



## نمایشگر میدان الکتریکی

امیرحسین زابلی

استاد: هادی علی اکبریان

### معرفی پروژه

برنامه حاضر با استفاده از زبان پایتون نوشته شده است. هدف از ساخت آن، دسترسی ساده به برنامه‌ای است که بتوان از آن برای انجام شبیه‌سازی‌های ساده و آموزشی میدان الکتریکی ناشی از چند بار دلخواه استفاده کرد.

### پیش‌نیازها

جهت اجرای برنامه نیاز به نصب بودن پایتون و کتابخانه‌های زیر است:

- Tkinter
- numpy
- matplotlib

این برنامه برای هر ۳ سیستم عامل لینوکس / مک / ویندوز قابل استفاده می‌باشد.

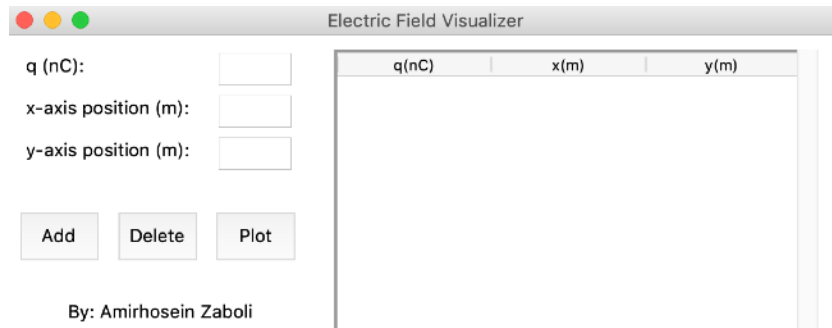
### نحوه استفاده

جهت اجرای برنامه در هر سه سیستم عامل بعد از باز کردن Terminal(Command Line) و ورود

به دایرکتوری برنامه با دستور `cd` ، با اجرای دستور زیر برنامه اجرا خواهد شد:

```
python3 [name of file].py
```

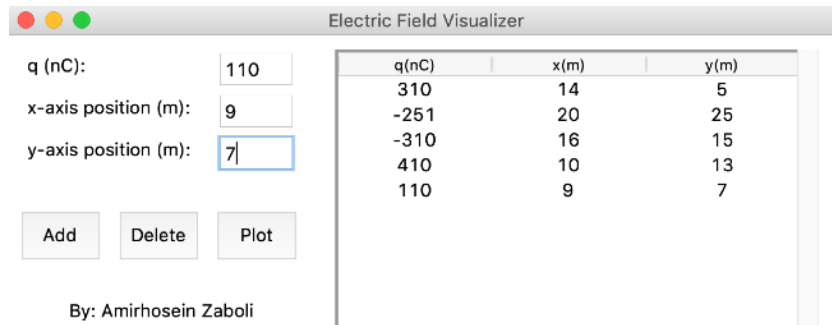
بعد از اجرای برنامه صفحه زیر مشاهده می‌شود:



q(nC)	x(m)	y(m)
-------	------	------

تصویر ۱ - صفحه اصلی برنامه

فیلد اول مربوط به مقدار بار است. همانطور که مشاهده می‌شود این مقدار به صورت نانو کولن در نظر گرفته می‌شود که می‌تواند منفی یا مثبت باشد. در دو فیلد بعدی، باید مقادیر مربوط به مختصات بار را تعیین کرد. این مقادیر باید به صورت **اعداد صحیح مثبت** وارد شوند. علاوه بر این، همانطور که در ادامه مشاهده می‌شود، این مقادیر برای هر دو فیلد باید در **بازه صفر تا ۳۰** باشد. در ادامه با کلیک بر روی **Add**، بار الکتریکی به لیست سمت راست اضافه می‌شود. تصویر زیر به عنوان نمونه آورده شده:

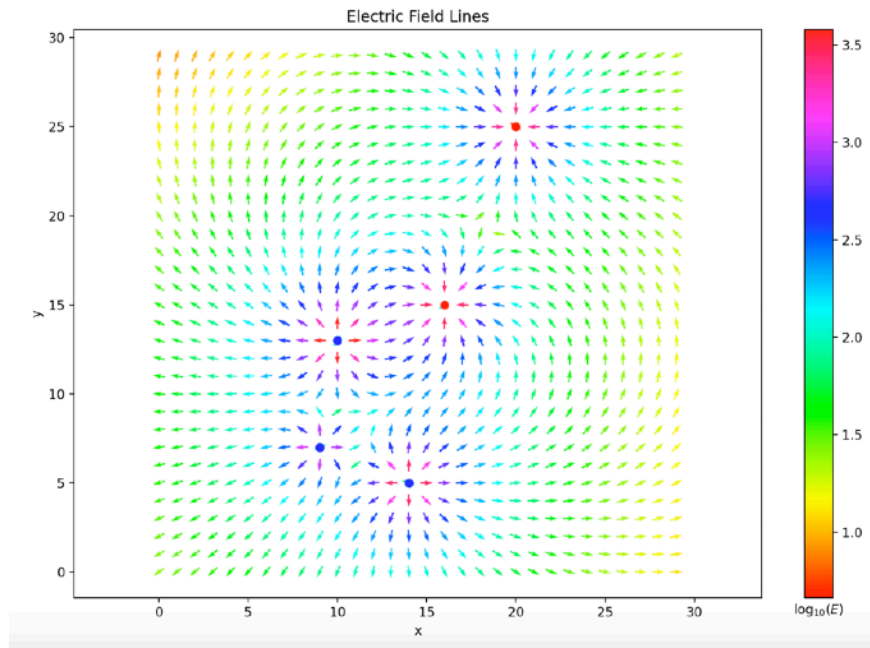


q(nC)	x(m)	y(m)
310	14	5
-251	20	25
-310	16	15
410	10	13
110	9	7

تصویر ۲ - ورود پارامترها

همچنین با انتخاب هر تعداد دلخواهی از سطرهای لیست و کلیک بر روی **Delete** می‌توان آن‌ها را از لیست حذف نمود.

بعد از ورود تمامی بارهای مورد نظر، با کلیک بر روی **Plot** می‌توان نمودار را مشاهده کرد. نمودار مربوط به تصویر بالا به صورت زیر درآمده:



تصویر ۳ - نمودار رسم شده برای پارامترهای ورودی

همانطور که ملاحظه می‌شود، طول و عرض نمودار برابر ۳۰ است و بارهای مثبت به رنگ آبی و بارهای منفی به رنگ قرمز قرار داده شده‌اند. برای نمایش بهتر میدان، از مقادیر تولید شده برای میدان الکتریکی لگاریتم بر مبنای ده گرفته شده (scaling). لذا لازم است برای دانستن مقدار درست بزرگی میدان الکتریکی ۱۰ را به توان مقادیر موجود در نوار کناری برسانیم. به عبارتی،  $E = 10^{value}$  که همان مقادیر کنار نوار است. در نهایت با بستن پنجره نمودار، می‌توان باز هم از برنامه استفاده کرد.

## نحوه محاسبه

برای هر یک از نقاط نمودار (به جز نقاطی که بار روی آن‌ها قرار گرفته) دو مولفه میدان ( $E_x$  و  $E_y$ )

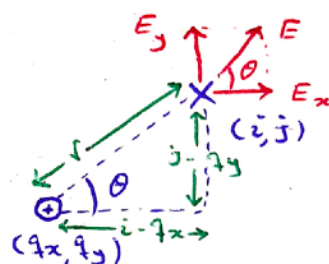
محاسبه شده‌اند. همانطور که می‌دانیم:  $E_x = \frac{kq \cos \theta}{r^2}$  و  $E_y = \frac{kq \sin \theta}{r^2}$ . به دو خط زیر که

قسمتی از کد برنامه هستند، توجه کنید:

```
Ex[i, j] += ((k * q * 1e-9 * ((i-qx)/r) / (r**2))
```

```
Ey[i, j] += ((k * q * 1e-9 * ((j-qy)/r) / (r**2))
```

$((i-q_x)/r)$  و  $((j-q_y)/r)$  به ترتیب به جای  $\cos \theta$  و  $\sin \theta$  قرار گرفته اند.  $i$  و  $j$  نشان دهنده مختصات نقطه‌ای است که میدان در آن محاسبه می‌شود و  $q_x$  و  $q_y$  نیز بیانگر مختصات بار الکتریکی است که میدان ایجاد شده ناشی از آن است. برای بررسی درستی این عبارت به تصویر زیر توجه کنید:

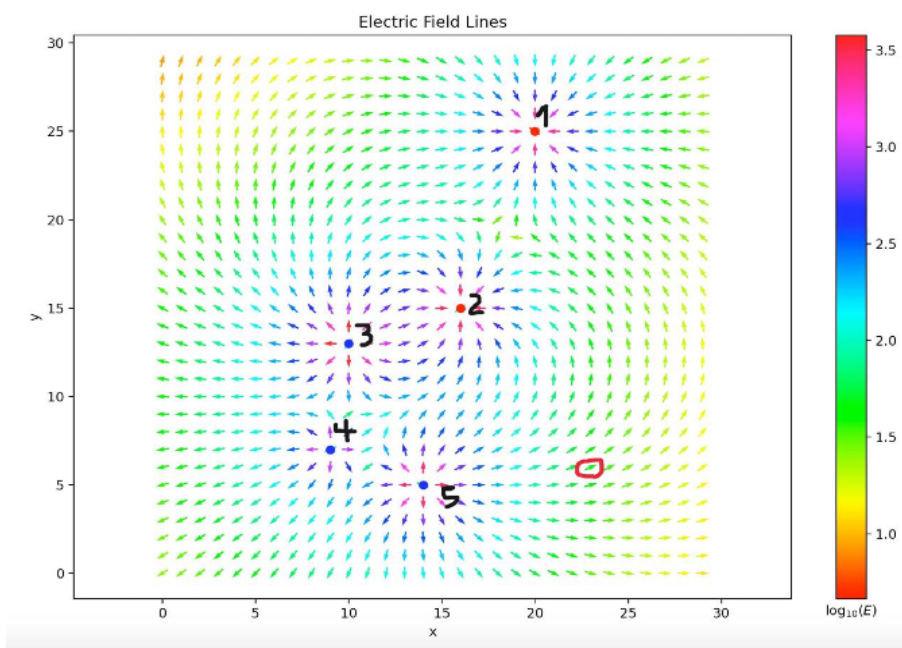


تصویر ۴

همچنین بزرگی میدان الکتریکی در هر یک از نقاط - که در نوار سمت راست مشاهده می‌شود- با استفاده از رابطه  $E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2}$  محاسبه شده است:

`colormap = np.hypot(Ex, Ey)`

برای بررسی اینکه برنامه به درستی کار می‌کند و با در نظر گرفتن تصویر زیر که همان تصویر ۳ است، می‌خواهیم بزرگی میدان را در نقطه‌ای که با خط قرمزی دور آن مشخص شده محاسبه کنیم:



تصویر ۵

$$E_{tot} = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5$$

$$= \frac{9 \times 10^9 \times -251 \times 10^{-9}}{3^2 + 19^2} + \frac{9 \times 10^9 \times -310 \times 10^{-9}}{7^2 + 9^2} + \frac{9 \times 10^9 \times 410 \times 10^{-9}}{13^2 + 7^2} + \frac{9 \times 10^9 \times 110 \times 10^{-9}}{14^2 + 1^2} + \frac{9 \times 10^9 \times 310 \times 10^{-9}}{9^2 + 1^2}$$

$$\approx 28.41 \left(\frac{N}{m}\right) \Rightarrow \log_{10} E \approx 1.45$$

عدد به دست آمده در نوار سمت راست به رنگ سبز است و در نمودار هم به همین صورت نشان داده شده. بنابراین، مقادیر نمودار با محاسبات بالا مطابقت دارد.

\* جهت مشاهده سورس برنامه، می‌توانید به لینک زیر مراجعه کنید:

[https://github.com/amirh-z/Electric\\_Field\\_Visualizer](https://github.com/amirh-z/Electric_Field_Visualizer)