

## The Effect of Neurofeedback on Mathematical Calculation Ability in Primary School Students with Dyscalculia

Farzaneh Behzadi<sup>1</sup>M.A; Changiz Rahimi<sup>2</sup>,Ph.D;  
Norolah Mohamadi<sup>3</sup>, PhD

Received:7. 4.15 Revised: 16.6.15 Accepted: 8.12. 15

### Abstract

**Objective:** The aim of the present study was to examine the effect of neurofeedback training on increasing of Arithmetic abilities (numerical calculation and numerical memory) in the students with dyscalculia. **Method:** It was a semi-experimental design using pre-test and post-test for both the experimental and control groups. The subjects were 2 students with mathematical learning disability from 10 to 12 year-old who were selected using the in access sampling method. They were randomly assigned in two matched groups. The subjects performed two subscales of Wechsler Intelligence Scale for Children-Revised (WISC-R), including Arithmetic and Digit Span (a memory test), as pre-test and post-test. Data was analyzed using analysis of covariance and multivariate analysis of variance. **Results:** Neurofeedback training resulted in noticeable increase in mathematical calculation abilities (Arithmetic and Memory) of the experimental group in compare with the control group. **Conclusion:** Neurofeedback, as a supplemental intervention method, may be used to treat of mathematical learning disability disorder.

**Keywords:** *Neurofeedback, Mathematical learning disability, Arithmetic ability*

## تأثیر آموزش نوروفیدبک بر توانایی محاسبه عددی و حافظه عددی دانش آموزان ابتدایی دارای اختلال حساب نارسایی

فرزانه بهزادی<sup>۱</sup>، دکتر چنگیز رحیمی<sup>۲</sup>  
دکتر نوراله محمدی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۹۴/۱/۱۸ تجدیدنظر: ۹۴/۳/۲۶ پذیرش نهایی: ۹۴/۹/۱۷

### چکیده

**هدف:** هدف پژوهش حاضر، بررسی اثر آموزش نوروفیدبک بر افزایش توانایی محاسبه عددی و حافظه عدد در دانش آموزان دارای اختلال حساب نارسایی بود. **روش:** این پژوهش، مطالعه‌ای شبه آزمایشی از نوع طرح پیش‌آزمون، پس‌آزمون با گروه آزمون و گروه گواه است. تعداد ۲۰ نفر دانش آموز دارای اختلال حساب نارسایی در سنین ۱۰ تا ۱۲ سال به شیوه نمونه گیری در دسترس انتخاب شده و به طور تصادفی در دو گروه مساوی قرار گرفتند. شرکت کنندگان دو خرده مقیاس محاسبه عددی و حافظه عددی از مقیاس هوش و کسلر کودکان تجدید نظر شده را در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون اجرا کردند. اطلاعات جمع آوری شده با استفاده از تحلیل کوواریانس و تحلیل واریانس چندمتغیری تجزیه و تحلیل شد. **یافته‌ها:** نتایج نشان داد که نوروفیدبک میزان توانایی‌های محاسبه عددی و حافظه عددی را در گروه آزمایش افزایش داده است. هم چنین آموزش نوروفیدبک میزان توانایی‌های محاسبه عددی و حافظه عددی را در دانش‌آموزان گروه آزمایش در مقایسه با گروه گواه افزایش داده بود. **نتیجه‌گیری:** از آموزش نوروفیدبک می‌توان به عنوان یک راهبرد آموزشی در مداخلات مکمل درمان اختلال حساب نارسایی استفاده کرد. هم چنین نوروفیدبک می‌تواند در تنظیم الگوهای امواج مغزی کودکان دارای ناتوانی یادگیری ریاضی موثر واقع شده و منجر به افزایش توانایی محاسبه عددی و حافظه عدد آنان گردد.

**واژه‌های کلیدی:** *نوروفیدبک، اختلال حساب نارسایی، محاسبه عددی، حافظه عددی.*

1. MA in Clinical Psychology, Shiraz University  
2. **Corresponding Author:** Associate Professor, Department of Clinical Psychology, Shiraz University  
(E-mail: crahimi@hotmail.com)  
3. Associate Professor, Department of Clinical Psychology, Shiraz University

۱. کارشناس ارشد روانشناسی بالینی دانشگاه شیراز  
۲. نویسنده مسئول دانشیار روانشناسی بالینی دانشگاه شیراز  
۳. دانشیار روانشناسی بالینی دانشگاه شیراز

## مقدمه

بر اساس ویراست پنجم اصلاح شده راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی<sup>۱</sup>، اختلال حساب نارسایی<sup>۲</sup> عبارت از ناتوانی در انجام مهارت‌های حساب با توجه به ظرفیت هوش و سطح آموزش مورد انتظار از کودک است. کودکان دارای این اختلال در چهار گروه از مهارت‌های زبانی، ادراکی، ریاضی و توجهی مرتبط با ریاضیات مشکل دارند. این اختلال معمولاً تا ۸ سالگی در کودکان شناسایی می‌شود، اما در بعضی از کودکان در سن ۶ سالگی آشکار می‌شود و در برخی دیگر حتی تا سن ۱۰ سالگی خود را نشان نمی‌دهد. اختلال حساب نارسایی تقریباً در ۱ درصد از کودکان سنین مدرسه بروز می‌کند و یک نفر از هر ۵ کودک دچار اختلال یادگیری را مبتلا می‌سازد (کاپلان و سادوک، ۲۰۰۷؛ ترجمه فرزین رضایی، ۱۳۸۸). در پژوهشی که در ایران انجام شده است، یافته‌ها نشان داد که شیوع اختلال حساب نارسایی در نمونه پژوهش با میزان شیوع گزارش شده در ویراست چهارم اصلاح شده راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی تفاوت معنادار داشته و میزان شیوع آن در استان قم بالاتر از ملاک مورد نظر بود، اما میزان شیوع اختلال برحسب جنسیت تفاوت معنادار نداشت (احمدی ازغندی، علی‌پور، شقاقی، نوفرستی، و حسینیایی، ۱۳۹۱).

کودکان دارای اختلال حساب نارسایی در یادگیری و یادآوری اعداد مشکل دارند، نمی‌توانند مفاهیم انتزاعی مربوط به اعداد را بخاطر بسپارند و در محاسبه، کند و غیردقیق هستند. عدم توانایی مورد انتظار در ریاضیات مانع عملکرد تحصیلی یا فعالیت‌های روزمره زندگی می‌شود. بنابراین تشخیص درست و به‌موقع این اختلال و مداخلات زودهنگام در کاهش پیامدهای نامطلوب آن در زندگی فردی و اجتماعی دانش‌آموزان موثر خواهد بود. بعضی پژوهش‌های اخیر نشان داده است که توانایی‌های شمارشی، مانند توانایی‌های زبان‌شناختی، در انسان

فطری است و حتی نوزادان از قدرت تشخیص دیداری شکل حروف و اعداد از یکدیگر برخوردارند و نسبت به اعداد واکنش نشان می‌دهند (بوترورث، ۲۰۰۵).

درباره سبب‌شناسی اختلال حساب نارسایی، فرضیه‌های مختلفی مطرح شده است که به تأثیرات ژنتیکی، اختلالات عصب-روانشناختی و مسائل محیطی می‌پردازند. این کودکان معمولاً در ادراک فضایی دچار مشکل هستند (کالسیکی<sup>۲</sup>، ۱۹۶۷، به نقل از آگاروال، ۲۰۰۳) که علت آن می‌تواند نقش قشر پاریتال در توانایی‌های محاسباتی افراد باشد. پیشرفت‌های اخیر در زمینه بررسی زیربنای عصبی فرایندهای وابسته به ریاضیات حاکی از آن است که هنگام پردازش اعداد، قسمت کرتکس پاریتال در مغز درگیر می‌شود و حتی ممکن است یک ساختار مغزی تعیین شده ژنتیکی در شیار افقی پاریتال برای تشخیص مفاهیم شمارشی موجود باشد، چون نقش خیلی مهمی در شکل‌دهی و به کارگیری مفاد ذهنی دارد و آسیب در این منطقه، اثرات زیانباری بر توانایی‌های محاسباتی فرد اعمال می‌کند. همچنین منطقه خلفی فوقانی پاریتال دوطرفه که به هنگام پردازش امور تجسم فضایی به کار گرفته می‌شود، به هنگام جهت‌یابی یا تشخیص موقعیت خط ذهنی اعداد درگیر می‌شود (دهنس، پیازا، پینل و کوهن، ۲۰۰۳).

