بررسی و مقایسه مؤلفه‌های سیگنال EEG و ERP بین دوگروه حافظین و غیرحافظین قرآن

هادی اکبری[۱]، استادیار مؤسسه آموزش عالی خاوران.
مجید مزینانی، استادیار دانشگاه بین اللملی امام رضا(ع).
الیاس مزروعی‌راد، استادیار مؤسسه آموزش عالی خاوران.

دو فصلنامه تخصصی پژوهش‌های میان‌رشته‌ای قرآن کریم
سال چهاردهم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۴۰۱، صص ۷ – ۲۸
تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۷/۱۷
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۰۲/۰۵

چکیده

هدف اصلی این پژوهش، بررسی، مطالعه و مقایسه تغییرات مؤلفه‌های سیگنال و پتانسیل‌های برانگیخته مغزی در دو گروهِ حافظان و غیرحافظان قرآن، حین اجرای آزمون حافظه تصویری PRM در نرم‌افزار CANTAB، و نیز بررسی اثرات حفظ قرآن بر میزان آرامش، صبر، تمرکز و توجه در این دو گروه است. در این پژوهش، داده‌های EEG دو گروه ۱۵ نفره (حافظان و غیرحافظان قرآن) ثبت شد. سپس از میان ۴۸ قطعه سیگنال مغزی، سیگنال‌های ERP با استفاده از روش متوسط‌گیری استخراج گردید. با بهره‌گیری از انرژی سیگنال‌های ERP، نقشه‌های مغزی (Brain Maps) ترسیم شد و کانال‌های مناسب با استفاده از آزمون T-Test انتخاب گردید. همچنین مقایسه‌ای میان پارامترهای واریانس، آنتروپی، توان مؤلفه‌های فرکانس پایین، نسبت توان مؤلفه‌های فرکانس پایین به بالا، و نسبت توان باند تتا به بتا در دو گروه صورت گرفت. نتایج به‌دست‌آمده، به‌روشنی نشان‌دهنده افزایش تأخیر در زمان پاسخ‌دهی و نیز افزایش درصد پاسخ‌های صحیح در گروه حافظان قرآن بود؛ امری که بیانگر صبر و تمرکز بیشتر این گروه و تأخیر عمدی در انتخاب پاسخ صحیح تلقی می‌شود. از سوی دیگر، در نقشه‌های مغزی گروه حافظان، نواحی فرونتال، پاریتال و اکسی‌پیتال که درگیر شبکه توجهی و حافظه تصویری هستند، تفاوت معناداری را نسبت به گروه غیرحافظان نشان دادند

کلیدواژه‌ها: سیگنال ERP، سیگنال EEG، آزمون PRM، حافظه تصویری

---

۱. نویسنده مسئول: hadiakbari86@gmail.com

مقدمه

رفتار و اعمال مذهبی دارای نتایج مثبتی بر روح و جسم انسان هستند که موجب افزایش فعالیت‌های مغزی می‌شوند. دعا و مدیتیشن اثرات آرامش‌بخشی دارند و به بهبود سلامت روان و افزایش فعالیت کلی امواج مغزی کمک می‌کنند. در اسلام، تلاوت، شنیدن و حفظ قرآن از جمله اعمال مذهبی رایج میان مسلمانان است. قرآن، کتاب مقدس مسلمانان، از قداست و جایگاه ویژه‌ای در ذهن آنان برخوردار است؛ از این رو، فهم، یادگیری و حفظ آن از اهمیت بالایی برخوردار است. یکی از ویژگی‌های منحصربه‌فرد قرآن این است که هنگام قرائت، صدایی دلنشین و آرامش‌بخش دارد که می‌تواند بر حالات فیزیولوژیکی و احساسی انسان تاثیر بگذارد. با این حال، مطالعات عصب‌شناختی برای کشف تغییرات مغزی مرتبط با قرآن، هنوز در مراحل اولیه خود قرار دارد و نیازمند بررسی‌های دقیق‌تر به کمک کارشناسان علوم اعصاب و مهندسی پزشکی است

فرآیند ذخیره‌سازی و بازیابی اطلاعات در ذهن افراد، متأثر از نوع حافظه غالب در هر فرد است؛ حفظ قرآن نیز از این قاعده مستثنا نیست و به عنوان داده‌ای تصویری، فرآیندی مشابه را طی می‌کند. یکی از مهم‌ترین نکات در ورود به هر موضوع، شناخت روش آن است. در فرآیند حفظ قرآن، نحوه حفظ و بازیابی آیات با تکیه بر حافظه تصویری، عامل مهمی در موفقیت حافظان به شمار می‌رود. حافظان قرآن معمولاً با توجه به جایگاه کلمات و آیات در صفحه، تصویری ذهنی از آن‌ها ایجاد می‌کنند. به عبارت دیگر، روش غالب در حفظ قرآن، مبتنی بر حافظه تصویری است و از این رو، مطالعه این نوع حافظه در فرآیند حفظ قرآن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است

در سال‌های اخیر، پژوهش‌های متعددی درباره پردازش سیگنال‌های مغزی افراد حافظ قرآن انجام شده است. این تحقیقات عمدتاً به بررسی تاثیر حفظ قرآن بر رفتارهای شناختی مانند توجه، آرامش، کاهش فشار خون، کاهش احتمال ابتلا به دیابت و بهبود کیفیت زندگی بیماران سکته مغزی پرداخته‌اند. در همین زمینه، عاطفه حجتی و همکارانش و همکارانش در سال ۲۰۱۴ تأثیر صوت و لحن قرآن را به عنوان یک موسیقی ریتمیک بر بهبود توجه و حافظه بررسی کردند. آن‌ها نشان دادند که گوش‌دادن به قرآن باعث یادگیری بهتر، افزایش هوش و تمرکز می‌شود [۱]

ذوالقرنینی[1] و همکارانشنیز در سال ۲۰۱۳ اثر گوش‌دادن به قرآن و موسیقی کلاسیک را بر مؤلفه‌های مغزی مقایسه کردند و افزایش بیشتر دامنه مؤلفه آلفای مغزی را در هنگام گوش‌دادن به قرآن گزارش دادند [۲]. همچنین، پژوهش نورول فازرنا کمال[2] و همکارانش در سال ۲۰۱۳ به مقایسه اثرات خواندن قرآن و خواندن یک کتاب معمولی بر مؤلفه‌های سیگنال مغزی پرداخت و نتایج، به‌روشنی افزایش دامنه و توان مؤلفه آلفا در گروه قرآن‌خوان را نشان داد. نتایج طیف توان نیز افزایش چگالی توان در کانال P3 مغزی را نسبت به کانال‌های PZ و P4 نشان داد [۳]

---

1. Zulkurnaini.
2. Nurul Fazrena Kamal.

در مطالعه عبدالرحمن[1] و همکارانش در سال ۲۰۱۹ اثرات حفظ قرآن بر امواج مغزی تحلیل شد. سیگنال‌های EEG در وضعیت استراحت (با چشمان بسته) و حین انجام سه فعالیت حفظی شامل: ۱. یادآوری آیات حفظ‌شده، ۲. حفظ آیات جدید، ۳. یادآوری آیات تازه‌حفظ‌شده، ثبت شد. یافته‌ها در گروه آزمایش نشان داد که موج تتا در هنگام یادآوری آیات آشنا و جدید غالب بود و موج آلفا نیز در فرآیند حفظ آیات جدید، غلبه داشت. در گروه کنترل نیز موج آلفا هنگام فراخوانی آیات و موج دلتا در فرآیند حفظ آیات جدید غالب بودند. این نتایج بیانگر آن است که حفظ قرآن باعث افزایش امواج تتا و آلفا می‌شود؛ امری که نشان‌دهنده اثرات آرامش‌بخش قرآن است. همچنین نواحی پیشانی و آهیانه‌ای مغز فعال‌تر شده و نقش کلیدی در این فرآیند ایفا می‌کنند [۴]

در پژوهشی دیگر، صالح[2] و همکاران نشان دادند که قدرت نسبی موج آلفا در EEG مسلمانان هنگام سجده افزایش می‌یابد. همچنین، قبل و بعد از تلاوت قرآن، قدرت نسبی امواج مغزی در نواحی P4، Fp2 و Fp1 به طور قابل توجهی افزایش یافت. زمانی که افراد قرآن می‌خواندند، نسبت به زمانی که کتابی دیگر مطالعه می‌کردند، چگالی باند آلفا بیشتر بود. پژوهش الشیخلی[3] و همکاران نیز نشان داد که گوش‌دادن به قرآن در مقایسه با موسیقی، آرامش بیشتری به همراه دارد؛ این آرامش در فرکانس EEG و نیز منحنی‌های یکنواخت‌تر ECG در حوزه زمانی قابل مشاهده است [۴]

نتایج مطالعه مهسی واقفی و همکارانش در سال ۲۰۱۱ نیز نشان داد که زمانی که مسلمانان فارسی‌زبان به صورت آگاهانه به قرآن گوش می‌دهند، آنتروپی سیگنال EEG و در نتیجه پیچیدگی و پویایی مغزی افزایش می‌یابد. تغییرات در سه شاخص غیرخطی شامل آنتروپی نمونه، آنتروپی تقریبی و نمای هرست، نشان‌دهنده افزایش پیچیدگی سیگنال‌های مغزی در حین گوش‌دادن به قرآن است. این یافته‌ها تایید می‌کنند که در مسلمانان، گوش‌دادن به قرآن منجر به آرامش بیشتر، کاهش استرس، تغییر در ضربان قلب، بهبود تنفس و ارتقای سلامت روان می‌شود [۵]

همچنین، مطالعات انجام‌شده توسط عبدالرحمن[4] و همکارانش در سال۲۰۱۹ درباره اثرات گوش‌دادن و حفظ قرآن در درمان اختلالات اوتیسم، نشان‌دهنده افزایش دامنه مؤلفه آلفای مغزی و ایجاد آرامش در هنگام خواب در این گروه از افراد است [۴]. در پژوهش‌های صورت‌گرفته توسط محجوب و همکارانش در سال ۲۰۱۶ و جعفر معروف و همکارانش در سال ۲۰۱۱ اثرات حفظ قرآن در بهبود بیماران دچار سکته مغزی، توانایی مجدد مغز برای سازماندهی ارتباطات بین‌نواحی مغزی، ایجاد احساسات پایدار و ارتقای سطح کیفی زندگی این بیماران مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش‌ها نشان داد که حفظ قرآن، به‌عنوان روشی مؤثر در بهبود و افزایش ارتباطات عملکردی مغز، موجب ارتقای کیفیت زندگی این بیماران می‌شود [۶،۷]

---

1. abdrahman.
2. Salleh.
3. Al-Shaykhlī.
4. Abdulrahman.

