

اثربخشی نوروفیدبک بر حافظه در دانشجویان
*Effectiveness of Neurofeedback on Memory for Master Students of
Science & Research Branch Islamic Azad University*

Zoleikha Gholizadeh

Assistant Professor, Department of Psychology, Human and Social Science Faculty, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

Hamid Sourni

Master of Clinical Psychology, Department of Psychology, Sanandaj Branch, Islamic Azad University, Sanandaj, Iran

زلیخا قلی زادهه z.gholizadeh92@yahoo.com

استادیار گروه روانشناسی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

حمید سورنی (نویسنده مسئول)

hamidsourni@gmail.com

کارشناسی ارشد روانشناسی بالینی، گروه روانشناسی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات کردستان، سنندج، ایران

Abstract

Aim: Cognitive functions are among important subjects in psychology. Memory is among cognitive functions that has been lionized. Present research has examined the effectiveness of Neurofeedback on memory reinforcement. **Method:** This study was done half experimentally that 30 healthy people was chosen by available sampling and set in two groups randomly, experimental group (15 member) and control group (15 member). There was no learning in control group. Neurofeedback learning for experimental group was 20 half an hour sessions. Test tasks of both experimental and control group was evaluated by Wechsler Memory Scale (WMS) in two steps, pretest and posttest. Data was analyzed using single variable covariance analysis. **Results:** results demonstrated that Neurofeedback learning was caused to reinforce and improve memory in experimental group in comparison with control group. There was remarkable difference from the viewpoint of memory in two groups. **conclusion :** Based on results of this study, Neurofeedback is a suitable way to improve and reinforce cognitive functions including memory.

Keywords: Neurofeedback, Memory, Cognitive functions

چکیده

هدف: عملکردهای شناختی از جمله موضوعات مهم در روانشناسی می‌باشد. حافظه از جمله عملکردهای شناختی است که بسیار مورد توجه قرار گرفته است. در پژوهش حاضر به بررسی اثربخشی نوروفیدبک بر بهبود و تقویت حافظه پرداخته شده است. **روش:** این مطالعه به صورت نیمه تجربی بوده که تعداد ۳۰ نفر از افراد سالم به صورت نمونه در دسترس انتخاب شدند و به صورت تصادفی در دو گروه آزمایش (۱۵ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) قرار گرفتند. در گروه کنترل هیچ آموزشی صورت نگرفت. جلسات آموزش نوروفیدبک برای گروه آزمایش، ۲۰ جلسه و هر جلسه آموزشی ۳۰ دقیقه بود. آزمودنی‌های گروه کنترل و آزمایش در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون توسط آزمون حافظه و کسلر مورد ارزیابی قرار گرفتند. **یافته‌ها:** داده‌ها با استفاده از تحلیل کوواریانس تک متغیره تحلیل شد. نتایج تحلیل نشان داد که آموزش نوروفیدبک باعث تقویت و بهبود حافظه در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل شده است. **نتیجه‌گیری:** بر اساس یافته‌های این مطالعه نوروفیدبک یک روش مناسب برای بهبود و تقویت عملکردهای شناختی از جمله حافظه است.

واژگان کلیدی: عملکردهای شناختی، نوروفیدبک، حافظه

مقدمه

حافظه جزء جدایی ناپذیر سیستم شناختی است (حدادی و همکاران، ۲۰۱۱). حافظه فرایندی است که به وسیله آن دانش کدگذاری، ذخیره و بعداً یادآوری می‌گردد. حافظه یکی از بنیان‌های تصمیم‌گیری، یادگیری، تفکر، خلاقیت، برنامه‌ریزی و رفتار روزمره ما را تشکیل می‌دهد (گروزیلر^۲، ۲۰۱۴).

