

بررسی خودشبهاهتی سیگنال‌های مغزی در زمان گوش دادن به قرآن کریم

مهسا واقفی^۱، علی مطیع نصرآبادی^۲، سید محمد رضا هاشمی گلپایگانی^۳، محمدرضا محمدی^۴، شهریار غریب‌زاده^۵
^۱ گروه مهندسی برق، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران ^۲ گروه مهندسی پزشکی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران،
^۳ دانشکده مهندسی پزشکی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران ^۴ مرکز تحقیقات روانپزشکی و روانشناسی، بیمارستان روزبه، دانشگاه علوم پزشکی تهران،
تهران، ایران ^۵ دانشکده مهندسی پزشکی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران
^۱ mahsavaghefi@gmail.com, ^۲ nasrabadi@shahed.ac.ir, ^۳ hashemi_g@morva.net, ^۴ mohammadimr@tums.ac.ir, ^۵ gharibzadeh@aut.ac.ir

چکیده - دو روش تبدیل بسته موجک و تحلیل نوسان روندزادایی شده، قابلیت بررسی ساختارهای خود متشابه را دارند و برای بررسی سری‌های نامانا و زودگذر مناسب هستند. اخیراً با ترکیب این دو روش، یک ویژگی تحت عنوان Wavelet-DFA معرفی شده است که توانایی شناسایی خودشبهاهتی سری‌های زمانی غیرایستا را دارا است. در این مطالعه، از سیگنال‌های مغزی ۴۷ داوطلب فارسی زبان مسلمان در زمان گوش دادن به قرآن کریم با اطلاع قبلی و گوش دادن به قرآن کریم و متن عربی بدون اطلاع قبلی استفاده شده و با استفاده از دو ویژگی تحلیل نوسان روندزادایی شده و Wavelet-DFA، خودشبهاهتی سیگنال‌های مغزی در زمان گوش دادن به قرآن کریم و متن عربی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج تحلیل آماری نشان داده است که شنیدن قرآن کریم با اطلاع قبلی، کاهش خودشبهاهتی سیگنال‌های مغزی داوطلبان را به دنبال داشته و عدم اطلاع قبلی از آنچه برای آن‌ها پخش شده است، عدم وجود تغییرات معنی‌دار در خودشبهاهتی سیگنال مغزی را به دنبال داشته است.

کلید واژه- تحلیل نوسان روندزادایی شده، خودشبهاهتی، سیگنال‌های مغزی، قرآن کریم، Wavelet-DFA.

است که مطابق آن سیگنال‌های مغزی افراد فارسی زبان مسلمان که تسلط کافی به زبان عربی نداشته‌اند و حافظ قرآن کریم نبوده‌اند، در زمان گوش دادن به قرآن کریم با اطلاع قبلی و گوش دادن به قرآن کریم و متن عربی بدون اطلاع قبلی ثبت و بررسی شده است.

خودشبهاهتی زمانی اتفاق می‌افتد که شکل یک سیگنال تقریباً مشابه با بخشی از همان سیگنال است و باعث می‌شود که خصوصیات آماری یک سری زمانی در زیر سری‌های تغییر مقیاس داده شده خودش ثابت باشد [۸]. پارامتر خودشبهاهتی یا نمای مقیاس‌گذاری می‌تواند بعنوان شاخصی از دینامیک‌های نوسانات عصبی در نظر گرفته شود که میانگین دامنه آن به شدت فعالیت نوسانی وابسته است [۹]. تحلیل نوسان روند زادایی شده^۲ (DFA) که در سال ۱۹۹۵ توسط Peng و همکاران معرفی شد یکی از روش‌هایی است که قادر است وجود یا عدم وجود خاصیت خودشبهاهتی را به خوبی نشان دهد [۱۰].

