فصلنامه تازه های علوم شناختی
سال۱۶، شماره ۳،پاییز ۱۳۹۳

Advances in Cognitive Science
Vol. 16, No. 3, 2014

تاثیر 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

هدف: هدف این پژوهش بررسی اثر آموزش نوروفیدبک بر ادراک دیداری دانش آموزان مدرسه ابتدایی مبتلا بـه اخـتلالات ریاضـی بـود. **روش**: ایـن پـژوهش، مطالعـه‌ای نیمـه آزمایشی از نوع طرح پیش آزمون، پس آزمون با گروه آزمون و گروه گواه اسـت. تعـداد ۲۰ نفر دانش آموز مبتلا به اختلال یادگیری ریاضی بین سنین ۱۰ تا ۱۲ سال در آزمـایش شرکت کردند. آزمودنی ها به شیوه نمونه گیـری در دسـترس انتخـاب شـده و بـه طـور تصادفی در دو گروه قرار گرفتند. گروه آزمایش (n=۱۰) آمـوزش نوروفیـدبک دریافـت کردند و گروه گواه (n=۱۰) هیچ آموزشی دریافت نکردنـد. آزمـودنی هـا آزمـون ادراک دیداری فراستیگ را در مراحل پیش آزمون و پس آزمون اجـرا کردنـد. اطلاعـات جمـع آوری شده با استفاده از تحلیل کوواریانس و آزمون تی وابسته و تی مستقل تحلیل شـد. **یافته‌ها**: نتایج نشان داد آموزش نوروفیدبک باعث افزایش میزان توانایی ادراک دیداری و همچنین سرکوب امواج تتا در دانش آموزان گروه آزمایش نسبت بـه گـروه کنتـرل شـده است، اما در افزایش موج بتا اثر معنادار نداشت. **نتیجه‌گیری**: در کل می‌توان نتیجه گرفت که از آموزش نوروفیدبک می‌توان به عنوان یک راهبرد آموزشی در درمان اختلال ریاضی استفاده کرد.

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

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. **Result**s: 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

درک و پردازش کمیت‌های عددی برای موفقیت در مدرسه و فعالیت های شغلی بسیار مهم است (۱). اختلال یادگیری ریاضی[1] براساس ملاک‌های آسیب‌شناسی‌روانی یکی از زیرمجموعه‌های ناتوانی‌های یادگیری[2] است. بر اساس راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی[3] (DSM-IV-TR) (۲)، ناتوانایی یادگیری ریاضی[4] اختلالی است که کودک از ناتوانی در انجام مهارت‌های حساب رنج می برد، اما این ناتوانی با هوشبهر و سطح آموزش او تناسب ندارد. این کودکان معمولا در مهارت های مختلفی مانند مهارت‌های زبانی، ادراکی، ریاضی و توجهی که با ریاضیات مرتبط هستند، مشکل دارند. سن متوسط شناسایی این مشکل معمولاً تا ۸ سالگی است، اما در بعضی موارد اختلال در سن ٦ سالگی ظاهر می‌شود و گاهی حتی تا سن ۱۰ سالگی هم قابل تشخیص نیست. کودکان دارای اختلال یادگیری ریاضی معمولا در مراحل نخستین مدرسه شناسایی می‌شوند و مشکلات‌شان تا دوره نوجوانی استمرار می‌یابد.

ناتوانی یادگیری در یک موقعیت تحصیلی می تواند در سایر زمینه‌ها پیامدهایی به همراه داشته باشد، مثلا 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،٤). 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 (٦). 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 کرده اند، 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 نشد. به نظر می رسد 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 آزمودنی ها ارتباط دارد (۱۰).

به اعتقاد پیاژه 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 مطالعهٔ 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 درخواندن یا نارساخوانی، به‌ویژه برای حل مسائلی که به صورت تشریحی بیان می‌شود، سبب اختلال در حل مسائل ریاضی و مهارت‌های محاسبه می‌شود (۱۲-۱٤).

