



به نام خدا



دانشگاه تهران

پردیس دانشکده‌های فنی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

مبانی مهندسی پزشکی

گزارش پروژه شماره ۱

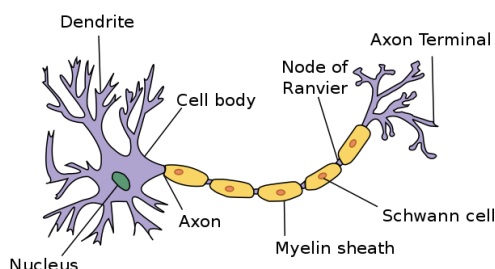
حسین عطرسایی ۸۱۰۱۹۸۴۴۲

اردیبهشت ماه ۱۴۰۲

فهرست

۳.....	چکیده
۴.....	بخش اول)
۷.....	بخش دوم)
۱۱.....	منابع)

سیستم اعصاب مرکزی یا به طور اختصاصی مغز انسان از میلیاردها سلول تشکیل شده است که بخش عمده ای آن را نورون‌ها تشکیل می‌دهند. هر نورون از آکسون، دندريت و جسم سلولی تشکیل شده است. نورون‌ها به تحریک پاسخ می‌دهند و اطلاعات را در مسیرهای طولانی منتقل می‌کنند. دندريت‌ها به آکسون‌ها یا دندريت‌های دیگر نورون‌ها متصل می‌باشند، ایمپالس‌ها را از دیگر نورون‌ها دریافت کرده یا به دیگر نورون‌ها منتقل می‌کنند. بدین ترتیب مغز انسان یک شبکه بسیار پیچیده و درهم تنیده از نورون‌هاست که در هر لحظه میلیون‌ها نورون در آن در حال تحریک شدن و تولید میدان‌هایی در اطراف خود می‌باشند.



شکل ۱: ساختار نورون

نورون‌ها به هنگام فعالیت، جریان‌های الکتریکی متغیر با زمان تولید می‌نمایند. جریان‌های مذکور جریان‌های یونی تولید شده در سطح غشاهای سلولی می‌باشند. می‌توان دو شکل اصلی از فعالیت نورونی در نظر گرفت؛ دپلاریزاسیون سریع غشاهای نورونی که به پتانسیل عمل منتج می‌گردد و به واسطه هدایت الکتریکی یونی وابسته به ولتاژ یون‌های سدیم و پتاسیم روی می‌دهد، و تغییرات آهسته‌تر در پتانسیل غشا که در اثر فعالیت سیناپسی و عملکرد چندین سیستم انتقال دهنده‌ی عصبی می‌باشد.

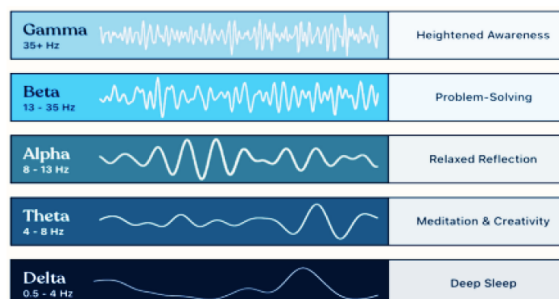
پتانسیل عمل یک تغییر سریع در پتانسیل غشا است که پتانسیل درون سلولی از منفی به مثبت تغییر کرده و به سرعت (در عرض ۱ الی ۲ میلی ثانیه) به پتانسیل استراحت درون سلولی باز می‌گردد. بدین واسطه یک ایمپالس تولید می‌شود که ویژگی قابل توجه آن، انتشار بدون افت دامنه در طول آکسون‌ها و دندريت‌ها است.

الکتروانسفالوگرافی روشی غیرتهاجمی برای مطالعه فعالیت مغزی است که از رزولوشن زمانی بالایی برخوردار بوده و راه را برای تشخیص بسیاری از اختلالات نورولوژیکی و دیگر ناهنجاری‌های بدن انسان هموار می‌سازد.

در بخش اول این پروژه به بررسی سیگنال EEG و باندهای فرکانسی مختلف آن و در بخش دوم به پردازش این سیگنال در مراحل مختلف خواب می‌پردازیم.

بخش اول)

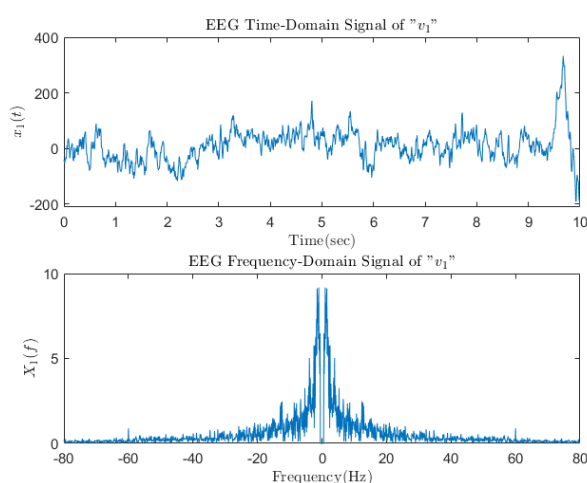
نوار مغزی الکتروانسفالوگرافی به اختصار EEG از ثبت فعالیت الکتریکی مغز از طریق نصب الکترودهای سطحی بر روی سر حاصل می‌شود. در EEG اثر الکتریکی فعالیت نورون‌های مغزی به صورت سیگنال زمانی ثبت و نمایش داده می‌شود. شکل زیر نشان دهنده انواع سیگنال‌های مغزی به همراه فرکانس‌هایشان است.



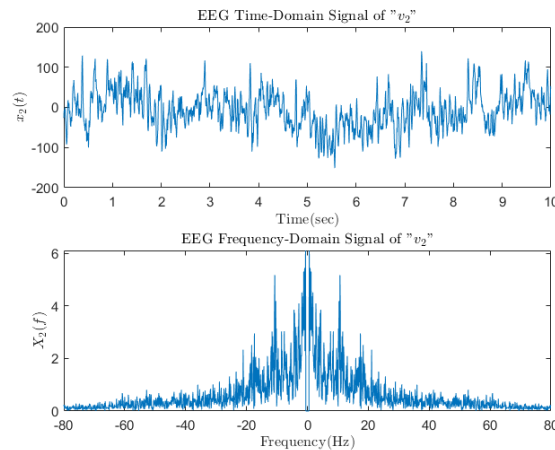
شکل ۲: انواع سیگنال‌های مغزی به همراه فرکانس‌هایشان

از میان داده‌ها، سه تا از آن‌ها را انتخاب کرده و با استفاده از دستور load در متلب، بارگذاری می‌کنیم. این داده‌ها سیگنال‌های حاصل از EEG هستند که در مدت ۱۰ ثانیه ثبت شده‌اند. (هرکدام از این سیگنال‌ها دارای ۶۵ سطر بوده که این سطرها مربوط به چنل (الکتروده)هایی هستند که به سر وصل شده و از آن‌ها سیگنال گرفته می‌شود. در این بخش برای پردازش سیگنال از ۶۴ سطر اول، یکی را به طور تصادفی انتخاب می‌کنیم.)

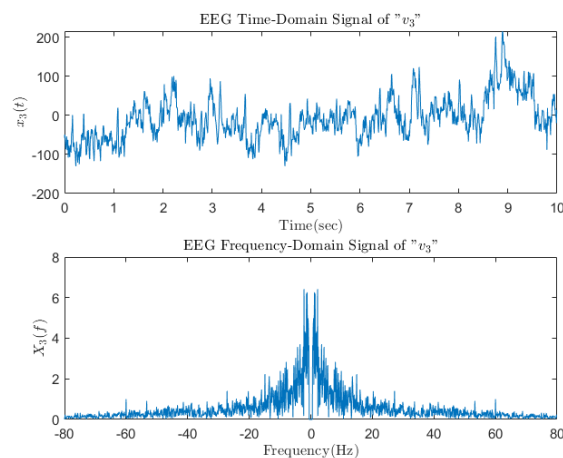
(۱) این سه سیگنال را در حوزه زمان و فرکانس مطابق زیر رسم می‌کنیم. دقت شود که برای رسم در حوزه فرکانس ابتدا نویز را در فرکانس صفر حذف کرده و سپس رسم را انجام می‌دهیم.



