



دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی برق

پردازش سیگنال‌های EEG

تمرین کامپیوتری سری دوم

دانشجو

سید ابوالفضل مرتضوی

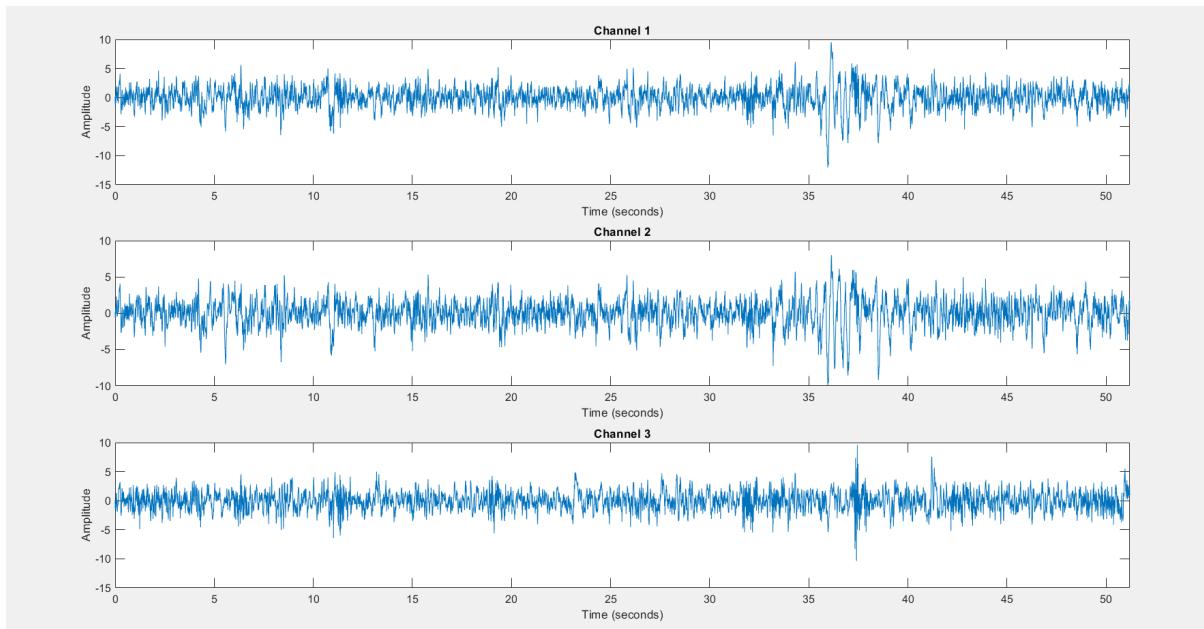
۴۰۲۲۰۰۱۹۱

آذر ۱۴۰۲

تمرین اول

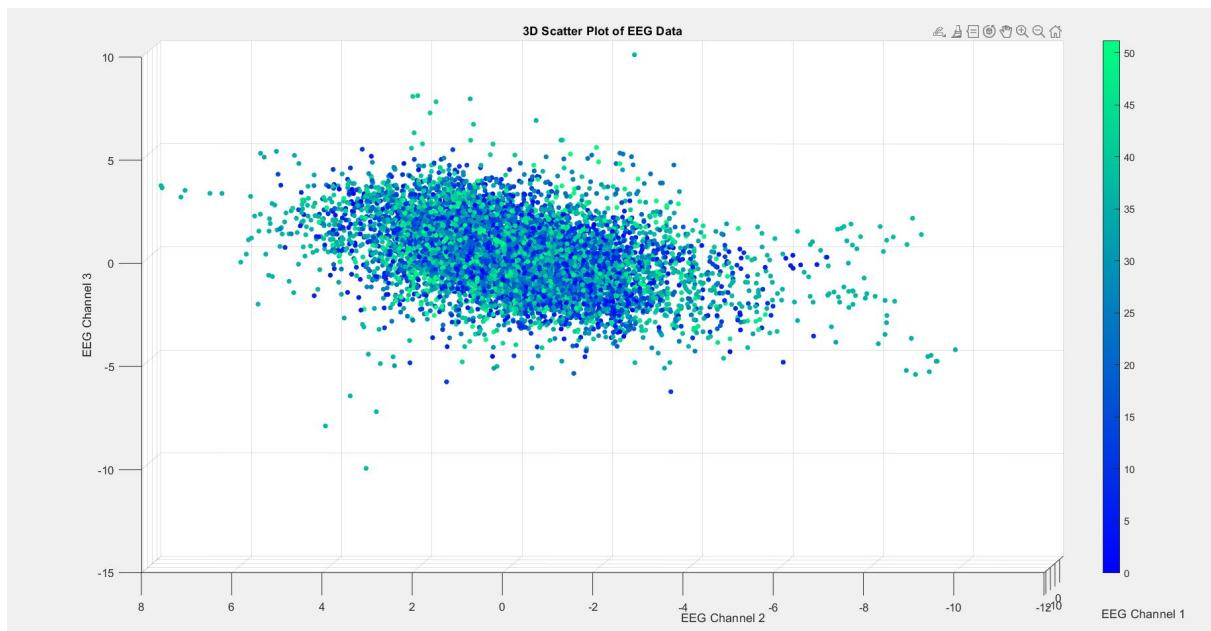
۱-۱-الف

بعد از وارد کردن داده‌ها به محیط متلب شکل زیر برای داده‌ها حاصل شد.

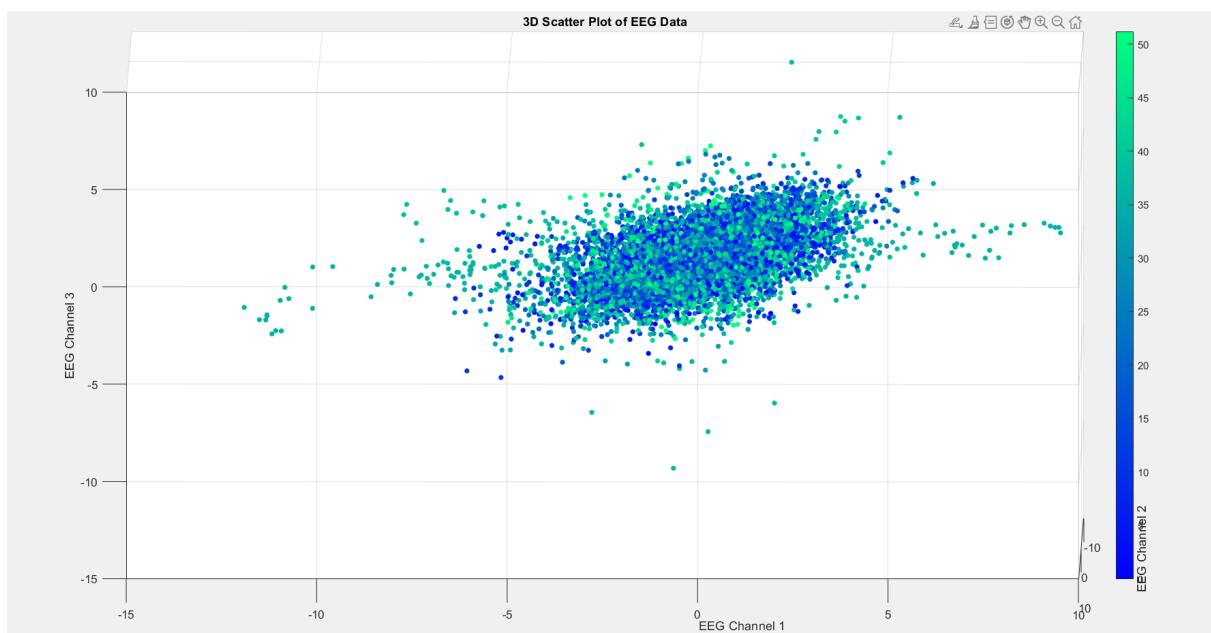


۲-۱-ب

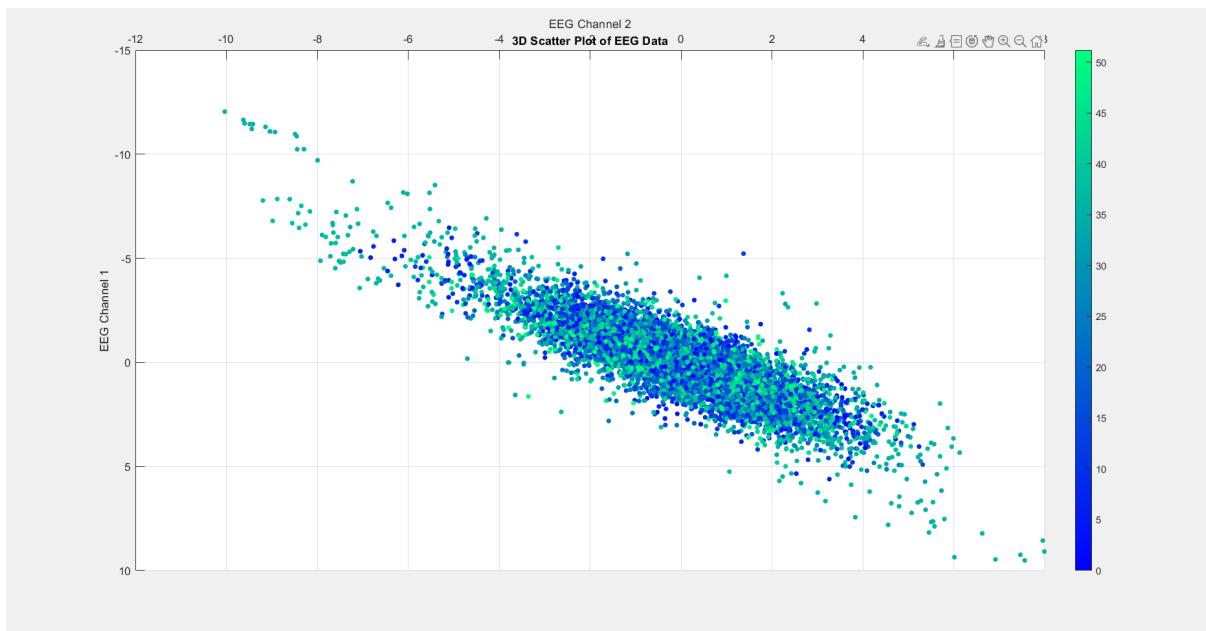
بعد از رسم سه بعدی داده‌ها، تصویر داده‌ها در صفحات مختلف گرفته شد تا کشیدگی آن‌ها بررسی شود. با بررسی این تصاویر بیشترین پراکندگی در صفحه‌ی کانال ۲ و ۳ و همچنین صفحه‌ی کانال ۱ و ۳ بود و کمترین پراکندگی در صفحه‌ی کانال ۱ و ۲ بود.



شکل ۱-۱ صفحه‌ی کانال ۲ و ۳



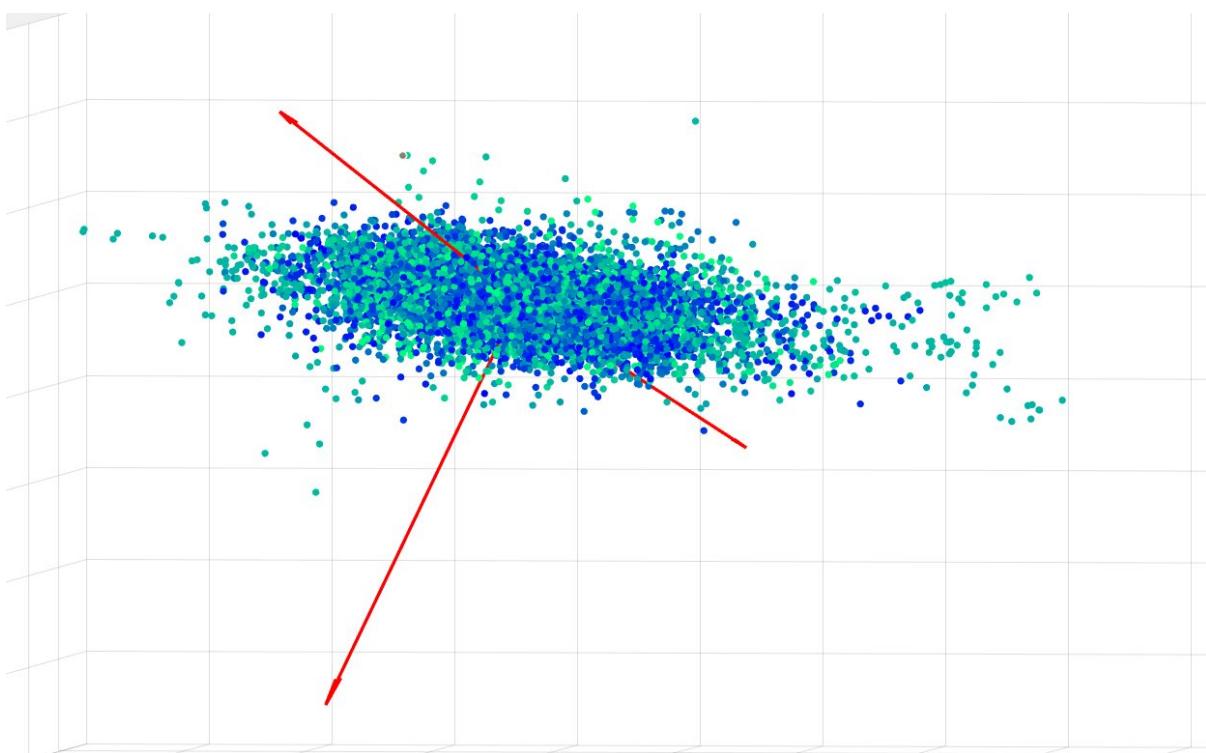
شکل ۱-۲ صفحه‌ی کانال ۱ و ۳



شکل ۱-۳ صفحه‌ی کانال ۱ و ۲

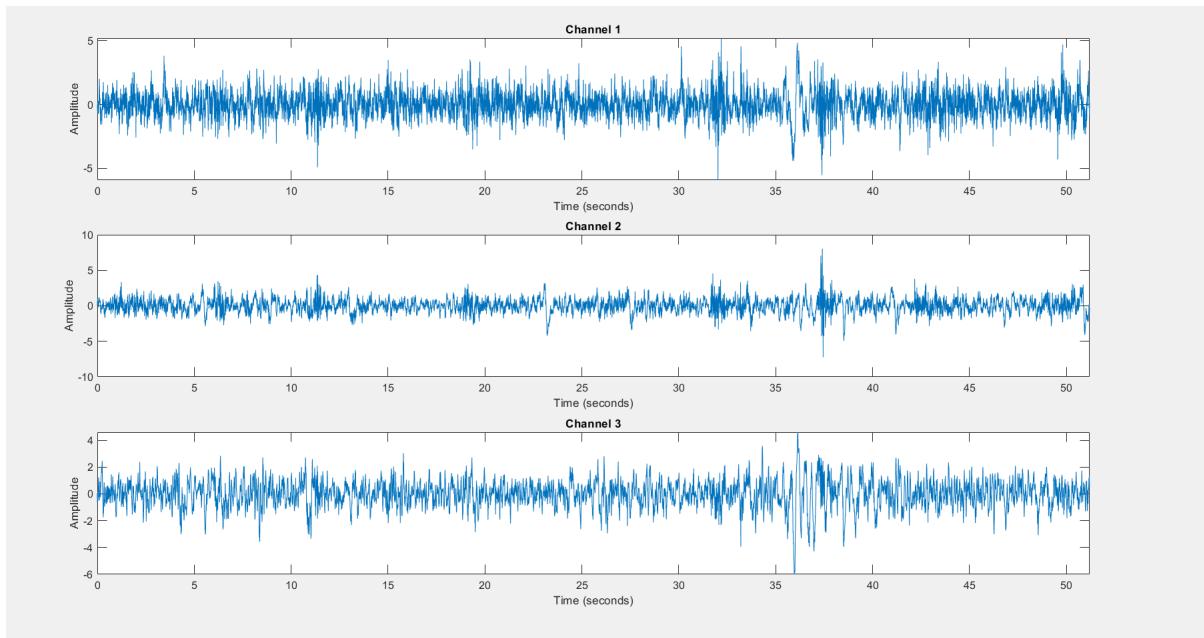
۱-۳-پ

پس از به دست آوردن مقادیر ویژه و بردارهای ویژه، داده‌ها سفیدسازی شدند. در شکل زیر داده‌های اصلی با جهت‌های اصلی نشان داده شده است، بردار بزرگتر نشان دهنده‌ی واریانس بیشتر در آن جهت است.

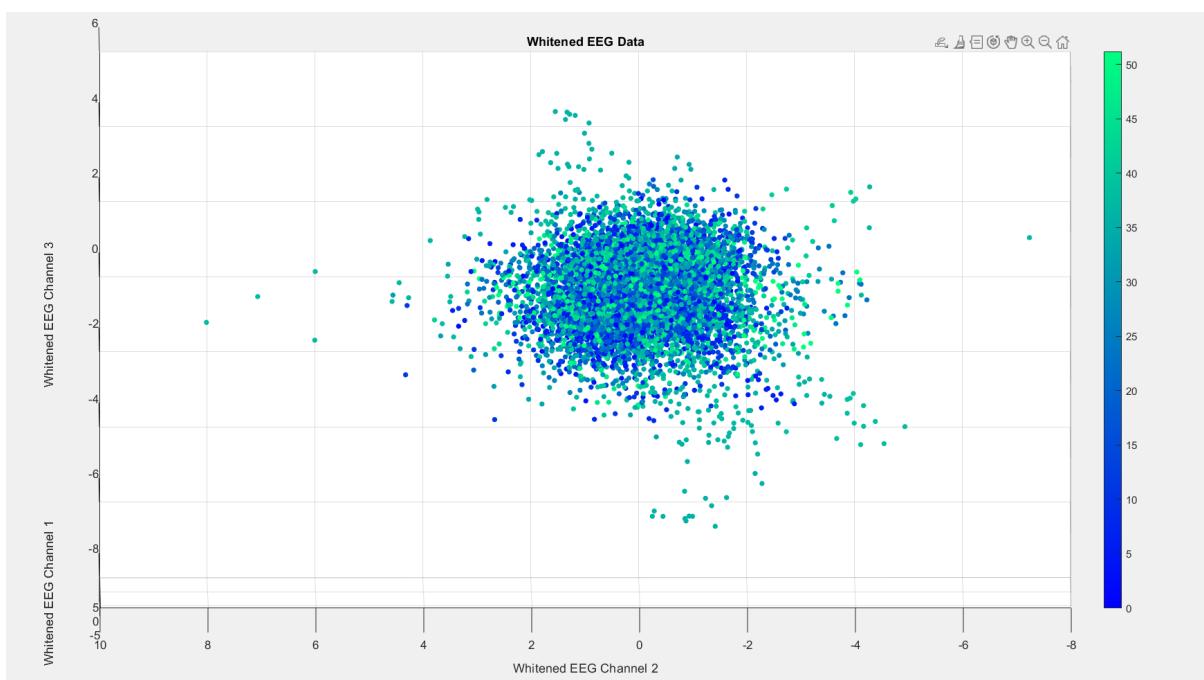


شکل ۱-۴ داده‌ها و جهت‌های اصلی

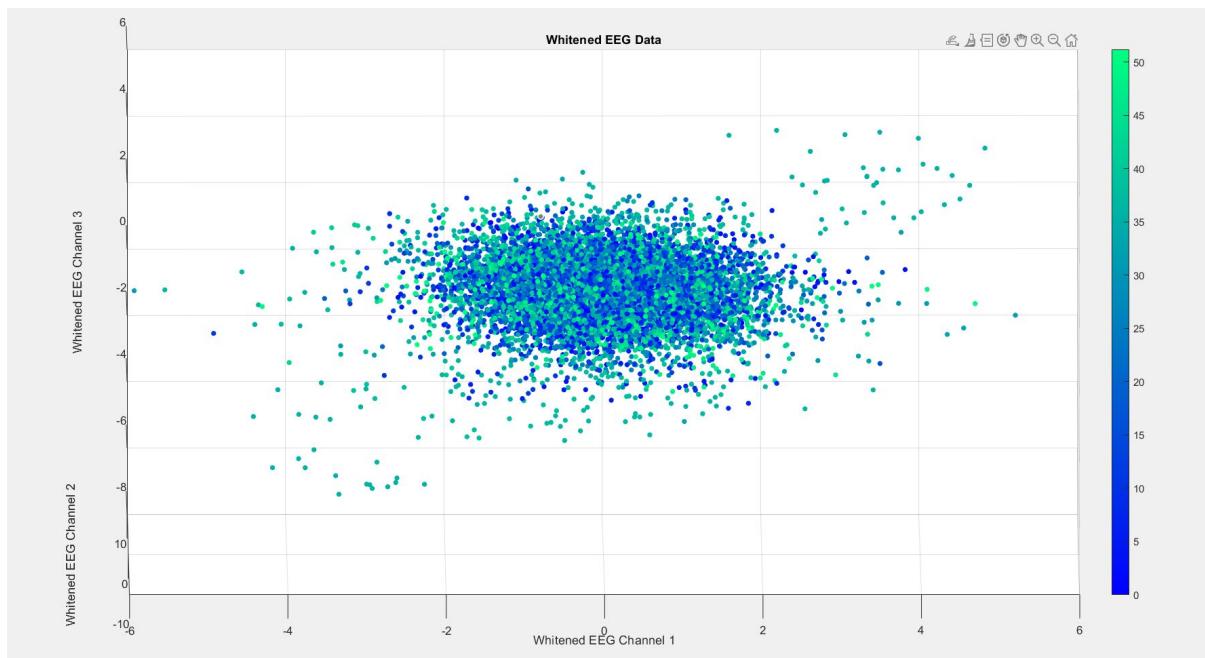
در شکل‌های زیر نیز داده‌های سفیدسازی شده به صورت کانال در زمان و همچنین به صورت سه بعدی رسم شده‌اند. همانطور که مشخص است در شکل زمانی، دامنه‌ی داده‌ها کمتر شده است چرا که داده‌ها نرمالیزه شده‌اند، همچنین در شکل سه بعدی پراکندگی داده‌ها کمتر شده است.



