

مقایسه برآورد توابع چگالی طیفی در قالب یک مدل خطی تعمیم یافته و کاربردی از آن

مسعود یار محمدی^۱

چکیده

تحلیل طیفی یک روش توسعه یافته برای تحلیل سریهای زمانی در قلمرو فرکانس است. این روش از متداولترین شیوه‌های مورد استفاده برای کاهش مناسب داده‌ها و متعاقباً مقایسه این گونه از ثبت داده‌هاست. در این مقاله روش مقایسه برآورد تابع چگالی طیفی به همراه بیش از دو سری زمانی، در قالب یک مدل خطی تعمیم یافته ارائه شده است. توانمندی این روش خصوصاً در رویارویی با اندازه زیادی از پیشنهای جمع آوری شده در دوره‌های مختلف زمانی قابل توجه است. بدین شکل که چون تحلیل و مقایسه این اندازه از پیشنهای نیازمند زمان بسیار زیاد محاسباتی حتی با رایانه‌های پیشرفته است، لذا با استفاده از روش مطرح شده در این تحقیق می‌توان داده‌هایی با طیفهای تقریباً یکسان را دسته بندی کرده و میانگین مربوط به توان طیف را برای فرکانس‌های مختلف به دست آورد و لذا تعداد مقایسه‌های را به مقداری بسیار قابل توجه کاهش داد. در پایان، کاربرد این روش را در مقایسه ثبت داده‌های الکتروانسفالوگرافی^۲ (نووار مغزی)، برای افرادی که مشتقات بنتودیازپان (کلونازپام ۱۰ mg و کلوبارام ۱ mg) و دارویی بی اثر مصرف کرده‌اند، مورد بحث و مطالعه قرار می‌دهیم.

فرامه می‌سازد. آزمونهای مختلفی مقایسه برای مقایسه یکسانی ساختار طیفی دو سری زمانی توسط جنکیتز^۳ (۱۹۶۱)، گرنادر و رزنبلات^۴ (۱۹۷۰)، درگاهی نوبیری و لی کک^۵ (۱۹۸۱)، سوانپل و ون ویک^۶ (۱۹۸۶) و کتس و دیگل^۷ (۱۹۸۶) پیشنهاد شده‌اند. این روشها اغلب برآورد تابع چگالی طیفی را برای دو سری زمانی در فرکانس‌های مختلف مورد مقایسه قرار می‌دهند.

در این مقاله برای توسعه این روشها در مقایسه بیش از دو سری زمانی به طور همزمان آزمون منتبه به [۲] در قالب یک مدل خطی تعمیم یافته فرمول بندی مجدد شده و با استفاده از نرم افزار

۱. مقدمه

فرض کنید دو سری زمانی $\{X_{1,t}, t = 1, \dots, N\}$ و $\{X_{2,t}, t = 1, \dots, N\}$ به ترتیب به عنوان تحققهای مستقل از فرایندهای مانای $\{X_{1,t}\}$ و $\{X_{2,t}\}$ بوده و می‌خواهیم این فرض را که در حقیقت این دو سری زمانی از یک فرایند یکسان نتیجه شده‌اند مورد آزمون قرار دهیم. روش‌های مختلفی برای مقایسه دو فرایند پیشنهاد شده است ولی در بسیاری از موارد، مطالعه و بررسی برآورد چگالی طیف سریهای، فنی مناسب برای مقایسه دو سری زمانی

Dargahi-Noubary and Laycock^۸
Swanepoel and Van Wyk^۹
Coates and Diggle^{۱۰}

^۱دانشگاه تربیت مدرس، گروه آمار
^۲Electroencephalography(EEG)
^۳Jenkins^{۱۱}
^۴Grenader and Rosenblatt^{۱۲}

برای برآورد تابع چگالی، از تابعی به نام دوره نگار^۱ به صورت

$$I(\omega) =$$

$$\frac{1}{N} \left(\left\{ \sum_{i=1}^N X_i \cos(t\omega) \right\} + \left\{ \sum_{i=1}^N X_i \sin(t\omega) \right\} \right)$$

استفاده می شود. معمولاً دوره نگار برای مجموعه گسته از مقادیر

صحیح ω یعنی فرکانس‌های فوریه $\omega_k = \frac{2\pi k}{N}$ به ازای

$$I(\omega_k) = \left[\sum_{j=1}^N X_{jt} \right] \quad k = 1, 2, \dots, \left[\frac{N}{2} \right]$$

و $I(\omega_k)$ مستقل اند و $I(\omega_k)$ دارای توزیع تقریبی زیر است: [۹]

$$I(\omega_k) \sim \frac{h(\omega_k) \cdot \chi}{2}$$

۲- آزمون مقایسه برآورد چگالی‌های طیفی

فرض کنید n سری زمانی $\{X_{jt}; j=1, \dots, n, t=1, \dots, N\}$

به عنوان تحقیقاتی از فرایندهای مانای $\{X_{jt}\}$ نتیجه شده باشد و

برآورد شده در فرکانس‌های فوریه $\omega_k = \frac{2\pi k}{N}$ برای

$$I_j(\omega_k) \sim h_j(\omega_k) \cdot \chi \quad j = 1, 2, \dots, \left[\frac{N}{2} \right]$$

$$I_j(\omega_k) \sim h_j(\omega_k) \cdot \frac{\chi}{2} \quad (1)$$

چون تابع چگالی طیفی غیر منفی است، می‌توان رابطه (۱) را به صورت

$$I_j(\omega_k) \sim \exp(\theta_{kj}) Z_{kj} \quad (2)$$

بیان کرد، به طوری که Z_{kj} ها متغیرهای مستقل از توزیع χ هستند

و داریم: [۴]

$$\theta_{kj} = \ln \left\{ \frac{h_j(\omega_k)}{2} \right\} \quad (3)$$

آماری GLIM برای مقایسه طیف سیگنالهای نوار مغزی (EEG) به کار می‌رود. با استفاده از این روش می‌توان با دسته بندی طیفهای یکسان و سپس میانگین گیری روی این طیفها در فرکانس‌های مختلف، تعداد ثبت‌های مورد مقایسه را به طور چشمگیری کاهش داده و بررسی و تحلیل ثبت‌های سریهای زمانی را تسهیل بخشد.

در بخش دوم پس از معرفی تابع چگالی طیفی و برآورد آن، آزمون مقایسه برآوردهای چگالی طیفی را در قالب یک مدل خطی تعیین یافته مورد بحث و بررسی قرار می‌دهیم. در بخش سوم نحوه جمع آوری ثبت‌های نوار مغزی و آزمون مقایسه طیفی برای دوره از سیگنالهای EEG را بیان کرده و سپس مراحل مقایسه‌های طیفها را تشریح می‌کنیم. نتایج مربوط به کاربرد آزمون مقایسه طیفها و بررسی اثر دارو بر ثبت‌های نوار مغزی در بخش چهارم ارائه می‌شوند.

۲. توابع چگالی طیفی و آزمون مقایسه برآوردهای آن

۲-۱. تابع چگالی طیفی و برآورد آن

فرض کنید که $\{X_t\}$ یک فرایند تصادفی نرمال با میانگین صفر و واریانس σ^2 با دنباله اتوکوواریانس مطلقًا جمعی γ به صورت زیر باشد:

$$\gamma_j = \text{COV}(X_t, X_{t-j})$$

وقتی که

$$\sum_{j=-\infty}^{+\infty} |\gamma_j| < \infty \quad j = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

در این صورت، تبدیل فوریه γ به صورت

$$h(\omega) = \sum_{j=-\infty}^{+\infty} \gamma_j e^{-i\omega j}, \quad 0 < \omega < \pi$$

رatabع چگالی طیفی فرایند γ می‌نماید.

در حالی که وجود تفاوت مقایسی در میان $\{X_{ij}\}$ و در نتیجه متناسب بودن طیفهای متناظر با آنها (یعنی توان طیف متغیر ولی شکل ظاهری یکسان) به وسیله θ_{kj} و به صورت

$$\theta_{kj} = \theta_k + \alpha_j \quad (7)$$

مطرح می شود. با پیروی از [۲] و با در نظر گرفتن معادله (۵) برای بیان وجود تفاوت بین فرایندها و در نتیجه وجود تفاوت بین طیفهای متناظر با آنها (یعنی توان طیف و شکل ظاهری متفاوت) داریم:

$$\theta_{kj} = \theta_k + (\alpha_j + \beta_j \omega_k + \gamma_j \omega_k^*) \quad (8)$$

لذا با در نظر گرفتن معادلات (۶)، (۷) و (۸) به ترتیب سه آزمون فرض:

$$H_0: \alpha_j = \alpha, \beta_j = \beta, \gamma_j = \gamma \quad \text{یکسان بودن طیفها:}$$

$$H_1: \beta_j = \beta, \gamma_j = \gamma \quad \text{متناسب بودن طیفها:}$$

$$H_2: \text{مقادیر } \alpha, \beta, \gamma \text{ اختیاری باشند:} \quad \text{یکسان نبودن طیفها:}$$

$$\text{قابل بررسی اند.} \quad [4]$$

این فرضها یک دنباله آشیانه ای را تشکیل داده و آزمونهای نسبت درستنمایی تعیین یافته می تواند برای انتخاب بین آنها قابل استفاده باشد. با فرض اینکه L نشان دهنده ماکسیمم لگاریتم نسبت درستنمایی برای (ω_k) تحت فرض H_0 باشد، سه آزمون H_1 در مقابل H_1 ، H_2 در مقابل H_1 و H_0 در مقابل H_0 قابل بررسی اند. برای انجام این آزمونها نظیر آزمونهای مربوط به مدلها خطي تعیین یافته از معیاری به نام «انحراف»^{۱۰} (با توزیع تقریبی^{۱۱}) استفاده می کنیم، که متناظر با مجموع توانهای دوم خطای در رگرسیون کلاسیک بوده و در حقیقت مقدار آماره آزمون نسبت درستنمایی، برای مقایسه مدل اشباع شده در مقابل مدل کاهش یافته است. به عبارت دیگر:

Deviance = (مدل اشباع شده) $- L$ - (مدل کاهش یافته)

Deviance^{۱۲}

اگر برای $n = j = 2, \dots, N$ تعریف کنیم:

$$J_j(\omega_k) = \left\{ \frac{I_j(\omega_k)}{I_1(\omega_k)} \right\}, \quad \mu_j(\omega_k) = \left\{ \frac{h_j(\omega_k)}{h_1(\omega_k)} \right\}$$

با استفاده از رابطه (۱) داریم:

$$J_j(\omega_k) \sim \mu_j(\omega_k).F_{j,j}$$

به طوری که $F_{j,j}$ نشان دهنده توزیع F با درجات آزادی (۲، ۲) است. برای $n = j = 2, \dots, N$ داریم:

$$\ln\{J_j(\omega_k)\} \sim \text{Logistic}\{\ln\mu_j(\omega_k), 1\}$$

به طوری که $\text{Logistic}(\tau, 1)$ نشان دهنده توزیع لوژستیک با تابع توزیع به صورت

$$F(x) = \{1 + \exp(\tau - x)\}^{-1}, \quad -\infty < x < \infty$$

بوده و \ln یانگر لگاریتم در پایه طبیعی است. برای توضیح بیشتر در مورد توزیعهای F و لوژستیک به [۷] مراجعه کنید. در چارچوب توزیع لوژستیک و با توجه به [۲] داریم:

$$\ln\{\mu_j(\omega_k)\} = \alpha_j + \beta_j \omega_k + \gamma_j \omega_k^* \quad (4)$$

در نتیجه با توجه به رابطه (۴) برای $n = j = 2, \dots, N$ داریم:

$$h_j(\omega_k) = h_1(\omega_k). \exp\{\alpha_j + \beta_j \omega_k + \gamma_j \omega_k^*\} \quad (5)$$

یعنی نسبت بین هر دو طیف می تواند به صورت یک تابع هموار مرتبه ۲ از ω_k بیان شود.

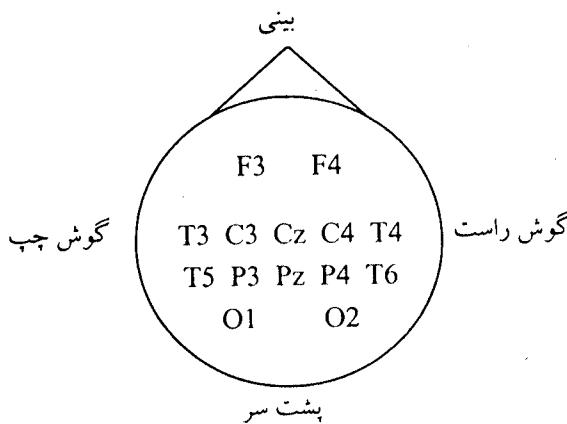
در این راستا با در نظر گرفتن روابط مختلفی برای θ_{kj} برای کاهش تعداد پارامترها، می توان به مدلها قابل آزمونی دست یافت. به عنوان مثال برای $j = 1, 2, \dots, n$ و $k = 1, 2, \dots, N$ داریم:

فرض یکسانی فرایندهای تحت بررسی، $\{X_{ij}\}$ ها، و در نتیجه یکسان بودن طیفهای متناظر با آنها (یعنی توان طیف و شکل ظاهری یکسان) معادل است با:

$$\theta_{kj} = \theta_k \quad (6)$$

بین (۲۰ - ۲۵) سال جمع آوری شده است. نوع مونتاز دستگاه EEG دو قطبی بوده، و محل اتصال الکتروودها بر اساس قانون بین المللی موسوم به سیستم (۱۰ - ۲۰) و از ۸ کانال زیر تشکیل شده است:

کانال ۱	$F_r - C_i$
کانال ۶	$T_r - C_z$
کانال ۷	$P_z - T_r$
کانال ۸	$P_r - O_i$



هر کanal اختلاف پتانسیل تقویت شده بین دو الکتروود را نشان می دهد. به عنوان مثال برای کانال ۱ هرگاه سیگنال ورودی به الکتروود F_r ، منفیتر از سیگنال ورودی به الکتروود C_i باشد، حرکت قلم ثبات به طرف بالا و در غیر این صورت به طرف پایین است. مقدار $\text{ضوح}^{\text{۱۰}}$ تقریباً 0.04 میکرو ولت و فرکانس نمونه گیری $256^{\text{۱۱}}$ هرتز در ثانیه (یعنی در هر ثانیه جمع آوری $256^{\text{۱۲}}$ مشاهده) است. لذا در هر دوره $10^{\text{۱۳}}$ ثانیه ای، $256^{\text{۱۴}}$ مشاهده برای هر کanal موجود است. زمان جمع آوری مشاهدات از ساعت $9^{\text{۱۵}}$ صبح (زمان ۱ قبل از مصرف دارو ۱۶) تا ساعت $4^{\text{۱۷}}$ بعد از ظهر به

به طوری که $L(0)$ ماقسیم لگاریتم درستنمایی است. در نتیجه سه آزمون بالا به ترتیب زیر قابل بررسی اند:

(۱) آزمون H_0 در مقابل H_1 به وسیله مقایسه $(L_0 - L_1)^2$ با مقادیر بحرانی χ^2 با $(n-1)$ درجه آزادی: $df = n-1$.

(۲) آزمون H_0 در مقابل H_2 به وسیله مقایسه $(L_0 - L_2)^2$ با مقادیر بحرانی χ^2 با $(n-2)$ درجه آزادی: $df = n-2$.

(۳) آزمون H_0 در مقابل H_3 به وسیله مقایسه $(L_0 - L_3)^2$ با مقادیر بحرانی χ^2 با $(n-3)$ درجه آزادی: $df = n-3$.

