بررسی خطواره‌های استان تهران بر پایه پردازش داده‌های مغناطیس‌هوایی

امیر فراقی وایقان[۱]، محمدرضا عباسی[۲]، غلام جوان دلویی[۳*] و سهیلا بیگی[۴]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، Feraghi@gmail.com
۲- دانشیارپژوهشکده زلزله‌شناسی پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، abbassi@iiees.ac.ir
۳- دانشیارپژوهشکده زلزله‌شناسی پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، javandoloei@iiees.ac.ir
۴- دانشجوی دکتری دانشگاه معدن سنت پترزبورگ، beygi.soheyla@yahoo.com

چکیده

نرخ بالای فرسایش و رسوبگذاری و همچنین توسعه شهری موجب از بین رفتن یا مدفون شدن ساختارهای گسلی و نشانه‌های شناسایی آن است. بررسی خطواره‌های حاصل از مطالعه داده‌های مغناطیس هوایی می‌تواند رهیافتی بر شناسایی گسل‌های مدفون باشد. انطباق این روش با محل محاسبه شده رویدادهای لرزه‌ای تصویری بهتر از سرشت لرزه‌زمین‌ساختی روندهای گسلی و هندسه و ساختار عمقی آن در یک منطقه را ارائه می‌دهد. در مطالعه حاضر داده‌های مغناطیس هوایی و با استفاده از روش‌های برگردان قطب، مشتقات جهتی، تبدیل فراسو، سیگنال تحلیلی، فیلتر گرادیان افقی و دی کانولوشن اویلر بررسی شد. خطواره‌های شناسایی شده حاصل از بررسی ناهنجاری‌های مغناطیسی با روندهای گسلی محدوده استان تهران مقایسه و مورد بازبینی قرارگرفت. نتایج حاصل شده بیان می‌کند که بسیاری از ساختارهای گسلی و رویدادهای لرزه‌ای منطبق با خطواره‌های مغناطیسی است و بررسی‌های بیشتر با داده‌های رزولوشن بهتر می‌تواند تصویر بهتری را ارائه نماید.

واژه‌های کلیدی: داده‌های مغناطیس هوایی، خطواره های مغناطیسی، روندهای گسلی، استان تهران، پردازش دادهای مغناطیسی

Investigation of lineaments of Tehran province based on the processing of aeromagnetic data

Amir Feraghi Vaighan[1], Mohammad Reza Abbasi[2], Gholam Javan Doloei[3]*, Soheyla Beygi[4]
1- MSc Student, International Institute of earthquake engineering and seismology (IIEES), feraghi@gmail.com
2- Associate Professor, International Institute of earthquake engineering and seismology (IIEES), abassi@iiees.ac.ir
3- Associate Professor, International Institute of earthquake engineering and seismology (IIEES), javandoloei@iiees.ac.ir
4- Ph.D candidate, St Petersburg Mining University, beygi.soheyla@yahoo.com

Abstract

High rates of erosion and sedimentation and urban development cause the destruction or burial of fault structures and their identification signs. Investigation of the lineaments obtained from studying aeromagnetic data can be an approach to identifying buried faults. The adaptation of this method to the calculated location of visual seismic events presents better than the seismic nature of the fault processes and its geometry and depth structure in an area. In the present study, aeromagnetic data were analyzed using reduction to the pole, directional derivatives, upward continuation, analytical signal, horizontal gradient, and Euler deconvolution methods. The lineaments identified resulting from the study of magnetic anomalies were compared and reviewed with fault trends in Tehran province. The results show that many fault structures and seismic events are consistent with magnetic lineaments, and further investigation with better resolution data can provide a better answer.

Keywords: Aeromagnetic data, Magnetic Lineaments, Fault trends, Tehran province, Magnetic data processing

۱ مقدمه

تعیین مرز ساختارهای زمین‌شناسی یکی از مهم‌ترین و کاربردی‌ترین مسائلی است که همواره در زیرشاخه‌های مختلف مجموعه علوم زمین، ازجمله ژئوفیزیک مطرح بوده است (نیوسوپارپ و همکاران، ۲۰۰۵). این مرزها در بیشتر موارد ولی نه همیشه گسلی هستند. گسل‌ها می‌توانند نشانگر نواحی فعال زمین ساختی نیز باشند؛ بنابراین مطالعه آن‌ها در مواردی مانند بررسی لرزه‌خیزی (در ارتباط با طرح‌های شهرسازی و عمرانی)، بررسی پتانسیل‌های معدنی (کانی زایی‌های مرتبط با شکستگی‌ها و نواحی گسل)،