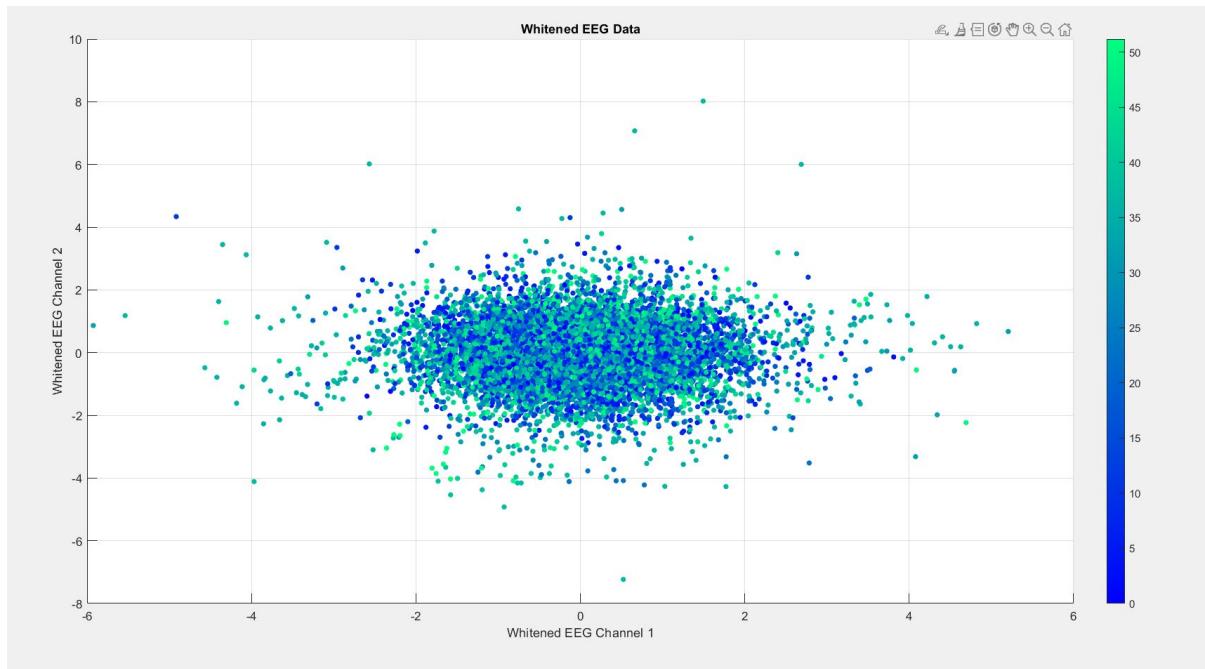
شکل ۱-۵ شکل زمانی داده‌های سفیدسازی شده



شکل ۱-۶ شکل سه بعدی داده‌های سفیدسازی شده در صفحه‌ی کانال ۲ و ۳



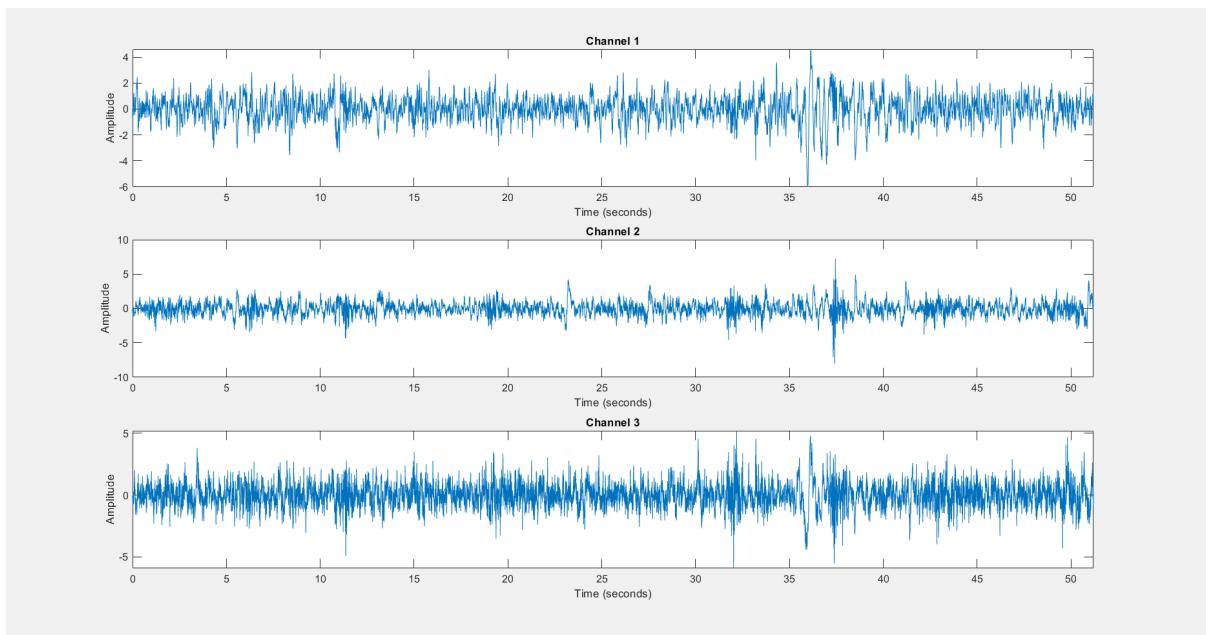
شکل ۱-۷ شکل سه بعدی داده های سفیدسازی شده در صفحه های کانال ۱ و ۳



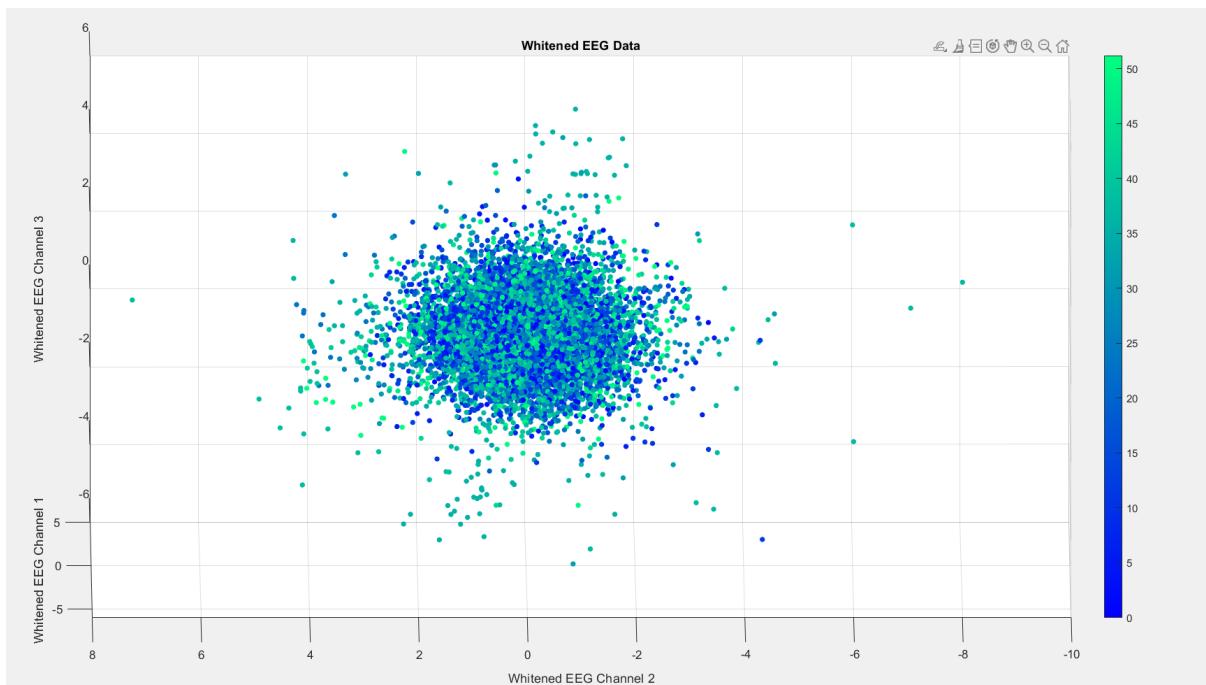
شکل ۱-۸ شکل سه بعدی داده های سفیدسازی شده در صفحه های کانال ۱ و ۲

۴-۱-ت

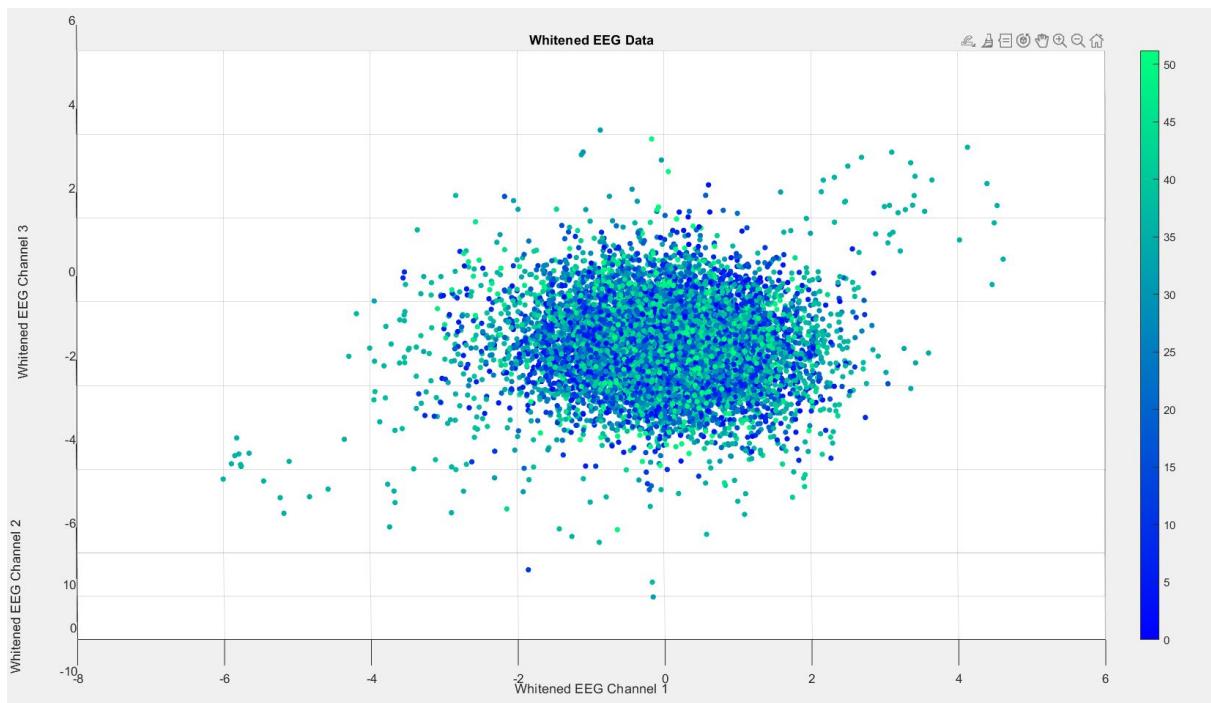
با تکرار روند قبلی با دستور PCA مطلب، در شکل زمانی دامنه کانال ها کاهش یافت، و به تبع آن مقادیر پراکندگی در جهات مختلف نیز کاهش یافت.



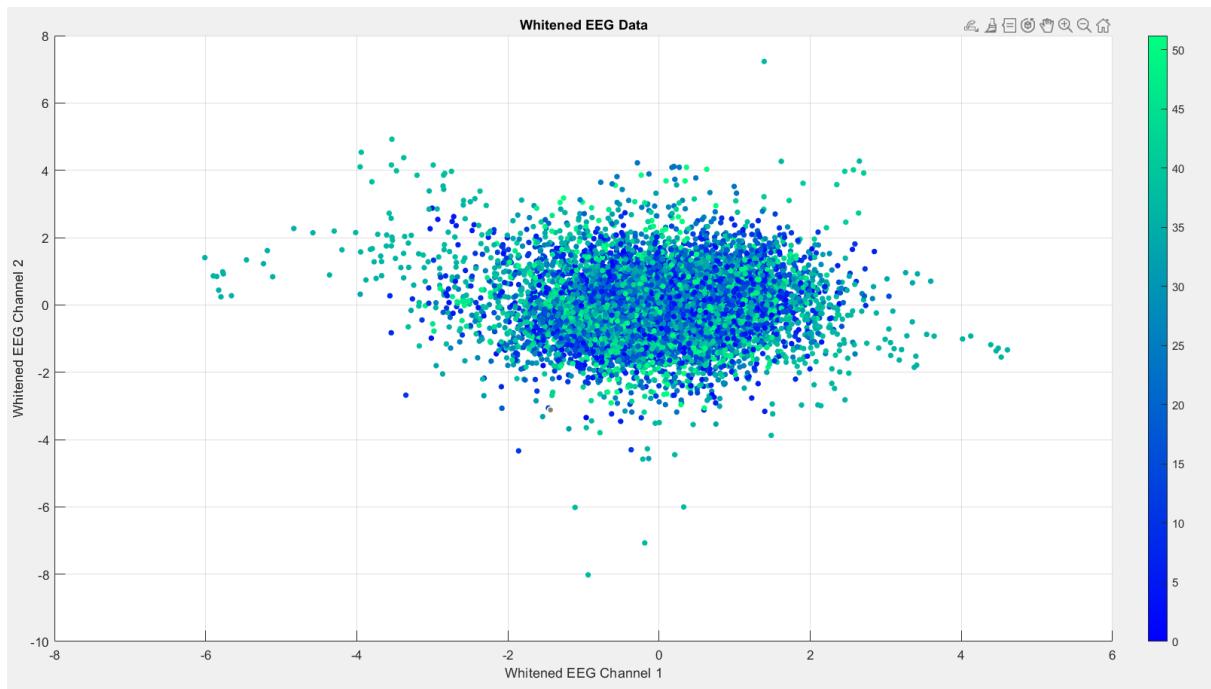
شکل ۱-۹ شکل زمانی پس از سفیدسازی با دستور PCA



شکل ۱-۱۰ شکل سه بعدی پس از سفیدسازی با دستور PCA، صفحه کانال ۲ و ۳

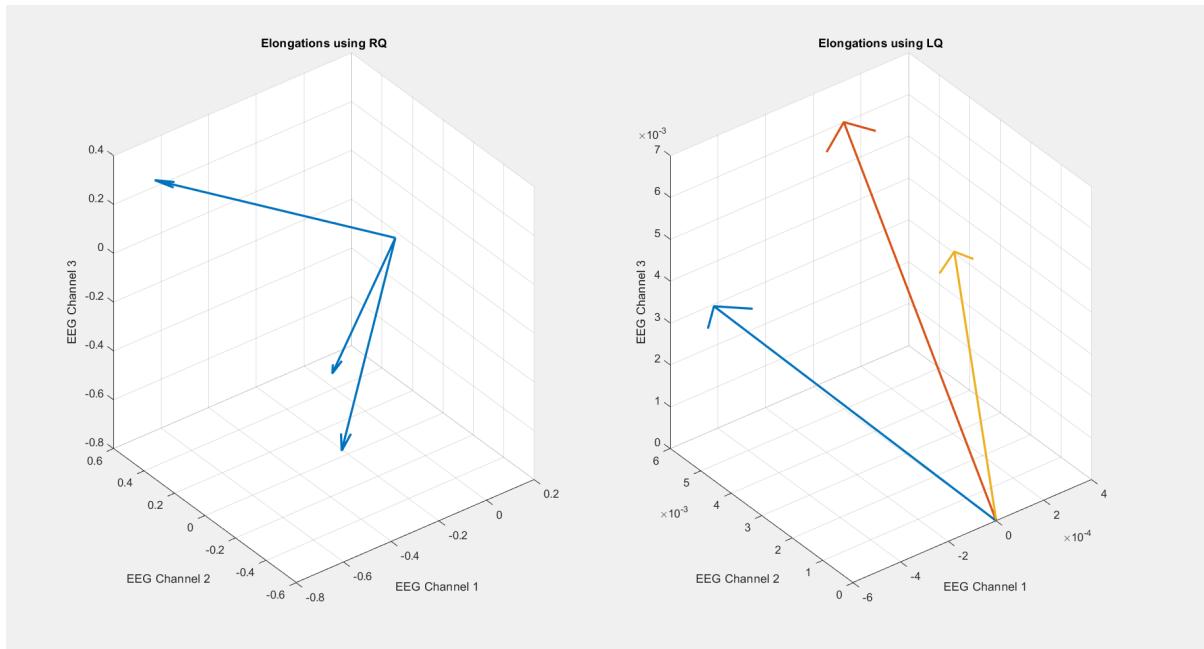


شکل ۱-۱۱ شکل سه بعدی پس از سفیدسازی با دستور PCA , صفحه‌ی کانال ۱ و ۳



شکل ۱-۱۲ شکل سه بعدی پس از سفیدسازی با دستور PCA , صفحه‌ی کانال ۱ و ۲

با اعمال تجزیه‌ی SVD بر روی دادگان و بررسی جهت‌های پراکنده‌ی با ماتریس‌های تکین چپ و راست شکل زیر حاصل شد. همانطور که قابل مشاهده است اندازه‌ی پراکنده‌ی در جهات مختلف، با ماتریس تکین چپ کمتر از این مقادیر برای ماتریس تکین راست است. همچنین جهات این بردارها نیز متفاوت است.

