

بسم تعالی



آزمایشگاه پردازش سیگنال ها و تصاویر پزشکی

گزارش ازمايش ۲ : نويزها و آرتيفكتهای سیگنال EEG و روش حذف آنها

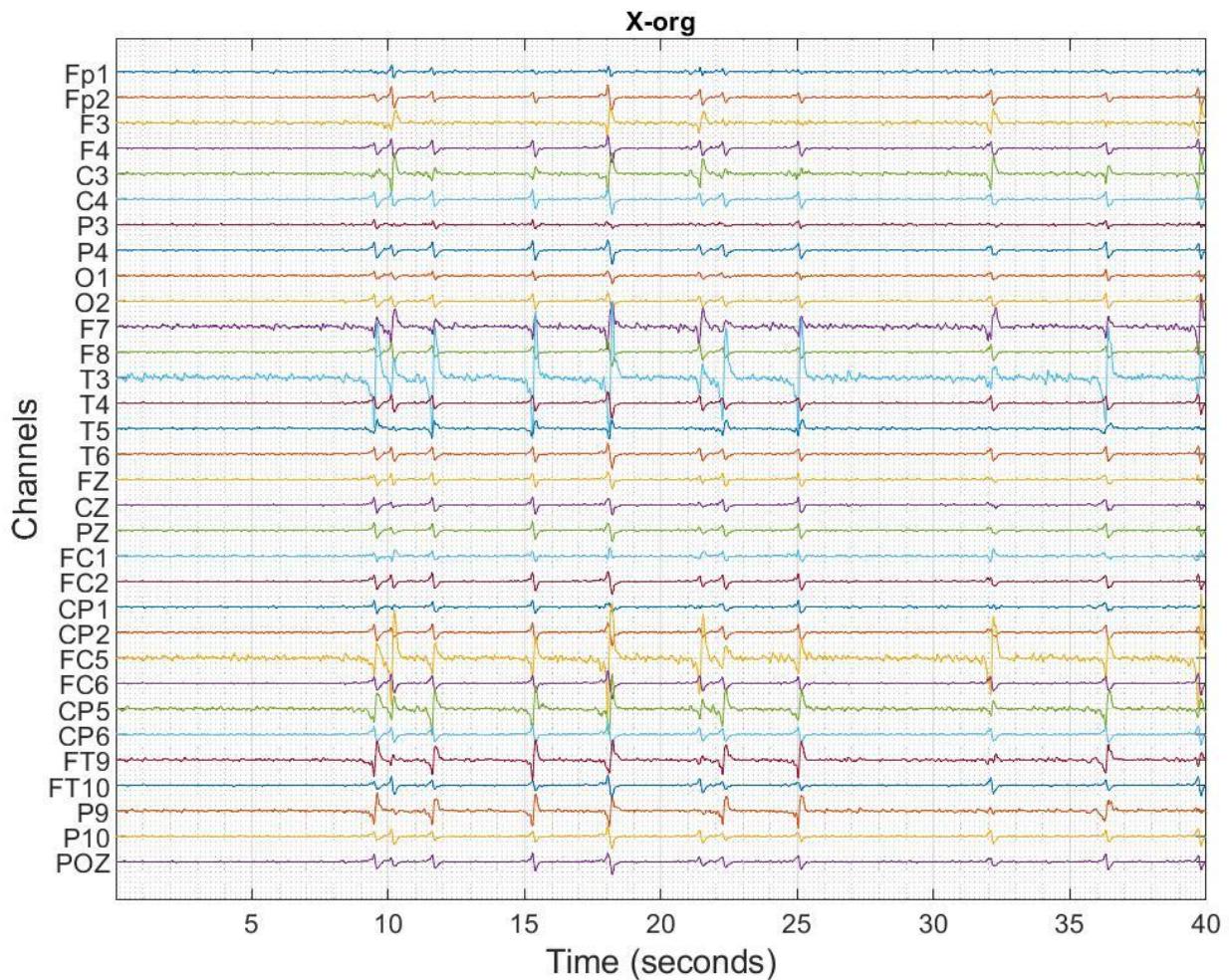
اميرحسين زاهدي ۹۹۱۰۱۷۰۵

آرشام لولوهری ۹۹۱۰۲۱۵۶

پايز ۱۴۰۲

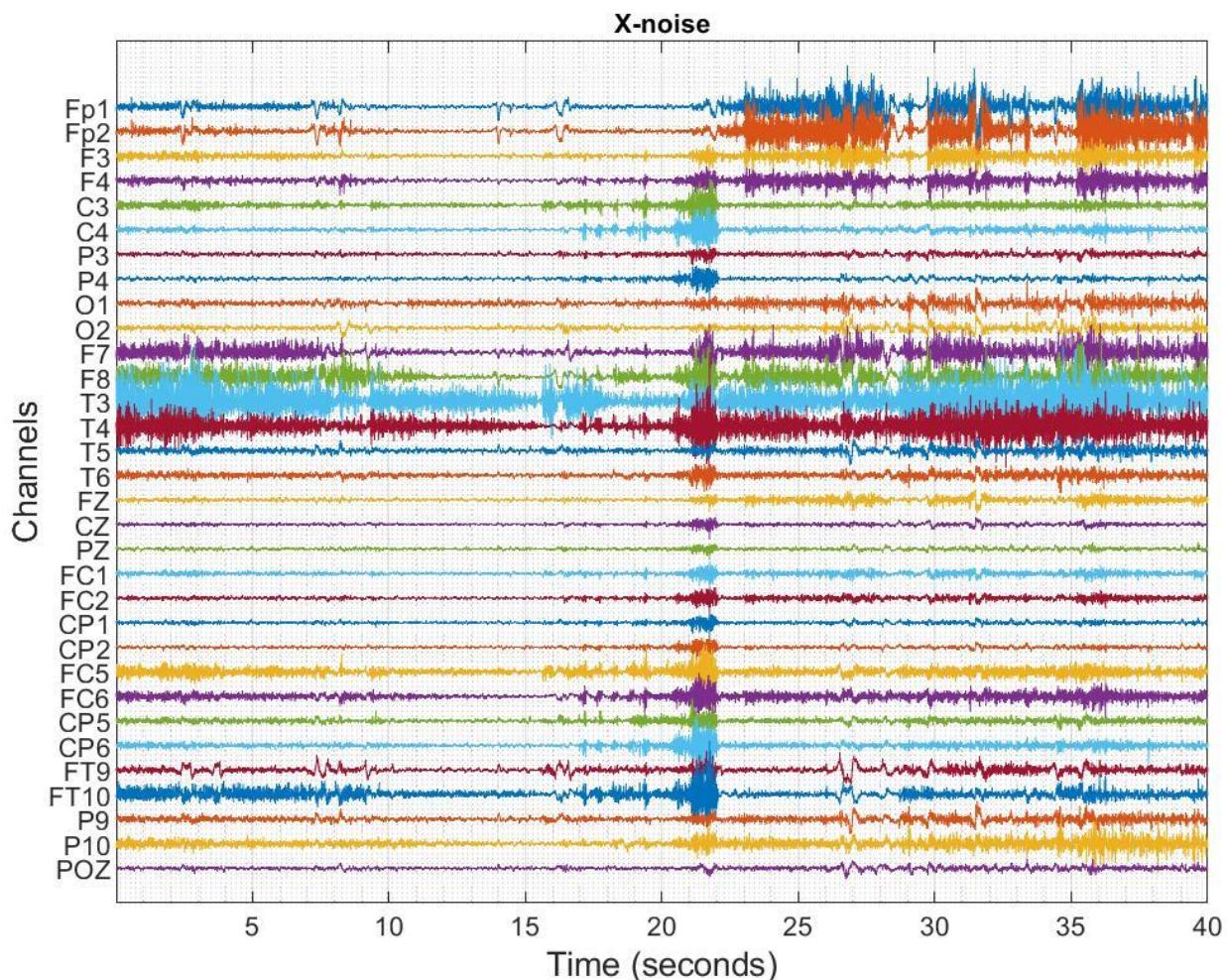
بخش اول: حذف نویز سیگنال های صرعي غیرتشنجي شبیه سازی شده

۱) با توجه به اینکه فرکانس نمونه برداری گفته نشده، اگر آن را ۲۵۶ هرتز در نظر بگیریم، سیگنال ۴۰ ثانیه است. با استفاده ازتابع dis_eeg سیگنال های قام کانال ها را رسم می کنیم. البته آفست را تغییر می دهیم و به جای ۵، مکس را تقسیم بر ۳ می کنیم تا آفست اندکی افزایش یابد و سیگنال ها بهتر و غیر در هم تر رسم شوند.



نویز فری بودن چنل ها بشدت آشکار است و به خوبی می توان اسپایک ها را مشاهده کرد.

۲) همان کد قسمت قبل را بر روی دیتای نویز پیاده می کنیم.



نویز EMG با بکگراند EEG در تصویر مشخص است که قرار است با SNR های مختلف یا به عبارتی با توان های مختلف به سیگنال تمیز اصلی اضافه شود تا بتوانیم یک سیگنال صریع تولید کنیم.