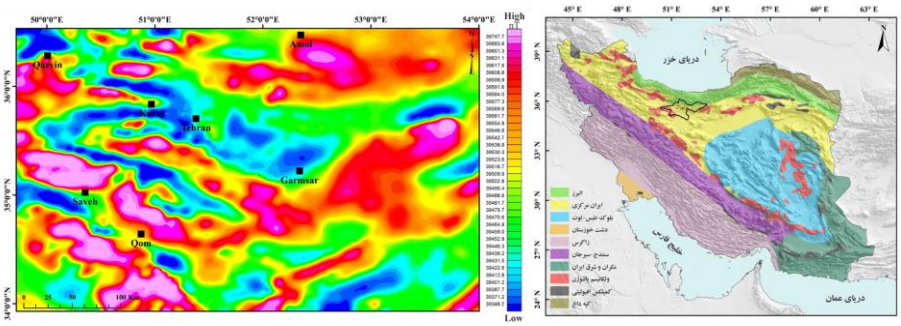
شناخت دقیق روندهای زمین ساختی و ... اهمیت دارد. مطالعه تصاویر ماهواره‌ای یکی از روش‌های کاربردی جهت شناسایی گسل‌های آشکار و تهیه نقشه‌های سامانه گسلی مناطق مختلف است و در سال‌های اخیر تهیه نقشه ژئوفیزیک هوابرد برای ساختارهای گسلی پنهان متداول شده است. در این میان یکی از متداول‌ترین روش‌ها برای تشخیص ساختارهای پنهان ازجمله گسل‌ها، مغناطیس هوایی است که تفسیر و مدل‌سازی حاصل از آن در شناسایی گسل‌های زیرسطحی و گسل‌های مدفون احتمالی کمک می‌کند (صالح، ۱۳۸۷). البته قابل‌ذکر است که مرز ساختارهای زمین‌شناسی بیشتر گسلی است ولی این امر برای همه موارد قابل‌تعمیم نیست و ممکن است در مواردی مرز ساختارها با گسل همراه نشده باشد. همچنین این احتمال وجود دارد که یک ساختار گسلی دارای سیگنال مغناطیسی محسوسی نباشد. بنابراین نتایج این پژوهش لزوماً همه گسل‌های پنهان را آشکار نمی‌کند.

۲ روش تحقیق

داده‌های شبکه‌ای ۷.۵ کیلومتر مغناطیس هوایی ایران در فاصله سال‌های ۱۳۵۳ تا ۱۳۵۵به سفارش سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی ایران و توسط شرکت آمریکایی Aero service از بزرگ‌ترین شرکت‌های فعال درزمینه ژئوفیزیک هوایی در آن زمان انجام‌شده است. فاصله خطوط پرواز ۷.۵ و ارتفاع پرواز ثابت ۵۰۰-۶۰۰ متر از سطح زمین بوده است. این داده‌برداری در ۶۲ بلوک پروازی مجزا انجام‌گرفته و از دید کیفیت در حد قابل قبولی ارائه‌شده است و پردازش داده‌ها در این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار اوسیس مونتاژ شرکت ژئوسافت نسخه ۶.۴.۲ انجام‌شده است.

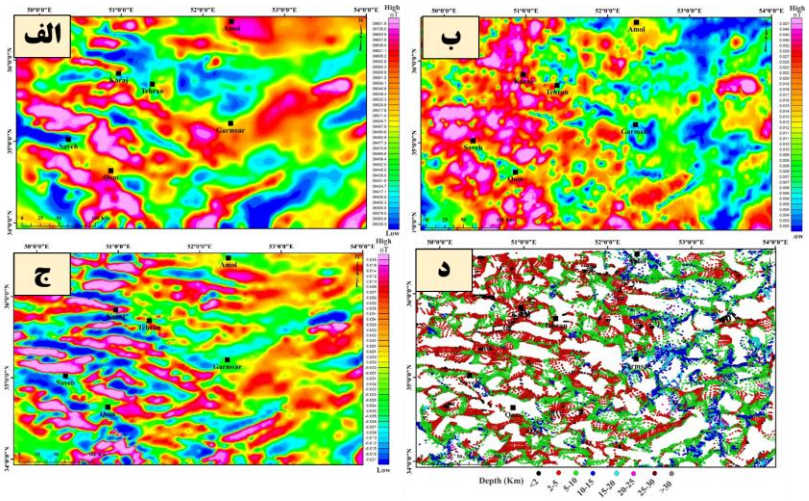
۳ پردازش داده‌های مغناطیسی برای تعیین محل خطواره ها

نقشه شدت کل میدان مغناطیسی یک تصویر کلی از داده‌های مغناطیسی فراهم کرده و برای تفسیر کلی استفاده می‌شود (حیدریان شهری، ۱۳۸۴). در نقشه‌ی شدت کل میدان مغناطیسی معمولاً شدت بالا بارنگ قرمز و شدت پایین بارنگ آبی نمایش داده می‌شود (شکل، ۱). حداکثر شدت میدان مغناطیسی در این محدوده بیشتر از ۳۹۷۵۰ نانو تسلا و حداقل ۳۹۳۴۵ نانو تسلا می‌باشد. با توجه به نقشه شدت کل میدان مغناطیسی، بخش‌هایی که در زون البرز مرکزی (قسمت شمالی نقشه)، کمان ماگمایی ارومیه- دختر (بخش جنوب غربی نقشه) و قسمت‌هایی از ایران مرکزی قرار دارند شدت بالای ناهنجاری مغناطیسی را نشان می‌دهند (شکل، ۱).



