روشی جدید برای تعیین جهت نیروی مغناطیسی

بابک حیدری
دبیر فیزیک شیراز

کلیدواژه‌ها: نیروی مغناطیسی، جهت نیروی مغناطیسی، قطب‌های مغناطیسی، جهت‌های درون‌سو و برون‌سو

یکی از مباحث جالب توجه در کتاب فیزیک سال سوم دبیرستان، نیروی مغناطیسی است که آهنربا بر سیم حامل جریان الکتریکی وارد می‌کند. همواره دیده‌ام دانش‌آموزانی را که از دیدن حرکت سیم حامل جریان به طرف آهنربا، و یا رانده شدن از آن، به وجد می‌آیند و پرسش‌هایی را مطرح می‌کنند. دانش‌آموز با علم به آنچه قبلاً فرا گرفته است می‌داند که در اطراف سیم حامل جریان الکتریکی میدان مغناطیسی به وجود می‌آید (آزمایش اورستد و رابطهٔ آمپر). به زبان ساده‌تر سیم حاملِ جریان الکتریکی یک آهنرباست که توسط آهنربای دیگر (مثلاً یک آهنربای نعلی شکل) ممکن است جذب و یا دفع شود. تا این مرحله ساختار توجیه فیزیکی آزمایش یکپارچه است اما زمانی که تعیین جهت نیروی مغناطیسی مطرح می‌شود کتاب با بیان قانون دست راست آمپر تنها روش پیش‌بینی صحیح جهت نیرو را بیان می‌کند! بیشتر توضیح می‌دهم: در ابتدای فصل، دانش‌آموز با دو قانون اولیهٔ مغناطیس این‌گونه آشنا می‌شود که:

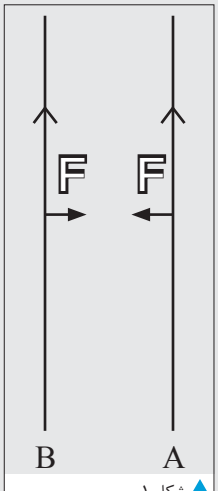
۱. قطب‌های همنام مغناطیسی یکدیگر را می‌رانند؛

۲. قطب‌های ناهمنام مغناطیسی یکدیگر را می‌ربایند.

پس او در مواجهه با هر نیروی مغناطیسی، به دنبال قطب‌هایی می‌گردد که مسبب این نیرو شده‌اند!

به دو پرسشی که در بعضی کلاس‌ها از من شده است توجه کنید:

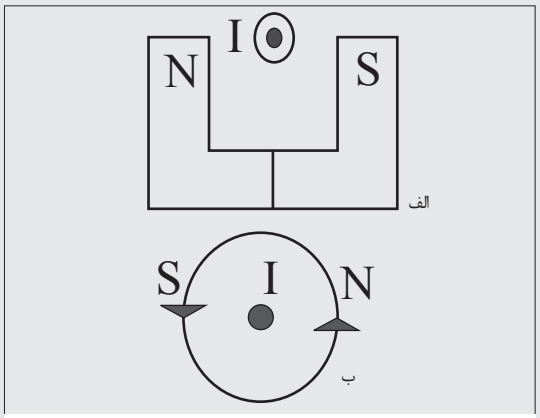
الف - آقا اجازه...! اگر دو سیم (شکل ۱) بر یکدیگر نیروی جاذبه مغناطیسی وارد کنند، سمت چپ سیم A خاصیت مغناطیسی از نوع S دارد و سمت راست سیم B از نوع N و یا برعکس؟!



شکل ۱.

ب - در شکل ۲ (الف)، سیم حامل جریان الکتریکی توسط آهنربای نعلی شکل دفع می‌شود. آیا در این صورت سمت راست سیم خاصیت مغناطیسی N و سمت چپ سیم خاصیت S دارد؟

به‌عبارت دیگر آیا می‌توان شکل ۲ (ب) را صحیح دانست؟



شکل ۲.

برای دور کردن ذهن دانش‌آموزان از چنین تصورات عجیبی پیشنهاد می‌کنم پس از آشنا شدن دانش‌آموزان با میدان مغناطیسی و خطوط میدان مغناطیسی (یعنی تقریباً در همان ابتدای مبحث)، دو قانون مغناطیس بالا را به‌صورت زیر بازنویسی کنیم:

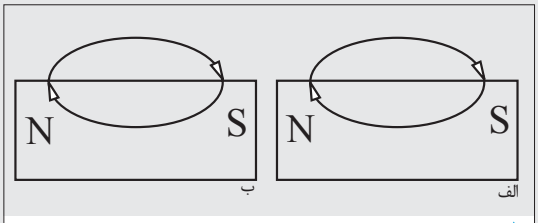
۱. میدان‌های مغناطیسی همگرد یکدیگر را می‌ربایند؛

۲. میدان‌های مغناطیسی ناهمگرد یکدیگر را می‌رانند.

نکته: واژه‌های هم‌گرد و ناهمگرد دو واژهٔ ابداعی است تا روش پیشنهادی راحت‌تر به ذهن سپرده شود.

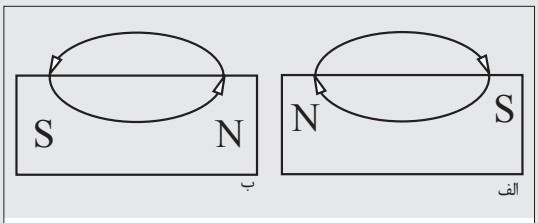
به چند مثال توجه کنید:

- در شکل ۳ میدان‌های مغناطیسی حاصل از دو آهنربای الف و ب هم‌گرد هستند پس باعث به‌وجود آمدن نیروی جاذبه مغناطیسی میان آن‌ها می‌شود.



