



راهنمایی آموزشی صنف دهم – دوره چهاردهم

اهداف آموزشی :

1. موتور برقی
2. قانون بیوت ساواریت
3. ساحه مقناطیسی یک کوایل
4. ساحه مقناطیسی سولینوئید
5. قوه های مقناطیسی بین دو سیم حامل جریان
6. القای الکترومقناطیسی و برق متناوب، مفهوم القا
7. قوه محرکه برقی جریان القایی
8. القای خودی

1- موتور برقی

تعریف موتور برقی:

موتور برقی آله ای است که انرژی برقی را به انرژی میخانیکی (حرکت) تبدیل می کند. یعنی زمانی که جریان برق از آن عبور کند، قسمت متحرک موتور شروع به چرخیدن می نماید.

اصول کار موتور برقی:

اصل کار موتور برقی بر اساس اثر مقناطیسی جریان برق است. هنگامی که جریان برق از یک هادی در داخل میدان مقناطیسی عبور کند، بر آن قوه ای (نیروی) وارد می شود که باعث حرکت هادی می شود. این همان قوه مقناطیسی بالای هادی حامل جریان است.

اجزای اصلی موتور برقی:

1. آرمچر: (Armature) سیم پیچی یا حلقه هادی است که جریان برق از آن می گذرد و در داخل میدان مقناطیسی قرار دارد.
2. مقناطیس (آهنربا) میدان مقناطیسی لازم را برای تأثیر بر آرمچر ایجاد می کند.

3. کموتاتور: (Commutator)

حلقه نیمه ای است که وظیفه دارد جهت جریان برق را در هر نیم چرخش تغییر دهد تا آرمچر در یک جهت معین بچرخد.

4. برش ها یا برس ها: (Brushes)

از جنس کاربن هستند و برق را از منبع به کموتاتور انتقال می دهند.

♦ طرز کار موتور برقی:

1. هنگامی که جریان برق از آرمچر عبور می کند، در دو طرف آرمچر نیروهای مقناطیسی مخالف جهت ایجاد می شوند.
2. این نیروها باعث می شوند آرمچر به چرخش درآید.
3. کموتاتور در هر نیم چرخش قطب جریان را تغییر می دهد تا جهت دوران ثابت بماند.
4. در نتیجه آرمچر به طور پیوسته می چرخد و حرکت میخانیکی تولید می شود.

♦ انرژی ها در موتور برقی:

- ورودی: انرژی برقی (Electric Energy)
- خروجی: انرژی میخانیکی یا جنبشی (Mechanical Energy)

♦ کاربردهای موتور برقی:

- پنکه (فین)،
- یخچال،
- واشنگ ماشین،
- موتورها برقی،
- ماشین های صنعتی،
- وسایل نقلیه برقی مانند بایسکل برقی.

♦ فایده ها:

- استفاده از برق به جای سوخت های فسیلی.

دو دانشمند فرانسوی به نام های **بیو (Biot)** و **ساوار (Savart)** در سال 1820 میلادی آزمایش هایی انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که: وقتی از یک سیم مستقیم جریان برق (I) عبور کند، در اطراف آن میدان مقناطیسی (B) به وجود می آید.

▲ فرمول قانون بیو - ساوار:

$$\frac{I dl \sin \theta}{2r} \cdot \frac{\mu_0}{4\pi} = dB$$

◆ در این فرمول:

- $dB$ : مقدار کوچک میدان مقناطیسی در نقطه ای از فضا
- $\mu_0$ : ثابت نفوذپذیری مقناطیسی فضا ( $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m}/\text{A}$ )
- $I$ : شدت جریان برق در سیم
- $dl$ : بخش کوچک از طول سیم
- $r$ : فاصله نقطه مورد نظر از سیم
- $\theta$ : زاویه بین جهت جریان برق و خط وصل کننده نقطه به سیم

● 3:--. ساحه مقناطیسی یک کویل

➡ تعریف کویل: (Coil)