بر اساس یافته های برخی پژوهش‌های اخیر توانایی‌های شمارشی[5] در انسان فطری هستند و حتی نوزادان دارای توانایی‌های محاسباتی هستند (۱۵). در باره سبب شناسی ناتوانی یادگیری ریاضی، می توان به فرضیه‌های مختلفی از جمله اختلالات عصب-روانشناختی اشاره کرد. کودکان دارای اختلالات یادگیری، علی رغم اینکه از دید کافی یا قدرت بینایی لازم برخوردار هستند، اما در تشخیص و درک بینایی مشکل دارند. این کودکان معمولاً در ادراک فضایی (۱٦) و ادراک مفاهیمی مانند بالا-پایین، چپ-راست، زیر-رو، شروع- پایان، جلو- عقب، دور- نزدیک و

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

مابین دچار سردرگمی می‌شوند. این مشکلات در تصور ذهنی از نظام اعداد، اختلال ایجاد می کند و سبب می‌شود این گروه از کودکان درتشخیص فاصله بین اعداد و مکان مربوط به آنها با مشکل روبرو شوند. بعضی تئوری های جدید علوم عصب شناختی[1](۱۷) منشا این بیماری را آسیب امواج مغز انسان در شیارهای درون لب پاریتال[2] و یا ارتباطات معیوب بین سمبل های اعداد و این امواج می دانند. اما در مقابل تئوری های رفتاری نظرات متفاوتی را بیان می کنند. 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. آزمودنی ها در زمینه های 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 می شود 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 می کند. آسیب به این ناحیه توانایی های محاسباتی فرد را مختل می کند. 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 می کند این منطقه در حین انجام محاسباتی مانند تفریق فعال گردد) درگیر می شود (۱۸).

درمان نوروفیدبک[3] 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 می شود این بیماران بیاموزند چگونه کارکرد مغزی خود را اصلاح نمایند. روش آموزش نوروفیدبک می تواند در رابطه با یادگیری ریاضی و توانایی های محاسباتی دانش آموزان تاثیر گذار باشد. نوروفیدبک رشد و تغییر در سطح سلولی مغز را ارتقاء می‌بخشد و قابلیت بازآموزی فعالیت امواج مغزی برای افزایش عملکرد مطلوب در دانش‌آموزان 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. به‌طورکلی 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[4] (NFT) الکترودهای وصل شده به سر بیمار اطلاعات مربوط به فعالیت های مغزی او را برای بیمار و درمانگر قابل مشاهده می‌سازد و بیمار با کمک درمانگر و با دریافت محرک‌های دیداری- شنیداری می تواند 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 گروه های بیمار با گروه بهنجار بطور چشمگیری درافزایش موج تتا و کاهش موج بتا مشخص می شود. یک گروه پژوهشگران دیگر (۲۳) تاثیر 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

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

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 (۲٤) 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[1] (TBR) و افزایش توجه، میزان عملکردهای شناختی شامل یکپارچگی دیداری– حرکتی و فعالیت‌های 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 (۲٦). 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 ٦٥ در صد 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 توانایی‌های 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 می‌کند. آموزش نوروفیدبک ۳۰ تا ٤٥ دقیقه بطور میانگین ۲۸ جلسه 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 (۳٤) 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 (٤۰-۳٥).

با توجه به اینکه ادراک بینایی در فعالیت های روزانه نقش موثری ایفاء می کند (٤۱) 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 (٤۲) 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 فعالیت‌های 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 می‌تواند افزایش حساسیت ادراکی را افزایش می دهد قوت می بخشد.

هم چنین گروهی از پژوهشگران در مطالعه دیگری (٤۳) 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 گروه‌های مختلف مانند

1. Theta - Beta Ratio

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 کلیهٔ 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 مصاحبه های تشخیصی توسط روانپزشک و پژوهشگر انجام شد. آزمونی های دو گروه از نظر سن، سال‌های ردّی، پایه تحصیلی و هوش همتاسازی شدند. ملاک های ورود به پژوهش شامل ابتلای به اختلال یادگیری ریاضی، اشتغال به تحصیل در کلاس های 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. ملاک های 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 فراستیگ مورد ارزیابی قرار گرفتند.

