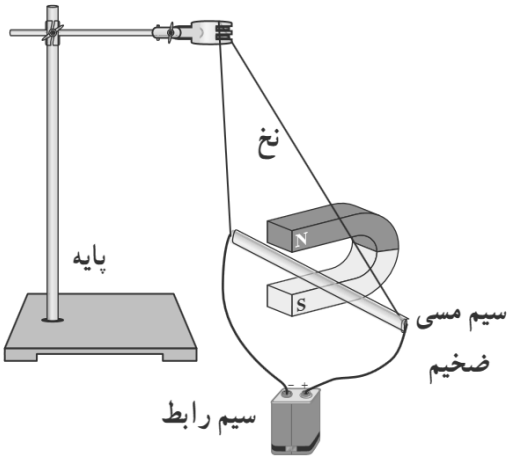
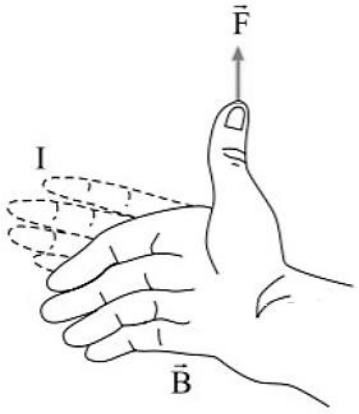
## ☑ بخش۴: نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان

دانستیم که میدان مغناطیسی می‌تواند به بارهای الکتریکی متحرک نیرو وارد کند. وقتی که از یک سیم، جریان الکتریسیته می‌گذرد، این بارهای الکتریکی هستند که در آن سیم حرکت می‌کنند. پس میدان مغناطیسی به چنین سیمی نیز نیرو وارد خواهد کرد.



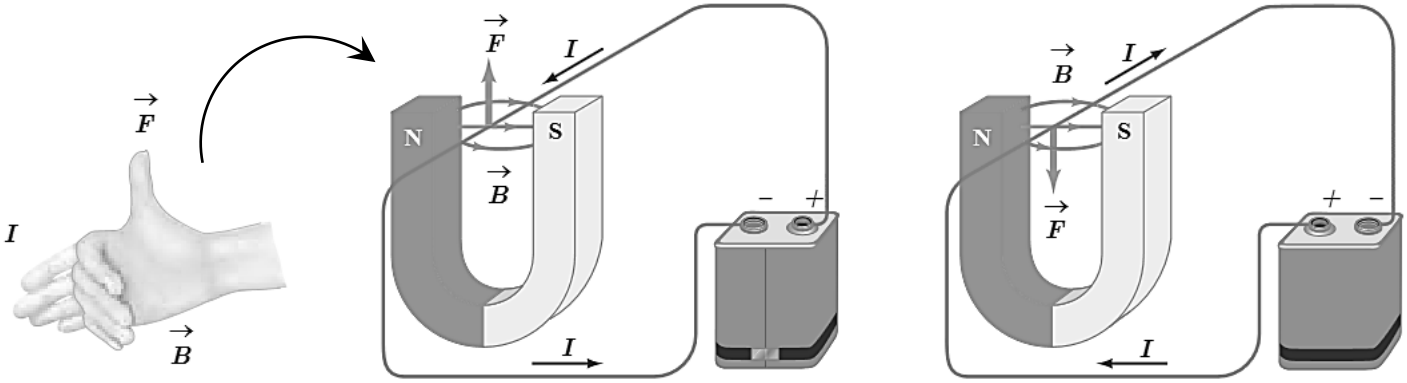

❖ **آزمایش اورستد:** اگر مداری را مطابق شکل مقابل اماده کنیم، هرگاه که جریان در سیم مسی برقرار شود، نیرویی از طرف میدان مغناطیسی آهنربا به سیم مسی وارد می‌شود که آن را از حالت تعادل منحرف می‌کند. حال می‌توان با تغییر عوامل مختلف مثل: تغییر جهت جریان در سیم، تغییر شدت جریان، تغییر شدت میدان مغناطیسی و ... ، تغییراتی که در جهت و اندازهٔ نیروی وارد بر سیم ایجاد می‌شود را مشاهده کنیم. **اورستد** با انجام آزمایشی شبیه به این، نشان داد که: **نیرویی که در میدان مغناطیسی بر سیم حامل جریان الکتریکی وارد می‌شود، بر راستای سیم و نیز بر راستای میدان مغناطیسی عمود است.**