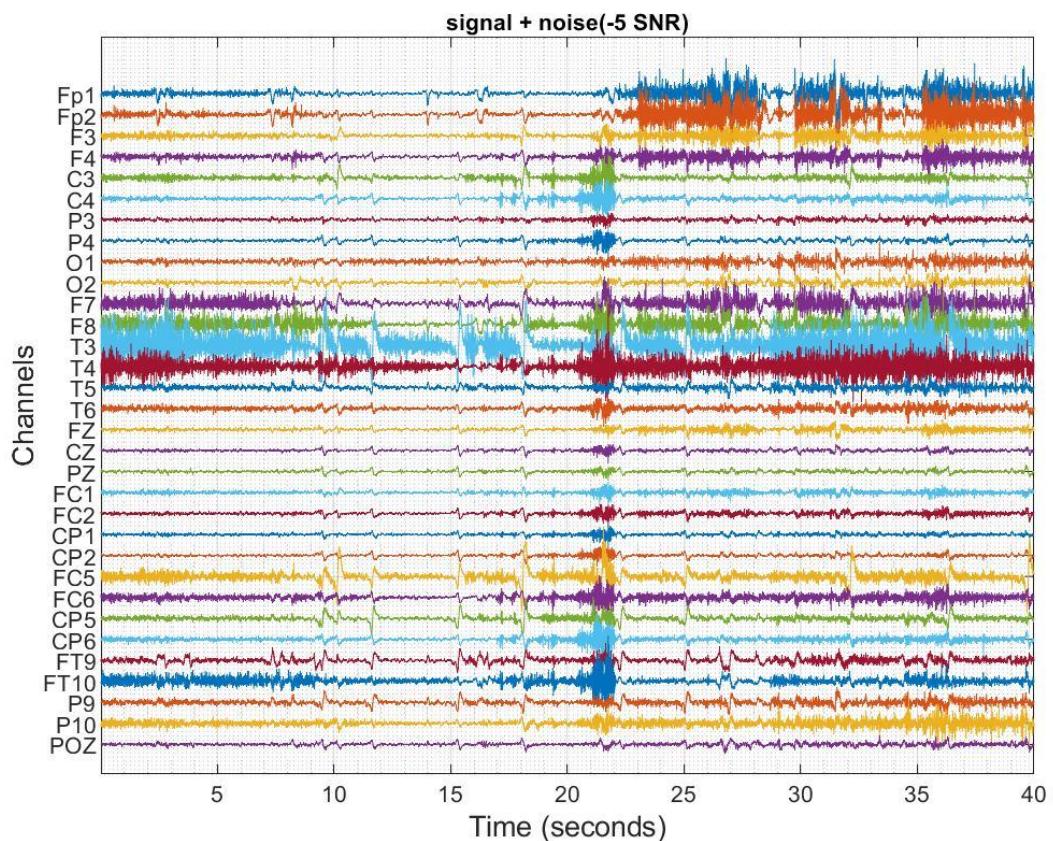
۳) با استفاده از کدپایین ابتدا انرژی هر دو سیگنال را محاسبه کرده و سپس با توجه به SNR مورد نظر، سیگنال نویزی را تولید می کنیم.

```

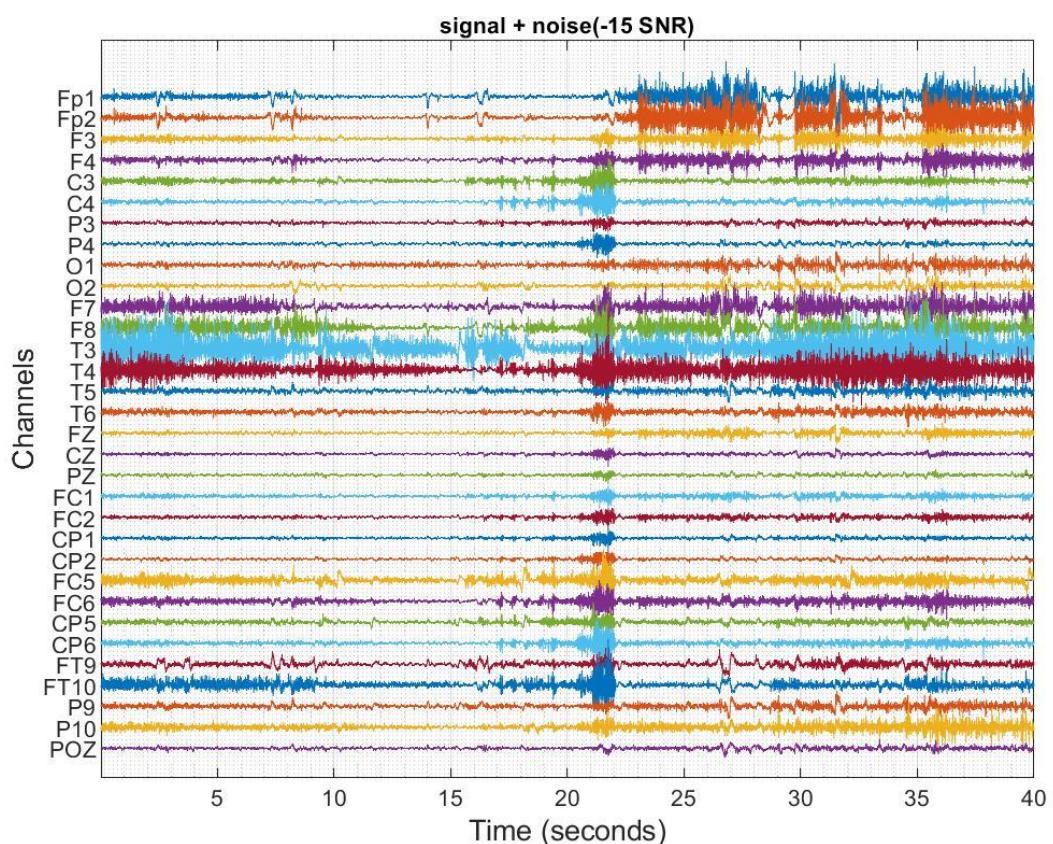
for i = 1:32
    for j = 1:length(X_org(1,:))
        p_sig = p_sig + X_org(i,j)^2;
        p_noise = p_noise + X_noise(i,j)^2;
    end
end
sigma_snr15 = ((p_sig/p_noise)*10^(15/10))^0.5;
sigma_snr5 = ((p_sig/p_noise)*10^(5/10))^0.5;
X_15 = X_org + sigma_snr15*X_noise;
X_5 = X_org + sigma_snr5*X_noise;

```

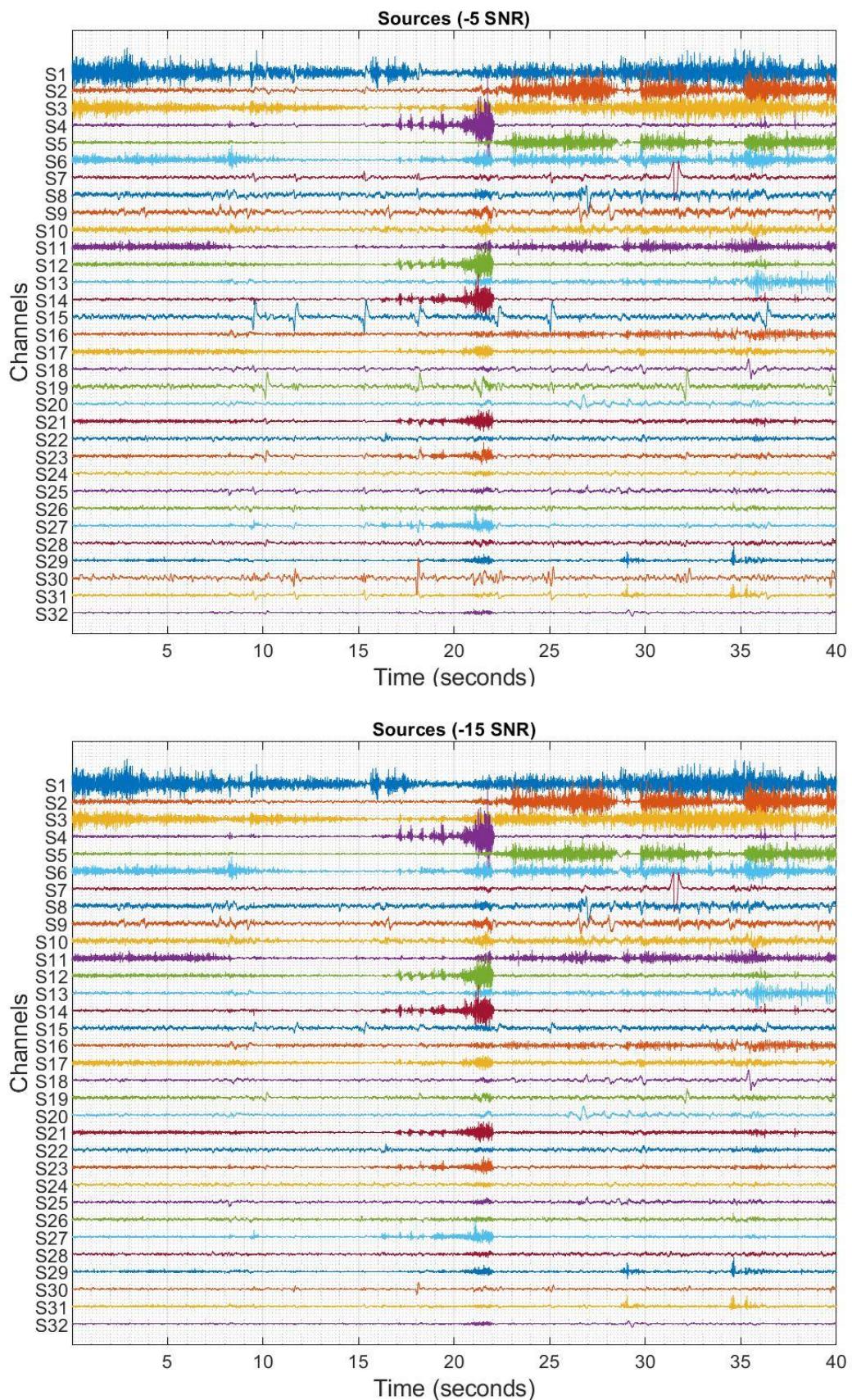
: SNR = - Δ



: SNR = -1 Δ



۴) از تابع COM2R برای پیاده سازی الگوریتم ICA بر روی دیتای EEG استفاده می کنیم تا بتوانیم که از سیگنال های دریافت شده از کانال های حسگر، سورس های سیگنال را بدست بیاوریم. ماتریس W بدست آمده از این تابع را می توان به عنوان ترانهاده ماتریس وزن تاثیر هر سورس در چنل های دریافتی در نظر گرفت و به همین دلیل با ضرب این ماتریس در دیتای چنل ها، می توانیم سورس ها را از هم جدا کنیم. منابع به شکل زیر هستند.



