

## بررسی اثربخشی نوروفیدبک در امواج مغزی، کارکردهای اجرایی و عملکرد ریاضی کودکان مبتلا به اختلال یادگیری خاص با اسپیسیفایر ریاضی محمد نریمانی<sup>۱</sup>، نسترن مهاجری اول<sup>۲</sup> و الناز انصافی<sup>۳</sup>

### چکیده

هدف از پژوهش حاضر بررسی اثربخشی نوروفیدبک در امواج مغزی، کارکردهای اجرایی و عملکرد ریاضی کودکان مبتلا به اختلال یادگیری خاص با اسپیسیفایر ریاضی است. این مطالعه به صورت تک آزمودنی از نوع طرح چند خط پایه با استفاده از یک رفتار در افراد مختلف انجام گردید. جامعه آماری پژوهش حاضر، شامل کلیه دانش آموزان ۷ تا ۹ ساله دارای اختلال یادگیری خاص با اسپیسیفایر ریاضی شهر تهران بود. جهت انتخاب شرکت کنندگان، ۳ نفر با روش نمونه‌گیری هدفمند که به مطب روان شناسی مراجعه کرده بودند، انتخاب شدند. در این مطالعه هر یک از کودکان ۲۰ جلسه نوروفیدبک را به صورت دو جلسه در هفته دریافت نمودند. آموزش نوروفیدبک در ناحیه پیشانی بود که مرکز فعالیت‌های شناختی سطح بالا و کارکردهای اجرایی است. به منظور بررسی امواج مغزی و کارکرد اجرایی و عملکرد ریاضی کودکان، قبل و بعد از درمان ارزیابی کلینیکال Q و آزمون CAS و آزمون ریاضی انجام شد. نتایج نشان دادند که نوروفیدبک بر نسبت‌های بتا/بتا، نسبت تتا/بتا، بتا بالانس، افزایش آلفا (کلینیکال Q) و توجه، پردازش متوالی، پردازش همزمان (تست CAS) و مهارت‌های ریاضی (تست ریاضی) موثر بوده است.

**واژه‌های کلیدی:** اختلال یادگیری خاص با اسپیسیفایر ریاضی، نوروفیدبک، کلینیکال Q، کارکرد اجرایی

۱. استاد ممتاز گروه روان شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی

۲. نویسنده‌ی رابط: دانشجوی دکتری روان شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی (nastaranmohajeri@yahoo.com)

۳. دانشجوی دکتری روان شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی

تاریخ دریافت: ۹۵/۲/۱۲

تاریخ پذیرش: ۹۶/۱/۲۰

**مقدمه**

اختلال یادگیری<sup>۱</sup> به یک سازه واحد یا یک اختلال که با نقص در پیشرفت مهارت‌های تحصیلی مرتبط است، اشاره می‌کند، این اختلال دارای ماهیتی ناهمگن است، که این ناهمگنی در الگوهای تحصیلی، قوت و ضعف پردازش اطلاعات و هم چنین در سیستم‌های طبقه بندی اصلی به عنوان اختلال‌های تحصیلی حوزه خاص مانند اختلال خواندن، نوشتن و یا اختلال در ریاضیات منعکس می‌شود (کسی<sup>۲</sup>، ۲۰۱۲). اختلال یادگیری دارای مشخصه‌هایی نظیر دشواری در فراگیری و کارکرد گوش دادن، حرف زدن، خواندن، نوشتن و محاسبه هست. این اختلال‌ها پایه عصب شناختی و روندی تحولی دارد، که پیش از دبستان شروع می‌شود و اگر درمان نشود تا بزرگسالی ادامه می‌یابد (گارتلند و استروسنیدر<sup>۳</sup>، ۲۰۰۷).

طبق معیارهای DSM-5<sup>۴</sup> برای تشخیص اختلال یادگیری خاص با اسپیسیفایر ریاضی فرد نقیصی در چهار گروه از مهارت‌ها که شامل: درک اعداد، به یاد سپردن و به یاد آوردن مواد حفظی مثل جدول ضرب، محاسبات ریاضی صحیح و صریح، استدلال ریاضی صحیح نقص دارد (نریمانی، ۱۳۹۳). برای قرار گرفتن در طبقه بندی اختلال یادگیری خاص با اسپیسیفایر ریاضی، باید عملکرد فرد در حساب اساساً زیر سن، توانایی‌های هوشی و تحصیلی مورد انتظار باشد و هم چنین این اختلال باید به طور جدی برای پیشرفت تحصیلی یا زندگی روزمره مشکل ایجاد کند. یکی از مهم‌ترین مشکل‌های افراد مبتلا به اختلال یادگیری خاص با اسپیسیفایر ریاضی، نقص در کارکردهای اجرایی<sup>۵</sup> در این افراد است. حافظه کاری<sup>۶</sup> این افراد بسیار تحت تاثیر قرار می‌گیرد (نریمانی و سلیمانی، ۱۳۹۲؛ قمری گیوی، نریمانی و ربیعی، ۱۳۸۸). حافظه کاری به‌عنوان یک موتور جستجوگر ذهن در این

- 
1. Learning Disorder
  2. Casey
  3. Gartland & strosnider
  4. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorder & Fifth
  5. Executive Function
  6. Working Memory

افراد ناکارآمد است (کلمن<sup>۱</sup>، ۲۰۱۵). DSM-5، شیوع هر یک از اختلال‌های یادگیری را در دانش‌آموزان سنین مدرسه بین ۵ تا ۱۵ درصد گزارش نموده است و برآورد شده است که یک درصد از کودکان دبستانی دارای ناتوانی ریاضی هستند (کلمن، ۲۰۱۵).

کودکان دچار اختلال یادگیری از اختلال در کارکردهای اجرایی رنج می‌برند، کودکانی که ریاضیات آنها ضعیف است، در کارکردهای اجرایی از جمله بازداری پاسخ و حفظ اطلاعات در حافظه فعال، دچار مشکل‌های زیادی هستند (بال و اسکریریف<sup>۲</sup>، ۲۰۰۱؛ قمری گیوی، نریمانی و محمودی، ۱۳۹۱). کارکردهای اجرایی در واقع، کارکردهایی هم‌چون سازماندهی<sup>۳</sup>، تصمیم‌گیری<sup>۴</sup>، حافظه کاری، حفظ و تبدیل کنترل حرکتی<sup>۵</sup>، احساس و ادراک زمان<sup>۶</sup>، پیش‌بینی آینده<sup>۷</sup>، بازسازی<sup>۸</sup>، زبان درونی<sup>۹</sup> و حل مسئله<sup>۱۰</sup> را می‌توان از جمله مهم‌ترین کارکردهای اجرایی عصب شناختی دانست که در زندگی و انجام تکالیف یادگیری و کنش‌های هوشی به انسان کمک می‌کند (بارکلی<sup>۱۱</sup>، ۱۹۹۸).

