فیزیک زمین و فضا، دوره ۴۲، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۵، صفحهٔ ۵۶۳-۵۷۴

پارامترهای مهم در مکان‌یابی رصدخانه‌های ژئومغناطیسی جدید به‌منظور توسعهٔ پژوهش‌های ژئومغناطیسی در ایران

یادداشت تحقیقاتی

مرجان ایزدی یزدان‌آبادی[۱]، آزاده حجت[۲*]، حجت‌اله رنجبر[۳] و سعید کریمی‌نسب[۴]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، بخش مهندسی معدن، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران
۲. استادیار، بخش مهندسی معدن، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران
۳. استاد، بخش مهندسی معدن، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران
۴. دانشیار، بخش مهندسی معدن، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران

(دریافت: ۹۴/۶/۱۶، پذیرش نهایی: ۹۴/۱۱/۱۱)

چکیده

علی‌رغم وسعت زیاد کشور ایران، رصدخانهٔ ژئومغناطیسی مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران تنها رصدخانه در کشور است که در دهه گذشته، به‌علت قدیمی بودن دستگاه‌های موجود در این رصدخانه و نیز گسترش شهر و قرارگیری این مرکز در معرض منابع نوفه‌ای متعدد، متاسفانه داده‌های آن مورد اعتماد نیست و از فهرست رصدخانه‌های ژئومغناطیسی استاندارد دنیا حذف شده است. با توجه به مزایای متعدد ثبت پیوسته میدان مغناطیسی و مؤلفه‌های آن در رصدخانه‌های ژئومغناطیسی، اجرای بررسی‌های علمی برای تعیین محل‌های بهینه به‌منظور ساخت رصدخانه‌های ژئومغناطیسی جدید در بسیاری از کشورهای خاورمیانه و به‌خصوص ایران، بسیار ضروری است. در این مقاله، ضمن بیان ضرورت ساخت رصدخانه‌های ژئومغناطیسی جدید در کشور، به معرفی مهم‌ترین معیارهای موثر در تعیین محل ساخت رصدخانه‌های ژئومغناطیسی پرداخته شده است. معیارهای متعددی از قبیل شدت میدان مغناطیسی، تغییرات رسانایی‌ویژه الکتریکی خاک‌های زیرسطحی، منابع غیر طبیعی اختلال در میدان ژئومغناطیسی، توسعهٔ شهرسازی، راه‌های دسترسی، زمین‌شناسی منطقه، توپوگرافی منطقه و نبود ذخائر اقتصادی، در انتخاب محل مناسب به‌منظور ساخت یک رصدخانهٔ ژئومغناطیسی تأثیرگذار هستند. ممکن است گردآوری همهٔ شرایط لازم برای یک محل، به‌طور کامل میسر نباشد، اما چنانچه حداقل شرایط لازم نیز میسر نشود، به‌هیچ‌وجه نباید اقدام به ساخت رصدخانه کرد. تعطیلی و جابه‌جایی بسیاری از رصدخانه‌ها تجربه‌ای است تا از این پس مکان رصدخانه‌های مغناطیسی جدید با دقت زیادی انتخاب شود. در ادامهٔ این تحقیق، پژوهشی منسجم از سوی نگارندگان مقالهٔ حاضر در حال به انجام رسیدن است که به جمع‌آوری دقیق لایه‌های اطلاعاتی گوناگون به‌منظور تعیین محل‌های مناسب برای ساخت یک رصدخانهٔ ژئومغناطیسی در استان کرمان می‌پردازد.

واژه‌های کلیدی: رصدخانهٔ ژئومغناطیسی، میدان مغناطیسی، مؤلفهٔ میدان، ثبت پیوسته، تعیین محل، ایران.

۱. مقدمه

رصدخانه‌های ژئومغناطیسی تأسیساتی هستند که برای اندازه‌گیری پیوستهٔ میدان مغناطیسی زمین ساخته شده‌اند. در این رصدخانه‌ها، تغییرات زمانی میدان مغناطیسی و کلیهٔ مولفه‌های میدان مغناطیسی زمین اندازه‌گیری می‌شوند. برای سال‌های طولانی، ثبت پیوستهٔ میدان مغناطیسی زمین در رصدخانه‌های متعدد در سراسر دنیا صورت می‌گیرد. با اینکه رصدخانه‌های ژئومغناطیسی برای عموم و حتی بعضی از دانشمندان ناشناخته اند، این تأسیسات از حدود ۵۰۰ سال پیش وجود داشته‌اند و با اندازه‌گیری‌های مداوم و دقیق میدان مغناطیسی زمین در درازمدت، به‌طور منظم اطلاعاتی در این زمینه در اختیار جامعه علمی قرار می‌دهند (ماندآ و کرت، ۲۰۱۰).

طبق آخرین آمار منتشر شده در پایگاه رسمی اینترمگنت، ۱۴۴ رصدخانهٔ ژئومغناطیسی استاندارد در نقاط گوناگون دنیا مشغول به کار هستند (وب‌پایگاه اینترمگنت، ۲۰۱۵). تعدادی از این رصدخانه‌های مغناطیسی دارای مجموعه‌ای از داده‌های مغناطیسی مربوط به یک یا دو قرن گذشته هستند. برای مثال زمان‌های ثبت شده در لندن و پاریس که مربوط به

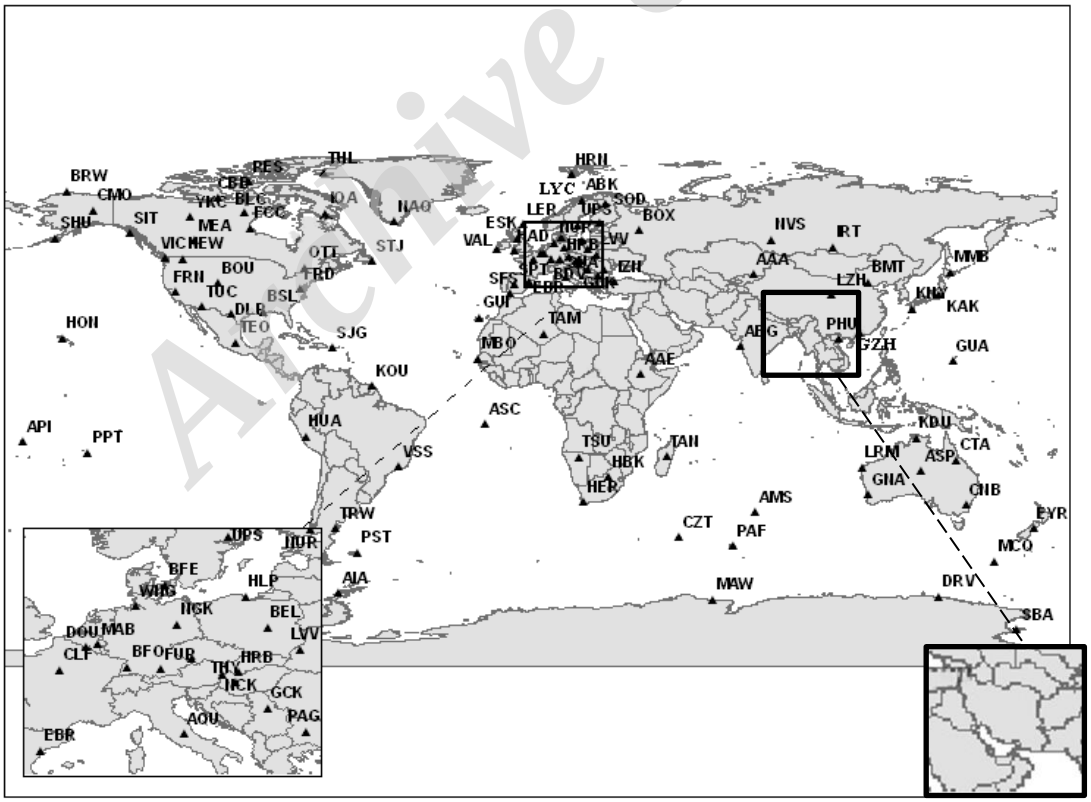
*نگارنده رابط: E-mail: ahojat@uk.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مؤلفه‌های میدان مغناطیسی زمین هستند، به میانهٔ قرن شانزدهم باز می‌گردد (ماندآ و کرت، ۲۰۱۰).

