

## بررسی تأثیر آوای قرآن کریم بر سیگنال‌های قلبی و مغزی انسان

نرجس خورشیدی: کارشناس، گروه مهندسی پزشکی-بیوالکترونیک، دانشگاه بین‌المللی امام رضا (ع)  
رویا شیبانی: کارشناس، گروه مهندسی پزشکی-بیوالکترونیک، دانشگاه بین‌المللی امام رضا (ع)  
زهرا جلالی: کارشناس، گروه مهندسی پزشکی-بیوالکترونیک، دانشگاه بین‌المللی امام رضا (ع)  
قاسم صادقی بجستانی<sup>۱</sup>: استادیار، گروه مهندسی پزشکی، دانشگاه بین‌المللی امام رضا (ع)

دوفصلنامه تخصصی پژوهش‌های میان‌رشته‌ای قرآن کریم

سال دهم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۳۹۸، صص ۲۵-۴۶

تاریخ دریافت مقاله: ۹۸/۰۱/۱۸

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۸/۰۴/۱۳

### چکیده

با پیشرفت تکنولوژی انسان همواره در پی شناخت تعاملات میان اعضای درونی بدن خود بوده است و به بررسی واکنش‌های آن در هنگام بیماری و یا در طی یک مداخله، مانند پاسخ‌های الکتریکی مغز و قلب به تحریک‌های خارجی مثل بینایی و یا شنیداری پرداخته است. شنیدن آوا و بررسی علائم حیاتی یکی از انواع مداخله است. در این پژوهش به بررسی تأثیر آوای قرآن بر سیگنال‌های مغزی و قلبی در سه حالت قبل، حین و پس از گوش دادن به تلاوت قرآن پرداخته شده است. هم‌زمان سیگنال قلبی و مغزی ۵۰ دانشجوی دختر در محدوده سنی ۱۹ تا ۲۴ سال در ساعت مشخص و با سطح اعتقادی تقریباً یکسان ثبت شد. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر گوش دادن به تلاوت قرآن بر ویژگی‌ها و تفکیک وضعیت‌های مختلف از یکدیگر به کمک روش‌های پردازشی آشوب گون، آزمون‌های آماری و بررسی صحت به کمک طبقه‌بندی ماشین‌بردار پشتیبان است. نتایج حاکی از آن است که گوش دادن به تلاوت قرآن تأثیر بسیار عمیقی بر تعاملات بین اطلاعات قلب و مغز داشته و باعث می‌شود جریان اطلاعات بین سیگنال‌های قلبی و مغزی که با استفاده از بعد همبستگی و فرکتال مورد بررسی قرار گرفته است، افزایش یافته و تعاملات بین این دو سیستم حیاتی بدن افزایش یابد. از دیدگاه سیستم سایبرنتیک، افزایش تعاملات در یک سیستم زیستی به معنای افزایش خودسازمان‌دهی و کار آیی سیستم است.

**کلیدواژه‌ها:** قرآن، بعد همبستگی، بعد فرکتال هیگوچی، سیگنال مغزی، سیگنال قلبی.

## ۱. مقدمه

آفرینش هر انسان با نعمت‌های الهی بی‌شماری همراه است، از بزرگ‌ترین آن‌ها سلامتی است که تنها به بعد جسمانی معطوف و محدود نمی‌شود، بلکه سلامت روانی را هم در برمی‌گیرد. از جمله مشکل‌های بشر که همواره از راه‌های مختلف سعی در مرتفع کردن آن داشته است همین موضوع بیماری‌های روانی است. در طول تاریخ پزشکان و روان‌شناسان با بهره‌گیری از روش‌های مختلف از جمله رفتاردرمانی، هیپنوتیزم و ... سعی در بهبود این دسته از بیماری‌ها داشته‌اند. (اسمعیلی صدرآبادی و همکاران، ۱۳۹۷، ص. ۵۲) همچنین در ایالات متحده آمریکا در طی سال‌های جنگ جهانی دوم برای نخستین بار از موسیقی درمانی به‌عنوان یک درمان رسمی در بیمارستان‌های نظامی استفاده شد. اغلب مردم در هنگام شنیدن یک موسیقی نوعی واکنش اتونومیک<sup>۱</sup> را از خود نشان می‌دهند که این واکنش در مواجهه با انواع موسیقی متفاوت است؛ به‌عنوان مثال در هنگام شنیدن یک قطعه تند و پرتپش فرد احساس انرژی زیاد می‌کند و در لحظه شنیدن یک قطعه آرام و کلاسیک احساس آرامش و سبکی می‌کند (بهبهانی و کریمی مریدانی، ۱۳۹۴، ص. ۷۷) بنابراین انتخاب و نوع موسیقی در راه‌یابی به هدف نقش بسزایی دارد.

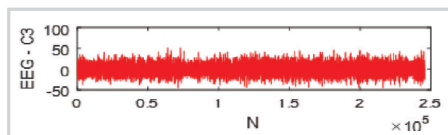
در جوامع اسلامی از جمله کشور ایران تلاوت کردن و گوش دادن به قرآن، کتاب مقدس مسلمانان، امری طبیعی و دلپذیر است به‌طوری‌که در میان مردم خواندن و گوش جان سپردن به آیات قرآن نوعی حظ و التذاذ درونی پدید می‌آورد که توان آن در برانگیختن احساس شنونده و قرار دادن او در فضایی مناسب با متن و محتوای آیاتی است که تلاوت می‌شود و آن را بر سایر متون برتری داده است. (ممتحن و حاجی زاده، ۱۳۸۹، صص ۱۷۴-۱۷۵).

بر اساس باور معتقدان به قرآن این کتاب رساترین بیان است و از نظر موسیقی و وزن لفظی در لغات و جملاتش نشانه‌های و حیاتی ربانی مشهود است. وزن قرآن آمیخته‌ای از وزن شعری و نثر است و آن‌چنان برتر است که در توان غیر خدا نیست و هرگاه انسانی حتی غیرمسلمان که بدون تعصب و غرض به قرآن گوش فرا دهد بر نظم و آهنگ دلنواز آن اذعان دارد که این خود شاهدهی بر اعجاز کلامی قرآن است. همچنین از نظر وزن و لفظ آن‌چنان متناسب و دارای انسجام با معنا است که گویی معنایش در آن تجسم یافته است. چنان‌که برای اثبات بطلان ادعای کفار که با تعصب و

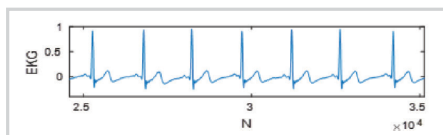
دیده کور به قرآن می‌نگرند خداوند آن‌ها را به تحدی<sup>۱</sup> دعوت کرده است (بقره/۲۳ و ۲۴) با توجه به ضرورت این موضوع، نویسندگان تصمیم گرفتند تا به بررسی اعجاز آوایی قرآن از طریق بررسی تأثیر آوای قرآن کریم بر سیگنال‌های حیاتی قلب و مغز بپردازند.

از زمان‌های قدیم انسان با پیشرفت تکنولوژی سعی در شناخت رموز، مسائل و کشف‌های جدید بوده است. او همچنین تلاش کرده است تا از آنچه در داخل بدنش می‌گذرد آگاه شود. او دریافت که سیستم‌های حیاتی بدن انسان از بی‌شمار سلول تشکیل شده است که این واحدهای کوچک یک سری فعالیت‌ها و تعاملات الکتریکی با یکدیگر دارند. در نهایت اگر بتوان با بهره‌گیری از ابزارهای مناسب فعالیت‌های الکتریکی سلول‌های تحریک‌پذیر بدن را ثبت و سپس پردازش کرد می‌توان وضعیت فعالیت سلول‌ها و اندام‌های بدن را شناسایی کرد.

ثبت فعالیت الکتریکی مغز تحت عنوان الکتروانسفالوگرافی<sup>۲</sup> از طریق نصب الکترودهای سطحی بر روی سر و به صورت غیرتهاجمی<sup>۳</sup> است که می‌توان آن را به صورت نوار مغزی مشاهده کرد و در اصطلاح مهندسی به آن سیگنال مغزی نیز گفته می‌شود. همچنین الکتروکاردیوگرافی<sup>۴</sup> یا نوار قلبی فعالیت الکتریکی عضله قلب را از طریق الکترودهایی که روی مناطق مختلف پوست بدن قرار داده می‌شوند، دریافت کرده و آن‌ها را به شکل یک نمودار ترسیم می‌کند. این نمودار الکتروکاردیوگرام نامیده می‌شود و به آن سیگنال قلبی نیز گفته می‌شود. همان‌طور که در شکل ۱، الف و ب مشاهده می‌شود دو نمونه از سیگنال‌های قلبی و مغزی نشان داده شده است که در هر دو مورد محور افقی تعداد نمونه‌ها در زمان را نشان می‌دهد، شکل الف سیگنال قلبی است که محور عمودی دامنه سیگنال است که به طور کلی دامنه سیگنال قلبی در حدود چند میلی ولت است و شکل‌های موج ایجاد شده ناشی از انقباض و انبساط بطن‌ها و دهلیزها است. شکل ب سیگنال مغزی را نشان می‌دهد که دامنه آن به دلیل آن که به صورت غیرتهاجمی و از روی پوست سر انجام شده است کمتر از ۱۰۰ میکرو ولت است که از برآیند پتانسیل‌های ایجاد شده در کورتکس<sup>۵</sup> مغز ایجاد شده است.