بعلاوه در کودکان دچار اختلال یادگیری، فعالیت مغزی نابهنجار دیده می‌شود که بیشتر در دامنه امواج تتا و آلفا است (بسرا، فرناندز و هارمونی<sup>۱۲</sup>، ۲۰۰۶). مغز افراد دچار اختلال یادگیری، در موقع انجام یک تکلیف شناختی مثل خواندن، حساب کردن یا گوش دادن، به سمت امواج تتا می‌رود. امواج آهسته مثل تتا، نشان دهنده فعالیت مغزی آشفته، حواس پرتی و عدم تمرکز است

1. Colman
2. Bull & Screirf
3. Organizing
4. Decision Making
5. Motion Control
6. Sensation and Perception of time
7. Predicting the Future
8. Rebuilding
9. Inner Language
10. Problem Solving
11. Barkley
12. Becerra & Fernandez & Harmony

(لوبار<sup>۱</sup>، ۲۰۰۳). در تحقیقاتی از نوروفیدبک برای درمان اختلال یادگیری استفاده کردند و پروتکل درمانی آنان، افزایش بتای ۱۵ تا ۱۸ هرتز و سرکوب تتای ۴ تا ۷ هرتز بوده (مارینوس، برتلر، مارتینجن<sup>۲</sup>، ۲۰۱۰) و موثر واقع شده است (رجبی، نریمانی و ابوالقاسمی، ۱۳۹۴؛ نریمانی و رجبی، ابوالقاسمی، نظری و زاهد، ۱۳۹۱؛ نریمانی و رجبی، ۱۳۹۱)

امواج مغزی ما با توجه به کارکرد و بسامد متفاوتی که دارند عبارتند از: دلتا، دلتا به امواج ۰/۵ تا ۴ هرتز گفته می‌شود، دلتا با فرکانس کمتر از یک هرتز در حین خواب دیده می‌شود. مستقیماً در کر تکس تولید می‌شود و ظاهراً منعکس کننده سازماندهی مجدد قشری در چرخه بیداری است (نیازف<sup>۳</sup>، ۲۰۰۷). تتا، به امواج ۴ تا ۸ هرتز تا گفته می‌شود. تثبیت حافظه<sup>۴</sup>، یادگیری و خاموشی<sup>۵</sup>، یادگیری و یادداری<sup>۶</sup>، شرطی سازی کلاسیک هیجان‌های مثبت و انگیزش، کد گذاری و بازیابی<sup>۷</sup>، حفاظت از حافظه کوتاه مدت از دیگر فرضیه‌های مطرح شده در نقش ریتم های تتا است (هاموند<sup>۸</sup>، ۲۰۱۱). آلفا، به امواج ۸ تا ۱۲ هرتز گفته می‌شود. شواهد نشان داده‌اند که فعالیت باند آلفا در طول عملکرد حافظه تغییر می‌کند. نیازهای حافظه کوتاه مدت باعث هماهنگ سازی در باند تتا می‌شوند، در حالی که حافظه معنایی بلند مدت به عدم هماهنگی مبتنی بر تکلیف خاص در باند آلفای بالا منتهی می‌شود. فعالیت آلفا با نیازهای حافظه افزایش می‌یابد، این افزایش به آن معنا نیست که این نواحی در پردازش، افزایش فعالیت نشان می‌دهند، بلکه توسط مناطق دیگر بازداری می‌شوند (آنجلایکز، استاتوپلوس و فرایمیر<sup>۹</sup>، ۲۰۰۷). بتا، ریتم‌های بتا همه فرکانس‌های بالاتر از ۱۳ هرتز را شامل می‌شود. بتای ۱۵ تا ۱۸ هرتز با تمرکز و پردازش شناختی ارتباط دارد (هاموند،

1. Lubar
2. Marinus, Breteler & Martijn
3. Knyazev
4. Memory Consolidation
5. Learning & Extinction
6. Learning & Retention
7. Encoding & Retrieval
8. Hammond
9. Angelakis, Stathopoulos & Frymiar

۲۰۱۱). ریتم حسی-حرکتی (SMR)، یک قسمت از امواج بتا با فرکانس ۱۲ تا ۱۵ هرتز می‌باشد. ریتم حسی-حرکتی بوسیله ذهن فعال و بدن آرام و با تمرکز زیاد، توجه کردن، ذخیره اطلاعات و بازیابی مشخص می‌شود (لیبو<sup>۱</sup>، ۱۹۹۹). برای بررسی امواج مغزی و اندازه‌گیری آنها می‌توان از روش‌های مختلفی مثل بیس لاین<sup>۲</sup>، کلینیکال Q<sup>۳</sup>، و QEEG<sup>۴</sup> استفاده نمود، در این پژوهش از روش کلینیکال Q استفاده شده است.

کلینیکال Q یک روش ثبت امواج مغزی به صورت دوکاناله است، داده‌های EEG را در طی چند مرحله متوالی و طی چند فعالیت که عبارتند از چشم باز<sup>۵</sup>، چشم بسته<sup>۶</sup> و در حال انجام فعالیت شناختی<sup>۷</sup> ثبت می‌کند (سوینگل<sup>۸</sup>، ۲۰۰۸). این فرایند در چهار مرحله انجام می‌شود، سوین گلاین چهار نقطه را براساس مطالعه گروه گسترده‌ای از افراد و شناسایی نقاط مهم که در اختلال‌ها نقش اساسی دارند، به‌دست آورده است. بنابراین این شیوه ثبت برای تمام اختلال‌ها یکسان بوده و جهت شناسایی اختلال‌های مختلف استفاده می‌شود. نقاطی که الکترودها نصب شده‌اند بر مبنای سیستم ۲۰/۱۰ می‌باشد. کانال A، فقط روی F4 نصب می‌شود و جای کانال B عوض می‌شود. در مرحله اول روی Cz، و در مرحله دوم روی O1، در مرحله سوم روی F3 و در نهایت در مرحله چهارم روی Fz نصب می‌شود. کل مراحل ۵ دقیقه و ۲۰ ثانیه طول می‌کشد. مزیت این روش به علت استخراج اطلاعات از کلینیکال Q و استفاده از آنها در تعیین پروتکل درمانی نوروفیدبک و در نهایت درمان مراجع می‌باشد (سوینگل، ۲۰۱۳). اطلاعات بدست آمده توسط کلینیکال Q راهنمایی برای تشخیص مشکل‌ها و ویژگی‌های فرد است (سوینگل، ۲۰۱۳).

1. Laibow
2. Baseline
3. Clinical Q
4. Quantitative Electroencephalography
5. Eyes open
6. Eyes closed
7. Cognitive Task
8. Swingle

نوروفیدبک، شکل خاصی از EEG بیوفیدبک است (اگنر، زچ و گروزلیر، ۲۰۰۴). نوروفیدبک فرایند ضبط و فرستادن داده‌ها به سوی مراجع است (دموس<sup>۲</sup>، ۲۰۰۵)، بیمار با کمک درمانگر و با دریافت محرک‌های دیداری و شنیداری قادر خواهد بود هر یک از امواج آلفا، بتا، تتا، دلتا را که در مقایسه با پایگاه داده‌های نرمال موجود، نابهنجار تشخیص داده شده و خارج از شکل طبیعی عمل می‌کنند، کنترل کرده و طی جلسات آموزش آن‌ها را به حالت بهنجار تبدیل کنند (جانستون<sup>۳</sup>، ۲۰۰۵). مطالعات نشان دهنده شباهت بالای این فرایندها با مراحل وقوع شرطی سازی عامل بوده است. از آنجا که اثر بخشی نوروفیدبک بر اساس یک فرایند یادگیری و شرطی سازی عامل است، طول دوره درمان معمولاً بلند مدت (حداقل ۲۰ تا ۳۰ جلسه) می‌باشد (هاموند، ۲۰۱۱). نوروفیدبک ابتدا به عنوان روش درمانی صرع کشف شد ولی در مطالعات بعدی برای دامنه‌ای از اختلال‌ها از جمله کمبود توجه و بیش‌فعالی<sup>۴</sup> و مشکل‌های یادگیری به کار برده شد (ماتیو و سیگفرد<sup>۵</sup>، ۲۰۰۵). از روش درمانی نوروفیدبک برای اسکیزوفرنی، صدمه مغزی<sup>۶</sup> (والکر، نورمن و وبر<sup>۷</sup>، ۲۰۰۰؛ بونیاس، لیبو و استایبین<sup>۸</sup>، ۲۰۰۲)، اختلال یادگیری (دموس، ۲۰۰۵)، اختلال بیش‌فعالی و نقص توجه (فاکس، تراپ و فاکس<sup>۹</sup>، ۲۰۰۵؛ لوفتوز، آرنولد و هرچز<sup>۱۰</sup>، ۲۰۱۱)، صرع (ماتیو و سیگفرد، ۲۰۰۵) استفاده می‌شود. با توجه به مشکل‌های امواج مغزی افراد دچار اختلال یادگیری، پژوهش حاضر به بررسی این موضوع می‌پردازد که آیا نوروفیدبک بر کارکردهای اجرایی و عملکرد ریاضی کودکان مبتلا به اختلال یادگیری خاص با اسپیسیفایر

