



## تمرین شماره 1

درس پردازش سیگنال‌های الکتروانسفالوگرام

استاد درس : دکتر حاجی‌پور

نام : محمد سینا حسن نیا

شماره دانشجویی : 96108515

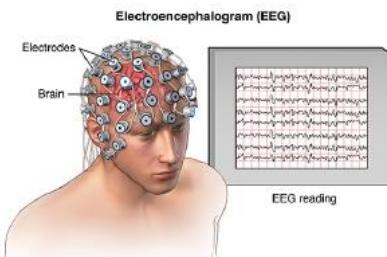
تاریخ : 1400/07/20

## فهرست

3 .....	مقدمه
3 .....	سوال 1
4 .....	سوال 2
4 .....	سوال 2-1
5 .....	سوال 2-2
6 .....	سوال 3
8 .....	سوال 4
10 .....	سوال 5
11 .....	سوال 6
11 .....	EEG
12 .....	FMRI
14 .....	پاسخ سوال
15 .....	سوال 7
16 .....	سوال 8

## مقدمه

الکتروانسفالوگرافی یک روش ثبت فعالیت‌های الکتریکی مغز به صورت غیر تهاجمی با استفاده از الکترودهای سطحی می‌باشد. به سیگنال‌های مغزی ثبت شده الکتروانسفالوگرام (EEG) یا نوار مغزی یا در موارد تجاری Electroencephalographic signals می‌گویند. در این تمرین ابتدا با پتانسیل عمل به طور دقیق‌تر آشنا خواهیم شد و سپس بنحوه چینش الکترودها روی سر در استاندارد ۱۰-۲۰ را به صورت دقیق‌تر بررسی می‌کنیم. همچنین به بررسی یک آزمایش و حرکت‌های ان می‌پردازیم. در سوال‌های بعدی این تمرین نیز به بررسی اسپکتروگرام سیگنال EEG و سیستم‌های مغز-رایانه می‌پردازیم.



شکل ۱-۱ : اکتروانسفالوگرام(EEG)

## سوال ۱

	A	B	C	D
Stage of Action potential	Resting Potential	Depolarization	Repolarization	Hyperpolarization
Voltage gated $Na^+$ channel status (Open or closed/Inactive)	Closed/inactive	Open	Closed/inactive	Closed/inactive
Voltage gated $K^+$ channel status (closed, open)	Closed	Closed	Open	Open
$Na^+$ flow through $Na^+$ channel (Into axon, Zero, Out of axon)	Zero	Into Axon	Zero	Zero
$K^+$ flow through $K^+$ channel (Into axon, Zero, Out of axon)	Zero	Zero	Out of axon	Zero

## سوال 2

### سوال 1-2

در ابتدا ولتاژهای اندازه گیری شده به صورت تک قطبی اندازه گرفته شده است. در این روش ولتاژ یک الکترود (در اینجا  $P_Z$ ) به عنوان مرجع در نظر گرفته می‌شود و ولتاژ کانال‌ها به صورت تفاضل ولتاژ این الکترود ها از ولتاژ الکترود مرجع به دست می‌آید. برای مثال برای الکترود  $X$  داریم:

$$V_{X-P_Z} = V_X - V_{P_Z} \xrightarrow{yields} V_X = V_{X-P_Z} + V_{P_Z} \quad (1)$$

از طرفی می‌دانیم در روش **average references** میانگین تمامی الکتروودها به عنوان مرجع در نظر گرفته می‌شود و ولتاژ کانال بر اساس این ولتاژ به دست می‌آید. با فرض تعداد الکتروودها  $n$  داریم:

$$V_{ref} = \frac{1}{n} \sum_{\text{for each electrode } X} V_X = \frac{1}{n} \sum_{\text{for each electrode } X} V_{X-P_Z} + V_{P_Z}$$

$V_{P_Z}$  is same in all parts  $\Rightarrow$

$$V_{ref} = V_{P_Z} + \frac{1}{n} \sum_{\text{for each electrode } X} V_{X-P_Z} \quad (2)$$

بنابراین با استفاده از معادله 2 خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} V_{ref} &= V_{P_Z} + \frac{1}{8} (V_{F_Z} + V_{C_3} + V_{C_4} + V_{F_7} + V_{F_8} + V_{T_5} + V_{T_6}) \\ &= V_{P_Z} + \frac{1}{8} (15 + 7 + 20 - 13 - 5 + 10 + 16) \\ &= V_{P_Z} + 6.25 \mu V \end{aligned}$$

حال ولتاژ هر کانال برابر است با :

$$\left\{ \begin{array}{l} V_{ref} = V_{P_Z} + 6.25 \mu V \\ \text{for electrode } X: V_X = V_{X-P_Z} + V_{P_Z} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{for channels}$$

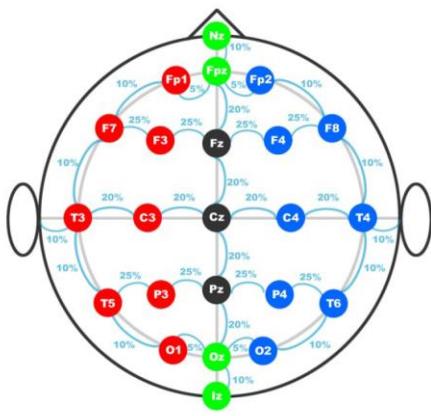
:  $V_{X-ref} = V_{X-P_Z} - 6.25$

بنابراین برای هر کانال خواهیم داشت:

$V_{pz-ref}$	$V_{Fz-ref}$	$V_{C3-ref}$	$V_{C4-ref}$	$V_{F7-ref}$	$V_{F8-ref}$	$V_{T5-ref}$	$V_{T6-ref}$
-6.25	8.75	0.75	13.75	-19.25	-11.25	3.75	9.75

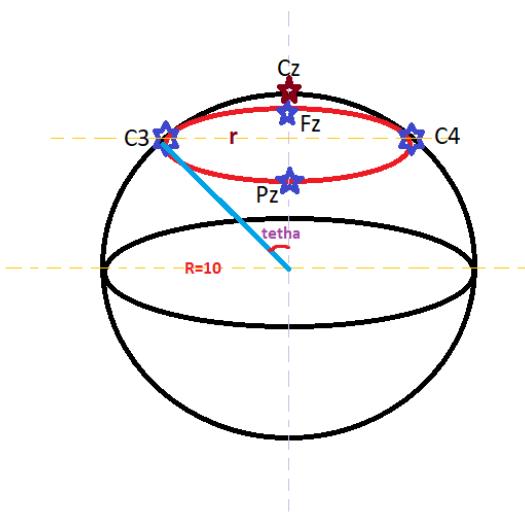
## سوال 2-2

در این قسمت از ما خواسته شده است که جمجمه فرد مورد آزمایش را کره‌ای با قطر تقریبی 20 سانتی‌متر در نظر بگیریم و فاصله تقریبی بین الکترودھای Fz, Pz, C3, C4, F7, F8, T4, T6, Fp1, Fp2, F3, F4, C2, C3, C4, Cz, Cz, P2, P3, P4, T5, T6, O1, O2, Oz, Iz، N1 به صورت دو با هم محاسبه کنیم. در یک سیستم 10-20 فوصل الکترودھا به صورت زیر می‌باشد:



فواصل الکترودھا در سیستم 10-20

برای پیدا کردن فواصل می‌دانیم که می‌توان کمان‌های روی قطر اصلی را براساس درصد های بیان شده تقسیم کرد. همچنین با توجه به رابطه  $l = theta \times r$  که یک رابطه مستقیم بین طول کمان و زاویه ساخته شده دارد می‌توان گفت زوایا نیز به همان نسبت تقسیم خواهد شد. (برای مثال با فرض سر به عنوان کره فاصله Cz و Fz برابر با 20 درصد طول کمان می‌باشد در نتیجه زاویه تشکیل شده بین آن‌ها نیز  $20\pi$  درصد می‌باشد). بنابراین براساس شکل زیر می‌توان فواصل الکترودھا روی پوسته کروی را تعیین کرد:



مدل‌سازی سر به عنوان کره

$$l_{C3-C4} = l_{C3-Cz} + l_{Cz-C4} = (0.2 + 0.2) \pi R \approx 12.57\text{cm}$$

$$\text{In the same way : } l_{Pz-Fz} = l_{Pz-Cz} + l_{Cz-Fz} = (0.2 + 0.2) \pi R \approx 12.57\text{cm}$$

$$theta = \frac{2}{10} \pi = 36^\circ \Rightarrow r = R \times \sin 36^\circ \approx 5.88\text{cm}$$

$$l_{C3-Fz} = l_{Fz-C4} = l_{C4-Pz} = l_{Pz-C3} = \frac{\pi r}{2} \approx 9.24\text{cm}$$

البته اگر فاصله اقلیدسی الکتروودها مدنظر باشد نتیجه برابر است با :

$$l_{C3-C4} = l_{Pz-Fz} = 2 \times r = 11.76\text{cm}, \quad l_{C3-Fz} = l_{Fz-C4} = l_{C4-Pz} = l_{Pz-C3} = r\sqrt{2} \approx 8.32\text{cm}$$

### سوال 3

با توجه به مقاله داریم :

#### Subjects

ارزیابی بالینی شامل یک سری پرسنامه است. معین کردن حضور نشانه های ADHD بزرگسالی در مصاحبه بالینی نتیجه به این داد که 21 نفر بی توجه و 4 نفر بیشفعال و 49 ترکیبی داشتند.

Subject ها درمان نشده بودند یا در طول 24 ساعت قبل از مصرف methylphenidate خودداری کرده بودند. Subject های در حال گرفتن داروهای روانگردان دیگر در این مطالعه مورد بررسی قرار نگرفتند. همچنین افرادی که از آسیب دیدگی سر(منجر به کاهش هوشیاری) یا از بیماری های neurological یا systemic medical رنج می برند از مطالعه حذف شدند. در گروه ADHD 66 نفر راست دست و 8 نفر دست چپ هستند.

گروه دوم control است که شامل 74 فرد سالم است. معیار راه ندادن نیز همان معیاری بود که برای گروه ADHD در نظر گرفته شد. علاوه بر این افراد این گروه باید نمره کمتر از حد نصاب در بررسیها و آزمایشات بالینی و معاینه ADHD داشته باشند. در این گروه 66 نفر دست راست و 6 نفر دست چپ و 2 نفر دو دست بودند.

## Procedure

قبل از جلسه اول از افراد ADHD خواسته شده بود یک سری پرسشنامه شامل فهرست علائم مختصر، تاریخچه سلامت و علائم فعلی و دوران کودکی را پر کنند. در ادامه اگر دسترسی باشد از والدین افراد در مورد علائم کودکی و از همسر یا همراهانشان در مورد علائم کنونی آن ها می پرسند. سپس افراد در اواین جلسه تست می شوند که این جلسه تقریباً 3 ساعت به طول می انجامد. در این بازه یک مصاحبه ساختار یافته شامل ارزیابی علائم فعلی و گذشته ADHD، سابقه مشکلات در مدرسه، سابقه روان پزشکی گذشته و بیماری های گذشته و حال حاضر بیمار انجام می شود. در مدرسه، سوابق روان پزشکی گذشته و بیماری های گذشته و حال حاضر بیمار انجام می شود. سپس داده های EEG به دست آمد. EEG در ابتدا در هنگامی که فرد چشمانش را بسته و سپس با چشمان باز در حالت آرامش به دست می آید که (هر کدام حداقل 4 دقیقه). سپس دیتا در حالی که شخص یک تسلیک پیوسته تصویری VCPT انجام می دهد ضبط می شود. (تقریباً 22 دقیقه). علاوه بر این افراد به صورت تصادفی یک وظیفه شنیداری و یا احساسی پیوسته را انجام می دهند. در جلسه دوم مجموعه ای از وظایف neuropsychologic برای افراد اجرا شد.

گروه کنترل پروسه کوتاه تری را سپری کرد. افراد در یک جلسه حدوداً 2.5 ساعته مورد تست قرار گرفتند. در این مدت یک سری پرسشنامه پر شد و پس از آن داده های EEG به دست آمد. پس از آن یک وظیفه کار با حافظه ای توسط افراد انجام شد.

در این آزمایش سیستم ثبت EEG ، mistar ltd (19 کاناله) بود. سیگنال های ورودی به گوش ها ارجاع داده می شوند و این سیگنال ها از یک فیلتر با عبور 0.5 تا 50 هرتز رد می شوند. داده

های EEG با نرخ نمونه برداری 250 هرتز به دست می آیند. امپدانس برای همه الکترود ها زیر 5k<sup>Ω</sup> نگه داشته شده است و از برای الکترود ها از سیستم 10-20 استفاده شده است. آرتیفیکت پلک زدن را با استفاده از ICA جدا شده است.

### Behavioral task

سه دسته از حرکت های بصری انتخاب شدند: 20 عکس از حیوانات ، 20 عکس از گیاهان ، و 20 عکس از انسان (با هم ارائه شده است با صدای مصنوعی خاص). آزمایش ها شامل نمایش های جفت حرکی است. این جفت حرکت ها عبارتند :

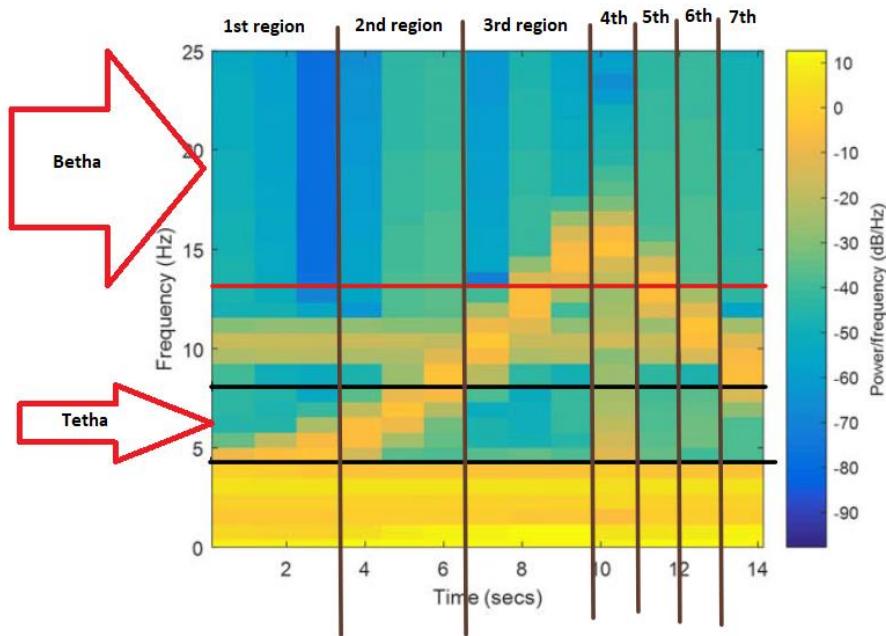
- **GO → animal-animal** → press a button
- **NO-GO → animal- plant** → suppression of a prepared action
- **Plant -plant → IGNORE** → no preparation for action
- **Plant-human → NOVEL** → requiring no action, with the presentation of a novel sound together with the second human picture stimulus.

آزمایش ها در 4 بلوک شد. در هر بلوک یک مجموعه منحصر به فرد از 5 تصویر حیوان، 5 تصویر گیاه و 5 تصویر انسان انتخاب شد و هر بلوک به صورت شبیه تصادفی شامل 100 جفت حرکت با احتمال یکسان بود. وظیفه این بود که فرد تا حد ممکن کلید را سریع بفسردد هنگامی که در حالت GO است. بنابراین در هنگام نمایش الگو ها دو اتفاق برای فرد می افتد که یا تصویر اول حیوان است و باید کاری انجام دهد یا تصویر اول گیاه است و نیاز به آماده شدن برای پاسخ ندارد.

در حین انجام تسك افراد بر روی یک صندلی راحت در 1.5 متری صفحه کامپیوتر نشسته بودند.

### سوال 4

از اسلایدهای درس می دانیم محدوده فرکانسی باند تتا بین 4 تا 8 هرتز و محدوده فرکانسی باند بتا بزرگ تر از 13 هرتز می باشد. همچنین از صورت سوال می دانیم میزان توجه کودک متناسب با نسبت انرژی باند بتا به انرژی باند تتا می باشد. حال با توجه به اسپکتروگرام داده شده داریم :



در صورت سوال گفته شده است که میزان توجه کودک  $AT = \frac{\beta}{\theta}$  متناسب است با نسبت انرژی باند بتا ( $\beta$ ) به انرژی باند تتا ( $\theta$ ) با توجه به شکل بالا برای نواحی مختلف به مرور زمان خواهیم داشت:

$$\text{region 1} \begin{cases} B : \text{کم} \\ \theta : \text{زیاد} \end{cases} \Rightarrow AT : \text{کم}$$

$$\text{region 2} \begin{cases} B : \text{زیاد} \\ \theta : \text{کم} \end{cases} \Rightarrow AT : \text{زیاد}$$

$$\text{region 3} \begin{cases} B : \text{زیاد} \\ \theta : \text{کم} \end{cases} \Rightarrow AT : \text{بیشتر است} \quad \text{زیاد چون افزایش بتا نسبت تتا بیشتر است:} \\ \text{ابتدا کم ولی سپس زیاد:}$$

$$\text{region 4} \begin{cases} B : \text{اندکی کم} \\ \theta : \text{زیاد} \end{cases} \Rightarrow AT : \text{کم}$$

$$region\ 5 \begin{cases} B : \\ \theta : \end{cases} \begin{matrix} \text{تقریباً ثابت} \\ \text{کم} \end{matrix} \Rightarrow AT : \begin{matrix} \text{زیاد} \\ \text{کم} \end{matrix}$$

$$region\ 6 \begin{cases} B : \\ \theta : \end{cases} \begin{matrix} \text{کم} \\ \text{زیاد} \end{matrix} \Rightarrow AT : \begin{matrix} \text{کم} \\ \text{زیاد} \end{matrix}$$

$$region\ 7 \begin{cases} B : \\ \theta : \end{cases} \begin{matrix} \text{کم} \\ \text{زیاد} \end{matrix} \Rightarrow AT : \begin{matrix} \text{کم} \\ \text{زیاد} \end{matrix}$$

بنابراین در طول بازه 1 توجه کم و سپس در هنگام عبور از 1 و رسیدن به 2 هر دو باند بتا و تتا زیاد می شود ولی زیاد شدن بتا به نظر بیشتر است پس در هنگام عبور از این 2 بازه توجه کم می شود و سپس در بازه 2 توجه زیاد می شود و سپس در بازه سوم نیز توجه زیاد و سپس در بازه 4 توجه کم و سپس در بازه 5 توجه زیاد و سپس در 6 کم و در 7 نیز کم می شود.

## سوال 5

در حال حاضر اکثر سیستم های EEG Speller بر مبنای p300 طراحی شده‌اند. در روش اول 6\*6 یعنی Matrix P300 speller به فردی که از این سیستم استفاده می‌کند یک ماتریس نشان داده می شود. این سیستم در مجموع 36 کاراکتر (26 حرف و کاراکتر های کنترلی دیگر) دارد. در این سیستم از یک الگوریتم تجزیه و تحلیل تشخیصی گام به گام برای تشخیص اجزای P300 استفاده می‌کنند. در این سیستم، کاربر به یک کاراکتر در ماتریس توجه می‌کند در حالی که هر سطر یا ستون سریع و شبه تصادفی چشمک می‌زند. مغز پاسخی به سطر یا ستون که شامل کاراکتر مورد نظر است تولید می‌کند. این پاسخ برای سطراها یا ستون‌های دیگر متفاوت است. سیستم می‌تواند با تعیین سطر و ستون که بیشترین پاسخ برانگیخته را ایجاد می‌کند، کاراکتر مورد نظر را تشخیص دهد. این روش هم دقق و هم نرخ بیت بالایی دارد اما محققان نشان داده اند که دقق این روش بیشتر وابسته به نگاه subject هست به این معنی که این روش نیاز دارد که کاربر چشمان خود را تکان ندهد بنابراین اغلب نمی‌تواند به دقق مطلوب برسد. بنابراین این روش دارای ویژگی وابسته با نگاه است. بنابراین این شرایط استفاده از این روش را در بعضی بیماران با

ناتوانی عصبی و عضلانی شدید را محدود می‌کند. همچنین دانشمندان نشان داده اند که وقتی کاراکتر کوچک است عملکرد بدتر است. بنابراین این روش دارای ویژگی وابسته به فضا بودن نیز می‌باشد.

روش RSVP که در واقع rapid serial visual presentation است نام دارد. در RSVP در هر زمان یک کاراکتر را در همان مکان به فرد نشان می‌دهد. هنگامی که کارکتر نشان داده شده همان کارکتر مورد نظر باشد با استفاده از p300 حرف تشخیص داده می‌شود. محققان نشان داده اند که طبقه‌بندی EEG با استفاده از این روش به خوبی روش قبل است. همچنین برخلاف روش قبلی RSVP دارای ویژگی‌های مستقل از نگاه و مستقل از فضا نیز می‌باشد. بنابراین RSVP می‌تواند توسط افراد با ناتوانی بینایی استفاده شود و طراحی رابط نیز می‌تواند بسیار کوچک باشد. همچنین این روش پتانسیل این را دارد که با دستگاه‌های هوشمند (نظیر گوشی‌های هوشمند یا دستگاه‌های واقعیت مجازی) نیز ادغام شود. با این حال نسبت به اکثر speller های ماتریس محور RSVP نرخ ارسال اطلاعات (ITR) پایین‌تری دارد.

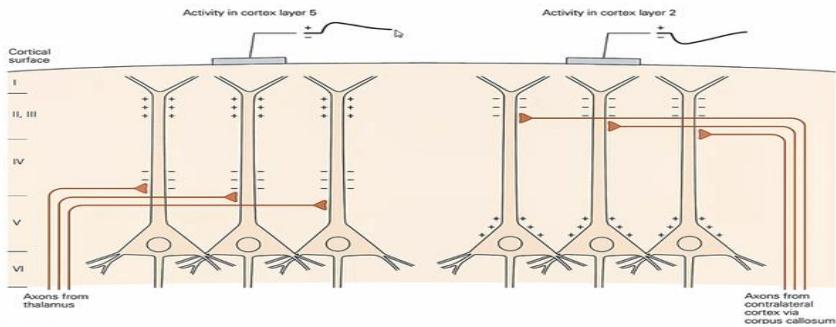
## سوال 6

برای این که به این سوال پاسخ بهتری دهیم بهتر است ابتدا با آشنایی با فیزیک EEG و FMRI دلیل استفاده همزمان از این دو روش را بهتر درک کنیم.

### EEG

ابتدا اکترودهایی با اندازه 1 سانتی‌متر یا بزرگ‌تر را در سطح سر قرار می‌دهیم. نقاط قرارگیری توسط استاندارد جهانی معین شده است. در EEG همه چیز از نورون‌های هرمی در قشر مغز ناشی می‌شود. قشر مغز 6 لایه دارد. در لایه پنجم نورون‌های هرمی قرار گرفته‌اند و دندربیت‌های آن‌ها به سمت لایه 1 کشیده می‌شود. فرض کنیم این نورون‌ها از تalamوس یک ورودی سیناپسی دریافت کنند. نورون‌هایی که از تalamوس می‌آیند در لایه 4 با دندربیت این نورون‌ها سیناپس برقرار می‌کنند و این باعث می‌شود در محل سیناپس میانجی رها شود و کانال‌های یونی باز شوند و یون‌هایی که دارای بار مثبت می‌باشند وارد سلول شوند. پس بیرون سلول منفی می‌شود و در نواحی دوردست نزدیک قشر، سلول مثبت می‌شود. پس یک دوقطبی شکل می‌گیرد و باعث برقراری یک جریان می‌شود و

چون جهت جریان از مثبت به منفی است جریانی از بالا به سمت پایین شکل می‌گیرد. ما در EEG از قبل یک الکترود روی پوست سر می‌گذاریم و چون در این لحظه الکترود به قطب مثبت نزدیک است به ما یک موج رو به بالا نشان می‌دهد. حالا اگر میانجی باعث شود یون‌های منفی داخل سلول روند یا کلا نورون‌های تalamوس به سطح ۱ روند باعث نمایش داده شدن موجی منفی خواهد شد. پس این که سیگنال رو به بالا باشد یا پایین بستگی به این دارد که کدام ورودی تحریک شود و میانجی درواقع تخلیه کننده یون مثبت باشد یا منفی.



نمایی از قشر مغز و نورون‌ها هرمی

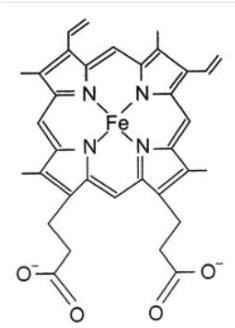
## FMRI

یکی از روش‌های تصویربرداری عصبی است. در این روش هدف اندازه‌گیری فعالیت‌های عصبی است. درواقع در این روش هدف این است که فعالیت‌های عصبی را از قسمت‌های مختلف مغز بگیریم و بر مبنای آن‌ها دریابیم که کدام قسمت از مغز بیشترین فعالیت را در هنگام انجام یک کار خاص دارد.

همه سلولها از جمله نورون‌ها برای انجام دادن فعالیت‌های زیستی به اکسیژن نیاز دارند. نکته‌ای که باید به آن توجه کرد هیچ سلولی یک منبع داخلی برای تهیه اکسیژن ندارد و همه آن‌ها نیاز دارند تا اکسیژن مورد نیازشان را از خون دریافت کنند. یکی از اجزای موجود در خون هموگلوبین می‌باشد.

هموگلوبین یک نوع پروتئین است که شامل دو زیربخش آلفا و دو زیربخش بتا می‌باشد. هر زیر بخش از یک زنجیره پروتئین محکم با یک گروه heme تشکیل شده است. یک گروه heme شامل یک اتم آهن است که در یک حلقه هتروسیکلیک نگهداری می‌شود. اتم آهن محل اتصال

اکسیژن در هموگلوبین محسوب می‌شود. اتم آهن به طور مساوی با هر چهار نیتروژن در مرکز حلقه پیوند خورده است که در یک صفحه قرار دارند. برای ایجاد موقعیت‌های پنجم و ششم، دو پیوند اضافی عمود بر صفحه از هر طرف با آهن ایجاد می‌شود، یکی برای اتصال به پروتئین و دیگری برای اتصال اکسیژن مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل گروه heme در هموگلوبین

می‌دانیم خاصیت مغناطیسی یک مولکول توسط تعداد اکترون‌های جفت‌شده و جفت نشده لایه ظرفیت آن تعیین می‌شود. مولکول‌هایی که همه الکترون‌هایشان جفت شده باشند به صورت کلی دیامغناطیس هستند و سیگنال NMR محلی را تضعیف نمی‌کنند. در مقابل مولکول‌هایی که الکترون جفت نشده در لایه ظرفیتشان داشته باشند به صورت کلی پارامغناطیس می‌باشند و در میدان قوی می‌توانند سیگنال NMR محلی را تضعیف نمایند که این باعث تیره شدن آن قسمت در تصویربرداری می‌شود. هنگامی که اکسیژن با هموگلوبین ترکیب می‌شود اکسی‌هموگلوبین را به وجود می‌آورد. این مولکول هیچ الکترون جفت نشده‌ای ندارد و در نتیجه در تصویربرداری باعث روشن تر شدن تصویر می‌شود و همچنین باعث قوی تر شدن سیگنال NMR محلی می‌شود. در مقابل هنگامی که هموگلوبین با دی‌اکسیدکربن ترکیب می‌شود دی‌اکسی‌هموگلوبین را به وجود می‌آورد. این مولکول 4 الکترون جفت‌نشده دارد که این الکترون‌ها باعث تیره شدن تصویر در تصویر برداری و همچنین تضعیف سیگنال NMR محلی می‌شود.

هنگامی که یک قسمت از مغز انسان فعالیتش افزایش می‌یابد در ابتدا اکسیژن بیشتری را مصرف می‌کند و باعث می‌شود اندازه دی‌اکسی‌هموگلوبین در آن قسمت افزایش یابد که این باعث ضعیفتر شدن سیگنال ثبت‌شده می‌شود. این مرحله بسیار سریع است و initial dip نام دارد. سپس بدن

اکسیژن بیشتری برای آن قسمت ارسال می‌کند که این باعث افزایش در مقدار اکسی‌هموگلوبین می‌شود و در نهایت باعث می‌شود سیگنال قوی‌تر شود تا به یک قله برسد. پس از آن مرحله‌ای تحت عنوان **post stimulus undershoot** را خواهیم داشت. بنابراین این سیگنال به سطح اکسیژن موجود در خون وابسته است و بنابراین به آن سیگنال **BOLD** می‌گوییم.

## پاسخ سوال

با توجه به قسمت‌های بالا EEG رزولوشن زمانی خوب ولی به دلیل اصل برهمنی منابع رزولوشن مکانی پایینی دارد در مقابل fMRI رزولوشن مکانی بالا ولی به دلیل غیر مستقیم بودن رزولوشن زمانی پایینی دارد. استفاده همزمان از این 2 تکنیک در جهت بهره‌مندی از ویژگی‌های مثبت این روش‌ها می‌باشد. EEG و fMRI دو تکنیکی هستند که بر یک دیگر اثر می‌گذارند. در یک سو، اضافه کردن تجهیزات اضافی EEG در اسکنر به دلیل این که همگن بودن میدان مغناطیسی را مختل می‌کند و همچنین با سیگنال‌های رادیوفرکانسی تداخل می‌کند باعث کاهش کیفیت داده‌های fMRI می‌شود.

از سوی دیگر، وجود میدان‌های مغناطیسی در اسکنرهای MRI، آرتیفکت‌های شدیدی را در EEG برجای می‌گذارد. طبق قانون فارادی، میدان‌های مغناطیسی dynamic باعث القای نیروی الکترومغناطیسی در کابل‌های EEG می‌شود. میدان مغناطیسی static اسکنرهای MRI نیز مشکل‌ساز است زیرا حرکات کوچک در میدان مغناطیسی static (به عنوان مثال توسط شرکت کنندگان در پژوهش) نیز نیروی الکترومغناطیسی قابل توجهی را القا می‌کند. به طور معمول، حرکات کوچک اجتناب ناپذیر اند زیرا ممکن است در اثر چرخه قلب انسان یا ارتعاشات اسکنر رخ دهد. بنابراین ، داده‌های بدست آمده از کاربرد همزمان EEG-fMRI به شدت تحت تأثیر آرتیفکت‌ها قرار می‌گیرد. در مورد fMRI ، کیفیت داده‌ها کاهش می‌یابد ، اما معمولاً برای تجزیه و تحلیل داده‌ها کافی است. در مورد EEG آرتیفکت‌ها کیفیت داده‌ها را به شدت کاهش می‌دهند به طوری که روش‌های کاهش آرتیفکت بر اساس پردازش سیگنال به شدت توصیه می‌شود.