### تعیین جهت نیروی وارد بر سیم




بر مبنای آنچه اورستد به دست آورده (یعنی عمود بود نیرو بر راستای جریان و میدان)، در اینجا نیز می‌توانیم طبق همان روش قبل، یعنی **قاعدهٔ دست راست** عمل می‌کنیم. فقط این‌بار می‌دانیم که جهت حرکت بارها، در جهت جریان سیم است، پس چهار انگشت دست راست را در جهت جریانی که از سیم عبور می‌کند ($\mathbf{I}$) می‌گیریم. در این حالت نیز میدان مغناطیسی ($\vec{B}$) باید از کف دست راست خارج شود (با هر زاویه‌ای)؛ و انگشت شست نیز جهت نیروی وارد بر سیم ($\vec{F}$) را نشان خواهد داد.

به جهت جریان و جهت نیروی وارد بر سیم در شکل‌های زیر توجه کنید:



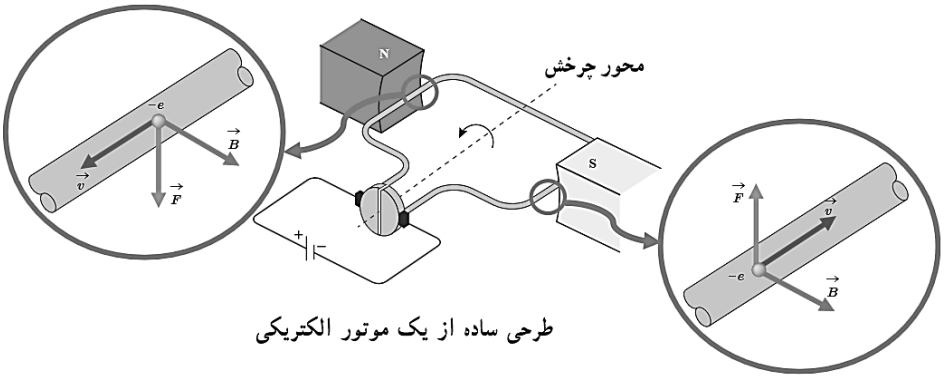

**○ نکتهٔ مهم:** توجه کنید که جهت جریان، به طور قراردادی در جهت حرکت بارهای مثبت است. لذا قاعدهٔ دست راست بر آن صادق است. اما اگر جهت حرکت الکترون‌ها را در نظر بگیریم، ابتدا با قاعدهٔ دست راست، جهت بردار مجهول را پیدا کرده و سپس آن را برعکس می‌کنیم (مانند بخش قبل).

** جهت مشاوره تحصیلی رایگان و پرسیدن سوالات خود با مشاوران سایت ارتباط بگیرید**

## موتورهای الکتریکی

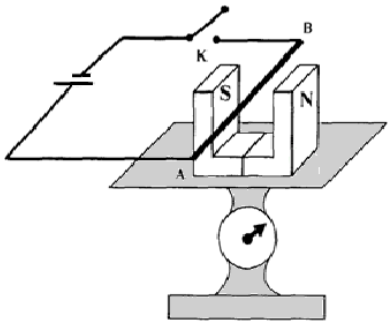
موتورهای الکتریکی مانند پنکه، مته و ماشین لباسشویی ابزارهایی هستند که انرژی الکتریکی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کنند. اساس کار این موتورها، نیروی وارد بر سیم حامل جریان از سوی یک میدان مغناطیسی است.

چنان‌که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، میدان مغناطیسی از N به S و جریان حلقه از پایانهٔ + به پایانهٔ − است. وقتی که جریان از حلقه عبور می‌کند، نیروهایی که به دو ضلع حلقه وارد می‌شود (بنابر قاعدهٔ دست راست) عکس جهت یکدیگر هستند بنابراین باعث چرخش حلقه می‌شوند.



