افراد، یکی از نقاط قوت قابل توجه آن می باشد. از دیگر نقاط قوت آن جمع آوری داده‌ها با سرعت بسیار بالا با فرکانس استاندارد 50 هرتز و قابلیت افزایش فرکانس تا 250 هرتز می‌باشد. انحراف استاندارد تقریباً 0.001 در چگالی نوری معادل تقریباً 6 با فرکانس اندازه گیری 10 هرتزرا دارد. دستگاه fNIRS در این پژوهش، دستگاه طیف‌سنجی نزدیک مادون قرمز مغزی 48 کاناله‌ی سازگار با MR به نام OxyMon fNIRS از شرکت Artinis می‌باشد.

ی. آزمون عملکرد پیوسته در سال 1956 توسط رازولد و همکاران تهیه شد. در ابتدا از این آزمون فقط جهت سنجش ضایعه مغزی استفاده می‌شد، اما به تدریج کاربردهای آن گسترش یافت و برای ارزیابی کودکان مبتلا به بیش‌فعالی مورد استفاده قرار گرفت. در این کودکان هدف از اجرای آزمون، سنجش نگهداری یا تداوم توجه است (هومک و همکاران، 2006). این آزمون، انواع مختلفی دارد که در مطالعه حاضر از نسخه اعداد و تصاویر آن استفاده شد. طی انجام آزمون، محرک‌ها که همان اعداد یا تصاویر هستند، در صفحه ظاهر شده و فرد باید در برابر محرک هدف کلید پاسخ را فشار دهد. محرک هدف و تعداد آن، زمان ارائه محرک و زمان واسط توسط آزمون گیرنده قابل تنظیم می‌باشد.

یافته‌ها

در این پژوهش تعداد دختران و پسران در گروه CES به ترتیب 4 و 11؛ و در گروه کاپیتان لاگ 7 و 8 است. همچنین میانگین سن برای اعضای گروه CES و کاپیتان لاگ به ترتیب 84/60 و 84/26 ماه است.

جدول 1 – اطلاعات جمعیت‌شناختی شرکت کنندگان

متغیر		گروه CES (n=15) فراوانی (درصد)	گروه کاپیتان لاگ (n=15) فراوانی (درصد)
جنسیت	دختر	4 (26/7)	7 (46/7)
	پسر	11 (73/3)	8 (53/3)
		میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار
سن (ماه)		84/60 ± 7/41	84/26 ± 7/54

میانگین میزان جذب اکسیژن در مرحله پیش آزمون، پس آزمون و پیگیری برای گروه CES به ترتیب 0/88-، 3/83 و 3/19؛ و برای گروه کاپیتان لاگ به ترتیب 1/96-، 0/52 و 2/83 است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

نمودار 1: روند تغییر میزان جذب اکسیژن دو گروه CES و کاپیتان لاگ در مراحل مختلف ارزیابی

همانطور که در نمودار 1 نشان داده شد؛ در گروه CES، تفاوت میانگین میزان جذب اکسیژن از مرحله پیش آزمون تا پس آزمون 4/72- و همچنین تفاوت میانگین میزان جذب اکسیژن از مرحله پیش آزمون تا پیگیری 4/07- بوده است که بر اساس نتایج آزمون t، این مقادیر تفاوت میانگین، معنادار بوده اند (p<0/01). به عبارتی میزان جذب اکسیژن برای آزمودنی‌های گروه CES در مرحله پس آزمون (3/83) و پیگیری (3/19) به طور معناداری از مرحله پیش آزمون (0/88-) بیشتر بوده است. این در حالی بود که تفاوت میانگین میزان جذب اکسیژن در این گروه از مرحله پس آزمون تا پیگیری معنادار نبود (p>0/05). برای گروه کاپیتان لاگ نیز تفاوت میانگین میزان جذب اکسیژن از مرحله پیش آزمون تا پیگیری 4/80- و همچنین تفاوت میانگین میزان جذب اکسیژن از مرحله پس آزمون تا پیگیری 2/31- بوده است که بر اساس نتایج آزمون t، این مقادیر تفاوت میانگین، معنادار بوده اند (p<0/05). به عبارتی میزان جذب اکسیژن برای آزمودنی‌های گروه کاپیتان لاگ در مرحله پیگیری (2/83) به طور معناداری از مرحله پیش آزمون (1/96-) و پس آزمون (0/52) بیشتر بوده است. از جلسه پیش آزمون تا جلسه پیگیری، میزان جذب اکسیژن تغییر معناداری داشته است. اما نتایج ارائه شده در این جدول بیانگر عدم معناداری اثر تعامل گروه در زمان برای متغیر میزان جذب اکسیژن می‌باشد (F =1/17، p>0/05). در واقع، بین دو گروه CES و کاپیتان لاگ در میزان تغییر جذب اکسیژن از جلسه پیش آزمون تا جلسه پس آزمون و پیگیری تفاوت معناداری وجود ندارد.