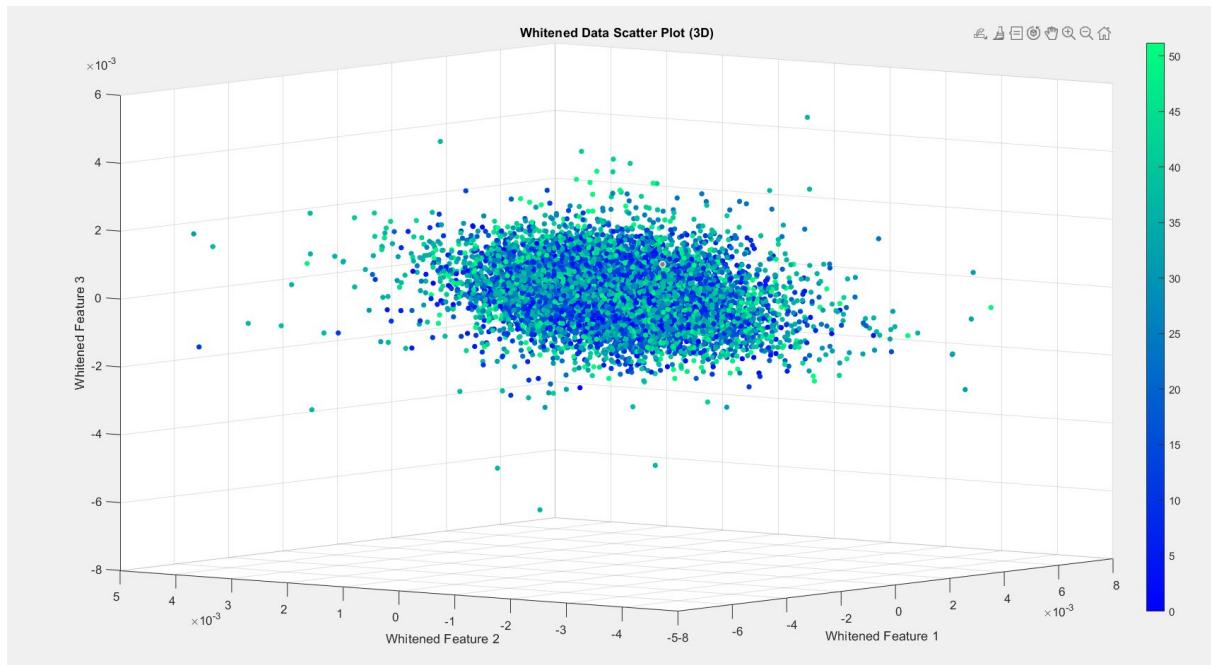


شکل ۱-۱۳ جهات پراکنده‌ی

مقادیر تکین	مقادیر ویژه
۲۶۹.۴۱۷۲۲۴۲۵۹۰۰۶	۰.۳۳۳۳۴۱۷۱۲۷۵۶۹۱۱
۱۳۳.۱۷۱۹۹۴۰۶۷۰۳۴	۱.۷۳۲۰۷۰۳۶۲۳۰۵۳۸
۵۸.۴۲۲۰۸۷۰۴۸۵۵۴۸	۷.۰۸۹۰۵۲۱۸۵۲۵۱۴۵

همانطور که در شکل فوق قابل مشاهده است، مقادیر تکین بزرگتر از مقادیر ویژه هستند که این نشان‌دهنده‌ی پراکنده‌ی بیشتر در جهات بردارهای مربوط به مقادیر تکین است.

همچنین با اعمال این تجزیه و سفیدسازی، در برخی جهات مقدار کاهش پراکنده‌ی بیشتر از سایر جهات بود. این مورد در شکل زیر قابل مشاهده است.



شکل ۱۴-۱ سفید سازی، با استفاده از *SVD*

تمرین دوم

۱-۲ - الف

برای این منظور ابتدا باید ضریبی که نیاز بود تا نویز را با آن به سیگنال اضافه کنیم را به دست می‌اوردیم.

$$x = S + \sigma N$$

برای این کار از رابطه‌ی موجود در اسلایدها استفاده شد. این رابطه در شکل زیر نشان داده شده است.

○ اضافه کردن یک نویز با SNR مشخص به یک سیگنال:

$$P_s = \|s\|_2^2$$

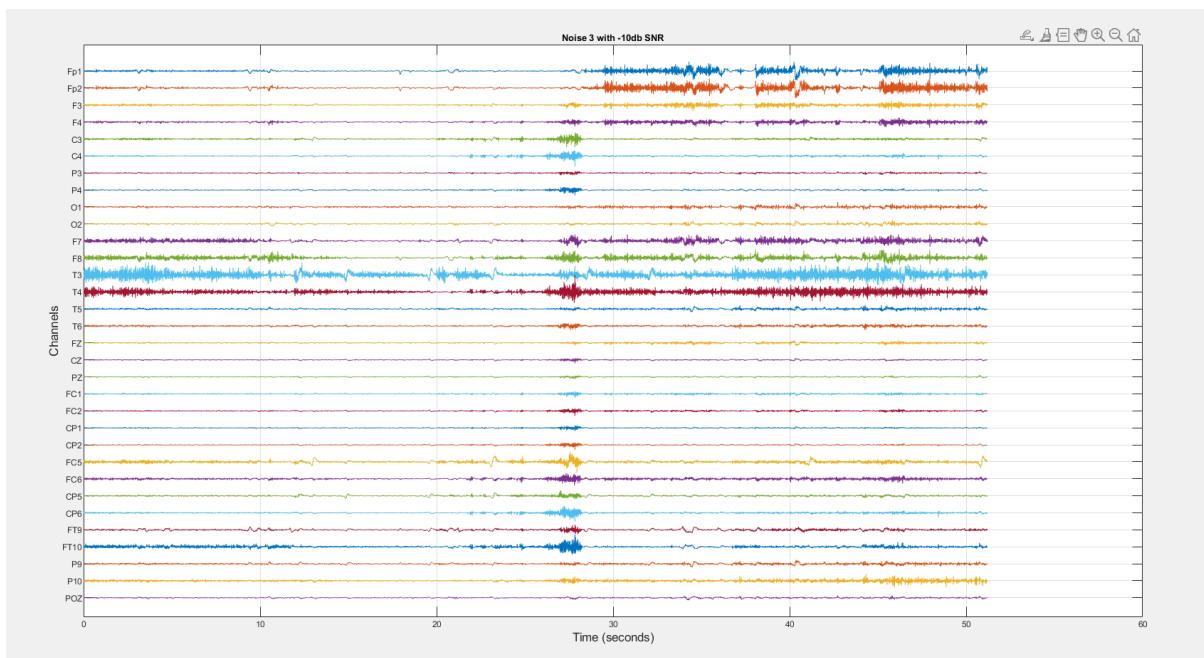
$$P_N = \|N\|_2^2$$

$$\text{داده شده } SNR_{dB} \rightarrow x[m] = s[m] + \sigma N[m] = s[m] + N'[m]$$

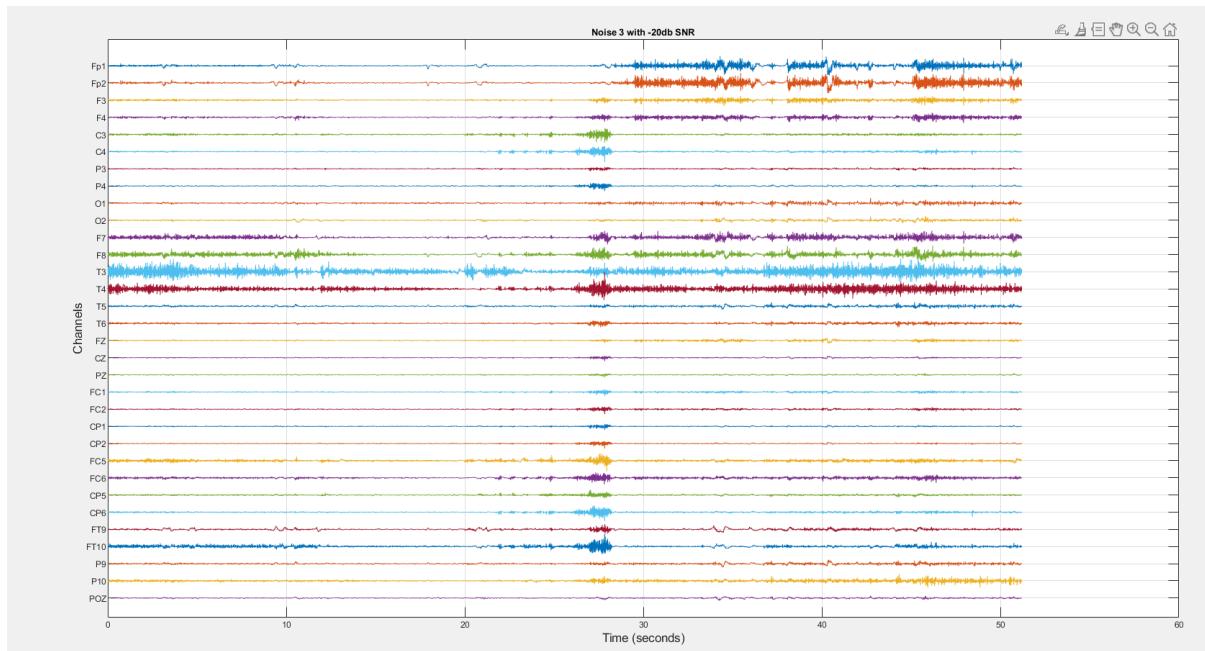
$$SNR_{dB} = 10 \log_{10} \frac{\|s\|^2}{\|\sigma N\|^2} = 10 \log_{10} \frac{P_s}{\sigma^2 P_N} \rightarrow \frac{P_s}{\sigma^2 P_N} = 10^{\left(\frac{SNR_{dB}}{10}\right)}$$

$$\rightarrow \sigma^2 = \frac{P_s}{P_N} \times 10^{-\left(\frac{SNR_{dB}}{10}\right)}$$

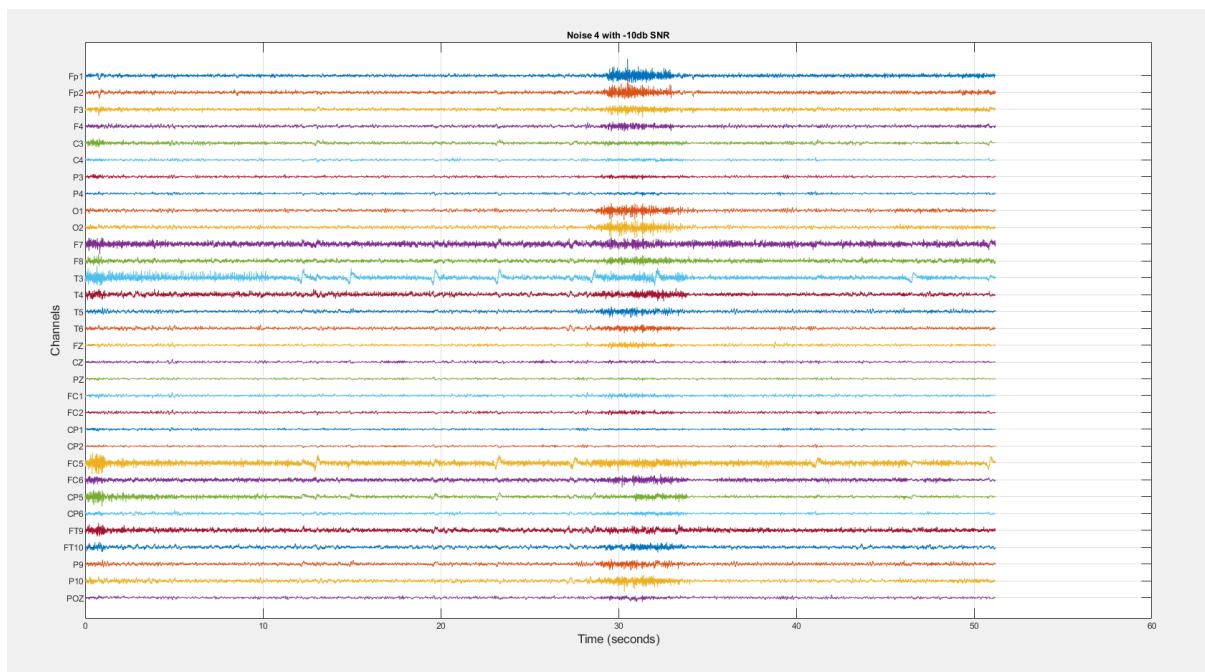
بعد از محاسبه‌ی این مورد نویز با سیگنال‌ها افزوده شد. در اینجا از نویز ۳ و ۴ برای افزودن به سیگنال استفاده شد. پس از افزودن نویزها شکل‌های زیر حاصل شدند.



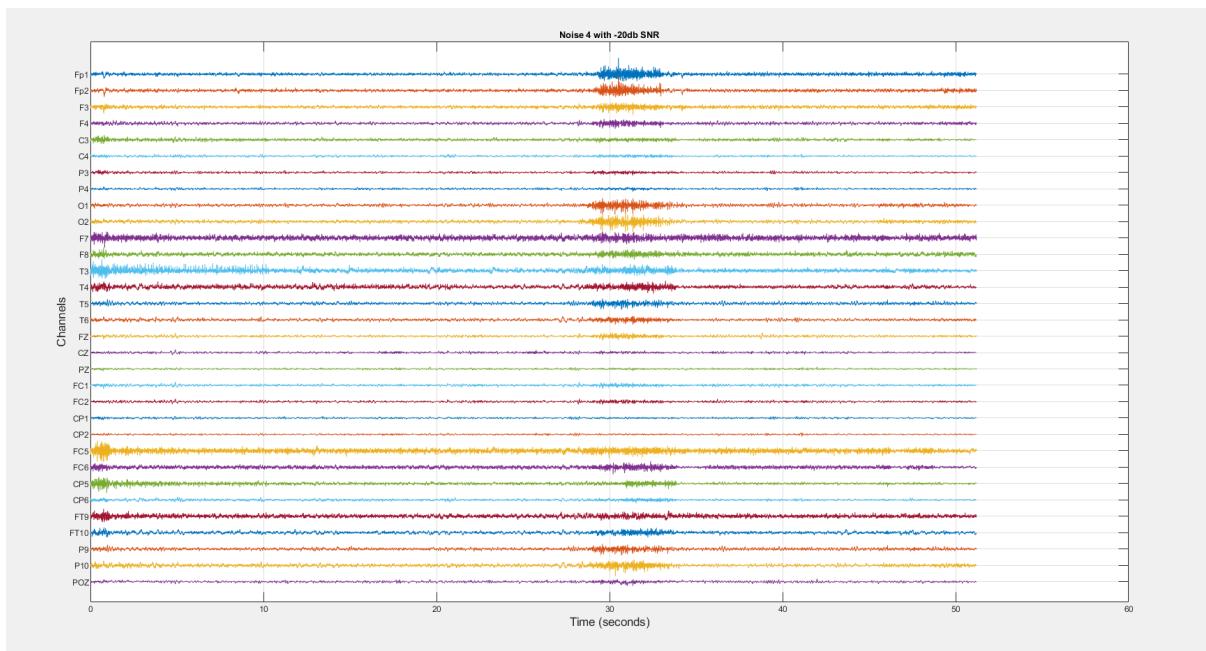
شکل ۱-۲ نویز ۳ با $SNR=-10db$



شكل ٢-٢ نویز ٣ با $SNR = -20db$



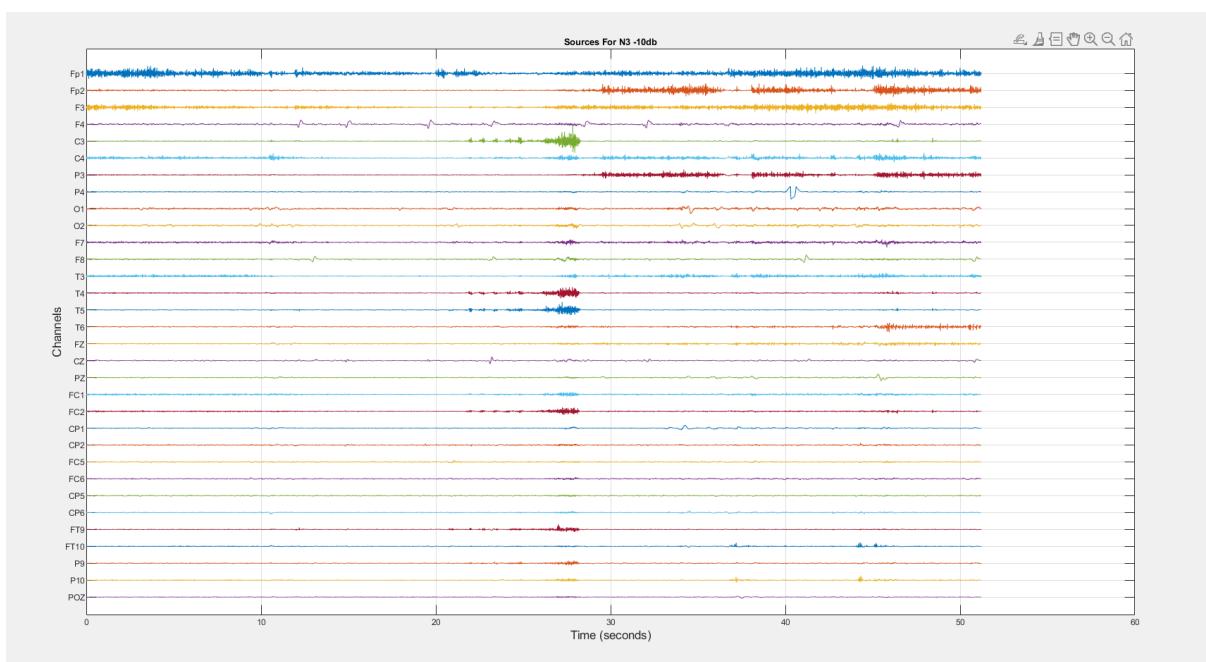
شكل ٢-٣ نویز ٤ با $SNR = -10d$



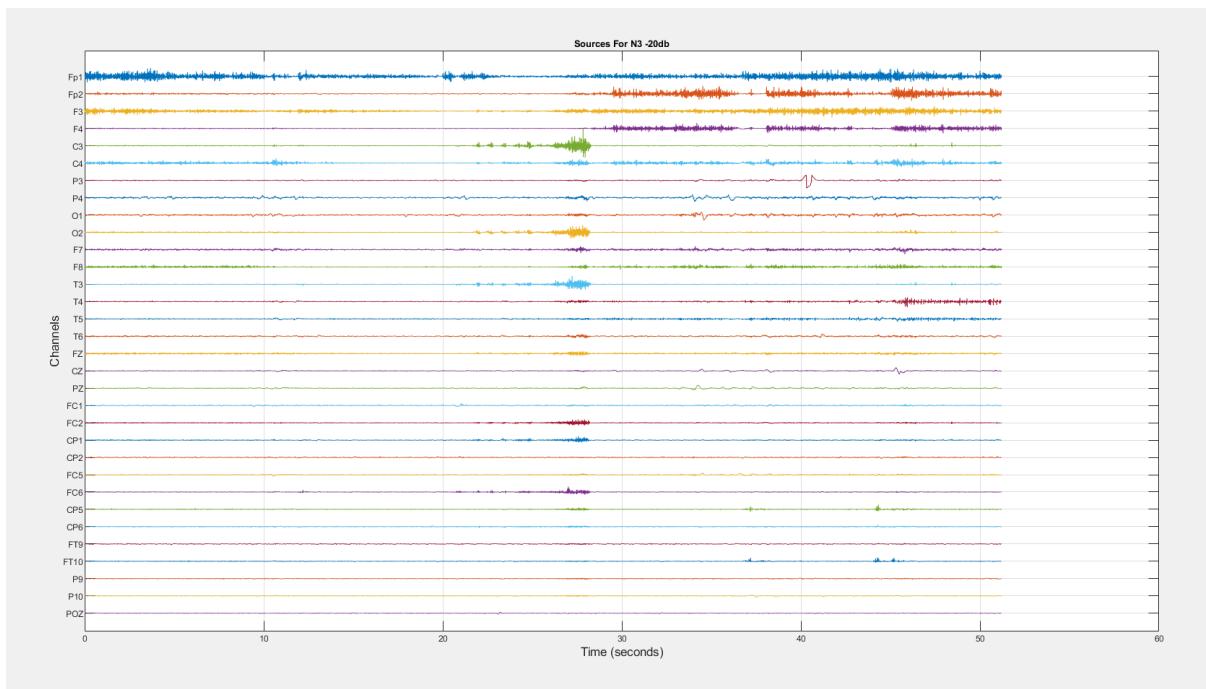
شکل ۲-۴ نویز ۴ با $SNR=-20db$

۲-۲- ب

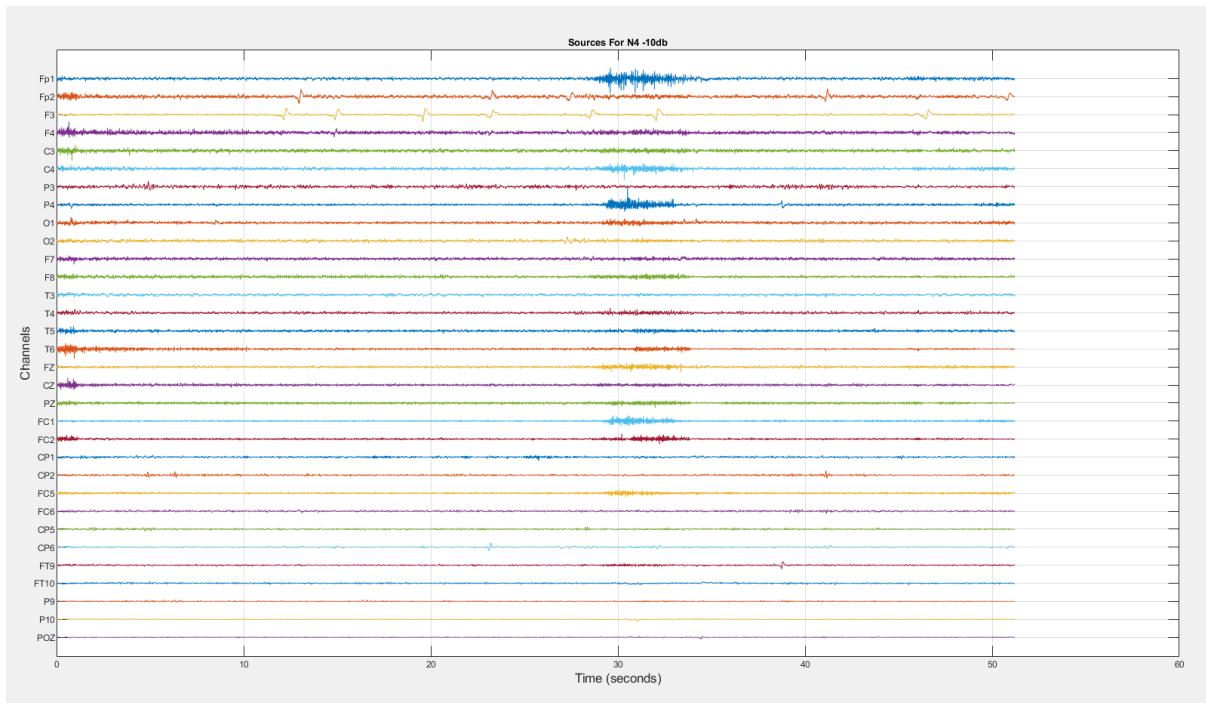
با استفاده از تابع COM2R منابع برای حالت‌های مختلف استخراج شدند و در شکل‌های زیر نشان داده شده‌اند.