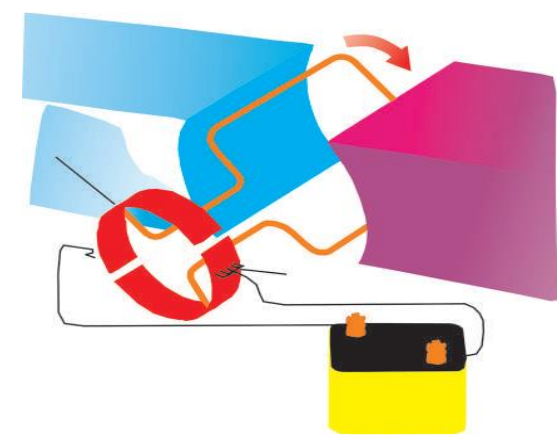
کویل یا سیم پیچی، عبارت از سیمی است که به صورت چندین دور حلقوی پیچیده شده باشد. وقتی جریان برق از کویل عبور کند، در اطراف آن ساحه (میدان) مقناطیسی تولید می شود.

⚡ چگونگی تولید ساحه مقناطیسی در کویل:

- آلودگی کمتر محیط.
- حرکت نرم و بی صدا.
- سهولت در استفاده و سرعت بالا.

◆ نتیجه گیری:

موتور برقی یکی از اختراعات مهم بشر است که نقش بزرگی در زندگی روزمره و صنعت دارد. این دستگاه با تبدیل انرژی برقی به انرژی میخانیکی، باعث حرکت وسایل گوناگون می شود و کارهای انسان را آسان تر می سازد.



● ۲:--. قانون بیوت ساوارت

⚡ تعریف:

قانون بیو-ساوار یکی از قوانین مهم در مقناطیس (مغناطیس) است که مقدار و جهت میدان مقناطیسی تولید شده توسط یک سیم حامل جریان برق را بیان می کند. این قانون نشان می دهد که جریان برقی در یک هادی سبب تولید میدان مقناطیسی در اطراف آن می شود.

➡ توضیح علمی:

3. طول کوایل: (L) هر قدر طول کوایل بیشتر باشد، ساحه ضعیف تر می شود.
4. هسته آهنی: اگر در داخل کوایل هسته آهنی قرار داده شود، ساحه مغناطیسی چندین برابر قوی تر می گردد.

◆ کاربردهای کوایل در زندگی:

- در الکترومقناطیس ها برای بلند کردن اجسام فلزی.
- در موتورهای برقی و جنراتورها.
- در زنگ های برقی. (Electric Bell)
- در آلات برقی و وسایل مخابراتی.

✨ نتیجه گیری:

کوایل وسیله ای ساده اما بسیار مهم در فزیک است که با عبور جریان برق از آن، ساحه مغناطیسی قوی و منظم ایجاد می شود. این اصل اساس کار الکترومقناطیس ها، موتورها، جنراتورها و بسیاری وسایل برقی می باشد



4. ساحه مغناطیسی سولینوید

تعریف سولینوید:

سولینوید یک نوع کوایل (سیم پیچی) است که از چندین دور سیم عایق دار تشکیل شده و به شکل استوانه ای پیچیده می شود. وقتی از این سیم جریان برق (I) عبور کند، در داخل آن ساحه (میدان) مغناطیسی منظم و قوی به وجود می آید.

⚡ اصل کار سولینوید:

هر دور از سیم کوایل، مانند ساحه مغناطیسی یک حلقه واحد عمل می کند. وقتی تعداد زیادی از این حلقه ها پشت سرهم قرار بگیرند، ساحه های مغناطیسی هر دور با هم جمع می شوند و یک ساحه مغناطیسی قوی تر و منظم تر را در داخل کوایل به وجود می آورند.

