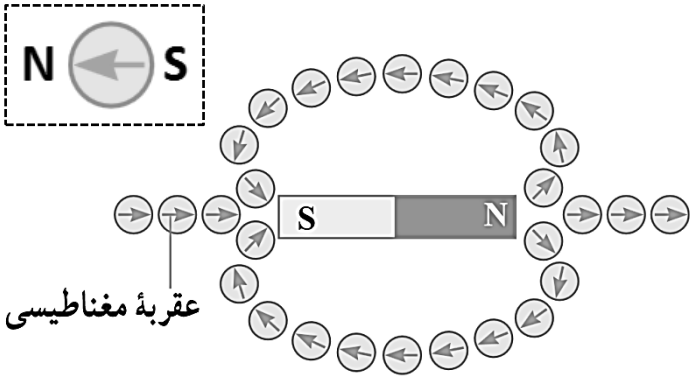
☑ بخش۲: میدان مغناطیسی ($\vec{B}$)

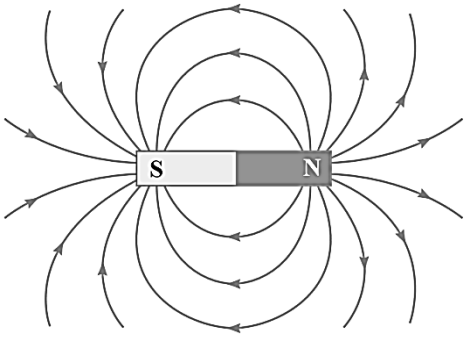
هرگاه جسم آهنی را به آهنربا نزدیک کنید، آهنربا بی‌آنکه با جسم تماس داشته باشد، آن را جذب می‌کند. مشابه آنچه در اجسام باردار دیدید، برای توجیه این پدیده می‌گوییم: در فضای اطراف آهنربا **میدان مغناطیسی** وجود دارد که سبب جذب اجسام آهنی می‌شود.

← میدان مغناطیسی نیز مانند میدان الکتریکی کمیتی برداری است و آن را با نماد $\vec{B}$ نشان می‌دهیم.

❋ جهت و خطوط میدان مغناطیسی



میدان مغناطیسی یک کمیت برداری است پس جهت دار است. خطوط میدان مغناطیسی را می‌توانیم توسط براده‌های آهن مشاهده کنیم (آزمایش ۳-۱ کتاب درسی) اما جهت میدان مغناطیسی توسط یک عقربهٔ مغناطیسی تعیین می‌شود. اگر عقربهٔ مغناطیسی در یک میدان مغناطیسی(مثلاً در اطراف یک آهنربا) قرار بگیرد، در راستای میدان (در جهت بردار میدان) قرار خواهد گرفت، به طوری که **قطب N عقربه، در هر نقطه، جهت میدان در آن نقطه را نشان می‌دهد.** (✍ مهم!)



با استفاده از جهت‌هایی که عقربهٔ مغناطیسی در نقاط مختلف میدان مغناطیسی نشان می‌دهد می‌توان خطوط جهت‌دارِ میدان مغناطیسی را همانند شکل مقابل رسم کرد. چنانکه مشاهده می‌کنید: (✍ بسیار مهم!)

← در آهنربا، خطوط میدان مغناطیسی از قطب N خارج و به قطب S وارد می‌شوند.

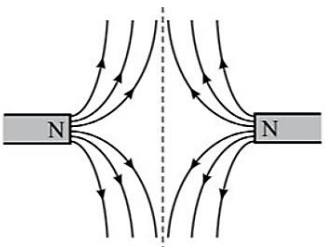
○ نکته: راستای میدان مغناطیسی در هر نقطه، مماس بر خط میدان در آن نقطه و هم جهت با آن است. (✍ حفظ کنید!)