تحقیقات گذشته نشان داده است که گوش دادن به موسیقی

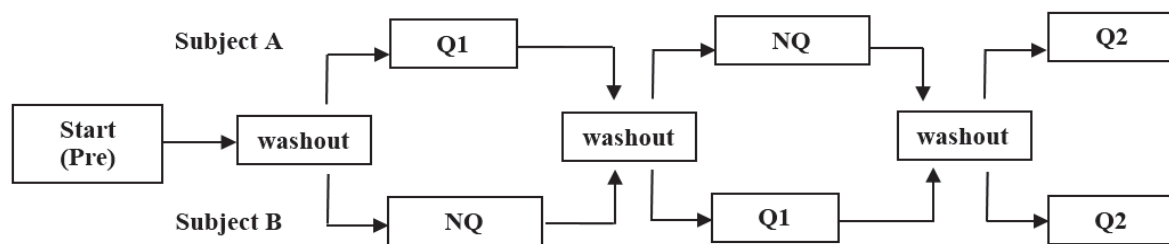
۱- مقدمه

در سال‌های اخیر گرایش افزایش یافته‌ای در مورد مطالعه بر روی تأثیرهای بالقوه معنویت و اعمال مذهبی بر روی سلامت انسان صورت گرفته است [۱]. به تبع آن، در ایران و دیگر کشورهای اسلامی نیز مطالعات متعددی در زمینه تأثیر آوای قرآن کریم بر سلامت روان، درمان بیماری‌ها، سیستم ایمنی بدن، آرامش و ... صورت گرفته است که در اکثر آن‌ها، اثرات آرامش‌بخشی قرآن کریم بر روی بیماران و در شرایط اضطراب بررسی شده است [۴-۲]. در این راستا، تعداد محدودی از مطالعات نیز وجود دارد که در زمان گوش دادن به کتاب آسمانی مسلمانان، تغییرات سیگنال‌های مغزی را بررسی کرده‌اند [۷-۵].

فعالیت الکتریکی مغز، که توسط الکتروانسفالوگرام^۱ (EEG) قابل اندازه‌گیری است، اطلاعات فراوانی درباره‌ی دینامیک‌های مغز انسان فراهم می‌کند و روش عمومی برای بررسی کردن حالت‌های مغزی است. در مطالعه حاضر، پروتکلی طراحی شده

¹ Electroencephalogram

² Detrended Fluctuation Analysis



شکل ۱: پروتکل طراحی شده برای ثبت سیگنال EEG

(ج) پخش قسمتی از سوره فتح در زمانی که فرد از منبع فایل صوتی اطلاع داشته است (با اطلاع قبلی، Q2). از این رو پروتکل در نظر گرفته شده به صورت زیر است (شکل ۱):

مرحله اول - پایه (Pre): ثبت نوار مغز به مدت ۱۰۰ ثانیه چشم باز و ۱۲۰ ثانیه چشم بسته.

مرحله دوم - (بدون اطلاع قبلی): ثبت نوار مغز به مدت ۱۰۰ ثانیه چشم باز، ۱۲۰ ثانیه چشم بسته و پس از آن پخش تصادفی Q1 یا NQ و ثبت همزمان نوار مغز به مدت ۶۰۰ ثانیه چشم بسته.

مرحله سوم - (بدون اطلاع قبلی): ثبت نوار مغز به مدت ۱۰۰ ثانیه چشم باز، ۱۲۰ ثانیه چشم بسته و پس از آن پخش تصادفی Q1 یا NQ و ثبت همزمان نوار مغز به مدت ۶۰۰ ثانیه چشم بسته.

مرحله چهارم - (با اطلاع قبلی): ثبت نوار مغز به مدت ۱۰۰ ثانیه چشم باز، ۱۲۰ ثانیه چشم بسته و پس از آن پخش فایل Q2 و ثبت همزمان نوار مغز به مدت ۶۰۰ ثانیه چشم بسته.

با توجه به آن که در مرحله دوم و سوم فایل صوتی بدون اطلاع قبلی برای داوطلبان پخش شده است و همچنین برای از بین بردن اثر توالی بین این دو مرحله، از طرح متقاطع AB/BA برای مرحله دوم و سوم استفاده است. متن عربی استفاده شده در این مطالعه، توسط متخصص زبان عربی نوشته شده است به صورتی که قابلیت قرائت به صورت ترتیل را نیز دارا است.

۲-۲- ثبت سیگنال و پیش پردازش

برای ثبت سیگنال EEG از استاندارد ۲۰-۱۰ و دستگاه g.USBamp استفاده شده و نرخ نمونه برداری بر روی ۲۵۶ هرتز تنظیم شده است. از ۱۳ الکتروود طلا که در موقعیت Fp1, Fp2, F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4, O1, O2 قرار گرفته اند برای ثبت سیگنال های EEG استفاده شده است. الکتروود مرجع بر روی لاله گوش راست و الکتروود زمین در موقعیت Fpz قرار داده شده است. همچنین از فیلتر میان گذر و فیلتر notch داخلی

افزایش پیچیدگی مغز و کاهش خودشبهی را به دنبال دارد [۱۱]. Hoshiyama و همکار نیز در تحقیق خود کاهش خودشبهی را در زمان مدیتیشن زن برای نرخ ضربان قلب نشان داده اند [۱۲]. Sarkar و همکار با بررسی تغییرات DFA بر روی نرخ ضربان قلب نشان داده اند که در طول مدیتیشن همبستگی طولانی مدت سیگنال و در نتیجه خودشبهی نسبت به قبل آن کاهش می یابد [۱۳].