شکل ۲: سیگنال EEG در حوزه زمان و فرکانس برای داده v_1



شکل ۳: سیگنال EEG در حوزه زمان و فرکانس برای داده v_2



شکل ۴: سیگنال EEG در حوزه زمان و فرکانس برای داده v_3

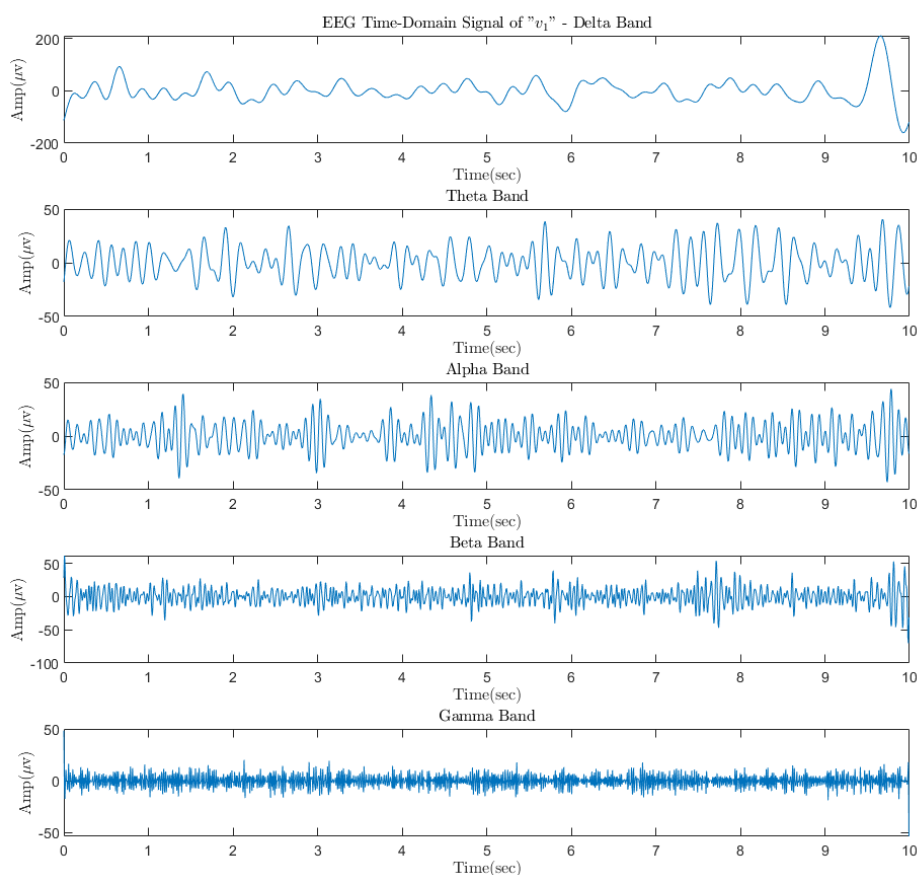
۲) دامنه سیگنال مغزی و فرکانس آن دارای رابطه‌ای هستند. سیگنال مغزی شامل فعالیت های الکتریکی در مغز است که به وسیله یک دستگاه EEG (الکتروانسفالوگرافی) قابل رصد است. فعالیت های الکتریکی مغز در طول زمان متغیر است و می‌تواند از فرکانس های مختلفی تشکیل شده باشد.