این آزمونها نسبت به شناسایی تغییرات جزئی طیفها، نظری تراکم طیف در قلمرو فرکانس‌های پایین و یا بالا و یا جهش‌های قله ای و یا پهن، در مقایسه‌های بالا بسیار حساس است. بدین ترتیب پارامترهای خطی و درجه دوم β و γ یک تفسیر کیفی را می‌پذیرد. در حالت خاص، قبول H_0 در مقابل H_1 (برای آزمون ۱) با قبول H_0 در مقابل H_2 (برای آزمون ۳)، نشانگر یکسان بودن طیفهای مورد بررسی است. بر عکس رد این آزمونها، به ترتیب نشانگر متناسب بودن و یا اختلاف طیفها خواهد بود. برای تسريع و سهولت محاسبات لگاریتم درستنمایی در آزمونهای ذکر شده، از نرم افزار GLIM استفاده می‌کنیم. قابل ذکر است که در مدل‌های خطی تعیین یافته بالا،تابع پیوند ۱۸ لگاریتمی و خطاهای گاما ۱۹ به کار رفته است. (ر.ک. [۸])

۳. نحوه جمع آوری داده‌ها

۳-۱. نحوه جمع آوری ثبت داده‌های EEG

به منظور بررسی اثرهای دارو (تیمار)، (کلونازepam 0.5 mg ، کلونازepam 1 mg ، کلوبازم 10 mg و داروی بی اثرب) در یک طرح تصادفی مقاطع ۲۰ ، نتایج EEG برای ۴ فرد ۲۱ کاملاً سالم، در سن

Resolution ^{۱۵}
Sampling Frequency ^{۱۶}
Epoch ^{۱۷}
Pre-Drug ^{۱۸}

Link Function^{۱۹}

Gamma Error^{۲۰}

Randomized Crossover Design^{۲۱}

Subject^{۲۲}

نتیجه می‌توان مختصات برآورد دوره نگار در ۶ دوره زوج برای فرکانس‌های مختلف را ترکیب کرده و سپس میانگین گیری کرد.

۲-۳ مراحل انجام مقایسه های طیفها

۱) سیگنال‌های EEG بدون اغتشاشات مزاحم^{۱۱} را در نظر گرفته و برآورد طیفی در فرکانس‌های (۱-۶۴) هرتز محاسبه می‌شود.

۲) طیفهای مربوط به ۶ دوره برای چشمان باز و ۶ دوره برای چشمان بسته برای یک کانال، تیمار مشخص با استفاده از

آزمون بالا مقایسه می‌شود. حال دو حالت رخ می‌دهد:

الف) فرض یکسانی طیفها پذیرفته می‌شود و لذا از طیفهای یکسان می‌توان در فرکانس‌های مختلف میانگین گیری کرد.

ب) به دلایل مختلفی ممکن است فرض یکسان بودن طیفها برای یک یا چند ثبت داده رد شود. در نتیجه میانگین گیری را فقط برای طیفهای همگون انجام می‌دهیم.

برای نشان دادن این موضوع، نتایج مربوط به آزمون مقایسه طیفها برای ۶ دوره در رابطه با تیمار ۱ و زمان ۷ و کانال ۱ وقتی که چشمان فرد باز است، در جدول ۲ آورده شده و این نتایج حاکی از رد فرض یکسان بودن طیفهای است.

برای روشن کردن این که کدام یک از دوره ها باعث اختلاف و در نتیجه رد فرض H_0 می‌شود، نمودار سریهای زمانی و برآورد طیفهای متناظر با آنها در شکلهای ۱ و ۲ القا می‌کنند که دوره های ۱ و ۳ باقیه دوره ها همگنی لازم را نداشته و به ترتیب از توان طیف در فرکانس‌های بالا و پایین برخوردارند. این موضوع با بررسی مقدار میانگین فرکانسی^{۱۲} برای دوره های مختلف (جدول ۳) مشهود است. پس از حذف این دو دوره، نتایج مربوط به آزمون بالا برای دوره های ۵، ۷، ۹ و ۱۱ در جدول ۴ به پذیرفتن فرض H_0 می‌انجامد.

فاصله یک ساعت (زمانهای ۲، ۳، ۴، ۱۱ و ۱۲ بعد از مصرف دارو^{۱۳}) بوده است. در هر زمان، ۱۲ دوره ۱۰ ثانیه‌ای، عمل نمونه گیری انجام شده است. برای دوره های فرد (۱، ۳، ۵، ۷ و ۹) چشمان فرد باز و برای دوره های زوج (۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲) چشمان فرد بسته است.

۲-۳ آزمون مقایسه طیفی برای ۶ دوره از ثبت داده های EEG

داده های جمع آوری شده EEG برای این تحقیق برای ۴ فرد شامل ۴ تیمار، ۱۱ زمان، ۸ کانال و ۱۲ دوره شامل ۱۶۸۹۶ ثبت داده EEG است. تحلیل و مقایسه این حجم از ثبت داده ها نیازمند زمان بسیار زیاد محاسباتی حتی با رایانه های پیشرفته است. لذا با استفاده از روش مطرح شده در این تحقیق می‌توان داده هایی با طیفهای یکسان را دسته بندی کرده و میانگین مربوط به توان طیف را در فرکانس‌های مختلف به دست آورد و لذا تعداد مقایسه ها را به مقداری بسیار قابل توجه کاهش داد. به عنوان یک مثال کاربردی برای بررسی یکسان بودن برآورد تابع چگالی طیفی، ۶ دوره از داده های EEG در حالت چشم بسته، (یعنی دوره های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲) برای تیمار اول، زمان ۱ و کانال ۱ در فرکانس‌های (۱-۶۴) هرتز محاسبه شده و آزمونهای مطرح شده در بالا مورد استفاده قرار گرفتند. جدول ۱ نشان دهنده انحرافات^{۱۴} و درجات آزادی متناظر با آن به ترتیب برای برآورده مدل‌های ۶ تا ۸ و برای دوره نگارهای مربوط به دوره های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ است.