جدول 2. میانگین و انحراف معیار نمرات خطای حذف آزمون عملکرد پیوسته

متغیر	مرحله	گروه	
		CES (n=15)	کاپیتان لاگ (n=15)
		میانگین (انحراف معیار)	میانگین (انحراف معیار)
خطای حذف	پیش آزمون	10/40 (2/09)	11/20 (2/00)
	پس آزمون	1/73 (1/62)	1/86 (1/64)
	پیگیری	1/93 (1/57)	2/20 (1/74)

بر اساس نتایج مندرج در جدول 2، میانگین خطای حذف در هر دو گروه CES و کاپیتان لاگ از مرحله پیش آزمون تا پس آزمون و پیگیری کاهشی بوده است. در گروه CES، تفاوت میانگین خطای حذف از مرحله پیش

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

آزمون تا پس آزمون 8/66 و همچنین تفاوت میانگین خطای حذف از مرحله پیش آزمون تا پیگیری 8/46 بوده است که بر اساس نتایج آزمون t، این مقادیر تفاوت میانگین، معنادار بوده اند (p<0/001). بعبارتی میزان خطای حذف برای آزمودنی‌های گروه CES در مرحله پس آزمون (1/73) و پیگیری (1/93) به طور معناداری از مرحله پیش آزمون (10/40) کمتر بوده است. این در حالی بود که تفاوت میانگین خطای حذف در این گروه از مرحله پس آزمون تا پیگیری معنادار نبود (p>0/05).

برای گروه کاپیتان لاگ نیز تفاوت میانگین خطای حذف از مرحله پیش آزمون تا پس آزمون 9/33 و همچنین تفاوت میانگین خطای حذف از مرحله پیش آزمون تا پیگیری 9/00 بوده است که بر اساس نتایج آزمون t، این مقادیر تفاوت میانگین، معنادار بوده اند (p<0/001). به عبارتی میانگین خطای حذف برای آزمودنیهای گروه کاپیتان لاگ در مرحله پس آزمون (1/86) و پیگیری (2/20) به طور معناداری از مرحله پیش آزمون (11/20) کمتر بوده است.

نمودار 2: روند تغییر میزان توجه پایدار در دو گروه CES و کاپیتان لاگ در مراحل مختلف ارزیابی

این در حالی بود که تفاوت میانگین خطای حذف در این گروه از مرحله پس آزمون تا پیگیری معنادار نبود (p>0/05). به عبارتی از جلسه پیش آزمون تا جلسه پیگیری، میزان خطای حذف تغییر معناداری داشته است. در واقع، بین دو گروه CES و کاپیتان لاگ در میزان خطای حذف از جلسه پیش آزمون تا جلسه پس آزمون و پیگیری تفاوت معناداری وجود ندارد.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف مقایسه تاثیر درمان تحریک الکتریکی جمجمه‌ای و بازتوانی شناختی رایانه‌ای بر تغییرات همودینامیکی منطقه پیش پیشانی مغز کودکان دارای اختلال بیش‌فعالی در کود کان دارای اختلال بیش‌فعالی انجام شد.

