االکترومغناطیس

نیروی الکترومغناطیس نیروی اساسی برای تمام نیروهای دیگر حاکم بر برهمکنش بین اتم ها و مولکول ها است که خاصیتی را که ما به عنوان بار الکتریکی می شناسیم تولید می کنند.

در حالی که آهنرباهای دائمی یک میدان مغناطیسی ساکن خوب و گاهی بسیار قوی ایجاد می کنند، در برخی کاربردها قدرت این میدان مغناطیسی هنوز خیلی ضعیف است یا باید بتوانیم مقدار شار مغناطیسی موجود را کنترل کنیم. بنابراین برای تولید میدان مغناطیسی بسیار قوی تر و قابل کنترل تر، باید از الکتریسیته استفاده کنیم.

با استفاده از سیم پیچ‌هایی که به دور یک ماده مغناطیسی نرم مانند یک هسته آهنی پیچیده شده‌اند، می‌توانیم مغناطیس‌های الکترومغناطیسی بسیار قوی برای استفاده در انواع مختلف کاربردهای الکتریکی تولید کنیم. این استفاده از سیم پیچ ها باعث ایجاد رابطه ای بین الکتریسیته و مغناطیس می شود که شکل دیگری از مغناطیس به نام **الکترومغناطیس** را به ما می دهد.

الکترومغناطیس زمانی ایجاد می شود که یک جریان الکتریکی از یک هادی ساده مانند طول سیم یا کابل عبور کند و با عبور جریان از کل هادی، میدان مغناطیسی در امتداد کل هادی ایجاد شود. میدان مغناطیسی کوچک ایجاد شده در اطراف رسانا دارای جهت مشخصی است که هر دو قطب "شمال" و "جنوب" تولید شده توسط جهت جریان الکتریکی که از هادی عبور می کند تعیین می شود.

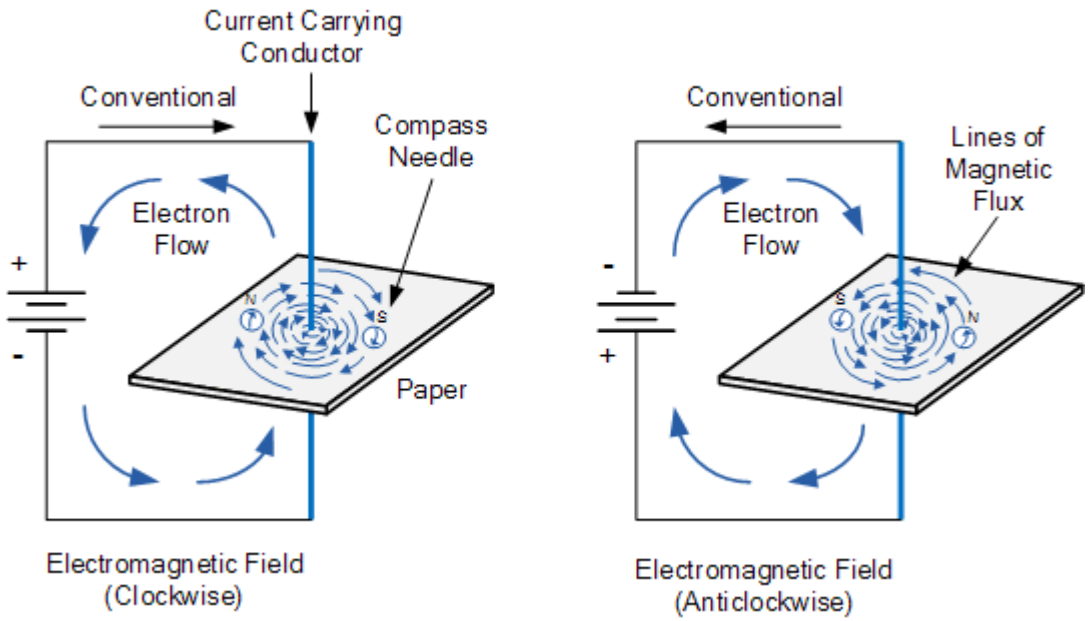
بنابراین، لازم است بین جریان عبوری از هادی و میدان مغناطیسی حاصله که در اطراف آن توسط این جریان جریان ایجاد می شود، رابطه برقرار کنیم تا بتوانیم رابطه ای را که بین **الکتریسیته** و **مغناطیس** وجود دارد در قالب **الکترومغناطیس** تعریف کنیم.

