

بسمه تعالی



آزمایشگاه پردازش سیگنال و تصاویر پزشکی

آزمایش دوم؛ نویزها و آرتیفکت‌های سیگنال EEG و روش حذف آن‌ها

نام استاد:

دکتر سپیده حاجی‌پور

نام دانشجویان:

مهرداد نوروزی ۹۷۱۰۲۵۹۳

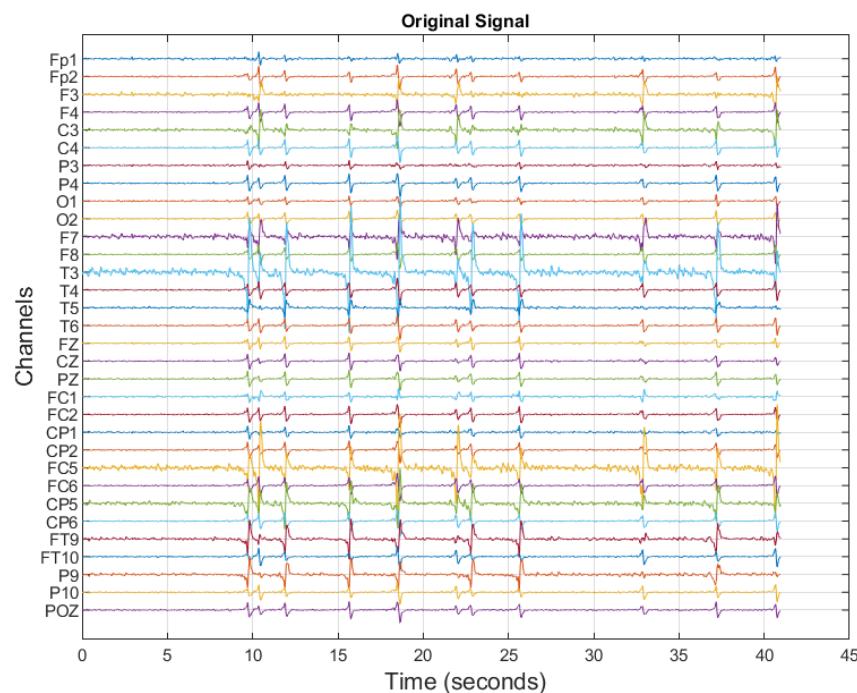
آرمین نوردی ۹۹۱۰۵۱۲۹

تاریخ تحویل:

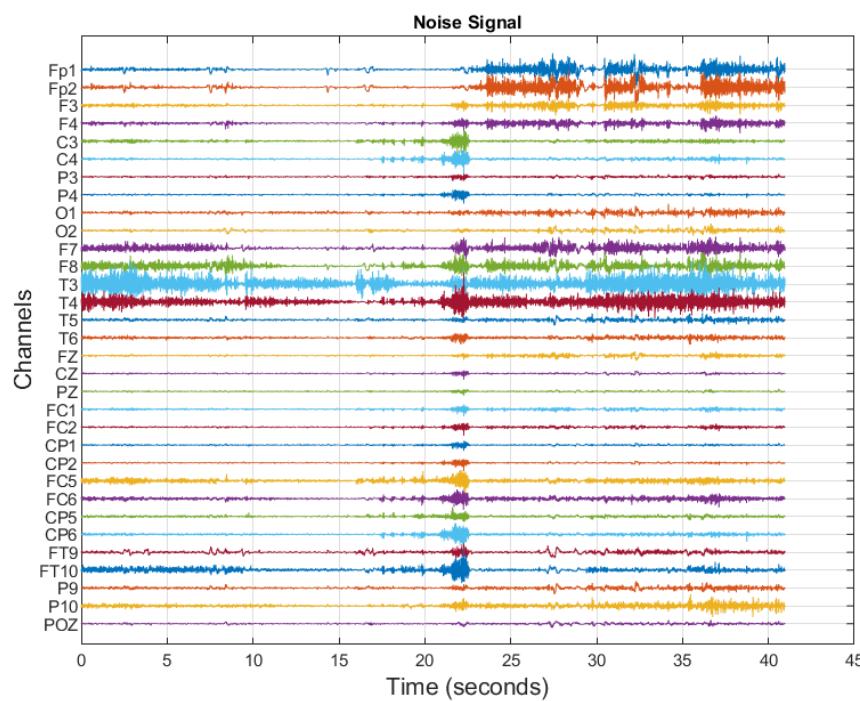
۱۴۰۲/۸/۱۷

بخش اول: حذف نویز سیگنال‌های صرعی غیرتشنجی شبیه سازی شده

سوال ۱: سیگنال بدون نویز را رسم می‌کنیم. اسپایک‌های مربوط به صرع به وضوح قابل مشاهده اند.



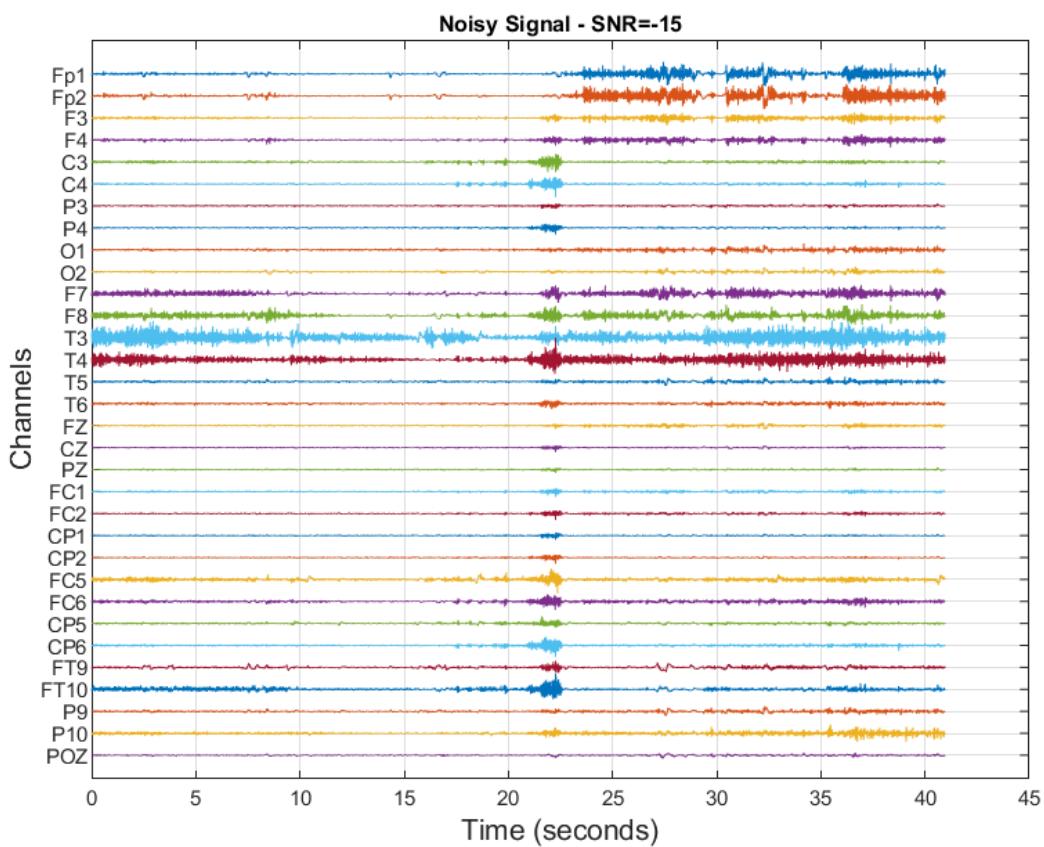
سوال ۲: سیگنال نویز را رسم می‌کنیم.