در ایران، یک رصدخانهٔ ژئومغناطیسی در ۱۳۴۰ در محوطهٔ مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران تأسیس شد و از آن زمان، سه مؤلفه H، Z و D (به‌ترتیب مؤلفه‌های افقی، قائم و زاویه انحراف) به‌طور مداوم ثبت و مقدارهای عددی این مؤلفه‌ها در گزارش‌های مغناطیس‌سنجی مؤسسه ژئوفیزیک منتشر شد (حسین‌زاده‌گویا، ۱۳۷۹). در شکل ۱، توزیع رصدخانه‌های ژئومغناطیسی در سراسر جهان نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، تعداد قابل‌توجهی از این رصدخانه‌ها در کشورهای اروپایی قرار دارند (وب‌پایگاه اینترمگنت، ۲۰۱۵). علی‌رغم وسعت زیاد کشور ایران، رصدخانهٔ ژئومغناطیسی تهران تنها رصدخانه درکشور است. متاسفانه در دههٔ گذشته، به‌علت قدیمی بودن دستگاه‌های موجود در این رصدخانه و نیز گسترش شهر و قرارگیری این مرکز در معرض منابع نوفه‌ای متعدد، داده‌های آن مورد اعتماد نیست و از فهرست رصدخانه‌های مغناطیسی استاندارد دنیا حذف شده است.

اگرچه اهمیت وجود چنین تأسیساتی باعث ساخت روزافزون این رصدخانه‌ها در سراسر جهان شده است، اما متاسفانه تعداد بسیار محدودی رصدخانه استاندارد در خاورمیانه وجود دارد. با توجه به مزایای متعدد ثبت پیوستهٔ میدان ژئومغناطیسی و مؤلفه‌های آن در رصدخانه‌های ژئومغناطیسی، اجرای بررسی‌های علمی برای تعیین محل‌های بهینه به‌منظور ساخت رصدخانه‌های ژئومغناطیسی جدید در اکثر کشورهای خاورمیانه و مسلما ایران، ضروری است (حجت و خرمی، ۱۳۹۱).



شکل ۱. توزیع رصدخانه‌های ژئومغناطیسی استاندارد در دنیا (وب‌گاه اینترمگنت، ۲۰۱۵). مربع سمت چپ، تجمع رصدخانه‌ها در کشورهای اروپایی و مربع سمت راست، کشور ایران و بخشی از کشورهای همسایه را بدون داشتن رصدخانه استاندارد نشان می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

۲. ضرورت ساخت رصدخانه‌های ژئومغناطیسی

رصدخانه‌های ژئومغناطیسی از چنان اهمیت ویژه‌ای برخوردارند که پس از گذشت نزدیک به دویست سال از ساخت اولین رصدخانه در جهان، ساخت این مراکز داده‌های بسیار مهم همچنان در نقاط گوناگون در سراسر دنیا ادامه دارد. برای مثال، سازمان زمین‌شناسی انگلستان که مدیریت چهار رصدخانه ملی و همکاری در پنج رصدخانه بین‌المللی را برعهده دارد، در سال ۲۰۱۴ با همکاری گروه هالیبورتون کانادا، رصدخانه فورت مک‌مورای واقع در کانادا را راه‌اندازی کرد (سازمان زمین‌شناسی بریتانیا، ۲۰۱۵).

از نظر پراکندگی، بیشترین تراکم رصدخانه‌ها در قارهٔ اروپا است و اکثر کشورهای اروپایی دارای حداقل یک رصدخانهٔ ژئومغناطیسی هستند. ایالات متحد امریکا با ۱۶ رصدخانهٔ ژئومغناطیسی بیشترین تعداد رصدخانه در دنیا را به خود اختصاص داده است. بعد از امریکا، کانادا با ۱۵ رصدخانه و استرالیا و روسیه هریک با ۹ رصدخانه، بیشترین تعداد رصدخانه را در سطح دنیا دارند.

از مهم‌ترین مزایای ساخت رصدخانه‌های ژئومغناطیسی می‌توان به ایجاد بانک داده‌ها برای تصحیح داده‌های برداشت شده در اکتشافات ژئومغناطیسی، پیش‌بینی دقیق توفان‌های مغناطیسی، بررسی توسعهٔ پیش‌نشانگرهای زلزله، و بررسی پرتوهای کیهانی ناشی از خورشید اشاره کرد (حجت و خرمی، ۱۳۹۱). به‌منظور افزایش بیشتر دقت بررسی‌های پیش‌گفته، اطلاع از مؤلفه‌های میدان ژئومغناطیسی زمین در ناحیه‌های گوناگون کرهٔ زمین ضروری است. با ساخت رصدخانه‌های ژئومغناطیسی معتبر، دست‌یابی به اهداف پیش‌گفته، امکان‌پذیر می‌شود. ضرورت ساخت رصدخانه‌های ژئومغناطیسی جدید در ایران، از جنبه‌های گوناگون، به شرح زیر است.

۲. ۱. مشارکت دانشمندان ایرانی در فعالیت‌های اتحادیهٔ بین‌المللی ژئومغناطیس و هوانوردی

اتحادیه بین‌المللی ژئومغناطیس و هوانوردی (IAGA) تبادل اطلاعات علمی و تجهیزات بین‌المللی به‌منظور همکاری در تحقیقات را مورد حمایت خود قرار می‌دهد. همچنین، کلیه مجامع و جلسات علمی را که فرصتی است برای مباحثه و انتشار نتایج تحقیقات، سازماندهی می‌کند. با استفاده از داده‌های ارسال شده از رصدخانه‌های ژئومغناطیسی در سراسر جهان به این اتحادیه، میدان مغناطیسی زمین به‌طور منظم به‌روز می‌شود. این اتحادیه در جهت پیشبرد اهداف خود، دانشمندان را از سراسر دنیا برای سهیم شدن در فعالیت‌های مربوط دعوت می‌کند. با ساخت رصدخانه‌های ژئومغناطیسی جدید در ایران، این مراکز نیز به اتحادیه IAGA متصل می‌شوند. بدین‌ترتیب، علاوه بر دریافت حمایت‌های مالی، تبادل اطلاعات علمی میان دانشمندان ایرانی و سایر کشورها و همچنین اجرای بررسی‌های گسترده و متنوع، بیش از پیش امکان‌پذیر می‌شود.