به طور کلی، فرکانس سیگنال مغزی بیشتر در دو دامنه اصلی تقسیم می‌شود: فرکانس بالا (بیشتر از ۳۰ هرتز) و فرکانس پایین (کمتر از ۳۰ هرتز). در فرکانس بالا، فعالیت‌های مغزی بیشتر در ناحیه‌های قشری مغز رخ می‌دهند و به عنوان فعالیت بیشتری در دوره های فکری و شناختی شناخته می شوند. در فرکانس پایین، فعالیت‌های مغزی بیشتر در نواحی عمیق تر مغز رخ می‌دهند و به عنوان فعالیت بیشتری در دوره های خواب و استراحتی شناخته می‌شوند.

در بین فرکانس‌های بالا، می‌توان به طور خاص به فرکانس‌های گاما (۳۰ تا ۱۰۰ هرتز) اشاره کرد که به فعالیت‌های مغزی مرتبط با فرآیندهای شناختی و حافظه اشاره دارند. همچنین، فرکانس‌های بالاتر (بیشتر از ۱۰۰ هرتز) نیز به فعالیت‌های مغزی مرتبط با پردازش حسی و حرکتی اشاره دارند.

بنابراین، با توجه به شکل ۵ نیز می‌توان مشاهده کرد که امواج دلتا که دارای دامنه بزرگتر در حوزه فرکانس هستند، در حوزه فرکانس در باند پایین و امواج گاما با دامنه کوچکتر در باند بالا قرار می‌گیرند.

۳) یکی از سیگنال‌ها را در نظر می‌گیریم (به عنوان مثال سیگنال مغزی v_1)، می‌خواهیم امواج آلفا، بتا، دلتا، تتا و گاما را استخراج کنیم. به این منظور، به نوبت، فرکانس‌های خارج از باند پیش‌بینی شده را صفر می‌کنیم؛ با فوریه وارون گرفتن، آن موج مغزی مورد نظر را در حوزه زمان، بر حسب ثانیه، رسم می‌کنیم.



شکل ۵: باندهای فرکانسی مختلف در سیگنال EEG در حوزه زمان و برای داده v_1

۴) سیگنال مغزی در حوزه زمان جمع این ۵ سیگنال است و به طور دقیق از طریق رسم باندهای فرکانسی مختلف سیگنال EEG در حوزه زمان، نمی‌توان به اینکه شخص چه فعالیتی دارد اشاره کرد. برای این موضوع می‌توان با استفاده از EEG Lab در متلب و یا روش‌های دیگر ابتدا سیگنال را پردازش کرده و نویز و آرتیفک‌ها را حذف کرده، سپس با استفاده از ICA، اسکالپ‌مپ‌های مربوط به سیگنال را رسم کنیم و در هر چنل با رسم چگالی طیف توان، دریابیم که در هر چنل چه درصدی از توان در بخش‌های دلتا، تتا، آلفا و بتا قرار گرفته است.

(۱) خواب دارای پنج مرحله است: چهار مرحله خواب بدون رم (NREM) بدون حرکات سریع چشمی و یک مرحله با رم (REM) حرکات سریع چشمی. وقتی بیدار و فعال هستیم، مغز امواج بتا صادر می‌کند. دامنه این امواج ضعیف و فرکانس آنها بین ۱۵ تا ۱۷ سیکل بر ثانیه است. وقتی چشم‌هایمان را می‌بندیم و پیش از خواب رفتن دراز می‌کشیم، مغز امواج آلفای زیادی می‌فرستد. امواج آلفا دامنه ضعیف و فرکانس‌های بین ۸ تا ۱۳ سیکل بر ثانیه دارند.

- **مرحله اول:** وقتی ما به مرحله اول خواب وارد می‌شویم، امواج مغزی از آهنگ آلفا به تتا عبور می‌کنند. امواج تتا با حرکات آرام چشمی همراه هستند. تبدیل امواج آلفا به امواج تتا می‌تواند حالت خواب آور به دنبال آورد. در این دوره ما تصاویر توهیمی کوتاهی می‌بینیم که به تصاویر رویا شباهت دارند و مثل یک عکس روشن هستند. این تصاویر احتمالاً به خلاقیت مربوط می‌شوند. مرحله اول خواب سبک‌ترین مرحله آن است. اگر در این مرحله از خواب بیرون بیاییم، احتمالاً احساس خواهیم کرد که اصلاً نخوابیده‌ایم.