ما ثابت کرده‌ایم که وقتی جریان الکتریکی از یک هادی عبور می‌کند، میدان الکترومغناطیسی دایره‌ای در اطراف آن ایجاد می‌شود که خطوط مغناطیسی شار حلقه‌های کاملی را تشکیل می‌دهند که در طول کل رسانا عبور نمی‌کنند.

جهت چرخش این میدان مغناطیسی توسط جهت جریانی که از طریق هادی می گذرد کنترل می شود و میدان مغناطیسی مربوطه در نزدیکی مرکز هادی حامل جریان قوی تر است. این به این دلیل است که طول مسیر حلقه‌ها هر چه بیشتر از هادی دورتر باشد، خطوط شار ضعیف‌تر را مطابق شکل زیر ایجاد می‌کند.

میدان مغناطیسی اطراف یک رسانا

HiPower.ir



یک راه ساده برای تعیین جهت میدان مغناطیسی اطراف هادی این است که یک پیچ چوبی معمولی را در یک ورق کاغذ بچسبانید. هنگامی که پیچ چوب وارد کاغذ می شود عمل چرخش در جهت عقربه های ساعت است، بنابراین تنها بخشی از پیچ که در بالای کاغذ قابل مشاهده است، سر پیچ واقعی است.

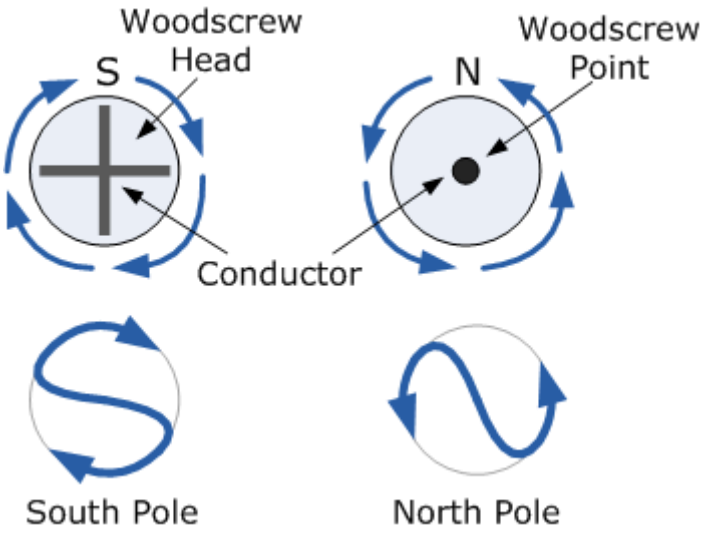
اگر پیچ چوب از طرح سر پوزیدریو یا فیلیپس باشد، صلیب روی سر قابل مشاهده است. این سر متقاطع است که برای نشان دادن جهت جریان "داخل" کاغذ و دور شدن از ناظر استفاده می شود.

به همین ترتیب، عمل برداشتن پیچ معکوس، ضد یا خلاف جهت عقربه های ساعت است. همانطور که جریان از بالا وارد می شود، بنابراین از قسمت زیرین کاغذ خارج می شود. تنها قسمتی از پیچ چوبی که از پایین قابل مشاهده است نوک یا نقطه پیچ است. این نقطه است که برای نشان دادن جریان "خارج" از کاغذ و به سمت ناظر استفاده می شود.

سپس عمل فیزیکی پیچاندن پیچ چوب به داخل و خارج کاغذ نشان دهنده جهت جریان معمولی در هادی و در نتیجه جهت چرخش میدان الکترومغناطیسی به دور آن مطابق شکل زیر است. این مفهوم به طور کلی به عنوان عمل پیچ دست راست شناخته می شود.

عمل پیچ دست راست

HiPower.ir



میدان مغناطیسی به طور کلی به وجود دو قطب دلالت دارد. یکی به عنوان *قطب شمال* و دیگری به عنوان *قطب جنوب* شناخته می شود . قطبیت یک هادی حامل جریان را می توان با رسم حروف بزرگ Sو Nتعیین کرد . اضافه کردن سر فلش ها به انتهای آزاد حروف همانطور که در بالا نشان داده شده است، یک نمایش بصری از جهت میدان مغناطیسی مربوطه را ارائه می دهد.

مفهوم آشناتر دیگری که هم جهت جریان و هم جهت حاصل از شار مغناطیسی را در اطراف هادی تعیین می‌کند، »قانون دست چپ «نام دار

جهت تشخیص میدان مغناطیسی از قطب شمال تا قطب جنوب آن است. این جهت را می توان با نگه داشتن هادی حامل جریان در دست چپ با انگشت شست که در جهت *جریان الکترون* از منفی به مثبت اشاره می کند، استنباط کرد.