۲. ۲. افزایش دقت مدل‌های بین‌المللی ژئومغناطیسی مرجع

در بسیاری موارد لازم است که مؤلفه‌های میدان در یک ناحیه یا حتی در سراسر زمین مشخص باشند. مدل‌های بین‌المللی ژئومغناطیسی مرجع (IGRF)، بخشی از میدان مغناطیسی که در هسته زمین ایجاد می‌شود (میدان اصلی) را نمایش می‌دهند. این میدان‌های مرجع، در حقیقت مدل‌های ریاضی از میدان مغناطیسی زمین هستند که تغییرات مکانی و زمانی آن را نشان می‌دهند. مدل IGRF به‌منزلهٔ مدل جهانی میدان مغناطیسی پذیرفته شده است. در مناطقی که نزدیک به رصدخانه‌های ژئومغناطیسی باشند، مقدار IGRF به‌خوبی برای تصحیح مناسب است اما در اکثر مناطق، IGRF یک برآورد خام است. با توجه به وسعت کشور ایران و افزایش روز افزون تحقیقات ژئومغناطیسی در نقاط گوناگون کشور، ساخت رصدخانه‌های ژئومغناطیسی جدید با پراکندگی مناسب، باعث افزایش دقت مدل‌های IGRF برای کشور می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

۲. ۳. توفان‌های مغناطیسی

به‌علت تغییر شدت و جهت جریان‌های یون‌سپهر، میدان مغناطیسی زمین در طول یک روز تغییر می‌کند که این تغییرات روزانه نیز باید از داده‌های مغناطیس‌سنجی تصحیح شود. در روزهای آرام مغناطیسی (Q)، تغییرات زمانی میدان هموار است، اما در روزهای مغشوش مغناطیسی (D)، نوسان‌های سریع به بزرگی چندصد نانوتسلا که نوسان‌های آرام‌تر با دامنهٔ کمتر (اما نابسامان) را به دنبال دارند، مشاهده می‌شود (لانزا و ملونی، ۲۰۰۶). چنین اغتشاش‌هایی که توفان مغناطیسی نامیده می‌شوند نتیجه لک‌های خورشیدی و فعالیت‌های خورشیدی است که باعث ورود ذرات باردار به یون‌سپهر می‌شوند. رصدخانه‌های ژئومغناطیسی در سراسر دنیا مشاهداتی را صورت می‌دهند که می‌توان برپایهٔ آن، احتمال وقوع توفان‌های مغناطیسی را پیش‌بینی کرد. در توفان‌های شدید مغناطیسی، همهٔ برداشت‌های مغناطیس‌سنجی باید متوقف شوند زیرا تصحیح چنین نوسان‌هایی امکان‌پذیر نیست.

با ساخت رصدخانه‌های ژئومغناطیسی در کشور، علاوه بر دسترسی به مدل‌های IGRF دقیق برای تصحیح داده‌ها، با استفاده از داده‌های ثبت شده در رصدخانهٔ ژئومغناطیسی، توفان‌های مغناطیسی نیز با دقت مناسبی قابل پیش‌بینی خواهد بود. بدین‌ترتیب، طراحی و پردازش داده‌های اکتشافی به روش مغناطیس‌سنجی با دقت روزافزونی صورت خواهد گرفت.

از دیدگاه فناوری، توفان‌های مغناطیسی با تاثیری که روی امواج می‌گذارند، باعث بروز اختلال در ارتباطات رادیویی و شبکه‌های تلویزیونی می‌شوند. همچنین در دستگاه‌های موقعیت‌یاب GPS باعث بروز خطا می‌شود و روی هواپیماها و ماهواره‌ها اثر می‌گذارند. این توفان‌ها برای ماهواره‌های کم‌ارتفاع خطرناک‌اند و می‌توانند باعث آتش‌سوزی در آنها شوند. با توجه به اینکه کشور ایران اخیرا فعالیت‌های جدی در عرصهٔ مطالعات ماهواره‌ای را دنبال می‌کند، اجرای بررسی‌های دقیق به‌منظور پیش‌بینی این توفان‌ها و اجرای تدبیرهای لازم به‌منظور جلوگیری از خسارت ماهواره‌ها نیز بسیار ضروری است.

به‌طورکلی، اهمیت ثبت این توفان‌ها در زیر آورده شده است (حسین‌زاده گویا، ۱۳۷۹):

- اختلال در تابش‌ها و به‌هم‌خوردن مدارهای الکتریکی در ماهواره‌ها و هواپیماها در ارتفاعات زیاد
- خطر تابش‌ها برای فضانوردان و خلبانان هواپیما
- ایجاد خطا در مدار ماهواره‌ها و کوتاه شدن زمان حرکت در مدار
- اختلال و قطع ارتباطات رادیویی
- اختلال در سامانهٔ ناوبری VLF
- خطای تعیین محل در سامانهٔ ناوبری مغناطیسی
- کم شدن دقت در تعیین مختصات یک محل
- تداخل ولتاژ القایی با خطوط تلفن راه دور
- اغتشاش در سامانهٔ برق شهرها (خاموشی و کم‌نور شدن)
- اغتشاش در اندازه‌گیری‌های مغناطیسی (تهیه نقشه‌های مغناطیسی)
- اختلال در رادارهای زمینی و سایر رادارها

۲. ۴. تهیه بانک داده برای تصحیح داده‌های مغناطیس‌سنجی

یکی از مهم‌ترین مزایای ساخت رصدخانه‌های ژئومغناطیسی، ایجاد بانک داده‌ها برای تصحیح داده‌های برداشت شده در اکتشافات ژئومغناطیسی است. کشور ایران دارای ذخایر معدنی فراوانی است (شکل ۲) که بسیاری از این ذخایر را می‌توان با استفاده از روش مغناطیس‌سنجی مورد بررسی قرار داد. در این راستا، هرگونه اقدامی به‌منظور کاهش خطا در عملیات اکتشاف، باعث صرفه‌جویی در هزینه و زمان خواهد

Archive of SID

www.SID.ir

بود. با ساخت رصدخانه‌های ژئومغناطیسی جدید، داده‌های موردنیاز برای تصحیح دقیق داده‌های حاصل از اکتشافات ژئومغناطیسی در دسترس متخصصان قرار خواهد گرفت. لازم به ذکر است که داده‌های یک رصدخانهٔ ژئومغناطیسی می‌تواند به‌طور قطع تا شعاع چند صد کیلومتر مورد استفادهٔ کارشناسان ژئوفیزیک زمینی و هوابرد قرار گیرد و منجر به بهبود قابل‌توجه کیفیت پردازش‌های صورت گرفته شود.

۲. ۵. تحقیقات پیش‌بینی زلزله

آیا تغییرات میدان مغناطیسی زمین ارتباطی با وقوع زلزله دارد؟ این سؤال اولین‌بار بیش از ۱۰۰ سال پیش مطرح شد و از آن زمان تاکنون، تحقیقات میدانی و آزمایشگاهی متعددی برای یافتن پاسخ این سؤال صورت گرفته است (برای مثال، تاناکادات و ناگاوکا، ۱۸۹۳؛ استیسی، ۱۹۶۴؛ شمسی و استیسی، ۱۹۶۹؛ نیشیدا و همکاران، ۲۰۰۴؛ یوتادا و همکاران، ۲۰۱۱). آشکارسازی اثرات پیزومغناطیسی همراه با انباشت تنش و آزاد شدن آن، یکی از هدف‌های اصلی مشاهدات دقیق و بلندمدت میدان ژئومغناطیسی در مناطق فعال از نظر زمین‌ساختی است.