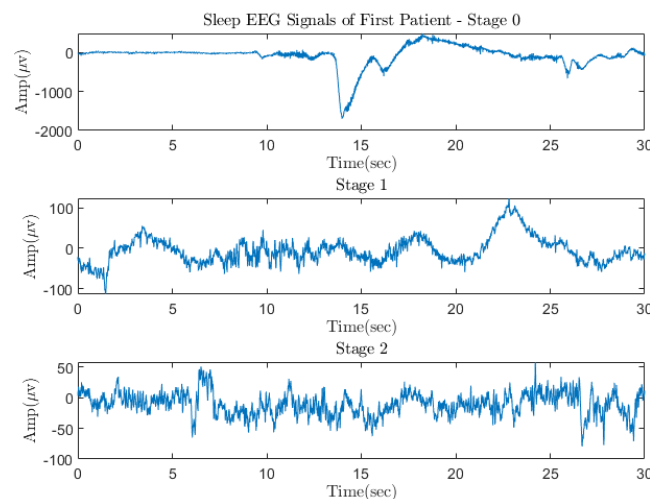
- **مرحله دوم:** پس از ۳۰ تا ۴۰ دقیقه خواب در مرحله اول، در سراسیمه‌ی مراحل دوم، سوم و چهارم خواب می‌افتیم. در طول مرحله دوم امواج مغزی دامنه متوسط و فرکانس تقریباً ۴ تا ۷ سیکل در ثانیه را نشان می‌دهد، اما با دوک‌های خواب همراه هستند. دوک‌های خواب فرکانس بین ۱۲ تا ۱۶ سیکل در ثانیه دارند و برنامه‌های کوتاه فعالیت سریع مغزی را نشان می‌دهند. در طول این مرحله ما دوره‌هایی را نیز تجربه می‌کنیم که اصطلاحاً مجموعه K نامیده می‌شوند. مجموعه K در اثر افزایش کوتاه مدت فعالیت مغز که در اثر واکنش به محرک‌های خارجی مثل سر و صدای کتابی که به زمین می‌افتد، یا محرک‌های درونی مثل گرفتگی ماهیچه پا به وجود می‌آید.

- **مرحله سوم:** حدود پانزده دقیقه بعد وارد مرحله سوم خواب می‌شویم که به علامت آن وقوع فعالیت امواج دلتا با ارتفاع بالا است. تمایز بین مرحله سوم و چهارم خواب کاملاً مشخص نیست. مرحله سوم دارای ۲۵ تا ۵۰ درصد فعالیت دلتا و مرحله چهارم بیشتر از ۵۰ درصد فعالیت دلتا را دارا است.

- **مرحله چهارم:** مرحله چهار عمیق‌ترین مرحله خواب را تشکیل می‌دهد. مرحله‌ای که بیدار شدن از آن دشوار است. تنها صدای بلند موجب بیداری فرد از این مرحله خواب می‌شود و وقتی هم که بیدار شد، گیج و منگ است. در این مرحله امواج دلتا کند می‌شوند، تعداد آنها به نیم تا دو سیکل در ثانیه می‌رسد و در این لحظه است که بزرگترین دامنه را دارند.