موقعیت انگشتان قرار گرفته در سراسر و اطراف هادی اکنون در جهت خطوط نیروی مغناطیسی تولید شده مطابق شکل نشان داده خواهد شد.

اگر جهت الکترونی که در هادی جریان دارد معکوس شود، دست چپ باید در سمت دیگر رسانا قرار گیرد و انگشت شست در جهت جدید جریان الکترون باشد.

همچنین با معکوس شدن جریان، جهت میدان مغناطیسی تولید شده در اطراف هادی نیز معکوس خواهد شد، زیرا همانطور که قبلاً گفتیم، جهت میدان مغناطیسی به جهت جریان جریان بستگی دارد.

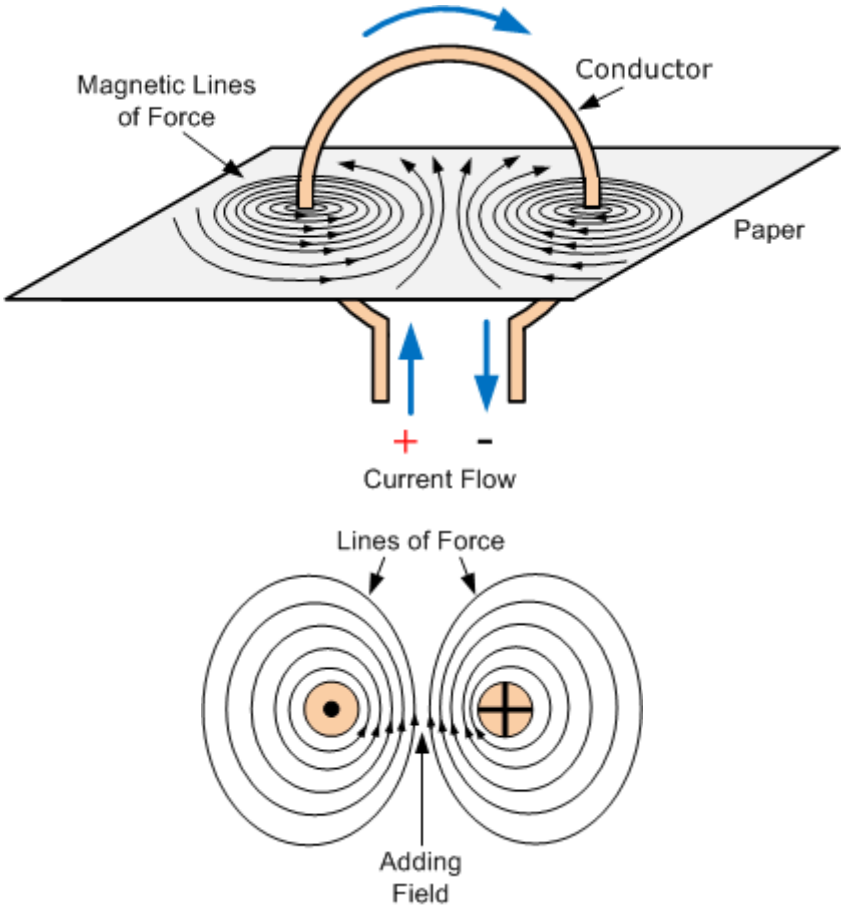
این "قانون دست چپ" همچنین می تواند برای تعیین جهت مغناطیسی قطب ها در یک سیم پیچ الکترومغناطیسی استفاده شود. این بار، انگشتان در جهت جریان الکترون از منفی به مثبت اشاره می کنند در حالی که شست باز شده جهت قطب شمال را نشان می دهد. تغییری در این قانون وجود دارد به نام "قانون دست راست" که مبتنی بر جریان جریان معمولی (مثبت به منفی) است.

زمانی را در نظر بگیرید که یک تکه سیم مستقیم مانند شکل زیر به شکل یک حلقه خم می شود. اگرچه جریان الکتریکی در تمام طول هادی سیم در یک جهت جریان دارد، اما در جهت مخالف در کاغذ جریان خواهد داشت. این به این دلیل

است که جریان از یک طرف کاغذ را ترک می کند و از طرف دیگر وارد کاغذ می شود بنابراین یک میدان در جهت عقربه های ساعت و یک میدان خلاف جهت عقربه های ساعت در کنار یکدیگر در سراسر ورق کاغذ ایجاد می شود.

فضای حاصل بین این دو رسانا به یک میدان مغناطیسی "تشدید" تبدیل می شود که خطوط نیرو به گونه ای پخش می شوند که شکل آهنربای میله ای را به خود می گیرند که قطب شمال و جنوب متمایز را در نقطه تقاطع ایجاد می کند.

الکترومغناطیس حول یک حلقه



جریانی که از دو هادی موازی حلقه می گذرد در جهت مخالف هستند زیرا جریان از حلقه از سمت چپ خارج شده و به سمت راست باز می گردد. این باعث می شود که میدان مغناطیسی اطراف هر رسانا در داخل حلقه در جهت "یکسان" نسبت به یکدیگر باشد.

خطوط نیروی حاصله که توسط جریان عبوری از حلقه ایجاد می شود در فضای بین دو هادی که در آن دو قطب مشابه به هم می رسند با یکدیگر مخالفت می کنند و در نتیجه خطوط نیرو را در اطراف هر رسانا همانطور که نشان داده شده تغییر شکل می دهند.

با این حال، اعوجاج شار مغناطیسی بین دو رسانا منجر به شدت میدان مغناطیسی در محل اتصال میانی می‌شود که خطوط نیرو به هم نزدیک‌تر می‌شوند. برهمکنش حاصله بین این دو میدان مشابه، نیروی مکانیکی بین دو هادی ایجاد می‌کند که سعی می‌کنند از یکدیگر دور شوند. در یک ماشین الکتریکی این دفع این دو میدان مغناطیسی باعث ایجاد حرکت می شود.

با این حال، از آنجایی که هادی ها نمی توانند حرکت کنند، بنابراین دو میدان مغناطیسی با ایجاد یک قطب شمال و یک قطب جنوب در امتداد این خط برهمکنش به یکدیگر کمک می کنند. این باعث می شود که میدان مغناطیسی در وسط بین دو هادی قوی ترین باشد. شدت میدان مغناطیسی اطراف هادی متناسب با فاصله از هادی و مقدار جریانی است که از آن می گذرد.

میدان مغناطیسی ایجاد شده در اطراف یک طول مستقیم سیم حامل جریان، حتی با عبور جریان زیاد از آن بسیار ضعیف است. با این حال، اگر چندین حلقه از سیم در امتداد یک محور به هم بپیچند و سیم پیچی تولید کنند، میدان مغناطیسی حاصل حتی از میدان مغناطیسی تنها متمرکزتر و قوی تر از یک حلقه می شود. این یک سیم پیچ الکترومغناطیسی تولید می کند که معمولاً به آن سولنوئید می گویند.

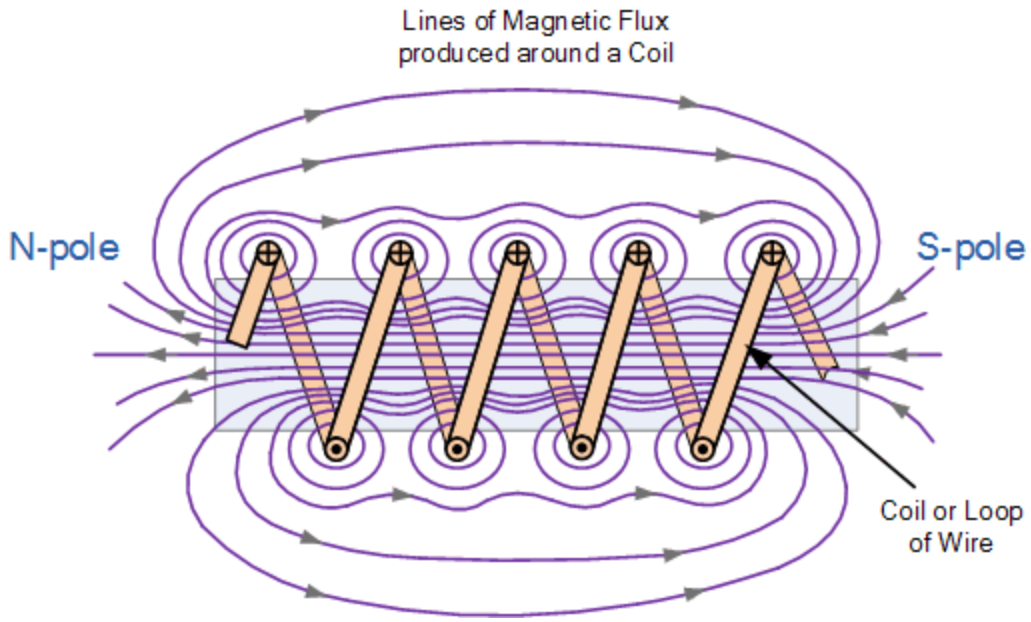
سپس هر طول سیم اثر **الکترومغناطیس** در اطراف خود دارد وقتی جریان الکتریکی از آن عبور می کند. جهت میدان مغناطیسی به جهت جریان جریان بستگی دارد. ما می توانیم قدرت میدان مغناطیسی ایجاد شده را با شکل دادن طول سیم به یک سیم پیچ افزایش دهیم و در آموزش بعدی به این اثر با جزئیات بیشتری نگاه خواهیم کرد.

الکترومغناطیس نوعی آهنربای موقت است که میدان مغناطیسی آن توسط جریان الکتریکی تولید می‌شود و برای متمرکز کردن میدان مغناطیسی، سیم آهن‌ربای الکتریکی را به یک سیم‌پیچ پیچیده می‌کنند.

اکنون از آموزش های قبلی می دانیم که یک هادی حامل جریان مستقیم در تمام نقاط طول خود میدان مغناطیسی دایره ای در اطراف خود ایجاد می کند و جهت چرخش این میدان مغناطیسی به جهت جریان جریان از طریق هادی یعنی دست **چپ بستگی دارد**

در آخرین آموزش در مورد الکترومغناطیس دیدیم که اگر رسانا را به یک حلقه خم کنیم، جریان در جهت مخالف از حلقه عبور می کند و یک میدان در جهت عقربه های ساعت و یک میدان خلاف جهت عقربه های ساعت در کنار یکدیگر ایجاد می کند. الکترومغناطیس از این اصل با داشتن چندین حلقه مجزا که بطور مغناطیسی **به** یکدیگر متصل شده اند برای تولید یک سیم پیچ استفاده می کند.

الکترومغناطیس ها اساساً سیم پیچ هایی از سیم هستند که هنگام عبور جریان الکتریکی از سیم پیچ مانند آهنرباهای میله ای با قطب شمال و جنوب مشخص عمل می کنند. میدان مغناطیسی ساکن تولید شده توسط هر حلقه سیم پیچ مجزا با همسایه خود با میدان مغناطیسی ترکیبی متمرکز شده مانند حلقه سیم تکی که در آخرین آموزش در مرکز سیم پیچ به آن نگاه کردیم، جمع می شود. میدان مغناطیسی استاتیک حاصل با یک قطب شمال در یک انتها و یک قطب جنوب در سمت دیگر یکنواخت است و در مرکز سیم پیچ بسیار قوی تر از اطراف بیرونی است.



میدان مغناطیسی که این تولید می کند به شکل یک آهنربای میله ای کشیده می شود که قطب شمال و جنوب متمایز را ایجاد می کند و شار متناسب با مقدار جریان در سیم پیچ است. اگر لایه های اضافی سیم بر روی سیم پیچ یکسان با جریان یکسان پیچیده شود، قدرت میدان مغناطیسی افزایش می یابد.

از این رو می توان دریافت که مقدار شار موجود در هر مدار مغناطیسی معین به طور مستقیم با جریان عبوری از آن و تعداد چرخش سیم درون سیم پیچ متناسب است. این رابطه نیروی محرکه مغناطیسی یا mmfنامیده می شود و به صورت زیر تعریف می شود:

$$\text{Magneto Motive Force, (m.m.f.)} = I \times N \quad \text{ampere turns}$$

نیروی محرکه مغناطیسی به صورت جریانی بیان می‌شود که از طریق یک سیم پیچ Nدور می‌گذرد. بنابراین، شدت میدان مغناطیسی یک آهن‌ربای الکترومغناطیسی با *چرخش‌های آمپری* سیم‌پیچ تعیین می‌شود که هر چه تعداد دور سیم در سیم پیچ بیشتر باشد، قدرت میدان مغناطیسی بیشتر خواهد بود.

قدرت مغناطیسی الکترومغناطیس

اکنون می دانیم که دو هادی مجاور حامل جریان هستند، میدان های مغناطیسی با توجه به جهت جریان جریان تنظیم می شوند. برهمکنش حاصل از این دو میدان به گونه ای است که یک نیروی مکانیکی توسط دو هادی تجربه می شود.

هنگامی که جریان در یک جهت (همان سمت سیم پیچ) جریان دارد، میدان بین دو رسانا ضعیف است که باعث ایجاد نیروی جاذبه همانطور که در بالا نشان داده شده است. به همین ترتیب، هنگامی که جریان در جهت مخالف جریان دارد، میدان بین آنها تشدید می شود و هادی ها دفع می شوند.

شدت این میدان در اطراف هادی متناسب با فاصله از آن است که قوی ترین نقطه در کنار هادی قرار دارد و به تدریج از هادی دورتر ضعیف تر می شود. در مورد یک هادی مستقیم، جریان جاری و فاصله از آن عواملی هستند که بر شدت میدان حاکم هستند.