○ نکته: هرکجا تراکم خطوط میدان مغناطیسی بیشتر باشد، اندازهٔ میدان مغناطیسی هم بزرگتر است. (می‌دانیم که خاصیت مغناطیسی در دو سر آهنربای میله‌ای قوی‌تر است. در شکل بالا هم می‌توان دید که خطوط میدان در دو سر این آهنربا متراکم‌تر هستند)

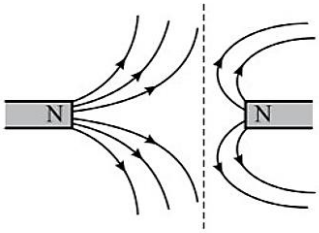
○ نکته: خطوط میدان مغناطیسی همواره حلقه‌های بسته هستند؛ بر خلاف خطوط میدان الکتریکی که می‌توانند باز یا بسته باشند. زیرا قطب‌های مغناطیسی همواره جفت هستند و تک قطبی مغناطیسی نداریم اما بار الکتریکی می‌تواند به تنهایی وجود داشته باشد.

○ نکته: خطوط میدان مغناطیسی نیز مانند خطوط میدان الکتریکی هیچگاه یکدیگر را قطع نمی‌کنند.

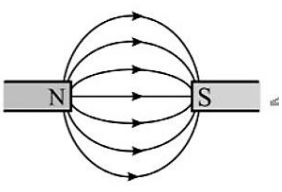
نحوهٔ رسم خطوط میدان مغناطیسی را در حالات زیر به یاد داشته باشید



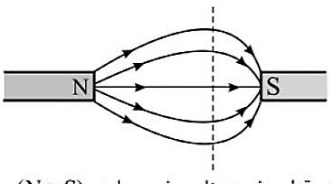
دو قطب هم‌نام و مساوی



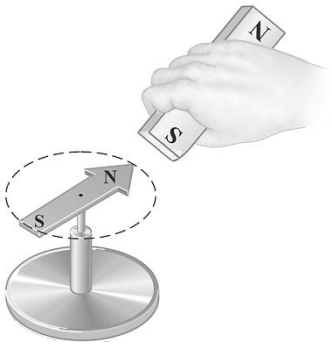
دو قطب هم‌نام و غیرمساوی
(قطب سمت چپ بزرگ‌تر است.)



دو قطب ناهم‌نام و مساوی



دو قطب غیرهم‌نام و غیرمساوی (N > S)

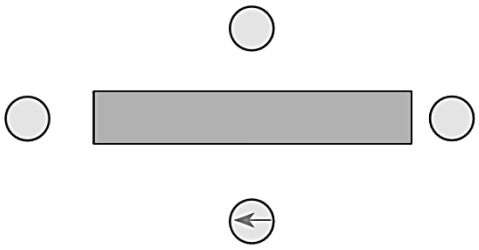


فعالیت ۳-۱ کتاب درسی یکی از قطب‌های یک آهنربای میله‌ای را به یک عقربهٔ مغناطیسی نزدیک کنید (شکل روبه‌رو). آن‌چه را می‌بینید توضیح دهید. با دور کردن آهنربا از قطب‌نما چه اتفاقی می‌افتد؟ دلیل آن را شرح دهید.

پاسخ: در حالت عادی، قطب N عقربهٔ مغناطیسی(قطب‌نما) به سمت شمال جغرافیایی ایستاده است. با نزدیک کردن قطب S آهنربا به عقربه، نیروی مغناطیسی آهنربا از نیروی مغناطیسی زمین قوی‌تر شده و عقربهٔ مغناطیسی طوری می‌چرخد که قطب N آن در مقابل قطب S آهنربا قرار گیرد (و اگر قطب N اهنربا به عقربه نزدیک شود، قطب S عقربه در مقابل آن قرار می‌گیرد). با دور کردن آهنربا از قطب نما باز هم قطب نما تحت تأثیر نیروی مغناطیسی زمین قرار گرفته و طوری می‌چرخد که قطب N آن به سمت شمال جغرافیایی قرار گیرد.

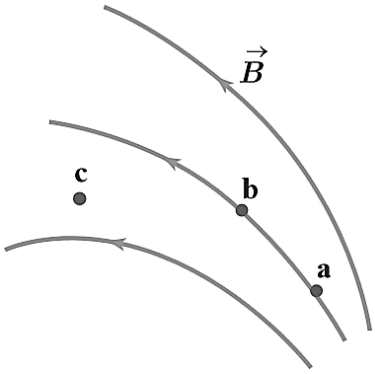
پرسش ۳-۳ کتاب درسی ۱- شکل روبه‌رو، یک آهنربای میله‌ای و تعدادی عقربهٔ مغناطیسی را نشان می‌دهد.

الف) کدام سر آهنربا قطب N و کدام سر قطب S است؟

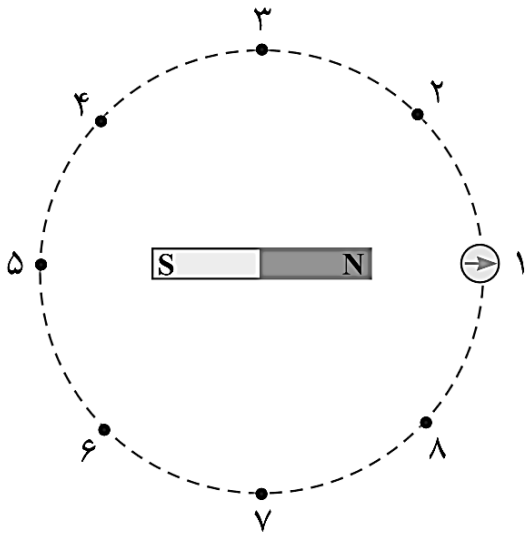


ب) جهت‌گیری عقربه‌های مغناطیسی را در دیگر مکان‌های روی شکل تعیین کنید.

۲- شکل روبه‌رو، خط‌های میدان مغناطیسی در ناحیه‌ای از فضا را نشان می‌دهد. بردار میدان مغناطیسی را در هر یک از نقطه‌های روی شکل رسم کنید. به اندازه و جهت بردار میدان در هر نقطه توجه کنید.



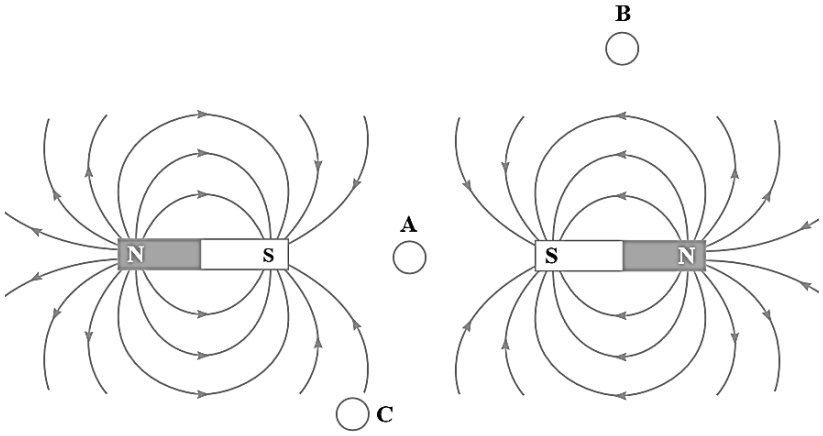
فعالیت ۳-۲ کتاب درسی یک آهنربای میله‌ای را وی سطح افقی میزی قرار دهید. یک قطب‌نما یا عقربهٔ مغناطیسی را مقابل یکی از قطب های آهنربا قرار دهید. عقربه را روی مسیر دایره ای شکل دور آهنربا، به آرامی حرکت دهید (شکل روبه‌رو) تا یک دور کامل دور آهنربا بچرخد و به جای اولش برگردد.



الف) جهت گیری عقربه را در نقطه های ۱ تا ۸، روی شکل نشان دهید.

ب) در این حرکت، عقربه چند دور پیرامون محور خودش می‌چرخد؟

مثال۱ (مسائل پایانی فصل ـ مسئلهٔ ۲): شکل مقابل، خط‌های میدان مغناطیسی را در نزدیکی دو آهنربای میله‌ای نشان می‌دهد.

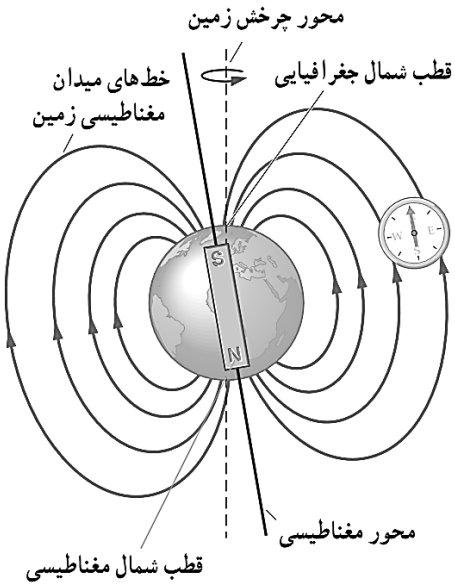


الف) دربارهٔ میدان مغناطیسی در نقطهٔ A چه می‌توان گفت؟

ب) با رسم شکل نشان دهید عقربهٔ قطب‌نما در نقاط B و C به ترتیب در کدام جهت قرار می‌گیرد؟

پ) اگر مانند شکل مقابل، یکی از آهنرباها را بچرخانیم تا جای قطب‌های آن عوض شود، خط‌های میدان مغناطیسی را در ناحیهٔ نقطه‌چین رسم کنید.

* میدان مغناطیسی زمین

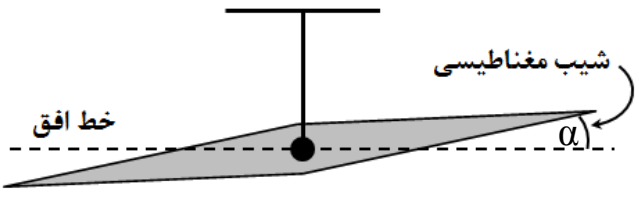


زمین مانند یک آهنربای بسیار بزرگ رفتار می‌کند و چون قطب شمالِ قطب‌نما (N) در جهت شمال جغرافیایی قرار می‌گیرد، نشان می‌دهد که آنچه در قطب شمال جغرافیایی زمین قرار گرفته است، قطب جنوب آهنربای زمین (S) محسوب می‌شود. پس قطب شمال مغناطیسی زمین نیز در قطب جنوب جغرافیایی آن قرار دارد.

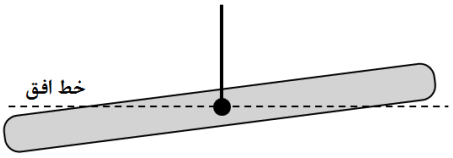
جهت میدان مغناطیسی زمین، ثابت نیست و در بازه‌های زمانی نامنظم از ده‌هزار تا یک میلیون سال، به طور کامل وارون می‌شود. (پس در آیندهٔ دور، قطب‌نماهای امروزی کارایی ندارند!)

قطب‌های مغناطیسی زمین، بر قطب‌های جغرافیایی آن کاملاً منطبق نیستند و فاصلهٔ نسبتا زیادی از یکدیگر دارند. مثلاً قطب جنوب مغناطیسی، تقریباً در فاصلهٔ ۱۸۰۰ کیلومتری از قطب شمال جغرافیایی قرار دارد. پس عقربهٔ مغناطیسی قطب‌نما، در جهت شمالِ واقعیِ جغرافیایی قرار نمی‌گیرد و تا حدودی انحراف دارد (به همین علت می‌گوییم که عقربهٔ قطب‌نما تقریباً شمال جغرافیایی را نشان می‌دهد).

شیب مغناطیسی: در اکثر مکان‌های کرهٔ زمین، اگر یک آهن‌ربای میله‌ای یا عقربهٔ مغناطیسی را از وسط آن آویزان کنیم، به‌طور افقی قرار نمی‌گیرد و امتدادش با سطح زمین زاویه می‌سازد. به این زاویه، **شیب مغناطیسی** گفته می‌شود.



آزمایش (فعالیت ۳-۳ کتاب درسی) آزمایشی را بیان‌کنید که به‌کمک آن بتوانید شیب‌مغناطیسی محل‌زندگی خود را به‌دست‌آورید.

