

بنام خدا



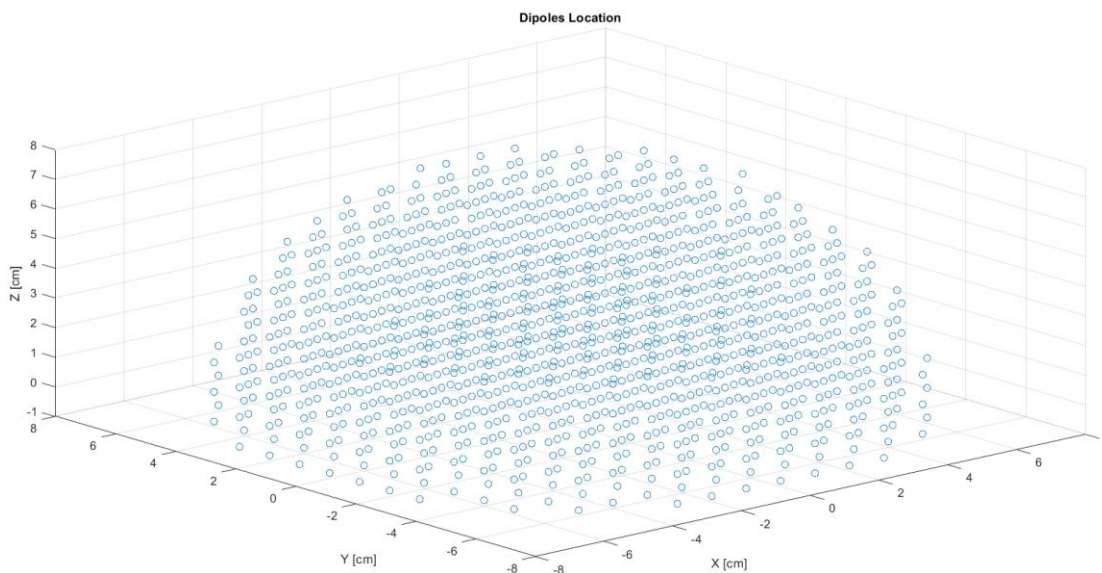
گزارش آزمایش ۶

امیرحسین زاهدی ۹۹۱۰۱۷۰۵

آرشام لؤلؤهری ۹۹۱۰۲۱۵۶

(الف)

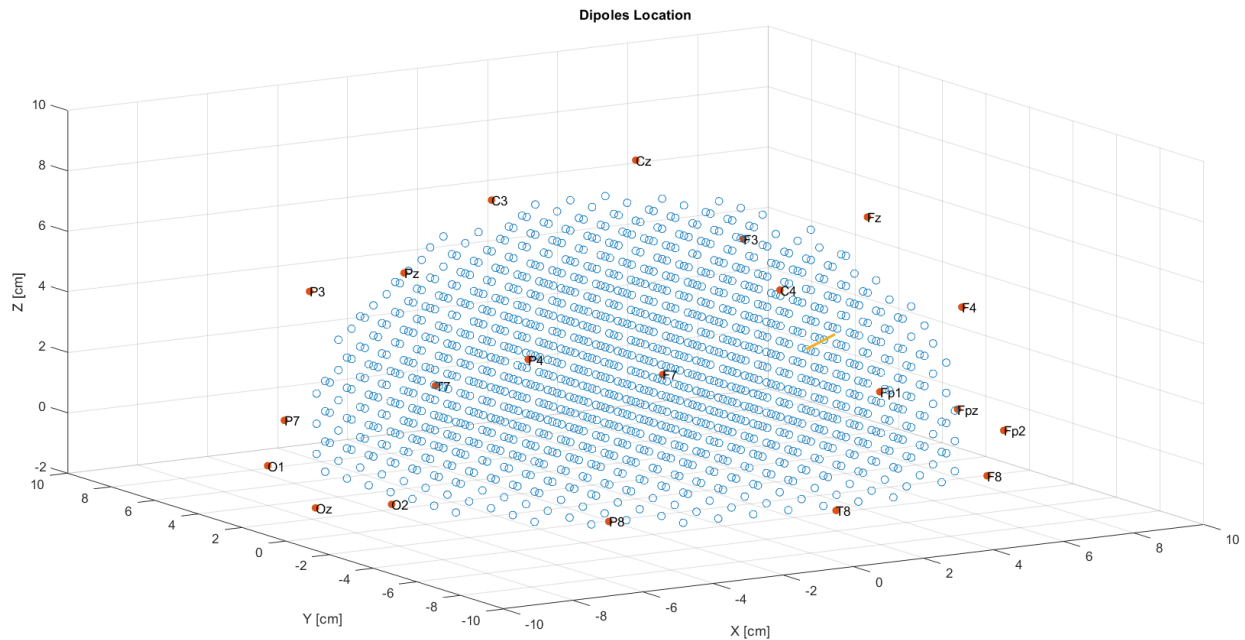
نمودار مکانی دوقطبی ها به صورت زیر است:



ماتریس بهره نیز بعنوان خروجی تابع بدست می آید و به نام GainMat ذخیره میشود.

(ب)

الکترودها در شعاع بیرونی مدل سر قرار دارند. این شعاع در مکان نرمالیزه ضرب شده و مکان الکترودها به صورت زیر به نمودار قبل اضافه میشوند:



(ت)

اینبار نیز یک عدد رندوم از ۱ تا ۲۱ (تعداد سورس های موجود) انتخاب میکنیم. یکی از اعداد انتخاب شده به صورت رندوم (سورس شماره ۱۶) را فیکس کرده و ادامه میدهیم. ماتریس Q یک ماتریس با ابعاد $3P \times T$ است که اینجا تنها از یک دوقطبی استفاده میکنیم ($P=3$). رابطه ماتریس به صورت زیر است:

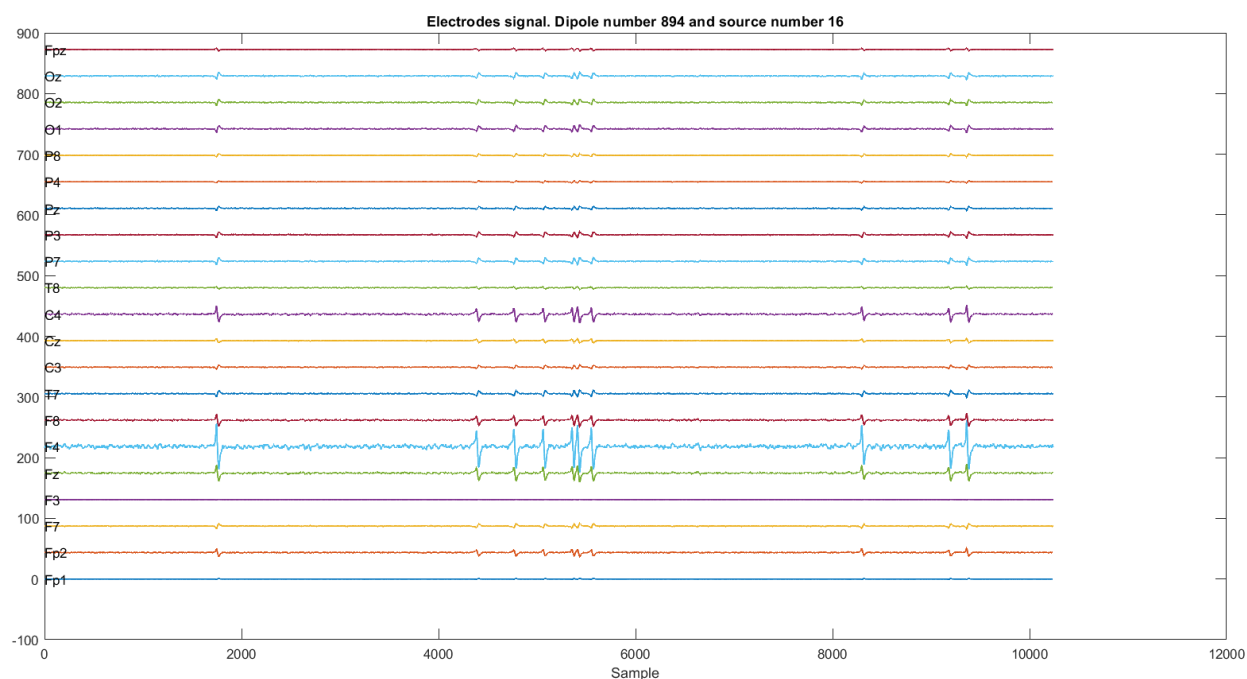
$$\begin{bmatrix} q^1(1)\mathbf{e}_q^1(1) & \cdots & q^1(T)\mathbf{e}_q^1(T) \\ \vdots & & \vdots \\ q^P(1)\mathbf{e}_q^P(1) & \cdots & q^P(T)\mathbf{e}_q^P(T) \end{bmatrix}$$

با تخصیص یک سورس به دوقطبی مدنظر، اندازه ممان دوقطبی را در گذر زمان در اختیار داریم و جهت آن نیز مطابق بخش قبل، شعاعی است. ماتریس Q مطابق رابطه بالا بدست می آید.