یکی دیگر از ابزارهای محاسباتی مهم و پرکارآمد، که برای مطالعه فرآیندهای خود متشابه بسیار جالب هستند، موجکها هستند. خاصیت خودشبهی در میان زیر باندهای موجکها وجود دارد [۱۴] به طوری که از ساختار چند تفکیکی تبدیل موجک برای آشکار کردن ویژگی های خود متشابه بسیاری از سیگنال ها، تصاویر یا فرآیندها می توان استفاده کرد [۱۵]. اخیراً روشی تحت عنوان Wavelet-DFA معرفی شده است [۱۶] که همانند DFA قادر است اطلاعات مقیاس گذاری و خاصیت خودشبهی در سری های زمانی را نشان دهد.

هدف از این مطالعه بررسی خودشبهی سیگنال های مغزی در زمان گوش دادن به قرآن کریم و متن عربی با استفاده از دو ویژگی Wavelet-DFA و DFA است.

۲- مواد و روش

۲-۱- جامعه و پروتکل

۴۷ داوطلب مسلمان فارسی زبان سالم (۱۹ نفر خانم و ۲۸ نفر آقا)، با بازه سنی ۱۶ تا ۲۵ سال و میانگین سنی $21/08 \pm$ در این مطالعه شرکت کرده اند که سه فایل صوتی مختلف برای آنها در نظر گرفته شده است: (الف) پخش قسمتی از سوره فرقان در زمانی که فرد از منبع فایل صوتی اطلاع نداشته است (بدون اطلاع قبلی، Q1). (ب) پخش متن عربی در زمانی که فرد از منبع فایل صوتی اطلاع نداشته است (بدون اطلاع قبلی، NQ).

$$F_b^2(k) = \frac{1}{k} \sum_{n=(b-1)k+1}^{bk} \{y(n)\} - y_b(n) \quad (2)$$

۵- در انتها، ریشه‌ی میانگین $F_b^2(k)$ در کل پنجره‌ها محاسبه می‌شود.

$$F(k) = \sqrt{\frac{1}{B} \sum_{b=1}^B F_b^2(k)} \quad (3)$$

این پروسه برای تمام مقیاس‌های مختلف (اندازه‌های مختلف از پنجره‌ها) تکرار می‌شود تا رفتار قانون توان بین $F(k)$ و k به دست آید. در زمانی که سیگنالی از قانون توان تبعیت می‌کند، رفتار قانون توان برای تابع $F(k)$ مشاهده می‌شود یعنی $F(k) \propto k^\alpha$. نمای مقیاس‌گذاری α اطلاعاتی در مورد خواص همبستگی‌های قانون توان طولانی‌مدت از سیگنال را در اختیار قرار می‌دهد. نمای مقیاس‌گذاری α مقداری بزرگ‌تر از صفر دارد. به طوری که $\alpha = 0.5$ متناظر با نویز سفید (سیگنال‌های غیرهمبسته) است. $\alpha < 0.5$ ضدهمبستگی‌های طولانی‌مدت در سیگنال، $0.5 < \alpha < 1$ همبستگی‌های طولانی‌مدت در سیگنال، $\alpha = 1$ رفتار قانون توان یکنواختی از نویز $1/f$ و $\alpha = 1.5$ نویز قهوه‌ای را نشان می‌دهد [۱۰]. در صورتی که $\alpha > 1.5$ باشد، نشان می‌دهد که همبستگی‌های طولانی‌مدتی در سیگنال وجود دارد و ممکن است مربوط به همبستگی‌های معین و همبستگی‌های تصادفی باشد [۲۰].

۲-۴ - Wavelet - DFA

تبدیل‌های موجک برای مطالعه‌ی فرآیندهای خود متشابه [۲۱] و برای سیگنال‌های غیرایستا که ممکن است به صورت لحظه‌ای در زمان تغییر کنند [۲۲]، بسیار کارآمد هستند. بسته موجک، ارتباط میان تقریب چند تفکیکی و موجک‌ها را تعمیم می‌دهد و علاوه بر فضای جزئیات، فضای تقریب چند تفکیکی در فضای تفکیک پایین‌تر را نیز تجزیه می‌کند (شکل ۲).

با توجه به آن که هر دو روش تبدیل بسته موجک و DFA قابلیت بررسی ساختارهای خودمتشابه را دارند و از طرف دیگر برای بررسی سری‌های نامانا و زودگذر مناسب هستند، با ترکیب دو روش تبدیل بسته موجک و DFA نمای جدیدی تحت عنوان Wavelet-DFA معرفی شده است که به دلیل استفاده از تبدیل بسته موجک قابلیت حذف روندهای محلی را دارد و همچنین می‌تواند آشکارا اطلاعات سری‌های زمانی را در مقیاس‌های مختلف دنبال کند. این ویژگی علاوه بر آن که توانایی شناسایی خودشبه‌اشی را دارا می‌باشد قادر است گذرهای آشوب - دوره‌ای، ادغام باند و بحران داخلی را برای سیستمی که از طریق دو برابر شدن دوره به سمت آشوب گذر می‌کند، را مشخص نماید.

g.USBamp استفاده شده است که فیلتر میان‌گذر بر روی ۰/۱ تا ۶۰ هرتز و فیلتر notch بر روی ۵۰ هرتز تنظیم شده‌اند.

زمان رخدادهایی مانند حرکت سر و گردن، حرکت دست و پا، حرکت روی صندلی، تنفس عمیق و قورت دادن آب دهان یادداشت شده است و سپس این قسمت‌ها در سیگنال علامت-گذاری شده‌اند. پنجره‌های زمانی از سیگنال EEG با مدت زمان ۴s که حاوی رخداد‌های ذکر شده در بالا نبوده‌اند، انتخاب شده‌اند. مقدار ویژگی مورد نظر برای تمام پنجره‌های زمانی ۴s محاسبه می‌شود و در انتها از مقدار میانگین آن ویژگی بر روی تمام پنجره‌های زمانی موجود، برای ارزیابی تغییرات سیگنال EEG در بین ۴۷ نفر و ۴ وضعیت مورد نظر استفاده شده است.

۲-۳ - تحلیل نوسان روند زدایی شده

روش تحلیل نوسان روند زدایی شده [۱۰]، قابلیت آشکارسازی همبستگی‌های طولانی مدت در سری‌های زمانی غیرایستا را دارد و خواص همبستگی سیگنال را توسط یک پارامتر کمی ساده - نمای مقیاس‌گذاری - به خوبی نشان می‌دهد [۱۷]. مزیت DFA نسبت به روش‌های آنالیز طیف سنتی این است که توانایی بررسی سیگنال‌های غیرایستا را دارد و در مقایسه با روش تبدیل موجک، به انتخاب تابع مادر بستگی ندارد [۱۸]. مزیت دیگر این تکنیک آن است که روندهای چندجمله‌ای از مرتبه‌های مختلف را به صورت اصولی می‌تواند تشخیص دهد و حذف کند [۱۹].

در چند سال گذشته، روش DFA و کاربردهای آن مورد توجه و استفاده بسیاری از محققین قرار گرفته و در زمینه‌های مختلفی مانند دینامیک‌های ضربان قلب، ثبت‌های طولانی‌مدت آب و هوا، سری‌های زمانی اقتصادی، فیزیک حالت جامد به کار رفته است. در عمل، روش DFA شامل چند مرحله به شرح زیر است [۱۰]:

۱- در ابتدا از سری‌های زمانی $\{x(t)\}$ ($i=1,2,\dots,N$) انتگرال-گیری می‌شود به طوری که $y(n)$ ، n امین مقدار از جمع انباشته و $\langle x \rangle$ میانگین سری زمانی است.

$$y(n) = \sum_{i=1}^n [x(t) - \langle x \rangle], \quad n=1,2,\dots,N \quad (1)$$

۲- سپس $y(n)$ به B پنجره با طول مساوی تقسیم می‌شود که درون هر پنجره تعداد $k = \text{int}(N/B)$ داده‌ی زمانی وجود دارد.

۳- درون هر یک از پنجره‌ها ($b=1,\dots,B$)، با استفاده از روش مینیمم کردن مربعات، یک خط راست، y_b ، بر داده‌های مربوط به آن پنجره برازش می‌شود (گرایش محلی داده‌ها).

۴- واریانس نوسانات $y(n)$ از خط $y_b(n)$ در پنجره b ام $(F_b(L))$ تعریف و روند محلی در پنجره b ام اندازه‌گیری می‌شود.

است. این طرح حالت تعمیم یافته آزمون مقایسه زوجی است؛ با این تفاوت که بجای مقایسه یک گروه در ۲ وضعیت، یک گروه در ۳ یا چند وضعیت مقایسه می‌شود. آزمون فریدمن، آزمون ناپارامتری معادل آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر است. بعد از مشخص شدن اختلاف بین مراحل مختلف، با استفاده از آزمون پارامتری t نمونه‌های جفت (آزمون تعقیبی)، محل اختلافها مشخص می‌شود که آزمون ویلکاکسون، آزمون ناپارامتری معادل آزمون t نمونه‌های جفت است [۲۳]. در این مطالعه، برای تمام آزمون‌ها از سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شده است.

۳-۱- نتایج DFA

در شکل ۳ میانگین و انحراف از میانگین ویژگی DFA برای ۱۳ الکتروود و در چهار مرحله Pre, Q1, NQ, Q2 نشان داده شده که نتایج معنی‌دار این ویژگی به شرح ذیل است:

- برای الکتروودهای Fp1, Fp2, F3, Fz, F4, C3, Cz, P3, Pz, O1, O2: نتایج آزمون درون گروهی نشان می‌دهد که بین چهار مرحله تفاوت معنی‌دار وجود دارد. همچنین با استفاده از آزمون تعقیبی می‌توان نتیجه گرفت که ویژگی DFA در مرحله Q2 نسبت به سه مرحله Pre, Q1, NQ کاهش معنی‌دار داشته است.
- برای الکتروود C4: نتایج آزمون درون گروهی نشان می‌دهد که بین چهار مرحله تفاوت معنی‌دار وجود دارد. همچنین با استفاده از آزمون تعقیبی می‌توان نتیجه گرفت که ویژگی DFA در مرحله Q2 نسبت به سه مرحله Pre, Q1, NQ و در مرحله NQ نسبت به مرحله Pre کاهش معنی‌دار داشته است.

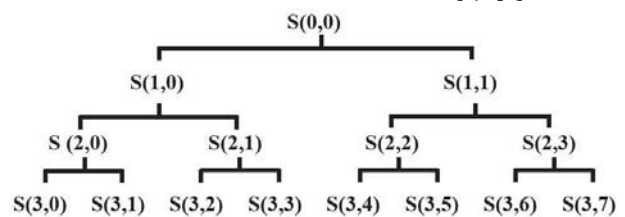
- برای الکتروود P4: نتایج آزمون درون گروهی نشان می‌دهد که بین چهار مرحله تفاوت معنی‌دار وجود دارد. همچنین با استفاده از آزمون تعقیبی می‌توان نتیجه گرفت که ویژگی DFA در مرحله Q2 نسبت به دو مرحله Pre, NQ کاهش معنی‌دار داشته است.

۳-۲- نتایج Wavelet-DFA

در شکل ۴ میانگین و انحراف از میانگین ویژگی Wavelet-DFA برای ۱۳ الکتروود و در چهار مرحله Pre, Q1, NQ, Q2 نشان داده شده که نتایج معنی‌دار این ویژگی به شرح ذیل است:

- برای الکتروودهای Fp2, F3, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4, O1, O2: نتایج آزمون درون گروهی نشان می‌دهد که بین چهار مرحله تفاوت معنی‌دار وجود دارد. همچنین با استفاده از آزمون تعقیبی می‌توان نتیجه گرفت که ویژگی Wavelet-DFA

در روش پیشنهادی Wavelet-DFA، سری زمانی $x(i)$ توسط روش تبدیل بسته موجک به z سطح تجزیه می‌شود به طوری که $z=0:m$ در نظر گرفته شده و m طوری انتخاب شده که حداقل تعداد ضرایب در $S(m,k)$ ، ۴ است. سپس برای هر یک از سطوح تجزیه، تمام ضرایب آن سطح کنار یکدیگر قرار می‌گیرند و سری جدیدی با نام $x'(i)$ ساخته می‌شود. از سری $x'(i)$ طبق معادله (۱) انتگرال‌گیری می‌شود و $y(n)$ به دست می‌آید. سری زمانی $y(n)$ به 2^j قسمت تقسیم می‌شود و همانند آنچه در قسمت ۲-۳ بیان شد، در هر قسمت، یک خط $y_b(n)$ بر روی مجموعه نقاط آن قسمت با استفاده از روش کمترین مربع خطا برازش می‌شود و تابع میانگین مربع خطا $F(k)$ توسط معادله (۳) محاسبه می‌شود. پس از محاسبه $F(k)$ برای تمام سطوح تجزیه، نمودار لگاریتمی $F(k)$ بر اساس k ترسیم می‌شود. $F(k)$ دارای یک قانون توان $F(k) \propto k^w$ است، که در آن w نمای مقیاس-گذاری نامیده می‌شود. در این روش $w=0.5$ متناظر با نویز سفید (سیگنال‌های غیر همبسته) است و $w=0.75$ رفتار قانون توان یکنواختی از نویز $1/f$ را نشان می‌دهد و $w=1$ نشان-دهنده‌ی نویز قهوه‌ای است [۱۶].



شکل ۲: زیر فضای درختی تبدیل بسته موجک [۱۶]

۳-۳ نتایج

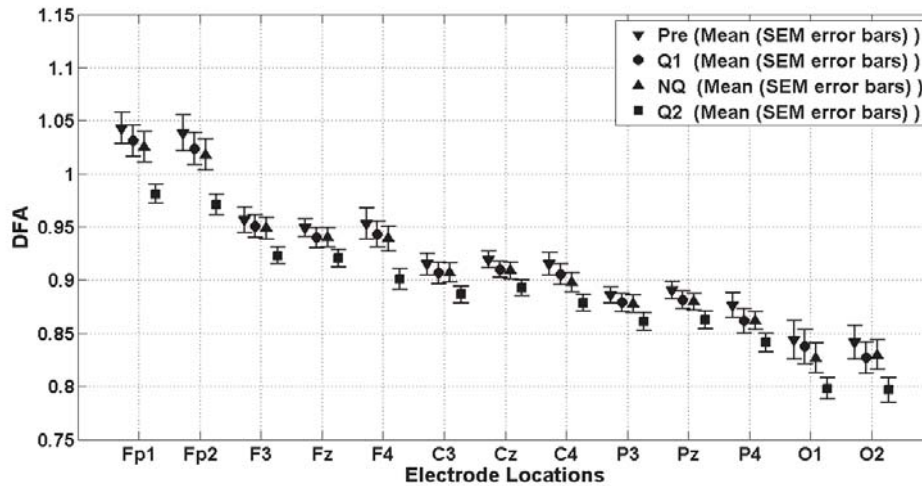
برای تجزیه و تحلیل آماری نتایج از نرم‌افزار SPSS استفاده شده است. در ابتدا، برای انتخاب یک آزمون باید تصمیم گرفته شود که از آزمون‌های پارامتری استفاده شود یا از آزمون‌های ناپارامتری. در این مطالعه با استفاده از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف، نرمال بودن توزیع داده‌ها، برای هر الکتروود به طور جداگانه، بررسی شده است. در صورتی که داده‌های یک الکتروود نرمال باشند از آزمون‌های پارامتری و در غیراینصورت از آزمون‌های ناپارامتری برای آن الکتروود استفاده شده است. وقتی که اندازه‌گیری‌های یکسانی برای چند بار از یک آزمودنی یا یک مورد انجام می‌گیرد، برای تحلیل داده‌ها و مقایسه میانگین داده‌ها بین این چند بار بایستی از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده کرد که یک آزمون پارامتری

NQ و در مرحله NQ نسبت به مرحله Pre کاهش معنی‌دار داشته است.

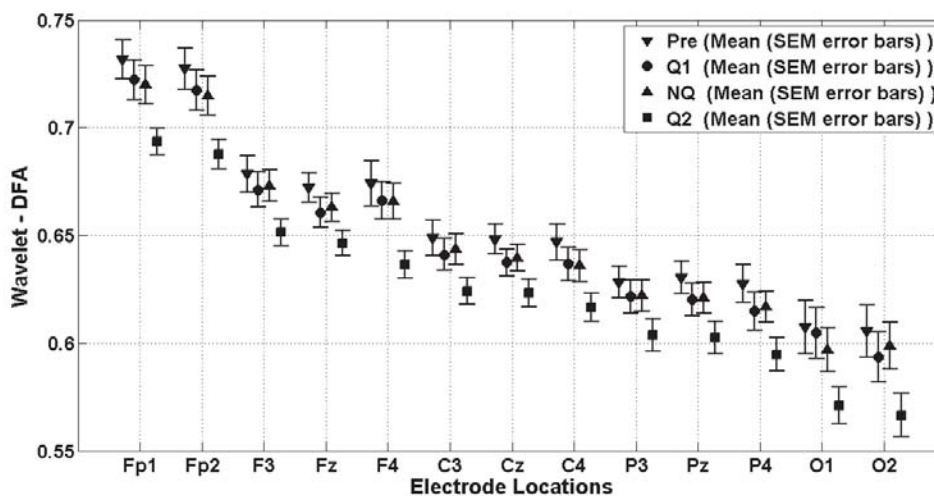
برای الکتروود Fz: نتایج آزمون درون گروهی نشان می‌دهد که بین چهار مرحله تفاوت معنی‌دار وجود دارد. همچنین با استفاده از آزمون تعقیبی می‌توان نتیجه گرفت که ویژگی Wavelet-DFA در مرحله Q2 نسبت به سه مرحله Pre, Q1, NQ و در

مرحله Q2 نسبت به سه مرحله Pre, Q1, NQ کاهش معنی‌دار داشته است.

