



## مقایسه بارگذاری حافظه فعال در حالت استراحت و فعالیت مغز با استفاده از EEG در کودکان دارای اختلال یادگیری ویژه Comparing Load of Working Memory during Spontaneous and Active EEG in Children with Specific Learning Disorder

Ftemeh Gholamali Nezhad

Shahla Pakdaman

Leili Panaghi

فاطمه غلامعلی نژاد\*

شهرلا پاکدامن\*\*

لیلی پناغی\*\*\*

### Abstract

The goal of the present study is to compare working memory load during spontaneous EEG (Electroencephalogram) with task condition by monitoring theta power in frontal regions of brain, in children with specific learning disorder. Theta recording was done during eyes closed (EC), eyes opened (EO) and task (VCPT) conditions for 52 children with specific learning disorder aged between 7 to 12 years old (22= girls, 30= boys). The learning disorder diagnosis was done by means of stanford binet IQ test, and Persian Academic Achievement test. EEG data was collected and digitized by means of WinEEG software and analyzed in SPSS with paired samples t-test. The results showed significant differences between theta power in VCPT condition with both EC and EO conditions in Fz. This finding is consistent with finding about normal groups. Although working memory deficit is one of core cognitive deficits in this group, but still cognitive efforts happen for mental processing. Strong significance can shows a source for omission errors in this group, because high amplitude of frontal midline theta may happens with the entrance of irrelevant information in attentional pathways.

**Keywords:** Working Memory, EEG, Specific Learning Disorder

### چکیده

هدف از پژوهش حاضر، بررسی تفاوت در بارگذاری حافظه فعال را در حالت استراحت و انجام تکلیف از طریق دامنه ریتم تتا در مناطق پیش‌پیشانی مغز، در کودکان دارای اختلال یادگیری ویژه بود. ثبت موج تتا در سه حالت چشم بسته (EC)، چشم باز (EO) و انجام تکلیف توجهی برو-نرو (VCPT) در ۵۲ کودک ۷ تا ۱۲ ساله دارای اختلال یادگیری (۲۲ دختر و ۳۰ پسر) انجام شد. تشخیص اختلال یادگیری در این کودکان با استفاده از آزمون هوش استنفورد بینه و ارزیابی عملکرد تحصیلی فارسی انجام شد. داده‌ها از طریق نرم‌افزار WinEEG ثبت، کمی و در نرم‌افزار Spss با آزمون t همبسته تحلیل شد. نتایج این مطالعه حاکی از بالاتر بودن دامنه ریتم تتا در حین انجام تکلیف در مقایسه با دو شرایط دیگر ثبت مغزی در نواحی قدامی (Fz) بود. این یافته با دیگر مطالعات این حوزه در افراد سالم همخوان بود و نشان داد، هرچند نقص در حافظه فعال از ویژگی‌های شناختی اصلی این گروه است، اما باز هم تلاش شناختی برای نگهداری و پردازش ذهنی اتفاق می‌افتد. بالا بودن معناداری این تفاوت می‌تواند، دلیلی برای خطاهای توجهی این گروه از کودکان باشد؛ زیرا دامنه بلند ریتم تتا در مناطق پیشانی مغز با ورود اطلاعات نامرتبط به مسیرهای توجهی همراه است

**واژه‌های کلیدی:** حافظه فعال، EEG، اختلال یادگیری

\*دانشجوی دکتری روان‌شناسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

\*\*نویسنده مسئول؛ دانشیار گروه روان‌شناسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

\*\*\*دانشیار گروه روان‌شناسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

## مقدمه

مفهوم حافظه فعال<sup>۱</sup> (WM)، توسط بدلی (۱۹۹۲) معرفی شده است. این مفهوم، یک کارکرد اجرایی مرکزی محسوب می‌شود و دارای دو انباره اصلی دیداری و کلامی است. حافظه فعال، اهمیت ویژه‌ای در پردازش‌های شناختی داشته و تلاش‌های زیادی برای شناخت کدگذاری‌های نورونی مرتبط با بازنمایی‌های حافظه فعال شده است (بائه و لاک، ۲۰۱۸). برای بررسی بارگذاری حافظه فعال، باید ابزاری انتخاب شود که کاربرد آن ابزار در کاهش یا افزایش بارگذاری مداخله نکند، کاربری‌اش آسان باشد و رزولوشن زمانی بالایی داشته باشد (گوین و همکاران، ۱۹۹۸). در دهه‌های اخیر، تمرکز بسیاری از مطالعات حوزه نوروساینس بر روی حافظه فعال بوده و الکتروانسفالگرافی به‌عنوان ابزاری با رزولوشن زمانی بالا، اجرای آسان و ارزان، از پرکاربردترین ابزارهای سنجش این مفهوم بوده است (شرینگا و همکاران، ۲۰۰۹). پژوهش‌های متعددی در حوزه کارکردهای اجرایی و ارتباط آن‌ها با ریتم‌های مغزی، منتشر شده که در برخی از آن‌ها ریتم تتا و آلفا بیشترین ارتباط را با انواع حافظه و کارکردهای آن نشان داده‌اند (سائوسنگ، کلیمش، شامباس و دپلمایر، ۲۰۰۵) و در برخی ریتم تتا و گاما اصلی‌ترین همبسته‌های نورونی حافظه فعال معرفی شده‌اند (شرینگا و همکاران، ۲۰۰۹).