در نهایت بخشی از ماتریس بهره GainMat که مربوط به دوقطبی شماره ۸۹۴ است، انتخاب میشود و با رابطه

$$M = GQ$$

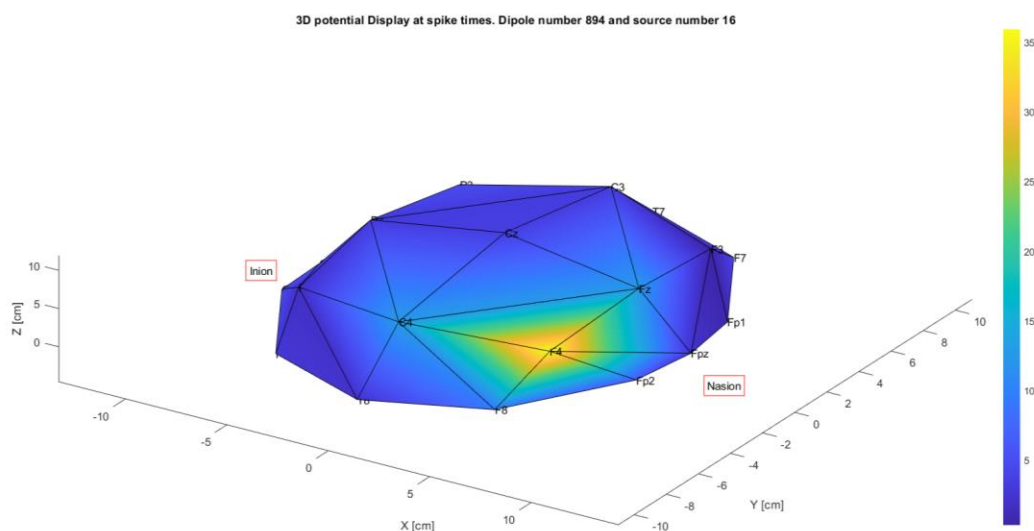
سیگنال الکترودها، ناشی از دوقطبی انتخابی، مجددا ساخته میشود:



بدلیل نداشتن فرکانس نمونه برداری، محور افقی برحسب شماره sample نمایش داده شده است. سیگنال الکترودهای مختلف با مقداری offset رسم شده تا همگی به خوبی نمایش داده شوند.

(ث)

برای تشخیص قله های اسپایک، از `findpeaks` استفاده میکنیم. برای هر الکتروود، مقدار آستانه‌ی اندازه‌ی قله برای تشخیص پیک را بدین گونه در نظر میگیریم که دامنه سیگنال، به اندازه ۳ برابر انحراف معیار، بالاتر از میانگین باشد. این آستانه به صورت تجربی نیز نتیجه درستی میدهد و تمام ۱۰ اسپایکی که در سیگنال های بخش قبل وجود دارند، به درستی پیدا میشوند. سپس ۷ سمپل را مطابق دستور کار در اطراف پیک ها انتخاب کرده و میانگین میگیریم. سیگنال های میانگین به تابع مذکور در دستور کار داده میشود و براساس دامنه های میانگین حاصله، پتانسیل الکتروودهای مختلف به صورت شکل زیر بدست می آید:



از سیگنال های زمانی بخش قبل نیز مشخص است که الکتروود F4 دامنه قوی تری در اسپایکها دارد. در نتیجه سیگنال میانگین آن قویتر شده است. پس از آن الکتروودهای C4, F8, Fz پتانسیلشان کمی بالاتر از بقیه است.

(ج)

در الگوریتم MNE با رابطه زیر باید ماتریس Q را تخمین بزنیم:

$$\hat{\mathbf{Q}}_{MNE} = \mathbf{G}^T (\mathbf{G}\mathbf{G}^T + \alpha \mathbf{I}_N)^{-1} \mathbf{M}$$

مقدار α در مسائل مختلف میتواند متفاوت باشد. در این سوال، مقدار $\alpha = 0.5$ خطای کوچک و خوبی در تخمین Q رقم میزند.

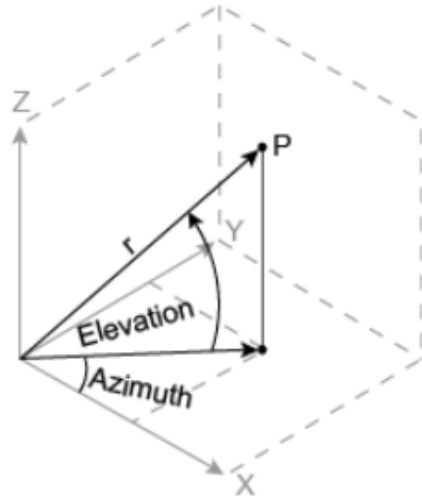
(چ)

در سکشن Part7، برداری بنام amp_arr تعریف شده که به ازای هر دوقطبی، مجذور دامنه ممان آن در تمام زمان محاسبه و جمع شده است. دوقطبی انتخابی را، دوقطبی ای در نظر میگیریم که بزرگترین "مجموع مربعات دامنه ممان ها" را داشته باشد.

با اجرای این سکشن، مکان دوقطبی در دستگاه کروی به صورت زیر چاپ خواهد شد:

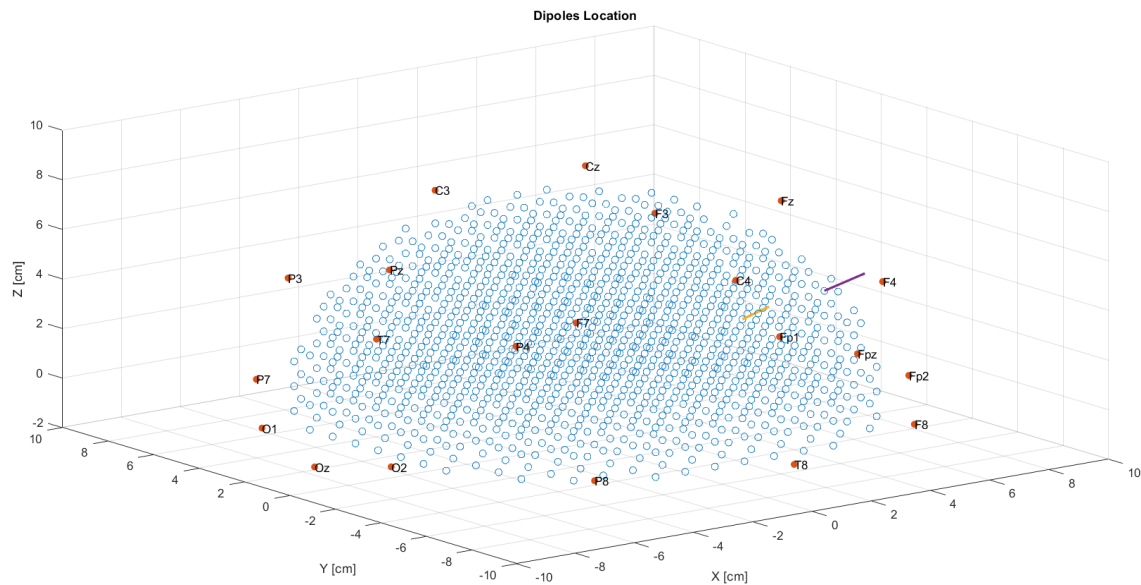
```
Predicted dipole r = 7.6577  
Predicted dipole fi = -0.67474  
Predicted dipole thetaPrime = 0.58053
```

که r، fi و thetaPrime، به ترتیب شعاع، زاویه روی صفحه X-Y و زاویه نسبت به صفحه X-Y، به صورت زیر هستند (که fi همان Azimuth و thetaPrime همان Elevation است):



جهت دوقطبی نیز شعاعی و به سمت بیرون است.

ضمناً بردار دوقطبی پیش بینی شده، روی نمودار بخش الف، به رنگ بنفش به صورت زیر چاپ میشود:



(ح)

با اجرای سکشن Part8، خطاها به صورت زیر چاپ میشوند:


```
Dipole distance error = 2.4495  
Dipole fi error = 0.11066  
Dipole thetaPrime error = -0.065681
```

خط اول، فاصله اقلیدسی دوقطبی پیش بینی شده و دوقطبی اصلیست.

خط دوم و سوم نیز فاصله زاویه ای `thetaPrime` و `fi` های بخش قبل در دوقطبی پیش بینی شده و اصلی هستند (برحسب رادیان).

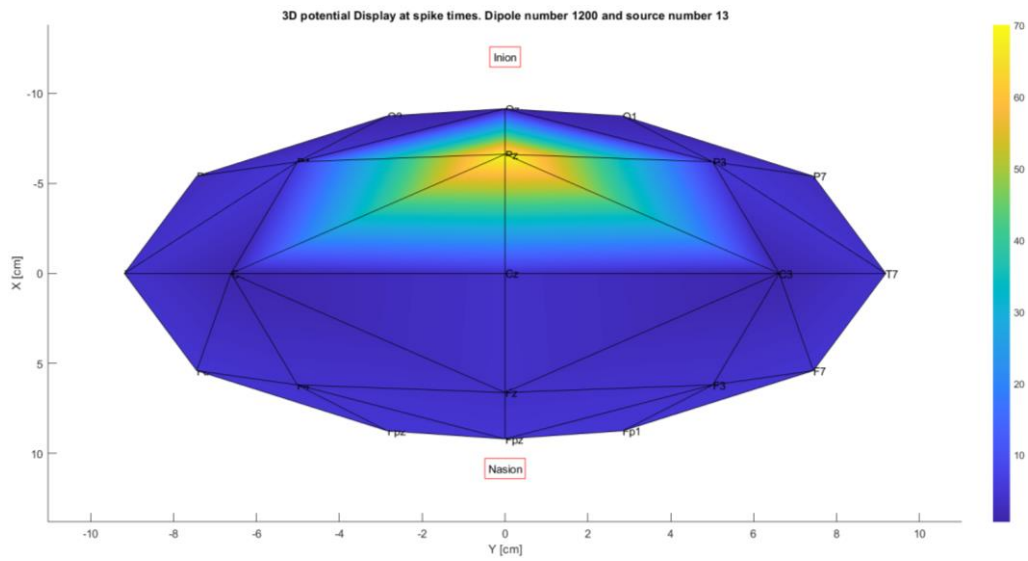
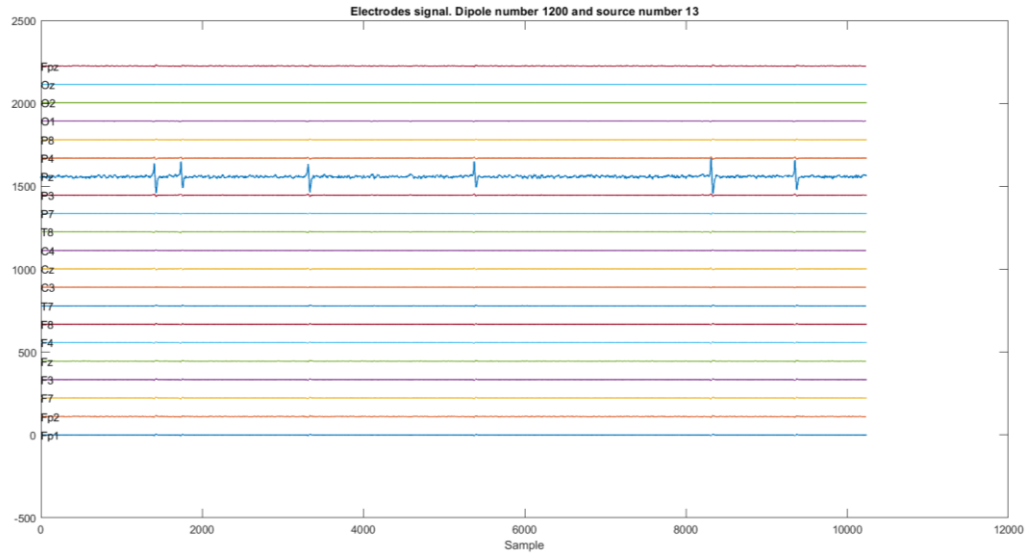
(خ)

برای این بخش، مجددا باید کد های سکشن های `Part3` تا `Part8` از اول ران شوند. در `Part3`، بخش مشخصی از کد برای تغییر شماره دوقطبی (`dip`) به هریک از سه حالت نوشته شده است که به ترتیب برای دوقطبی روی سطح کرتکس، روی سطح کرتکس و بخش `temporal`، و در عمق مغز هستند. میتوان هریک از این سه خط کد را `uncomment` کرد و دوقطبی انتخابی را تغییر داد و مجددا تمام سکشن ها را ران کرد.

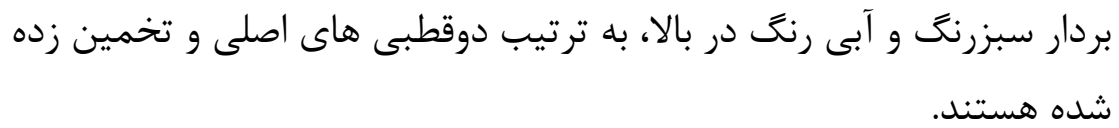
ضمنا در سکشن `Part4` از این کد، بخش مشخصی از کد برای تعیین رندوم شماره سورس (`src`) نوشته شده است. میتوان برای تغییر شماره سورس از ۱۶ به یک عدد رندوم، این بخش را `uncomment` کرد. بقیه کد نیاز به تغییر ندارد.

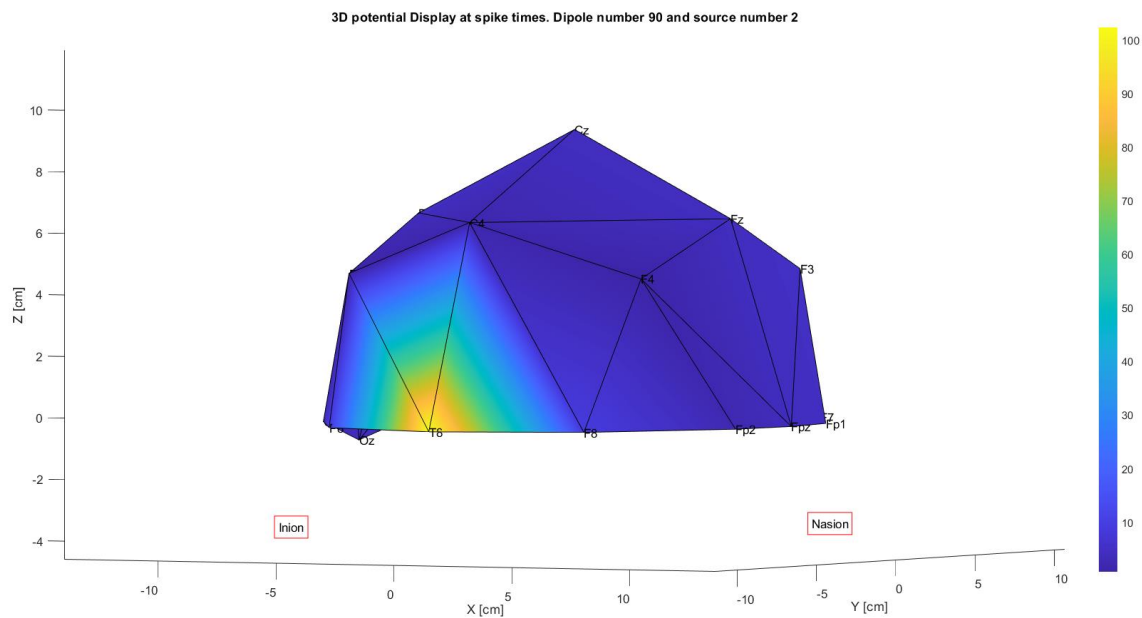
حال هریک از سه دوقطبی مذکور را انتخاب کرده و مجددا نتایج بخش های ت تا ح را نشان میدهیم:

• دوقطبی روی سطح کرتکس:

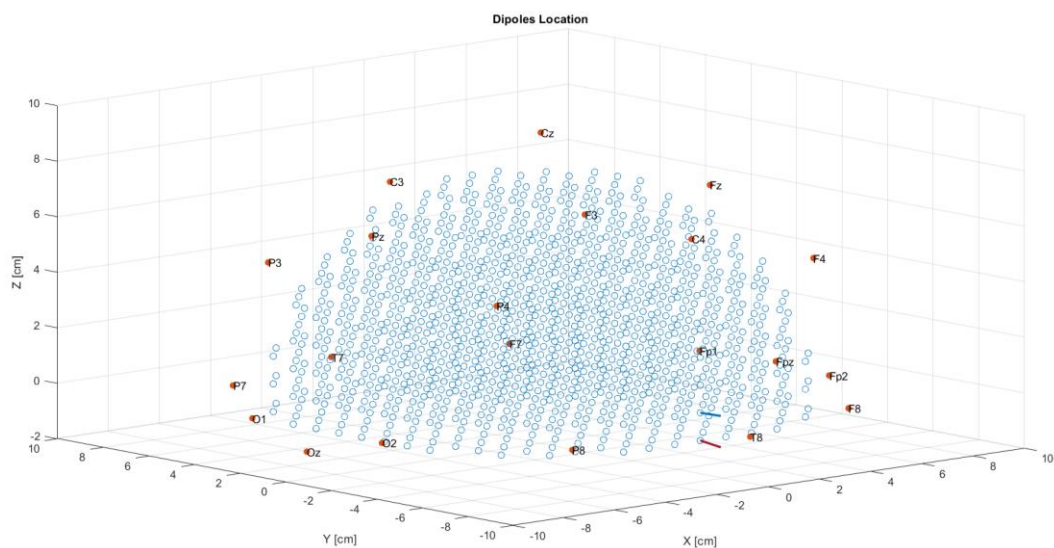


Predicted dipole $r = 7.9398$
 Predicted dipole $\phi_i = 3.1416$
 Predicted dipole $\theta_{\text{Prime}} = 0.71409$
 Dipole distance error = 1.4142
 Dipole ϕ_i error = 0
 Dipole θ_{Prime} error = -0.17804



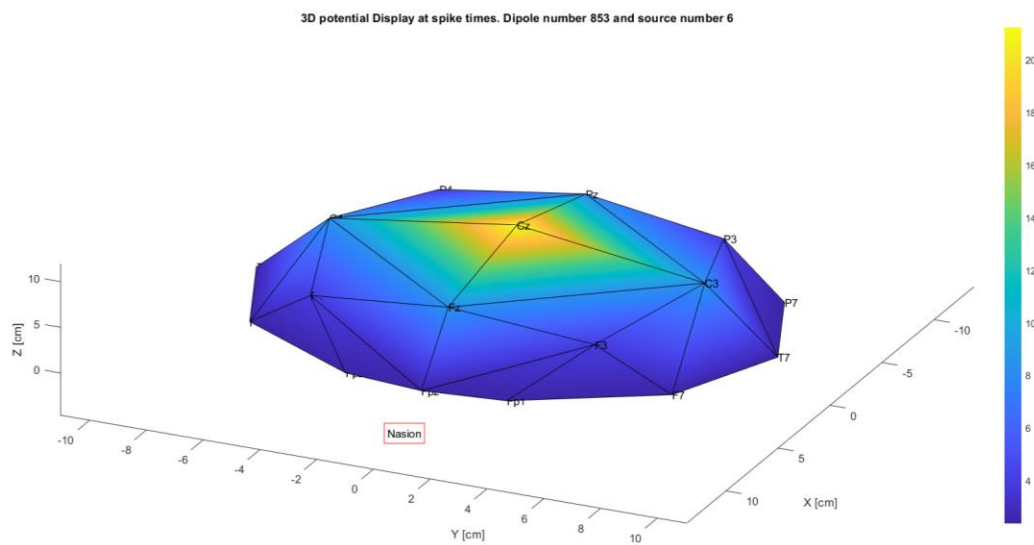
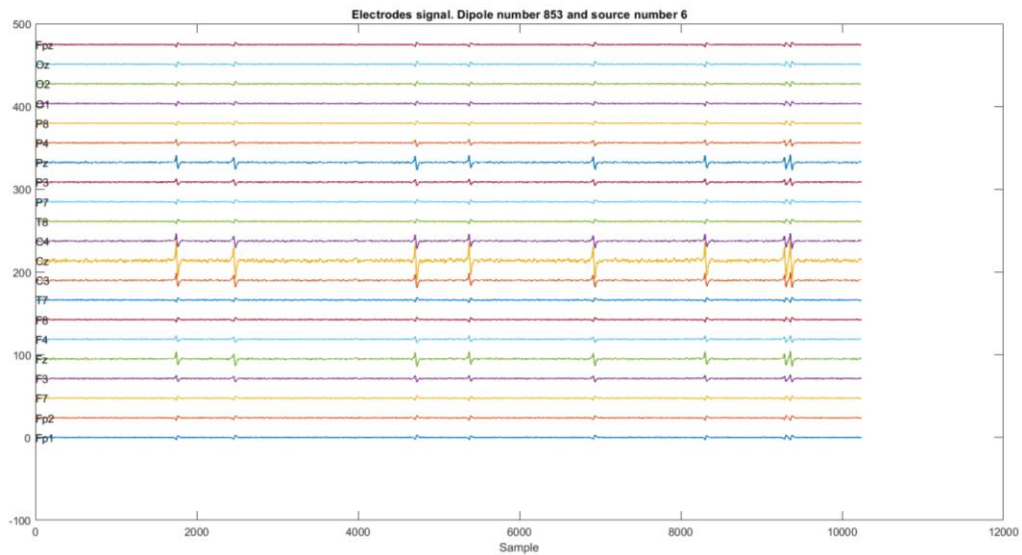


Predicted dipole $r = 7.0029$
 Predicted dipole $\phi_i = -1.5708$
 Predicted dipole $\theta_{\text{Prime}} = 0.028564$
 Dipole distance error = 1
 Dipole ϕ_i error = 0
 Dipole θ_{Prime} error = 0.14236



بردار قرمز رنگ و آبی رنگ، به ترتیب بردار دوقطبی اصلی و تخمینی هستند.

• دوقطبی در عمق:



Predicted dipole $r = 7.2$

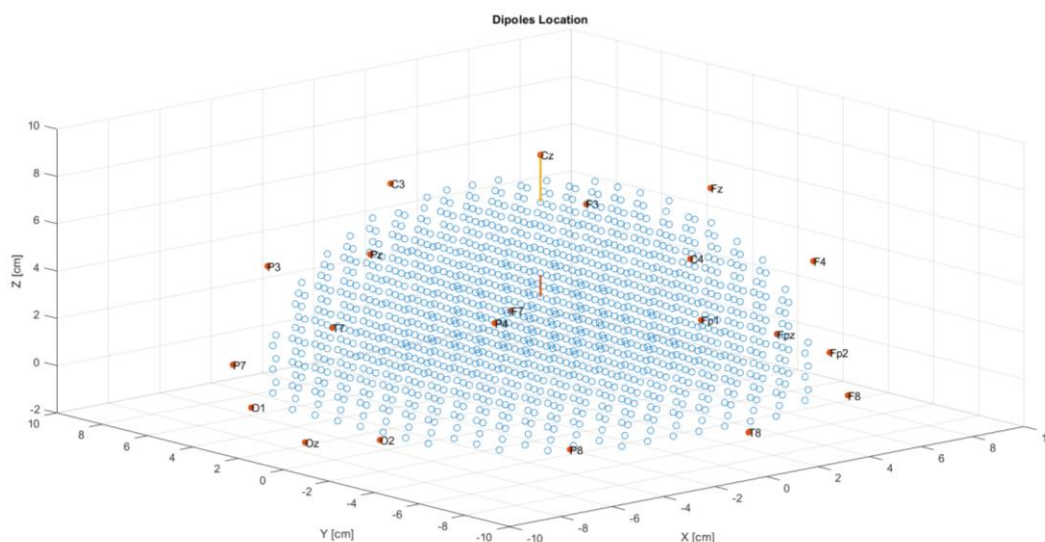
Predicted dipole $\phi_i = 0$

Predicted dipole $\theta_{\text{Prime}} = 1.5708$

Dipole distance error = 4

Dipole ϕ_i error = 0

Dipole θ_{Prime} error = 0



بردار قرمز رنگ و زرد رنگ، به ترتیب بردار دوقطبی اصلی و تخمینی هستند.

در هر سه حالت برای مکان دوقطبی ها، مشاهده میشود که طبق نمودار مکان دوقطبی که توسط تابع `Displa_Potential_3D` رسم میشود، به مکان واقعی دوقطبی نزدیکی زیادی دارد. از طرفی طبق مدل سه بعدی رسم شده برای سر نیز مکان دوقطبی اصلی و تخمینی به هم نزدیک اند. در نهایت خطای فاصله ای و خطای زاویه ای این دوقطبی ها، مقدار کمی دارد (به خصوص خطای زاویه ای که در برخی جاها به صفر رسیده است).