با توجه به جدول ۱ برای آزمون H_0 در مقابل H_1 در $H_1 - H_0 = 1/313$ ، مقادیر H_1 و H_0 در مقابل H_1 ، مقادیر $\chi^2_{0.05} = 5/35$ و $\chi^2_{0.01} = 6/663$ در $(L_1 - L_0)$ محاسبه شده و به ترتیب با مقادیر بحرانی $\chi^2_{0.05} = 11/0.7$ و $\chi^2_{0.01} = 18/307$ می‌شوند. این نتایج نشان می‌دهند که فرض یکسان بودن طیفها برای تمام دوره ها پذیرفته شده و در

Artifact^{۱۱}
Mean Frequency^{۱۲}

Post-Drug^{۱۹}
Devience^{۲۰}

(کanal ۳) و تیمار ۳ (کanalهای ۳ و ۴) مشاهده می شود. تغییر روشن و آشکاری در این فعالیت برای تیمار ۴ مشاهده نمی شود. شکل ۴ نمودار برآورده طیف میانگین گرفته شده برای ۱۱ زمان در حالت چشم بسته را برای تیمار ۱ و کanal ۳ نمایش می دهد. کاهش فعالیت امواج α بعد از استفاده از دارو در طول زمان کاملاً مشهود است. شکل ۵ مقدار اندازه فعالیت امواج β برای ۴ تیمار در ۱۱ زمان مختلف و برای چشمان باز را نشان می دهد. در این حالت افزایش محسوسی از فعالیت امواج β برای تیمار ۱ (برای کanal ۲ در زمانهای ۱ و ۲) و تیمار ۳ (برای کanalهای ۱ و ۲ در زمانهای ۷، ۸ و ۹)، تغییر نسبتاً کمی از فعالیت این امواج برای تیمار ۲ (برای کanal ۲ در زمان ۸) مشاهده شده ولی هیچگونه تغییر مشخصی برای تیمار ۴ به وجود نیامد. شکل ۶ نمودار مربوط به برآورده طیف میانگین گیری شده در دوره های همگون در ۱۱ زمان مختلف در حالت چشمان باز برای تیمار اول (کanal ۲) را نمایش می دهد. افزایش فعالیت امواج β ، بعد از استفاده از دارو در طول زمان جمع آوری مشاهدات، قابل تأمل است.

۲ نتیجه گیری نهایی

در میان روشهای تحلیل و خلاصه کردن اطلاعات به دست آمده از سریهای زمانی در قلمرو فرکانس، روش تحلیل طیفی از جایگاه ویژه ای برخوردار است. در این مقاله مقایسه برآورده توابع چگالی طیفی برای بیش از دو سری زمانی با استفاده از تعییم یک آزمون مناسب به [۲] در قالب یک مدل خطی تعییم یافته بررسی شد. سپس کاربرد آن در بررسی اثرهای مشتقات بنزو دیازپان و دارویی بی اثر بر ثبت داده های نوارهای مغزی (EEG) در ۱۱ زمان مختلف برای برآورده طیفهای به دست آمده در دوره های مختلف (چشمان باز و بسته) انجام و دوره های همگون در قرکانسها [۱-۶] هر تر میانگین گیری شد. از بررسی نمودارهای مربوط به توان طیفهای میانگین گیری شده در محدوده های فرکانسی Δ و θ و متوجه تغییرات چشمگیری نشده، ولی رفتار مربوط به امواج α و β متوجه تغییرات چشمگیری نشده، ولی رفتار مربوط به امواج α و β می باشد.

۴. نتایج مربوط به کاربرد آزمون مقایسه طیفها و بررسی اثر دارو بر ثبت داده های EEG

برای بررسی اثرهای ۴ تیمار مورد بحث، داده های جمع آوری شده EEG در زمانهای ۱-۱۱ را در نظر گرفته و آزمون مقایسه طیفها را برای برآورده طیفهای به دست آمده در دوره های مختلف، انجام می دهیم و دوره های همگون را در فرکانسها [۱-۶] هر تر میانگین گیری می کنیم. سپس برای هر مجموعه از طیفهای میانگین گیری شده میزان توان طیف در محدوده فرکانسها خاص در داده های EEG یعنی:

- ◆ کمتر از ۴ هرتز (محدوده فرکانس $\Delta^{[۲۳]}$)
- ◆ از ۴ هرتز تا کمتر از ۸ هرتز (محدوده فرکانس $\theta^{[۲۴]}$)
- ◆ از ۸ هرتز تا ۱۳ هرتز (محدوده فرکانس $\alpha^{[۲۵]}$)
- ◆ بیشتر از ۱۳ هرتز (محدوده فرکانس $\beta^{[۲۶]}$)

را محاسبه و نسبت به زمانهای جمع آوری مشاهدات رسم می کنیم. از بررسی نمودارهای مربوط به توان طیف، در محدوده های فرکانسی Δ و θ ، متوجه تغییرات چشمگیری نشده و لذا تحلیل سودمندی به دست نمی آید. ولی رفتار مربوط به امواج α و β بسیار نزدیک به نتایج به دست آمده از تحقیقات گذشته است، بدین صورت که در بیشتر تحقیقات انجام شده نظری آمینف [۷۷] نشان داده شده است که «به طور کلی اثرهای آرام بخش حاصل بعد از مصرف مشتقات بنزو دیازپان باعث کاهش امواج α و افزایش امواج β می شود».