سوال ۳: برای بدست آوردن سیگنال نویزی از رابطه زیر استفاده می‌کنیم. و سیگنال نویزی را به ازای $SNR=15$ رسم می‌کنیم.
 واضح است که سیگنال نویزی در مقایسه با سیگنال اصلی دارای نویز زیادی در همه کانال‌ها است و اسپایک‌ها به سختی مشخص هستند و در میان نویزها گم شده‌اند.

$$X_{noisy} = X_{original} + \sigma X_{noise}$$

$$\sigma^2 = \frac{|X_{original}|_F^2}{|X_{noise}|_F^2} \cdot 10^{-\frac{SNR}{10}}$$

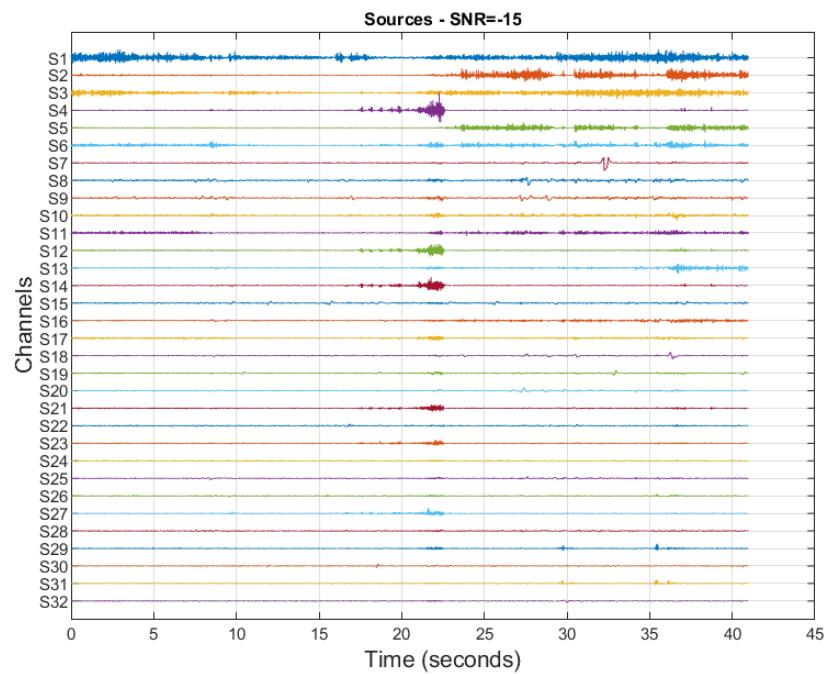
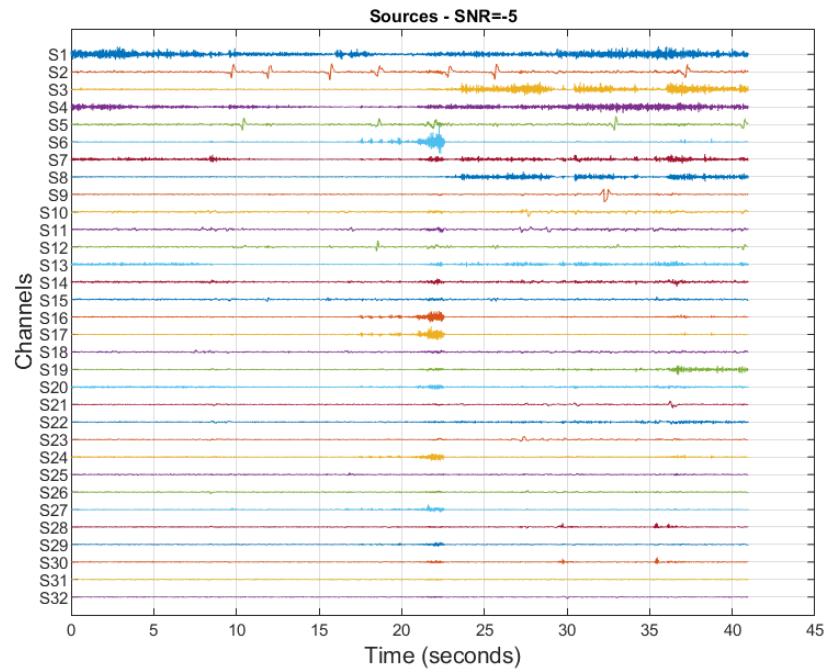


سوال ۴: ماتریس مشاهدات را به ضرب دو ماتریس F و S تجزیه می‌کنیم به گونه‌ای که سطرهای S منابع مستقل و ناهمبسته باشند. برای این کار از الگوریتم COM2R استفاده می‌کنیم که یک روش ICA است.

$$X_{observation} = FS$$

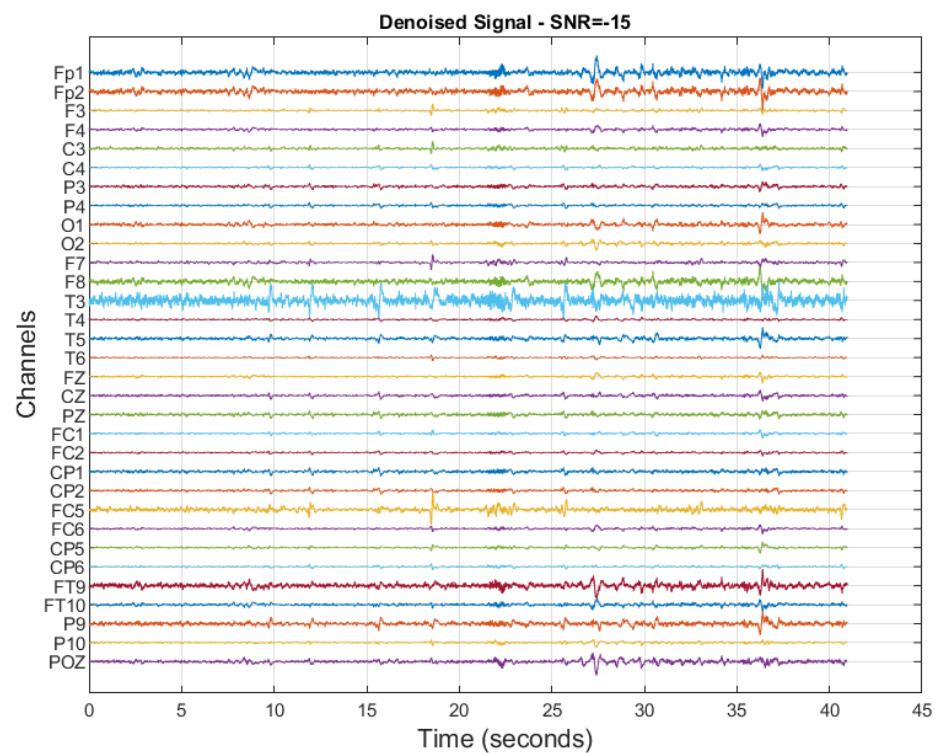
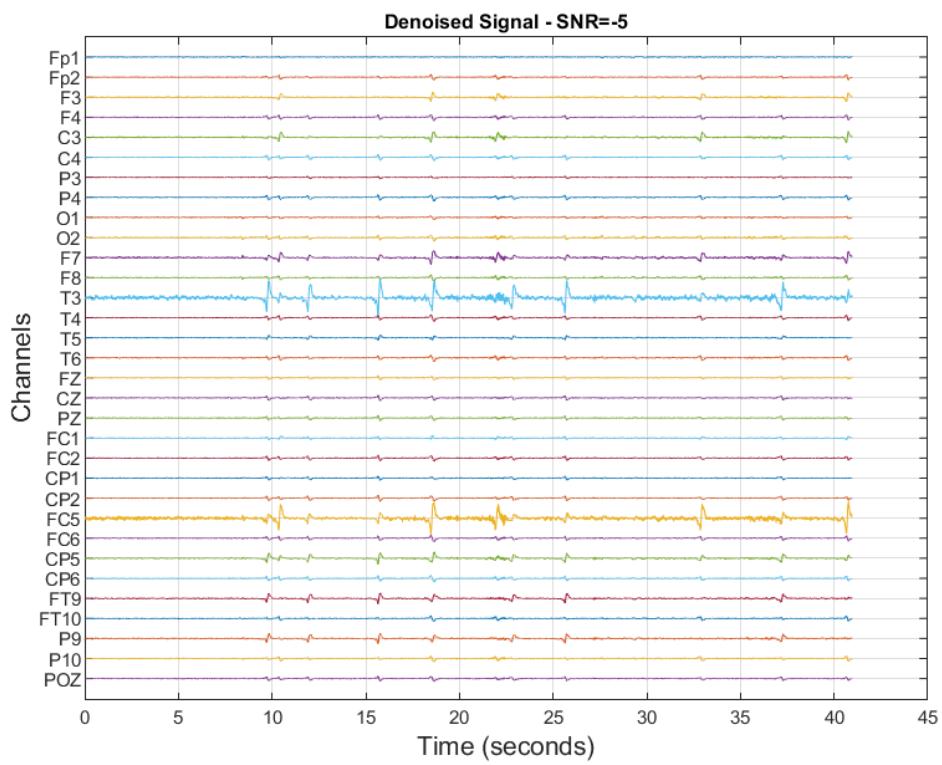
$$S = F^+ X_{observation}$$