ابزار اندازه گیری

آزمون ادراک دیداری فراستیگ: این آزمون توسط فراستیگ (٤٤) تهیه شد. پایایی آزمون برای نمره گذاری معلم در ارزیابی کلاسی، هماهنگی حرکتی و عملیات‌های ذهنی به ترتیب ، ۰/٤٤، ۰/۵۰ و ۰/۵۰ بوده است. تبریزی (٤۵) این مقیاس را در ایران هنجار یابی نمود و بین نمرات این آزمون و پیشرفت مهارت های تحصیلی دانش آموزان مبتلا به اختلال یادگیری همبستگی مثبت بین ۰/٤۰ تا ۰/۵۰ گزارش کرد. این آزمون برای سنجش ۵ مهارت ادراکی– عملیاتی دو گروه آزمودنی ها 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 می آیند 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.

فراستیگ 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 نمی‌پیوند، 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 کرتکس 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 می شود تا معیار فعلی امواج مغزی وی مشخص شود. در مرحله بعد، امواجی که باید تقویت یا بازداری شوند، شناسایی شده و الکترود و رفرنس‌ها در مکان‌های مورد نظر چسبانده می شوند.

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

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

امواج بتا شامل امواج مغزی ۲۸-۱۵ سیکل بر ثانیه (هرتز) است که به دو دسته امواج mid-Beta (امواج ۲۲-۱۵ سیکل بر ثانیه - هرتز) و High-Beta (امواج ۲۸-۲۲ سیکل بر ثانیه - هرتز) تقسیم می شوند. با استفاده از الکترودهایی قرار گرفته بر روی سر، این امواج در صفحه مانیتور ظاهر می‌شود. امواج mid-Beta با خصوصیاتی چون تمرکز حسی فعال همراه است و در فعالیت‌های 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 ۸-٤ سیکل بر ثانیه (هرتز) امواج تتا نامیده می شوند. این امواج در تخیلات، حالات خلسه، تجارب عرفانی یا مذهبی و انواع مهمی از ذخیره‌سازی‌های حافظه افزایش می‌یابد و دروازه‌ای به سوی عدم هوشیاری محسوب می‌گردد.

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 دوره‌ی ۲۸ جلسه‌ای آموزش نوروفیدبک که هفته‌ای ۳ جلسه ۳۰ الی ٤٥ دقیقه طول می کشید دریافت کردند، اما برای گروه کنترل هیچ مداخله‌ای انجام نشد. بعد از اتمام دوره درمان مجدا آزمون یاد شده بر روی هر دو گروه اجرا شد. از هر آزمودنی قبل از شروع آموزش نوروفیدبک خط پایه امواج مغزی[1] 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 فیدبک‌های دیداری و شنیداری استفاده می شد. در هر جلسه درمان الکتروآنسفالوگرافی (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 می‌شد تا تغییرات موجود در امواج مغزی مشاهده و ثبت گردد. برای تحلیل داده‌ها از شاخص‌های آمار توصیفی و از آزمون‌های 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.

یافته‌ها

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 ۹۳/٦۰ و در گروه کنترل ۹٤/۸۰ بوده است که پس از استفاده از آموزش نوروفیدبک در گروه آزمایش به ۹۸/۱٦ و در گروه کنترل ۹٤/٦٤ تغییر یافته است. برای آزمون این فرضیه، از آزمون تحلیل کواریانس استفاده شد که نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است.

نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد تفاوت ها معنادار ($p<۰/۰۰۰۱$) است. بنابراین می‌توان چنین نتیجه گیری کرد که پس از حذف تأثیر پیش آزمون، تفاوت معناداری بین دو گروه کنترل و آزمایش در آزمون

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	۱۸۶۰۴۸		۲۰			

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

متغیرها	پیش آزمون				پس آزمون			
	M	SD	Min	Max	M	SD	Min	Max
امواج تتا	۱۴/۰۲	۱/۱۷	۱۲/۸	۱۶/۵۵	۱۲/۶۳	۰/۷۳	۱۱/۷۶	۱۳/۹۵
امواج بتا	۷/۸۹	۱/۰۳	۶/۷۵	۹/۹۲	۸/۱۱	۱/۳۲	۶/۲۱	۱۱/۱۹
نسبت تتا-بتا	۱/۷۹	۰/۲۳	۱/۲۷	۲/۰۵	۱/۶۲	۰/۲۳	۱/۵	۲/۳۲

وجود دارد. اندازه اثر (مجذور اتای سهمی) نیز برابر با ۰/۸۱۳ شد، یعنی آموزش نوروفیدبک می‌تواند 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 آزمودنی‌های 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 ٤ ارائه شده است.