نگهداری هر نوع اطلاع و به یادآوری آن را حافظه می‌نامند. به عبارت دیگر حافظه تجربه‌های زندگی و اطلاعات واصله را ثبت می‌کند و آنها را بر می‌گرداند، حافظه توان نگهداری آثار هر نوع یادگیری است. به نظر می‌رسد ما آدمیان تقریباً هر چه داریم یا هر که هستیم از برکت حافظه است. اندیشه‌ها و تصورات ما حاصل کار حافظه است و ادراک و اندیشه و حرکت‌های ما از آن سرچشمه می‌گیرد. حافظه پدیده‌های بیشمار هستی ما را در کل واحدی یکپارچه می‌سازد. همانطور که اگر ذرات تشکیل دهنده بدن با نیروی جاذبه به هم نجسبیده بود بدن ما از هم می‌پاشید اگر نیروی پیوند دهنده وحدت بخشی حافظه نمی‌بود، هوشیاری ما به تعداد لحظه‌های زندگیمان تجزیه می‌شد (جانیدس^۳ و نی^۴، ۲۰۱۱).

بسیاری از تلاش‌های انجام گرفته برای جایابی حافظه بی‌ثمر بوده است. برای مثال، عصب روان‌شناس برجسته کارل لشلی پس از صدها تجربه، با اکراه اظهار داشت که نتوانسته است هیچ جای خاصی را در مغز برای حافظه‌های خاص پیدا کند. پس از گذشت دهه‌ها از اعتراف لشلی، روان‌شناسان توانسته‌اند بسیاری از ساختارهای مغزی در گیر در حافظه را جایابی کنند. برای مثال، آنها امروز از اهمیت هیپوکامپ و سایر ساختارهای نزدیک آن اطلاع دارند. به هر صورت، ساختارهای فیزیولوژیک ممکن است آن طور نباشد که جایابی فریبده لشلی درباره ایده‌ها، افکار و رویدادها نشان می‌دهد. برخی از مطالعات به یافته‌هایی هر چند ابتدایی، ولی امیدوار کننده درباره ساختارهایی که به نظر می‌رسد در ابعاد مختلف حافظه نقش داشته باشند، دست یافته‌اند. اول، به نظر می‌رسد خصوصیات حسی ویژه یک تجربه معین در مناطق مختلف قشر مخ سازمان یابد. برای مثال، خصایص دیداری، فضایی و بویایی یک تجربه ممکن است به صورت مجزا در مناطق مختلف قشر مخ که هر یک مسئول پردازش نوعی از اطلاعات حسی است ذخیره شود. بدین ترتیب به نظر می‌رسد قشر مخ نقش مهمی در حافظه، اط نظر ذخیره درازمدت اطلاعات داشته باشد (استرنبرگ، ۱۳۹۲).

مطالعات بسیاری بر روی عملکردهای شناختی و نقش مغز بر این عملکردها انجام شده است (وانگ^۵ و شوان^۶، ۲۰۱۳). بنابراین روش‌ها و تکنیک‌هایی که بتوانند عملکردهای شناختی را بهبود ببخشند از اهمیت زیادی برخوردارند، در این میان نوروفیدبک یکی از تکنیک‌هایی است که مورد استفاده قرار می‌گیرد (نبوی آل آقا و همکاران، ۱۳۹۱).

تلاش محققین علوم شناختی و علوم اعصاب شناختی متمرکز بر شناخت هر چه بیشتر کارکردهای مغزی است. رشته‌های دیگر از جمله علوم رایانه، مهندسی پزشکی، سلول‌های بنیادی، الکترونیک، بیومکانیک، فناوری نانو و عصب شناختی رایانه‌ای همگی در صدد تولید مواد دارویی، وسایل و روش‌هایی هستند که بتواند، توانمندی‌های شناختی انسان را افزایش دهد (مارکوس^۷ و همکاران، ۲۰۱۵). در این میان نوروفیدبک که یکی از ابزارها و روش‌های مداخله‌ای است، از تکنیک‌های مورد توجه برای بهبود و تقویت عملکردهای شناختی می‌باشد (توماس^۸، ۲۰۱۶). در جلسات نوروفیدبک عملکرد مغز بر اساس نتایج به دست آمده از ارزیابی امواج

2. Gruzelier
3. Jonides
4. Nee
5. Wang
6. Shulan
7. Markus
8. Thomas

مغزی اصلاح می‌شود و فرد یاد می‌گیرد که چطور امواج مغزی خود را کنترل کند. نوروفیدبک یک سیستم آموزش جامع است که رشد و تغییر در سطح سلولی مغز را ارتقا می‌بخشد. این تکنیک نحوه کارکرد مغز را تغییر می‌دهد، و پس از آن که این مهارت فرا گرفته شد به نظر می‌رسد تأثیر آن مستمر باشد (گروزیلر، ۲۰۱۴).