سوال ۵: منابع را به ازای هر دو SNR رسم کرده و با توجه به شکل زمانی آن‌ها منابعی را انتخاب می‌کنیم که دارای اسپایک‌های مشخص هستند و نویز در آن‌ها وجود ندارد. برای $SNR=5$ منابع شماره ۲، ۱۲، ۲۶ و برای $SNR=15$ منابع شماره ۱۵، ۲۰، ۱۸، ۳۰ را نگه می‌داریم.



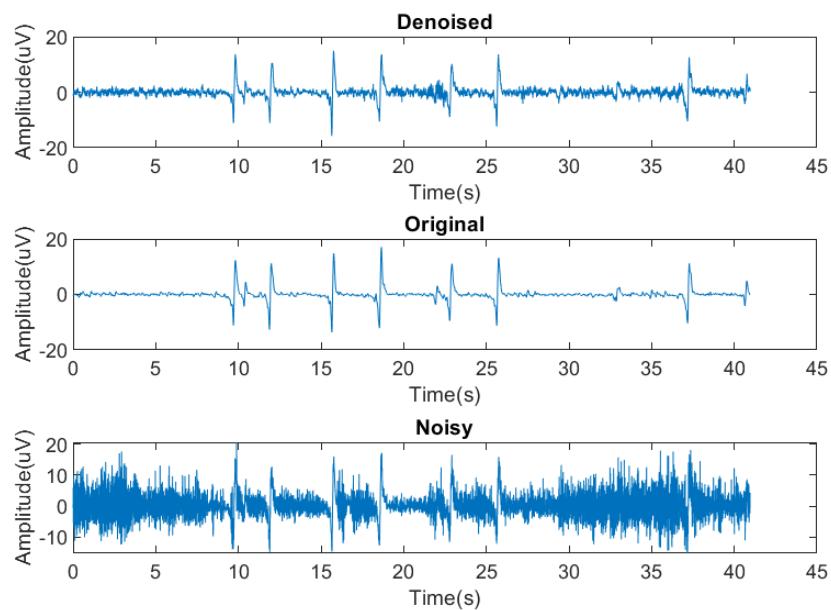
سوال ۶ : پس از حذف منابع نویزی، منابع مطلوب را طبق رابطه زیر به حوزه سنسور برمی‌گردانیم که S ماتریس منابع مستقل و شماره سطرهای منابع مطلوب اند. سپس سیگنال حذف نویز شده را به ازای هر SNR رسم می‌کنیم. در مقایسه با سیگنال‌های اصلی و نویزی می‌توان گفت نویزها به خوبی حذف شدند.

$$X_{denoised} = F(:, indexes)S_{(indexes,:)}$$

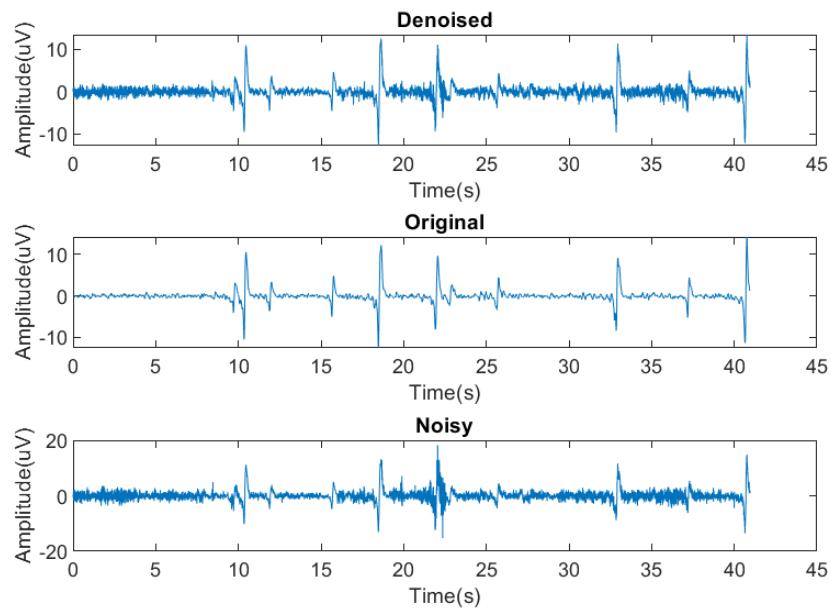


سوال ۷: مشاهدات حذف نویز شده را برای کانال های ۱۳ و ۲۴ همراه با داده بدون نویز اصلی و داده نویزی رسم می نماییم.

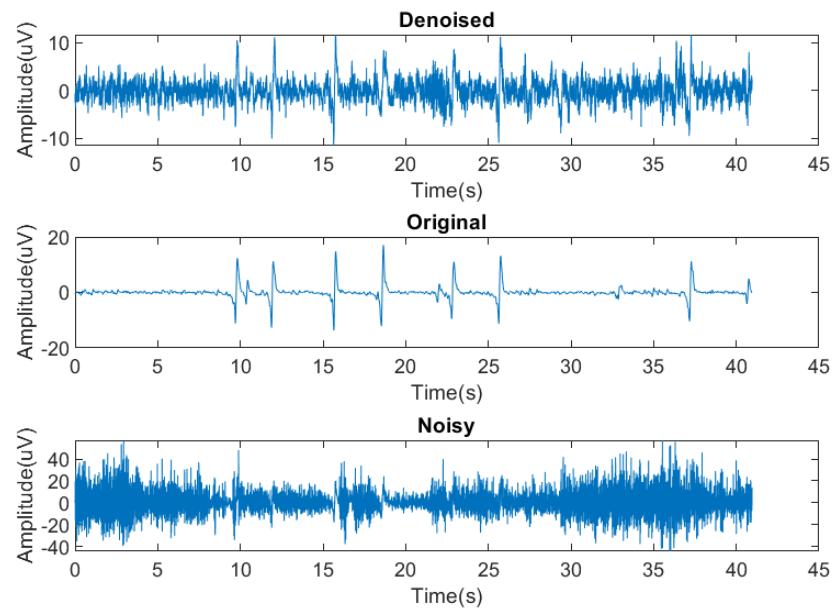
channel 13, SNR=-5



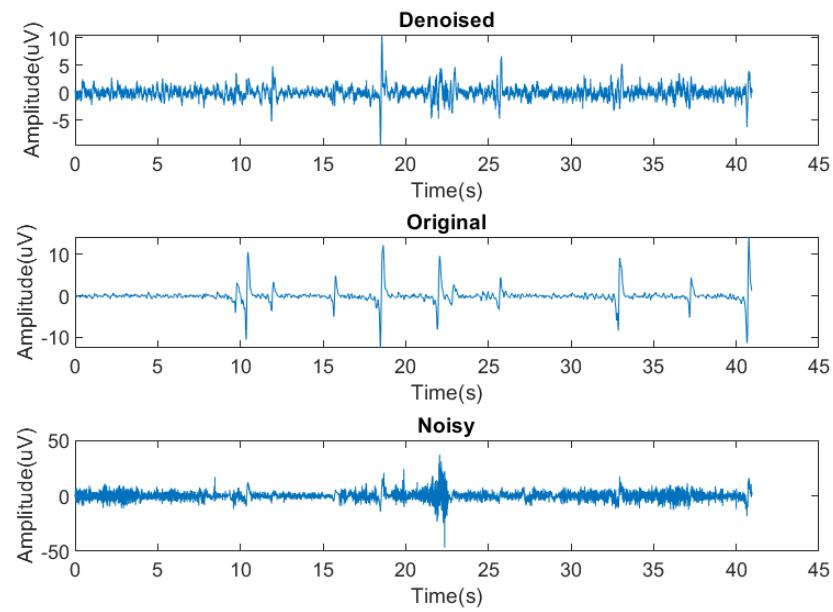
channel 24, SNR=-5



channel 13, SNR=-15



channel 24, SNR=-15



سوال ۸: خطای RRMSE به دست آمده برای هر SNR به صورت زیر است.

$$RRMSE = 0.4455344 : 5^- = SNR$$

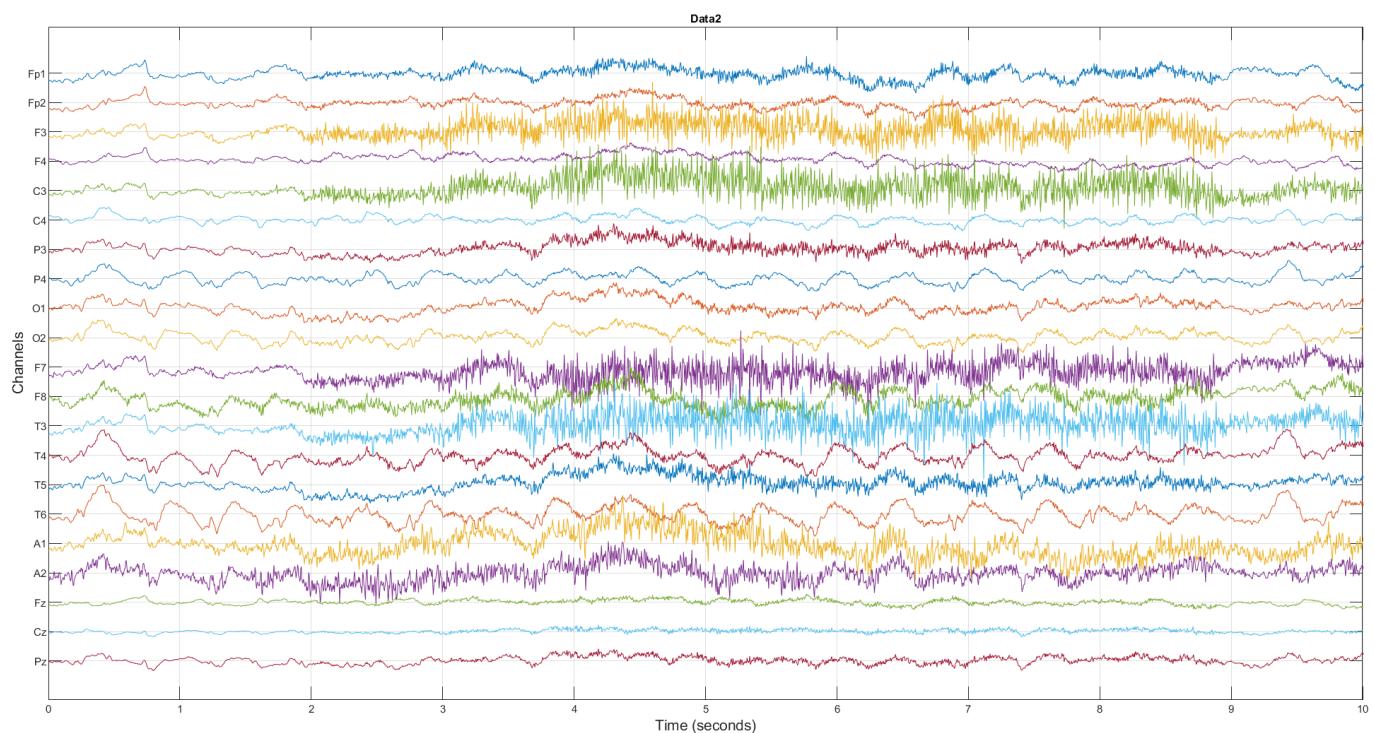
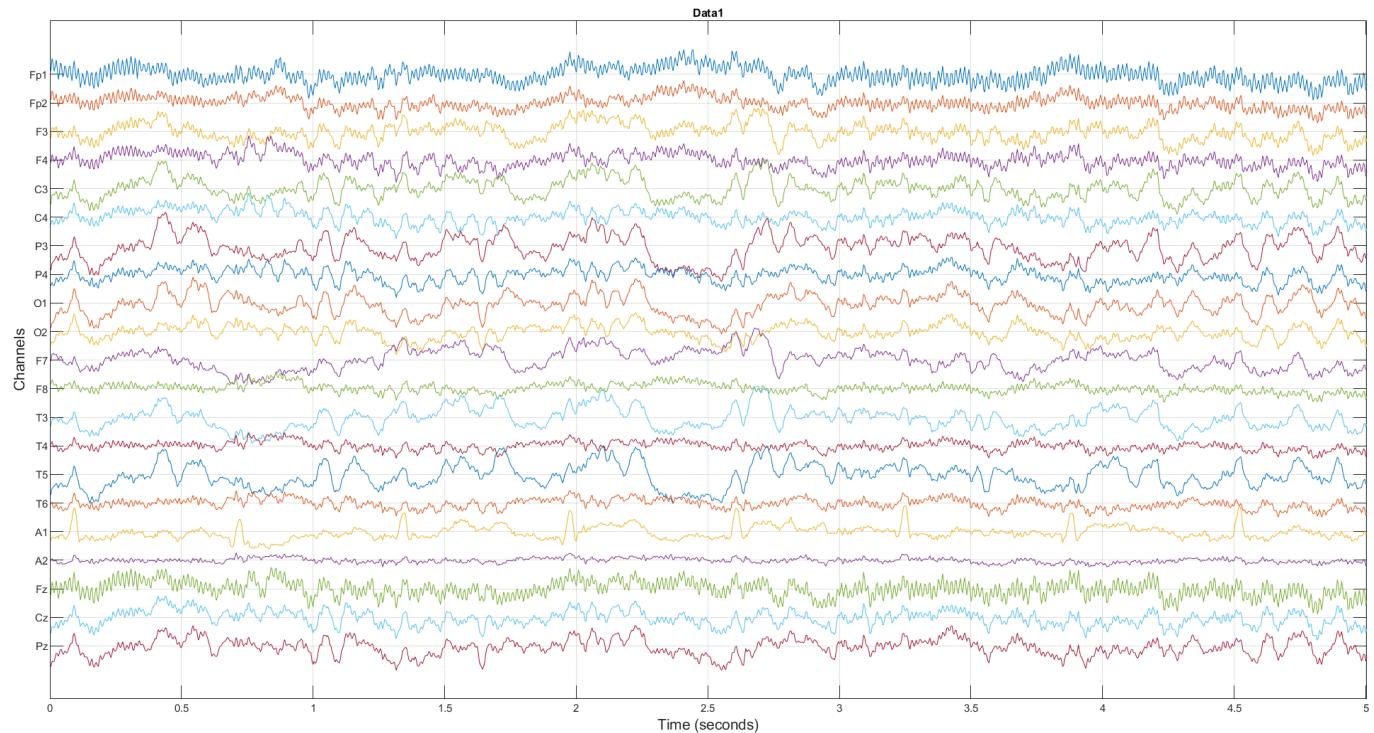
$$RRMSE = 1.330951 : 15^- = SNR$$