1. Egner, Zechb & Gruzelier
2. Demos
3. Johnston
4. Attention Deficit & Hyperactivity
5. Mathew & Siegfried
6. Traumatic Brain Injury
7. Walker & Norman & Weber
8. Bounias, Laibow & Stubbiebine
9. Fox, Tharp & Fox
10. Lofthouse, Arnold & Herschs

ریاضی تاثیر دارد یا نه؟

## روش

طرح تحقیق، تک آزمودنی از نوع طرح چند خط پایه ای از یک رفتار در افراد مختلف می باشد. در این پژوهش، متغیر مستقل، روش درمانی نوروفیدبک است و متغیرهای وابسته، تکالیف ریاضی، کارکرد اجرایی و امواج مغزی می باشد که به ترتیب، توسط آزمون ریاضی، آزمون CAS و روش ارزیابی کلینیکال Q، قبل و بعد از درمان اندازه گیری شد.

**جامعه، نمونه و روش نمونه گیری:** جامعه آماری این تحقیق تمامی کودکان مبتلا به اختلال یادگیری خاص با اسپسیفایر ریاضی مراجعه کننده به مراکز درمانی شهر تهران در پاییز و زمستان ۹۴ بودند. از میان مراجعان به مطب روان شناسی و نوروفیدبک، ۳ نفر از بین کسانی که ملاک های زیر را شامل می شدند با روش نمونه گیری هدفمند، انتخاب شدند:

ملاک های ورود: ۱) داشتن ملاک های اختلال یادگیری ریاضی بر اساس DSM-IV-IR،  
۲) داشتن سن بین ۷ تا ۹ سال (۳) داشتن ضریب هوشی نرمال بین ۹۰ تا ۱۱۵ و ملاک خروج:  
۱) داشتن اختلال همبودی دیگر مثل نارساخوانی، اختلال بیش فعالی و نقص توجه.

**ارزیابی کلینیکال Q:** یک روش ارزیابی و تعیین پروتکل درمانی برای نوروفیدبک می باشد. این روش ضعیف تر از QEEG، ۱۹ کاناله نیست، هدف استفاده از کلینیکال Q این است که فرایند درمان نوروفیدبک موثرتر باشد، با استفاده از این روش تعداد جلسات نوروفیدبک کاهش می یابد (سوینگل، ۲۰۰۸). مزیت این روش این است که در فرایند ارزیابی و درمان هارمونی‌های پخش می شود و واکنش مغز نسبت به آنها سنجیده می شود، با توجه به واکنش مغز نسبت به هارمونی‌ها، در جلسات درمان از آن برای هدایت مغز برای افزایش یا کاهش موج مغزی مورد نظر استفاده می شود. چهار هارمونی سرن<sup>۲</sup>، سویپ<sup>۳</sup>، موزارت<sup>۱</sup> و آمنی<sup>۴</sup>، در این فرایند وجود دارند. فرایند ثبت، طی چهار

1. Harmonic
2. Seren
3. Sweep

مرحله انجام می‌شود و به صورت دو کاناله می‌باشد، دو الکتروود روی سر نصب می‌شود و بر روی هر یک از گوش‌ها نیز دو الکتروود نصب می‌شود. در مرحله اول الکتروود کانال A روی F4 و کانال B روی CZ است، در ۳۰ ثانیه اول ثبت به صورت چشم باز، در ۲۰ ثانیه بعدی ثبت به صورت چشم بسته، بعد ۲۰ ثانیه چشم باز، و بعد ۴۵ ثانیه در حال انجام فعالیت شناختی (به مراجعین گفته می‌شد که از ۲۰ تا ۱ برعکس بشمارند)، و بعد ۱۵ ثانیه چشم باز و در آخر ۳۰ ثانیه هارمونی پخش می‌شود. در مرحله دوم الکتروود کانال A ثابت است و کانال B به O1 منتقل می‌شود، و ۳۰ ثانیه اول چشم باز، ۲۰ ثانیه بعدی چشم بسته و در آخر ۲۰ ثانیه چشم بسته ثبت انجام می‌شود. در مرحله سوم نیز کانال A ثابت است و کانال B به نقطه F3 انتقال می‌یابد، و ۴۵ ثانیه ثبت چشم بسته انجام می‌شود. در مرحله چهارم کانال A ثابت است و کانال B به نقطه Fz انتقال می‌یابد و ۴۵ ثانیه ثبت چشم بسته انجام می‌شود. کل فرایند نیز ۵ دقیقه و ۲۰ ثانیه طول می‌کشد.

**آزمون CAS<sup>۳</sup>:** این آزمون در سال ۱۹۹۷ توسط داس و ناگلیری<sup>۴</sup> توسعه پیدا کرد. این آزمون چهار زیر مقیاس برنامه‌ریزی<sup>۵</sup> (فرایند شناختی که در آن افراد باید برای حل مسئله، راهبردی را تعیین، انتخاب و یا استفاده کنند)، توجه<sup>۶</sup> (فرایند شناختی که در آن افراد باید به محرک‌های خاص توجه کنند، و به محرک‌های نامربوط توجه نکنند)، پردازش متوالی<sup>۷</sup> (فرایند شناختی که در آن افراد باید یک سری تکالیف را پشت سر هم انجام دهند) و پردازش همزمان<sup>۸</sup> (فرایند شناختی که شامل یکپارچه کردن محرک‌های جداگانه در یک گروه واحد است) را می‌سنجد. این آزمون برای افراد ۵ تا ۱۷ ساله طراحی شده است. پردازش شناختی چهارگانه (برنامه‌ریزی، توجه،

1. Mozart
2. Omni
3. Cognitive Assessment System
4. Das & Naglieri
5. Planning
6. Attention
7. Successive Processing
8. Simultaneous Processing



پردازش متوالی و هم زمان) در این تست با سه واحد ساختاری سه گانه پروتکل لوریا<sup>۱</sup> هماهنگ است: الف) پردازش توجه با واحد ساختاری اول لوریا: میان مغز<sup>۲</sup>، ساقه مغزی<sup>۳</sup> و مغز میانی<sup>۴</sup>، ب) پردازش همزمان و متوالی با واحد ساختاری دوم لوریا: پس سری<sup>۵</sup>، گیجگاهی<sup>۶</sup> و آهیانه‌ای<sup>۷</sup>، ج) پردازش برنامه‌ریزی با واحد سوم لوریا: لوب پیشانی<sup>۸</sup>، به خصوص لوب پیش پیشانی هم راستا است. نتایج مطالعه بر روی ۱۶۰۰ کودک نشان داد که نمره‌های CAS با نمره‌های آزمون پیشرفت وود کوک تجدید نظر شده (WJ-R III)<sup>۹</sup> همبستگی دارد. و این همبستگی از ۰/۳۵ تا ۰/۶۴ است و پایایی آزمون بین ۰/۸۰ تا ۰/۹۰ می‌باشد (رونینگ<sup>۱۰</sup>، ۲۰۰۴). روایی و پایایی سیستم ارزیابی شناختی در ایران به صورت ضریب همبستگی پیرسون بین نمره‌های آزمون-آزمون مجدد خرده مقیاس‌های برنامه ریزی و فرایند توجه، ۰/۷۱ تا ۰/۷۷ و ضریب کودر ریچاردسون به منظور بررسی پایایی خرده مقیاس‌های فرایند متوالی و فرایند همزمان ۰/۷۸ تا ۰/۸۱ بدست آمده است (بوجاری، حق‌گو، رستمی و قنبری، ۱۳۹۴).

**آزمون استاندارد ریاضی:** این آزمون توسط شلو، مانور، تسو<sup>۱۱</sup> (۱۹۹۳) ساخته شده است. و به طور وسیعی از آن برای تشخیص اختلال ریاضی استفاده شده است. شامل سه بخش است: بخش اول ادراک اعداد<sup>۱۲</sup> است که دارای ۸ خرده آزمون برای شمردن، فهم کمتر یا بیشتر، تطابق، خواندن اعداد، نوشتن اعداد به صورت حروفی و عددی، مقایسه اعداد، استفاده از علائم ریاضی و

1. Luria Protocol
2. Mesencephalon
3. Brain Stem
4. Midbrain
5. Occipital
6. Temporal
7. Parietal
8. Frontal
9. Woodcock Johnson Revised
10. Ronning
11. Shelo, Manor & Teso
12. Numerical Perception

مرتب کردن اعداد می‌باشد. بخش دوم در مورد تولید عددی<sup>۱</sup> است و دارای خرده آزمون‌هایی برای جمع، تفریق، ضرب و تقسیم ساده و تک رقمی است. بخش سوم در مورد محاسبه عددی<sup>۲</sup> است و شامل خرده آزمون‌هایی برای محاسبات چند رقمی برای جمع، تفریق، ضرب و تقسیم می‌باشد، هم چنین همه خرده آزمون‌ها در هر سه بخش دارای پنج سوال می‌باشد، جمع کل نمره‌های این آزمون ۱۰۰ است. در مطالعه‌ای با نمونه‌ی ۷۰۳ نفر، پایایی آزمون پیشرفت تحصیلی و تشخیصی ریاضی شلو ۰/۹۲ بوده است. در مطالعه برهمند، نریمانی و امانی (۱۳۸۵)، ضریب آلفای کرونباخ این آزمون ۰/۹۵ بدست آمده است.

**روش اجرا:** در این تحقیق ابتدا از هر سه آزمودنی ارزیابی کلینیکال Q، آزمون CAS و آزمون استاندارد ریاضی انجام شد. در مرحله بعد درمان نوروفیدبک بر روی یکی از مراجعان شروع شد، بعد از ۱۰ جلسه که تغییرات محسوس بود، آزمودنی دوم وارد درمان شد، و همزمان هر دو درمان نوروفیدبک را دریافت می‌کردند، بعد از ده جلسه که آزمونی دوم تغییراتی را نشان می‌داد، آزمودنی سوم وارد درمان شد. این کار دقیقاً بر مبنای روش تحقیق تک آزمودنی با طرح چند خط پایه‌ای با استفاده از یک رفتار در افراد مختلف بود. برای هر سه مراجع روند درمان یکسان بود و بر مبنای کلینیکال Q تعیین شده بود. روند درمان به صورت دو کاناله بود که در ده جلسه اول در F<sub>3</sub>-F<sub>4</sub> پروتکل بتا بالانس با هارمونی سویپ و در Cz به صورت تک کاناله بتا و های بتا را سرکوب کردیم. در ده جلسه دوم در F<sub>3</sub>-F<sub>4</sub> پروتکل آلفا بالانس با هارمونی سویپ انجام شد و به صورت تک کاناله در نقطه Fz بتا سرکوب و بتا تقویت شد.

**روش تجزیه و تحلیل داده‌ها:** در هیچ یک از طرح‌های پژوهشی تک آزمودنی از روش تحلیل آماری استفاده نمی‌شود، غالب پژوهشگران حوزه تغییر رفتار و رفتار درمانی نیازی به استفاده از روش‌های آماری نمی‌بینند (نریمانی، رستم اوغلی و نورانی دگرماندرق، ۱۳۹۴). در طرح‌های تک موردی برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از تحلیل‌های نموداری و ترسیمی استفاده می‌شود.

1. Numerical Production
2. Algorithm

شود و بر اساس صعود و نزول متغیر وابسته، قضاوت صورت می‌گیرد (بارلو و هرسن<sup>۱</sup>، ۱۹۷۶؛ به نقل از حمیدپور، ۱۳۸۶). در انتها نیز برای عینی سازی میزان بهبودی از فرمول درصد بهبودی استفاده شده است.

## نتایج

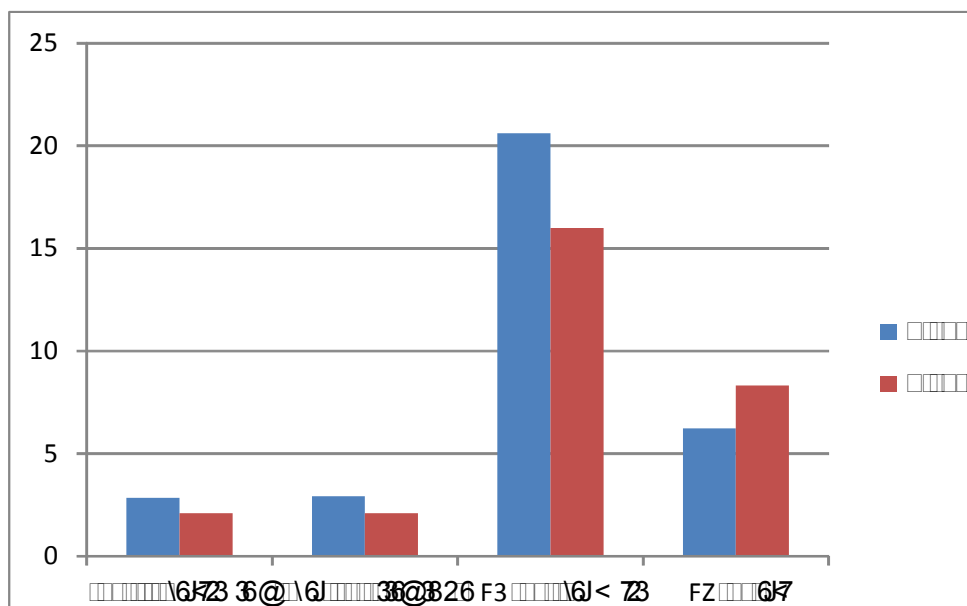
در پژوهش حاضر آزمودنی‌ها به نوبت روش درمانی نوروفیدبک را دریافت کردند، در هر سه آزمودنی، تغییراتی به سمت نرمال شدن امواج مغزی مشاهده می‌شود. جدول ۱ تغییرات امواج مغزی را در آزمودنی‌ها نشان می‌دهد. نسبت‌های بتا به بتا در نقطه FZ در حالت طبیعی بین ۰/۴۵-۰/۵۵ می‌باشد (سوینگل، ۲۰۱۳)، که این تغییرات در امواج مغزی بعد از جلسات درمانی نوروفیدبک در هر سه آزمودنی مشاهده می‌شود. نسبت بتا به بتا در F3/F4 و در CZ باید زیر ۲/۲ باشد، بالاتر از ۲/۲ بودن امواج مغزی در این نقاط نشان دهنده مشکل در تمرکز، نقایص شناختی و عملکرد شناختی است (سوینگل، ۲۰۱۳) که در این امواج نیز تغییرات به سمت نرمال شدن، دیده می‌شود. تفاضل بتا بین F3 و F4 باید زیر ۱۵ درصد باشد، که این تغییرات در دو تا از آزمودنی‌ها دیده می‌شود و در آزمودنی اول نیز عدد به سمت نرمال پیشرفت داشته ولی به حد زیر ۱۵ درصد نرسیده است. در نهایت آلفا در نقطه FZ که پایین تر از حد نرمال بود، در هر سه آزمودنی افزایش نشان می‌دهد جدول زیر تغییرات ایجاد شده در امواج مغزی را قبل و بعد از نوروفیدبک نشان می‌دهد.

جدول ۱. میزان امواج مغزی آزمودنی‌ها در قبل و بعد از روش درمانی نوروفیدبک

آزمودنی سوم		آزمودنی دوم		آزمودنی اول		دامنه امواج مغزی
قبل از	بعد از	قبل از	بعد از	قبل از	بعد از	
مداخله	مداخله	مداخله	مداخله	مداخله	مداخله	
۰/۴۸	۰/۴۲	۰/۵۶	۰/۷۲	۰/۵۲	۰/۶۸	نسبت‌های بتا به بتا در FZ
۲/۴	۳/۱	۱/۸۰	۲/۶۱	۲/۱۲	۲/۸۵	نسبت بتا به بتا در F3/F4
۲/۶۲	۳/۲	۱/۵۲	۲/۷۰	۲/۱۸	۲/۹۱	نسبت بتا به بتا در CZ

Vol. 6, No.3/122-142				دوره‌ی ۶، شماره‌ی ۱۴۲/۳-۱۲۲		
۱۴/۸۰	۲۱/۲۰	۱۵/۰۱	۱۸/۲۳	۱۸/۲	۲۲/۴۱	تفاضل بتا در F3 و F4
۹/۲۸	۷/۲۱	۷/۱۱	۵/۲۵	۸/۶۱	۷	آلفا در FZ

### نمودار ۱. میانگین میزان تغییرات امواج مغزی آزمودنی‌ها در قبل و بعد از روش درمانی نوروفیدبک



با توجه به نمودار ۱ بعد از درمان تغییرات در امواج مغزی مشهود بوده است. نسبت‌های بتا به بتا در FZ در نمودار آورده نشده است، زیرا دامنه نرمال این نسبت بین ۰/۴۵-۰/۵۵ است و به صورت افزایش یا کاهش نیست. و طبق جدول ۱ میزان این نسبت به سمت نرمال برگشته است. نسبت بتا به بتا در F3/F4 و نسبت بتا به بتا در CZ برای هر سه آزمودنی کاهش پیدا کرده و بهبود پیدا کرده است. تفاضل بتا در F3 و F4 نیز کاهش پیدا کرده و به حد نرمال رسیده است و آلفا نیز در FZ افزایش پیدا کرده است. به طور کلی امواج مغزی هر سه مراجع در نقاط تعیین شده نرمال شده است.

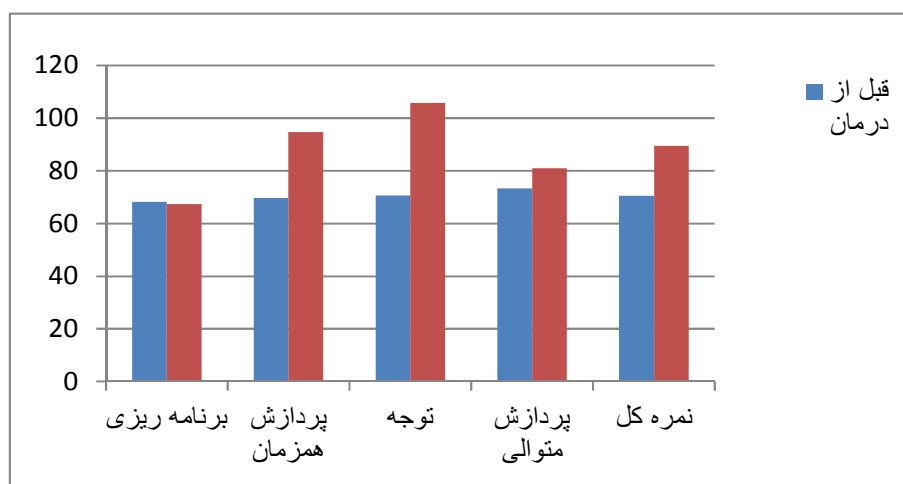
جدول ۲ میزان تغییرات ایجاد شده در آزمون CAS برای سه آزمونی، نشان می‌دهد. به غیر از زیر مقیاس برنامه‌ریزی در بقیه زیرمقیاس‌ها افزایش قابل توجهی نشان می‌دهد. و نمره کل CAS

بررسی اثربخشی نوروفیدبک در امواج مغزی، کارکردهای اجرایی و عملکرد ریاضی کودکان مبتلا به...

برای آزمودنی اول از ۷۴/۲ به ۹۰/۷۵ رسیده و برای آزمودنی دوم از ۶۶/۷ به ۹۰/۷۵ رسیده و در نهایت برای آزمودنی سوم از ۷۰/۵ به ۸۶/۷۵ رسیده است. این تغییرات در میزان میانگین، نشان دهنده تاثیرات نوروفیدبک در کارکردهای اجرایی این افراد می باشد.

جدول ۲. نمره‌های آزمودنی‌ها در آزمون CAS، قبل و بعد از روش درمانی نوروفیدبک

آزمودنی سوم		آزمودنی دوم		آزمودنی اول		زیر مقیاس‌های آزمون CAS
قبل از مداخله	بعد از مداخله	قبل از مداخله	بعد از مداخله	قبل از مداخله	بعد از مداخله	
۶۵	۶۸	۶۴	۶۵	۷۳	۷۲	برنامه ریزی
۹۲	۷۳	۹۸	۷۱	۹۴	۶۵	پردازش همزمان
۱۱۵	۷۰	۱۰۱	۶۳	۱۰۱	۷۹	توجه
۷۵	۷۱	۷۳	۶۸	۹۵	۸۱	پردازش متوالی
۸۶	۷۰	۹۱	۶۶	۹۰	۷۴	نمره کل



نمودار ۲. میانگین میزان تغییرات نمره‌های آزمودنی‌ها در آزمون CAS، قبل و بعد از روش درمانی نوروفیدبک

با توجه به نمودار ۲ می‌توان گفت که میانگین نمره‌های آزمودنی‌ها در مقیاس پردازش همزمان از ۶۹/۶ به ۹۴/۶، در مقیاس توجه از ۷۰/۶ به ۱۰۵/۶، و در مقیاس پردازش متوالی از ۷۳/۳ به ۸۱ افزایش یافته است و نشان می‌دهد که عملکرد آزمودنی‌ها در این سه مقیاس بهبود یافته است. در نهایت میانگین کل نمره‌ها از ۷۰/۴۶ به ۸۹/۴۱ تغییر یافته است و این نمره‌ها نشان دهنده افزایش کارکرد اجرایی آزمودنی‌ها می‌باشد.

