



دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی برق

پردازش سیگنال‌های EEG

تمرین کامپیوتری سری پنجم

دانشجو

سید ابوالفضل مرتضوی

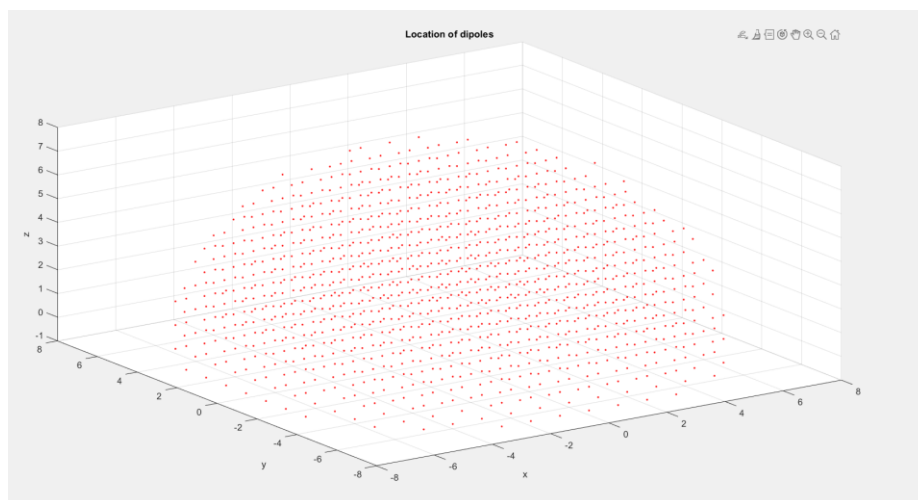
۴۰۲۲۰۰۱۹۱

بهمن ۱۴۰۲

تمرین اول

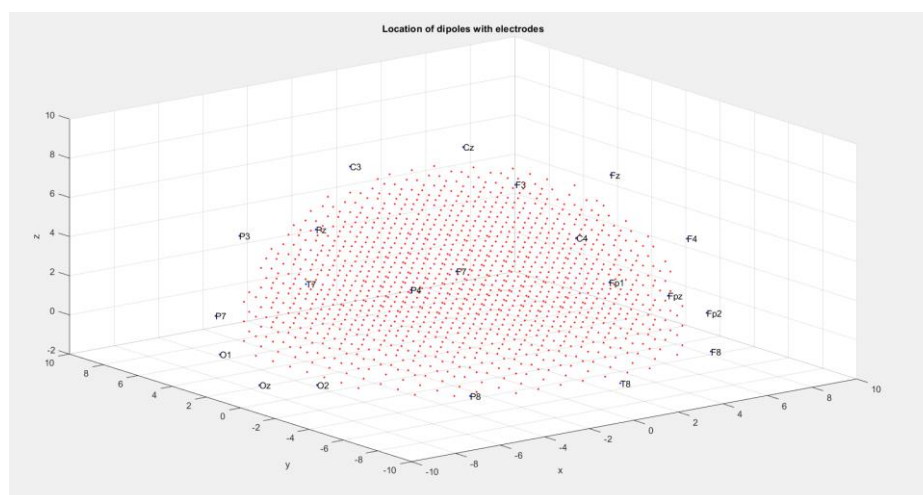
۱-۱- الف

مکان دو قطبی‌ها در فضای سه بعدی به صورت زیر است. بعد از فراخوانی تابع Forward Model مقادیر مربوط به ماتریس بهره (G) محاسبه می‌شود.



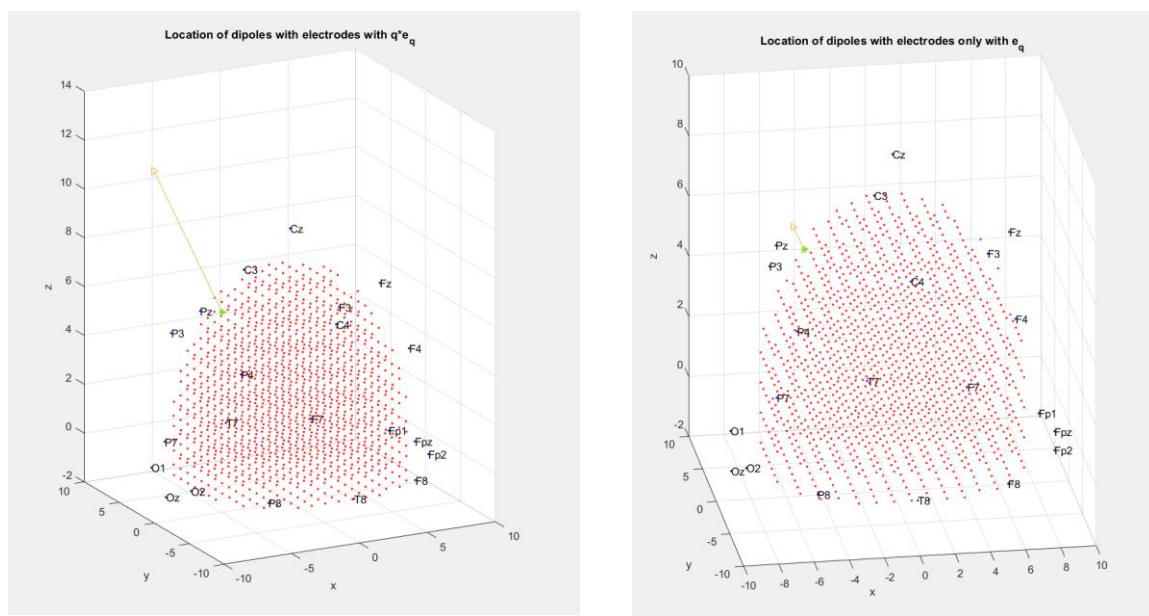
۱-۲- ب

مکان الکترودها به صورت شکل زیر است.



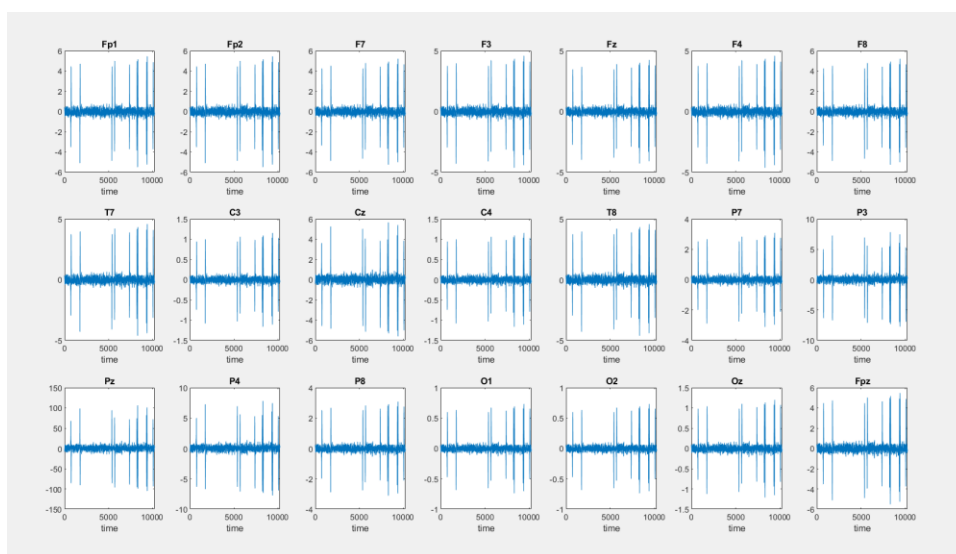
۱-۳-پ

در شکل زیر فعالیت مربوط به دوقطبی ۱۲۰۰ نشان داده شده است. در شکل چپ بردار اصلی و در شکل راست بردار نرمالیزه نشان داده شده است.



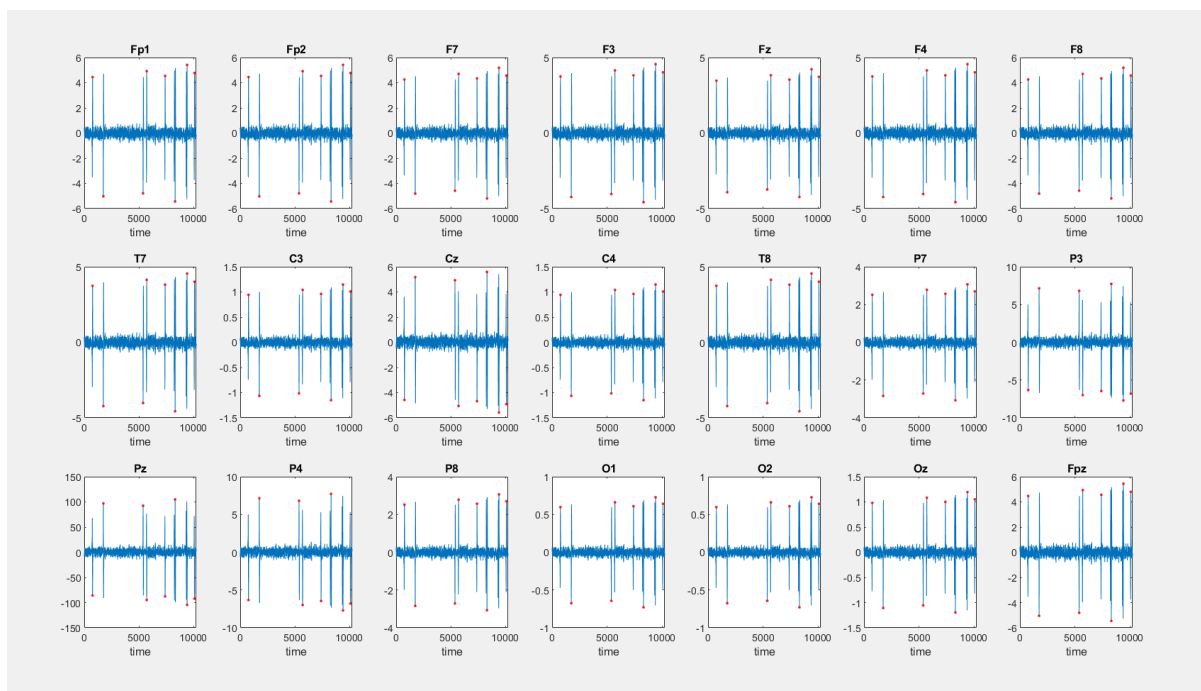
۱-۴-ت

در شکل زیر فعالیت ثبت شده در الکترودها که حاصل فعالیت این دوقطبی است نشان داده شده است.

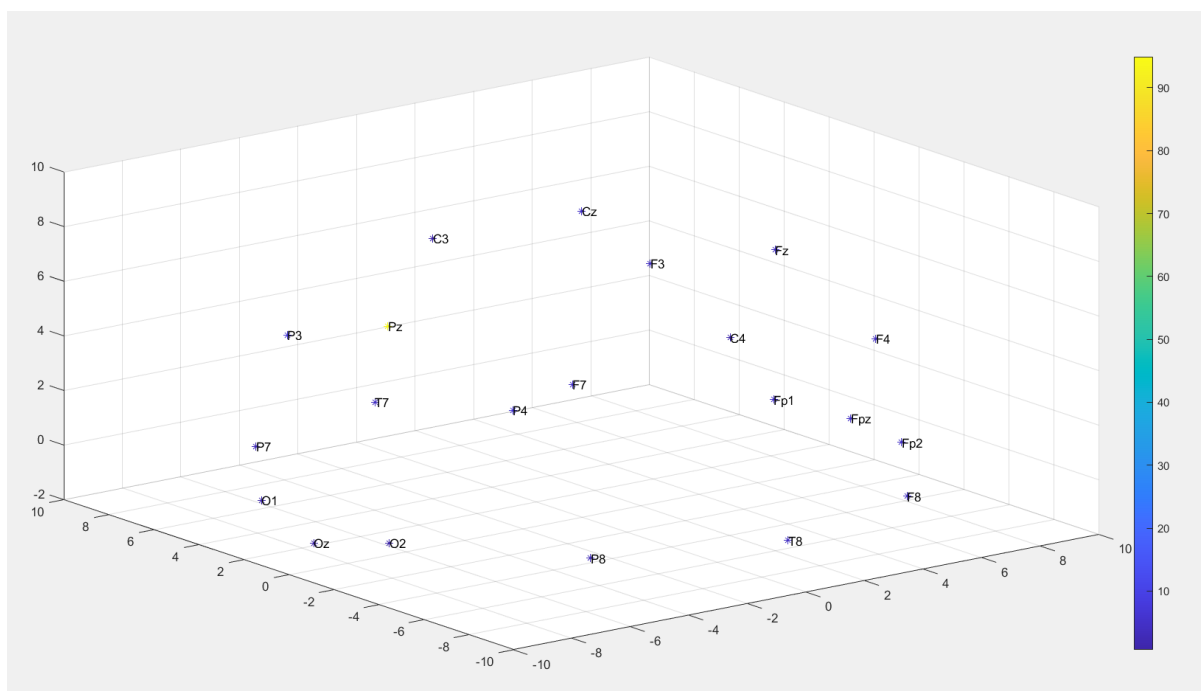


۱-۵-ث

در شکل زیر نقاط مربوط به اسپایک‌ها با نقطه‌های قرمز نشان داده شده است.

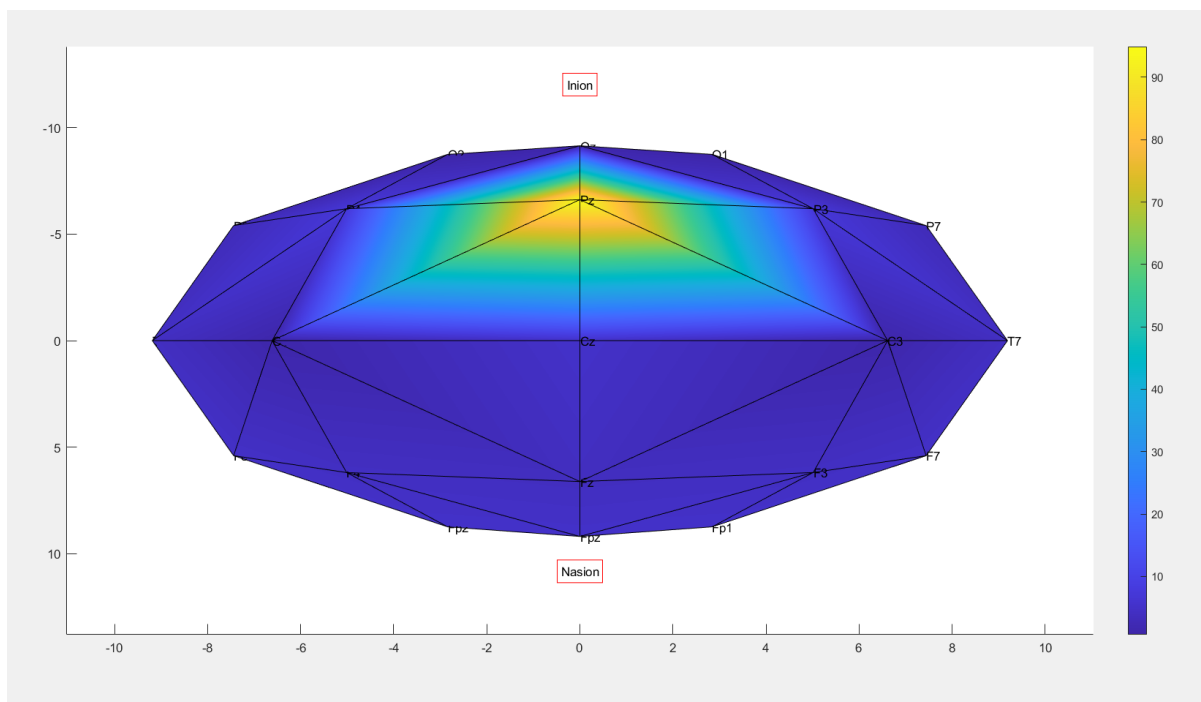


در شکل زیر نیز فعالیت حول هر کانال نشان داده شده است. از آنجایی که دوقطبی انتخابی نزدیک به P_z بود شکل به صورت زیر است.



۱-۶-ج

نمایش خروجی بخش ث با تابع گفته شده به صورت زیر است.



۱-۷-چ و ح

بعد از پیاده سازی الگوریتم های MNE و WMNE خروجی به صورت زیر است.

index_dipole_WMNE =	index_dipole_MNE =
1224	1087
location_dipole_WMNE =	location_dipole_MNE =
-2.0000	-6.0000
3.0000	0
6.2000	5.2000
vector_normalize_WMNE =	vector_normalize_MNE =
-0.1548	-0.0664
-0.9873	-0.0000
-0.0344	0.9978

۱-۸-خ

برای محاسبه خطای دو روش داریم:

برای محاسبه خطای مکان دو دوقطبی، مجذور مربع اختلاف دو مکان را در نظر می‌گیریم و برای جهت دوقطبی‌ها، زاویه بین دو بردار را در نظر می‌گیریم (با محاسبه‌ی ضرب داخلی و حاصل تقسیم آن بر مقدار بردارها).

مختصات دوقطبی ۱۲۰۰:

X	Y	Z
-5	0	6.2

	MNE	WMNE
index	1087	1224
(X,Y,Z)	(-6,0,5.2)	(-2,3,6.2)
Loc Error	1.41	4.24
Vector Error (Radian)	0.61	1.50
Vector Error (Degree)	35.07	85.96

```
error_location_WMNE =
```

```
4.2426
```

```
theta_vector_WMNE_radian =
```

```
1.5003
```

```
theta_vector_WMNE_degree =
```

```
85.9614
```

```
error_location_MNE =
```

```
1.4142
```

```
theta_vector_MNE_radian =
```

```
0.6122
```

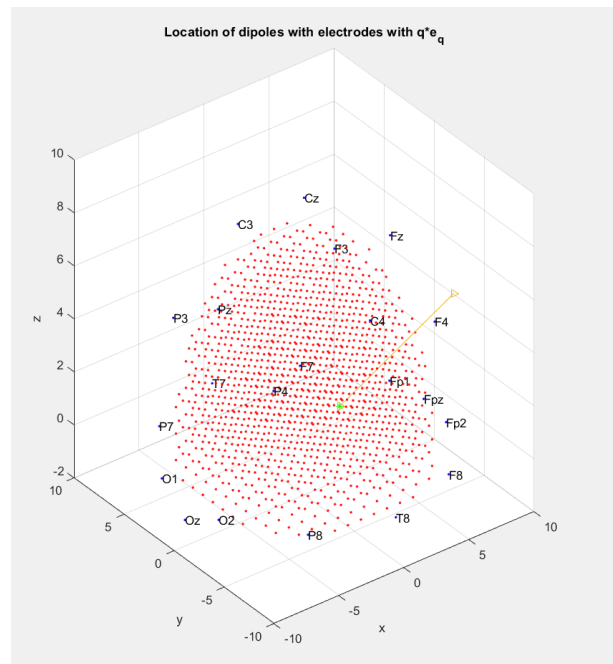
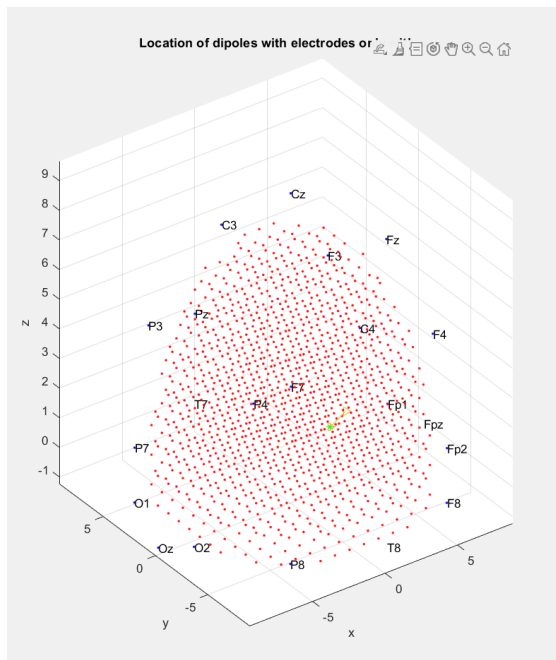
```
theta_vector_MNE_degree =
```

```
35.0747
```

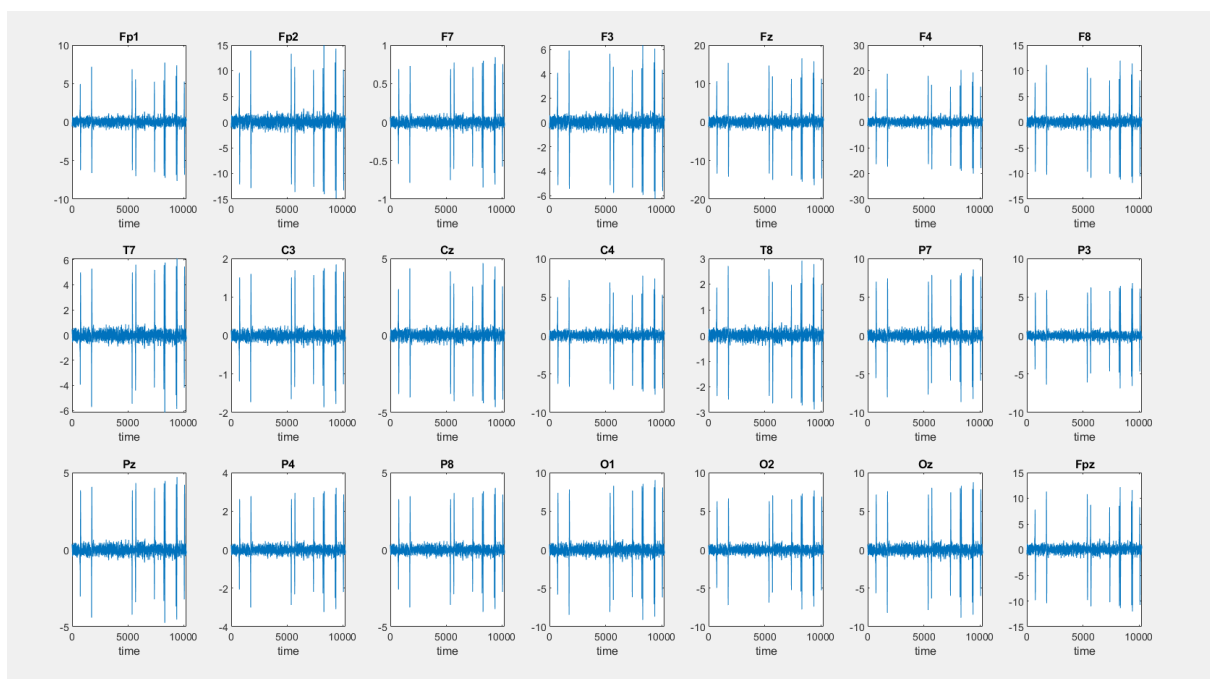
چون دوقطبی ۱۲۰۰ سطحی بود، روش MNE خطای کمتری دارد.

۱-۹-د

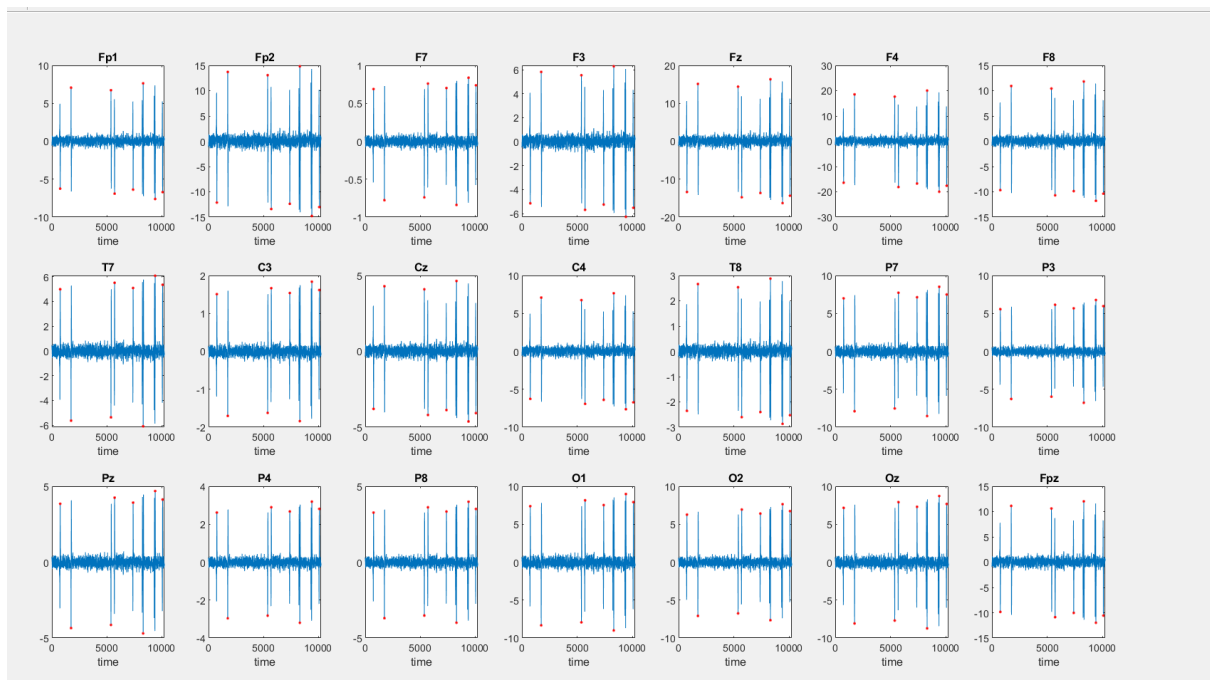
دوقطبی انتخاب شده: ۵۱۲



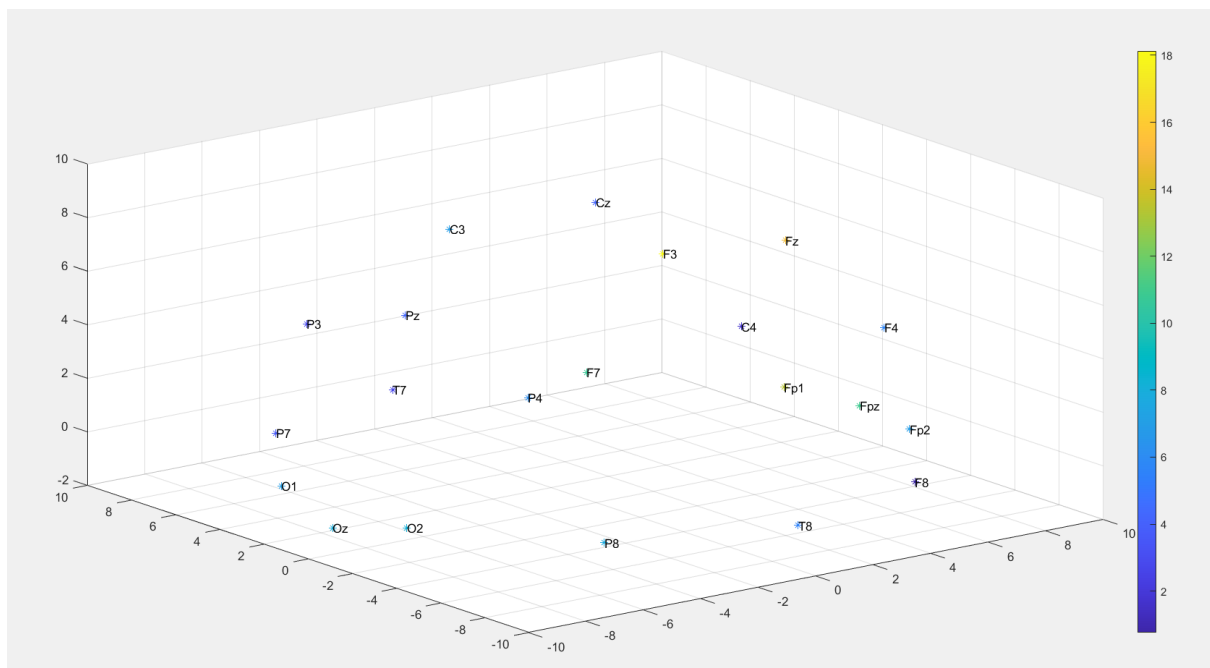
فعالیت صرعی نسبت داده شده به صورت زیر است.



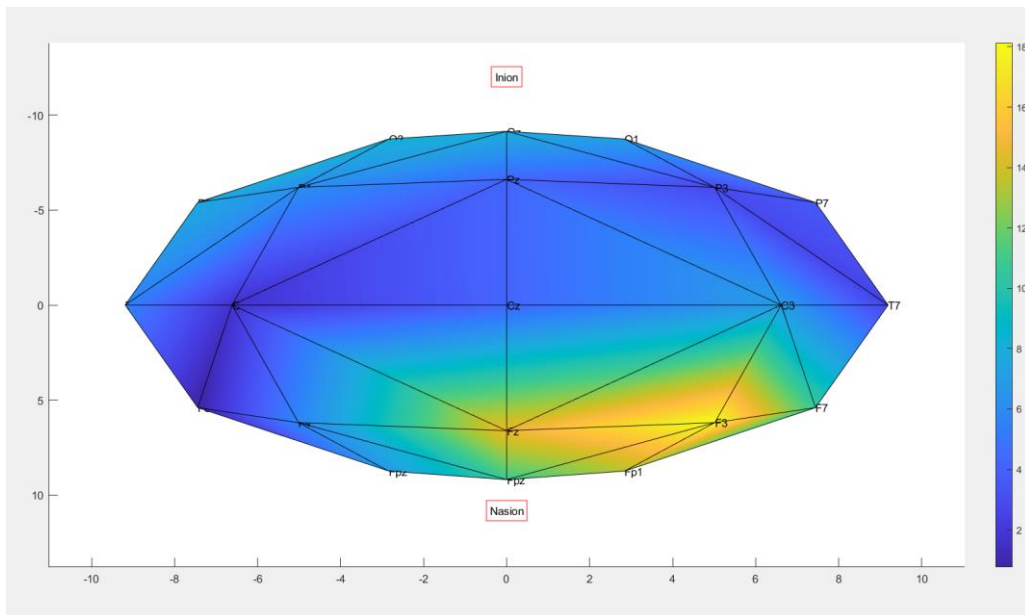
اسپایک‌ها در شکل زیر نشان داده شده‌اند.



فعالیت حول الکترودها، حاصل از این دو قطبی به صورت زیر است.



همچنین خروجی با تابع گفته شده به صورت زیر است.



خروجی روش‌های MNE و WMNE به صورت زیر است.

```

index_dipole_WMNE =
    1218

location_dipole_WMNE =
    -2.0000
    -3.0000
     6.2000

vector_normalize_WMNE =
    0.5334
    0.3726
   -0.7594

index_dipole_MNE =
     4

location_dipole_MNE =
    -7.0000
     0
    -0.8000

vector_normalize_MNE =
   -0.9945
    0.0102
    0.1041
  
```

مختصات دوقطبی ۵۱۲:

X	Y	Z
2	-1	1.2

	MNE	WMNE
index	4	1218
(X,Y,Z)	(-7,0,-0.8)	(-2,-3,6.2)
Loc Error	9.27	6.71
Vector Error (Radian)	2.4	1.65
Vector Error (Degree)	137.60	94.90

با توجه به عمقی تر بودن دوقطبی، خروجی WMNE بهتر است.

error_location_MNE =

9.2736

theta_vector_MNE_radian =

2.4017

theta_vector_MNE_degree =

137.6098

error_location_WMNE =

6.7082

theta_vector_WMNE_radian =

1.6565

theta_vector_WMNE_degree =

94.9095

۱-۱۰-۱

روش Loreta

برای دو قطبی سطحی:

error_location_Loreta =

4.2426

theta_vector_Loreta_radian =

0.3262

theta_vector_Loreta_degree =

18.6889

index_dipole_Loreta =

1218

location_dipole_Loreta =

-2.0000

-3.0000

6.2000

vector_normalize_Loreta =

-0.4051

-0.2083

0.8902

برای دو قطبی عمقی:

```

error_location_Loreta =

    6.4807

theta_vector_Loreta_radian =

    2.4101

theta_vector_Loreta_degree =

    138.0868

```

```

index_dipole_Loreta =

    1247

location_dipole_Loreta =

    1.0000
   -3.0000
    6.2000

vector_normalize_Loreta =

   -0.7221
    0.3024
   -0.6223

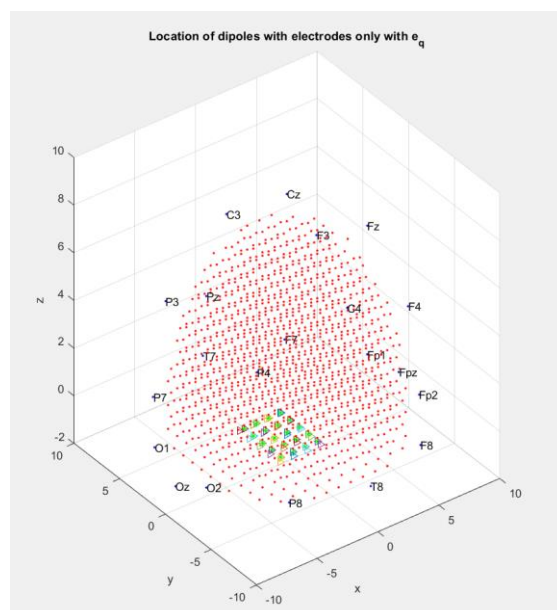
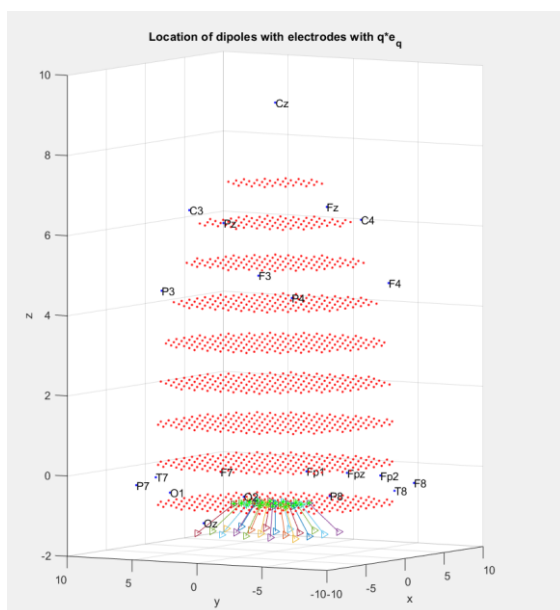
```

به طور کلی در دو قطبی سطحی عملکرد روش‌ها به ترتیب، بهترین روش MNE و دو روش WMNE و Loreta عملکرد یکسانی دارند.

در دو قطبی عمقی، بهترین روش Loreta سپس WMNE و MNE.

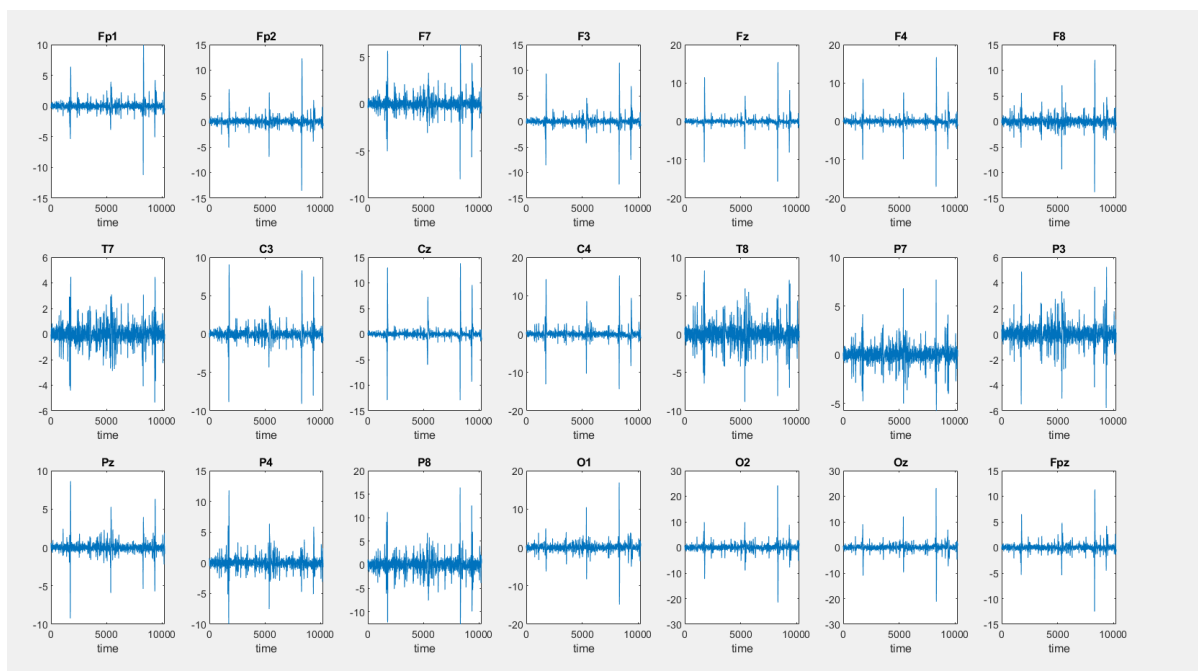
۱-۱۱-ز

یک مجموعه‌ی ۲۰ تایی از دو قطبی‌ها در نظر می‌گیریم.

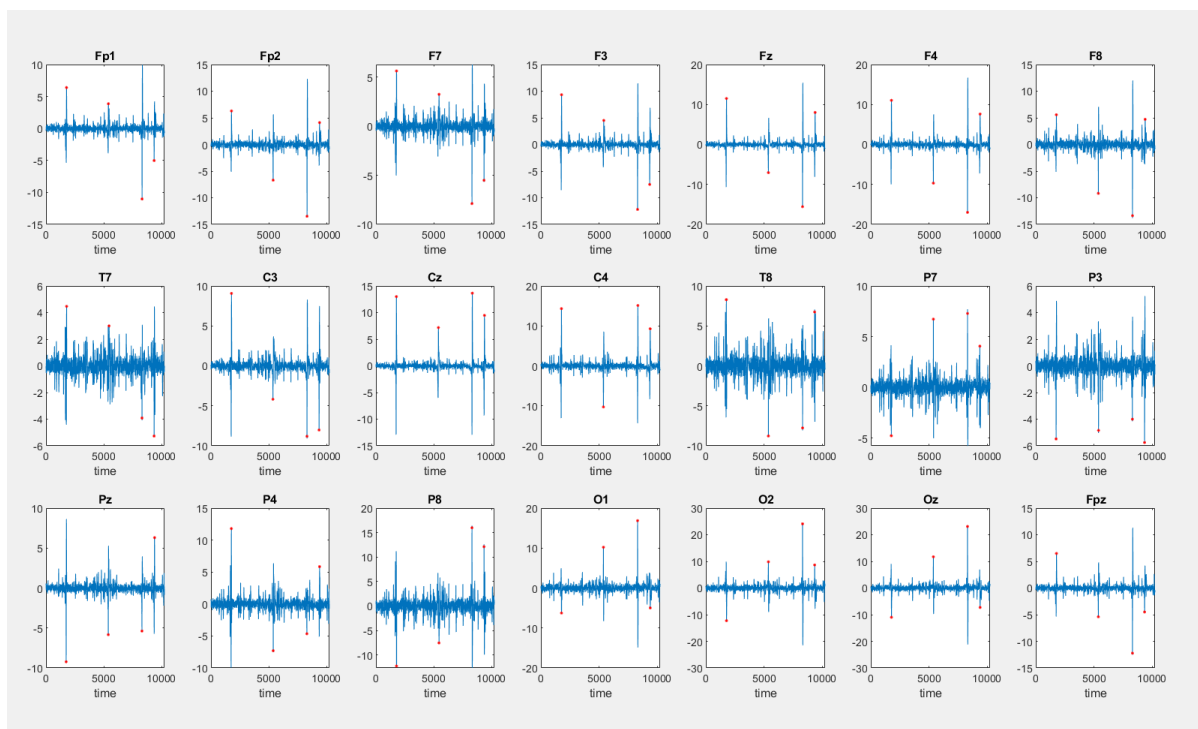


۱-۱۲-ژ

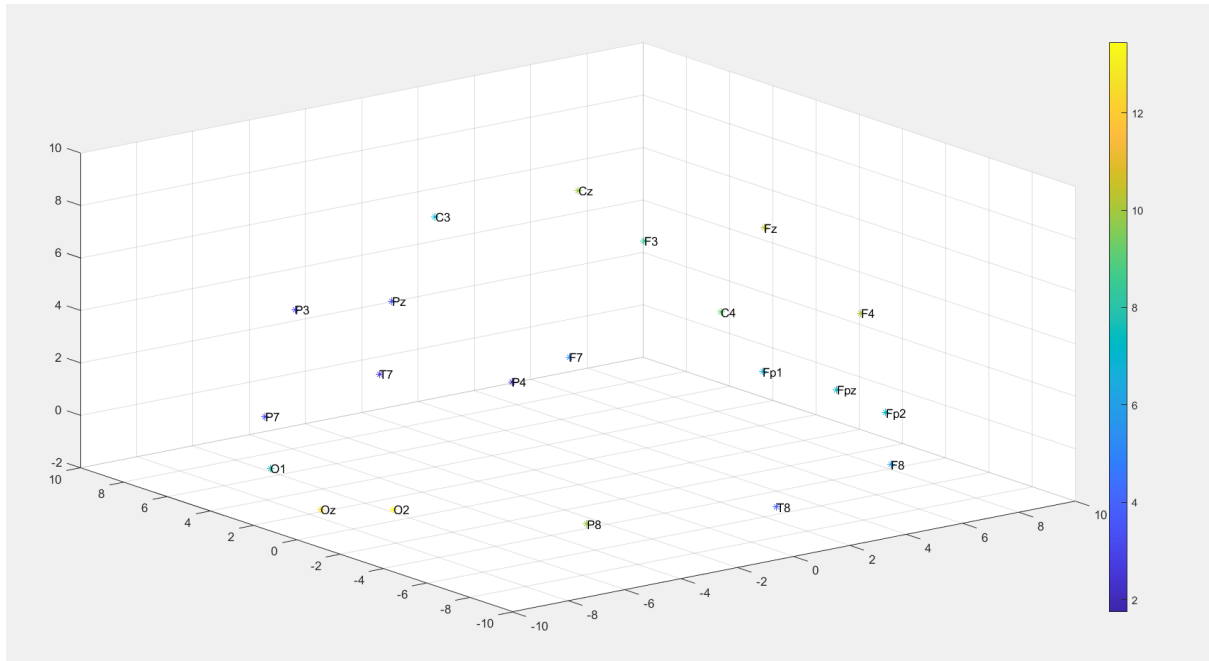
خروجی ثبت شده در الکترودها، حاصل از فعالیت دوقطبی‌ها.



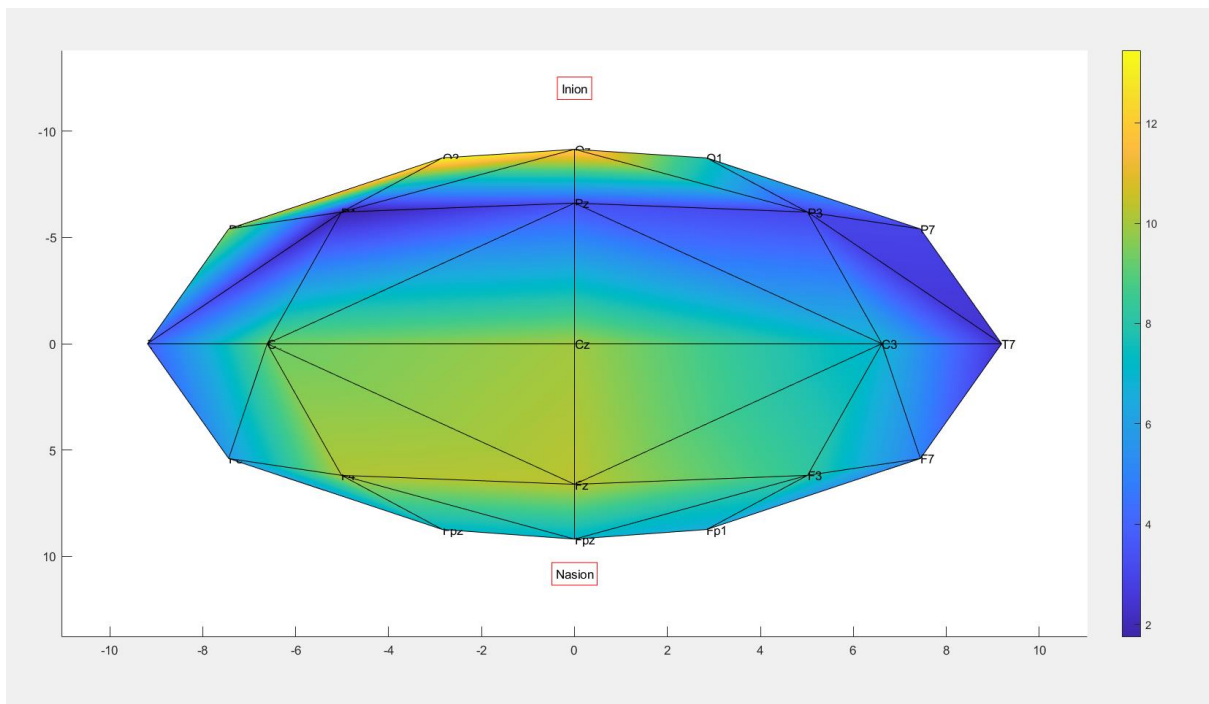
اسپایک‌ها با رنگ قرمز نشان داده شده‌اند.



فعالیت حول هر الکتروود در شکل زیر نشان داده شده است.

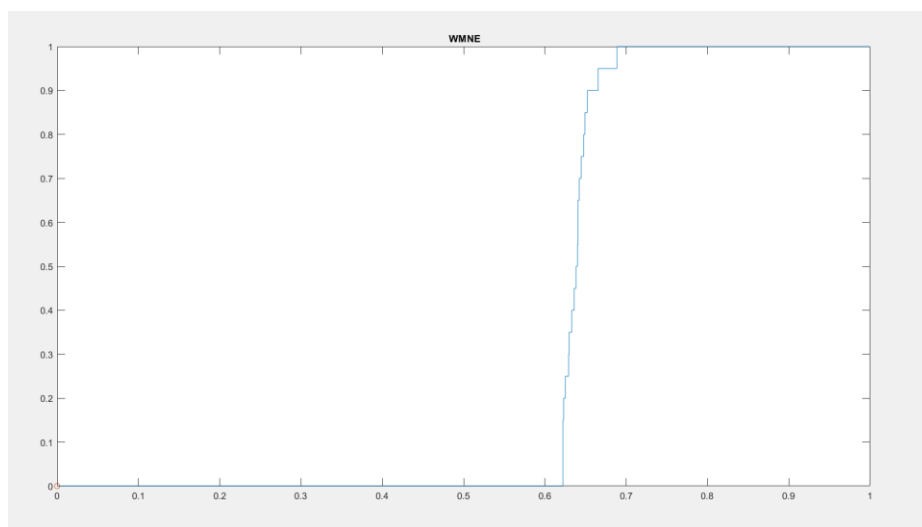
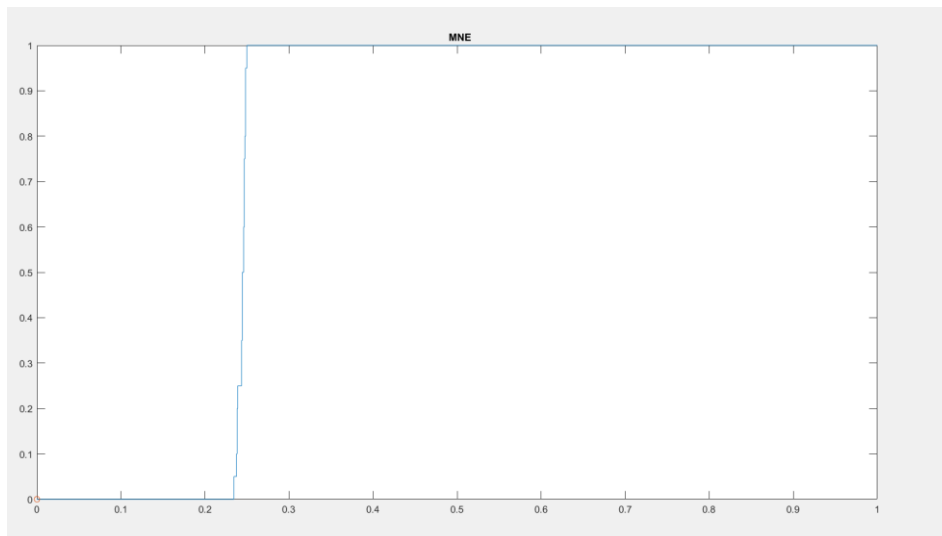


خروجی با تابع گفته شده به صورت زیر است.



۱-۱۳-س و ش

بعد از به دست آوردن تخمین‌های گفته شده، منحنی ROC برای هر روش به صورت زیر است.



$$\begin{array}{lcl} \text{AUC_WMNE} = & \text{AUC_MNE} = & \\ & & 0.7559 \\ 0.3604 & & \end{array}$$

در شکل‌های زیر نیز مقادیر خطا و صحت دسته‌بندی برای هر روش نشان داده شده است.

```
err_WMNE =
```

```
0.1262
```

```
acc_WMNE =
```

```
0.8738
```

```
err_MNE =
```

```
0.0140
```

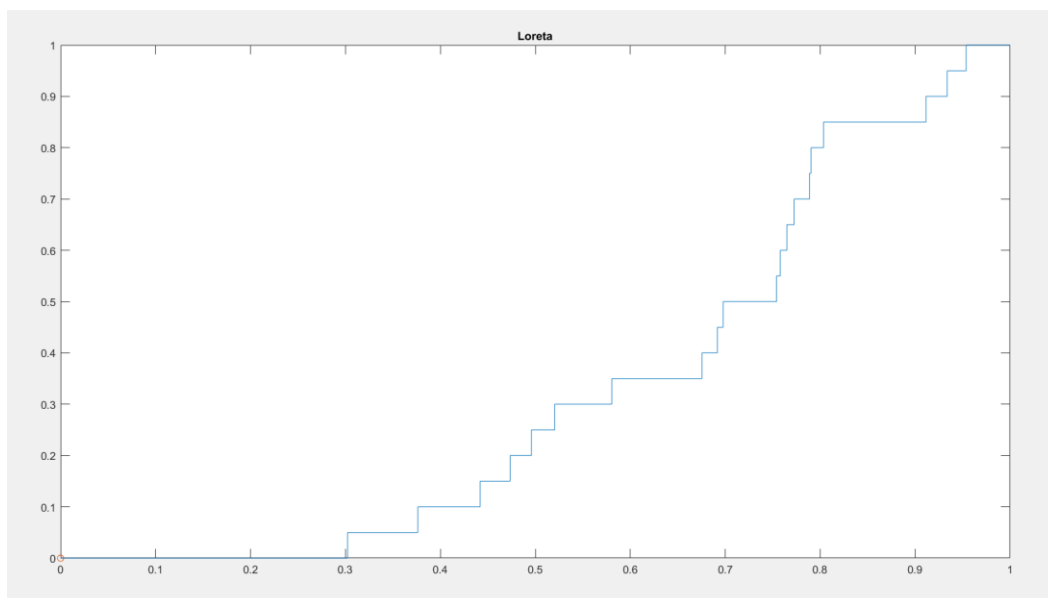
```
acc_MNE =
```

```
0.9860
```

خطای روش WMNE در این مورد بیشتر بوده است. همچنین این روش مقدار AUC کمتری را به دست آورده است.

۱-۱۴-ص

منحنی ROC به دست آمده برای روش Loreta به صورت زیر است.



```
AUC_Loreta =
```

```
0.3257
```

همچنین صحت و خطای این روش به صورت زیر است.

```
err_Loreta =
```

```
0.1262
```

```
acc_Loreta =
```

```
0.8738
```