اگرچه هم‌زمان با برخی از زمین‌لرزه‌ها، تغییراتی به بزرگی حدود یک درصد شدت میدان ژئومغناطیسی به ثبت رسید، ریکیتاکی (۱۹۶۸) و جانستون (۱۹۹۷) بیان کردند که این نتایج به ظاهر امیدبخش، از دقت ضعیف مغناطیس‌سنج‌های مورد استفاده تا قبل از سال ۱۹۶۰ ناشی شده بود. در یکی از بررسی‌های صورت گرفته در اولین زمین‌لرزه‌ای که در نزدیکی منطقه‌ای با تعداد قابل‌قبول مغناطیس‌سنج‌های دقیق رخ داد، یوتادا و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی تغییرات میدان ژئومغناطیسی مربوط به زمین‌لرزه بزرگ توهوکو (M9.0) و در پی آن سونامی که ارتفاع امواج آن به ۱۵ متر می‌رسید، پرداختند. یوتادا و همکاران (۲۰۱۱) گزارش مختصری از اندازه‌گیری‌های هم‌زمان میدان ژئومغناطیسی ثبت شده در ۱۴ ایستگاه مغناطیس‌سنجی در ژاپن در پیوند با این زمین‌لرزه و سونامی را عرضه کردند. به‌علت وقوع زمین‌لرزه پیش‌گفته درحین یک توفان مغناطیسی، بعد از تصحیح اثر اغتشاش‌های خارجی و میدان‌های القایی، سری‌های زمانی مورد استفاده قرار گرفت. تغییرات میدان ژئومغناطیسی در چند ایستگاه به‌نسبت نزدیک به مرکز زمین‌لرزه مشاهده شد. میزان این تغییرات در یکی از ایستگاه‌های پیش‌گفته در حدود ۰/۸ نانوتسلا و در بقیهٔ ایستگاه‌ها بسیار کمتر از این مقدار بود. یک‌سری تغییرات زمانی نیز تا حدود یک ساعت بعد از لرزه اصلی مشاهده شد که از جریان الکتریکی القا شده در دریا یا براثر اغتشاش‌های یون‌سپهر (هر دو در اثر سونامی) ایجاد شده است. براساس نتایج عرضه شدهٔ یوتادا و همکاران (۲۰۱۱)، هیچ تغییرات مغناطیسی واضحی به منزلهٔ پیش‌نشانگر زلزله مشاهده نشد.

اگرچه تاکنون هیچ ارتباط مستدل و قطعی بین وقوع زلزله و پیش‌نشانگر مغناطیسی به اثبات نرسیده است، به‌منظور گسترش تحقیقات ژئومغناطیسی درحکم یک پیش‌نشانگر احتمالی، «ثبت» پیوسته و «بررسی» تغییرات میدان ژئومغناطیسی الزامی است. کشور ایران دارای گسل‌های فعال فراوانی است که متاسفانه در بسیاری موارد نیز منجر به وقوع زلزله‌های فاجعه‌بار می‌شوند. در شکل ۳، توزیع زمین‌لرزه‌های ثبت شده در ایران و ناحیه‌های مجاور آن از ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۵ نشان داده شده است (نقشه‌های لرزه خیزی استان‌های ایران، ۱۳۹۳). با توجه به زلزله‌خیز بودن ایران و با در نظر گرفتن نیاز کشور به بررسی پیش‌نشانگرهای زلزله، ساخت رصدخانه‌های ژئومغناطیسی جدید در ایران به‌منظور ثبت پیوسته تغییرات میدان مغناطیسی در راستای گسترش تحقیقات پیش‌بینی زلزله بسیار ضروری است.

۲. ۶. بررسی پرتوهای کیهانی

یکی دیگر از کاربردهای رصدخانه‌های ژئومغناطیسی، بررسی پرتوهای کیهانی ایجاد شده از خورشید است.

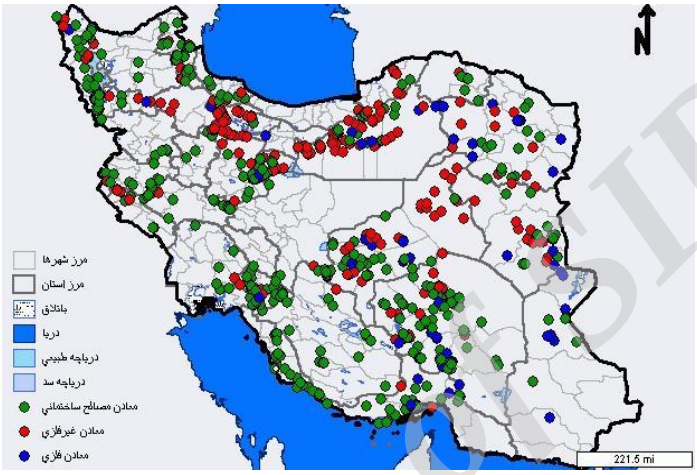
Archive of SID

www.SID.ir

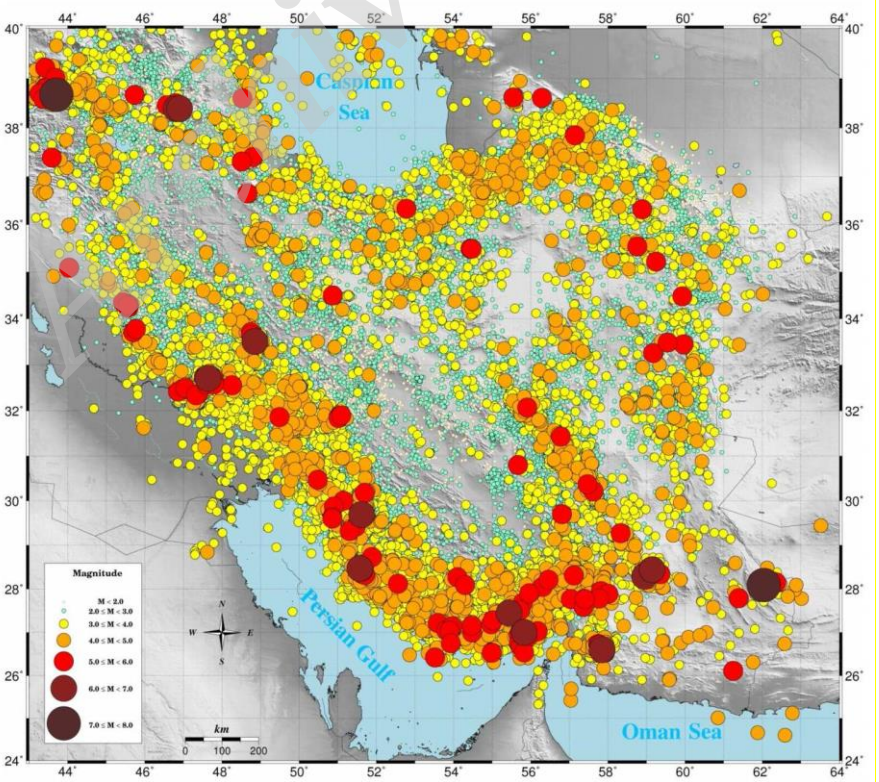
پرتوهای کیهانی، ذراتی پُرانرژی هستند که دارای طول‌موج‌های کوتاه‌اند و شایع‌ترین آنها موج فرابنفش است. اگرچه بیشتر این پرتوها در لایهٔ اوزون جذب می‌شوند اما پرتوهای عبوری برای سلامتی مضرند. طبق بررسی‌های صورت گرفته، با کاهش عرض‌جغرافیایی، تاثیر این پرتوها افزایش می‌یابد.

۳. معیارهای انتخاب محل رصدخانه‌های ژئومغناطیسی

اولین قدم در تاسیس رصدخانه‌های ژئومغناطیسی، انتخاب محل‌های مناسب به‌منظور ساخت این سازه‌های مهم است. با توجه به پارامترهایی که در رصدخانه‌های ژئومغناطیسی به ثبت می‌رسد، تعیین محدودهٔ مناسب ساخت این سازه‌ها می‌باید بر اساس معیارهای خاصی صورت گیرد.