تحقیقات عصب-روانشناختی بسیاری حاکی از وجود آسیب و عدم تحول بهنجار در سیناپس‌ها و نورون‌های مغز افراد دارای اختلال در بسیاری از اختلالات روانشناختی از جمله اختلال حساب نارسایی بوده است (لاورنس، ۲۰۰۲). یکی از راه‌های مطالعه مغز، استفاده از امواج مغزی است. دستگاه الکتروانسفالوگرام چهار نوع امواج مغزی را نشان می‌دهد. امواج مغزی برحسب فرکانس به انواع مختلف تقسیم می‌شوند، مانند، دلتا، تتا، آلفا و بتا. دلتا آهسته‌ترین موج مغزی است و در خواب عمیق بیشتر دیده می‌شود. موج تتا در تجارب مذهبی و عرفانی، خلاقیت، یادگیری و حافظه دیده می‌شود. موج آلفا

رحیمی و محمدی (۱۹۹۳) نشان داد که آموزش نوروفیدبک باعث افزایش میزان توانایی ادراک دیداری و همچنین سرکوب امواج تتا در دانش‌آموزان گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل شده است، اما در افزایش موج بتا اثر معنادار نداشت. هم‌چنین توصیه شده است از آموزش نوروفیدبک به عنوان یک راهبرد آموزشی در درمان اختلال ریاضی مورد استفاده قرار گیرد.

پس از درمان‌های دارویی نظیر استفاده از ریتالین و نیز درمان‌های آموزشی مانند استفاده از کارت‌های آموزشی و یا بازی‌های مخصوص، درمان نوروفیدبک<sup>۱۰</sup> از جمله درمان‌های جدیدی است که در اواخر دهه ۱۹۷۰ مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. نوروفیدبک مسیرهای عصبی را قدرت می‌بخشد و تحمل روانی و انعطاف‌پذیری را افزایش می‌دهد (دموس، ۲۰۰۵). 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 اثرگذار باشد (دوفی، ۲۰۰۴). نوروفیدبک در مقایسه با درمان‌های دارویی، عوارض جانبی ندارد و در مقایسه با درمان‌های آموزشی رایج و درمان‌های دارویی، درمانی پایدار و بدون بازگشت به حالت قبلی است.

آموزش پسخوراند عصب<sup>۱۱</sup> روش ایمن و بدون درد است که طی آن حس‌گرهایی به سر بیمار وصل می‌شود و اطلاعاتی را پیرامون فعالیت مغزی بیمار دریافت داشته و قابل مشاهده می‌سازد. در نتیجه فعالیت امواج مغزی (مانند آلفا، بتا، تتا و دلتا) که فرآیندهایی ناهشیار و خارج از اراده مغز هستند، برای بیمار و درمانگر کاملاً محسوس می‌گردد و بیمار با کمک مربی و با دریافت محرک‌های دیداری-شنیداری قادر خواهد بود که هر یک از امواجی را که در مقایسه با پایگاه داده‌های بهنجار<sup>۱۲</sup> موجود، نابهنجار تشخیص داده شده و خارج از شکل طبیعی عمل

در حالت آرامش و وقتی پردازش اطلاعات ذهنی زیادی وجود ندارد، دیده می‌شود. این امواج موجب دستیابی به عملکرد خوب مغز و کاهش اضطراب می‌شود. امواج بتا در زمان تفکر انتزاعی، هشیاری، تمرکز، محاسبات ریاضی و عملکردهای ذهنی پیچیده بیشتر دیده می‌شود. مول، نات و بنتون<sup>۴</sup> (۱۹۶۵)، به نقل از گیون، چاری و انیس، (۲۰۰۴) گزارش کرده‌اند که ۶۳ درصد از کودکان دارای ناتوانی‌های یادگیری، دارای نابهنجاری‌هایی در نوار مغزی<sup>۵</sup> می‌باشند. وینکلر، دیکسون و پارکر<sup>۶</sup> (۱۹۷۰)، به نقل از گاتفراید، (۲۰۰۵) به یک الگوی امواج مغزی آرام در کودکانی که مشکلات تحصیلی و رفتاری در آنها بارز می‌باشد، دست یافته‌اند. این نوع امواج بیشتر در حالت خواب دیده می‌شوند و نشانگر این است که سطح هشیاری بالا نیست. لوبار، بیانچینی، کالهن، لامبرت، برادی و شابسین (۱۹۸۵) گزارش کرده‌اند که تعداد زیادی از کودکان دارای اختلال حساب نارسایی و نیز یک گروه از کودکان دارای اختلالات یادگیری دیگر، الگوی امواج مغزی آرام‌تری را نسبت به گروه بهنجار از خود بروز می‌دهند. مان (۱۹۹۲) تفاوت بین کودکان دارای اختلال یادگیری و نیز کودکان دارای نقص توجه در قیاس با گروه کودکان بهنجار را بطور چشمگیری در افزایش موج تتا<sup>۷</sup> و کاهش موج بتا<sup>۸</sup> مشخص نموده‌اند. فرناندز، هارمونی، فرناندز-بوزاس، سیلوا، هرارا، سانتیاگو-رودریگز و سانچز (۲۰۰۲) گزارش کردند که کودکان دارای اختلال یادگیری، فعالیت امواج تتای بیشتری در لب فرونتال و کودکان بهنجار، امواج آلفای<sup>۹</sup> بیشتری در لب پس‌سری نشان دادند. کودکان دارای مشکلات یادگیری فعالیت‌های آلفا و تتا نسبتاً بالایی را از خود نشان می‌دهند که این مسئله به پیشرفت فعالیت‌های ذهنی صدمه می‌زند. نوروفیدبک به کاهش نسبت آلفا و تتا کمک می‌کند و سبب بهبود مهارت‌های خواندن، نوشتن، ریاضیات و بعضی فعالیت‌های دیگر می‌شود (سجادی، آخوندی پور منطقی و هاشمیان، ۱۹۹۳). نتایج پژوهش بهزادی،

در تتا به بتا با تمام نتایج بدست آمده همخوانی نداشت، اما نمرات پس از درمان یکپارچگی دیداری - حرکتی و نسبت تتا به بتا با یکدیگر بسیار مرتبط بودند که نشانگر تأیید احتمال ارتباط بین این توانایی و تغییرات به وجود آمده در نسبت تتا به بتا است. نوری زاده، میکایلی منیع، رستمی و صادقی (۱۳۹۱) در پژوهشی که بر روی ۱۲ کودک مبتلا به اختلال یادگیری همراه با نقص توجه/ بیش‌فعالی انجام شد، گزارش کردند که آموزش نوروفیدبک باعث بهبود اختلال یادگیری در کودکان دارای اختلال بیش‌فعالی-نقص توجه نشد. آرلاندو و ریورا (۲۰۰۴) نشان دادند که نوروفیدبک در ارتقاء توانایی‌های خواندن و افزایش ضریب هوشی کلامی و نیز ضریب هوشی کل در مقایسه با شرایط بدون درمان نوروفیدبک، بر دانش‌آموزان پایه ابتدایی موثرتر عمل می‌کند. آموزش نوروفیدبک به مدت ۳۰ تا ۴۵ دقیقه به طور میانگین در طول ۲۸ جلسه برای هر دانش‌آموز انجام شد. نتایج در واقع فرضیه تأثیر درمان‌های نوروفیدبک بر بهبود توانایی‌های خواندن را تأیید می‌کرد. در پژوهش دیگری (لیندن، حبیب و رادوجویک، ۱۹۹۶)، تأثیر نوروفیدبک بر شناخت و رفتار کودکان دارای اختلالات نقص در توجه و اختلالات یادگیری بررسی شد. گروه آزمایش پس از درمان، افزایش قابل توجهی (با میانگین ۹ نمره) در ضریب هوشی و کاهش زیادی در رفتارهای بی‌توجهی که توسط والدین ارزیابی می‌شد نشان دادند. در پژوهش یعقوبی، جزایری، خوشابی، دولتشاهی و نیکنام (۱۳۸۶) اجرای روش درمانی نوروفیدبک بر روی کودکان دارای اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه موجب افزایش نمره هوشبهر ۳ نفر (از ۴ نفر) از شرکت‌کنندگان شد. نریمانی، رجبی، ابوالقاسمی، نظری و زاهد (۱۳۹۱) اثربخشی نوروفیدبک را در اصلاح دامنه امواج مغزی و میزان توجه دانش‌آموزان نارساخوان بررسی کردند. نتایج، کارایی پایدار نوروفیدبک به عنوان یک شیوه درمانی در درمان مشکلات توجه و اصلاح امواج مغزی بیماران