برای الکتروود Fp1: نتایج آزمون درون گروهی نشان می‌دهد که بین چهار مرحله تفاوت معنی‌دار وجود دارد. همچنین با استفاده از آزمون تعقیبی می‌توان نتیجه گرفت که ویژگی Wavelet-DFA در مرحله Q2 نسبت به سه مرحله Pre, Q1, NQ



شکل ۳: مقدار میانگین و انحراف از میانگین برای ویژگی DFA در هر ۱۳ الکتروود در ۴ مرحله Pre, Q1, NQ, Q2



شکل ۴: مقدار میانگین و انحراف از میانگین برای ویژگی Wavelet - DFA در هر ۱۳ الکتروود در ۴ مرحله Pre, Q1, NQ, Q2

نظر دینامیکی به آن نویز تصادفی گفته می‌شود. با محاسبه نمای مقیاس‌گذاری برای سیگنال EEG افراد فارسی زبان مسلمان در ۴ مرحله Pre, Q1, NQ, Q2 مشخص شده است که $\alpha > 0.5$ است که این نتیجه نشان‌دهنده ماندگاری و همبستگی سیگنال EEG است. نمای DFA در وضعیت Q2 نسبت به سه مرحله دیگر کاهش معنی‌دار داشته است بنابراین خودشبهی سیگنال در مرحله Q2 نسبت به سه مرحله دیگر کاهش پیدا کرده است. اما گوش دادن به قرآن کریم و متن عربی در صورتی-

مرحله Q1 نسبت به مرحله Pre کاهش معنی‌دار داشته است.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

پارامتر خودشبهی یا نمای مقیاس‌گذاری ممکن است بعنوان شاخصی از دینامیک‌های نوسانات عصبی در نظر گرفته شود که میانگین دامنه آن به شدت فعالیت نوسانی وابسته است [۹]. نمای مقیاس‌گذاری بزرگ‌تر از صفر دارد و در صورتی که $\alpha = 0.5$ باشد بیان‌گر تصادفی بودن آن سری زمانی است که از

اضطراب و تثبیت علائم حیاتی بیماران قبل از القای بیهوشی"، فصل نامه قرآن و طب، (۱)، ۱۳۹۰، ۱۱-۵.

- [5]. V. Julianto, M. B. Etsem, "The Effect of Reciting Holy Quran toward Short-term Memory Ability Analysed through the Changing Brain Wave", *Jurnal Psikologi*, Vol. 38, No. 1, pp. 17-29, 2011.
- [6]. A. A. Abdullah, Z. Omar, "The Effect of Temporal EEG Signals While Listening to Quran Recitation", *Proc. Int. Conf. on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, Malaysia, pp. 372-5, 2011.
- [7]. M. S. Shekha, A. O. Hassan, S. A. Othman, "Effects of Quran listening and music on electroencephalogram", *Egyptian Society of Experimental Biology*, Vol. 9, No. 1, pp. 1-7, 2013.
- [8]. P. Gifani, H. R. Rabiee, M. H. Hashemi, P. Taslimi, M. Ghanbari, "Optimal fractal-scaling analysis of human EEG dynamic for depth of anesthesia quantification", *Journal of the Franklin Institute*, Vol. 344, pp. 212-229, 2007.
- [9]. K. L. Hansen, V. V. Nikouline, J. M. Palva, R. J. Ilmoniemi, "Long-Range Temporal Correlations and Scaling Behavior in Human Brain Oscillations", *The Journal of Neuroscience*, Vol. 21, No. 4, pp. 1370-1377, 2001.
- [10]. C. K. Peng, S. Havlin, H. E. Stanley, A. L. Goldberger, "Quantification of scaling exponents and crossover phenomena in nonstationary heartbeat time series", *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*, Vol. 5, No. 1, pp. 82-87, 1995.
- [11]. N. G. Karthick, V. I. T. Ahamed, K. P. Joseph, "Music and the EEG: A Study using Nonlinear Methods", *Proc. Int. Conf. on Biomedical and Pharmaceutical Engineering*, Singapore, pp. 424-427, 2006.
- [12]. M. Hoshiyama, A. Hoshiyama, "Heart Rate Variability Associated with Experienced Zen Meditation", *Computers in Cardiology*, Bologna, pp. 569-572, 2008.
- [13]. A. Sarkar, P. Barat, "Effect of meditation on scaling behavior and complexity of human heart rate variability", *Fractals*, Vol. 16, No. 3, pp. 199-208, 2008.
- [14]. H. Dongmei, G. Wen, W. Jiangqin, "Complexity scalable audio coding algorithm based on wavelet packet decomposition", *Proc. 5th Int. Conf. on Signal Processing Proceedings*, Vol. 2, pp. 659-665, 2000.
- [15]. G. W. Womell, *Signal Processing with Fractals: a Wavelet Based Approach*, Prentice Hall, 1996.
- [16]. M. Vaghefi, A. M. Nasrabadi, S. M. R. H. Golpayegani, M. R. Mohammadi, S. Gharibzadeh, "Identification of Chaos-Periodic Transitions, Band Merging, and Internal Crisis Using Wavelet-DFA Method", *International Journal of Bifurcation and Chaos*, Vol. 26, No. 4, 2016.
- [17]. A. V. Coronado, P. Carpena, "Size Effects on Correlation Measures", *Journal of Biological Physics*, Vol. 31, No. 1, pp. 121-133, 2005.
- [18]. J. Liu J, "Detrended Fluctuation Analysis of Vibration Signals for Bearing Fault Detection", *Proc. Conf. on Prognostics and Health Management (PHM), Montreal*, pp. 1-5, 2011.
- [19]. A. Bashan, R. Bartsch, J. W. Kantelhardt, S. Havlin, "Comparison of detrending methods for fluctuation analysis", *Physica A*, Vol. 387, No. 21, pp. 5080-5090, 2008.
- [20]. E. Rodriguez, J. C. Echeverria, J. A. Ramirez, "Detrended fluctuation analysis of heart intrabeat dynamics", *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Vol. 384, No. 2, pp. 429-438, 2007.
- [21]. P. Kumar, E. Fofoula-Georgiou, "Wavelet Analysis for Geophysical Applications", *Reviews of Geophysics*, Vol. 35, pp. 385-412, 1997.
- [22]. B. Ergen, *Signal and Image Denoising Using Wavelet Transform*, Advances in Wavelet Theory and Their Applications in Engineering, Physics and Technology, D. Baleanu, Ed., pp. 495-514, 2010.
- [۲۳]. پ. کینیر، ک. گری، کتاب آموزش SPSS 10، ترجمه فتوحی اردکانی، چاپ پنجم، تهران، آصال، ۱۳۸۳.

که داوطلبان از قبل از مرجع آن‌ها اطلاعی نداشته باشند (Q1, NQ)، تغییر معنی‌داری در مقدار خودشباهتی و ویژگی DFA نسبت به مرحله پیش آزمون (Pre) ایجاد نکرده است.

نتایج نشان داده است که نمای Wavelet-DFA مقادری بزرگ‌تر از ۰/۵ دارد که این نتیجه نشان‌دهنده ماندگاری سیگنال EEG است. مقدار این نما در زمان گوش دادن با اطلاع قبلی به قرآن کریم (Q2) نسبت به سه مرحله دیگر کاهش معنی‌دار داشته است. در نتیجه خودشباهتی سیگنال EEG در این مرحله کمتر شده است. اما گوش دادن به قرآن کریم و متن عربی در صورتی که داوطلبان از قبل از مرجع آن‌ها اطلاعی نداشته باشند (Q1, NQ)، تغییر معنی‌داری در مقدار خودشباهتی و ویژگی Wavelet-DFA نسبت به مرحله پیش آزمون (Pre) ایجاد نکرده است.

بنابراین با توجه به اینکه نمای Wavelet-DFA و DFA درجه همبستگی موجود در سری‌های زمانی و میزان خودشباهتی این سری‌ها را نشان می‌دهند، مشخص شده است که شنیدن آوای قرآن کریم با اطلاع قبلی، میزان همبستگی سیگنال EEG و خودشباهتی سیگنال را به صورت معنی‌داری کاهش داده است و در نتیجه پیچیدگی و پویایی مغز در این شرایط بیشتر شده و در این شرایط تعداد نورون بیشتری برای پردازش درگیر شده است. باور و اعتقاد قلبی داوطلبان به قرآن کریم، در ایجاد این نتایج معنی‌دار مؤثر بوده است و در این حالت ورودی راحت‌تر در سیستم اثر گذاشته است. اما در زمانی که فرد از منبع فایل صوتی اطلاعی نداشته است یک قسمت از مغز او درگیر این مسئله بوده که منبع فایل صوتی چه بوده و کاملاً به محتوای آن محرک صوتی گوش نداده است. در نتیجه زیر سیستمی که وظیفه تشخیص منبع فایل صوتی را برعهده داشته است، فعال‌تر از بقیه زیر سیستم‌ها شده و بر دیگران غلبه کرده است و بنابراین تغییر معنی‌داری در مقدار خودشباهتی ایجاد نشده است.

مراجع

- [1]. D. P. O'Hara, "Is there a role for prayer and spirituality in health care?", *Med Clin North Am*, Vol. 86, No. 1, pp. 33-46, 2002.
- [۲]. ع. نیکبخت نصرآبادی، "بررسی میزان تأثیر آوای قرآن کریم بر کاهش درد بیماران بعد از اعمال جراحی شکم" دانشور، ۴(۱۴-۱۳)، ۱۳۷۵، ۳۱-۳۶.
- [۳]. ع. مجیدی، "تأثیر آوای قرآن بر میزان اضطراب بیماران قبل از آنژیوگرافی عروق کرونر" مجله دانشگاه علوم پزشکی گیلان، ۱۳(۴۹)، ۶۱-۶۷، ۱۳۸۳.
- [۴]. ن. شفیعی، س. سالاری، م. شریفی، "مقایسه تأثیر استماع صوت عربی قرآن مجید و صوت عربی با معانی فارسی بر کاهش