شکل ۲. نقشهٔ پراکندگی معادن ایران (NGDIR)



شکل ۳. توزیع زمین‌لرزه‌های ثبت شده در ایران و ناحیه‌های مجاور آن از ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۵ (نقشه‌های لرزه خیزی استان‌های ایران، ۱۳۹۳)

Archive of SID

www.SID.ir

از زمان آغاز تحقیقات میدان مغناطیسی، مشخص شده بود که رصدخانه‌های ژئومغناطیسی باید در مکان مناسبی ساخته شوند که به دور از اختلال‌های طبیعی ناشی از سنگ-های آتشفشانی یا ذخایر معدنی باشند، تا بتوانند سطوح میدان در مناطق وسیع را ثبت کنند. البته نیاز به دور بودن از نوفه‌های مصنوعی نیز خیلی زود تشخیص داده شد. این موردی است که تا حدود یک قرن پیش به آسانی قابل اجرا بود. امروزه، انحراف‌های قوی میدان مغناطیسی براثر ابزارهای برق‌رسانی و به‌خصوص مترو و قطارهای برقی و ریل‌های سطحی ایجاد می‌شود که به‌شدت امکان نصب یا حتی حفظ و نگهداری فعالیت‌های رصدخانه را در خیلی از کشورهای پیشرفته محدود کرده‌اند (لانزا و ملونی، ۲۰۰۶).

همان‌طور که ذکر شد، طبق آخرین آمار منتشر شده در پایگاه رسمی اینترمگنت، ۱۴۴ رصدخانهٔ ژئومغناطیسی استاندارد در نقاط گوناگون دنیا مشغول به کار هستند. پس از بررسی تعداد زیادی از این رصدخانه‌ها مشخص شد که مکان این رصدخانه‌ها از دیدگاه آب‌وهوایی، ارتفاع از سطح دریا و فاصله از سواحل آب‌های آزاد، شرایط گوناگونی دارند و از استاندارد مشخصی پیروی نمی‌کنند. مرتفع‌ترین رصدخانه، رصدخانه وستوک (VOS) واقع در قطب جنوب است که ۳۴۸۸ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. چهار رصدخانه هم‌تراز سطح دریا هستند و پست‌ترین رصدخانه‌ها محسوب می‌شوند. این چهار رصدخانه عبارت‌اند از: گان (GAN) واقع در مالدیو، تیکسی‌بای (TIK) واقع در روسیه و دو رصدخانه آلیبگ (ABG) و جایپور (JAI) واقع در هندوستان.

رصدخانه‌های ژئومغناطیسی متعددی در سراسر جهان وجود دارد که به علت‌های گوناگون، تعطیل یا جابه‌جا شده-اند. بعضی از این رصدخانه‌ها مربوط به طرح‌های مشخصی بود و به‌طور موقت ساخته شده بودند. تعدادی از این رصدخانه‌ها پس از پایان طرح تعطیل شدند ولی برخی به کار خود ادامه دادند. اما رصدخانه‌های متعددی نیز وجود دارد که علت‌های تعطیلی یا جابه‌جایی آنها می‌تواند راهنمای مفیدی در شناسایی معیارهای انتخاب محل رصدخانه‌های ژئومغناطیسی باشد. در جدول ۱، علت‌های تعطیلی یا تغییرمکان برخی از این رصدخانه‌ها عرضه شده است. در بخش‌های بعدی، معیارهای انتخاب محل رصدخانه‌های ژئومغناطیسی شرح داده شده است.

۳. ۱. بی‌هنجاری‌های مغناطیسی

طبق فرضیه‌ای تحت عنوان دینامو هیدرومگنتیک، بخش عمده‌ای از میدان مغناطیسی زمین ناشی از جریان‌های الکتروجنبشی است که در نزدیکی سطح خارجی هستهٔ مایع در عمقی حدود ۲۹۰۰ کیلومتر جاری هستند. میدان در سطح زمین ناشی از این جریان‌ها حدود ۳۰۰۰۰ نانوتسلا در خط استوا و ۶۰۰۰۰ نانوتسلا در مناطق قطبی است. به‌نظر می‌رسد سامانهٔ جریان در هسته ثابت و همگن نباشد. بنابراین، میدان اندازه‌گیری شده در سطح زمین بی‌هنجاری‌های بزرگی مشابه یک میدان دو قطبی نشان می‌دهد. این بی‌هنجاری‌های مغناطیسی محلی ابعادی در حد هزاران کیلومتر دارند و عمدتاً ناشی از جریان‌های الکتریکی ناهمگن درون زمین هستند. توزیع غیریکنواخت کانسارهای مغناطیسی در پوستهٔ زمین نیز درحکم بی‌هنجاری‌هایی با مقیاس کوچک‌تر دیده می‌شوند (جانکووسکی و سوکسدورف، ۱۹۹۶).

یکی از مهم‌ترین عوامل در مکان‌یابی رصدخانه این است که المان‌های ژئومغناطیسی منطقه نرمال باشند، به این معنی که رصدخانه باید آن‌قدر از بی‌هنجاری‌های مغناطیسی فاصله داشته باشد که میدان ژئومغناطیسی در رصدخانه تحت‌تأثیر بی‌هنجاری‌های مغناطیسی موجود در منطقه قرار نگیرد (وینرت، ۱۹۷۰). با در اختیار داشتن نقشهٔ مغناطیسی یک شهر یا یک منطقه، یکنواخت بودن محدودهٔ مورد بررسی از لحاظ مغناطیسی مشخص می‌شود. کل منطقه را باید با یک شبکهٔ حداکثر ۳۰ متر در ۳۰ متر به‌همراه یک مغناطیس‌سنج دقیق مانند مغناطیس‌سنج پروتون اندازه‌گیری کرد و چنانچه ناهنجاری‌های در حدود ۱۰۰ nT یا بزرگ‌تر مشاهده شود این محل مناسب شناخته نمی‌شود (حسین‌زاده گویا، ۱۳۷۹).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. علت‌های تعطیلی یا تغییرمکان برخی از رصدخانه‌های ژئومغناطیسی در دنیا