همانطور که نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد در گروه آزمایش میانگین تتا پیش از آموزش ١٤/٠٢ و پس از آموزش ١٢/٦٣ است. مقایسه دو میانگین با استفاده از آزمون تی وابسته در جدول ۲ نشان داد موج تتا به طور معناداری (p≤ ۰/۰۰۱، t= ٤/٥٤) پس از آموزش نوروفیدبک در مقایسه با پیش از آموزش نوروفیدبک کاهش یافته است و اندازه اثر معادل ۰/٦٩٦است. نتایج آزمون تی (p≤ ۰/۵۹۳، t=۰/۵۵٤) 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 (p≤۰/۲۸٦، t=۱/۱۳۵) 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 می‌شود بررسی شد. نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد میانگین 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 نتیجه‌گیری

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 فرضیه‌ها 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 آزمودنی‌های گروه آزمایش و گروه کنترل به مقیاس ادراک دیداری فراستیگ در پیش‌آزمون و پس‌آزمون 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. یافته‌ها 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

جدول ٤- نتایج آزمون تی وابسته برای مقایسه امواج تتا، بتا و نسبت تتا-بتا درگروه آزمایش

متغیرها		N	df	t	p	اندازه اثر
موج تتا	پیش از آموزش	۱۰	۹	۴/۵۴۰	۰/۰۰۱	۰/۶۹۶
	پس از آموزش	۱۰				
موج بتا	پیش از آموزش	۱۰	۹	-۰/۵۵۴	۰/۵۹۳	۰/۰۳۲
	پس از آموزش	۱۰				
نسبت تتا-بتا	پیش از آموزش	۱۰	۹	۱/۱۳۵	۰/۲۸۶	۰/۱۲
	پس از آموزش	۱۰				

جدول ٥- 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

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 (٣٤) 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 پژوهش‌های 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 (۳۵-٤۰) را تایید می‌کنند، هم خوانی دارد. از طرف دیگر این یافته‌ها 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 نابهنجاری 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 نهایتا ارتقای عملکرد مغز کمک نماید، آزمودنی‌های این پژوهش توانسته اند با کاهش نابهنجاری در امواج مغزی خود در منطقه پاریتال میزان ادراک بینایی خود را افزایش دهند. در مجموع در 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 آزمودنی‌های 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 معمولا در ساختارهایی از مغز مانند کرتکس، پاراهیپوکامپ، کمربند شکنج قدامی و هیپوتالاموس و هسته پشتی داخلی تالاموس[1] یافت می شود. همهٔ این ساختارها به سیستم لیمبیک[2] تعلق دارند و در حافظه نقش مهمی بازی می کنند (٤٦). بوزساکی (٤٧) 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، عمدتا در تحقیقات ولفگانگ کلیمش (٤٨) بررسی شد. طبق تحقیقات ارائه شده توسط کلیمش و

1. Dorsal
2. Limbic

همکارانش به نظر می رسد چندین نوع فعالیت تتا در ارتباط با حافظه و توجه وجود دارد. فعالیت تتای آهیانه ای با رمزگذاری حافظهٔ پراکنده و فعالیت تتای فرونتال با عملکرد بازیابی مرتبط می باشد. 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 می کند. 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 می گذارد. از طرف دیگر حضور موج بتا در بخش های بالایی قسمت حسی-حرکتی می‌باشد که به آن بتای رولاندیک نیز می گویند و در بخش هایی که مرتبط به پردازش دیداری-فضایی است و نیز مرتبط به عملیات شمارشی در مغز باشد، این موج کاملا مشهود است. از دیدگاه مکانیزم های نورونی، رابطهٔ 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 پس سری باشد، در حالی که در این مطالعه تاکید بر تغییر در امواج در لب پاریتال بود.