بر مبنای یافته‌های این پژوهش، می‌توان نتیجه گرفت که مداخله CES و مداخله نرم افزار شناختی کاپیتان لاگ، درمان‌های موثری به منظور افزایش تغییرات همودینامیک در منطقه پیش پیشانی کودکان بیش‌فعال هستند.

برطبق پژوهش‌های گوناگون انتظار می‌رود نتایج fNIRS طیف نسبتاً گسترده‌ای از عملکردهای شناختی مرتبط با اختلال بیش‌فعالی همچون تصمیم گیری، حل مساله، توجه، ادراک و حافظه را منعکس کند . ناحیه پیش پیشانی مغز، به ویژه DLPFC با توجه و عملکردهای شناختی درحین هوشیاری کامل مرتبط است (میلر و همکاران، 2001). مطالعات مختلف تصویربرداری عصبی ساختاری و عملکردی نشان داد که بیش فعالی با فرآیند رشد عصبی غیرطبیعی به ویژه در PFC همراه است(بوش و همکاران، 2005). بنابراین، با بهره‌گیری از fNIRS روی عملکردهای PFC

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

برای ارزیابی اثرات شناختی مداخله‌ها بر روی کودکان مبتلا به بیش فعالی تمرکز کردیم.

براساس نمودارهای گزارش شده گرچه افزایش تغییرات همودینامیک در منطقه پیش پیشانی این کودکان در هر دو مداخله معنادار بوده است، ولی از مرحله پیش آزمون تا پس آزمون، در مداخله CES، اثربخشی بیشتری نسبت به مداخله نرم‌افزار شناختی کاپیتان لاگ دیده شد که احتمالا این تفاوت ناشی از تاثیر همزمان این مداخله به طور مستقیم، بر انتقال‌دهنده‌های عصبی و امواج مغزی این کودکان است. نتایج این پژوهش با یافته‌های حاصل از پژوهش‌های تاثیر مداخله CES در کودکان بیش‌فعال، یانمین و همکاران (یانمین و همکاران، 2011) هم راستا بوده است.

ولی از مرحله پس آزمون تا مرحله پیگیری این نتیجه متفاوت بود! تغییرات همودینامیک از مرحله پس آزمون تا مرحله پیگیری در مداخله CES کمی کاهش داشت و این درحالی بود که روند بهبودی افزایشی تغییرات همودینامیک در منطقه پیش پیشانی در مداخله نرم افزار شناختی کاپیتان لاگ همچنان پس از اتمام مداخله ادامه داشت. در تبیین این نتیجه می‌توان نتیجه گرفت احتمالا با توجه به اینکه در مداخله نرم افزار شناختی کاپیتان لاگ برخلاف مداخله CES فرد به صورت فعال در تمرینات مغزی شرکت داشته است، این امر خود باعث ادامه نوروپلاستیسیتی در این منطقه علی رغم قطع مداخله شده است و نرم افزارهای شناختی به مثابه یک باشگاه مغز برای این افراد عمل کرده است. نتایج این پژوهش با یافته‌های اثرات عصبی-عملکردی آموزش شناختی رایانه‌ای در کودکان بیش‌فعال حاصل از پژوهش‌های اولیورا و همکاران (داولیورا و همکاران، 2020)، تاثیر تمرینات رایانه‌ای حافظه فعال، گری و همکاران (گری و همکاران، 2012) هم راستا بوده است (داولیورا و همکاران، 2020).

از پژوهش های گذشته به اثبات رسیده که، آزمون‌های عصب‌روان‌شناختی جنبه‌های شناختی خاصی از علائم اختلال بیش فعالی را مورد بررسی قرار می‌دهند. در آزمون CPT خطاهای حذف معمولاً شاخص نقص توجه پایدار در نظر گرفته می شوند. همانطور که در بخش یافته‌ها گزارش شد در دو گروه مداخله CES و کاپیتان لاگ از جلسه پیش آزمون تا جلسه پیگیری، میزان خطای حذف تغییر معناداری داشته است لذا در میزان بهبود توجه پایدار پیشرفت قابل توجهی به یک میزان مشاهده شد.