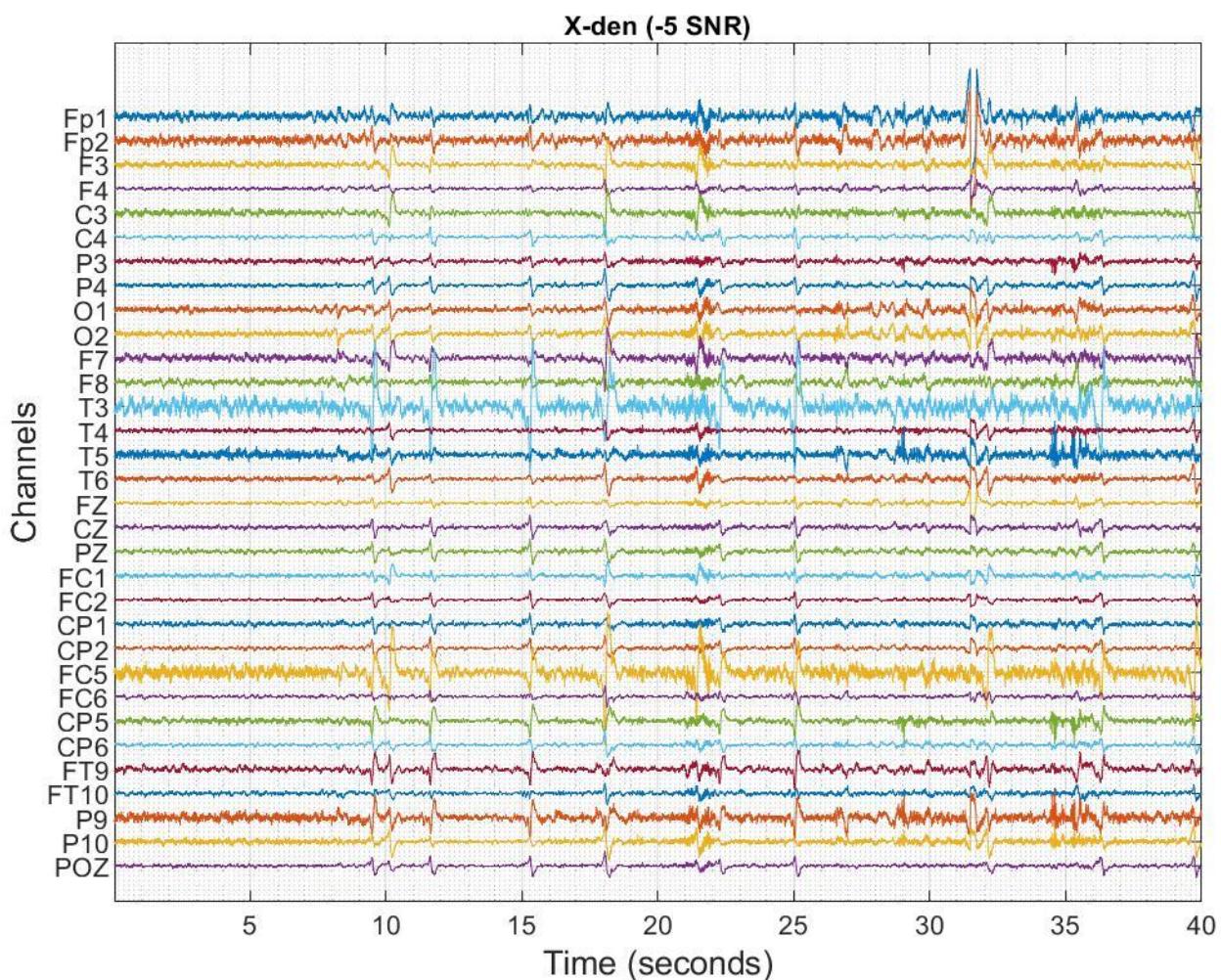
۵) به صورت کلی با مشاهده منابع متوجه می شویم که بسیاری از منابع حاوی نویز های حرکتی ماهیچه ای هستند و فقط تعداد کمی از آن ها موجودند که حاوی اسپایک های قابل توجه هستند. از آنجا که در صورت سوال گفته شده منابع اسپایکی نگه داشته شده و بقیه منابع حذف شوند، صرفا تعداد اندک منابع اسپایکی را که مشهود هستند نگه می داریم و بقیه را حذف می کنیم. با استفاده از قطعه کد زیر منابع ذکر شده را نگه می داریم. در این کانال ها اسپایک ها بهوضوح دیده می شوند.

```
SelSources = [7 15 18 19 25 30 31];
```

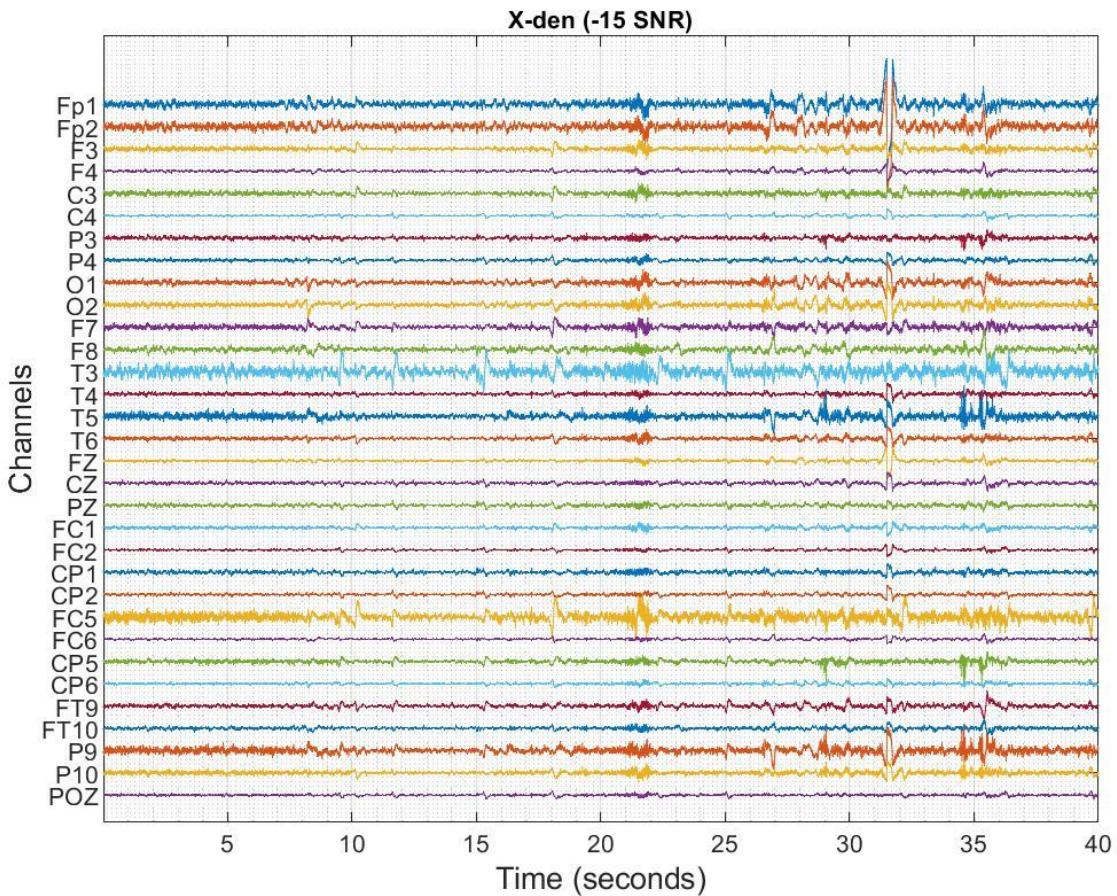
۶) با استفاده از ماتریس F بدست آمده ازتابع COM2R دربخش ۴، که این ماتریس وزن هر سورس را در تولید کanal ها مشخص می کند، ماتریس مشاهدات نویز گیری شده که با حذف یک سری سورس اتفاق افتاده است را بدست می آوریم و رسم می کنیم. توقع داریم که به ماتریس مشاهدات بی نویز اولیه نزدیک شویم.

```
X_den_15 = F_15(:,SelSources)*Sources_15(SelSources,:);  
X_den_5 = F_5(:,SelSources)*Sources_5(SelSources,:);
```

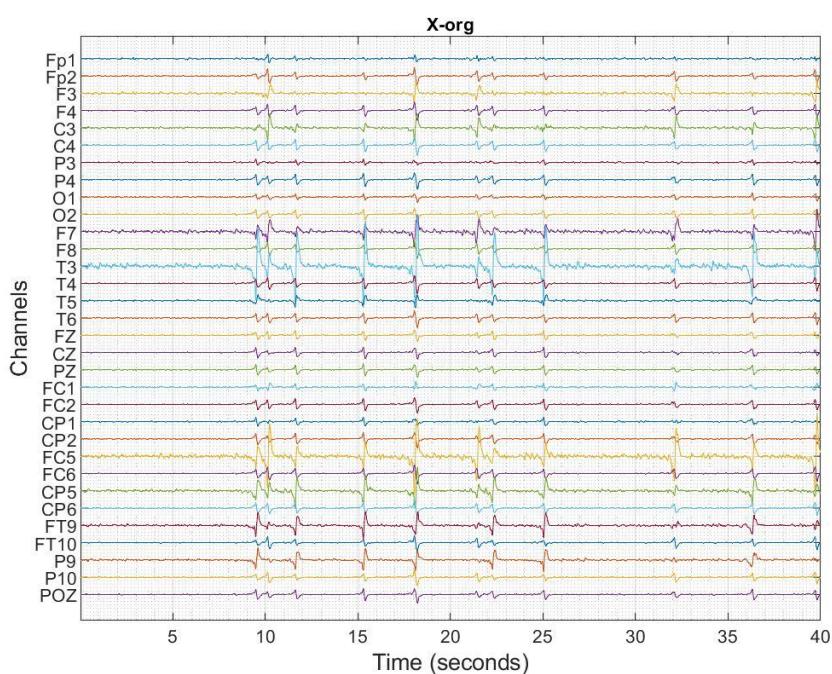
: SNR = -۵



: SNR = -15



اگر که مشاهدات نویز گیری شده را مشاهده کنیم متوجه می شویم که تا حد خوبی به سیگنال بی نویز اصلی شبیه شده اند. البته که هنوز تفاوت زیادی دارند.