احتمالاً ریتم‌های گزارش شده با سطوح و کارکردهای متفاوت حافظه در ارتباط هستند (استیپاکک، گربنر، نوپر، فینک و نیوباور، ۲۰۰۳). سائوسنگ، گریزمایر، فرونبرگر و کلیمش (۲۰۱۰)، افزایش دامنه ریتم تتا در زمان بارگذاری حافظه فعال را با تولید ریتم گاما مرتبط می‌دانند و بیان می‌کنند، ریتم تتای افزایش یافته همراه با ریتم گامایی است که درون آن آشیانه کرده است؛ در حالی که استیپاکک و همکاران (۲۰۰۳) بیان می‌کنند، پنج سطح بارگذاری حافظه می‌توانند با ظهور ریتم‌های مختلف مغزی مرتبط باشند و او دیسینکرونایز شدن ریتم آلفا را در ذخیره اطلاعات و کنترل توجه دخیل می‌دانند. همچنین جنسن و تخ (۲۰۰۲)، ریتم تتای پیشانی را در حین اجرای تکالیف حافظه فعال و حافظه رویدادی گزارش کرده است.

در جمع بندی‌ها تغییرات پیچیده در توان<sup>۲</sup>، EEG<sup>۳</sup> و هم‌نوسانی بین الکترودها با اجرای تکالیف حافظه فعال در انسان مرتبط شده و ریتم تتا (فرکانس ۴ تا ۸ هرتز) بیشتر از سایر فرکانس‌ها در ارتباط با WM و تلاش ذهنی مورد تأیید قرار گرفته است (اوتتون، دلورم و ماکینگ، ۲۰۰۵). جنسن و تخ (۲۰۰۲)، بیان کرده‌اند که ریتم تتا با افزایش بارگذاری حافظه فعال در حین تکلیف توجهی قوی‌تر می‌شود. افزایش ریتم تتا در تکلیف توجهی، راهی برای بازکردن ورودی‌های کنترل توجهی و بستن مسیر برای محرک‌های غیرمرتبط است (راقاواچاری و همکاران، ۲۰۰۱). در صورت بالابودن دامنه این ریتم، به‌صورت قابل توجه احتمال مختل شدن این کارکرد و بروز خطاهای توجهی، به‌ویژه در افرادی که کم مهارت هستند وجود خواهد داشت؛ زیرا باز شدن بیش‌ازحد ورودی‌های اطلاعات، ممکن است نتواند مانع از ورود اطلاعات غیرمرتبط و در نتیجه، بروز خطاهای بی‌دقتی شود (گوین و همکاران، ۱۹۹۸). در بسیاری از مطالعات، ریتم تتای مرتبط با حافظه فعال در نواحی

- 
1. working memory
  2. power
  3. electroencephalogram

پیشانی به‌ویژه خط وسط (گوین و همکاران، ۱۹۹۸؛ جنسن و تخ، ۲۰۰۲؛ اونتون، دلورم و ماکینگ، ۲۰۰۵؛ سائوسنگ و همکاران، ۲۰۱۰) ظاهر می‌شود.

اختلال یادگیری خاص<sup>۱</sup> (SLD)، به‌عنوان یکی از رایج‌ترین تشخیص‌ها در دسته اختلالات عصبی-تحوالی، یک اختلال ارثی، مزمن و پایدار است که علایم آن تا بزرگسالی ادامه یافته و بر حوزه‌های مختلف زندگی تحصیلی، اجتماعی و خانوادگی فرد اثر می‌گذارد (سادوک و همکاران، ۲۰۱۷). کودکان دارای SLD، بزرگترین طبقه از کودکانی را تشکیل می‌دهند که در حال دریافت آموزش خاص هستند (بندر، ۲۰۰۴). شیوع این اختلال در سن مدرسه در مطالعات مختلف متفاوت گزارش شده است؛ اما بویل و همکاران (۲۰۱۱)، از افزایش ۱۱ درصدی شیوع این اختلال بین کودکان ۳ تا ۱۷ ساله صحبت می‌کنند. یکی از حوزه‌های مورد بررسی در مورد نواقص شناختی اختلال یادگیری، مربوط به کارکردهای اجرایی و به‌ویژه حافظه فعال است. مطالعات نشان داده‌اند که حافظه فعال- که اشاره به مهارت نگهداری و دستکاری کوتاه‌مدت اطلاعات کلامی و دیداری- فضایی در زمان یادگیری اطلاعات جدید یا حل مسئله دارد- در اغلب کودکان دارای اختلال یادگیری دچار نقص است و بر مهارت‌های خواندن، درک مطلب، نوشتن، انجام عملیات ریاضی و درک مسئله اثر می‌گذارد (سادوک و همکاران، ۲۰۱۷). باید توجه کرد که شیوع نقص در حافظه فعال در این گروه، بیانگر رابطه علی نبوده و مطالعاتی از جمله لندرل، فوسنگر، مول و ویلبرگر (۲۰۰۹) تأکید کرده‌اند که ویژگی بنیادی این اختلال، نقص در حافظه فعال نیست.