نام رصدخانه و کشور محل رصدخانه	مختصات جغرافیایی		دورهٔ فعالیت	علت جابه‌جایی یا تعطیلی
	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی		
Greenwich بریتانیا	0° 0′ E	51° 29′ N	۱۸۳۶ تا ۱۹۲۶	تعطیلی به‌علت اختلال‌های مغناطیسی و الکتریکی ناشی از توسعهٔ شهرسازی و خطوط راه‌آهن
Colaba هندوستان	–	–	۱۸۴۱ تا ۱۹۰۶	اولین رصدخانهٔ هندوستان: بعد از قرار گرفتن مسیر خطوط الکتریکی تراموا در مجاورت رصدخانه، مجبور به تعطیلی آن شدند.
Makerstoun بریتانیا	357°59′E	55° 35′ N	۱۸۴۲ تا ۱۸۵۵	تعطیلی به‌علت سست بودن ساختمان رصدخانه و ویران شدن آن
Sitka امریکا	135.3273°W	57.0576°N	۱۸۴۲ تا ۱۸۶۷	تعطیلی به‌علت تغییر مالکیت آلاسکا از روسیه به امریکا. سال ۱۹۰۱. امریکا در نزدیکی همان رصدخانه روسی یک رصدخانه جدید ساخت.
Kew بریتانیا	359°41′E	51°28′N	۱۸۵۷ تا ۱۹۲۴	جابه‌جایی به‌علت ساخت خطوط تراموا در نزدیکی رصدخانه (جابه‌جایی با دریافت غرامت از شرکت‌های تراموا)
Falmouth بریتانیا	354°55′E	50° 09′ N	۱۸۸۷ تا ۱۹۱۲	جابه‌جایی به‌علت کمبود بودجه کافی برای نگهداری مکان اولیه رصدخانه
Tucson امریکا	110.7337°W	32.1745°N	۱۹۱۰ تا ۱۹۹۶	جابه‌جایی به‌علت گسترش جاده‌سازی در نزدیکی رصدخانه
Abinger بریتانیا	0° 23′ W	51° 11′ N	۱۹۲۴ تا ۱۹۵۷	جابه‌جایی به‌علت اختلال‌های ناشی از برق‌رسانی راه‌آهن‌های محلی
Mould Bay کانادا	240.638°E	76.315°N	۱۹۶۱ تا ۱۹۹۷	جابه‌جایی به‌علت سختی حضور کارکنان در محل رصدخانه
Jaipur هندوستان	75.80° E	26.92° N	۱۹۷۵ تا ۱۹۸۸	این رصدخانه در راستای یک طرح که قصد ایجاد شبکه‌ای از رصدخانه‌های مغناطیسی از استوای مغناطیسی تا قطب مغناطیسی را داشت ساخته شد. اگرچه این طرح سه ساله بود اما به‌علت اهمیت موقعیت آن منطقه، رصدخانه به‌صورت نیمه دائمی ساخته شد، اما باوجوداین در ۱۹۸۸ رصدخانه تعطیل شد. اما سال ۲۰۰۲ در نزدیکی محل همان رصدخانه یک رصدخانه جدید راه‌اندازی شد.
Glenlea کانادا	262.880°E	49.645°N	۱۹۸۰ تا ۲۰۰۶	جابه‌جایی به‌علت آسیب دیدن رصدخانه در اثر توفان وسیل
Poste de-la-Baleine کانادا	282.255°E	55.277°N	۱۹۸۵ تا ۲۰۰۷	جابه‌جایی به‌علت اختلال‌های الکتریکی ایجاد شده ناشی از توسعهٔ روستاهای اطراف
Stennis امریکا	89.6359°W	30.3507°N	۱۹۸۶ تا ۲۰۰۷	جابه‌جایی به‌علت ویران شدن رصدخانه در توفان کاترینا
Silchar هندوستان	92.82° E	24.93° N	۱۹۹۸ تا ۲۰۱۱	جابه‌جایی به‌علت افزایش فعالیت‌های توسعه‌ای و قرار گرفتن داده‌های رصدخانه تحت‌تأثیر نوفه‌های الکترومغناطیسی

۳. ۲. تغییرات رسانایی ویژه الکتریکی خاک‌های زیرسطحی

یکی دیگر از علت‌های احتمالی وجود داده‌های غیرمعرف در رصدخانه‌های ژئومغناطیسی، جریان‌های القایی موجود در زمین است (جانکووسکی و سوکسدورف، ۱۹۹۶). خاک‌های زیرسطحی مناطق اطراف ازنظر رسانایی الکتریکی باید همگن باشند. اگر وضعیت لایه‌بندی خاک‌های زیرسطحی منطقه نزدیک به افقی باشد این شرایط را برآورده خواهد کرد (وینرت، ۱۹۷۰).

بررسی تأثیر جریان‌های القا شده در رصدخانه نسبت به تأثیر بی‌هنجاری‌های مغناطیسی بسیار مشکل‌تر است، دو علت برای این وضعیت وجود دارد. علت اول فنی است. به نقشه درآوردن تغییرات دائمی میدان مغناطیسی به‌مراتب آسان‌تر از تغییرات کوتاه‌مدت آن است. علت دوم به ماهیت پدیده‌ها مرتبط است. پیدا کردن منطقه‌ای بدون یک بی‌هنجاری واضح مغناطیسی کار مشکلی نیست، اما پیدا کردن مکانی برای رصدخانه با توزیع

Archive of SID

www.SID.ir

همگن رسانایی الکتریکی خاک‌های مجاورش تقریباً غیرممکن است. چراکه ثبت اختلال‌های مغناطیسی در رصدخانه و در محیط‌های اطراف رصدخانه باید به‌صورت هم‌زمان صورت گیرد. در اکثر رصدخانه‌های مغناطیسی دنیا مشابه این بررسی صورت نپذیرفته است. حتی درحال حاضر بسیاری از کارشناسان رصدخانه‌ها نمی‌دانند ناهمگنی رسانایی الکتریکی منطقه چه تأثیری روی تغییرات ثبت شده می‌گذارد (جانکووسکی و سوکسدورف، ۱۹۹۶).

به‌طورکلی، تأثیر یک بی‌هنجاری مغناطیسی واقع در مکان رصدخانه روی تغییرات مغناطیسی بسیار کوچک‌تر از جریان‌های القا شده است. البته این موضوع قابل درک است چراکه ابزار ثبت قابل حمل و مناسب، صرفاً در طول سال‌های اخیر در دسترس بوده است، هرچند تأثیر این موضوع از مدت‌ها پیش شناخته شده بود. باتوجه به رسانایی الکتریکی زیاد آب دریا، تغییرات میدان مغناطیسی در ناحیه‌های ساحلی با تغییرات مشاهده شده در ناحیه‌های داخلی (ناحیه‌های دور از سواحل) متفاوت است. بنابراین رصدخانه‌های ساحلی را نمی‌توان در جایگاه ایستگاه‌های مبنا مثلاً برای بررسی-های مغناطیسی استفاده کرد (جانکووسکی و سوکسدورف، ۱۹۹۶). به همین علت، رصدخانه باید حداقل ده‌ها کیلومتر از ناحیه‌های ساحلی فاصله داشته باشد (وینرت، ۱۹۷۰).

۳. ۳. منابع غیرطبیعی ایجاد اختلال در میدان ژئومغناطیسی

رصدخانه‌ها باید دور از منابع نوفهٔ مصنوعی تأسیس شوند. امروزه، اغتشاش‌های قوی میدان‌های مغناطیسی حاصل از دنیای ماشینی (مانند واگن‌های برقی، قطارهای زیرزمینی، خطوط راه‌آهن، و انواع متعدد منابع نوفه) امکان تأسیس و حتی نگهداری فعالیت رصدخانه‌های مغناطیسی در بسیاری از کشورهای توسعه یافته را محدود کرده است (خرمی و حجت، ۱۳۹۰).

بیشترین منابع مصنوعی که در میدان ژئومغناطیسی ناآرامی ایجاد می‌کنند خطوط راه‌آهن برقی و اتوبوس برقی هستند. توقف و حرکت قطارها از فاصله ۲۰ کیلومتری خط راه‌آهن برقی احساس می‌شود. در شرایط نامطلوب از فاصله‌های دورتر هم ممکن است این اختلال وارد شود. توافق‌نامه تعیین‌شدهٔ IAGA توصیه می‌کند مکان رصدخانه حداقل ۳۰ کیلومتر از خط راه‌آهن برقی فاصله داشته باشد.

جریان زمینی به‌شدت براثر وجود ایستگاه‌های برق AC (جریان متناوب فشار قوی) که در نزدیکی رصدخانه قرار دارند آشفته می‌شود. چراکه جریان‌های سرگردانی که بین نقاط گوناگون زمین هستند تا حدی درون زمین جبران شده‌اند اما این جریان‌های مصنوعی به صورت طبیعی قابل جبران نیستند و ایجاد نوفه می‌کنند.

در برداشت مغناطیس‌سنجی که برای انتخاب نهایی مکان رصدخانه صورت می‌گیرد، درصورتی‌که از مغناطیس‌سنج پروتون استفاده شود، در نزدیکی ایستگاه‌های رادیو و تلویزیون، ایستگاه‌های رله UHF و ایستگاه‌های یونوسوند به‌شدت پارازیت ایجاد می‌شود. بنابراین، مکان رصدخانه باید از این ایستگاه‌ها نیز به اندازه کافی فاصله داشته باشد (وینرت، ۱۹۷۰).

۳. ۴. زمین‌شناسی منطقه

از ابتدای تحقیقات میدان مغناطیسی، مکان‌یابی رصدخانه‌ها به‌گونه‌ای بود که به اندازهٔ کافی از اغتشاش‌های طبیعی (مانند آتشفشان‌ها یا نهشته‌های مغناطیسی) فاصله داشته باشند تا مقدار متوسط میدان در یک ناحیه وسیع ثبت شود (حجت و خرمی، ۱۳۹۱). معمولاً در مراحل اولیه توسعه یک رصدخانهٔ ژئومغناطیسی، تشخیص این موضوع که آیا شرط همگنی رسانایی‌ویژه زمین برآورده شده است یا خیر، با استفاده از داده‌های رصدخانه امکان‌پذیر نیست. بررسی رسانایی‌ویژه زمین، مستلزم عملکرد هم‌زمان چندین مغناطیس‌سنج قابل حمل است. بدین‌ترتیب می‌توان

Archive of SID

www.SID.ir

بررسی کرد که آیا ناپایداری‌هایی مانند توفان‌های مغناطیسی، با دامنه و فاز یکسان در سراسر یک منطقهٔ وسیع به ثبت رسیده‌اند یا خیر. یک روش جایگزین برای چنین بررسی‌هایی، شناسایی دقیق کلیهٔ اطلاعات زمین‌شناسی مرتبط با تغییرشکل‌های احتمالی لایه‌ها براثر گسل‌ها و چین‌خوردگی‌ها است (وینرت، ۱۹۷۰).

۳. ۵. توسعهٔ شهرسازی

در گذشته تعدادی از رصدخانه‌های ژئومغناطیسی، با توجه به توسعهٔ شهرها مجبور به جابه‌جایی شده‌اند. ازاین‌رو، قبل از انتخاب محل ساخت یک رصدخانه، کسب اطلاع از برنامه‌ریزی‌های مربوط به توسعهٔ شهر ضروری است (وینرت، ۱۹۷۰). همان‌طور که در ابتدای مقاله نیز ذکر شد، یکی از علت‌های حذف رصدخانهٔ ژئومغناطیسی تهران از فهرست رصدخانه‌های مغناطیسی استاندارد دنیا، گسترش شهر و قرارگیری در معرض منابع نوفه‌ای متعدد است.

معمولاً پیشنهاد می‌شود که بعد از انتخاب یک مکان مناسب، حفاظت‌های قانونی برای محدودهٔ رصدخانه کسب شود. علاوه‌براین، توصیه می‌شود فعالیت‌های توسعه‌ای که در اطراف رصدخانه ممکن است صورت گیرد و باعث اختلال‌های مغناطیسی شود نیز در نظر گرفته شود، چرا که اقدامات اعتراضی در مراحل برنامه‌ریزی طرح ممکن است موفقیت‌آمیز باشد اما در مراحل پیشرفته، مذاکرات بی‌فایده خواهد بود (وینرت، ۱۹۷۰).

۳. ۶. راه‌های دسترسی

هنگام انتخاب مکان یک رصدخانه، بایدبه‌خوبی جنبه‌های عملی را مورد توجه قرار داد. یک جادهٔ خوب و مناسب برای راه دسترسی به رصدخانه و یک منبع آب (نه لزوماً عالی اما قابل‌قبول) کمترین موارد موردنیاز هستند. وجود برق کاملاً ضروری نیست اما باوجوداین بسیار مفید است. امکانات حمل و نقل عمومی (یک ایستگاه اتوبوس یا یک ایستگاه راه‌آهن در نزدیکی رصدخانه و خارج از محدودهٔ مشخص شده) برای کارکنان رصدخانه مفید خواهد بود (وینرت، ۱۹۷۰).

درهرصورت، یک منطقهٔ به اندازهٔ کافی بزرگ باید برای رصدخانه درنظر گرفت، مساحتی به شعاع ۳۰۰ متر مناسب به‌نظر می‌رسد، به‌طوری‌که حداقل یک کیلومتر تا نزدیک‌ترین راه‌آهن فاصله داشته باشد. اگر راه‌آهن برقی است فاصله باید چندین کیلومتر باشد، و در مورد قطارهای برقی بسته به رسانایی الکتریکی زمین، این فاصله باید ده‌ها کیلومتر باشد (جانکووسکی و سوکسدورف، ۱۹۹۶).

۳. ۷. توپوگرافی منطقه

بررسی توپوگرافی منطقهٔ مناسب برای ساخت رصدخانه، از راه تحقیقات صحرایی، نقشه‌های توپوگرافی و عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای، به‌سادگی امکان‌پذیر است. انتخاب توپوگرافی مناسب می‌تواند تأثیر بسزایی در هزینه‌های اجرایی داشته باشد. در حقیقت یک توپوگرافی مناسب، باعث به حداقل رسیدن عملیات اجرایی می‌شود.

۳. ۸. نبود ذخایر اقتصادی

یکی دیگر از مواردی که در انتخاب محل ساخت رصدخانه‌های ژئومغناطیسی باید مورد توجه قرار گیرد، نبود ذخایر معدنی اقتصادی است. محل استقرار رصدخانهٔ ژئومغناطیسی هرگز نباید استخراج مواد معدنی را با مشکل مواجه سازد. درصورت لزوم، در مرحله نهایی انتخاب محل، به‌کمک چند چال اکتشافی می‌توان از بود یا نبود ذخایر اقتصادی در زیر محل استقرار رصدخانه اطمینان پیدا کرد.

۴. نتیجه‌گیری

نبود حتی یک رصدخانهٔ ژئومغناطیسی استاندارد در ایران و نیاز کشور به داده‌های این تأسیسات حیاتی،

Archive of SID

www.SID.ir

ضرورت ساخت رصدخانه‌های جدید را به اثبات می‌رساند. علاوه‌براین، ازآنجاکه رصدخانه‌های ژئومغناطیسی برای عملکرد طولانی‌مدت ساخته می‌شوند، انتخاب محل مناسب برای تأسیس این سازه‌ها بسیار مهم است.

به بررسی‌های صورت گرفته در این مقاله، معیارهای متعددی ازقبیل شدت میدان مغناطیسی، تغییرات رسانایی ویژه الکتریکی خاک‌های زیرسطحی، منابع غیرطبیعی ایجاد اختلال در میدان ژئومغناطیسی، زمین‌شناسی منطقه، توسعهٔ شهرسازی، راه‌های دسترسی، توپوگرافی و نبود ذخایر اقتصادی در انتخاب محل مناسب، تأثیر گذارند. مهم‌ترین عوامل، نبود بی‌هنجاری مغناطیسی و همگن بودن رسانایی ویژه الکتریکی خاک‌های زیرسطحی منطقهٔ موردنظر هستند. دور بودن از منابع غیرطبیعی ایجاد اختلال در میدان ژئومغناطیسی و فعالیت‌های شهرسازی در سطح بعدی اهمیت قرار دارد. بررسی زمین‌شناسی منطقه برای فاصله گرفتن از اغتشاش‌های طبیعی و بررسی شرط همگنی رسانایی ویژه زمین، کمک بزرگی خواهد بود. وجود ذخایر اقتصادی در منطقهٔ انتخاب شده، ممکن است در سال‌های آتی محل استقرار رصدخانه را با مشکل مواجه سازد، به‌همین علت باید از نبود ذخایر اقتصادی نیز در منطقه اطمینان کسب کرد. درنهایت، توپوگرافی منطقه هم باید به علت تأثیری که بر عملیات اجرایی و هزینه‌ها می‌گذارد مدنظر قرار گیرد.