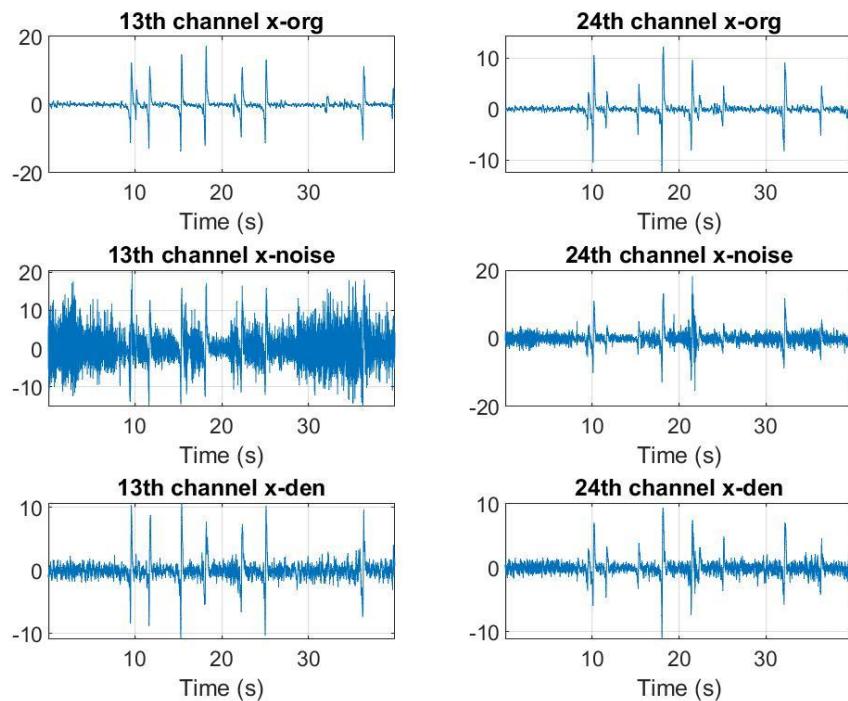


هر چه توان نویز در مقابل سیگنال بیشتر شده است، درصد شباهت ایجاد شده نیز کمتر شده است که طبیعی است زیرا که مسئله حذف نویز سخت تر می تواند اتفاق بیفتند و محتوای نویزی انرژی بیشتری را شامل می شوند.

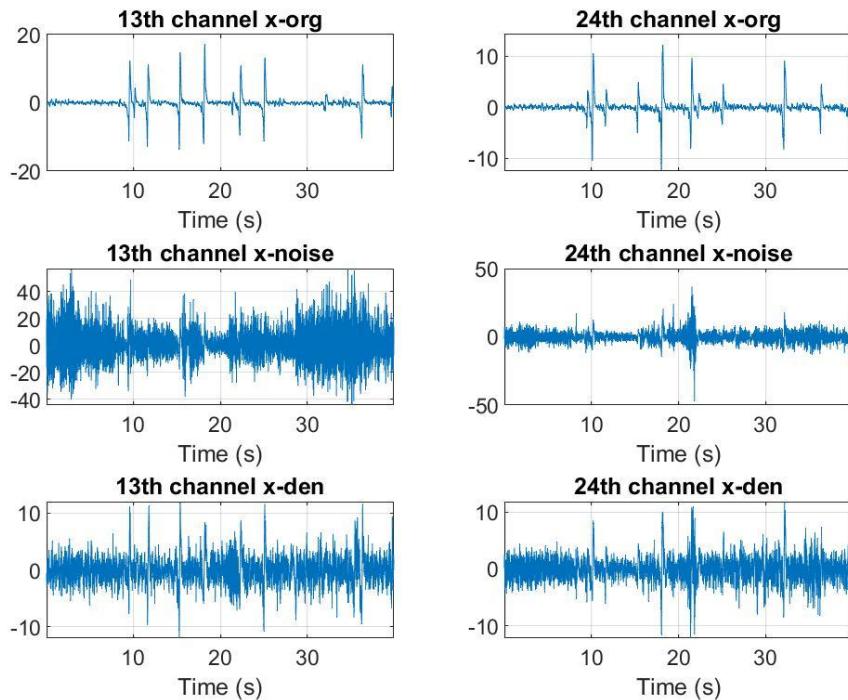
کanal های مشاهدات اصلی در روپرو نمایش داده شده اند که قیاس راحت تر گردد.

۷) ابتدا کانال ها را رسم می کنیم:

$$\text{: SNR} = -\Delta$$



$$\text{: SNR} = -1\Delta$$



مشاهده می کنیم که هر چه توان نویز بالاتر رفته است، داده نویزی نسبت به داده اصلی تفاوت بیشتری کرده است و دامنه آن نیز به دلیل افزوده شدن نویز بیشتر افزوده شده است. از طرفی دینویزینگ نیز در دیتای با نویز بیشتر تاثیر کمتری از خود نسبت به دیتای با نویز کمتر نشان داده است که طبیعیست.

۸) با استفاده از فرمول گفته شده خطای RRMSE را محاسبه می کنیم. هر چه سیگنال دینویز شده به سیگنال اصلی نزدیک تر باشد توقع داریم که این مقدار کوچکتر باشد. هر چه تفاوت ها بیشتر باشند احتمالاً این عدد بزرگتر است. پس توقع داریم که اگر توان نویز در سیگنال کمتر باشد، این میزان خطا نیز کوچکتر باشد.

$$= \text{RRMSE}_5$$

$$0.7509$$

$$= \text{RRMSE}_15$$

$$1.7711$$

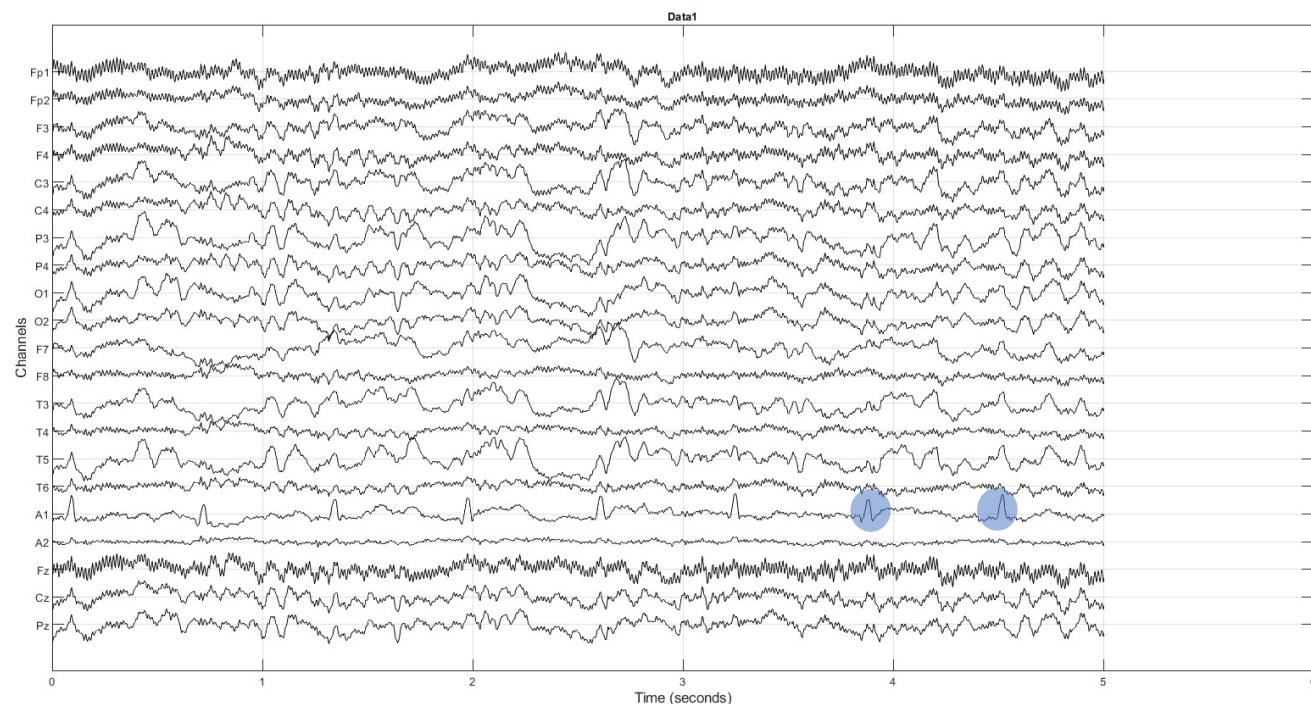
همانطور که توقع داشتیم دیتای دوم به دلیل توان نویزی بالاتر ۱۰ برابر نسبت به دیتای اول، میزان خطا در آن بیش از دو برابر دیتای اول است. از طرفی میزان خطای ۷۵.۰ می تواند خطای خوبی محسوب شود که نشان از شباهت سیگنال اصلی به سیگنال نویز گرفته شده دارد.

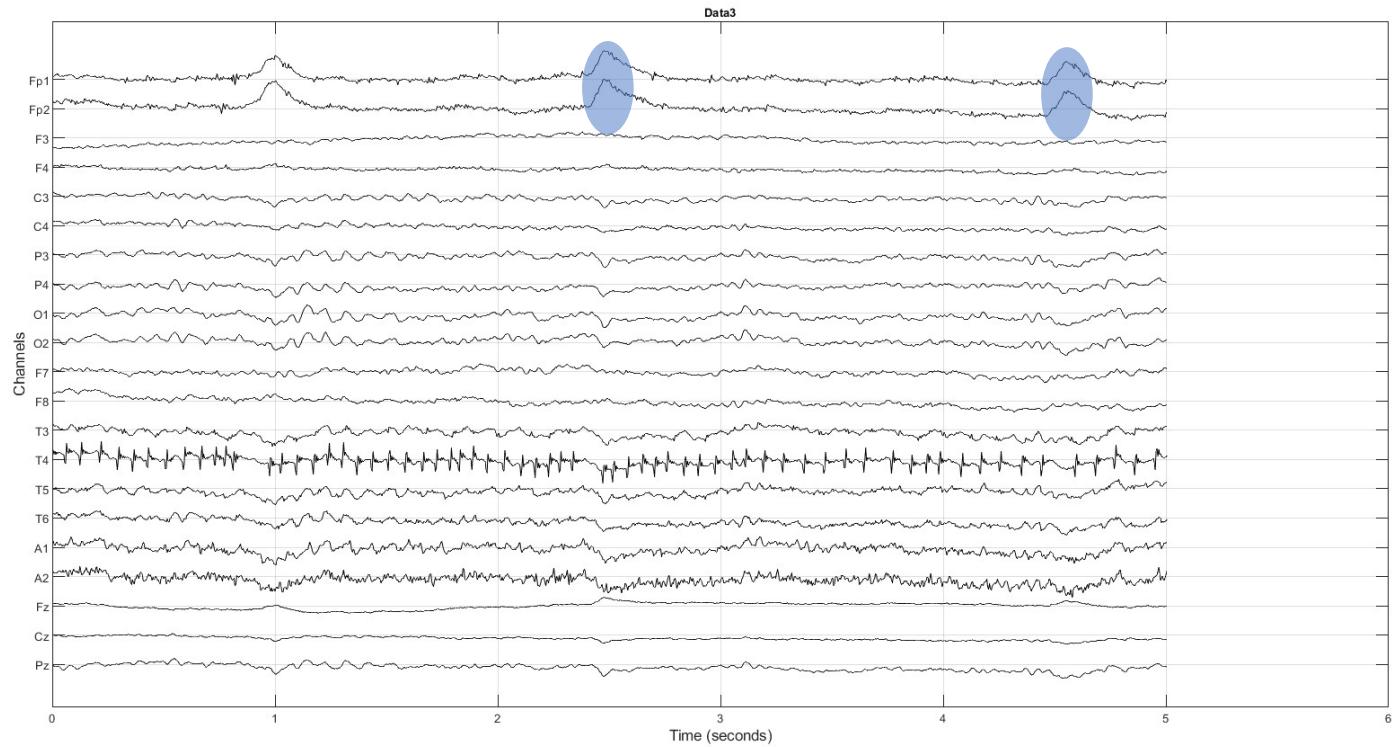
بخش دوم: حذف نویز سیگنال های صریعی واقعی

مطابق صورت سوال، دو دیتا از چهار دیتا را باید انتخاب کنیم که ما دیتاهای اول و سوم را برای پیش پردازش انتخاب کرده ایم.