می‌کنند (مثلاً با بسامد بالاتر از حد معمول، شدت کمتر یا بیشتر از حالت بهنجار) را کنترل کرده و طی جلسات آموزشی آنها را به حالت بهنجار تبدیل کند (هاموند، ۲۰۰۷). از آنجا که مداخله با روش پسخوراند عصبی بیشتر یک فرآیند آموزشی است تا مداخله درمانی، کاربرد آن در موقعیت‌های آموزشی می‌تواند حتی بیش از شرایط بالینی مورد توجه قرار گیرد (سیلور، ۲۰۰۶).

تحقیقات نشان داده است که این روش درمانی به تنهایی و یا همراه با درمان‌های رفتاری برای درمان بسیاری از بیماری‌های پزشکی و روانشناختی موثر است (یوچا، ۲۰۰۸). مطالعات متعدد در ارتباط با اثر درمان نوروفیدبک روی اختلالات روانی، مثبت بودن آن را گزارش کرده‌اند. جاکوبز (۲۰۰۵) مطالعه‌ای بر روی ۲ دانش‌آموز که علاوه بر اختلال یادگیری از بعضی اختلالات نورولوژیک دیگر رنج می‌بردند، انجام داد. هر دو شرکت‌کننده که تعامل ضعیفی در محیط مدرسه، خانواده و همسالان داشتند، تحت درمان نوروفیدبک قرار گرفتند و کاهش علائم قابل توجهی نشان دادند. پیشرفت در عملکردهای تحصیلی و روابط بهبود یافته با خانواده و همسالان از نتایج مثبت و قابل ملاحظه این مداخله بود. فرناندز، بسرا، هارمونی، کابالرو، گرسیا، فرناندز-بوزاس، سانتیاگو و پرادا (۲۰۰۶) نیز تأثیر درمان آلفا/تتای نوروفیدبک بر رفتار و ساختار نوار مغزی در گروهی از مبتلایان به اختلال یادگیری را مثبت و مؤثر ارزیابی کردند.

مطالعات زیادی، اثربخشی نوروفیدبک بر کودکان دارای بیش‌فعالی و نقص توجه را که همپوشی زیادی با اختلالات یادگیری دارند، گزارش کرده‌اند (تورنتون، کارمودی، ۲۰۰۵). فنگر و نیک (۲۰۰۵) درمان نوروفیدبک در کودکان دارای نقص توجه و اختلالات یادگیری را مطالعه و گزارش کردند که رابطه‌ای بین نسبت تتا به بتا<sup>۱۳</sup> و افزایش توجه و میزان عملکردهای شناختی شامل یکپارچگی دیداری - حرکتی و فعالیت‌های تحصیلی وجود دارد. باوجود اینکه تغییرات

نشان داد.

نان، رودرینگر، ما، کو، وان، ماک، وای و رزا (۲۰۱۲) به بررسی تأثیر آموزش آلفا نوروفیدبک بر بهبود عملکرد حافظه کوتاه مدت افراد پرداختند، به این شکل که امواج آلفا تقویت شد. نتایج نشان داد که پس از ۲۰ جلسه آموزش آلفا نوروفیدبک، عملکرد حافظه کوتاه مدت به میزان قابل توجهی افزایش یافته است. تجزیه و تحلیل بیشتر نتایج نشان داد که بهبود حافظه کوتاه مدت با افزایش دامنه نسبی در باند آلفای فوقانی فرد در طول آموزش ارتباط مثبت دارد. قلی زاده، باباپور، رستمی، بیرامی و پورشریفی (۱۳۸۹) اثربخشی نوروفیدبک بر حافظه بینایی را در گروهی از دانشجویان ایرانی مطالعه کردند. شرکت کنندگان در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون با استفاده از پرسشنامه خرده‌آزمون حافظه بینایی وکسلر مورد ارزیابی قرار گرفتند. در گروه آزمایش، بهبود چشمگیری در حافظه بینایی دیده شد و تفاوت دو گروه آزمایش و گواه از نظر حافظه بینایی معنادار بود. همچنین اثربخشی درمان نوروفیدبک در بیماری افسردگی (محمدزاده و محمدزاده، ۱۳۹۱)، اختلالات یادگیری همراه با اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی (نوری‌زاده، میکاییلی منیع، رستمی و صادقی، ۱۳۹۱)، کاهش علائم اختلال بیش‌فعالی/کمبود توجه (یعقوبی، جزایری، خوشابی، دولت‌شاهی و نیکنام، ۱۳۸۷)، اختلال وسواس فکری-عملی (برزگری، یعقوبی، ۱۳۸۸) و مصرف مواد مخدر (دهقانی آرانی و رستمی، ۱۳۸۹) در ایران گزارش شده است.

در مجموع تحقیقات مختلف نشان داده است که روش نوروفیدبک در بهبود وضعیت گروه‌های مختلف مانند کودکان دارای نقص توجه یا کودکان دارای اختلالات یادگیری مانند نارساخوانی و اختلالات روانی موثر واقع شده است. در یک پژوهش سجادی، آخوندی‌پور منطقی و هاشمیان (۱۹۹۳) به مطالعه اثر نوروفیدبک بر کودکان دارای اختلال حساب نارسایی پرداختند. در پژوهش مورد نظر همه دانش‌آموزان در

پایه سوم ابتدایی قرار داشتند و حداقل بهره هوشی ۷۰ در نظر گرفته شده بود. هر یک از شرکت‌کنندگان ۲۰ جلسه درمانی ۳۰ دقیقه‌ای دریافت کردند. از مشکلات این پژوهش می‌توان به محدود بودن شرکت‌کنندگان به یک پایه تحصیلی خاص که معمولاً همه تقریباً در یک سن هستند و همچنین پایین بودن حداقل هوشبهر یعنی هوشبهر ۷۰ اشاره کرد، چون اختلالات یادگیری معمولاً مستقل از هوشبهر افراد در نظر گرفته می‌شوند به این معنا که این افراد از هوشبهر کافی برخوردار هستند اما با وجود این مشکل یادگیری دارند. در ضمن اگر جلسات درمانی طولانی‌تر بود شاید نتایج بدست آمده در مورد دانش‌آموزان دختر می‌توانست متفاوت باشد، چون در این پژوهش مداخله انجام شده در مورد دانش‌آموزان دختر مؤثر واقع نشده بود. بنابر این در پژوهش حاضر دامنه تحصیلی دانش‌آموزان از پایه تحصیلی سوم تا پنجم، حداقل هوشبهر ۹۵ و میزان درمان انجام شده ۲۸ جلسه ۳۰ تا ۵۰ دقیقه‌ای در نظر گرفته شد. با توجه به نتایج تحقیقات یاد شده، هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر آموزش نوروفیدبک بر افزایش توانایی محاسبه عددی و حافظه عددی کودکان دارای اختلال حساب نارسایی است. در مجموع پژوهش حاضر به دنبال پاسخ به این سوال است که آیا آموزش نوروفیدبک باعث افزایش توانایی محاسبه عددی و حافظه عددی در دانش‌آموزان دارای اختلال حساب نارسایی می‌شود؟