مغز از طریق انقباض و انقباض رگ‌های خونی دریافت خون لازم را کنترل می‌کند و جریان خون در مغز به نواحی خاصی هدایت می‌شود که در این خود نظم بخشی فعالیت بیشتری دارند. آموزش نوروفیدبک، با آموزش مغز برای خود نظم بخشی، منجر به تغییراتی در جریان خون می‌شود (رابرت^۹ و همکاران، ۲۰۱۶). مطالعات نشان داده که آموزش نوروفیدبک منجر به تغییر سطح اکسیژن خون در گیروس سینگولیت قدامی و جسم سیاه در کودکان بیش فعال همراه با نقص توجه می‌شود (ساموئل^{۱۰} و همکاران، ۲۰۱۶).

تحقیقات زیادی ارتباط بین امواج مغزی و عملکردهای شناختی را نشان داده‌اند. آموزش افزایش ریتم حسی-حرکتی با تمرکز، عملکرد یادآوری، حافظه و کاهش خطا ارتباط دارد (وانگ و شوان، ۲۰۱۳). همچنین آموزش کاهش تنا با بهبود تمرکز و توانایی توجه متمرکز ارتباط دارد (جاسون^{۱۱} و همکاران، ۲۰۱۶). نوی آل آقا و همکاران (۱۳۹۱) در تحقیقی به بررسی تأثیر نوروفیدبک بر توجه و زمان واکنش بازیکنان مبتدی تنیس رو میز پرداخته‌اند، که نتایج نشان داد آموزش نوروفیدبک بر کاهش زمان واکنش مؤثر است ولی بر میزان توجه، تأثیری ندارد.

اسکولانو^{۱۲} و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر نوروفیدبک بر بهبود شناختی در افراد سالم پرداخته‌اند. آن‌ها آزمایش خود را بر روی ۱۹ فرد سالم انجام دادند. هر جلسه آموزش نوروفیدبک ۲۵ دقیقه بود. بعد از دریافت آموزش نوروفیدبک توسط گروه آزمایش، شرکت کنندگان در عملکرد شناختی خود همچون حافظه کاری بهبود قابل توجهی داشتند، ولی در توانایی چرخش ذهنی تفاوت معناداری دیده نشد.

نوروفیدبک یک سیستم آموزش جامع است که رشد و تغییر در سطوح سلولی مغز را ارتقاء می‌بخشد. این روش به طور موفقیت آمیز در درمان طیفی از اختلالات مثل اسکیزوفرنی (بولو^{۱۳}، ۲۰۱۰)، ADHD (ساموئل، ۲۰۱۶)، افسردگی (هاموند^{۱۴}، ۲۰۰۰)، اضطراب (نجف آبادی و همکاران، ۱۳۹۲)، اختلال خواندن (کوبین^{۱۵} و لیندن^{۱۶}، ۲۰۱۱)، اختلال استرس پس از سانحه (تینیوس و تینیوس، ۲۰۰۰)، اختلالات شخصیت (رجبی و نریمانی، ۱۳۹۳)، اعتیاد و مسائل هیجانی و شناختی (گروزیلر، ۲۰۰۹) استفاده شده است. در تحقیقی تأثیر آموزش نوروفیدبک بر انعطاف‌پذیری شناختی کودکان استثنایی نشان داده شده است (کویژر^{۱۷}، ۲۰۱۳). در تحقیقی که با استفاده از دستگاه نوروفیدبک صورت گرفت نتایج نشان داد که آموزش نوروفیدبک بر عملکرد حافظه تأثیر دارد (فرانک و همکاران، ۲۰۱۵؛ لکومت^{۱۸} و جوهل^{۱۹}، ۲۰۱۱). با توجه به پژوهش‌هایی که در زمینه اثربخشی نوروفیدبک بر حافظه صورت گرفته سؤال پژوهش حاضر این بود که آیا نوروفیدبک موجب بهبود و تقویت حافظه می‌شود؟

9. Robert
10. Samuele
11. Judson
12. Escolano
13. Bolea
14. Hammond
15. Coben
16. Linden
17. Kouijzer
18. Lecomte
19. Juhel

روش

این پژوهش از نوع شبه آزمایشی از نوع پیش‌آزمون - پس‌آزمون با گروه کنترل است. جامعه آماری پژوهش را دانشجویان تحصیلات تکمیلی دانشگاه آزاد واحد سنندج در سال تحصیلی ۹۵-۹۴، که به صورت داوطلب حاضر به شرکت در پژوهش بودند تشکیل داد. ۳۰ نفر در گروه سنی ۲۲-۲۵ سال، پس از مصاحبه اولیه انتخاب و در دو گروه آزمایش و کنترل به صورت تصادفی قرار گرفتند. در گروه آزمایش ۵ زن و ۱۰ مرد و در گروه کنترل نیز ۵ زن و ۱۰ مرد قرار گرفت.

ابزار

آزمون حافظه و کسلر: مقیاس حافظه و کسلر رایج‌ترین مجموعه آزمون حافظه برای بزرگسالان است. و کسلر در سال ۱۹۴۱ برای اولین بار آزمون «حافظه بالینی» خود را منتشر نمود. آزمون او حافظه را از هفت لحاظ مختلف مورد مطالعه قرار می‌دهد و از این نظر نیم رخ روانی کامل تری از مراجع به دست می‌دهد. در تحقیقات انجام شده، اعتبار و روایی خوبی برای مقیاس حافظه و کسلر گزارش شده است. این مقیاس در ایران ترجمه و تنظیم گردیده و بر روی جمعیت ساکن در شهر تهران در ۹ گروه سنی ۱۰۰۷ نفری با قابلیت اعتماد ۰/۸۵. هنجاریابی گردیده است. بهره حافظه آزمودنی با توجه به نمره کلی او در ۷ خرده آزمون محاسبه گردید (صرامی، ۱۳۷۱).

دستگاه نوروفیدبک: نوروفیدبک از انواع بازخورد زیستی است که افراد از طریق آن یاد می‌گیرند امواج مغزی خود را کنترل کنند. حس گرهایی که الکتروود نامیده می‌شوند، به سر مراجع متصل می‌گردد. امواج مغزی به آمپلی فایر و از آنجا به کامپیوتر منتقل می‌شود، سپس بازخوردهای مورد نظر از طریق صفحه نمایشگر (بازخورد بینایی) و بلندگوها (بازخورد شنوایی) به فرد ارائه می‌شود، در این حالت مراجع با کمک آزمایشگر و ارائه محرک‌های دیداری-شنیداری قادر خواهد بود امواج مغزی را دستکاری کند. در این پژوهش از دستگاه نوروفیدبک و بیوفیدبک مدل FlexComp Infinity، آمپلی فایر ۱۰ کاناله با قابلیت ثبت همزمان ده کانال نوروفیدبک و بیوفیدبک استفاده شد.

روش اجرا: جلسات آموزش نوروفیدبک (۲۰ جلسه)، چهار بار در هفته اجرای پروتکل آلفا/تتا در نقطه Pz و تقویت ریتم حسی-حرکتی و سرکوب امواج تتا و بتای بالا در نقطه Cz بود، که به صورت انفرادی برگزار شد. در ابتدای شروع جلسه آموزش نوروفیدبک نقطه Cz بر روی سر مراجع مشخص می‌شد. این نقطه بر طبق سیستم طبقه‌بندی بین‌المللی ۲۰-۱۰ اندازه‌گیری و انتخاب شد. در ابتدای هر جلسه یک ارزیابی اولیه، برای بررسی امواج مغزی از نمونه گرفته می‌شد و سپس آموزش شروع می‌شد. بعد از آموزش در نقطه Cz محل نصب الکتروودها را تغییر داده و آموزش در نقطه Pz انجام می‌شد. بدین صورت که مراجع آرام و بی حرکت با چشم‌های بسته بر روی صندلی می‌نشست. مراجع می‌بایست با شنیدن صدای اقیانوس به افکاری که در ذهنش است فکر می‌کرد و با شنیدن صدای رودخانه به صدای آب و افکار آرامش بخش فکر کند. همزمان با این کار امواج دلتا نیز سرکوب می‌شد. پروتکل آموزشی یکسانی در طول ۲۰ جلسه انجام شد.

یافته‌ها

به منظور بررسی این فرضیه که آموزش نوروفیدبک بر بهبود و تقویت حافظه در دانشجویان تأثیر می‌گذارد، نمرات حافظه دانشجویان در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه آزمایش و کنترل با هم مقایسه شد. جدول ۱ میانگین و انحراف استاندارد نمرات حافظه را در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد.

جدول (۱) میانگین و انحراف استاندارد نمرات حافظه در پیش آزمون و پس آزمون در گروه آزمایش و کنترل

گروه	سطوح آزمون	میانگین	انحراف استاندارد
آزمایشی	پیش آزمون	۱۲۶.۶۰	۳.۶۸
	پس آزمون	۱۳۴.۱۳	۴.۳۰
کنترل	پیش آزمون	۱۲۵.۷۳	۴.۲۵
	پس آزمون	۱۲۷.۴۰	۴.۵۰

با توجه به اطلاعات جدول ۱ ملاحظه می شود که میانگین نمرات حافظه دانشجویان در گروه آزمایش و کنترل را نشان می دهد، مقایسه میانگین پیش آزمون و پس آزمون بیانگر تأثیر متغیر مستقل آموزش نوروفیدبک بر بهبود و تقویت حافظه در دانشجویان گروه آزمایش است که چنین تفاوتی در میانگین های گروه کنترل مشاهده نمی شود. قبل از انجام تحلیل، رعایت مفروضه های آن مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا نرمال بودن داده ها با آزمون کلموگروف-اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۲). یکی دیگر از مفروضه های تحلیل کوواریانس همگنی واریانس است. برای بررسی مفروضه همگنی واریانس از آزمون لوین (جدول ۳) استفاده شد و در آخر پیش فرض همگونی شیب رگرسیون (جدول ۴) بررسی شد.

جدول ۲ نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف

تعداد	پیش آزمون	پس آزمون
	۳۰	۳۰
میانگین	۱۲۶.۱۶	۱۳۰.۴۶
پارامترهای توزیع نرمال	انحراف استاندارد	۳.۹۳
	۵.۸۴	۰.۱۵۰
قدر مطلق	۰.۱۵۰	۰.۱۵۰
حداکثر تفاضل ها	مثبت	۰.۱۱۷
	منفی	-۰.۱۳۱
آماره آزمون کولموگروف-اسمیرنوف	۰.۱۵۰	۰.۱۵۰
سطح معناداری	۰.۰۸۲	۰.۸۴

نتایج تحلیل خروجی آزمون کلموگروف-اسمیرنوف نشان می دهد سطح معناداری در این آزمون از ۰/۰۵ بزرگ تر است. با توجه به سطح معناداری توزیع داده ها منطبق بر توزیع نرمال قلمداد می گردد.

جدول (۳) نتایج آزمون لوین

متغیر	همگونی واریانس ها
F	درجه آزادی ۱
حافظه	۳۸۶۸
	۱
	۲۸
	درجه آزادی ۲
	معناداری
	۰.۰۵۹

با توجه به نتایج آزمون لوین، سطح معناداری به دست آمده از ۰/۰۵ بیشتر می باشد. در نتیجه می توان گفت واریانس گروه ها از تجانس برخوردار است.

جدول (۴) نتایج آزمون شیب رگرسیون

منبع	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	معناداری	مجذورات
گروه	۴۵.۲۷	۱	۴۵.۲۷	۳.۵۷	۰.۰۷۰	۰.۱۲۱
پیش آزمون	۱۵۰.۴۶	۱	۱۵۰.۴۶	۱۱.۸۸	۰.۰۰۲	۰.۳۱۴
گروه* پیش آزمون	۳۷.۶۸	۱	۳۷.۶۸	۲.۹۷	۰.۰۹۶	۰.۱۰۳
خطا	۳۲۹.۲۴	۲۶	۱۲.۶۶			

همان طور که جدول شماره ۴ نشان می دهد همگنی شیب ها با مقدار $F(2/97)$ برای حافظه معنادار نشده است، لذا مفروضه همگنی شیب های رگرسیون برای متغیر حافظه محقق شده است. با توجه به یافته های فوق، جهت بررسی فرضیه مورد نظر، از تحلیل کوواریانس استفاده شد که نتایج آن در جدول شماره ۵ آورده شده است.

جدول (۵) نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای میانگین‌های نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه‌های آزمایش و کنترل در متغیر حافظه

منبع	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	معناداری	مجذوراتا
پیش‌آزمون	۱۷۶.۴۰	۱	۱۷۶.۴۰	۱۲.۹۸	۰.۰۰۱	۰.۳۲۵
گروه	۳۸۲.۴۳	۱	۳۸۲.۴۳	۲۸.۱۴	۰.۰۰۰	۰.۵۱۰
خطا	۳۶۶.۹۳	۲۷	۱۳.۵۹			

همان‌طور که جدول ۵ نشان می‌دهد تفاوت نمره‌های پیش‌آزمون-پس‌آزمون دو گروه آزمایش و کنترل برای متغیر حافظه معنادار و میانگین نمره‌های گروه آزمایش در متغیر حافظه با مقدار $F=28/14$ در سطح $p < 0.05$ و $p = 0/510$ = مجذور اتا، بیشتر از گروه کنترل است. بنابراین نتایج به دست آمده حاکی از تأثیر آموزش نوروفیدبک بر تقویت و بهبود حافظه در دانشجویان گروه آزمایش است.

بحث و نتیجه‌گیری

با مقایسه گروه آزمایشی با گروه کنترل نتایج حاکی از آن است که آموزش نوروفیدبک موجب بهبود حافظه می‌شود. که این یافته با نتایج به دست آمده از قلی زاده و همکاران (۱۳۸۹) که نتایج این پژوهش نشان داد نوروفیدبک بر حافظه کاری تأثیر دارد، حدادی و همکاران (۲۰۱۱) نیز در تحقیق خود به این نتیجه دست یافتند که نوروفیدبک موجب بهبود حافظه می‌شود، نتایج تحقیقات وانگ و شوان (۲۰۱۳) و جاکوبس و همکاران (۲۰۰۶) نیز در مطالعه خود با عنوان تأثیر نوروفیدبک بر توجه و حافظه، نشان داد که نوروفیدبک بر تقویت حافظه تأثیر دارد، همسو است.

پروتکل مورد استفاده در این پژوهش سرکوب تتا و افزایش ریتم حسی-حرکتی در ناحیه Cz بود. تتا با حواس پرتی، بی‌توجهی، خیال‌بافی، افسردگی و اضطراب ارتباط دارد. تحقیقات بیانگر این است که افزایش تتا با عملکرد ضعیف ارتباط دارد (گروزیلر، ۲۰۱۴). افزایش موج ریتم حسی-حرکتی تداخل پردازش محرک‌های نامربوط را کاهش می‌دهد و یکپارچگی شناختی محرک‌های مربوط به تکلیف را تسهیل می‌کند. ریتم حسی-حرکتی به طور مستقیم بر روی عملکرد بازیابی و رمزگردانی تأثیر می‌گذارد (فرانک و همکاران، ۲۰۱۵). با این توصیف به نظر می‌رسد آموزش نوروفیدبک بر افزایش توانایی حافظه مؤثر می‌باشد.