از آنجایی که تخمین و تعیین سیگنال‌های همودینامیک مغزی نقش مهمی در پایش مرحله بیماری‌های عصبی دارد لذا انتظار می‌رفت در تفسیر اطلاعات رفتاری دراین پژوهش؛ به دنبال این تغییرات همودینامیک در مغز،کاهش علامت بالینی نقص توجه پایدار بینایی در این اختلال ایجاد شود. براساس پژوهش های گوناگون؛ کاهش فعالیت عملکردی در بخش پیشانی و پیش پیشانی در مغز کودکان دارای اختلال نقص توجه نشان داده شد (اسریدهار و همکاران، 2017)، و چون در این مطالعه نتایج fNIRS حاکی از افزایش تغییرات همودینامیک در این مناطق بوده است؛ خود توجیه منطقی بر بهبودی نقص توجه پایدار در این کودکان می‌باشد.

محدودیت‌ها

در مطالعه حاضر محدودیت‌هایی وجود داشت که شامل محدود بودن جامعه آماری به دلیل عدم تمایل تعداد زیادی از بیماران در این طرح به واسطه افزایش آمار بیماری کرونا، و همچنین هزینه‌های مربوط به مداخله درمانی، نمونه‌گیری به‌صورت در دسترس و داوطلبانه انجام شد.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان نامه دکتری می باشد. بدینوسیله از تمامی افرادی که ما را در انجام این پژوهش یاری نمودند تشکر و قدردانی می‌گردد. همچنین از مرکز توانبخشی توانش و آزمایشگاه ملی نقشه برداری مغز که ابزارهای مطالعه را در اختیار محقق قرار دادند تشکر می‌گردد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

منابع

Barkley, R. A. (1997). *ADHD and the nature of self-control*: Guilford press.

Batty, M. J., Liddle, E. B., Pitiot, A., Toro, R., Groom, M. J., Scerif, G., . . . Hollis, C. (2010). Cortical gray matter in attention-deficit/hyperactivity disorder: a structural magnetic resonance imaging study. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry, 49*(3), 229-238 .

Bush, G., Valera, E. M., & Seidman, L. J. (2005). Functional neuroimaging of attention-deficit/hyperactivity disorder: a review and suggested future directions. *Biological psychiatry, 57*(11), 1273-1284 .

Byars, A. W., Holland, S. K., Strawsburg, R. H., Bommer, W., Dunn, R. S., Schmithorst, V. J., & Plante, E. (2002). Practical aspects of conducting large-scale functional magnetic resonance imaging studies in children. *Journal of child neurology, 17*(12), 885-889 .

Cai, W., Griffiths, K., Korgaonkar, M. S., Williams, L. M., & Menon, V. (2021). Inhibition-related modulation of salience and frontoparietal networks predicts cognitive control ability and inattention symptoms in children with ADHD. *Molecular psychiatry, 26*(8), 4016-4025 .

Calub, C. A., Rapport, M. D., Irurita, C., Eckrich, S. J., & Bohil, C. (2022). Attention Control in Children With ADHD: An Investigation Using Functional Near Infrared Spectroscopy (fNIRS). *Child Neuropsychology*, 1-25 .

Canady, V. A. (2020). FDA approves first video game Rx treatment for children with ADHD. *Mental Health Weekly, 30*(26), 1-7 .

Cho, S. S., Pellecchia, G., Aminian, K., Ray, N., Segura, B., Obeso ,I., & Strafella, A. P. (2013). Morphometric correlation of impulsivity in medial prefrontal cortex. *Brain topography, 26*(3), 479-487 .

Datta, A., Dmochowski, J. P., Guleyupoglu, B., Bikson, M., & Fregni, F. (2013). Cranial electrotherapy stimulation and transcranial pulsed current stimulation: a computer based high-resolution modeling study. *Neuroimage, 65*, 280-287 .

de Oliveira Rosa, V., Rosa Franco, A., Abrahão Salum Júnior, G., Moreira-Maia, C. R., Wagner, F., Simioni, A., . . . Buchweitz, A. (2020). Effects of computerized cognitive training as add-on treatment to stimulants in ADHD: a pilot fMRI study. *Brain Imaging and Behavior, 14*(5), 1933-1944 .