## روش

### نمونه و روش نمونه‌گیری

در این مطالعه، از طرح آزمایشی از نوع طرح پیش‌آزمون، پس‌آزمون با گروه گواه استفاده شد. مراجعه‌کنندگان به‌طور تصادفی در دو موقعیت (موقعیت آزمایشی و موقعیت گواه) قرار گرفتند. جامعه آماری، شامل کلیه دانش‌آموزان دارای اختلال حساب نارسایی در مرکز اختلالات یادگیری شهر کرج بود. تشخیص اختلال حساب نارسایی برای همه

## ابزار

خرده‌آزمون‌های محاسباتی مقیاس هوش وکسلر کودکان تجدید نظر شده: در این پژوهش از خرده‌آزمون‌های محاسباتی مقیاس هوش وکسلر کودکان تجدیدنظر شده استفاده شد. شهیم (۱۳۸۷) این مقیاس را در ایران هنجاریابی کرد. پایایی این مقیاس در بازآزمایی از ۰/۴۴ تا ۰/۹۴ و ضرایب پایایی تنصیف زیرمقیاس‌ها از ۰/۴۳ تا ۰/۹۴ گزارش شده است. مقیاس تجدیدنظر شده هوشی وکسلر برای کودکان از دو مقیاس هوش کلامی و هوش عملی تشکیل شده است که هر یک از مقیاس‌ها دارای ۶ خرده‌آزمون است و برای سنجش هوش کودکان از ۶ سال تا ۱۶ سال و ۱۱ ماه و ۳۰ روز به کار می‌رود. در این پژوهش، از خرده‌آزمون‌های محاسباتی مقیاس هوش کودکان وکسلر (محاسبات و حافظه اعداد) برای سنجش اختلال حساب نارسایی دو گروه استفاده شد. با توجه به اینکه این دو خرده‌آزمون در پژوهش‌های انجام شده به تفکیک بررسی شده و روایی و پایایی آنها جداگانه محاسبه گردیده است، در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفتند. این خرده‌آزمون‌ها توانایی ریاضی را در کودکان می‌سنجند. شهیم (۱۳۸۷) ضریب پایایی خرده‌مقیاس‌های محاسبات و حافظه عددی را به ترتیب با استفاده از روش دوباره‌سنجی تا ۰/۷۹ و ۰/۷۳ در گروه کودکان دبستانی گزارش کرده است. هم‌چنین روایی این دو خرده‌آزمون را در همین گروه سنی کودکان به ترتیب ۰/۸۵ و ۰/۶۸ گزارش کرده است. برای محاسبه روایی خرده‌آزمون‌ها از محاسبه ضرایب همبستگی بین خرده‌آزمون‌ها و نمرات هوش‌بهر کلامی استفاده شده بود.

## آموزش نوروفیدبک

نوروفیدبک فرم پیچیده‌ای از بیوفیدبک است که مبتنی بر جنبه‌های خاصی از فعالیت کورتکس مغز است و در آن فرد می‌آموزد که دامنه، فرکانس و یا یکپارچگی ابعاد زیستی-الکتریکی<sup>۱۴</sup> مغز خود را اصلاح کند. نوروفیدبک در تحقیق حاضر عبارت است

بیماران بر اساس ملاک‌های راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی توسط یک روانپزشک و پژوهشگر انجام شد. پس از اینکه یک روانپزشک با قطعیت برای آزمودنی‌ها تشخیص اختلال حساب‌نارسایی گذاشت روانشناس بالینی هم با استفاده از مصاحبه ساختاریافته در مورد صحت تشخیص اطمینان یافت. ۲۰ دانش‌آموز (۱۱ پسر، ۹ دختر) به‌صورت نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. افراد نمونه از نظر سن، سال‌های مردودی، پایه تحصیلی و هوش همتاسازی شدند. شرکت‌کنندگان از کلاس‌های سوم، چهارم و پنجم دبستان انتخاب شدند، دامنه سنی آنها ۱۰ تا ۱۲ سال، ضریب هوشی آنها در حد متوسط (بالتر از ۹۵) بود و تعداد سال‌های مردودی آنها بیش از یک سال نبود. خصوصیات جمعیت‌شناختی شرکت‌کنندگان در جدول ۱ بیان شده است. شرکت‌کنندگانی که از انواع دیگر اختلالات یادگیری مانند اختلال در خواندن یا نوشتن و یا سایر اختلالات روانی دوران کودکی مانند نارسایی توجه و بیش‌فعالی رنج می‌بردند، اجازه شرکت در پژوهش نداشتند. از مجموع ۲۰ شرکت‌کننده دارای شرایط لازم، بطور تصادفی ۱۰ نفر در گروه آزمایش و ۱۰ نفر در گروه گواه قرار گرفتند. سپس در پیش‌آزمون و پس‌آزمون با دو خرده‌آزمون مقیاس‌های محاسبه عددی و حافظه عددی آزمون هوش وکسلر کودکان تجدید نظر شده مورد ارزیابی قرار گرفتند.

جدول ۱- خصوصیات جمعیت شناختی شرکت‌کنندگان بر

حسب جنسیت، سن و پایه تحصیلی			
متغیرها	زیر مجموع	فراوانی	درصد
جنسیت	دختر	۹	۴۵
	پسر	۱۱	۵۵
سن (سال)	۱۰	۶	۳۰
	۱۱	۹	۴۵
پایه تحصیلی	۱۲	۵	۲۵
	سوم	۶	۳۰
پایه تحصیلی	چهارم	۹	۴۵
	پنجم	۵	۲۵
کل		۲۰	۱۰۰

مشخص گردد. دانش‌آموز روبروی صفحه کامپیوتر قرار می‌گیرد و الکتروود درمانی بر اساس سیستم بین‌المللی ۲۰-۱۰ مکان استاندارد الکتروودها، در مکان مورد نظر نصب می‌گردد. رفرنس شامل هر دو گوش است و فرکانس تقویت شده و بازداری شده بستگی به الگوی نوار مغزی بیمار دارد. در اجرای نوروفیدبک از سرکوب موج تتا و افزایش موج بتا در شیار افقی پاریتال انجام شد.

### روش اجراء

کودکانی که همه از طرف یک روانپزشک بر اساس معیارهای تشخیصی راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی-نسخه پنجم تشخیص اختلال حساب نارسایی را دریافت کرده بودند، مجدداً برای اطمینان از صحت تشخیص از طرف پژوهشگر بررسی می‌شدند و پس از تأیید تشخیص خرده‌آزمون‌های محاسبات و حافظه اعداد، مقیاس هوش و کسلر کودکان توسط پژوهشگر، بر روی آنها اجرا می‌شد. سپس گروه آزمایش در یک دوره ۲۸ جلسه‌ای آموزش نوروفیدبک که هفته‌ای ۳ جلسه ۳۰ الی ۴۵ دقیقه بود، شرکت کردند. برای گروه گواه هیچ مداخله‌ای انجام نشد و در پس‌آزمون؛ دو آزمون یاد شده، مجدداً برای هر دو گروه اجرا شد. جلسات آموزش نوروفیدبک در مرکز آموزش و توانبخشی پردیس کرج که مجهز به این سیستم می‌باشد، توسط پژوهشگر اجرا شد و برای ارزیابی عملکرد مغز مبتلایان به اختلالات یادگیری قبل از شروع آموزش نوروفیدبک، از هر دانش‌آموز، خط پایه<sup>۱۵</sup> امواج مغزی گرفته شد و بر اساس آن پروتکل درمانی فرد، که استفاده از بازی دیداری در صفحه مانیتور و بر مبنای افزایش موج بتا و سرکوب موج تتا بود، انتخاب گردید. در طی جلسات درمان، آزمودنی یاد می‌گرفت که امواجی را تقویت و امواجی را بازداری کند. برای آموزش شرکت‌کنندگان از فیدبک‌های دیداری و شنیداری استفاده شد. در هر جلسه درمان الکتروانسفالوگرافی پایه ثبت شد تا پیشرفت دانش‌آموز مشخص شود. بعد از اتمام جلسات

از بازخورد افزایش موج بتا و کاهش موج تتا که از طریق دستگاه نوروفیدبک به نمایش گذاشته می‌شود. برای شروع آموزش نوروفیدبک، ابتدا از هر دانش‌آموز، نوار خام مغزی گرفته شد تا بر اساس آن، معیار فعلی امواج مغزی وی به دست آید. پس از آن، امواجی که نیاز به تقویت یا بازداری داشت، شناسایی شده و الکتروودها و رفرنس‌ها در مکان‌های مورد نظر با چسب‌های مخصوص چسبانده شدند. امواج بتا شامل امواج مغزی ۲۸-۱۵ سیکل بر ثانیه (هرتز) است که از طریق الکتروودهای قرار گرفته بر روی جمجمه فرد در صفحه نمایش کامپیوتر ظاهر می‌گردد. این امواج به دو دسته تقسیم‌بندی می‌شوند. امواج ۲۲-۱۵ سیکل بر ثانیه (هرتز) یا امواج بتای متوسط با خصوصیتی چون تمرکز حسی فعال همراه است و در فعالیت‌های ذهنی و حل مسئله در حالت هوشیاری افزایش می‌یابد. امواج ۲۸-۲۲ سیکل بر ثانیه (هرتز) نیز امواج بتای بلند را تشکیل می‌دهد که در حالت هوشیاری، سطوح بالای خلاقیت، نبوغ، انجام چند فعالیت ذهنی هم‌زمان و حل مسئله افزایش می‌یابد. امواج تتا، امواج مغزی ۸-۴ سیکل بر ثانیه (هرتز) هستند که در تخیلات، حالات خلسه، تجارب عرفانی یا مذهبی انواع مهمی از ذخیره‌سازی‌های حافظه افزایش می‌یابد و دروازه‌ای به سوی عدم هوشیاری محسوب می‌گردد. گروه آزمایش در یک دوره ۲۸ جلسه‌ای آموزش نوروفیدبک که زمان آن برای هر جلسه ۳۰ الی ۴۵ دقیقه بود، شرکت کردند. دستگاه نوروفیدبک مورد استفاده در این طرح تحقیقاتی، یک دستگاه دوکاناله بود که از شرکت کادول امریکا تهیه شده است. این دستگاه دارای کیفیت چندگانه مانیتورهای فیزیولوژیکی برای استفاده از نرم‌افزارهای مختلف می‌باشد. در موقعیت آزمایشی نوروفیدبک، برای ارزیابی عملکرد مغزی مبتلایان به اختلالات یادگیری، ابتدا از هر دانش‌آموز، خط پایه امواج مغزی گرفته شد تا بر اساس آن، پروتکل درمانی فرد که استفاده از درمان با افزایش موج بتا و سرکوب موج تتا بود،

توانایی محاسب عددی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون و برای دو گروه آزمایش و گواه محاسبه گردید که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، میانگین توانایی محاسبه عددی برای گروه آزمایش در پیش‌آزمون ۷/۷۰ و برای گروه گواه در پیش‌آزمون ۸/۷۰ بوده است که پس از آموزش نوروپیدبک، در گروه آزمایش به ۱۱/۳۱ و در گروه گواه ۸/۴۸ تغییر یافته است. برای آزمون این سوال، از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد که نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که تفاوت‌ها معنادار ( $p < 0/001$ ) است و اندازه اثر نیز برابر با ۰/۴۹۹ است، یعنی آموزش نوروپیدبک می‌تواند ۴۹/۹٪ از واریانس پس‌آزمون توانایی محاسبه عددی را به خود اختصاص دهد و به عبارتی، این آموزش، موجب افزایش توانایی محاسبه عددی در گروه آزمایش شده است.

درمانی، مجدداً از دانش‌آموزان خط پایه، امواج مغزی گرفته شد تا تغییرات موجود در امواج مغزی مشاهده و ثبت گردد.

قبل از انجام پژوهش از والدین دانش‌آموزان رضایت‌نامه کتبی گرفته شد. دانش‌آموزان برای درمان انجام شده هیچ‌گونه هزینه‌ای نپرداختند. در صورت عدم تمایل، شرکت‌کننده می‌توانست در هر مقطعی، از ادامه شرکت در جلسات خودداری نماید. به‌منظور قدردانی از حضور این کودکان در تحقیق، هدیه و پاداشی برای آنها در نظر گرفته شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از شاخص‌های آمار توصیفی و از آزمون‌های تحلیل کوواریانس و تحلیل واریانس چندمتغیری<sup>۱۶</sup> استفاده شد.

#### یافته‌ها

برای بررسی این سؤال که آیا آموزش نوروپیدبک باعث افزایش توانایی محاسبه عددی در دانش‌آموزان دارای اختلال حساب نارسایی می‌شود، میانگین

جدول ۲- آمار توصیفی گروه آزمایش و گواه در توانایی‌های محاسبه عددی و حافظه عددی در دانش‌آموزان با اختلال حساب نارسایی

متغیرها	گروه‌ها	پیش‌آزمون			پس‌آزمون		
		Max	SD	Min	Max	SD	Min
محاسبه عددی	آزمایش	۱۲	۲/۴۰	۷	۱۴	۱۱/۳۱	۱۴
	گواه	۱۲	۲/۱۱	۵	۱۱	۸/۴۸	۱۱
حافظه عددی	آزمایش	۶/۴۰	۱/۵۸	۱۴	۱۱/۷۰	۲/۰۱	۸
	گواه	۷/۸۰	۱/۸۱	۱۰	۷/۸۰	۱/۱۹	۶

جدول ۳- نتایج تحلیل کوواریانس مربوط به اثر بخشی آموزش نوروپیدبک بر افزایش میزان توانایی محاسبه عددی و حافظه عددی در دانش‌آموزان با اختلال حساب نارسایی

متغیرها	مرحله	SS	df	MS	F	p	مجذور ایتا
محاسبه عددی	پس‌آزمون	۳۷/۷۸۵	۱	۳۷/۷۸۵	۱۶/۹۶۴	۰/۰۰۱	۰/۴۹۹
	خطا	۳۷/۸۶۵	۱۷	۲/۲۲۷			
	کل	۲۰۵۸	۲۰				
حافظه عددی	پس‌آزمون	۶۴/۲۶۸	۱	۶۴/۲۶۸	۲۷/۶۷۵	۰/۰۰۰۱	۰/۶۱۹
	خطا	۳۹/۴۷۸	۱۷	۲/۳۳۲			
	کل	۲۰۰۵	۲۰				

در جدول ۲ ارائه شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، میانگین نمرات حافظه عددی برای گروه آزمایش و در پیش‌آزمون ۶/۴۰ و برای گروه گواه ۷/۸۰ بوده است که پس از آموزش نوروپیدبک، در گروه آزمایش به ۱۱/۷۰ و در گروه گواه به ۷/۸۰ تغییر

برای بررسی این سؤال که آیا آموزش نوروپیدبک باعث افزایش توانایی حافظه عددی در دانش‌آموزان دارای اختلال حساب نارسایی می‌شود، میانگین توانایی محاسباتی در بُعد حافظه عددی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای دو گروه محاسبه گردید که نتایج آن



با استفاده از آزمون تحلیل واریانس چندمتغیری در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون مقایسه شد. تفاوت بین دو گروه در مرحله پیش‌آزمون معنادار نبود، اما در مرحله پس‌آزمون تفاوت دو گروه در آزمون‌های محاسبه عددی و حافظه عددی معنادار بود ( $F=7/22$ ،  $p<0/003$ ). برای بررسی تفاوت میانگین‌های توانایی‌های محاسبه عددی و حافظه عددی از آزمون تحلیل واریانس یک متغیری استفاده شده که نتایج آن در جدول ۴ ارائه گردیده است. در مرحله پس‌آزمون، گروه آزمایش هم در آزمون محاسبه عددی ( $p<0/012$ ) و هم در آزمون حافظه عددی ( $p<0/001$ ) به‌طور معناداری عملکرد بهتری نسبت به گروه گواه داشت.

یافته است. به منظور آزمون این سوال از تحلیل کواریانس استفاده شد که نتایج آن در جدول ۳ گزارش شده است. نتایج نشان می‌دهد که تفاوت‌ها معنادار ( $p<0/001$ ) است. اندازه اثر نیز برابر با  $0/619$  می‌باشد، یعنی آموزش نوروفیدبک می‌تواند  $61/9$  از واریانس پس‌آزمون حافظه عددی را به خود اختصاص دهد.

برای بررسی این سؤال که آیا آموزش نوروفیدبک باعث افزایش توانایی‌های محاسبه عددی دانش‌آموزان دارای اختلال حساب نارسایی در گروه آزمایش در مقایسه با گروه گواه می‌شود، اثر آموزش نوروفیدبک بر افزایش توانایی‌های محاسباتی دانش‌آموزان دارای اختلال حساب نارسایی در گروه آزمایش با گروه گواه

جدول ۴. مقایسه عملکرد گروه‌های آزمایش و گواه در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در متغیرهای محاسبه عددی و حافظه عددی

مرحله	متغیر	منبع واریانس	SS	df	MS	F	p
پیش‌آزمون	محاسبه عددی	بین گروهی	۵	۱	۵	۰/۹۵۵	۰/۳۴۱
		درون گروهی	۹۴/۲۰۰	۱۸	۵/۲۳۳		
	حافظه عددی	کل	۹۹/۲۰۰	۱۹	۹/۸۰۰		
		بین گروهی	۹/۸۰۰	۱	۹/۸۰۰		
پس‌آزمون	محاسبه عددی	درون گروهی	۵۴/۰۰	۱۸	۳/۰۰۰	۳/۲۶۷	۰/۰۸۷
		کل	۶۳/۸۰۰	۱۹	۳/۱/۲۵۰		
	حافظه عددی	بین گروهی	۳۱/۲۵۰	۱	۳۱/۲۵۰	۷/۷۵۹	۰/۰۱۲
		درون گروهی	۷۲/۵۰۰	۱۸	۴/۰۲۸		
حافظه عددی	کل	۱۰۳/۷۵۰	۱۹	۶۴/۸۰۰			
	بین گروهی	۶۴/۸۰۰	۱	۶۴/۸۰۰	۲۴/۳۰۰	۰/۰۰۱	
		درون گروهی	۴۸/۰۰۰	۱۸	۲/۶۶۷		
		کل	۱۲/۸۰۰	۱۹			

دارای اختلال حساب نارسایی می‌شود، میانگین توانایی محاسبه عددی در بُعد توانایی ریاضی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون و برای دو گروه آزمایش و گواه محاسبه گردید. تحلیل کوواریانس نشان داد که تفاوت‌ها معنادار است. مطابق نتایج بدست آمده می‌توان نتیجه گرفت که آموزش نوروفیدبک بر میزان توانایی محاسبه عددی اثر مثبت داشته است و همسو با برخی مطالعات پیشین است که اثرات مثبت نوروفیدبک بر اختلالات مختلف را گزارش کرده بودند (لیندن، حبیب و رادجویک، ۱۹۹۶؛ اورلاندو ریورا، ۲۰۰۴، فرناندز، بسرا، هارمونی، کابالرو، گرسیا، فرناندز، ۲۰۰۶،

### بحث و نتیجه گیری

در راستای دستیابی به پاسخ سوالات مورد نظر، برنامه آموزش نوروفیدبک به مدت ۲۸ جلسه، متناسب با وضعیت گروه آزمایش یعنی سرکوب موج تتا و افزایش موج بتا در شیار افقی پاریتال انجام شد و شرکت‌کنندگان گروه آزمایش و گروه گواه به مقیاس‌های محاسبه عددی و حافظه اعداد از آزمون هوش و کسلر کودکان تجدید نظر شده در پیش‌آزمون و پس‌آزمون پاسخ دادند.

برای بررسی این سؤال که آیا آموزش نوروفیدبک باعث افزایش توانایی محاسبه عددی در دانش‌آموزان

با حافظه وجود دارد. نورون‌های هیپوکامپ که از مراکز مهم مرتبط با حافظه است، در تولید امواج تتا نقش مهمی بازی می‌کنند. بوزاسکی، بوزاسکی، اوانز و آبرابنل (۲۰۰۹) به جای ریتم هیپوکامپ از اصطلاح نوسان‌های لیمبیک تتا استفاده می‌کنند. فعالیت تتایی موجود در منطقه آهیانه‌ای در ارتباط با رمزگذاری حافظه قرار دارد (کلیمش، ۱۹۹۹). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً دریافت آموزش نوروفیدبک از طرف شرکت‌کنندگان گروه آزمایش از طریق تغییر در امواج تتا بر بهبود حافظه عددی اثر داشته است.

برای بررسی این سؤال که آیا آموزش نوروفیدبک باعث افزایش توانایی‌های محاسبه عددی و حافظه عددی دانش‌آموزان دارای اختلال حساب‌نارسایی در گروه آزمایش در مقایسه با گروه گواه می‌شود، اثر آموزش نوروفیدبک بر افزایش توانایی‌های محاسبه عددی و حافظه عددی دانش‌آموزان دارای اختلال حساب‌نارسایی در گروه آزمایش با گروه گواه در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون مقایسه شد. یافته‌ها نشان داد که در مرحله پیش‌آزمون در هر دو آزمون محاسبه عددی و حافظه عددی بین دو گروه تفاوت معناداری وجود ندارد، اما در مرحله پس‌آزمون، گروه آزمایش هم در آزمون محاسبه عددی ( $p < 0/01$ ) و هم در آزمون حافظه عددی ( $p < 0/01$ ) بطور معناداری عملکرد بهتری نسبت به گروه گواه داشته‌اند. نتایج حاصل از بررسی این سوال بیانگر آن است که، آموزش نوروفیدبک توانایی‌های محاسبه عددی و حافظه عددی را در گروه آزمایش نسبت به گروه گواه افزایش داده است. یافته‌های این پژوهش نیز مانند نتایج برخی تحقیقات دیگر که اثر مثبت آموزش نوروفیدبک بر ارتقاء توانایی خواندن (ارلاندو و ریورا، ۲۰۰۴)، افزایش ضریب هوش (ارلاندو و ریورا، ۲۰۰۴؛ لیندن، حبیب و رادجویک، ۱۹۹۶؛ یعقوبی، جزایری، خوشابی، دولتشاهی و نیکنام، ۱۳۸۶) و بهبود نارساخوانی (نریمانی، رجبی، ابوالقاسمی، نظری و زاهد، ۱۳۹۱) را گزارش کردند، اثر این نوع درمان بر

جاکوبز، ۲۰۰۵، و فنگر و نیک، ۲۰۰۵) پیشرفت معنادار در محاسبه عددی مبتلایان اختلال حساب نارسایی را تأیید کرده است. با توجه به اینکه در این پژوهش دستکاری امواج بتا و تتا در ناحیه پاریتال مورد نظر بوده است، افزایش نمرات شرکت‌کنندگان می‌تواند اتفاق افتاده باشد. امواج بتا دو نوع هستند: امواج ۲۲-۱۵ سیکل بر ثانیه (هرتز) یا امواج بتای متوسط با خصوصیتی چون تمرکز حسی فعال همراه است و در فعالیت‌های ذهنی و حل مسئله در حالت هوشیاری افزایش می‌یابد و امواج ۲۲-۲۸ سیکل بر ثانیه (هرتز) نیز امواج بتای بلند را تشکیل می‌دهد که در حالت هوشیاری، سطوح بالای خلاقیت، نبوغ، انجام چند فعالیت ذهنی هم‌زمان و حل مسئله افزایش می‌یابد. بنابراین بهبود نمرات شرکت‌کنندگان در مرحله پس‌آزمون دور از انتظار نیست.

برای بررسی این سؤال که آیا آموزش نوروفیدبک باعث افزایش توانایی حافظه عددی در دانش‌آموزان دارای اختلال حساب نارسایی می‌شود، میانگین نمرات حافظه عددی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای دو گروه محاسبه گردید. تحلیل کواریانس نشان داد که تفاوت‌ها معنادار است ( $p < 0/01$ ). براساس نتایج کسب شده می‌توان نتیجه گرفت که آموزش نوروفیدبک بر حافظه عددی اثر معنادار داشته است و نتیجه بدست آمده، نتایج پژوهش‌های پیشین در بهبود عملکرد حافظه کوتاه‌مدت (نان، رودرینگز، ما، کو، وان، ماک، وای و رزا، ۲۰۱۲)، حافظه بینایی (قلی‌زاده، باباپور، رستمی، بیرامی و پورشریفی، ۱۳۸۹) و حافظه کاری (کلمنز، فابو و هالاز، ۲۰۰۵) کودکان دارای اختلال حساب‌نارسایی را تأیید می‌کند. تحلیل دقیق‌تر یافته‌ها نشان داد که سرکوب امواج بتا به میزان قابل توجهی افزایش یافته است. امواج تتا در ارتباط با کرتکس و سیستم لیمبیک قرار دارند و نقش مهمی در حافظه ایفا می‌کنند (هیورتا و لیسمن، ۱۹۹۳). فعالیت تتای آهیانه‌ای معمولاً با رمزگذاری حافظه است و معمولاً چند نوع فعالیت تتا در ارتباط

آموزش نوروفیدبک، از سایر شیوه‌های درمانی نظیر رفتاردرمانی و خانواده‌درمانی برای آنان جهت پایداری بیشتر نشانه‌های بهبود استفاده کرد. با وجود اینکه هنوز نیاز به طرح‌های مطالعاتی گسترده‌تر و دقیق‌تری است تا نتایج محدود اما نویدبخش درمان نوروفیدبک را تأیید کند، یافته‌های این پژوهش همراه با نتایج سایر تحقیقات مرتبط نشانگر اثربخشی درمان و آموزش نوروفیدبک در بهبود کودکان دارای اختلالات یادگیری می‌باشد.

کوچک بودن گروه نمونه از محدودیت‌های این مطالعه محسوب می‌شود. بنابراین باید در تعمیم نتایج بدست آمده احتیاط کرد. لذا پیشنهاد می‌شود که این نوع درمان بر روی گروه‌های بیشتری از کودکان ایرانی اجرا گردد و به مقایسه اثرات آموزش نوروفیدبک با اثرات درمان‌های رایج مانند دارودرمانی و نیز استفاده از روش‌های ویژه آموزشی معلمان در مراکز اختلالات یادگیری پرداخته شود. در تحقیقات آینده می‌توان در طرح‌های پژوهشی دقیق‌تری با در نظر گرفتن یک گروه پلاسیبو و یا ارائه درمان به بیمارانی که داروی روانپزشکی مصرف نمی‌کنند، نتایج دقیق‌تری کسب کرد.

#### یادداشت‌ها

- 1) Diagnostic and statistical manual of mental disorders
- 2) Mathematics learning disabilities
- 3) Kaliski
- 4) Muehl, Knott, Benton
- 5) Electroencephalography
- 6) Winkler, Dixon, Parker
- 7) theta wave
- 8) beta wave
- 9) alpha wave
- 10) Neurofeedback
- 11) NeuroFeedback Training
- 12) Data Base
- 13) Theta - Beta Ratio
- 14) electrophysiologic
- 15) Baseline
- 16) Multivariate analysis

توانایی‌های ریاضی را در دانش‌آموزان مثبت ارزیابی کرد. در تفسیر یافته بدست آمده باید در نظر داشت که تحقیقات نشان داده است، هنگام پردازش اعداد، قسمت کورتکس پاریتال در مغز فعال شده و حتی ممکن است یک ساختار مغزی تعیین شده ژنتیکی در شیار افقی پاریتال برای تشخیص مفاهیم شمارشی موجود باشد، چون نقش خیلی مهمی در شکل‌دهی و بکارگیری مقادیر ذهنی دارد و آسیب در این منطقه، بر توانایی‌های محاسبه عددی و حافظه عددی فرد اثر منفی می‌گذارد. همچنین منطقه خلفی فوقانی پاریتال دوطرفه که به هنگام پردازش امور تجسم فضایی به کار گرفته می‌شود، به هنگام جهت‌یابی یا تشخیص موقعیت اعداد درگیر شود (دهنس، پیازا، پینل و کوهن، ۲۰۰۳). با توجه به اینکه تفاوت معنی‌دار نمرات دو گروه صرفاً در مرحله پس‌آزمون اتفاق افتاده است می‌توان احتمالاً تغییرات ایجاد شده را به افزایش موج بتا و کاهش موج تتا در لب پاریتال که در این پژوهش با استفاده از آموزش نوروفیدبک اعمال شده است، نسبت داد. به نظر می‌رسد که این پروتکل درمانی در افزایش توان محاسبه عددی و حافظه عددی شرکت‌کنندگان گروه آزمایش در مقایسه با گروه گواه تأثیر داشته است.

در مجموع، می‌توان چنین نتیجه گرفت که نوروفیدبک می‌تواند در تنظیم الگوهای امواج مغزی کودکان دارای اختلال حساب‌نارسایی مؤثر واقع شده و منجر به افزایش عملکرد محاسبه عددی و حافظه عددی آنان گردد. اما نباید فراموش کرد که متأسفانه کودکان دارای اختلال حساب‌نارسایی، اغلب در کنار مشکل خویش به مشکلات دیگری نظیر؛ ناتوانی یادگیری در خواندن، نوشتن و یا نارسایی توجه و بیش‌فعالی، مبتلا می‌باشند و به‌خصوص در برخی از آنان مشکلات خانوادگی دیگری مانند طلاق، درگیری خانوادگی و یا فوت یکی از والدین و یا هر دو وجود دارد. بنابراین توصیه می‌شود، با توجه به مشکلات خاص هر یک از این کودکان، در کنار بکارگیری