به طور معمول 2 نوع آرتیفکت مرتبط با MRI در EEG غالب هستند:

نوع اول که اغلب به عنوان gradiant artifact نامیده می‌شود ناشی از القای الکترومغناطیسی در الکترودها و کابل‌های مجاور می‌باشد که به دلیل switching میدان گرadiان اسکنر در حین دستیابی به داده‌های fMRI می‌باشد. این نوع یک آرتیفیکت پهنه باند است که تمام محدوده فرکانس مربوط به EEG را با دامنه در حدود میلی ولت پوشش می‌دهد که این دامنه‌ها تقریباً 1000 برابر بیشتر از دامنه‌های EEG هستند. نوع دوم که از آن تحت عنوان pulse artifact عمدتاً در اثر حرکت الکترودهای EEG (به دلیل تکان سر با ضربان قلب) cardiac-pulse-driven (head nodding) در میدان مغناطیسی ساکن ایجاد می‌شود. در این نوع آرتیفیکت حداکثر دامنه 100 میکرو ولت است و در فرکانس پایین تا 30 هرتز برجسته است.

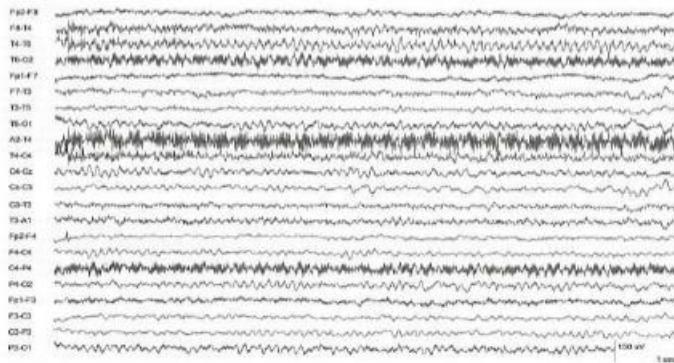
البته آرتیفیکت‌های دیگر مرتبط با MRI، به عنوان مثال می‌تواند آرتیفیکت پمپ هلیوم یا آرتیفیکت مربوط به سیستم تهویه بیمار باشد. این‌ها در اثر ارتعاشات ایجاد شده توسط سیستم خنک کننده هلیوم یا fan‌های سیستم تهویه بیمار ایجاد می‌شوند.

## سوال 7

رابطه‌های مغز رایانه براساس روش‌های دیداری علی رغم این که به صورت گسترده مورد استفاده قرار داده شده اند بیشترشان برای بیمارانی که بینایی‌شان را از دست داده اند مناسب نیستند. در این موارد BCI با استفاده از روش‌های شنیداری یک راه حل برای این مشکل می‌باشد. برای مثال p300 مبتنی بر روش‌های شنیداری برای بیماران ALS مورد استفاده قرار می‌گیرد. اخیراً یک محقق به نام GUO و همکارانش از پسخ‌های ذهنی فعال برای ساختن یک BCI شنیداری استفاده کرده است که دقیق آن تا حدی به BCI‌های دیداری نزدیک شده است. در آن سیستم ارقام گفتاری 1-8 به عنوان stimulus انتخاب شده اند. از افراد خواسته شد تا بر رقم مورد نظر تمرکز کنند و برای مثال ویژگی زن بودن یا مرد بودن صدا را مورد توجه قرار دهند. یک ERP

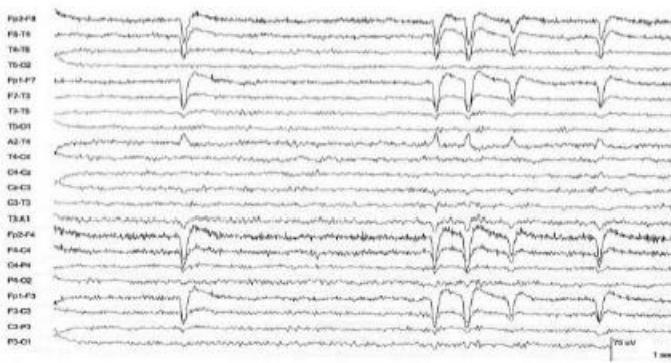
مثبت دیرهنگامی (LPC) با معرفی چنین پاسخ ذهنی استخراج می شود که این ERP برای هر عددی که در نظر می گیرند متفاوت است.