این مطالعه در نظر دارد، با توجه به شیوع نقص در حافظه فعال در کودکان دارای اختلال یادگیری، میزان بارگذاری ریتم تتا را در زمان فعالیت توجهی با حالت استراحت (چشم باز و بسته) مقایسه کند تا به این سؤال پاسخ دهد که آیا نقص در حافظه فعال در این کودکان، مانع تلاش شناختی در مقایسه با حالت استراحت می‌شود یا همچنان این تلاش مشاهده می‌شود؟ همچنین معناداری بالا می‌تواند، پاسخی برای منبع خطاهای ناشی از بی‌دقتی با وجود نداشتن همبود نقص توجه ارائه نماید.

فرضیه‌های پژوهش حاضر عبارت بود از:

۱- بارگذاری حافظه فعال (دامنه ریتم تتا در منطقه Fz)، در حالت تکلیف با هر دو حالت استراحت تفاوت معنادار دارد.

۲- معناداری این تفاوت با توجه به نقص در حافظه فعال و خطاهای توجهی این گروه عددی قابل توجه خواهد داشت.

## روش

### جامعه آماری، نمونه و روش اجرای پژوهش

جامعه پژوهش حاضر را کودکان ۷ تا ۱۲ سال (۷ سالگی سن رایج برای شروع آموزش رسمی ابتدایی و ۱۲ سالگی پایان دوره ابتدایی در ایران است) در شهر تهران تشکیل دادند. نمونه‌گیری به روش در دسترس و از میان مراجعه‌کنندگان به کلینیک همکاری‌کننده با این پژوهش<sup>۱</sup> در نیمه دوم سال ۹۷ و نیمه اول سال ۹۸ انتخاب شدند. برای نمونه‌گیری گزارش مدرسه، شرح حال ارائه شده والدین در مصاحبه بالینی با حضور یک روان‌پزشک و یک روان‌شناس، آزمون هوش تهران-استنفورد و ارزیابی عملکرد تحصیلی فارسی برای این کودکان اجرا شد. گروه نمونه طبق گزارش والدین و مدرسه و همچنین بر مبنای ارزیابی عملکرد تحصیلی، عملکرد تحصیلی پایین‌تر از هم‌کلاسی‌های خود داشتند و حداقل نمره هوش آن‌ها ۸۵ بود. در نهایت ۵۲ کودک ۷ تا ۱۲ ساله (۲۲ دختر و ۳۰ پسر با میانگین سنی ۸/۹ و انحراف معیار ۱/۵۷) که ملاک‌های ویراست پنجم راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی (DSM-5<sup>۲</sup>) برای اختلال یادگیری را داشتند، برای ورود به این مطالعه انتخاب شدند.

تمام اعضای گروه نمونه، راست دست بودند و نمره هوش پایین‌تر از ۸۵، نواقص حسی-حرکتی از جمله ضعف در بینایی و شنوایی و اختلال هماهنگی حرکتی تحولی (DCD)، سابقه تشنج و مشکلات هیجانی شدید از جمله اضطراب بالینی، افسردگی و وسواس از گروه نمونه حذف شدند. نکته مهم در ملاک‌های خروج، حذف همبودی اختلال نقص توجه-بیش‌فعالی (ADHD) بود. زیرا طبق تأیید سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) در سال ۲۰۱۳ این گروه به‌صورت معنادار دامنه بلند ریتم تتا در مقایسه با افراد نرمال دارند.

### ابزار سنجش

مصاحبه بالینی، با حضور یک روان‌پزشک و یک روان‌شناس بر مبنای DSM-5، برای تشخیص اختلال یادگیری ویژه و بررسی ملاک‌های خروج به مدت ۴۰ دقیقه اجرا شد. سپس با توضیح شرح پژوهش و دریافت رضایت‌نامه والدین، ایشان به ادامه مسیر راهنمایی شدند.

آزمون هوش تهران/استنفورد، برگرفته از نسخه پنجم هوش آزمای استنفورد بینه است که در سال ۲۰۰۳ توسط روید ساخته شده و در سال ۱۳۸۵ توسط افروز و کامکاری مورد استانداردسازی قرار گرفت. این نسخه توان ارائه هوشبهر در دامنه سنی ۲ تا ۸۵ سال را دارد. این ابزار مشتمل بر دو حیطه کلامی و غیرکلامی بوده و در هر یک از حیطه‌ها پنج خرده‌آزمون استدلال سیال، دانش، استدلال کمی، پردازش دیداری فضایی و حافظه فعال منظور گردیده است. میانگین هر خرده‌آزمون ۱۰ و انحراف استاندارد آن ۳ می‌باشد (فرید، کامکاری، صفاری‌نیا و افروز، ۱۳۹۳).