◆ شکل و جهت ساحه مغناطیسی کوایل:

- خطوط ساحه مغناطیسی در داخل کوایل تقریباً موازی هستند و از قطب جنوب (S) به قطب شمال (N) خارج می شوند.
- در بیرون از کوایل، خطوط میدان از قطب شمال به قطب جنوب برمی گردند.
- شکل ساحه مغناطیسی کوایل مشابه یک مقناطیس میله ای (Bar Magnet) است.

👉 تعیین جهت قطب ها در کوایل (قاعده دست راست):

اگر انگشتان دست راست را در جهت جریان برق در پیچش کوایل بیچانی، آنگاه انگشت شست، جهت قطب شمال کوایل را نشان می دهد.

▲ فرمول شدت ساحه مغناطیسی در داخل کوایل:

$$\frac{\mu_0 N I}{L} = B$$

◆ در این فرمول:

- B: شدت ساحه مغناطیسی (تسلا)
- $\mu_0$ : ثابت نفوذپذیری فضا ( $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$ )
- N: تعداد دورهای سیم کوایل
- I: شدت جریان برق (آمپر)
- L: طول کوایل (متر)

⚙ عوامل مؤثر بر شدت ساحه مغناطیسی کوایل:

1. شدت جریان برق: (I) هر قدر جریان زیادتر باشد، ساحه قوی تر است.
2. تعداد دورها: (N) با زیاد شدن تعداد دورهای سیم، شدت ساحه افزایش می یابد.



2. تعداد دورها: (N) هر قدر تعداد دورهای سیم بیشتر باشد، شدت ساحه افزایش می یابد.
3. طول سولینوید: (L) اگر طول زیاد باشد و دورها کم تر، میدان ضعیف تر می شود.
4. وجود هسته آهنی: اگر در داخل سولینوید هسته آهنی قرار داده شود، ساحه چندین برابر قوی تر می گردد.

◆ انواع سولینوید:

1. سولینوید هوایی: بدون هسته آهنی.
2. سولینوید با هسته آهنی: که در داخل آن میله آهنی قرار داده می شود تا ساحه تقویت گردد.

💡 کاربردهای سولینوید:

- در الکترومقناطیس ها برای بلند کردن اجسام فلزی.
- در زنگ برقی. (Electric Bell)
- در موتورهای برقی و جنراتورها.
- در درب های خودکار و وسایل کنترل برقی.

✨ نتیجه گیری:

سولینوید وسیله ای است که با عبور جریان برق از میان سیم پیچی های آن، ساحه مقناطیسی منظم و قوی تولید می کند.  
این اصل اساس کار بسیاری از وسایل برقی مانند الکترومقناطیس، زنگ برقی، موتور و جنراتور می باشد و نقش مهمی در علم الکترومقناطیس دارد.

عوامل مؤثر بر شدت ساحه مقناطیسی سولینوید

1. شدت جریان برق: (I) هر قدر جریان زیادتر باشد، ساحه مقناطیسی قوی تر می شود.

اصل کار سولینوید بر اثر مقناطیسی جریان برق استوار است.  
هر دور از سیم سولینوید مانند یک مقناطیس کوچک عمل می کند.  
وقتی جریان از تمام دورها بگذرد، ساحه های مقناطیسی هر دور با هم جمع می شوند و در نتیجه یک میدان مقناطیسی قوی و یکنواخت در داخل سولینوید تشکیل می شود.

📍 شکل و جهت ساحه مقناطیسی سولینوید:

- خطوط میدان در داخل سولینوید تقریباً موازی و مستقیم هستند.
- در بیرون از سولینوید، این خطوط از قطب شمال (N) خارج و به قطب جنوب (S) برمی گردند.
- شکل کلی ساحه مقناطیسی سولینوید شبیه یک مقناطیس میله ای (Bar Magnet) است.

👉 تعیین جهت قطب ها (قاعده دست راست)

اگر انگشتان دست راست را در جهت جریان برق در سیم پیچ ببیچانی، آنگاه انگشت شست، قطب شمال سولینوید را نشان می دهد.

