

## تأثیر آموزش نوروفیدبک بر ادراک بینایی دانش آموزان ابتدایی با اختلال یادگیری ریاضی

فرزانه بهزادی  
کارشناس ارشد روانشناسی بالینی، بخش  
روانشناسی بالینی دانشگاه شیراز  
چنگیز رحیمی\*  
دانشیار بخش روانشناسی بالینی دانشگاه شیراز  
نوراله محمدی  
دانشیار بخش روانشناسی بالینی دانشگاه شیراز

\*نشانی تماس: دانشگاه شیراز، دانشکده علوم  
تربیتی، بخش روانشناسی بالینی، شیراز، ایران.  
رایانامه: crahimi@hotmail.com

**هدف:** هدف این پژوهش بررسی اثر آموزش نوروفیدبک بر ادراک دیداری دانش آموزان مدرسه ابتدایی مبتلا به اختلالات ریاضی بود. روش: این پژوهش، مطالعه‌ای نیمه آزمایشی از نوع طرح پیش آزمون، پس آزمون با گروه آزمون و گروه گواه است. تعداد ۲۰ نفر دانش آموز مبتلا به اختلال یادگیری ریاضی بین سنین ۱۰ تا ۱۲ سال در آزمایش شرکت کردند. آزمودنی ها به شیوه نمونه گیری در دسترس انتخاب شده و به طور تصادفی در دو گروه قرار گرفتند. گروه آزمایش (n=۱۰) آموزش نوروفیدبک دریافت کردند و گروه گواه (n=۱۰) هیچ آموزشی دریافت نکردند. آزمودنی ها آزمون ادراک دیداری فراسیتیگ را در مراحل پیش آزمون و پس آزمون اجرا کردند. اطلاعات جمع آوری شده با استفاده از تحلیل کوواریانس و آزمون تی وابسته و تی مستقل تحلیل شد. یافته‌ها: نتایج نشان داد آموزش نوروفیدبک باعث افزایش میزان توانایی ادراک دیداری و همچنین سرکوب امواج تتا در دانش آموزان گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل شده است، اما در افزایش موج بتا اثر معنادار نداشت. نتیجه گیری: در کل می توان نتیجه گرفت که از آموزش نوروفیدبک می توان به عنوان یک راهبرد آموزشی در درمان اختلال ریاضی استفاده کرد.

کلیدواژه‌ها: نوروفیدبک، اختلال یادگیری ریاضی، ادراک دیداری، موج تتا، موج بتا.

## The Effect of neurofeedback instruction on visual perception of primary school students with dyscalculia

**Introduction:** This study was an attempt to investigate the effect of the neurofeedback training on visual perception of the primary school students with dyscalculia. **Methods:** The study was semi-experimentally designed using the pre-test and post-test for both experimental and control groups. Subjects were 20 students with mathematics learning disorder aging 10 to 12 years who were selected using the convenience sampling method. They were randomly assigned to two matched groups, including an experimental group who underwent neurofeedback training (n=10) and a control group (n=10) with no intervention. All subjects performed the Frostig Visual Perception Test as a pre- and post-test. Data were analyzed using the dependent and independent t-test and covariance. **Results:** According to our results, neurofeedback training resulted in a noticeable increase in visual perception abilities as well as theta inhibition in experimental group compared to controls. Meanwhile, the intervention did not show any significant effect on the enhancement of beta wave. **Conclusion:** In conclusion, neurofeedback, as a training method, may be considered as a possible therapeutic modality in mathematical learning disability disorder. **Keywords:** Neurofeedback, Mathematics learning disorder, Visual perception, Beta Wave, Theta Wave.

Farzaneh Behzadi  
MA in Clinical Psychology  
Changiz Rahimi\*  
PhD, Associate Professor,  
Department of Clinical  
Psychology, Shiraz University  
Norolah Mohamadi  
PhD, Associate Professor,  
Department of Clinical  
Psychology, Shiraz University

Corresponding Author:  
Email: crahimi@hotmail.com

## مقدمه

نشد. به نظر می‌رسد ادراک بینایی با عواملی مانند جنسیت و شرایط اجتماعی فرد مرتبط باشد. یک مطالعه بر روی مهارت‌های ادراک بینایی در کودکان عادی در شهر تهران نشان داد ادراک بینایی با سن، جنسیت و موقعیت اجتماعی آزمودنی‌ها ارتباط دارد (۱۰).

به اعتقاد پیازه ساختارهای منطقی و ریاضی همگی انتزاعی است. ریاضی در واقع علمی است که نظم انتزاع از اشیاء و پدیده‌های خاص معرف آنها را مورد مطالعه قرار می‌دهد و به تعبیری دیگر ریاضی فعالیتی است ذهنی که دارای سیستم‌های یکپارچه‌ای از مفاهیم دیداری، فضائی و هندسی است. نقش ریاضی مطالعه ارتباطات مفاهیم و عملکردهای ذهنی است که می‌تواند بین آنها رخ دهد. به اعتقاد برخی پژوهشگران، مشکل در پردازش اعداد دانش‌آموزان با اختلال ریاضی به دلیل نقص نورولوژیکی آنها است (۱۱). این گروه از کودکان معمولاً در زمینه درک روابط فضائی، حافظه دیداری و درک ثبات شکل دچار مشکلات شدیدی هستند و در بررسی دشواری‌های ریاضی این گروه باید به مشکلات ادراک دیداری، توجه و تفکر آنان توجه کرد و گاهی اوقات عواملی چون ضعف در پردازش اطلاعات بینائی، کم‌توجهی و دشواری در خواندن یا نارساخوانی، به‌ویژه برای حل مسائلی که به صورت تشریحی بیان می‌شود، سبب اختلال در حل مسائل ریاضی و مهارت‌های محاسبه می‌شود (۱۲-۱۴).

بر اساس یافته‌های برخی پژوهش‌های اخیر توانایی‌های شمارشی<sup>۵</sup> در انسان فطری هستند و حتی نوزادان دارای توانایی‌های محاسباتی هستند (۱۵). در باره سبب شناسی ناتوانی یادگیری ریاضی، می‌توان به فرضیه‌های مختلفی از جمله اختلالات عصب-روانشناختی اشاره کرد. کودکان دارای اختلالات یادگیری، علی‌رغم اینکه از دید کافی یا قدرت بینایی لازم برخوردار هستند، اما در تشخیص و درک بینایی مشکل دارند. این کودکان معمولاً در ادراک فضایی (۱۶) و ادراک مفاهیمی مانند بالا-پایین، چپ-راست، زیر-رو، شروع-پایان، جلو-عقب، دور-نزدیک و

درک و پردازش کمیت‌های عددی برای موفقیت در مدرسه و فعالیت‌های شغلی بسیار مهم است (۱). اختلال یادگیری ریاضی<sup>۱</sup> براساس ملاک‌های آسیب‌شناسی روانی یکی از زیرمجموعه‌های ناتوانی‌های یادگیری<sup>۲</sup> است. بر اساس راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی<sup>۳</sup> (DSM-IV-TR) (۲)، ناتوانایی یادگیری ریاضی<sup>۴</sup> اختلالی است که کودک از ناتوانی در انجام مهارت‌های حساب رنج می‌برد، اما این ناتوانی با هوشبهر و سطح آموزش او تناسب ندارد. این کودکان معمولاً در مهارت‌های مختلفی مانند مهارت‌های زبانی، ادراکی، ریاضی و توجهی که با ریاضیات مرتبط هستند، مشکل دارند. سن متوسط شناسایی این مشکل معمولاً ۸ تا ۱۰ سالگی است، اما در بعضی موارد اختلال در سن ۶ سالگی ظاهر می‌شود و گاهی حتی تا سن ۱۰ سالگی هم قابل تشخیص نیست. کودکان دارای اختلال یادگیری ریاضی معمولاً در مراحل نخستین مدرسه شناسایی می‌شوند و مشکلاتشان تا دوره نوجوانی استمرار می‌یابد.

ناتوانی یادگیری در یک موقعیت تحصیلی می‌تواند در سایر زمینه‌ها پیامدهایی به همراه داشته باشد، مثلاً این ناتوانی می‌تواند فعالیت روزمره فرد را تحت تأثیر قرار دهد. روابط اجتماعی و یا اعمال هیجانی فرد نیز می‌تواند از این ناتوانی تأثیر پذیرد، چون مشکل در پردازش شناختی فرد به اشتباهاتی در تفکر، رفتار و یا بدفهمی رفتار دیگران می‌انجامد (۳، ۴). کاپلان و سادوک (۵) میزان شیوع اختلال یادگیری ریاضی در کودکان سن مدرسه را تقریباً یک درصد گزارش کرده‌اند. از هر پنج کودک مبتلا به اختلال یادگیری تقریباً یک نفر به اختلال ریاضی مبتلا است و شش درصد کودکان سن مدرسه به نوعی در ریاضیات مشکل دارند. میزان این اختلال در دانش‌آموز دختران بالاتر گزارش شده است، اما در پژوهشی که در ایران انجام شده است میزان شیوع این اختلال برحسب جنسیت تفاوت معنادار نداشت (۶). نتایج یک پژوهش اخیر در انگلیس هم تفاوتی بین دو گروه گزارش نکرد (۷). برخی از پژوهش‌های دیگر نیز به تفاوت‌های جنسیتی در عملکرد ریاضی اشاره کرده‌اند، اگر چه جهت و منبع این تفاوت‌ها همواره نامشخص‌اند (۸). یک مطالعه جدید (۹) نرخ شیوع این اختلال را ۹/۹ درصد گزارش کرد، اما بین دختران و پسران تفاوت معناداری دیده

1. Mathematics learning disorder
2. Learning disability
3. Diagnostic and statistical manual of mental disorders – 4th Edition-Revised
4. Mathematics learning disabilities
5. Numerical

افزایش عملکرد مطلوب در دانش آموزان مختلف را دارد. این روش منجر به افزایش توجه، تمرکز، بهبود اجرای شناختی، کنترل احساسی به دنبال صدمات و آسیب‌های مغزی و افزایش تعادل در حرکت و اجراهای مختلف می‌شود. به‌طور کلی آموزش نوروفیدبک بر دیدگاه مفهوم انعطاف‌پذیری و اختصاصی شدن امواج مغزی استوار است. این روش در درمان تعدادی از اختلالات موفق بوده است (۱۹). در روش آموزشی نوروفیدبک<sup>۴</sup> (NFT) الکترودهای وصل شده به سر بیمار اطلاعات مربوط به فعالیت‌های مغزی او را برای بیمار و درمانگر قابل مشاهده می‌سازد و بیمار با کمک درمانگر و با دریافت محرک‌های دیداری- شنیداری می‌تواند هر یک از امواجی که نابهنجار تشخیص داده شده و شکل غیر طبیعی دارند را کنترل کرده و طی جلسات آموزشی آنها را به حالت بهنجار تبدیل کند (۲۰). اساس شکل‌گیری نوروفیدبک بر پایه این فرضیه عصب‌شناختی است که تحریک مناسب نواحی مختل شده مغز می‌تواند باعث شکل‌گیری سیناپس‌های جدید و آغاز فعالیت بهنجار در آنها شده و در بهبود اختلال روانشناختی فرد اثر گذار باشد (۲۱). با توجه به چنین ویژگی، اهمیت نوروفیدبک در آن است که در مقایسه با درمان‌های دارویی، عوارض جانبی ندارد و در مقایسه با درمان‌های آموزشی رایج و درمان‌های دارویی، درمان پایدار و بدون بازگشت به حالت قبلی است.

در یک مطالعه (۲۲) مقایسه کودکان مبتلا به اختلال یادگیری و نیز کودکان مبتلا به نقص توجه با گروه کودکان بهنجار نشان داد تفاوت گروه‌های بیمار با گروه بهنجار بطور چشمگیری در افزایش موج تتا و کاهش موج بتا مشخص می‌شود. یک گروه پژوهشگران دیگر (۲۳) تأثیر درمان آلفا/تتا نوروفیدبک بر رفتار و ساختار EEG در گروه ۵ نفره‌ای از دانش آموزان مبتلا به اختلال یادگیری را مثبت و مؤثر ارزیابی کردند. در گروه کنترل تغییرات رفتاری مشاهده نشد و تغییرات کمی در EEG آنها وجود داشت که می‌توانست با افزایش سن قابل توجیه باشد. در پیگیری که دو سال بعد به عمل آمد، نقص

مابین دچار سردرگمی می‌شوند. این مشکلات در تصور ذهنی از نظام اعداد، اختلال ایجاد می‌کند و سبب می‌شود این گروه از کودکان در تشخیص فاصله بین اعداد و مکان مربوط به آنها با مشکل روبرو شوند. بعضی تئوری‌های جدید علوم عصب شناختی<sup>۱</sup> (۱۷) منشا این بیماری را آسیب امواج مغز انسان در شیارهای درون لب پاریتال<sup>۲</sup> و یا ارتباطات معیوب بین سمبل‌های اعداد و این امواج می‌دانند. اما در مقابل تئوری‌های رفتاری نظرات متفاوتی را بیان می‌کنند. مطالعات تصویربرداری از مغز نشان داده است علت این اختلال در ارتباط با آسیب عملکردهای دیگری از لب پاریتال قرار دارد تا نقص در امواج مغزی. یک گروه از پژوهشگران (۱۷) به مطالعه و مقایسه پنج تئوری مختلف (وضعیت امواج مغزی، حافظه فعال، منع مغزی، پردازش توجه و پردازش فضایی) در کودکان دبستانی ۹ تا ۱۰ سال دارای اختلال ریاضی پرداختند. آزمودنی‌ها در زمینه‌های حافظه فعال دیداری-فضایی، حافظه کوتاه مدت دیداری-فضایی و عملکردهای منع مغزی مشکل داشتند. نتایج نهایی پژوهش تئوری آسیب امواج مغزی در این بیماران را تایید نکرد. در مجموع نتایج تحقیقات حاکی از این است که هنگام پردازش اعداد، کرتکس پاریتال مغز فعال می‌شود و حتی ممکن است در ارتباط با مفاهیم شمارشی ناحیه ای در شیار افقی پاریتال وجود داشته باشد، چون این منطقه در شکل دهی و استفاده از مقادیر ذهنی نقش مهمی ایفا می‌کند. آسیب به این ناحیه توانایی‌های محاسباتی فرد را مختل می‌کند. همچنین منطقه عقبی فوقانی لب پاریتال در هر دو نیمکره که در پردازش امور تجسم فضایی دخالت دارد، هنگام جهت یابی یا تشخیص موقعیت خط ذهنی اعداد (که ایجاب می‌کند این منطقه در حین انجام محاسباتی مانند تفریق فعال گردد) درگیر می‌شود (۱۸).

درمان نوروفیدبک<sup>۳</sup> از جمله درمان‌های جدیدی است که در طی آموزش آن اطلاعات عصبی به بیماران مبتلا به اختلالات خاص دستگاه عصبی مرکزی بازخورد داده شده و سعی می‌شود این بیماران بیاموزند چگونه کارکرد مغزی خود را اصلاح نمایند. روش آموزش نوروفیدبک می‌تواند در رابطه با یادگیری ریاضی و توانایی‌های محاسباتی دانش آموزان تأثیر گذار باشد. نوروفیدبک رشد و تغییر در سطح سلولی مغز را ارتقاء می‌بخشد و قابلیت بازآموزی فعالیت امواج مغزی برای

1. Cognitive Neuroscience Theories
2. Intraparietal Sulcus
3. Neurofeedback
4. Neurofeedback Training

برای هر دانش آموز انجام شد. نتایج نشان داد نوروفیدبک در ارتقای توانایی های خواندن و افزایش ضریب هوشی موثر عمل می کند. در پژوهش دیگری در ایران (۳۲)، نتایج نشان داد که نوروفیدبک در اصلاح دامنه امواج مغزی و میزان توجه دانش آموزان مبتلا به نارساخوانی موثر است. یافته های یک پژوهش نشان داد (۳۳) آموزش آلفای نوروفیدبک (NFT) بر بهبود عملکرد حافظه کوتاه مدت موثر است. گروه دیگری از محققان (۳۴) در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که نوروفیدبک در بهبود حافظه بینایی اثر قابل توجهی دارد. هم چنین اثر بخشی درمان نوروفیدبک در بیماری افسردگی، اختلالات یادگیری همراه با اختلال نقص توجه/بیش فعالی، کاهش علائم اختلال بیش فعالی/کمبود توجه، اختلال وسواس فکری-عملی، مصرف مواد مخدر، و عملکرد هوشی کودکان مبتلا به اختلال بیش فعالی/نقص توجه در ایران گزارش شده است (۴۰-۳۵).

با توجه به اینکه ادراک بینایی در فعالیت های روزانه نقش موثری ایفاء می کند (۴۱) و درصد بالایی از کودکان دچار اختلالات یادگیری دارای اختلال در ادراک بینایی هستند (۲۸) و هم چنین نقش ادراک بینایی در مهارت های اصلی تحصیلی مانند ریاضی در تحقیقات مختلف گزارش شده است (۲۹)، درمان این اختلال می تواند نقش موثری در بهبود وضعیت تحصیلی و ارتقاء فعالیت های روزانه مبتلایان ایفاء نماید. نتایج یک مطالعه جدید (۴۲) تاثیر آموزش نوروفیدبک بر افزایش ادراک بینایی را نشان داد. این گروه پژوهشگران معتقدند ادراک به تعامل بین فعالیت های خود به خودی مغز و فعالیت های حاصل از حضور محرک ها در کرتکس حسی بستگی دارد. این فرض این احتمال را که آموزش تحریک فعالیت های خود به خودی مغز به تنهایی می تواند افزایش حساسیت ادراکی را افزایش می دهد قوت می بخشد.

هم چنین گروهی از پژوهشگران در مطالعه دیگری (۴۳) به این نتیجه رسیدند که آموزش نوروفیدبک فعالیت کرتکس بینایی را افزایش می دهد و ادراک بینایی موفق به فعالیت های سطح کرتکس بستگی دارد. در مجموع تحقیقات مختلف نشان داده است که روش نوروفیدبک در بهبود وضعیت گروه های مختلف مانند

EEG در گروه کنترل افزایش یافته بود، هم چنان تغییرات رفتاری مثبتی مشاهده نمی شد و تشخیص اختلال یادگیری باقی مانده بود. اما EEG در کودکان گروه آزمایش که درمان نوروفیدبک دریافت کرده بودند، هم چنان طبیعی بود، تغییرات رفتاری مثبت ادامه داشت که از بین رفتن علائم اختلال یادگیری را به همراه داشت. بر اساس پژوهشی که گروه دیگری از پژوهشگران انجام دادند (۲۴) در کودکان دارای اختلال یادگیری فعالیت امواج تتا بیشتر در لب فرونتال و در کودکان بهنجار امواج آلفای بیشتر در لب پس سری مشاهده می شود.

فنگر (۲۵) درمان نوروفیدبک در کودکان مبتلا به ADHD را بررسی کرد و گزارش نمود بین نسبت تتا به بتا (TBR) و افزایش توجه، میزان عملکردهای شناختی شامل یکپارچگی دیداری-حرکتی و فعالیت های تحصیلی رابطه وجود دارد. علیرغم اینکه تغییرات TBR با تمام نتایج بدست آمده همخوانی نداشت، نمرات پس از درمان یکپارچگی دیداری-حرکتی و TBR با یکدیگر بسیار مرتبط بود که نشان دهنده تایید احتمال ارتباط بین این توانایی و تغییرات به وجود آمده در TBR است. در یک مطالعه جدید اثربخشی نوروفیدبک و آموزش شناختی بر روی کودکان مبتلا به اختلال بیش فعالی/کمبود توجه مقایسه شد. نتایج نشان داد نوروفیدبک در حد معناداری در بهبود علائم این بیماری موثرتر بود (۲۶). در پژوهشی دیگر نتایج نشان داد که ۹ جلسه نوروفیدبک آلفا/تتا برای تغییر شخصیت و بهبود در خلق و خو کافی است (۲۷). هم چنین تحقیقات نشان داده است حدود ۶۵ درصد کودکانی که از اختلال یادگیری رنج می برند دچار اختلال ادراک بینایی هستند (۲۸) و اختلال در ادراک بینایی با مهارت های اصلی تحصیلی مانند خواندن، نوشتن و ریاضی ارتباط دارد (۲۹،۳۰). بعضی پژوهشگران گزارش کرده اند که نوروفیدبک توانایی های خواندن، ضریب هوشی کلامی و نیز ضریب هوشی کل را افزایش می دهد (۳۱). این گروه محققین تاثیر نوروفیدبک بر دانش آموزان پایه ابتدایی با اختلالات یادگیری خاص را بررسی کردند. هدف این مطالعه اثبات این موضوع بود که نمرات پایه خواندن، درک مطلب، و نمرات ضریب هوشی با استفاده از نوروفیدبک بهبود پیدا می کند. آموزش نوروفیدبک ۳۰ تا ۴۵ دقیقه بطور میانگین ۲۸ جلسه

### ابزار اندازه گیری

**آزمون ادراک دیداری فراستینگ:** این آزمون توسط فراستینگ (۴۴) تهیه شد. پایایی آزمون برای نمره گذاری معلم در ارزیابی کلاسی، هماهنگی حرکتی و عملیات‌های ذهنی به ترتیب، ۰/۴۴، ۰/۵۰ و ۰/۵۰ بوده است. تبریزی (۴۵) این مقیاس را در ایران هنجار یابی نمود و بین نمرات این آزمون و پیشرفت مهارت‌های تحصیلی دانش آموزان مبتلا به اختلال یادگیری همبستگی مثبت بین ۰/۴۰ تا ۰/۵۰ گزارش کرد. این آزمون برای سنجش ۵ مهارت ادراکی- عملیاتی دو گروه آزمودنی‌ها استفاده شد. نمرات این ۵ مهارت که عبارتند از هماهنگی حرکتی چشم، متن - زمینه، ثبات شکل، وضعیت اشیاء در فضا و روابط قضایی، پس از اجرای کامل آزمون توسط آزمودنی بدست می‌آیند و بعد از تبدیل به نمره تراز شده، جمع نمرات تراز شده مطابق جداول سن تقویمی، به نمره معادل آن تبدیل می‌شود که به عنوان بهره ادراکی کل برای آزمودنی در نظر گرفته می‌شود. در این پژوهش، بهره ادراکی کل برای هر آزمودنی، یکبار قبل از پژوهش و بار دیگر در انتهای پژوهش محاسبه گردیده است.

فراستینگ معتقد است ادراک یکی از اعمال روانشناختی اولیه است که بدون آن تمام اعمال بدن حتی ساده‌ترین آنها از قبیل دفع و تنفس متوقف می‌شود و زنده بودن را ناممکن می‌سازد. در واقع ادراک توانایی تشخیص و تفسیر محرک‌ها است که از طریق ارگان‌های دریافت کننده به وقوع نمی‌پیوندد، بلکه در مغز روی می‌دهد. او معتقد است رشد ادراک دیداری که در بین سنین ۳/۵ تا ۷/۵ سالگی اتفاق می‌افتد اگر با تاخیر همراه باشد، موجب برخی آسیب‌های شناختی خواهد شد.

**آموزش نوروفیدبک:** نوروفیدبک نوعی بیوفیدبک است که بر اساس جنبه‌های خاصی از فعالیت کورتکس مغز قرار دارد. در این روش به آزمودنی آموزش داده می‌شود تا دامنه، فرکانس و یا یکپارچگی ابعاد الکتروفیزیولوژیایی مغز خود را اصلاح کند. نوروفیدبک در تحقیق حاضر عبارت است از بازخورد افزایش موج بتا و کاهش موج تتا که از طریق دستگاه نوروفیدبک به نمایش گذاشته می‌شود. در ابتدا از هر آزمودنی، نوار خام مغزی گرفته می‌شود تا معیار فعلی امواج مغزی وی مشخص شود. در مرحله بعد، امواجی که باید تقویت یا بازداری شوند، شناسایی شده و الکتروود و فرانس‌ها در مکان‌های مورد نظر چسبانده می‌شوند.

کودکان دارای نقص توجه و بیماران داری اختلالات روانی و یا اختلالات یادگیری مختلف موثر واقع شده است. با توجه به تحقیقات یاد شده، هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر آموزش نوروفیدبک بر افزایش ادراک دیداری مبتلایان به ناتوانی یادگیری در ریاضی است. در این مطالعه در مجموع دو فرضیه شامل: (۱) آموزش نوروفیدبک باعث افزایش توانایی ادراک دیداری دانش آموزان مبتلا به اختلالات ریاضی می‌شود؛ (۲) آموزش نوروفیدبک باعث افزایش موج بتا و سرکوب موج تتا در مغز آزمودنی‌های گروه آزمایش می‌شود و یک سوال (۱) آیا آموزش نوروفیدبک باعث افزایش ادراک دیداری دانش آموزان مبتلا به اختلالات ریاضی در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل می‌شود؟ بررسی خواهد شد.

### روش

#### جامعه، نمونه و روش نمونه گیری

در این مطالعه از طرح شبه آزمایشی از نوع طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل استفاده شد. جامعه آماری، شامل کلیه دانش آموزان مبتلا به اختلالات یادگیری ریاضی در مرکز اختلالات یادگیری شهر کرج بود. از بین این دانش آموزان تعداد ۲۰ نفر (۱۱ پسر و ۹ دختر) به صورت نمونه گیری در دسترس انتخاب شده و بطور تصادفی به دو گروه آزمایش (n=۱۰) و کنترل (n=۱۰) تقسیم شدند. تشخیص اختلال ناتوانایی‌های یادگیری ریاضی بیماران با استفاده از معیارهای تشخیصی DSM-IV-TR و مصاحبه‌های تشخیصی توسط روانپزشک و پژوهشگر انجام شد. آزمونی‌های دو گروه از نظر سن، سال‌های ردی، پایه تحصیلی و هوش هم‌تاسازی شدند. ملاک‌های ورود به پژوهش شامل ابتلای به اختلال یادگیری ریاضی، اشتغال به تحصیل در کلاس‌های سوم، چهارم و پنجم دبستان، سن بین ۱۰ تا ۱۲ سال، ضریب هوشی در حد متوسط (بالاتر از ۹۵)، استفاده از دارو درمانی در زمان انجام پژوهش و تعداد سال‌های مردودی حداکثر یک سال بود. ملاک‌های خروج شامل ابتلای به انواع دیگر اختلالات یادگیری و یا سایر اختلالات روانی دوران کودکی بود. دو گروه آزمودنی‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون با آزمون ادراک دیداری فراستینگ مورد ارزیابی قرار گرفتند.

جدول ۱- آمار توصیفی گروه آزمایش و کنترل در بعد توانایی های ادراک دیداری

پس آزمون				پیش آزمون			متغیرها	
Max	Min	SD	M	Max	Min	SD	M	
۱۰۰	۹۶	۲/۰۶	۹۸/۱۶	۹۶	۹۲	۲/۰۶	۹۳/۶۰	آزمایش گروه
۱۰۴	۹۲	۳/۶۷	۹۴/۶۴	۱۰۴	۹۲	۳/۷۹	۹۴/۸۰	گروه کنترل

الکتروانسفالوگرافی (EEG) پایه ثبت می شد تا پیشرفت آزمودنی اندازه گیری شود. بعد از اتمام جلسات درمانی، مجدداً از دانش آموزان خط پایه امواج مغزی گرفته می شد تا تغییرات موجود در امواج مغزی مشاهده و ثبت گردد. برای تحلیل داده ها از شاخص های آمار توصیفی و از آزمون های تی همبسته و مستقل و تحلیل کوواریانس (ANCOVA) استفاده شد.

پیش از شروع کار از والدین دانش آموزان رضایت نامه کتبی گرفته شد. درمان برای دانش آموزان هیچگونه هزینه ای نداشت. آزمودنی مجاز بود در هر مقطعی از ادامه شرکت در جلسات خودداری نماید. به دلیل برگزاری پژوهش در ایام تعطیلات تابستان و پیشگیری از نارضایتی کودکان، به هر نفر مبلغی به عنوان پاداش برای شرکت در پژوهش پرداخت گردید.

### یافته ها

برای بررسی فرضیه اول در مورد افزایش توانایی ادراک دیداری دانش آموزان مبتلا به اختلالات ریاضی به دلیل آموزش نوروفیدبک، بهره ادراکی پیش آزمون و پس آزمون برای دو گروه آزمایش و کنترل محاسبه گردید که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است همانطور که در جدول ۱ ملاحظه می شود، میانگین نمرات توانایی ادراک دیداری در گروه آزمایش ۹۳/۶۰ و در گروه کنترل ۹۴/۸۰ بوده است که پس از استفاده از آموزش نوروفیدبک در گروه آزمایش به ۹۸/۱۶ و در گروه کنترل ۹۴/۶۴ تغییر یافته است. برای آزمون این فرضیه، از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد که نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است.

نتایج جدول ۲ نشان می دهد تفاوت ها معنادار ( $p < 0.001$ ) است. بنابراین می توان چنین نتیجه گیری کرد که پس از حذف تأثیر پیش آزمون، تفاوت معناداری بین دو گروه کنترل و آزمایش در آزمون

امواج بتا شامل امواج مغزی ۲۸-۱۵ سیکل بر ثانیه (هرتز) است که به دو دسته امواج mid-Beta (امواج ۱۵-۲۲ سیکل بر ثانیه - هرتز) و High-Beta (امواج ۲۲-۲۸ سیکل بر ثانیه - هرتز) تقسیم می شوند. با استفاده از الکترودهایی قرار گرفته بر روی سر، این امواج در صفحه مانیتور ظاهر می شود. امواج mid-Beta با خصوصیتی چون تمرکز حسی فعال همراه است و در فعالیت های ذهنی و حل مسأله در حالت هوشیاری افزایش می یابد، در حالی که امواج High-Beta در حالت هوشیاری، سطوح بالای خلاقیت، نبوغ، انجام چند فعالیت ذهنی هم زمان و حل مسأله افزایش می یابد. امواج مغزی ۸-۴ سیکل بر ثانیه (هرتز) امواج تتا نامیده می شوند. این امواج در تخیلات، حالات خلسه، تجارب عرفانی یا مذهبی و انواع مهمی از ذخیره سازی های حافظه افزایش می یابد و دروازه ای به سوی عدم هوشیاری محسوب می گردد.

### روش اجرا

آزمودنی ها بعد از انتخاب به طور تصادفی در دو گروه آزمایش و گواه قرار گرفتند و آزمون ادراک دیداری فراستیک بر روی همه آنها اجرا شد. پس از آن گروه آزمایش در مرکز آموزش و توانبخشی پردیس کرج یک دوره ۲۸ جلسه ای آموزش نوروفیدبک که هفته ای ۳ جلسه ۳۰ الی ۴۵ دقیقه طول می کشید دریافت کردند، اما برای گروه کنترل هیچ مداخله ای انجام نشد. بعد از اتمام دوره درمان مجدداً آزمون یاد شده بر روی هر دو گروه اجرا شد. از هر آزمودنی قبل از شروع آموزش نوروفیدبک خط پایه امواج مغزی<sup>۱</sup> گرفته می شد. پروتکل درمانی هر فرد بر اساس این خط پایه انتخاب می شد. پروتکل درمانی شامل بازی درمانی در صفحه مانیتور و بر مبنای افزایش موج بتا و سرکوب موج تتا بود. در طی جلسات درمان به آزمودنی یاد داده می شد بعضی امواج را تقویت و در مقابل بعضی امواج دیگر را سرکوب کند. در طول آموزش از فیدبک های دیداری و شنیداری استفاده می شد. در هر جلسه درمان

1. Baseline

جدول ۲- خلاصه نتایج تحلیل کوواریانس مربوط به اثر بخشی آموزش نوروفیدبک بر افزایش میزان توانایی های ادراک دیداری در دانش آموزان مبتلا به اختلالات ریاضی

مرحله	SS	MS	df	F	sig	مجذور اتا
پس آزمون	۵۹/۴۰۶	۵۹/۴۰۶	۱	۷۹/۹۶۷	۰/۰۰۰۱	۰/۸۱۳
خطا	۱۳/۶۵۳	۰/۸۰۳	۱۷			
کل	۱۸۶/۰۴۸		۲۰			

جدول ۳- آمار توصیفی امواج تتا، بتا و میانگین نسبت تتا-بتا، پیش آزمون و پس آزمون در گروه آزمایش

متغیرها	پیش آزمون				پس آزمون			
	Max	Min	SD	M	Max	Min	SD	M
امواج تتا	۱۶/۵۵	۱۲/۸	۱/۱۷	۱۲/۶۳	۱۳/۹۵	۱۱/۷۶	۰/۷۳	۱۲/۶۳
امواج بتا	۹/۹۲	۶/۷۵	۱/۰۳	۸/۱۱	۱۱/۱۹	۶/۲۱	۱/۳۲	۸/۱۱
نسبت تتا-بتا	۲/۰۵	۱/۲۷	۰/۲۳	۱/۶۲	۲/۳۲	۱/۵	۰/۲۳	۱/۶۲

ادراک دیداری در پس آزمون در گروه آزمایش بیشتر از گروه کنترل است و در پیش آزمون در گروه کنترل بیشتر است، نمرات گروه ها در پیش آزمون و پس آزمون بطور جداگانه با استفاده از آزمون تی مستقل مقایسه شد که جدول ۵ بیانگر آن می باشد. همانگونه که مشاهده می شود در مرحله پیش آزمون تفاوت معناداری بین دو گروه آزمایش و کنترل وجود ندارد، اما در مرحله پس آزمون تفاوت دو گروه معنادار است و گروه آزمایش نمرات بهتری کسب کرده است.

### بحث و نتیجه گیری

این پژوهش با هدف بررسی تاثیر آموزش نوروفیدبک بر ادراک دیداری و امواج تتا و بتا در دانش آموزان ابتدایی با اختلالات یادگیری ریاضی اجرا شد. در راستای دستیابی به پاسخ فرضیه ها و سوال مورد نظر، برنامه آموزش نوروفیدبک بر روی گروه آزمایش با سرکوب موج تتا و افزایش موج بتا در شیار افقی پاریتال انجام شد و آزمودنی های گروه آزمایش و گروه کنترل به مقیاس ادراک دیداری فراسیتیگ در پیش آزمون و پس آزمون پاسخ دادند.

برای بررسی فرضیه اول در مورد افزایش توانایی ادراک دیداری دانش آموزان مبتلا به اختلالات ریاضی توسط آموزش نوروفیدبک، نمرات بهره ادراکی پیش آزمون و پس آزمون در دو گروه آزمایش و کنترل به تفکیک مقایسه شد. یافته ها نشان داد تفاوت معناداری بین دو گروه کنترل و آزمایش در توانایی ادراک دیداری وجود دارد و به عبارت دیگر آموزش نوروفیدبک موجب افزایش توانایی ادراک دیداری دانش آموزان گروه

وجود دارد. اندازه اثر (مجذور اتای سهمی) نیز برابر با ۰/۸۱۳ شد، یعنی آموزش نوروفیدبک می تواند ۸۱/۳٪ از واریانس پس آزمون ادراک دیداری را به خود اختصاص دهد.

در مرحله بعد فرضیه دوم پژوهش در باره افزایش موج بتا و سرکوب موج تتا در مغز آزمودنی های گروه آزمایش به دلیل آموزش نوروفیدبک بررسی شد. جدول شماره ۳ میانگین و انحراف معیار متغیرهای مختلف را نشان می دهد. برای آزمون فرضیه اول از آزمون تی وابسته استفاده شد که نتایج آن در جداول ۴ ارائه شده است.

همانطور که نتایج جدول ۳ نشان می دهد در گروه آزمایش میانگین تتا پیش از آموزش ۱۴/۰۲ و پس از آموزش ۱۲/۶۳ است. مقایسه دو میانگین با استفاده از آزمون تی وابسته در جدول ۲ نشان داد موج تتا به طور معناداری ( $t = 4/54, p \leq 0/001$ ) پس از آموزش نوروفیدبک در مقایسه با پیش از آموزش نوروفیدبک کاهش یافته است و اندازه اثر معادل ۰/۶۹۶ است. نتایج آزمون تی ( $t = 0/554, p \leq 0/593$ ) نشان داد میزان موج بتا در پیش از آموزش با پس از آموزش نوروفیدبک تفاوت معناداری ندارد (اندازه اثر معادل ۰/۰۳۲). هم چنین مقایسه میانگین های نسبت تتا-بتا پیش و پس از آزمون ( $t = 1/135, p \leq 0/286$ ) تفاوت معناداری نشان نداد (اندازه اثر معادل ۰/۱۲).

سپس این سوال که آیا آموزش نوروفیدبک باعث افزایش ادراک دیداری دانش آموزان مبتلا به اختلالات ریاضی در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل می شود بررسی شد. نتایج جدول ۱ نشان می دهد میانگین

جدول ۴- نتایج آزمون تی وابسته برای مقایسه امواج تتا، بتا و نسبت تتا-بتا در گروه آزمایش

متغیرها	N	df	t	p	اندازه اثر
موج تتا	۱۰	۹	۴/۵۴۰	۰/۰۰۱	۰/۶۹۶
موج بتا	۱۰	۹	-۰/۵۵۴	۰/۵۹۳	۰/۰۳۳
نسبت تتا-بتا	۱۰	۹	۱/۱۳۵	۰/۲۸۶	۰/۱۲

جدول ۵- مقایسه نمرات گروه های آزمایش و کنترل در آزمون ادراک دیداری در مراحل پیش آزمون و پس آزمون

آزمون	N	df	t	p
مرحله پیش آزمون	۱۰	۱۸	-۰/۸۷	۰/۳۹
مرحله پس آزمون	۱۰	۱۸	۲/۶۱	۰/۰۲

تفسیر این یافته می توان گفت با بهبود امواج مغزی بر اساس اصول شرطی سازی بهبود ادراک بینایی میسر شده است. البته بررسی سهم سایر متغیرهایی که در پژوهش ساکس و همکاران (۱۷) مورد نظر بوده است، مانند نقش حافظه فعال دیداری-فضایی، حافظه کوتاه مدت دیداری-فضایی و عملکردهای منع مغزی، به دلیل بررسی نشدن آنها در این تحقیق میسر نیست. به منظور بررسی دقیق تر تاثیر نوروفیدبک، در مرحله بعد فرضیه دوم پژوهش در باره افزایش موج بتا و سرکوب موج تتا در مغز آزمودنی های گروه آزمایش بر اثر آموزش نوروفیدبک بررسی شد. یافته ها نشان داد در مرحله پس آزمون امواج تتا بطور معنادار کاهش یافت، اما تفاوت معنادار در امواج بتا دیده نشد. به نظر می رسد بهبود حاصل شده در ادراک بینایی آزمودنی ها در ارتباط با کاهش معنادار امواج تتا باشد. امواج تتا معمولاً در ساختارهایی از مغز مانند کرتکس، پراهیپوکامپ، کمر بند شکنج قدامی و هیپوتالاموس و هسته پستی داخلی تالاموس<sup>۱</sup> یافت می شود. همه این ساختارها به سیستم لیمبیک<sup>۲</sup> تعلق دارند و در حافظه نقش مهمی بازی می کنند (۴۶). بوزساک (۴۷) اصطلاح "نوسان های لیمبیک تتا" را به جای ریتم هیپوکامپ پیشنهاد کرد که پیچیدگی و ماهیت گسترده نوسان های امواج تتا را نشان می دهد. نقش موج تتا در انسان، عمدتاً در تحقیقات ولفگانگ کلیمش (۴۸) بررسی شد. طبق تحقیقات ارائه شده توسط کلیمش و

آزمایش شده است. تحقیق انجام شده توسط فنگر (۲۵) نتایج مشابهی را در افزایش توانایی یکپارچگی دیداری-حرکتی در آزمودنی ها نشان داد. نتایج این پژوهش هم چنین با یافته قلی زاده و همکاران (۳۴) که تاثیر نوروفیدبک بر کرتکس بینایی را تایید کردند هم خوانی دارد. قلی زاده و همکاران به این نتیجه رسیدند که نوروفیدبک در بهبود حافظه بینایی اثر قابل توجهی دارد. در مجموع یافته این پژوهش با نتایج پژوهش های مختلفی که اثربخشی نوروفیدبک بر بهبود اختلالات مختلف مانند اختلالات یادگیری، اختلال بیش فعالی/کمبود توجه و برخی اختلالات روانی مانند اختلال وسواس فکری-عملی و مصرف مواد مخدر (۳۵-۴۰) را تایید می کنند، هم خوانی دارد. از طرف دیگر این یافته ها با نتایج بعضی تحقیقات جدید (۱۷) که تئوری آسیب امواج مغزی در این بیماران را رد کرده اند مغایرت دارد. بر اساس یافته های این پژوهش تغییر در امواج مغزی در شیار افقی پاریتال توانست ادراک بینایی در دانش آموزان دوره ابتدایی با اختلال ریاضی را افزایش دهد. این نتایج بدین معنا است که در کودکان مبتلا به اختلال یادگیری مناطقی از مغز که در ارتباط با ادراک بینایی هستند از عملکرد بهنجار برخوردار نیستند که این ناهنجاری در ارتباط با امواج مغزی است و چون روش نوروفیدبک می تواند با استفاده از اصول یادگیری شرطی سازی عاملی به تغییر و بهبود امواج مغزی و نهایتاً ارتقای عملکرد مغز کمک نماید، آزمودنی های این پژوهش توانسته اند با کاهش ناهنجاری در امواج مغزی خود در منطقه پاریتال میزان ادراک بینایی خود را افزایش دهند. در مجموع در

1. Dorsal  
2. Limbic



ارزیابی کردند. پژوهشگران اخیر گزارش کردند که حتی ۲ سال پس از پایان درمان امواج مغزی دریافت کنندگان نوروفیدبک طبیعی و با از بین رفتن علائم اختلال یادگیری همراه بود.

سپس این سوال که آیا آموزش نوروفیدبک باعث افزایش ادراک دیداری دانش آموزان مبتلا به اختلالات ریاضی در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل می‌شود بررسی شد. نتایج نشان داد در مرحله پیش آزمون تفاوت معناداری بین دو گروه آزمایش و کنترل وجود ندارد، اما در مرحله پس آزمون تفاوت دو گروه معنادار است و گروه آزمایش نمرات بهتری کسب کرده است. این نتیجه اثربخشی آموزش نوروفیدبک بر افزایش ادراک بینایی آزمودنی‌ها را نشان می‌دهد. این یافته همسو با نتایجی برخی تحقیقات دیگری است که در زمینه اثر نوروفیدبک بر بهبود وضعیت کودکان با اختلالات دیگر دوران کودکی نتایج مثبتی گزارش کردند. مان و همکاران (۲۲) کودکان مبتلا به اختلال یادگیری و نیز کودکان مبتلا به نقص توجه را با گروه کودکان بهنجار مقایسه کرده و گزارش نمودند که تفاوت گروه‌های بیمار با گروه بهنجار بطور چشمگیری در افزایش موج تتا و کاهش موج بتا مشخص می‌شود. این نتایج هم چنین بطور ضمنی یافته‌های کالپ و همکاران (۲۹) و شایمن (۳۰) را که اختلال در ادراک بینایی با مهارت‌های تحصیلی مانند خواندن، نوشتن و ریاضی ارتباط دارد، تایید می‌کند. فرناندز و همکاران (۲۳) نیز گزارش کردند کودکان دارای اختلال یادگیری دریافت کننده نوروفیدبک نسبت به گروه کنترل تغییرات رفتاری مثبت که از بین رفتن علائم اختلال یادگیری را به همراه داشت نشان دادند. با توجه به ماهیت روش نوروفیدبک که یک نوع بیوفیدبک محسوب می‌شود که بر اساس اصول شرطی سازی در فرآیند فعالیت‌های الکتریکی نورون‌ها دخالت نموده و با دستورالعمل‌های مختلف به بهبود کیفیت این امواج می‌پردازد، به نظر می‌رسد پروتکل درمانی استفاده شده در این پژوهش قادر بوده است تغییرات مورد نظر را اعمال نموده و به افزایش توانایی‌های بیماران کمک نماید. این یافته تاییدی است بر اثربخشی این نوع درمان در بهبود ادراک بینایی بیماران و هم چنین نقش امواج مغزی منطقه پاریتال در کیفیت ادراک بینایی را تایید می‌کند. به این صورت که اعمال نوروفیدبک با پروتکل‌های متمرکز بر لب پاریتال با

همکارانش به نظر می‌رسد چندین نوع فعالیت تتا در ارتباط با حافظه و توجه وجود دارد. فعالیت تتای آهیانه ای با رمزگذاری حافظه پراکنده و فعالیت تتای فرونتال با عملکرد بازیابی مرتبط می‌باشد. تتای آهیانه ای نهفتگی کوتاه تری نسبت به تتای فرونتال دارد. تحقیقات گسترده گروه ولفگانگ نشان داد گستردگی انطباق تتا در خلال رمزگذاری عملکرد بعدی حافظه را پیش بینی می‌کند. با وجود اینکه در تحقیقات قبلی تاکید بر نقش امواج تتا در حافظه است، یافته‌های پژوهش حاضر حاکی از آن است که سرکوب امواج تتا در شیار افقی پاریتال بر افزایش نمره ادراک بصری اثر می‌گذارد. از طرف دیگر حضور موج بتا در بخش‌های بالای قسمت حسی-حرکتی می‌باشد که به آن بتای رولاندیک نیز می‌گویند و در بخش‌هایی که مرتبط به پردازش دیداری-فضایی است و نیز مرتبط به عملیات شمارشی در مغز باشد، این موج کاملاً مشهود است. از دیدگاه مکانیزم‌های نورونی، رابطه نزدیکی بین موج بتا و فعالیت متابولیکی در ناحیه کورتیکال مغز انسان وجود دارد. همچنین انطباق موج بتا در تکالیف مربوط به حس دیداری هم در نواحی مرتبط به فرونتال و هم در نواحی پس‌سری قابل مشاهده هستند. در پژوهش حاضر افزایش در امواج بتا مشاهده نشد که علت آن می‌تواند ارتباط بیشتر امواج بتا با مناطق فرونتال و پس‌سری باشد، در حالی که در این مطالعه تاکید بر تغییر در امواج در لب پاریتال بود.

هم چنین یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد میانگین نسبت تتا - بتا در پیش و پس از آموزش در گروه آزمایش تفاوت معناداری نداشت، به عبارت دیگر بین افزایش ادراک بینایی آزمودنی‌ها و نسبت تتا - بتا در کودکان مبتلا به اختلال یادگیری ریاضی ارتباطی مشاهده نشد. یافته‌های این پژوهش با نتایج فنگر (۲۵) که بین نسبت تتا به بتا با افزایش توجه، یکپارچگی دیداری-حرکتی و فعالیت‌های تحصیلی در کودکان مبتلا به ADHD رابطه پیدا کرد هم خوانی ندارد. حداقل می‌توان چنین استنباط کرد که درمان تتا - بتا بر افزایش ادراک بینایی در این کودکان مبتلا به اختلال یادگیری ریاضی اثر معناداری نداشت. شاید اگر از درمان آلفا - تتا استفاده می‌شد نتایج متفاوتی بدست می‌آمد. فرناندز و همکاران (۲۳) تأثیر درمان آلفا - تتا بر رفتار و ساختار امواج مغزی در گروه ۵ نفره ای از دانش آموزان مبتلا به اختلال یادگیری را مثبت و مؤثر

دانش آموزان مورد بررسی تاثیر داشته و توصیه می شود تا با توجه به مشکلات خاص هر یک از این کودکان، در کنار به کارگیری آموزش نوروفیدبک، از سایر شیوه های درمانی نظیر رفتار درمانی، خانواده درمانی و درمان شناختی برای پایداری بیشتر نشانه های بهبود استفاده کرد. در مجموع بر اساس یافته های حاصل از این پژوهش توصیه می شود در مراکز آموزشی کودکان مبتلا به اختلال یادگیری ریاضی و در روند درمان آنان از پروتکل درمانی به کار گرفته شده در آموزش نوروفیدبک در این پژوهش استفاده شود.

یکی از محدودیت های این پژوهش کوچک بودن گروه نمونه است که موجب می شود در تعمیم نتایج بدست آمده احتیاط کرد. یکی دیگر از محدودیت ها عدم استفاده از گروهی بود که از دارو استفاده نمی کنند و یا از دارو استفاده نمایند. علت این کار محدودیت های اخلاقی بود. بنابراین نتایج این پژوهش صرفاً اثر نوروفیدبک در ترکیب با داروها را نشان می دهد و نمی تواند اثربخشی این روش بدون استفاده از داروها را نشان دهد. هم چنین مقایسه نشدن گروه ها پس از یک دوره زمانی پس از پایان درمان باعث شد تا نتوان پایداری اثر این نوع درمان را در دراز مدت بررسی کرد. بعلاوه استفاده از پیش آزمون در این مطالعه به سبب آشنایی آزمودنی ها با مقیاس، تهدید کننده روایی آزمون است که البته این نقص تا حد زیادی بر مبنای ماهیت طرح و استفاده از دو گروه کنترل شده است. پیشنهاد می شود در طرح های گسترده تر گروه های بزرگتر و متنوع تری از کودکان ایرانی مورد آزمایش قرار گیرند و اثرات آموزش نوروفیدبک با اثرات درمان های رایج مانند دارو درمانی و روش های ویژه آموزشی معلمان در مراکز اختلالات یادگیری مقایسه شود. اگر این امکان از نظر پژوهشی وجود داشته باشد که بتوان نوروفیدبک را روی بیمارانی که داروهای روان پزشکی مصرف نمی کنند آزمایش کرد نتایج دقیق تری بدست خواهد آمد.

استفاده از اصول شرطی سازی امواج نابهنجار کاهش یافته و امواج بهنجار جایگزین آنها می شود.

در مجموع با توجه به اینکه حدود ۶۵ درصد کودکانی مبتلا به اختلالات یادگیری دچار اختلال در ادراک بینایی هستند (۲۸) و این اختلال مهارت های تحصیلی آنان مانند ریاضی را تحت تاثیر قرار می دهد و به نظر می رسد کرتکس پاریتال مغز، ناحیه ای در شیار افقی پاریتال و منطقه عقبی فوقانی لب پاریتال در دو نیمکره در این اختلال درگیر باشند، برنامه آموزش نوروفیدبک با سرکوب موج تتا و افزایش موج بتا در شیار افقی پاریتال در گروه آزمایش انجام شد. در آزمودنی های گروه آزمایش هم در مقایسه با پس آزمون و هم در مقایسه با گروه کنترل میزان ادراک بینایی بطور معناداری افزایش یافت. هم چنین میزان امواج تتا در پس آزمون بطور معناداری تغییر کرد. به نظر می رسد اصلاح امواج تتا در لب پاریتال با افزایش میزان ادراک بینایی مرتبط باشد، اگرچه تحقیقات پیشین بر ارتباط امواج تتا با حافظه تاکید جدی دارد. هم چنین ارتباطی بین افزایش میزان ادراک بینایی با امواج بتا و هم چنین میانگین نسبت تتا - بتا مشاهده نشد. با توجه به اینکه اختلال در ادراک بینایی در تصور ذهنی از اعداد مشکل ایجاد می کند و منجر به اختلال در حل مسائل محاسباتی می شود، افزایش میزان ادراک بینایی در دانش آموزان مبتلا به اختلال ادراک بینایی می تواند در حل مشکلات این دانش آموزان مثبت واقع شود، چون ضعف در پردازش اطلاعات بینایی به ویژه برای حل مسائلی که به صورت تشریحی بیان می شود، سبب اختلال در حل مسائل ریاضی و مهارت های محاسبه می شود (۱۲). هم چنین چون لب پاریتال در شکل دهی و استفاده از مقادیر ذهنی نقش مهمی ایفا می کند، ایجاد تغییر در امواج بتا در منطقه پاریتال می تواند نقش مهمی در افزایش توان محاسباتی دانش آموزان مبتلا به اختلال ریاضی ایفا نماید. اهمیت نوروفیدبک در آن است که در مقایسه با درمان های دارویی، عوارض جانبی ندارد و در مقایسه با درمان های آموزشی رایج و درمان های دارویی، درمان پایدار و بدون بازگشت به حالت قبلی است. بر مبنای یافته های حاصل از این پژوهش می توان گفت که آموزش نوروفیدبک بر تقویت مهارت های یادگیری ریاضی

دریافت: ۹۲/۸/۱۵ ; پذیرش: ۹۳/۲/۳۰

#### منابع

1. Holloway ID, Ansari D. Mapping numerical

magnitudes onto symbols: The numerical distance

- effect and individual differences in children's mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology* 2009; 103:17-29.
2. American Psychiatric Association. *Diagnostic and statistical manual of mental disorders*. Washington, DC: Author; 2000.
  3. Rourke BP. *Syndrome of nonverbal learning disabilities: Neurodevelopmental manifestation*. New York: Guilford press; 1995.
  4. Tsatsanis KD, Fuerst DR, Rourke BP. Psychological dimensions of learning disabilities: External validation and relationship with age and academic functioning. *Journal of Learning Disabilities* 1997; 30:490-502.
  5. Kaplan H, Sadock B. *Kaplan and Sadock's Synopsis of Psychiatry: Behavioral Sciences, Clinical Psychiatry*. Philadelphia, Pa: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
  6. Ahmadi Azghandi A, Alipoor A, Shaghagi F, Noferesti A, Hosseinai A. Prevalence of Mathematics Learning Disorder in Elementary Schools. *Developmental Psychology* 2012; 8(32):343-53.[Persian].
  7. Devine A, Soltesz F, Nobes A, Goswami U, Szucs D. Gender differences in developmental dyscalculia depend on diagnostic criteria. *Learning and Instruction* 2013; 31-39.
  8. Mash E, Barkley RA. *Child Psychopathology*. New York: Guilford Press; 2003.
  9. Jovanovic G, Jovanovic Y, Bankovic-Gajic J, Nikolic A, Svetozarevic S, Ignjatovic-Ristic D. The frequency of dyscalculia among primary school children. *Psychiatria Danubina* 2013;25(2):170-74.
  10. Khayatzaheh M, Mardani B, Gholamian H, Soroory M, Fadaie F. Visual Perceptual Skills in Normal Children Aged 7 to 13 Years in Tehran City. *Journal of Rehabilitation* 2010; 11(4):8-14.[Persian].
  11. Miller SP, Harris A, Merces CD. Teaching initial Multiplication Skills to students with disabilities in general education classrooms. *Learning Disabilities: Research & Practice* 1995;10:185-95.
  12. Zaidel DW. *Neuropsychology of Art: Neurological, Cognitive and Evolutionary Perspectives*. USA: Psychology Press; 2005.
  13. Esteki M, Borjali A, Tabrizi M, Delavar A. A Comparative Study on the Effectiveness of "Music Training" and "Bilateral Brain Training" in Amelioration of Dyscalculia Symptoms in Female Students. *Research on Exceptional Children* 2008;7(4):425-48.[Persian].
  14. Lerner J. *Learning Disabilities. Theories, Diagnosis & Teaching Strategies*. New York: Houghton Mifflin Company; 1997.
  15. Butterworth B. The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 2005;46:3-18.
  16. Agarwal A. *Perspectives in Environmental and Developmental Issues*. Ashok Kumar Mittal: Concept Publishing Company; 2003.
  17. Szucs D, Devine A, Soltesz F, Nobes A, Babriel F. Developmental dyscalculia is related to visuo-spatial memory and inhibition impairment. *Corex* 2013;49:2674-88.
  18. Dehence S, Piazza M, Pinel P, Cohen L. Three Parietal Circuits for Number Processing. *Cognitive Neuropsychology* 2003;20:487-506.
  19. Nainian MR, Babapour J, Garoosi Farshi T, Shaeeri MR, Rostami R. Comparing the Influence of Drug Therapy and Neurofeedback Training on Reduction of Anxiety Symptoms and Life Quality of Generalized Anxiety Disorder (GAD) Patients. *Journal of Psychology, Tabriz University* 2013;15:176-202.[Persian].
  20. Hammond DC. What Is Neurofeedback? *Journal of Neurotherapy: Investigations in Neuromodulation, Neurofeedback and Applied Neuroscience* 2007;10(4):25- 36.
  21. Duffy FH. Neurofeedback Training of Children with Attention and Behavior Disorders: A Statement of Theories, Methods and Results. *EEG Clin. Neurophysiol* 2004;51:455-62.
  22. Lubar JF, Mann, CA, Gross DM, Shively MS. Differences in Semantic Event-Related Potentials in Learning-Disabled, Normal, and Gifted Children. *Journal Biofeedback and Self-Regulation* 1992;17(1):41-57.
  23. Fernandez T, Becerra J, Harmony T, Caballero MI, Garcia F, Fernandes - Bouzas A, et al. Follow up Study of Learning - Disabled Children Treated with Neurofeedback or Placebo. *Journal of Clinical EEG and NeuroSciens* 2006;37(3):198-203.
  24. Fernandez T, Harmony T, Fernandes-Bousaz A, Silva J, Herrera W, Santiago-Rodrigues E, et al. Sources of EEG Activity in Learning Disabled Children. *Clinical Electroencephalography* 2002;33(4):160-64.
  25. Fenger TN. Visual- Motor Integration and Its Relation to EEG Neurofeedback Brain Wave Patterns, Reading Spelling and Arithmetic Achievement in Attention Deficit Disordered and Learning Disabled Students. *Journal of Neurotherapy* 2005;10:1-5.
  26. Steiner NJ, Frenette EC, Rene KM, Brennan E, Perrin EC. Neurofeedback and Cognitive Attention. Training for Children with Attention-Deficit Hyperactivity Disorder in Schools. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics* 2013;35:18-27.
  27. Raymond J, Varney C, Parkinson LA, Gruzelier JH. The effects of alpha/theta neurofeedback on personality and mood. *Brain Research Cognitive Brain Research* 2005;23 (2-3):187-292.
  28. Skellenger AC, Rosenblum LP, Jager BN. Behaviors of pre-schoolers with visual impairments in indoor play settings. *Journal of Visual Impairment and Blindness* 1997;91:519-30.

29. Kulp MT, Edward KE, Mitchell GL. Is visual memory predictive of below – average academic achievement in second through fourth graders? *Optometric and vision society* 2002;79(7):431-34.
30. Scheiman M. *Understanding and managing vision deficits*. USA: SLACK; 1997.
31. Orlando P, Rivera RO. Neurofeedback for Elementary Students with Identified Learning Problems. *Journal of Neurotherapy* 2004; 8(2):5-18.
32. Narimani M, Rajabi S, Abolghasemi A, Nazarei MA, Zahed A. The Efficacy of Neurofeedback in Correcting the Brain's Wave Amplitude and the Attention of Students with Dyslexia. *Research in Clinical Psychology and Counselings* 2012;1(2):87-98. [Persian].
33. Nan W, Rodrigues JP, Ma J, Qu X, Wan F, Mak P, et al. Individual alpha neurofeedback training effect on short term memory. *International Journal of Psychophysiology* 2012 86(1):83-87.
34. Gholizadeh Z, Babapour J, Rostami R, Beirami M, Poursharifi H. Effects of neurofeedback on visual memory. *Journal of Behavioral Sciences* 2011;4(4):285-89. [Persian].
35. Mohamadzade S, Mohamadzade S. *Studying the Effectiveness of Neurofeedback on Depressive Patients Referring to Quds Psychiatric Hospital in Sanandaj*. Proceedings of the First International Congress on Clinical Hypnosis and Related Sciences; 2012 April 26-28; Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran; 2012.
36. Nourizade N, Mikeeli Manee F, Rostami R, Sadeghi V. The Effectiveness of Neurofeedback Training on Comorbid LD and ADHD. *Journal of Learning Disabilities* 2013;2(2):123-58.[Persian].
37. Yaghubi H, Jazayeri A, Khooshabi K, Dolatshahi B, Niknam Z. The Efficacy of "Neurofeedback", Compared to "Ritalin" and "Combined Neurofeedback and Ritalin" for the Reduction of ADHD Symptoms. *CPAP* 2008; 1(31):71-84.[Persian].
38. Barzegari L, Iaghobi H. The Efficacy of QEEG-Guided Neurofeedback Comparative to Drug Therapy in Obsessive Compulsive Disorder Symptom Reduction. *Journal of Psychology, Tabriz University* 2010;15:29-48.[Persian].
39. Dehghani Araee F, Rostami R. The Efficacy of Neuro-feedback Training in Opiate-Craving Addicted Patients. *Clinical Psychology and Personality* 2010;1(40):75-84. [Persian].
40. Yaghubi H, Jazayeri A, Khooshabi K, Dolatshahi B, Niknam Z. The Efficacy of Neurofeedback Training on Intelligence Performance of Children with ADHD. *Journal of Rehabilitation* 2007;8(2):46-52.[Persian].
41. Umphred D A, Jewell M J. *Neurological rehabilitation*. USA: Mosby; 2007.
42. Scharnowski F, Hutton C, Josephs O, Nikolaus W, Rees G. Improving Visual Perception through Neurofeedback. *The Journal of Neuroscience* 2012; 32(49):17830–41.
43. Scharnowski F, Rosa M J, Golestani N, Hutton C, Josephs O, Weiskopf N, et al. Connectivity Changes Underlying Neurofeedback Training of Visual Cortex Activity. *PLoS ONE* 2014;9(3): e91090.
44. Frostig M, Horne D, Miller AM. *The developmental program in visual perception*. Chicago: Follett; 1972.
45. Tabrizi M. *Diagnosis and Treatment of Dyscalculia*. Tehran: Fararawan Publications; 2000.[Persian].
46. Huerta PT, Lisman JE. Heightened synaptic plasticity of hippocampal CA1 neurons during a cholinergically induced rhythmic state. *Nature* 1993;364:723-25.
47. Budzynski TH, Budzynski HK, Evans JR, Abarbanel A. *Introduction to Quantitative EEG and Neurofeedback :Advanced theory and Application*. London: Elsevier; 2009.
48. Klimesch, W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. *Brain Ressearch Reviwes* 1999;29:169-95.