۱. مرکز نوروساینس بالینی آتیه درخشان ذهن

در مقیاس استنفورد بینه، اعتبار با تأکید بر تجانس درونی، در زمینه هوشبهر کل از ۰/۹۵ تا ۰/۹۸ و برای هر شاخص پنجگانه از ۰/۹۰ تا ۰/۹۲ می‌باشد (شیری امین‌لو، کامکاری و شکرزاده، ۱۳۹۲). همچنین در بررسی ویژگی‌های روان‌سنجی، با در نظر گرفتن حساسیت و وضوح‌گرایی موردنیاز برای روایی تشخیصی، این آزمون دارای روایی تشخیصی بالاتر از ۷۰ درصد بوده و در نتیجه، از روایی تشخیصی مطلوبی برخوردار است (جاویدنیا، کامکاری و موللی، ۱۳۹۲).

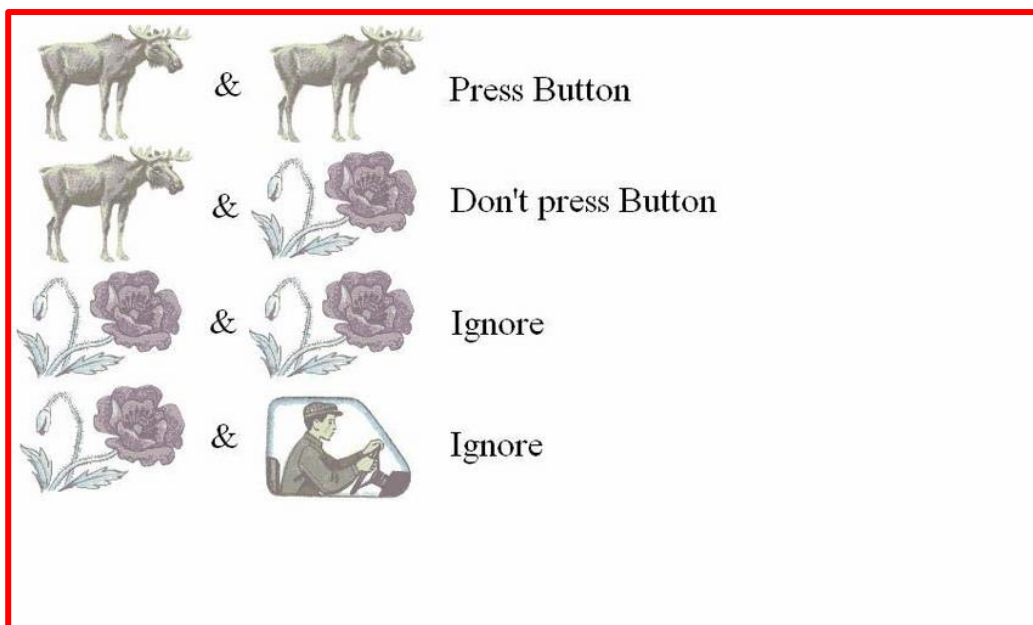
*آزمون ارزیابی عملکرد تحصیلی*، با ارجاع به نظریه توانمندی‌های شناختی کتل-هورن-کارول، طراحی شده و طی دو نسخه استاندارد و گسترش‌یافته، ۲۲ خرده‌آزمون را برای سنجش جنبه‌های اساسی زبان و پیشرفت تحصیلی در برمی‌گیرد (شرانک و وندلینگ، ۲۰۱۲). انطباق، رواسازی و هنجاریابی این آزمون در سال ۱۳۹۵ توسط رستمی، رستم کلایی، خداینده‌لو، غلامعلی‌نژاد و بانسی انجام شده است. در بررسی همسانی درونی و روایی تشخیصی این آزمون، ضریب آلفای کرونباخ برای تمامی خرده‌آزمون‌ها بالاتر از ۰/۸۱ بوده است و سوالات با ضریب تشخیص پایین از این مجموعه حذف شده‌اند. در مسیر اعتباریابی، جز دو خرده‌آزمون که ضریب اعتبار ۸۱ و ۸۵ درصد داشتند، برای بقیه خرده‌آزمون‌ها، ضریب اعتبار بالای ۹۰ درصد حاصل شد.

### ثبت EEG

ثبت EEG، با استفاده از سیستم میتسار<sup>۱</sup> در دو حالت خودبه‌خودی<sup>۲</sup> (چشم باز و چشم بسته<sup>۳</sup>) و تکلیف (VCPT<sup>۴</sup>) انجام شد. ما از ۱۹ الکتروود از جنس سیلور-کلوراید برمبنای سیستم بین‌المللی ۲۰-۱۰ که روی کلاه‌های ثبت امواج الکتریکی<sup>۵</sup> قرار داشتند، استفاده کردیم. سیگنال‌های ورودی بین ۰/۵ تا ۴۰ هرتز فیلتر شده و با نرخ ۵۰۰ عددی<sup>۶</sup> (دیجیتالی) شدند. الکتروود زمینه<sup>۷</sup> روی پیشانی قرار داشت و مقاومت تمام الکتروودها زیر پنج کیلو اهم نگه داشته شد.

در طول ثبت چشم باز و بسته، از کودک خواسته شد تا آرام و تا حد امکان بدون حرکت بنشیند. EEG به مدت پنج دقیقه در شرایط EC و EO، و حدود ۲۲ دقیقه در شرایط تکلیف ثبت شد. تکلیف توجهی VCPT یک تکلیف برو-نرو دیداری است که شامل ۴۰۰ کوشش است. در هر کوشش، کودک باید تصمیم بگیرد که اگر شکل دو حیوان را پشت سرهم دید، موس را کلیک کند و در غیر این صورت واکنش نشان ندهد. شکل ۱، دستورالعمل این تکلیف را نشان می‌دهد.

- 
1. mitsar system
  2. spontaneous
  3. Eyes Opened (EO) & Eyes Closed (EC)
  4. Visual Continuous Performance Task
  5. electrocaps
  6. digitize
  7. ground electrode



شکل ۱- دستورالعمل اجرای تکلیف VCPT

برای تمیز کردن نویزهای مربوط به حرکت چشم‌ها، پلک‌زدن و تنش عضلانی ICA اعمال نشد و تنها با استفاده از نرم‌افزار WinEEG، نویزها به صورت اتوماتیک نشان‌گذاری شده و از مسیر تحلیل حذف شدند. بعد از اعمال الوی انتقال سریع فوریه ( $FFT^1$ ) در این نرم‌افزار دامنه مطلق ریتم تتا در منطقه پیشانی مرکزی (الکتروود Fz از سیستم ۲۰-۱۰) محاسبه شد. این منطقه رایج‌ترین منطقه برای بررسی حافظه فعال در مطالعات بوده و منطبق بر منطقه  $DLPFC^2$  در لوب پیشانی مغز است.

داده‌های حاصل از ثبت مغزی پس از کمی‌شدن وارد نرم‌افزار Spss شد. میانگین دامنه مطلق  $^3$  ریتم تتا در هر سه حالت ثبت در منطقه Fz محاسبه شد. سپس از طریق آزمون t همبسته (گروه‌های نمونه‌های جفت شده) مقایسه بین میانگین‌ها دوبه‌دو به صورت جداگانه (تکلیف با چشم بسته و تکلیف با چشم باز) انجام شد.

### یافته‌ها

برای تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) و آمار استنباطی (آزمون t برای نمونه‌های جفت شده) استفاده شد. میانگین سن اعضای نمونه (۲۲ دختر و ۳۰ پسر) هشت سال و نه ماه و با انحراف استاندارد ۱/۵۷ بود. تعداد پسران به علت مراجعه بیشتر آن‌ها به کلینیک بالاتر بود، هرچند تلاش شد تا فاصله

1. Fast Fourier Transform
2. Dorsolateral Prefrontal Cortex
3. absolute

تعداد آن‌ها از گروه دختران به حداقل برسد تا تأثیر جنسیت بر نتایج نیز کاهش یابد. جدول ۱ میانگین سن، جنسیت، مقادیر هوش و عملکرد تحصیلی را نشان داده است.

جدول ۱- ویژگی‌های گروه نمونه

۸/۹ ± ۱/۵۷	± SD میانگین سن
۹۴/۵ ± ۹/۰۹	± SD میانگین IQ
۶۶/۲۵ ± ۸/۳	± SD میانگین عملکرد تحصیلی کل

در مرحله دوم میانگین دامنه مطلق ریتم تتا در منطقه Fz در هر سه حالت چشم باز، چشم بسته و تکلیف به‌دست آمد که نتایج آن در جدول ۲، آورده شده است. در این جدول خلاصه‌ای از داده‌های توصیفی؛ یعنی میانگین و انحراف معیار دامنه ریتم تتا در منطقه Fz در هر سه حالت ثبت آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، میانگین و انحراف استاندارد دامنه ریتم تتا در ثبت در حالت چشم بسته بالاتر از دو حالت دیگر است. پس از آن به‌ترتیب ثبت در حین تکلیف و ثبت چشم باز قرار دارند.

جدول ۲- میانگین و انحراف استاندارد دامنه ریتم تتا در منطقه Fz

ثبت در حالت چشم باز		ثبت در حالت چشم بسته		ثبت در حالت تکلیف	
میانگین	انحراف	میانگین	انحراف	میانگین	انحراف
استاندارد		استاندارد		استاندارد	
۱۹/۳۹	۸/۳۶	۲۵/۲۳	۱۹/۳۳	۲۴/۰۱	۱۳/۰۵

همان‌طور که ذکر شد، در این پژوهش برای تحلیل استنباطی داده‌ها از آزمون t برای نمونه‌های جفت شده استفاده شد. به‌این‌ترتیب که ابتدا پیش فرض‌های مرتبط با این آزمون بررسی شد. این آزمون می‌تواند تغییرات یک متغیر را در مورد یک گروه تحت‌تأثیر دو شرایط متفاوت بررسی کند. برای استفاده از این آزمون، بایستی هر مشاهده مستقل از مشاهده دیگر باشد و نیز متغیر مورد مطالعه و توزیع نمونه نرمال باشد. لازم به ذکر است که داده‌های حاصل از EEG در اصل توزیع نرمال ندارند؛ ولی در مسیر عددی شدن از طریق FFT، به توزیع نرمال تبدیل می‌شوند. بنابراین، با برقراری پیش‌شرط‌های استفاده از این آزمون، به تفکیک میانگین دامنه ریتم تتا در حالت تکلیف با حالت چشم باز و سپس با حالت چشم بسته مقایسه شد.

نتایج حاصل از اجرای آزمون t برای نمونه‌های جفت‌شده، نشان‌دهنده تفاوت معنادار بین میانگین دامنه ریتم تتا در مناطق پیشانی در حالت تکلیف با هر دو حالت استراحت ( $p < 0/05$ ) بود. میزان معناداری در مقایسه بین حالت تکلیف و حالت چشم باز ( $p = 0/0049$ ) قابل‌توجه بود. میزان معناداری بین حالت تکلیف و چشم بسته نیز معنادار بود ( $p = 0/49$ ). پس بارگذاری حافظه فعال در حین یادگیری و انجام تکلیف توجهی بالاتر از حالت استراحت بوده است. این بارگذاری که همبسته با دامنه ریتم تتا در مناطق پیشانی مغز در نظر گرفته

شده، در حالت تکلیف نسبت به حالت چشم باز به مراتب بیشتر از چشم بسته بوده و معناداری قوی تری نشان داده است. جدول ۳، نتایج آزمون t را برای مقایسه میانگین سه گروه (به صورت دوجه دو باهم) نشان می‌دهد.

جدول ۳- نتایج آزمون t همبسته

سطح معناداری	درجه آزادی	آماره t	
۰/۴۹	۵۱	۰/۶۹	حالت VCPT در مقایسه با EC
۰/۰۰۰۴۹	۵۱	۳/۷۲	حالت VCPT در مقایسه با EO

### بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر، با هدف بررسی تغییر در بارگذاری حافظه فعال در حین انجام تکلیف توجهی در کودکان دارای اختلال یادگیری انجام شده است. حافظه فعال به‌عنوان نقص شناختی رایج در این اختلال که بر حیطه‌های مختلف عملکرد تحصیلی تأثیر می‌گذارد شناخته می‌شود (سادوک و همکاران، ۲۰۱۷). پس ما به دنبال پاسخ به این سؤال بودیم که آیا با وجود نقص در حافظه فعال در این کودکان، بارگذاری حافظه فعال در حین تکلیف بالاتر از حالت استراحت خواهد بود یا خیر؟ در این مطالعه به واسطه مزایای EEG، در مقایسه با سایر روش‌های اندازه‌گیری حافظه فعال و اجرایی بودن این روش در حین اجرای تکلیف بدون تأثیرگذاری بر میزان بارگذاری حافظه از ثبت EEG، برای اندازه‌گیری و مونیور حافظه فعال استفاده شد. دامنه ریتم تنای خط وسط در مناطق پیشانی در مطالعات مختلف، به‌عنوان بازنمایی میزان بارگذاری حافظه فعال مطرح شده است (گوین و همکاران، ۱۹۹۸؛ جنسن و تخ، ۲۰۰۲؛ اونتون، دلورم و ماکینگ، ۲۰۰۵؛ سائوسنگ و همکاران، ۲۰۱۰).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که دامنه ریتم تنای در حالت تکلیف، یعنی با افزایش بارگذاری حافظه فعال افزایش می‌یابد. این نتیجه با نتایج حاصل از مطالعات انجام شده بر روی نمونه‌های نرمال همخوان است. افزایش دامنه ریتم تنای در مناطق پیشانی طبق مطالعات نشان‌دهنده تلاش ذهنی بالاتر بوده و نشان‌دهنده افزایش در فعالیت مناطق قدامی قشر سینگولیت به‌عنوان مؤلفه‌ای مهم در فرایندهای توجهی است (گوین و همکاران، ۱۹۹۸). این یافته در شرایطی حاصل شده که در مسیر انتخاب نمونه افراد دارای ملاک‌های اختلال نقص‌توجه- بیش‌فعالی به دقت از گروه نمونه خارج شده‌اند و گوین و همکاران (۱۹۹۸) بیان می‌کنند که بالا بودن دامنه ریتم تنای به‌صورت قابل‌توجه، خود عاملی برای افزایش احتمال خطاهای توجهی خواهد بود. زیرا مسیرهای ورودی داده، دیگر قادر به تشخیص اطلاعات مربوط از نامربوط نخواهند بود. پس با وجود نداشتن همبود نقص‌توجه، احتمال خطاهای ناشی از بی‌دقتی به‌علت نواقص حافظه فعال، در افراد دارای اختلال یادگیری افزایش می‌یابد.

جنسن و تخ (۲۰۰۲)، بیان می‌کنند که مطالعات متعددی در حوزه EEG و EMG، افزایش دامنه ریتم تنای را در خط وسط در لوب‌پیشانی مرتبط با میزان بارگذاری حافظه فعال دانسته‌اند. اما همین مطالعه گزارش‌هایی از افزایش دامنه ریتم آلفا در مناطق خلفی همزمان با افزایش دامنه ریتم تنای در مناطق قدامی ارائه کرده که نشان می‌دهد، در بررسی تغییر در ریتم‌های مغزی بایستی ارتباط بین هم‌نوسانی این ریتم‌ها را در نظر گرفت.



