

باسمه تعالی



پروژه الکترومغناطیس

محاسبه میدان مغناطیسی یک سیم دلخواه با

استفاده از قانون بیو ساوار

محمد رضایی

شماره دانشجویی: ۹۶۲۷۱۶۳

نام استاد: هادی علی اکبریان

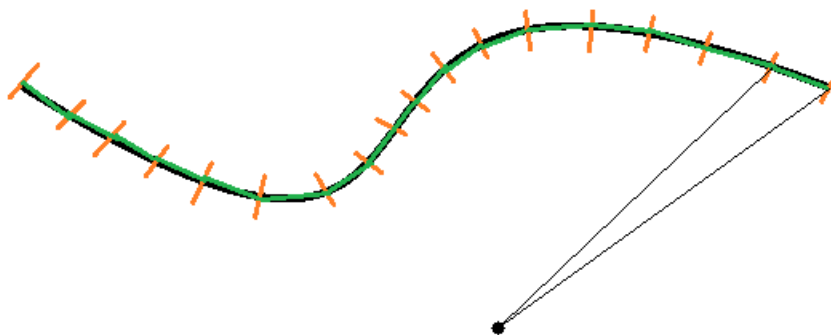
# فهرست

۳	معرفی پروژه
۳	چگونگی بدست آوردن جواب
۳	توضیح کارکرد هر قسمت
۵	طرز وارد کردن ورودی ها
۶	محدودیت ورودی ها
۶	ارائه مثال برای تست برنامه

**معرفی پروژه:** این پروژه با استفاده از نرم افزار Microsoft visual studio و با زبان c# در شاخه ی گرافیکی windows form application توسعه یافته است. پس پسوند فایل برنامه exe میباشد. در این برنامه قصد داریم که میدان ناشی از یک سیم حامل جریان در یک نقطه با استفاده از قانون بیو ساوار محاسبه کنیم.

توجه شود که این عملیات در دو بعد انجام میگیرد.

**چگونگی بدست آوردن جواب:** برای محاسبه ی میدان ابتدا سیم را به تکه های کوچک تقسیم کرده سپس هر کدام از تکه ها را خط در نظر میگیریم. به همین ترتیب می توان اثر هر کدام از تکه ها را بر آن نقطه حساب کرد و در آخر همه ی آنها را با هم جمع کرد.



**توضیح کارکرد هر قسمت:** یک سری تنظیمات در برنامه موجود است که ادامه توضیح آنها را خواهیم داد.

می توان تابع منحنی سیم را در این قسمت عوض کرد.

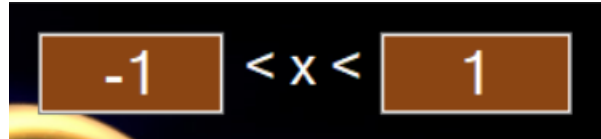


به این صورت است که تابع سیم منحنی برابر با تابع صفحه ی بعد است.

$$Y = ((AxB)^C + (DxE)^F + (GxH)^I + (JxK)^L)^M$$

به جای علامت + میتوان علامت - را نیز قرار داد.

برای مشخص کردن بازه ی تابع سیم از این قسمت میتوان استفاده کرد.



The image shows a dark interface with a central white box containing the mathematical expression  $-1 < x < 1$ . The numbers -1 and 1 are inside smaller white boxes, and the less-than signs are between them.

برای مثال در این جا بازه از -۱ تا ۱ تنظیم شده است.

اندازه ی جریان داخل سیم و همین طور جهت آن را میتوان تنظیم کرد همچنین کمیت آن را نیز میتوان تعیین کرد یعنی عدد داخل جعبه بر حسب آمپر باشد یا میلی آمپر.



برای تعیین نقطه ی مشاهده میتوان قست زیر استفاده کرد.



The image shows a software interface with a light blue box containing the text 'نقطه مشاهده' (View Point). To its right is a white box containing the coordinates  $(0, 0)$ .

در اینجا نقطه ی مشاهده در  $(0,0)$  قرار دارد.

دقت محاسبات را هم میتوان درون برنامه تغییر داد ولی نکته ی قابل ذکر این است که با دقت محاسبه ی بالا زمان محاسبات (Run time) به نسبت بالا میرود.



در برنامه قابلیت ایجاد تابع تصادفی نیز قرار داده شده است که با زدن آن دکمه میتوانید توابع مختلف را تست کنید.

و در آخر با زدن دکمه ی شروع محاسبات اگر مقادیر ورودی ها با محدودیت های قرار داده شده که راجع به آنها توضیح خواهیم داد همخوانی داشته باشد و همچنین تابع در بازه ای که تعریف کرده ایم حقیقی باشد و تعریف شده باشد برنامه شروع به محاسبه می کند و نتایج آن در قسمت زیر قابل مشاهده خواهد بود.