هم چنین یافته های 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 آزمودنی ها و نسبت تتا - بتا در کودکان مبتلا به اختلال یادگیری ریاضی ارتباطی مشاهده نشد. یافته های این پژوهش با نتایج فنگر (۲۵) که بین نسبت تتا به بتا با افزایش توجه، یکپارچگی دیداری –حرکتی و فعالیت های تحصیلی در کودکان مبتلا به ADHD رابطه پیدا کرد هم خوانی ندارد. حداقل می توان 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 می شد نتایج متفاوتی بدست می آمد. 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 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 گروه های بیمار با گروه بهنجار بطور چشمگیری درافزایش 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 مهارت های 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 می شود که بر اساس اصول شرطی سازی در فرآیند فعالیت های الکتریکی نورون ها دخالت نموده و با دستورالعمل های مختلف به بهبود کیفیت این امواج می پردازد، به نظر می رسد پروتکل درمانی استفاده شده در این پژوهش قادر بوده است تغییرات مورد نظر را اعمال نموده و به افزایش توانایی های 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 می کند. به این صورت که اعمال نوروفیدبک با پروتکل های متمرکز بر لب پاریتال با

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

در مجموع با توجه به اینکه حدود ٦٥ در صد 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 آزمودنی‌های 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 می‌رسد 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 بینائی به‌ویژه برای حل مسائلی که به صورت تشریحی بیان می‌شود، سبب اختلال در حل مسائل ریاضی و مهارت‌های محاسبه می‌شود (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 درمان‌های دارویی، عوارض جانبی ندارد و در مقایسه با درمان‌های آموزشی رایج و درمان‌های دارویی، درمان پایدار و بدون بازگشت به حالت قبلی است. بر مبنای یافته‌های حاصل از این پژوهش می‌توان گفت که آموزش نوروفیدبک بر تقویت مهارت‌های یادگیری ریاضی دانش‌آموزان مورد بررسی تاثیر داشته و توصیه می‌شود تا با توجه به مشکلات خاص هر یک از این کودکان، در کنار به کارگیری آموزش نوروفیدبک، از سایر شیوه‌های درمانی نظیر رفتار درمانی، خانواده درمانی و درمان شناختی برای پایداری بیشتر نشانه‌های 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 محدودیت‌های 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 دارونما استفاده نمایند. علت این کار محدودیت های اخلاقی بود. بنابراین نتایج این پژوهش صرفا 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 می‌شود در طرح های گسترده‌تر گروه‌های بزرگتر و متنوع تری از کودکان ایرانی مورد آزمایش قرار گیرند و اثرات آموزش نوروفیدبک با اثرات درمان‌های رایج مانند دارو درمانی و روش‌های ویژۀ آموزشی معلمین در مراکز اختلالات یادگیری مقایسه شود. اگر این امکان از نظر پژوهشی وجود داشته باشد که بتوان نوروفیدبک را روی بیمارانی که داروهای روانپزشکی مصرف نمی‌کنند آزمایش کرد نتایج دقیق‌تری بدست خواهد آمد.

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. Rourk 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, Hosseiniai 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. Khayatzadeh 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 intial 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, Diagniosis & 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. *Persppectives 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. Neurophyisol* 2004;51:455-62.
22. Lubar JF, Mann, CA, Gross DM, Shively MS. Differences in Semantic Event-Related Potentioals in Learning-Disabled, Normal, and Gifted Children. *Journal Biofeedback and Self-Requlation* 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 Childern 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, Herrara W, Santiago-Rodrigues E, et al. Sources of EEG Activity in Learning Disabled Children. *Clinical Electroencephalohraphy* 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 Rresearch Cognitive Brain Research* 2005;23 (2-3):187-292.
28. Skellenger AC, Rosenblum LP, Jager BN. Behaviors of pre-schoolers with visual mpairments 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 forth 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 Aamplitude 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, Mohmadzade 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 Psycholoy, 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 Eifficacy 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. Heigthened 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.