:1

کد این بخش در section اول با عنوان Q1 آمده است. ما برای نمایش سیگنال ها از تابع disp_eeg استفاده میکنیم. آفست کانالها برای نمایش را، ماکزیمم دامنه سیگنالها میگیریم تا تداخلی بین نمودارها رخ ندهد. دوبار از این تابع استفاده میکنیم و هربار، یکی از یتاهای اول و سوم (به ترتیب) را رسم میکنیم:





:2

در دیتای اول، برخی کانالها (مثل FP1 و Fz) نویز فرکانس بالا دارند که ممکن است اثر EMG و حرکات عضلانی باشد که در این صورت با ICA میتوان سورس آن را یافت و حذف کرد. روی کanal A1 نیز اثر ضربان قلب به وضوح دیده میشود (چون آرتیفیکت قلب روی گوش به خوبی میتواند بیفتد)، که با ICA میتوان این سورس قلبی را یافت و حذف کرد. این اثر روی شکل بالا با دایره آبی رنگ مشخص شده است.

در دیتای سوم، کانال های FP1, FP2 به وضوح اثر پلک را دارند (چون اثر پلک روی کانال های جلویی میفتند، منطقی است که اثر پلک باشد). این اثر روی شکل بالا با دایره آبی رنگ مشخص شده است. اثر پلک نیز با ICA قابل حذف است. کانال T4 بنظر نویز نیست و اثرات تشنجی است و بنظر نباید حذف شود. روی سیگنال A2 نیز اندکی

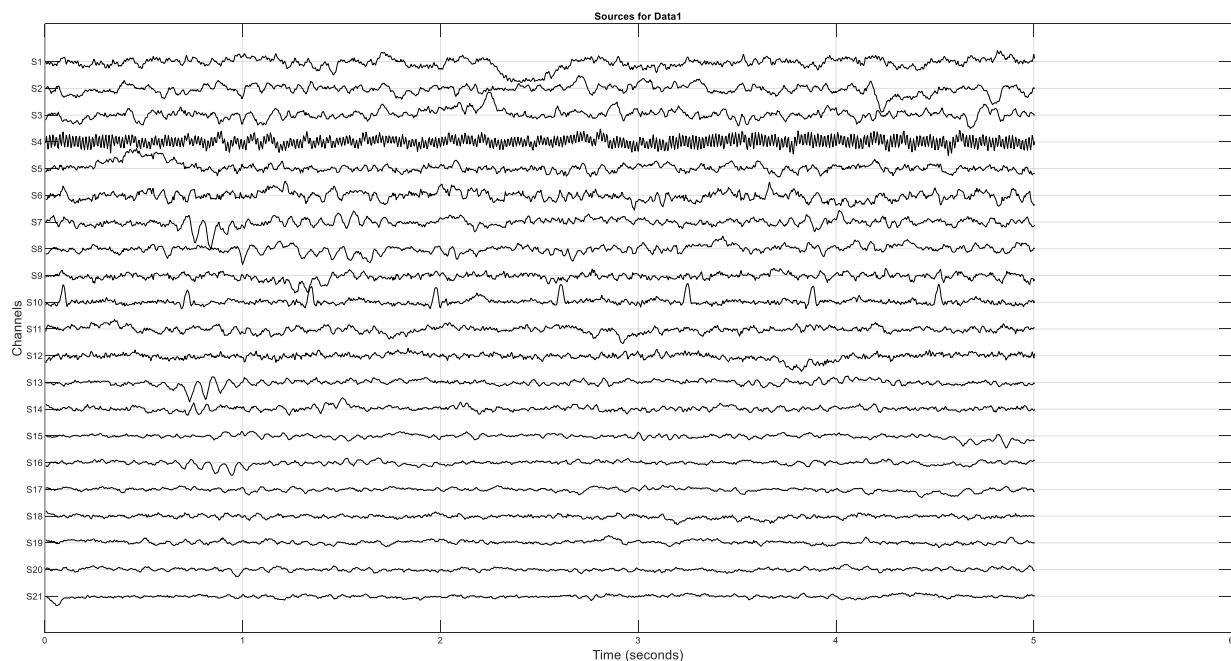
نویز میبینیم که البته فرکانس آن از Fz و FP1 دیتای قبلی کمتر است و بنظر اثر EMG نیست (ممکن است برق شهر یا چیز دیگری باشد).

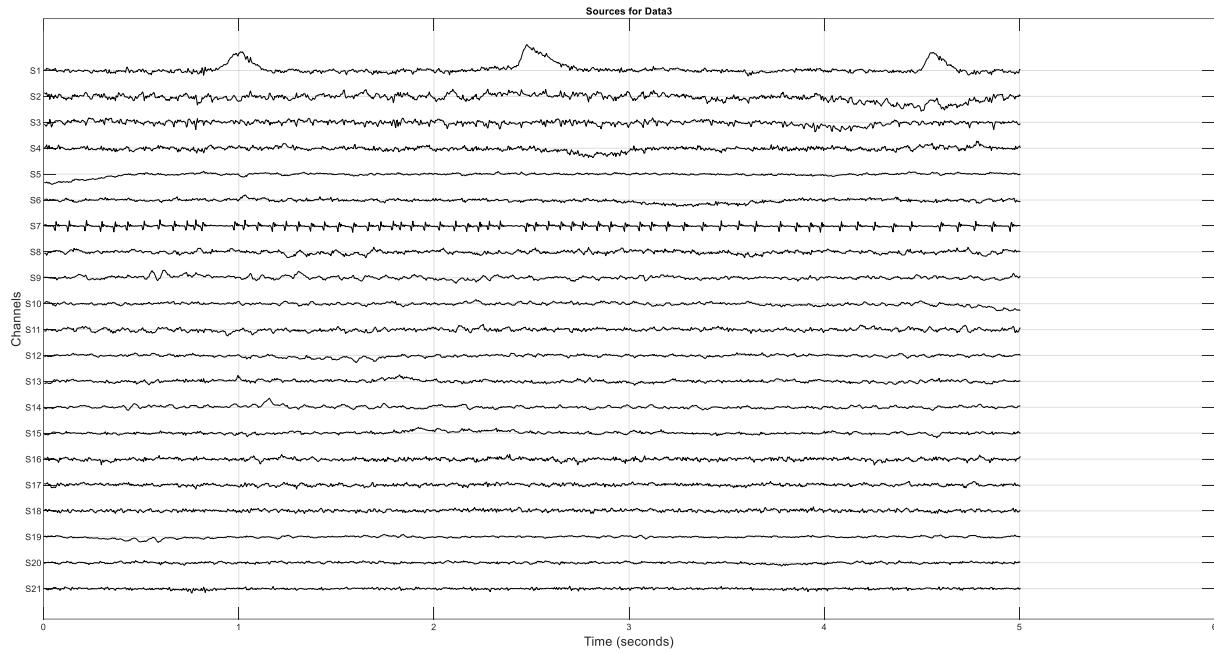
۴ و ۳

کد این بخش در سکشن بعدی با عنوان Q3&4 آمده است.

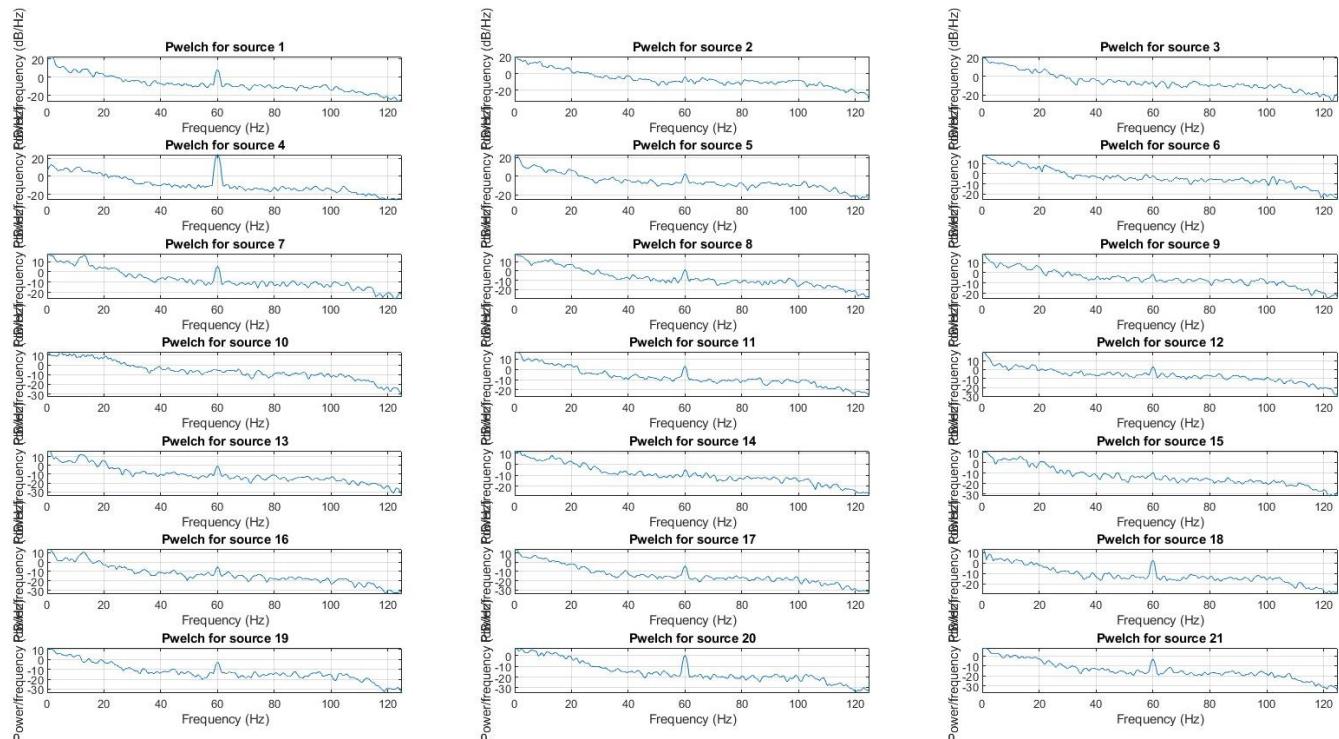
طبق توضیحات تابع COM2R، خروجی W از این کد، همان ماتریس unmixing است که با ضرب کردن آن در دیتای اصلی، به سورس ها (ماتریس های Z در کد) میرسیم. ماتریس F نیز ماتریس mixing یا ترکیب است که معکوس W است.