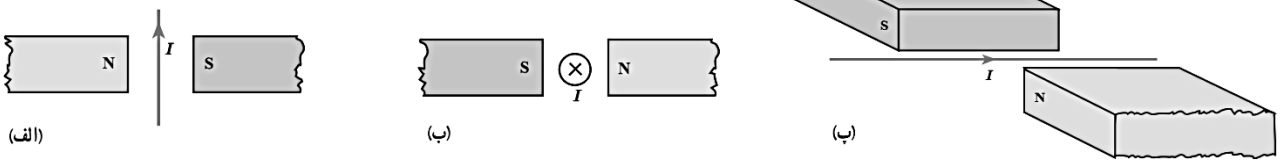
طرحی ساده از یک موتور الکتریکی

**آزمایش (فعالیت ۳–۴ کتاب درسی)** آزمایشی را طراحی کنید که به کمک آن بتوان نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان الکتریکی درون میدان مغناطیسی را اندازه‌گیری کرد. در صورت لزوم، برای اجرای این آزمایش می‌توانید از ترازوهای دیجیتال (رقمی) با دقت ۰/۰۱g استفاده نمایید.

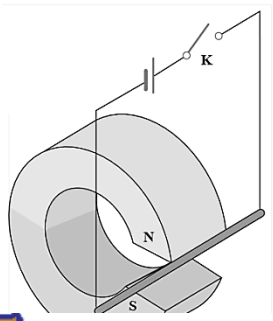



**پاسخ:** در شکل مقابل، عددی که ترازو در ابتدا نشان می‌دهد، برابر نیروی وزن آهنربا است. اگر سیم AB را بین دو دهانهٔ آهنربای نعلی شکل قرار دهیم، پس از وصل کلید، عددی که ترازو نشان می‌دهد تغییر می‌کند. مقدار تغییر عدد ترازو، نشان دهندهٔ نیرویی است که میدان و سیم به هم وارد می‌کنند.

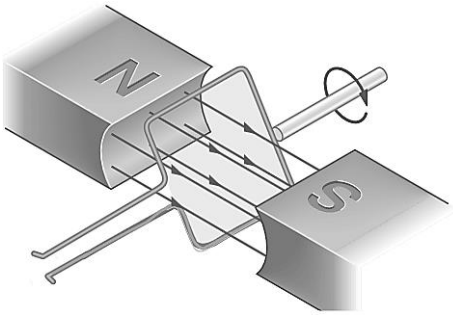
**مثال ۸ (مسائل پایانی فصل ـ مسئلهٔ ۱۲):** جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان را در هر یک از شکل‌های الف، ب و پ با استفاده از قاعدهٔ دست راست بیابید.




**مثال ۹ (مسائل پایانی فصل ـ مسئلهٔ ۱۳):** در شکل مقابل، میله‌ای که میان قطب‌های آهنربا آویزان شده می‌تواند آزادانه حرکت کند. با بستن کلید K، چه اتفاقی برای میلهٔ رسانا رخ می‌دهد؟ توضیح دهید.



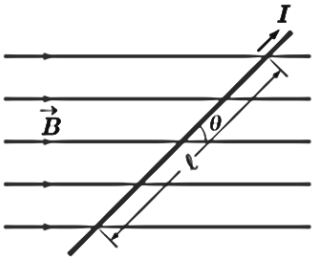
**مثال ۱۰ (مسائل پایانی فصل ـ مسئلهٔ ۸):** حلقهٔ رسانای مستطیل شکلی که حامل جریان I است، بر اثر نیروی مغناطیسی وارد بر ضلع‌های حامل جریان حلقه، مطابق شکل درون میدان مغناطیسی یکنواخت می‌چرخد. جهت جریان را در حلقه تعیین کنید.




## تعیین اندازهٔ نیروی وارد بر سیم

نیروی مغناطیسی وارد بر یک سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی یکنواخت، به عوامل مختلفی بستگی دارد که در رابطهٔ زیر جمع شده‌اند:

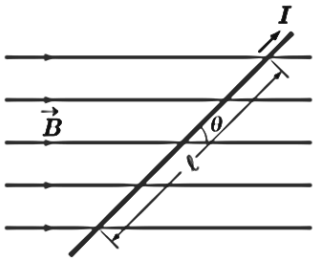
$$F = I\ell B\sin\theta$$

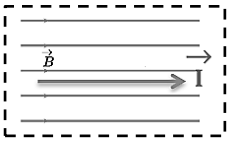


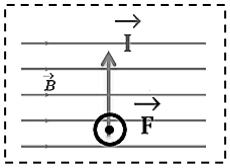

- $I$ جریان سیم بر حسب آمپر (A)
- $\ell$ طول بخشی از سیم که در میدان B قرار دارد بر حسب متر (m)
- $\theta$ زاویهٔ بین جهت جریان ($I$) و میدان مغناطیسی ($\vec{B}$)

**نکته:** همانند رابطهٔ قبل برای بار الکتریکی، در اینجا نیز اگر سیم حامل جریان به موازات خطوط میدان باشد ($\theta$ برابر صفر یا ۱۸۰ درجه باشد⇦$\sin\theta=0$)، نیرو صفر خواهد شد و هنگامی که سیم حامل جریان بر خطوط میدان عمود باشد ($\theta=90^\circ$)، نیروی مغناطیسی وارد بر سیم، بیشینه می‌گردد.