فرآیند آموزش نوروفیدبک بر اساس اصل شرطی سازی کنشگر که بر مبنای دو مفهوم تقویت و تقویت کننده می‌باشد، بنا شده است. در فرآیند نوروفیدبک شرطی سازی کنشگر زمانی است که مراجع برای یافتن وضعیت فکری مناسب، پاداش دریافت می‌کند. به این نحو زمانی که توان ریتم خاصی از سیگنال مغزی مراجع به حد آستانه رسید، در مقابل آن، فیدبک شنیداری یا دیداری که معمولاً شبیه به یک بازی است، دریافت می‌کند. بنابراین فرد تلاش می‌کند وضعیت فکری خود را طوری تنظیم کند تا محرک مطلوب (فیدبک دیداری یا شنیداری) را بیشتر دریافت کند و این کار باعث افزایش رفتار مطلوب (قرار گرفتن فرد در وضعیت فکری مطلوب) و افزایش احتمال رخداد آن ریتم خاص می‌شود. حالت پخش فیلم یا هدایت بازی کامپیوتری بدون استفاده از دست و تنها با امواج مغزی شخص انجام می‌شود. به این شکل فرد با دیدن پیشرفت یا توقف بازی و گرفتن پاداش یا از دست دادن امتیاز و یا تغییراتی که در صدا یا پخش فیلم به وجود می‌آید، پی به شرایط مطلوب یا نامطلوب امواج مغزی خود برده و سعی می‌کند تا با هدایت بازی یا فیلم، وضعیت تولید امواج مغزی خود را اصلاح کند (برای مثال اگر قرار است فرد موج آلفای خود را کاهش دهد بازی در صورتی پیش می‌رود که موج آلفا از یک حد مشخص شده‌ای کمتر باشد). قسمت عمده یادگیری در سطح ناهشیار اتفاق می‌افتد، جایی که مغز به تدریج می‌تواند به صورت مستقیم و خودکار سیگنال فیدبک را کنترل کند. مهارت‌های جدید که به صورت آگاهانه و ناآگاهانه به دست آمده‌اند در طول آموزش درونی می‌شوند و به طور خودکار به فعالیت‌های روزانه فرد منتقل می‌شوند. این کار درست مانند یاد گرفتن رانندگی است. همانطور که رانندگی پس از یادگیری کامل به صورت یک سری اعمال خودکار در می‌آید و هیچگاه فراموش نمی‌گردد، مهارت‌هایی نیز که مغز در طی آموزش نوروفیدبک فرا می‌گیرد مانند گار خواهند بود. بنابراین

نوروفیدبک به مغز کمک می‌کند تا یاد بگیرد که چطور خودش را تنظیم و نواقص عملکردی خود را برطرف نماید. لذا هیچ‌گونه دستکاری یا مداخله ماده خارجی وجود ندارد که عوارض جانبی داشته باشد یا وابستگی ایجاد کند. از آنجا که پژوهش حاضر بر روی دانشجویان انجام شده است، لازم است در تعمیم آن محتاطانه عمل شود. تکرار این پژوهش در نمونه‌هایی با ویژگی‌های مختلف فردی، سن، جنس و نمونه بزرگتر و نیز استفاده از پروتکل‌های موجود دیگر در برآورد هرچه بهتر اثر بخشی نوروفیدبک مفید خواهد بود. پیشنهاد می‌شود این پژوهش بر روی افرادی که در عملکردهای شناختی اختلال دارند و سایر نمونه‌ها انجام گیرد و به منظور بررسی بهتر نتایج از دوره‌های پیگیری استفاده شود. نوروفیدبک می‌تواند به فرد کمک کند تا با روشی ایمن وضعیت روان‌شناختی خود را کنترل کند. این روش می‌تواند مانند دارودرمانی، روان‌درمانی و سایر تکنیک‌های درمانی و آرامش دهنده به افراد پیشنهاد گردد.