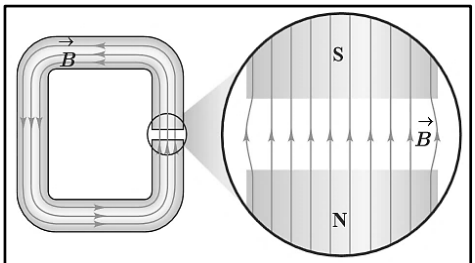


پاسخ: به وسط یک سوزن مغناطیسی شده یا عقربهٔ مغناطیسی بزرگ، نخی را می‌بندیم و آن را آویزان می‌نیم. پس از تعادل، به کمک نقاله، زاویه‌ای که امتداد سوزن(عقربه) با امتداد افق دارد را اندازه می‌گیریم. این زاویه همان شیب مغناطیسی محل زندگی ما است.

* میدان مغناطیسی یکنواخت

اگر در ناحیه‌ای از فضا، اندازه و جهت میدان مغناطیسی در نقاط مختلف یکسان باشد، میدان مغناطیسی را در آن ناحیه یکنواخت می‌گویند. در این صورت، خطوط میدان مغناطیسی در آن ناحیه با هم موازی، هم‌جهت و با فاصلهٔ یکسان می‌باشند.

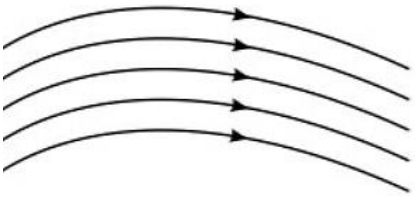
ویژگی خطوط میدان یکنواخت:
- موازی و مستقیم
- هم جهت
- با فاصلهٔ یکسان



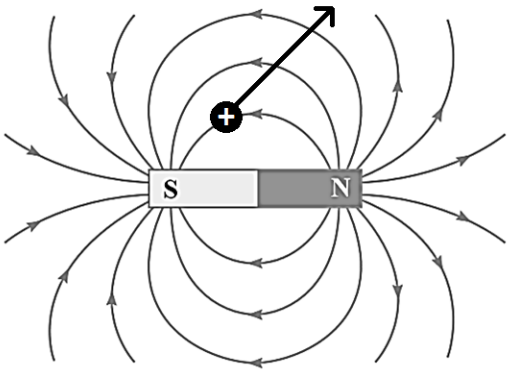
میدان مغناطیسی در فضای بین قطب‌های یک آهنربای C شکل با تقریب خوبی یکنواخت است.

o نکته: ایجاد میدان مغناطیسی یکنواخت در ناحیهٔ بزرگی از فضا بسیار دشوار و در عمل امکان‌ناپذیر است اما می‌توان در ناحیهٔ کوچکی از فضا، مانند ناحیهٔ بین قطب‌های یک آهنربای **C** شکل، میدان مغناطیسی یکنواخت ایجاد کرد.

مثال ۲ (نهایی ریاضی ـ شهریور ۸۷): خطوط یک میدان مغناطیسی مانند شکل زیر در یک ناحیه از فضا به صورت خم‌های موازی و هم‌فاصله هستند. آیا این میدان مغناطیسی یکنواخت است؟ توضیح دهید.



☑ بخش۳: نیروی مغناطیسی وارد بر ذرهٔ باردار متحرک در میدان مغناطیسی



اگر یک ذرهٔ باردار (مثبت یا منفی) را به صورت <u>ساکن</u> در میدان مغناطیسیِ آهنربا قرار دهیم، به سمت هیچ‌یک از قطب‌های آهنربا کشیده نمی‌شود. زیرا قطب‌های N و S آهنربا خاصیتی شبیه بارهای مثبت و منفی ندارند که آن‌ها را جذب یا دفع کنند. اما اگر بار الکتریکی <u>به حرکت درآید</u>، میدان مغناطیسیِ آهنربا به آن نیرو وارد می‌کند که به آن **نیروی مغناطیسی** می‌گویند.

می‌دانیم که نیرو(**F**) کمیتی **برداری** است، یعنی دارای <u>اندازه</u> و <u>جهت</u> است. در این بخش روش تعیین اندازه و جهت نیروی مغناطیسی را فرا خواهیم گرفت.