شکل ۳ مقدار اندازه فعالیت امواج α برای ۴ تیمار در زمانهای مختلف برای فرد اول با چشمان بسته است. در این حالت یک سیر نزولی روش از فعالیت امواج α برای تیمارهای ۱ و ۲

Delta Frequency Band ^[۲۳]

Theta Frequency Band ^[۲۴]

Alpha Frequency Band ^[۲۵]

Beta Frequency Band ^[۲۶]

Aminoff ^[۷۷]

صرف مشتقات بزرگ‌سازی باعث کاهش امواج α و افزایش امواج β می‌شود.

بسیار نزدیک به نتایج به دست آمده از تحقیقات گذشته است، بدین صورت که «به طور کلی اثرهای آرام بخش حاصل بعد از

۳ جدولها و نمودارها

جدول ۱: انحرافات و درجات آزادی متاظر برای پرازش مدل‌های ۶-۸ مربوط به دوره نگارها در حالت چشمان باز

مدل	انحراف	درجة آزادی	آزمون	تغیرات			$\chi^2_{1-0.05, df}$
				انحراف	درجة آزادی	df	
$H_0 : \theta_k$	۴۴/۹۰۴	۳۲۰					
$H_1 : \theta_k + \alpha_j$	۴۳/۵۹۱	۳۱۵	$H_1 \vee H_0$	۱/۳۱۳	۵	۱۱/۰۷۰	
$H_1 : \theta_k + \alpha_j + \beta_j \omega_k + \gamma_j \omega_k^*$	۳۸/۲۴۱	۳۰۵	$H_1 \vee H_0$	۰/۳۵۰	۱۰	۱۸/۳۰۷	
			$H_1 \vee H_0$	۶/۶۶۳	۱۵	۲۴/۹۹۶	

جدول ۲: آزمون مقایسه طیفها برای ۶ دوره در رابطه با کلونازپام ۰/۵ mg، زمان ۷ و کanal ۱ در حالت چشمان باز

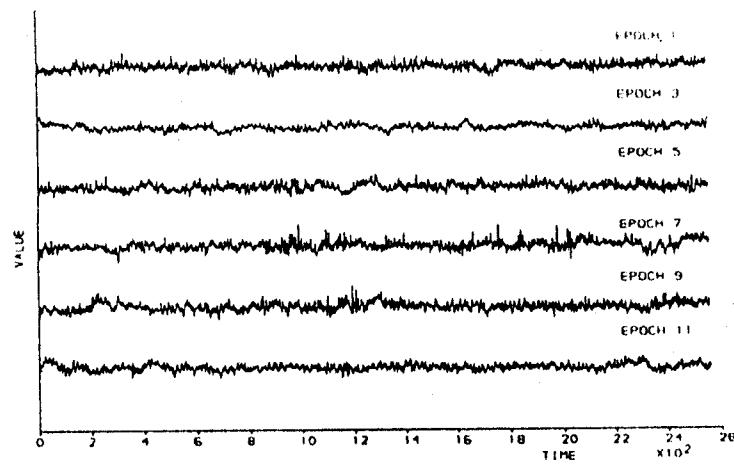
مدل	انحراف	درجة آزادی	آزمون	تغیرات			$\chi^2_{1-0.05, df}$
				انحراف	درجة آزادی	df	
$H_0 : \theta_k$	۸۶/۶۱۵	۳۲۰					
$H_1 : \theta_k + \alpha_j$	۵۷/۴۶۳	۳۱۵	$H_1 \vee H_0$	۲۹/۱۵۲	۵	۱۱/۰۷۰	
$H_1 : \theta_k + \alpha_j + \beta_j \omega_k + \gamma_j \omega_k^*$	۳۹/۷۳۳	۳۰۵	$H_1 \vee H_0$	۱۷/۷۳۰	۱۰	۱۸/۳۰۷	
			$H_1 \vee H_0$	۴۶/۸۸۲	۱۵	۲۴/۹۹۶	

جدول ۳: مقادیر میانگین فرکانسی در رابطه با کلونازپام ۰/۵ mg، زمان ۷ و کanal ۱ در حالت چشمان باز

