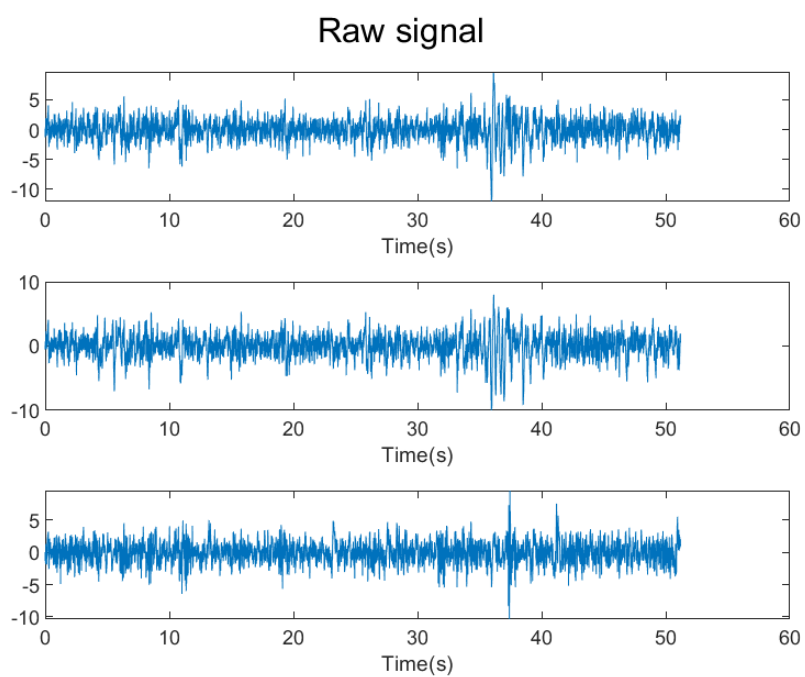
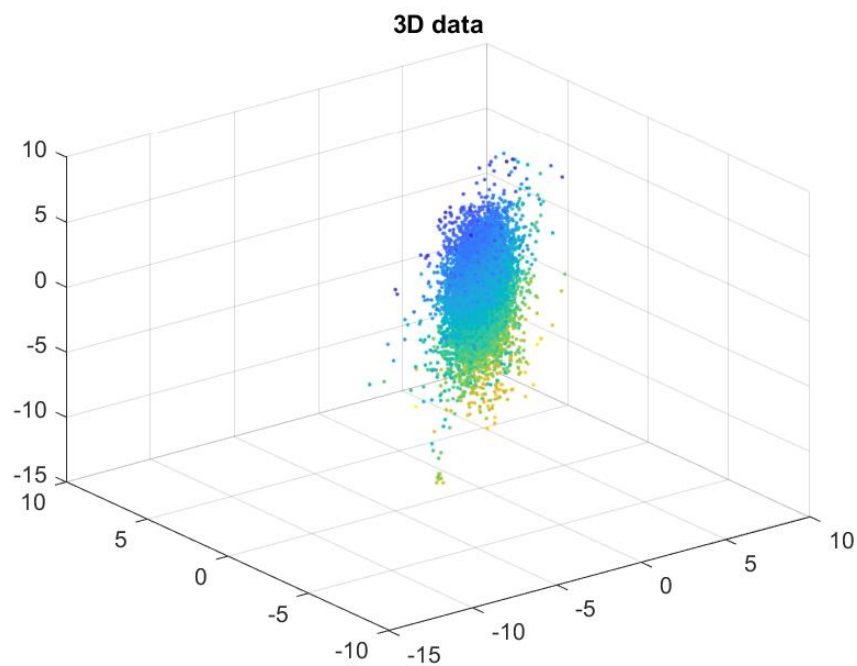


1.  
(الف)



\

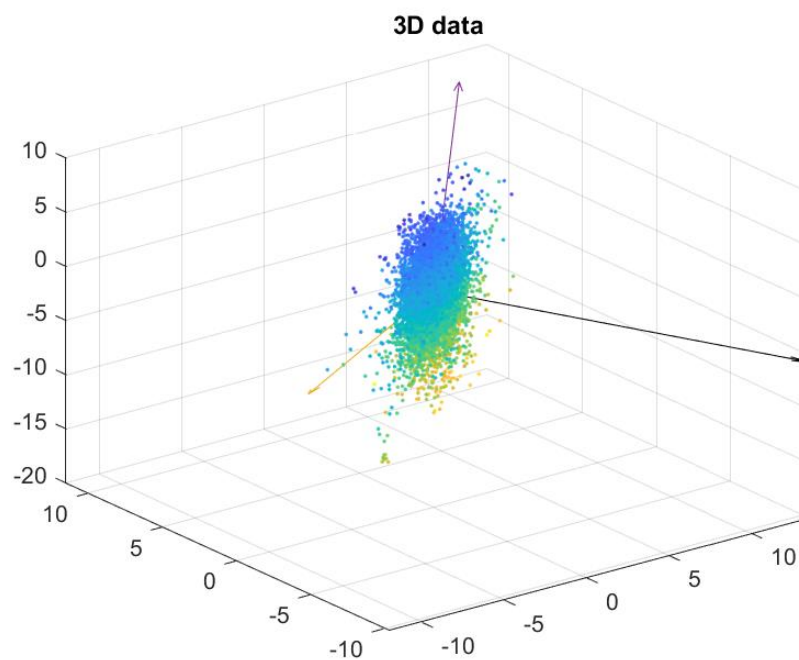
(ب) داده ها دارای کشیدگی در سه جهت با میزان متفاوت اند و توزیع آن ها مانند یک بیضی گون دوران یافته است. در یک جهت بیشترین پراکندگی و در دو جهت دیگر نیز دارای پراکندگی متفاوت اند.

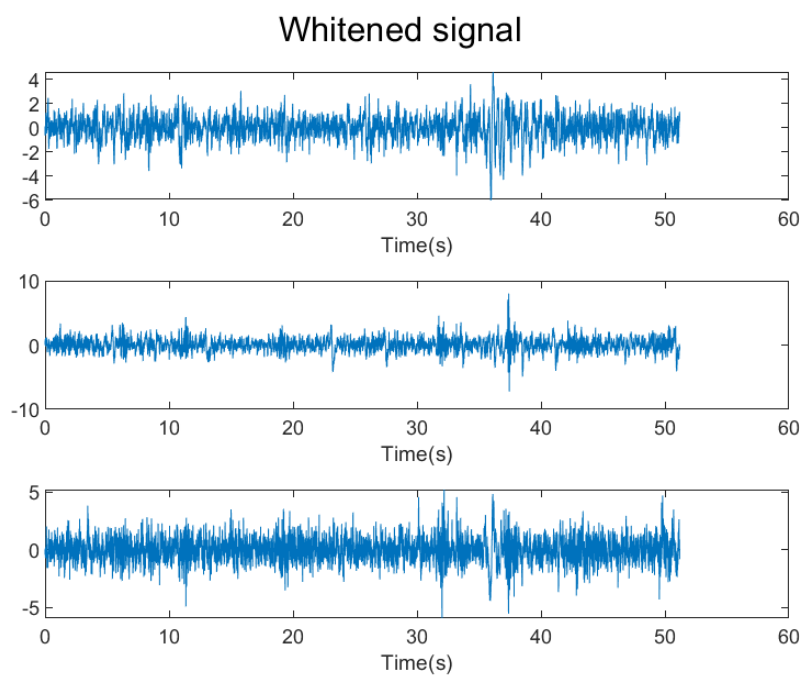
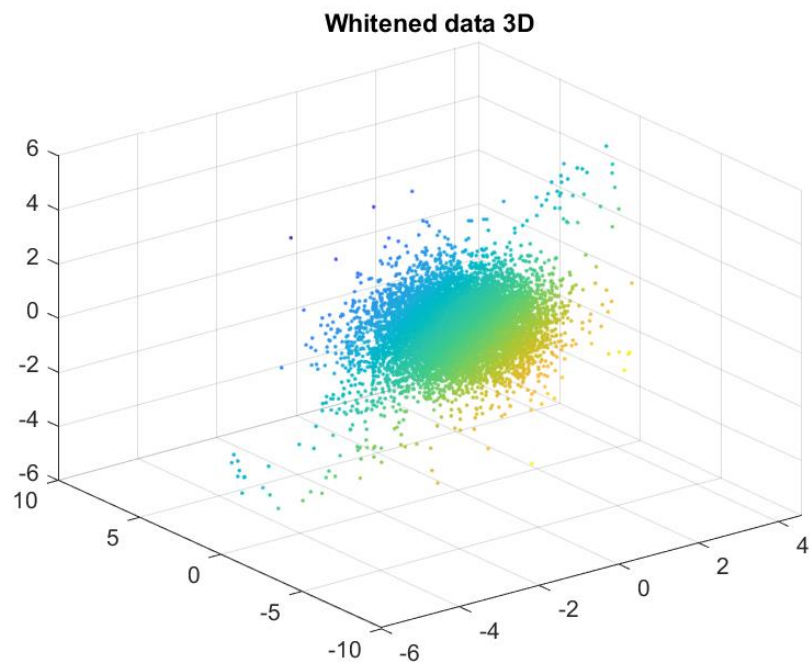


ج) جهت های بدست آمده، به ترتیب بیشترین میزان پراکندگی داده ها و بیشترین میزان پراکندگی در جهت عمود بر آن، و جهت عمود بر این دو را نشان میدهند. همچنین واریانس های بدست آمده میزان پراکندگی در این سه جهت را نشان میدهند. پس از سفیدسازی داده ها، مولفه های جدید ناهمبسته اند و واریانس داده ها در سه راستا برابر 1 است و توضیح داده ها به کروی نزدیک است.

سه سیگنال بدست آمده هم اکنون ناهمبسته هستند و واریانس آن ها 1 است.

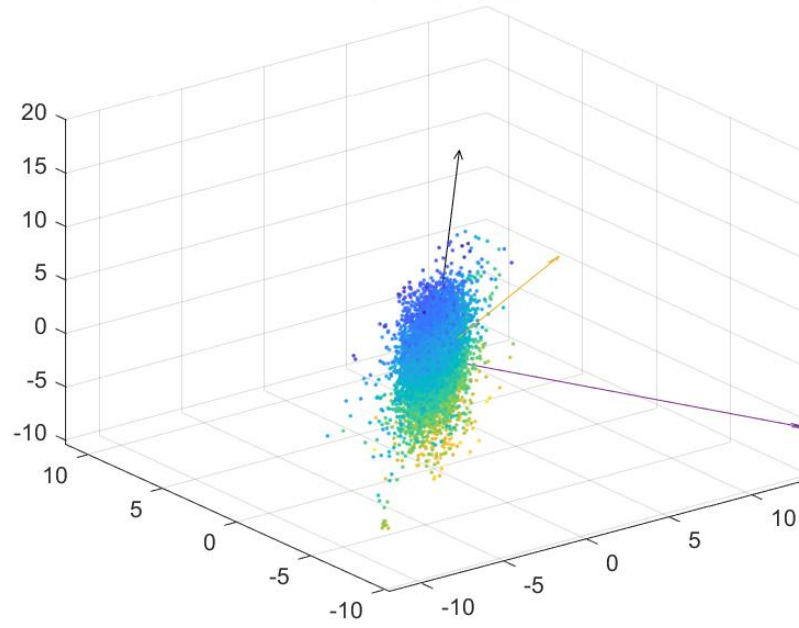
Variances: [7.0884, 1.7319, 0.3333]



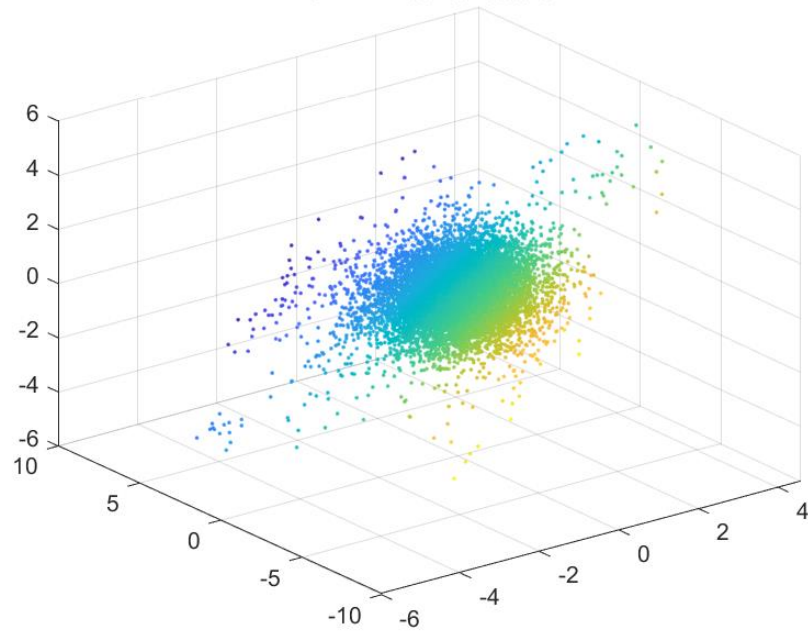


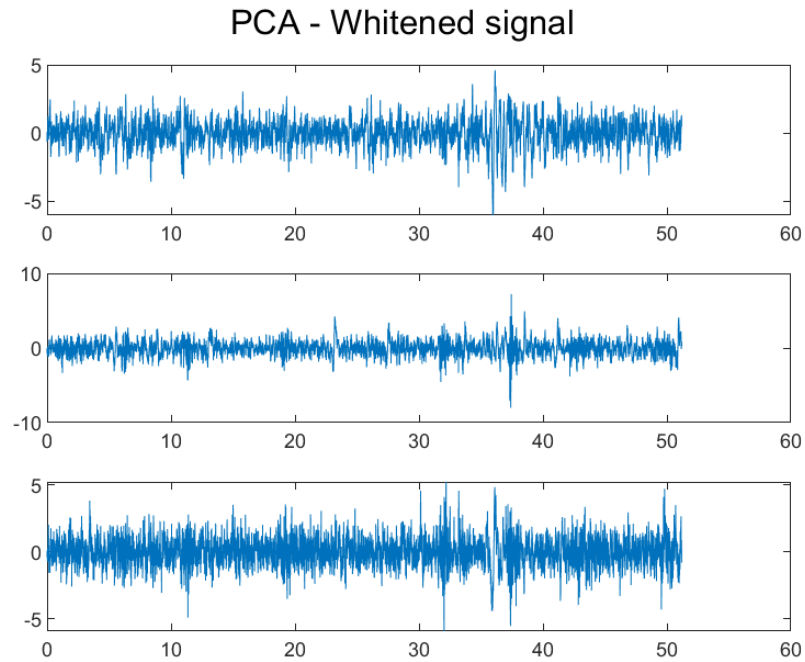
(د) نتایج همانند قسمت قبل است و راستا ها و واریانس ها و سیگنال های بدست آمده یکسان اند. تنها تفاوت جهت بردار های نشان داده شده است که تاثیری ندارد و فقط راستای آن مهم است.

