

## تأثیر خواب و بیداری بر تثبیت حافظه حرکتی پنهان در جوانان، میانسالان و سالمندان

رباب صحاف<sup>۱</sup> (Ph.D)، مهدی رصافیانی<sup>۲</sup> (Ph.D)، پروانه شمسی پور دهکردی<sup>۳</sup> (Ph.D)، امیر شمس<sup>۴</sup> (Ph.D)، امیر دانا<sup>۵\*</sup> (Ph.D)

۱- مرکز تحقیقات سالمندی، گروه آموزشی سالمندی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران

۲- گروه آموزشی کاردرمانی، دانشگاه کویت، کویت

۳- مرکز تحقیقات سالمندی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران

۴- گروه رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران

۵- پژوهشگاه علوم ورزشی، تهران، ایران

۶- گروه تربیت بدنی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۷/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۷/۲۰

amirdana@iaut.ac.ir

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۱۶۳۵۶۵۸۱

### چکیده

هدف: هدف تحقیق حاضر مقایسه تأثیر خواب و بیداری بر تثبیت مبتنی بر ارتقاء حافظه پنهان حرکتی جوانان، میانسالان و سالمندان بود.

مواد و روش‌ها: نمونه آماری را ۱۲۰ داوطلب (جوان، میانسال و سالمند) سالم و راست‌دست (۴۰ نفر از هر گروه) شهر تهران تشکیل دادند. گروه‌ها به صورت در دسترس انتخاب و به طور تصادفی در شش گروه آزمایشی حافظه حرکتی پنهان جوانان، میانسالان و سالمندان با فاصله دوازده ساعت صبح (بدون خواب شبانه) و عصر (با خواب شبانه) تقسیم شدند. پژوهش شامل مراحل پیش‌آزمون، اکتساب و یادداری بود. تکلیف زمان عکس‌العمل زنجیره‌ای متناوب با ارائه توالی‌های تکراری و تصادفی به صورت یک در میان، در تحقیق حاضر مورد استفاده قرار گرفت.

یافته‌ها: یافته‌های تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری در مرحله اکتساب نشان داد تمرین باعث افزایش میانگین تفاوت زمان عکس‌العمل توالی تصادفی و تکراری در ایپوک پنجم شده بود. در مرحله یادداری اثر اصلی ایپوک تمرینی و اثر تعاملی گروه در ایپوک تمرینی معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ) و هر شش گروه در ایپوک آزمون یادداری عملکرد بهتری نسبت به ایپوک پنجم در مرحله اکتساب داشتند. نتایج آزمون تعقیبی دانکن نشان داد گروه‌های جوان، میانسال و سالمند با فاصله آزمون یادداری ۱۲ ساعت، عملکرد بهتری در زمان عکس‌العمل نسبت به جلسه تمرین داشتند.

نتیجه‌گیری: به طور کلی خواب شبانه با اجرای آزمون یادداری ۱۲ ساعت بعد از جلسه اکتساب مهارت، فرایند تحکیم مبتنی بر ارتقاء حافظه پنهان حرکتی را به ترتیب در گروه‌های جوان، میانسال و سالمند تسهیل می‌کند.

واژه‌های کلیدی: میانسالان، زمان واکنش زنجیره‌ای متناوب، حافظه حرکتی

### مقدمه

حافظه و توانایی شناخت موضوعات، که به عنوان هوش و خرد کلی در نظر گرفته می‌شود از اساسی‌ترین عملکردهای مراکز عالی قشر مغز به حساب می‌آیند. به مجموعه این فرآیندها، عملکردهای عصبی روانی یا نوروسیکولوژیک گفته می‌شود. حافظه رکن اساسی یادگیری در انسان است، مراحل مختلفی که در تشکیل حافظه وقوع می‌یابد عبارتند از: رمزگذاری (Encoding)، اندوزش یا ذخیره‌سازی (Storage) و بازیابی یا به خاطر آوردن (Retrieval) [۱]. پژوهشگران از

دیرباز تا به امروز تقسیم‌بندی‌های متفاوتی برای حافظه داشته‌اند، مثلاً حافظه کوتاه‌مدت و بلندمدت (Long term and short term memory)، حافظه نزدیک و دور (Resent and remot memory)، حافظه اتفاقی و معنایی (Semantic memory). اما از دست‌آوردهای مهم و جدید در زمینه‌ی تحقیق نوروسیکولوژی مدرن در زمینه تقسیم‌بندی حافظه، حافظه پنهان (Explicit and Implicit memory) می‌باشد [۲].

تحکیم تکالیف حرکتی در حافظه پنهان می‌شود. اما ریچارد و همکاران (۲۰۰۸) بیان کردند خواب بر تثبیت حافظه پنهان جوانان تأثیر ندارد. هم‌چنین روبرتسون و همکاران (۲۰۰۴) اظهار کردند جوانان سالمی که تکلیف حرکتی توالی را به طور پنهان اجرا می‌کنند هم در خواب و هم در بیداری پیشرفت در عملکرد و تحکیم در حافظه پنهان را نشان دادند [۱۲].

از طرفی الینوگن و همکاران (۲۰۰۶) با علم به این مسئله که کیفیت و کمیت خواب در سالمندان نسبت به جوانان کاهش می‌یابد به بررسی نقش خواب بر تحکیم حافظه حرکتی پنهان در سالمندان پرداخته‌اند [۱۳]. اگرچه نقش موثر خواب در تثبیت حافظه جوانان سالم نشان داده شده است اما شواهد پیشنهاد می‌کنند ممکن است خواب نقش کلیدی در تحکیم حافظه حرکتی سالمندان سالم نداشته باشد [۱۴]. این امر ممکن است به خاطر تغییراتی باشد که در کیفیت خواب افراد با افزایش سن اتفاق می‌افتد. جاناسک و نامس (۲۰۱۲) در سالمندان بیان کردند تحکیم حافظه پنهان ممکن است در هر دو شرایط خواب و هوشیاری اتفاق افتد اما تحکیم حافظه آشکار صرفاً بعد از خواب اتفاق می‌افتد [۶].

از طرفی براون (۲۰۰۹) با استفاده از تکلیف زمان عکس‌العمل زنجیره‌ای Serial Reaction Time Task (SRTT) پیشرفت و تثبیت در حافظه را در فواصل تمرین آسایی (off line) ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از یادگیری تکلیف حرکتی در جوانان و سالمندان مشاهده نکردند. این پژوهشگران بین یادگیری عمومی مهارت و توالی اختصاصی تمایزی نگذاشتند [۱۵]. اسپنسر و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند خواب باعث تحکیم حافظه پنهان در جوانان می‌شود اما در سالمندان چنین اثری مشاهده نشد [۱۶]. هم‌چنین براون و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند تحکیم حافظه در سالمندان کم‌تر از جوانان است. اکثر پژوهش‌ها به بررسی و مقایسه تأثیر خواب در تحکیم حافظه میان جوانان و سالمندان پرداخته و به نتایج متناقضی دست یافته‌اند، و نقش اثر خواب بر تحکیم حافظه میانسالان در این بررسی‌ها بسیار کم‌رنگ است [۱۵]. از سوی دیگر لادنیور و همکاران (۲۰۱۶) و رامپ و همکاران (۲۰۱۷) نیز در پژوهشی که روی نحوه عملکرد حافظه از طریق تحریک نوسانی در طول خواب انجام دادند به این نتیجه رسیدند که تحریک نوسانی در طول خواب باعث ارتقاء پارامترهای مربوط به حافظه در میانسالان و سالمندان می‌شود. این در حالی است که همه جوانان برای رسیدن به مرحله سالمندی باید میانسالی را پشت سر بگذارند و داشتن دوران جوانی و میانسالی با کیفیت به داشتن سالمندی موفق کمک می‌کند. با توجه به این‌که پژوهشگران معتقدند با افزایش

گاهی اوقات اطلاعات را به صورت ارادی و با قصد و نیت قبلی رمزگردانی کرده، به حافظه می‌سپاریم و مواقع دیگر اطلاعات را بدون قصد و نیت قبلی به حافظه می‌سپاریم. در حالت اول با حافظه آشکار و در حالت دوم با حافظه پنهان سروکار داریم [۳]. به عبارت دیگر، حافظه پنهان به یادآوری رخدادهایی غیر از وقایع روزمره اشاره دارد و گاهی به آن حافظه غیربیانی هم می‌گویند. این نوع حافظه اشاره به خاطراتی دارد که فرد از آن‌ها آگاه نیست و نیازی به بازیابی آشکار از گذشته ندارد. امروزه اکثر پژوهشگران به بررسی عواملی که منجر به ارتقاء یا زوال حافظه حرکتی پنهان (Implicit Motor Memory) می‌شوند، پرداخته‌اند [۵،۴]. حافظه حرکتی پنهان مرجع دستیابی به تمام رفتارهای ماهرانه‌ای است که دامنه وسیعی از مهارت‌ها و حرکات افراد را در بر می‌گیرد [۶] و تحکیم حافظه‌ای (Memory Consolidation) برای آن حیاتی است. یادگیری حرکتی پنهان صرفاً در طول جلسه تمرین، اتفاق نمی‌افتد بلکه هم‌چنین بین و بعد از جلسات تمرین که فراگیر مهارت مورد نظر را تمرین نمی‌کند، نیز اتفاق می‌افتد. پردازشی که بین دوره‌های تمرین آسایی (Off line) اتفاق می‌افتد به عنوان تثبیت (تحکیم) (consolidation) حافظه شناخته شده است و منجر به ثبات (stabilization) رد حافظه بعد از اکتساب اولیه یا ارتقاء (enhancement) رد حافظه می‌شود. این فرایند به پیشرفت در عملکرد حافظه در طول یک دوره تمرین آسایی و بی‌تمرینی منجر می‌شود [۳،۴،۵]. دیر زمانی است فرایند تحکیم حافظه حرکتی پنهان و مکانیزم نرونی آن و تأثیری که فرایندهای افزایش سن و چرخه خواب می‌تواند روی آن داشته باشد، مورد توجه محققین واقع شده است [۷]. محققان اظهار نموده‌اند افراد به موازات افزایش سن با مشکلات اختلال در خواب، عملکرد شناختی، یادگیری و حافظه دست و پنجه نرم می‌کنند. خواب یکی از عناصر مهم در چرخه‌های شبانه‌روزی است که دارای یک الگوی پیچیده زیست‌شناختی است و با بازسازی قوای جسمانی و روانی همراه است [۸]. پژوهشگران بیان کرده‌اند با افزایش سن، عمیق‌ترین قسمت‌های خواب (مراحل سوم و چهارم خواب بدون حرکات سریع چشم) که کیفیت خواب به طور عمده به آن بستگی دارد، کاهش می‌یابد [۹].

تحقیقات والکر و استیکگولد (۲۰۰۶) و راجس و همکاران (۲۰۰۵) نشان داده‌اند خواب برای تحکیم حافظه در جوانانی که از نظر عصب شناختی سالم هستند، موثر است [۱۰،۱۱]. هم‌چنین نیشیدا و والکر (۲۰۰۷) نتیجه گرفتند یک چرت ۶۰-۹۰ دقیقه‌ای در روز منجر به تأثیر مثبت خواب بر

استفاده از وسایل کمک حرکتی مانند عصا و ویلچر که بر دامنه حرکتی مچ و انگشتان آن‌ها تاثیر گذاشته باشد، سابقه سکنه مغزی، که منجر به ایجاد فلج در آن‌ها شده باشد، عدم سابقه بیماری عصبی، آسیب جدی به جمجمه، اختلال حرکتی، بینایی، شناختی و حافظه و عدم مصرف سیگار و الکل بود [۲۲، ۲۳].

ابزار پژوهش: برای جمع‌آوری داده‌ها از تکلیف زمان واکنش زنجیره‌ای متناوب ASRTT استفاده شد. این تکلیف نوعی تکلیف زمان واکنش زنجیره‌ای است که می‌توان با استفاده از آن به کاوش در زمینه حافظه پنهان و صریح توالی‌های حرکتی پرداخت. این تکلیف برای اولین بار توسط هووارد و همکاران (۱۹۹۷) مورد استفاده قرار گرفت. آزمودنی‌ها برای اجرای تکلیف زمان واکنش زنجیره‌ای متناوب روی صندلی و روبروی مانیتور کامپیوتر می‌نشینند و چهار انگشت میانی و اشاره دست چپ و راست را به ترتیب بر روی کلیدهای (.)/(x)(z) صفحه کلید قرار می‌دهند [۲۴].

در تکلیف زمان واکنش زنجیره‌ای متناوب، در هر کوشش تمرینی چهار دایره سفیدرنگ به ترتیب و به طور هم‌زمان از سمت چپ به راست روی صفحه کامپیوتر ظاهر می‌شود. سپس به طور ناگهانی یکی از این دایره‌ها به رنگ سیاه می‌شود و آزمودنی باید روی صفحه کلید، بلافاصله کلیدی که مربوط به نشان دادن مکان دایره رنگی است را فشار دهد. تا زمانی که آزمودنی به مکان ظاهر شدن محرک روی صفحه نمایش پاسخ صحیح ندهد، محرک در صفحه باقی خواهد ماند. زمان واکنش برای هر پاسخ به عنوان نمره عملکرد آزمودنی‌ها در نظر گرفته شد. بعد از پاسخ صحیح، محرک بعدی با فاصله زمانی ۱۲۰ms ظاهر می‌شود. در تکلیف زمان واکنش زنجیره‌ای متناوب یک توالی تکراری چهار عنصری از رخدادهای الگو به طور متناوب و یک در میان با توالی تصادفی تعیین شده جایگزین می‌شود. در گروه حافظه پنهان شرکت‌کنندگان از هیچ یک از توالی‌های تکراری و تصادفی توسط آزمونگر اطلاع پیدا نمی‌کنند [۲۴، ۵، ۴].

در زمان شروع تمرین از آزمودنی‌ها درخواست شد با حداکثر سرعت و دقت (تقریباً نزدیک به ۹۲٪) به محرک پاسخ دهند. بعد از اتمام هر بلوک تمرینی (اجرای ۸۰ کوشش تمرینی) به آزمودنی‌ها درباره سرعت و دقت پاسخ‌دهی آن‌ها نسبت به معیار ۹۲٪ سرعت و دقت بازخورد داده شد. اگر نمره دقت (منظور تعداد خطاها) بالای ۹۳٪ به دست می‌آمد به شرکت‌کنندگان گفته می‌شد بیش‌تر بر سرعت خود (مدت زمان پاسخ‌دهی) تمرکز کنند و اگر نمره دقت برای شرکت‌کنندگان کم‌تر از ۹۱٪ بود به شرکت‌کنندگان گفته می‌شود بیش‌تر بر

سن عملکرد حافظه و کیفیت خواب افراد کاهش می‌یابد [۶، ۱۶] و موهلر و همکاران (۲۰۲۰، ۲۰۱۹)، آبیچو و همکاران (۲۰۱۹)، برون و میلور (۲۰۱۷) و وان کاتر و همکاران (۲۰۰۰) در پژوهش‌های خود نشان دادند کیفیت و ساعات خواب میانسالان نسبت به جوانان پایین‌تر است [۲۰-۱۷]. لذا درک ابعاد چندگانه و تأثیرگذاری خواب روی تثبیت حافظه در رده‌های سنی متفاوت می‌تواند به پژوهشگران روان‌شناختی، رفتار حرکتی و متخصصان عصب‌شناختی و سالمندشناسی کمک کند تا تغییرات در عملکرد حافظه و عواملی که بر آن تأثیرگذار است را بهتر بشناسند. هم‌چنین به دلیل وجود تناقض در نتایج مطالعات انجام شده در زمینه تأثیرگذاری زمان خواب و بیداری در رده‌های سنی جوانان تا سالمندان و نبود شواهد کافی مبنی بر تأثیرگذاری زمان ارائه تمرینات مرتبط با حافظه پنهان در آزمودنی‌ها، پژوهش حاضر در صدد بررسی این موضوع است که خواب و بیداری چه تأثیری بر عملکرد تثبیت حافظه پنهان حرکتی در جوانان، میانسالان و سالمندان دارند.

## مواد و روش‌ها

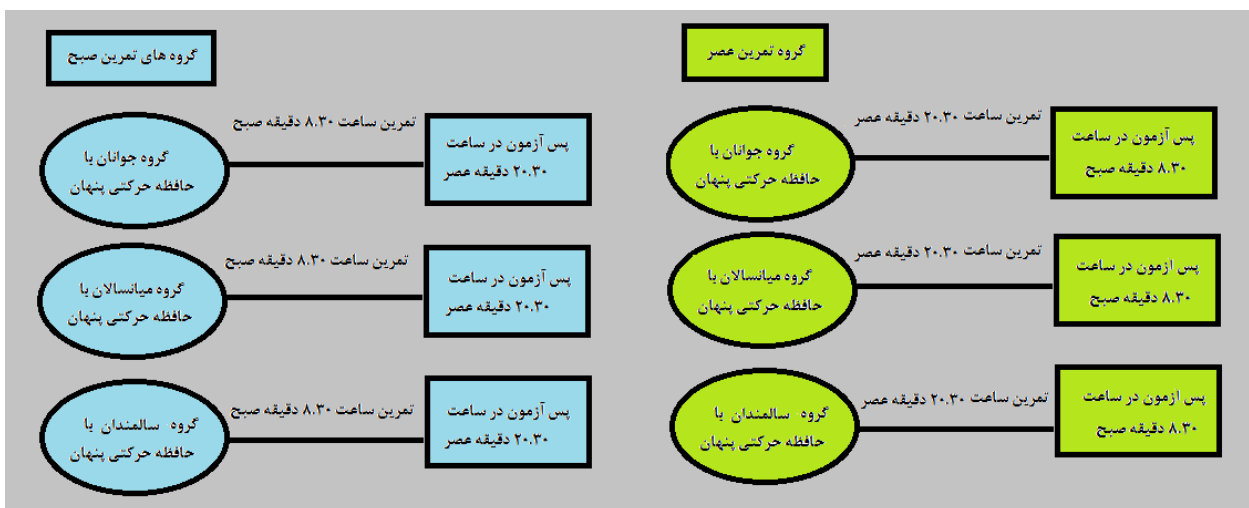
تحقیق حاضر از نوع شبه آزمایشی است. مراحل تحقیق توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم بهزیستی و توان‌بخشی با کد IR.USWR.REC.1392.132 تأیید و از تمامی شرکت‌کنندگان رضایت‌نامه کتبی برای شرکت در پژوهش گرفته شد. جامعه آماری تحقیق حاضر را کلیه جوانان، میانسالان و سالمندان منطقه یک بالای ۶۰ سال شهر تهران تشکیل دادند. ۴۰ آزمودنی جوان، ۴۰ آزمودنی میانسال و ۴۰ آزمودنی سالمند به صورت در دسترس انتخاب و به روش تصادفی در شش گروه ۲۰ نفری تقسیم شد. با توجه به آن‌که حداقل تعداد آزمودنی در هر گروه در مطالعات نیمه تجربی حداقل ۸ تا ۱۰ نفر در منابع مختلف ذکر شده است، لذا سطح اطمینان ۹۵٪ و توان آزمون ۹۰٪ و با استفاده از فرمول حجم نمونه کوکران، تعداد آزمودنی‌های هر گروه ۱۵ نفر به دست آمد. در نهایت جهت جلوگیری از کاهش توان آماری آزمون، در هر گروه ۲۰ نفر انتخاب شدند [۲۱]. با توجه به این‌که آزمودنی‌های پژوهش حاضر علاوه بر جوانان، شامل میانسالان و سالمندان نیز بود، لذا از همه آزمودنی‌های پژوهش درخواست شد تا در شب قبل از آموزش حداقل ۵ ساعت خواب مفید داشته باشند. شرکت‌کنندگان بر اساس معیارهای ورود به تحقیق شامل اطمینان از کارکرد قابل قبول حافظه و شناخت توسط آزمون وکسلر III، کیفیت خواب توسط پرسش‌نامه کیفیت خواب پترزبورگ، سن، نداشتن کوررنگی، هرگونه نقص عضو یا

آزمون شدند. ذکر این نکته ضروری است که تلاش پژوهشگران بر اساس پروتکل‌های مقالات متعدد [۱۶] این بود که جلسه تمرین و پس از آن ساعت ۸:۳۰ صبح و ۲۰:۳۰ عصر شروع و پایان پذیرد اما چنانچه در بعضی از آزمودنی‌ها (به ویژه سالمندان) چنین امکانی تحقق نیافت، پژوهشگر زمان اجرای جلسه تمرین و اجرای پس از آن را با همکاری آزمودنی‌های همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه خود پایایی بالای ابزار را گزارش نمودند [۲۱]. در مطالعه حاضر نیز پایایی آن با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ ۰/۸۳ به دست آمد.

روش اجرای پژوهش. آزمودنی‌ها به روش تصادفی ساده در شش گروه آزمایش گمارده شدند (گروه آزمایش اول: حافظه حرکتی پنهان با آزمودنی‌های جوان، گروه آزمایش دوم: حافظه حرکتی پنهان با آزمودنی‌های میانسال، گروه آزمایش سوم: حافظه حرکتی پنهان با آزمودنی‌های سالمند که این سه گروه آزمایشی در ساعت ۸:۳۰ صبح تکلیف زمان عکس‌العمل زنجیره‌ای متوالی را تمرین کردند و در ساعت ۲۰:۳۰ عصر برای ارزیابی میزان تحکیم حافظه حرکتی پنهان با استفاده از تکلیف زمان عکس‌العمل زنجیره‌ای متوالی آزمون شدند (شکل ۱). به آن‌ها این موضوع تذکر داده شد که تا زمان انجام آزمون عصر نخوابند. گروه آزمایش چهارم: حافظه حرکتی پنهان با آزمودنی‌های جوان، گروه آزمایش پنجم: حافظه حرکتی پنهان با آزمودنی‌های میانسال، گروه آزمایش ششم: حافظه حرکتی پنهان با آزمودنی‌های سالمند که این سه گروه آزمایشی در ساعت ۲۰:۳۰ عصر تکلیف زمان عکس‌العمل زنجیره‌ای متوالی را تمرین کردند و در ساعت ۸:۳۰ صبح روز بعد برای ارزیابی میزان تحکیم حافظه حرکتی پنهان با استفاده از تکلیف زمان عکس‌العمل زنجیره‌ای متوالی آزمون شدند (شکل ۱). این سه گروه بعد از خواب شبانه

دقت خود تمرکز کنند. اگر برای هر بلوک دقت بین ۹۱ و ۹۳٪ بود به آزمودنی‌ها این گونه بازخورد داده می‌شد: "سرعت و دقت پاسخ‌گویی شما درست تنظیم شده است". این بازخوردها برای هر آزمودنی بر روی صفحه کامپیوتر به صورت نوشته ظاهر می‌شد [۴-۲۱،۶]. روایی و پایایی ابزار در تحقیقات خارجی گزارش شده است [۲۴،۵]. در تحقیقات داخلی نیز شمسی‌پور و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه خود پایایی بالای ابزار را گزارش نمودند [۲۱]. در مطالعه حاضر نیز پایایی آن با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ ۰/۸۳ به دست آمد.

روش اجرای پژوهش. آزمودنی‌ها به روش تصادفی ساده در شش گروه آزمایش گمارده شدند (گروه آزمایش اول: حافظه حرکتی پنهان با آزمودنی‌های جوان، گروه آزمایش دوم: حافظه حرکتی پنهان با آزمودنی‌های میانسال، گروه آزمایش سوم: حافظه حرکتی پنهان با آزمودنی‌های سالمند که این سه گروه آزمایشی در ساعت ۸:۳۰ صبح تکلیف زمان عکس‌العمل زنجیره‌ای متوالی را تمرین کردند و در ساعت ۲۰:۳۰ عصر برای ارزیابی میزان تحکیم حافظه حرکتی پنهان با استفاده از تکلیف زمان عکس‌العمل زنجیره‌ای متوالی آزمون شدند (شکل ۱). به آن‌ها این موضوع تذکر داده شد که تا زمان انجام آزمون عصر نخوابند. گروه آزمایش چهارم: حافظه حرکتی پنهان با آزمودنی‌های جوان، گروه آزمایش پنجم: حافظه حرکتی پنهان با آزمودنی‌های میانسال، گروه آزمایش ششم: حافظه حرکتی پنهان با آزمودنی‌های سالمند که این سه گروه آزمایشی در ساعت ۲۰:۳۰ عصر تکلیف زمان عکس‌العمل زنجیره‌ای متوالی را تمرین کردند و در ساعت ۸:۳۰ صبح روز بعد برای ارزیابی میزان تحکیم حافظه حرکتی پنهان با استفاده از تکلیف زمان عکس‌العمل زنجیره‌ای متوالی آزمون شدند (شکل ۱). این سه گروه بعد از خواب شبانه



شکل ۱. پروتکل اجرای پژوهش

برقراری این اصل از آزمون کرویت موجلی استفاده شد. در گروه‌هایی که آزمون کرویت موجلی معنادار بود شاخص‌های  $F$  مربوط به اثر  $Greenhouse-Geisser$  گزارش و در گروه‌هایی که آزمون کرویت موکلی معنادار نبود شاخص‌های  $F$  مربوط به اثر  $Sphericity$  Assumed گزارش شد. با توجه به عدم معنی‌دار بودن آزمون کرویت موجلی ( $P=0/043$ )، شاخص‌های  $F$  (مربوط به گرین هاوس گیسر گزارش شد. علاوه بر این پیش از بررسی اثرات بین گروهی، برای برابری واریانس‌های خطا از آزمون لوین استفاده شد. نتایج نشان داد آزمون  $F$  برای هیچ یک از عامل‌های درون گروهی معنی‌دار نیست ( $P=0/59$ ) و مفروضه همگنی واریانس در بین گروه‌های متغیر مستقل برقرار است.

نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری ۶ (گروه‌های آزمایشی)  $2 \times$  (ایپوک پنجم جلسه اکتساب و ایپوک مرحله یادداری) نشان داد اثر اصلی ایپوک تمرینی ( $P=0/001$ )،  $F(114,1)=5980/86$ ،  $\eta^2=0/83$ ، میانگین‌ها نشان داد زمان عکس‌العمل توالی تکراری و توالی تصادفی در ایپوک مرحله یادداری ( $M=316/71$ ) به طور معنی‌دار بهتر از میانگین زمان عکس‌العمل توالی تکراری و توالی تصادفی در ایپوک پنجم مرحله اکتساب ( $M=601/14$ ) بود ( $P<0/05$ ).

نتایج نشان داد اثر اصلی گروه (گروه‌های قبل و بعد از خواب شبانه) ( $F(114,5)=8/35$ ،  $\eta^2=0/27$ ،  $P=0/001$ ) معنی‌دار بود. نتایج آزمون تعقیبی دانکن نشان داد بین زمان عکس‌العمل در گروه جوانان قبل از خواب با گروه سالمندان قبل خواب تفاوت معنی‌دار است و گروه جوانان قبل از خواب عملکرد حافظه بهتری ( $M=435/84$ ) نسبت به گروه سالمندان قبل خواب ( $M=512/93$ ) داشتند. همچنین بین زمان عکس‌العمل گروه میانسالان قبل خواب با گروه‌های سالمندان قبل خواب و جوانان بعد خواب تفاوت از نظر آماری معنی‌دار است و گروه جوانان بعد خواب عملکرد حافظه بهتری ( $M=407/07$ ) نسبت به گروه میانسالان قبل خواب ( $M=462/78$ ) داشتند. بین عملکرد حافظه در گروه سالمندان قبل خواب با گروه‌های جوانان قبل خواب، میانسالان قبل خواب، جوانان بعد خواب و میانسالان بعد خواب تفاوت از نظر آماری معنی‌دار است و گروه‌های جوانان بعد خواب عملکرد حافظه بهتری نسبت به سایر گروه‌ها دارند.

اثر تعاملی گروه در نوع ایپوک تمرینی ( $P=0/001$ )،  $F(114,5)=5/97$ ،  $\eta^2=0/21$ ، نیز معنی‌دار بود. یافته‌های

آزمون یادداری (پس‌آزمون): این آزمون برای هر شش گروه آزمایش ۱۲ ساعت بعد از جلسه آخرین تمرین در مرحله اکتساب اجرا شد. شامل اجرای ۱۰ دسته کوشش تمرینی از تکلیف زمان واکنش زنجیره‌ای متوالی (ASRTT) می‌باشد. با این تفاوت که در آزمون یادداری بعد از اجرای هر بلوک تمرینی به آزمودنی‌ها درباره سرعت و دقت آزمودنی‌ها بازخورد داده نشد [۲۵،۵،۴]. هر آزمودنی در هر دسته کوشش تمرینی دو نوع زمان واکنش با عنوان زمان واکنش زنجیره‌ای (مربوط به توالی‌های تکراری در الگوها) و زمان واکنش تصادفی (مربوط به توالی‌های تصادفی در الگوها) کسب کرد. در انتها برای رسیدن به یک نمره واحد، از اختلاف زمان واکنش زنجیره‌ای و تصادفی به عنوان ملاک عملکرد حافظه استفاده شد. ذکر این نکته مورد اهمیت است که از آزمودنی‌های صبح بدون خواب شبانه و از آزمودنی‌های عصر بعد از خواب شبانه (صبح روز بعد) آزمون یادداری به عمل آمد.

روش تحلیل داده‌ها، برای پردازش داده‌ها از روش‌های آماری توصیفی و استنباطی استفاده شد. در آمار استنباطی از تحلیل واریانس مرکب (گروه‌های آزمایشی)  $2 \times 6$  (ایپوک آخر آزمون اکتساب و آزمون یادداری) با اندازه‌های تکراری روی عامل ایپوک و آزمون یادداری، در سطح  $P<0/05$  استفاده شد. همچنین، تمامی داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ مورد تحلیل قرار گرفتند.

## نتایج

میانگین و انحراف استاندارد عملکرد گروه‌ها در مراحل مختلف آزمون در جدول ۱ ارائه شده است. بر این اساس، گروه جوانان در ۱۲ ساعات خواب شبانه و ۱۲ ساعت بدون خواب شبانه دارای میانگین بهتری (پایین‌تری) نسبت به سایر گروه‌ها می‌باشند. همچنین گروه میانسالان و سالمندان با ۱۲ ساعات خواب شبانه نیز دارای میانگین بهتری (پایین‌تری) نسبت به گروه میانسالان و سالمندان بدون ۱۲ ساعات خواب شبانه می‌باشند (جدول ۱).

در ادامه داده‌های تحقیق با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری ۶ (گروه‌های آزمایشی)  $2 \times$  (ایپوک پنجم جلسه اکتساب و ایپوک مرحله یادداری) مورد تحلیل قرار گرفت. پیش‌فرض اول این آزمون برابری ماتریس کواریانس می‌باشد. با توجه به عدم سطح معنی‌داری آزمون ام. باکس ( $P=0/096$ )، ماتریس کواریانس داده‌ها برابر می‌باشد. پیش‌فرض دوم این آزمون اصل تقارن مرکب است. برای

آماري معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ) بررسی میانگین زمان عکس‌العمل شش گروه نیز نشان داد در آزمون یادداری، گروه‌های جوانان و میانسالان که آزمون یادداری برای آن‌ها بعد از خواب شبانه اجرا شد، عملکرد بهتری نسبت به سایر گروه‌ها داشتند. همچنین سالمندان دارای خواب شبانه نیز دارای عملکرد بهتری نسبت به سالمندان بدون خواب شبانه بودند. در نتیجه تحکیم مبتنی بر ارتقاء در گروه‌هایی که بعد از خواب شبانه آزمون شدند، بیش‌تر بود (جدول ۲).

ارائه شده در آزمون تعقیبی دانکن نشان داد میانگین زمان عکس‌العمل توالی‌ها در گروه‌های اجرای آزمون یادداری قبل و بعد از خواب شبانه، از ایپوک پنجم مرحله اکتساب تا ایپوک مرحله یادداری پیشرفت معنی‌داری کرده است. این نتیجه نشان می‌دهد تحکیم مبتنی بر ارتقای حافظه هم در روز و هم بعد از خواب شبانه رخ داده است. تفاوت بین عملکرد گروه‌های اجرای آزمون یادداری بعد از خواب شبانه (۱۲ ساعت بی‌تمرینی مهارت) با گروه‌های اجرای آزمون یادداری ۱۲ ساعت بعد از مرحله اکتساب در روز، از نظر

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار زمان واکنش های آزمایشی در ایپوک پنجم اکتساب و یادداری

متغیر	گروه جوانان بدون خواب شبانه (M±SD)	گروه میانسالان بدون خواب شبانه (M±SD)	گروه سالمندان بدون خواب شبانه (M±SD)
ایپوک پنجم اکتساب	۵۷۶/۴۳±۵۵/۴۵	۵۹۱/۲۳±۹۱/۱۴	۵۵۷/۹۶±۹۲/۷۶
ایپوک یادداری	۲۹۵/۲۵±۱۰۳/۶۲	۳۳۴/۳۴±۹۴/۳۸	۴۳۲/۹۱±۷۴/۹۲
متغیر	گروه جوانان با خواب شبانه (M±SD)	گروه میانسالان با خواب شبانه (M±SD)	گروه سالمندان با خواب شبانه (M±SD)
ایپوک پنجم اکتساب	۵۷۸/۸۰±۸۱/۹۶	۶۵۷/۸۰±۹۱/۱۴	۶۵۴/۶۵±۱۱۲/۷۸
ایپوک یادداری	۲۳۵/۳۵±۹۴/۴۰	۲۸۴/۳۲±۶۹/۷۳	۳۱۸/۱۵±۸۴/۶۳

جدول ۲. آزمون تعقیبی دانکن برای مقایسه زوجی گروه‌های جوانان، میانسالان، سالمندان در مراحل متفاوت ارزیابی

گروه‌ها	$\alpha=0.05$				
	تعداد	۱	۲	۳	۴
جوانان با خواب شبانه در آزمون یادداری	۲۰	۲۳۵/۳۵			
میانسال با خواب شبانه در آزمون یادداری	۲۰	۲۸۴/۳۲	۲۸۴/۳۲		
جوانان بدون خواب شبانه در آزمون یادداری	۲۰	۲۹۵/۲۵			
سالمند با خواب شبانه در آزمون یادداری	۲۰	۳۱۸/۱۵			
میانسالان بدون خواب شبانه در آزمون یادداری	۲۰	۳۳۴/۳۴			
سالمندان بدون خواب شبانه در آزمون یادداری	۲۰	۴۳۲/۹۰			
جوانان بدون خواب شبانه در ایپوک پنجم اکتساب	۲۰	۵۷۶/۴۳			
جوانان با خواب شبانه در آزمون ایپوک پنجم اکتساب	۲۰	۵۷۸/۸۰			
میانسالان بدون خواب شبانه در ایپوک پنجم اکتساب	۲۰	۵۹۱/۲۳			
سالمندان بدون خواب شبانه در ایپوک پنجم اکتساب	۲۰	۵۹۲/۶۰			
میانسالان با خواب شبانه در ایپوک پنجم اکتساب	۲۰	۶۱۲/۱۸	۶۱۲/۱۸		
سالمند با خواب شبانه در ایپوک پنجم اکتساب	۲۰	۶۵۴/۶۵			
سطح معنی‌داری		۰/۰۷۳	۰/۰۹۴	۰/۱۰	۰/۲۴

داشتند. به طور کلی خواب شبانه با اجرای آزمون یادداری ۱۲ ساعت بعد از جلسه اکتساب مهارت، فرایند تحکیم مبتنی بر ارتقاء حافظه پنهان حرکتی را تسهیل می‌کند. نتایج به‌دست آمده نشان داد میانگین زمان عکس‌العمل آزمودنی‌ها در ایپوک مرحله یادداری به طور معنی‌دار بهتر از میانگین زمان عکس‌العمل آزمودنی‌ها در ایپوک پنجم مرحله اکتساب بود. این یافته‌ها با نتایج پژوهشگرانی که با استفاده از تکلیف

## بحث و نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر مقایسه تاثیر خواب و بیداری بر پردازش تحکیم مبتنی بر ارتقاء حافظه پنهان حرکتی در تکلیف زمان عکس‌العمل زنجیره‌ای متناوب در سالمندان، میانسالان و جوانان بود. نتایج نشان داد گروه‌های جوان، میانسال و سالمند با فاصله آزمون یادداری ۱۲ ساعت، عملکرد بهتری در زمان عکس‌العمل نسبت به جلسه تمرین



مهارت حرکتی می‌شوند و یا این‌که ممکن است برای ارتقاء و پیشرفت مهارت در دوره بی‌تمرینی مهارت در حافظه بلندمدت سیناپس‌ها و مکانیسم‌های عصبی جدیدی ایجاد شوند [۳۱،۳۳]. اما یافته‌های به دست آمده از پژوهش حاضر با یافته‌های کوهن و همکاران (۲۰۰۵) و روبرتسون (۲۰۰۴) که نشان دادند ارتقاء حافظه در فاصله‌ای که آزمون یادداری ۴ ساعت بعد از اکتساب مهارت اجرا می‌شود، اتفاق می‌افتد، همسو نیست [۳۴،۱۲]. پژوهشگران معتقدند احتمالاً علل این ناهمسوئی در نتایج به دست آمده نوع تکلیف و ابزار مورد استفاده، تفاوت‌های فردی، مدت زمان و تعداد کوشش‌های تمرینی، زمان اجرای مرحله اکتساب مهارت و آزمون مهارت، سطح انگیزتگی آزمودنی‌ها، خستگی موقت یا بی‌انگیزگی آزمودنی‌ها، روش‌شناسی تحقیق می‌باشد [۳۰]. در همین راستا همتی و همکاران (۲۰۲۱)، آبیچو و همکاران (۲۰۱۹) و سینگساکون و بوید (۲۰۰۹) بیان کردند که امواج مغزی آرام در طول خواب عمیق نقش مهمی در انتقال حافظه از هیپوکمپوس (فضای کوتاه‌مدت حافظه) به قشر جلوی پیشانی (فضای ذخیره‌سازی حافظه بلندمدت) ایفا می‌کند [۳۵،۲۰،۱۴]. از طرفی ریچارد و همکاران (۲۰۰۸) بیان نمودند که خواب بر تثبیت حافظه پنهان جوانان تاثیر ندارد. هم‌چنین روبرتسون و همکاران (۲۰۰۴) نیز در پژوهش خود نشان دادند جوانان که تکلیف حرکتی توالی را به طور پنهان اجرا می‌کنند هم در خواب و هم در بیداری پیشرفت در عملکرد و تثبیت در حافظه پنهان را نشان دادند [۱۲]. این پژوهشگران نتیجه گرفتند تحکیم حافظه پنهان صرفاً با گذر زمان و طی مرحله تمرین آسایبی اتفاق می‌افتد و به خواب وابسته نیست. از سوی دیگر، گالنا و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند خواب باعث ضعیف شدن عملکرد حافظه پنهان در جوانان می‌شود [۳۲]. این یافته‌ها که تثبیت حافظه در جوانان به خواب وابسته نیست با یافته‌های روبرتسون و همکاران (۲۰۰۴) و کوهن و روبرتسون (۲۰۰۷) که از تکلیف زمان عکس‌العمل زنجیره‌ای متوالی (ASRTT) استفاده نمودند، همسو است. این پژوهشگران نشان دادند ارتقاء حافظه به خواب شبانه وابسته نیست [۱۲،۳۴].

از طرفی پژوهشگران با علم به این مسئله که کیفیت و کمیت خواب در سالمندان نسبت به جوانان کاهش می‌یابد [۱۳] به بررسی نقش خواب بر تثبیت حافظه حرکتی پنهان در سالمندان پرداخته‌اند. اگرچه نقش موثر خواب در تثبیت حافظه جوانان سالم نشان داده شده است اما شواهد پیشنهاد می‌کنند که ممکن است خواب نقش کلیدی ای در تثبیت حافظه حرکتی سالمندان سالم نداشته باشد [۶]، که این امر

حرکتی زمان عکس‌العمل زنجیره‌ای، نشان دادند تحکیم مبتنی بر ارتقاء در فواصل ۱۲ ساعت و ۲۴ ساعت استراحت و بی‌تمرینی مهارت اتفاق می‌افتد، و با یافته‌های پژوهشی ماهلرورت و همکاران (۲۰۲۰، ۲۰۱۹) و واکر و همکاران (۲۰۰۲، ۲۰۰۵) که در تکلیف توالی ضربه زدن با انگشتان دست و تکلیف توالی آپوزیشن انگشتان، نشان دادند تحکیم مبتنی بر ارتقاء در آزمون‌های یادداری با فواصل ۶ ساعت و ۲۴ ساعت اتفاق می‌افتد، همسو است [۱۷،۱۸،۲۶،۲۷]. نتایج نشان داد بین عملکرد گروه‌ها در مرحله یادداری تفاوت از نظر آماری معنی‌دار است. بررسی اختلاف میانگین زمان عکس‌العمل گروه‌ها نشان داد گروه‌های جوانان، میانسالان و سالمندان با فاصله استراحت ۱۲ ساعت بعد از خواب در آزمون یادداری عملکرد بهتری نسبت به گروه‌های با فاصله استراحت ۱۲ ساعت قبل از خواب در مرحله یادداری داشت. این نتایج با یافته‌های پژوهشی شمس (۲۰۱۵)، شمسی‌پور و همکاران (۲۰۱۴)، مدبری و همکاران (۲۰۲۱)، تهرانی فرزین و همکاران (۲۰۲۱)، والکر و همکاران (۲۰۰۳)، نمس و همکاران، (۲۰۱۱)، و سیمونز (۲۰۱۲) که نشان دادند بیش‌ترین تحکیم مبتنی بر ارتقاء بعد از خواب شبانه اتفاق می‌افتد، همسو است. بنابراین هم‌راستا با پژوهش‌های قبلی می‌توان علت همسوئی نتایج پژوهش حاضر با دیگر پژوهش‌های ذکر شده را با استناد به تحکیم مبتنی بر ارتقاء در حافظه توجیه نمود. هنگامی که فراگیر مهارتی را تمرین می‌کند و می‌آموزد، یادگیری مهارت صرفاً در طول جلسه تمرین و تکرار اتفاق نمی‌افتد، بلکه یادگیری مهارت در طول فاصله استراحت بین جلسه تمرین و هم‌چنین طی فاصله بین جلسات تمرین نیز اتفاق می‌افتد، زیرا سیستم عصبی بعد از جلسه تمرین و مهارت آموزی به صورت ناخودآگاه شروع به کدگذاری، فعالیت و توسعه مناطقی از مغز می‌نماید که طی تمرین مهارت فعال بوده‌اند. لذا تغییرات نوروپلاستی و تغییرات شکل‌پذیر در بازنمایی‌های مهارت در قشر حرکتی مغز اتفاق می‌افتد در نتیجه این امر منجر به ارتقاء حافظه مربوط به مهارت آموخته شده، می‌شود [۳۱]. هم‌چنین پژوهشگران معتقدند در فاصله استراحت به دنبال تجربه یادگیری، فرایندی پیوسته که مراحل گوناگونی دارد رخ می‌دهد تا این که آثار حافظه در قالب برخی تغییرات ساختاری یا شیمیایی کاملاً تحکیم یا ذخیره شود [۳۲].

بعلاوه، می‌توان دو مکانیزم اصلی برای این شکل از تحکیم حافظه در نظر گرفت، سیناپس‌هایی که به هنگام یادگیری مهارت حرکتی ایجاد شده‌اند، در فاصله زمانی پس از یادگیری مهارت تغییر یافته و منجر به تحکیم مبتنی بر ارتقاء حافظه

حافظه بر اثر خواب) با گروه ۱۲ ساعت استراحت و بدون خواب شبانه در مرحله یادداری تفاوت از نظر آماری معنی‌دار است. بررسی اختلاف میانگین زمان عکس‌العمل نشان داد گروه‌های جوانان، میانسالان و سالمندان با فاصله استراحت ۱۲ ساعت بعد از خواب در آزمون یادداری عملکرد بهتری نسبت به گروه‌های با فاصله استراحت ۱۲ ساعت قبل از خواب در مرحله یادداری داشت. در نتیجه تحکیم مبتنی بر ارتقاء در گروه‌های ۱۲ ساعت بی‌تمرینی مهارت بعد از خواب شبانه بهتر است. لذا به نظر می‌رسد خواب برای کارکرد مغز حیاتی باشد. لذا ضروری است محققان در تحقیقات آینده به دنبال بررسی و شناخت دقیق‌تر چگونگی اثرگذاری طول دوره‌های متفاوت خواب و بیداری بر یادگیری مهارت‌های حرکتی و ورزشی مختلف موجود در محیط آموزش، رقابت و مسابقات باشند تا از این طریق بتوان چالش‌های پیش رو در یادگیری این مهارت‌ها را بررسی و برطرف نمود. بعلاوه، با توجه به این‌که در پژوهش حاضر صرفاً حافظه حرکتی پنهان حرکتی مورد بررسی قرار گرفت پیشنهاد می‌شود نقش طول مدت استراحت و بی‌تمرینی مهارت در انواع دیگر حافظه مانند حافظه شناختی، حافظه بیانی، حافظه آشکار، حافظه دیداری مورد بررسی و مقایسه قرار گیرد. در نهایت تلاش پژوهشگران این بود که جلسه تمرین و پس از آزمون ساعت ۸:۳۰ صبح و ۲۰:۳۰ عصر شروع و پایان پذیرد اما در بعضی از آزمودنی‌ها (به ویژه سالمندان) چنین امکانی تحقق نیافت، لذا پژوهشگر زمان اجرای جلسه تمرین و اجرای پس‌آزمون را با همکاری آزمودنی‌های طوری هماهنگ می‌نمود، که مابین آن‌ها ۱۲ ساعت فاصله باشد. همچنین به آزمودنی‌های گروه صبح این تذکر داده شد که تا زمان آزمون عصر نخوابند و موضوع خواب آن‌ها از کنترل پژوهشگر خارج بود، لذا به محققان پیشنهاد می‌شود این محدودیت‌ها را در مطالعات خود مد نظر قرار دهند.

### تشکر و قدردانی

نتایج این مطالعه بخشی از طرح پژوهشی مشترک با حمایت دانشگاه علوم بهزیستی و توان‌بخشی است که بدین وسیله از معاونت پژوهشی این دانشگاه تشکر و قدردانی می‌گردد.

### مشارکت و نقش نویسندگان

نقش هر یک از نویسندگان این مقاله به شرح زیر است: رباب صحاف، مهدی رصافیانی و پروانه شمسی پوردهکردی: ایده و طراحی مطالعه، رباب صحاف، مهدی رصافیانی و امیر

ممکن است به خاطر تغییراتی باشد که در کیفیت خواب افراد با افزایش سن اتفاق می‌افتد. سینگساکن و بوید (۲۰۰۹) بیان کرده‌اند سالمندان سالم در تثبیت حافظه مبتنی بر خواب ناموفق بوده‌اند. همچنین سالمندان سالم همانند جوان از خواب برای تثبیت حافظه خود سود نمی‌برند. این در حالی است که ویلسون و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهش خود به بررسی عملکرد حافظه آشکار و پنهان در سه گروه سنی جوان، میانسال و سالمند پرداختند و نتیجه گرفتند با افزایش سن عملکرد حافظه پنهان حرکتی در اجرای تکلیف توالی حرکتی تحت تاثیر خواب بود و سالمندانی که آزمون حافظه را طی مرحله بیداری بعد از جلسه یادگیری توالی حرکتی انجام دادند عملکرد بهتری نسبت به سالمندانی که آزمون حافظه را بعد از خواب نسبت به جلسه یادگیری توالی حرکتی انجام دادند داشتند و سالمندان از تاثیر خواب بر تحکیم حافظه پنهان حرکتی سود نبردند. اما عملکرد حافظه سالمندان در هر دو حالت خواب و بیداری ضعیف‌تر از عملکرد میانسالان و جوانان بود. عملکرد حافظه حرکتی پنهان جوانان و میانسالان بعد از خواب بهتر از زمان بیداری بود و جوانان در حافظه پنهان حرکتی تثبیت بیشتری نسبت به سالمندان داشتند. شواهد تجربی اخیر ادعاهایی مبنی بر این‌که خواب خواب شبانه چیزی بیش از یک ضرورت بیولوژیک است را، تأیید می‌نماید. خواب، در تجدید هموستاتیک، تنظیم دمای، ترمیم بافت، کنترل سیستم ایمنی نقش دارد. در همین راستا در پژوهشی که سانگ و همکاران (۲۰۱۶) روی تاثیر کیفیت خواب بر تحکیم حافظه میانسالان انجام داده بودند به این نتیجه رسیدند که خواب اثر مثبتی بر روی عملکرد قشر پیش‌بیشانی میانی مغز دارد که این عمل به نوبه خود باعث تحکیم بهتر حافظه در میانسالان می‌شود [۲]. همچنین در مطالعه‌ای که لویک و همکاران (۲۰۱۵) انجام دادند به این نتیجه رسیدند که اختلالات خواب تاثیر منفی بر روی اجرا و عملکرد حافظه و به دنبال آن تحکیم حافظه در میانسالان و سالمندان دارد [۳۶].

به طور کلی نتایج تحقیق حاضر نشان داد میانگین زمان عکس‌العمل آزمودنی‌ها در مرحله یادداری به طور معنی‌داری بهتر از میانگین زمان عکس‌العمل آزمودنی‌ها در ایبوک پنجم مرحله اکتساب بود، بنابراین یکی از نتایج پژوهش حاضر این موضوع است که در فاصله بین مرحله اکتساب و آزمون یادداری، یادگیری و پیشرفت در حافظه همچنان ادامه دارد و یادگیری مهارت‌های حرکتی صرفاً در طول جلسات تمرین مهارت نیست. نتایج مقایسه زوجی نشان داد بین عملکرد گروه با ۱۲ ساعت استراحت و خواب شبانه (گروه تحکیم



<https://doi.org/10.1016/j.cub.2004.01.027>

PMid:14761652

[13] Ellenbogen JM, Hulbert JC, Stickgold R, Dinges DF, Thompson-Schill SL. Interfering with theories of sleep and memory: sleep, declarative memory, and associative interference. *Curr Biol* 2006; 16: 1290-1294.

<https://doi.org/10.1016/j.cub.2006.05.024>

PMid:16824917

[14] Siengsukon CF, Boyd LA. Sleep to learn after stroke: implicit and explicit off-line motor learning. *Neurosci Lett* 2009; 451: 1-5.

<https://doi.org/10.1016/j.neulet.2008.12.040>

PMid:19121365

[15] Brawn TP, Fenn KM, Nusbaum HC, Margoliash D. Consolidating the effects of waking and sleep on motor-sequence learning. *J Neurosci* 2010; 30: 13977-13982.

<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3295-10.2010>

PMid:20962219 PMCid:PMC2978076

[16] Rumpf JJ, Wegscheider M, Hinselmann K, Fricke C, King BR, Weise D, et al. Enhancement of motor consolidation by post-training transcranial direct current stimulation in older people. *Neurobiol Aging* 2017; 49: 1-8.

<https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2016.09.003>

PMid:27723499

[17] Muehlroth BE, Sander MC, Fandakova Y, Grandy TH, Rasch B, Shing YL, Werkle-Bergner M. Precise slow oscillation-spindle coupling promotes memory consolidation in younger and older adults. *Sci Rep* 2019; 9: 1940-1948.

<https://doi.org/10.1038/s41598-018-36557-z>

PMid:30760741 PMCid:PMC6374430

[18] Muehlroth BE, Sander MC, Fandakova Y, Grandy TH, Rasch B, Shing YL, Werkle-Bergner M. Memory quality modulates the effect of aging on memory consolidation during sleep: Reduced maintenance but intact gain. *Neuro Image* 2020; 209: 116490-116497.

<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.116490>

PMid:31883456 PMCid:PMC7068706

[19] Brown H, Maylor A. Memory consolidation effects on memory stabilization and item integration in older adults. *Psychonom Bull Rev* 2017; 24: 1032-1039.

<https://doi.org/10.3758/s13423-016-1197-0>

PMid:27882455 PMCid:PMC5570810

[20] Abichou K, La Corte V, Hubert N, Orriols E, Gaston-Bellegarde AI, Nicolas S, Piolino P. Young and older adults benefit from sleep, but not from active wakefulness for memory consolidation of what-where-when naturalistic events. *Front Aging Neurosci* 2019; 11: 1-10.

<https://doi.org/10.3389/fnagi.2019.00058>

PMid:30949043 PMCid:PMC6435496

[21] Shamsipour Dehkordi P, Abdoli B, Namazizadeh M. The role of sleep and wake on enhancement of implicit motor sequence in youth. *Mot Behav* 2014; 22: 33-54.

[22] Romano Bergstrom JC, Howard Jr JH, Howard DV. Enhanced implicit sequence learning in college age video game players and musicians. *Appl Cogn Psychol* 2012; 26: 91-96.

<https://doi.org/10.1002/acp.1800>

[23] Shams A. Effect of off-line time different periods on stabilization and enhancement-based consolidation process in explicit memory. *Mot Behav* 2015; 7: 127-144.

[24] Howard Jr JH, Howard DV. Age differences in implicit learning of higher order dependencies in serial patterns. *Psychol Aging* 1997; 12: 634.

<https://doi.org/10.1037/0882-7974.12.4.634>

PMid:9416632

[25] Spencer RMC, Sunm M, Ivry RB. Sleep-dependent consolidation of contextual learning. *Curr Biol* 2006; 16: 1001-1005.

<https://doi.org/10.1016/j.cub.2006.03.094>

PMid:16713957

[26] Walker MP, Brakefield T, Morgan A, Hobson JA, Stickgold R. Practice with sleep makes perfect: sleep-dependent motor skill learning. *Neuron* 2002; 35: 205-211.

[https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(02\)00746-8](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(02)00746-8)

PMid:12123620

[27] Walker MP, Stickgold R. Sleep-dependent learning and memory consolidation. *Neuron* 2004; 44: 121-133.

<https://doi.org/10.1016/j.neuron.2004.08.031>

PMid:15450165

شمس: جمع‌آوری داده‌ها، امیر دانا و پروانه شمسی  
پوردهکردی: آنالیز و تفسیر نتایج، رباب صحاف، مهدی  
رصاصیان و امیر دانا: نگارش نسخه اول مقاله. همه نویسندگان  
نتایج را بررسی نموده، تعارض منافع ندارند و نسخه نهایی  
مقاله را تایید نمودند.

## منابع

- [1] Squire LR. Memory and brain systems: 1969-2009. *Journal of Neurosci* 2009; 29: 12711-12716.  
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3575-09.2009>  
PMid:19828780 PMCid:PMC2791502
- [2] Song S, Marks B, Howard Jr JH, Howard DV. Evidence for parallel explicit and implicit sequence learning systems in older adults. *Behav Brain Res* 2009; 328: 132-196.  
<https://doi.org/10.1016/j.bbr.2008.09.022>  
PMid:18950663 PMCid:PMC2634603
- [3] Kantak SS, Winstein CJ. Learning-performance distinction and memory processes for motor skills: A focused review and perspective. *Behav Brain Res* 2012; 228: 219-231.  
<https://doi.org/10.1016/j.bbr.2011.11.028>  
PMid:22142953
- [4] Nemeth D, Janacsek K. The dynamics of implicit skill consolidation in young and elderly adults. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 2011; 66: 15-22.  
<https://doi.org/10.1093/geronb/gbq063>  
PMid:20929973
- [5] Nemeth D, Janacsek K, Londe Z, Ullman MT, Howard DV, Howard JH. Sleep has no critical role in implicit motor sequence learning in young and old adults. *Exp Brain Res* 2010; 201: 351-358.  
<https://doi.org/10.1007/s00221-009-2024-x>  
PMid:19795111
- [6] Ladenbauer J, Külzow N, Passmann S, Antonenko D, Grittner U, Tamm S, et al. Brain stimulation during an afternoon nap boosts slow oscillatory activity and memory consolidation in older adults. *Neuroimage* 2016; 142: 311-323.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.06.057>  
PMid:27381076
- [7] Walker MP. A refined model of sleep and the time course of memory formation. *Behav Brain Sci* 2005; 28: 51-64.  
<https://doi.org/10.1017/S0140525X05000026>  
PMid:16047457
- [8] Albouy G, Sterpenich V, Baletau E, Vandewalle G, Desseilles M, Dang-Vu T, et al. Both the hippocampus and striatum are involved in consolidation of motor sequence memory. *Neuron* 2008; 58: 261-272.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuron.2008.02.008>  
PMid:18439410
- [9] Cai DJ, Shuman T, Gorman MR, Sage JR, Anagnostaras SG. Sleep selectively enhances hippocampus-dependent memory in mice. *Behav Neurosci* 2009; 123: 713.  
<https://doi.org/10.1037/a0016415>  
PMid:19634928
- [10] Stickgold R, Walker MP. Memory consolidation and reconsolidation: what is the role of sleep? *Trends Neurosci* 2005; 28: 408-415.  
<https://doi.org/10.1016/j.tins.2005.06.004>  
PMid:15979164
- [11] Rasch B, Pommer J, Diekelmann S, Born J. Pharmacological REM sleep suppression paradoxically improves rather than impairs skill memory. *Nat Neurosci* 2009; 12: 396-397.  
<https://doi.org/10.1038/nn.2206>  
PMid:18836440
- [12] Robertson EM, Pascual-Leone A, Press DZ. Awareness modifies the skill-learning benefits of sleep. *Curr Biol* 2004; 14: 208-212.

- [33] Boutin A, Doyon J. A sleep spindle framework for motor memory consolidation. *Phil Trans R Soc* 2020; B375: 232-240.  
<https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0232>  
 PMid:32248783 PMCID:PMC7209914
- [34] Cohen DA, Pascual-Leone A, Press DZ, Robertson EM. Off-line learning of motor skill memory: a double dissociation of goal and movement. *Proceed Nat Acad Sci* 2005; 1823: 102-141.  
<https://doi.org/10.1073/pnas.0506072102>  
 PMid:16330773 PMCID:PMC1312380
- [35] Hemmati MJ, Sajedi F, Vahedi M, Haghgoo H. Effectiveness of working memory training on the executive functions of children with high function autism spectrum disorder. *Koomesh* 2021; 23: 233-241. (Persian).  
<https://doi.org/10.52547/koomesh.23.2.233>
- [36] Luik AI, Zuurbier LA, Hofman A, Van Someren EJW, Ikram MA, Tiemeier H. Associations of the 24-h activity rhythm and sleep with cognition: a population-based study of middle-aged and elderly persons. *Sleep Med* 2015; 16: 850-855  
<https://doi.org/10.1016/j.sleep.2015.03.012>  
 PMid:26028055
- [28] Tehrani Farzin F, Bananej M, Sahraei H. Involvement of muscarinic system of the dorsal hippocampus on acute stress-induced spatial learning and memory enhancement in male mice. *Koomesh* 2021; 23: 821-833. (Persian).
- [29] Modaberi S, Shahbazi M, Naghdi N, Bagherzadeh F. Effects of bilateral microinjections of ibotenic acid into neostriatal region and forced exercise on spatial learning and memory and anthropometric characteristics of male rats. *Koomesh* 2021; 23: 654-664. (Persian).  
<https://doi.org/10.52547/koomesh.23.5.654>
- [30] Simmons AL. Distributed practice and procedural memory consolidation in musicians' skill learning. *J Res Music Educ* 2012; 59: 357-368.  
<https://doi.org/10.1177/0022429411424798>
- [31] Keisler A, Ashe J, Willingham DT. Time of day accounts for overnight improvement in sequence learning. *Learn Mem* 2007; 14: 669-672.  
<https://doi.org/10.1101/lm.751807>  
 PMid:17911369
- [32] Galea JM, Albert NB, Ditye T, Miall RC. Disruption of the dorsolateral prefrontal cortex facilitates the consolidation of procedural skills. *J Cogn Neurosci* 2010; 22: 1158-1164.  
<https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21259>  
 PMid:19413472 PMCID:PMC6010144

# Effect of Sleep and Consciousness on Consolidation of Implicit motor memory among Youth, Middle-aged and Elderly

Robab Sahaf (Ph.D)<sup>1</sup>, Mehdi Rassafiani (Ph.D)<sup>2,3</sup>, Paravane Shamsipour Dehkordi (Ph.D)<sup>4</sup>, Amir Shams (Ph.D)<sup>5</sup>, Amir Dana (Ph.D)<sup>\*6</sup>

1- Dept. of Aging, The University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran

2 - Occ. upational Therapy Department, Faculty of Allied Health Sciences, Health Research Center, Kuwait University, Kuwait,

3- Iranian Research Center on Aging, The University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran

4- Dept. of Motor Behavior, Faculty of Sport Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran

5- Sport Science Research Institute (SSRI), Tehran, Iran

6- Dept. of Physical Education, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

\* Corresponding author. +98 9116356581 amirdana@iaut.ac.ir

Received: 5 Oct 2021; Accepted: 12 Oct 2022

**Introduction:** The purpose of this research was to compare the effect of sleep and consciousness on consolidation based on implicit motor memory enhancement among youth, middle-aged and elderly.

**Materials and Methods:** The sample statistic consisted of 120 (youth, middle-aged and elderly) healthy and right-handed volunteers (40 people from each age group). The groups were availability selected and randomly divided into six experimental groups of implicit motor memory of youth, middle-aged, and elderly with a distance of twelve hours in the morning (without night sleep) and evening (with night sleep). This research included the acquisition and retention phases. In this research, the alternative serial reaction time task with random and repetitive sequences was used.

**Results:** In the acquisition phase, the results of ANOVA with repeated measure test showed that the practice led to enhance mean of performance in random and repetitive reaction time in 5-epoch. In the retention phase, the main effect of the practice epoch was significant ( $P < 0.05$ ) and all six groups were better than the 5-epoch in the acquisition phase. Also, the results of the Duncan posthoc test showed that the youth, middle-aged and elderly groups with 12h retention test delay, were better performance than the practice session.

**Conclusion:** Generally, night sleep with 12h retention test facilitates the process of consolidation based on implicit motor memory enhancement among youth, middle-aged and elderly people.

**Keywords:** Middle-aged people, Alternative Serial Reaction Time, Motor Memory