شکل ۱: ب) تصویر ثبت شده از سیگنال مغزی



شکل ۱: الف) تصویر ثبت شده از سیگنال قلبی

۱. به معنای به مبارزه طلبیدن و تعجیل کردن مردم در امری است به این عنوان که مانند آن را نمی‌تواند بیاورند پس هر کس می‌تواند بیاورد.

2. EEG: Electroencephalography

۳. مقصود از غیرتهاجمی این است که برای ثبت این سیگنال وسیله‌ای را وارد بدن نمی‌کنیم و یا شوک الکتریکی به بدن وارد نمی‌شود بلکه با قرار دادن الکتروده مناسب روی سطح پوست پارامتر موردنظر اندازه‌گیری می‌شود.

4. ECG: Electrocardiograph

۵. کورتکس یا قشر مغز: لایه‌ای که از جنس ماده خاکستری است که سطح مغز را می‌پوشاند. این لایه از سلول‌های عصبی مغز تشکیل شده است.

بدن انسان یک سیستم دقیق و پیچیده است که تمام اجزای آن به صورت یکپارچه با یکدیگر در تعامل اند که در آن نقش هدایت، به سیستم عصبی مرکزی تعلق دارد؛ مهم ترین عضو این سیستم مغز است که پیچیده ترین و ناشناخته ترین آن هاست که قابل تأمل ترین پدیده برای شناخت و بررسی های علمی است، از طرفی قلب گسترده ترین ارتباط عصبی را با مغز دارد. در تحقیقات صورت گرفته توسط دانشمندان موسسه HeartMath، آن ها دریافتند که الگو ریتمیک فعالیت قلب ارتباطی مستقیم با فعال سازی ذهنی حالت های احساسی متمایز دارد و اینکه این الگو هم زمان با احساسات و هیجانات تغییر می کند.

مطالعات پیرامون این موضوع نشان می دهد که در حالت های احساسی مثبت مانند قدردانی، مهربانی یا عشق الگوهای همدوس<sup>۱</sup> ریتم قلب برای دوره های زمانی طولانی تری باقی می ماند که این خود به همگامی و هم زمانی بیشتر بین سیستم های متعدد بدن منجر می شود. در سرتاسر بدن اطلاعات به صورت امواج انرژی و با عنوان الگوهای از فعالیت فیزیولوژیکی کد گذاری می شود. الگوهای موجی عصبی، شیمیایی، الکترومغناطیسی و ... از الگوهای هستند که برای کد گذاری و برقراری ارتباطات زیستی استفاده می شوند. اندام های بدن با به کار گیری این ابزارها اطلاعات را پیوسته به مغز هدایت می کنند. قلب نقش اساسی در ایجاد و انتقال اطلاعات ضروری برای عملکرد بدن به عنوان یک کلیت همدوس در سرتاسر سیستم ایفا می کند؛ چرا که سیستم عصبی درون آن مستقل از مغز فعالیت می کند. قلب در سیستم های متعدد بدن به فعالیت می پردازد. از این رو جایگاه منحصر به فردی در انسجام و برقراری ارتباط اطلاعاتی بین سیستم های مختلف در سرتاسر بدن دارد و نسبت به همه اندام های بدن وسیع ترین شبکه ارتباطی را با مغز دارد. به گفته دانشمندان، قلب بزرگ ترین میدان الکترومغناطیسی را در بدن تولید می کند. دکتر رولین مک کراتی<sup>۲</sup> معتقد است که این میدان الکترومغناطیسی حاوی اطلاعات عاطفی بوده که توسط قلب فرستاده می شود و حتی باعث می شود که قلب بتواند، برخی از حوادث را قبل از وقوع آن پیش بینی کند. حال اگر عاملی بتواند بر احساسات شخص تأثیر بگذارد، می تواند این میدان مغناطیسی را تغییر دهد این تئوری توضیح می دهد که چرا برخی از مردم با وجود مشکلات بسیار، هنوز هم دارای آرامش درونی و احساس شادی هستند (مک کراتی و همکاران، ۲۰۱۶). همچنین در خصوص قلب در قرآن و احادیث مطالب بسیاری عنوان شده است، به عنوان مثال حضرت علی (ع) در نهج البلاغه می فرماید: «به رگ های درونی انسان پاره گوستی آویخته است که شگرف ترین اعضای درونی اوست و آن قلب است که چیزهایی از حکمت و چیزهایی متفاوت با آن در او وجود دارد»<sup>۳</sup>. این سخن از امام علی (ع) نشان می دهد که قلب تنها

۱. در سیستم های فیزیولوژیکی همدوسی (Coherence) توصیف کننده میزان و درجه نظم و ثبات در فعالیت ریتمیک است، بنابراین اگر همدوسی در یک سیستم که با سیستم های دیگر پیوند دارد افزایش یابد سیستم های دیگر را به سمت همدوسی یا همگامی می کشد مانند افزایش هم زمانی مغز - قلب که در حالت همدوسی قلب رخ می دهد.

2. Rollin Mc Crathy

یک عضو معمولی در بدن نیست اما سؤال اینجاست که وقتی سخن از حکمت به میان می‌آید اولین چیزی که به ذهن خطور می‌کند عقل و مغز است. پس چرا امام علی (ع) فرموده‌اند که «چیزهایی از حکمت و چیزهایی متفاوت با آن» در قلب است؟ بنابراین در بررسی تأثیر صدا بر ویژگی‌ها، پردازش سیگنال‌های قلبی و مغزی اطلاعات مفیدی در خصوص نحوه واکنش و عملکرد بدن و همچنین نحوه تعامل این دو در اختیار ما قرار می‌دهد. به‌تازگی، محققان از الکتروفیزیولوژی برای بررسی رابطه بین پدیده‌های الکتریکی و فرایندهای بدن استفاده کرده‌اند. تحقیقات بسیاری در سال‌های گذشته تأثیر آوای قرآن کریم را با اهداف پژوهشی، درمانی و ... مورد بررسی قرار داده است که خلاصه چند نمونه از این پژوهش‌ها در جدول ۱ آورده شده است که از جهات مختلف تفاوت‌ها و شباهت‌هایی با یکدیگر دارند. به‌عنوان مثال برای جمع‌آوری داده در برخی تحقیقات که در جدول با شماره‌های ۲، ۴، ۵، ۶ و ۷ نشان داده شده‌اند، ثبت سیگنال از نفرات حاضر انجام شده است در صورتی که در دو مورد دیگر از پرسشنامه استاندارد استفاده شده است.

به‌طور میانگین در روش‌های ثبت سیگنال فرکانس نمونه‌برداری ۲۵۶ هرتز بوده است. در برخی تحقیقات دیگر که در جدول با شماره‌های ۵ و ۶ نشان داده شده‌اند، ثبت هم‌زمان سیگنال قلبی و مغزی صورت گرفته است که البته در ثبت‌های سیگنال الکتریکی مغز در مقالات مختلف محل الکترودهای انتخابی متفاوت بوده است. پس از جمع‌آوری داده، در بعضی مطالعات که در جدول با شماره ۴ و ۷ نشان داده شده‌اند، یک سری پیش‌پردازش از جمله فیلتر آرتیفکت‌ها<sup>۱</sup> و نویز انجام شده است و در نهایت در اکثریت این موارد از روش‌های آنالیز آماری و طبقه‌بندی جهت پردازش استفاده شده است؛ اما آنچه این تحقیق را از سایر تحقیقاتی که تاکنون در این حوزه انجام گرفته است متمایز می‌سازد نوع نگاه محققین به تأثیر آوای قرآن از دیدگاه سیرنیتیک<sup>۲</sup> و جریان اطلاعات بین قلب و مغز است به‌عبارت‌دیگر در این پژوهش تأثیر آوای قرآن کریم به‌طور هم‌زمان بر سیگنال‌های مغزی و قلبی با ابزار مبتنی بر کل‌نگری<sup>۳</sup> سیستم مورد بررسی قرار گرفته است.

تعامل بین مغز و قلب یکی از موارد مورد توجه در این تحقیق است. داده‌های این پژوهش با فرکانس نمونه‌برداری ۲۰۴۸ هرتز ثبت شده‌اند در حالی که امیدانسن تمام الکترودها کمتر از ۵ کیلو اهم بوده است. نکته حائز اهمیت در این مقاله روش پردازشی است که مبتنی بر آشوب است که روشی بسیار نو و کارآمد است که در قسمت «مواد و روش‌ها» به تبیین این روش پرداخته می‌شود.

۱. اثر سیگنال‌های حیاتی دیگر مانند سیگنال‌های الکتریکی ماهیچه و یا چشم بر روی سیگنال اصلی.

۲. سیرنیتیک در لغت به معنای سکون کشتی و علم مبتنی بر جریان اطلاعات در بررسی رفتار سیستم است. برای بررسی رفتار سیستم می‌توان از سه وجهی ماده، انرژی و اطلاعات استفاده نمود و سیرنیتیک بر کاکل اطلاعات می‌چرخد.

۳. دو دیدگاه غالب بر تحلیل سیستم عبارت‌اند از دیدگاه کل‌نگر و جزء‌نگر که دارای رویکردهای متفاوتی در بررسی رفتارهای سیستم هستند در کل‌نگر نگاه از بالا به پایین است و در جزء‌نگری نگاه مبتنی بر بررسی اجزاء سیستم و از پایین به بالاست. هرچه سیستم پیچیده‌تر باشد ابزارهای کل‌نگر برای تحلیل رفتار سیستم مفیدتر خواهند بود.

## جدول ۱: خلاصه برخی از پژوهش‌های انجام‌شده درباره تأثیر قرآن کریم

شماره	عنوان مقاله	ایزار	نتیجه
۱	تأثیر موسیقی و آوای قرآن کریم بر میزان اضطراب و علائم حیاتی بیماران قبل از اعمال جراحی شکم. (میربافر آجریز، آفاجانی و شهشهانی، ۱۳۹۰)	پرسشنامه سنجش اضطراب اسپیلبرگر.	گوش سپردن به آوای قرآن در مقایسه با موسیقی به میزان بیشتری باعث کاهش اضطراب و تثبیت علائم حیاتی گردید.
۲	بررسی تأثیر آوای قرآن کریم بر ارتباط بین نیم کره‌های مغزی. (سعادت مهر و همکاران، ۱۳۹۶)	ثبت سیگنال EEG و پردازش به روش میاتکین اطلاعات متقابل.	بین دو نیم کره مغزی، بیشترین تقارن و همبستگی پس از بخش قرآن است.
۳	مقایسه تأثیر آوای قرآن و موسیقی بی کلام بر سلامت معنوی افراد تحت همودپالیز (معصومی و همکاران، ۱۳۹۶)	استفاده از پرسشنامه سلامت معنوی پالوتزین و الیسون، قبل و پس از گوش دادن به موسیقی و قرآن.	گوش دادن به آوای قرآن جهت بالا بردن سلامت معنوی افراد توصیه می‌شود.
۴	همبستگی الکترو فیزیولوژیک شنیدن تلاوت قرآن کریم. (مجیدزاده اریذیلی، رستمی و کاظمی، ۱۳۹۶)	ثبت سیگنال مغزی در دو حالت گوش دادن به قرآن و یک متن عربی، پردازش به روش تجزیه باندهای فرکانسی مغزی و مقایسه این دو.	گوش دادن به قرآن باعث کاهش استرس می‌شود.
۵	Automatic emotion recognition based on EEG & ECG signals while listening to quranic Recitation compared with listening to music. (Al-Galal, Alshaikhi, Abdul Rahman, 2016)	ثبت سیگنال EEG & ECG و بخش قرآن و موسیقی (حالات ترس، شادی، غم و آرایش) و ترسیم مدل احساسات شخص حین گوش دادن به موسیقی و قرآن.	در اکثر موارد گوش دادن به قرآن در مقایسه با موسیقی احساسات افراد را به سمت احساسات مثبت یعنی شادی و آرایش سوق می‌دهد.
۶	A Study on the effects of EEG and ECG signals while listening to Qur' an recitation. (Alshaikhi, et al., 2014)	ثبت سیگنال EEG & ECG. پردازش به روش برآورد چگالی و طبقه‌بندی آن‌ها.	حین گوش دادن به قرآن نسبت به موسیقی، در سیگنال مغزی احساس آرایش بیشتری مشاهده شد و شکل سیگنال قلبی بسیار نرم‌تر شد.
۷	Spirituality and brain waves. (Vaghefi, et al., 2015)	ثبت سیگنال EEG و بررسی توان نسبی باندهای فرکانسی مغزی.	آگاهانه گوش دادن به قرآن قدرت نسبی سیگنال تنا و آلفا را افزایش می‌دهد و گوش دادن بصورت ناخود آگاه، قدرت نسبی سیگنال تنا را افزایش می‌دهد.

## ۲. مواد و روش‌ها

در این پژوهش به بررسی تأثیر آوای قرآن کریم بر سیگنال‌های مغزی و قلبی در سه حالت قبل، حین و پس از پخش قرآن پرداخته شده است که فرایند آن به شرح زیر است: ۱- اخذ داده؛ ۲- پیش‌پردازش؛ ۳- پردازش سیگنال؛ ۴- بررسی تأثیر صدا بر ویژگی‌ها؛ ۵- بررسی صحت طبقه‌بندی با استفاده از ماشین بردار پشتیبان<sup>۱</sup>.



شکل ۲: خلاصه مراحل انجام شده

1. Support vector machines (SVM)

## ۲-۱. فرایند اخذ داده

در این پژوهش، ثبت سیگنال در شهر مشهد مقدس و در دانشگاه بین‌المللی امام رضا (ع) انجام گرفته است. ذکر این نکته ضروری است که بیان شود اکثر شرکت کنندگان از طریق اطلاعیه‌ای که در تابلوهای دانشگاه نصب شده بود و یا فضای مجازی و به جهت آشنایی بیشتر با روند انجام این گونه از پژوهش‌ها در رشته تحصیلی خود تشویق به این کار شدند و به صورت داوطلبانه جهت همکاری اعلام آمادگی کردند. (شرایط انجام آزمایش و ثبت سیگنال به‌طور کامل قبل از شروع کار برای داوطلب شرح داده شده است).

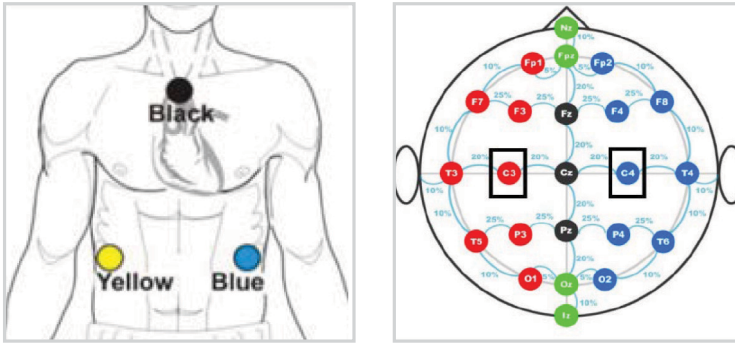
ثبت هم‌زمان سیگنال قلبی و مغزی در سه مرحله قبل، حین و پس از پخش قرآن (هر مرحله به مدت ۵ دقیقه) صورت گرفته است. (جدول ۲) تمامی مراحل در سکوت کامل و به صورت خوابیده انجام شده است و جهت کاهش آرتیفکت‌ها از فرد خواسته شده است در تمامی مراحل چشم‌های خود را بسته نگه دارد. دانشجویان در مرحله دوم (پخش قرآن) به آیات ۲۰ تا ۳۵ سوره رعد از کلام الله مجید با صدای قاری شیعه مذهب استاد سعد الغامدی به وسیله هدفون گوش داده‌اند. ثبت هم‌زمان سیگنال قلبی و مغزی از ۵۰ دانشجوی دختر در بازه سنی ۱۹ تا ۲۴ سال در ساعت مشخص و با سطح اعتقادی تقریباً یکسان انجام شد. همه داوطلبان مسلمان، شیعه مذهب و معتقد به قرآن بودند و با پرسش‌های شفاهی از داوطلبان این نتیجه حاصل شد که اکثریت زمان کمی را جهت قرائت قرآن اختصاص می‌دهند. این دانشجویان هیچ گونه بیماری خاصی نداشته‌اند. سیگنال‌ها به وسیله دستگاه flex comp<sup>1</sup> و نرم‌افزار مخصوص آن Biograph infinity و با فرکانس نمونه‌برداری ۲۰۴۸ هرتز ثبت شده‌اند. (یعنی این دستگاه در هر ثانیه تعداد ۲۰۴۸ نمونه داده را ثبت می‌کند) سیگنال‌های مغزی از دو کانال C3 و C4 (نماینده نیم کره‌های چپ و راست مغز) با توجه به استاندارد الکتروود گذاری ۲۰-۱۰ ثبت شده است. سیستم بین‌المللی ۲۰-۱۰ یک روش شناخته شده برای توصیف موقعیت الکتروودهای پوست سر است. همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود الکتروود C3 سمت چپ و الکتروود C4 سمت راست سر قرار می‌گیرد، البته دو الکتروود به‌عنوان مرجع و زمین بر روی گوش‌های فرد متصل می‌شود؛ و برای ثبت سیگنال قلبی همان‌طور که در شکل ۴ مشخص است سه الکتروود که با سه رنگ متفاوت نشان داده شده است به صورت ثبت از ناحیه شکمی به وسیله چست لید<sup>۲</sup> بر روی پوست قرار می‌گیرند.

### جدول ۲: مراحل مختلف فرایند اخذ داده از هر فرد

مرحله اول	پیش از پخش قرآن	Baseline(B)	۵ دقیقه
مرحله دوم	حین پخش قرآن	With Voice(WV)	۵ دقیقه
مرحله سوم	بعد از پخش قرآن	With No Voice(WNV)	۵ دقیقه

۱. نام نوعی دستگاه مخصوص است که قابلیت ثبت فعالیت‌های الکتریکی مغز، قلب و عضلات را دارد.

۲. چست لید و سیلهای برای اتصال الکتروود قلبی بر روی پوست است بطوری که باعث تطبیق امپدانس پوست و التروود نیز می‌شود.



شکل ۳: محل قرارگیری الکترودهای مغزی شکل ۴: محل قرارگیری الکترودهای قلبی

## ۲-۲. پیش‌پردازش

در این مرحله داده‌های ثبت‌شده موردبررسی شهودی قرار گرفتند مقصود از بررسی شهودی این است که همان ابتدا داده خام سیگنال به‌وسیله نرم‌افزار متلب نمایش داده‌شده است و با چشم موردبررسی قرار گرفته و سیگنال برخی از داوطلبان که دارای نویز و آرتیفکت بالا بود از فرآیند پردازش کنار گذاشته شد. (به‌عنوان‌مثال دامنه سیگنال از حد نرمال بیشتر شده و به حالت اشباع می‌رسید). ذکر این نکته ضروری است که در این پژوهش از هیچ‌گونه فیلتری استفاده‌نشده است و حتی اگر سیگنال فقط در یک مرحله مثلاً پس از پخش قرآن دچار نویز و آرتیفکت باشد به جهت اینکه هر سه مرحله به‌طور هم‌زمان مقایسه می‌شوند بنابراین عملاً داده‌های ثبت‌شده از داوطلب برای پردازش مناسب نبوده و حذف می‌شود. در ابتدا از ۶۰ نفر ثبت سیگنال انجام‌شده بود اما ۱۰ سری از نمونه‌های ثبت به دلیل وجود نویز و آرتیفکت حذف‌شدند. با توجه به اینکه برای پردازش سیگنال‌های قلبی و مغزی از روش‌های پردازشی آشوب استفاده می‌شود بنابراین مجدداً تأکید می‌شود که از هیچ‌گونه فیلتری استفاده‌نشده است همچنین به‌منظور کاهش حجم اطلاعات مورد پردازش تنها دو دقیقه از سیگنال ثبت‌شده را در نظر گرفته و مورد پردازش قرار خواهیم داد. در این حالت حجم داده‌ها به‌این‌طریق محاسبه می‌شود که دو دقیقه را به ثانیه تبدیل کرده و سپس آن را در فرکانس نمونه‌برداری ضرب می‌کنیم.  $\{ 245760 = 2048 * 60 * 2 \}$  بنابراین در هر مرحله از ثبت، مجموع تعداد داده‌های مغزی و قلبی (۷۳۷۲۸۰ داده) و برای هر شخص تعداد کل این داده‌ها ۲۲۱۱۸۴۰ داده خواهد بود. (شکل ۵)





شکل ۳: تعداد کل داده‌ها هر شخص که مورد پردازش قرار می‌گیرد.

## ۳-۲. پردازش

در بررسی سیستم‌های زیستی به دلیل داشتن ویژگی‌هایی همچون: غیرخطی بودن<sup>۱</sup>، غیرقابل پیش‌بینی بودن<sup>۲</sup>، تعامل<sup>۳</sup>، رفتارهای آشوب‌گون<sup>۴</sup> و... شناخت رفتار و دینامیک سری‌های زمانی و بخصوص سیگنال‌های حیاتی بسیار حائز اهمیت است. از روش‌های مؤثر در شناخت کمی و کیفی رفتار یک سیستم، استفاده از روش‌های پردازشی آشوبناک (مثل بعد همبستگی، بعد فرکتال هیگوجی...) است. (هیلبورن، ۲۰۰۰)<sup>۵</sup>

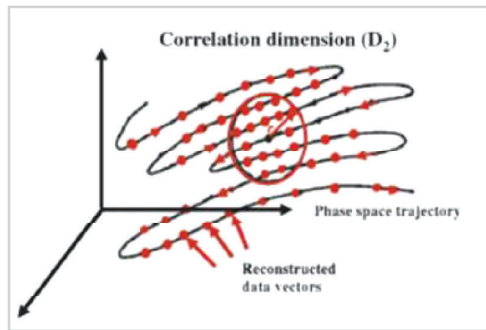
1. Non-linearity
2. unpredictable
3. interaction
4. Choatic behavior
5. Hilborn

### ۲-۳-۱. بعد همبستگی<sup>۱</sup>

در نظریه آشوب، بعد همبستگی اندازه‌گیری ابعاد فضای اشغال‌شده توسط مجموعه‌ای از نقاط تصادفی است که برای محاسبه آن از الگوریتم گراسبرگر و پروکسیا استفاده شده است. (نویتا و همکاران، ۱۹۶۷) در این الگوریتم محاسبه بعد همبستگی بر مبنای محاسبه جمع همبستگی است. همان‌طور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود با فرض اینکه فضای فاز<sup>۳</sup> سیگنال به صورت سه‌بعدی بازسازی شود، به منظور محاسبه جمع همبستگی با توجه به سه‌بعدی بودن فضا ابر کره‌ای به شعاع  $r$  اطراف هر نقطه بازسازی شده در نظر گرفته می‌شود و میانگین تعداد نقاط بازسازی شده‌ی داخل این ابر کره،  $C_m(r)$ ، شمارش می‌شود. در ادامه شعاع کره افزایش یافته و دنبال مناطقی از تغییرات شعاع کره هستیم که تعداد نقاط داخل آن تغییر نکند به عبارت دیگر فضای فاز مقیاس آزاد باشد. این نمایش در فرمول (۱) به بیان ریاضی آمده است. ذکر این نکته ضروری است که چه تعداد نقاطی جهت محاسبه در نظر گرفته شود به صورت مسئله دارد. (که در تحقیق تعداد آن ۱۰۰۰ در نظر گرفته شده است).

$$C(R) = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N \theta(R - |x_i - x_j|) \quad (1)$$

سپس منحنی  $\log_2(C_m(r))$  بر حسب  $\log_2(r)$  رسم می‌شود. مشاهده می‌شود که این منحنی در محدوده‌ای از شعاع همسایگی به نام ناحیه مقیاس تقریباً خطی است. شیب این قسمت خطی، تقریبی از بعد همبستگی خواهد بود. (صادقی بجستانی و همکاران، ۱۳۹۶، ص. ۱۷۴)



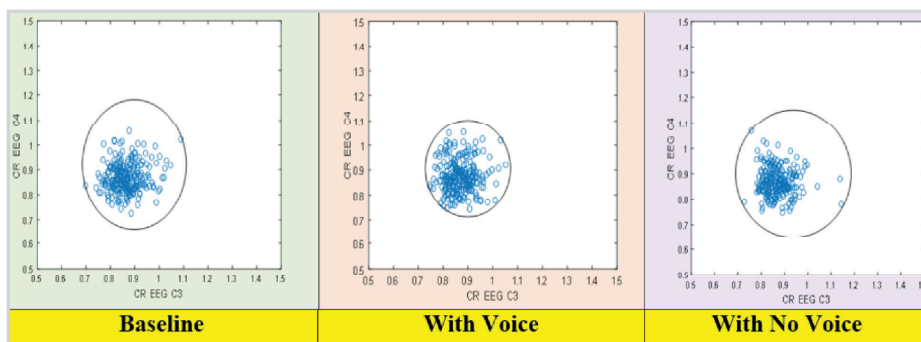
شکل ۴: نحوه محاسبه بعد همبستگی

1. Correlation dimension
2. Navitha , et al

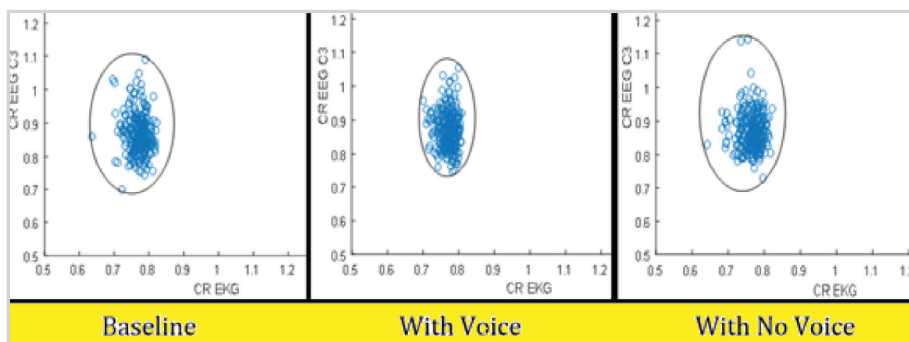
<sup>۳</sup> فضای فاز سیگنال که به آن فضای تأخیر یافته نیز گفته می‌شود برای بیان تغییرات نمونه‌های مختلف سیگنال بر حسب هم بیان می‌گردد و یکی از روش‌های کلنگر در بیان رفتار سیگنال است. در فضای فاز بازسازی شده سه‌بعدی منظور ترسیم  $X_n, X_{n+1}, X_{n+2}$  بر حسب یکدیگر است که در آن نمونه  $X_n$  نام از سیگنال  $X$  است.

محققان پس از محاسبه بعد همبستگی سیگنال‌های ثبت‌شده با استفاده از فرمول (۱) برای یافتن ارتباط بین نیم کره راست مغز، نیم کره چپ مغز و قلب، بعد همبستگی را دوباره بر حسب یکدیگر رسم کردند. بدین صورت که محور افقی ابعاد همبستگی نیم کره چپ مغز و محور عمودی متعلق به نیم کره راست مغز است که در سه مرحله مختلف ثبت این نمودار ترسیم شده است این مراحل برای تمام سوژه‌ها و در تمام حالات ترسیم شد. (شکل ۷)

همچنین مراحل فوق برای ابعاد همبستگی سیگنال قلبی بر حسب ابعاد همبستگی سیگنال‌های نیم کره‌های مغزی رسم شده است که در شکل ۸ یک نمونه از این ترسیم‌ها نشان داده شده است. (ربانی مهمویی، صادقی بجستانی و شعراف تبریزی، ۱۳۹۵، صص ۶-۷)



شکل ۵: ترسیم بعد همبستگی نیم کره راست بر حسب بعد همبستگی نیم کره چپ مغز



شکل ۶: ترسیم بعد همبستگی نیم کره چپ بر حسب بعد همبستگی قلب

## ۲-۳-۲. بعد فرکتال<sup>۱</sup>

روش‌های مختلفی برای بررسی هندسه رفتار یک سیستم وجود دارد که یکی از مهم‌ترین آن‌ها بعد فرکتال است. اصولاً دو نوع بعد وجود دارد: ابعاد اقلیدسی (که همه اعداد صحیح هستند) و ابعاد فرکتالی (که اعداد غیر صحیح هستند) هندسه رفتار سیستم‌های زیستی فرکتالی است نه اقلیدسی. بعد فرکتال الگوریتمی است که میزان خودشبهی و پیچیدگی سیگنال را تعیین می‌کند. برای محاسبه الگوریتم بعد فرکتال هیگوجی، از تعریفی به نام طول منحنی استفاده شده است و این طول‌ها از سری‌های زمانی جدید که از سری زمانی اصلی تولید می‌شود محاسبه می‌شود. (پادیال و مولینا، ۲۰۱۸، صص ۱۰-۱۱)<sup>۲</sup> و (گومز و همکاران، ۲۰۱۷، ص. ۳۳)<sup>۳</sup>

## ۲-۴. بررسی ویژگی‌ها

پس از به‌دست آوردن داده‌های بعد همبستگی و بعد فرکتال هیگوجی برای هر بخش (قلب، نیم کره راست و نیم کره چپ) و در هر مرحله، با استفاده از آزمون t نمونه‌های جفت شده<sup>۴</sup>، در نرم‌افزار spss به بررسی معناداری داده‌های هر مرحله پرداختیم. از نظر آماری معنی‌داری، مقدار درست‌نمایی بین دو یا چند متغیر است که به دلیلی غیر از شانس یا تصادفی بودن به هم ربط پیدا می‌کنند؛ بنابراین در آزمون t که یک نوع آزمون آماری معناداری است، یک مقدار به نام p-value (با استفاده از یک تابع توزیع) محاسبه می‌شود که اگر این مقدار کمتر از ۰,۰۵ (صحت ۹۵٪) باشد یعنی تنها ۵ درصد و یا کمتر از آن این احتمال وجود دارد که نتایج حاصل به‌صورت تصادفی و از روی شانس به‌دست آمده باشد احتمال اینکه داده‌ها و داده‌ها مرتبط هستند. در واقع این مقدار به محقق کمک می‌کند که بدون مراجعه به جداول توزیع‌های آماری بتواند در مورد قبول کردن یا نکردن فرضیه خود تصمیم‌گیری کند؛ و در بررسی وجود داشتن یا نداشتن تفاوت‌های معنادار بین میانگین دو گروه به محقق کمک کند، تفاوت‌هایی که می‌توانند نشان‌دهنده وجود ویژگی‌های خاص باشند. به‌عنوان مثال «آیا بین داده‌های قلب در حالت قبل و پس از پخش قرآن ارتباط معناداری از لحاظ آماری وجود دارد؟ بله یا خیر.» در صورتی که مقادیر به‌دست آمده (p-value) کمتر از ۰,۰۵ باشد

1. Fractal Dimension
2. Ruiz-Padial & Ibáñez-Molina
3. Gomes, et al
4. Paired sample t-test

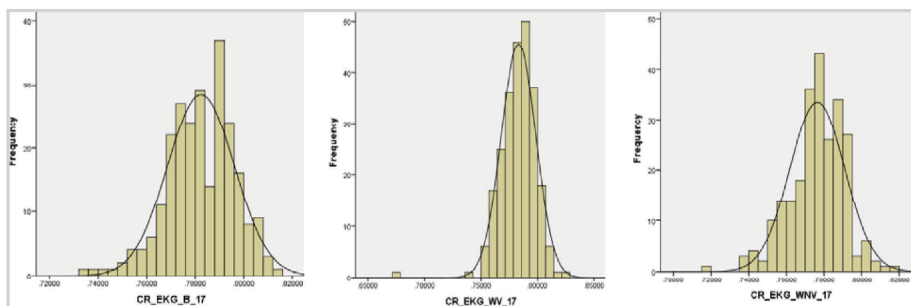
می‌توان گفت آوای قرآن کریم عاملی تأثیرگذار در توزیع داده‌های قلبی است؛ اما باید توجه داشت که این آزمون نمی‌تواند در خصوص چگونگی تعاملات جامعه یا متغیر مورد نظر اطلاعات جامعی را در اختیار ما قرار دهد و صرفاً برای تضمین کیفیت نتایج آزمون و یا صحت‌گذاری روش‌های آزمون استفاده می‌شود.

سپس با رسم نمودار هیستوگرام (نمودار فراوانی) بعد همبستگی و منحنی نرمال آن به بررسی چولگی (تمایل نمودار به سمت چپ یا راست) و کشیدگی (ارتفاع نمودار) پرداخته شده است. انحراف از مقدار نرمال ارتفاع توزیع داده‌ها باعث ایجاد کشیدگی مثبت (ارتفاع زیاد) و یا منفی (ارتفاع کم) می‌شود. همچنین چولگی میزان انحراف منحنی توزیع داده‌ها را از مقدار نرمال به سمت راست (چولگی منفی) یا سمت چپ محور افقی (چولگی مثبت) نشان می‌دهد؛ بنابراین هر چه مقدار چولگی و کشیدگی از صفر بیشتر شود عدم تقارن بیشتر می‌شود.

به‌عنوان مثال، همان‌طور که در شکل ۹ ملاحظه می‌شود نمودار هیستوگرام و منحنی نرمال برای ابعاد همبستگی داده‌های قلبی داوطلب شماره ۱۷ در حالات مختلف ترسیم شده است. حال اگر بازه نمودار در محور افقی و ارتفاع آن در شکل مشاهده شود مشخص است که با یکدیگر تفاوت دارند. برای درک بهتر از اینکه این منحنی‌ها تا چه حد با منحنی حالت نرمال تفاوت دارند به مقادیر چولگی و کشیدگی جدول ۳ توجه شود.

**جدول ۳: مقادیر چولگی و کشیدگی بعد همبستگی برای شخص ۱۷ در بخش قلب در حالات مختلف**

CR_EKG_WNV (بعد از بخش قرآن)	CR_EKG_WV (حین بخش قرآن)	CR_EKG_B (قبل از بخش قرآن)	مقدار بعد همبستگی در حالات مختلف	
			متغیر	شماره سوزنه
-۰.۴۴	-۰.۶۶۷	-۰.۴۴۹	چولگی	۱۷
۰.۲۸۲۳۷	-۰.۱۳۴	-۰.۲۸۲۱۹	کشیدگی	



**شکل ۷: نمودار هیستوگرام ابعاد همبستگی و منحنی آن در بخش قلب در حالات مختلف برای شخص ۱۷**

## ۲-۵. بررسی صحت طبقه‌بندی به‌وسیله ماشین بردار پشتیبان

الگوریتم ماشین بردار پشتیبان اولین بار در سال ۱۹۶۳ توسط ولادیمیر و پنیچک ابداع شد. در یک فرایند یادگیری که شامل دو کلاس است هدف svm پیدا کردن بهترین تابع برای طبقه‌بندی و جدا کردن مجموعه داده‌ها از یکدیگر بود. برای بررسی صحت تفکیک حالات مختلف از شبکه عصبی svm از نرم‌افزار «ریپیدماینر» استفاده شد. برای این منظور سه ویژگی ابعاد فرکتال هیگوجی، واریانس و میانگین بعد همبستگی انتخاب شده و در هر بخش با استفاده از svm بالاترین درصد صحت طبقه‌بندی به دست آمد که با توجه به نتایج، درصد صحت‌های به‌دست آمده مربوط به ویژگی‌های میانگین بعد همبستگی و فرکتال هیگوجی دارای بیشترین دقت طبقه‌بندی هستند. در واقع این فعالیت نشان می‌دهد که آوای قرآن تا چه حد بر بخش‌های مختلف تأثیر داشته است، بدیهی است هر چه تأثیر آن بیشتر باشد تفاوت داده‌ها نیز بیشتر شده و صحت طبقه‌بندی افزایش می‌یابد. توجه به این نکته ضروری است که حداقل و حداکثر دامنه صحت طبقه‌بندی بستگی به ویژگی‌های انتخاب‌شده و تعیین پارامترهای طبقه‌بند ماشین بردار پشتیبان (مانند پارامتر C، نوع کرنل، تعداد مجموعه‌های آزمون و آموزش) دارد که در اینجا از توضیحات اضافی در خصوص پارامترهای ماشین بردار پشتیبان صرف‌نظر شده است، بنابراین اگر هر کدام از این پارامترها تغییر کنند صحت دامنه طبقه‌بندی هم تغییر خواهد کرد، یعنی اگر این پارامترها درست انتخاب نشوند شاید بتوان گفت «حداقل دامنه می‌تواند حتی صفر هم در نظر گرفته شود.» و همین‌طور این موضوع در خصوص بیشترین دامنه هم صدق می‌کند و این موضوع یکی از نکات ضعف استفاده از طبقه‌بند ماشین بردار پشتیبان نیز به حساب می‌آید. (وزیری و الماس گنج، ۱۳۸۷، ص. ۳۶۳).

## ۳. نتایج

مشخصات شرکت کنندگان:

جنسیت تمامی شرکت کنندگان زن است.

عمل ثبت سینگنال در سال ۹۷ صورت گرفته است.

سینگنال ثبت‌شده از نفرات با شماره ۳۶، ۴۷، ۵۹، ۲۰، ۹، ۷، ۶، ۴، ۵، ۳ به دلیل کیفیت ضعیف سینگنال

مورد پردازش قرار نگرفته است.

با توجه به اینکه برخی از داوطلبان سن ۲۶ سال داشته‌اند اما از سینگنال آن‌ها استفاده نشده است

بنابراین در معرفی بازه سنی در نظر گرفته نشده‌اند.

### جدول ۴: مشخصات شرکت کنندگان

سن	رشته تحصیلی	نام و نام خانوادگی	سن	رشته تحصیلی	نام و نام خانوادگی
۱۹	مهندسی پزشکی	ک.م.	۲۳	مهندسی پزشکی	ز.ج.
۲۱	مهندسی پزشکی	ز.ن.	۲۲	مهندسی پزشکی	ن.خ.
۲۲	الهیات	م.س.	۲۳	مهندسی پزشکی	ف.ف.
۲۲	مهندسی برق	ش.م.	۲۳	مهندسی پزشکی	س.ب.
۲۲	مهندسی پزشکی	ن.ق.	۲۲	مهندسی پزشکی	پ.پ.
۲۲	مهندسی برق	ف.ا.	۲۲	مهندسی پزشکی	ن.ص.
۲۶	الهیات	ز.ح.	۲۲	مهندسی پزشکی	ز.ق.
۱۹	روانشناسی	ز.ر.	۲۳	مهندسی پزشکی	ف.س.
۲۲	مهندسی پزشکی	ن.نم.	۲۲	مهندسی پزشکی	ح.ح.
۲۲	مدیریت مالی	ع.ب.	۲۲	مهندسی پزشکی	پ.خ.
۲۱	مدیریت مالی	ا.ک.	۲۲	مهندسی پزشکی	ر.ش.
۲۲	مهندسی پزشکی	ز.د.	۲۲	مهندسی پزشکی	ن.ر.
۲۳	حقوق	ف.م.	۲۲	مهندسی پزشکی	ف.فض.
۱۹	مهندسی پزشکی	م.ش.	۲۲	مهندسی پزشکی	س.ز.
۲۰	مهندسی پزشکی	م.ش.	۲۱	بهادشت	ق.خ.
۱۹	مهندسی پزشکی	ز.خ.	۲۳	مهندسی پزشکی	م.د.
۲۰	مدیریت بازرگانی	ز.م.	۲۲	مهندسی پزشکی	ح.ج.
۱۹	الهیات	ز.ا.	۲۲	مهندسی پزشکی	م.ب.
۲۳	مهندسی پزشکی	س.ا.	۲۲	مهندسی پزشکی	س.م.
۲۴	مهندسی پزشکی	ز.م.	۲۱	علوم ورزشی	س.م.
۱۹	مهندسی پزشکی	ز.خ.	۲۴	مهندسی پزشکی	ت.ن.
۲۱	مهندسی پزشکی	ز.ب.	۲۱	مهندسی پزشکی	م.ز.
۲۲	زبان انگلیسی	ف.ا.	۲۲	مهندسی پزشکی	ا.ع.
۲۲	حقوق	م.ت.	۲۲	مهندسی پزشکی	ف.پ.
۲۲	مدیریت	ن.ا.	۲۳	مهندسی پزشکی	م.ک.
۲۲	علوم ورزشی	ف.م.	۲۳	مهندسی پزشکی	س.س.
۲۶	مدیریت مالی	ل.د.	۲۳	مهندسی پزشکی	ح.ج.
۱۹	هنر	ن.ع.	۲۲	مهندسی پزشکی	ف.آ.
۲۲	کودک یاری	ف.ح.	۲۱	مهندسی پزشکی	ح.م.
۲۲	حسابداری	ف.حس.	۲۱	مهندسی پزشکی	ف.ق.

در این تحقیق به بررسی تأثیر تلاوت قرآن بر سیگنال مغزی و تعامل بین سیگنال قلب و مغز پرداخته شده است. ثبت هم‌زمان سیگنال قلبی و مغزی از ۵۰ دانشجوی دختر در محدوده سنی ۱۹ تا ۲۴ سال صورت گرفته است همچنین میانگین سن افراد شرکت کننده ۲۱/۶۶ با انحراف معیار ۱/۳۸ بوده است.

توجه شود که با توجه به فیزیولوژی، مغز دارای دونیم اصلی است که با وجود انسجام و مرتبط بودن بخش‌های مختلف در آن هر قسمت از مغز وظایفی را انجام می‌دهد که به‌منظور ثبت سیگنال از آن باید مکانی را انتخاب می‌کردیم که هم اطلاعات دقیق‌تری ارائه دهد و هم

استفاده بهینه در زمان و نحوه ثبت (تعداد کانال‌های کمتر) را داشته باشد به همین دلیل تنها دو کانال مغزی انتخاب شد که نمایانگر نیم کره‌های مغزی است. در خصوص آنالیزهای آماری باوجود اینکه دو کانال مغزی انتخاب شده است همان‌طور که مشاهده می‌شود عملکرد کلی دونیم کره یکسان است و مغز رفتار مشابهی را از خود نشان می‌دهد اما وجود تفاوت اندک بین این دونیم کره می‌تواند نشان دهد که کدام ناحیه از مغز در واکنش به مسائل مختلف مثلاً شنیدن صوت قرآن کریم، فعال‌تر می‌شود.

این موضوع به این معنی نیست که سایر نقاط مغز از خود واکنشی نشان نمی‌دهند، چراکه مجموعه‌ای از تعاملات و فعالیت‌هاست که این عکس‌العمل را پدید می‌آورد؛ بنابراین در بررسی سیگنال‌های مغزی، به‌طور جداگانه نتایج نیم کره راست و چپ نیز شرح داده شده است؛ که نتایج آن به این صورت است:

(۱) با بررسی ابعاد همبستگی هر شخص در حالات مختلف، با استفاده از آزمون t جفت نمونه‌ای، نمایان شد که در قلب، بیشترین ارتباط معنادار از لحاظ آماری، بین حالات قبل و بعد از پخش قرآن است، همچنین در نیم کره چپ مغز، بین حالات قبل و حین پخش قرآن بیشترین ارتباط معنادار از لحاظ آماری وجود دارد. (جدول شماره ۴) این ارتباط معنادار بین این حالات به این معناست که میانگین سیگنال‌های مغزی و قلبی در این حالات با یکدیگر فرق دارند اما این تفاوت اتفاقی و یا تصادفی نیست بلکه رابطه‌ای بین این دو حالت وجود دارد که باعث تغییر در فعالیت الکتریکی این بخش‌ها شده است.

حالت	B-WV	B-WNV	WV-WNV	
مغز	۲۳	۲	۴	نیم کره چپ مغز
	۲	۳	۴	نیم کره راست مغز
قلب	۱۶	۳۱	۱۸	

**جدول ۵: تعداد مقادیر معنادار ابعاد همبستگی در هر بخش بین حالات مختلف برای  $p < 0.05$  (راهنما): B-WV: قبل و حین پخش قرآن B-WNV: قبل و پس از پخش قرآن WV-WNV: حین و پس از پخش قرآن)**

(۲) با بررسی ابعاد فرکتال هیگوجی در هر بخش مشخص شد که در نیم کره سمت چپ مغز بین حالت قبل و حین پخش قرآن، همچنین حین و پس از پخش قرآن ارتباط معناداری ( $p < 0.05$ ) وجود دارد. در نیم کره سمت راست بین حالت قبل و حین پخش قرآن ارتباط معناداری وجود دارد.

در قلب بین حالت حین و بعد از پخش قرآن ارتباط معناداری وجود دارد (جدول ۵)؛ یعنی تفاوت داده‌های سیگنال در این حالات به‌صورت تصادفی نیست و می‌توان از این شاخص برای جداسازی داده‌های شخص در حالات مختلف استفاده کرد.



جدول ۶: مقادیر معنادار ابعاد فرکتال در هر بخش بین حالات مختلف که مقادیر  $(p < 0.05)$  قابل قبول است.

قلب			نیم کره راست مغز			نیم کره چپ مغز			بخش حالت
WV_WNV	B_WNV	B_WV	WV_WNV	B_WNV	B_WV	WV_WNV	B_WNV	B_WV	
۰۰۰۴۴	۰۰۳۳۱	۰۰۱۹۸	۰۰۲۳۸	۰۰۱۸۹	۰۰۰۱۷	۰۰۰۱۹	۰۰۲۰۵	۰۰۰۰۱	مقدار p

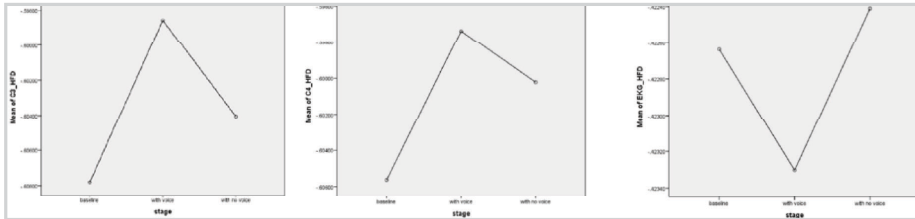
به‌طور کلی میانگین دو معیار چولگی و کشیدگی بعد همبستگی در مغز در هنگام پخش قرآن به کمترین مقدار خود یعنی نزدیک به حالت نرمال می‌رسد و این بیانگر توزیع همبستگی یکسان، به عبارتی پراکندگی یکسان داده‌ها در مغز است که می‌تواند نشان‌دهنده بالاترین حد کارایی مغز باشد؛ اما در قلب کمترین مقدار چولگی و کشیدگی (نزدیک به حالت نرمال) بعد از پخش قرآن است که نشان‌دهنده تأثیر فراوان آن بر قلب و عملکرد بهینه آن در بدن است.

چولگی در C3	WV<B<WNV
کشیدگی در C3	WV<WNV<B
چولگی در C4	WV<B<WNV
کشیدگی در C4	WV<B<WNV
چولگی در EKG	WNV<B<WV
کشیدگی در EKG	WNV<B<WV

شکل ۸: تفکیک جزئی میانگین مقادیر چولگی و کشیدگی حالات مختلف در هر بخش از کوچک به بزرگ

زمانی که ابعاد همبستگی نیم کره راست، چپ و قلب برحسب یکدیگر رسم شد، دایره‌های دور آن رسم شد تا تمام داده‌ها را دربرگیرد، با بررسی تمام سوژها دریافت شد که در اکثریت مواقع در حالت پخش قرآن مساحت آن کمتر شده است.

با استفاده از الگوریتم هیگوجی دریافت شد که هنگام پخش قرآن به‌طور میانگین بعد فرکتال دونیم کره مغز به طرز قابل توجهی افزایش می‌یابد و پس از آن کاهش پیدا می‌کند اما این کاهش همچنان بیشتر از حالت معمولی شخص است؛ اما در خصوص قلب این موضوع کاملاً برعکس است، در واقع بعد فرکتال قلب هنگام پخش قرآن کاهش می‌یابد و پس از آن افزایش می‌یابد.



**شکل ۹: مقایسه میانگین بعد فرکتال هیگوجی به ترتیب از راست به چپ در بخش های قلب، نیم کره راست و نیم کره چپ**

در طبقه‌بند ماشین‌بردار پشتیبان (با ویژگی‌های میانگین بعد همبستگی و فرکتال هیگوجی) در نیم کره چپ مغز و قلب بیشترین درصد صحت به دست آمده به ترتیب ۶۷/۵ درصد و ۶۳ درصد بین حالت پخش و بعد از پخش قرآن است؛ و کمترین درصد صحت (۴۹ درصد با ویژگی‌های میانگین و واریانس بعد همبستگی) در نیم کره راست و بین حالات قبل و حین پخش قرآن است. همچنین در نیم کره راست بین حالت قبل و حین پخش قرآن بیشترین درصد صحت ۶۵ درصد است؛ که نشانگر تفاوت معنادار سیگنال‌های مغزی و قلبی بین این دو حالت است. با وجود اینکه درصد صحت طبقه‌بندی به وسیله SVM بین مراحل مختلف در هر بخش پایین بوده است اما میانگین درصد صحت بین حالات قبل و بعد از پخش قرآن در نیم کره راست و قلب رقم بالاتری را به خود اختصاص داده است. همچنین در نیم کره چپ مغز میانگین بالاترین درصد صحت بین حالات حین پخش قرآن و بعد از آن است.

**جدول ۷: جدول صحت طبقه‌بندی دادگان هر دو مرحله نسبت به هم در هر بخش**

بخش	درصد صحت با ویژگی‌های مختلف	میانگین و واریانس بعد همبستگی			میانگین صحت طبقه‌بندی در هر حالت
		فرکتال هیگوجی و واریانس بعد همبستگی	فرکتال هیگوجی	فرکتال هیگوجی و واریانس بعد همبستگی	
نیم کره چپ	(B, WV)	۵۶	۵۹	۵۷	۵۷,۳۳
	(B, WNV)	۶۴	۵۶,۵۱	۵۷,۱۴	۵۹,۲۱
	(WV, WNV)	۵۵	۶۷,۰۵	۶۴,۹۲	۶۲,۴۷
نیم کره راست	(B, WV)	۴۹	۵۲	۶۵	۵۵,۳۳
	(B, WNV)	۵۸	۵۳,۷۵	۵۶,۲۷	۵۶,۱۴
	WV, WNV	۵۰,۴۳	۵۶	۵۶	۵۴,۲۷
قلب	B, WV	۵۹	۵۷	۵۳	۵۶,۳۳
	B, WNV	۵۸,۵۷	۶۱	۵۲	۵۷,۱۹
	WV, WNV	۵۴,۱۳	۶۳	۵۲	۵۶,۲۷

## ۶. بحث و نتیجه‌گیری

طبق نتایج به‌دست آمده در بخش قبل در هنگام گوش فرادادن به آوای قرآن کریم بعد فرکتال سیگنال الکتریکی مغز افزایش یافته است که این موضوع نشان‌دهنده تغییر الگوی تعاملات بین بخش‌های مختلف مغز و کارآیی آن در این حالت است؛ در مرحله دوم، حالت بعد از پخش قرآن، الگوی تغییرات بعد فرکتال تغییر می‌کند اما این تغییر همچنان باحالت معمولی متفاوت است. به‌عنوان مثال در مقاله رویز<sup>۱</sup> و همکاران با عنوان بعد فرکتال سیگنال مغزی افراد در طی یک مداخله، پخش کلیپ‌هایی با محتوای احساسی افزایش یافته است؛ اما در این مقاله پردازش‌های فرکتالی مستقیماً بر روی داده‌های قلبی انجام نشده است بلکه پردازش‌ها بر روی تغییرات ضربان قلب اعمال شده است اما در پژوهش حاضر بعد فرکتال سیگنال قلبی محاسبه شده است و قابل مقایسه با نتایج این بخش از مقاله ذکر شده نیست. در قلب میزان خود شباهتی و پیچیدگی سیگنال در مرحله دوم، حین پخش قرآن، کاهش می‌یابد که می‌تواند احساس خاص و یا حالت آرامش افراد را در هنگام گوش فرادادن به آوای الهی توجیه کند که در قرآن کریم در آیه «إِذْ يَذُكَّرُ أَنْ تَطْمِئِنَّ الْقُلُوبُ»<sup>۲</sup> به این موضوع اشاره شده است و بیانگر این است که یاد پروردگار عالمیان باعث اطمینان قلبی و آرامش می‌شود. پس از آن با بررسی رابطه بین ابعاد همبستگی نیم‌کره‌های مغز و قلب دریافتیم که همبستگی این دو در حالت پخش قرآن در اکثریت افراد بیشتر شده است، به این معنا که بازه ابعاد همبستگی کمتر شده و داده‌ها منسجم‌تر می‌شوند و تعامل بین قلب و نیم‌کره‌های مغز افزایش می‌یابد. به‌عنوان مثال در مقاله‌ی خانم ربانی مه‌مویی و همکاران به این موضوع اشاره شده است که در حین پخش قرآن همبستگی داده‌های مغزی افزایش داشته است. در نهایت نشان داده شد که تعاملات بین قلب و مغز انسان‌ها در طی مداخله افزایش یافته است که همچنین این موضوع در کلام امیرالمؤمنین امام علی (ع)، در قسمت مقدمه به آن اشاره شده است، مشاهده می‌شود؛ بنابراین با توجه به تأثیرات فراوان مشاهده شده امید است که برای انس و الفت با این کتاب الهی اهتمام بیشتری بکنیم و هنگام گوش دادن به این نوای الهی به عظمت و بزرگی آن توجه داشته و در آیات الهی آن تدبیر کنیم. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات بعدی، علاوه بر بررسی تأثیر آوا، به بررسی تأثیر درک آگاهانه از معانی و همچنین مکانی که در آن ثبت سیگنال انجام می‌شود پرداخته شود؛ به‌عنوان مثال تأثیر تلاوت قرآن کریم در حرم مطهر ائمه معصوم (ع) انجام گیرد.

## سپاسگزاری

اکنون که به یاری پروردگار و یاری و راهنمایی استادان بزرگ موفق به پایان این پژوهش شده‌ایم وظیفه خودمان دانسته که نهایت سپاسگزاری را از تمامی دانشجویان محترم پردیس رضوان دانشگاه بین‌المللی امام رضا (ع) و معاونت محترم فرهنگی دانشگاه که در ثبت سیگنال حیاتی به ما کمک کرده‌اند، به عمل آوریم.

## منابع

- اسمعیلی صدرآبادی، مهدی؛ جدادی، مریم؛ رفیع‌خواه، محسن و نقی زاده، زهرا (۱۳۹۷). بررسی اثر بخشی تدبیر در آیات قرآن کریم بر افزایش سلامت روان. دو فصلنامه تخصصی پژوهش‌های میان‌رشته‌ای قرآن کریم، (۱)، ۵۱-۶۴.
- بهبهانی، سرور و کریمی مریدانی، محمد (۱۳۹۴). موسیقی درمانی جهت بهبود عملکرد درمان. نشریه مهندسی پزشکی، (۱۷۰)، ۷۶-۸۹.
- ربانی مهموئی، نجمه؛ صادقی بجستانی، قاسم و شعرباف تبریزی، سعید (۱۳۹۵). بررسی سیگنال مغزی توسط دینامیک سیستم‌های پیچیده. کنفرانس بین‌المللی مهندسی برق، تهران.
- سعادت مهر، بهاره؛ صفری بیدختی، غزاله؛ عربی، مینا؛ غلامی، معصومه و صادقی بجستانی، قاسم (۱۳۹۶). بررسی تأثیر آوای قرآن کریم بر ارتباط بین نیم‌کره‌های مغزی. سومین کنفرانس سراسری مهندسی برق، کامپیوتر و فناوری اطلاعات، شیراز.
- صادقی بجستانی، قاسم؛ منزوی، عباس؛ هاشمی گلپایگانی، محمدرضا و اشرف زاده، فرح (۱۳۹۶). شناسایی تغییر الگوی دینامیک EEG در اختلال طیف اتیسم مبتنی بر فضا قبض و بسط سیگنال. مجله مهندسی پزشکی زیستی، (۲)، ۱۱۱-۱۶۷-۱۸۵.
- مجید زاده اردبیلی، کیوان؛ رستمی، رضا و کاظمی، رضا (۱۳۹۶). همبسته‌های الکتروفیزیولوژیک شنیدن قرآن کریم. شفای خاتم، (۲)، ۶-۷۰-۸۱.
- معصومی، معصومه؛ جوکار، زینب؛ رزاق زاده، رقیه و ربیعی، زینب (۱۳۹۷). مقایسه تأثیر آوای قرآن و موسیقی بی‌کلام بر سلامت معنوی افراد تحت همودیالیز. فصلنامه پرستاری گروه‌های آسیب‌پذیر، (۱۰)، ۲۴-۳۴.
- مک کراتی، رولین؛ آتکینسون، مایک؛ تومازینو، دانا و بردلی، ریمون (۲۰۱۶). نظریه مغز قلب (مترجمان: محمدرضا زالی، سعید رضایی طروقسی، فاطمه عیوضی، فرزانه عبدالله زاده)، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- ممتحن، مهدی؛ حاجی زاده، مهین (۱۳۸۹). موسیقی و نظم آوایی قرآن کریم. فدک، (۴)، ۱۷۳-۱۹۰.
- میرباقر آجریز، ندا؛ آقاجانی، محمد و شهشهانی، مریم سادات (۱۳۹۰). تأثیر موسیقی و آوای قرآن بر میزان اضطراب و علائم حیاتی بیماران قبل از اعمال جراحی شکم. فصلنامه دانشکده پرستاری و مامایی مشهد، (۱)، ۶۳-۷۶.
- وزیری، غزاله؛ الماس گنج، فرشاد (۱۳۸۷). ارزیابی و تشخیص نارسایی‌ها و ناهنجاری‌های صوتی با بهره‌گیری از ویژگی‌های آشوب‌گونه. چهاردهمین کنفرانس مهندسی پزشکی ایران، تهران. ۳۵۹-۳۶۶.
- Al-Galal, S. A. Y., Alshaiikli, I. F. T., & Rahman, A. W. B. A (2017). Automatic emotion recognition based on EEG and ECG signals while listening to quranic recitation compared

- with listening to music. 6th International Conference on Information and Communication Technology for the Muslim World, 269–274. <https://doi.org/10.1109/ICT4M.2016.55>
- Alshaikhli, T. I. F. , Yahya, S. A. , Pammusu, I. , & Alarabi, K. F (2014). A study on the effects of EEG and ECG signals while listening to Qur'an recitation. the 5th International Conference on Information and Communication Technology for the Muslim World. 10.1109/ICT4M.2014.7020590
- Gomes, R. L. , Vanderlei, L. C. M. , Garner, D. M. , Vanderlei, F. M. , & Valenti, V. E (2017). Higuchi Fractal Analysis of Heart Rate Variability is Sensitive during Recovery from Exercise in Physically Active Men. *Medical Express*, 4(3), 1–8. <https://doi.org/10.5935/MedicalExpress.2017.03.02>
- Hilborn, r. c (2000). chaos and nonlinear dynamics. 2th ed. United states: Oxford University Press; 1994.
- Navitha, K. , Simmeen, sh. , Likhitha, K. , Patel, J (1967). Grassberger procaccia algorithm for EEG channel selection. *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*. 4(2). P 1967-1970.
- Ruiz-Padial, E. , Ibáñez-Molina, A. J (2018). Fractal dimension of EEG signals and heart dynamics in discrete emotional states. *Biological Psychology*. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2018.06.008>
- Vaghefi, M. , Nasrabadi, A. M. , Golpayegani, S. M. R. H. , Mohammadi, M. R. , & Gharibzadeh, S (2015). Spirituality and brain waves. *Journal of Medical Engineering and Technology*, 39(2), 153–158. <https://doi.org/10.3109/03091902.2014.1001528>