شکل۱: راست: تقسیم‌بندی ساختاری ایران و جایگاه ساختارهای البرز مرکزی و ایران مرکزی در استان تهران بر اساس تقسیم‌بندی اشتوکلین ۱۹۷۴ برگرفته از آقانباتی، ۱۳۸۳؛ چپ: نقشه شدت کل میدان مغناطیسی در منطقه موردمطالعه.

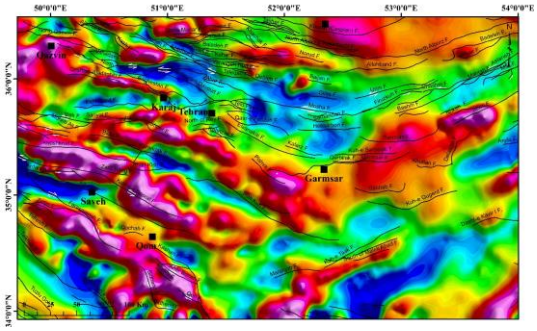
در این پژوهش برای بررسی و پردازش و در نهایت تحلیل داده‌های مغناطیس هوایی از روش‌هایی چون برگردان قطب (شکل، ۲ الف)، مشتقات جهتی، تبدیل یا ادامه فراسو، سیگنال تحلیلی (شکل ۲، ب)، فیلتر گرادیان افقی (شکل، ۲ ج) و برای تعیین محل و عمق خطواره های مغناطیسی از روش دی کانولوشن اویلر (شکل۲، ج) استفاده شد.



شکل۲: گزیده‌ای از نقشه‌های حاصل از روش‌های تحلیل و بررسی بر داده‌های مغناطیس هوایی

۴ نتیجه‌گیری

در تعیین گسل‌ها و شکستگی‌ها و کنتاکت‌های احتمالی منطقه از نقشه‌های فیلتراسیون که به آن‌ها اشاره شد، به‌ویژه نقشه برگردان به قطب و مشتقات جهتی و همین‌طور سیگنال تحلیلی و شیب افقی بهره گرفته‌شده است. در نقشه شکل ۳ خطواره‌های شناسایی‌شده و گسل‌های محدوده (شیخ الاسلامی و همکاران، ۱۳۹۲) بر روی تصویر برگردان به قطب نشان داده‌شده است. ازآنجایی‌که داده‌های مغناطیسی قادرند گسل‌های زیرسطحی را که در سطح زمین رخنمون ندارند نشان دهند لذا گسل‌های عمیق نیز در شکل ۳ مشخص‌شده‌اند. خطواره‌های به‌دست‌آمده اکثراً دارای روند شرقی- غربی، شمال غرب – جنوب شرقی و شمال شرقی- جنوب غربی می‌باشند. روند گسل‌های شرقی – غربی با توجه به برخورد صفحه ایران با صفحه توران و زمین‌درز پالئوتتیس قابل توصیف است همچنین روند گسل‌های شمال غربی – جنوب شرقی به علت برخورد دو صفحه عربی در جنوب غرب و صفحه ایران مرکزی در شمال شرق و نیز با توجه به روند زون ارومیه- دختر قابل‌انتظار می‌باشد. با توجه به خطواره‌های شناسایی‌شده از نقشه‌های تهیه‌شده از داده‌های مغناطیس هوایی و گسل‌های فعال و انطباق این دو نقشه گسل‌هایی که ریشه در عمق دارند و پی‌سنگی می‌باشند در منطقه موردمطالعه شناسایی شد.

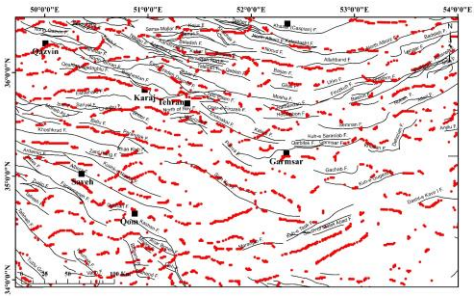


شکل ۳: تصویر گسل‌های محدوده (شیخ الاسلامی و همکاران، ۱۳۹۲) بر روی نقشه برگردان به قطب در منطقه موردمطالعه.

۴-۱ بررسی‌های ساختاری بر روی نقشه شیب افقی

در شکل ۴ دایره‌های قرمزرنگ که از نقشه گرادیان افقی استخراج‌شده روند ناهنجارهای مغناطیسی را در منطقه موردمطالعه نشان می‌دهد. انطباق گسل‌های شناسایی‌شده در این منطقه با روندهای استخراجی از نقشه گردایان افقی نشان می‌دهد که بعضی از گسل‌ها در امتداد روند ناهنجاری قرار می‌گیرند. در بعضی گسل‌ها هم مشاهده می‌شود که بخشی از گسل در امتداد روند ناهنجاری گرادیان افقی قرار می‌گیرد. مطابقت گسل‌هایی که هم‌روند با ناهنجاری‌ها هستند گواه بر پی‌سنگی بودن این گسل‌ها می‌باشد. قابل‌ذکر است که همچنین بر روی نقشه مشاهده می‌شود که بعضی از گسل‌ها در فاصله کمی از روند ناهنجاری قرارگرفته‌اند که این موضوع با تغییر شیب گسل در عمق قابل توجیه می‌باشد به دلیل اینکه آنچه ما از ساختارهای گسلی به

دست آورده‌ایم مشاهدات سطحی است و نقشه گرادیان افقی نمایی از عمق به ما می‌دهد.

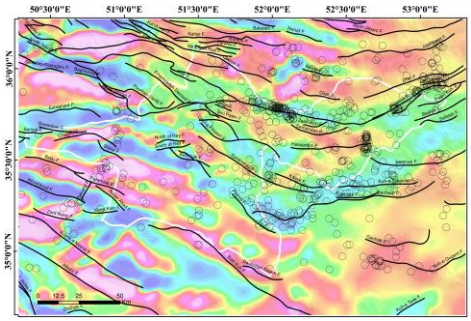


شکل ۴: تصویر گسل‌های شناسایی‌شده بر روی نقشه گرادیان افقی و گسل‌های محدوده (شیخ الاسلامی و همکاران، ۱۳۹۲) .

بر اساس آنچه از نتایج بررسی‌ها به دست آمده، که در نقشه‌های شکل‌های ۴ و ۵ مشاهده می‌شود روند کلی خطواره‌ها درجهت‌های شمال‌غرب-جنوب‌شرق، شرقی-غربی و شمال‌شرق-جنوب‌غرب است که روندهای شمال‌غربی-جنوب شرقی در شاخه غربی البرز مرکزی روندهای غالب می‌باشند.

۴-۲ ارتباط روندهای گسلی شناسایی شده با زمین‌لرزه‌ها

همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود گسل‌های شمال تهران، پورکان‌وردیج، طالقان، امامزاده‌داوود، تلوپایین، پرندک، سیاه کوه و دوازده امام ازجمله گسل‌هایی هستند که در امتداد روند ناهنجاری مغناطیسی قرارگرفته‌اند و فعالیت‌های لرزه‌ای را در امتداد این گسل‌ها شاهد هستیم و با توجه به نتایج پژوهش می‌توان گفت این گسل‌ها پی‌سنگی هستند. قابل ذکر است که تعدادی دیگر از گسل‌ها بر روی نقشه در بعضی از قسمت‌ها با روند ناهنجاری مطابقت دارند که احتمالاً این گسل‌ها یا در آن قسمت ریشه در عمق دارند یا اینکه گواه بر وجود گسلی پی‌سنگی در آن بخش می‌باشد. همچنین در محدوده گرمسار روندهای شمال‌غربی به N60E تغییر پیدا می‌کنند که در امتدادهای گسل‌های ایوانکی و گرمسار لرزه‌خیزی قابل توجه مشاهده می‌شود.



شکل ۵: تصویر انطباق گسل‌های محدوده (شیخ الاسلامی و همکاران، ۱۳۹۲)، رویدادهای لرزه‌ای بر روی نقشه گرادیان افقی

منابع

- آقانباتی، ع. (۱۳۸۳): زمین‌شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور. ۵۸۶ص.
- حیدریان شهری، م. (۱۳۸۵): مبانی اکتشافات ژئوفیزیک، چاپ دانشگاه فردوسی مشهد.
- شیخ‌الاسلامی، م. ر.، جوادی، ح.ر.، اسدی سرشار، م.، آقا حسینی، ا.، کوه‌پیما، میثم.، وحدتی دانشمند، ب. (۱۳۹۲): دانش‌نامه گسله‌های ایران، انتشارات رهی. ص ۶۰۰.
- صالح، ر. (۱۳۸۷): بازپردازش نقشه ناهنجاری مغناطیسی هوابرد ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرکز تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان.
- Neawsuparp, K., Charusiri, P., Meyers, J., 2005. New processing of airborne magnetic and electromagnetic data and interpretation for subsurface structures in the Loei area, Northeastern Thailand, Science Asia 31, 283- 298.