منابع

- استرنبرگ، رابرت. (۱۳۹۲). روانشناسی شناختی، ترجمه کمال خرازی و الهه حجازی، تهران: پژوهشکده علوم شناختی تهران.
- رجبی، سوران؛ نریمانی، محمد. (۱۳۹۳). اثربخشی آموزش نوروفیدبک بر پنج عامل بزرگ شخصیتی افراد وابسته به مورفین. مجله پژوهش‌های روان‌شناسی بالینی و مشاوره، سال چهارم، شماره ۱، ۵-۲۰.
- صالحی، مهرداد؛ نجف آبادی، امیرجهانیان؛ رحمانی، مهدی؛ ایمانی، حدیث. (۱۳۹۲). بررسی تأثیر آموزش نوروفیدبک بر کاهش اضطراب. مجله تحقیقات علوم رفتاری، دوره یازدهم، شماره ۶، ۶۵۷-۶۶۴.
- صرامی، غلامرضا. (۱۳۷۱). هنجاریابی حافظه و کسلر بر روی جمعیت ساکن در شهر تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد روانشناسی، دانشگاه تربیت مدرس.
- قلی زاده، زلیخا؛ باباپور، جلیل؛ رستمی، رضا؛ بیرامی، منصور و پورشریفی، حمید. (۱۳۸۹). اثربخشی نوروفیدبک بر حافظه کاری. فصلنامه علمی-پژوهشی روانشناسی دانشگاه تبریز، سال پنجم، شماره ۱۸، ۸۷-۱۰۱.
- نبوی آل آقا، فریبا؛ نادری، فرح؛ حیدری، علیرضا؛ احدی، حسن و نظری، محمدعلی. (۱۳۹۱). اثربخشی نوروفیدبک بر عملکرد شناختی. مجله اندیشه و رفتار، دوره هفتم، شماره ۲۶، ۲۷-۳۶.
- Bolea AS. (2010). Neurofeedback treatment of chronic inpatient schizophrenia. *Journal of Neurotherapy*. 14(1), 47-54.
- Brouwer AM, Staufenbiel SM, Keizer AW, van Wouwe NC. (2014). Effect of beta and gamma neurofeedback on memory and intelligence in the elderly. *Biological Psychology*. 95, 74-85.
- Coben R, Linden M. (2011). Neurofeedback for autistic spectrum disorder: A review of the literature. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 35(1), 83-105.
- Cortese S, Ferrin M, Brandeis D, Holtmann M, Aggensteiner P, Daley D,... Stringaris A. (2016). Neurofeedback for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*. 55(6), 444-455.
- Escolano C, Navarro-Gil M, Garcia-Campayo J, Minguez J. (2014). The Effects of a Single Session of Upper Alpha Neurofeedback for Cognitive Enhancement: A Sham-Controlled Study. *Psychophysiology and Biofeedback*. 39(3), 227-236.
- Gruzelier JH. (2014). EEG-neurofeedback for optimising performance. II: Creativity, the performing arts and ecological validity. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. 44, 142-158.
- Gruzelier, JH. (2009). A theory of alpha/theta neurofeedback, creative performance enhancement, long distance functional connectivity and psychological integration. *Cogn Process*. 10(1), 101-109.
- Haddadi P, Rostami R, Moradi A. (2011). Neurofeedback training to enhance learning and memory in patients with cognitive impairment. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 30, 608-610.
- Hammond DC. (2000). Neurofeedback treatment of depression with the roshi. *Journal of Neurotherapy*. 4(2), 45-56.

- Jacobs J, Hwang G, Curran T, Kahana MJ. (2006). EEG oscillations and recognition memory: Theta correlates of memory retrieval and decision making. *NeuroImage*. 32, 978-987.
- Jonides J, Nee DE. (2006). Brain mechanisms of proactive interference in working memory. *Neuroscience*. 139, 93-181.
- Kouijzer ME, van Schie HT, Gerrits BJ, Buitelaar JK, de Moor JM. (2013). Is EEG-biofeedback an effective treatment in autism spectrum disorders? A randomized controlled trial. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 38, 17-28.
- Lecomte G, Juhel J. (2011). The effects of neurofeedback training on memory performance in elderly subjects. *Psychology*. 2, 52-846.
- Robert TT, Michael L, Amir R. (2016). The self-regulating brain and neurofeedback: Experimental science and clinical promise. *Cortex*. 74, 247-261.
- Scharnowski F, Veit R, Zopf R, Studer P, Bock S, Diedrichsen J,... Weiskopf N. (2015). Manipulating motor performance and memory through real-time fMRI neurofeedback. *Biological Psychology*. 108, 85-97.
- Thomas GB. (2016). Biofeedback and Neurofeedback. *Encyclopedia of Mental Health*. 2, 170-177.
- Tinius TP, Tinius KA. (2000). Changes after EEG biofeedback and cognitive retraining in adults with mild traumatic brain injury and attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Neurother*. 4, 27-41.
- van Lutterveld R, Houlihan SD, Pal P, Sacchet MD, McFarlane-Blake C, Patel PR, Brewer JA. (2016). Source-space EEG neurofeedback links subjective experience with brain activity during effortless awareness meditation. *NeuroImage*. 77-100.
- Wang JR, Shulan H. (2013). Neurofeedback training improves attention and working memory performance. *Clinical Neurophysiology*, 124, 2406-2420.
- Weichenberger M, Kühler R, Bauer M, Hensel J, Brühl R, Ihlenfeld A,... Kühn S. (2015). Brief bursts of infrasound may improve cognitive function – An fMRI study. *Hearing Research*. 328, 87-93.