همانطور که انتظار داریم برای $SNR=5^-$ داده ها به خوبی حذف نویز شده اند و $RRMSE=0.44$ بدست آمده که با توجه به پایین مقدار خوبی است و اسپایک ها بازیابی شده اند و عمدت توان نویز باقی مانده مربوط به زمان های بدون اسپایک است. اما برای $SNR=15^-$ نویز دارای توان بسیار بالایی نسبت به سیگنال اصلی است و بخش بیشتری از اطلاعات بر اثر آغشته شدن به نویز از بین رفته و قابل بازیابی نیست. $RRMSE$ در این حالت برابر ۱.۳۳ است که نشان دهنده خطای بیشتر نسبت به $SNR=5^-$ است ولی با توجه به نویز زیاد همچنان مقدار خوبی است و اسپایک ها تا حدی بازیابی شده اند.

بخش دوم: حذف نویز سیگنال‌های صریع واقعی

سوال ۱:

ابتدا داده‌های ۱ و ۲ را انتخاب کرده و سیگنال‌های زمانی آن‌ها در همهٔ کانال‌ها رسم می‌کنیم:



سوال ۲:

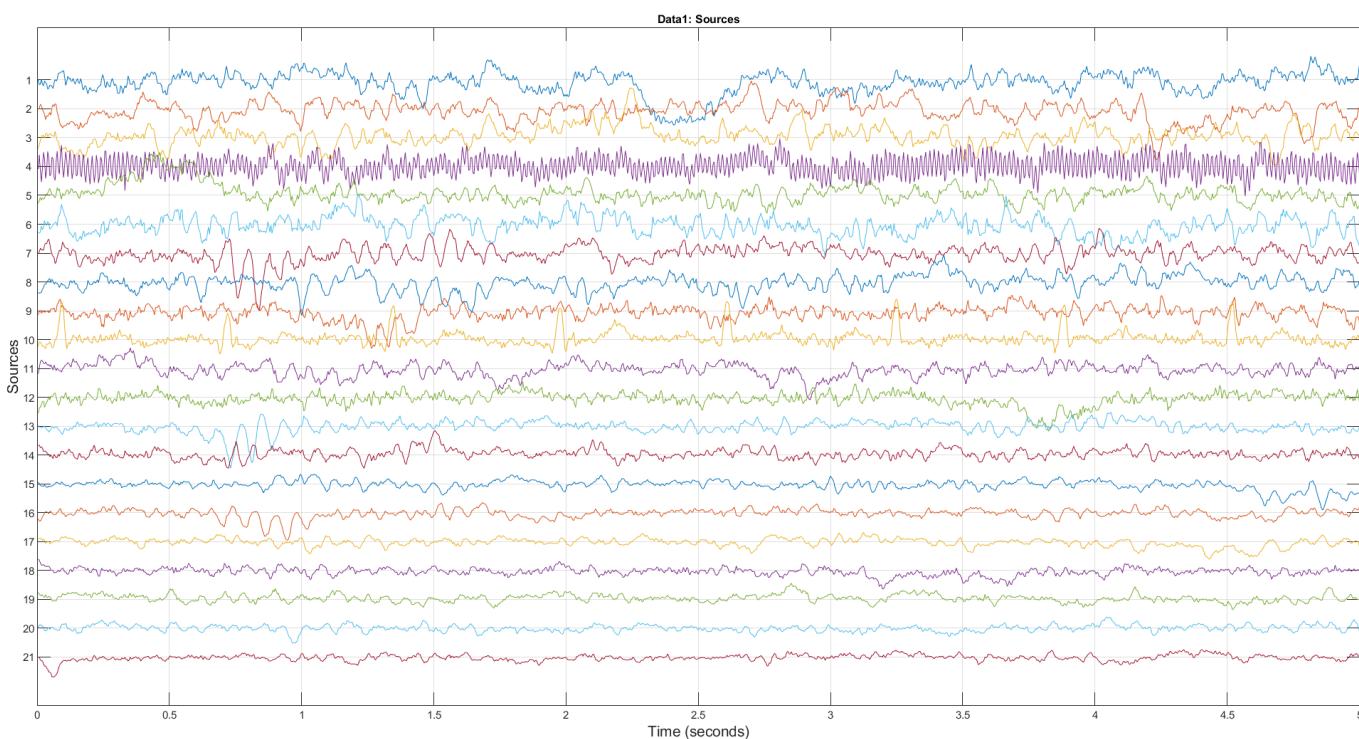
در داده‌ی ۱ می‌توان به وضوح اثرات برق شهر و سیگنال ECG را مشاهده کرد، همچنین تغییرات آهسته‌ای نیز در برخی کانال‌ها دیده می‌شود که ممکن است مربوط به حرکات چشم باشند. تمامی این آرتیفکت‌ها به وسیله‌ی ICA قابل حذف هستند. البته نوسانات آرامی در نواحی نزدیک C3، P3، T3 و C4 هم وجود دارد که ممکن است از تعریق ناشی شده باشند.