Durston, S., Davidson, M., Thomas, K., Worden, M. S., Tottenham, N., Martínez, A., . . . Casey, B. (200 .(3 Parametric manipulation of conflict and response competition using rapid mixed-trial event-related fMRI. *Neuroimage, 20*(4), 2135-2141 .

Ferdjallah, M., Bostick, F., & Barr, R. E. (1996). Potential and current density distributions of cranial electrotherapy stimulation (CES) in a four-concentric-spheres model. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 43*(9), 939-943 .

Feusner, J. D., Madsen, S., Moody, T. D., Bohon, C., Hembacher, E., Bookheimer, S. Y., & Bystritsky, A. (2012). Effects of cranial electrotherapy stimulation on resting state brain activity. *Brain and behavior, 2*(3), 211-220 .

Gianarris, W. J., Golden, C. J., & Greene, L. (2001). THE CONNERS'PARENT RATING SCALES: A CRITICAL REVIEW

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

OF THE LITERATURE. *Clinical Psychology Review*, *21*(7), 1061-1093.

Gianutsos, R. (1980). What is cognitive rehabilitation? *Journal of Rehabilitation*, *46*(3), 36 .

Gray, S., Chaban, P., Martinussen, R., Goldberg, R., Gotlieb, H., Kronitz, R., . . . Tannock, R. (2012). Effects of a computerized working memory training program on working memory, attention, and academics in adolescents with severe LD and comorbid ADHD: a randomized controlled trial. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *53*(12), 1277-1284 .

Gu, Y., Miao, S., Han, J., Zeng, K., Ouyang, G., Yang ,J., & Li, X. (2017). Complexity analysis of fNIRS signals in ADHD children during working memory task. *Scientific reports*, *7*(1), 1-10 .

He, Y., Wang, C., Wang, X., Zhu, M., Chen, S., & Li, G. (2022). *Brain Network Connectivity Analysis of Different ADHD Groups Based on CNN-LSTM Classification Model.* Paper presented at the International Conference on Intelligent Robotics and Applications.

Hill, H. A., Elam-Evans, L. D., Yankey, D., Singleton, J. A., & Kolasa, M. (2015). National, state, and selected local area vaccination coverage among children aged 19–35 months—United States, 2014. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, *64*(33), 889-896 .

Homack, S., & Riccio, C. A. (2006). Conners' continuous performance test (; CCPT-II). *Journal of attention disorders* .556-558 ,(3)9 ,

Jonas, W. B. (2018). Cranial electrical stimulation: what is it, and should we use it in practice? *Annals of Internal Medicine*, *168*(6), 446-447 .

Kaga, Y., Ueda, R., Tanaka, M., Kita, Y., Suzuki, K., Okumura, Y., . . . Kitamura, Y. (2020 .(Executive dysfunction in medication-naïve children with ADHD: A multi-modal fNIRS and EEG study. *Brain and Development*, *42*(8), 555-563 .

Kirsch, D. L., & Nichols, F. (2013). Cranial electrotherapy stimulation for treatment of anxiety, depression, and insomnia. *Psychiatric Clinics*, *36*(1), 169-176 .

Klingberg, T., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2002). Increased brain activity in frontal and parietal cortex underlies the development of visuospatial working memory capacity during childhood. *Journal of cognitive neuroscience*, *14*(1), 1-10 .

Kupfer, D. J., First, M. B., & Regier, D. A. (2008). A research agenda for DSM V .

McAlonan, K., Cavanaugh, J., & Wurtz, R. H. (2008). Guarding the gateway to cortex with attention in visual thalamus. *Nature*, *456*391- ,(7220) .394

Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual review of neuroscience*, *24*(1), 167-202 .

Monden, Y., Dan, I., Nagashima, M., Dan, H., Uga, M., Ikeda, T., . . . Hirano, D. (2015). Individual classification of ADHD children by right prefrontal hemodynamic responses during a go/no-go task as assessed by fNIRS. *NeuroImage: Clinical*, *9*, 1-12 .