پس از ساختن ماتریس Z به روش بالا، 21 سورس مستقلمان را در حوزه زمان نشان میدهیم (تعداد سورس ها ۲۱ تعیین میشود چون با ۲۱ کanal نمیتوان بیشتر از این تعداد سورس مستقل داشت). از همان تابع disp_eeg استفاده کرده ایم و تنها تفاوت این است که بجای لیبل کانالها، از سورس های 1 تا 21 استفاده شده است:

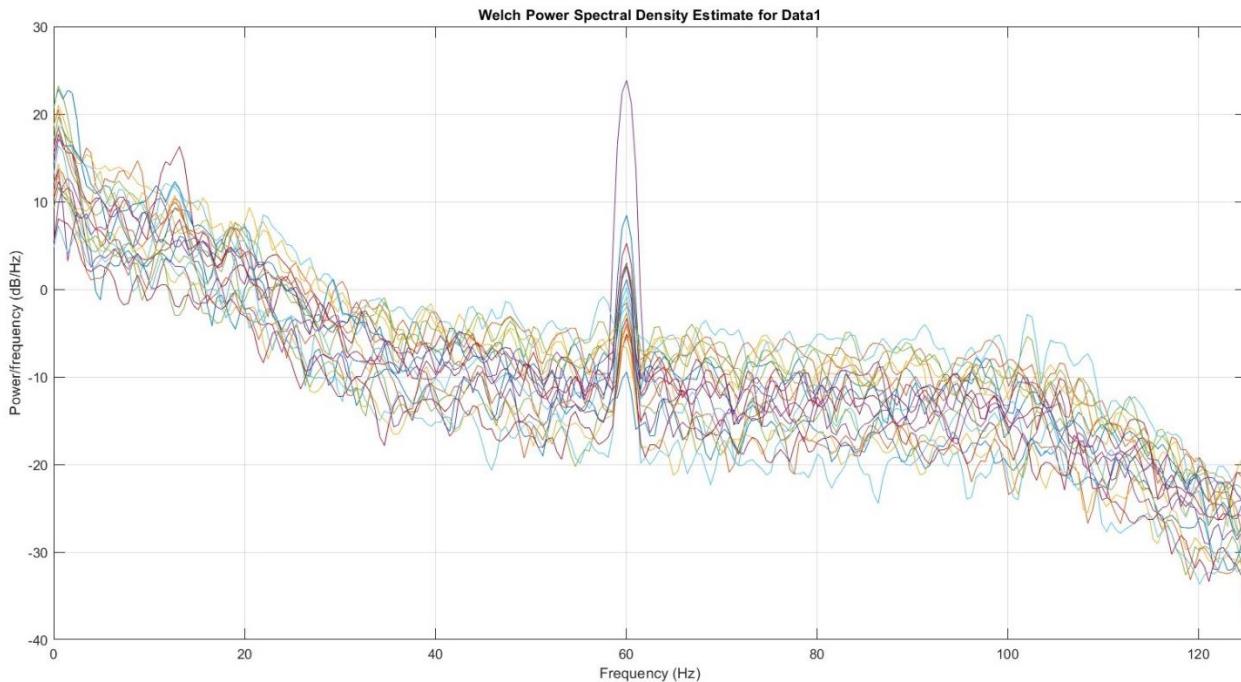




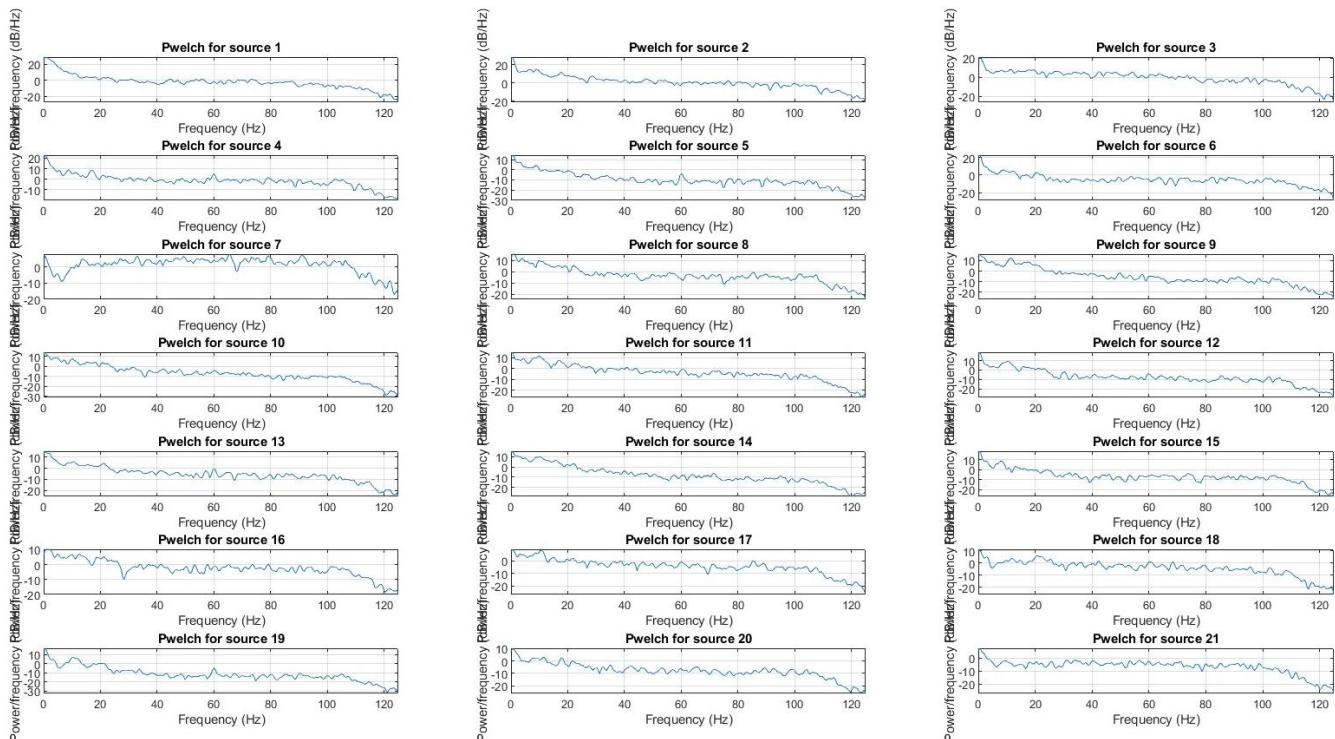
برای حوزه فرکانس، از `pwelch` استفاده شده که برای هر دیتا، طیف فرکانسی $21 \times 3 \times 7$ در یک `figure` آورده ایم. نمودارها برای دیتای اول صورت زیر هستند:



در کل میتوان اثر برق شهر (60 هرتز) و نیز کاهش دامنه به صورت $1/f$ را مشاهده کرد. میتوان تمام 21 نمودار بالا را نیز به صورت زیر روی هم انداخت:

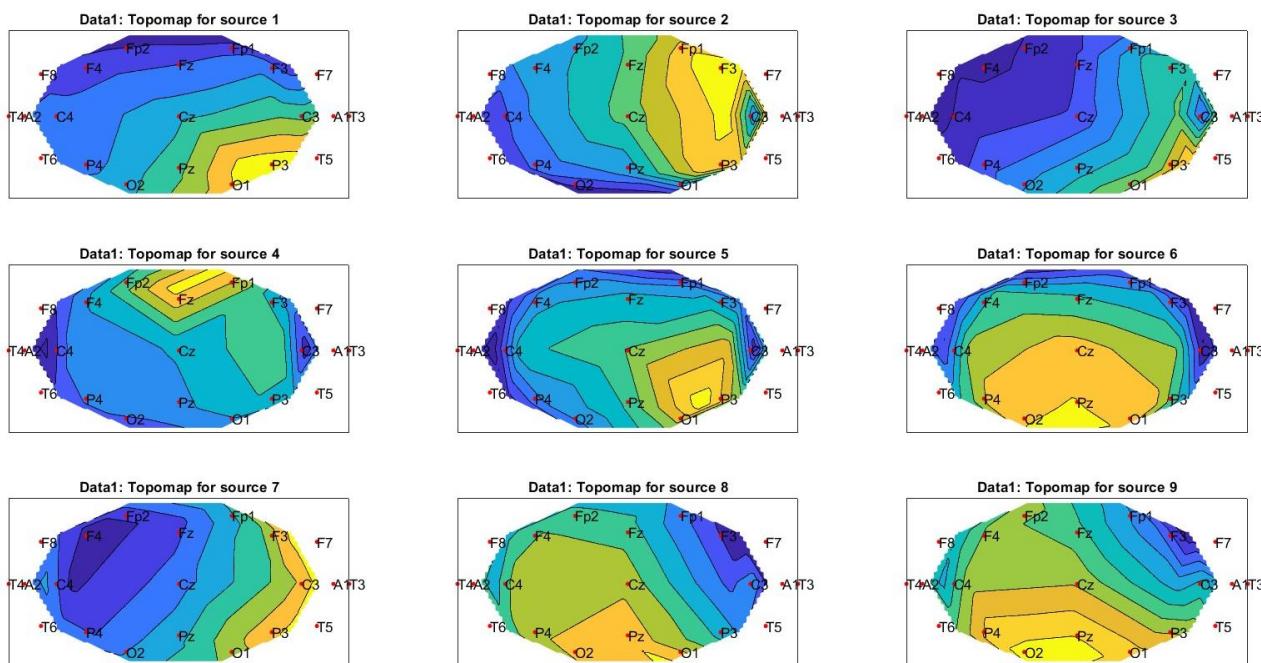


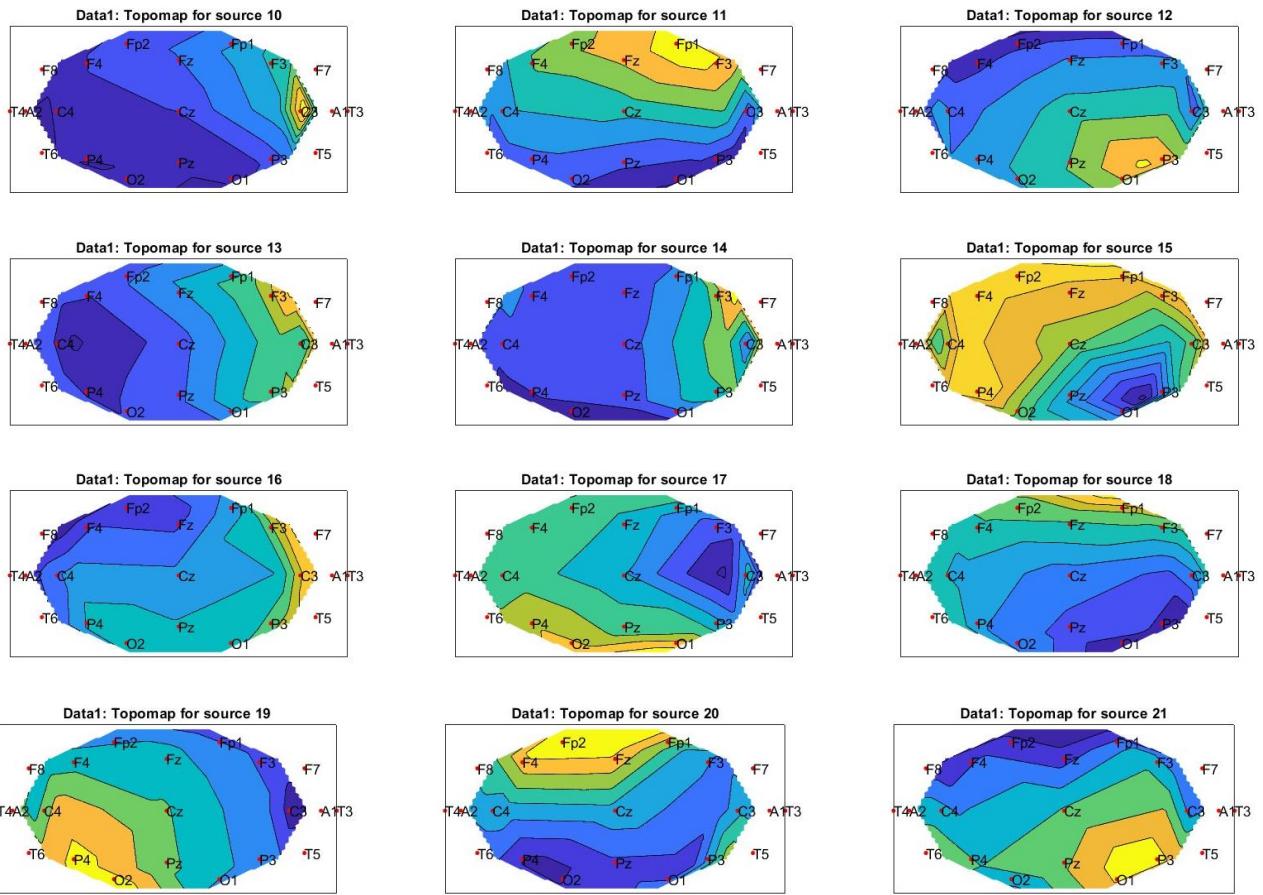
برای دیتای سوم نیز داریم:



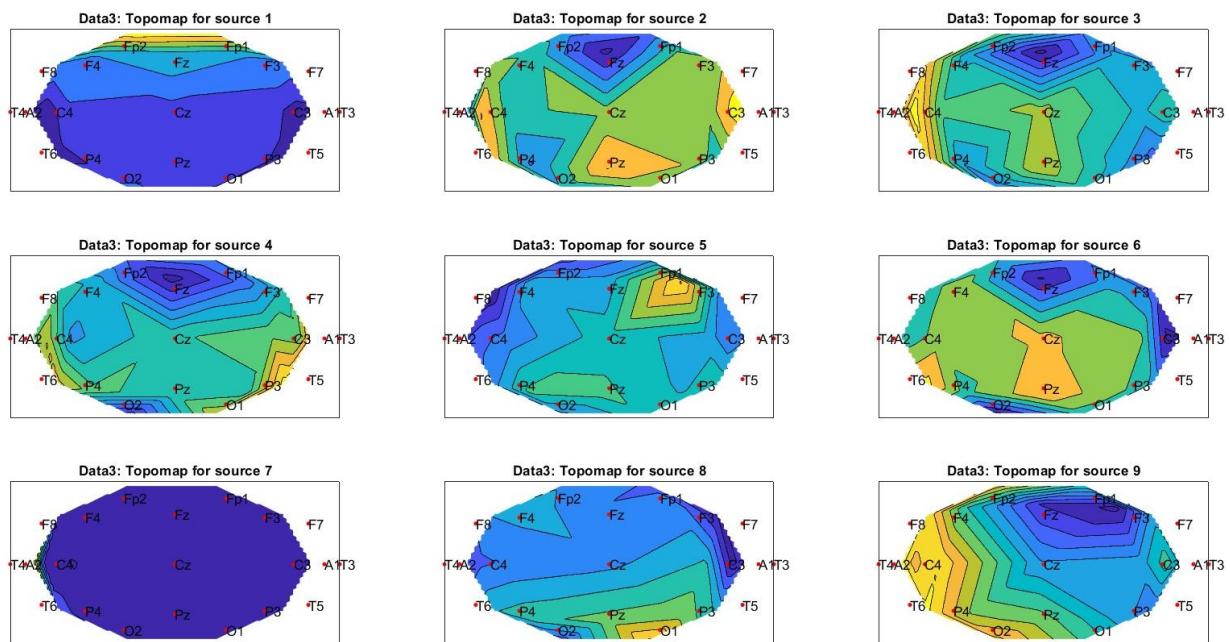
اثر برق شهر کمتر روی این دیتا دیده میشود اما طیف همچنان رفتار منطقی $f/1$ را دارد.

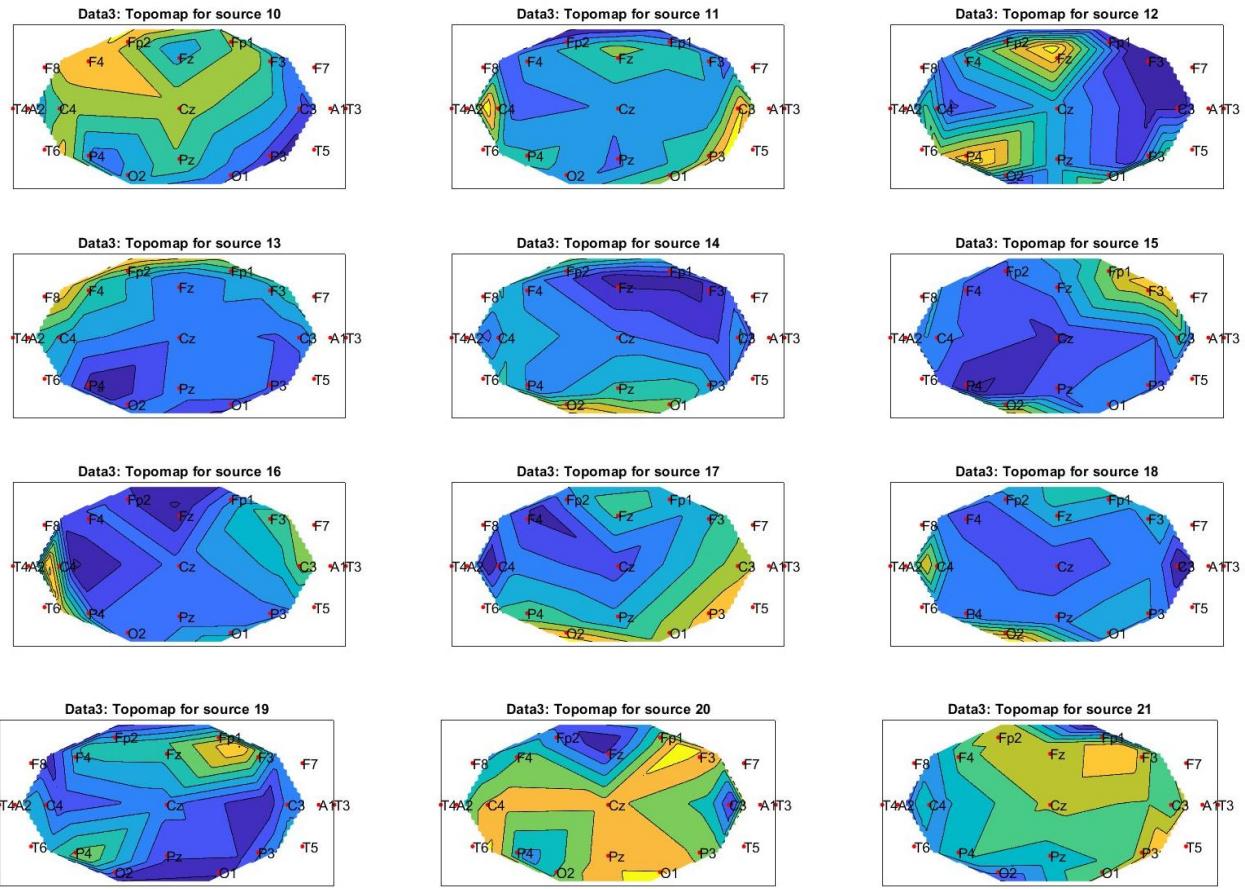
سپس به رسم topomap ها میپردازیم. برای ریز نشدن نمودارها، هر 9 تا سورس در یک figure رسم شده اند. پس برای هریک از دیتاهای اول و سوم، سه تا مختص topomap داریم که آخرشان، تنها سه تا تصویر دارد (مختص سورس های 19 تا 21). برای دیتای اول داریم:





برای دیتای سوم نیز داریم:





حال از بررسی سه نمودار برای هر سورس، مطلوب یا نامطلوب بودن آنها را چک میکنیم.