جدول ۳ میزان تغییرات ایجاد شده در آزمون استاندارد ریاضی برای هر سه آزمونی، نشان می‌دهد و نمره کل آزمون ریاضی برای آزمودنی اول از ۲۷ به ۴۶ افزایش یافته و برای آزمودنی دوم از ۳۵ به ۵۴ افزایش یافته و در نهایت برای آزمودنی سوم از ۲۲ به ۴۱ افزایش یافته است. این تغییرها در میزان میانگین، نشان دهنده تاثیرات نوروفیدبک در عملکرد ریاضی و به تبع آن در کارکردهای اجرایی این افراد می‌باشد.

جدول ۳. نمرات آزمودنی‌ها در آزمون استاندارد ریاضی، قبل و بعد از روش درمانی نوروفیدبک

آزمودنی اول		آزمودنی دوم		آزمونی سوم		زیر مقیاس‌های آزمون ریاضی
قبل از مداخله	بعد از مداخله	قبل از مداخله	بعد از مداخله	قبل از مداخله	بعد از مداخله	
۱۴	۲۲	۱۶	۲۵	۱۲	۲۰	ادراک اعداد
۷	۱۱	۱۰	۱۵	۵	۱۰	تولید عددی
۶	۱۳	۹	۱۴	۵	۱۱	محاسبه
۲۷	۴۶	۳۵	۵۴	۲۲	۴۱	نمره کل



نمودار ۳. میانگین میزان تغییرات نمرات آزمودنی‌ها در آزمون ریاضی، قبل و بعد از روش درمانی نوروفیدبک

نمودار ۳ میزان تغییرات ایجاد شده در نمره‌های زیر مقیاس‌های آزمون استاندارد ریاضی را نشان می‌دهد. مطابق جدول در تمام خرده مقیاس‌ها و نمره کل آزمودنی‌ها پیشرفت مشاهده می‌شود. میانگین زیر مقیاس ادراک اعداد برای سه آزمودنی از ۱۴ به ۲۲/۳، میانگین زیر مقیاس تولید عددی از ۷/۳ به ۱۲ و میانگین زیر مقیاس محاسبه از ۶/۶ به ۱۲/۶ افزایش یافته است. در نهایت میانگین نمره کل آزمودنی‌ها در این آزمون از ۲۸ به ۴۷ افزایش پیدا کرده است و نشان می‌دهد که آزمودنی‌ها بعد از درمان نوروفیدبک توانایی‌هایشان در ریاضی بهبود پیدا کرده است. برای عینی‌سازی میزان بهبود در آزمودنی‌ها، از فرمول درصد بهبودی استفاده شد. در این فرمول نمره پیش آزمون فرد از نمره پس آزمون کم شده و حاصل آن بر نمره پیش آزمون تقسیم می‌شود و نتیجه در عدد ۱۰۰ ضرب می‌گردد.

## جدول ۴. درصد بهبودی نمره‌های آزمودنی‌ها در آزمون CAS و آزمون استاندارد ریاضی

درصد بهبودی	آزمودنی اول	آزمودنی دوم	آزمونی سوم
آزمون CAS	۲۱/۶۲	۳۷/۸۷	۲۲/۸۵
آزمون ریاضی	۷۰/۰۳	۵۴/۲۸	۸۶/۳۶

## بحث و نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر، بررسی اثر بخشی نوروفیدبک در امواج مغزی، کارکردهای اجرایی و عملکرد ریاضی کودکان مبتلا به اختلال یادگیری خاص با اسپیسفایر ریاضی می‌باشد. تفاوت نمره‌های پیش آزمون و پس آزمون نشان داد که نوروفیدبک باعث بهبود امواج مغزی، کارکردهای اجرایی و عملکرد ریاضی آنها می‌شود. البته در زیر مقیاس برنامه‌ریزی، که مربوط به کارکردهای اجرایی بود، تغییرات معنی‌داری ایجاد نشد.

محققان در تحقیقات خود نشان دادند که بین کارکردهای اجرایی و توجه کودکان دچار ناتوانی‌های یادگیری و کودکان عادی تفاوت وجود دارد. آنها گزارش کرده‌اند که عملکرد کودکان دچار ناتوانی‌های یادگیری در آزمون‌های کارکرد اجرایی (حل مسئله، برنامه‌ریزی، سازماندهی) و توجه، به طور چشمگیری ضعیف‌تر از کودکان عادی است (گری، ۲۰۱۰). مشکل‌های توجه می‌تواند زیر بنای مشکل‌های ادراکی و تحصیلی در کودک باشد، و از طرفی کارکردهای اجرایی، توانایی‌هایی هستند که برای فرایند یادگیری اهمیت دارند. کارکردهای اجرایی عملکردهای زیر بنایی هستند که نظام پیچیده و هدفمندی را به وجود می‌آورند که پایه شناخت می‌گردند. لذا کمک به بهبود توجه و کارکردهای اجرایی کودکان دچار اختلال یادگیری، به عملکرد تحصیلی آنها کمک شایانی می‌کند.

در مقایسه با EEG کودکان عادی، بیشترین میزان یا فرکانس ناهنجاری EEG مشاهده شده در کودکان LD، فزونی فعالیت تتا است (جان و پریچپ، ۱۹۸۸). هم‌چنین جهت عملکرد صحیح

1. Geary
2. Johan & Prichep



تکالیف ذهنی در نواحی درگیر در تکالیف، هم در مورد کودکان و هم بزرگسالان عادی، حداقل میزانی از فعالیت آلفا در حالت سکون (استراحت) مورد نیاز است (فرناندز، هررا و هارمونی<sup>۱</sup>، ۲۰۰۳). در مورد فعالیت امواج تتا نیز، این مسئله قابل ذکر است، این موج با حواس پرتی، بی توجهی، خیال‌بافی و اضطراب در ارتباط می‌باشد (چابوت و سرفونتین<sup>۲</sup>، ۱۹۹۶). به طور کلی نوروفیدبک ظرفیت نرمال کردن امواج مغزی را دارد و بدون عوارض جانبی و روشی غیر تهاجمی است. در مقایسه با سایر درمان‌ها، نتایج مثبت حاصل از این درمان، در طول زمان باقی می‌ماند و بازگشت و عودی در کار نیست (کوبن و پادولسکی<sup>۳</sup>، ۲۰۰۷). با توجه به اینکه کارکردهای اجرایی، حافظه کاری و دیگر فرایندهای شناختی از بالا به پایین، از جمله فرایندهای شناخته شده‌ی کورتکس پیشانی است (کلسای و نودوست<sup>۴</sup>، ۲۰۱۴). با توجه به این عوامل، در این تحقیق روی امواج آلفا و تتا در ناحیه پیشانی کارانجام شده است. در این ناحیه آلفا تقویت و تتا سرکوب شده است.

تقویت حافظه دیداری به عنوان مهارت ادراکی، عامل کلیدی در ریاضی است و در تعیین محل دقیق اعداد، محل قرارگیری اعداد، جمع و تفریق، زیر هم نویسی، مهارت‌های تحلیل دیداری، کسر و اعشار موثر است. افزایش فعالیت ناحیه کرتکس مرکزی در افزایش توجه دیداری نسبت به محیط، تفکر و استدلال (شبهات‌ها) همراه است (تنسی<sup>۵</sup>، ۱۹۹۱). در این تحقیق بر روی امواج مغزی ناحیه CZ نیز به منظور افزایش توجه دیداری کار انجام شده است.