📐 فرمول شدت ساحه مقناطیسی در داخل سولینوید:

$$\frac{NI}{L} \mu_0 = B$$

◆ در این فرمول:

- B: شدت ساحه مقناطیسی (تسلا)
- $\mu_0$ : ثابت نفوذپذیری فضا ( $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$ )
- N: تعداد دورهای سیم
- I: شدت جریان برق (آمپر)
- L: طول سولینوید (متر)

▲ فرمول قوه مغناطیسی بین دو سیم موازی حامل جریان:

$$\frac{\mu_0 I_1 I_2 L}{2\pi d} = F$$

◆ در این فرمول:

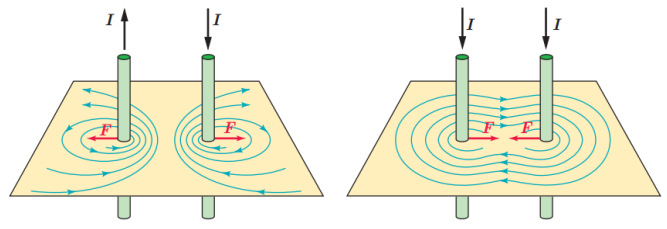
- $F$ : قوه مغناطیسی بین دو سیم (نیوتن)
- $\mu_0$ : ثابت نفوذپذیری فضا ( $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$ )
- $I_1$  و  $I_2$ : شدت جریان ها در دو سیم (آمپر)
- $L$ : طول سیم ها که در ساحه قرار دارند (متر)
- $d$ : فاصله بین دو سیم (متر)



تعیین جهت قوه (قاعده دست راست)

برای هر سیم:

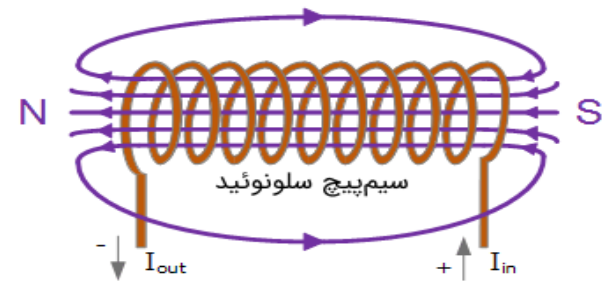
- انگشت شست در جهت جریان برق،
- انگشتان در جهت خطوط ساحه مغناطیسی،
- کف دست جهت قوه وارد شده بر سیم دیگر را نشان می دهد



● 6:- القای الکترومغناطیسی و برق متناوب، مفهوم القا

◆ مفهوم القا: (Electromagnetic Induction)

القای الکترومغناطیسی پدیده ای است که در آن، به وجود آمدن جریان برقی در یک سیم یا هادی، بدون تماس مستقیم منبع برق، بلکه به واسطه تغییر میدان مغناطیسی اطراف آن صورت می گیرد.



● 5:- قوه های مغناطیسی بین دو سیم حامل جریان

اصل فیزیکی:

این پدیده بر اساس اثر مغناطیسی جریان برق بیان می شود که:

«هر سیم حامل جریان، در اطراف خود ساحه مغناطیسی تولید می کند و این ساحه بر سیم دیگر که حامل جریان است، نیرو وارد می نماید.»

◆ حالت های ممکن:

1. وقتی جریان ها در یک جهت باشند: دو سیم یکدیگر را جذب می کنند. (زیرا خطوط میدان بین دو سیم مخالف جهت اند و باعث جذب می شوند).
2. وقتی جریان ها در جهت مخالف باشند: دو سیم همدیگر را دفع می کنند. (زیرا خطوط میدان در بین دو سیم در یک جهت اند و باعث دفع می شوند).



این پدیده نخستین بار توسط مایکل فارادی (Michael Faraday) در سال ۱۸۳۱ میلادی کشف گردید.

◆ توضیح پدیده القا:

وقتی که یک سیم پیچ (کویل) در مقابل یک آهنربا (مقناطیس) حرکت داده شود، یا بالعکس آهنربا در نزدیکی سیم پیچ حرکت داده شود، در سیم پیچ جریان برقی تولید می گردد. این جریان را جریان القایی (Induced Current) می گویند. این جریان تنها زمانی به وجود می آید که میدان مقناطیسی در اطراف سیم تغییر کند.

◆ قانون فارادی: (Faraday's Law)

طبق قانون فارادی:

«هرگاه مقدار شار مقناطیسی عبوری از یک حلقه یا کویل تغییر کند، در آن ولتاژ القایی تولید می شود.»

$$\frac{d\Phi}{dt} = E$$

uu

در آن:

- $E$ : نیروی محرکه القایی (ولتاژ القایی)
  - $\Phi$ : شار مقناطیسی
  - $\frac{d\Phi}{dt}$ : نرخ تغییر شار مقناطیسی
- علامت منفی نشان می دهد که جهت جریان القایی مخالف جهت تغییر میدان مقناطیسی است (قانون لنز).

● 7:- قوه محرکه برقی جریان القایی،

قوه محرکه برقی (EMF) جریان القایی: قوه محرکه برقی جریان القایی، یعنی ولتاژی که در یک سیم یا کویل به واسطه تغییر میدان مقناطیسی اطراف آن ایجاد می شود. این ولتاژ سبب ایجاد جریان القایی در سیم می شود. این پدیده بر اساس قانون فارادی و قانون لنز است.

فرمول:

$$\frac{d\Phi}{dt} = E$$

- $E$ : قوه محرکه القایی (ولت)
- $\Phi$ : شار مقناطیسی عبوری از سیم
- $\frac{d\Phi}{dt}$ : نرخ تغییر شار بر زمان
- علامت منفی: مطابق قانون لنز، جریان القایی مخالف علت تغییر شار است.

● 8:- القای خودی

◆ القای خودی: (Self Induction)

القای خودی پدیده ای است که در یک کویل یا سیم پیچ رخ می دهد، وقتی که شدت جریان در همان سیم تغییر می کند: تغییر جریان باعث تغییر میدان مقناطیسی خود کویل می شود. این تغییر میدان، در همان کویل یک EMF القایی تولید می کند که با جهت جریان اصلی مخالفت می کند. این EMF القایی را EMF خودی یا Self-Induced EMF می نامند. فرمول EMF القای خودی:

$$\frac{dI}{dt} L = E$$

- $E$ : EMF القای خودی (ولت)
- $L$ : ضریب خودالقایی (Henry)
- $\frac{dI}{dt}$ : نرخ تغییر جریان در کویل

◆ ویژگی های EMF القای خودی:

1. جهت جریان القایی همیشه مخالف جهت تغییر جریان اصلی است.

- این خاصیت باعث می شود جریان در مدار به آرامی تغییر کند و جلوی تغییر ناگهانی جریان گرفته شود.
- ضریب خودالقایی (LLL) بستگی به تعداد دور سیم، سطح مقطع سیم، طول کویل و جنس هسته دارد.

#### ◆ کاربردهای القای خودی:

- در سلفها (Inductor) و مدارهای AC
- در ترمنزهای القایی
- در موتورهای برقی و ژنراتورها
- در تثبیت جریان در مدارات الکتریکی

#### ◆ نتیجه گیری:

- قوة محرکه جریان القایی ولتاژی است که بر اثر تغییر میدان مغناطیسی ایجاد می شود.
- القای خودی همان پدیده است که در یک سیم یا کویل با تغییر جریان خودش ولتاژ القایی تولید می کند.
- هر دو پدیده اساس کار ژنراتورها، موتورها، ترانسفورمرها و مدارهای AC هستند و نقش مهمی در الکترومغناطیس دارند