برای دیتای اول، سورس های شماره 4 و 10 بنظر آرتیفیکت بوده و قابل حذف اند. سورس فرکانس بالای 4، طبق نمودار حوزه زمان، بنظر آرتیفیکت EMG است و دیتای مفیدی ندارد. از مقایسه طیف این سورس با بقیه سورس ها نیز، میبینیم سهم فرکانس های بالای آن (بالای حدود 60 هرتز)، نسبتاً زیاد است و این فرکانسها نمیتوانند اطلاعات سیگنال ما باشند. سورس شماره 10 نیز به وضوح با ضربان های قلب تولید شده است. اگر به topomap آن توجه کنیم، محل این سورس روی گوش شخص بوده است، جایی که ضربان قلب میتواند اثر بگذارد. پس این سورس نیز باید حذف شود.

برای دیتای سوم، سورس 1 باید حذف شود. نمودار زمانی این سورس به وضوح پلک زدن را نشان میدهد و topomap آن نیز نشان میدهد که محل این سورس، جلوی سر و نزدیک چشم است (جایی که آرتیفیکت پلک بهتر نمایان است). پس این سورس را حذف میکنیم.

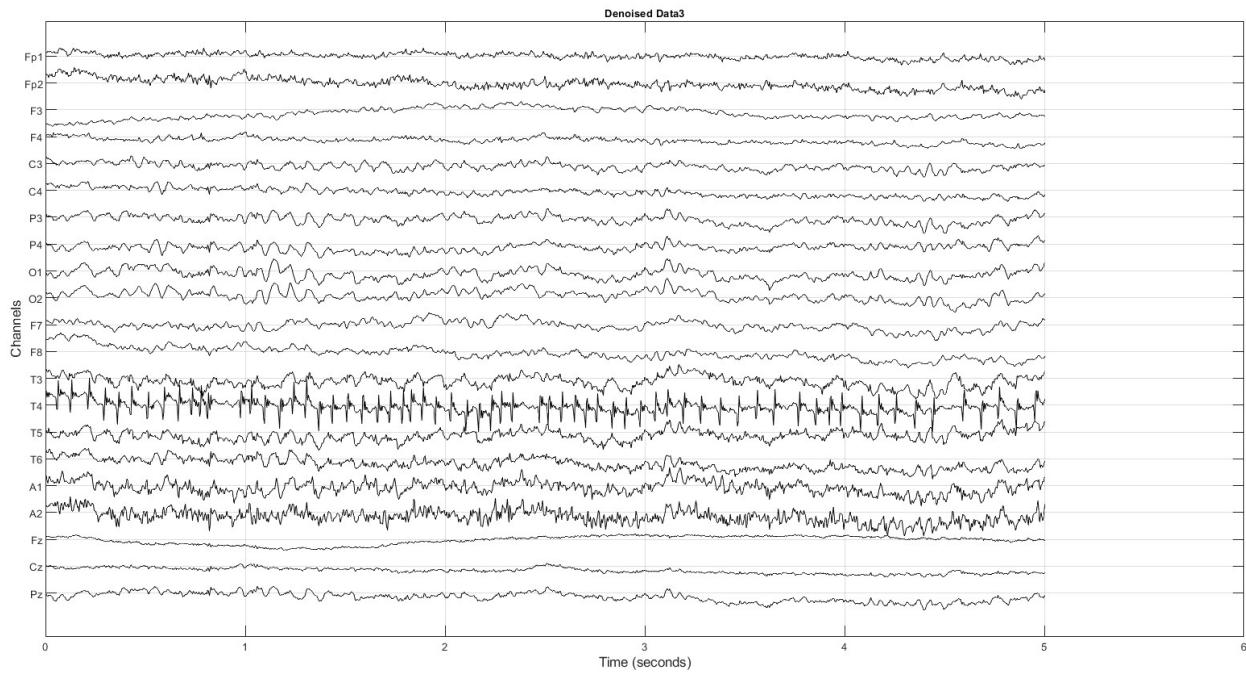
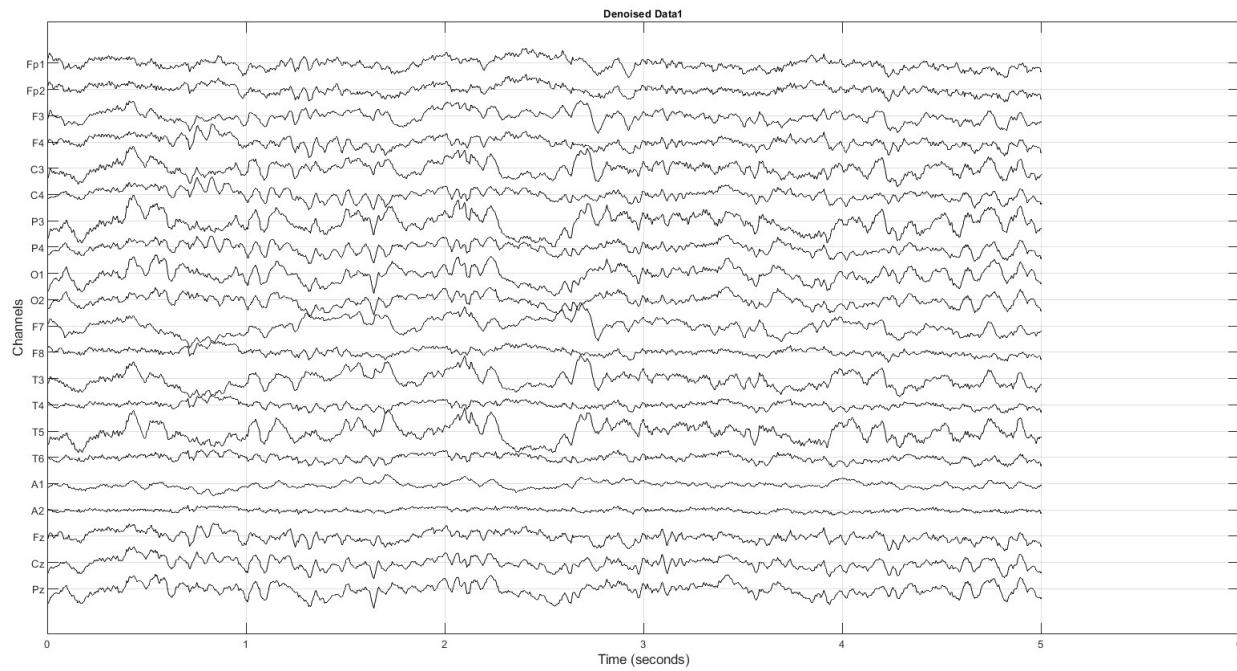
سورس شماره 7 با اینکه شکل زمانی غیرنرمالی دارد و topomap آن نیز به کناره های سر اشاره دارد، آن را حذف نمیکنیم. زیرا ممکن است اسپایک های تشنجی ای را شامل شود که مورد مطالعه‌ی ماست و مهم است.

ترجیح میدهیم در حذف سورس‌ها سختگیرانه عمل کنیم تا اطلاعات مهم سیگنال از دست نرود.

:5

کد این بخش در section بعد با عنوان Q5 آمده است.

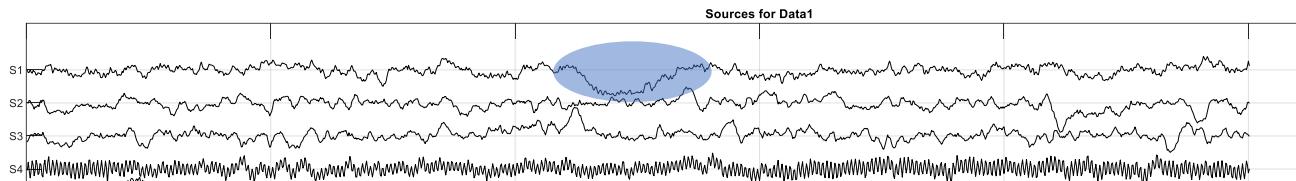
حال سورس‌های مذکور در بخش قبل (4 و 10 برای دیتای اول، و سورس 1 برای دیتای سوم) را، از ماتریس mixing و نیز ماتریس سورس‌ها (Z) حذف میکنیم، و با ضرب کردن ماتریس‌های جدید، دیتای حذف نویز شده را میسازیم. نتیجه برای دیتای اول و سوم به صورت زیر است:



از مقایسه این دو سیگنال با سیگنال های رسم شده در سوال اول، به وضوح میتوان کم شدن آرتیفکت ها و تمیز شدن دیتاهای را تایید کرد. در دیتای اول، سیگنال های نویزی پرفرکانس، و نیز اثر سیگنال قلب روی کانال های گوش را نمیبینیم. در دیتای سوم نیز اثر پلک از روی کانال مذکور حذف شده است.

(6)

با دقت بیشتر در سورس های دیتای اول، میتوان دید که سورس اول نیز در بخش مشخص شده در زیر، میتواند آرتیفکت باشد:



این شکل از سیگنال، میتواند ناشی از تعریق پوست سر و یا حتی حرکت چشم باشد، اما چون مکان topomap این سورس در نزدیکی چشم نیست، احتمالاً اثر تعریق باشد. پس میتوان سورس 1 را نیز، علاوه بر 4 و 10 حذف کرد. سیگنال حذف نویز شده جدید به صورت زیر خواهد شد و اندکی بهتر میشود. تغییرات سیگنال نسبت به بخش قبل جزئی است و بیشترین تغییر، کاهش دامنه های بزرگ در بخش مشخص شده در زیر است:

