

واژگونی قطب‌های مغناطیسی و اثرات آن بر حیات انسان‌ها در روی زمین

سید فرزاد میراحسنی^۱متین نانکلی^۲محسن خاصی حبیب آبادی^۳

چکیده

قطب‌های مغناطیسی در جای خود ثابت نیستند و در طول عمر زمین چند بار واژگون شده‌اند که در مورد اثرات این واژگونی بر زندگی انسان‌ها حدس‌هایی زده می‌شود. منشا میدان مغناطیسی زمین تا سال‌ها ناشناخته بود و امروز نیز با قطعیت در مورد آن سخن نمی‌گویند اما حدس‌هایی زده می‌شود که با تجربه سازگاری خوبی دارند که در این مقاله به یکی از مشهورترین آن‌ها می‌پردازیم. خورشید نیز بر میدان مغناطیسی زمین اثر می‌گذارد؛ این تاثیرات شامل امواج الکترومغناطیس (نور خورشید و تابش فرابنفش)، نیروی گرانشی نیوتون و آنچه در اینجا با آن سروکار داریم طوفان‌های مغناطیسی است که پیوسته به سوی ما می‌آیند. این حقیقتی غیر قابل انکار است که ما به وسیله میدان مغناطیسی زمین احاطه شده‌ایم و این میدان مغناطیسی بر ما اثر می‌گذارد. می‌خواهیم بدانیم منشا میدان مغناطیسی زمین چیست، اثر خورشید بر میدان مغناطیسی زمین چگونه است و آیا چرخش قطب‌های مغناطیسی پیامد زیستی برای انسان‌ها روی کره زمین به همراه دارد یا خیر.

در این نوشتار نسبتاً کوتاه قصد داریم با واژگونی قطب‌های مغناطیسی زمین بیشتر آشنا شویم و شواهد موجود در این زمینه را ارائه دهیم. زمین به عنوان یکی از سیارات منظومه شمسی، هر لحظه از جانب خورشید مورد تهاجم تشعشعات و ذرات باردار قرار می‌گیرد و میدان مغناطیسی زمین نقش غیرقابل انکاری در حفظ و حراست ما از این ذرات مهاجم ایفا می‌کند؛ حال اگر قطب‌های مغناطیسی وارونه شود، چه اتفاقی رخ خواهد داد؟ به عقیده محققان، واژگونی قطب‌های مغناطیسی یک قانون است و با وقوع این پدیده احتمالاً هیچ اتفاقی رخ نمی‌دهد. در این مقاله به چند نمونه از وقایع که در اثر واژگونی قطب‌های مغناطیسی ممکن است رخ دهد، اشاره می‌کنیم.

۱- دانشجوی کارشناسی فیزیک دانشگاه فرهنگیان پردیس شهید باهنر اصفهان Email: farzad.m^{۱۳۷۰}@yahoo.com

۲- دانشجوی کارشناسی فیزیک دانشگاه فرهنگیان پردیس شهید باهنر اصفهان Email: matinnankali^{۷۰}@gmail.com

۳- دانشجوی کارشناسی فیزیک دانشگاه فرهنگیان پردیس شهید باهنر اصفهان Email: mohsenkhassi@gmail.com

کلمات کلیدی: قطب‌های مغناطیسی زمین، میدان مغناطیسی، واژگونی قطب‌های مغناطیسی، طوفان‌های خورشیدی، پایان جهان.

۱. مقدمه

منشا میدان مغناطیسی زمین یک موضوع قدیمی است که توجه بسیاری از دانشمندان مشهور را به خود جلب کرده است. اگر ویلیام گیلبرت^۴، آندره ماری آمپر^۵، رنه دکارت^۶، ادموند هالی^۷، کارل فردریش گاوس^۸، لورد بلکت^۹ و بسیاری دیگر که در پیشرفت علم مشارکت کردند، درباره این موضوع کار کردند به این خاطر است که اساساً این موضوع به یکی از مسائل کاربردی که از اهمیت ویژه برخوردار است مربوط می‌شود و آن مسئله جهت‌یابی در دریاست. [۲] اما موضوع به همین جا ختم نمی‌شود امروزه اگر در دریا راه را گم کنیم، ماهواره‌هایی داریم که با دقت فوق‌العاده بالا برای ما جهت‌یابی می‌کنند. پس فهمیدن چرخش قطب‌های مغناطیسی به چه کار ما می‌آید؟ موضوع آن‌جایی جالب می‌شود که بسیاری از مردم نگران پیامدهای زیستی ناشی از چرخش قطب‌های مغناطیسی‌اند و بعضی حتی این پدیده را خاتمه‌دهنده زندگی انسان در روی زمین تلقی می‌کنند! اما آیا این‌ها حقیقت دارد؟

زمین دارای یک میدان مغناطیسی نسبتاً قوی است که در قطب‌ها به ۰,۳۰۵ گاوس می‌رسد؛ قطب‌های مغناطیسی بر قطب‌های جغرافیایی منطبق نیستند و با آن زاویه‌ای می‌سازند که به آن میل مغناطیسی می‌گویند. جالب آنکه این زاویه ثابت نیست و پیوسته در حال افزایش است. بهتر است موضوع را اساسی‌تر بررسی کنیم؛ از منشا قطب‌های مغناطیسی زمین.