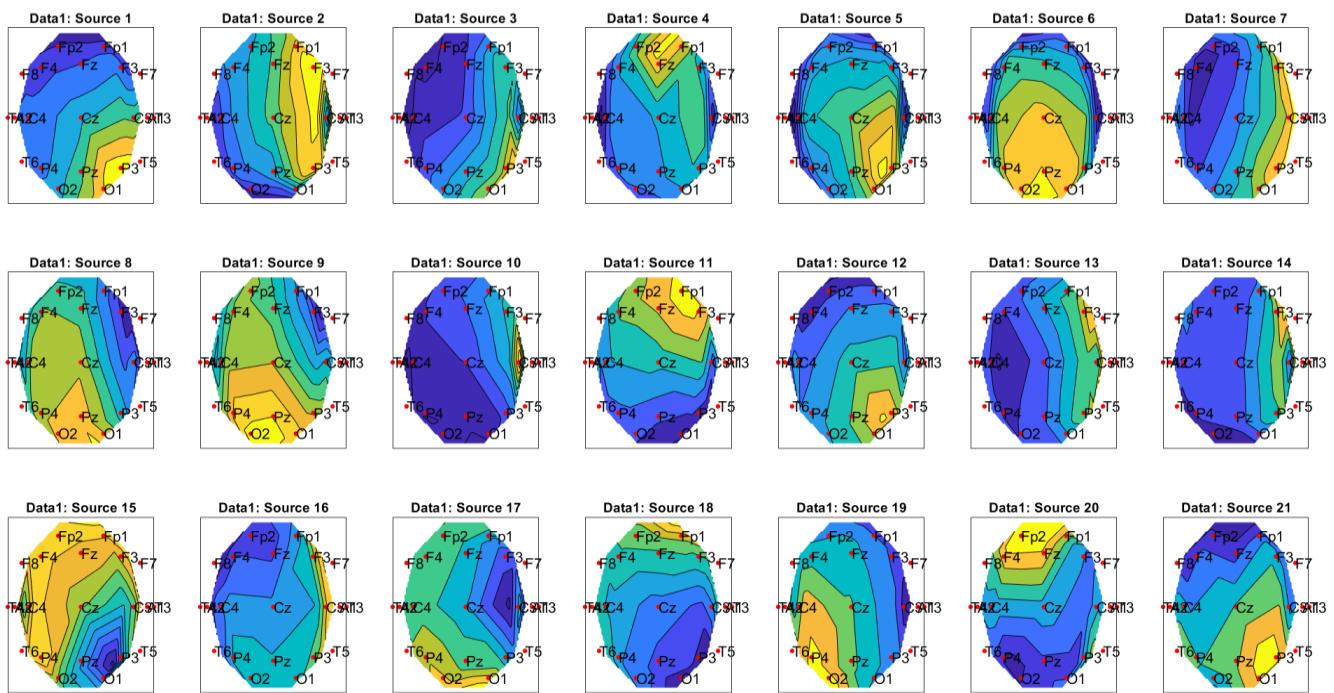
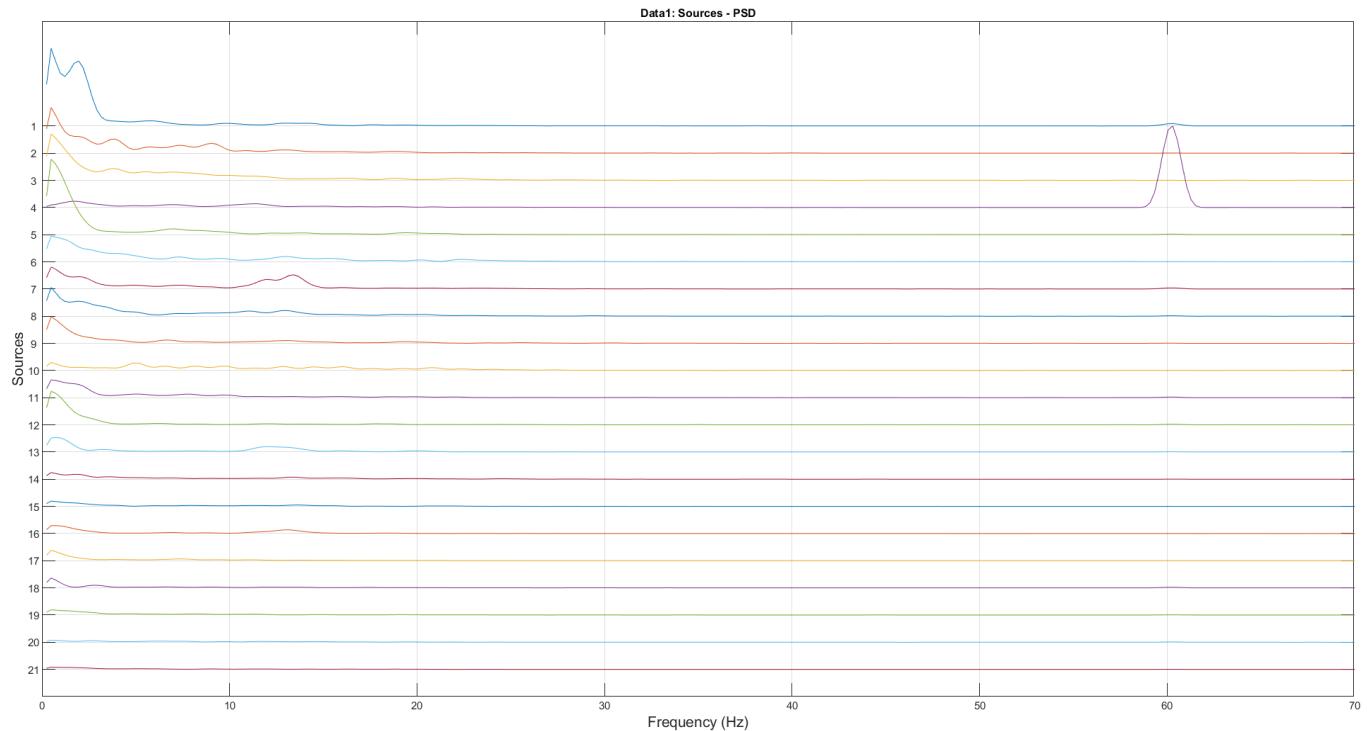
در داده‌ی ۲، که به نظر داده‌ی تشنجی است، به جز کمی اثرات حرکت چشم، تنها نوساناتی پردازمنه و متناوب در نواحی گیجگاهی قابل تشخیص است که ممکن است از آثار حرکت سر باشند و شاید به خوبی توسط ICA حذف نشوند.

سوال ۳ و ۴ و ۵:

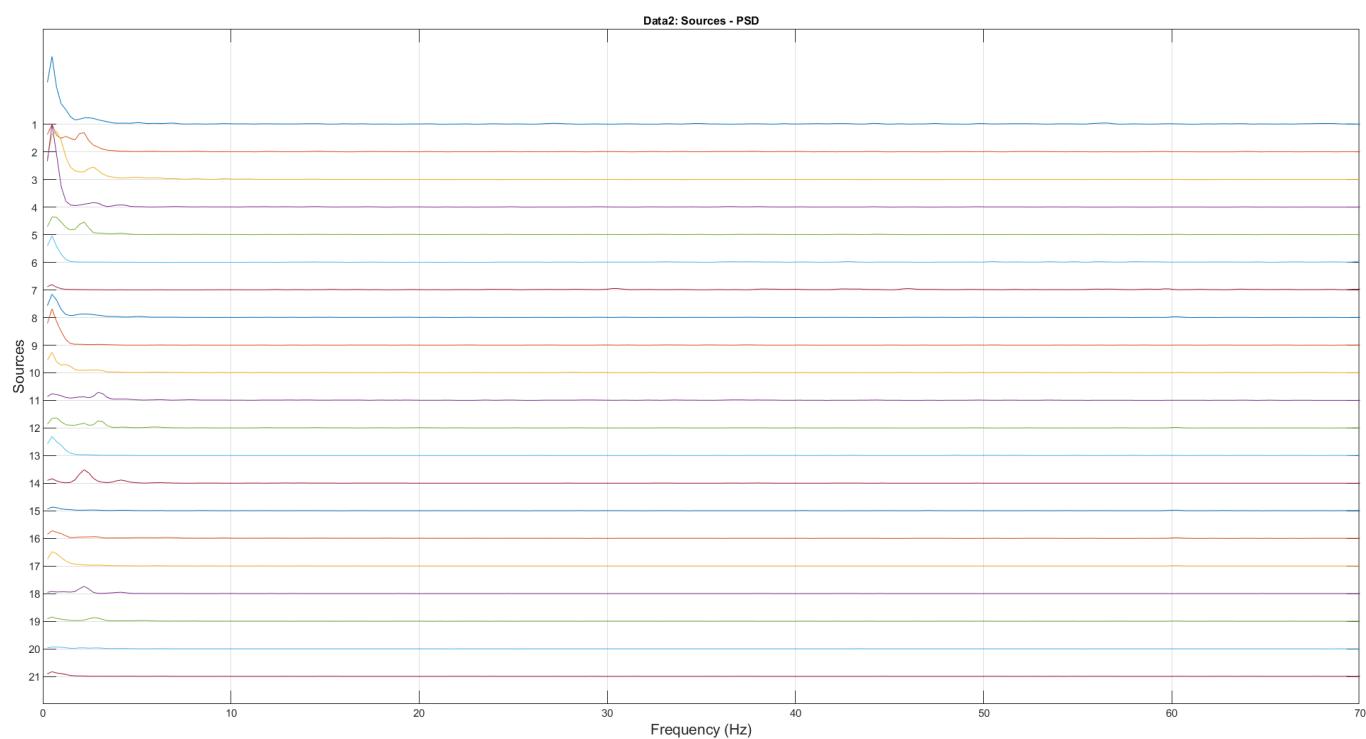
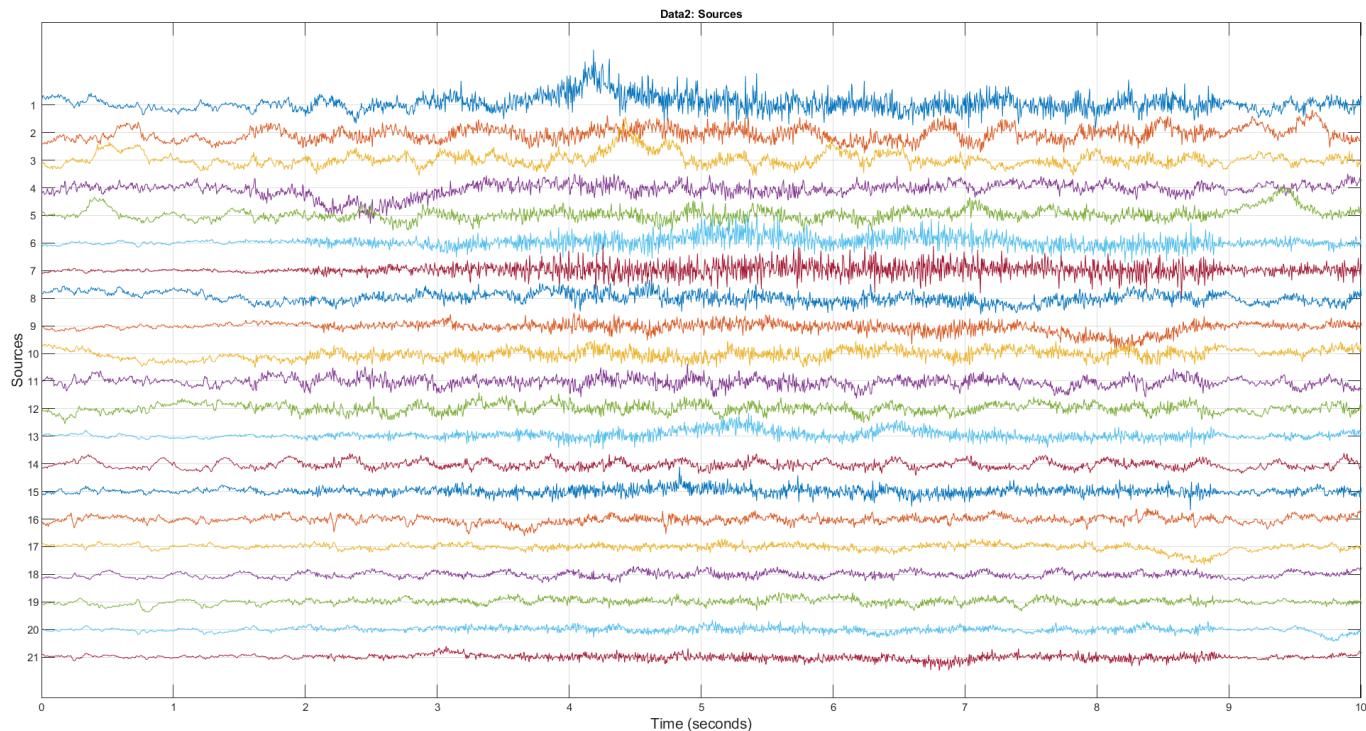
با اعمال الگوریتم Com2R توسطتابع ICA روی داده‌ها، به ماتریس ترکیب می‌رسیم و با اعمال معکوس آن روی ماتریس مشاهدات، منابع ۱۲ گانه (برابر با تعداد مشاهدات) محاسبه می‌شوند. سپس هر کدام از منابع را در حوزه‌ی زمان و همچنین حوزه‌ی فرکانس (توسط تابع Welch) رسم کرده و به کمک ضرایب هر ستون ماتریس ترکیب، نقشه‌ی تاثیر فضایی هر منبع را نیز به دست می‌آوریم.

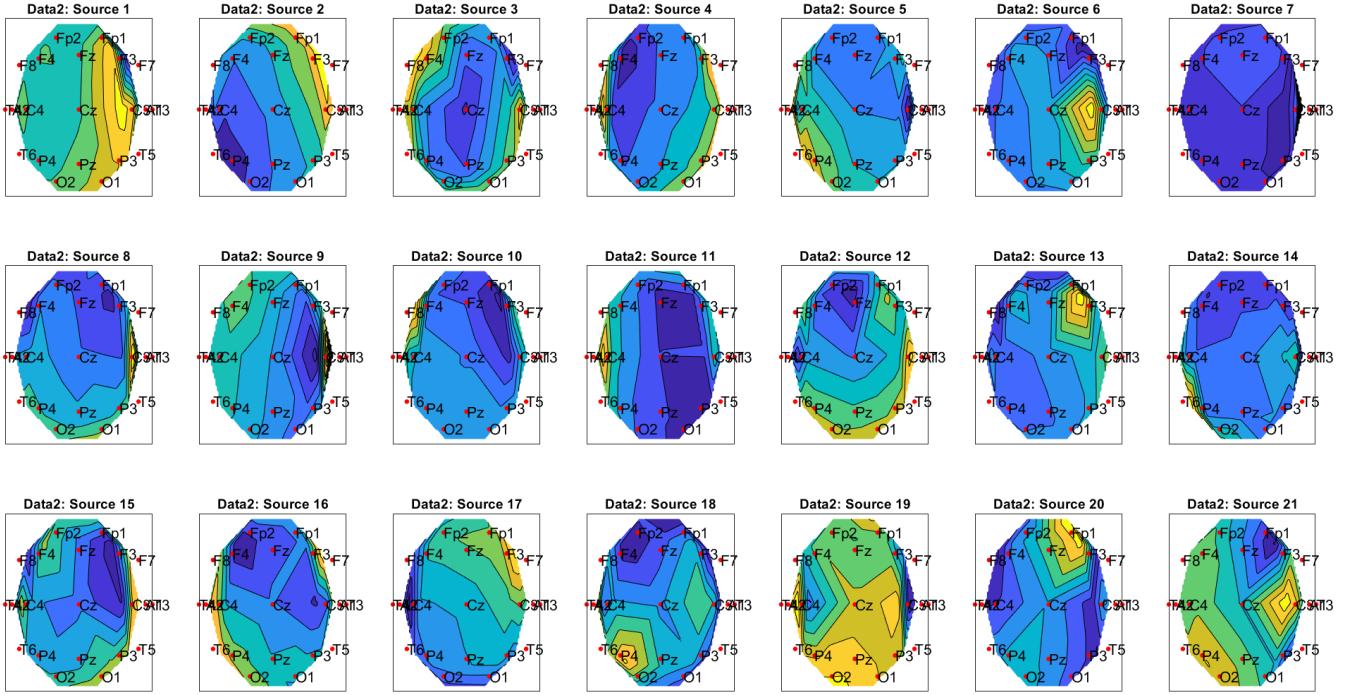
در داده‌ی ۱، منابع ۴ و ۱۰ که متناظر با برق شهر و ECG هستند نامطلوبند. به علاوه، با توجه به تغییرات زمانی نامتعارف و نیز چگالی طیف بیش از حد بالا، منابع ۱، ۵ و ۷ را هم حذف می‌کنیم (این منابع پراکندگی فضایی غیرمعمولی نیز دارند). نهایتاً با حذف منبع ۱۱ که فعالیت‌هایش (هم از نظر زمانی و هم از نظر فضایی) متناظر حرکت چشم هستند به سیگنال حذف نویز شده می‌رسیم.