**PCA - raw data**



**PCA - Whitened data 3D**





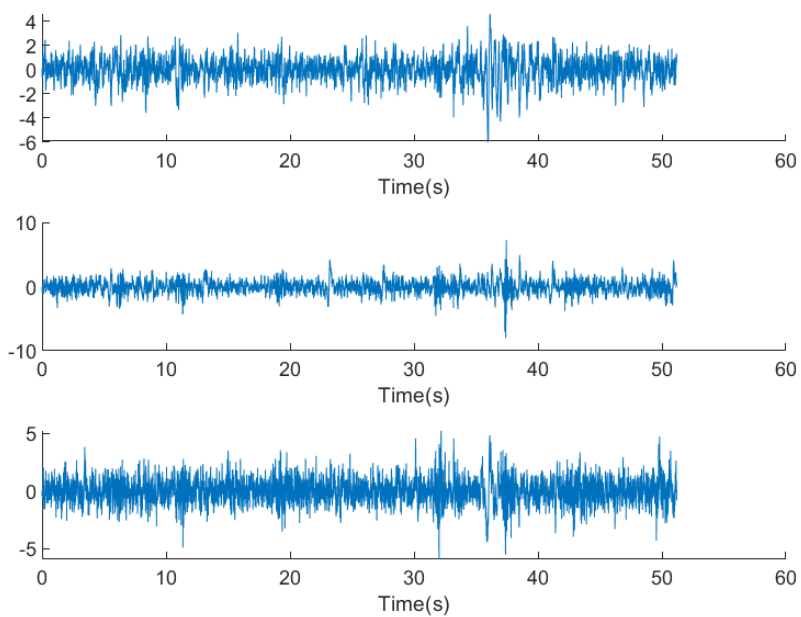
ه) با اعمال تجزیه SVD بر روی داده ها، ستون های ماتریس  $U$  همان مولفه های اصلی اند که جهت های بیشترین پراکندگی داده ها را نشان میدهند و سه ستون اول ماتریس  $V$  ضرب در رادیکال طول سیگنال همان سیگنال های سفید سازی شده اند. همچنین توان دوی  $S$  تقسیم بر طول سیگنال همان واریانس های داده ها در سه جهت اصلی هستند.

$$[U, S, V] = \text{svd}(X)$$

$$\text{Whitened Signal} = \sqrt{L} V(:, 1:3)^T$$

$$\text{Variance} = S^2 / L;$$

## SVD - transformed signal

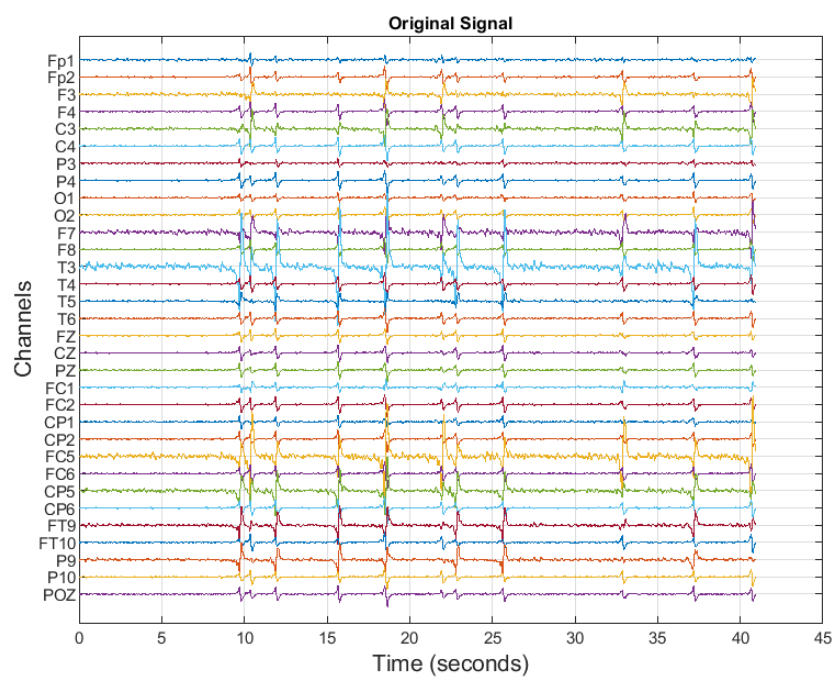


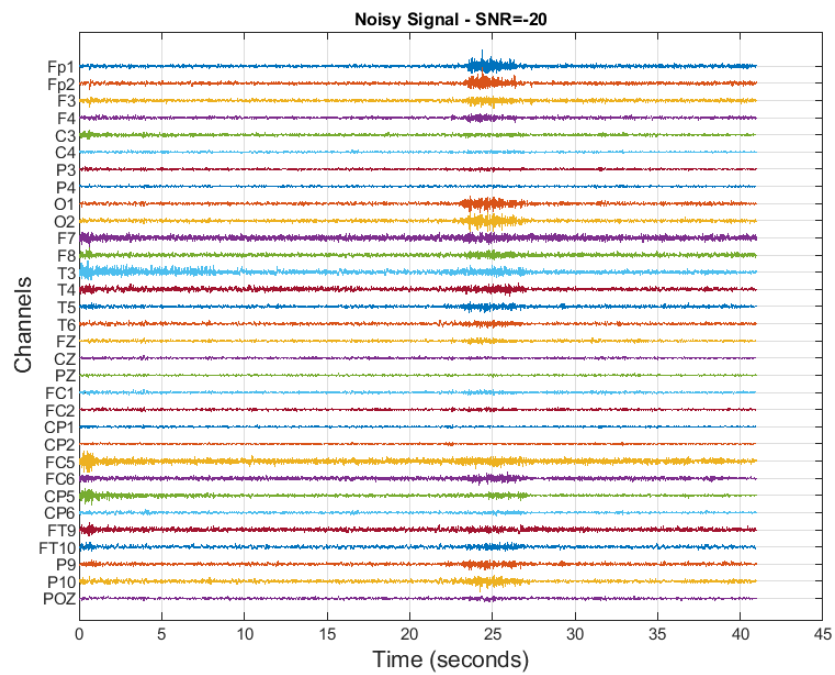
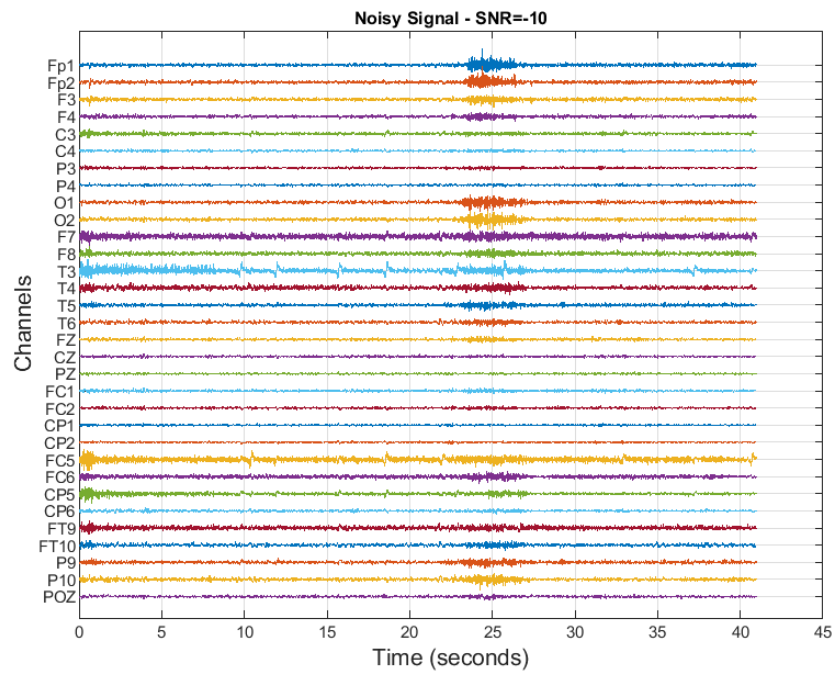
2.

#### بخش 1: سیگنال نویز 4

الف) سیگنال بدون نویز را رسم میکنیم. اسپایک های مربوط به صرع به وضوح قابل مشاهده اند.

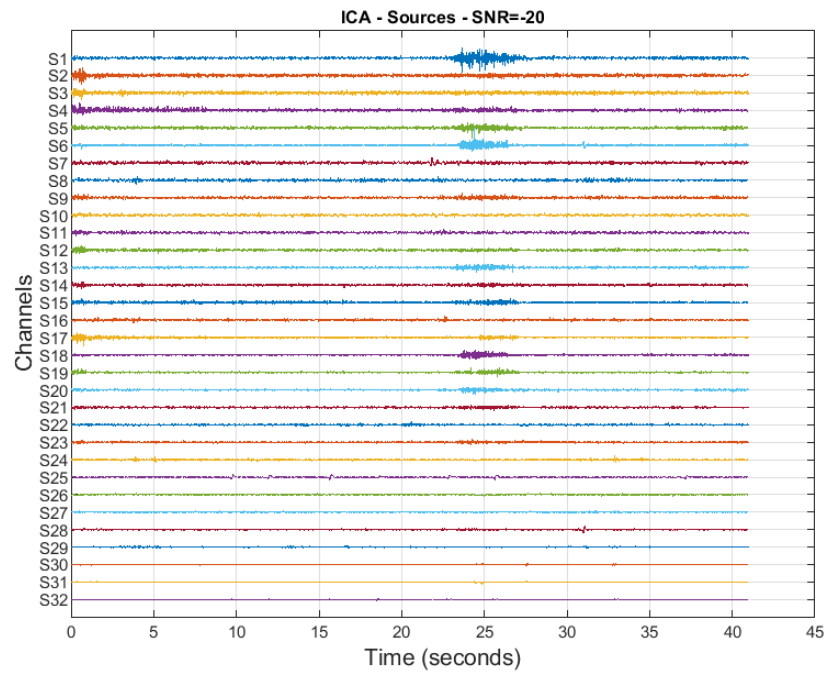
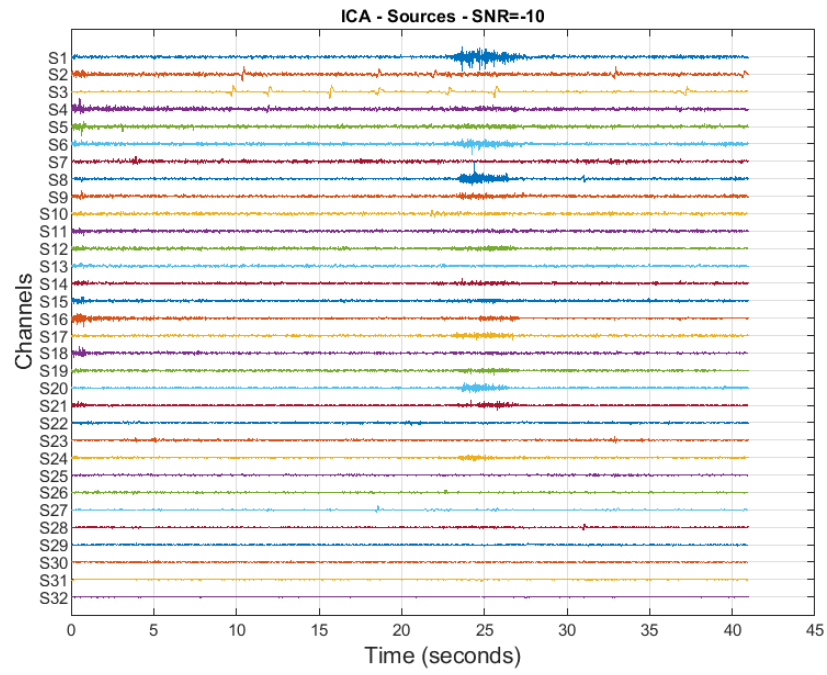
واضح است که سیگنال نویزی در مقایسه با سیگنال اصلی دارای نویز زیادی در همه کانال ها است و اسپایک ها به سختی مشخص هستند و در میان نویزها گم شده اند. همچنین با کاهش SNR سیگنال به نویز بیشتری آغشته شده و توان نویز بیشتر میشود و اطلاعات بیشتری از دست میرود.

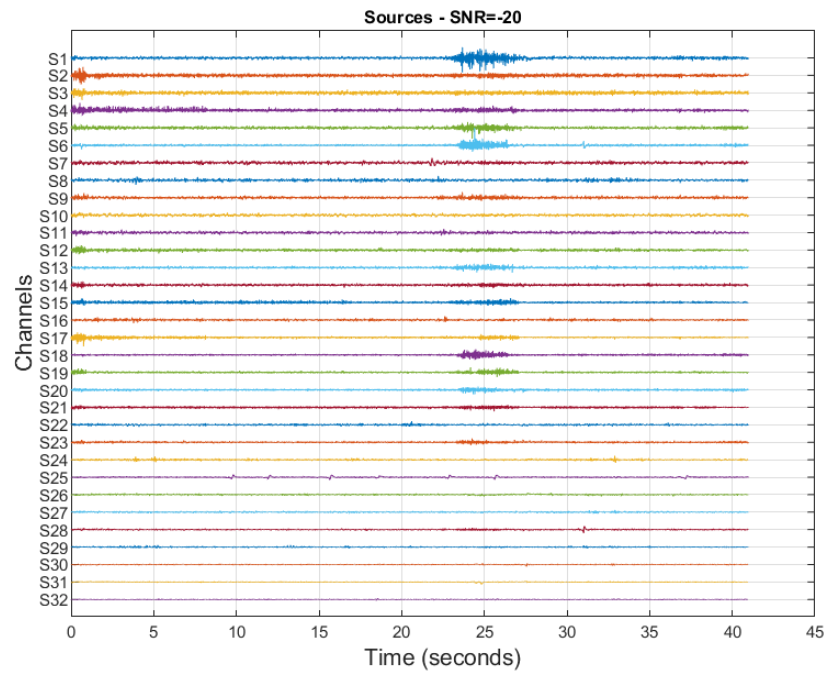
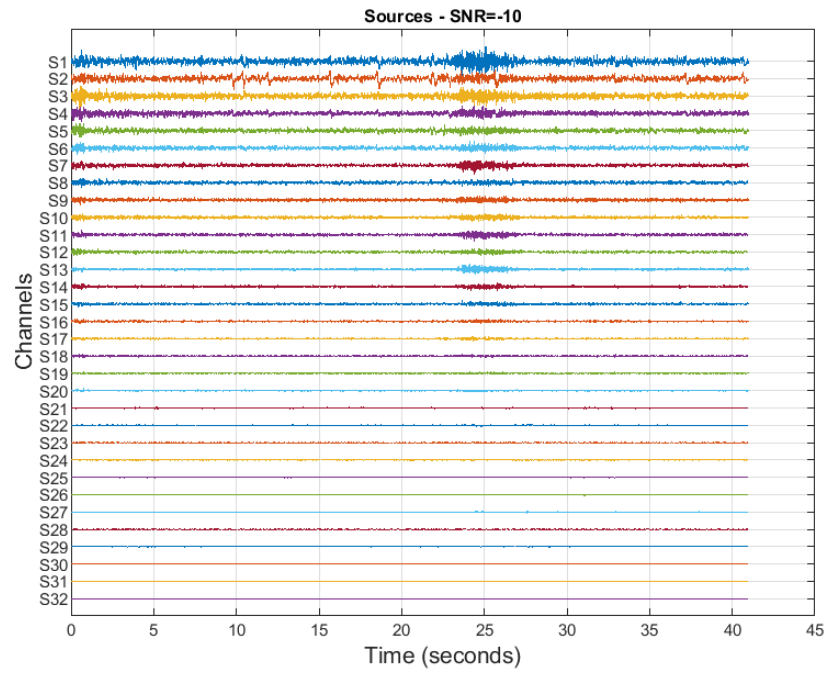




ب) منابع بدست آمده از دو روش ICA و PCA را برای دو SNR رسم میکنیم.

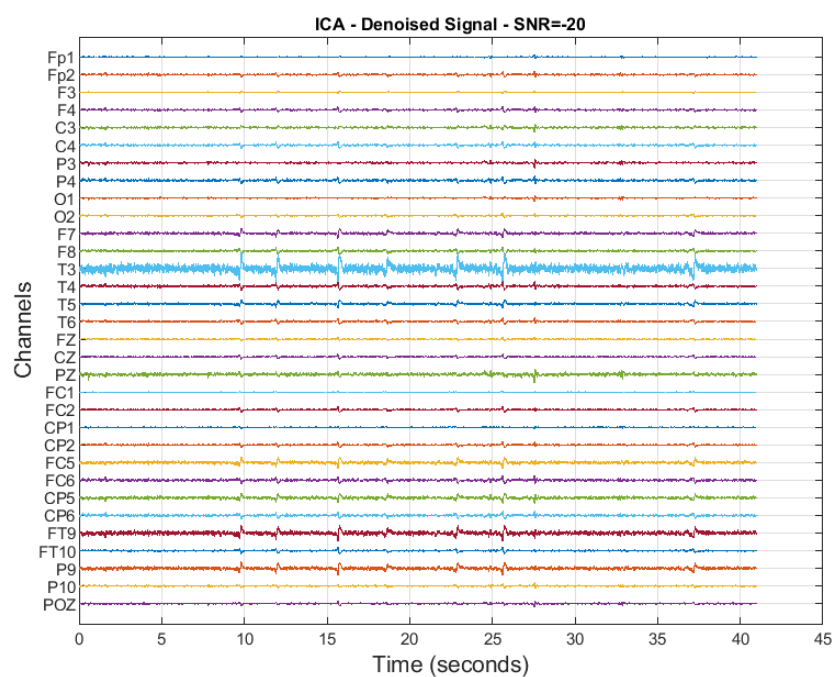
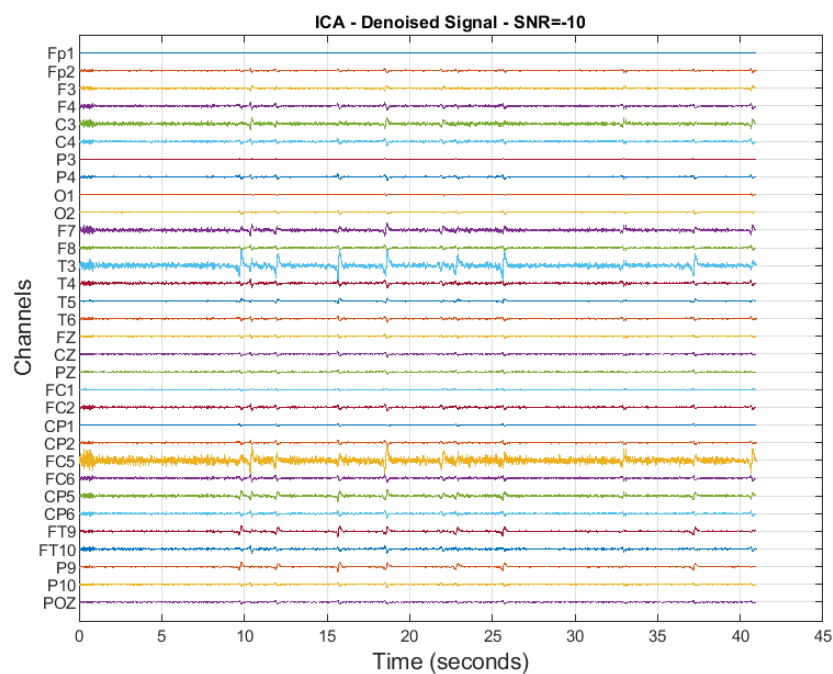


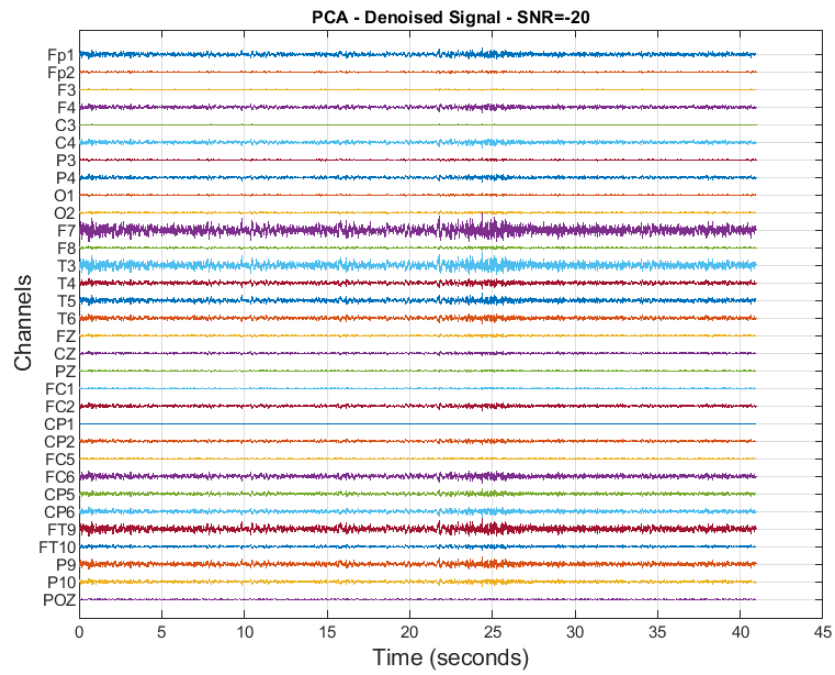
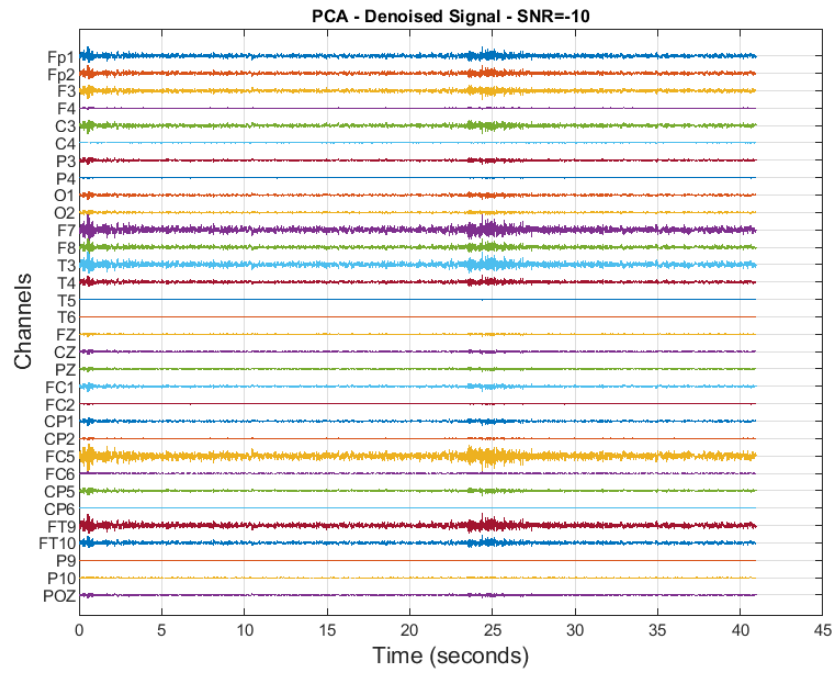




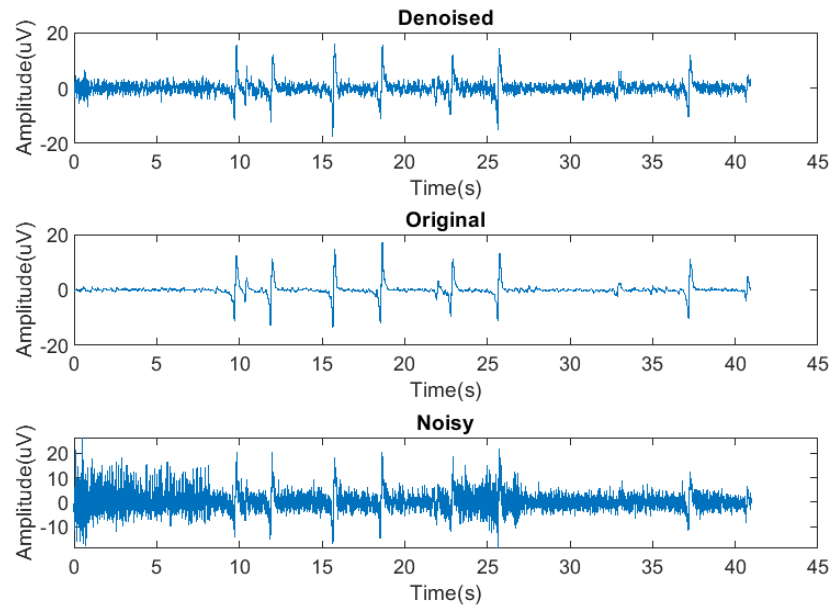
ج) منابع را به ازای هر دو SNR رسم کرده و با توجه به شکل زمانی آن ها منابعی را انتخاب میکنیم که دارای اسپایک های مشخص هستند و نویز در آن ها وجود ندارد. برای SNR=10- منابع شماره 2, 3, 27 برای ICA و مولفه 2 برای PCA و برای SNR=20- منابع شماره 25, 30 برای ICA و مولفه 3 برای PCA نگه می داریم.

د)

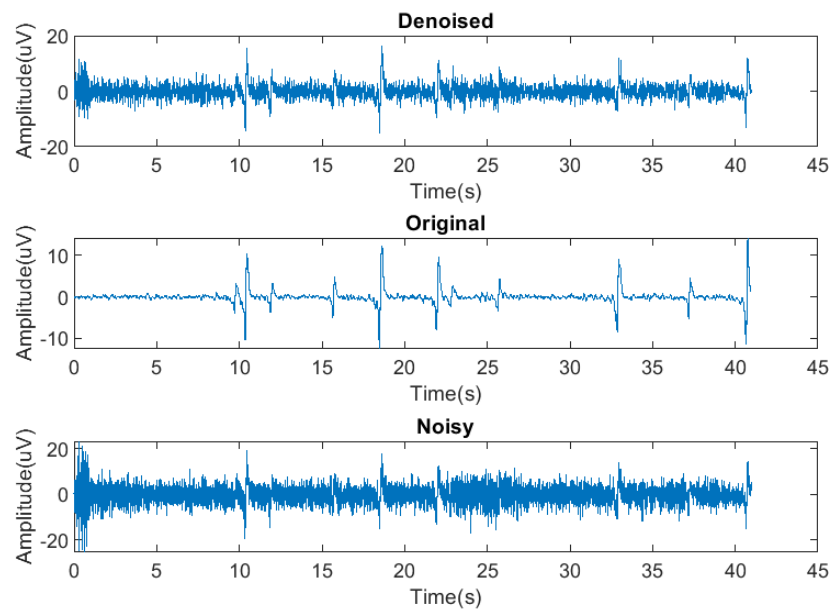




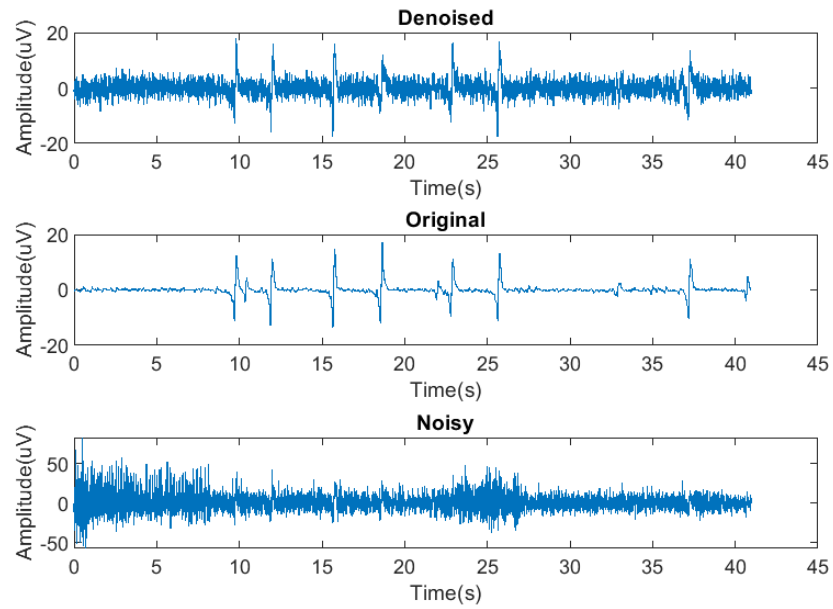
### ICA - channel 13, SNR=-10



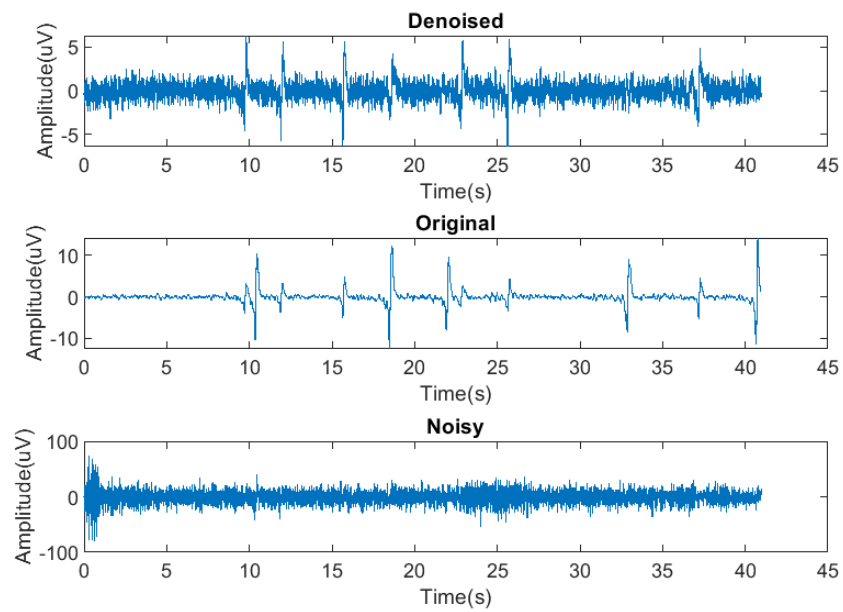
### ICA - channel 24, SNR=-10



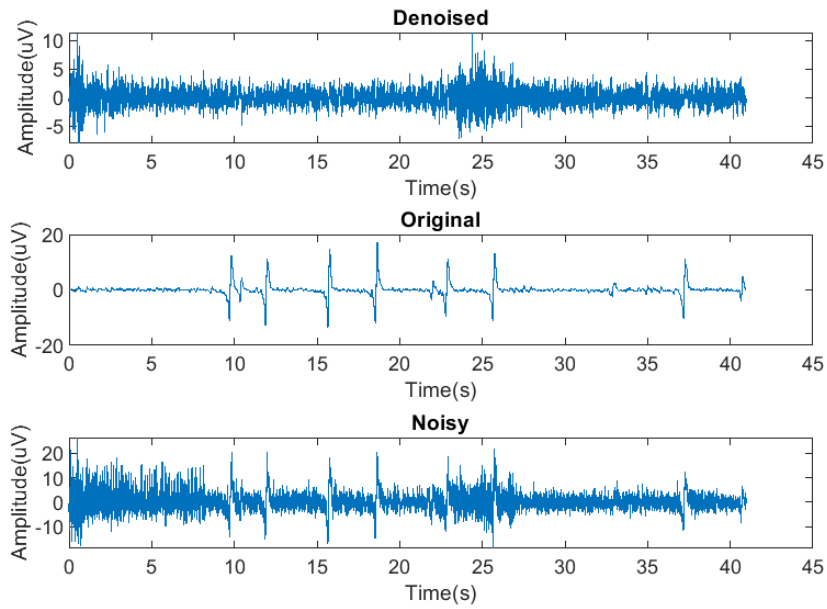
### ICA - channel 13, SNR=-20



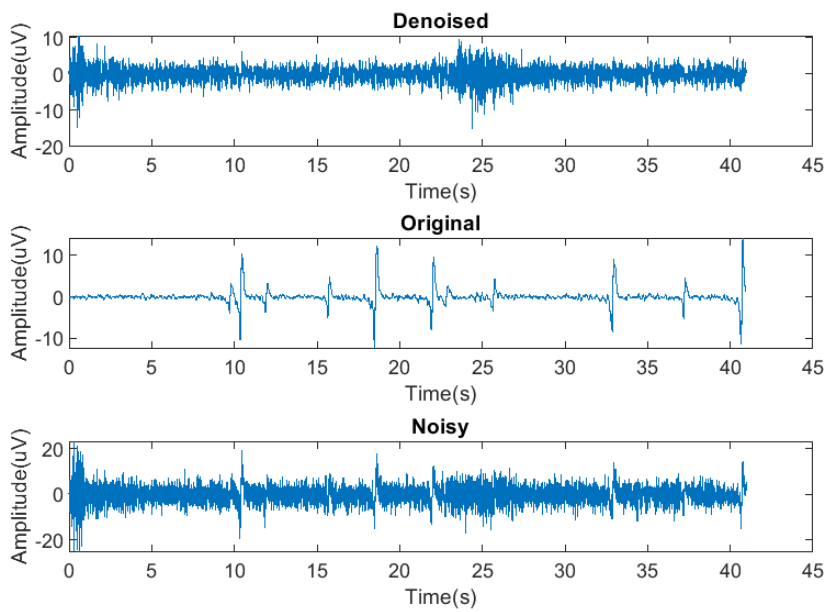
### ICA - channel 24, SNR=-20



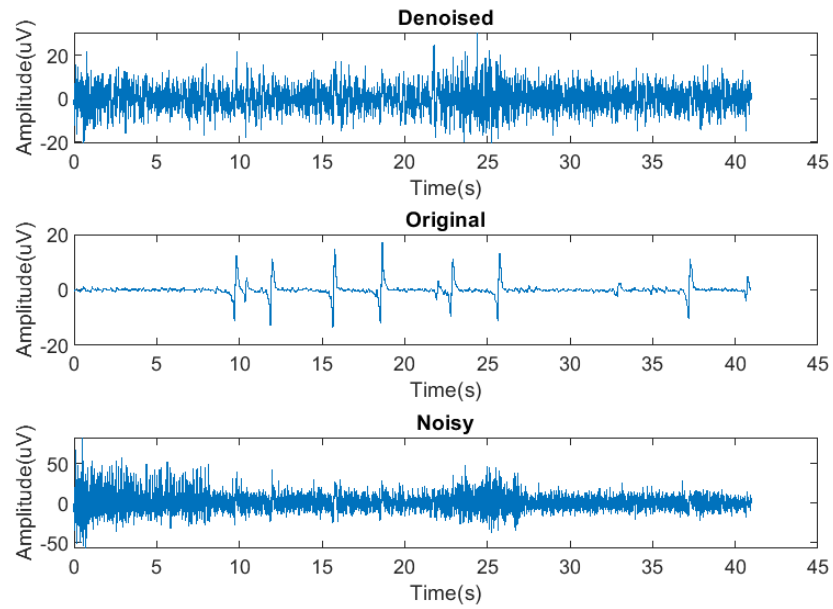
### PCA - channel 13, SNR=-10



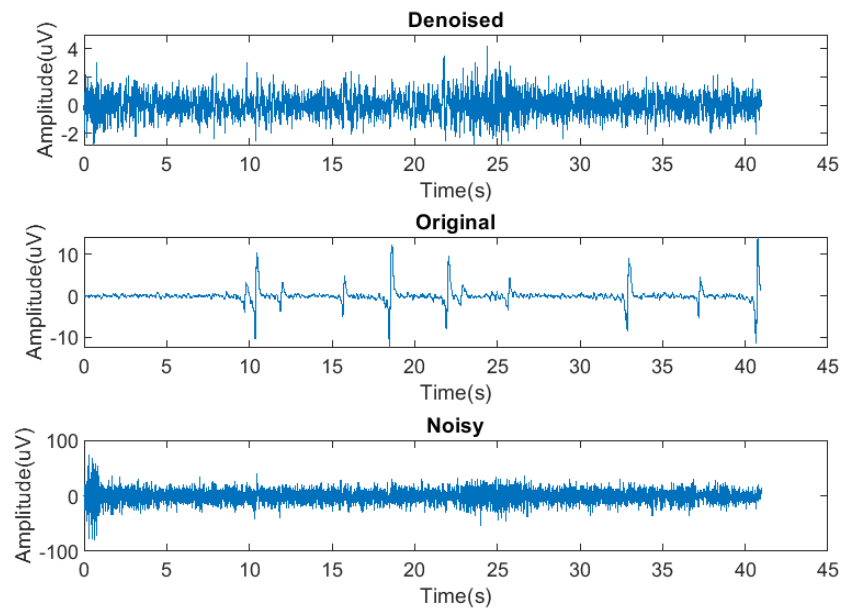
### PCA - channel 24, SNR=-10



### PCA - channel 13, SNR=-20



### PCA - channel 24, SNR=-20





(و)

SNR	-10	-20
RRMSE ICA	0.9	1.3
RRMSE PCA	1.5	3.7

Noise 4

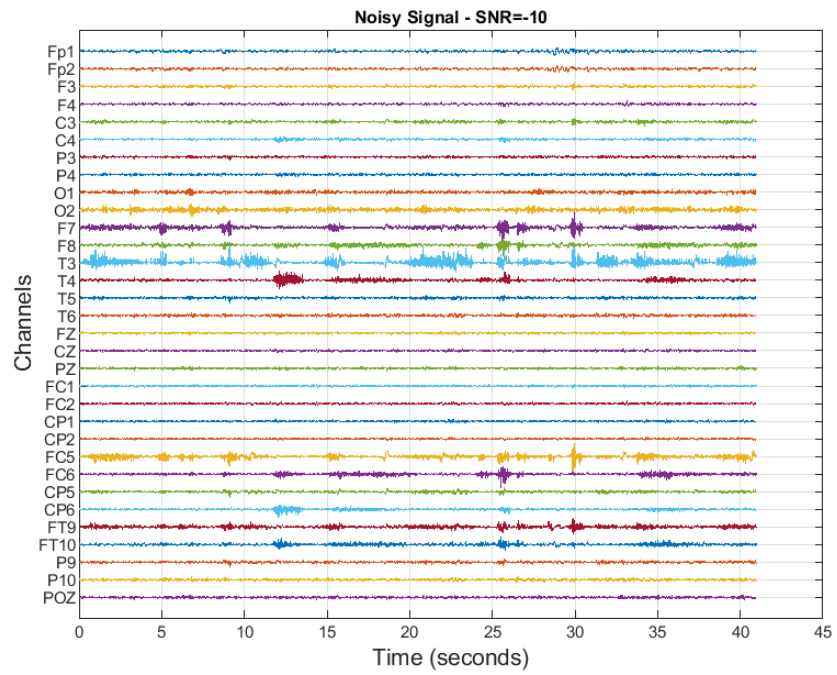
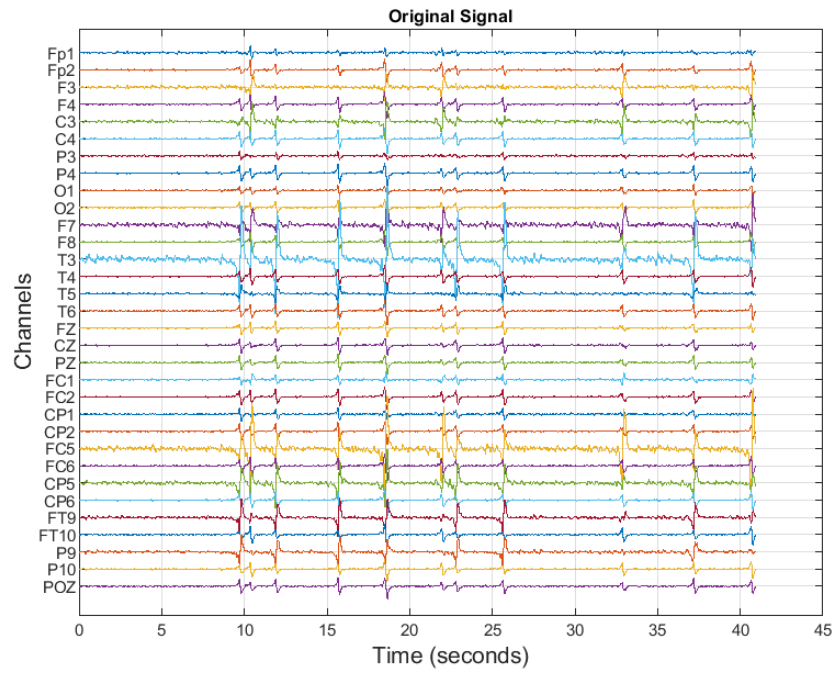
نتیجه ICA: همانطور که انتظار داریم برای  $SNR=10$  - داده ها به خوبی حذف نویز شده اند و با توجه به  $SNR$  پایین مقدار خوبی است و اسپایک ها بازیابی شده اند و عمده توان نویز باقی مانده مربوط به زمان های بدون اسپایک است. اما برای  $SNR=20$  - نویز دارای توان بسیار بالایی نسبت به سیگنال اصلی است و بخش بیشتری از اطلاعات بر اثر آغشته شدن به نویز از بین رفته و قابل بازیابی نیست. ولی با توجه به نویز زیاد همچنان مقدار خوبی است و اسپایک ها تا حدی بازیابی شده اند.

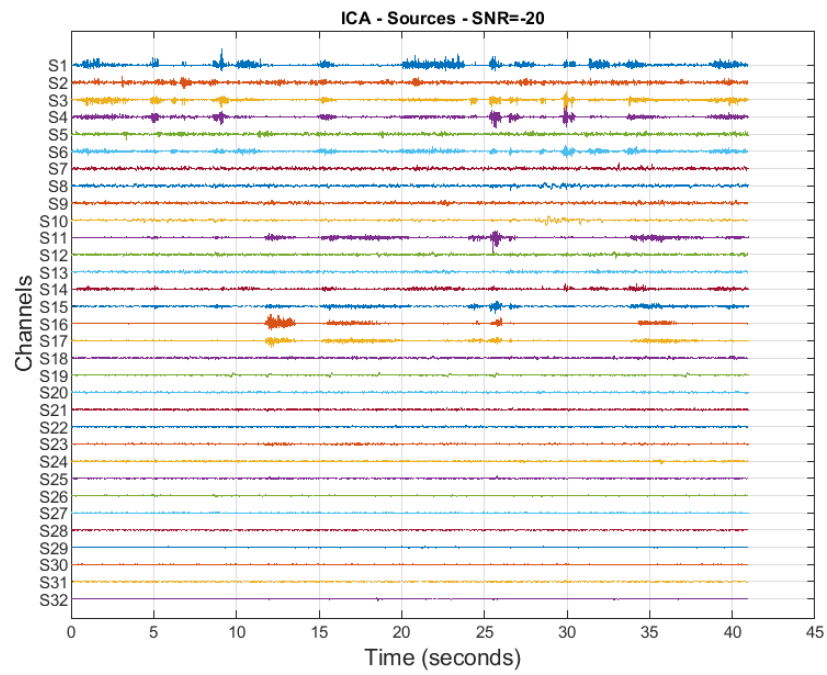
نتیجه PCA: با توجه به شکل زمانی سیگنال ها و  $RRMSE$  بالا برای این روش میتوان گفت که این روش برای حذف این نویز مناسب نیست.

## بخش 2: سیگنال نویز 5

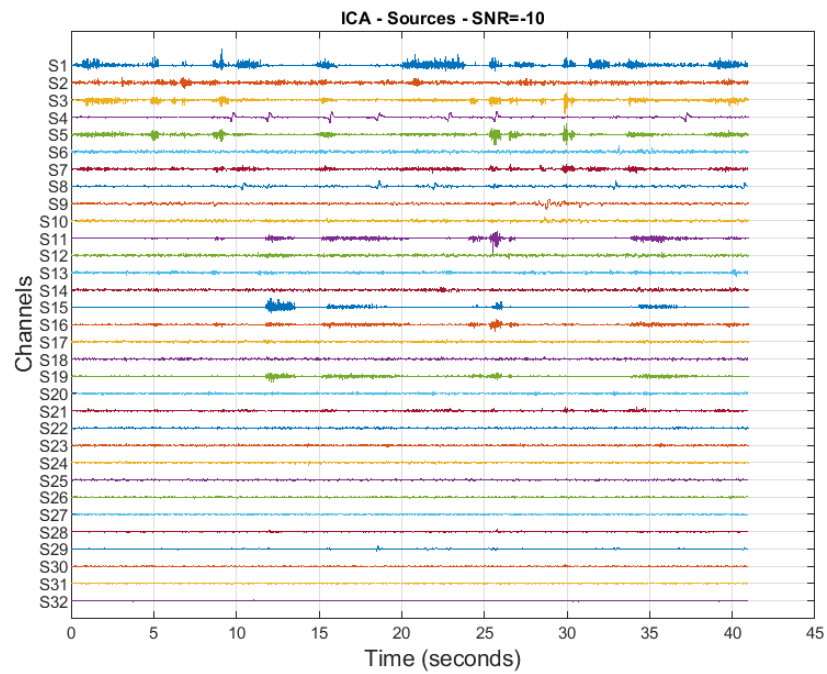
الف) سیگنال بدون نویز را رسم میکنیم. اسپایک های مربوط به صرع به وضوح قابل مشاهده اند.

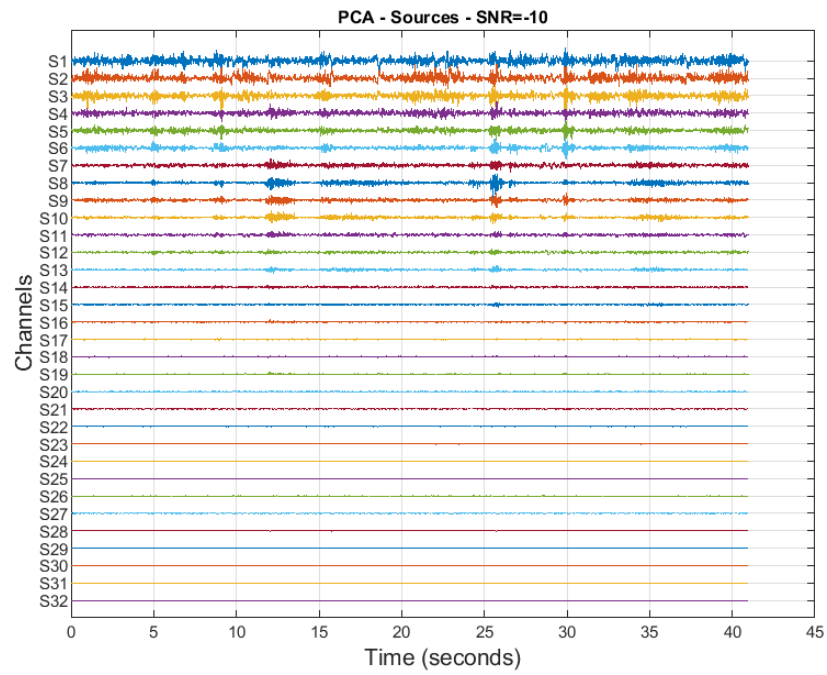
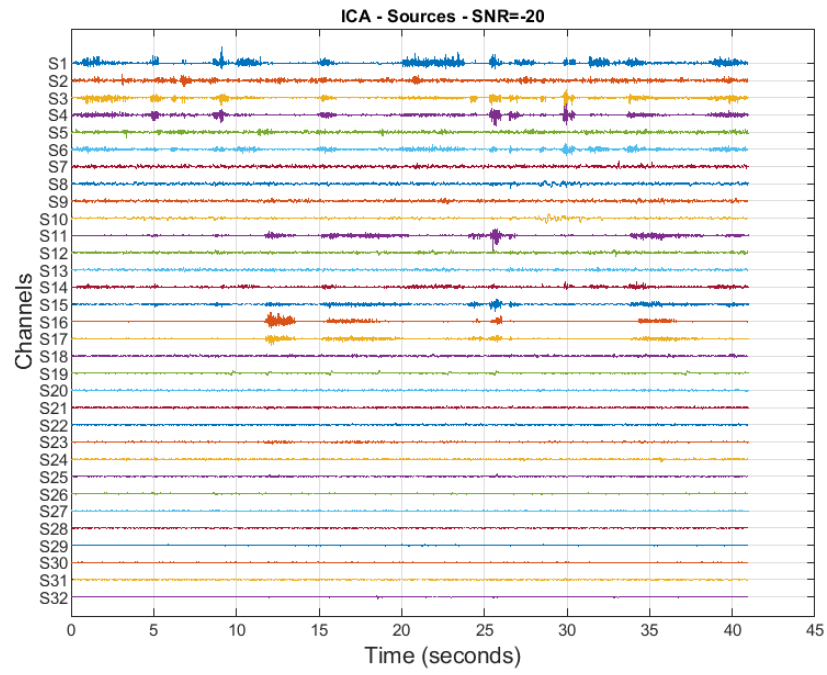
واضح است که سیگنال نویزی در مقایسه با سیگنال اصلی دارای نویز زیادی است و اسپایک ها به سختی مشخص هستند و در میان نویزها گم شده اند. همچنین با کاهش  $SNR$  سیگنال به نویز بیشتری آغشته شده و توان نویز بیشتر میشود و اطلاعات بیشتری از دست میرود.

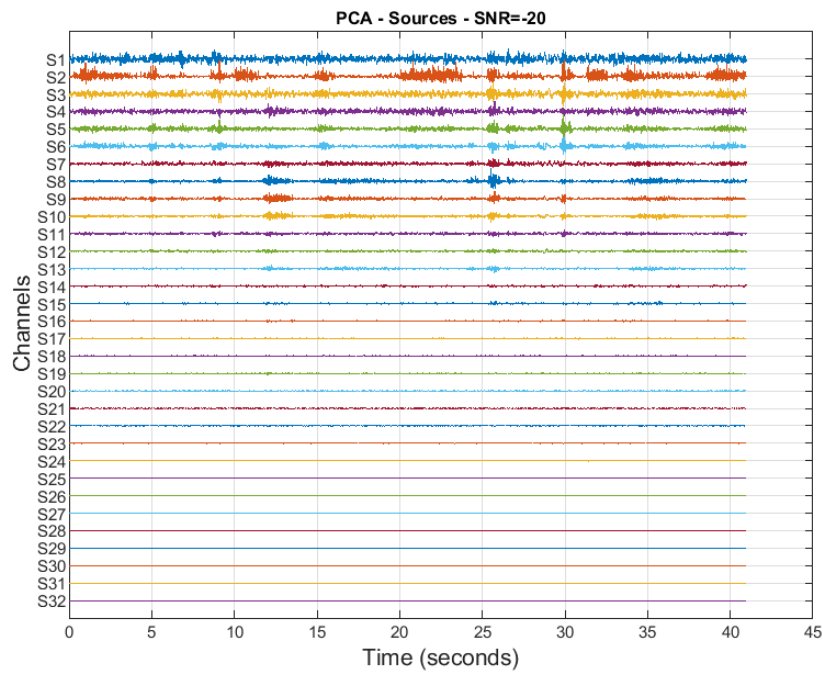




ب) منابع بدست آمده از دو روش ICA و PCA را برای دو SNR رسم میکنیم.

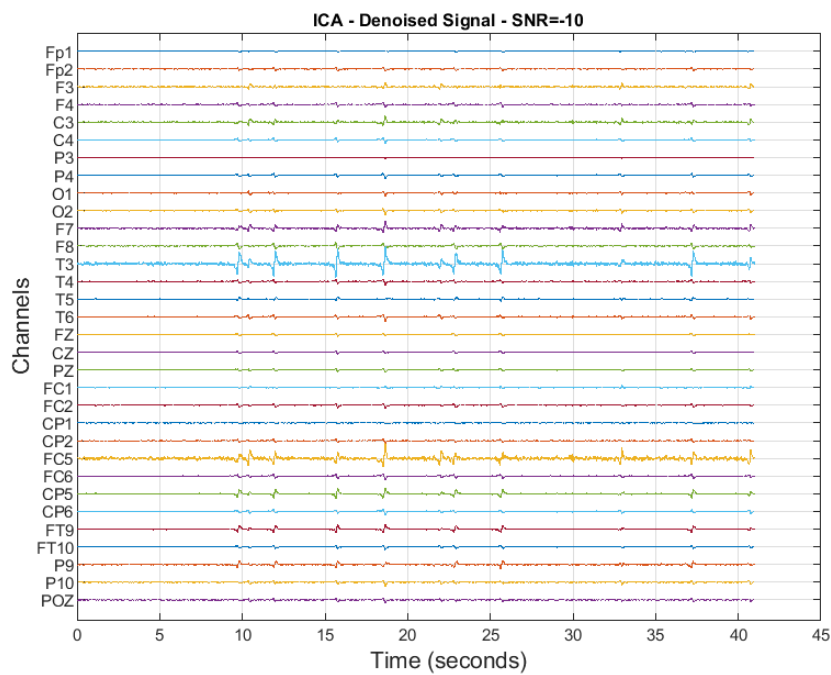


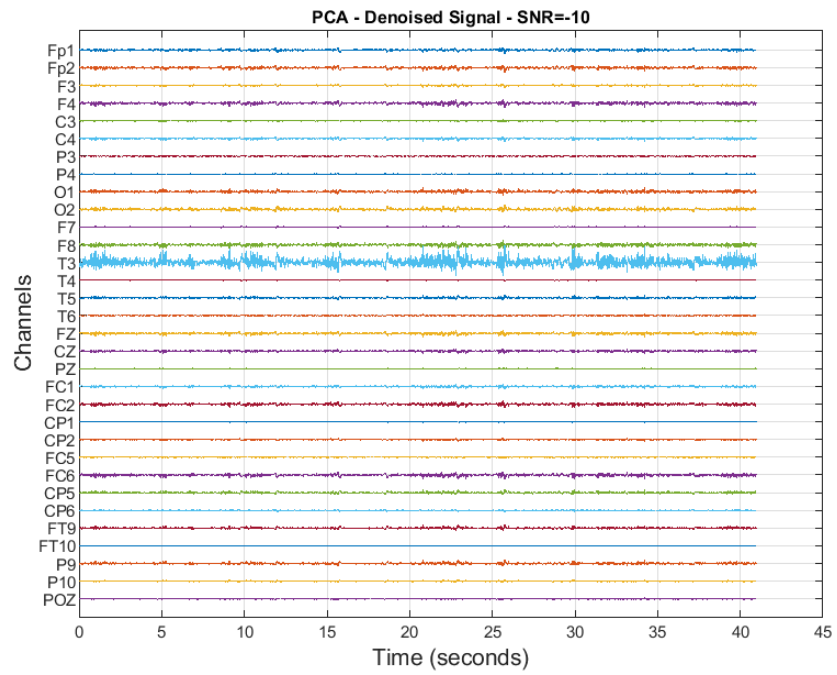
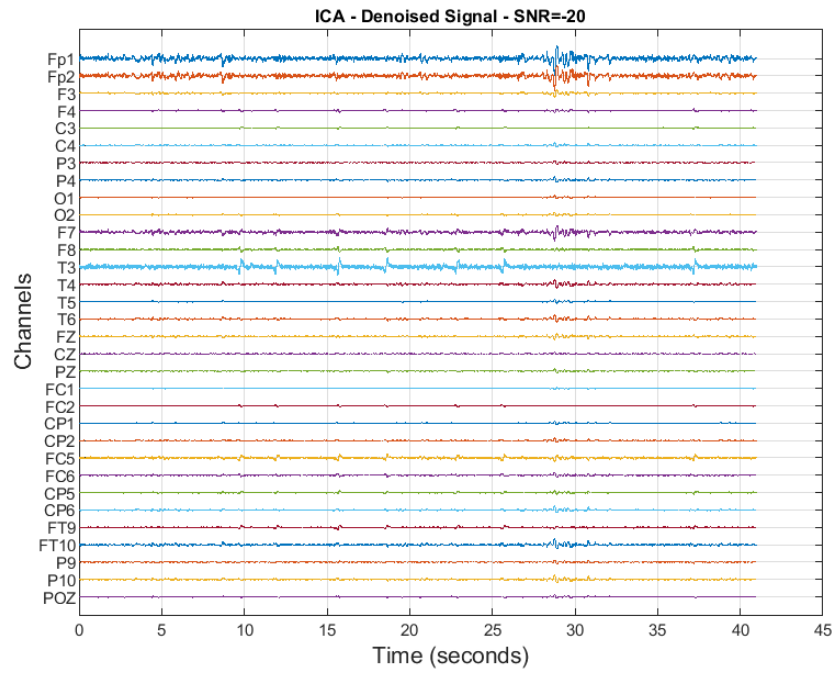


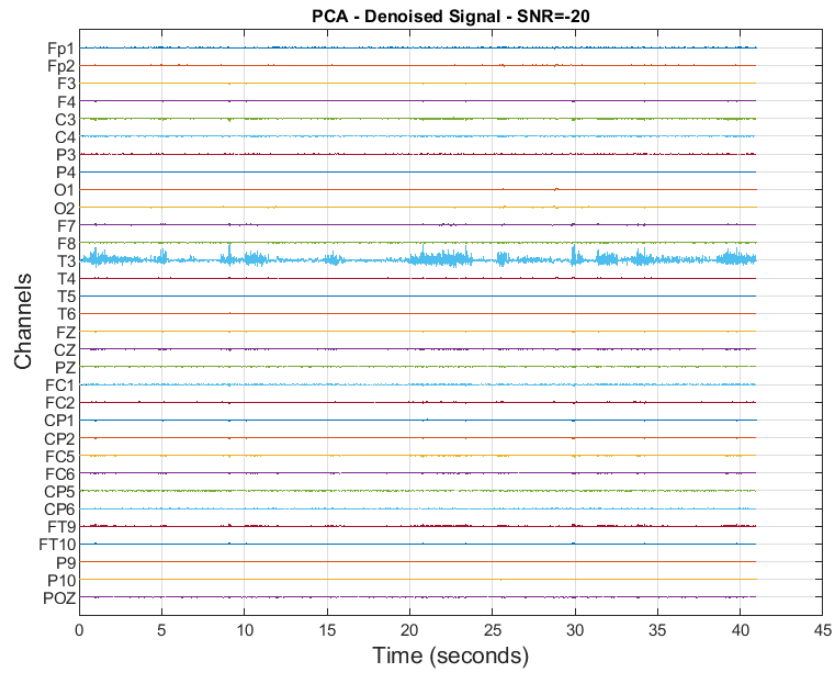


ج) منابع را به ازای هر دو SNR رسم کرده و با توجه به شکل زمانی آن ها منابعی را انتخاب میکنیم که دارای اسپایک های مشخص هستند و نویز در آن ها وجود ندارد. برای  $-SNR=10$  منابع شماره 4, 8 برای ICA و مولفه 2 برای PCA و برای  $-SNR=20$  منابع شماره 10, 19 را برای ICA و مولفه 2 و 12 برای PCA نگه می داریم.

د)

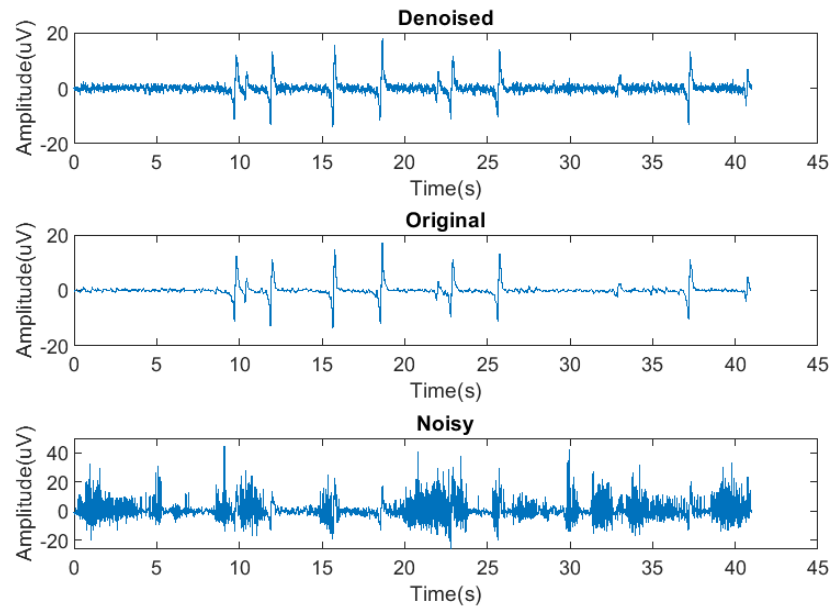




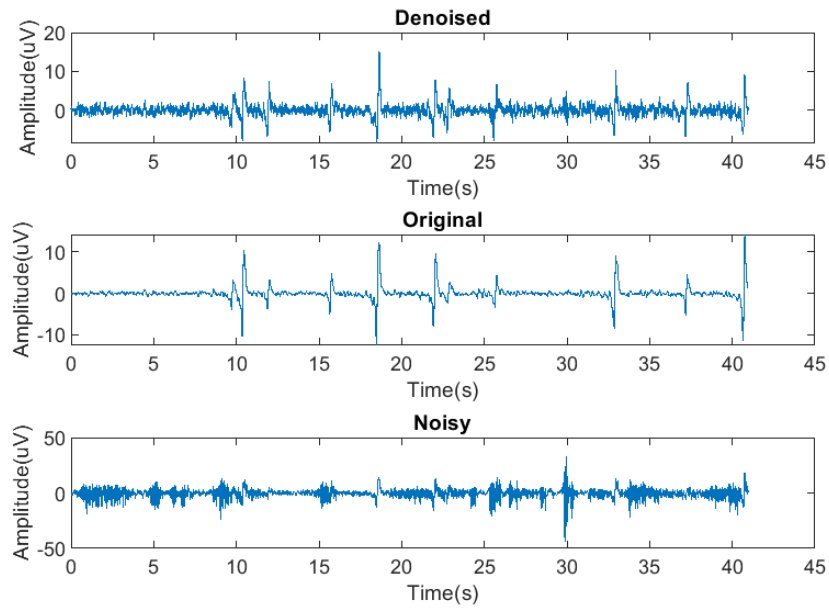


(s

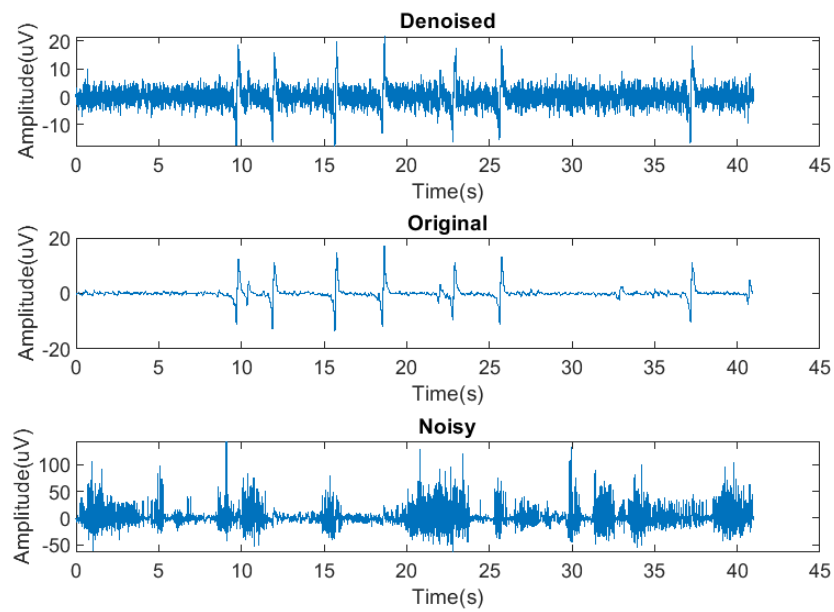
### ICA - channel 13, SNR=-10



### ICA - channel 24, SNR=-10

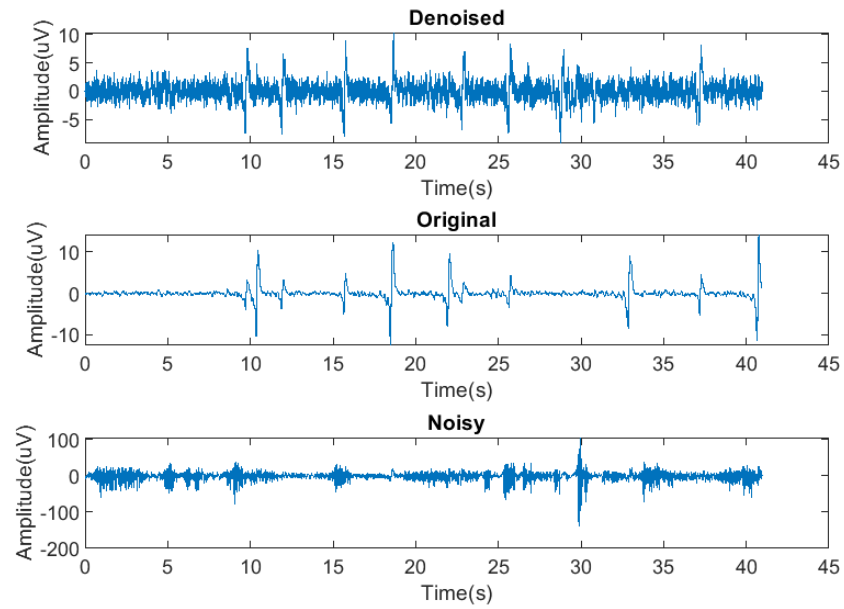


### ICA - channel 13, SNR=-20

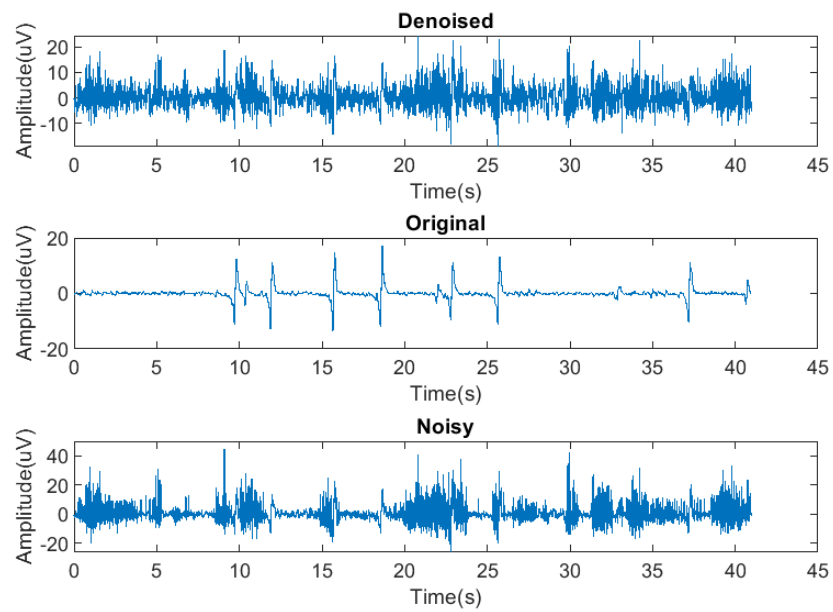




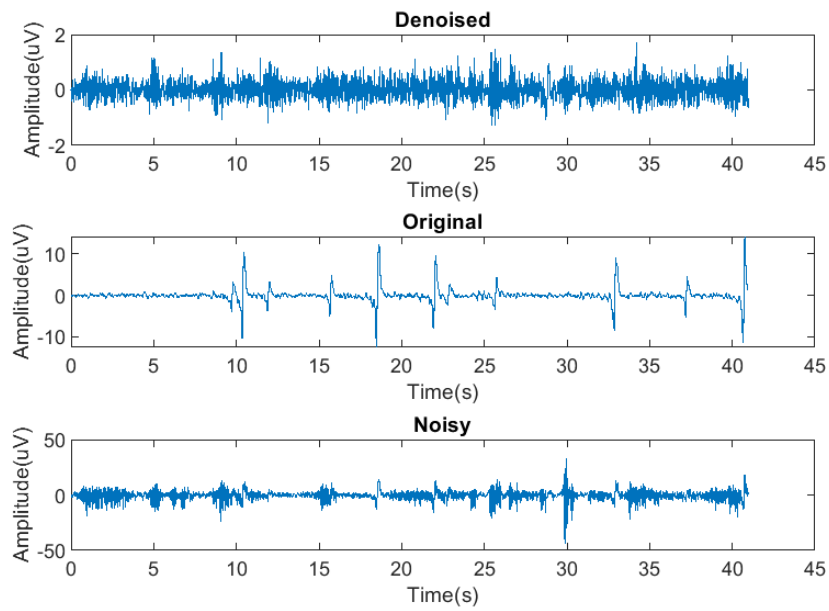
### ICA - channel 24, SNR=-20



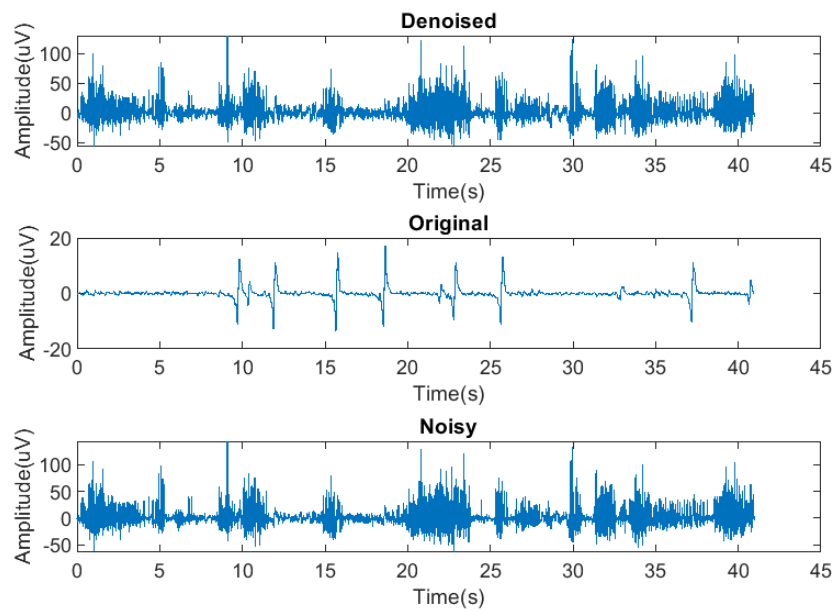
### PCA - channel 13, SNR=-10



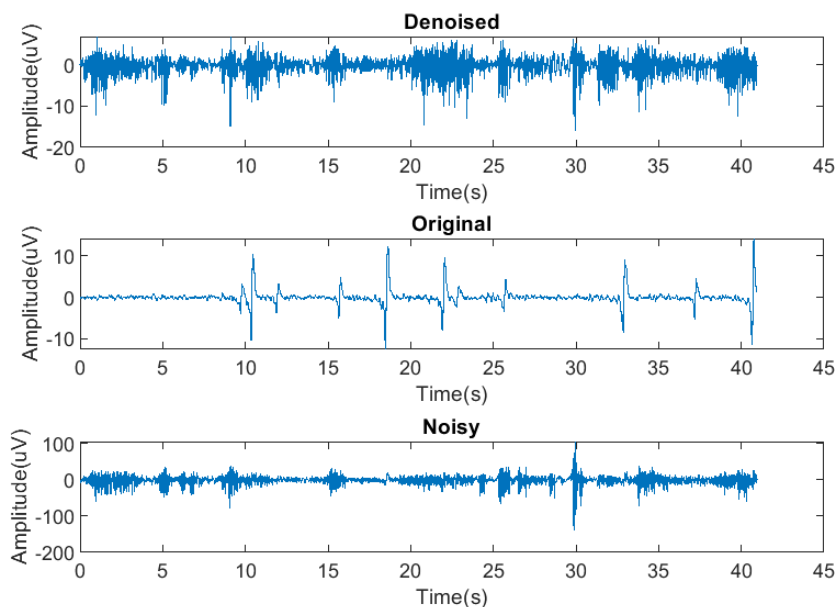
### PCA - channel 24, SNR=-10



### PCA - channel 13, SNR=-20



### PCA - channel 24, SNR=-20



(و)

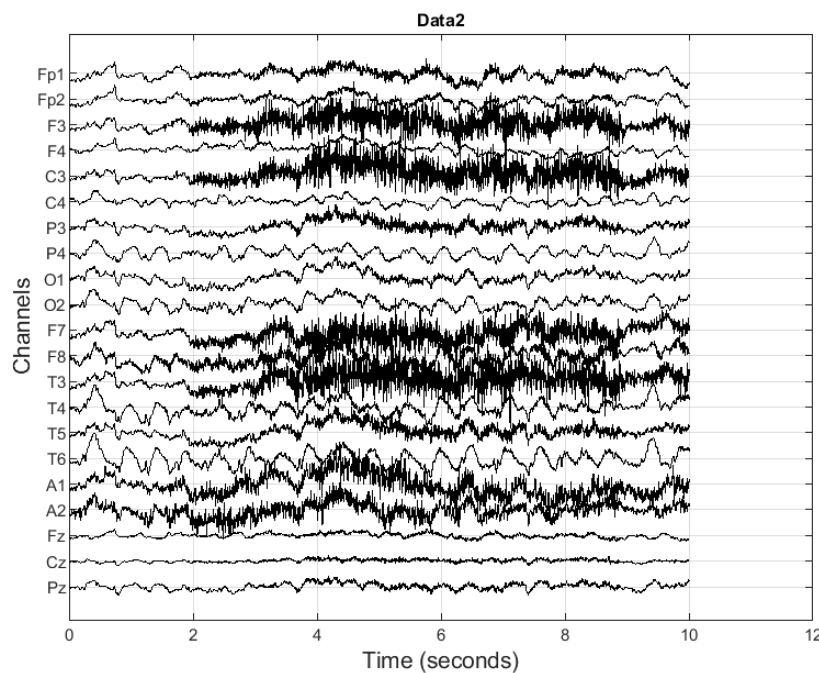
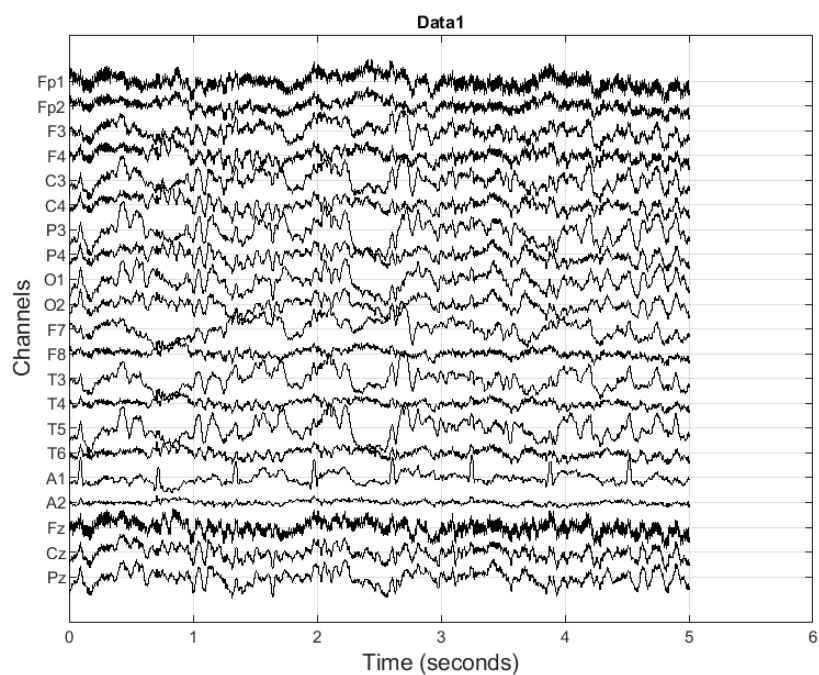
SNR	-10	-20
RRMSE ICA	0.57	2.3
RRMSE PCA	1.5	4.3

Noise 5

نتیجه ICA: همانطور که انتظار داریم برای  $SNR=10$  - داده ها به خوبی حذف نویز شده اند و با توجه به  $SNR$  پایین مقدار خوبی است و اسپایک ها بازیابی شده اند و عمده توان نویز باقی مانده مربوط به زمان های بدون اسپایک است. اما برای  $SNR=20$  - 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. ولی با توجه به نویز زیاد همچنان مقدار خوبی است و اسپایک ها تا حدی بازیابی شده اند.

نتیجه PCA: با توجه به شکل زمانی سیگنال ها و RRMSE بالا برای این روش میتوان گفت که این روش برای حذف این نویز مناسب نیست.

الف) ابتدا داده های 1 و 2 را انتخاب کرده و سیگنال های زمانی آنها را در همه ی کانالها رسم میکنیم:



ب) در داده ی 1 میتوان به وضوح اثرات برق شهر و سیگنال ECG را مشاهده کرد، همچنین تغییرات آهسته های نیز در برخی کانالها دیده میشود که ممکن است مربوط به حرکات چشم باشند. تمامی این آرتیفکت ها به وسیله ی ICA قابل حذف هستند. البته نوسانات آرامی در نواحی نزدیک 3T، 5T، 3P و 3C هم وجود دارد که ممکن است از تعریق ناشی شده باشند.

در داده ی 2، که به نظر داده‌ی تشنجی است، به جز کمی اثرات حرکت چشم، تنها نوساناتی پیرامانی و متناوب در نواحی گیجگاهی قابل تشخیص است که ممکن است از آثار حرکت سر باشند و شاید به خوبی توسط ICA حذف نشوند.

ج و د و ه) با اعمال الگوریتم ICA توسط تابع R2Com روی داده‌ها، به ماتریس ترکیب میرسیم و با اعمال معکوس آن روی ماتریس مشاهدات، منابع

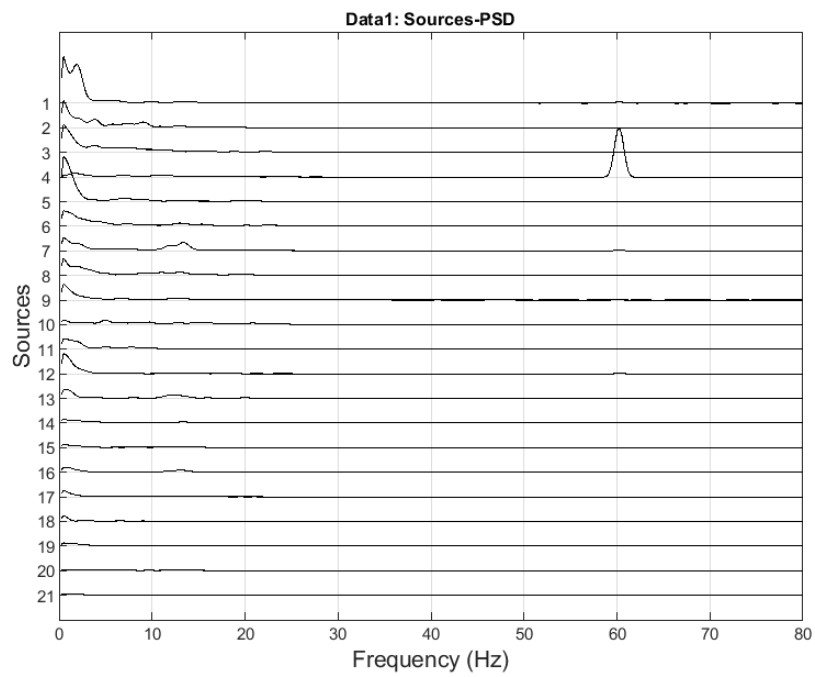
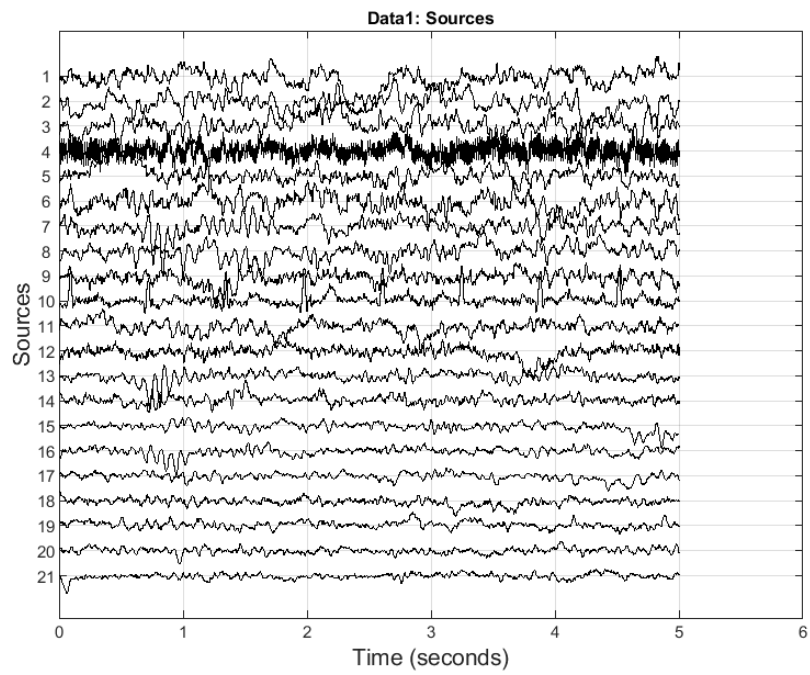
21گانه (برابر با تعداد مشاهدات) محاسبه میشوند. سپس هرکدام از منابع را در حوزهی زمان و همچنین حوزهی فرکانس (توسط تابع Welch )

رسم کرده و به کمک ضرایب هر ستون ماتریس ترکیب، نقشه‌ی تأثیر فضایی هر منبع را نیز به دست می‌آوریم.

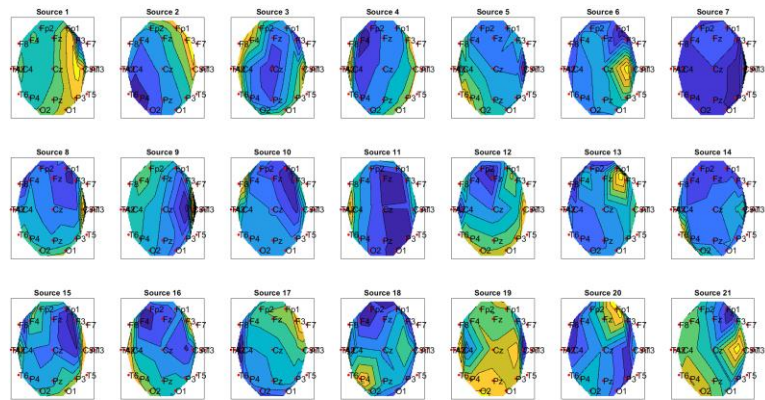
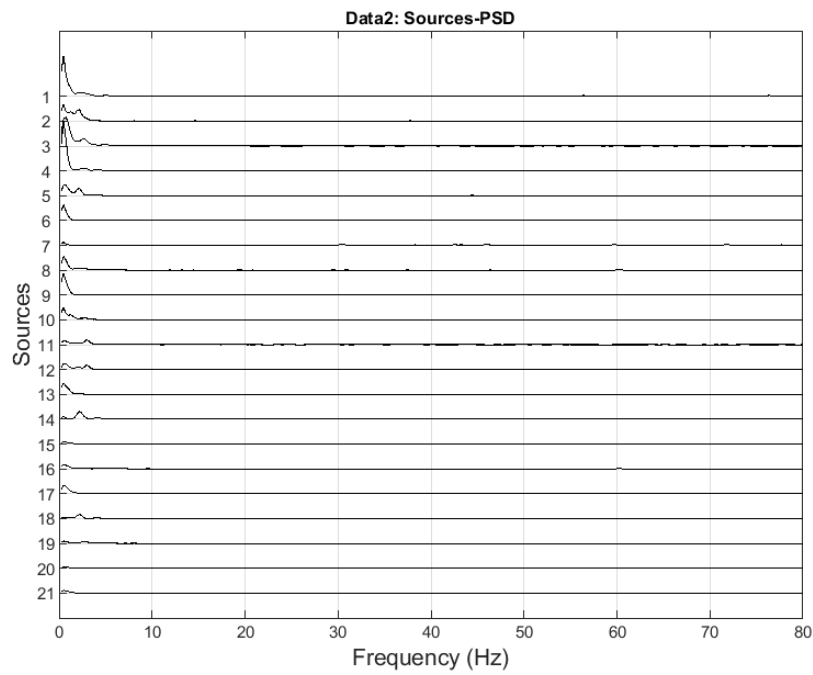
در داده ی 1 منابع 4 و 10 که متناظر با برق شهر و ECG هستند نامطلوبند. به علاوه، با توجه به تغییرات زمانی نامتعارف و نیز چگالی طیف

بیش از حد بالا منابع 1، 5 و 7 را هم حذف میکنیم (این منابع پراکندگی فضایی غیرمعمولی نیز دارند). نهایتاً با حذف منبع 11 که فعالیت هایش

(هم از نظر زمانی و هم از نظر فضایی) متناظر حرکت چشم هستند به سیگنال حذف نویز شده میرسیم.

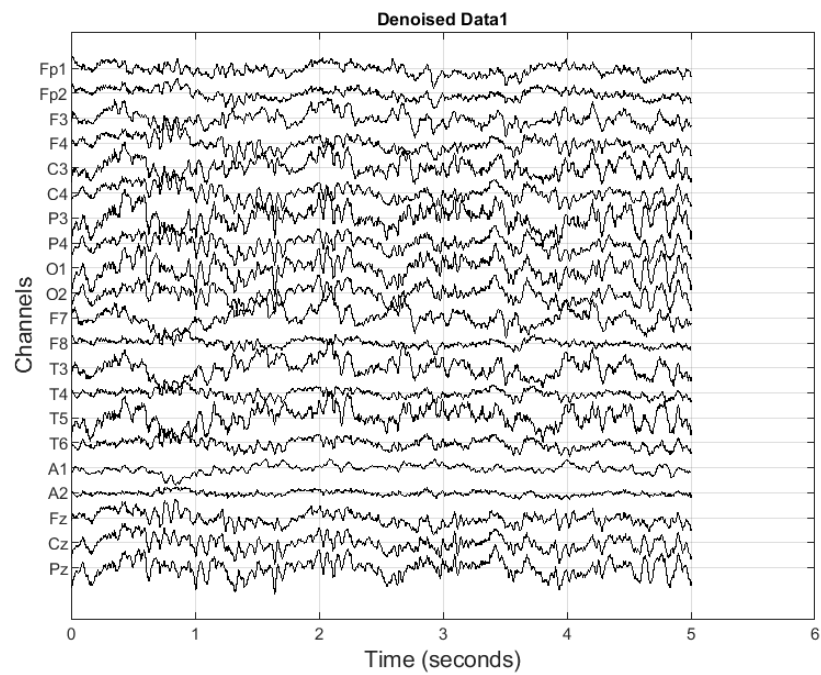
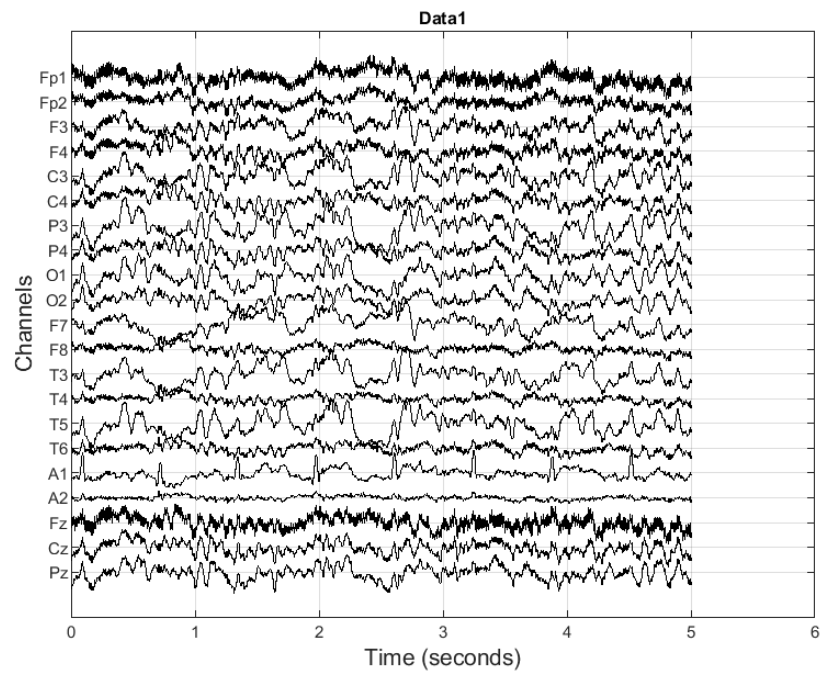






با مقایسه ی سیگنال اصلی و حذف نویز شده میبینیم که این روش برای داده ی 1 و نویزهای موجود در آن به خوبی جواب داده و منابع به درستی حذف شده اند.





این در حالیست که حذف منابع در داده‌ی 2، حتی پس از آزمون و خطا روی منابع، بهبود کمی حاصل کرده و حتی بعضاً 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 همه ی شرایط پاسخگو نیست.