نتایج این تحقیق با تحقیقی که بر روی کودکان دچار اختلال یادگیری انجام شده و پیشرفت در مولفه ریاضیات دیده شده و استنباط شده که نوروفیدبک در تجسم فضایی موثرتر است، همخوان می‌باشد (نوری زاده، میکایلی، رستمی و صادقی، ۱۳۹۱). هم چنین با تحقیقات دیگری که در مورد تاثیرات نوروفیدبک بر اختلال ریاضی تاکید کرده‌اند، هماهنگ است (گری، ۲۰۱۰؛

1. Fernandez & Herrera
2. Chabot & Serfontein
3. Coben & Padolsky
4. Kelsey & Noudoost
5. Taney

ماتیو و سیگفرد، ۲۰۰۵؛ فرناندز و همکاران، ۲۰۰۳). تفاوت این تحقیق با تحقیقات قبلی، استفاده از روش ارزیابی کلینیکال Q است، که خود این روش در جهت تعیین پروتکل درمانی و تعیین نسبت امواج کمک موثری انجام می‌دهد و این روش باعث کاهش تعداد جلسه‌های نوروفیدبک مورد نیاز، نسبت به تحقیقات قبلی شده است. و تفاوت دیگر این تحقیق این است که بر روی تاثیرات نوروفیدبک بر کارکردهای اجرایی افراد دچار اختلال ریاضی متمرکز بوده است. از محدودیت این تحقیق، نمونه‌گیری محدود و عدم استفاده از گروه کنترل بود، که به دلیل عدم دسترسی به تعداد نمونه کافی و نیز کاهش هزینه انجام تحقیق از روش تک آزمودنی استفاده شد. و همین مسئله قابلیت تعمیم پذیری نتایج تحقیق را محدود می‌کند. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده از تعداد نمونه بیشتر همراه با گروه کنترل استفاده شود، تا قدرت تعمیم نتایج افزایش یابد.

## منابع

- برهمنند، اوشا؛ نریمانی، محمد و امانی، ملاحظ (۱۳۸۵). شیوع اختلال حساب نارسایی در دانش‌آموزان دبستانی شهر اردبیل. مجله پژوهش در حیطه کودکان استثنایی، ۶(۴)، ۹۳۰-۹۱۷.
- بوجاری، سپیده؛ حق‌گو، حجت‌اله؛ رستمی، رضا و قنبری، سحر (۱۳۹۴). بررسی ارتباط بین کارکردهای شناختی و عملکرد تحصیلی در کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه، بیش‌فعالی. مجله علوم پیراپزشکی و توانبخشی مشهد، ۴(۴)، ۳۵-۲۷.
- رجبی، سوران؛ نریمانی، محمد و ابوالقاسمی، عباس (۱۳۹۴). بررسی تاثیر نوروفیدبک در افزایش عملکرد هوشی و توجه کودکان مبتلا به نارساخوانی. مجله‌ی دستاوردهای روانشناختی، ۲۲(۲)، ۱-۲۶.
- حمیدپور، حسن (۱۳۸۶). بررسی کارایی و اثربخشی شناخت درمانی مبتنی بر هشپاری فراگیر (MBCT) در درمان و جلوگیری از عود و بازگشت افسرده‌خویی. پژوهش در سلامت روان شناختی، ۱(۲)، ۳۶-۲۵.
- قمری گیوی، حسین؛ نریمانی، محمد و ربیعی، ژاله (۱۳۸۸). مقایسه کارکردهای اجرایی در کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه بیش‌فعالی، ناتوانی در یادگیری و بهنجار. مجله‌ی اصول بهداشت روانی، ۴(۱)، ۱۰-۲۴.

- قمری گیوی، حسین؛ نریمانی، محمد و محمودی، هیوا (۱۳۹۱). اثربخشی نرم افزار پیشبرد شناختی بر کارکردهای اجرایی، بازداری پاسخ و حافظه کاری کودکان دچار نارساخوانی و نقص توجه. مجله ی ناتوانی های یادگیری، ۵(۳)، ۱-۱۳.
- نریمانی، محمد؛ رستم اوغلی، زهرا؛ نورانی دگرماندرق، ناصر (۱۳۹۴). روش های پژوهش در روان شناسی و علوم تربیتی. اردبیل: دانشگاه محقق اردبیلی.
- نریمانی، محمد؛ قاسمی نژاد، محمدعلی و رستم اوغلی، زهرا (۱۳۹۳). روان شناسی کودکان استثنایی مطابق با آخرین تغییرات DSM-5. اردبیل: دانشگاه محقق اردبیلی.
- نریمانی، محمد و رجبی، سوران (۱۳۹۱). بررسی تاثیر نوروفیدبک در کاهش علائم نارساخوانی. فصلنامه ایرانی کودکان استثنایی، ۳(۱) ۳۶-۴۵.
- نریمانی، محمد؛ رجبی، سوران؛ ابوالقاسمی، عباس؛ نظری، محمدعلی و زاهد، عادل (۱۳۹۱). بررسی اثربخشی نوروفیدبک در اصلاح دامنه امواج مغزی و میزان توجه دانش آموزان مبتلا به نارساخوانی. فصلنامه پژوهش های روانشناسی بالینی و مشاوره، ۳(۱)، ۲۳-۳۴.
- نریمانی، محمد و سلیمانی، اسماعیل (۱۳۹۲). اثربخشی توان بخشی شناختی بر کارکردهای اجرایی (حافظه کاری و توجه) و پیشرفت تحصیلی دانش آموزان دارای اختلال یادگیری ریاضی. مجله ی ناتوانی های یادگیری، ۲(۳)، ۹۱-۱۱۵.
- نوری زاده، نرگس؛ میکاییلی منیع، فرزانه؛ رستمی، رضا و صادقی، وحید (۱۳۹۱). اثر بخشی نوروفیدبک بر اختلال یادگیری همراه با اختلال بیش فعالی/نقص توجه. مجله ناتوانی های یادگیری، ۲(۲)، ۱۵۸-۱۲۳.
- Angelakis, E., Stathopoulou, S., & Frymiar, J. (2007). EEG Neurofeedback: A Brief Overview and an Example of Peak Alpha Frequency Training for Cognitive Enhancement in the Elderly. *The Clinical Neuropsychologist*, 21(3), 110-129.
- Barahmand, U., Narimani, M., Amani, M. (1385). The Prevalence of Arithmetic Disorder among Elementary School Children in Ardebil. *Journal of Exceptional Children*, 6(4), 917-930, (Persian).
- Barkley, R. A. (1998). *Attention Deficit Hyperactive Disorder: A Handbook for Diagnosis and Treatment*. New York: Guilford Press.
- Becerra, J. T., Fernandez, T., & Harmony, M. (2006). Follow up Study of Learning Disabled Children Treated with Neurofeedback or Placebo. *Clinical EEG and Neuroscience*, 37(3), 198-204.
- Boojari, S., Haghgoo, H., Rostami, R., Ghanbari, S. (1394). The Relationship between Cognitive Functions and Academic Performance in Children with Attention, Hyperactivity Disorder, *Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation*, 4(4), 27-35, (Persian).

- Bounias, M.DSc., Laibow, R.E., Stubbiebine, A.N., Sandground, H., Bonaly, A. (2002). EEG Neurofeedback treatment of patients with brain injury, duration of treatments as a function of both the initial load of clinical symptoms and the rate of rehabilitation, *Journal of neurotherapy*, 6(1), 23-38.
- Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive Functions as a Predictor of Children Mathematics Ability: Inhibition, Shifting, and Working Memory. *Developmental Neuropsychology*, 19, 273-293.
- Casey, J. (2012). A Model to Guide the Conceptualization, Assessment, and Diagnosis of Nonverbal Learning Disorder. *Canadian Journal of School Psychology*, 27(1), 35-57.
- Geary, D.C. (2010). Mathematical Disabilities: Reflections on Cognitive, Neuropsychological, and Genetic Components. *Learning and Individual Differences*, 20(2), 130-133.
- Chabot, R., Serfontein G. (1996). Quantitative Electroencephalographic Profiles of Children with Attention Deficit Disorder. *Biol Psychiatry*, 40(7), 951-963.
- Coben, R., & Padolsky, I. (2007). Assessment Guided Neurofeedback for Autistic Spectrum Disorder. *Journal of Neurotherapy*, 11(1), 5-22.
- Colman, Andrew.M., (2015). *Dictionary of Psychology (Fourth Edition)*: Oxford University Press. New York.
- Demos, J. (2005). *Getting Started with Neurofeedback*. Printed in the United States of America First Edition.
- Egner, T., Zechb, T., & Gruzelier, J. (2004). The Effects of Neurofeedback Training on the Spectral Topography of the Electroencephalogram. *Clinical Neurophysiology*, 115(30), 2452-2460.
- Fernandez, T., Herrera, W., Harmony, T., Diaz Comas, L., Santiago, E., Sanchez, L., et al. (2003). EEG and Behavioral Changes Following Neurofeedback Treatment in Learning Disabled Children. *Clinical Electroencephalography*, 34, 145-152.
- Fox, D., Tharp, D., & Fox, L. (2005). Neurofeedback: An Alternative and Efficacious Treatment for Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 30(4), 365-373.
- Ghamari Givi, H., Narimani, M. & Rabiee, Z. (2009). Comparison of executive functions among children with attention deficit hyperactivity disorder, learning disability and normal children. *Journal of Fundamentals of Mental Health*, 4(1), 10-24. (Persian).
- Ghamari Givi, H., Narimani, M. & Mahmoodi, H. (2012). The effectiveness of cognition-promoting software on executive functions, response inhibition and working memory of children with dyslexia and attention deficit/ hyperactivity disorders. *Journal of Learning Disabilities*, 1(2), 98-115. (Persian).
- Gartland, D., & Strosnider, R. (2007). Learning Disabilities and young children: *Identification and Intervention Learning Disability Quarterly*, 30(1), 63-72.
- Hammond, D. (2011). What is Neurofeedback: an update. *Journal of Neurotherapy*, 15(7), 305-336.
- Hamidpoor, H. (1386). Examining the Efficiency and Effectiveness of Cognitive Therapy based on MBCT in Remedy and Prevention of Relapse in Dysthymic, *Research on*

- Mental Health*, 1(2), 25-36. (Persian).
- John, E., Prichap, L., & Ahn, H. (1988). *Neurometric Evaluation of Brain Function in Normal and Learning Disabled Children*, University of Michigan Press. Michigan.
- Johnston, W.H., (2005). *Core Profile Types for the Cognitive Assessment System and Woodcock-Johnson Tests of achievement-revised: their development and application in describing low performing students*. The Ohio State University.
- Kelsay, L.C., Noudoost, B. (2014). The Role of Prefrontal Catecholamine in Attention and Working Memory. *Frontiers in Neural Circuits*, 8;33, www.Frontiersn .org.
- Knyazev, G.G. (2007). Motivation, Emotion and their Inhibitory Control Mirrored in Brain Oscillations. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 31(3), 377-395.
- Laibow, R.E. (1999). *Biofeedback*, HealthInforms Resource Guide to Alternative Health, HealthInform, Montrose NY.
- Lofthouse, N., Arnold, E., & Hersch, S. (2011). A Review of Neurofeedback Treatment for Pediatric ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 3(1), 1-22.
- Lubar, J.F. (2003) *Neurofeedback for the Management of Attention Deficit Disorders*. In M.S. Schwartz & F. Andrasik (eds). *Biofeedback: A Practitioners Guide*. New York: The Guilford Press.
- Marinus H.M., Breteler., Martijn Arns. (2010). Improvements in Spelling after QEEG based Neurofeedback in Dyslexia: A Randomized Controlled Treatment Study. *App Psychophysiol Biofeedback*, 35, 5-11.
- Matthew J. Fleischman., Siegfried Othmer. (2005). Case Study: Improvements in IQ Score and Maintenance of Gains following EEG Biofeedback with Mildly Developmentally Delayed Twins. *Journal of Neurotherapy*, Vol.9(4).
- Narimani, M. & Soleymani, E. (2013). The effectiveness of cognitive rehabilitation on executive functions (working memory and attention) and academic achievement in students with math learning disorder. *Journal of Learning Disabilities*, 2(3), 91-115. (Persian).
- Narimani, M., Rostamoghli, Z., Nourani Degirmandaregh, N. (1394). *Research Methods in Psychology and Educational Sciences*. Ardabil: Mohaghegh Ardabili university. (Persian)
- Narimani, M., Gaseminajad, M.A., Rostamoghli, Z. (1393). *Psychology of Exceptional Children*. Ardabil: Mohaghegh Ardabili university. (Persian)
- Noorizadeh, N., Meekaili, F., Rostami, R., Sadegi, V. (1391). The Effectiveness of Neurofeedback in the Learning Disability with Attention Deficient/ Hyperactivity. *Learning Disability*, 2(2), 123-158 (Persian).
- Swingle, P.G. (2008). *Basic Neurotherapy: The Clinicians Guide*. Montreal, Futurehealth.
- Swingle, P.G. (2013). *Clinical Q&Brain Dtyvr Software Manual*, Based on Clinical Methods Developed and Practiced. Newtown, Futurehealth.
- Tansey, M. (1991). Wechsler Changes Following Treatment of Learning Disabilities via EEG Biofeedback Training in a Private Setting. *Australian Journal of Psychology*, 43, 147-143.
- Walker, J.E., Norman, C.A., Weber, R.K. (2000). Impact of QEEG guided coherence training for patients with a mild closed head injury. *Journal of neurotherapy*. 6(2), 31-43.

## Examining the effectiveness of neurofeedback treatment in brainwave, executive function and math performance of children with specific learning disorder with mathematics specifier

M.Narimani<sup>1</sup>, N.MohajeriAval<sup>2</sup> & E.Ensafi<sup>3</sup>

### Abstract

The goal of this study was to examine the effectiveness of neurofeedback treatment in brainwave, executive function and math performance of children with specific learning disorder with mathematics specifier. The research was a case study, with multiple baseline design in one behavior of different people. The population included 7 to 9 years old pupils with dyscalculia in Tehran city. To select the participants, 3 pupils, who referred to psychological clinic, were selected in a purposive sampling. In this study, pupils have received 20 sessions of neurofeedback therapy, two sessions in a week. Neurofeedback training was in the frontal area that was the center of cognitive activity and executive functions. In order to assess the brain waves, executive function and math performance, all the pupils were examined by clinical CAS test and math test; before and after of treatment. The results showed that neurofeedback training was effective on high beta/beta ratio, theta/beta ratio, beta balance, alpha push (clinicalQ) and attention, successive processing, simultaneous processing (CAS test), and mathematics skills (math test).

**Key words:** learning disorder with mathematics specifier, neurofeedback, clinicalQ, executive function

---

1. Professor Emeritus of Psychology, University of Mohaghegh Ardabili

2. Corresponding Author: Ph.D Student of Psychology, University of Mohaghegh Ardabili (nastaranmohajeri@yahoo.com)

3. Ph.D Student of Psychology, University of Mohaghegh Ardabili