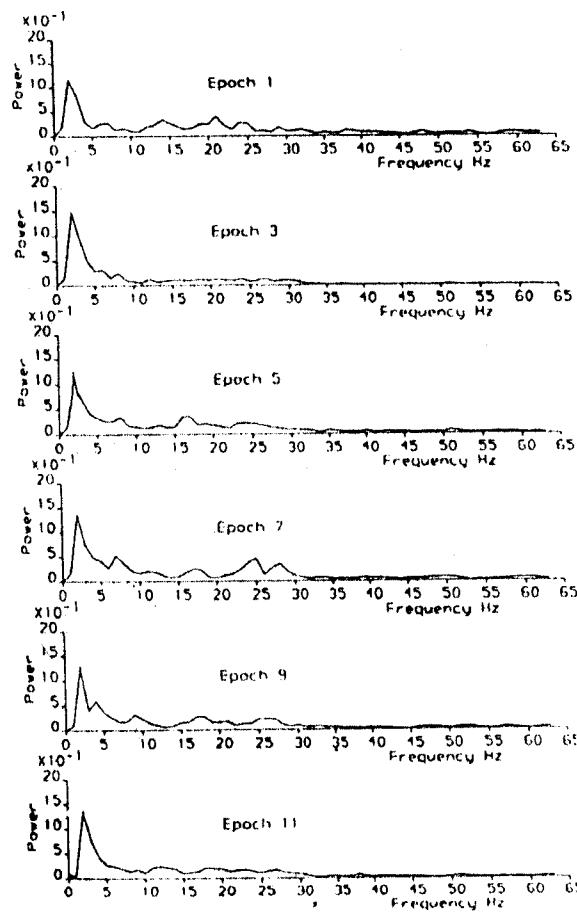
دوره						
۱۱	۹	۷	۰	۳	۱	
۱۸/۱۷۷	۱۸/۹۶۳	۱۶/۹۶۳	۱۷/۷۸۴	۱۲/۰۶۴	۲۰/۴۶۰	

جدول ۴: آزمون مقایسه طیفها برای دوره های ۵، ۷، ۹ و ۱۱ در رابطه با کلونازپام ۰/۵ mg، زمان ۷ و کanal ۱

مدل	انحراف	درجة آزادی	آزمون	تغیرات			$\chi^2_{1-0.05, df}$
				انحراف	درجة آزادی	df	
$H_0 : \theta_k$	۲۷/۲۸۸	۱۹۲					
$H_1 : \theta_k + \alpha_j$	۲۲/۸۴۲	۱۸۹	$H_1 \vee H_0$	۴/۴۴۶	۳	۷/۸۱۰	
$H_1 : \theta_k + \alpha_j + \beta_j \omega_k + \gamma_j \omega_k^*$	۲۱/۴۶۲	۱۸۳	$H_1 \vee H_0$	۱/۳۸۰	۶	۱۲/۰۹۲	
			$H_1 \vee H_0$	۰/۸۲۶	۹	۱۷/۹۱۹	



شکل ۱: نمودار داده های ثبت شده EEG، تیمار ۱، زمان ۷، کانال ۱، چشمان باز



شکل ۲: نمودار برآورد طیفهای داده های ثبت شده EEG برای شکل ۱

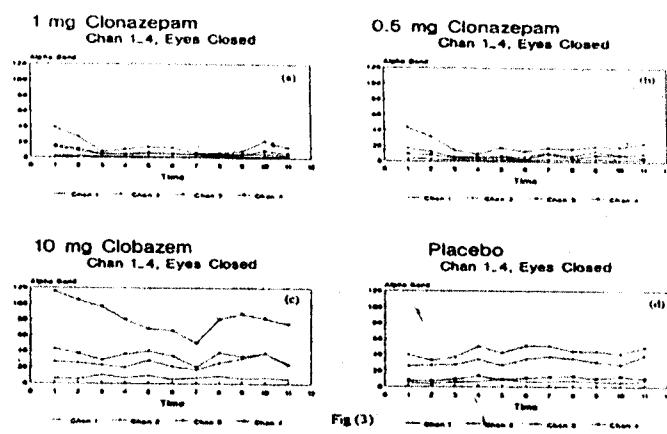
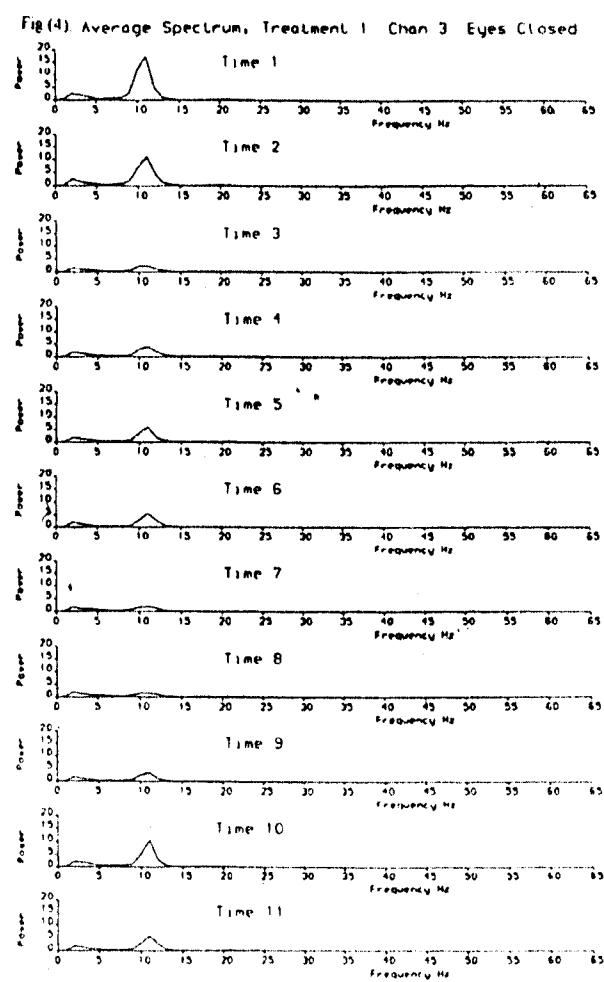
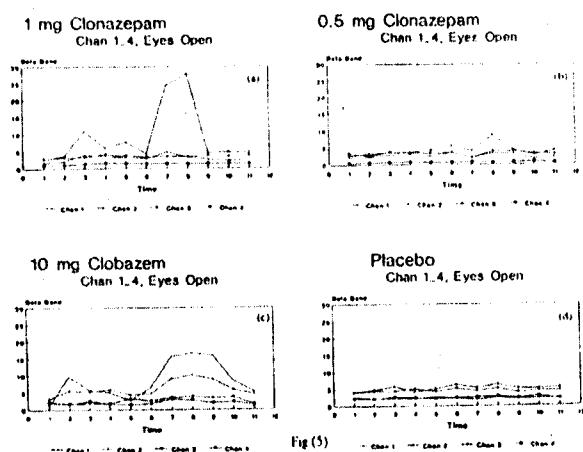


Fig.(3)

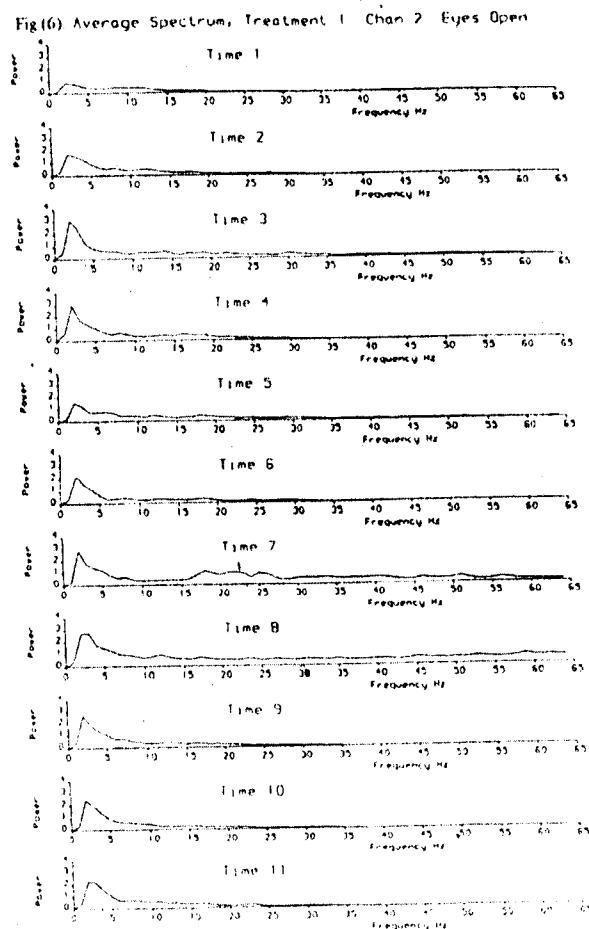
شکل ۳: نمودار مقدار اندازه فعالیت امواج α برای ۴ تیمار در زمانهای مختلف برای فرد اول، در حالت چشمان بسته



شکل ۴: نمودار برآورد طیف میانگین گیری شده برای ۱۱ زمان و برای تیمار ۱ و کانال ۳، در حالت چشمان بسته



شکل ۵: نمودار مقدار اندازه فعالیت امواج β برای ۴ تیمار در ۱۱ زمان مختلف، برای چشمان باز



شکل ۶: نمودار برآورد طیف میانگین گیری شده در ۱۱ زمان برای تیمار ۱ و کanal ۲، در حالت چشمان باز

مراجع

- [1] Aminoff, M. J., (1992), *Electrodiagnosis in Clinical Neurology*, 3th edition, Churchill Livingstone, New York.
- [2] Coates, D. S. and Diggle, P. J., (1986), *Test for Comparing Two Estimated Spectral Densities*, J. Time Ser. Anal., 7, 7-20.
- [3] Dargahi-Noubary, G. R. and Laycock, P. J., (1981), *Spectral Ratio Discrimination and Information Theory*, J. Time Ser. Anal., 2, 71-86.
- [4] Diggle, P. J., (1990), *Time Series a Biostatistical Introduction*, Oxford University Press, Oxford.
- [5] Grenander, U. and Rosenblatt, M., (1975), *Statistical Analysis of Stationary Time Series*, John Wiley & Sons, New York.
- [6] Jenkins, G. M., (1961), *General Consideration in the Analysis of Spectra*, Technometric, 3, 133-166.
- [7] Johnson, N. L. and Kotz, S., (1970), *Continuous Univariate Distribution*, John Wiley & Sons, New York.
- [8] McCullagh, P. and Nelder, J. A., (1983), *Generalized Linear Models*, Chapman and Hall, London.
- [9] Priestley, M. B., (1981), *Spectral Analysis and Time Series*, Academic Press, London.
- [10] Swanepoel, J. W. H. and Van Wyk, J. W. J., (1986), *The Comparison of Two Spectral Density Function Using the Bootstrap*, J. Statist. Comput. Simul., Vol. 24, 271-282.

آمار زبان مشترکی است که ارتباط را ممکن می سازد.