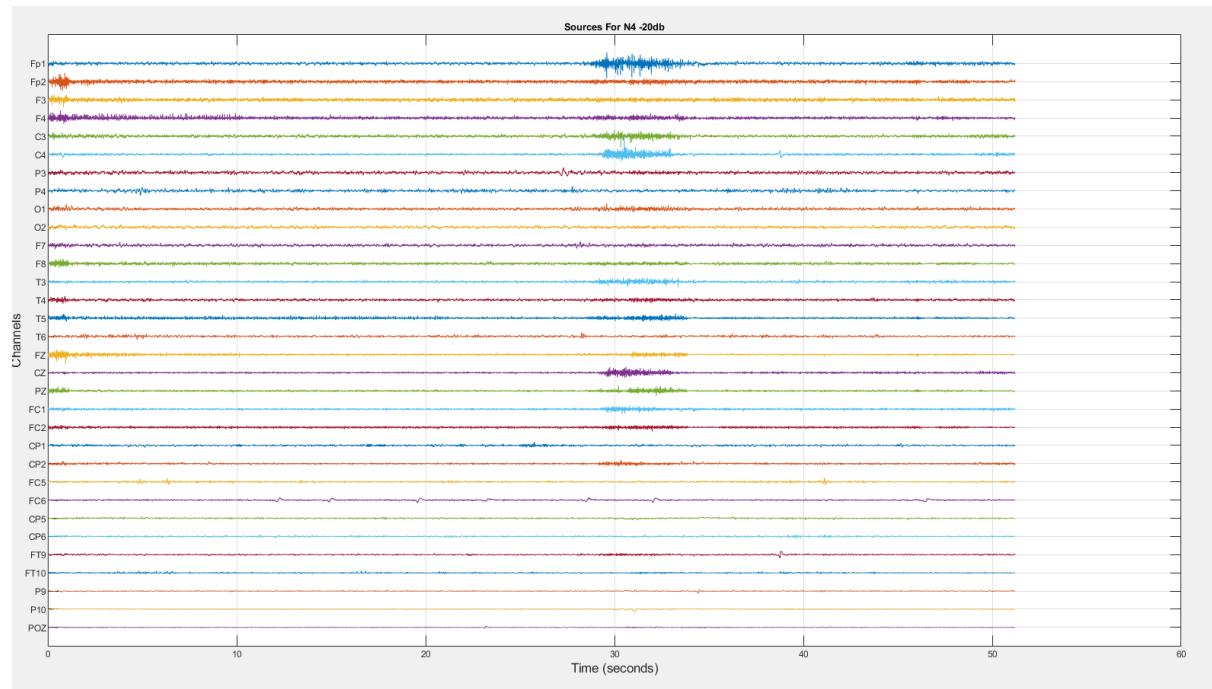
شکل ۲-۵ منابع برای نویز ۳ با $SNR=-10db$



شکل ۲-۶ منابع برای نویز ۳ با $SNR=-20db$

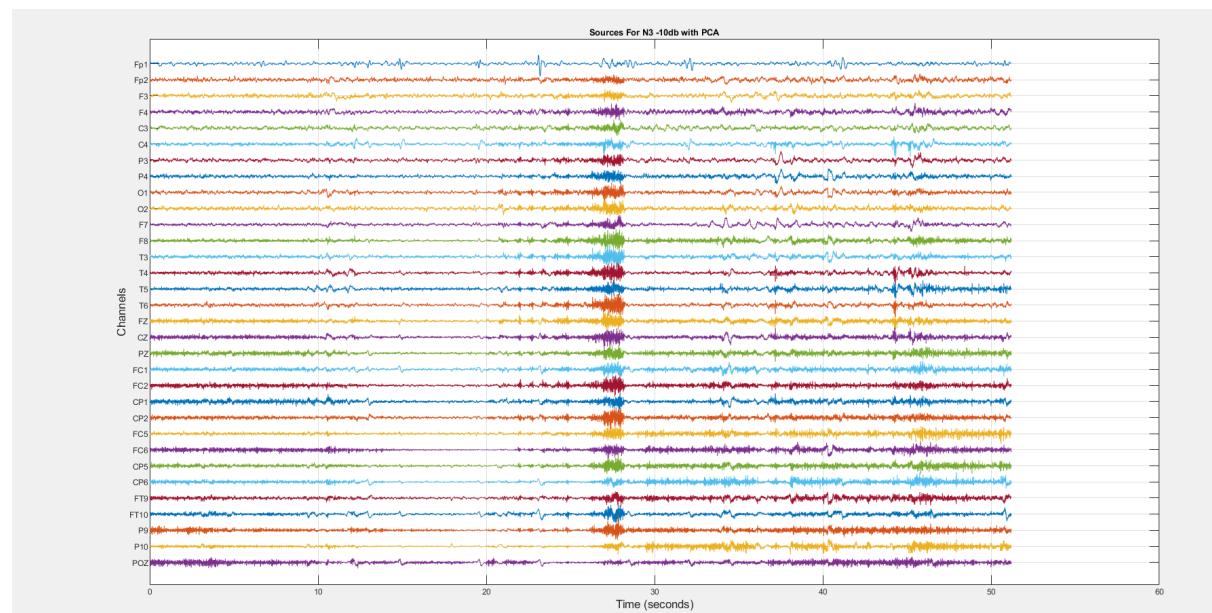


شکل ۲-۷ منابع برای نویز ۴ با $SNR=-20db$

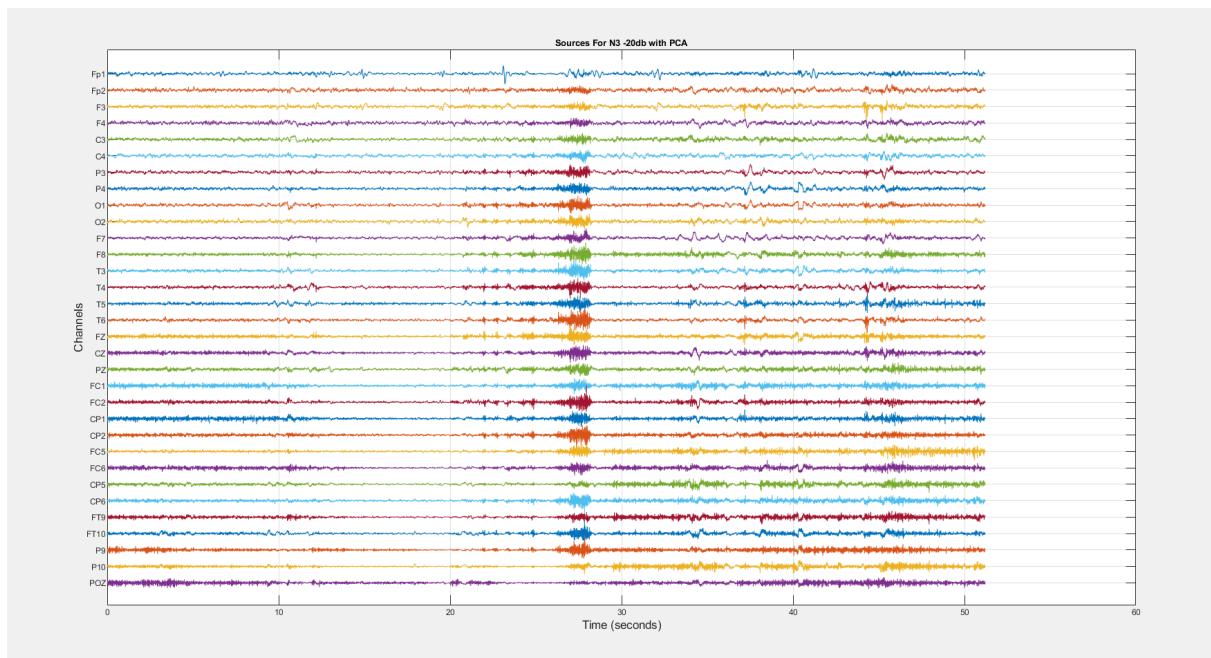


شکل ۲-۸ منابع برای نویز ۴ با $SNR=-20db$

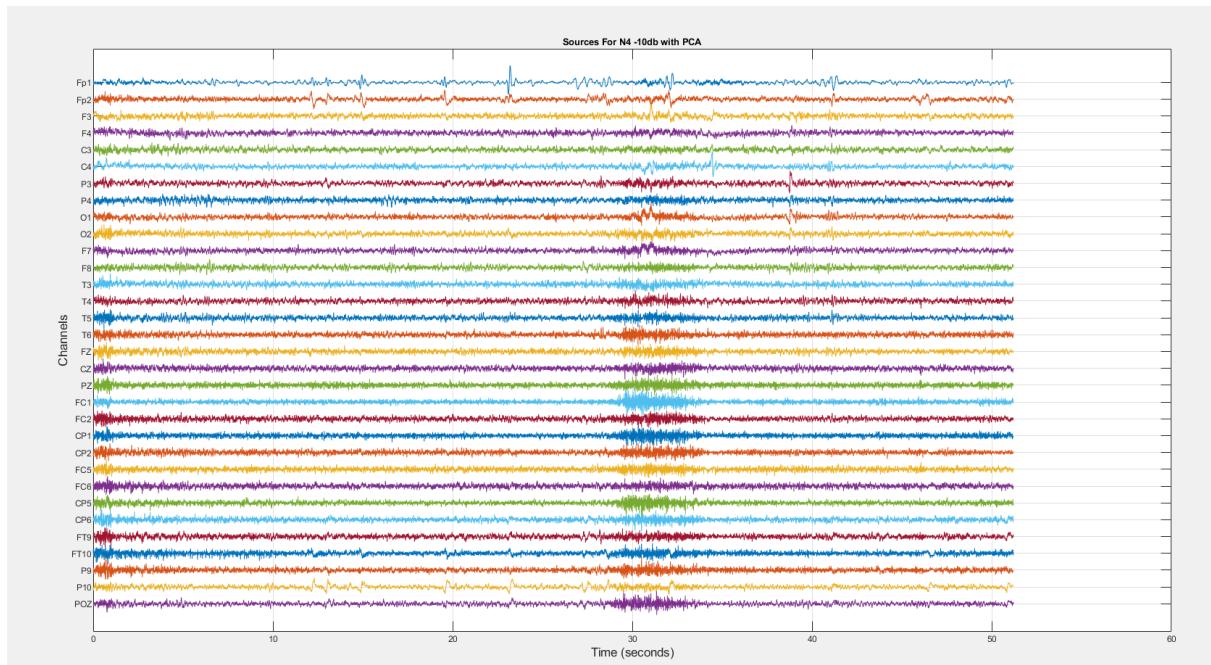
در ادامه منابع استخراجی برای PCA نمایش داده می‌شوند. این منابع در اشکال زیر نشان داده شده‌اند.



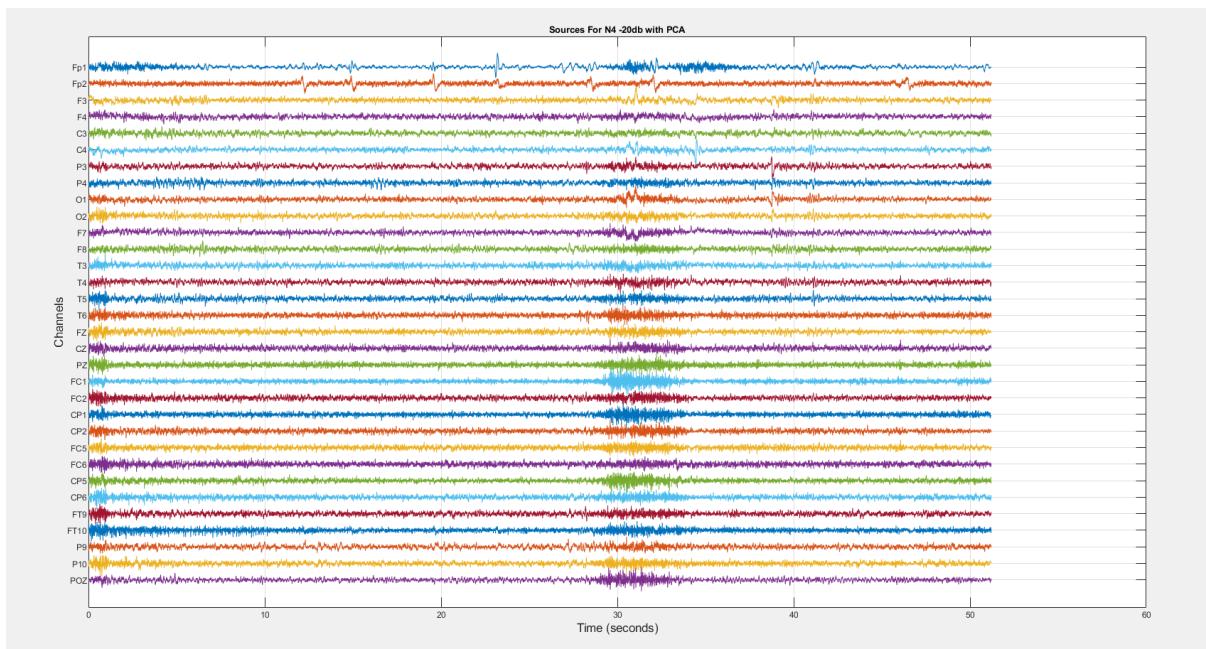
شکل ۲-۹ منابع برای نویز ۳ با $SNR=-10db$



شکل ۱۰-۲ منابع برای نویز ۳ با $SNR=-20db$



شکل ۱۱-۲ منابع برای نویز ۴ با $SNR=-10db$



شکل ۱۲-۲ منابع برای نویز ۴ با $SNR=-20db$

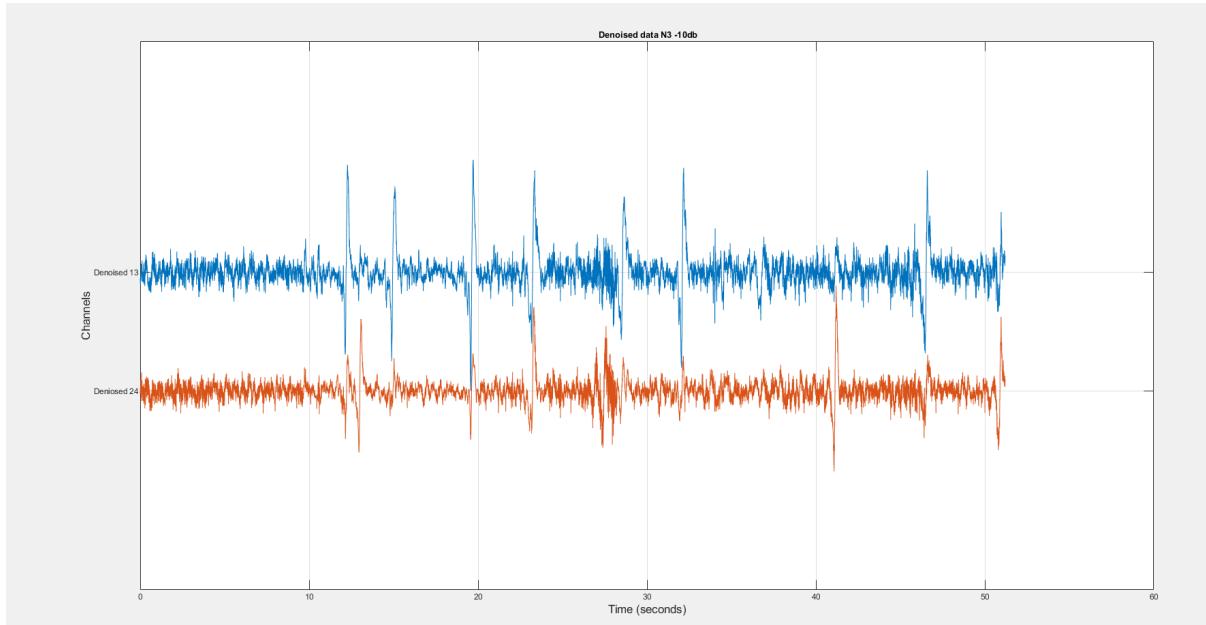
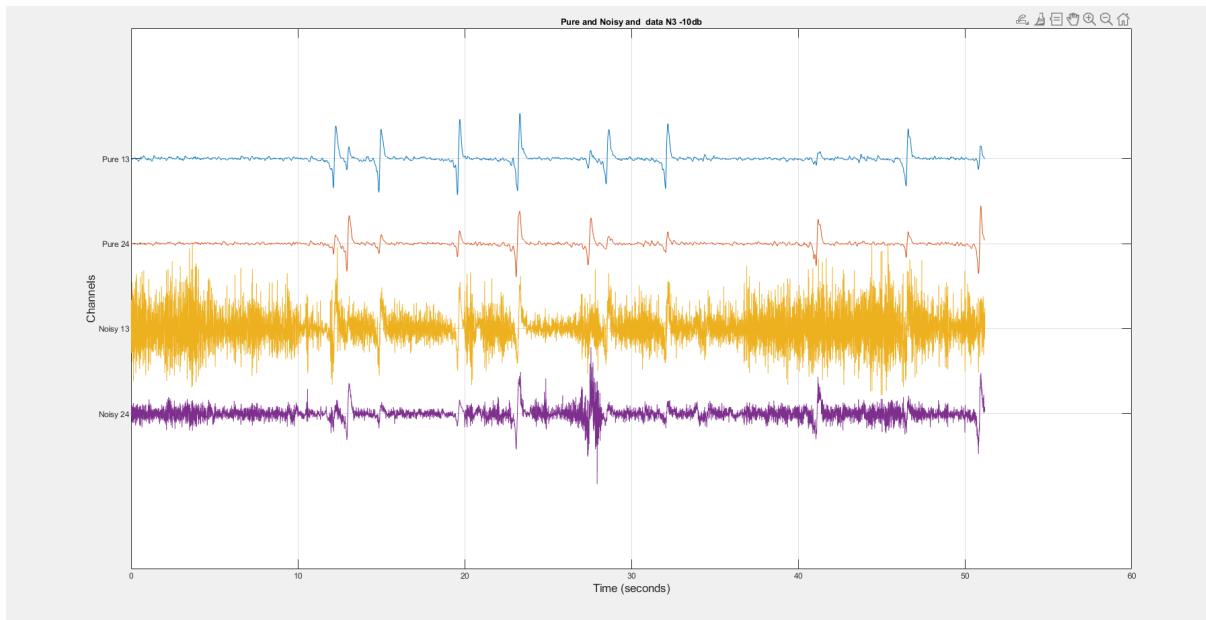
۳-۲-پ و ت

با بررسی منابع استخراجی برای نویز ۳ با $SNR=-10db$ منابع ۴، ۱۲ و ۱۸ منابع اسپایکی تشخیص داده شدند. برای نویز ۳ با $SNR=-20db$ منابع ۸، ۱۷ و ۱۸ اسپایکی تشخیص داده شدند و برای منبع ۴ با $SNR=10,-20db$ به ترتیب منابع {۲۰} و {۲۵} منابع اسپایکی تشخیص داده شدند. سپس با استفاده از ماتریس ترکیب، این منابع به حوزه‌ی سنسور برگشتند.