## سوال 8



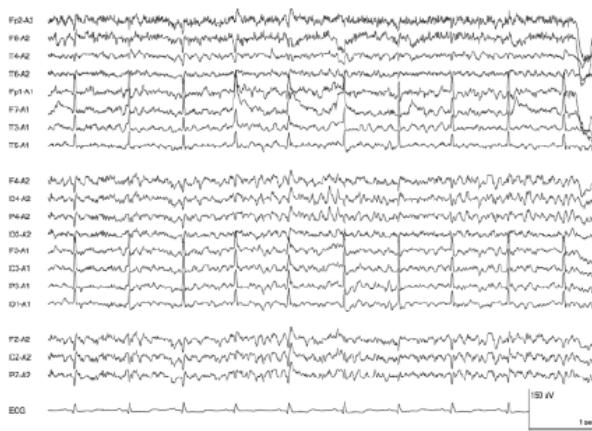
شکل (۱)

از آن جا که سیگنال‌های EMG معمولاً فرکانس‌های بالاتر از EEG دارند و تعداد الکترود‌های محدودی را تحت تاثیر قرار می‌دهند این آرتیفیکت می‌تواند از نوع EMG باشد. ( مثلا اینجا C4 و P4, T6, T4 هستند که همگی آن‌ها در قسمت عقبی راست سر می‌باشند که در یک ناحیه هستند می‌توانند ناشی از عضلات مربوط به سر باشند). با توجه به فرکانس این نوع آرتیفیکت می‌توان از روش‌های فرکانسی ( مثل افزایش یک باند خاص) استفاده کرد. به صورت کلی ICA می‌تواند کارساز باشد.



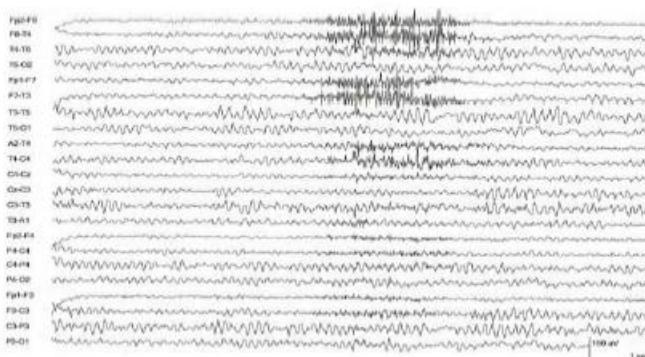
شکل (۲)

آرتیفکت مربوط به حرکات چشم است زیرا می دانیم این آرتیفکت فرکانس کم تر و دامنه کمتر نسبت به فرکانس و دامنه سیگنال اصلی دارد. همچنین به صورت نامنظم در حوزه الکترودهای مربوط به frontal می باشد. ( مطابق شکل بالا الکترودهای FP1,F4,FP2,F8 ) . به نظر بنده با توجه به شکل زمانی می توان از روش حذف به صورت زمانی ( مثلا افزایش دامنه های سیگنال ) یا ویژگی های آماری الکترود های نزدیک چشم استفاده کرد ( با توجه به اثر گذاری آن ها بر بخش frontal ) . به صورت کلی استفاده از ICA میتواند کارساز باشد.



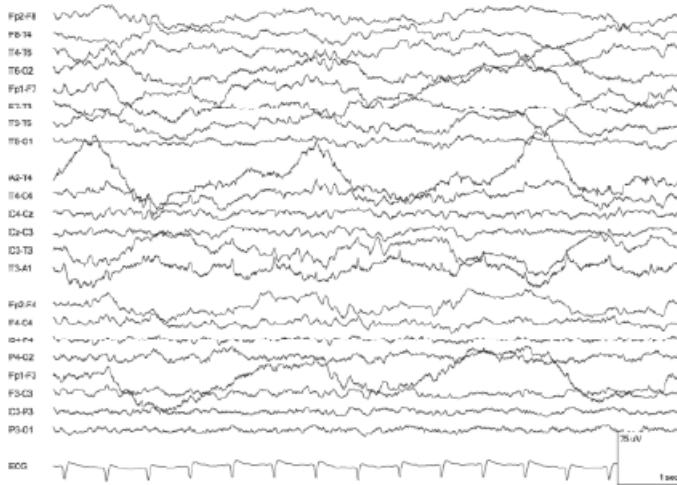
شکل (۳)

این آرتیفکت مربوط به ECG می باشد زیرا همانطور که در پایین شکل ECG را میبینیم، آرتیفکت ناشی از ECG با زمان های ECG هماهنگ است و به صورت پالسی است و دامنه بیشتری دارد. با توجه به این که به نوعی سیگنال ها با هم در آمیخته شده اند استفاده از تجزیه آماری روش خوبی است. به صورت کلی ICA می تواند کارساز باشد.



شکل (۴)

از آن جا که سیگنال های EMG معمولاً فرکانس های بالاتر از EEG دارند و تعداد الکترود های محدودی را تحت تاثیر قرار می دهند این آرتیفیکت می تواند از نوع EMG باشد. با توجه به فرکانس این نوع آرتیفیکت می توان از روش های فرکانسی استفاده کرد. به صورت کلی با ICA قابل جداسازی می باشد.



شکل (۵)

به نظر بnde این آرتیفیکت می تواند از نوع عرق پوست سر باشد زیرا عرق پوست سر باعث می شود که الکترود های آن امپدانسیان تغییر کند و باعث تغییر دامنه EEG بشود. همچنین فرکانسیان بسیار پایین و دامنه به نسبت زیادی دارد. برای رفع نویز می توان با توجه به شکل زمانی بالا از ویژگی های زمانی مثل دامنه سیگنال ( مثلا فاصله قله ها ) و با توجه به فرکانس ویژگی های فرکانسی نظیر افزایش انرژی یک باند خاص از می توان استفاده کرد. مثلا اینجا به نظر میرسد یک فرکانس سینوسی روی سیگنال سوار شده است.