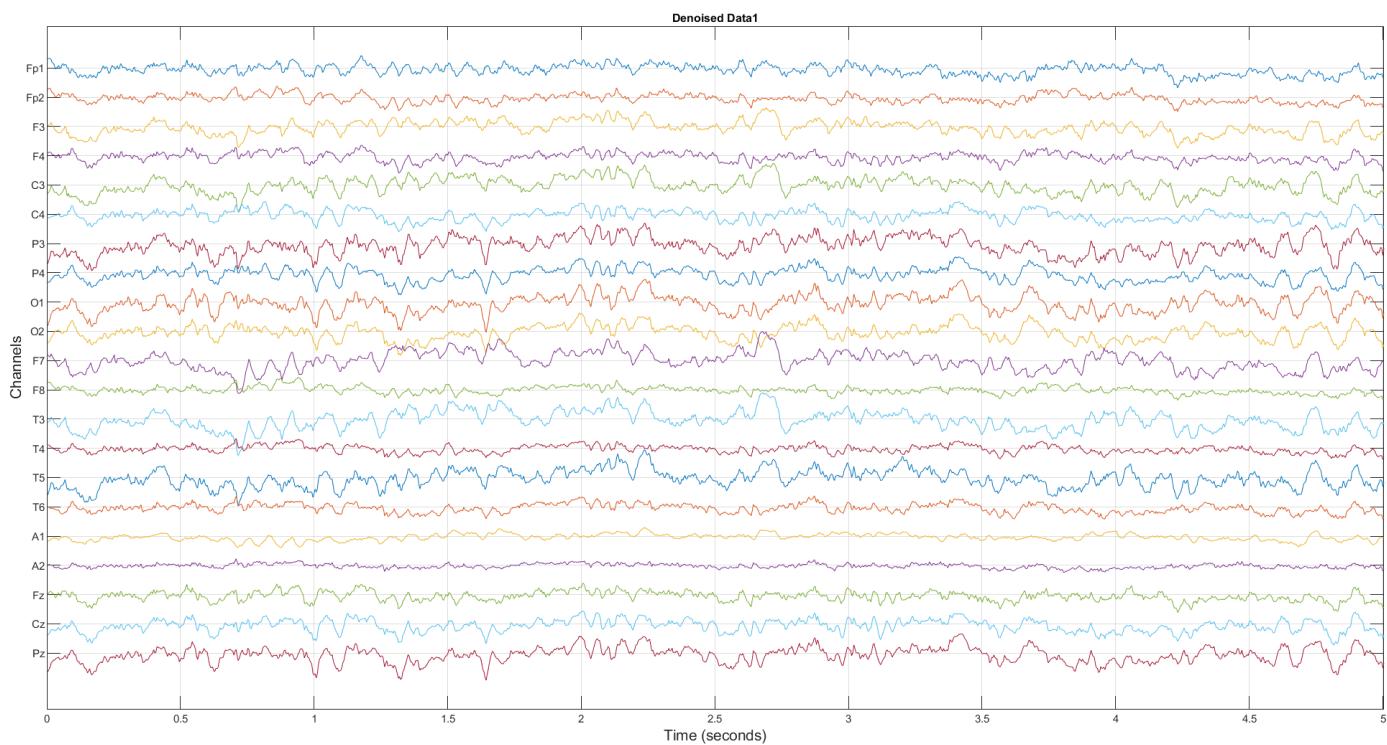
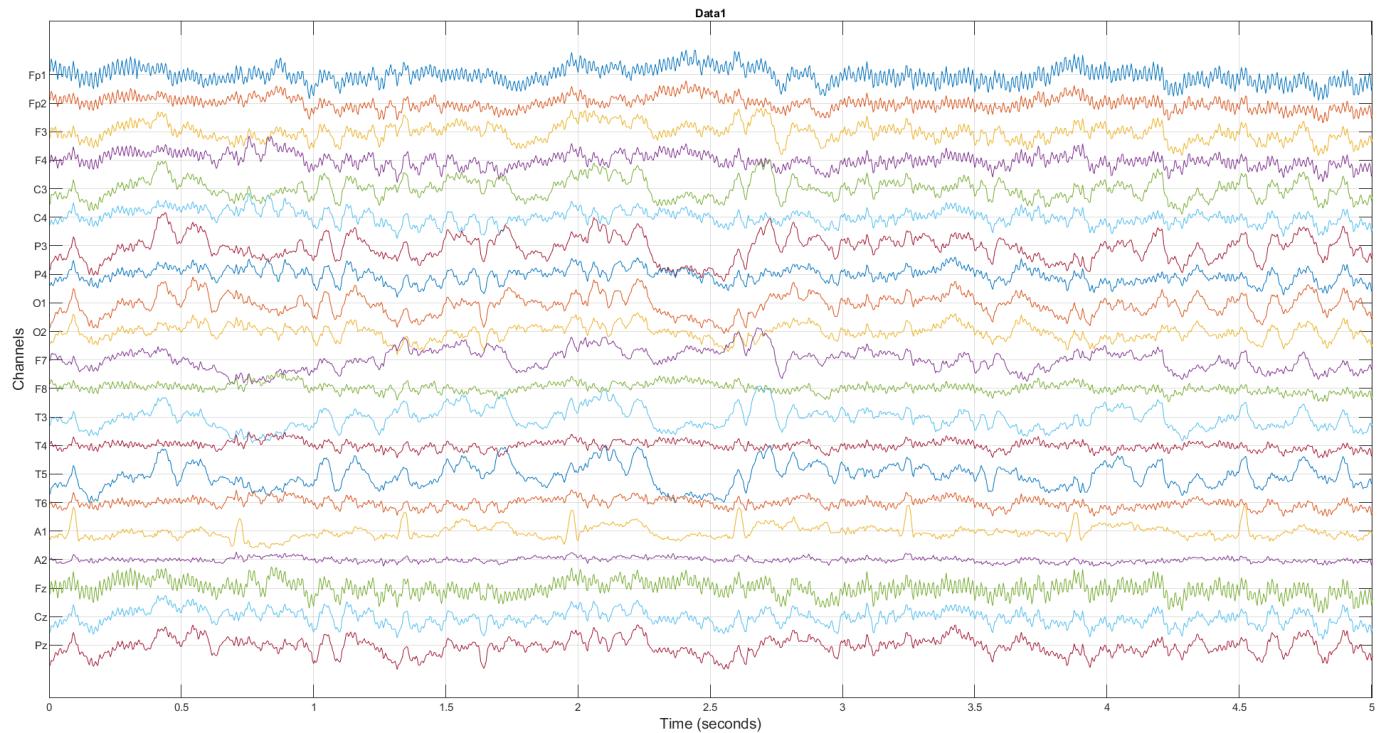
در داده‌ی ۲، منبع ۲ نامطلوب است زیرا با توجه به شکل سیگنال و توزیع فضایی، مرتبط با حرکت چشم است. به علاوه منبع ۱۴ که شکل و طیفی نامعمول دارد و شبیه آثار حرکت سر است هم باید حذف شود. منابع ۳، ۴ و ۷ را نیز با توجه به چگالی طیف بالا و همچنین توزیع فضایی غیرعادی حذف می‌کنیم تا نهایتاً به سیگنال حذف نویز شده برسیم.





سوال ۶ :

با مقایسهی سیگنال اصلی و حذف نویز شده می‌بینیم که این روش برای داده‌ی ۱ و نویزهای موجود در آن به خوبی جواب داده و منابع بدروستی حذف شده‌اند.



این در حالیست که حذف منابع در داده‌ی ۲، حتی پس از آزمون و خطأ روی منابع، بهبود کمی حاصل کرده و حتی بعضًا اطلاعات سایر کانال‌ها را مخدوش کرده است. به علاوه می‌توان دید که با وجود حذف منبع اصلی نویز مشابه حرکت سر، همچنان تاثیر آن در سیگنال کانال‌ها موجود است. در اینجا می‌توان دید که روش ICA همواره و برای همه‌ی شرایط پاسخگو نیست.