منشا و چستی میدان مغناطیسی زمین

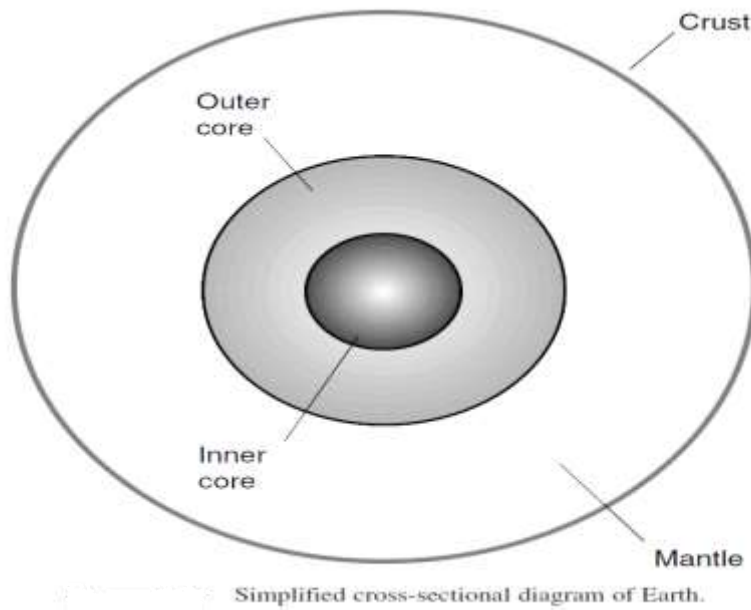
وقتی زمین ۴,۵ میلیارد سال پیش تشکیل شد، عناصر سنگین‌تر در مرکز قرار گرفتند که نتیجه‌ی آن لایه ۳۰۰۰ کیلومتری زیر پای ماست. هسته‌ی آهنی مایع (مخلوطی از عناصر سبک‌تر به مقدار کم) محدوده‌ای با شعاع ۳۴۰۰ کیلومتر است. وقتی فشار به داخل زمین افزایش می‌یابد، آهن جامد می‌شود و به این دلیل ما هسته‌ی داخلی را جامد می‌دانیم که حجمی با شعاع ۱۲۰۰ کیلومتر را اشغال کرده‌است. [۲] برای منشا میدان مغناطیسی فرضیه‌های متفاوتی وجود دارد که در ادامه مشهورترین فرضیه را می‌آوریم:

زمین از چهار لایه مجزا تشکیل شده‌است (شکل ۱). بخش مرکزی آن، هسته داخلی نامیده می‌شود که جامد است. این هسته‌ی داخلی به شدت داغ است و اساساً از آهن و نیکل ساخته شده‌است. این فلزات فرومغناطیس هستند به این معنا که

- ۱- William Gilbert
- ۲- André-Marie Ampère
- ۳- René Descartes
- ۴- Edmond Halley
- ۵- Karl-Friedrich Gauss
- ۶- Lord Blackett

تحقیقات کاربردی در علوم و تکنولوژی ایران

می‌توانند خاصیت آهنربایی پیداکنند. در اطراف هسته‌ی داخلی، لایه‌ای مایع متشکل از آهن و نیکل وجود دارد که هسته خارجی نامیده می‌شود. [۱] اساساً حرکت منظم یک سیال در یک رسانا میدان مغناطیسی تولید می‌کند (این پدیده را الگو یا مکانیسم دینامو می‌نامیم). [۶] بخش مایع و داغ هسته زمین حاوی جریان‌های همرفتی است که مواد داغ را بالا برده و مواد سردتر را پایین می‌آورد. شاید درون هسته‌ی خارجی، جریان‌های گردابی (گرداب‌های کوچک) برقرار است که میدان مغناطیسی منفردی تولید می‌کند و میدان کلی، جمع جبری این میدان‌های منفرد است. [۵]



شکل ۱. نمودار ساده شده سطح مقطع زمین. [۱]

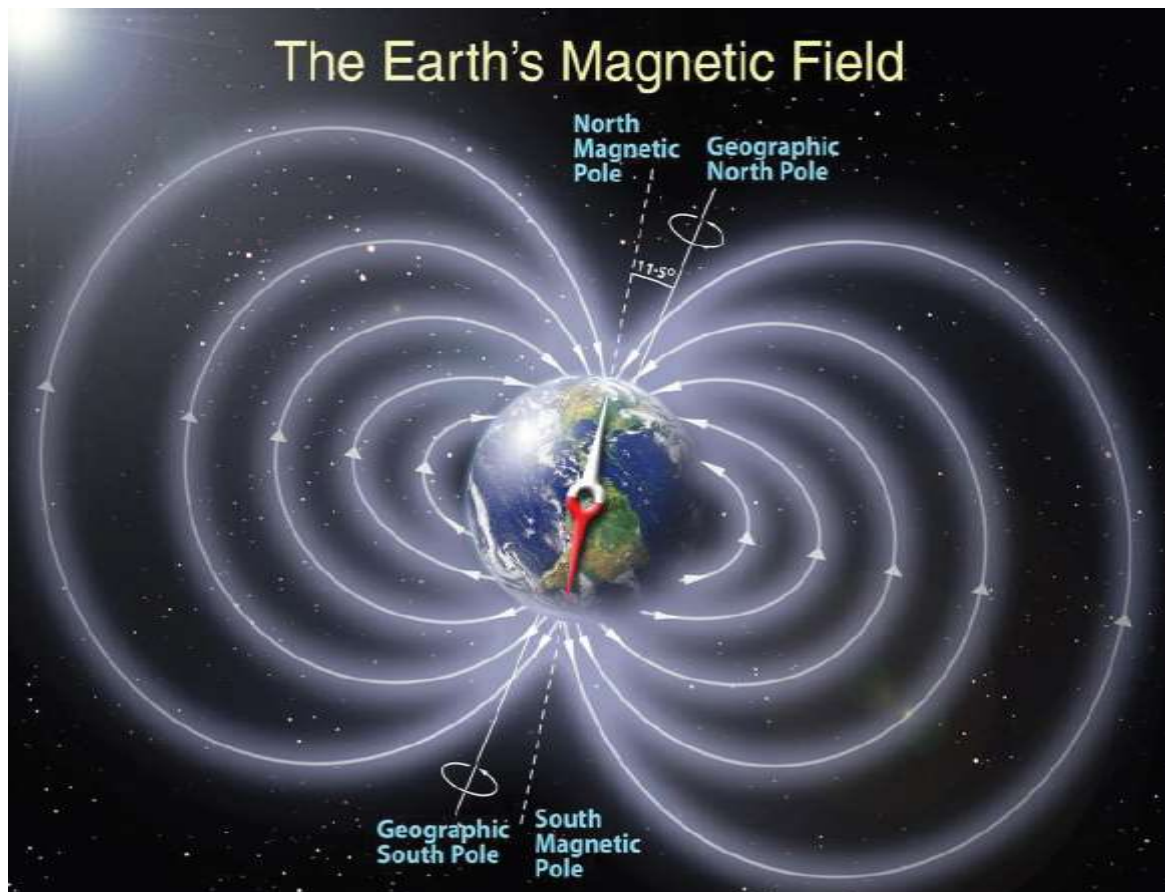
لایه‌های متفاوت زمین با عرض‌های جغرافیایی متفاوت می‌چرخند و این حرکت نسبی باعث ایجاد میدان مغناطیسی می‌شود. [۵]

گفته می‌شود میدان مغناطیسی زمین نمی‌تواند به هسته‌ی داخلی مربوط باشد. دمای عمق زمین چیزی بالغ بر ۳۰۰۰ کلوین است که بیش‌تر از دمای کوری^۱ (یعنی دمایی که مواد خاصیت فرومغناطیس خود را از دست می‌دهند) است. پس میدان مغناطیسی در صورتی می‌تواند حفظ شود که جریان‌های الکتریکی گردشی در آهن مایع (هسته خارجی) وجود داشته باشد. [۲]

اکنون با یک سوال مواجه هستیم: که آیا قطب‌های مغناطیس همواره سر جای خود ساکن بوده‌اند یا مکان آن‌ها پیوسته در حال تغییر بوده است؟

۱۰- Curie point

شواهد حاکی از آن است که در طول عمر ۴,۵ میلیاردی زمین، مکان قطبها بارها قطبیت خود را تغییر داده‌اند. همانطور که گفتیم زاویه بین شمال جغرافیایی و شمال مغناطیسی، میل مغناطیسی نام دارد (شکل ۲). شواهد نشان می‌دهد که محور مغناطیسی که قطبها را به هم وصل می‌کند تقریباً ۱۲ درجه نسبت به محور چرخش کج شده‌است. [۶]



شکل ۲. زاویه بین محور جغرافیایی و محور مغناطیسی زمین [۱۳]

محور دوران زمین حرکت نمی‌کند اما نقاط مختلف در روی زمین در زمانهای متفاوت با قطبهای چرخشی منطبق می‌شوند. به این علت است که تغییر در عرض جغرافیایی بعضی اوقات به حرکت قطب موسوم است. [۳] قطب شمال مغناطیسی تقریباً ۱۶۰۰ کیلومتر با قطب شمال جغرافیایی فاصله دارد. [۵]

محل قطبهای مغناطیسی به مرور زمان تغییر می‌کند برای مثال قطب شمال مغناطیسی در سال ۲۰۰۱ در موقعیت $81,3^{\circ} W$ و $110,8^{\circ} N$ ، در سال ۲۰۰۵ در موقعیت $83,1^{\circ} N$ و $117,8^{\circ} W$ ، در سال ۲۰۰۹ در موقعیت $84,9^{\circ} N$ و $131,0^{\circ} W$ و در سال ۲۰۱۱ در موقعیت $85,9^{\circ} N$ و $147^{\circ} W$ بوده است. [۹]

قطب شمال مغناطیسی اکنون در کانادا است اما همیشه در آنجا نبوده بلکه تقریباً نامنظم در اطراف قطب شمال جغرافیایی در گردش بوده است. [۵] محل اولیه قطب‌های مغناطیسی در سال ۱۸۳۱ توسط جیمز کلارک راس^{۱۱} در ساحل غربی کانادا تعیین شد. آموندسن^{۱۲} در ۱۹۰۱ کشف کرد که قطب‌های مغناطیسی تقریباً ۵۰ کیلومتر از مکان اولیه‌شان حرکت کرده‌اند. [۹]

در اوایل قرن ۲۰ پالئومگنتیست‌ها (کسانی که تاریخچه میدان مغناطیسی زمین را بررسی می‌کنند) مثل برنارد برونهس^{۱۳} در فرانسه (۱۹۰۶) و موتوناری ماتویاما^{۱۴} در ژاپن (۱۹۲۰) تصدیق کردند که سنگ‌ها عموماً طبق خاصیت مغناطیسی‌شان دو دسته‌اند. گروه اول قطبیده عادی نامیده می‌شوند که به وسیله موادمعدنی مغناطیسی موجود در سنگ‌ها مشخص می‌شوند و دارای قطبش مشابه با میدان مغناطیسی زمین‌اند؛ گروه دیگر دارای قطبش عکس با میدان مغناطیسی زمین‌اند. [۱۰] شواهدی موجود است که در تاریخ حیات زمین قطب‌ها در وضعیتی که با موقعیت فعلی هزاران مایل فاصله داشته قرار گرفته‌بودند. سنگ‌های مغناطیسی، خود را در جهت میدان مغناطیسی زمین قرار داده‌اند. با سرد شدن لاوای مذاب، این سنگ‌ها جهت خود را در جهت میدان مغناطیسی اصلی زمین حفظ نموده‌اند. سن این سنگ‌ها را می‌توان تعیین نمود. در حدود ۵۰۰ میلیون سال پیش قطب شمال در نزدیکی جزایر هاوایی یعنی در فاصله هزاران مایل از محور چرخش زمین بوده است. [۳] پس فرضیه مدفون بودن یک آهنربا در شمال کانادا (فرضیه‌ای که سال‌ها به آن استناد می‌شد) رد می‌شود.

اثرات خورشید بر میدان مغناطیسی زمین

میدان مغناطیسی زمین، سیاره ما را مانند نیروی نامرئی احاطه کرده و حیات را با منحرف کردن ذرات باردار از اشعه‌های مضر خورشیدی محافظت می‌کند. [۱۲] زمین به عنوان سومین سیاره منظومه شمسی با فاصله‌ای تقریباً ۱۴۹ میلیون و ۶۸۰ هزار کیلومتر از خورشید قرار دارد پس بدیهی به نظر می‌رسد که خورشید بر زمین اثر بگذارد. خورشید با دمایی بالغ بر ۵۷۷۸ کلوین دارای فعل و انفعالات زیادی در طول روز است که این فعل و انفعالات بر زمین اثر می‌گذارد. در ادامه به بررسی اثرات خورشید بر مغناطیس زمین می‌پردازیم.

الف) شراره‌های خورشیدی: پر تحرک‌ترین فعالیت وابسته به سطح خورشید است. [۵] منشا آنها در تاج خورشیدی است و از شکستن و پیوند مجدد خطوط میدان مغناطیسی خورشید، انرژی مغناطیسی از آن آزاد می‌شود. انرژی این انفجار چیزی بین ۱۰^{۲۳} تا ۱۰^{۲۵} ژول است. شراره‌ها با آنچه پس‌رانی جرم کرونال نام دارد، ارتباط دارند. در این فرآیند مواد متشکل از الکترون و پروتون به همراه مقادیر کمی هلیوم، اکسیژن و آهن از تاج خورشیدی به بیرون رانده شده و میدان مغناطیسی کرونال را همراه خود می‌برند. [۸] میدان مغناطیسی حاصل از این جریان که به طوفان خورشیدی موسوم است، به ابزار سنجش میدان مغناطیسی روی زمین صدمه می‌زند. طوفان خورشیدی در حدود ۲۴ ساعت یا بیشتر به زمین

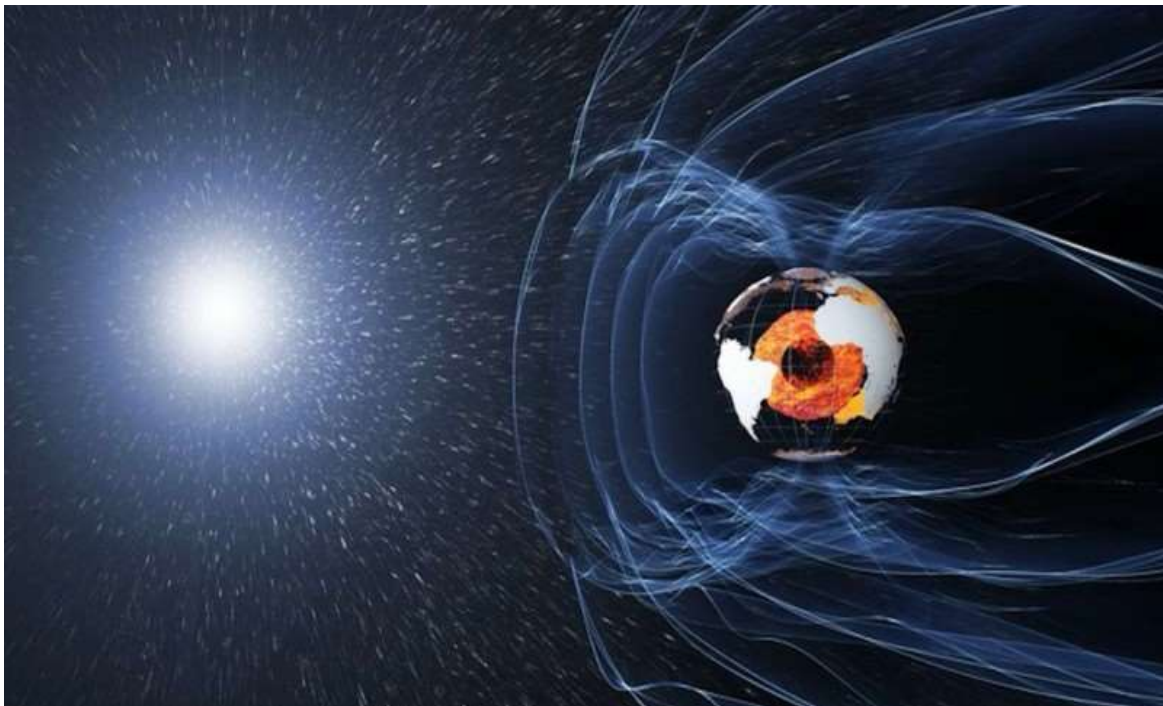
۱۱- James clarrk ross

۱۲- Roald amundsen

۱۳- Bernard brunhes

۱۴- Motonary matoyama

می‌رسد. (سرعت ۱۰۰۰ کیلومتر بر ثانیه) (فاصله خورشید تا زمین ۱۵۰ میلیون کیلومتر). در مورد بادهای خورشیدی (طوفان مغناطیسی) می‌توان گفت که متشکل از دو دنباله هستند. یک دنباله غباری متشکل از خرده موادی که در اثر تصعید یخ از سطح هسته دنباله‌دار توسط خورشید به وجود می‌آیند و یک دنباله یونی که شامل مولکول‌های سیانوژن (CN_2) و کربن مونواکسید (CO) است. حدود ۷ میلیون یون در هر مترمکعب باد خورشیدی وجود دارد که اکثر آنها پروتون و الکترون هستند. [۸] باد خورشیدی یک شارش پلاسما با تندی بالاست که میدان مغناطیسی به دام افتاده خورشید را همراه خود حمل می‌کند. زمانی که ذرات مهاجم به نزدیکی سیاره ما می‌رسند، به سمت قطب شمال و جنوب مغناطیسی شتاب می‌گیرند که این شتاب باعث ایجاد میدان مغناطیسی می‌شود که با میدان مغناطیسی زمین برهم‌کنش می‌کند (شکل ۳).



در شکل ۳. میدان مغناطیسی زمین سیاره ما را از تشعشعات ناسالم خورشیدی محافظت می‌کند.

شاره‌های خورشیدی و به تبع آن طوفان‌های خورشیدی روی میدان مغناطیسی زمین اثر می‌گذارند. جریان ذراتی که به زمین می‌رسند باعث تداخلاتی در ارتباطات موج کوتاه رادیویی و از کار افتادن شبکه برق می‌شود؛ اتفاقی که در مارس ۱۹۸۹ در ایالت کبک کانادا افتاد. [۸] در طوفان‌های مغناطیسی وقتی که جهت و شدت میدان مغناطیسی زمین دارای تغییرات شدیدی است گاهی ارتباط تلفنی و تلگرافی قطع می‌شود. در سال ۲۰۰۳ نیز طوفانی که به اصطلاح آن را هالووین می‌نامیم باعث قطعی برق در سوئد و تغییر ساعت پروازها شد. [۱۲] اثر متقابل این طوفان مغناطیسی و میدان مغناطیسی عادی زمین، تغییراتی در میدان مغناطیسی زمین تولید می‌کند و خطوط میدان متغیر سیم‌ها را قطع می‌کند. در حالت اغتشاشات شدید ممکن است فیوزها بسوزند و دستگاه‌ها اخبار نادرست مخابره کنند. [۳] در اثر طوفان‌های مغناطیسی

شدید ممکن است خواص مغناطیسی زمین دستخوش تغییر شود و عقربه قطب‌نما رفتار سرگردان و عجیبی از خود نشان دهد همچنین دستگاه‌های مکان یاب و سامانه GPS دچار اختلالاتی جدی شوند و مکان نادرست مخابره کنند.

(ب) تابش فرابنفش: حرکت یون‌های منفی و مثبت که تابش فرابنفش حاصل از شراره‌های خورشیدی به وجود آورده‌اند، موجب جریان الکتریکی می‌شود. جریان الکتریکی میدان مغناطیسی ایجاد می‌کند که با میدان مغناطیسی زمین ترکیب می‌شود. این میدان در بعضی اوقات بسیار با میدان مغناطیسی زمین متفاوت است که باعث ایجاد اختلال در کار قطب‌نما می‌شود. [۴] ماهواره‌ها و گردونه‌های تجسس نشان داده‌اند که میدان مغناطیسی زمین حاصل از برهم‌کنش میان میدان مغناطیسی حاصل از خورشید و میدان مغناطیسی عادی زمین است. [۴]

جلوهای زیبا و دل‌انگیز از تعامل خورشید و زمین؛ شفق قطبی (آئورورا)