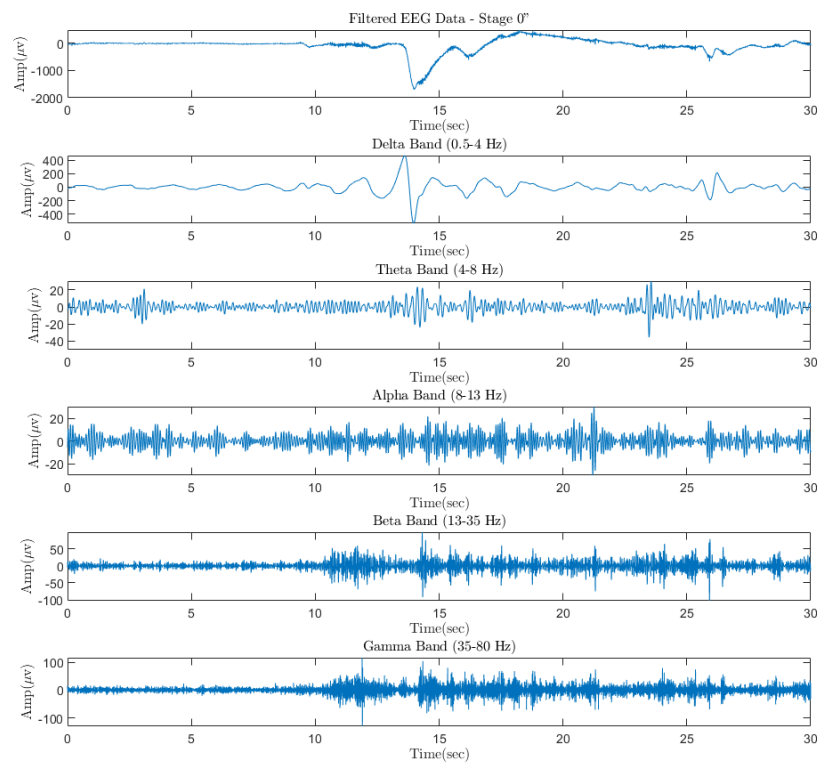
- **مرحله پنجم:** تقریباً نیم ساعت پس از خواب عمیق در مرحله چهار ما مسیر برگشت را پیش می‌گیریم. دوباره هر یک از مراحل را پشت سر می‌گذاریم تا به مرحله‌ای برسیم که آن را خواب رم (REM) می‌نامیم و منظور از REM حرکات سریع چشمی است که از زیر پلک‌ها قابل رویت است و شاخص این دوره به حساب می‌آید. در دوره خواب REM مغز امواج تقریباً سریع و با دامنه ضعیف تولید می‌کند. این امواج به امواج تولید شده در خواب سبک مرحله اول شباهت دارند. خواب REM خواب تناقضی نیز نامیده شده است، زیرا خطوط EEG مورد مشاهده در دوره خواب REM فعالیتی ایجاد می‌کنند که تا اندازه‌ای به فعالیت حالت بیداری شباهت دارد.

۲) برای یکی از دادگان، سیگنال EEG فیلتر نشده را در مراحل مختلف خواب رسم می‌کنیم.