**پرسش ۳–۵ کتاب درسی** اگر در شکل مقابل، سیم حامل جریان در امتداد میدان مغناطیسی قرار گیرد، نیروی مغناطیسی وارد بر آن چقدر خواهد بود؟ در چه حالتی بزرگی این نیرو بیشینه می‌شود؟

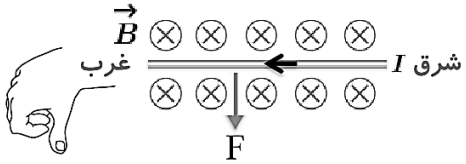


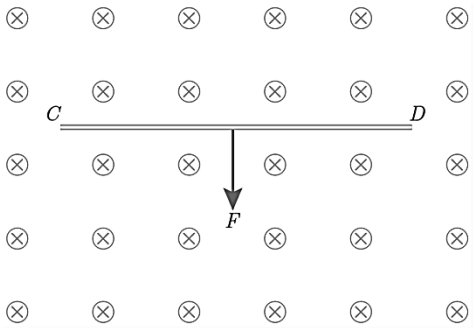

**تمرین ۳–۲ کتاب درسی** سیم مستقیمی به طول ۲/۴m حامل جریان ۲/۵A از شرق به غرب است. اندازهٔ میدان مغناطیسی زمین در محل این سیم ۰/۴۵G و جهت آن از جنوب به شمال است. اندازه و جهت نیروی مغناطیسی وارد بر این سیم را تعیین کنید.

**راهنمایی:**



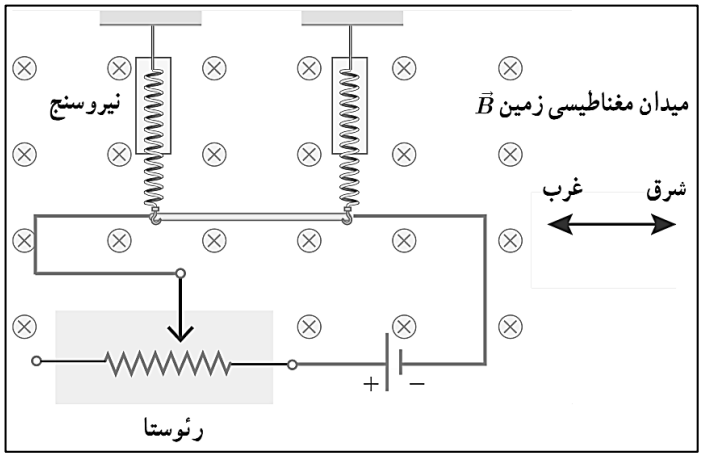
**کتاب درسی** ○ مثال ۳-۲

**مثال ۱۱ (مسائل پایانی فصل ـ مسئلهٔ ۱۴):** سیم رسانای CD به طول ۲m مطابق شکل زیر عمود بر میدان مغناطیسی درون‌سو با اندازهٔ ۰/۵ T قرار گرفته است؛ اگر اندازهٔ نیروی مغناطیسی وارد بر سیم برابر ۱N باشد، جهت و مقدار جریان عبوری از سیم را تعیین کنید.




---

**مثال ۱۲ (مسائل پایانی فصل ـ مسئلهٔ ۱۵):** یک سیم حامل جریان ۱/۶ آمپر مطابق شکل زیر با دو نیروسنج فنری که به دو انتهای آن بسته شده‌اند، به طور افقی و در راستای غرب ـ شرق قرار دارد. میدان مغناطیسی زمین را یکنواخت، به طرف شمال و اندازهٔ ۰/۰۵mT بگیرید. الف) اندازهٔ نیروی مغناطیسی وارد بر هر متر این سیم را پیدا کنید.




ب) اگر بخواهیم نیروسنج‌ها عدد صفر را نشان دهند، چه جریانی و در چه جهتی باید از سیم عبور کند؟ جرم هر متر از طول این سیم ۸ گرم است (g=۹/۸N/Kg).