

## تأثیر تمرین نروفیدبک با تأکید بر برتری دستی بر یادگیری مهارت پرتاب دارت فرشید طهماسبی<sup>۱</sup>، فرزانه حاتمی<sup>۲</sup>، اعظم هدایتی<sup>۳</sup>

۱. استادیار رفتار حرکتی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران\*

۲. استادیار رفتار حرکتی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران

۳. کارشناس ارشد رفتار حرکتی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۵/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۰۶

### چکیده

هدف از اجرای پژوهش حاضر، تعیین تأثیر تمرین نروفیدبک با تأکید بر برتری دستی بر یادگیری مهارت پرتاب دارت بود. ۳۹ دانشجوی دانشگاه شهید رجایی تهران (میانگین سنی: ۲/۵۷ ± ۲۱/۶۲ سال) به‌طور هدفمند در این پژوهش شرکت کردند. شرکت‌کنندگان پس از آموزش و مشاهده فیلم مربوط به مهارت پرتاب دارت و اجرای پیش‌آزمون (۱۰ کوشش) در یکی از گروه‌های نروفیدبک راست‌دست، نروفیدبک چپ‌دست، کنترل راست‌دست و کنترل چپ‌دست قرار گرفتند. مرحله اکتساب شامل هشت جلسه تمرینی بود که در آن شرکت‌کنندگان در هر جلسه ۲۰ کوشش تمرینی را پس از مداخله نروفیدبک انجام دادند. ۷۲ ساعت پس از اتمام مرحله اکتساب، آزمون یادداری و سپس آزمون انتقال با دست غیربرتر انجام شد. تحلیل یافته‌ها در مرحله اکتساب نشان داد که اثر جلسات تمرین معنادار است؛ به‌عبارت‌دیگر، عملکرد پرتاب دارت شرکت‌کنندگان در طول جلسات تمرینی پیشرفت معناداری را نشان داد. همچنین، نتایج تحلیل واریانس یک‌راهه نشان داد که تفاوت بین چهار گروه تمرینی در آزمون یادداری معنادار است؛ به این معنی که هریک از گروه‌های نروفیدبک در آزمون یادداری، نمرات بیشتری را در مقایسه با گروه کنترل به دست آوردند؛ اما تفاوت معناداری بین گروه نروفیدبک راست‌دست و چپ‌دست وجود نداشت. از سوی دیگر، گروه‌های آزمایشی در مرحله انتقال، تفاوت معناداری با یکدیگر نداشتند. پروتکل اس‌ام‌آر/تتا با تقویت ریتم حسی - حرکتی و به دنبال آن بهبود فرایندهای توجهی، به ارتقای عملکرد در مهارت پرتاب دارت منجر می‌شود و به نظر می‌رسد استفاده از این پروتکل می‌تواند به تسریع روند خبرگی در رشته دارت کمک کند.

**واژگان کلیدی:** نروفیدبک، آموزش امواج مغزی اس‌ام‌آر/تتا، برتری دستی، پرتاب دارت

## مقدمه

یکی از دغدغه‌های اصلی پژوهشگران علوم ورزشی، پیدا کردن راهکارهای جدیدی برای افزایش سطح عملکرد ورزشکاران است. در سال‌های اخیر برای دستیابی به این مهم از روش‌ها و ابزارهای مختلفی استفاده شده است. این روش‌ها نیم‌رخ‌های درونی مختلفی از مغز و بدن فراهم می‌آورند. یکی از این ابزارهای نوین مبتنی بر کامپیوتر بیوفیدبک<sup>۱</sup> است و نروفیدبک<sup>۲</sup> یا بیوفیدبک الکتروانسفالوگرافی (بی‌بی‌جی)<sup>۳</sup> یکی از اشکال آن است. استفاده از نروفیدبک در ارزیابی و آموزش مهارت‌های خاص ورزشی باعث پیشرفت اساسی در عملکرد می‌شود (۱). در بیوفیدبک سنسورهایی به قسمت‌های مختلف بدن ورزشکار وصل می‌شوند که اطلاعات فردی را از لحاظ فیزیولوژیک منعکس می‌کنند و از این طریق، شخص به سمت یک سطح مطلوب از عملکرد نزدیک می‌شود (۲). به تعبیر توماس<sup>۴</sup>، نروفیدبک شکلی از بیوفیدبک است که فرد را قادر می‌کند فعالیت امواج مغز خود را تغییر دهد. نروفیدبک، یک فرایند یادگیری و نوعی درمان مکمل با کاربرد فناوری کامپیوتر است که بر اساس الگوی شرطی‌سازی عامل<sup>۵</sup> به فرد آموزش می‌دهد فعالیت امواج مغزی خود را افزایش یا کاهش دهد (۳). نروفیدبک نوعی تمرین خودتنظیمی<sup>۶</sup> است؛ این نوع تمرین به فرد اجازه می‌دهد که عملکرد بهتری داشته باشد. در واقع مانند آینه‌ای، کم‌وکاستی‌های مغز را به خودش نشان می‌دهد و با فیدبکی که از امواج مغزی ارائه می‌دهد، به مغز در تنظیم فعالیت خود کمک می‌کند (۴). نروفیدبک روشی ایدئال برای کسانی است که به دنبال درگیری فعال‌تر افراد در کنترل و مدیریت خود هستند (۵).

ورزشکاران با استفاده از نروفیدبک می‌آموزند که چگونه به‌طور مؤثر و کارآمد مغز خود را برای رسیدن به شرایط مطلوب اصلاح و تربیت کنند (۶). نروفیدبک ابزاری اساسی است که در تیم‌های بزرگ ورزشی و قهرمانان المپیک برای دست‌یافتن به عملکرد بهینه به کار می‌رود (۷). نروفیدبک فرصت‌هایی را برای افزایش ظرفیت روانی و عملکرد ورزشی بدون استفاده از داروهای افزایش عملکرد فراهم می‌آورد. حیطه‌های مختلفی وجود دارد که در آنها نروفیدبک نقش ویژه‌ای در ورزش ایفا می‌کند که شامل افزایش تمرکز و توجه، کاهش افسردگی، بهبود کنترل احساساتی مثل خشم، فائق آمدن به آثار آسیب‌های ملایم مغزی و بهبود تعادل جسمانی می‌شود (۸).

- 
1. Biofeedback
  2. Neurofeedback
  3. Electroencephalography Biofeedback (EEG Biofeedback)
  4. Thomas
  5. Operant Conditioning
  6. Self-Regulation

در نروفیدبک (به‌عنوان شکلی از بیوفیدبک) حس‌گرها به‌طور خاص به مجموعه متصل می‌شوند. فعالیت‌های نورون‌های مغز، اطلاعات زیادی را در خصوص فعالیت‌های عصبی فراهم می‌آورد. زمانی که نورون‌ها فعال می‌شوند، تکانه‌های الکتریکی تولید می‌کنند. با جای‌گذاری چندین الکتروود بر مجموعه، می‌توان فعالیت الکتریکی مغز، موسوم به بی‌بی‌جی را ثبت کرد. درواقع بی‌بی‌جی به‌وسیله نوع خاصی از فعالیت هماهنگ نورون‌ها، با عنوان نورون‌های هرمی ایجاد می‌شود و بدین ترتیب خروجی الکتریکی به‌دست‌آمده منعکس‌کننده فعالیت نورون‌های پیرامون الکتروود تعبیه‌شده است. الگوهای مختلفی از فعالیت الکتریکی موسوم به امواج مغزی شناخته شده‌اند که وجه تمایز آن‌ها بسامد و دامنه است. این روند، خلاصه سازوکار و مبانی نظری نروفیدبک است.

یکی از وسایل اندازه‌گیری سطح فعالیت نوروفیزیولوژیک، ثبت امواج مغزی به‌وسیله الکتروانسفالوگرام<sup>۱</sup> است. امواج مغزی انسان شامل طیفی از امواج آهسته تا سریع، از جمله دلتا (یک تا چهار هرتز)، تتا (چهار تا هشت هرتز)، آلفا (هشت تا ۱۲ هرتز)، ریتم حسی حرکتی (۱۲ تا ۱۵ هرتز)، بتا (۱۵ تا ۱۸ هرتز) و گاما (۳۸ تا ۴۲ هرتز) است؛ با این تفاوت که دامنه امواج مغزی در افراد متفاوت است. پژوهش‌هایی با هدف مشخص کردن الگوهای امواج مغزی در ورزشکاران مبتدی و نخبه رشته‌های مختلف ورزشی رو به گسترش است. می‌توان از اطلاعات به‌دست‌آمده از این پژوهش‌ها به‌منظور استفاده از نروفیدبک برای افزایش عملکرد، یاری جست (۱).

معمولاً برای بررسی تغییر فعالیت مغزی در خلال اجرا و تمرین و مداخلات مختلف از کیوبی‌بی‌جی<sup>۲</sup> استفاده می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که مجربان ماهر نسبت به افراد مبتدی الگوهای فعالیتی قشری متفاوتی دارند. ارتباط بین الگوی مغزی و کیفیت و سطح اجرای ورزشکاران نخبه در طول اجرا و تمرین، مرجعی برای فرکانس و دامنه امواج مطلوب در اجرای بهینه است (۹،۱۰). حالت بی‌بی‌جی فرد ماهر قبل از عملکرد و طی عملکرد نسبت مناسبی برای استفاده از نروفیدبک را در افراد مبتدی برای افزایش عملکرد فراهم می‌آورد. بدین ترتیب با انجام مطالعات نقشه‌برداری مغزی، فرکانس و دامنه امواج ورزشکاران نخبه شناسایی می‌شود و بر اساس آنها پروتکل‌هایی برای ورزشکاران در سطوح پایین‌تر تدوین و سپس آزمایش می‌شود و پس از انجام مطالعات بسیار، آن پروتکل‌ها تأیید می‌شوند. بنابراین، بررسی ارتباطات ویژه امواج، نواحی مختلف و متغیرهای گوناگون باعث غنی‌سازی پروتکل‌های تمرینی آزمایش‌شده می‌شود (۱۰).

- 
1. Electroencephalography
  2. Quantitative Electroencephalography (QEEG)

از این رو پژوهشگران حوزه علوم ورزشی بر آن شدند تا بتوانند با استفاده از اصول شرطی‌سازی، الگوی امواج مغزی ورزشکاران را به الگوی امواج مغزی ورزشکاران حرفه‌ای نزدیک گردانند تا از این طریق در جهت بهبود عملکرد ورزشکاران مبتدی گام بردارند. به همین دلیل در ابتدای آموزش امواج مغزی، از دامنه امواج ورزشکار، خط پایه<sup>۱</sup> گرفته می‌شود تا بتوان تغییرات امواج در جلسات تمرین را مشاهده کرد (۱۱).

تمرینات نروفیدبک برای ورزشکاران شامل افزایش یا بازداري همه یا برخی از اجزای فرکانس‌های مربوط به اجرای ورزشکار می‌شود. در واقع تمرین نروفیدبک با افزایش یا مهار بخش خاصی از فرکانس‌های بی‌بی‌جی به حفظ حالت ذهنی ورزشکار طی رقابت کمک می‌کند (۱).

پروتکل‌های مختلفی در آموزش نروفیدبک بر اساس افزایش یا مهار امواج خاص وجود دارد و با توجه به هدف، نوع رشته ورزشی و کارکرد روان‌شناختی مدنظر، متفاوت خواهند بود. وجود تفاوت در الگوی فعالیت مغزی افراد مختلف و نیازهای متفاوت رشته‌های ورزشی به الگوی متفاوت فعالیت مغزی، نکته کلیدی در ارائه آموزش نروفیدبک است؛ از این رو، استفاده از یک رویکرد ساده آموزش نروفیدبک (رویکرد یکسان برای همه) تأثیر چندانی در آموزش اوج عملکرد در رشته‌های ورزشی مختلف نخواهد داشت (۱۱، ۱۲). پروتکل اس‌ام‌آر/تتا<sup>۲</sup> یکی از پروتکل‌های مؤثر در بهبود عملکرد ورزشی است. از پروتکل اس‌ام‌آر/تتا برای افزایش توجه و تمرکز استفاده می‌شود (۱۳، ۱۴). در این پروتکل قدرت امواج در دامنه ۱۲ تا ۱۵ هرتز افزایش می‌یابد و در دامنه چهار تا هشت هرتزی از قدرت امواج کاسته می‌شود. پژوهش‌های گوناگون نشان داده‌اند که افزایش دامنه اس‌ام‌آر در تمرینات نروفیدبک باعث ارتقای حساسیت ادراکی، کاهش خطا و بهبود سرعت در تکالیف می‌شود که نیازمند حفظ توجه، بهبود دقت در تکالیف توجه‌طلب و بهبود بازیابی اطلاعات از حافظه معنایی است. آموزش نروفیدبک در جهت افزایش اس‌ام‌آر، احتمالاً پردازش توجه را بهبود می‌بخشد (۱۵، ۱۶).

در زمینه بهبود اجرا با استفاده از این پروتکل چندین مطالعه انجام شده است؛ به عنوان مثال، پول<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۱) به منظور بررسی اثر ریتم حسی - حرکتی بر عملکرد بازیکنان تیروکمان، ۲۴ نفر از بازیکنان تیروکمان سطح دانشگاهی را به صورت تصادفی در دو گروه کنترل و تجربی قرار دادند و نتایج بعد از ۱۲ جلسه تمرین نروفیدبک اس‌ام‌آر/تتا نشان داد که گروه تجربی، طی عملکرد

---

1. Base Line  
2. Theta/SMR  
3. Paul

تیراندازی، قادر به تنظیم حالات فیزیولوژیکی بودند و گروه نروفیدبک، در مقایسه با گروه کنترل، بهبود معناداری در عملکرد تیروکمان داشت (۱۷).

زامبوتی<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی اثر تمرین نروفیدبک بر افزایش نسبت اس‌ام‌آر/تتا در نقطه افسی‌زد (FCz)، طی ۱۶ جلسه تمرین در هشت فرد سالم پرداختند. نتایج نشان داد که افراد به‌راحتی قادر به مهار تتا بودند در حالی که افزایش اس‌ام‌آر در جلسات اولیه با شکست روبه‌رو می‌شد؛ به‌عبارت‌دیگر، تحلیل جداگانه بر پایه‌ی قبل نروفیدبک روند کاهشی را در نسبت اس‌ام‌آر/تتا طی هشت جلسه نشان داد. نتایج به اهمیت اطلاعات ایجادشده در ادامه‌ی اصلاح رفتار، طی تمرین نروفیدبک اشاره می‌کند (۱۸). در پژوهش صالحی و همکاران (۱۳۹۲) به‌منظور بررسی تأثیر تمرین نروفیدبک بر عملکرد و یادداری مهارت پرتاب دارت در ورزشکاران مبتدی، ۱۶ نفر داوطلب به‌صورت تصادفی در دو گروه تجربی و کنترل قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تمرین نروفیدبک باعث افزایش عملکرد و یادگیری مهارت پرتاب دارت در ورزشکاران مبتدی می‌شود (۱۹).

ویلسون<sup>۲</sup> (۲۰۰۶) برای کاهش انگیزتگی و کنترل هیجانات از مهار فعالیت تتا در منطقه سی‌زد (Cz) بهره برد. در رشته‌های ورزشی هدف‌گیری که در آن دقت عامل مهمی است، نروفیدبک راهی مناسب برای افزایش توجه و به‌تبع آن بهبود اجراست (۲۰)؛ برای مثال، پژوهش‌ها نشان داده‌اند که آموزش نروفیدبک باعث بهبود میزان توجه و افزایش عملکرد در رشته‌های تنیس (۲۰)، تیروکمان (۱۰) و دارت (۱۹) می‌شود.

از آنجاکه تنها معدودی از پژوهش‌های انجام‌شده در خصوص میزان تأثیر نروفیدبک در ارتقای عملکرد امیدوارکننده‌اند، از این‌رو در مورد اثرگذاری تمرینات نروفیدبک نمی‌توان با قطعیت سخن گفت؛ برای مثال، لندرز<sup>۳</sup> و همکاران (۱۹۹۱) تفاوت‌هایی را در گروه کنترل و گروه تمرین نروفیدبک گزارش کردند؛ با این حال با توجه به دلایلی اقرار کردند که این تفاوت مشاهده‌شده لزوماً به معنای مؤثر بودن تمرین نروفیدبک ارائه‌شده نیست (۲۱). همچنین، به گزارش رینگ<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۱) علی‌رغم اینکه آزمودنی‌ها نحوه‌ی کنترل برخی امواج مغزی را یاد گرفتند، این یادگیری به بهبود در اجرا منجر نشد (۲۲).

نروفیدبک روشی مؤثر در بهبود بسیاری از فاکتورهای روانی و شناختی است، با این حال میزان اثرگذاری نروفیدبک ممکن است متأثر از عوامل متعدد باشد. یکی از متغیرهای احتمالی اثرگذار بر

---

1. Zambotti  
2. Wilson  
3. Landers  
4. Ring

کارایی نروفیدبک، برتری نیمکره‌ای است که یکی از تظاهرات آن برتری دستی<sup>۱</sup> است. برتری دستی انسان به معنی برتری یک دست در اعمال خاص حرکتی است. اکثر انسان‌ها به‌جای مهارت مساوی در دو دست، در یک دست برتری بارز دارند (۲۳). برتری دستی، به‌عنوان یک رفتار دستی طولانی مداوم است که ارتباط ساختاری در سیستم حسی - حرکتی را توجیه می‌کند (۲۴). بدن انسان اندام‌های زوج بسیاری دارد که هرچند ممکن است از نظر ساختمانی و عملکرد قرینه یکدیگر به نظر برسند، در عمل، بسیاری از این اندام‌ها نامتقارن هستند که می‌توان به تفاوت در اندازه پاهای، دست‌ها و قرارگیری اندام‌های احشایی و صورت اشاره کرد (۲۴). به همین ترتیب، مغز نیز ساختار نامتقارنی دارد. براین‌اساس، احتمالاً نامتقارنی کارکردی مانند برتری جانبی در دست‌ها و پاها با ساختار مغز در ارتباط باشد (۲۵).

با توجه به تخصص‌یافتگی نیمکره‌های مغزی و تفاوت چپ‌برترها و راست‌برترها در تسلط نیمکره‌ای انتظار می‌رود این دو گروه از لحاظ عملکردهای ذهنی و شناختی با هم تفاوت‌هایی داشته باشند که این تفاوت، احتمالاً در میدان‌های ورزشی نقش مهمی ایفا می‌کند؛ زیرا بر اساس پژوهش‌های صورت‌گرفته، انتخاب اندام برتر در اجرای مهارت‌ها، ممکن است نتیجه اجرا و عملکرد فرد را تحت‌الشعاع قرار دهد (۲۶).

باین‌حال، تناقضاتی در تفاوت‌های ساختاری و عملکردی مغز در افراد راست‌دست و چپ‌دست وجود دارد؛ برای مثال، پروپر<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که الگوی موج آلفا در افراد راست‌دست با افراد چپ‌دست متفاوت است (۲۷). گود<sup>۳</sup> و همکاران با انجام مطالعه بر روی ۴۶۵ نفر گزارش کردند که نامتقارنی معناداری در ماده سفید و خاکستری مغز در نواحی پس‌سری، پیشانی و گیجگاهی وجود دارد؛ اما در نتایج این پژوهش بیان شده است که هیچ ارتباط معناداری بین دست‌برتری و نامتقارنی ساختار مغز وجود ندارد و این متقارن‌نبودن در افراد راست‌دست و چپ‌دست به یک شکل است (۲۴).

اما هروی<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۶) به این نتیجه رسیدند که دست‌برتری بر الگوی نامتقارن آناتومیکی برخی نواحی مغز اثرگذار است (۲۸). با توجه به تناقضات موجود در خصوص دست‌برتری و تفاوت کارکرد مغزی این سؤال پیش می‌آید که در صورت مؤثربودن تمرین نروفیدبک بر اجرا، آیا پروتکل‌های استفاده‌شده در افراد راست‌دست برای افراد چپ‌دست نیز کارآمد است؟ با توجه به اینکه در پژوهش‌های انجام‌شده در حیطة نروفیدبک، موضوع برتری دستی مطالعه نشده است و

- 
1. Handedness
  2. Propper
  3. Good
  4. Hervé

برتری نیمکره‌ها نیز یک متغیر مهم در یادگیری است و ممکن است بر اثربخشی نروفیدبک مؤثر باشد، از این رو پژوهش حاضر به دنبال آن است تا تأثیر نروفیدبک بر میزان یادگیری مهارت دارت را بررسی کند و در تلاش برای پاسخ‌گویی به این سؤال است که آیا اثربخشی یک پروتکل خاص در افراد راست‌دست و چپ‌دست به یک میزان است؟

## روش پژوهش

این پژوهش از نوع نیمه‌تجربی است و با توجه به هدف انجام آن، در حیطه پژوهش‌های کاربردی قرار می‌گیرد و جمع‌آوری داده‌های آن نیز به صورت آزمایشگاهی و میدانی صورت گرفته است. ۳۹ نفر از دانشجویان مقطع کارشناسی و کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران با میانگین سنی  $21/57 \pm 21/62$  که در مهارت پرتاب دارت مبتدی بودند، به صورت هدفمند در این پژوهش شرکت کردند.

به منظور اجرای پژوهش، ابتدا اصول پایه‌ی جزئی درباره‌ی مهارت پرتاب دارت از قبیل روش گرفتن تیر و نحوه‌ی امتیازدهی به شرکت‌کنندگان ارائه شد و به دنبال آن، فیلم الگوی ماهر مربوط به اجرای مهارت پرتاب دارت به تمام شرکت‌کنندگان نشان داده شد. در ادامه شرکت‌کنندگان پس از پاسخ‌گویی به سؤالات پرسش‌نامه‌ی برتری دستی ادینبرگ، بر اساس نمره‌ی به‌دست‌آمده در دو گروه چپ‌دست و راست‌دست قرار داده شدند. بعد از اجرای پیش‌آزمون (یک دسته کوشش ده‌تایی)، شرکت‌کنندگان بر اساس امتیاز کسب‌شده و به صورت آی‌بی‌بی‌آی در گروه‌های نروفیدبک راست‌دست (۱۰ نفر)، نروفیدبک چپ‌دست (۱۰ نفر)، کنترل راست‌دست (۱۰ نفر) و کنترل چپ‌دست (۱۰ نفر) تقسیم شدند. از افراد خواسته شد تا بر روی صندلی راحت بنشینند، سپس آزمونگر، لاله هر دو گوش و نقطه‌ی افسی‌زد (FCz) را با الکل طبی و ژل تمیزکننده آماده کرد. الکتروود رفرنس (الکتروود زردرنگ) به گوش چپ و الکتروود گراند (الکتروود سیاه) به گوش راست و الکتروود اکتیو (الکتروود آبی) با چسب تن بیست<sup>۱</sup> به نقطه‌ی افسی‌زد متصل شد. بیشتر پژوهش‌ها الکتروود اکتیو را در نقاط مرکزی (Cz, C3, C4) و یا نواحی پیشانی (Fz, FCz) قرار می‌دهند. الکتروودهای سی‌زد (Cz) و افسی‌زد (FCz) به یکدیگر نزدیک هستند (حدود دو سانتی‌متر) و ریتم

اس‌ام‌آر در این دو منطقه تقریباً معادل است (۲۹).

در اولین جلسه پیش از شروع نروفیدبک با گرفتن خط پایه به صورت چشم باز ارزیابی کلی از همه‌ی باندها صورت گرفت. در ادامه، با استفاده از مونتاژ الکتروود یک‌قطبی و بر اساس سیستم بین‌المللی ۲۰-۱۰، امواج مغزی از نقطه‌ی افسی‌زد در ناحیه‌ی پیشانی در حالت استراحت و چشمان باز ثبت شد.

ثبت امواج با استفاده از دستگاه نروفیدبک پروکامپ<sup>۱</sup> ده کاناله ساخت کانادا و نرم افزار ویژه بیوگراف و با میزان نمونه گیری امواج ۲۵۶ هرتز و مقاومت الکتروود کمتر از ۱۰ کیلو اهم انجام گرفت. به منظور پردازش علائم مغز، امواج مخل حذف شدند. طی مداخله نروفیدبک، دستیار پژوهشگر نیز در صفحه نمایشگر دوم، تغییرات امواج مغزی آزمودنی ها را مشاهده می کرد. پنجره تمرینی نروفیدبک شامل مسابقه قایقرانی با سه قایق بود که با بالاتر رفتن علامت از آستانه تعیین شده در ستون مربوط، قایق از سمت چپ به راست حرکت می کرد.

در تمرین نروفیدبک پروتکل های مختلفی به کار گرفته می شود؛ یکی از پروتکل های مورد استفاده در افزایش تمرکز، پروتکل اس ام آر/تتا است. در این پروتکل، افزایش اس ام آر و سرکوب تتا منجر به حفظ آرامش و افزایش توجه می شود؛ از این رو، هدف تمرین نروفیدبک در این پژوهش به جلو راندن قایق مربوط به موج پاداش (اس ام آر؛ دامنه ۱۲ تا ۱۵ هرتز) و ممانعت از حرکت قایق دیگر با موج بازداری (تتا؛ چهار تا هشت هرتز) مرتبط بود. زمانی که قایق موج تقویت زودتر به خط پایان برسد، چراغ سبز روشن می شود و شیپور پیروزی به عنوان بازخورد مثبت به صدا درمی آید و زمانی که قایق موج بازداری زودتر به انتهای مسیر برسد، چراغ قرمز روشن می شود و شیپور ناخوشایند به عنوان بازخورد منفی به صدا درمی آید. شرکت کنندگان گروه های تجربی، تمرین نروفیدبک خود را به مدت ۳۰ دقیقه در طول هشت جلسه (چهار هفته، هر هفته دو جلسه) انجام دادند و سپس مهارت پرتاب دارت (۲۰ کوشش در هر جلسه) را تمرین کردند. شرکت کنندگان گروه های کنترل در هر جلسه تمرینی، ۲۰ کوشش مربوط به مهارت پرتاب دارت را انجام دادند و در تمرینات نروفیدبک شرکت نداشتند. ۷۲ ساعت بعد از پایان تمرینات، از دو گروه کنترل و نروفیدبک خواسته شد ۱۰ پرتاب دارت به منظور آزمون یادداری انجام دهند؛ همچنین ۱۵ دقیقه بعد از آزمون یادداری، آزمون انتقال شامل ۱۰ پرتاب دارت با دست غیربرتر انجام شد.

ابزارهای مورد استفاده برای اندازه گیری متغیرهای تحقیق عبارت از دستگاه نروفیدبک، تخته دارت و پیکان دارت و پرسش نامه برتری دستی ادینبرگ بودند که در ادامه به اختصار تشریح می شوند.

**دستگاه نروفیدبک:** طرز کار دستگاه به این ترتیب است که شرکت کنندگان بر روی یک صندلی راحت و در اتاق ساکت می نشینند، یک جفت الکتروود روی پوست فرق سر و یک یا دو الکتروود روی لوب های گوش هر فرد قرار داده می شود، سپس با کمک تجهیزات الکترونیکی و رایانه ای و بر اساس وضعیت امواج مغزی فرد یک پس خوراند بینایی و شنوایی (معمولاً در قالب یک بازی و تصویر و یا صوت کامپیوتری) به فرد ارائه می شود. فرد در طول مراحل تمرین درمی یابد که می تواند با استفاده



از امواج مغزی خود این فیدبک‌ها را کنترل و تنظیم کند. تداوم این فرایند باعث بروز تغییراتی در وضعیت امواج مغزی و بهبود ناهنجاری آنها می‌شود.

**تخته دارت و پیکان دارت:** تخته دارت مورد استفاده در پژوهش، تخته دارت معمولی به شکل دایره و از جنس کاغذ فشرده و قطر تخته ۴۱۳ میلی‌متر و ضخامت آن ۱۲ میلی‌متر بود. تخته دارت مورد نظر در آزمایشگاه بر روی دیوار آویخته شد، به گونه‌ای که مرکز صفحه دارت در ارتفاع ۱/۷۳ متر از زمین قرار گیرد. خطی بر روی زمین به فاصله ۲/۳۷ متر از صفحه دارت ترسیم شد. در پژوهش حاضر برای امتیازدهی از صفحه پشتی تخته دارت استفاده شد که از صفر تا ۱۰ امتیازگذاری شده بود.

**پرسش‌نامه برتری دستی ادینبرگ:** در بزرگسالان ترجیح دستی اغلب با پرسش‌نامه خودسنجی یا مقیاس‌های درجه‌بندی سنجیده می‌شود؛ یعنی از آزمودنی‌ها می‌خواهند تا مشخص کنند تکالیف دستی مختلف را با کدام دست انجام می‌دهند. هنوز هم پر استفاده‌ترین روش برای اندازه‌گیری جهت و شدت دست برتری، پرسش‌نامه‌های برتری دستی هستند. به همین منظور پرسش‌نامه‌های مختلفی برای سنجش دست برتری ساخته شده‌اند. از جمله متداول‌ترین این پرسش‌نامه‌ها می‌توان پرسش‌نامه دست برتری ادینبرگ را نام برد که پژوهشگران به‌وفور از آن استفاده کرده‌اند و در این پژوهش نیز از آن استفاده شده است. این مقیاس ۱۰ ماده دارد که ترجیح دستی را در نوشتن، نقاشی کردن، پرتاب کردن، قیچی کردن، مسواک‌زدن، استفاده از چاقو، استفاده از قاشق، جارو کردن، روشن کردن کبریت و باز و بسته کردن در قوطی می‌سنجد. این آزمون پنج‌گزینه‌ای است که به‌صورت همیشه با راست (دو نمره)، اغلب با راست (یک نمره)، اغلب با هر دو (دو نمره)، اغلب با چپ (یک نمره) و همیشه با چپ (دو نمره) تنظیم شده و دامنه نمره از ۱۰۰- (چپ) تا ۱۰۰+ (راست) است. نمره افراد چپ‌دست از ۴۰- تا ۱۰۰- و افراد دو سو توان از ۴۰- تا ۴۰+ و افراد راست‌دست از ۴۰+ تا ۱۰۰+ قرار می‌گیرد. در سنجش اعتبار، همبستگی این پرسش‌نامه با پرسش‌نامه دست برتری چاپمن ۰/۷۵ بود (۳۰).

در این پژوهش برای تجزیه و تحلیل آماری از میانگین و انحراف معیار برای توصیف آماری داده‌ها استفاده شد و از آزمون شاپیرو - ویلک و لوین برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها و همگنی واریانس‌ها بهره گرفته شد؛ همچنین، به منظور مقایسه عملکرد شرکت‌کنندگان چهار گروه در مرحله اکتساب، از تحلیل واریانس مرکب با اندازه‌های تکراری روی عامل جلسات تمرین استفاده شد و برای مقایسه عملکرد شرکت‌کنندگان چهار گروه در مهارت پرتاب دارت در پیش‌آزمون، آزمون‌های یادداری و انتقال، از آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه استفاده شد. سطح معناداری  $P \leq 0.05$  در نظر

گرفته شد. تمام تجزیه و تحلیل‌های آماری به وسیله نرم افزار اسپاس (نسخه ۲۱) صورت گرفت و برای رسم نمودارها از نرم افزار اکسل (۲۰۱۳) استفاده شد.

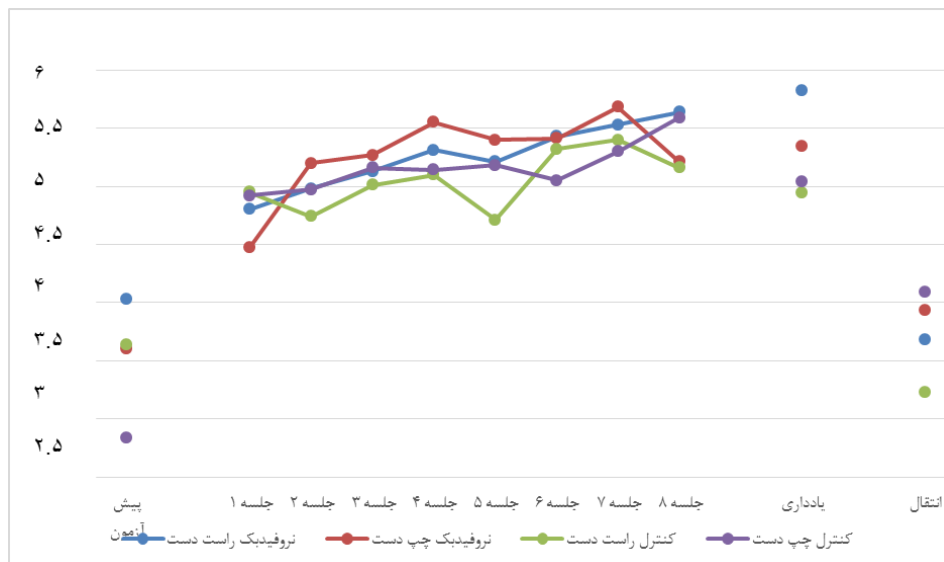
## نتایج

آزمودنی‌های این پژوهش شامل ۳۹ نفر از دانشجویان مقطع کارشناسی و کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی بودند که هیچ‌گونه سابقه بیماری عصبی نداشتند و در مهارت پرتاب دارت مبتدی بودند.

جدول شماره یک میانگین و انحراف معیار عملکرد آزمودنی‌ها را در مهارت پرتاب دارت طی مراحل پیش‌آزمون، اکتساب، یادداری و انتقال نشان می‌دهد. همان‌طور که در جدول یک مشاهده می‌شود، عملکرد شرکت‌کنندگان در مهارت پرتاب دارت در طول جلسات تمرین پیشرفت داشته است. شکل یک نمودار عملکرد شرکت‌کنندگان در مهارت پرتاب دارت را در چهار گروه در مراحل پیش‌آزمون، اکتساب، یادداری و انتقال نشان می‌دهد.

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار عملکرد پرتاب دارت چهار گروه در مراحل مختلف آزمون

مرحله	نرویدیک راست دست	نرویدیک چپ دست	کنترل راست دست	کنترل چپ دست
پیش‌آزمون	۴/۰۳±۱/۰۵	۳/۶۰±۱/۳۲	۳/۶۴±۰/۹۸	۲/۸۴±۰/۶۵
جلسه ۱	۴/۸±۰/۹۸	۴/۴۷±۱/۴۵	۴/۹۵±۰/۲۵	۴/۹۲±۰/۸۴
جلسه ۲	۴/۹۸±۰/۷۳	۵/۲۰±۱/۰۲	۴/۷۴±۰/۸۸	۴/۹۷±۰/۸۱
جلسه ۳	۵/۱۳±۰/۹۵	۵/۲۷±۱/۰۴	۵/۰۱±۰/۸۶	۵/۱۶±۰/۷۱
جلسه ۴	۵/۳۱±۰/۸۴	۵/۵۵±۱/۱۷	۵/۱۰±۰/۶۷	۵/۱۴±۰/۷۷
جلسه ۵	۵/۳۱±۰/۸۵	۵/۴۰±۰/۰۳	۴/۷۱±۰/۴۳	۵/۱۸±۰/۹۱
جلسه ۶	۵/۴۳±۰/۷۲	۵/۴۱±۰/۵۵	۵/۳۲±۰/۳۶	۵/۰۵±۰/۷۶
جلسه ۷	۵/۵۳±۰/۸۰	۵/۶۸±۱/۱۲	۵/۴۰±۰/۵۰	۵/۳۰±۰/۸۲
جلسه ۸	۵/۶۴±۰/۷۳	۵/۲۱±۱/۰۶	۵/۱۶±۰/۷۸	۵/۵۹±۰/۷۸
یادداری	۵/۸۲±۰/۹۱	۵/۳۴±۱/۲۶	۴/۹۴±۱/۰۳	۵/۰۴±۰/۸۲
انتقال	۳/۶۸±۰/۹۴	۳/۹۳±۱/۲۴	۳/۲۳±۱/۲۹	۴/۰۹±۱/۳۵



شکل ۱- نمودار عملکرد چهار گروه در مهارت پرتاب دارت در مراحل مختلف پژوهش

به‌منظور بررسی طبیعی‌بودن توزیع داده‌ها و همگنی واریانس گروه‌ها از آزمون شاپیرو - ویلک و آزمون لوین استفاده شد. نتایج نشان داد توزیع داده‌ها در تمام مراحل آزمون طبیعی است و پیش‌فرض همگنی واریانس‌های گروه‌های موردپژوهش در مراحل مختلف آزمون تأیید شد؛ علاوه‌براین، یافته‌های حاصل از آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه در مرحله پیش‌آزمون نشان می‌داد که تفاوت معناداری در میانگین امتیازات پیش‌آزمون وجود نداشت ( $P>0.05$ ). این یافته‌ها نشان داد که هر سه گروه در ابتدا از لحاظ سطح عملکرد در وضعیت مشابهی قرار داشتند.

به‌منظور مقایسه عملکرد شرکت‌کنندگان چهار گروه پژوهش در مرحله اکتساب از تحلیل واریانس مرکب با اندازه‌های تکراری روی عامل جلسات تمرین در یک طرح «جلسات تمرین ضرب در تعداد گروه‌ها» ( $4 \times 8$ ) استفاده شد. نتایج این تحلیل در جدول شماره دو خلاصه شده است.

جدول ۲- نتایج آزمون تحلیل واریانس مرکب با اندازه‌گیری تکراری روی عامل جلسات تمرین در مرحله

## اکتساب

شاخص عامل	مجموع مجذورات	میانگین مجذورات	درجه آزادی	اف	سطح معناداری
جلسات تمرین	۱۳/۹۹	۱/۹۸	۷	۶/۱۵*	۰/۰۰۱
گروه	۲/۵	۰/۸۴	۳	۰/۲۴	۰/۸۶
گروه و جلسات تمرین	۷/۲۴	۰/۳۴	۲۱	۱/۰۶	۰/۳۹

\* در سطح  $P \leq 0.01$  معنادار است.

همان طور که در جدول شماره دو مشاهده می‌شود، اثر اصلی گروه تمرینی و اثر تعامل جلسه تمرین و گروه تمرین معنادار نیست؛ اما اثر اصلی جلسات تمرین معنادار است. برای مشاهده تفاوت معنادار بین جلسات تمرین از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی تفاوت معناداری را بین جلسه اول با جلسات چهارم، ششم، هفتم، هشتم و جلسه دوم با هفتم نشان می‌دهد. این یافته‌ها حاکی از پیشرفت معنادار عملکرد شرکت‌کنندگان در طول جلسات تمرینی است.

به‌منظور مقایسه عملکرد شرکت‌کنندگان چهار گروه در مهارت پرتاب دارت در آزمون یادداری از آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه استفاده شد. نتایج این تحلیل در جدول شماره سه خلاصه شده است

جدول ۳- یافته‌های حاصل از آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه در آزمون یادداری

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	میانگین مجذورات	درجه آزادی	اف	سطح معناداری
بین‌گروهی	۱۹/۴۷	۶/۴۸			
درون‌گروهی	۳۱/۸۳	۰/۹۰	۳ و ۳۸	* ۷/۱۳	۰/۰۱
کل	۵۱/۲۹				

\* در سطح  $P \leq 0.01$  معنادار است.

همان طور که در جدول شماره سه مشاهده می‌شود، بین عملکرد چهار گروه در مهارت پرتاب دارت در آزمون یادداری تفاوت معناداری وجود دارد. نتایج آزمون تعقیبی شفه نشان داد که گروه‌های نروفیدبک راست‌دست و چپ‌دست در مقایسه با گروه‌های کنترل راست‌دست ( $P=0.01$ ) و چپ‌دست ( $P=0.02$ ) به‌طور معناداری عملکرد بهتری در آزمون یادداری داشتند؛ علاوه‌براین، تفاوت معنی‌داری بین گروه نروفیدبک راست‌دست و نروفیدبک چپ‌دست مشاهده نشد.

همچنین، به‌منظور مقایسه عملکرد افراد راست‌دست و چپ‌دست دو گروه نروفیدبک و کنترل در مهارت پرتاب دارت در آزمون انتقال، از آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه استفاده شد. جدول شماره نتایج پرتاب دارت را با آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه در مرحله انتقال نشان می‌دهد.

جدول ۴- یافته‌های حاصل از آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه در آزمون انتقال

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	میانگین مجذورات	درجه آزادی	اف	سطح معناداری
بین‌گروهی	۴/۱۹	۱/۳۹			
درون‌گروهی	۵۲/۰۴	۱/۴۸	۳ و ۳۸	۰/۹۴	۰/۴۳
کل	۵۶/۲۳				

یافته‌های این جدول نشان می‌دهند که بین عملکرد مهارت پرتاب دارت چهار گروه در مرحله انتقال تفاوت معناداری وجود ندارد.

## بحث و نتیجه‌گیری

هدف از اجرای پژوهش حاضر، بررسی تأثیر تمرین نروفیدبک با تأکید بر برتری دستی بر یادگیری مهارت پرتاب دارت بود. نتایج بررسی تأثیر نروفیدبک در مرحله اکتساب نشان داد که اجرای شرکت‌کنندگان در طول جلسات تمرین نروفیدبک پیشرفت معناداری داشته است. نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش‌های گالوی و ولین (۲۰۰۵) و ویلسون (۲۰۰۶) در مورد رشته تنیس، پژوهش تنیس<sup>۱</sup> (۲۰۰۸) در خصوص رشته هندبال، لی و همکاران (۲۰۰۹) در تیراندازی، ناداپاپ (۲۰۱۰) در مورد اسکی‌بازان و نیز روس و همکاران (۲۰۱۴) همخوانی دارد. در این پژوهش‌ها مشخص شد که تمرین نروفیدبک عملکرد را بهبود می‌بخشد (۲۱،۳۱،۳۵). به‌طور کلی نتایج پژوهش حاضر گویای اثربخشی پروتکل اس‌ام‌آر/تتا بر بهبود عملکرد و یادگیری تکلیف دارت است. به نظر می‌رسد این پروتکل تمرینی از طریق افزایش پردازش توجه و تمرکز حسی و کاهش بی‌توجهی و حواس‌پرتی به بهبود اجرا می‌انجامد (۱۵،۱۶).

نتایج برآمده از مقایسه چهار گروه در مرحله یادداری، که بعد از ۷۲ ساعت بی‌تمرینی انجام گرفت، اثربخشی آموزش نروفیدبک و بهبود معنادار عملکرد پرتاب دارت را در گروه نروفیدبک راست‌دست و نروفیدبک چپ‌دست با گروه کنترل نشان داد. شاید یکی دیگر از دلایل اجرای بهتر مهارت دارت در گروه‌های نروفیدبک نسبت به گروه کنترل در مرحله یادداری، استفاده از پروتکل اس‌ام‌آر/تتا در نقطه افسی‌زد (FCz) باشد. تمرین نروفیدبک در نقطه افسی‌زد به‌طور هم‌زمان بر سه قشر حسی - حرکتی، حرکتی و سینگولیت اثر می‌گذارد. قشر حسی - حرکتی، مرز بین لوب‌های آهیانه و پیشانی است. در سینگولیت، سیستم‌هایی که با هیجان احساس، توجه و حافظه کاری سروکار دارند، با یکدیگر به‌گونه‌ای تعامل نزدیک دارند که منبع انرژی اعمال بیرونی (حرکت) و اعمال درونی (استدلال، تفکر) را تشکیل می‌دهند (۱۵).

این یافته‌ها با نتایج پژوهش لندرز و همکاران (۱۹۹۱)، اگنر و گروزیلر (۲۰۰۳) در مورد دانشجویان موسیقی، بارنا (۲۰۰۴) و آرنز (۲۰۰۸) در مورد گلف‌بازان، پول (۲۰۱۰) در مورد افراد سالم، حجار (۱۳۹۲) در مورد کاراته‌کاران، شیری (۱۳۹۳) در خصوص شطرنج‌بازان و صالحی (۱۳۹۳) در مهارت پرتاب دارت یکسان است. یافته‌های همه این پژوهش‌ها حاکی از افزایش عملکرد از طریق مداخله نروفیدبک در مقایسه با گروه کنترل است (۳۶، ۲۱، ۱۷، ۱۳، ۱۱، ۳۸). در واقع این نتایج نشان‌دهنده

این مطلب است که با آموزش نروفیدبک (اس‌ام‌آر/تتا) می‌توان مدت‌زمان آموزش را کوتاه‌تر کرد و فرد را سریع‌تر به مراحل بالاتر یادگیری رساند. این نتایج بر اساس نظریه شرطی‌سازی کنشگر تأیید می‌شوند. در فرایند نروفیدبک، شرطی‌سازی کنشگر زمانی است که فرد برای یافتن وضعیت فکری مناسب، تقویت دریافت می‌کند؛ بنابراین، فرد تلاش می‌کند وضعیت فکری خود را طوری تنظیم کند تا محرک مطلوب را بیشتر دریافت کند و این کار باعث افزایش رفتار مطلوب و افزایش احتمال رخداد آن ریتم خاص می‌شود (۱).

یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج پژوهش رینگ و همکاران (۲۰۱۵) ناهمخوان بود؛ رینگ و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی تأثیر تمرین نروفیدبک در تسریع خبرگی و کمال به این نتیجه رسیدند که فرض آنها مبنی بر اینکه تمرین نروفیدبک اجرا را تسهیل می‌کند و توسعه خبرگی را تسریع می‌بخشد، تأیید نشد. هرچند اعضای گروه کنترل توانستند موج آلفای بالای خود را قبل از ضربه سرکوب کنند، با این حال اجرای آنها در طول مرحله اکتساب از پیش‌آزمون تا آزمون، تفاوتی نداشت و میزان بهبود گروه آزمایش و کنترل یکسان بود. به اعتقاد این پژوهشگران، تمایز بین توان فعالیت آلفای بالا و پیامد رفتاری نشان‌دهنده آن است که کاهش توان آلفای بالا قبل از ضربه، شاخص کلیدی‌ای برای موفقیت در ضربه گلف نیست؛ هرچند چندین پژوهش سرکوب آلفای بالا قبل از ضربه را تفاوت ورزشکاران خبره و مبتدی برشمرده بودند (۲۲).

دلایل احتمالی ناهمخوانی نتایج را می‌توان تفاوت در ماهیت تکلیف و پروتکل ارائه‌شده دانست. همان‌طور که پیش‌تر گفته شد، ارائه یک پروتکل یکسان برای همه رشته‌های ورزشی و همه افراد، کاری منطقی به نظر نمی‌رسد؛ از این‌رو با توجه به اینکه برخی شباهت‌ها بین تکلیف دارت و گلف وجود دارد، تفاوت‌هایی نیز با یکدیگر دارند، که همین امر ممکن است علت اختلافات مشاهده‌شده باشد. از سوی دیگر، در پروتکل رینگ و همکاران هدف تمرین نروفیدبک سرکوب آلفا بود، حال آنکه در پژوهش حاضر از پروتکل اس‌ام‌آر/تتا استفاده شد. به عبارتی با استناد به پژوهش حاضر می‌توان چنین گفت که افزایش موج اس‌ام‌آر و سرکوب موج تتا در افزایش دقت پرتاب دارت اثرگذار است.

همچنین، اگرچه لندرز و همکاران (۱۹۹۱) گزارش دادند که تمرین نروفیدبک باعث بهبود اجرا می‌شود، نمی‌توان در خصوص نتایج به‌دست‌آمده به‌صورت قطعی اظهار نظر کرد. این پژوهشگران از اولین افرادی بودند که به مطالعه آثار تمرین نروفیدبک در شانزده ورزشکار رشته تیروکمان پرداختند. فرض این پژوهشگران آن بود که عملکرد رشته تیروکمان با فعال‌سازی نیمکره راست مغز (جایگاه پردازش بینایی فضایی) و نیز غیرفعال‌سازی نیمکره چپ (جایگاه پردازش تحلیلی - کلامی) در ارتباط است. بر این اساس، آنها فعالیت بی‌بی‌جی و اجرای تیروکمان در جلسات پیش‌آزمون و پس‌آزمون را اندازه‌گیری کردند. نتایج نشان داد که اجرای هشت ورزشکار از پیش‌آزمون تا

پس‌آزمون بهبود یافت؛ این ورزشکاران به هنگام کاهش فعالیت قشری در نیمکره چپ تقویت می‌شدند. در مقابل، اجرای هشت نفر از ورزشکارانی که در ازای کاهش فعالیت در نیمکره راست تقویت شده بودند، بدتر شد.

گرچه این یافته‌ها بر این امر دلالت دارند که تمرین نروفیدبک یادگیری تیروکمان را تسریع می‌کند، توجه به این نکته نیز ضروری است که فعالیت قشر نیمکره چپ در پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای هر دو گروه نروفیدبک یکسان بوده است. این امر نشان می‌دهد که این پروتکل تمرینی نروفیدبک، افراد گروه نروفیدبک نیمکره چپ را وادار به سرکوب کارکرد نیمکره چپ نکرده است؛ بنابراین، بهبودی را که این گروه تجربه کردند لزوماً ناشی از تمرین نروفیدبک دریافتی نبوده است. باینکه پژوهش‌های لندرز و همکاران گامی بدیع در ارزیابی روش نروفیدبک در ارتقای عملکرد محسوب می‌شود، به دلیل همین بدیع بودن اشکالاتی نیز به آن وارد است که از آن جمله می‌توان مبنای نظری ضعیف در ارائه پروتکل را نام برد.

پژوهش‌های انگشت‌شماری به بررسی اثربخشی تمرینات نروفیدبک در تسهیل اجرا در ورزش پرداخته‌اند و گرچه شواهد موجود در خصوص کارایی و اثربخشی آن قطعی نیست، نتایج به‌دست‌آمده تا حدودی رضایت‌بخش و دلگرم‌کننده است (۳۶،۳۹).

یکی دیگر از یافته‌های پژوهش آن است که تفاوت معناداری در مرحله انتقال بین گروه‌ها مشاهده نشده است؛ به‌عبارت‌دیگر، تمرین نروفیدبک بر انتقال یادگیری آزمودنی‌ها از دست برتر به دست غیربرتر تأثیر معناداری نداشت. در مهارت پرتاب دارت که دقت فضایی در آن نقش اساسی دارد، تمرکز و توجه از مهم‌ترین عواملی هستند که عملکرد حرکتی و دقت را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند. پوسنر و وریچل سه شبکه توجه بینایی (جهت‌یابی خلفی، اجرایی قدامی و هوشیاری) را توصیف کرده‌اند. شبکه جهت‌یابی خلفی که در ناحیه آهیانه قرار دارد، مسئول کنترل جهت نگاه در فضاست و در مهارت دارت این شبکه می‌تواند مسئول جهت‌یابی کیویی<sup>۱</sup> (ثابت‌شدن روی هدف قبل از بازشدن بازو به جلو برای هدف) طی مرحله جهت‌یابی در هر مرحله از پرتاب باشد. دومین شبکه، شبکه اجرایی قدامی است که مسئول وضعیت تمرکز در بازی‌های رقابتی دارت است و می‌تواند دامنه طولانی‌تر کیویی را که توصیف‌کننده سطوح بالاتر از مهارت و دقت است، ایجاد کند. شبکه اجرایی قدامی درک بالاتری روی تکلیف تحمیل می‌کند و به اجراکننده اجازه می‌دهد یک عمل خاص را نسبت به اهداف خاص کنترل کند و درنهایت شبکه هوشیاری که عملکرد شبکه اجرایی و شبکه جهت‌یابی را مرتبط می‌کند و مانع دسترسی اطلاعات ناخواسته به هر دو سیستم می‌شود. این شبکه‌های توجه به‌صورت مشابه و مستقل در هر دو نیمکره ارائه شده‌اند؛ بنابراین، عوامل عصبی

مؤثر بر دقت دارت مربوط به شبکه‌هایی است که در همه افراد سالم یکسان‌اند و از این حیث در گروه راست‌دست و چپ‌دست تفاوتی وجود ندارد (۳۹).

نتایج در مورد اثربخشی دست برتری در تمرینات نروفیدبک (پروتکل اس‌ام‌آر/تتا) نشان داد که بین عملکرد شرکت‌کنندگان راست‌دست و چپ‌دست در هر سه مرحله (اکتساب، یادداری و انتقال) تفاوت معناداری وجود ندارد. در خصوص نتیجه‌ی اخیر تاکنون پژوهشی انجام نگرفته است و طبیعتاً نمی‌توان دست به هیچ‌گونه مقایسه‌ای زد؛ اما دلایل احتمالی متفاوت‌نبودن را می‌توان در چند سرفصل جای داد: الف) اهمیت نیمکره‌ی برتری به‌جای برتری دستی، ب) نوع پروتکل بی‌بی‌جی و مکان موردبررسی (اف‌سی‌زد، ج) نوع تکلیف و د) تفاوت نداشتن شبکه‌های توجه در دو نیمکره (۲۴). شاید علت دیگر تفاوت‌نداشتن دو گروه راست‌دست و چپ‌دست، میزان یا به عبارتی درجه‌ی برتری دست راست و چپ باشد (۳۹،۴۰). برای مثال ممکن است دو فرد راست‌دست از لحاظ قرارگیری در طیف راست‌دستی با هم تفاوت فراوانی داشته باشند و یک نفر در انتهای پیوستار راست‌دستی باشد و تمام فعالیت‌های خود را با دست راست انجام دهد، حال آنکه فرد دیگری علی‌رغم راست‌دست بودن، برخی اعمال را نیز با دست چپ انجام دهد. بدین ترتیب، هر دو راست‌دست هستند اما ممکن است در میزان وابستگی به دست برتر با یکدیگر تفاوت داشته باشند. این امر ممکن است باعث هم‌پوشانی اختلاف افراد راست‌دست و چپ‌دست باشد.

یافته‌های پژوهش حاضر این فرض را مطرح می‌کند که می‌توان از نروفیدبک برای تحریک یا تنظیم فعالیت مغزی استفاده کرد و نروفیدبک ممکن است روی پردازش شناختی مؤثر باشد. یکی از نکات مهم در ارائه‌ی نروفیدبک، وجود تفاوت الگوی فعالیت مغزی در افراد و رشته‌های ورزشی مختلف است. این یافته‌ها مؤید آن است که الگوی فعالیت الکتریکی مغز پیچیده و برای رشته‌های مختلف ورزشی متفاوت است و احتمالاً به تکالیفی که باید انجام شود، بستگی دارد. این پیچیدگی و پویایی عصبی موجب شده که تاکنون الگوی مشخصی برای اجرای این فرایند یافت نشود. بنابراین، پیشنهاد می‌شود در زمینه‌ی طراحی پروتکل‌های آموزشی نروفیدبک بررسی نظام‌دار بیشتری در سطوح مختلف یادگیری و بر اساس رشته‌های ورزشی گوناگون انجام شود.

در پایان، در این پژوهش کارایی آموزش نروفیدبک به افراد مبتدی با استفاده از پروتکل اس‌ام‌آر/تتا در پرتاب دارت تأیید شد که این امر نشان‌دهنده‌ی تأثیر مداخله‌ی نروفیدبک به‌عنوان یک مداخله‌ی خودتنظیم‌گر مغز در ارتقای سطح اجرا است. به‌عبارت‌دیگر، می‌توان گفت آموزش نروفیدبک یک عامل کمکی در تسریع افزایش تمرکز و بهینه‌سازی عملکرد است؛ از این رو پیشنهاد می‌شود برای افزایش عملکرد در ورزش‌هایی با نیازهای دقت زیاد مانند پرتاب دارت از پروتکل اس‌ام‌آر/تتا استفاده شود. همچنین، پیشنهاد می‌شود به‌جای برتری دستی، برتری نیمکره‌ای بررسی شود. علاوه‌براین،



ترکیب تمرین نروفیدبک با دیگر روش‌های آموزش (بیوفیدبک، تمرین‌های آرام‌سازی) و تغییر فاصله از آزمون انتقال نیز بررسی شود.

## منابع

1. Strack B, Linden M, Wilson VS, editors. Biofeedback & neurofeedback applications in sport psychology. Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback; 2011.
2. Vernon D. Human potential: exploring techniques used to enhance human. New York: Psychology Press. 2009.
3. Lawrence JT. Neurofeedback and your brain: A beginner's manual. New York: Faculty, NYU medical center & brain research lab. 2002.
4. Vernon DJ. Can neurofeedback training enhance performance? An evaluation of the evidence with implications for future research. Applied psychophysiology and biofeedback. 2005 Dec 1;30(4):347-64.
5. Moss D, Kirk L. Evidence-based practice in biofeedback and neurofeedback. Foreword to C. Yucha & C. Gilbert. Evidence-based practice for biofeedback assisted behavioral therapy. 2004.
6. Hammond D.C. What is neurofeedback? Journal of Neurotherapy. 2006; 10: 25-36.
7. Wilson V E, Gunkelman J. Neurofeedback in sport. Biofeedback. 2001; 29(1): 16-8.
8. Sandhu JS, Paul M, Agnihotri H. Biofeedback approach in the treatment of generalized anxiety disorder. Iranian Journal of psychiatry. 2007;2(3):90-5.
9. Marzbani H, Marateb HR, Mansourian M. Methodological Note: Neurofeedback: A Comprehensive Review on System Design, Methodology and Clinical Applications. Basic and Clinical Neuroscience. 2016 Apr 15;7(2):143-58.
10. Nazari, M, A, Skandar Nezhad, M, Abdoli, B, vaez mousavi, M A. effect of neurofeedback training on electroencephalography characteristics and performance in archery. Psychological new research 2011; 22: 127-48. (In Persian)
11. Kim J, Lee HM, Kim WJ, Park HJ, Kim SW, Moon DH, Woo M, Tennant LK. Neural correlates of pre-performance routines in expert and novice archers. Neuroscience letters. 2008; 21;445(3): 236-41.
12. Salehi1 M, Amini H, Mohammad Zadeh H. Comparison of the effects of neurofeedback and mental imagery practice on the performance and learning of darts skill. neuropsychology. 2015; 1(1): 86- 103. (In Persian)
13. Deeny SP, Haufler A J, Saffer M, and Hatfield B. Electroencephalographic coherence during visuomotor performance: A comparison of cortico-cortical communication in experts and novices. Journal of motor behaviour. 2009; 41: 106-16.

14. Vernon D, Egner T, Cooper N, Compton T, Neilands C, Sheri A, Gruzelier J. The effect of training distinct neurofeedback protocols on aspects of cognitive performance. *International journal of psychology*. 2003; 47:75–85.
15. Salehi M, Amini H, Mohammad Zadeh H. Comparison of the effects of neurofeedback and mental imagery practice on the performance and learning of darts skill. *neuropsychology*. 2015; 1(1): 86- 103. (In Persian)
16. Salehi M, Mohammad Zadeh H, Nazari MA. The effect of neurofeedback training on performance and retention of dart throwing skill. *Motor behavior and sport psychology*. 2013; 10: 739. (In Persian)
17. Paul M, Sandhu S G, Simon J V. Effect of Sensory Motor Rhythm Neurofeedback on Psycho-physiological, Electro-encephalographic Measures and Performance of Archery Players. *Journal of Medical and Biomedical Science*. 2012; 4(2): 32-9.
18. Zambotti M, Bianchin M, Magazzini L, Angrilli A. The efficacy of EEG neurofeedback aimed at enhancing sensory-motor rhythm theta ratio in healthy subjects. *Experimental Brain research*. 2012; 221:69–74.
19. Salehi M, Mohammad Zadeh H, Nazari MA. The effect of neurofeedback training on performance and retention of dart throwing skill. *Motor behavior and sport psychology*. 2013; 10: 739. (In Persian)
20. Wilson V E, Peper E, Moss D. “The mind room” in Italian soccer training: The use of biofeedback and neurofeedback for optimum performance. *Biofeedback*. 2006; 34 (3): 81–79.
21. Landers D M, Petruzzello S J, Salazar W, Crews DJ, Kubitz KA, Gannon TL, Han M. The influence of electrocortical biofeedback on performance in pre-elite archers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1991. 23(1):123-9.
22. Ring C, Cooke A, Kavussanu M, McIntyre D, Masters R. Investigating the efficacy of neurofeedback training for expediting expertise and excellence in sport. *Psychology of Sport and Exercise*. 2015 Jan 31;16: 118-27.
23. Atkinson R L, Atkinson R C, Smith E E, Bem D J, Hoeksema S N. Hilgard's Introduction to Psychology. Barahani M N. 16th. Tehran: Roshd publication. 2013.
24. Good C D, Johnsrude I, Ashburner J, Henson R N, Friston K J, Frackowiak R S J. Cerebral Asymmetry and the Effects of Sex and Handedness on Brain Structure: A Voxel-Based Morphometric Analysis of 465 Normal Adult Human Brains. *Neuroimage journal*. 2001; 14: 685–700.
25. Moffat SD, Hampson E, Lee DH. Morphology of the planum temporale and corpus callosum in left handers with evidence of left and right hemisphere speech representation. *Brain*. 1998 Dec 1; 121(12):2369-79.
26. Moghadam A, NabaviNik M, Rezaeian F. A Comparing the effect of ipsi lateral and contra lateral of eye hand on accuracy of basketball free throw. *Journal of sport psychology research*. 2012; 8: 43-8. (In Persian)
27. Propper RE, Pierce J, Geisler MW, Christman SD, Bellorado N. Asymmetry in Resting Alpha Activity: Effects of Handedness. *Open Journal of Medical Psychology*. 2012 Oct 31; 1(04):86.

28. Hervé PY, Crivello F, Perchey G, Mazoyer B, Tzourio-Mazoyer N. Handedness and cerebral anatomical asymmetries in young adult males. *Neuroimage*. 2006 Feb 15;29(4): 1066-79.
29. Arns M, de Ridder S, Strehl U, Breteler M, Coenen A. Efficacy of neurofeedback treatment in ADHD: the effects on inattention, impulsivity and hyperactivity: a meta-analysis. *Clinical EEG and neuroscience*. 2009 Jul 1; 40(3): 180-9.
30. AliPour A, AgahHaris M. validity and reliability of Persian version of edinburgh handedness questionnaire. *Journal of Psychological Science*. 2007; 6(22). 117-33. (In Persian)
31. Galloway S, Lane A. The effects of biofeedback training on elite junior tennis players. *Journal of sport psychology*. 2005; 1: 1-10.
32. Tanis C. The effects of heart rhythm variability biofeedback with emotional regulation on the athletic performance of women collegiate volleyball players. A dissertation for the degree of Ph.D. Thesis. Capella University. 2008.
33. Lee K H. Evaluation of Attention and Relaxation Levels of Archers in Shooting Process using Brain Wave Signal Analysis Algorithms. *NeuroSky Inc*. 2009; 12: 341-50.
34. Nada PJ, Demerdzieva A. Biofeedback Training for Peak Performance in Sport: Case Study. *Macedonian journal of medical sciences*. 2010; 15: 113-8.

#### استناد به مقاله

طهماسبی فرشید، حاتمی فرزانه، هدایتی اعظم. تأثیر تمرین نروفیدبک با تأکید بر برتری دستی بر یادگیری مهارت پرتاب دارت. رفتار حرکتی. بهار ۱۳۹۷؛ ۱۰(۳۱): ۲۸-۱۰۹. شناسه دیجیتال: 10.22089/MBJ.2018.1189

Tahmasbi. F, Hatami. F, Hedayati. A. The Effects of Neurofeedback Training with a Focus on Handedness on Learning of Dart Throwing Skill. *Motor Behavior*. Spring 2018; 10 (31): 109-28. (In Persian). Doi: 10.22089/MBJ.2018.1189

## **The Effects of Neurofeedback Training with a Focus on Handedness on Learning of Dart Throwing Skill**

**F. Tahmasbi<sup>1</sup>, F. Hatami<sup>2</sup>, A. Hedayati<sup>3</sup>**

1. Assistant Professor of Motor Behavior, Shahid Rajae Teacher Training University\*

2. Assistant Professor of Motor Behavior, Shahid Rajae Teacher Training University

3. M.Sc. of Motor Behavior, Shahid Rajae Teacher Training University

" Received: 2016/08/21

Accepted: 2017/01/25

---

---

### **Abstract**

The purpose of this study was to investigate the effects of neurofeedback training with a focus on handedness, on learning of dart throwing skill. Thirty-nine Students of Shahid Rajae Teacher Training University (mean age: 21.62±2.57 years) purposefully participated in this research. After instructing and observing dart throwing film by participants, a pretest includes of 10 trails was conducted and then participants were assigned into four groups (right-handed neurofeedback, left-handed neurofeedback, right-handed control and left-handed control) according to pretest scores. Acquisition phase includes of 8 training sessions, participants completed 20 trials per session after neurofeedback intervention. 72 hours after the last training sessions, the retention test and then transfer test with non-dominant hand was conducted. Factorial analysis of variance with repeated measures on training sessions indicated that training sessions main effect was significant, that is, participants showed significant improvement in dart throwing performance during acquisition phase. In addition, one-way ANOVA revealed that there were no significant differences among groups in transfer test, while this difference was significant in retention test. In other words, neurofeedback groups achieved better scores than control group, but significant difference between right-handed and left-handed neurofeedback groups was not found. Theta SMR protocol leads to sensory motor rhythm and attentional process enhancement, consequently increase in dart throwing performance. It appears that this protocol may help accelerating expertise process in dart.

**Keywords:** Neurofeedback, Brain Waves Training SMR/Theta, Handedness, Dart Throwing Skill

---

---

---

\* corresponding Author

Email: farshidtahmasbi@yahoo.com