ازسوی دیگر، تأثیر شبکه‌های مغزی در یک فعالیت شناختی را بایستی همزمان با بررسی نقطه‌ای یک تغییر مدنظر قرار داد.

نکته قابل توجه در مسیر انتخاب نمونه در این مطالعه، تعیین گروه نمونه بر مبنای ملاک‌های DSM-5 است. در این راهنما، اختلال یادگیری با تظاهرات مختلف در حوزه خواندن، نوشتن و ریاضی یک تعریف کلی دارد (مول، گوبل، گوچ، لندرل و اسنولینگ، ۲۰۱۴). اما مطالعاتی که بر مبنای راهنماهای پیشین DSM اجرا شده‌اند، زیربنای شناختی متفاوت برای این تظاهرات قائل هستند. لندرل و همکاران (۲۰۰۹)، در مطالعه‌ای بر روی زیربنای شناختی اختلال خواندن و اختلال ریاضی مطرح می‌کند که در ضعف‌های شناختی پایه برای اختلال خواندن لوپ‌های واجی مغز و در مورد اختلال ریاضی لوپ‌های عددی مغز دخیل هستند و در شرایط همبودی در هر دو لوپ، نواقص قابل مشاهده است. در پژوهش حاضر، هر ۵۲ کودک انتخاب شده حداقل در دو حیطة از اختلالات یادگیری نقص نشان داده‌اند. این امر می‌تواند محدودیتی در اجرای این پژوهش محسوب نشود؛ زیرا طبق گزارش سادوک و همکاران (۲۰۱۷) و مول و همکاران (۲۰۱۴)، مطالعات متعدد نشان‌دهنده اشتراک ژنتیک این تظاهرات و آمار بالای همبودی میان آن‌ها در طول زمان هستند. اما شاید برای ارزیابی تفاوت‌ها و شباهت‌های زیستی و شناختی این تظاهرات بتوان مقایسه‌ای بین دامنه ریتم‌های مغزی مختلف در مناطق مختلف مغز در تظاهرات مختلف اختلال یادگیری انجام داد.

یکی از محدودیت‌های این پژوهش، بحث تنش درونی کودکان دارای اختلال یادگیری در حین اجرای یک تکلیف به واسطه اشراف آن‌ها بر ضعف‌هایشان می‌باشد که ممکن است، با توجه به نوع اضطراب و زمینه زیستی در ریتم تنای پیشانی بروز پیدا کند. بدین معنا احتمال این که این کودکان اضطراب فراگیر یا ترس‌های خاص نداشته باشند؛ اما به علت ضعف‌های تحصیلی در حین تکلیف دچار اضطراب شوند وجود دارد. اضطراب عملکرد و حتی تنش درونی مستمر، به راحتی می‌توانند مورد توجه والدین یا معلمان قرار نگیرد. ازسوی دیگر اوگریم، کروپوتوو و هستاد (۲۰۱۲)، بیان می‌کنند که ریتم تنای با شرایط مختلف هیجانی و شناختی در ارتباط است و بالابودن آن را نمی‌توان صرفاً به قوت و ضعف در مسائل توجهی و کارکردهای اجرایی نسبت داد. بنابراین، پیشنهاد می‌شود با کمک نرم‌افزارهای مکان‌یابی منبع موج مثل s-Loreta با تعیین محل تولید این ریتم‌ها در مناطق زیرقشری مغز در اعضای نمونه به صورت جداگانه، احتمال افزایش آن بر اثر اضطراب و تنش درونی را مدنظر قرار داد.

محدودیت دیگری که برای این پژوهش می‌توان در نظر گرفت، طبقه اجتماعی بالاتر از متوسط اعضای نمونه با هدف حذف تأثیر شرایط اجتماعی-اقتصادی بر عملکرد تحصیلی است. این احتیاط در انتخاب نمونه می‌تواند بر تعمیم نتایج اثرگذار باشد. زیرا کودکانی که از طبقه اجتماعی بالاتر از متوسط هستند، معمولاً در مسیر تحول، تحت آموزش‌های متنوعی قرار گرفته‌اند که ممکن است با تأثیر بر انعطاف‌پذیری نرونی، برخی نواقص را در مسیرهای مغزی دخیل در اختلال یادگیری جبران کرده باشند.

## تشکر و قدردانی

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند تا از آقای دکتر مارتین آرنز استاد/ پژوهشگر دانشگاه اوترخت هلند و مدیر مؤسسه پژوهشی brain clinic، به جهت کمک‌های بی‌دریغ‌شان در زمینه روش‌شناسی و تحلیل داده‌ها قدردانی و تشکر نمایند.