در تحقیق انجام‌شده توسط نظم‌الساقیب[1] و همکارانش در سال ۲۰۱۷ مزایای حفظ قرآن در سلامت افراد سالمند بررسی شد. یافته‌ها به‌طور کلی نشان دادند که حفظ آیات قرآن باعث کاهش احتمال ابتلا به فشار خون، دیابت و افسردگی می‌شود و یک رابطه خطی معنادار میان حفظ قرآن و کنترل این شاخص‌های سلامتی وجود دارد [۸]. همچنین در پژوهش انجام‌شده توسط تومیرا[2] و همکارانش در سال ۲۰۱۳ نیز اثرات حفظ و گوش‌دادن به قرآن که منجر به افزایش دامنه باند آلفای مغزی و افزایش میزان آرامش در افراد مختلف می‌شود، گزارش گردیده است [۹]. از سوی دیگر، در تحقیقات انجام‌شده توسط بابامحمدی و همکارانش در سال ۲۰۱۵ و فریحه[3] و همکارانش در سال ۲۰۱۷، اثرات حفظ و تلاوت قرآن در درمان بیماری‌هایی مانند دیابت، فشار خون و اوتیسم مورد مطالعه قرار گرفته است [۱۰،۱۱]. با وجود آنکه در پژوهش‌های یادشده، نتایج قابل‌توجهی درباره ارزیابی اثرات حفظ و تلاوت قرآن بر پارامترهایی نظیر آرامش، هوش، توجه، ارتباطات عملکردی مغز و بهبود کیفیت زندگی بیماران دچار سکته مغزی گزارش شده است، اما در هیچ‌یک از آن‌ها، اثر حفظ قرآن با استفاده از حافظه تصویری بر مؤلفه‌های مختلف سیگنال ERP و باندهای فرکانسی گوناگون سیگنال‌های مغزی حافظان و غیرحافظان مورد بررسی قرار نگرفته است

۱. روش‌شناسی

۱-۱. مشخصات سوژه‌ها

در این تحقیق، ۱۵ داوطلب مرد از بین حافظان قرآن و ۱۵ داوطلب مرد از بین غیرحافظان قرآن، با متوسط سنی و بهره هوشی بالاتر از ۸۰ شرکت شرکت نمودند. افراد شرکت‌کننده در آزمون، هیچ‌گونه سابقه بیماری‌های اعصاب نداشته و از هیچ دارویی استفاده نکرده بودند. تمامی داوطلبان در آزمون کوررنگی «ایشی‌هارا» و آزمون «دست غالب ادینبرگ» شرکت کردند [۱۲،۱۳]. بر اساس نتایج این آزمون‌ها، تمامی شرکت‌کنندگان راست‌دست بوده و از نظر بینایی و کوررنگی در وضعیت نرمال قرار داشتند. سپس، در حین اجرای آزمون PRM که با استفاده از نرم‌افزار PSYTASK طراحی شده بود، ثبت سیگنال ERP برای دو گروه حافظان قرآن کریم مدرسه سلیمانیه و غیرحافظان صورت گرفت [۱۴]

۲-۲. معرفی آزمون PRM حافظه تصویری (نرم‌افزار CANTAB)

نرم‌افزار CANTAB یک مجموعه کامپیوتری شامل ۱۵ آزمون شناختی است که برای بررسی حافظه دیداری، حافظه کاری، توجه، و برخی کارکردهای اجرایی و تصمیم‌گیری طراحی شده است. این مجموعه در تشخیص‌های مختلف بالینی، مانند بیش‌فعالی، کم‌توجهی و اختلالات قشر پیش‌پیشانی (فرونتال) کاربرد دارد. آزمودنی در تمامی مراحل تنها با لمس صفحه نمایشگر رایانه به سؤالات پاسخ

1. Nazmus Saquib.
2. Tumira.
3. Fariha.

می‌دهـد و نتایـج نیـز به‌صـورت خـودکار نمره‌گـذاری می‌شـوند. بـرخی از آزمون‌هـای ایـن مجموعـه در ادامـه معـرفی می‌شـوند. لازم بـه ذکـر اسـت کـه آزمـون به‌کاررفتـه در ایـن پژوهـش، از جملـه آزمون‌هـای حافظـه تصویـری در ایـن مجموعه اسـت

۲-۲-۱. معرفی آزمون PRM

در ایـن آزمـون (مطابـق شـکل زیـر)، تعـدادی الگـوی تصویـری، یکی‌یـکی در مرکـز صفحـه نمایشـگر بـه آزمـودنی نشـان داده می‌شـوند. ایـن الگوهـا به‌گونـه‌ای طـراحی شـده‌اند کـه شـرکت‌کنندگان نتواننـد به‌راحـتی بـرای هـر تصویـر، یـک برچسـب زبـانی اختصـاص دهنـد (و در نتیجـه، نتواننـد صرفـاً بـا اتـکا بـه حافظـه کلامی آن‌هـا را بـه خاطـر بسـپارند). در ایـن آزمـون، دو پارامتـر سـرعت پاسـخ‌گویی و تعـداد پاسـخ‌های صحیـح مـورد ارزیـابی قـرار می‌گیرنـد. در ایـن آزمـون، دو پارامتـر سـرعت پاسـخ‌گویی و تعـداد پاسـخ‌های صحیـح مـورد ارزیـابی قـرار می‌گیرنـد

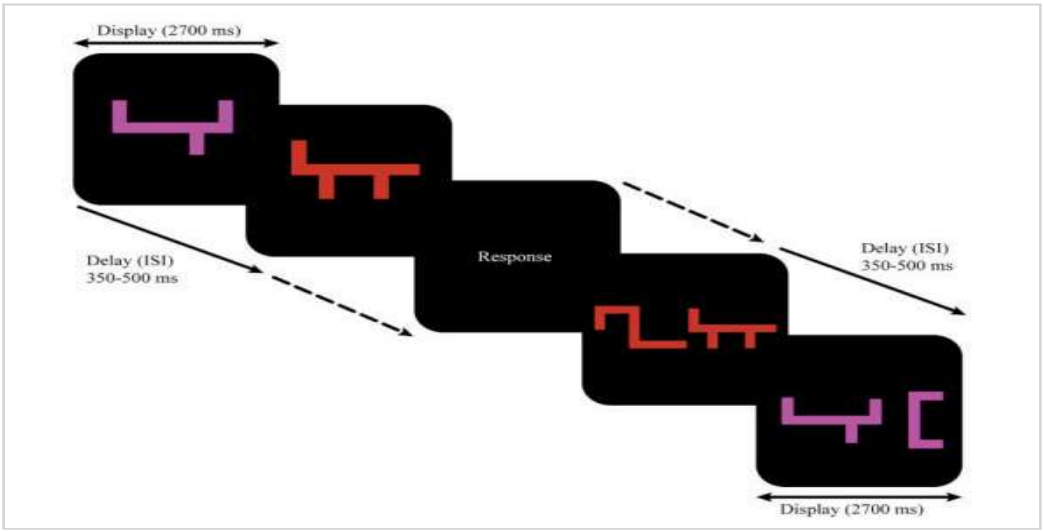
۲-۲-۲. آزمون حافظه تصویری PRM طراحی شده توسط نرم افزار PSYTASK

در طـراحی پروتـکل ثبـت داده‌هـا توسـط نرم‌افـزار PSYTASK، از آزمـون اسـتاندارد تشـخیص بازشـناسی حافظـه تصویـری (PRM) اسـتفاده شـده اسـت. ایـن آزمـون به‌منظـور ارزیـابی الگوهـای حافظـه تصویـری، در دو فـاز رمزگـذاری و بازیـابی اجـرا می‌شـود. در فـاز رمزگـذاری، ۲۴ تصویـر متفاوت به‌صـورت تک‌تک بـرای هـر سـوژه نمایـش داده شـد. ایـن تصاویـر به‌گونـه‌ای طـراحی شـده بودنـد کـه شـرکت‌کنندگان قـادر بـه نسـبت‌دادن برچسـب کلامی بـه آن‌هـا بـرای تمایـز تصویـری نباشـند. از شـرکت‌کنندگان خواسـته شـد کـه تصاویـر را بـه خاطـر بسـپارند. نمایـش تصاویـر بـا ترتیـب تصـادفی روی مانیتـوری کـه روبـه‌روی سـوژه قـرار داشـت، انجـام گرفـت. پـس از پایـان فـاز رمزگـذاری، فاز بازیـابی آغـاز شـد. در این مرحلـه، ۲۴ جفت تصویـر شـامل تصاویـر دیده‌شـده و تصاویـر جدیـد بـه سـوژه‌ها نمایـش داده شـد و آن‌هـا بایـد تصویـری را کـه قـبلاً در فـاز رمزگـذاری مشـاهده کـرده بودنـد، انتخـاب می‌کردنـد

در فـاز رمزگـذاری، مدت‌زمـان نمایـش هـر تصویـر ۲۷۰۰ میلی‌ثانیـه و فاصلـه بیـن دو تصویـر (صفحـه خـالی) بیـن ۳۰۰ تـا ۵۰۰ میلی‌ثانیـه تعییـن شـد. در فـاز بازیـابی نیـز نمایـش هـر جفـت تصویـر به مـدت ۲۷۰۰ میلی‌ثانیـه انجـام گرفـت. در ایـن بـازه، سـوژه فرصـت داشـت تـا تصویـر آشـنا را انتخاب کنـد. فاصلـه زمانی بیـن هـر جفـت تصویـر نیـز مشـابه فـاز رمزگـذاری در نظر گرفتـه شـد. پیش از شـروع آزمـون، دسـتورالعمل اجـرا به‌مـدت یـک ثانیـه بـرای سـوژه‌ها نمایـش داده شـد و بیـن دو فـاز آزمـون، وقفـه‌ای ۵ ثانیـه‌ای در نظـر گرفتـه شـد. شـکل ۱ و جـدول ۱، پروتـکل اجـرای آزمـون PRM را نشـان می‌دهنـد

جدول ۱: زمان‌بندی اجرای آزمون PRM طراحی شده با نرم افزار PSYTASK

Response choices	ISI	Stimulus duration	Number of Trials in each block	Task
Left/Right	350-500 ms	2700 ms Instruction = 9 s Wait time = 5 s	48 stimulus (24presentation + 24response) (1 instruction & 1 response alarm also added)	PRM



شکل ۱- آزمون PRM حافظه تصویری CANTAB طراحی شده توسط نرم افزار PSYTASK

۲-۳. نحوه ثبت سیگنال

در ایـن مرحلـه، پـس از انتخـاب اولیـه از میـان سـوژه‌های داوطلـب، ثبـت سیگنال‌هـای مغـزی بـا اسـتفاده

از سیستم EEG MITSAR ۲۰۲ با ۲۱ کانال، موجود در گروه مهندسی پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی مشهد، انجام شد. ثبت سیگنال‌ها در دو مرحله انجام گرفت؛ نخست پیش از اجرای آزمون حافظه تصویری، در حالت پایه (چشم بسته) و دوم در حین اجرای آزمون حافظه تصویری نرم‌افزار CAN-TAB. برای شروع فرایند ثبت، ابتدا فرم‌های رضایت‌نامه و آمادگی شرکت در آزمون در اختیار داوطلبان قرار گرفت. این فرم‌ها شامل اطلاعاتی در مورد سابقه بیماری‌های مغزی و عصبی، مصرف داروهای آرام‌بخش، وضعیت خواب، وجود درد بدنی، آمادگی روانی، سوابق تحصیلی، سن، شغل و... بودند. پس از اتمام آزمون، پرسش‌نامه‌ای دیگر نیز به داوطلبان ارائه شد که اطلاعاتی درباره روش به‌خاطرسپاری تصاویر و میزان دقت آن‌ها در این فرآیند گردآوری می‌کرد. برای ثبت سیگنال مغزی یک‌بار ثبت EEG تمام‌کاناله در حالت پایه با چشمان بسته و یک‌بار ثبت EEG تمام‌کاناله در حین اجرای آزمون PRM بود

شکل۳- تصویر سوژه در حین ثبت سیگنال

۲-٤. معرفی مشخصات حافظه تصویری

حافظه تصویری به انسان این امکان را می‌دهد که آنچه را در گذشته‌های نزدیک یا دور دیده است، به یاد آورد. این نوع حافظه، نقشی کلیدی در تشخیص، یادآوری و پردازش اطلاعات تصویری ذخیره‌شده در مغز دارد. کاهش میزان توجه، اثری منفی و چشمگیر بر عملکرد حافظه تصویری دارد. حافظه تصویری قادر است هزاران تصویر را با جزئیاتی شگفت‌انگیز ذخیره کند. این حافظه عمدتاً در لوب آهیانه‌ای[1] و لوب پس‌سری[2] مغز انسان قرار دارد. لوب آهیانه‌ای در سمت راست، علاوه بر تشخیص درد، گرما، لمس و احساسات عمقی، مسئول ایجاد بینش فضایی در فرد است. آسیب

1. Parietal lobe.

2. Occipital lobe.

به این بخش، می‌تواند منجر به از دست دادن جهت‌یابی فضایی شده و در عملکرد نیمه چپ بدن اختلال ایجاد کند. همچنین، لوب آهیانه‌ای در سمت چپ، علاوه بر وظایف یادشده، در تکلم نیز نقش دارد. لوب پس‌سری وظیفه اصلی در پردازش بینایی را برعهده دارد. آسیب به این لوب ممکن است باعث نابینایی کامل یا ناقص شود [۱۵]

۲-۵. مراحل حفظ آیات قرآنی

به فرایند ذخیره‌سازی اطلاعات در ذهن، به‌منظور یادآوری در آینده، «حفظ» گفته می‌شود. این اطلاعات می‌توانند صوتی، تصویری، حسی یا ترکیبی از آن‌ها باشند. این فرایند در هر فرد متناسب با نوع حافظه غالب (دیداری، شنیداری یا حرکتی) متفاوت است. حفظ قرآن نیز از این قاعده مستثنا نیست و به‌عنوان یک داده صوتی-تصویری، باید از مسیر خاصی عبور کند. یکی از روش‌های مؤثر حفظ قرآن، روش پنج‌گانه حفظ است که شامل استفاده هم‌زمان از چند نوع حافظه می‌باشد. این مراحل عبارت‌اند از: ۱. گوش‌دادن به صوت ترتیل، ۲. روخوانی و روان‌خوانی آیات، ۳. ترجمه و درک معنا، ۴. جمله‌بندی و تکرار هر آیه، ۵. تکرار آیه حفظ‌شده همراه با ۳ تا ۵ آیه قبلی
در ابتدای حفظ، لازم است شخص با پناه‌بردن به خدا از شر شیطان، ذهن خود را از مشغله‌های روزمره پاک کند. باید نیت خود از حفظ قرآن را «رضای الهی، درک برنامه الهی زندگی، و نیل به سعادت» قرار دهد. همچنین توصیه می‌شود با وضو گرفتن و فرستادن صلوات، ذهن را آماده حفظ آیات کند؛ چراکه اذکار الهی مانند اسامی خداوند، نوعی مانترا[1] هستند. مانترا به کلمه یا گروهی از کلمات گفته می‌شود که ارتعاش صوتی ویژه‌ای دارند و به تغذیه روحی کمک می‌کنند. صداها و نوسانات خاص، می‌توانند موجب تلطیف روح و فعال‌سازی الگوهای انرژی در بدن شوند. اسمای الهی از جمله این کلمات مؤثر هستند و استفاده از آن‌ها پیش از هر فعالیت ذهنی، توصیه می‌شود

۲-۵-۱. اهمیت حافظه تصویری در حفظ قرآن

یکی از مهم‌ترین مسائل در ورود به هر موضوع، آشنایی با روش و شیوه انجام آن است. در حفظ قرآن نیز، آگاهی از روش‌های مختلف حفظ، اهمیت زیادی دارد و نقش بسزایی در سهولت و اثربخشی فرآیند حفظ ایفا می‌کند. در این بخش، دو روش اصلی حفظ قرآن معرفی شده و در نهایت بهترین روش، تحلیل و پیشنهاد می‌شود

۲-۵-۱-۱. معرفی روش‌های حفظ آیات قرآن

الف) روش اول: حافظه تصویری

در این روش، اتکای اصلی فرد بر مشاهده دقیق آیات و صفحات قرآن و تکرار مکرر آن‌ها است. حافظ قرآن با نگاه کردن دقیق به هر صفحه، یک تصویر ذهنی کامل از آن ایجاد کرده و با کمک

1. Mantra.

حافظه تصویری، به ازای هر صفحه از قرآن، تصویری معادل در ذهن خود می‌سازد. در واقع حافظ کل قرآن، شش‌صد و چهار صفحه ذهنی در حافظه خود ذخیره می‌کند. در این روش، حافظ باید دقت زیادی در جایگاه کلمات، نحوه قرارگیری آیات در صفحه (بالا، وسط، پایین) و اینکه آیه در صفحه راست یا چپ قرآن قرار دارد، داشته باشد. بدین ترتیب، با مرور مداوم محفوظات، این تصاویر ذهنی تثبیت شده و بازیابی آن‌ها تسهیل می‌شود. حفظ به روش دیداری به دو صورت انجام می‌گیرد

۱. در روش نخست، فرد کل آیات مورد نظر (مثلاً آیات ۱ تا ۵ سوره بقره) را چندین بار با دقت به جایگاه عبارات و نیت حفظ، پشت سر هم تکرار می‌کند تا کل آن‌ها را به ذهن بسپارد. ۲. در روش دوم، فرد هر آیه را به‌صورت جداگانه حفظ می‌کند. به‌عنوان نمونه، ابتدا آیه اول را با دقت در جایگاه کلمات و ساختار آن چندین بار می‌خواند تا حفظ شود و سپس به سراغ آیه دوم می‌رود. اگر آیه‌ای طولانی باشد، می‌توان آن را به چند بخش تقسیم کرده و هر قسمت را جداگانه حفظ کرد. این روش، یکی از بهترین شیوه‌های حفظ برای عموم افراد است، چراکه اثر دیداری نسبت به شنیداری ماندگارتر است. بین دو صورت یادشده، روش دوم مؤثرتر است زیرا تمرکز و دقت بیشتری دارد و در زمان کوتاه‌تری منجر به حفظ مؤثر می‌شود. اگرچه در این روش تکیه اصلی بر حافظه تصویری است، اما گوش دادن به ترتیل یک یا دو بار پیش از حفظ نیز بسیار مؤثر است

ب) روش دوم: حافظه شنیداری

در این روش، تمرکز اصلی فرد بر گوش دادن دقیق به نوار ترتیل قاریان است. حافظ آن‌قدر فایل صوتی آیات را گوش می‌دهد تا به اطمینان از حفظ کامل برسد. این روش نیز به دو صورت قابل اجراست: ۱. در حالت اول، فرد تمام آیات مورد نظر را چند بار پیوسته گوش می‌دهد ۲. در حالت دوم، آیات به‌صورت مجزا و تک‌به‌تک شنیده و حفظ می‌شوند. مثلاً ابتدا آیه اول گوش داده می‌شود تا حفظ گردد و سپس به سراغ آیه دوم می‌رود و این روند ادامه می‌یابد. نقطه قوت این روش در آشنایی بیشتر فرد با لحن قرآنی و قواعد تجویدی از طریق تکرار صوت قاریان است. نقطه ضعف آن، وابستگی بیش از حد حافظ به آهنگ آیات است؛ به‌طوری که با فراموشی آهنگ، ممکن است آیات نیز فراموش شوند. این روش برای عموم توصیه نمی‌شود، اما برای کودکان، نابینایان، کم‌سوادان یا افرادی که در روان‌خوانی مشکل دارند، بسیار مفید و کارآمد است

مقایسه حافظه تصویری و شنیداری

حدود ۷۰٪ افراد جهان عمدتاً از حافظه تصویری استفاده می‌کنند. برای مثال، ما چهره دوستان قدیمی را به‌خاطر داریم، اما ممکن است نام آن‌ها را فراموش کرده باشیم. یا فیلمی که سال‌ها پیش دیده‌ایم، با تکرار پخش آن، تمام جزئیاتش را به‌خاطر می‌آوریم. این نشانه‌ای از قدرت بالای حافظه تصویری در ثبت و یادآوری است. در مقابل، حافظه شنیداری که تنها ۳۰٪ جمعیت جهان از آن بهره می‌برند، ضعیف‌تر عمل می‌کند. معمولاً اطلاعات شنیداری تنها چند ساعت در ذهن باقی می‌مانند. اسامی،

مکالمات و اطلاعات گفتاری، به‌سرعت فراموش می‌شوند؛ به‌ویژه اگر تقویت یا تکرار نشوند

ج) روش تلفیقی

با ترکیب دو روش فوق، روش سومی به‌نام روش تلفیقی پیشنهاد می‌شود که شامل مراحل زیر است:

۱. آشنایی با ترجمه و مفهوم آیات: بهتر است پیش از شروع حفظ، از یک ترجمه روان و قابل‌فهم استفاده شود. درک معنا تأثیر زیادی بر تثبیت آیات دارد

۲. گوش دادن به نوار ترتیل: یک یا دو بار شنیدن آیات، به درک دقیق‌تر واژگان و عبارات کمک می‌کند و نقش اصلاح‌کننده تلفظ را دارد

۳. استفاده از روش دیداری به‌صورت آیه‌به‌آیه: پس از درک معنا و شنیدن ترتیل، حفظ به روش دیداری و به‌صورت مرحله‌ای انجام می‌گیرد. هر آیه با دقت در جایگاه و ساختار آن حفظ می‌شود. پس از حفظ یک آیه، آیه بعدی نیز به همین روش حفظ شده و در ادامه، آیات با یکدیگر مرور می‌شوند.

با بررسی روش‌های فوق، می‌توان گفت بهترین روش حفظ قرآن، ترکیبی از حافظه تصویری و شنیداری است. این روش ضمن بهره‌گیری از مزایای هر دو شیوه، ضعف‌های آن‌ها را نیز پوشش می‌دهد. با این حال، محوریت در حفظ باید بر حافظه تصویری باشد و حافظه شنیداری به‌عنوان مکمل عمل کند

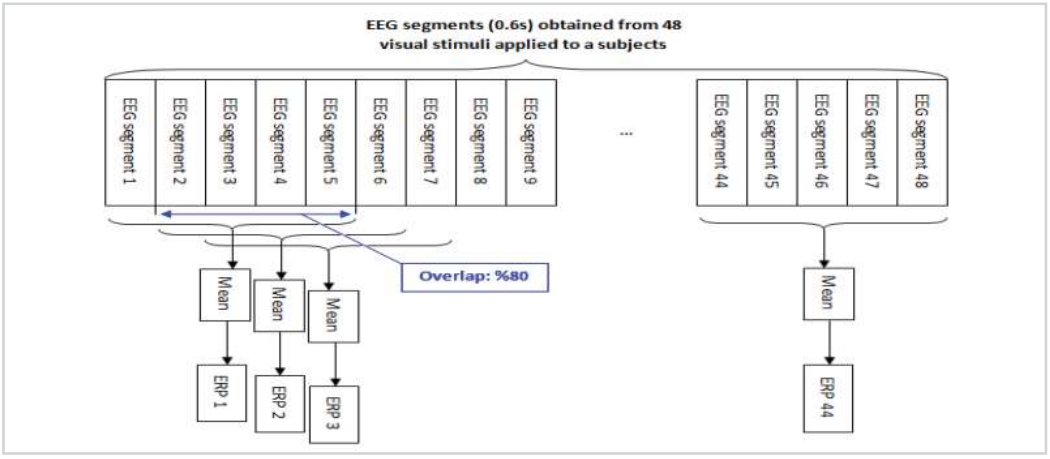
۲-۶. پیش پردازش داده ها:

برای جمع‌آوری داده‌های EEG، از دستگاه ثبت MITSAR-202 به همراه نرم‌افزار مدیریت اطلاعات WINE EEG استفاده شد. ثبت سیگنال‌ها طبق استاندارد سیستم بین‌المللی ۱۰-۲۰ با استفاده از ۲۱ کانال انجام گرفت. دو الکترود Ag/AgCl به لاله‌های گوش متصل شده و میانگین آن‌ها به‌عنوان مرجع در نظر گرفته شد. امپدانس در تمام کانال‌ها کمتر از ۵ کیلو اهم حفظ شد. فرکانس نمونه‌برداری دستگاه ۲۵۰ هرتز و مبدل D/A آن ۲۴ بیت بود. فیلتر میان‌گذر در بازه DC تا ۷۰ هرتز تنظیم شد. در مرحله پیش‌پردازش، برای حذف نویزهای ناشی از برق شهر و فرکانس‌های بالا، از فیلتر الپتیک مرتبه پنجم با بازه فرکانس قطع ۰.۱ تا ۱۰ هرتز روی سیگنال‌های EEG ثبت‌شده از ۱۹ کانال استفاده گردید

۲-۷. استخراج سیگنال ERP از داده‌های مغزی ثبت‌شده در حین اجرای آزمون PRM طراحی‌شده با نرم‌افزار PSYTASK

در این پژوهش، برای هر یک از گروه‌های حافظین و غیر حافظین قرآن، آزمون PRM دو بار اجرا شد. در هر بار اجرای این آزمون، در فاز بازیابی، تعداد ۲۴ تحریک تصویری ارائه گردید و در مجموع، برای هر گروه، ۴۸ قطعه سیگنال پس‌زمینه مغزی ثبت شد. سپس از هر پنج سگمنت

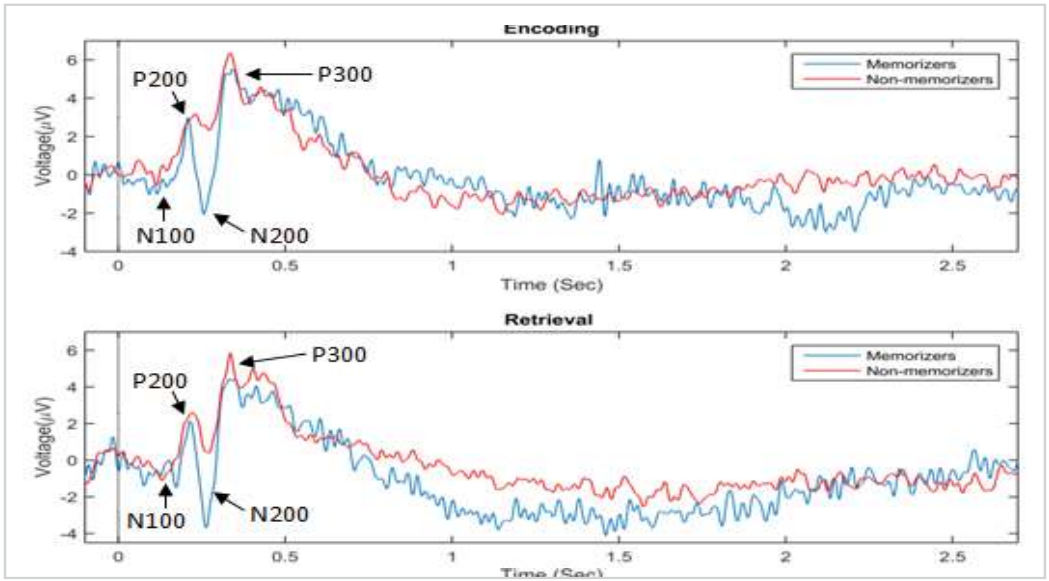
سیگنال پس‌زمینه، با هم‌پوشانی ۸۰ درصد و با استفاده از روش میانگین‌گیری هم‌زمان، یک سیگنال ERP استخراج شد. با توجه به تعداد شرکت‌کنندگان، در هر گروه تعداد ۶۶۰ سیگنال ERP در فاز بازیابی تولید گردید. همچنین برای مقایسه دقیق‌تر سیگنال‌های ERP با یافته‌های پژوهش‌های پیشین، میانگین کل[1] سیگنال‌های ERP استخراج‌شده در دو فاز رمزگذاری و بازیابی برای گروه‌های حافظین و غیر حافظین محاسبه شد. در شکل ۴، برای نمونه، سیگنال‌های ERP ثبت‌شده از کانال O1 در دو فاز رمزگذاری و بازیابی برای هر دو گروه رسم شده است. همان‌گونه که در نمودار مشاهده می‌شود، دامنه ERP در بازه زمانی ۱۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌ثانیه در فاز رمزگذاری بیشتر از فاز بازیابی بوده است. مؤلفه P۳۰۰ در ERP گروه حافظین نسبت به گروه غیر حافظین با تاخیر زمانی بیشتری همراه بوده است. همچنین دامنه و زمان رخداد مؤلفه N200 نیز در هر دو فاز رمزگذاری و بازیابی اختلاف قابل‌توجهی داشته است. این اختلاف می‌تواند ناشی از عواملی مانند طبقه‌بندی محرک، جنبه‌های پردازش شناختی، و افتراق محرک‌های دیداری باشد. تاخیر مشاهده‌شده در مؤلفه P300 در گروه حافظین می‌تواند بیانگر دقت بالاتر این گروه در انتخاب پاسخ صحیح باشد. این امر باعث افزایش زمان واکنش، افزایش درصد پاسخ‌های صحیح و در نهایت تاخیر در مؤلفه P300 شده است



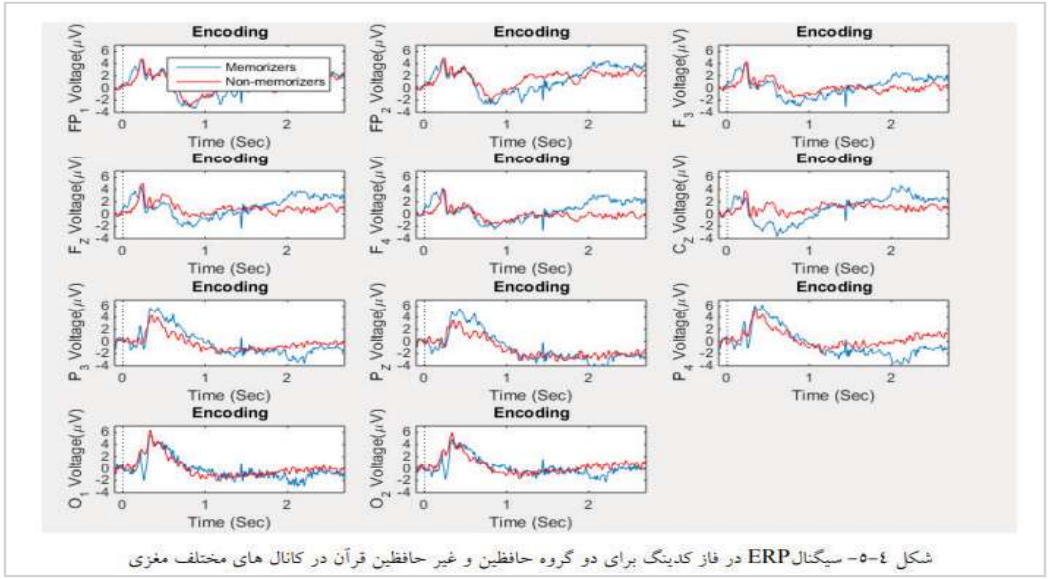
شکل ٤- فرآیند محاسبه سیگنال‌های ERP

همچنین در شکل ۵ و ۶ نمودار سیگنال‌های ERP جداگانه، در دو فاز کدینگ و بازیابی برای دو گروه حافظان و غیر حافظان برای کانال‌های مختلف مغزی رسم شده است، با توجه به نتایج به وضوح می‌توان اختلاف معنادار مؤلفه‌های N200 و P300 را از لحاظ دامنه و زمان رخ داد در کانال‌های نواحی اکسی پیتال، فرونتال و پریتال مغزی مشاهده نمود

1. Grand Averaging.

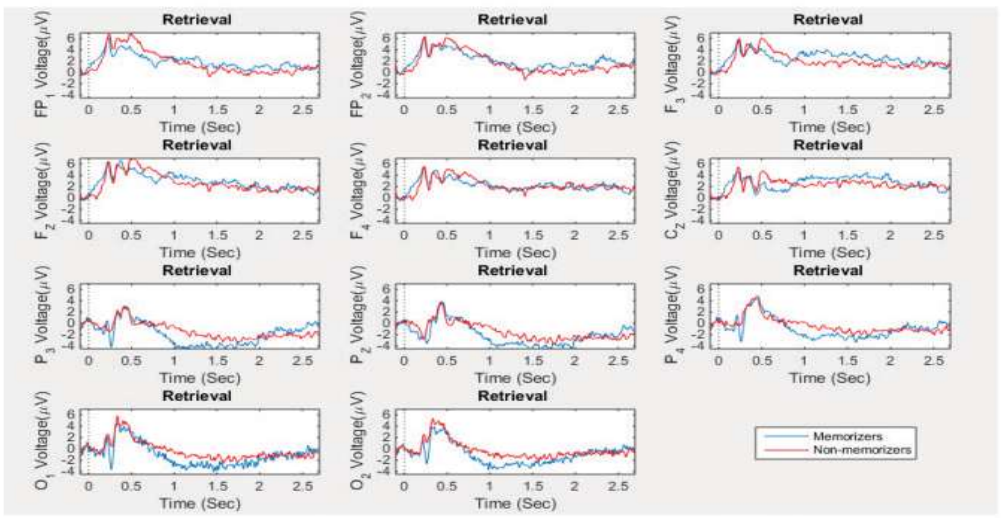


شکل ٤-نمونه ERP محاسبه شده از کانال O1 مغزی در دو فاز کدگذاری و بازیابی برای دو گروه حافظین و غیر حافظین قرآن



شکل ٤-٥- سیگنال ERP در فاز کدینگ برای دو گروه حافظین و غیر حافظین قرآن در کانال های مختلف مغزی

شکل٥-سیگنال ERP در فاز کدینگ برای دو گروه حافظین و غیر حافظین قرآن در کانال‌های مختلف مغزی



شکل ٤-٦- سیگنال ERP در فاز بازیابی برای دو گروه حافظین و غیر حافظین قرآن در کانال های مختلف مغزی

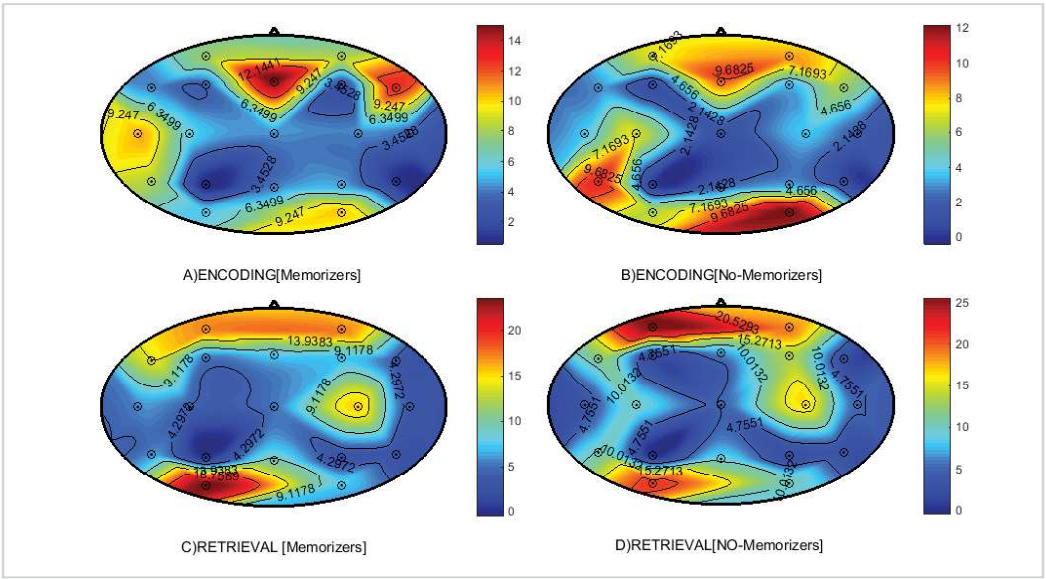
شکل ٦-سیگنال ERP در فاز بازیابی برای دو گروه حافظین و غیر حافظین قرآن در کانال‌های مختلف مغزی

۲-۷. انتخاب کانال‌های بهینه توسط نقشه انرژی سیگنال ERP

در این بخش، ابتدا انرژی سیگنال‌های ERP استخراج‌شده در دو فاز رمزگذاری و بازیابی در گروه حافظین و غیر حافظین در ۱۹ کانال مختلف محاسبه شد. سپس نقشه انرژی محاسبه‌شده برای سیگنال‌های ERP در بازه زمانی ۱۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌ثانیه مطابق شکل شماره ۴-۳ رسم گردید.

طبق این شکل، افزایش قابل توجه انرژی در سه ناحیه فرونتال، پاریتال و اکسی پیتال مغزی نسبت به سایر نواحی مشاهده می‌شود. از طرفی، با توجه به اینکه حافظین قرآن از حافظه تصویری برای حفظ آیات استفاده می‌کنند که موجب فعال شدن بیشتر نواحی فرونتال، اکسی پیتال و پریتال مغزی می‌گردد، و همچنین بر اساس مقاله فان و همکارانش در سال ۲۰۰۱ که نواحی شامل پریتال، فرونتال و اکسی پیتال را مرتبط با شبکه توجهی معرفی کرده‌اند، ۹ کانال O1، P4، PZ، P3، CZ، F4، F3، FZ و O2 به عنوان کانال‌های مناسب برای ادامه پردازش‌های مربوطه انتخاب شدند.

بر اساس نقشه‌های مذکور، گروه حافظین در هر دو فاز کدگذاری و بازیابی در دو کانال FP1 و FP2 نیز کاهش انرژی را نشان داد که این موضوع نمایانگر تمرکز بالاتر حافظین نسبت به غیر حافظین در کنترل حرکات غیرارادی ناشی از EOG در حین ثبت سیگنال EEG است



شکل۷- نمودار مپ انرژی در بازه زمانی ۵۰۰-۱۰۰ میلی ثانیه A)گروه حافظین در حالت کدگذاری B) گروه غیر حافظین در حالت کدگذاری C) گروه حافظین در حالت بازیابی D) گروه غیر حافظین در حالت بازیابی

۲-۸. استخراج ویژگی از سیگنال ERP

برای استخراج ویژگی‌های مختلف از پتانسیل‌های وابسته به رخداد مغزی استخراج شده از ۹ کانال منتخب، از روش ویولت استفاده شد. به این صورت که ابتدا ضرایب ویولت بر اساس ویولت B-Spline محاسبه گردید. سپس با توجه به فرکانس نمونه‌برداری ۲۵۰ هرتز، تعداد سطوح تجزیه ۵ سطح در نظر گرفته شد که منطبق بر باندهای فرکانسی استاندارد سیگنال‌های مغزی است. فرکانس‌های سطوح D1 تا D5 به ترتیب برابر با ۴ تا ۸، ۸ تا ۱۶، ۱۶ تا ۳۲، ۳۲ تا ۶۴، ۶۴ تا ۱۲۸ هرتز و سطح A5 با فرکانس ۰ تا ۴ هرتز به دست آمد. البته ضرایب مربوط به سطح D1 به دلیل دارا بودن فرکانس‌های بسیار بالا چندان اطلاعات مفیدی از سیگنال نداشتند، از این رو در تحلیل‌های بعدی لحاظ نشدند. به منظور کاهش بعد، زیر باندهای استخراج شده از قطعات ERP بر اساس ویژگی‌های آماری زیر مورد استفاده قرار گرفتند

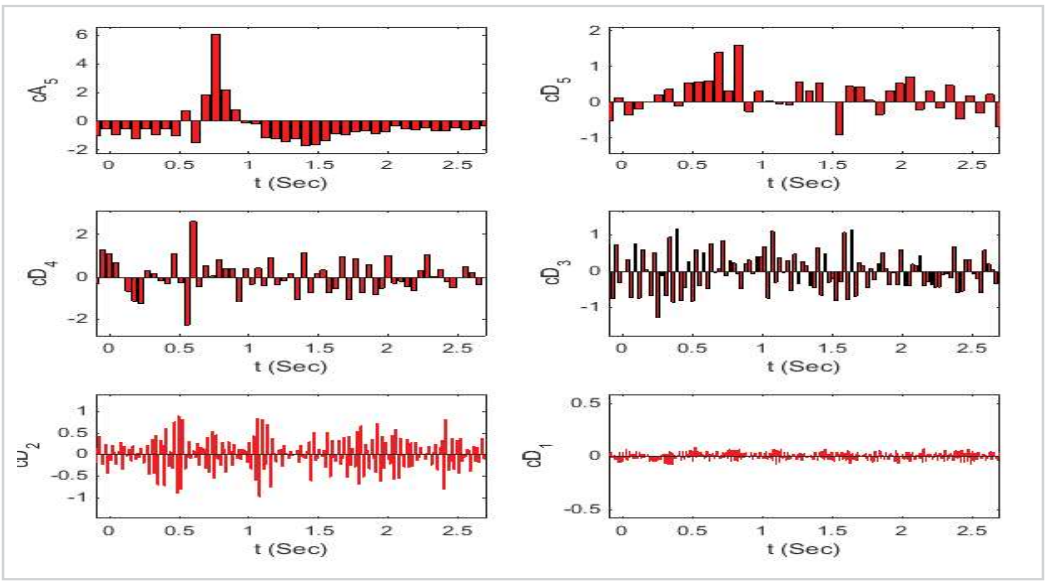
۱. انرژی ضرایب ویولت در هر زیر باند، ۲. توان ضرایب ویولت در هر زیر باند و ۳. آنتروپی ضرایب در هر زیر باند

شکل ۸ به صورت نمونه ضرایب زیرباندهای ویولت را برای سیگنال ERP به دست آمده از

تمامی قطعات EEG در دو کلاس برای فازهای رمزگذاری و بازیابی در کانال O1 نشان می‌دهد. این ویژگی‌ها برای همه زیر باندهای ویولت گسسته D1 تا D5 و A5 در ۹ کانال منتخب بخش قبل محاسبه شدند. در نهایت، پس از استخراج ویژگی‌ها، مقادیر استخراج شده را با توجه به مینیمم و ماکزیمم ویژگی‌ها در مجموعه آموزش، با استفاده از فرمول زیر نرمال کردیم

$$F_{Normalize} = \frac{F_{Rave} - F_{Min}}{F_{Max} - F_{mIN}}$$

(۴-۱-)که FMin و FMax به ترتیب مقدار بیشینه و کمینه ویژگی در مجموعه آموزش می باشند[۱۶،۱۷].



شکل۸- ضرایب زیرباندهای ویولت را برای سیگنال ERP بدست آمده از تمامی قطعات EEG در دو کلاس برای فازهای رمزگذاری و بازیابی در کانال O1

۳. نتایج

۳-۱. انتخاب ویژگی کانال‌های مناسب

جدول ۲ نتایج آزمون T-Test برای تفکیک داده‌های ERP حافظین و غیر حافظین قرآن با

استفاده از شش ویژگی استخراج شده در ۱۹ کانال را نشان می‌دهد. این نتایج گویای این موضوع است که در اکثر ویژگی‌ها، کانال‌های مربوط به نواحی فرونتال، پریتال و اکسی پیتال، که درگیر شبکه توجهی و حافظه تصویری هستند، در دو گروه حافظین و غیر حافظین دارای اختلاف معناداری می‌باشند.

ویژگی‌های توان، توان مؤلفه‌های فرکانس پایین و نسبت توان مؤلفه‌های فرکانس پایین به بالا در گروه حافظین قرآن نیز مقادیر بزرگ‌تری داشته است که این افزایش توان و توان مؤلفه‌های باند فرکانس پایین یعنی دلتا و تتا، در واقع نشان‌دهنده صبر، تمرکز و آرامش بیشتر حافظان نسبت به غیر حافظان قرآن می‌باشد. نتیجه این افزایش نیز کاهش در توان باندهای فرکانس بالا بوده است که توزیع ویژگی PH نیز این موضوع را نشان می‌دهد.

Feature	Channel									
	Fp1	Fp2	F7	F3	FZ	F4	F8	T3	C3	CZ
Variance	0.027904	2.14E-07	0.00719	0.266718	0.000853	0.246616	1.29E-10	0.055862	0.369976	0.286621
Entropy	0.019415	0.001706	0.374379	0.09066	0.248752	0.390027	0.385644	0.01219	0.057015	0.002629
PL	0.395418	0.000109	4.62E-09	0.381451	0.106494	0.396748	9.77E-14	3.97E-05	0.041582	0.036101
PH	4.41E-12	0.032328	0.210158	1.15E-19	1.31E-27	4E-19	0.241176	4.07E-05	2.56E-14	1.33E-31
PL/PH	0.009463	2.15E-05	2.6E-07	4.64E-05	1.21E-08	0.003396	4.2E-10	0.017868	4.25E-06	2.1E-06
PT/PB	0.340704	0.213858	0.09644	0.237696	0.015332	0.327018	0.005035	0.198908	0.143552	0.202081
Feature	**Channel**									
	C4	T4	T5	P3	PZ	P4	T6	O1	O2	
Variance	0.395446	0.340956	0.053299	0.392826	0.385637	0.090345	0.016139	0.153481	0.098135	
Entropy	0.38793	0.388446	0.027157	0.23213	0.000794	0.354989	0.017275	0.00028	0.381192	
PL	0.344572	0.002224	0.004269	0.147615	0.13015	0.134401	0.354502	0.00068	0.040406	
PH	7.14E-15	2.39E-14	0.000112	2.19E-26	1.33E-33	1.06E-27	1.44E-22	0.392173	4.77E-09	
PL/PH	7.25E-05	1.8E-15	0.003849	1.61E-06	1.34E-15	3.67E-11	7.42E-13	0.000104	0.003047	
PT/PB	0.099393	8.47E-05	0.001494	0.377703	0.193119	0.384936	2.19E-05	0.009941	0.321392	

$PL - Power_{low}$; $PH - Power_{high}$; $PT - Power_{theta}$; $PB - Power_{beta}$

جدول ۲-نتایج آزمون T-Test برای تفکیک داده‌های ERP حافظین و غیرحافظین قرآن با استفاده از شش ویژگی استخراج شده از ۱۹ کانال

۳-۲. تحلیل نتایج آماری به دست آمده از خروجی آزمون‌های حافظه تصویری نرم‌افزار

نتایج به دست آمده از خروجی آزمون‌های حافظه تصویری نرم‌افزار CANTAB نشان‌دهنده تأخیر بیشتر پاسخ‌دهی حافظین در فاز بازیابی در حین اجرای آزمون و نیز درصد بالاتر انتخاب پاسخ‌های صحیح این گروه نسبت به غیر حافظین می‌باشد.

این نتایج گواه بر این مسأله است که افراد حافظ سعی نموده‌اند با دقت بالاتری تصویر درست را تشخیص دهند. بنابراین، این مسأله باعث تأخیر زمان پاسخ‌دهی و افزایش درصد پاسخ‌های درست شده است. از طرفی با توجه به مقدار P-VALUE کمتر از ۰٫۰۵ به وضوح می‌توان اختلاف معنادار نتایج این آزمون‌ها را بین این دو گروه مشاهده نمود

آزمون t-test

Group		Memorizers	Non-memorizers	p-value (t-test)
Error average (Incorrect responses)		11.6394	18.3694	
RT	Average (ms)	1370.75	1300.92	$*3.7\times10^{-17}$
	Variance (ms)	111.06	126.89	
IQ	Average	87.23	86.47	0.32
	Variance	11.73	8.18	
Age	Average	24.7	23.07	0.13
	Variance	12.6	4.64	

جدول ۳- نتایج خروجی آزمون PRM در دو گروه حافظین و غیر حافظین بر اساس نتایج نرم افزار wine EEG و تجزیه تحلیل آزمون T-Test

۳-۳. بررسی نتایج ناشی از متوسط‌گیری و استخراج سیگنال ERP در فاز بازیابی در دو گروه حافظین و غیر حافظین

به منظور مقایسه سیگنال‌های ثبت شده با تحقیقات قبلی، میانگین تمام ERP های متوسط‌گیری شده (Grand Averaging) در دو فاز رمزگذاری و بازیابی برای دو گروه حافظین و غیر حافظین محاسبه شد. بر اساس نتایج به دست آمده در فصل قبل، دامنه ERP در بازه زمانی ۵۰۰-۱۰۰ میلی‌ثانیه در فاز کدگذاری نسبت به فاز بازیابی بیشتر بوده است. مؤلفه P300 در ERP های ظاهر شده در گروه حافظین نسبت به گروه غیر حافظین با تأخیر زمانی بیشتری نیز همراه بوده است. دامنه و زمان رخداد مؤلفه N200 نیز در هر دو فاز کدگذاری و بازیابی اختلاف قابل توجهی داشته است که احتمالاً تحت تأثیر عواملی از قبیل طبقه‌بندی محرک، جنبه‌های پردازش شناختی شناسایی و افتراق محرک در تحریک تصویری است. همچنین با توجه به نتایج به دست آمده در بخش قبل که نشان‌دهنده تأخیر بیشتر پاسخ‌دهی حافظین در فاز بازیابی در حین اجرای آزمون PRM و نیز درصد بالاتر انتخاب پاسخ‌های صحیح این گروه نسبت به غیر حافظین می‌باشد، تأخیر مشاهده شده در زمان رخداد مؤلفه P300 در گروه حافظان نیز گواه بر این مسأله است که افراد حافظ سعی نموده‌اند با دقت بالاتری تصویر درست را تشخیص دهند. بنابراین، این مسأله باعث تأخیر زمان پاسخ‌دهی، افزایش درصد پاسخ‌های درست و تأخیر مؤلفه P300 شده است

۴-۳. بررسی نتایج انتخاب ویژگی کانال‌های مناسب از داده‌های ERP

بر اساس تحلیل‌های انجام شده در جدول شماره ۲، به مقایسه مقدار ویژگی کانال‌های انتخاب شده

بر اساس مقادیر P-VALUE بین دو گروه حافظین و غیر حافظین می‌پردازیم؛ اولاً: تمامی ۶ ویژگی انتخاب شده در دو گروه حافظین و غیر حافظین مربوط به نواحی فرونتال، پریتال و اکسی پیتال درگیر در شبکه توجهی و حافظه تصویری می‌باشند. ثانیاً: با توجه به بالاتر بودن مقدار متوسط توان در حافظان، بالاتر بودن توان مؤلفه‌های فرکانس پایین در حافظان، پایین‌تر بودن توان مؤلفه‌های فرکانس بالا در غیر حافظان و بالاتر بودن نسبت توان مؤلفه‌های فرکانس پایین به بالا در حافظان و افزایش زمان Reaction Time حافظان در پاسخ‌دهی، می‌توان به این مسأله اشاره نمود که حافظان قرآن با صبر و تمرکز بیشتری به آزمون‌ها پاسخ داده و این مسأله باعث افزایش زمان Reaction Time و بهبود درصد پاسخ‌های صحیح در این گروه شده است. در صورتی که غیر حافظین با سرعت بالاتری به آزمون‌ها پاسخ داده‌اند که این مسأله باعث کاهش زمان Reaction Time و کاهش درصد پاسخ صحیح در انتخاب تصاویر درست شده است

بخش قابل توجهی از تحقیقات بر روی اثر حفظ و گوش دادن به قرآن افزایش دامنه مؤلفه آلفای مغز و همچنین میزان آرامش در افراد مختلف را گزارش کرده‌اند که این مسأله معمولاً منجر به افزایش تأخیر در انتخاب تصویر مناسب در فاز بازیابی حافظه تصویری می‌شود، که نتیجه آن تأخیر در زمان رخداد مؤلفه P300 سیگنال ERP است. بنابراین این تغییرات نه‌تنها تأثیر حفظ قرآن بر روی زمان واکنش و دامنه موج P۳۰۰ را تأیید می‌کند، بلکه همچنین نشان‌دهنده رابطه مثبت بین زمان واکنش و تأخیر زمانی در رخداد مؤلفه P300 است. همچنین در تحقیق صورت گرفته توسط Ramchurn و همکارانش در سال ۲۰۱۴ همبستگی مثبت بین زمان رخداد مؤلفه P300 سیگنال ERP که منعکس‌کننده زمان ارزیابی محرک و زمان عکس‌العمل است به عنوان معیاری از زمان پردازش گزارش شده است [۱۸]. از طرفی دیگر، در این تحقیق وابستگی زمان رخداد و دامنه مؤلفه P۳۰۰ با سرعت پاسخ‌دهی سوژه در انتخاب محرک هدف گزارش شده است که نشان‌دهنده افزایش زمان رخداد مؤلفه P300 با افزایش تأخیر زمانی در انتخاب تحریک هدف در حین اجرای آزمون تصویری می‌باشد. جالب توجه است که در تحقیق ما نیز مشابه تحقیقات قبلی نتایج نشان داده که مؤلفه P300 در ERP های ظاهر شده در گروه حافظین نسبت به گروه غیر حافظین با تأخیر زمانی بیشتری همراه بوده است

دامنه و زمان رخداد مؤلفه N200 نیز در هر دو فاز کدگذاری و بازیابی اختلاف قابل توجهی داشته است که احتمالاً تحت تأثیر عواملی از قبیل طبقه‌بندی محرک، جنبه‌های پردازش شناختی شناسایی و افتراق محرک در تحریک تصویری می‌باشد. دامنه این مؤلفه در سیگنال‌های ERP استخراج شده از حافظین بیشتر از غیر حافظین است. بنابراین، از آنجا که دامنه و زمان وقوع موج N200 به شبکه‌های درگیر در محرک‌های تشخیصی بستگی دارد، چنین تغییراتی در مورفولوژی موج N200 نشان می‌دهد که حفظ قرآن بر شبکه‌هایی که درگیر محرک‌های تشخیص هستند تأثیر می‌گذارد که نتیجه آن منجر به آرامش بیشتر در پاسخ به محرک‌ها و در واقع زمان واکنش کندتر است. با توجه به نتایج گزارش شده در جدول خروجی آماری نرم‌افزار CANTAB که نشان‌دهنده تأخیر بیشتر پاسخ‌دهی

حافظین در فاز بازیابی در حین اجرای آزمون PRM و نیز درصد بالاتر انتخاب پاسخ‌های صحیح این گروه نسبت به غیر حافظین است، تأخیر مشاهده شده در زمان رخداد مؤلفه P300 در گروه حافظان نیز گواه بر این مسأله است که افراد حافظ سعی نموده‌اند با دقت بالاتری تصویر درست را تشخیص دهند. بنابراین، این مسأله باعث تأخیر زمان پاسخ‌دهی، افزایش درصد پاسخ‌های درست و تأخیر مؤلفه P300 شده است

٤. نتیجه‌گیری

در تمامی نتایج به دست آمده از خروجی آزمون‌های حافظه تصویری در دو گروه حافظین و غیر حافظین، به وضوح می‌توان افزایش زمان RT و افزایش درصد پاسخ‌های صحیح را در گروه حافظین مشاهده نمود که این مسأله نشان‌دهنده صبر و تمرکز بیشتر این گروه و تأخیر در عکس‌العمل هنگام انتخاب پاسخ‌های صحیح است. با توجه به اینکه در پژوهش‌های قبلی صورت گرفته موج N200 مرتبط با پردازش‌های تشخیصی و ادراکی سطح بالا معرفی شده است، بنابراین افزایش و تفاوت قابل توجه دامنه این مؤلفه در گروه حافظین نسبت به غیر حافظین نشان‌دهنده این تفاوت در پردازش ادراکی سطح بالا بین این دو گروه است. با توجه به نتایج به دست آمده، تأخیر در زمان رخداد مؤلفه P300 متناسب با افزایش زمان RT حافظین در پاسخ‌دهی به انتخاب تصاویر صحیح است، زیرا زمان پردازش‌های شبکه افزایش یافته است. مشاهده افزایش قابل توجه انرژی در سه ناحیه فرونتال، پریتال و اکسی‌پیتال در نقشه مغزی ترسیم شده نسبت به نواحی دیگر در گروه حافظان مرتبط با حافظه تصویری این گروه در حفظ قرآن است که بر اساس مقاله فان و همکارانش در سال ۲۰۱۱ این نواحی مرتبط با شبکه توجهی می‌باشد [۲۰]

نتایج به دست آمده از انتخاب ویژگی‌های بهینه در فاز بازیابی حافظه تصویری از داده‌های ERP در کانال‌های مختلف، نشان‌دهنده انتخاب ویژگی‌های توان و مرتبط با آرامش و حافظه تصویری در کانال‌های α، β، γ و انرژی ضرایب ویولت در زیر باندهای درگیر شبکه توجهی و حافظه تصویری است. افزایش توان مؤلفه‌های فرکانس پایین، نسبت توان مؤلفه‌های فرکانس پایین به بالا و نسبت توان باند تتا به بتا در بین ویژگی‌های استخراج شده از داده‌های ERP گروه حافظین نسبت به غیر حافظین در فاز بازیابی حافظه تصویری، نشان‌دهنده افزایش آرامش، صبر، تمرکز و توجه در حین پاسخ‌دهی، بالارفتن درصد پاسخ‌های صحیح و افزایش زمان RT در این گروه است. با توجه به اینکه در پژوهش‌های قبلی صورت گرفته موج N200 مرتبط با پردازش‌های تشخیصی و ادراکی سطح بالا معرفی شده است، بنابراین افزایش و تفاوت قابل توجه دامنه این مؤلفه در گروه حافظین نسبت به غیر حافظین نشان‌دهنده این تفاوت در پردازش ادراکی سطح بالا بین این دو گروه می‌باشد. با توجه به نتایج به دست آمده، تأخیر در زمان رخداد مؤلفه P300 متناسب با افزایش زمان RT حافظین در پاسخ‌دهی به انتخاب تصاویر صحیح می‌باشد، زیرا زمان پردازش‌های شبکه افزایش یافته است

یکی از محدودیت‌های موجود در این پژوهش تعداد کم جامعه آماری است که این موضوع سبب

کاهش صحت طبقه‌بندی حافظان از غیر حافظان می‌شود، هر چند که تغییرات ایجاد شده در ERP به طور متوسط در حافظان و غیر حافظان وجود دارد. در این رابطه بعضی از تحقیقات نشان داده‌اند که کاهش جامعه آماری منجر به کاهش صحت طبقه‌بند می‌گردد. بنابراین ارزیابی ERP سیگنال‌های حافظان با استفاده از پایگاه داده با حجم بزرگ‌تر می‌تواند یکی از نقاط شروع جذاب و جالب برای مطالعات آینده باشد. از طرفی با توجه به نتایج به دست آمده به وضوح می‌توان مطابقت نتایج تحلیل سیگنال‌های ERP ثبت شده را با نتایج تحلیل آماری آزمون PRM مشاهده نمود. مطالعه جامع‌تر موضوعاتی مانند تأثیرات حفظ قرآن بر پویایی امواج مغزی، ارزیابی روابط بین بخش‌های مختلف سیستم عصبی در طول حفظ قرآن و بهبود حافظه بصری افراد عادی با استفاده از بازخورد عصبی بر اساس حفظ قرآن می‌تواند نقطه شروع دیگری برای مطالعات بعدی باشد که خروجی آن نیز ارائه راه‌حل‌های مناسب برای تقویت حافظه بصری افراد در هنگام حفظ متون طولانی است علاوه بر این، از آنجا که افراد در این مطالعه مرد و راست‌دست بودند، این عوامل محدودیت‌های دیگری هستند که نیاز به مطالعه جامع‌تری برای ارزیابی تأثیرات حفظ قرآن بر زنان و افراد چپ‌دست دارد. بنابراین، ارزیابی سیگنال‌های ERP در حافظان با استفاده از یک پایگاه داده بزرگ‌تر می‌تواند نقطه شروع جدیدی برای مطالعات آینده باشد. توجه به نتایج گزارش شده در این تحقیق و تحقیقات قبلی صورت گرفته، با بررسی جامع‌تر و دقیق‌تر اثرات و نحوه حفظ قرآن بر روی دینامیک امواج مغزی، ارتباطات بین بخش‌های مختلف مغزی در حین حفظ قرآن و بهبود حافظه تصویری افراد معمولی به کمک روش‌های مبتنی بر نوروفیدبک می‌تواند نقطه شروع دیگری برای کارهای آینده باشد که خروجی آن ارائه راهکارهای مناسب برای تقویت حافظه تصویری افراد معمولی در هنگام حفظ متون طولانی است. همچنین بر اساس نتایج به دست آمده از بررسی تفاوت‌های مشاهده شده در مؤلفه‌های سیگنال ERP دو گروه حافظان و غیر حافظان در پاسخ به محرک‌های تصویری می‌توان جهت کاربردهای درمانی و در بحث استعدادیابی از این نتایج استفاده نمود. همچنین مطالعه ارتباط بین مغزی از طریق گراف‌های مبتنی بر شبکه‌های خوشه‌ای می‌تواند نقطه شروع دیگری برای کارهای آینده باشد و خروجی آن می‌تواند راه‌حل‌های مناسبی برای تقویت حافظه بصری افراد عادی در طول حفظ متون طولانی ارائه دهد

فهرست منابع

[1] A.Hojjati, M.DavodAbadi Farehani, and N.Sobhi-Gharamaleki, Effectiveness of Quran Tune on memory in children, Procedia - Social and Behavioral Sciences. 114 (2014) 283-286.

[2] N. A.Zulkurnaini, Z. H, Murat and R. Mohd Isa, The Comparison between Listening to Al-Quran and listening to Classical Music on the Brainwave Signal for the Alpha Band, Third International Conference on Intelligent Systems Modelling and Simulation. (2012) 181-186.

[3]N. Fazrena, N.Humaimi, Nor.Zakariab,Modeling brain activities during reading working

memory task: Comparison between reciting Quran and reading book,Social and Behavioral Sciences,(2013),83-89.

[4] S.AbdRahman, N.AbdWarif, Memorizing QuranAnd EEGBrain Wave Patterns,Turkish Journal of Physiotherapy and Rehabilitation.32 (2019) 4770-4778.

[5]MahsaVaghefi,Ali MotieNasrabadi,Seyed MohammadReza HashemiGolpayegani,Mohammad RezaMohammadi,ShahriarGharibzadeh,Nonlinear Analysis of Electroencephalogram Signals while Listening to the Holy Quran, Journal of Medical Signals & Sensors,(9)2019.

[6] M.Mahjoob, J.Nejati, A.Hosseini, and N. M.Bakhshani, The effect of Holy Quran voice on mental health, J Relig Health. 55(1) (2016) 38-42.

[7] Maruf, I. J., Suminah, O. H. and Sulaeman, E. S., The Effect of Memorizing the Al Quran on Quality of Life is Stroke Patients With Aphasia Motoric Disorders. Global Journal of Health Science. 11(2019) 29-46.

[8] N.Saquib, A.Alhadlag, M. A.Albakour, B.Aljumah, M.Sughayyir, Z.Alhomidan, M. Alminderej, A. M.Al-Dhlawiy, and A.Al-Mazrou, Health benefits of Quran memorization for older men, Journals sagepub. (2017) 1-7.

[9] Tumira. M.A., Saat, R. M., Yusoff, M. Y., Abdul Rahman, N. and Adli, D. S, Addressing sleep disorder of autistic children with Qur›anic sound therapy, Biomedical and Life Sciences. (2013)73-79.

[10] H.Babamohamadi, H.Koenig, the Effect of Holy Qur›an Recitation on Anxiety in Hemodialysis Patients: A Randomized Clinical Trial, Springer Science and Business Media New York. (2015) 1-10.

[11]B.Friha, A. Bouzguendac, H.Jaafard, S. A.Alkandarif, Z. B.Salahg, B.Sash, M.Hammamia, and A.Frihi, Effects of listening to Holy Qur›an recitation and physical training on dialysis efficacy, functional capacity, and psychosocial out comes in elderly patients undergoing haemodialysis, Libyan Journal of Medicine. (2017) 1-7.

[12] Jensen, O., Gelfand, J., Kounios, J., Lisman, J. E, Oscillations in the alpha band (9-12 Hz) increase with memory load during retention in a short-term memory task, Cereb. Cortex. 12 (2002)877-882.

[13] Jokisch, D., Jensen, O, Modulation of gamma and alpha activity during a working memory task engaging the dorsal or ventral stream, J. Neurosci. Meth. 27 (2007)3244-3251.

[14] https://www.cambridgecognition.com/cantab/cognitive-tests/memory/.

[15] Gerd T. Waldhauser,1 Mikael Johansson, and Simon Hanslmayr, Alpha/Beta Oscillations Indicate Inhibition of Interfering Visual Memories, The Journal of Neuroscience,32(6) (2010)1953–1961.

[16] Peng, C., Havlin, S., Stanley, H., Goldbergeer, A, Quantification of scaling exponents and crossover phenomena in nonstationary heartbeat time series.5 (1995)82-87

[17] Yaghoobi Karimui, R., Azadi, S. and Keshavarzi, P., The ADHD effect on the actions obtained from the EEG signals. Nalecz Institute of Biocybernetics and Biomedical Engineering of the Polish Academy of Sciences. Published by Elsevier B.V. All rights reserved. (2018) 425-437.
[18] Ramchurn, A., Mason, L., Darling, S. and Bunce, D., Intraindividual reaction time variability affects P300 amplitude rather than latency. Human Neuroscience. 9 (2014) 1-9.
[19] A.Hector, Cepeda-Freyre, J. R. Eguibar, and C.Cortes, Brain Processing of Complex Geometric Forms in Visual Memory Task Increases P2 Amplitude, Brain science. 10(2) (2020) 1-21.
[20] Rosso, O. A., Blanco, S., Yordanova, J., Kolev, V., Figliola, A., et al, Wavelet entropy: a new tool for analysis of short duration brain electrical signals, J. Neurosci. 105 (2001) 65–75.