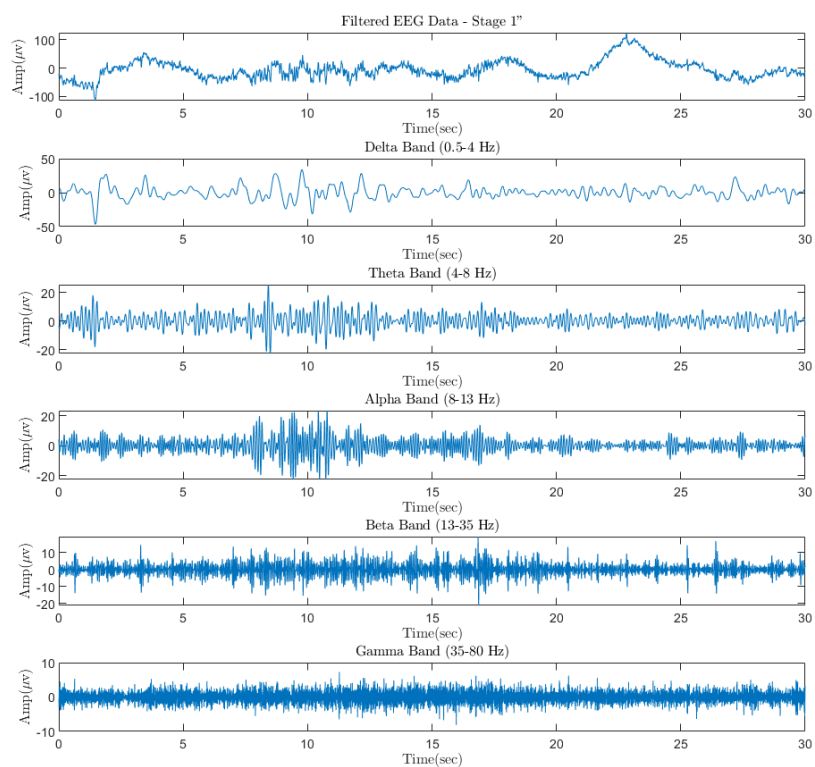


شکل ۶: سیگنال مغزی در مراحل مختلف خواب برای داده اول

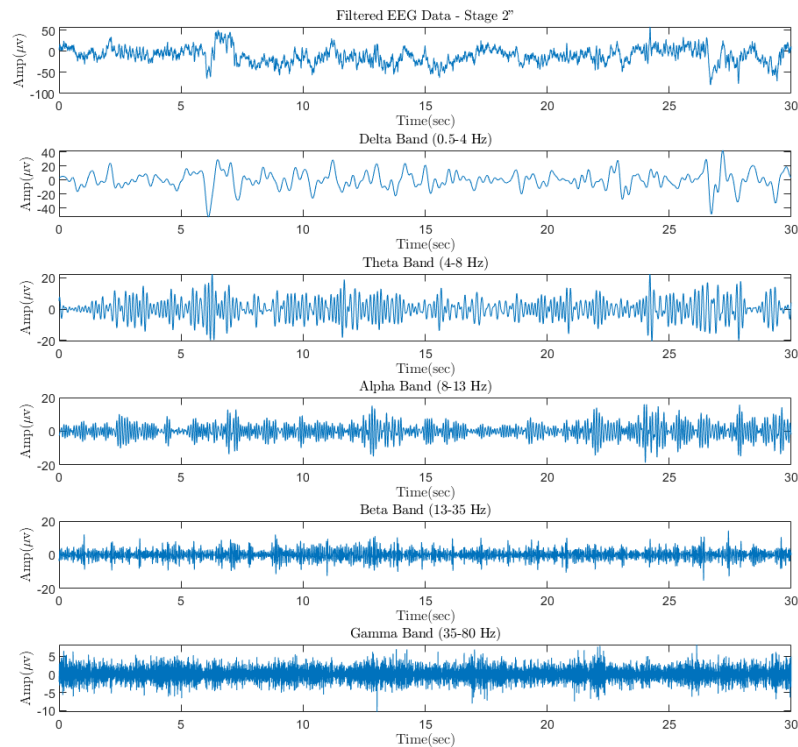
- ۳) مانند بخش قبل، باندهای مختلف فرکانسی داده‌های EEG را در مراحل مختلف خواب به دست آورده و رسم می‌کنیم.



شکل ۷: باندهای مختلف فرکانسی سیگنال EEG در حوزه زمان در استیج صفر



شکل ۸: باندهای مختلف فرکانسی سیگنال EEG در حوزه زمان در استیج یک



شکل ۹: باندهای مختلف فرکانسی سیگنال EEG در حوزه زمان در استیج دو

۴) همانطور که در ابتدا نیز گفته شد در مرحله صفر (استیج صفر) که هنوز شخص نخوابیده و صرفاً چشمانش را بسته است، امواج آلفا فعال تر بوده که در تصویر ۷ نیز این موضوع مشخص است که امواج آلفا فعال تر است. در مرحله بعدی وقتی فرد به خواب فرو می‌رود، خواب سبکی دارد و امواج تتا فعال تر هستند که در تصویر ۸، می‌توان دید در مدت ثبت سیگنال، امواج تتا دامنه بیشتری دارند. در مرحله بعد نیز وارد مراحل فرکانس بالا شده و بیشتر امواج بتا و گاما فعال می‌شوند که این موضوع در شکل ۹، مشهود است.

"افتتاح پایگاه شبیه‌سازی آنلاین اتاق پاک Fardislab [Opening of the online simulation platform for cleanrooms]," Fardislab, Accessed on: Apr. ۲۰, ۲۰۲۳. [Online]. Available: <http://www.fardislab.com/fa/news/۳۷۳>