مجله علمی سازمان نظام پزشکی جمهوری اسلامی ایران، دوره ۳۵، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶: ۱۳۷-۱۴۴

● **مقاله تحقیقی** **کد مقاله: ۱۳**

اثربخشی آموزش نوروفیدبک بر ارتقای عملکرد زمان واکنش

دکتر افتاده حال محسن ۱
دکتر موحدی یزدان ۲*
دکتر پورمحمدی مرتضی ۳
دکتر شاه حسینی احد ۴

۱- استادیار گروه علوم شناختی، انستیتو علوم شناختی تهران
۲- استادیار گروه علوم شناختی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز
۳- استادیار گروه طراحی صنعتی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز
۴- استادیار گروه معماری انرژی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز

* **نشانی نویسنده مسؤول:** تبریز، دانشگاه هنر اسلامی

تلفن: ۰۹۱۶۳۹۷۱۹۱۴

نشانی الکترونیکی:
y.movahedi@tabriziau.ac.ir
yazdan.movahedi@gmail.com

چکیده

زمینه: رسیدن به عملکرد بهینه به همراه بهبود زمان واکنش از مهم‌ترین اهداف دانشجویان و ورزشکاران می‌باشد. پژوهش حاضر با هدف اثربخشی آموزش نوروفیدبک بر ارتقای عملکرد زمان واکنش انجام شد.

روش کار: پژوهش حاضر از نوع نیمه آزمایشی بود. تعداد ۳۰ نفر از داوطلبین انتخاب شده و بعد از اخذ رضایت‌نامه اخلاقی به دو گروه ۱۵ نفره آزمایش و پلاسیبو تقسیم شدند. ابتدا ابزار پژوهش (آزمون زمان واکنش) به عنوان پیش آزمون از هر دو گروه به عمل آمد. گروه آزمایش ۲۰ جلسه آموزش نوروفیدبک دریافت کردند و فیدبکی که دریافت می‌کردند واقعی و وابسته به عملکرد آنها بود، اما گروه پلاسیبو فیدبکی که دریافت می‌کردند تصادفی بود و وابسته به عملکرد آنها نبود. سپس بعد از پایان ۲۰ جلسه مجدداً ابزار پژوهش به عنوان پس آزمون به عمل آمد. برای بررسی این پژوهش از دستگاه نوروفیدبک و آزمون زمان واکنش استفاده شد. تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۹ انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که آموزش نوروفیدبک باعث ارتقای عملکرد زمان واکنش می‌شود. بر همین مبنا می‌توان از این دستگاه برای ارتقای عملکرد ورزشکاران و نظامیان بهره برد. میانگین زمان واکنش ساده در پیش آزمون آزمایش ۴۰۲/۱۳ و در پس آزمون ۳۷۳/۱۳ بود.

نتیجه‌گیری: با توجه به تأثیرات مثبت این روش بر زمان واکنش افراد، این مطالعه نشان داد که نوروفیدبک می‌تواند به عنوان یک روش مؤثر برای دستیابی به عملکرد بهینه مورد استفاده قرار بگیرد.

واژگان کلیدی: نوروفیدبک، زمان واکنش، ورزشکاران

تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۲/۲۹ تاریخ اصلاح نهایی: ۹۶/۱۲/۱۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/۱۲/۳

مقدمه

یکی از دغدغه‌های اصلی محققان علوم ورزشی، پیدا کردن راهکارهایی جدید برای افزایش سطح عملکرد ورزشکاران می‌باشد. در سال‌های اخیر جهت دستیابی به این مهم از روش‌ها و ابزارهای مختلفی استفاده شده است. نوروفیدبک روشی آموزشی است که با استفاده از ثبت امواج مغزی شکل گرفته است. با نصب الکترودها به سر فرد، اطلاعات دریافتی پیرامون فعالیت مغزی ورزشکار توسط مانیتور قابل مشاهده می‌شود. بدین ترتیب فعالیت امواج مغزی که فرایندهایی ناهشیار و خارج از اراده فرد هستند، برای آزمودنی و درمانگر کاملاً محسوس می‌شود. آزمودنی با کمک مربی و با دریافت محرک‌های دیداری و شنیداری قادر خواهد بود که هر یک از امواج آلفا، بتا، تتا و دلتا را که در مقایسه با پایگاه داده‌ای نرمال موجود نابهنجار تشخیص داده شده و خارج از شکل طبیعی عمل می‌کنند، کنترل کرده و طی جلسات آموزش آنها را به حالت بهنجار تبدیل کند [۱]. اثربخشی نوروفیدبک بر اساس یک فرایند یادگیری و شرطی‌سازی عاملی است، بنابراین طول دوره معمولاً بلند مدت است، به ویژه که نوروفیدبک با مغز و شرطی‌سازی و ایجاد تغییر در یادگیری‌های مغزی سر و کار دارد، که این خود طول دوره نوروفیدبک را طولانی‌تر می‌سازد [۲].

ما معمولاً به دلیل نا آگاهی از فعالیت امواج مغزی خود، از تأثیرگذاری مناسب و مطمئن بر آنها ناتوانیم. در حالی که نمایش این امواج روی صفحه نمایشگر، فقط چندهزارم ثانیه پس از تولید آنها، به ما این امکان را می‌دهد که از طریق فرایند شرطی‌سازی عامل آنها را تغییر دهیم و به این ترتیب ما واقعاً قادر به بازآموزی مغزمان می‌شویم. در ابتدا تغییرات کوتاه مدت هستند اما پس از مدتی دوام بیشتری می‌یابند و با استمرار بیوفیدبک، تمرین و مدیریت، این آموزش در اکثر افراد اتفاق افتاده و تداوم می‌یابد. استفاده از نوروفیدبک به منظور شرطی‌سازی کنش‌گر، به فرد امکان کنترل پارامترهای کمی سیگنال الکتروآنسفالوگرام را می‌دهد و فرد از این راه می‌تواند به تنظیم ریتم‌های سیگنال مغزی خود بپردازد [۳]. طی یک فرایند شخص یاد می‌گیرد که چگونه سیگنال‌های مغزی خود را کنترل کند و این کار را با الگوهای سیگنال مغزی انجام می‌دهد. البته فرایند نوروفیدبک فرایند جدیدی در مغز نیست، بلکه فرایند زیستی طبیعی است که از این طریق کنترل می‌شود [۳]. برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که افراد سالم، افراد صدمه دیده مغزی، بیماران صرعی و بیماران روان پریش توانسته‌اند به دنبال آموزش نوروفیدبک تغییراتی در فعالیت قشری خود ایجاد کنند. به زبان ساده می‌توان گفت که پس از آموزش نوروفیدبک فرد از حالات متفاوت امواج مغزی خود آگاه شده و لذا توانایی ایجاد آنها را در صورت لزوم پیدا می‌کند. ولی افراد متعددی اظهار می‌کنند که اگر چه می‌توانند الگوهای متفاوت امواج مغزی را در صورت لزوم ایجاد کنند، اما دقیقاً مطمئن نیستند که این کار را چگونه انجام می‌دهند. این نکته حاکی از آن است که احتمالاً نوروفیدبک متضمن یادگیری ضمنی یا ناهشیارانه است [۴]. نوروفیدبک، روشی ایمن و بدون درد است که کارکرد و خود کنترلی مغز را به روش‌های مختلف بهبود می‌بخشد. مکانیسم زیر بنایی آن شامل تقویت مکانیسم خود تنظیمی مورد نیاز برای کارکرد مؤثر می‌باشد [۵]. در همین راستا، کارکردهای اجرایی مغز، برون دادهای رفتار را تنظیم می‌کنند و معمولاً شامل بازداری و کنترل محرک‌ها، حافظه، انعطاف‌پذیری شناخت، برنامه‌ریزی و سازمان‌دهی است [۶]. به عبارت دیگر، کارکردهای اجرایی مجموعه‌ای از توانایی‌های عالی شامل خودگردانی، برنامه‌ریزی، انعطاف‌پذیری شناختی، سازمان‌دهی، حافظه، ادراک پویا از زمان، پیش‌بینی آینده و حل مسأله است که در فعالیت‌های روزانه و تکالیف یادگیری کمک می‌کند [۷].

زمان واکنش شاخص دقیقی برای سرعت و کارآیی تصمیم‌گیری است و به مدت زمان سپری شده بین ارائه محرک حسی و پاسخ رفتاری پس از آن گفته می‌شود. زمان واکنش به عوامل متعددی بستگی دارد که مهم‌ترین آنها نوع محرک، شدت محرک، تعداد محرک، محل و موقعیت محرک هستند. همچنین خستگی ذهنی و فیزیکی فرد هم بر زمان واکنش تأثیر منفی دارد [۸]. فنون آموزش ذهنی در کنار تمرین‌های بدنی و آموزش‌های فنی به افراد کمک می‌کند تا از توانایی‌ها و استعدادهای خود بیشترین فایده را ببرند. عملکرد بهینه زمانی حاصل می‌شود که مغز کار خود را به بهترین و کارآمدترین صورت انجام دهد. دستیابی به عملکرد بهینه به معنی رسیدن به بیشترین کارآیی با صرف کمترین انرژی است.

بررسی نقش مغز و رفتار انسان نشان می‌دهد که موفقیت یا شکست ورزشکاران در رقابت‌های مهم ورزشی تا حد زیادی به

آمادگی روانی آنها و غلبه بر اضطراب ناشی از مقابله با حریف بستگی دارد. هم چنین روانشناسان و متخصصین علوم اعصاب معتقدند که تفاوت در آمادگی روانی و چگونگی فعالیت مغز می‌تواند عامل تعیین‌کننده‌ای در رقابت‌های ورزشی باشد [۹]. از دیدگاه آنها مغزی که آرام و هوشیار است و کارآیی مناسبی در پردازش دارد، مغزی فعال نامیده می‌شود. هنگامی که مغز نظم یافته و توان خود تنظیمی پیدا می‌کند، نشانه‌هایی که ظاهراً منشأ و خاستگاه‌هایی مجزا دارند، بهبود پیدا می‌کنند. رفتار فرد بهتر می‌شود، تمرکز و توجه افزایش می‌یابد، خواب طبیعی می‌شود و خلق ثبات می‌یابد. این اتفاقات، حاصل انعطاف‌پذیری و قابلیت تغییر در مغز انسان هستند. این قابلیت ذاتی را می‌توان از طریق آموزش بیوفیدبک فعال نمود [۱۰]. برای عملکرد موفقیت‌آمیز، مهم آن است که افراد بیاموزند چگونه و در چه زمانی به اطلاعات مربوط توجه کنند و چگونه اعمال آینده را پیش‌بینی نمایند. ورنون (۲۰۰۵) نشان داد که آموزش نوروفیدبک به منظور افزایش عملکرد در سه حوزه اصلی صورت می‌گیرد؛ عملکرد ورزشی، عملکرد شناختی و عملکرد هنری [۱۱]. کایزر[۱]، ورسکور[۲]، ورمنت[۳] و هامل[۴] (۲۰۱۰) در مطالعه خود نشان دادند که تقویت موج گاما به وسیله نوروفیدبک موجب افزایش نمره هوش فرد می‌گردد [۱۲]. همچنین کاهانا[۵]، سکولر[۶]، کاپلان[۷]، کریسچن[۸] و مادسن[۹] [۱۳]، کلایمش[۱۰] [۱۴] بر تأثیر نوروفیدبک بر روی تقویت حافظه‌ی فعال تأکید دارند.

لینز[۱۱]، گابریلا[۱۲]، هینتربرگر[۱۳]، کلینگر[۱۴]، راف[۱۵] و استریهل[۱۶] [۱۵] در مطالعه خود نشان دادند که نوروفیدبک در تنظیم فعالیت‌های کرتکس، بهبود توجه و هوش، پیشرفت در حیطه‌های شناختی و رفتاری اثربخش بوده است. همچنین، تأثیر نوروفیدبک بر اضطراب و توجه [۱۶]، تغییر در توان گاما و کاهش زمان واکنش [۱۲]، زمان واکنش [۱۷]، تفاوت عملکرد نیمکره‌ای در ناحیه‌ی آهیانه‌ای چپ و تغییر در افزایش توجه و زمان پاسخدهی [۱۸]، توجه و زمان واکنش [۱۹] نشان داده شده است. تحقیقات دوپلی مایر و همکاران، که بر روی افراد سالم انجام شده است [۲۰] نشان داد که نوروفیدبک باعث افزایش سرعت واکنش و بهبود توانایی دیداری- فضایی می‌شود [۲۰]. در مطالعه‌ای که بر روی دانشجویان پزشکی انجام شد آموزش دادند که فعالیت ریتم حسی- حرکتی SMR (۱۵-۱۲ هرتز) یا فعالیت تتا (۷-۴ هرتز) را افزایش دهند. فقط گروه SMR تغییر در EEG و بهبود چشمگیری در تمرکز توجه و حافظه نشان دادند. در حالی که در گروه تتا تغییر در EEG و بهبود در تمرکز توجه و حافظه دیده نشد. بعد از ۸ جلسه نوروفیدبک، گروه SMR در مقایسه با گروه کنترل، قادر بود به طور انتخابی فعالیت SMR خود را افزایش دهد (این افزایش از طریق افزایش نسبت SMR به تتا و افزایش نسبت SMR به بتا مشخص می‌گردید). نتایج مطالعه نشان داد که گروه SMR بهبود معنی‌داری در منحنی عملکرد یادآوری، تکالیف حافظه و تمرکز توجه نشان دادند [۴]. اگنر و گرازلیر[۱۷] [۲۱] دریافتند که آموزش SMR، موجب بهبود حساسیت ادراکی و کاهش زمان واکنش و خطا می‌شود. همان طور که گفته شد، اینکه نوروفیدبک در افراد سالم برای ارتقای عملکرد می‌تواند مفید باشد در حال حاضر در مرحله آزمایش می‌باشد به همین دلیل انجام پژوهش حاضر ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین پژوهش حاضر در پی پاسخگویی به این سؤال است که آیا آموزش نوروفیدبک باعث ارتقای عملکرد زمان واکنش می‌شود؟

روش کار

مطالعه حاضر از نوع مطالعات آزمایشی با دو گروه آزمایش و پلاسیبو به صورت پیش آزمون و پس آزمون بود. جامعه آماری این پژوهش کلیه دانشجویان پسر ورزشکار (فوتبالیست) دانشگاه‌های دولتی، پیام نور و آزاد شهر تبریز (منهای غیر انتفاعی و فنی- حرفه‌ای) بودند که ۳۰ نفر از آنها انتخاب شدند و به صورت تصادفی ساده در دو گروه آزمایش و پلاسیبو قرار گرفتند. نحوه نمونه‌گیری بدین صورت بود که ابتدا در دانشگاه‌های استان تبریز بر اساس فراخوان

۱- Keizer
۲- Verschoor
۳- Verment
۴- Hommel
۵- Kahana
۶- Sekuler
۷- Kaplan
۸- Kirschen
۹- Madsen
۱۰- Klimesch
۱۱- Leins
۱۲- Gabriella
۱۳- Hinterberger
۱۴- Klinger
۱۵- Rumpf
۱۶- Strehl
۱۷- Egner & Gruzelier

اطلاع‌رسانی شد و سپس از دانشجویان ورزشکار (فوتبالیست و دارای مدرک) که تمایل به شرکت در پژوهش داشتند به صورت تصادفی ۳۰ نفر از آنها انتخاب شده و پس از کسب رضایت نامه اخلاقی (لازم به ذکر است که در این رضایت نامه قید شده بود که آزمودنی با اختیار شخصی در آزمایش وارد شده و هر زمانی که مایل باشد می‌تواند از ادامه آزمایش صرف‌نظر کند)، در دو گروه ۱۵ نفری آزمایش و پلاسیبو جایگزین شدند. بدین ترتیب که گروه آزمایش بیست جلسه آموزش نوروفیدبک را دریافت کردند، اما برای گروه پلاسیبو فیدبک‌هایی که دریافت می‌کردند به صورت تصادفی بودند و واقعی نبودند. داوطلبین، افراد راست دست، سالم از لحاظ بدنی و روانی و در گروه سنی ۲۵-۱۹ سال، بودند.

ابزار

دستگاه نوروفیدبک: نوروفیدبک یک سیستم درمانی جامع است که به طور مستقیم با مغز کار می‌کند. دستگاه نوروفیدبک، یک ابزاری است که امواج خام مغزی دریافت شده از طریق الکترودهای قرار گرفته بر روی سر را به فرکانس‌های امواج مختلف تجزیه می‌کند. این فرکانس‌ها همان امواج شناخته شده مغزی دلتا، تتا، آلفا و بتا هستند. در خلال آموزش نوروفیدبک، الکترودها بر طبق سیستم بین‌المللی ۲۰-۱۰ روی جمجمه قرار داده می‌شوند. معمولاً دو الکترود در مناطقی قرار می‌گیرند که فعالیت EEG نسبت به EEG افراد بهنجار در برگیرنده انحراف بیشتری می‌شود. بیمار در برابر کامپیوتر قرار می‌گیرد و آنچه را که کامپیوتر نشان می‌دهد می‌تواند همچون یک بازی ویدئویی/ کامپیوتری متمرکز می‌نماید. زمانی که فعالیت نامناسب به مقدار جزئی کاهش نشان داد و فعالیت مناسب افزایش جزئی داشت صدایی شنیده می‌شود. در ابتدا تغییرات در امواج مغزی گذر است. اما با تکرار جلسات و تغییر تدریجی آستانه‌ها برای بازداری فعالیت نامناسب و تقویت فعالیت امواج مغزی سالم‌تر از سوی درمانگر، تغییرات پایدار به تدریج شرطی می‌شوند [۲۲]. اطلاعات دریافتی توسط دو مانیتور جداگانه در اختیار مراجع و آزمایشگر قرار می‌گیرند. در این حالت مراجع با کمک آزمایشگر و ارائه محرک‌های دیداری- شنیداری قادر خواهد بود تا امواج مغزی را دستکاری کند. این ابزار شامل سخت افزار Procomp۵ (پروکامپ ۵) از شرکت تات تکنولوژی Thought Technology Ltd و نرم افزار اینفینیتی بایوگراف BioGeraph Infiniti می‌باشد [۱].

دستگاه زمان واکنش سنج: دستگاه زمان واکنش سنج برای اولین بار به نام مرکز تحقیقات فیزیک کاربردی شریف، در اداره ثبت اسناد و مالکیت صنعتی به شماره ۳۹۴۲۸، به تاریخ ۸۵/۱۲/۲۲ به ثبت رسیده است. نوع دستگاه استفاده شده در این پژوهش، ساخت موسسه روان تجهیز سینا (اولین طراح و تولیدکننده تجهیزات آزمایشگاهی روانشناسی در ایران) است.

روش اجرا

برای آموزش نوروفیدبک بازه‌ای ۷ هفته‌ای در نظر گرفته شد (به نحوی که هر هفته ۳ جلسه برای هر آزمودنی برگزار می‌شد). در ابتدا و انتهای آموزش نوروفیدبک از هر دو گروه پیش آزمون‌ها و پس آزمون‌ها (آزمون حافظه بینایی وکسلر، آزمون عملکرد پیوسته، دستگاه زمان واکنش سنج، آزمون برج لندن و آزمون خلاقیت) به عمل آمد، و در ابتدا و انتهای آن سیگنال مغزی پایه base line EEG در حالت چشم باز و چشم بسته ثبت شد. همه ثبت‌ها بنا بر استاندارد ۱۰/۲۰ و از کانال Fz, F۴, F۳, Cz, O۱ نسبت به مرجع گوش‌ها انجام شد. همچنین امپدانس الکترود- پوست کمتر از ۵ کیلو اهم در نظر گرفته شد. پروتکل استفاده شده در این پژوهش افزایش SMR و همچنین افزایش بتا به تتا بود. گروه آزمایشی فیدبکی که دریافت می‌کردند وابسته به عملکرد آنها بود. به منظور حذف اثر تلقین گروه پلاسیبو نیز طی ۲۰ جلسه جلوی مانیتور نشستند و فیدبکی که دریافت کردند وابسته به عملکرد آنها نبود و در واقع هیچ آموزش نوروفیدبک دریافت نکردند.

روش آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده از آمار توصیفی شامل میانگین و انحراف معیار و آمار استنباطی شامل تحلیل کوواریانس چند متغیره استفاده شده است. در این روش اثربخشی یک روش درمانی بر یک متغیر وابسته با چند مؤلفه مورد بررسی قرار می‌گیرد، به همین خاطر از روش تحلیل کوواریانس چند متغیره استفاده شد. نرم‌افزار مورد استفاده در این پژوهش SPSS ورژن ۱۹ بود.

یافته‌ها

در این قسمت داده‌های به دست آمده از اجرای طرح پژوهشی و متناسب با سوال پژوهش، از دو منظر مورد تحلیل قرار گرفت. از یک‌سو با استفاده از روش‌های آمار توصیفی، شامل (میانگین و انحراف استاندارد) متغیرهای مورد مطالعه ارائه می‌شود، سپس مبتنی بر فرضیه‌های پژوهشی و با استفاده از روش‌های آمار

استنباطی، فرآیند فرضیه آزمایی به انجام می‌رسد.

برای توصیـــف متغیرهای مورد مطالعه، از شـــاخص‌های مرکزی (میانگین) و پراکندگی (انحراف استاندارد) استفاده شد که در جداول ذیل ارایه شده است:

جدول شماره ۱- میانگین و انحراف استاندارد ابعاد واحد زمان واکنش در مرحله پیش آزمون و پس آزمون در گروه آزمایشی و کنترل

متغیرها	پیش آزمون						پس آزمون					
	گروه آزمایشی			گروه کنترل			گروه آزمایشی			گروه کنترل		
	میانگین	انحراف معیار	تعداد کل	میانگین	انحراف معیار	تعداد کل	میانگین	انحراف معیار	تعداد کل	میانگین	انحراف معیار	تعداد کل
زمان واکنش ساده	۴۰۲/۱۳	۶۵/۶۳	۱۵	۴۳۴/۰۰	۴۶/۹۲	۱۵	۳۷۲/۷۳	۵۹/۵۹	۱۵	۴۱۲/۴۰	۴۶/۲۴	۱۵
زمان واکنش انتخابی	۳۰۰/۷۳	۲۷/۰۹	۱۵	۲۹۵/۸۷	۳۹/۴۰	۱۵	۲۴۸/۴۰	۲۵/۹۶	۱۵	۲۸۴/۹۳	۳۲/۵۹	۱۵
زمان واکنش تمیزی	۳۵۴/۸۷	۱۲۴/۲۲	۱۵	۳۶۵/۰۰	۹۵/۰۵	۱۵	۲۶۴/۶۷	۷۷/۱۵	۱۵	۳۴۹/۰۷	۸۱/۲۷	۱۵
زمان واکنش شنیداری	۲۸۷/۰۰	۱۶۷/۸۷	۱۵	۲۸۰/۲۷	۱۰۷/۴۴	۱۵	۱۹۹/۰۷	۸۹/۷۴	۱۵	۲۶۹/۶۷	۱۰۴/۲۵	۱۵
زمان واکنش دیداری	۲۰۱/۴۷	۵۱/۳۱	۱۵	۲۱۱/۲۷	۵۴/۳۳	۱۵	۱۶۰/۶۰	۵۱/۴۶	۱۵	۱۹۴/۳۳	۴۸/۱۱	۱۵

همانگونه که مندرجات جدول بالا نشـــان می‌دهند، گروه‌های مورد مطالعه در متغیرهای مورد مطالعه در مرحله پیش آزمون تفاوت‌های چشمگیری با یکدیگر نداشته‌اند. چرا که میانگین و انحراف استاندارد گروه‌ها، تقریباً به هم نزدیک بوده اســـت، ولی در مرحله پس آزمون، این کمیت‌ها با واریانس بیشتری مواجه شده‌اند به نحوی که میانگین و انحراف استاندارد گروه‌ها تغییر پیدا کرده است.

قبل از اســـتفاده از آزمون تحلیل کوواریانس چنـــد متغیری برای متغیرهای پژوهش، پیش‌فرض همگنی واریانس‌ها با آزمون لون[۱۸] مورد بررســـی قرار گرفت. بر اســـاس نتایـــج، پیش فرض همگنی واریانس‌ها در متغیرهای مورد بررســـی هر دو گروه تأیید شد. این آزمون بـــرای هیچ کدام از متغیرها معنـــی‌دار نبود. همچنین برای بررسی فرض همگنی کوواریانس‌ها از آزمون باکس[۱۹] استفاده شد و نتایج نشـــان داد که تفاوت کوواریانس‌ها معنی‌دار نیســـت و در نتیجه پیش‌فرض همگنی کوواریانس ها برقرار است. (نتایج آزمون ام باکس نشـــان داد که با $F = ۱۰/۱۶$ که $P < ۰/۰۰۵$ می‌باشد). بنابراین پیش فرض‌های تحلیل کوواریانس تأیید شد.

۱۸- Levens

۱۹- Box

جدول شماره ۲- نتایج تحلیل کوواریانس چند متغیره گروه‌های آزمایش و کنترل در مرحله پس‌آزمون زمان واکنش

نام آزمون	مقدار	درجه آزادی فرضیه	درجه آزادی خطا	F	ضریب P
اثر پیلایی	۰/۸۷۸	۵	۱۹	۲۷/۲۴	۰/۰۰۱
لامبدای ویلکز	۰/۱۲۲	۵	۱۹	۲۷/۲۴	۰/۰۰۱
اثر هتلینگ	۷/۱۶	۵	۱۹	۲۷/۲۴	۰/۰۰۱
بزرگترین ریشه ری	۷/۱۶	۵	۱۹	۲۷/۲۴	۰/۰۰۱

همان‌طور که در جدول شماره ۲ ملاحظه می‌شود سطوح معنی‌داری همه آزمون‌ها قابلیت اســـتفاده از تحلیل کوواریانس چند متغیری را مجاز می‌شـــمارند. این نتایج نشان می‌دهد که بین دو گروه تفاوت معنی‌دار وجود دارد.

جدول شماره ۳- نتایج تحلیل کوواریانس چند متغیره جهت مقایسه گروه‌های آزمایشی و پلاسیبو در زمان واکنش

منبع پراکندگی	متغیر وابسته	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	P
	زمان واکنش ساده	۷۹۲/۹۷	۱	۷۹۲/۹۷	۱۰/۳۴	۰/۰۰۴
	زمان واکنش انتخابی	۹۵۱۴/۵۰	۱	۹۵۱۴/۵۰	۲۶/۷۱	۰/۰۰۱
	زمان واکنش تمیزی	۳۴۰۲۷/۴۶	۱	۳۴۰۲۷/۴۶	۳۷/۲۶	۰/۰۰۱
	زمان واکنش شنیداری	۳۶۷۵۹/۶۹	۱	۳۶۷۵۹/۶۹	۲۲/۶۵	۰/۰۰۱
	زمان واکنش دیداری	۵۵۲۵/۲۱	۱	۵۵۲۵/۲۱	۸/۴۰	۰/۰۰۸

همان‌طور که در جدول شماره ۳ نشان داده شده است، بین دو گروه در زمان واکنش ساده [F = ۱۰/۳۴، P < ۰/۰۰۱]، زمان واکنش انتخابی [F = ۲۶/۷۱، P < ۰/۰۰۱]، زمان واکنش تمیزی [F = ۳۷/۲۶، P < ۰/۰۰۱] زمان واکنش شنیداری [F = ۲۲/۶۵، P < ۰/۰۰۱]، زمان واکنش دیداری [F = ۸/۴۰، P < ۰/۰۰۱] تفاوت معنی‌دار مشاهده شد.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که آموزش نوروفیدبک باعث ارتقای وضعیت زمان واکنش ساده، زمان واکنش انتخابی، زمان واکنش تمیزی، زمان واکنش شنیداری و زمان واکنش دیداری می‌شود. تحقیقات دوپلی مایر و همکاران، که بر روی افراد سالم انجام شده است [۲۰] نشان داد که نوروفیدبک باعث افزایش سرعت واکنش و بهبود توانایی دیداری- فضایی می‌شود. در مطالعه‌ای که بر روی دانشجویان پزشکی انجام شد، آموزش دادند که فعالیت ریتم حسی- حرکتی SMR (۱۵-۱۲ هرتز) یا فعالیت تتا (۷-۴ هرتز) را افزایش دهند. فقط گروه SMR تغییر در EEG و بهبود چشمگیری در تمرکز توجه و حافظه نشان دادند. در حالی که در گروه تتا تغییر در EEG و بهبود در تمرکز توجه و حافظه دیده نشد. بعد از ۸ جلسه نوروفیدبک، گروه SMR در مقایسه با گروه کنترل، قادر بودند به طور انتخابی فعالیت SMR خود را افزایش دهد (این افزایش از طریق افزایش نسبت SMR به تتا و افزایش نسبت SMR به بتا مشخص می‌گردید). نتایج مطالعه نشان داد که گروه SMR بهبود معنی‌داری در منحنی عملکرد یادآوری، تکالیف حافظه و تمرکز توجه نشان دادند [۱۱]. اگنر و گرازلیر [۲۱] دریافتند که آموزش SMR، موجب بهبود حساسیت ادراکی و کاهش زمان واکنش و خطا می‌شود. افزایش ریتم حسی- حرکتی از طریق نوروفیدبک، باعث بهبود حساسیت ادراکی و کاهش خطای ارتکاب یا اعلام نادرست (پاسخ به محرک‌های غیر هدف) در تکلیف عملکرد پیوسته (آزمون توجه) می‌شود. همچنین، این یافته با نتایج حاصل از پژوهش‌های داپلمایر و وبر [۲۳]، کایزر و همکاران [۱۲]، درشلر و همکاران [۱۷]، بیوریگارد [۱۸] و بیک [۱۹] همسو است. بنابراین، معناداری اثربخشی نوروفیدبک بر بهبود زمان واکنش در این پژوهش تأیید شد چنان که داپلمایر و همکاران [۲۳] در پژوهش خود روی افراد سالم به این نتیجه دست یافتند که تمرین نوروفیدبک منجر به افزایش دامنه‌ی SMR و افزایش سرعت واکنش می‌شود. همچنین، کایزر و همکارانش [۱۲] در تحقیق خود نتیجه گرفتند که نوروفیدبک می‌تواند باعث کاهش زمان واکنش شود. در پژوهشی دیگر، درشلر و همکاران [۱۷] نیز به نتیجه‌ی مشابهی دست یافتند، آنها بهبود در عملکرد زمان واکنش را در کودکان اختلال بیش‌فعالی- کمبود توجه مشاهده کردند. مطابق با پژوهش حاضر، یافته‌های بیوریگارد [۱۸] حاکی از تفاوت عملکرد نیمکره‌ای در ناحیه‌ی آهیانه‌ای چپ و تغییر در زمان پاسخ‌دهی بود. زمان واکنش نشان‌دهنده بسیار مهم سرعت تصمیم‌گیری و کارآیی آن است. زمان واکنش به فاصله زمانی بین ارائه غیر منتظره محرک تا شروع پاسخ گفته می‌شود. زمان واکنش معنای نظری مهمی دارد که شاید دلیل اصلی توجه پژوهشگران به آن همین باشد. زمان واکنش وقتی آغاز می‌شود که محرک ارائه شده است و هنگامی پایان می‌یابد که پاسخ شروع شده است. زمان واکنش به عنوان شاخص سرعت پردازش اطلاعات استفاده می‌شود. به بیان دیگر، زمان واکنش، مدت زمانی است که فرد صرف می‌کند تا به طور ارادی در مقابل یک تحریک کم و بیش پیچیده واکنش نشان دهد. چنانچه می‌دانیم، انتقال عصبی، در بدن ما برخلاف سیم برق (که صرفاً الکتریکی است) الکترو شیمیایی است و طبعاً سرعت بسیار پایین‌تری نسبت به آن دارد. از طرفی، این پدیده، روان تنی یا سایکو فیزیک هم به شمار می‌آید و به جنبه‌های فیزیولوژیک و جنبه‌های روانی مربوط می‌شود [۱۴]. بر همین مبنا تنظیم این امواج به وسیله آموزش نوروفیدبک می‌تواند تأثیرگذار باشد. نوروفیدبک یا پس خوراند عصبی، نوعی بیوفیدبک امواج مغزی است که فرد بازخوردهایی از سیگنال‌های درون داد را دریافت می‌کند که مربوط به فعالیت‌های عصبی زیر هوشیار وی می‌باشد. در این روش با تأثیری که بر سیستم عصبی فرد گذاشته می‌شود، موجب می‌شود تا وی با تنظیم فعالیت الکتریکی مغز، وضعیت روان‌شناختی خود را تغییر دهد [۲۴]. اثربخشی نوروفیدبک بر اساس یک فرایند یادگیری و شرطی‌سازی عاملی است، بنابراین طول دوره معمولاً بلند مدت است، به ویژه که نوروفیدبک با مغز و شرطی‌سازی و ایجاد تغییر در یادگیری‌های مغزی سر و کار دارد، که این خود طول دوره نوروفیدبک را طولانی‌تر می‌سازد [۲]. استفاده از نوروفیدبک به منظور شرطی‌سازی کنش‌گر، به فرد امکان کنترل پارامترهای کمی سیگنال الکتروآنسفالوگرام را می‌دهد و فرد از این راه می‌تواند به تنظیم ریتم‌های سیگنال مغزی خود بپردازد. طی یک فرایند شخص یاد می‌گیرد که چگونه سیگنال‌های مغزی خود را کنترل کند و این کار را با الگوهای سیگنال مغزی انجام می‌دهد. البته فرایند نوروفیدبک فرایند جدیدی در مغز نیست، بلکه فرایند

زیستی طبیعی است که از این طریق کنترل می‌شود [۳].
پژوهش حاضر دارای محدودیت‌هایی بود، از جمله اینکه افراد مورد بررسی جوان و دانشجو بوده‌اند، و به همین دلیل تعمیم نتیجه به سایر اقشار جامعه باید با احتیاط انجام شود. همچنین مطالعه حاضر فاقد دوره پیگیری بوده است و پیشنهاد می‌گردد در مطالعات آینده دوره پیگیری سه ماهه یا شش ماهه در نظر گرفته شود. تاکنون هیچ گزارشی توسط متخصصین حیطه نوروفیدبک مبنی بر ایجاد عارضه‌ای برای فرد منتشر نشده است. از این‌رو، این روش به متخصصان روان‌شناسی در گرایش‌های مختلف، متخصصان تعلیم و ترتیب، مشاوران مدارس و والدین پیشنهاد می‌گردد. از نظر پژوهشگران تقویت این مهارت‌ها جز با تکرار و تمرین امکان‌پذیر نیست و بهتر است این‌گونه روش‌ها در بسیاری از موارد شناختی، جایگزین دارو شود. در آینده باید تأثیر فناوری‌های جدید بر جوانان، ورزشکاران و نظامیان را در نظر داشت تا برای آموزش و ارتقاء آن بتوان راهکارهایی ارائه داد. از طرفی، جوانان به مثابه آینده‌سازان هر کشوری باید بتوانند نقش آفرینی نوینی در فناوری و صنعت داشته باشند. از آن جا که در این پژوهش تمرین‌های نوروفیدبک به بهبود عملکرد اجرا و زمان واکنش انجامید، بنابراین به سازمان‌ها و نهادهای نظامی برای بهبود عملکرد تیراندازان، خلبانان و گروه‌های ویژه، فدراسیون‌های ورزشی و نیز به گروه‌های پزشکی به خصوص طب اورژانس و جراحی پیشنهاد می‌شود برای رسیدن به اوج اجرا و عملکرد بهینه همراه با افزایش سرعت واکنش از این روش سودمند استفاده نمایند. همچنین پیشنهاد می‌شود برای رسیدن به نتیجه قطعی‌تر تحقیقات بیشتری در این زمینه انجام شود.

مراجع

1- Nosratabadi, M. Karbrdthlyl little brain waves in the diagnosis and treatment of neurofeedback in ADHD; a pilot study, master's thesis in General Psychology, Allameh Tabatabaei University. 2007. (In Persian).

2- Hammond DC. What is neurofeedback? Journal of neurotherapy. 2007;10(4):25-36.

3- Thompson M, Thompson L,. The neurofeedback book: an introduction to basic concepts in applied psychophysiology. Illustrated. Wheat Ridge, CO: AssocApp Psychophysiol Biofeedback; 2003: p. 45-60.

4- Vernon, D, Frick, A, & Gruzelier, J. H. Neurofeedback as a treatment for ADHD: a methodologicalreview with implications for future research. Journal of Neurotheraphy. 2004 ; 8, 53–82.

5- Steinberg, M., Siegfried, O. Neurofeedback, a new horizon in treatment of attention deficit hyperactivity disorder(ADHD), training mind to concentrate and self regulate naturally without medication. Translated by: Reza Rostami & Ali Nilofari, Tehran, tabalwar publication, 2008.

6- Denckla, M. B. A theory and model of executive function: A neuropsychological perspective. In G. R. Lyon & N. A. Krasnegor (Eds.), Attention, memory and executive (unction (pp. 263278). Baltimore: Brookes. 1991.

7- Dawson, P., & Guare, R. Executive skills in children and adolescents: A practical guide to assessment and intervention. New York: Guilford Press. 2004.

8- Kramer D. Predictions of performance by EEG and skin conductance. Indiana undergraduate journal of cognitive science. 2007;2(3):3-13.

9- Dane s, Erzurumluoglu A. Sex and handedness difference in eye-hand visual reaction times in handball players. Int J Neurosci. 2004 ;113(7):923-9.

10- Steinberg M, Othmer S. The 20 hour solution: Training minds to concentrate and self-regulate naturally without medication. USA: Robert and Reed; 2004: 48-92.

11- Vernon DJ. Can neurofeedback training enhance performance? An evaluation of the evidence with implications for future research. Applied

psychophysiology and biofeedback. 2005;30(4): 347-364.

12- Keizer, A. W., Verschoor, M., Verment, R. S., & Hommel, B. The effect of gamma enhancing neurofeedback on the control of feature bindings and intelligence measures, International Journal of Psychophysiology 2010, 75, 25-32.

13- Kahana, M. J., Sekuler, R., Caplan, J. B., Kirschen, M., & Madsen, J. R.. Human theta oscillations exhibit task dependence during virtual maze navigation. Journal of Nature 1991, 399, 781-784.

14- Klimesch, W., Doppelmayr, M., Stadler, W., Pollhuber, D., Sauseng, P., & Rohm, D. Episodic retrieval is reflected by a process specific increase in human electroencephalographic theta activity. Journal of Neuroscience Letter 2001, 302, 49˚52.

15- Leins, U., Gabriella, G., Hinterberger, T., Klinger, C., Rumpf, N., & Strehl, U. Neurofeedback for children with ADHD: A comparison of SCP and theta/beta protocols, Journal of Applied Psychophysiological Biofeedback 2007, 32,73–88.

16- Salman Mahini, M. Efficacy of Neurofeedback Training on Sports Performance National Team players. (Master's dissertation_ .Tehran University. 2010.

17- Dreshler, R., Straub, M., Doehnert, M., Heinrich, H., Christophsteinhausen, H., & Brandies, D. Clinical utility of EEG in attention deficit hyperactivity disorder. Appl Neuropsychol 2007;12(2): 64-76.

18- Beauregard , M., & L'evesque , J. Functional magnetic resonance Investigation of effects of neurofeedback training on the neural bases of selective attention & response inhibition in children with ADHD. Published online : 22 March 2006.

19- Baek, H. Cyber Psychology & Behavior. In Young, Kim & Sun I, Kim . Neurofeedback Training with Virtual Reality for Inattention and Impulsiveness 2004, 7(5): 519-526.

20- Doppelmayr. M., Sauseng. P., & Doppelmayr. H. Modifications in the human EEG during extrelong physical activity. Neurophysiology 2007, 39, 76-81.

21- Egner, T., Gruzelier, J.H. Learned Self-regulation of EEG Frequency Components Affects Attention and Event-Related Brain Potentials in Humans, Neuroreport 2001, 12, 4155-4159.

22- Shelton J, Kumar GP. Comparison between Auditory and Visual Simple Reaction Times. Neuroscience & Medicine. 2010; 1(1): 30-2.

23- Doppelmayr M, Weber E. Effects of SMR and theta/beta neurofeedback on reaction times, spatial abilities, and creativity. Journal of neurotherapy. 2011;15(2):115-129.

24. Arani FD, Rostami R, Nostratabadi M. Effectiveness of neurofeedback training as a treatment for opioid-dependent patients. Clinical EEG and neuroscience. 2010;41(3):170-177.