Nejati, V. (2020). Cognitive rehabilitation in children with attention deficit-hyperactivity disorder: Transferability to untrained cognitive domains and behavior. *Asian Journal of Psychiatry*, *49*, 101949 .

Panah, M. T., Taremian, F., Dolatshahi, B., Seddigh, S. H., Raeisian, F. S., & Panah, E. (2022). A comparison of

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

Barkley's behavioral inhibition model (1997) with Barkley's updated executive functioning model in predicting adult ADHD symptoms: A preliminary report using structural equation modeling. *Applied Neuropsychology: Adult*, 1-13 .

Pfiffner, L. J., Villodas, M., Kaiser, N., Rooney, M., & McBurnett, K . .(2013)Educational outcomes of a collaborative school–home behavioral intervention for ADHD. *School Psychology Quarterly*, *28*(1), 25 .

Rubia, K., Halari, R., Cubillo, A., Mohammad, A.-M., Brammer, M., & Taylor, E. (2009). Methylphenidate normalises activation and functional connectivity deficits in attention and motivation networks in medication-naive children with ADHD during a rewarded continuous performance task. *Neuropharmacology*, *57*(7-8), 640-652 .

Saha, P., Chakraborty, P., Mukhopadhyay, P., Bandhopadhyay, D., & Ghosh, S. (2015). Computer-based attention training for treating a child with attention deficit/hyperactivity disorder: An adjunct to pharmacotherapy-a case report. *J Pharm Res*, *9*(11), 612-617 .

Samnia, Z., Livarjani, S., & Hassan Pashaei, L .(2021) .Educational effect of Captain Log software on working memory, processing speed and cognitive flexibility in children with attention deficit/hyperactivity disorder. *Neuropsychology*, *7* .(3)

Scholkmann, F., Kleiser, S., Metz, A. J., Zimmermann, R ,.Pavia, J. M., Wolf, U., & Wolf, M. (2014). A review on continuous wave functional near-infrared spectroscopy and imaging instrumentation and methodology. *Neuroimage*, *85*, 6-27 .

Shaw-Zirt, B., Popali-Lehane, L., Chaplin, W., & Bergman, A. (2005). Adjustment, social skills, and self-esteem in college students with symptoms of ADHD. *Journal of attention disorders*, *8*(3), 109-120 .

Shealy, C. N., Cady, R. K., Culver-Veehoff, D., Cox, R., & Liss, S. (1998). Cerebrospinal fluid and plasma neurochemicals: response to cranial electrical stimulation. *J Neuro Orthop Med Surg*, *18*(2), 94-97 .

Shue, K. L., & Douglas, V. I. (1992). Attention deficit hyperactivity disorder and the frontal lobe syndrome. *Brain and cognition*, *20*(1), 104-124 .

Skerrett, E. R. (2020). *Evaluating the Effect of Cranial Electrotherapy Stimulation on Attention and Sleep in ADHD: A Pilot Study*. Grand Canyon University ,

Sridhar, C., Bhat, S., Acharya, U. R., Adeli, H., & Bairy, G. M. (2017). Diagnosis of attention deficit hyperactivity disorder using imaging and signal processing techniques. *Computers in Biology and Medicine*, *88*, 93-99 .

Wehmeier, P. M., Schacht, A., & Barkley, R. A. (2010). Social and emotional impairment in children and adolescents with ADHD and the impact on quality of life. *Journal of Adolescent health*, *46*(3), 209-217 .

Yanmin, L., & Guiqing, Z. (2011). qEEG Study on the Treatment of ADHD with CES. *Chinese Journal of Clinicians (Electronic Edition)*, *5* .(8)

Yasumura, A., Kokubo, N., Yamamoto, H., Yasumura, Y., Nakagawa, E., Kaga, M., . . . Inagaki, M. (2014). Neurobehavioral and hemodynamic evaluation of Stroop and reverse Stroop interference in children with attention-deficit/hyperactivity

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

disorder. *Brain and Development*, *36*(2), 97-106 .

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]