با درک اهمیت ساخت رصدخانه‌های ژئومغناطیسی جدید در ایران و با توجه به شناسایی معیارهای موثر در انتخاب محل این رصدخانه‌ها، در ادامهٔ تحقیق حاضر، پژوهشی منسجم در حال اجرا است. در پژوهش پیش‌گفته، باتوجه به مناسب بودن استان کرمان برای ساخت رصدخانهٔ ژئومغناطیسی، تلاش می‌شود با بررسی و تلفیق معیارهای تأثیرگذار بر مکان رصدخانهٔ ژئومغناطیسی ، با استفاده از قابلیت‌های نرم‌افزار GIS در مکان‌یابی، محل‌های مناسب برای ساخت رصدخانهٔ ژئومغناطیسی در استان کرمان شناسایی شود. امید است نوشتار حاضر، گامی موثر در انجام پژوهش‌های مناسب در سایر مناطق مناسب کشور باشد.

مراجع

حجت، آ. و خرمی مقدم، ه.، ۱۳۹۱، بررسی ساخت یک رصدخانهٔ ژئومغناطیسی در استان کرمان، دومین همایش صنایع معدنی، ۱۹-۲۵.

حسین‌زاده گویا، ن.، ۱۳۷۹، بررسی محل‌های مناسب پایگاه‌های جدید مغناطیس‌سنجی در چند شهر ایران، م. فیزیک زمین و فضا، ۲۶(۲)، ۲۷-۱۷.

نقشه‌های لرزه‌خیزی استان‌های ایران (۱۳۹۳-۱۲۷۸)، ۱۳۹۳، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، موجود در آدرس زیر در سال ۱۳۹۴:

http://www.geophysics.ut.ac.ir/Fa/News/Data/Doc/Atlas-2015-University.pdf .

BGS: http://www.geomag.bgs.ac.uk/, 2015.

Jankowski, J. and Sucksdorff, C., 1996, Guide for magnetic measurements and observatory practice, International Association of Geomagnetism and Aeronomy, Warsaw.

Johnston, M. J. S., 1997, Review of electric and magnetic fields accompanying seismic and volcanic activity, Surveys in Geophysics, 18, 441-475.

Lanza, R. and Meloni, A., 2006, The Earth's magnetism: an introduction for geologists, Springer, 1-66.

List of IMOs and responsible GINs, 2015, retrieved from http://www.intermagnet.org/imos/imotblobs-eng.php

Mandea, M. and Korte, M., 2010, Geomagnetic observations and models, 5, Springer. NGDIR, National Geosciences Database of Iran.

Nishida, Y., Sugisaki, Y., Takahashi, K., Utsugi, M. and Oshima, H., 2004, Tectonomagnetic study in the eastern part of Hokkaido, NE Japan: discrepancy between observed and calculated results, Earth, Planets and Space, 56, 1049-1058.

Rikitake, T., 1968, Geomagnetism and earthquake prediction, Tectonophys, 6, 59-68.

Shamsi, S. and Stacey, F. D., 1969, Dislocation models and seismomagnetic calculations for California 1906 and Alaska 1964

Archive of SID

www.SID.ir

earthquakes, Bulletin of the Seismological Society of America, 59, 1435-1448.

Stacey, F. D., 1964, The seismomagnetic effect, Pure and Applied Geophysics, 58, 5-22.

Tanakadate, A. and Nagaoka, H., 1893, The disturbance of isomagnetics attending the Mino-Owari earthquake of 1891, Journal of the College of Science, Imperial University of Tokyo, 5, 149-192.

Utada, H., Shimizu, H., Ogawa, T., Maeda, T., Furumura, T., Yamamoto, T., Yamazaki, N., Yoshitake, Y. and Nagamachi, S., 2011, Geomagnetic field changes in response to the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake and Tsunami, Earth and Planetary Science Letters, 311(1), 11-27.

Wienert, K. A., 1970, Notes on geomagnetic observatory and survey practice, Published by UNESCO on Belgium.

Archive of SID

www.SID.ir

Journal of the Earth and Space Physics, Vol. 42, No. 3, Autumn 2016, P. 8

Important parameters to locate new geomagnetic observatories to develop geomagnetic studies in Iran

Research Note

Izadi Yazdanabadi, M[1], Hojat, A.[2*], Ranjbar, H.[3] and Karimi Nasab, S.[4]

1. M.Sc. Student, Department of Mining Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran
2. Assistant Professor, Department of Mining Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran
3. Professor, Department of Mining Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran
4. Associate Professor, Department of Mining Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran

(Received: 07 Sep 2015, Accepted: 31 Jan 2016)

Summary

Geomagnetic observatories are constructed to continuously record the earth's geomagnetic field. The importance of such buildings has resulted in an increasing construction of geomagnetic observatories all over the world. Although geomagnetic observatories are sometimes unknown to most people and even some scientists, these very important data centers have been measuring the geomagnetic field for about 500 years. The number of standard observatories is now approaching 150, but there are still very few standard geomagnetic observatories in the Middle East. Despite the large area of Iran, Tehran geomagnetic observatory is the only observatory in the country. It was constructed by the Institute of Geophysics in 1961. Unfortunately, in the recent decade, due to the old instruments used in this observatory and considering the expansion of Tehran city, the data obtained at this geomagnetic observatory are subjected to many noise sources. Therefore, its data are not reliable anymore and Tehran observatory is removed from the list of world's standard geomagnetic observatories. In this paper, which is aimed as an informative research note, the necessity of constructing new geomagnetic observatories in Iran is discussed from various aspects. The most important advantages of constructing a geomagnetic observatory include: providing a data center for the correction of magnetic exploration data, prediction of magnetic storms and providing a constant monitoring of the geomagnetic field variations as one of the probable earthquake precursors. Considering the various advantages of continuous recording of the earth's geomagnetic field, it is completely necessary to construct new geomagnetic observatories in Iran. The first step to construct a standard geomagnetic observatory that can record highly reliable data, is to select an optimum area for the construction of the observatory. From the very early observations of the geomagnetic field, it was understood that the observatories must be far enough from natural fluctuations resulted from volcanic rocks or mineral deposits. It was also discovered that artificial noises can disturb the data recorded in a geomagnetic observatory. However, there is still no comprehensive report discussing the various criteria to be studied while selecting a site for the construction of these observatories. This paper presents different parameters that should be carefully investigated to select optimum sites for the construction of geomagnetic observatories. Considering the type of data that should be recorded in geomagnetic observatories, knowledge of the criteria affecting the geomagnetic data is critical. Various criteria such as the magnetic intensity, variations of the electrical conductivity of subsurface soils, artificial sources of geomagnetic changes, development of cities, geology, topography, access roads, and underground possible economical deposits can affect selection of the optimum sites for the construction of geomagnetic observatories. Keeping a proper distance away from magnetic anomalies and controlling the homogeneity of the electrical conductivity of subsurface soils fall among the most important factors to be considered at the first stage. Then, artificial sources of the geomagnetic disturbance and urban development patterns must be carefully considered. It should be noted that finding the areas that can fully satisfy all the criteria might be impossible, but the minimum requirements should be satisfied to construct an observatory. Closure or relocation of several geomagnetic observatories all over the world is an experience showing how carefully the site selection of these structures should be carried out. Having understood the necessity of constructing new geomagnetic observatories in Iran, Kerman Province is considered as one of the favorable areas for the construction of an observatory. A comprehensive research is being carried out by authors to carefully acquire and interpret all the required data to find the best sites for this purpose.

Keywords: Continuous recording, Field component, Gomagnetic field, Geomagnetic observatory, Iran, Site selection.

*Corresponding author: ahojat@uk.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir