

مقاله اصلی

مقایسه اثربخشی تمرینات ذهن آگاهی مبتنی بر یوگا، تحریک مستقیم فراجمجمه‌ای (tDCS) و مداخله ترکیبی آن‌ها بر حافظه کاری و توجه دانشجویان دانشکده علوم پزشکی تربت جام

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۱/۲۲ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۴/۲۵

خلاصه

مقدمه: هدف پژوهش حاضر مقایسه اثربخشی تمرینات ذهن آگاهی مبتنی بر یوگا، تحریک مستقیم الکتریکی فراجمجمه‌ای (tDCS) و ترکیب دو مداخله بر حافظه کاری و توجه دانشجویان دانشکده علوم پزشکی تربت جام بود.

روش کار: پژوهش حاضر نیمه تجربی با طرح پیش آزمون-پس آزمون بود که ۴۵ دانشجوی پسر ۱۸ تا ۲۴ ساله در سه گروه ۱۵ نفره شامل گروه تمرینات ذهن آگاهی مبتنی بر یوگا، گروه تحریک مستقیم الکتریکی فراجمجمه‌ای (tDCS) و گروه ترکیبی (یوگا و tDCS) در ۱۲ جلسه (۶ هفته، دو جلسه در هفته) مطالعه قرار گرفتند. برای سنجش حافظه کاری، آزمون N-Back و برای سنجش توجه، آزمون استروپ استفاده شد. داده‌ها با آزمون‌های تی زوجی، تحلیل کوواریانس و آزمون تعقیبی بونفرونی در نرم افزار SPSS نسخه ۲۷ تحلیل شدند.

نتایج: هر سه مداخله تأثیر مثبت و معناداری بر بهبود حافظه کاری و توجه دانشجویان داشتند ($p < 0/05$)، گروه ترکیبی در متغیر زمان پاسخ حافظه کاری سطح ساده‌تر، عملکرد بهتری نسبت به دو گروه دیگر نشان داد. در حافظه کاری سطح پیچیده‌تر و توجه، تفاوت معناداری بین سه گروه مشاهده نشد ($p > 0/05$).

نتیجه گیری: یافته‌ها نشان داد که اگرچه هر سه مداخله به تنهایی تأثیرات درون گروهی معناداری بر حافظه کاری و توجه داشتند، اما در مقایسه بین گروهی، تنها تفاوت معنادار مربوط به کاهش زمان پاسخ در سطح ساده‌ی حافظه کاری (۱-بک) در گروه ترکیبی در مقایسه با دو گروه دیگر بود ($p < 0/001$). در سایر متغیرها شامل تعداد پاسخ‌های صحیح سطح ساده، هر دو شاخص حافظه کاری سطح پیچیده‌تر (۲-بک) و توجه، تفاوت معناداری بین سه گروه مشاهده نشد ($p > 0/05$). بنابراین، مزیت مداخله ترکیبی صرفاً به تسریع سرعت پردازش در تکالیف ساده‌تر حافظه کاری محدود می‌شود.

کلمات کلیدی: حافظه کاری، توجه، ذهن آگاهی مبتنی بر یوگا، تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای (tDCS)

مجید کرمی زاده^۱

زهرا انتظاری خراسانی^{۲*}

مرضیه بلالی^۳

^۱گروه علوم ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد

اسلامی، تهران، ایران

^۲گروه علوم ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد

اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول).

^۳گروه علوم ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد

اسلامی، تهران، ایران

Email: Entezari.z@iaui.ir

مقدمه

فرایند یادگیری مطالب درسی، فراتر از حفظ سطحی، یک فعالیت شناختی پویا شامل رمزگذاری، تثبیت و بازیابی اطلاعات است که زیربنای موفقیت تحصیلی دانشجویان به‌شمار می‌رود. عوامل گوناگونی در این فرایند پیچیده نقش دارند و هرگونه نقص در این سامانه‌ها، می‌تواند زنجیره‌ی یادگیری مؤثر را مختل کرده و عملکرد نهایی دانشجو را در ارزیابی‌های تحصیلی با کاهش چشم‌گیری مواجه سازد (۱). یکی از عوامل مؤثر در فرایند یادگیری و موفقیت آکادمیک، توجه به‌عنوان محل ورودی اطلاعات یکی از بنیادی‌ترین فرایندهای شناختی است که به توانایی فرد برای گزینش و تمرکز بر محرک‌های خاص در محیط یا افکار خویش، هم‌زمان با نادیده‌گرفتن اطلاعات مزاحم دیگر، اطلاق می‌شود. ویلیام جیمز، روان‌شناس برجسته، توجه را چنین تعریف کرده است: «تسخیر ذهن، به شکلی واضح و زنده، بر یکی از چندین شیء یا سلسله‌افکار احتمالی که به‌طور هم‌زمان وجود دارند». این فرایند نه‌تنها دروازه‌ی ورود اطلاعات به حافظه‌ی کاری است، بلکه به‌عنوان مؤلفه‌ای حیاتی در پویایی حافظه‌ی کاری، نقش واسطه‌ای میان ذخیره‌سازی اطلاعات و کنترل اجرایی ایفا می‌کند (۲). اهمیت توجه برای دانشجویان از آن روست که پایه و اساس یادگیری مؤثر و موفقیت تحصیلی به‌شمار می‌رود؛ به‌گونه‌ای که دانشجویانی که قادر به حفظ توجه پایدار هستند، اطلاعات را بهتر پردازش و حفظ می‌کنند (۲، ۳). فراتحلیلی گسترده بر روی ۱۰۶ مطالعه نشان داده است که بین مشکلات توجه و عملکرد تحصیلی ضعیف، همبستگی منفی و معناداری وجود دارد و این رابطه به‌ویژه برای دروس سطوح بالاتر تحصیلی

که نیازمند درک مطلب، بیان نوشتاری و حل مسئله هستند، قوی‌تر است (۴). از دیگر عوامل مؤثر در فرایند یادگیری و موفقیت تحصیلی حافظه‌ی کاری به‌عنوان فضای پردازش و دستکاری اطلاعات است. حافظه‌ی کاری، برخلاف تصور رایج از حافظه به‌عنوان صرفاً ذخیره‌سازی اطلاعات، یک سامانه‌ی شناختی با ظرفیت محدود است که به فرد امکان می‌دهد بر اطلاعات مرتبط با هدف تمرکز کند، هم‌زمان با پالایش اطلاعات مزاحم، دانش جدید را با اطلاعات موجود تلفیق و برای انجام وظایف شناختی پیچیده از آنها بهره‌برداری نماید. این سامانه، که در مدل چندبُعدی بدلی و هیچ با مؤلفه‌ی «مجری مرکزی» به‌عنوان هسته‌ی کنترل توجه تعریف شده است، نه‌تنها اطلاعات را به‌طور موقت نگهداری می‌کند، بلکه آنها را دستکاری و پردازش می‌نماید. به‌عبارتی، حافظه‌ی کاری پل ارتباطی میان توجه و یادگیری است؛ به‌گونه‌ای که توجه، دروازه‌ی ورود اطلاعات به این سامانه محسوب می‌شود و حافظه‌ی کاری، اطلاعات دریافتی را برای استفاده در فرایندهای سطح بالاتر مانند درک مطلب، حل مسئله، استدلال و برنامه‌ریزی، آماده می‌سازد. ارتباط تنگاتنگ این دو کارکرد چنان است که پژوهشگران اخیراً حافظه‌ی کاری را به‌عنوان ساختاری سلسله‌مراتبی متشکل از «ظرفیت حافظه‌ی کاری» و «کنترل توجه» تعریف کرده‌اند. حافظه‌ی کاری دارای سطوح مختلفی از پیچیدگی است که بار پردازشی و کنترل اجرایی مورد نیاز را تعیین می‌کنند. در سطوح ساده‌تر، حافظه‌ی کاری عمدتاً به نگهداری موقت اطلاعات محدود می‌شود و کنترل اجرایی کمتری را طلب می‌کند (۵). با افزایش سطح پیچیدگی، فرد نه‌تنها باید اطلاعات بیشتری را به‌طور هم‌زمان در حافظه نگهداری کند، بلکه باید آنها را

دستکاری، به روزرسانی و در برابر تداخل‌ها محافظت نماید که این امر مستلزم درگیری بیشتر فرایندهای توجه و کنترل اجرایی است. این تمایز در سطوح حافظه‌ی کاری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا مداخلات شناختی ممکن است تأثیرات متفاوتی بر سطوح مختلف این نظام شناختی داشته باشند و شناخت این تفاوت‌ها در طراحی برنامه‌های توانبخشی شناختی و ارتقای عملکرد تحصیلی نقش کلیدی ایفا می‌کند (۶). اهمیت این سامانه برای دانشجویان از آن روست که پیش‌بینی‌کننده‌ای قدرتمندتر از بهره‌ی هوشی (IQ) برای موفقیت تحصیلی محسوب می‌شود. به گونه‌ای که دانشجویان با ظرفیت بالاتر حافظه‌ی کاری، عملکرد بهتری در خواندن متون تخصصی، درک مطلب، ریاضیات و کسب نمرات تحصیلی بالاتر دارند و این ظرفیت به‌طور مستقیم با میزان موفقیت آنان در دوره‌های آموزش عالی همبستگی مثبت و معناداری دارد.

با توجه به نقش بنیادین حافظه‌ی کاری و توجه در موفقیت تحصیلی و عملکرد روزمره، محققان حوزه‌ی علوم شناختی و روان‌شناسی، و علوم ورزشی همواره به دنبال یافتن روش‌های مؤثر برای ارتقاء این کارکردهای شناختی حیاتی بوده‌اند. گستره‌ی وسیعی از پژوهش‌ها نشان داده‌اند که نه تنها توانایی‌های شناختی پایه، بلکه کیفیت یادگیری، حل مسئله و حتی سلامت روانی دانشجویان، به‌طور مستقیم با کارایی این دو فاکتور شناختی گره خورده است. از این‌رو، در دو دهه‌ی اخیر، شاهد افزایش چشم‌گیر علاقه‌ی پژوهشگران به مداخلات غیردارویی و مبتنی بر سبک زندگی، از جمله تمرینات ورزشی هوازی، یوگا و ذهن‌آگاهی (۷)، تحریک الکتریکی مغز (tDCS) (۸)، و ترکیب رویکردهای شناختی-بدنی بوده‌ایم.

تمرینات ذهن‌آگاهی مبتنی بر یوگا، رویکردی جامع برای سلامتی است که یوگا را با علم نوین ذهن‌آگاهی تلفیق می‌کند. این تمرینات فراتر از یک فعالیت بدنی صرف هستند و شرکت‌کننده را به سفری درونی برای اتصال دوباره ذهن و بدن دعوت می‌کنند و تلفیقی هماهنگ از حرکات آرام و آگاهانه (آساناها)، تمرینات تنفسی و مراقبه یا مدیتیشن است. شواهد علمی روزافزونی نشان می‌دهد که این تمرینات تأثیرات عمیقی بر سلامت روان دارند (۹). پژوهش‌ها حاکی از آن است که می‌توانند سطح استرس، اضطراب و افسردگی را به طور معنی‌داری کاهش دهند و هم‌زمان مهارت‌های ذهن‌آگاهی، تنظیم هیجانی و بهزیستی کلی را بهبود بخشند. ماهیت انعطاف‌پذیر این تمرینات، آن را به گزینه‌ای مناسب برای طیف وسیعی از افراد، از جمله کسانی که با چالش‌های روحی مانند اضطراب و افسردگی دست و پنجه نرم می‌کنند، یا به دنبال افزایش تمرکز و آرامش درونی هستند، تبدیل کرده است (۱۰).

تحریک مستقیم الکتریکی فراجمعه‌ای (tDCS) یکی از رویکردهایی که طی دو دهه گذشته طرفدار زیادی داشته است، و در کارآزمایی‌های درمانی متعددی در طیف وسیعی به کار گرفته شده است. تأثیر تحریک مستقیم الکتریکی فراجمعه‌ای وابسته به مکان و پارامترهای تحریک است و پس از تحریک مناطق قشری گوناگون، می‌توان شاهد تغییرات متفاوتی بود. تحریک آندی، تحریک‌پذیری در مناطق مغزی هدف را افزایش می‌دهد. افزایش تحریک‌پذیری به‌طور گسترده می‌تواند بر عملکرد شناختی در افراد سالم اثر بگذارد (۱۱).

فرا تحلیل‌های اخیر نشان داده‌اند که مداخلات غیردارویی و کم‌هزینه‌ای مانند یوگا، ضمن کاهش استرس و بهبود تنظیم

هیجانی، مسیرهای عصبی مرتبط با توجه و حافظه‌ی کاری را در قشر پیشانی مغز تقویت می‌کنند و به‌عنوان ابزاری کارآمد در محیط‌های آموزشی و بالینی مورد توجه قرار گرفته‌اند (۷). در همین راستا دانیل ویتز و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه خود بر روی ۲۲ شرکت‌کننده که به مدت دو سال تجربه یوگا داشتند، نشان دادند که ترکیب تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای (tDCS) و یوگا تأثیر معناداری بر حافظه کاری یا سطوح ذهن آگاهی نداشته است (۱۲). لذا هزینه‌های اجتماعی-اقتصادی پایین و عوارض جانبی اندک این مداخلات و نیز وجود نتایج متناقض، ضرورت و اهمیت انجام پژوهش‌های بیشتر و دقیق‌تر را برای کشف مؤثرترین پروتکل‌های مداخله‌ای بیش از پیش نمایان ساخته است. با توجه به اهمیت توجه و حافظه کاری در موفقیت تحصیلی و سلامت روانی دانشجویان از یک سو و وجود نتایج متناقض در اثر بخشی تمرینات مبتنی بر یوگا و تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای (tDCS) سوالی که مطرح میشود این است که آیا تمرینات ذهن آگاهی مبتنی بر یوگا با تحریک مستقیم فراجمجمه‌ای (tDCS) بر حافظه کاری و توجه دانشجویان دانشکده علوم پزشکی تربت جام تأثیر دارد؟

روش کار

این پژوهش از نوع تحقیقات نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون و دارای سه گروه آزمایشی شامل گروه تمرینات ذهن آگاهی مبتنی بر یوگا، گروه تمرینات ذهن آگاهی مبتنی بر یوگا همراه با تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای (tDCS)، و گروه تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای (tDCS) به‌تنهایی بود. جامعه‌ی آماری این پژوهش را

دانشجویان پسر دانشکده‌ی علوم پزشکی تربت جام تشکیل دادند که به‌صورت داوطلبانه انتخاب شدند و حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار جی پاور و روش تحلیل توان پیش‌گیرانه محاسبه گردید. اندازه اثر ۰/۵ متوسط (کوهن، ۱۹۸۸)، سطح معناداری ۰/۰۵ و توان آماری ۰/۸۰ بر اساس این محاسبات، حجم نمونه موردنیاز برای هر گروه ۱۵ نفر و مجموعاً ۴۵ نفر برآورد گردید (۱۳). هدف مطالعه و نحوه انجام کار به شرکت‌کنندگان توضیح داده شد و پس از تکمیل فرم رضایت و اطلاعات دموگرافیک آنها ثبت و پس از اجرای پیش‌آزمون از میان داوطلبانی که معیارهای ورود به مطالعه را داشتند، تعداد ۴۵ نفر به‌صورت تصادفی در سه گروه فوق گمارش شدند. معیارهای ورود عبارت بودند از دانشجویان با دامنه سنی ۱۸ تا ۲۴ سال، راست‌دست (برای کنترل اثر جانبی مغز)، عدم سابقه بیماری‌های عصبی-روانی خاص، عدم مصرف داروهای روان‌گردان و یا ضد افسردگی و معیارهای خروج شامل عدم حضور در بیش از دو جلسه مداخله، بروز هر گونه عارضه جانبی از tDCS (مانند تحریک پوستی، و یا قرمزی) بودند. و ابزارهای مورد استفاده برای جمع‌آوری داده‌ها عبارت بود از:

آزمون N-Back: این نرم‌افزار را مؤسسه تحقیقاتی علوم رفتاری شناختی سینا طراحی و روایی و پایایی آن را نیز سنجیده است. تکلیف N-Back یک تکلیف آزمون عملکرد شناختی در رابطه با کنشهای اجرایی است که عموماً در پژوهش‌های تصویربرداری عصبی برای برانگیختن کارکرد مغز آزمودنی‌ها به کار گرفته می‌شود. این کار را برای بار اول، کیچنر در سال ۱۹۵۸ معرفی کرد. مراحل کلی تکلیف بر این قرار است که دنباله‌ای از محرکها (عموماً

دیداری) به صورت گام به گام، به آزمودنی ارائه میشود و آزمودنی باید بررسی کند که آیا محرک ارائه شده فعلی، با محرک n گام قبل از آن، همخوانی دارد یا خیر. انجام این آزمایش با مقادیر مختلف n صورت می‌پذیرد و با افزایش میزان n ، بر سختی کار افزوده میشود. بدین صورت، در تکلیف 1-1) back ($n=1$) آخرین محرک ارائه شده با محرک قبلی مقایسه می‌شود و در تکلیف، 3-3) back ($n=3$) آخرین محرک ارائه شده با سه محرک قبل مقایسه خواهد شد. در این برنامه، مقدار n می‌تواند برابر 1 تا 3 باشد. از آنجا که این تکلیف هم نگهداری اطلاعات شناختی و هم دستکاری آنها را دربرمی‌گیرد، برای سنجش عملکرد حافظه کاری خیلی مناسب شناخته شده‌است و در سالهای اخیر، به طور گسترده در این حیطه استفاده شده است. در این آزمون تعداد پاسخ درست، تعداد خطا، تعداد بدون پاسخ و میانگین زمان پاسخ توسط رایانه برای هر شرکت کننده ثبت می‌شود (۱۴). پایایی این آزمون از سوی وین کیچنر ۹۰ درصد اعلام شد (۱۵).

آزمون استروپ: در این تحقیق از تست استروپ به عنوان یک ابزار استاندارد برای سنجش تمرکز توجه استفاده شد. این تست شامل سه بخش اصلی است: نام‌گذاری رنگ‌ها، خواندن کلمات رنگی و بخش تداخل استروپ. شرکت‌کنندگان قبل و بعد از مداخله تحت آزمون قرار می‌گیرند و شاخص‌های زمان واکنش و دقت پاسخ‌ها به عنوان متغیرهای وابسته مورد تحلیل قرار گرفت. این آزمون شامل دو مجموعه محرک است: محرک‌های همخوان (شامل کارت کلمات و کارت نقاط رنگی) که برای اندازه‌گیری پردازش خودکار به کار می‌روند، و محرک‌های ناهمخوان (کارت تداخلی که در آن نام رنگ‌ها با مرکبی غیر از معنای واژه چاپ شده است) که برای اندازه‌گیری پردازش

کنترل‌شده مورد استفاده قرار می‌گیرند و در آن از آزمودنی خواسته می‌شود تا نام رنگ مرکب را بدون توجه به مفهوم کلمه بیان کند. از نظر ویژگی‌های روانسنجی، پایایی بازآزمایی این آزمون در دامنه‌ی ۰٫۸۰ تا ۰٫۹۱ گزارش شده است؛ به‌طوری‌که یوتل و گراف، میانگین ضریب روایی را برای سه کوشش بیش از ۰٫۷۵ و پایایی بازآزمایی با فاصله‌ی یک‌ماه را برای کوشش‌های سه‌گانه به‌ترتیب ۰٫۸۳، ۰٫۹۰ و ۰٫۸۱ اعلام کرده‌اند (۱۶).

روش اجرا

پس از شرح کامل پژوهش به شرکت‌کنندگان در هر گروه افراد به مدت ۱۲ جلسه (۶ هفته و دو جلسه در هفته (۱۷) به انجام تمرینات پرداختند. در گروه تمرینات ذهن آگاهی مبتنی بر یوگا هر جلسه شامل سه بخش اصلی بود: (۱) گرم کردن و انجام آساناهای (حالات بدنی) یوگا با تأکید بر آگاهی از تنفس و حرکت، (۲) تمرینات تنفسی پرانیاما، و (۳) مدیتیشن ذهن آگاهی (اسکن بدن و تمرکز بر لحظه حال). در گروه تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای (tDCS) شرکت‌کنندگان تحت تحریک tDCS فعال قرار گرفتند. تحریک با استفاده از دستگاه tDCS با جریان مستقیم ۲ میلی‌آمپر به مدت ۲۰ دقیقه در هر جلسه اعمال شد. الکتروده‌های (الکتروده فعال) بر روی ناحیه قشر پیشانی پشتی‌جانبی چپ مطابق با نقطه F3 در سیستم استاندارد ۱۰-۲۰ EEG و الکتروده کاند (الکتروده مرجع) بر روی ناحیه متقابل یعنی قشر پیشانی پشتی‌جانبی راست (right DLPFC) مطابق با نقطه F4 قرار داده شد و جریان الکتریکی کم کم به ۲ آمپر رسید. برای اعمال تحریک، از دستگاه تحریک الکتریکی مغز با نام شرکت پرتو دانش مدل e stim xcs استفاده گردید. پیش‌آزمون یک هفته قبل از شروع تحریکات و

پس از آزمون بلافاصله پس از آخرین جلسه انجام شد. در گروه تمرینات ذهن آگاهی مبتنی بر یوگا به همراه تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای (tDCS) شرکت کنندگان بعد از انجام تمرینات ذهن آگاهی مبتنی بر یوگا در هر جلسه به مدت ۲۰ دقیقه تحت تحریک tDCS فعال قرار گرفتند. پیش از آزمون در گروهها یک هفته قبل از شروع مداخلات و پس از آزمون بلافاصله پس از آخرین جلسه از آنها به عمل آمد. داده‌های پژوهش با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۷ تحلیل شدند. به منظور بررسی تغییرات درون گروهی از پیش از آزمون به پس از آزمون در هر یک از سه گروه، از آزمون تی زوجی استفاده گردید. برای مقایسه‌ی بین گروهی پس از آزمون با کنترل اثر نمرات پیش از آزمون، از تحلیل کوواریانس بهره گرفته شد. پیش از اجرای تحلیل

کوواریانس، پیش فرض‌های آماری شامل نرمال بودن توزیع داده‌ها (آزمون شاپیروویلک)، همگنی واریانس‌ها (آزمون لوین) و بررسی رابطه‌ی خطی بین متغیر کوواریانس (پیش از آزمون) و متغیر وابسته (پس از آزمون) مورد تأیید قرار گرفتند. در مواردی که تحلیل کوواریانس تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها نشان داد، برای مقایسه‌های جفتی از آزمون تعقیبی بونفرونی با اصلاح برای مقایسه‌های چندگانه استفاده شد. سطح معنی‌داری برای همه‌ی آزمون‌ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

یافته‌های مربوط به متغیرهای جمعیت‌شناختی شامل سن، قد، وزن و رشته‌ی تحصیلی در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی پایه در سه گروه مطالعه

متغیر	گروه	میانگین	انحراف معیار
سن (سال)	ترکیبی	۲۱/۰۰	۱/۱۱
	tDCS	۲۰/۴۳	۰/۸۵
	یوگا	۲۰/۷۱	۱/۳۸
قد (سانتی متر)	ترکیبی	۱۷۵/۵۷	۵/۳۳
	tDCS	۱۷۶/۲۹	۴/۹۸
	یوگا	۱۷۵/۶۴	۶/۹۸
وزن (کیلوگرم)	ترکیبی	۷۴/۹۳	۱۰/۶۱
	tDCS	۷۳/۵۷	۸/۸۹
	یوگا	۷۵/۰۷	۹/۵۴

نتایج مقایسه‌ی میانگین متغیرهای وابسته در دو مرحله‌ی
پیش‌آزمون و پس‌آزمون به تفکیک هر گروه در جدول ۲
گزارش شده است.

جدول ۲. آزمون تی زوجی برای مقایسه میانگین متغیرهای وابسته در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر گروه						
متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	تفاوت میانگین	t	p-value
حافظه کاری سطح ۱ تعداد پاسخ صحیح	ترکیبی	۱۰۱/۲۹	۱۰۷/۳۶	۶/۰۷	-۳/۸۰	۰/۰۰۲
	tDCS	۹۷/۵۰	۱۰۰/۴۳	۲/۹۳	-۳/۵۶	۰/۰۰۳
	یوگا	۹۸/۴۳	۱۰۴/۰۷	۵/۶۴	-۲/۸۶	۰/۰۱۴
حافظه کاری سطح ۱ زمان پاسخ (میلی ثانیه)	ترکیبی	۵۴۷/۲۱	۴۶۷/۳۶	-۷۹/۸۵	۴/۳۱	۰/۰۰۱
	tDCS	۶۶۷/۰۷	۶۴۲/۴۳	-۲۴/۶۴	۲/۴۵	۰/۰۲۹
	یوگا	۶۰۰/۶۴	۵۶۷/۵۷	-۳۳/۰۷	۲/۴۱	۰/۰۳۲
حافظه کاری سطح ۲ تعداد پاسخ صحیح	ترکیبی	۸۲/۳۶	۸۸/۷۱	۶/۳۵	-۳/۹۶	۰/۰۱۰
	tDCS	۷۴/۶۴	۷۹/۹۳	۵/۲۹	-۴/۶۷	۰/۰۰۱
	یوگا	۷۷/۴۳	۸۲/۰۷	۴/۶۴	-۲/۹۱	۰/۰۱۰
حافظه کاری سطح ۲ زمان پاسخ (میلی ثانیه)	ترکیبی	۷۷۲/۴۳	۶۷۳/۷۱	-۲۳/۷۲	۲/۹۶	۰/۰۱۰
	tDCS	۶۹۷/۴۳	۶۷۳/۷۱	-۲۳/۷۲	۲/۲۷	۰/۰۴۰
	یوگا	۶۷۷/۰۰	۶۴۰/۰۰	-۳۷/۰۰	۲/۳۷	۰/۰۳۰
توجه زمان پاسخ (میلی ثانیه)	ترکیبی	۷۷/۱۴	۶۵/۹۳	-۱۱/۲۱	۳/۳۳	۰/۰۱۰
	tDCS	۴۷/۳۶	۴۰/۵۰	-۶/۸۶	۴/۹۶	۰/۰۰۱
	یوگا	۶۶/۰۴	۶۰/۰۰	-۶/۰۷	۲/۹۲	۰/۰۱۰
نمره توجه	ترکیبی	۱/۹۳	۱/۱۴	-۰/۷۹	۴/۲۰	۰/۰۰۱
	tDCS	۱/۸۶	۱/۱۴	-۰/۷۲	۲/۹۲	۰/۰۱۰
	یوگا	۱/۸۶	۱/۲۹	-۰/۵۷	۲/۲۸	۰/۰۴۰

کاهش زمان پاسخ یا بهبود سرعت پردازش هستند. در ادامه
نتایج تحلیل کوواریانس برای مقایسه‌ی بین گروهی متغیرهای
وابسته در پس‌آزمون با کنترل نمرات پیش‌آزمون در جدول
۳ ارائه شده است.

آزمون تی زوجی برای بررسی معناداری تغییرات
درون گروهی از پیش‌آزمون به پس‌آزمون در هر یک از سه
گروه به کار گرفته شد. مقادیر مثبت تفاوت میانگین
نشان‌دهنده‌ی افزایش عملکرد و مقادیر منفی نشان‌دهنده‌ی

جدول ۳. تحلیل کوواریانس و آزمون تعقیبی بونفرونی مقایسه بین گروهی متغیرهای وابسته در پس آزمون با کنترل پیش آزمون

متغیر	گروه	میانگین تعدیل شده	خطای استاندارد	مقدار F	p-value	اندازه اثر (η^2)
حافظه کاری سطح ۱ تعداد پاسخ صحیح	ترکیبی	۱۰۶/۸۲	۲/۵۴	۳/۲۴	۰/۰۵۰	۰/۱۴۶
	tDCS	۱۰۱/۲۸	۲/۵۵			
	یوگا	۱۰۴/۷۵	۲/۵۱			
حافظه کاری سطح ۱ زمان پاسخ (میلی ثانیه)	ترکیبی	۴۸۸/۸۷	۳۴/۱۸	۹/۰۰	۰/۰۰۱	۰/۳۲۰
	tDCS	۶۳۶/۴۸	۳۴/۳۳			
	یوگا	۵۵۵/۵۳	۳۳/۷۸			
حافظه کاری سطح ۲ تعداد پاسخ صحیح	ترکیبی	۸۷/۶۳	۳/۲۸	۱/۴۶۰	۰/۲۴۰	۰/۰۷۲
	tDCS	۸۰/۶۰	۳/۳۱			
	یوگا	۸۲/۴۹	۳/۲۴			
حافظه کاری سطح ۲ زمان پاسخ (میلی ثانیه)	ترکیبی	۶۸۱/۳۰	۳۸/۲۸	۱/۴۶۰	۰/۲۴۴	۰/۰۷۲
	tDCS	۶۸۶/۵۷	۳۸/۲۹			
	یوگا	۶۳۹/۶۱	۳۸/۴۱			
توجه زمان پاسخ (میلی ثانیه)	ترکیبی	۵۹/۸۲	۸/۷۹	۱/۰۲۰	۰/۳۷۰	۰/۰۵۱
	tDCS	۴۳/۷۵	۸/۸۳			
	یوگا	۶۱/۰۹	۸/۶۶			
نمره توجه	ترکیبی	۱/۱۶	۰/۳۲	۰/۲۷۸	۰/۷۵۹	۰/۱۵۱
	tDCS	۱/۳۰	۰/۳۲			
	یوگا	۱/۱۴	۰/۳۱			

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات ذهن آگاهی مبتنی بر یوگا، تأثیر مثبت و معناداری بر بهبود سطوح حافظه کاری و توجه دانشجویان داشت. این نتایج با یافته‌های فراتحلیل ایم و همکاران (۲۰۲۱) بر روی ۴۵ مطالعه که نشان داد تمرینات مبتنی بر ذهن آگاهی تأثیرات مثبتی بر کارکردهای شناختی از جمله حافظه کاری و توجه دارند (۷)، همچنین بیلاج و همکاران (۲۰۲۵) نشان دادند که تمرینات یوگا تأثیرات عمیقی بر سلامت روان و کارکردهای شناختی دارد (۹)، و سوکامار و همکاران (۲۰۲۶) در مطالعه‌ی خود به تأثیر مثبت یوگا و مدیتیشن بر توجه، کارکردهای اجرایی و حافظه کاری اشاره کردند (۱۰)، همسو بود. به نظر می‌رسد تمرینات یوگا با تعدیل سیستم پاسخ‌دهی به استرس و کاهش سطح کورتیزول، و همچنین افزایش کارایی

برای بررسی دقیق‌تر تفاوت‌های بین گروهی در متغیرهایی که تحلیل کوواریانس برای آن‌ها معنی‌دار بود، از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. یافته‌ها نشان داد که در متغیر زمان پاسخ حافظه کاری سطح ۱، گروه ترکیبی (تمرینات ذهن آگاهی مبتنی بر یوگا همراه با تحریک الکتریکی) عملکرد بهتری نسبت به هر دو گروه تحریک الکتریکی به تنهایی ($P < 0/001$) و یوگا به تنهایی ($P = 0/010$) داشت و این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار بود. در مقابل، بین دو گروه تحریک الکتریکی و یوگا تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین در متغیر تعداد پاسخ صحیح حافظه کاری سطح ۱، اگرچه تحلیل کوواریانس در آستانه‌ی معنی‌داری قرار داشت، اما آزمون تعقیبی بونفرونی تفاوت معنی‌داری بین هیچ‌یک از گروه‌ها نشان نداد.

عصبی-شناختی از طریق تقویت ارتباطات عملکردی در نواحی پیشانی و شبکه‌های پیشانی-آهیانه‌ای، منجر به بهبود عملکردهای شناختی می‌شوند (۷، ۹، ۱۰). تمرینات ذهن‌آگاهی مبتنی بر یوگا با کاهش سطح کورتیزول و تعدیل پاسخ به استرس، از یک سو باعث کاهش نویز شناختی و افزایش کارایی شبکه‌های پیشانی-آهیانه‌ای می‌شوند و از سوی دیگر با تقویت کنترل توجه از طریق مجری مرکزی (در مدل بدلی)، ظرفیت نگهداری اطلاعات در حلقه‌ی واج‌شناختی و صفحه‌ی دیداری-فضایی را بهبود می‌بخشند؛ این مکانیسم‌های دوگانه به گونه‌ای عمل می‌کنند که هم در تکالیف ساده‌تر (که عمدتاً نیازمند نگهداری موقت اطلاعات هستند) و هم در تکالیف پیچیده‌تر (که مستلزم به‌روزرسانی، دستکاری و مقاومت در برابر تداخل است) عملکرد را ارتقا دهند. این یافته‌ها مکانیسم احتمالی تأثیر یوگا بر بهبود حافظه‌ی کاری و توجه در پژوهش حاضر را تبیین می‌کنند.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای (tDCS) بر توجه و نیز هر دو سطح حافظه‌ی کاری تأثیر مثبت و معنی‌داری داشت. این نتایج با یافته‌های پژوهش چنگ و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که تحریک آندی، تحریک‌پذیری در مناطق مغزی هدف را افزایش می‌دهد و می‌تواند بر عملکرد شناختی در افراد سالم اثر بگذارد (۱۱)، همسو بود. همچنین با نتایج پژوهش نمشیری و همکاران (۲۰۲۵) و برونونی و وندرهاسلت (۲۰۱۴) که نشان دادند که tDCS در حوزه‌های شناختی از جمله حافظه‌ی کاری و یادگیری کلامی اثربخشی دارد (۸، ۱۸) همسو بود. در تبیین این یافته‌ها می‌توان گفت که تحریک آندی tDCS بر روی ناحیه‌ی قشر پیشانی پستی‌جانبی چپ (DLPFC) به‌عنوان هسته‌ی مرکزی مجری اجرایی در مدل بدلی، با افزایش تحریک‌پذیری عصبی، ظرفیت نگهداری موقت اطلاعات در حلقه‌ی واج‌شناختی و صفحه‌ی دیداری-فضایی (سطح ساده) و نیز فرایندهای دستکاری، به‌روزرسانی و بازسازی پاسخ (سطح پیچیده) را به‌طور هم‌زمان

تقویت می‌کند (۱۹). این افزایش تحریک‌پذیری، ارتباطات عملکردی بین نواحی پیشانی و آهیانه‌ای را تسهیل کرده و تخصیص منابع توجهی و پردازش موازی اطلاعات را ارتقا می‌دهد. در نتیجه، tDCS به‌تنهایی بهبودی معنادار و همگانی در هر دو سطح حافظه‌ی کاری ایجاد کرده است. همچنین، با توجه به اینکه مجری مرکزی کنترل توجه را نیز بر عهده دارد، تحریک DLPFC به‌طور مستقیم توجه را نیز بهبود بخشیده است (۱۱). در گروه ترکیبی، یافته‌ها نشان داد که این مداخله در مقایسه با دو گروه دیگر، تنها در یک شاخص خاص یعنی زمان پاسخ حافظه‌ی کاری سطح ساده‌تر (سطح ۱) بهبود معنادار و برتری آماری داشت که بیانگر تسریع سرعت پردازش در تکالیف با بار شناختی پایین است. با این حال، در تعداد پاسخ‌های صحیح همان سطح (به‌عنوان شاخص دقت)، و نیز در همه‌ی شاخص‌های حافظه‌ی کاری سطح پیچیده‌تر (سطح ۲) و متغیرهای توجه، تفاوت معناداری بین گروه‌ها مشاهده نشد و هر سه مداخله به‌طور تقریباً یکسانی مؤثر بودند. با این حال، در تعداد پاسخ‌های صحیح سطح ۱ و نیز در هر دو شاخص حافظه‌ی کاری سطح پیچیده‌تر (سطح ۲) و توجه، تفاوت معناداری با گروه‌های tDCS و یوگا به‌تنهایی مشاهده نشد و هر سه گروه به‌طور تقریباً یکسان و معناداری بهبود یافتند. این یافته‌ها با نتایج پژوهش دانیل ویتز و همکاران نشان داد که ترکیب یوگا و tDCS تأثیر معناداری بر حافظه‌ی کاری نداشته است (۱۲)، همسو نبود که از دلایل این عدم همسویی می‌توان به تعداد جلسات مداخله (۱۲ جلسه در پژوهش حاضر در مقابل ۲ جلسه در مطالعه‌ی دانیل ویتز)، و وضعیت شرکت‌کنندگان (بدون سابقه‌ی تمرین یوگا در پژوهش حاضر در مقابل دارای سابقه‌ی حداقل دو سال در مطالعه‌ی دانیل ویتز) اشاره کرد.

عدم تفاوت معنادار بین گروه‌ها نشان می‌دهد که تمرینات ذهن‌آگاهی مبتنی بر یوگا به‌تنهایی یک مداخله‌ی بسیار قوی برای بهبود توجه است و افزودن تحریک الکتریکی نمی‌تواند تأثیر معنادار بیشتری بر این حوزه ایجاد کند. زنگ و همکاران در

مطالعه خود نشان دادند که توجه پایه و اساس یادگیری مؤثر و موفقیت تحصیلی به‌شمار می‌رود و دانشجویانی که قادر به حفظ توجه پایدار هستند، اطلاعات را بهتر پردازش و حفظ می‌کنند (۳). از آنجا که گروه یوگا به‌تنهایی نیز بهبود قابل‌توجهی در توجه نشان داد، احتمالاً فضای کمی برای بهبود بیشتر توسط تحریک الکتریکی وجود داشته است.

بهبود قابل توجه حافظه‌ی کاری و توجه در گروه‌های مداخله نشان می‌دهد که تمرینات ذهن آگاهی مبتنی بر یوگا و تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای ممکن است از طریق مکانیسم‌های عصبی-شناختی مختلفی به ارتقای کارکردهای اجرایی کمک کنند. بر اساس مدل چندبُعدی حافظه‌ی کاری بدلی و هیچ (۱۹۷۴)، حافظه‌ی کاری دارای یک «مجری مرکزی» است که کنترل توجه و تخصیص منابع شناختی را بر عهده دارد و دو سیستم ذخیره‌سازی موقت شامل حلقه‌ی واج‌شناختی و صفحه‌ی ترسیم دیداری-فضایی را کنترل می‌کند (۲۰، ۲۱). به‌نظر می‌رسد ترکیب یوگا و تحریک الکتریکی عمدتاً بر کنترل توجه و سرعت پردازش تأثیر می‌گذارد و این تأثیر در وظایف ساده‌تر که نیازمند کنترل اجرایی کمتری هستند، بیشتر به چشم می‌آید. در وظایف پیچیده‌تر که علاوه بر کنترل توجه، به ظرفیت ذخیره‌سازی بیشتری نیز نیاز دارند، ممکن است اثر ترکیبی به‌اندازه‌ی کافی نباشد و به مداخله‌ی قوی‌تر یا جلسات بیشتری نیاز باشد. حافظه‌ی کاری پل ارتباطی میان توجه و یادگیری است و توجه، دروازه‌ی ورود اطلاعات به این سامانه محسوب می‌شود. عوامل گوناگونی در فرایند یادگیری پیچیده نقش دارند و هرگونه نقص در این سامانه‌ها، می‌تواند زنجیره‌ی یادگیری مؤثر را مختل کرده و عملکرد نهایی دانشجو را کاهش دهد (۱). بنابراین، مداخلاتی که مجری مرکزی را هدف قرار می‌دهند (همانند ترکیب یوگا و Tdcs) می‌توانند تأثیرات متفاوتی بر سطوح مختلف حافظه‌ی

کاری داشته باشند. پژوهش‌های آینده با حجم نمونه‌ی بزرگ‌تر، پیگیری طولانی‌مدت و به‌کارگیری روش‌های تصویربرداری عصبی می‌توانند به درک دقیق‌تر مکانیسم‌های عصبی این اثر ترکیبی و بهینه‌سازی پروتکل‌های مداخله‌ای کمک کنند.

نتیجه‌گیری

بر اساس یافته‌های این پژوهش، مداخله‌ی ترکیبی (یوگا + tDCS) در مقایسه با هر یک از مداخلات به‌تنهایی، تنها در تسریع زمان پاسخ (سرعت پردازش) در تکالیف ساده‌تر حافظه‌ی کاری (سطح ۱-بک) برتری آماری داشت. این مزیت در دقت پاسخ‌دهی (تعداد پاسخ‌های صحیح) در همان سطح، و نیز در تکالیف پیچیده‌تر حافظه‌ی کاری (سطح ۲-بک) و توجه مشاهده نشد. به‌عبارت دیگر، هر سه مداخله توانستند بهبودهای درون‌گروهی مشابهی در اکثر متغیرها ایجاد کنند، اما اضافه کردن تحریک الکتریکی به یوگا، صرفاً سرعت پردازش را در شرایط بار شناختی پایین افزایش داده است. پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آتی با حجم نمونه‌ی بزرگ‌تر، استفاده از پروتکل‌های تحریکی طولانی‌تر یا هم‌زمان‌تر، و به‌کارگیری تصویربرداری عصبی، به بررسی این اثر محدود و مکانیسم‌های آن پردازند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از تمامی دانشجویان محترمی که با مشارکت خود، اجرای این پژوهش را میسر ساختند، صمیمانه تشکر و قدردانی به‌عمل می‌آید.

تعارض منافع

نویسندگان این پژوهش اعلام می‌دارد که هیچ‌گونه تعارض منافع در انجام این مطالعه وجود نداشته است.

References

- Hernandez G, Gits C, Sebesta J. Exploring OER: An Open Learning Handbook for UTRGV Educators. 2024.
- Alruwaili RF. Working Memory Dimensions and Their Interactions: A Structural Equation Analysis in Saudi Higher Education. Open Education Studies. 2025;7(1):20250105.

3. Zeng H, Huang X, Liu Y, Gu X. Exploring Neural Evidence of Attention in Classroom Environments: A Scoping Review. *Brain Sciences*. 2025;15(8):860.
4. Gioia AR. The association between behavioral attention and academic achievement: A meta-analysis. 2023.
5. Caseras X, Mataix-Cols D, Giampietro V, Rimes KA, Brammer M, Zelaya F, et al. Probing the working memory system in chronic fatigue syndrome: a functional magnetic resonance imaging study using the n-back task. *Biopsychosocial Science and Medicine*. 2006;68(6):947-55.
6. Pelegrina S, Lechuga MT, García-Madruga JA, Elosúa MR, Macizo P, Carreiras M, et al. Normative data on the n-back task for children and young adolescents. *Frontiers in psychology*. 2015;6:1544.
7. Im S, Stavas J, Lee J, Mir Z, Hazlett-Stevens H, Caplovitz G. Does mindfulness-based intervention improve cognitive function?: A meta-analysis of controlled studies. *Clinical Psychology Review*. 2021;84:101972.
8. Narmashiri A, Akbari F. The effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) on the cognitive functions: A systematic review and meta-analysis. *Neuropsychology review*. 2025;35(1):126-52.
9. Bilagi A, Kumari S, Archana M. Effect of integrated yoga on mental health and mindfulness of adolescents in the postpandemic period: A randomized control trial. *Yoga Mimamsa*. 2025;57(1):34-41.
10. Sukumar S, Shettigar D, Vaishali K, Paramashiva PS, Nagari SK, Kadavigere R, et al. Yoga and Mindfulness Interventions for Adolescents with Lifestyle-Related Health Risk Factors: A Systematic Review. *Advances in Integrative Medicine*. 2026:100664.
11. Cheng-Kai W, Dan-Dan S, Yan Z, Li-Yin G, Tian H. Transcranial Direct Current Stimulation on Cognitive Enhancement of Healthy Individuals: Application and Its Influencing Factors. *Journal of Psychological Science*. 2019;42(4):963-70.
12. Danilewitz M, Gao S, Salehinejad MA, Ge R, Nitsche MA, Vila-Rodriguez F. Effect of combined yoga and transcranial direct current stimulation intervention on working memory and mindfulness. *Journal of integrative neuroscience*. 2021;20(2):367-74.
13. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*: routledge; 2013.
14. Najarzadegan M, Nejati V, Amiri N, Sharifian M. Effect of cognitive rehabilitation on executive function (working memory and attention) in children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2015;4(2):97-108.
15. Kirchner WK, Dunnette MD. Attitudes toward older workers. *Personnel psychology*. 1954.
16. Uttl B, Graf P. Color-Word Stroop test performance across the adult life span. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*. 1997;19(3):405-20.
17. Chatterjee S, Mondal S, Singh D. Effect of 12 weeks of yogic training on neurocognitive variables: A quasi-experimental study. *Indian Journal of Community Medicine*. 2021;46(1):112-6.
18. Brunoni AR, Vanderhasselt M-A. Working memory improvement with non-invasive brain stimulation of the dorsolateral prefrontal cortex: a systematic review and meta-analysis. *Brain and cognition*. 2014;86:1-9.
19. Galli G, Vadillo MA, Sirota M, Feurra M, Medvedeva A. A systematic review and meta-analysis of the effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) on episodic memory. *Brain stimulation*. 2019;12(2):231-41.
20. Baddeley AD. Developing the concept of working memory: The role of neuropsychology. *Archives of Clinical Neuropsychology*. 2021;36(6):861-73.
21. Baddeley AD, Logie RH. *Working memory: The multiple-component model*. 1999.

*Original Article***Comparison of the effectiveness of yoga-based mindfulness practices, transcranial direct current stimulation (tDCS), and their combined intervention on working memory and attention in students of the Torbat Jam Faculty of Medical Sciences**

Received: 11/04/2026 - Accepted: 16/07/2026

Majid Karamizadeh¹
Zahra Entezari khorasani^{*2}
Marzie Balali³

¹ Department of sport sciences, CT.C.,
Islamic Azad University, Tehran, Iran.

² Department of sport sciences, CT.C.,
Islamic Azad University, Tehran, Iran.
(Corresponding Author)

³ Department of sport sciences, CT.C.,
Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Email: Entezari.z@iau.ir

Abstract

Introduction: The present study aimed to compare the effectiveness of mindfulness-based yoga training, transcranial direct current stimulation (tDCS), and their combination on working memory and attention among students of Torbat Jam Faculty of Medical Sciences.

Methods: his quasi-experimental study employed a pretest-posttest design. Forty-five male students aged 18 to 24 years were assigned to three groups of 15: mindfulness-based yoga training, tDCS, and combined intervention (yoga + tDCS). The intervention consisted of 12 sessions (6 weeks, two sessions per week). Working memory was assessed using the N-Back test, and attention was measured with the Stroop test. Data were analyzed using paired t-tests, analysis of covariance (ANCOVA), and Bonferroni post-hoc tests in SPSS-27.

Results: All three interventions significantly improved working memory and attention ($p < 0.05$). The combined group demonstrated significantly better performance in response time for simpler working memory tasks compared to the other groups. However, no significant differences were observed among the groups for complex working memory tasks or attention ($p > 0.05$).

Conclusion: The findings indicated that although each intervention alone produced significant within-group improvements in working memory and attention, in the between-group comparison, the only significant difference was a reduction in response time at the simpler level of working memory (1-back) in the combined group compared to the other two groups ($p < 0.001$). For other variables, including the number of correct responses at the simpler level, both indices of complex working memory (2-back), and attention, no significant differences were observed among the three groups ($p > 0.05$). Therefore, the advantage of the combined intervention is limited solely to accelerating processing speed in simpler working memory tasks.

Keywords: Working Memory, Attention, Mindfulness-Based Yoga, Transcranial Direct Current Stimulation (TdcS)