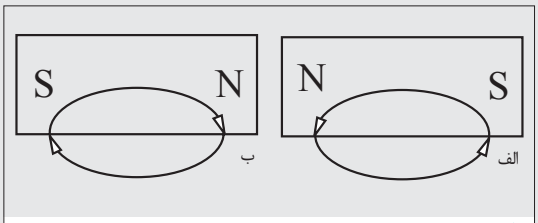
شکل ۳.

- در شـکل ٤ میدان‌های مغناطیسی حاصل از دو آهنربای الف و ب ناهمگرد هسـتند، پس باعـث به‌وجود آمدن نیروی دافعه مغناطیسی میان آن‌ها می‌شود.



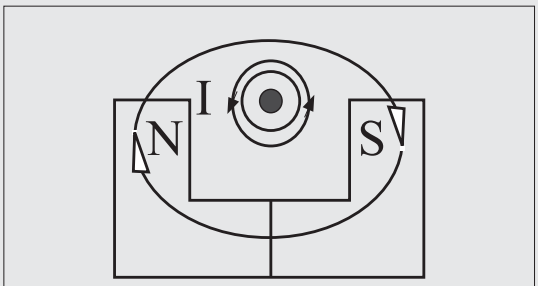
شکل ٤.

توجه: در این روش میدان‌های مغناطیسی یک منطقه را در نظر بگیرید. به‌طور مثال می‌توان شکل ٤ را به‌صورت شکل ٥ نیز در نظر گرفت:



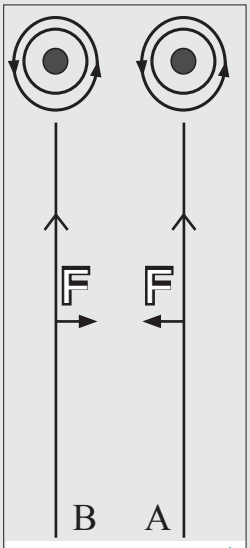
شکل ٥.

- در شکل ٦، میدان آهنربای نعلی شکل و میدان مغناطیسی اطراف سـیم حامل جریان الکتریکی ناهمگرد هسـتند، پس یکدیگر را می‌رانند.



شکل ٦.

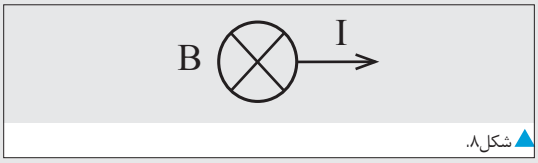
-اگر از بالا (یا پایین) به مقطع دو سیم حامل جریان الکتریکی شـکل ۷ نگاه کنیم، به راحتی با تشخیص همگرد یا ناهمگرد بودن خطوط میدان‌های مغناطیسـی اطراف سیم می‌توانیم جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم‌ها را تعیین کنیم.



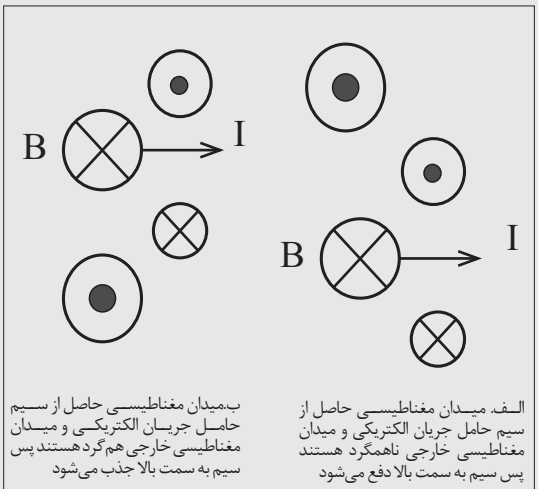
شکل ۷.

نکتـه: در مـورد ذرات باردار متحرک در میدان مغناطیسی نیز می‌توانیم، جهت حرکت ذره بـاردار مثبت (یـا خلاف جهت حرکـت ذره بـاردار منفـی) را جهت جریان الکتریکی در یک سـیم فرض کنیم و سـپس از روش بالا استفاده کنیم.

- در شـکل ۸ نکتـهٔ مهمـی نهفته است و آن اینکه مشخص نیسـت جهـت خطوط بسـته میـدان مغناطیسـی رو به بالا اسـت یا رو به پایین، اما مطابق دو ترسیم شکل ۹ خواهیم دید با روشی که یاد گرفته‌ایم، جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم به‌طور صحیح تعیین می‌شود.



شکل۸.



الـف. میـدان مغناطیسـی حاصل از سیم حامل جریان الکتریکی و میدان مغناطیسی خارجی ناهمگرد هستند پس سیم به سمت بالا دفع می‌شود

ب.میدان مغناطیسـی حاصل از سـیم حامـل جریـان الکتریکـی و میـدان مغناطیسی خارجی هم‌گرد هستند پس سیم به سمت بالا جذب می‌شود

شکل۹.

در این مقاله قصد نداشـتم که روشـی را به جای قانون‌های دست راست آمپر (که بسـیار کاربردی است) قرار دهم. بلکه می‌خواستم با روشی ابداعی، علاوه بر ساده‌تر کردن تشخیص جهت نیروی مغناطیسـی، از یک سـاختار منسـجم‌تر برای توجیه جهت نیروی مغناطیسـی اسـتفاده کنم؛ تا دیگر لازم نباشـد به‌دنبال قطب‌های مغناطیسی (خصوصاً در مکان‌های بی‌اتم!) بگردیم.