## منابع

- جاویدنیا، س.، کامکاری، ک.، و موللی، گ. (۱۳۹۲). بررسی ویژگی‌های روان‌سنجی نسخه نوین هوش‌آزمای تهران-استنفورد بینه، در کودکان با تشخیص نارساخوانی. *مجله مطالعات ناتوانی*. ۱۳(۱)، ۵۱-۴۴.
- رستمی، ر.، رستم کلایی، ن. ا.، خدابنده‌لو، ی.، غلامعلی‌نژاد، ف.، و بانسی، ع. ر. (۱۳۹۵). طرح پژوهشی: انطباق، اعتباریابی و رواسازی مقدماتی آزمون‌های پیشرفت تحصیلی وودکاک جانسون در دانش‌آموزان شهر تهران. مجری: دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی دانشگاه تهران.
- شیری امین‌لو، م.، کامکاری، ک.، و شکرزاده، ش. (۱۳۹۲). روایی همزمان نسخه نوین هوش‌آزمای تهران- استنفورد-بینه و نسخه دوم مقیاس هوشی وکسلر کودکان. *مجله تعلیم و تربیت استثنائی*. ۷، ۶۱-۵۰.
- فرید، ف.، کامکاری، ک.، صفاری‌نیا، م.، و افروز، س. (۱۳۹۳). مقایسه روایی تشخیصی نسخه نوین هوش‌آزمای تهران استنفورد بینه و نسخه چهارم مقیاس هوش وکسلر کودکان در ناتوانی یادگیری. *مجله ناتوانی‌های یادگیری*. ۴، ۱۲۳-۷۰.

## References

- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*. 255(5044), 556-559.
- Bae, G. Y., & Luck, S. J. (2018). Dissociable decoding of spatial attention and working memory from EEG oscillations and sustained potentials. *Journal of Neuroscience*. 38(2), 409-422.
- Bender, W. (2004). Learning disabilities: Characteristics, identification and teaching strategies. Boston: Pearson.
- Boyle, C., Boulet, S., Schieve, L., Cohen, R., Blumberg, S., Yeargin-Allsopp, M., Kogan, M. (2011). Trends in the prevalence of developmental disabilities in US children, 1997-2008. *Journal of Pediatrics*. 127(6), 1034-1042.
- Gevens, A., Smith, M. E., Leong, H., McEvoy, L., Whitfield, S., Du, R., & Rush, G. (1998). Monitoring working memory load during computer-based tasks with EEG pattern recognition methods. *Human Factors*. 40(1), 79-91.
- Jensen, O., & Tesche, C. D. (2002). Frontal theta activity in humans increases with memory load in a working memory task. *European Journal of Neuroscience*. 15(8), 1395-1399.
- Landerl, K., Fussenegger, B., Moll, K., & Willburger, E. (2009). Dyslexia and dyscalculia: Two learning disorders with different cognitive profiles. *Journal of Experimental Child Psychology*. 103(3), 309-324.

- Moll, K., Göbel, S. M., Gooch, D., Landerl, K., & Snowling, M. J. (2014). Cognitive risk factors for specific learning disorder: Processing speed, temporal processing, and working memory. *Journal of Learning Disabilities*, 49(3), 272-281.
- Ogrim, G., Kropotov, J., & Hestad, K. (2012). The quantitative EEG theta/beta ratio in attention deficit/hyperactivity disorder and normal controls: sensitivity, specificity, and behavioral correlates. *Psychiatry Research*, 198(3), 482-488.
- Onton, J., Delorme, A., & Makeig, S. (2005). Frontal midline EEG dynamics during working memory. *Journal of Neuroimage*, 27(2), 341-356.
- Raghavachari, S., Kahana, M. J., Rizzuto, D. S., Caplan, J. B., Kirschen, M. P., Bourgeois, B., ... & Lisman, J. E. (2001). Gating of human theta oscillations by a working memory task. *Journal of Neuroscience*, 21(9), 3175-3183.
- Sadock, B., Sadock, V., & Ruiz, P. (2017). *Kaplan and Sadock's Comprehensive Textbook of Psychiatry*. Philadelphia: Wolters Kluwer.
- Sauseng, P., Griesmayr, B., Freunberger, R., & Klimesch, W. (2010). Control mechanisms in working memory: a possible function of EEG theta oscillations. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 34(7), 1015-1022.
- Sauseng, P., Klimesch, W., Schabus, M., & Doppelmayr, M. (2005). Fronto-parietal EEG coherence in theta and upper alpha reflect central executive functions of working memory. *International Journal of Psychophysiology*, 57(2), 97-103.
- Scheeringa, R., Petersson, K. M., Oostenveld, R., Norris, D. G., Hagoort, P., & Bastiaansen, M. C. (2009). Trial-by-trial coupling between EEG and BOLD identifies networks related to alpha and theta EEG power increases during working memory maintenance. *Journal of Neuroimage*, 44(3), 1224-1238.
- Schrank, F., & Wendling, B. (2012). The Woodcock-Johnson III normative update: Tests of cognitive abilities and tests of achievement. In contemporary intellectual assessment. Itasca, IL: Riverside Publishing.
- Stipacek, A., Grabner, R. H., Neuper, C., Fink, A., & Neubauer, A. C. (2003). Sensitivity of human EEG alpha band desynchronization to different working memory components and increasing levels of memory load. *Neuroscience Letters*, 353(3), 193-196.