یکی از پدیده‌هایی که حاصل تعامل باد خورشیدی و میدان مغناطیسی زمین است شفق قطبی است. بعضی از شهرهای جهان برای مشاهده این پدیده به خاموشی مطلق فرومی‌روند. زمانی که ذرات مهاجم (حاصل از بادهای خورشیدی) به نزدیکی سیاره ما می‌رسند، به سمت قطب شمال و جنوب مغناطیسی شتاب می‌گیرند که این شتاب باعث ایجاد میدان مغناطیسی می‌شود که با میدان مغناطیسی زمین برهم‌کنش می‌کند. نتیجه این برهم‌کنش تغییر چشمگیر در لایه یونیزه شده بالای اتمسفر زمین (یونوسفر) است که می‌تواند هاله وسیعی از نور در اطراف قطب‌های مغناطیسی زمین ایجاد کند. [۱] این پدیده بیشتر در عرض جغرافیایی $70^{\circ} N$ و $70^{\circ} S$ دیده می‌شود. شکل شفق قطبی سخت متأثر از میدان مغناطیسی زمین است. [۵] در این پدیده میدان مغناطیسی زمین نقش خنثی‌گر این ذرات را دارد و زمین را از باد خورشیدی حفظ می‌کند (شکل ۴).



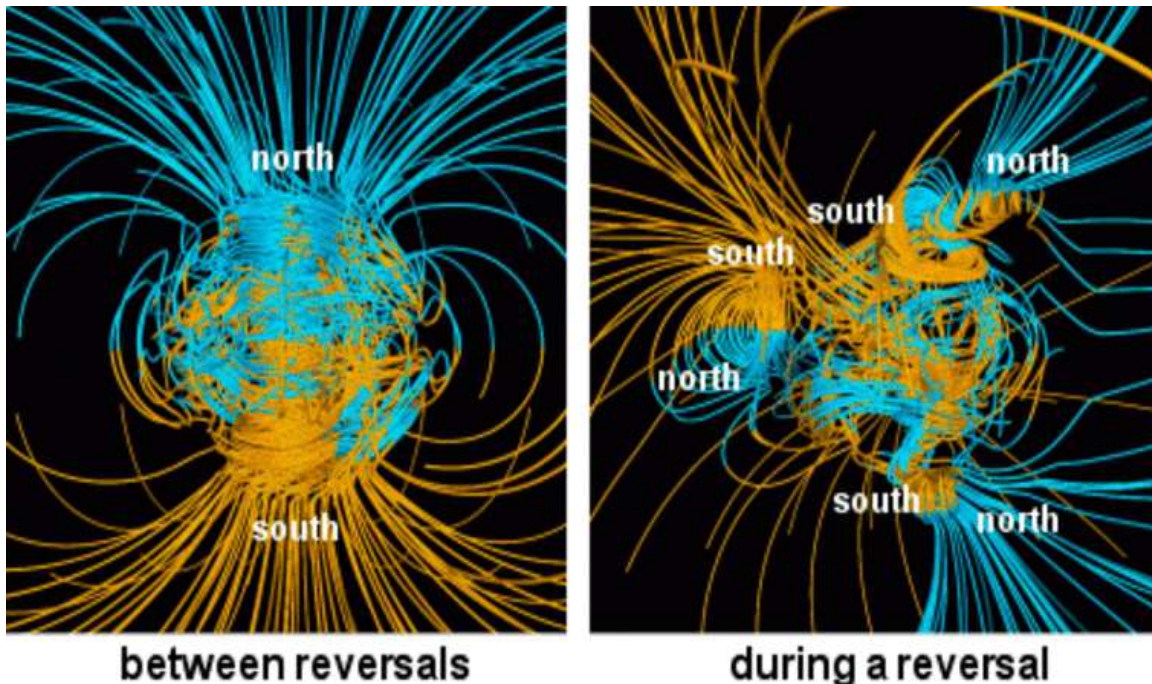
شکل ۴. شفق قطبی جنوبی یا آئورورا استرالیالیس که توسط ایستگاه بین‌المللی فضایی رصد شده است [۱۴]

دوره واژگونی و چرخش قطب‌های مغناطیسی

آخرین معکوس شدن به ۸۰۰ هزار سال پیش برمی‌گردد در حالی که در دو میلیون سال گذشته هفت معکوس شدن رخ داده است. [۲] پس نرخ ثابتی برای دوره معکوس شدن قطب‌ها وجود ندارد. آخرین واژگونی ۸۰۰,۰۰۰ سال پیش بوده و ۶ واژگونی در ۱,۲۰۰,۰۰۰ سال قبل از آن رخ داده است. در طول معکوس شدن قطب‌های مغناطیسی، شدت میدان

تحقیقات کاربردی در علوم و تکنولوژی ایران

مغناطیسی هیچگاه صفر نمی‌شود اما ۱۰ درصد ضعیف‌تر از حالت عادی می‌شود و ممکن است میدان مغناطیسی در استوا و یا به طور همزمان چند میدان مغناطیسی در شمال و جنوب وجود داشته باشد (شکل ۵). [۱۲] چیزی که از شواهد برمی‌آید این است که چرخش قطب‌های مغناطیسی به یکباره رخ نمی‌دهد بلکه به طور تدریجی در طی صدها هزار سال اتفاق می‌افتد.



(الف)

(ب)

شکل ۵. تصویر فرضی قطب‌های مغناطیسی الف) بین دو واژگونی ب) در خلال یک واژگونی [۱۲]

از زمانی که در اوایل قرن ۱۹ میلادی قطب شمال مغناطیسی را به طور دقیق مکان‌یابی کردند، قطب شمال مغناطیسی بیشتر از ۶۰۰ مایل (۱۱۰۰ کیلومتر) به سمت شمال خزیده است. قطب شمال مغناطیسی اکنون با سرعت بیشتری جابجایی‌شده؛ دانشمندان تخمین زده‌اند که قطب شمال مغناطیسی با سرعت ۴۰ مایل در سال (۷۳ کیلومتر در سال) به سمت شمال حرکت می‌کند؛ این در حالی است که در سال‌های اولیه قرن ۲۰ سرعت آن ۱۰ مایل در سال (۱۸ کیلومتر در سال) بوده است. [۱۳]

سوال اصلی درباره تغییر قطب‌های مغناطیسی: آیا تغییر قطب‌های مغناطیسی و چرخش آن‌ها بر حیات انسان روی زمین اثر می‌گذارد؟ به عبارت دیگر پیامدهای زیستی واژگونی قطب‌ها چیست؟

عده‌ای بعضی تغییرات مهم و حیاتی بر روی کره زمین مثل عصر یخبندان و انقراض دایناسورها و بعضی دیگر نظریه‌های روز رستاخیز را به واژگونی قطب‌های مغناطیسی ربط می‌دهند. یکی از نظریه‌های روز رستاخیز که بر واژگونی قطب‌های

مغناطیسی تاکید می کند، ترس درباره فعل و انفعالات خورشیدی است که به سمت ما می آید. این عقیده به اشتباه فرض می کند که فرایند واژگونی قطب برای یک لحظه زمین را بدون میدان مغناطیسی می گذارد (میدان مغناطیسی ما را طوفان های خورشیدی و پسرانی جرم کرونال محافظت می کند). درست است که میدان مغناطیسی زمین در طول زمان واژگونی ضعیف و قوی می شود اما این به آن معنا نیست که به طور کامل ناپدید می شود. میدان مغناطیسی ضعیف ممکن است باعث افزایش اندک تشعشعات خورشیدی شود (درست مثل زمانی که در عرض های جغرافیایی پایین، منظره زیبای آئورورا ایجاد می شود) اما باعث مرگ نمی شود؛ به علاوه با ضعیف شدن میدان مغناطیسی زمین، لایه اتمسفر ضخیم تر می شود (چون با نیروی کمتری توسط زمین به پایین کشیده می شود) و در مقابل ذرات مهاجم خورشیدی ما را محافظت می کند. [۱۳]

رجوع می کنیم به سال ۱۹۸۱ جایی که چارلز برلیتز^{۱۵} کتاب "پایان جهان در ۱۹۹۹" را منتشر کرد. برلیتز در این کتاب در رابطه با وقوع اتفاقی از قبیل سهیل قحطی آلودگی هوا و تغییر (چرخش) قطب های مغناطیسی در سال ۱۹۹۹ هشدار داده بود. همچنین به خاطر می آوریم در سال ۲۰۱۲ باز هم تئوری پایان جهان با طرح یک همترازی سیاره ای در نقطه انقلاب زمستانی و رابطه آن با واژگونی قطب های مغناطیسی و طوفان های خورشیدی بی سابقه شدت گرفت. [۱۱] پس هر گونه ارتباط میان واژگونی قطب های مغناطیسی و حیات انسان ها روی زمین منتفی می شود.

تغییرات آب و هوایی بر اثر تغییر عرض جغرافیایی که در سال های اخیر به وسیله منجمین مشاهده شده به اندازه های کوچک است که نمی تواند اثری بر آب و هوا داشته باشد. مرتبط کردن آب و هوا به پدیده های خورشیدی نیز بسیار سخت است (هر چند بعضی از پدیده ها هستند که با تغییرات آب و هوا، رشد نباتات و جانوران رابطه ضعیفی دارند) مثلاً در نتیجه مطالعه هزاران درخت توسط ای. دوگلاس^{۱۶} درباره تغییر عرض حلقه های سنی درختان، موفق به کشف تغییر تناوبی حلقه های پهن و باریک گردید که به وجود دوره های رشد و کند اشاره می کند. در سال های ۱۶۴۵ و ۱۷۱۵ او نتوانست زمان تناوبی را پیدا کند اما بعداً مشخص شد در خلال این سال ها لک های خورشیدی کم بوده است! [۳]

با وجود همه این ها محققان ناسا هرگونه ارتباط میان سرگردانی قطب ها و تشکیل طوفان های سهمگین و رعد و برق های کشنده که زمین را به نابودی می کشاند رد کردند. برخی معتقدند با تغییر قطب های مغناطیسی سونامی های بزرگ به همراه رعد و برق های کشنده روی می دهد. کارل ریموند^{۱۷} (ژئوفیزیکدان و دانشمند ارشد در لابراتوار احتراقی ناسا) معتقد است که ارتباط دادن تمامی این رویدادها به یکدیگر غیرعقلانی به نظر می رسد و در واقع هیچ ارتباط تایید شده ای با تغییر میدان مغناطیسی ندارد. [۷]

۲. نتیجه گیری

۱۵- Charles berlitz

۱۶- A.E.Douglass (Andrew Ellicott Douglass)

۱۷- Karl reymond

این گونه که از شواهد و نظرات دانشمندان برمی آید، ارتباط تایید شده ای بین واژگونی قطب های مغناطیسی زمین و نابودی نسل بشر وجود ندارد. در طول عمر چند میلیارد ساله زمین بارها و بارها قطب های مغناطیسی زمین واژگون شده و این واژگونی ها، نه یک پدیده غیرعادی بلکه یک قانون طبیعی است مثل سایر قوانین طبیعت اما به دلیل محدود بودن منابع اطلاعاتی ما از منشا میدان مغناطیسی زمین ، توجیه واژگونی قطب های مغناطیسی به مساله ای سخت و غیرقابل حل تبدیل شده است. شاید در سال های آینده با گسترش درک و آگاهی انسان از پدیده های جهان هستی بتوانیم توجیه درستی از این پدیده داشته باشیم.

۳. منابعی برای مطالعه بیشتر

- Cox, A. (۱۹۶۹), "Geomagnetic Reversal", Science, V۱۶۳, N۳۸۶۴, pp ۲۳۷-۲۴۵
- Valet, J.P and Other (۲۰۰۵), "Geomagnetic Dipole Strength and Reversal Rate Over The Past Two Million Years", Nature, V۴۳۵, pp ۸۰۲-۸۰۵
- Byrd, D. (۲۰۱۶), "How Earth's Magnetic Field Is Changing", <http://earthsky.org/earth/how-earths-magnetic-field-is-changing-swarm>

منابع و مآخذ

۱. Gibilisco, S. (۲۰۰۳), "Astronomy Demystified", McGraw-Hill, USA, pp ۱۰۵, ۲۰۱, ۲۰۲
۲. Dormy, E. (۲۰۰۶), "The origin of the Earth's magnetic field: fundamental or environmental research?", *europhysicsnews*, v۳۷, n۲, pp ۲۲-۲۵
۳. استروو، ا. و دیگران (۱۹۷۱)، "مبانی نجوم"، ترجمه: حسین زمردیان و بهروز حاجبی (۱۳۶۷)، تهران: انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، صفحات ۷۸، ۷۹ و ۲۸۲-۲۷۷
۴. دگانی، م.ا.ج. (۱۹۵۶)، "نجوم به زبان ساده"، ترجمه: محمد رضا خواجه پور (۱۳۹۲)، تهران: انتشارات گیتاشناسی، صفحات ۲۱۱، ۲۶۳ و ۲۶۴
۵. دیکسون، ر.ج. (۱۹۷۱)، "نجوم دینامیکی"، ترجمه: احمد خواجه نصیر طوسی (۱۳۸۹)، تهران: مرکز نشر دانشگاهی، صفحات ۱۳۷-۱۳۴ و ۳۶۰
۶. زیلیک، م. (۲۰۰۲)، "نجوم: جهان در حال تحول"، ترجمه: جمشید قنبری و سعیده حسایی (۱۳۹۴)، مشهد: انتشارات جهاد دانشگاهی، صفحات ۲۴۷ و ۲۴۶
۷. "کشف ارتباط سرگردانی قطب های مغناطیسی زمین و توفان های کشنده"، ماهنامه علوم زمین و معدن، مهرماه ۱۳۹۱، شماره ۷۸، صفحه ۱۵
۸. موریسون، ا. (۲۰۰۸)، "آشنایی با نجوم و کیهان شناسی"، ترجمه: بهاره محمدی نیای رودسری (۱۳۸۹)، تهران: نشر دانش پژوهان، صفحات ۱۰۰-۹۴
۹. شیپ من، ج. (۲۰۱۴)، "قطب های مغناطیسی"، ترجمه: اکرم کیانی (۱۳۹۲)، فصلنامه رشد آموزش فیزیک، پاییز ۱۳۹۲، شماره ۱۰۴، صفحه ۱۵
۱۰. Kious, W.J. and Tilling, R.I. (۱۹۹۶), "This Dynamic Earth: The Story Of Plate Tectonics ", U.S.Geological Survey,
[http://books.google.com/books/about/This_Dynamic_Earth.html?id=T°mZVQeigpMC&printsec=f
rontcover&source=kp_read_button](http://books.google.com/books/about/This_Dynamic_Earth.html?id=T°mZVQeigpMC&printsec=frontcover&source=kp_read_button)
۱۱. Krupp, E.C. (۲۰۱۲), "The Great ۲۰۱۲ Doomsday Scare",
<https://www.nasa.gov/topics/earth/features/۲۰۱۲-guest.html>
۱۲. Livermore, P. and Mound, J. (۲۰۱۷), "Why The Earth's Magnetic Poles Could Be Swap Places - And How It Would Affect Us", [https://phys.org/news/۲۰۱۷-۰۱-earth-magnetic-poles-swap-
affect.html](https://phys.org/news/۲۰۱۷-۰۱-earth-magnetic-poles-swap-affect.html)

۱۳. Reid P. (۲۰۱۲), “۲۰۱۲: Magnetic Pole Reversal Happens All The (Geologic) Time”,
<https://www.nasa.gov/topics/earth/features/۲۰۱۲-poleReversal.html>

۱۴. Stefanov, W.L. (۲۰۱۰), “Aurora Australis Observed from the International Space Station”,
<https://earthobservatory.nasa.gov/images/۴۴۳۴۸/aurora-australis-observed-from-the-international-space-station>