## منابع

- and *Developmental Issues*. Published and Printed by: Ashok Kumar Mittal, Concept Publishing Company.
- Butterworth, B.(2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46,3-18.
- Budzynski, T.H., Budzynski, H.K., Evans, J.R., Abarbanel, A. (2009). *Introduction to Quantitative EEG and Neurofeedback: Advanced theory and Application*. London: Elsevier.
- Clemens, Z., Fabo, D., & Halasz, P. (2005). Overnight verbal memory retention correlates with the number of sleep spindles. *Neuroscience*. 132(2), 529-535.
- Dehence, S., Piazza, M., Pinel, P., and Cohen, L. (2003). Three Parietal Circuits for Number Processing. *Cognitive Neuropsychology*, 20, 487-506.
- Demos, N. J. (2005). *Getting Started with Neurofeedback*. New York: www. Norton & Company.
- Duffy, F. H.(2004):Neurofeedback Training of Children with Attention and Behavior Disorders: A Statement of Theories, Methods and Results.*EEG Clin.Neurophysiol*.51,455-462.
- Fernandez, T., Harmony, T., Fernandes-Bousaz, A., Silva, J., Herrera, W., Santiago-Rodrigues, E. and Sanchez, L.(2002). Sources of EEG Activity in Learning Disabled Children. *Clinical Electroencephalography*,33(4):160-164
- Fernandez, T., Becerra, J., Harmony, T., Caballero, M. I., Garcia, F., Fernandes - Bouzas, A., Santiago - Rodriguez, E., and Prado - Alcalá, R. A. (2006). Follow up Study of Learning - Disabled Children Treated with Neurofeedback or Placebo. *Journal of Clinical EEG and Neurosciences*, 37(3), 198-203.
- Fenger, T., Nick. M. (2005). 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*,10, 1-5.
- Given, B., Chari, S., & Ennis, J. et al. (2004). *Differences in low, average, and expert readers as measured by eeg/erps: preliminary findings and challenges of an in-school psychophysiological research project*. American Educational Research Association 2004 Annual Meeting, San Diego, CA. Conference Paper.
- Gottfried, B. (2005). Using sharper brain, a computer-assisted program, to treat attention deficit disorders (ad/hd) and learning disabilities (ld): Review of 3 case studies. Retrieved 1 March, 2007, from <http://www.sharperprograms.com/Cases->
- احمدی ازغندی، ع؛ علیپور، ا. شقاقی، ف؛ نوفرستی، ا. و حسینی، ع. (۱۳۹۱). شیوع اختلال یادگیری ریاضی در دوره ابتدایی. *روان‌شناسی تحولی: روان‌شناسان ایرانی*، ۸ (۳۲)، ۳۴۳-۳۵۳.
- برزگری، ل. و یعقوبی، ح. (۱۳۸۸). تعیین اثربخشی درمان نوروفیدبک بر الکتروآنسفلوگرافی کمی در مقایسه با درمان دارویی در کاهش علائم اختلال وسواس فکری-عملی. *فصلنامه علمی-پژوهشی روانشناسی دانشگاه تبریز*، ۱۵، ۲۹-۴۸.
- بهبادی، ف؛ رحیمی، چ و محمدی، ن. (۱۳۹۳). تأثیر آموزش نوروفیدبک بر ادراک بینایی دانش‌آموزان ابتدایی با اختلال یادگیری ریاضی، فصلنامه تازه‌های علوم شناختی، ۱۶ (۳)، ۱-۱۲.
- دهقانی آرانی، ف. و رستمی، ر. (۱۳۸۹). اثربخشی آموزش پسخوراند عصبی بر ولع مصرف بیماران وابسته به مواد افیونی. *دانشور رفتار/ روانشناسی بالینی و شخصیت*، ۴۰، ۷۵-۸۴.
- سجادی، ع؛ آخوندی پور منطقی؛ ع. و هاشمیان، پ. (۱۳۹۳). بررسی اثر نوروفیدبک در درمان اختلال یادگیری درس ریاضی کودکان مقطع سوم ابتدایی. *مجله دانشکده پزشکی*، ۵۷ (۵)، ۷۱۹-۷۲۶.
- شهیم، س. (۱۳۸۷). *مقیاس تجدید نظر شده هوشی وکسلر برای کودکان*. چاپ پنجم، شیراز، انتشارات دانشگاه شیراز.
- قلی‌زاده، ز؛ باباپور خیرالدین، ج؛ رستمی، ر؛ بیرامی، م. و پورشریفی، ح. (۱۳۸۹). اثربخشی نوروفیدبک بر حافظه بینایی. *مجله علوم رفتاری*، ۴ (۴)، ۲۸۵-۲۸۹.
- کاپلان، هارولد، ای و سادوک، بنیامین، جی. (۲۰۰۷). *خلاصه روانپزشکی (علوم رفتاری/ روانپزشکی بالینی)*، ترجمه فرزین رضایی. (۱۳۸۸)، چاپ چهارم، تهران: انتشارات ارجمند.
- محمدزاده، س. و محمدزاده س. (۱۳۹۱). *بررسی اثربخشی نوروفیدبک در مبتلایان به اختلال افسردگی مراجعه‌کنندگان به بیمارستان روانپزشکی قدس سندج*. اولین کنگره بین‌المللی هیپنوتیزم بالینی و علوم وابسته، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد.
- نریمانی، م؛ رجیبی، س؛ علی نظری، م. و زاهد، ع. (۱۳۹۱). بررسی اثربخشی نوروفیدبک در اصلاح دامنه امواج مغزی و میزان توجه دانش‌آموزان مبتلا به نارساخوانی. *مجله پژوهش‌های روانشناسی بالینی و مشاوره*، ۱ (۲)، ۸۷-۹۸.
- نوری‌زاده، ن؛ میکاییلی منیع، ف؛ رستمی، ر. و صادقی، و. (۱۳۹۱). اثربخشی نوروفیدبک بر اختلال یادگیری همراه با اختلال نقص توجه‌بیش‌فعالی. *مجله ناتوانی‌های یادگیری*، ۲ (۲)، ۱۲۳-۱۵۸.
- یعقوبی، ح؛ جزایری، ع؛ خوشابی، ک؛ دولتشاهی، ب. و نیکتام، ز. (۱۳۸۶). تعیین اثر بخشی نوروفیدبک بر عملکرد هوشی کودکان مبتلا به اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه. *توانبخشی*، ۸ (۲)، ۴۶-۵۲.
- یعقوبی، ح؛ جزایری، ع؛ خوشابی، ک؛ دولتشاهی، ب. و نیکتام، ز. (۱۳۸۷). مقایسه اثربخشی نوروفیدبک، ریتالین و درمان ترکیبی در کاهش علائم کودکان مبتلا به اختلال بیش‌فعالی/اکمبودتوجه (ADHD). *دانشور رفتار*، ۳۱، ۷۱-۸۴.
- Agarwal, A.(2003). *Perspectives in Environmental*

- Hammond, D. C. (2007). What Is Neurofeedback? *Journal of Neurotherapy: Investigations in Neuromodulation, Neurofeedback and Applied Neuroscience*, 10(4), 25-36.
- Huerta, P. T., Lisman, J. E. (1993). Heightened synaptic plasticity of hippocampal CA1 neurons during a cholinergically induced rhythmic state. *Nature*, 364: 723-725.
- Jacobs, E. H. (2005). Neurofeedback Treatment of Two Children with Learning, Attention, Mood, Social, and Developmental Deficits. *Journal of Neurotherapy*, 9(4): 55-70.
- Klimesch, W. (1999). EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. *Brain Res. Rev.*, 29, 169-195.
- Lawrence, I., and etc. (2002). Calculator Access, Use, and Type in Relation to Performance in the SAT I: Reasoning test in Mathematics. *Applied Measurement in Education*, 15(1), 95-112.
- Linden, M., Habib, T., Radojevic, V. (1996). A controlled study of the effects of EEG biofeedback on the cognition and behavior of children with attention deficit disorders and learning disabilities. *Biofeedback and Self-Regulation*, 21(1), 35-49.
- Lubar, J. F., Bianchini, K. J., Calhoun, W. H., Lambert, E. W., Brody, Z. H., Shabsin H. S. (1985). Spectral Analysis of EEG Differences Between Children With and Without Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, August/September, 18(7), 703-408.
- Mann, C. A. & etc. (1992). Differences in Semantic Event-Related Potentials in Learning-Disabled, Normal, and Gifted Children. *Journal Biofeedback and Self-Regulation*, 17(1), 41-57.
- Nan, W., Rodrigues, J. P., Ma, J., Qu, X., Wan, F., Mak, P., Mak, P. U., Vai, M., Rosa, A. (2012). Individual alpha neurofeedback training effect on short term memory. *International Journal of Psychophysiology*, 86 (1), 83-87.
- Orlando, P., Rivera, R. O. (2004) Neurofeedback for Elementary Students with Identified Learning Problems, *Journal of Neurotherapy*, 8(2) 5-18.
- Silver, C. H. (2010). Attention Training for School-Aged Children With ADHD: Results of an Open Trial. *Journal of Attention Disorders*, 14 (1), 86-94.
- Thornton, K. E., Carmody, D. P. (2005). Electroencephalogram biofeedback for reading disability and traumatic brain injury. *Child Adolesc Psychiatric Clin N Am*, 14, 137-162.
- Yucha, C. B. (2008). Evidence-Based Practice in Biofeedback and Neurofeedback. [http://digitalcommons.library.unlv.edu/nursing\\_fac\\_articles/1.SB.html](http://digitalcommons.library.unlv.edu/nursing_fac_articles/1.SB.html).