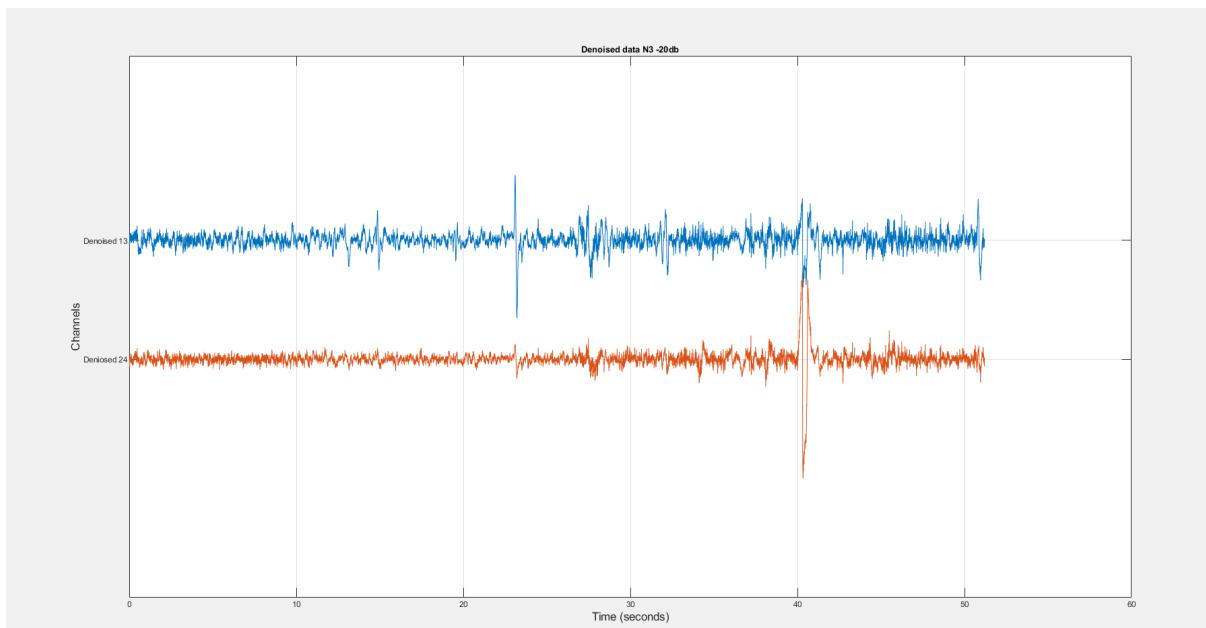
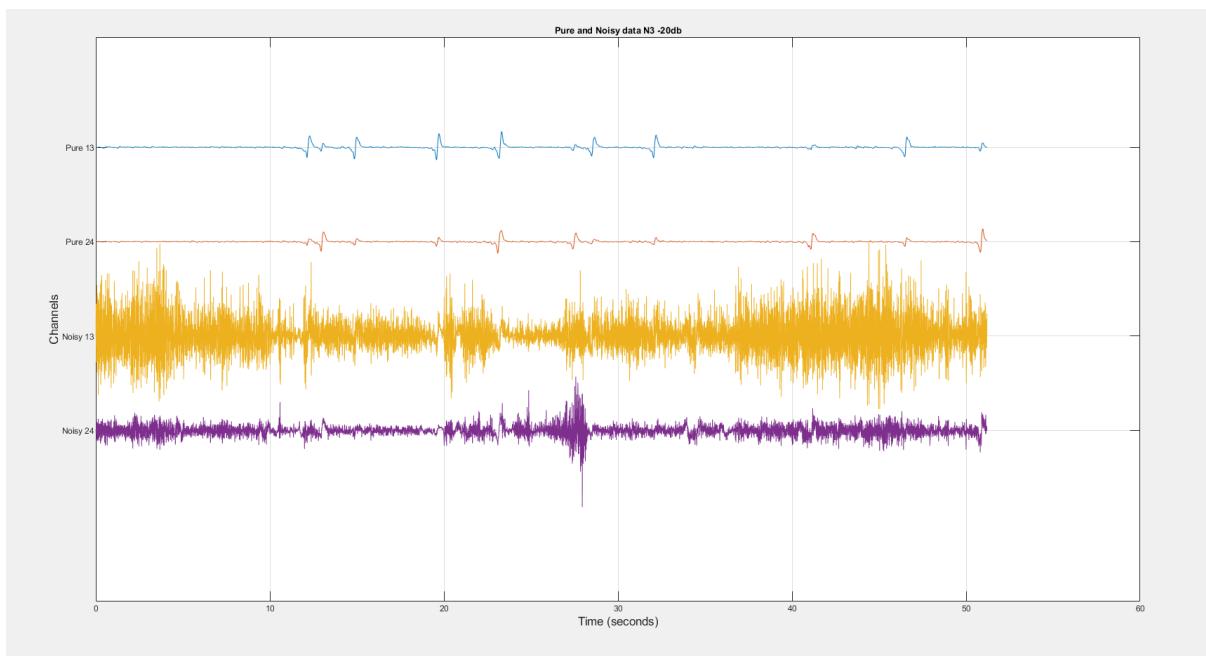
در روش PCA به ترتیب منابع برای تمامی حالات ۵ منبع اول به عنوان منابع اسپایکی در نظر گرفته شدند.

۴-۲-۵

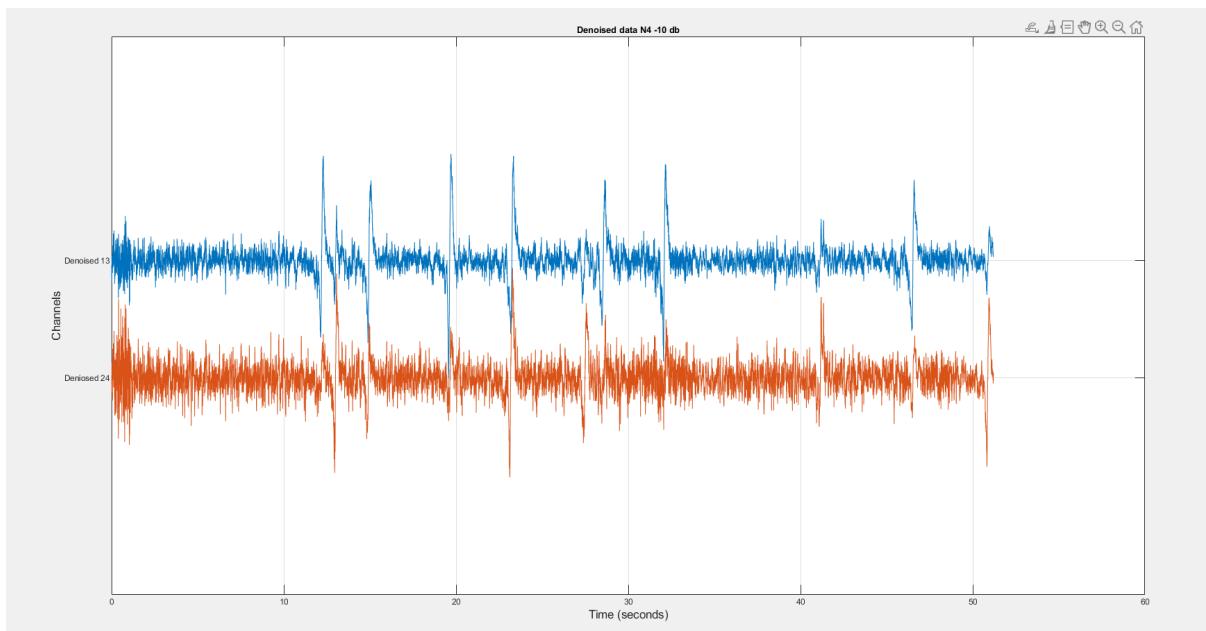
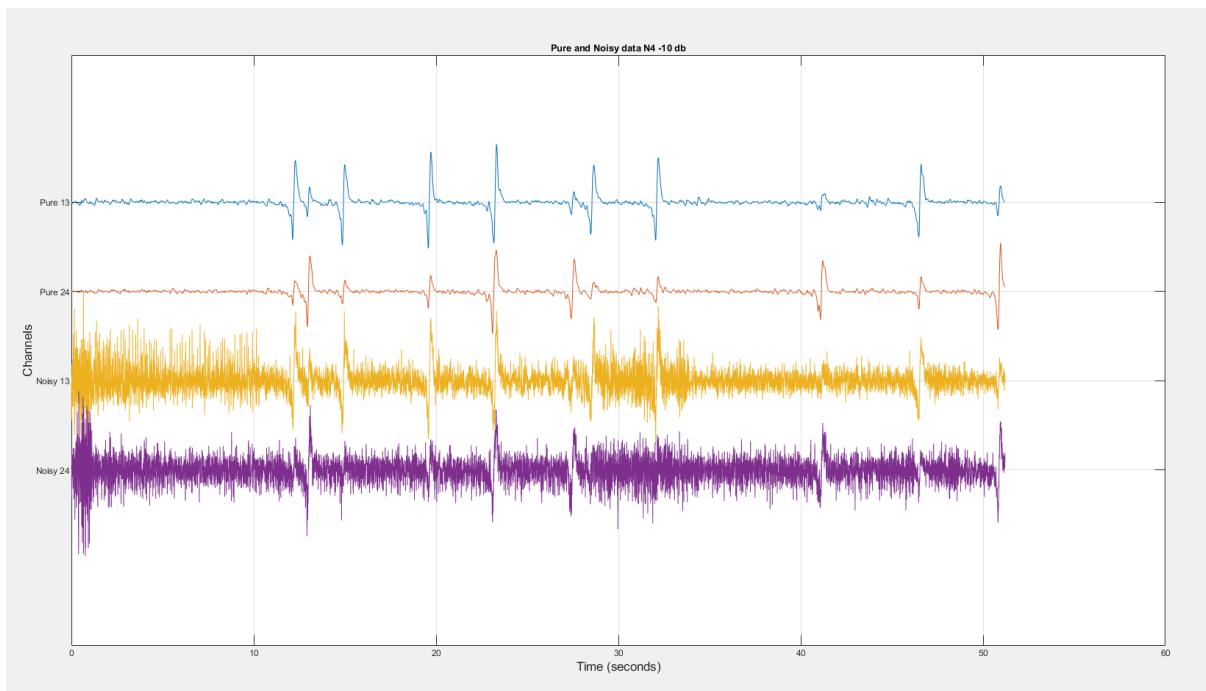
نمایش این کانال‌ها به صورت زیر هستند.



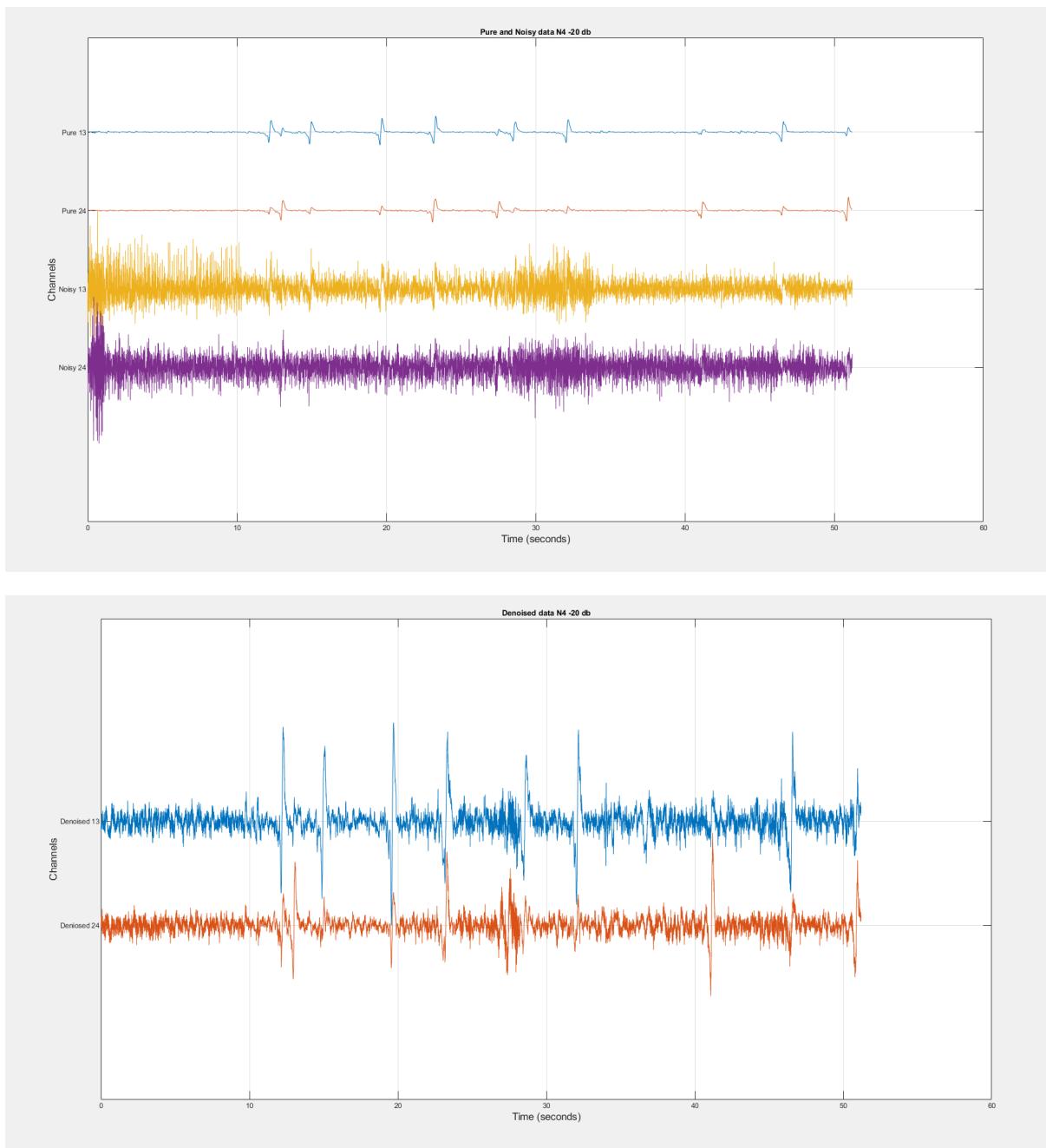
شکل ۱۳-۲ نویز ۳ با $SNR=-10db$ تصویر اول داده‌های نویزی و اصلی، تصویر دوم داده‌های حذف نویز شده



شکل ۱۴-۲ نویز ۳ با $SNR=-20db$ تصویر اول داده‌های نویزی و اصلی، تصویر دوم داده‌های حذف نویز شده



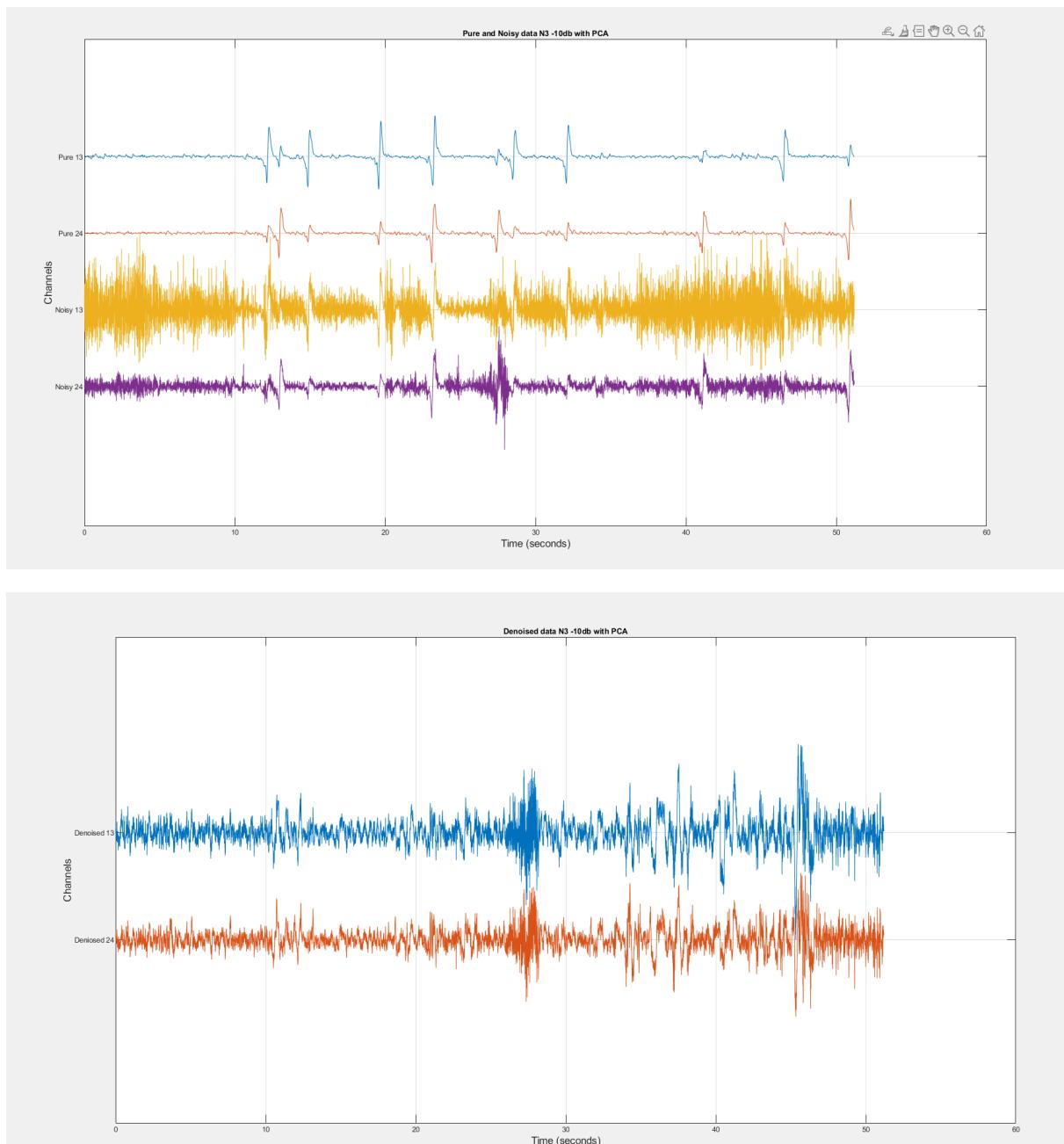
شکل ۱۵-۲ نویز ۴ با $SNR=-10db$ تصویر اول داده‌های نویزی و اصلی، تصویر دوم داده‌های حذف نویز شده



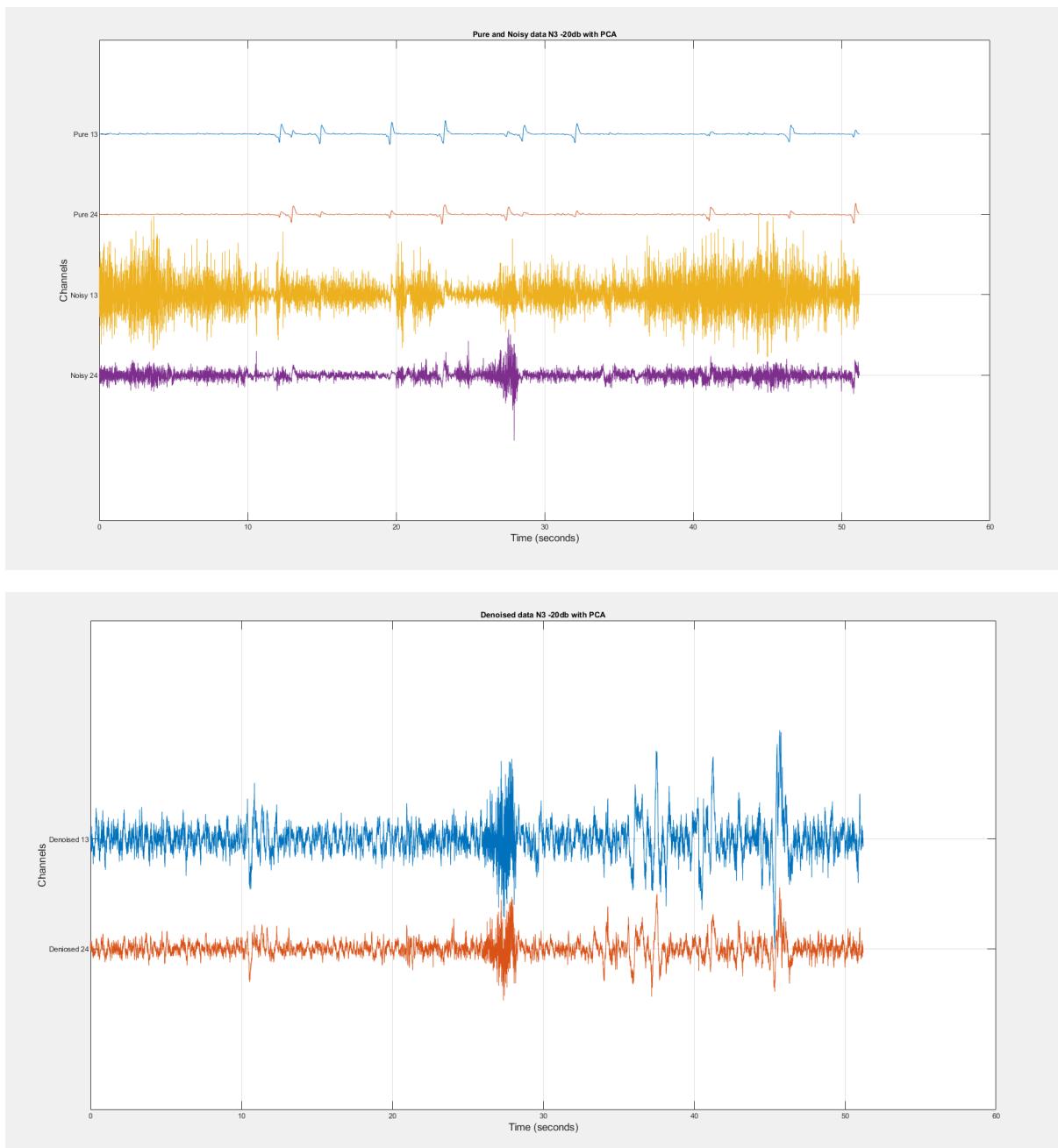
شکل ۱۶-۲ نویز ۴ با $SNR=-20db$ تصویر اول داده‌های نویزی و اصلی، تصویر دوم داده‌های حذف نویز شده

در تصاویر فوق، منابع اسپاکی با نویز استخراج شده‌اند که نشان از درست نبودن منابع انتخاب شده در بخش قبل دارد این مورد می‌تواند با انتخاب درست‌تر منابع رفع شود. البته با این وجود هم امکان تشخیص اسپاک‌ها وجود دارد. علت نمایش تصاویر کanal‌های حذف نویز شده در پلاٹی دیگر این است که زیاد بودن دامنه‌ی نویز، باعث می‌شد که در مقیاس‌بندی دامنه، دامنه‌ی داده‌های حذف نویز شده به خوبی نشان داده نشود.

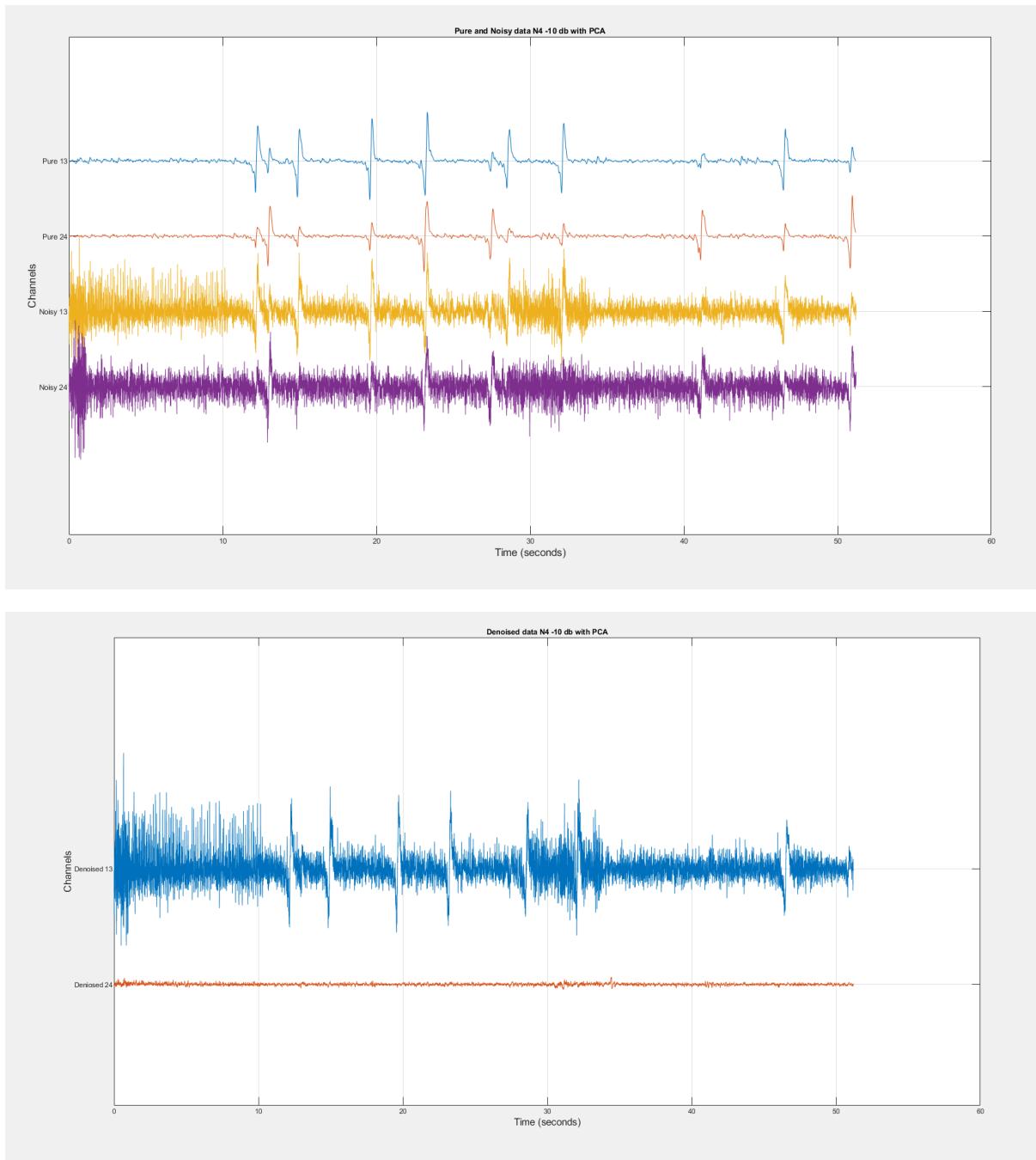
در ادامه با استفاده از PCA مشاهدات کanal‌های خواسته شده به دست آمدند، اما خروجی این روش چندان مطلوب نبود و این روش توانایی لازم برای استخراج منابع را نداشت.



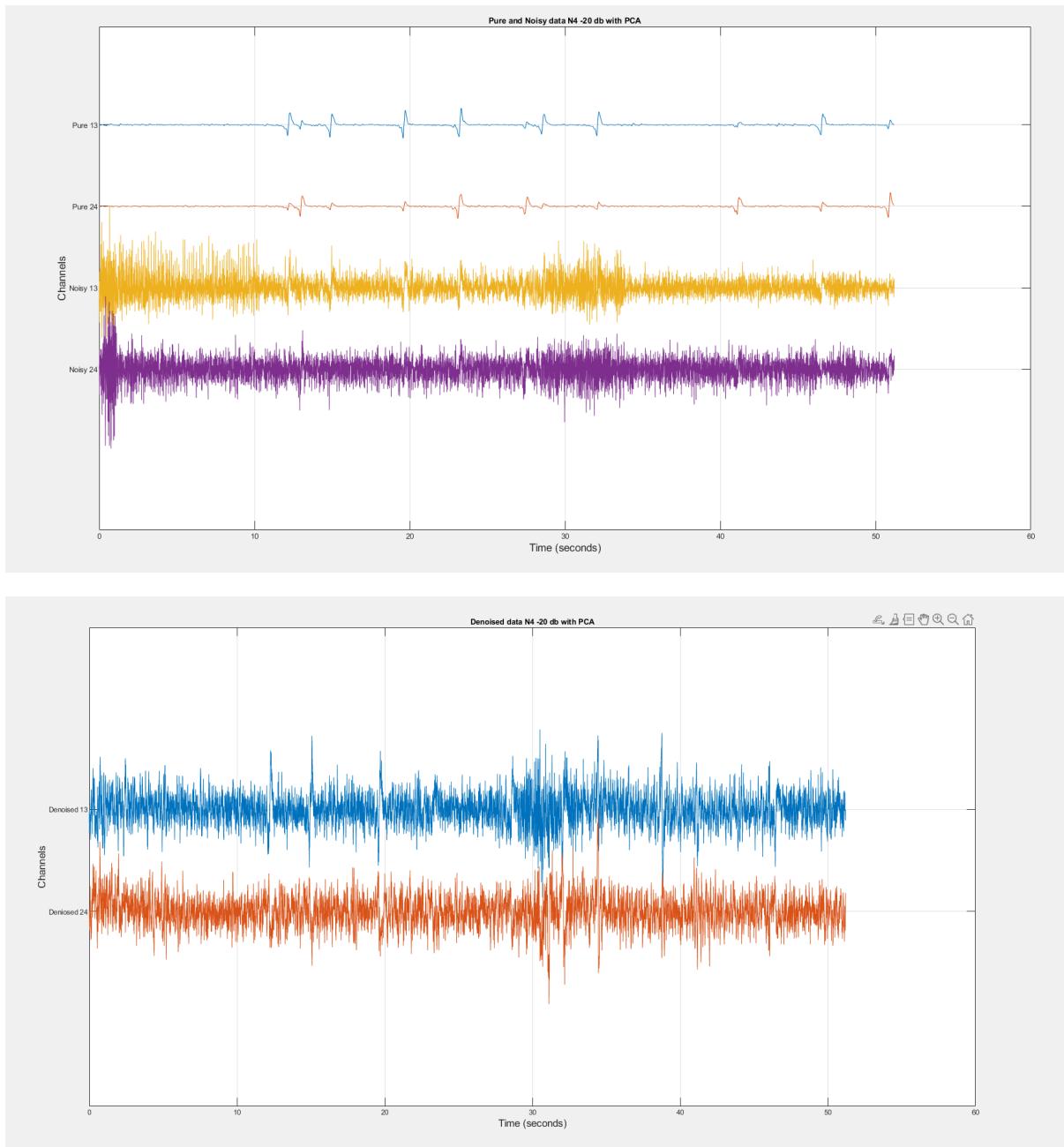
شکل ۱۷-۲ نویز ۳ با $SNR=-10db$ تصویر اول داده‌های نویزی و اصلی، تصویر دوم داده‌های حذف نویز شده



شکل ۱۸-۲ نویز ۳ با $SNR=-20db$ تصویر اول داده‌های نویزی و اصلی، تصویر دوم داده‌های حذف نویز شده



شکل ۱۹-۲ نویز ۴ با $SNR=-10db$ تصویر اول داده‌های نویزی و اصلی، تصویر دوم داده‌های حذف نویز شده



شکل ۲۰-۴ با $SNR=-20db$

این روش رویه‌های نیست، چرا که به سختی در محل اسپایک‌ها پیک‌هایی ظاهر می‌شوند و نمی‌توان به راحتی اسپایک‌هارا تشخیص داد. البته شاید بتوان با تغییر منابع انتخاب شده، خروجی بهتری را به دست آورد. اما در این مورد من با امتحان کردن چندین حالت، بهترین نتیجه را نتیجه‌ی فوق به دست آوردم.

۲-۵-و

مقادیر RRMSE استخراج شده برای حالت‌های مختلف در جدول زیر آورده شده است.

نویز	RRMSE
SNR=-10db با ۳	۱.۱۷۱۹۳۸۷۷۷۸۹۲۹۷
SNR=-20db با ۳	۱.۹۶۷۴۰۰۶۳۲۰۵۷۸۶
SNR=-10db با ۴	۱.۲۳۲۲۱۰۲۳۷۷۳۸۷۲
SNR=-20db با ۴	۲.۵۰۸۹۵۵۰۶۸۵۲۷۱۷

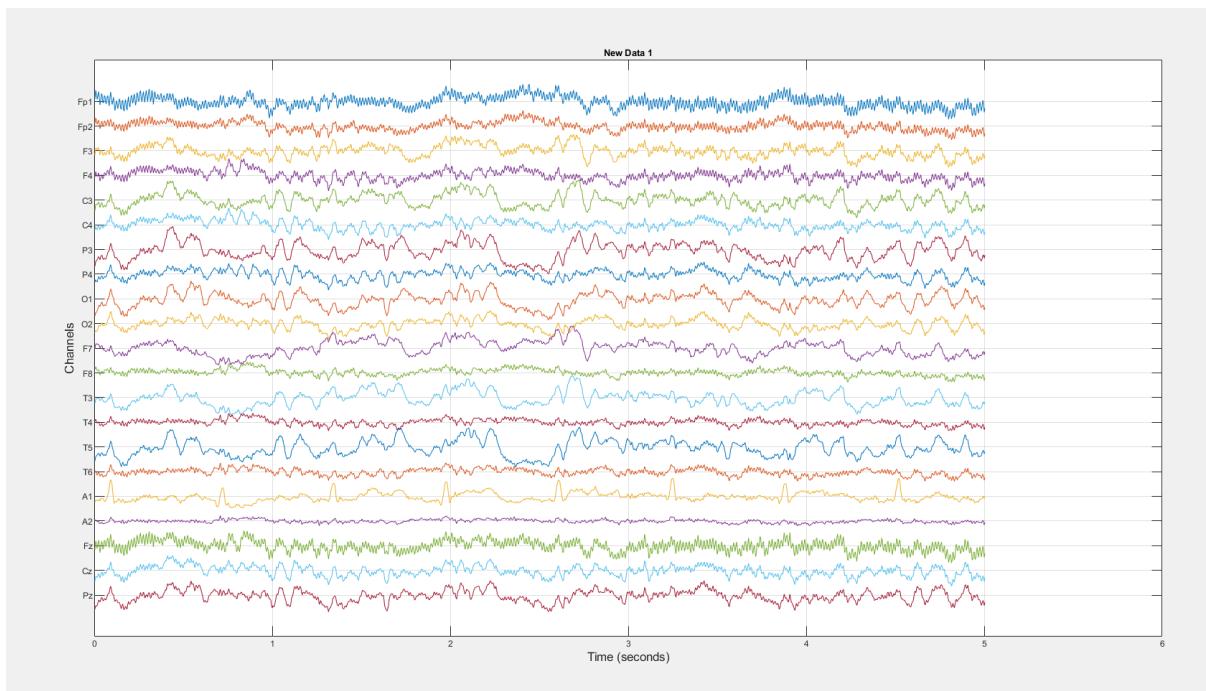
روش PCA

نویز	RRMSE
SNR=-10db با ۳	۱.۰۹۴۲۹۴۲۶۲۰۰۹۴۹
SNR=-20db با ۳	۱.۵۰۷۱۴۱۱۷۵۱۴۲۹۲
SNR=-10db با ۴	۱.۲۹۳۱۰۸۷۳۳۱۰۷۲۱
SNR=-20db با ۴	۲.۵۱۱۷۳۴۶۷۸۰۹۱۸۹

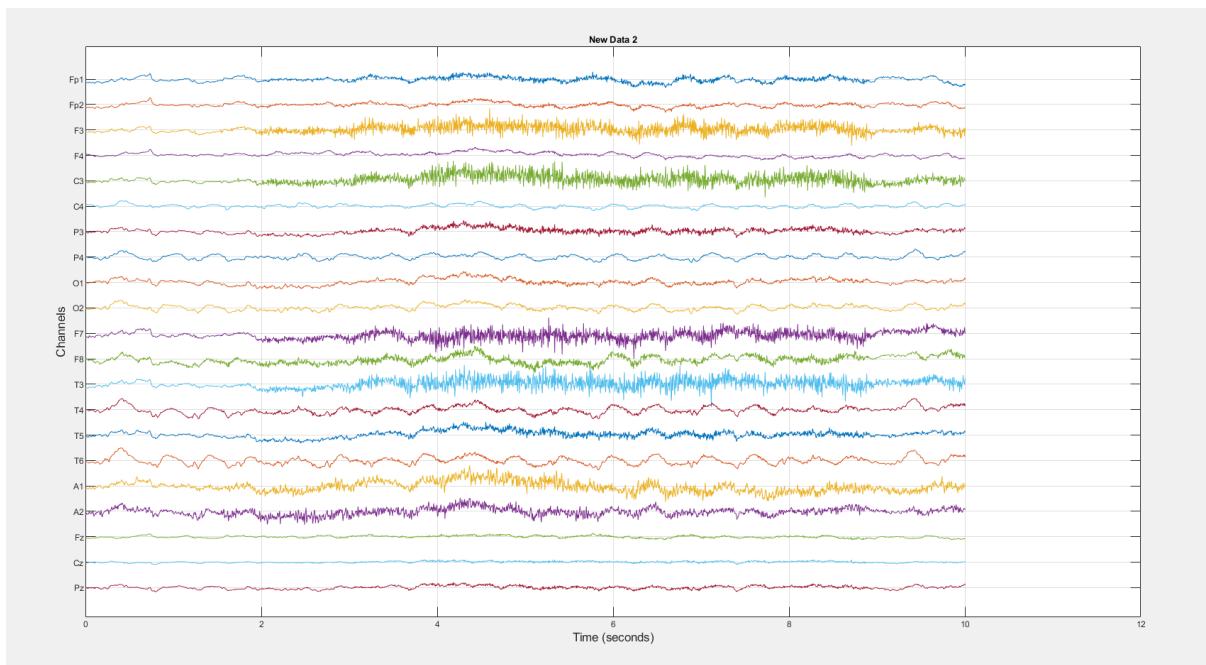
سوال سوم

۱-۳ - الف

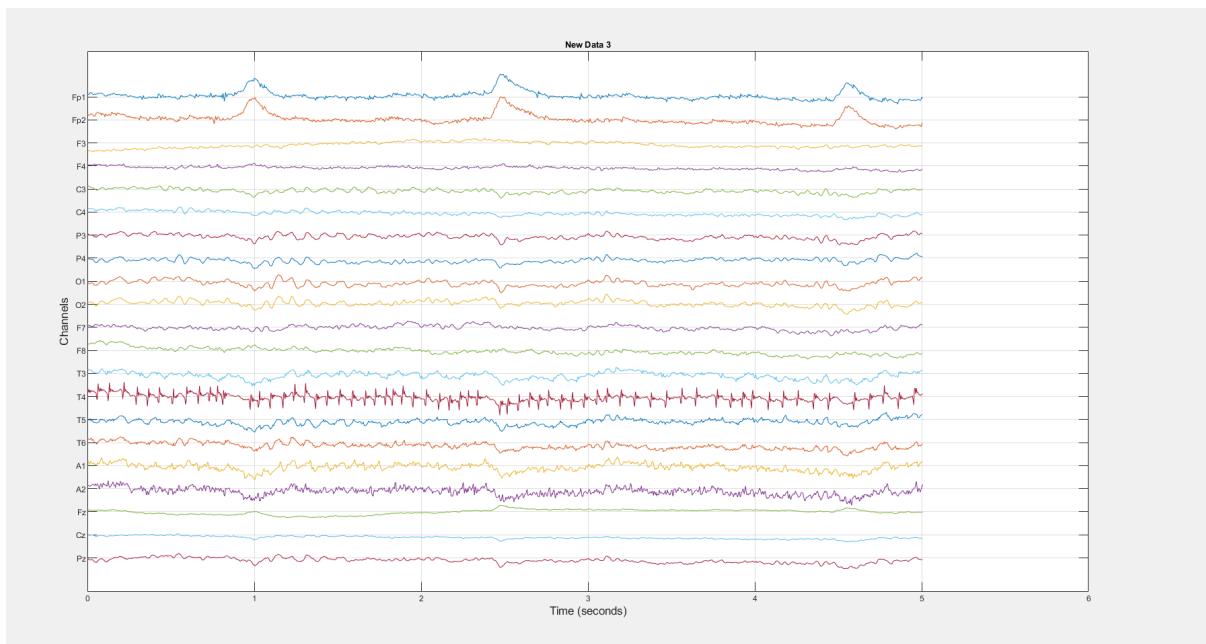
پس از وارد کردن دادگان به محیط مطلب این دادگان رسم شدند که خروجی رسم، به صورت شکل‌های زیر است.



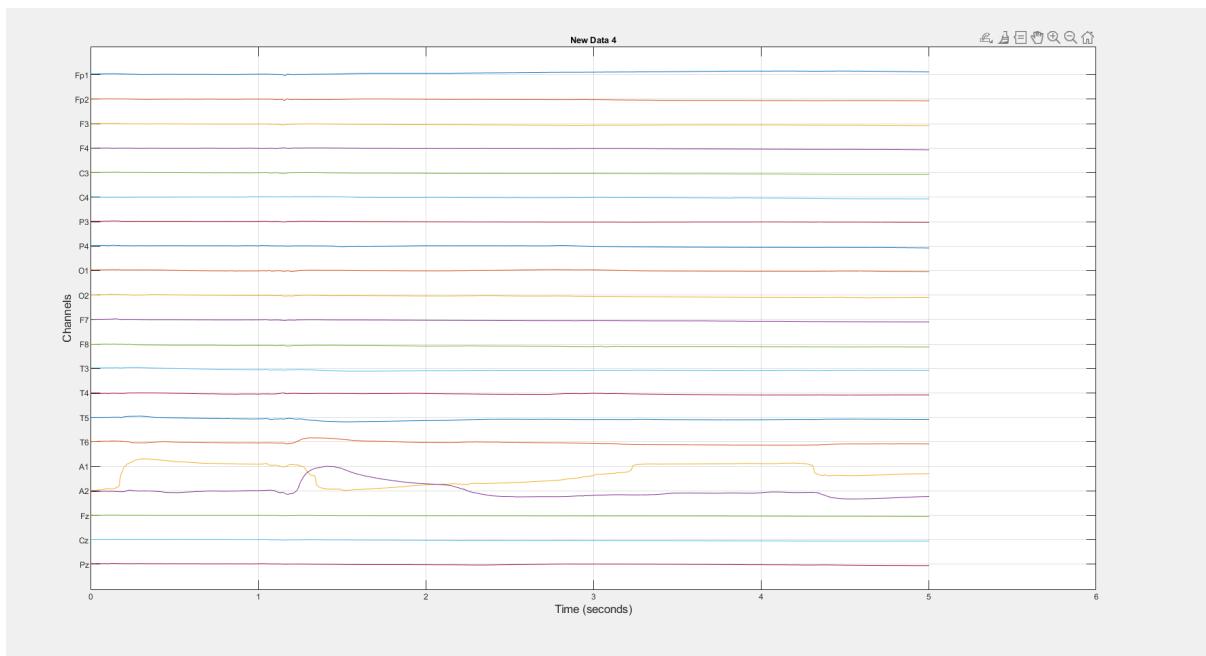
شکل ۳-۱ شکل دادگان مربوط به NEWData1



شکل ۳-۲ شکل دادگان مربوط به NEWData2



شکل ۳-۳ شکل دادگان مربوط به NEWData3



شکل ۳-۴ شکل دادگان مربوط به NEWData4

۲-۳ ب

نویز ماهیچه (Fp1, Fp2), حرکت الکترود (P3, F7, ..), ضربان قلب (A1) و عرق پوست (T4). NEWData1

نویز ماهیچه (F3, F7), حرکت چشم (T4, T6). برق شهر (A2). NEWData2

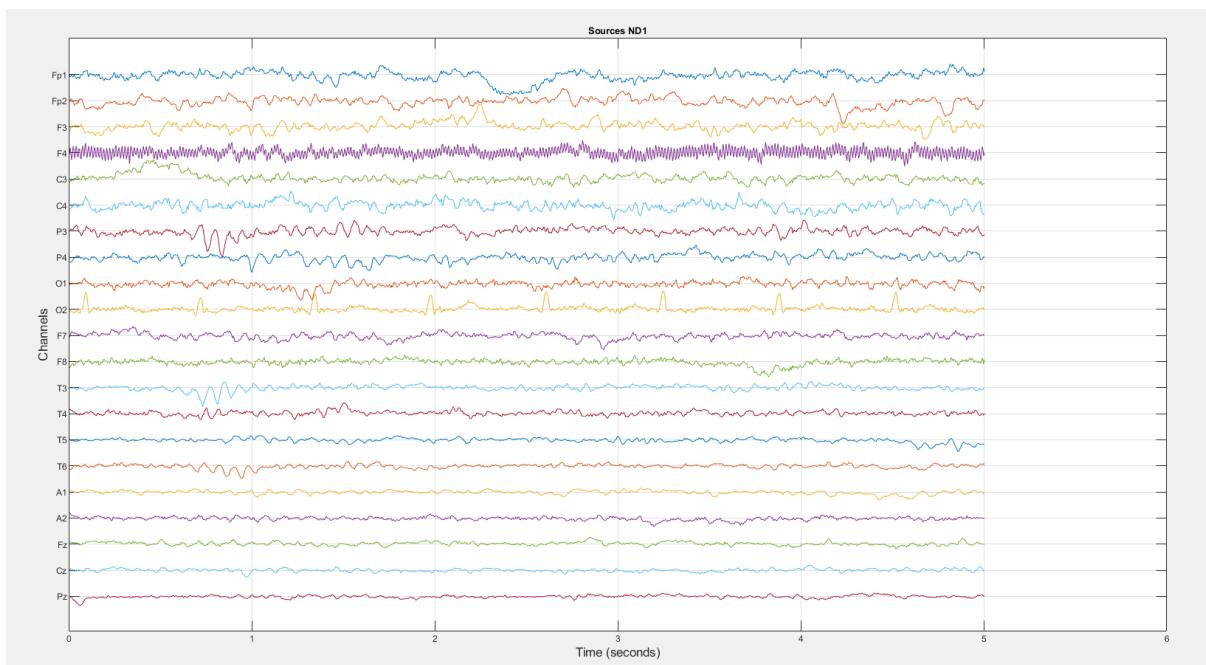
پلک زدن (A2)، ضربان قلب (T4)، برق شهر (Fp1, Fp2) : NEWData3

حرکت الکترود (A1, A2) : NEWData4

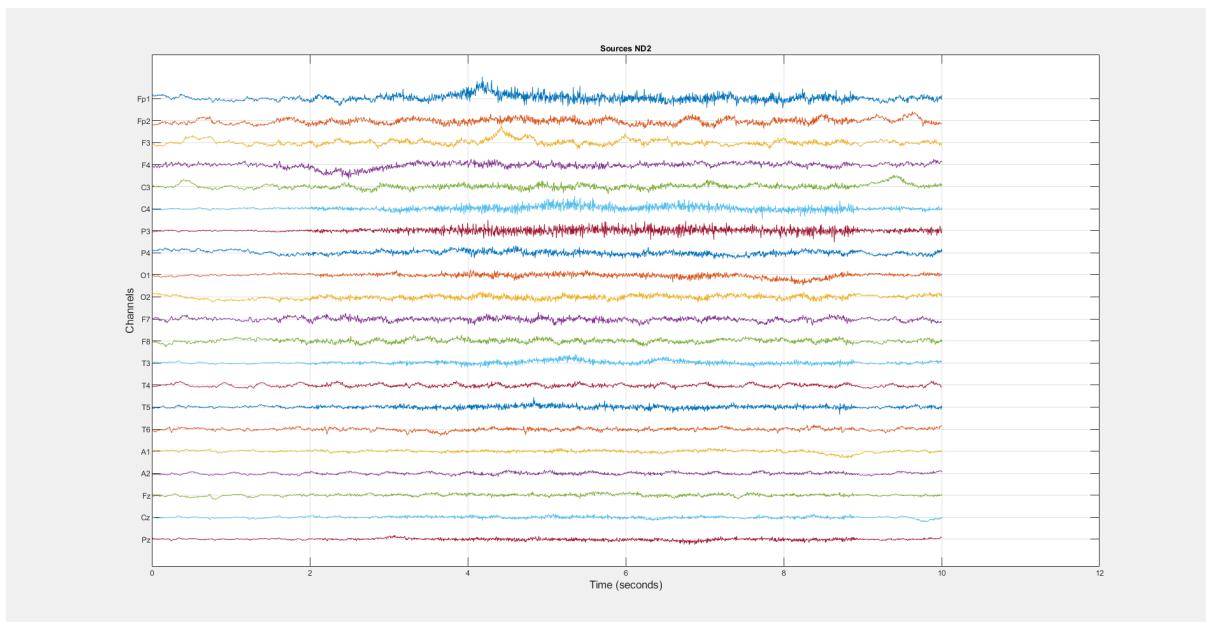
برخی از این نویزها مانند پلک زدن، حرکت چشم، ضربان قلب، عرق پوستسر و نویز ماهیچه قابل حذف هستند.

۳-۳- پ و ت

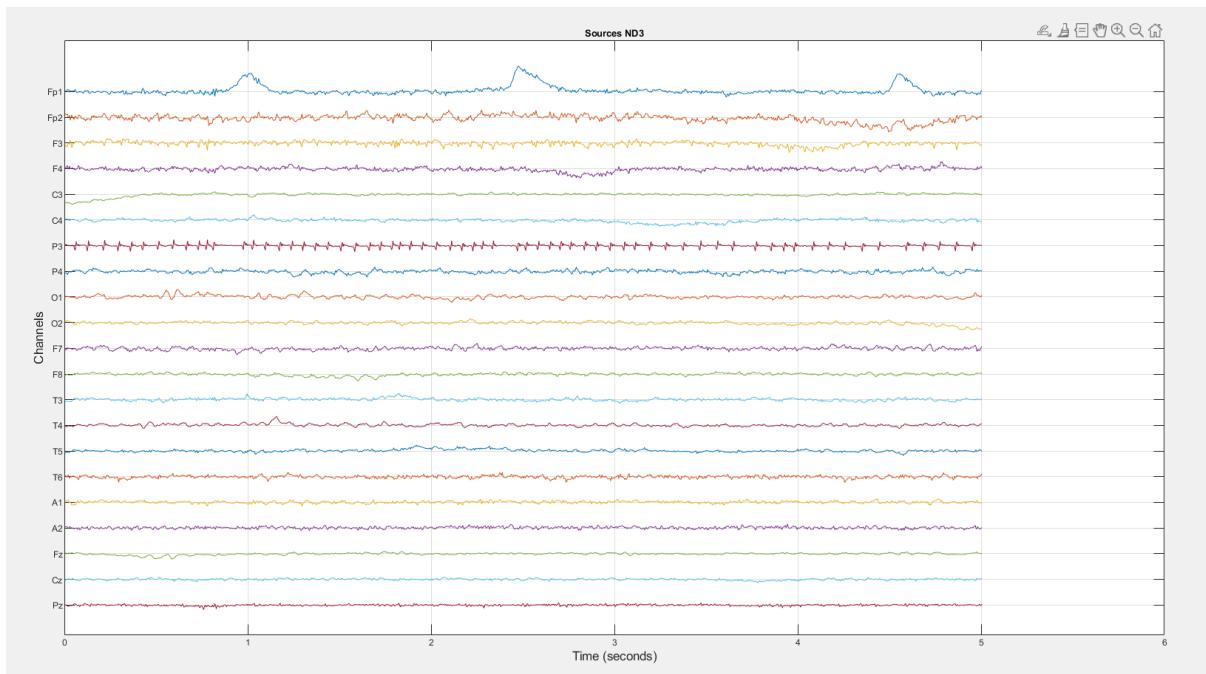
پس از پیاده‌سازی الگوریتم ICA برروی دادگان خروجی نهایی به صورت اشکال زیر نمایش داده شد.



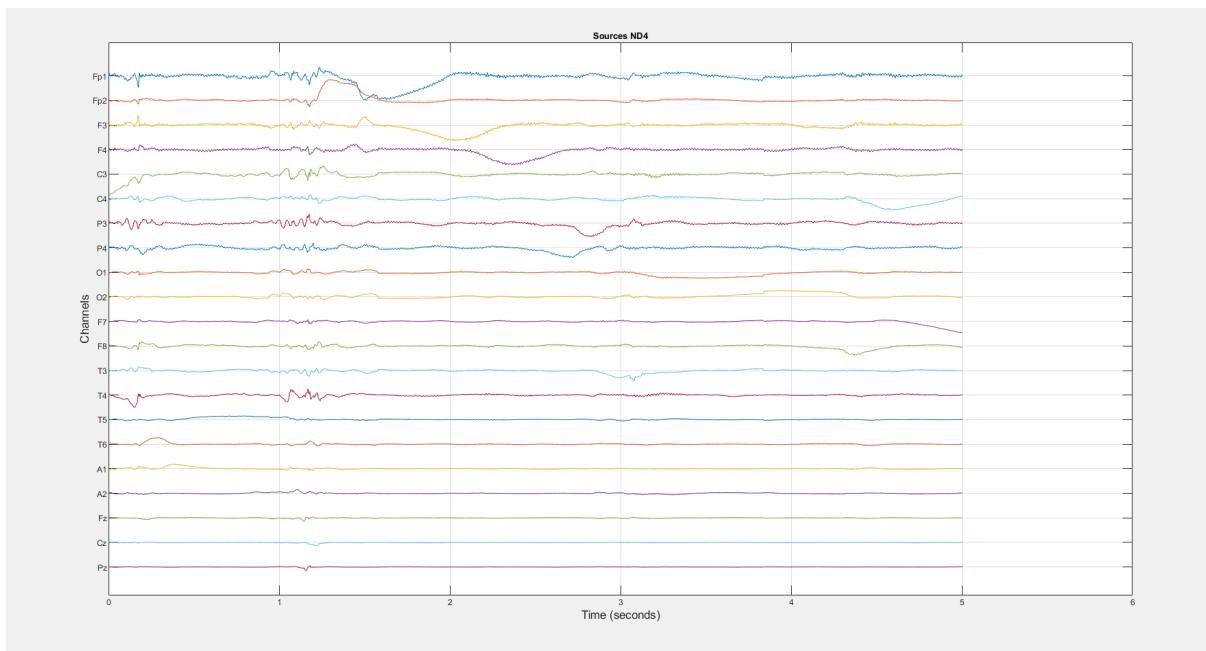
شکل ۳-۵ شکل زمانی منابع مستقل NEWData1



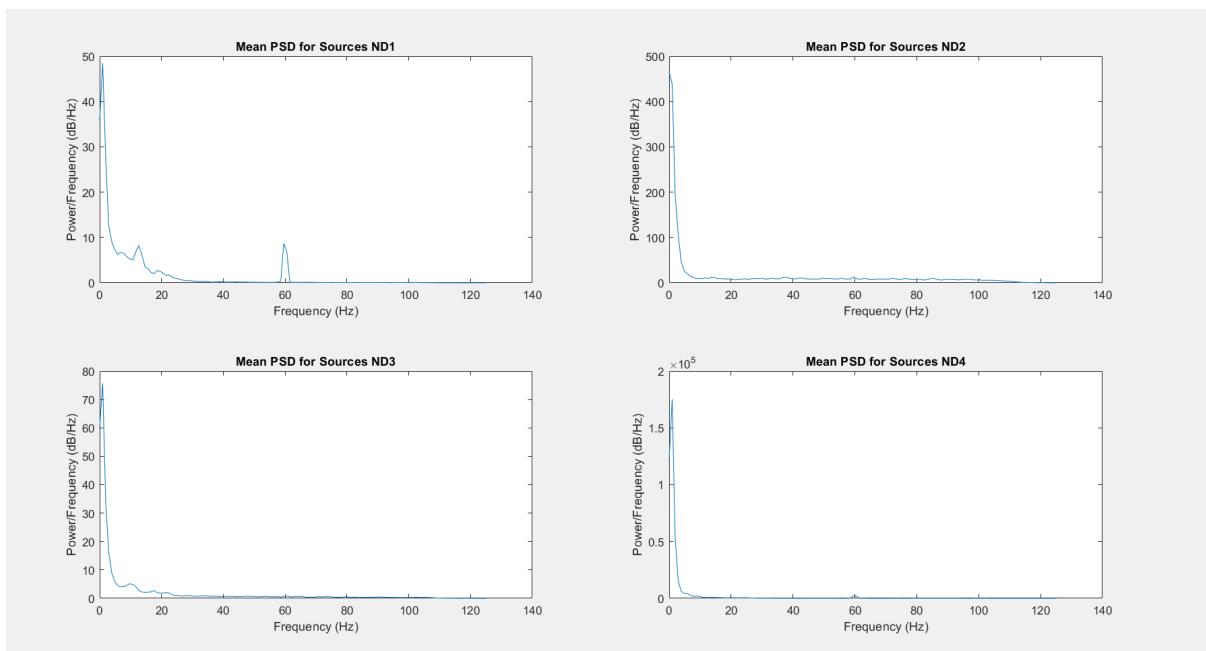
شکل ۳-۶ شکل زمانی منابع مستقل NEWData2



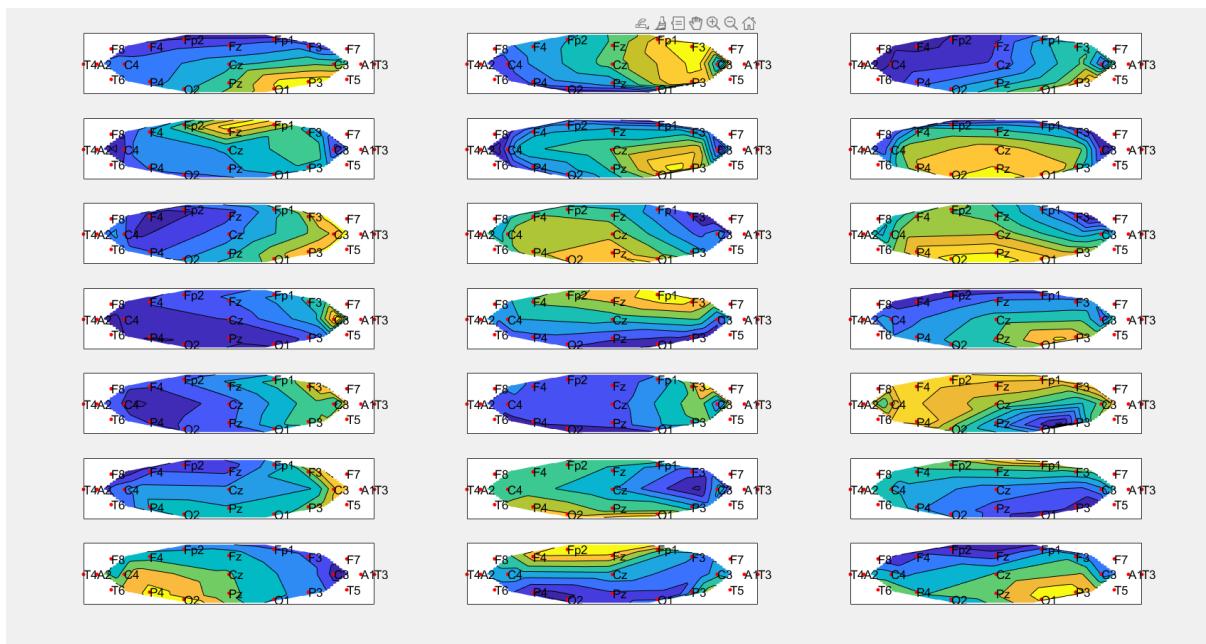
شکل ۳-۷ شکل زمانی منابع مستقل NEWData2



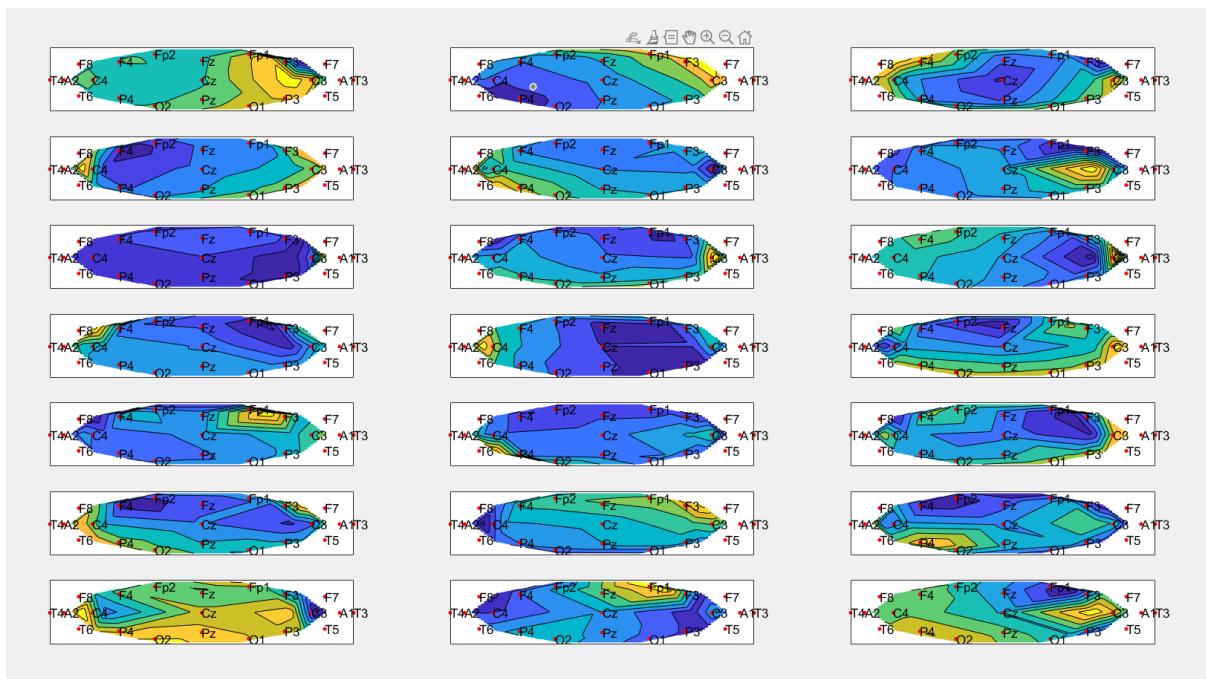
شکل ۳-۸ شکل زمانی منابع مستقل NEWData4



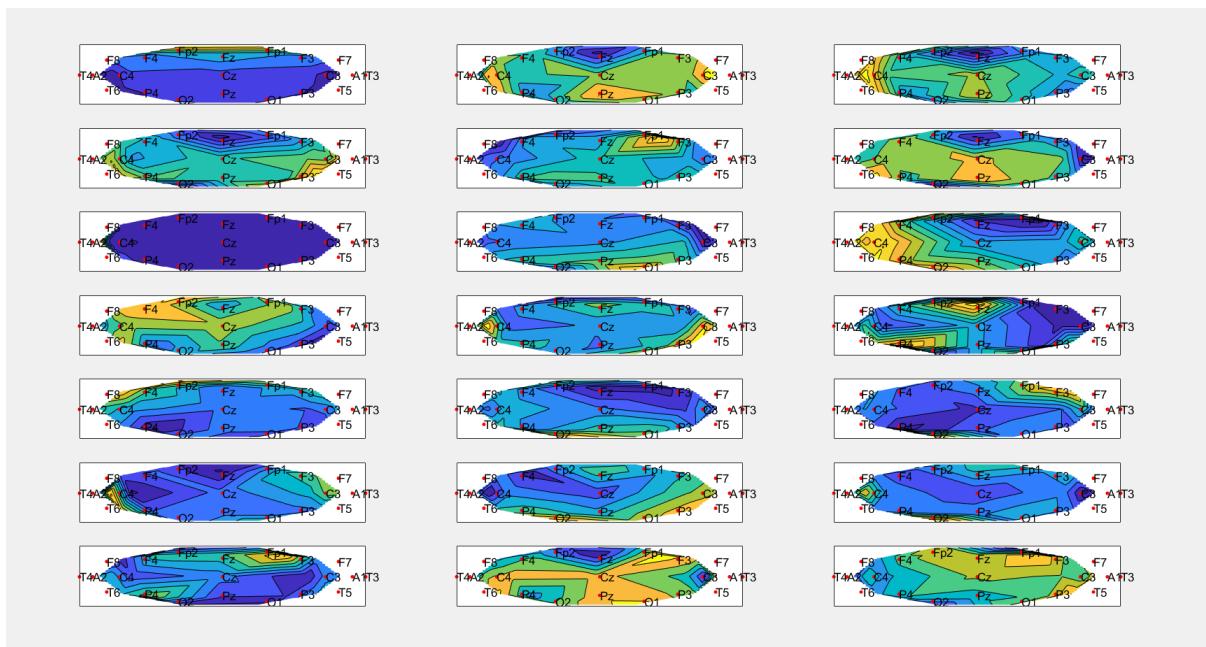
شکل ۳-۹ شکل فرکانسی مربوط به تمامی دادگان



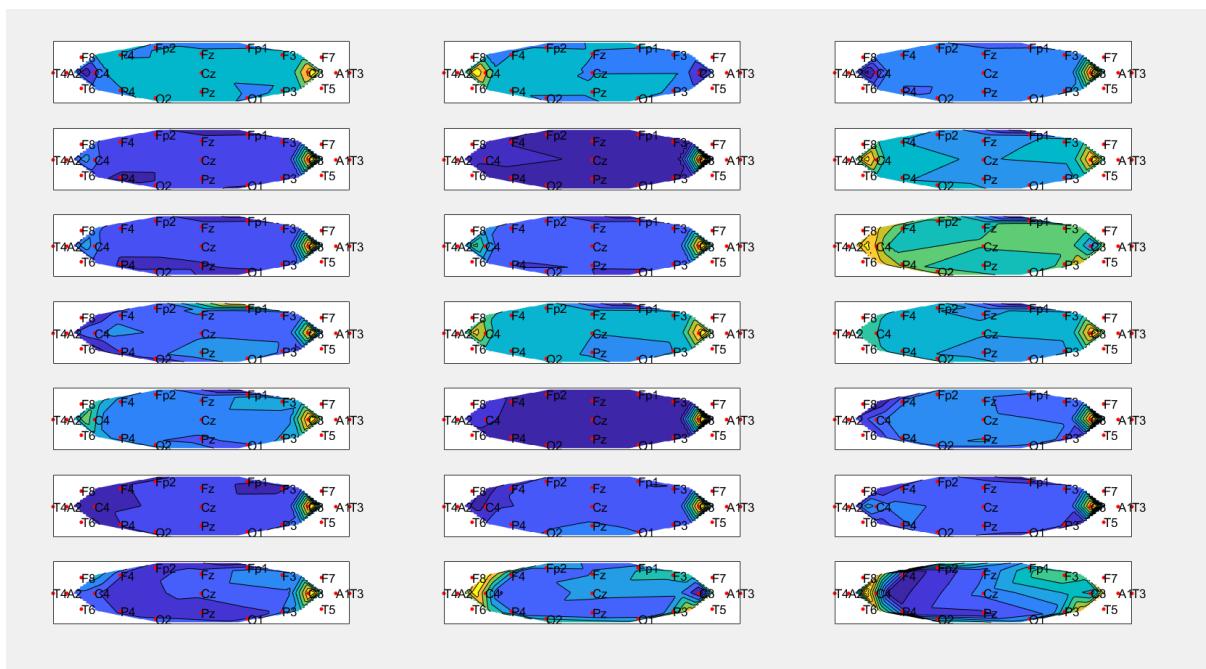
شکل ۳-۱۰ شکل فضایی دادگان NEWData1



شکل ۳-۱۱ شکل فضایی دادگان NEWData2



شکل ۳-۱۲ شکل فضایی دادگان NEWData3



شکل ۳-۱۳ شکل فضایی دادگان NEWData4

۴-۳-۵

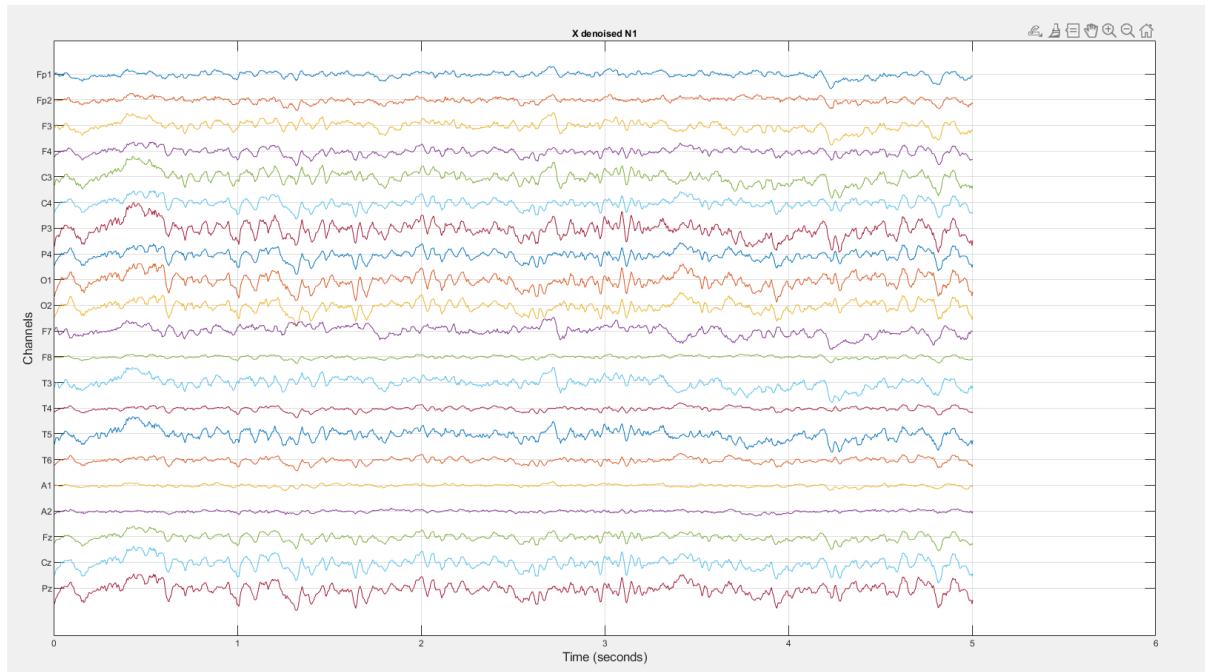
با بررسی شکل فضایی هر داده، شماره‌ی منابع مطلوب به صورت زیر انتخاب شدند.

```

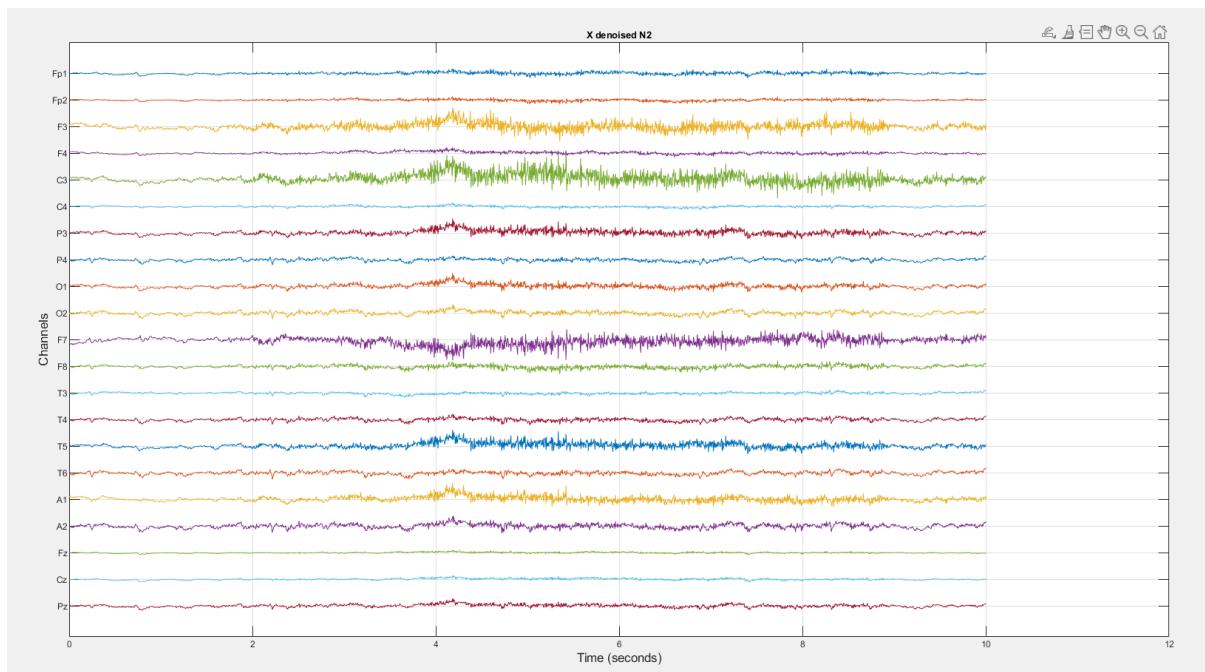
Selsource_ND1=[2,5,6,8,9,12];
Selsource_ND2=[1,6,16,19,21];
Selsource_ND3=[2,3,6,9,20,21];
Selsource_ND4=[6,9,20,21];

```

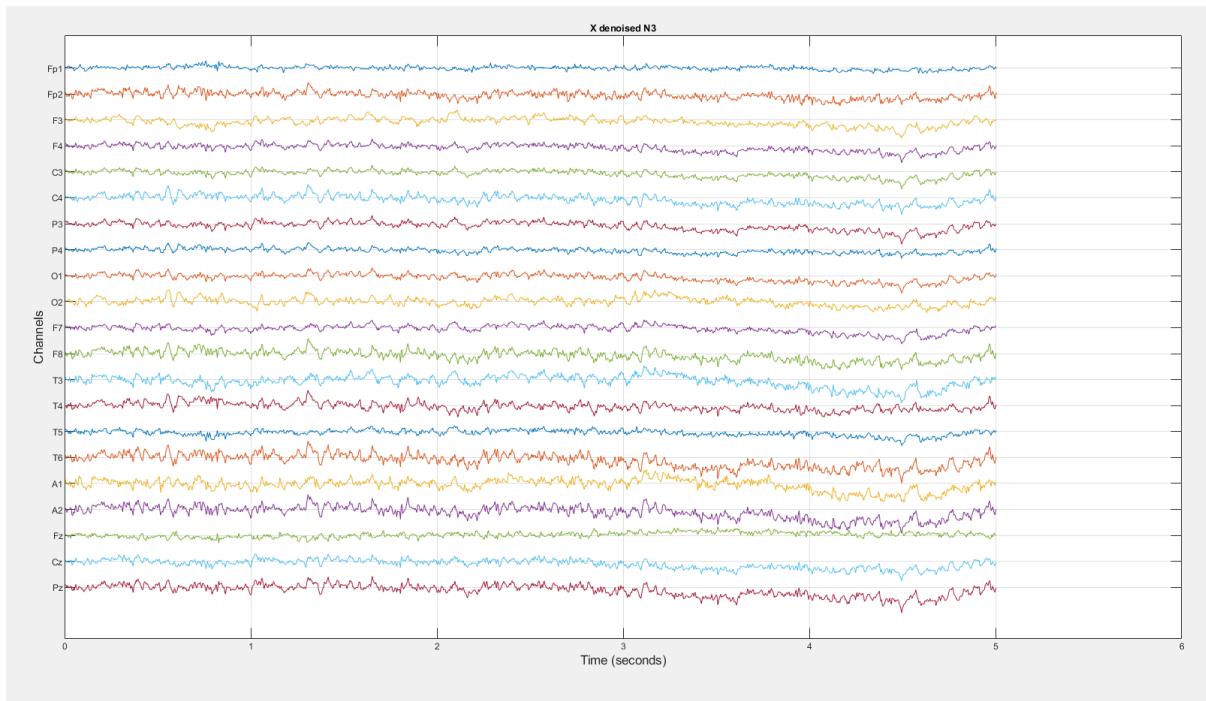
شکل ۳-۱۴ شماره منابع مطلوب مربوط به هر داده



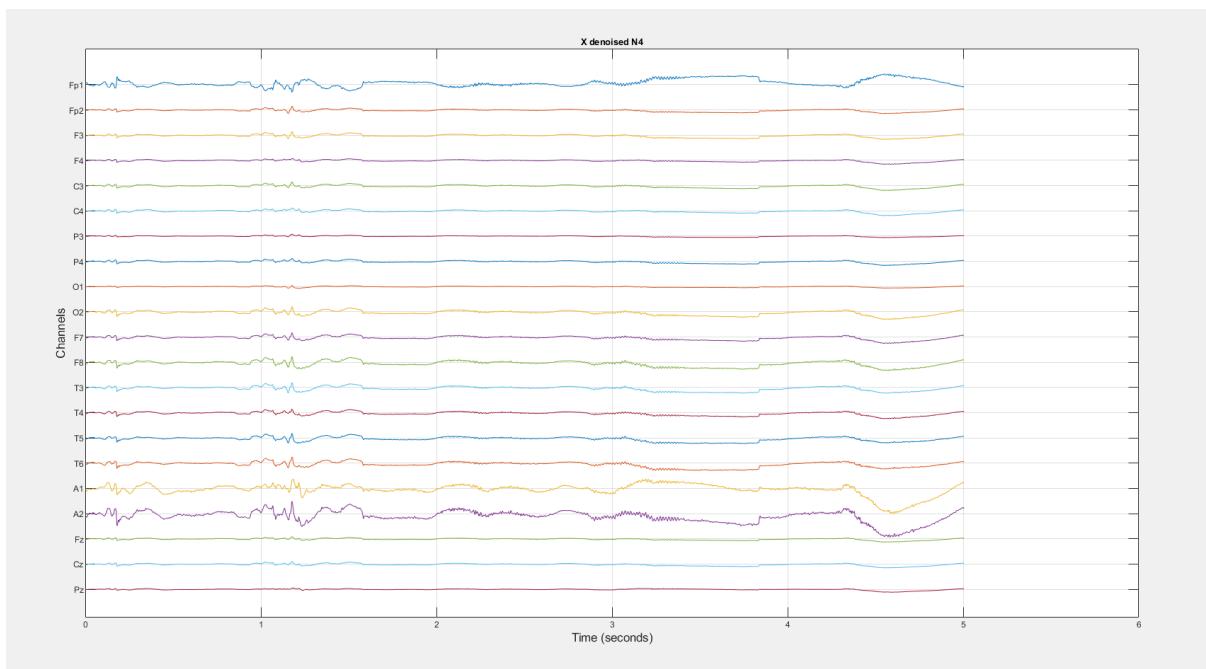
شکل ۳-۱۵ شکل خروجی حذف نویز شدهی دادگان NEWData1



شکل ۳-۱۶ شکل خروجی حذف نویز شدهی دادگان NEWData2



شکل ۱۷-۳ شکل خروجی حذف نویز شدهی دادگان NEWData3



شکل ۱۸-۳ شکل خروجی حذف نویز شدهی دادگان NEWData4

با توجه به شکل‌های خروجی، سیگنال‌های حذف نویز شده در NEWData1,3، نویزها به خوبی کاهش یافته‌اند. اما در سیگنال‌های مربوط به NEWData2 برخی نویزها مانند EMG همچنان برروی دادگان قابل مشاهده هستند. در سیگنال‌های حذف نویز شده، در کانال‌های A1,2 NEWData4 سیگنال‌ها بهبود یافته‌اند اما در بقیه‌ی کانال‌ها بهبود به اندازه‌ی این دو کانال بمبود نداریم.