که در آن اندازه ی میدان به صورت نماد علمی به نمایش در می آید و جهت میدان با توجه به ورودی های داده شده میتواند درونسو یا برونسو باشد.

**طرز وارد کردن ورودی ها:** برای وارد کردن تابع میتوان توابع  $x$ ,  $\sin x$ ,  $\cos x$ ,  $\text{sinc } x$  را با تایپ کردن آن وارد کرد همچنین از اعداد صحیح یا اعشاری نیز میتوان بهره برد.

برای ورودی های دیگر نیز میتوان بسته به مقدار کاراکتری که برنامه اجازه میدهد مقادیر صحیح یا اعشاری وارد کرد. وارد نکردن مقداری برای ورودی ها باعث دریافت پیام خطا خواهد شد.

**محدودیت های ورودی ها:** توابع  $\tan x$  و  $\cot x$  به دلیل این که در نقاط بسیاری باعث بینهایت شدن تابع میشوند در برنامه قرار نگرفته اند همچنین اگر به جای عدد یا توابع تعریف شده ی فوق کاراکتر دیگری وارد شود با دریافت خطا مواجه خواهید شد.

اگر تابعی که وارد می کنید در بازه ای مقدار موهومی داشته باشد نیز برنامه اجازه ی محاسبه را نخواهد داد. برای مثال تابع رادیکال ریشه ی دو اعداد منفی موهومی میباشد پس  $(-4)^{0.5}$  ما را با پیام خطا مواجه خواهد کرد.

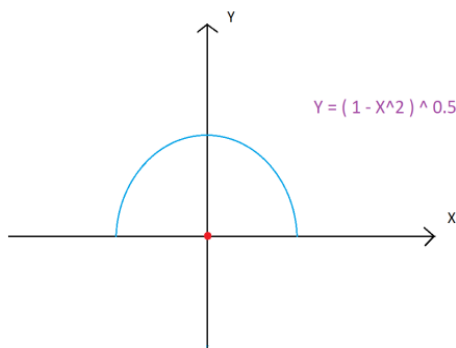


طبیعی است که اگر در تابع عدد تقسیم بر صفر نیز رخ دهد برنامه با خطا مواجه خواهد شد.

**ارائه مثال برای تست برنامه:** در این قسمت با ارائه ی یک مثال می خواهیم ببینیم که آیا برنامه برای این مثال درست کار می کند یا خیر؛ یک نیم دایره را فرض کنید که مرکز آن نقطه ی  $(0,0)$  باشد. همینطور این نیم دایره روی  $y$  های مثبت باشد و نقطه ی مشاهده را همان مرکز نیم

دایره در نظر بگیرید. پس داریم:

$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_C \frac{Id\mathbf{l} \times \mathbf{r}}{|\mathbf{r}|^3}$$

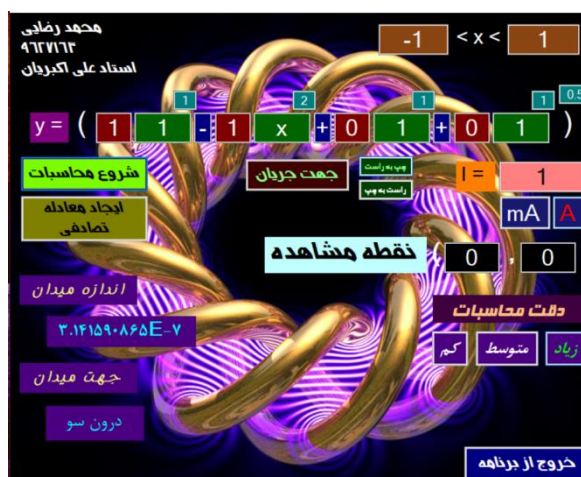


اگر فرض کنیم که شعاع این نیم دایره و جریان سیم برابر یک باشند مسئله را به صورت زیر با مختصات قطبی حل می کنیم.

$$B = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{4\pi} \int_0^\pi \frac{IdL \times r}{|r|^3}, L = r\phi \Rightarrow dL = r.d\phi$$

$$\Rightarrow B = 10^{-7} \int_0^\pi \frac{1 \cdot 1 \cdot d\phi}{1} = \phi[0, \pi] \cdot 10^{-7} = \pi \cdot 10^{-7} \approx 3.1415926536 \cdot 10^{-7}$$

حال همین مقادیر را برای برنامه وارد کرده و نتایج را مقایسه میکنیم.



همانطور که می بینید حاصل محاسبات با دقت زیاد برابر  $3.141590865 \cdot 10^{-7}$  شده است.

پس توانستیم با خطای خوبی میدان را اندازه گیری کنیم.

نا گفته نماند که حاصل با دقت متوسط برابر  $3.096845289 \cdot 10^{-7}$  و با دقت کم برابر  $2.999349672 \cdot 10^{-7}$  می باشد.

پایان