

## تفسیر بی‌هنجاری‌های میدان پتانسیل به‌منظور بررسی ساختارهای زمین‌شناسی و اکتشاف تله‌های نفتی احتمالی، بررسی موردی: جنوب سمنان

یاسین ناسوتی<sup>۱</sup>، براتعلی فیض‌آبادی<sup>۲\*</sup>، سید مجتبی تاجور<sup>۳</sup>، و عزیز ناسوتی<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوفیزیک، گروه فیزیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

<sup>۲</sup> استادیار، گروه فیزیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

<sup>۳</sup> دانشجوی دکتری ژئوفیزیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران

<sup>۴</sup> دکتری ژئوفیزیک، محقق در زمین‌شناسی و ژئوفیزیک، گروه ژئوفیزیک، سازمان زمین‌شناسی نروژ، ترندهیم، نروژ

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۱۶، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۶/۱۳)

### چکیده

برای تعیین موقعیت منابع مولد بی‌هنجاری‌های میدان پتانسیل نیاز به پردازش و تفسیر دقیق نقشه‌های بی‌هنجاری حاصل از برداشت داده‌های میدان پتانسیل است. تفسیر بی‌هنجاری‌های میدان پتانسیل با استفاده از روش‌های مختلفی انجام می‌گیرد. در این مقاله جهت تفسیر و جداسازی بی‌هنجاری‌های میدان پتانسیل از فیلترهای ژئوفیزیکی مانند روش روند سطحی، زاویه تیلت و ادامه فراسو استفاده گردید. در نهایت نقشه‌های هر یک از این روش‌ها تهیه و نتایج با هم مقایسه شد. نتایج حاصل از این نقشه‌ها نشان می‌دهد که هشت ساختمان تاقدیسی، پنج ساختمان ناودیسی، تعداد زیادی گسل و گنبد نمکی در ناحیه مورد بررسی وجود دارد. از بین تاقدیس‌های تفسیر شده، تاقدیس B از عمق و ابعاد قابل توجه‌تری برخوردار است، به‌طوری‌که با ادامه فراسوی ۳۰۰۰ متر اثر این تاقدیس باقی مانده است. همچنین هیچ‌گونه توده آذرینی بر روی نقشه مغناطیسی آن مشاهده نشده است. از آنجا که هیدروکربورها در سنگ‌های رسوبی یافت می‌شوند و در سنگ‌های آذرین وجود ندارند، بنابراین می‌توان این تاقدیس را از نظر تجمع منابع هیدروکربوری، تله مناسبی تلقی کرد. این نقشه‌ها یکی شدن گسل جنوب تاقدیس کوه سرخ با گسل جنوب تاقدیس سیاه کوه را تأیید می‌کنند. همچنین این نقشه‌ها نشان می‌دهند که سیاه کوه ادامه کوه سرخ است که به‌وسیله فعالیت گسل‌های منطقه، فرسایش و نهشته شدن رسوبات جدید از هم جدا شده‌اند.

**واژه‌های کلیدی:** روند سطحی، زاویه تیلت، ادامه فراسو، تفسیر زمین‌شناسی، تله‌های نفتی، ایران مرکزی

## ۱ مقدمه

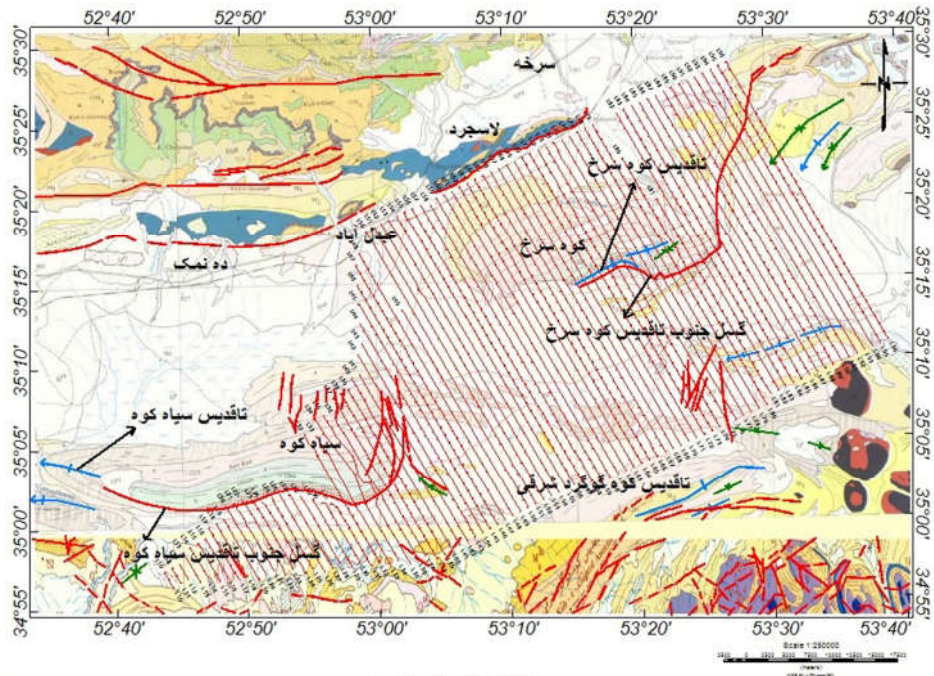
منطقه جنوب سمنان یکی از مناطق مهم جهت تشکیل تله‌های نفتی در ایران به شمار می‌رود که از گذشته مورد توجه بوده است. کویر خوریان که در ۱۰ کیلومتری جنوب شرقی سمنان قرار دارد در دوره قاجاریه به دلیل جاری شدن نفت بر روی زمین، از موقعیت استراتژیکی خاصی برخوردار شد و بارها بر سر مالکیت و استخراج نفت از آن بین دولت‌های انگلیس و روسیه دست‌به‌دست شد. در قسمت جنوبی این کویر آثار و تجهیزات مورد استفاده روس‌ها برای استخراج نفت هنوز به چشم می‌خورد. در این منطقه معادن گوگرد زیادی نیز دیده می‌شود. این سولفورها می‌بایست از گاز طبیعی مشتق شده باشند که توسط گسل‌های منطقه هدایت شده‌اند. همچنین در این منطقه تاقدیس‌ها و گنبد‌های نمکی فراوانی دیده می‌شود که این ساختارها در تشکیل تله‌های نفتی اهمیت زیادی دارند. بر این اساس به نظر می‌رسد که منطقه مورد بررسی از لحاظ تشکیل تله‌های هیدروکربوری پتانسیل زیادی داشته باشد. با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه پوشیده از رسوبات عهد حاضر است، اجرای بررسی‌های مغناطیسی و گرانی، به‌منظور شناسایی و شناخت بیشتر منطقه، اهمیت زیادی دارد. زیرا با استفاده از این روش‌ها می‌توان سنگ‌ها و ساختارهای مهم از نظر تجمع منابع هیدروکربوری که در زیر رسوبات جوان پنهان شده‌اند را از سایر نقاط جدا کرد و بدین‌صورت منطقه‌ای بسیار کوچک و محدود نسبت به منطقه اولیه جهت انجام عملیات دقیق لرزه‌نگاری که علاوه بر تخریب محیط‌زیست، بسیار پرهزینه‌تر و زمان‌برتر از این روش-هاست، انتخاب شود.

به‌منظور مطالعه وضعیت ساختمان‌های زیرسطحی و تعیین ضخامت رسوبات منطقه، بررسی منطقه از نظر وجود توده‌های آذرین نفوذی و آتش‌فشانی و همچنین بررسی وجود تله‌های هیدروکربوری، عملیات ژئوفیزیک

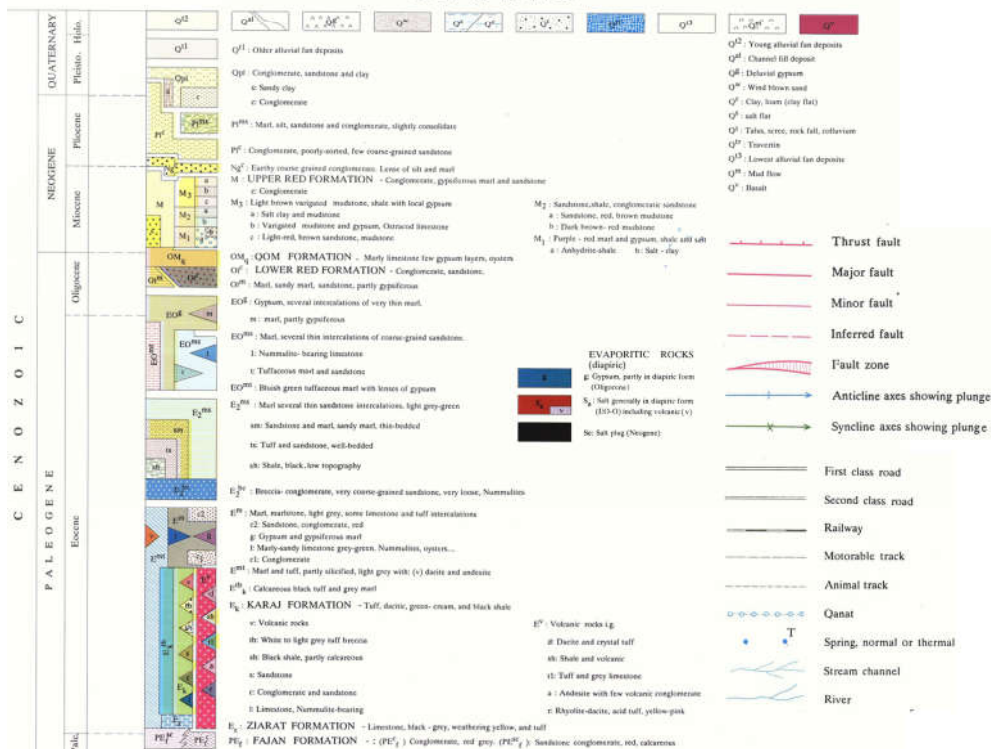
مغناطیسی‌سنجی به همراه گرانی‌سنجی در این منطقه صورت گرفت.

در این مقاله به‌منظور بررسی دقیق‌تر ساختارهای زمین‌شناسی و اکتشاف تله‌های نفتی احتمالی، از داده‌های میدان پتانسیل برداشت شده در منطقه جنوب سمنان استفاده شده است. برای تعیین موقعیت توده‌های بی-هنجاری‌های میدان پتانسیل نیاز به پردازش و تفسیر دقیق نقشه‌های بی‌هنجاری‌های حاصل از برداشت داده‌های میدان پتانسیل است. مهم‌ترین مرحله در تفسیر داده‌های میدان پتانسیل، جداسازی بی‌هنجاری‌های ناحیه‌ای از بی‌هنجاری‌های باقیمانده است که بسته به هدف مورد نظر از بی‌هنجاری‌های ناحیه‌ای یا باقی‌مانده استفاده می‌شود (نیقیان و همکاران، ۲۰۰۵). جداسازی بی‌هنجاری‌های ناحیه‌ای و باقیمانده با استفاده از روش‌های مختلفی انجام می‌گیرد. روش متداولی که برای این منظور استفاده می‌شود، فیلترهای ژئوفیزیک است (آزاد، ۱۳۹۴). فیلترهای معمول مانند روند سطحی، مشتقات، ادامه فراسو و فروسو و نظایر آنها معمولاً برای تعیین بی‌هنجاری‌های ناحیه‌ای و باقی‌مانده به کار گرفته می‌شوند (کلارپوت، ۱۹۸۸؛ جاکوبسن، ۱۹۸۷). در این مقاله نیز از فیلترهای روند سطحی، زاویه تیلت و ادامه فراسو به‌منظور پردازش و تفسیر داده‌های منطقه مورد نظر استفاده شده است. برای اطلاعات بیشتر در مورد روش‌های استفاده شده در این مقاله به مقاله‌های آقایان کلوگ (۱۹۵۳)، باتاچاریا و چان (۱۹۷۷)، گوپتا و رامانی (۱۹۸۰)، رابینسون و کورو (۱۹۸۸)، دویرین و ساویت (۱۹۸۸)، عبدالرحمن و همکاران (۱۹۸۹)، برگرون و همکاران (۱۹۹۰)، میلر و سینگ (۱۹۹۴)، بلکلی (۱۹۹۶)، فدی و همکاران (۱۹۹۹)، کوپر و کوان (۲۰۰۶)، زنگ و همکاران (۲۰۰۷)، آریسوی و دکمن (۲۰۱۳)، فاتحی و همکاران (۱۳۹۲) و انصاری و همکاران (۱۳۹۲) ارجاع داده می‌شود.

در این تحقیق پردازش داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار ژئوسافت (Oasis Montaj) انجام گرفته است.



LEGEND



شکل ۱. نقشه زمین‌شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰ جنوب سمنان برگرفته از نقشه‌های زمین‌شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰ سمنان و کوه گوگرد (سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور). نیم‌رخ‌ها و ایستگاه‌های برداشت داده‌های میدان پتانسیل بر روی نقشه زمین‌شناسی نشان داده شده است.

## ۲ معرفی منطقه و نحوه برداشت داده‌ها

منطقه مورد مطالعه در ۲۵ کیلومتری جنوب شهرستان سمنان قرار گرفته است. این منطقه بخشی از ایران مرکزی است که در بین طول‌های جغرافیایی  $37^{\circ}43'52''$  تا  $33^{\circ}39'01''$  و عرض‌های جغرافیایی  $26^{\circ}28'35''$  تا  $23^{\circ}56'34''$  واقع شده است. در این منطقه بیشتر نهشته‌های رسوبی جوان مربوط به دوره ترشیری و کواترنری تا عهد حاضر دیده می‌شود (درویش‌زاده، ۱۳۷۰). سازندهای موجود در منطقه به ترتیب از قدیم به جدید شامل سازند قرمز پایینی، سازند قم و سازند قرمز بالایی است. سازند قرمز پایینی که نخستین بار توسط گانسر (۱۹۵۵) پیشنهاد شد ردیفی از رسوبات قاره‌ای سرخ‌رنگ است که جایگاه روشنی بین سنگ‌های آتشفشانی-رسوبی ائوسن و لایه-های دریایی الیگوسن-میوسن (سازند قم) دارند. کنگلومرا، ماسه‌سنگ، ژپس، سنگ نمک و گاهی گدازه، سیلت و رس از سازندهای اصلی قرمز پایینی هستند و ژپس از همراهان تبخیری اصلی است (شکل ۱). گستردگی زیاد و وجود ذخایر هیدروکربوری در ردیف‌های الیگوسن - میوسن ناحیه قم، سازند قم را قابل توجه ساخته است. این سازند ابتدا به شش عضو سپس به ۹ عضو تقسیم گردید (آقائباتی، ۱۳۸۳). سازند قم ترکیبی از مارن، ماسه‌سنگ، آهک، ژپس و آهک رسی است (شکل ۱). سازند قرمز بالایی بیشتر از نوع ماسه‌سنگ، مارن، کنگلومرا و تبخیری‌هاست که در شرایط مولاسی تشکیل شده و فرونشینی تدریجی بستر، ضخامت آن را به شدت افزایش داده است. زمین‌شناسان شرکت ملی نفت ایران، این سازند را به دو زیر واحد پایینی ( $M_1$ ) و بالایی ( $M_2$ ) تقسیم کرده‌اند. فری و مستوفی (۱۹۵۹)، عبایی و همکاران (۱۹۶۴)، زیر واحد پایینی را جزء سازند قم می‌دانند؛ به همین دلیل در نقشه زمین‌شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰ سمنان واحد بالایی را به سه عضو تقسیم کرده‌اند ( $M_1, M_2, M_3$ ) (شکل ۱). راندگی کوه سرخ

سبب همبری سازند قم، قرمز بالایی و آبرفت‌های کواترنری واقع در جنوب غربی تاقدیس کوه سرخ شده است. به بیان دیگر، تاقدیس کوه سرخ در درازای این گسل بر روی یال جنوب غربی خود رانده شده است. لازم به ذکر است که، این راندگی را به‌عنوان ادامه شمال غربی راندگی گرمسار در نظر گرفته‌اند (بربریان و همکاران، ۱۳۶۴). در تعدادی از گنبد‌های نمکی موجود در منطقه، سنگ‌های آذرین نفوذی و آتشفشانی نیز دیده می‌شود که با سنگ‌های رسوبی در هم آمیخته شده‌اند. جنس این سنگ‌ها بازالت، گابرو و دولریت است. دولریت‌های مزبور در داخل نمک‌ها تزریق شده‌اند و در نتیجه از آن جوان‌تر هستند (گانسر، ۱۹۵۵).

بنابراین به منظور بررسی دقیق‌تر وضعیت حوضه رسوبی و همچنین بررسی منطقه از نظر وجود توده‌های آذرین نفوذی و آتشفشانی، عملیات ژئوفیزیک مغناطیس‌سنجی به همراه گرانی‌سنجی طراحی و اجرا شد. در این منطقه برداشت‌های مغناطیس‌سنجی و گرانی‌سنجی در یک شبکه دوزنقه‌ای شکل، صورت گرفت. برداشت‌ها روی ۸۶ نیم‌رخ (از لاین ۱۰ تا ۹۶) با روند شمال غرب-جنوب شرق صورت گرفت. فاصله بین نیم‌رخ‌ها و ایستگاه‌های برداشت روی هر نیم‌رخ نیز ۱۰۰۰ متر انتخاب شد. شکل ۱ نقشه زمین‌شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰ منطقه به همراه نیم‌رخ‌ها و ایستگاه‌های برداشت داده‌ها را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود در بعضی از نیم‌رخ‌ها تعدادی از ایستگاه‌های برداشت وجود ندارند و بعضی از نیم‌رخ‌ها نیز به صورت خط مستقیم و با فاصله معمول ۱۰۰۰ متر نیستند که این به خاطر شرایط نامساعد منطقه مانند وجود باتلاق، کوه، رودخانه و غیره ناچار به حذف تعدادی از ایستگاه‌های برداشت و انحراف بعضی از نیم‌رخ‌ها شده‌اند. زاویه میل و انحراف میدان مغناطیسی به‌طور متوسط در این منطقه به ترتیب  $53/8$  و  $4/2$  درجه و شدت میدان مغناطیسی متوسط زمین ۴۸۱۸۱ نانوتسلا

تأثیرگذار در تغییرات میدان گرانی به غیر از تغییرات چگالی زیرسطحی بر روی داده‌های برداشت شده تصحیحات زیادی صورت گرفت که شامل تصحیح پستی و بلندی، عرض جغرافیایی، بوگه، هوای آزاد، ارتفاع و جزر و مد است. به منظور حذف نوفه‌های موجود در داده‌ها نیز از فیلترهای کانولوشن و مایکرولولینگ استفاده شده است.

#### ۴ اعمال روش‌های پردازشی بر روی داده‌ها

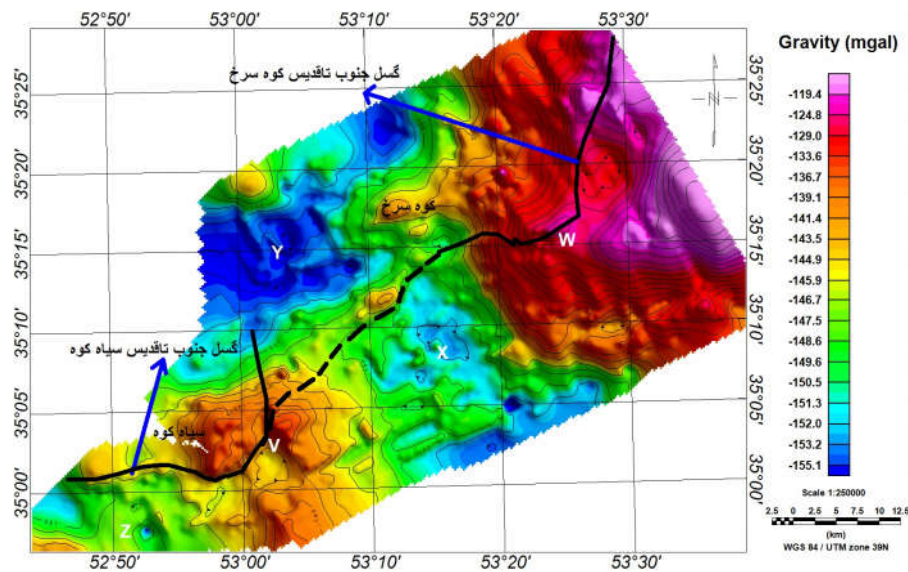
بعد از انجام تصحیحات لازم بر روی داده‌های برداشت شده، نقشه‌های گرانی و مغناطیس تهیه شد که در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند:

شکل ۲ نقشه بی‌هنجاری گرانی بوگه داده‌های منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. این نقشه وضعیت ساختمانی زیرسطحی منطقه را به صورت پنج بی‌هنجاری بزرگ V، W، X، Y و Z نشان می‌دهد. همان‌طور که مشخص است تمام بی‌هنجاری‌های منطقه منفی هستند. با توجه به نقشه ناحیه‌ای (شکل ۳-الف) که نشان‌دهنده بی‌هنجاری زمینه-ای منطقه و نقشه باقیمانده (شکل ۳-ب) که نشان‌دهنده بی‌هنجاری‌های سطحی منطقه است؛ بی‌هنجاری‌های V و W بالاتر از زمینه و بی‌هنجاری‌های X، Y و Z پایین‌تر از زمینه هستند. این بی‌هنجاری‌های بالا احتمالاً مربوط به ساختارهای تاقدیسی، توده‌های نفوذی و گسل‌ها و بی‌هنجاری‌های پایین مربوط به ساختارهای ناودیسی و گنبد‌های نمکی موجود در منطقه هستند. در این نقشه یک گسل با روند شمال شرق- جنوب غرب بین بی‌هنجاری-های X و Y مشاهده می‌شود. این گسل احتمالاً ادامه گسل مشخص شده در جنوب تاقدیس کوه سرخ است که در زیر رسوبات جوان منطقه پنهان شده است و با گسل جنوب تاقدیس سیاه کوه در ناحیه‌ی جنوب عبدالآباد یکی شده است.

است. پیاده نمودن خطوط گرانی، مغناطیس و برداشت اطلاعات به‌طور هم‌زمان توسط گروه‌های نقشه‌برداری، گرانی و مغناطیس از تاریخ ۱۳۹۱/۱۰/۳۰ آغاز و در تاریخ ۱۳۹۲/۰۳/۰۹ به اتمام رسیده است. برداشت داده‌های مغناطیسی در منطقه با چهار دستگاه مغناطیس‌سنج پروتون ENVI ساخت شرکت سینترکس کانادا انجام گرفت. یکی از مغناطیس‌سنج‌ها در یک ایستگاه مینا در نزدیک منطقه جهت تصحیح تغییرات روزانه و بررسی طوفان‌های مغناطیسی احتمالی به کار برده شد. برداشت داده‌های گرانی در منطقه با ۲ دستگاه گرانی‌سنج Cg5 و یک دستگاه گرانی‌سنج Cg3 ساخت شرکت سینترکس کانادا انجام گرفت.

#### ۳ پردازش اولیه داده‌ها

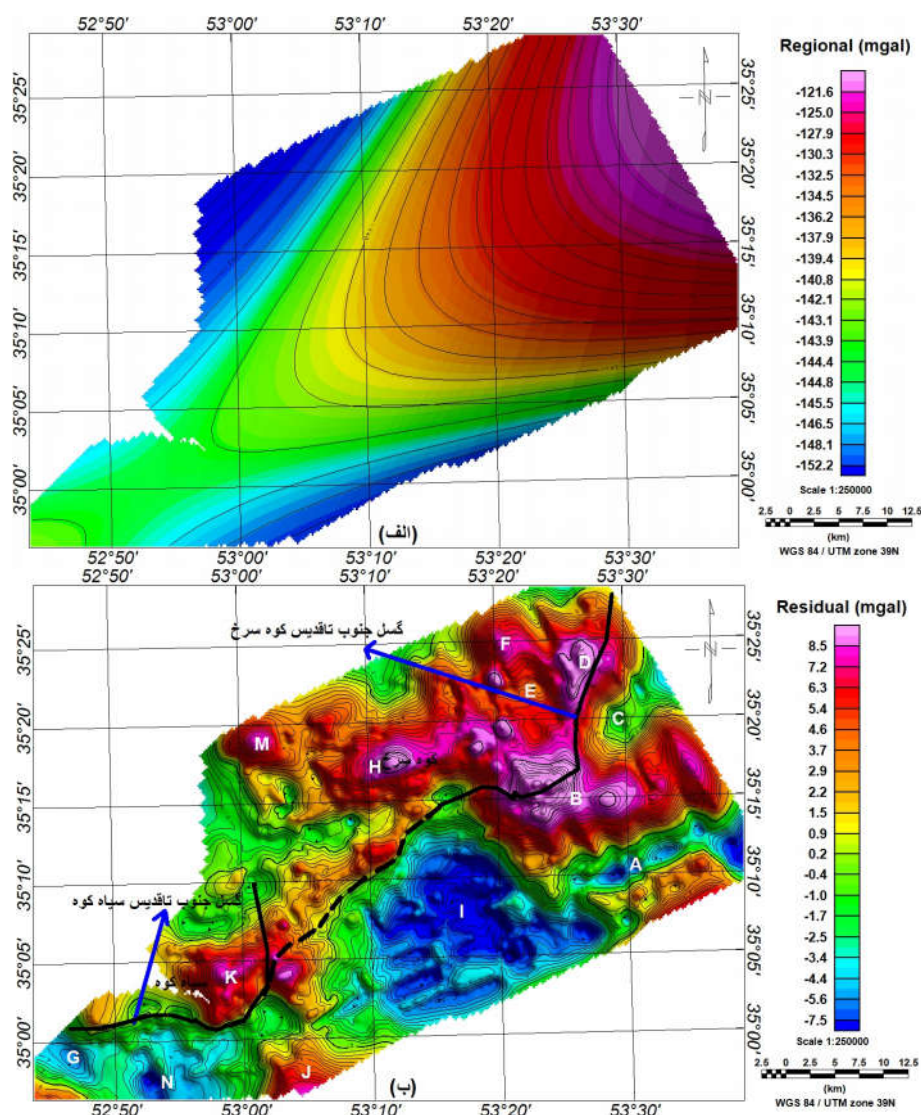
داده‌های مربوط به منطقه مورد مطالعه به‌صورت خام تهیه شده و تمام کارهای پردازشی توسط مؤلفان این مقاله با استفاده از نرم‌افزار ژئوسافت انجام گرفته است. مهم‌ترین تصحیح روی داده‌های مغناطیسی قبل از پردازش، تصحیح تغییرات روزانه است، که در ابتدا این تصحیح صورت گرفت. دومین تصحیح صورت گرفته، تصحیح ژئومغناطیس (IGRF) است. این تصحیح اثر میدان مغناطیسی منطقه‌ای را حذف می‌کند و میدان باقی‌مانده، میدان بی‌هنجاری زیرسطحی است. گرادیان قائم میدان مغناطیسی در قطب‌ها در حدود  $0.03 \text{ nT/Km}$  و در استوا حدود  $0.15 \text{ nT/Km}$  است. بنابراین تصحیح پستی و بلندی ضرورت ندارد، به همین جهت بر روی داده‌های مغناطیسی اعمال نشد. مقدار تغییرات گرانی برداشت شده در یک ایستگاه به عرض جغرافیایی، ارتفاع، پستی و بلندی زمین اطراف، جزر و مد و تغییرات چگالی زیرسطحی بستگی دارد. هدف اصلی گرانی‌سنجی به دست آوردن تغییرات چگالی زیرسطحی است. بنابراین برای از بین بردن عوامل



شکل ۲. نقشه بی‌هنجاری گرانی بوگه داده‌های منطقه. رنگ‌های گرم میدان گرانی بالا و رنگ‌های سرد میدان گرانی پایین را نشان می‌دهند. این نقشه وضعیت ساختمان زیرسطحی منطقه را به صورت پنج بی‌هنجاری بزرگ V, W, X, Y و Z نشان داده است. خطوط هم‌شدت میدان گرانی روی نقشه نشان داده شده است.

زیرسطحی منطقه مورد نظر را به صورت ۱۳ بی‌هنجاری بزرگ نشان داده است که در بین آنها بی‌هنجاری‌های B, D, F, H, J, K و M ساختمان‌های تاقدیسی و بی‌هنجاری‌های A, C, E, G, I و N ساختمان‌های ناودیسی را نشان می‌دهند. بی‌هنجاری A که در نقشه زمین‌شناسی مربوط به یک تاقدیس نمکی است به علت چگالی پایین نمک یک ناودیس را نشان داده است. بی‌هنجاری E نیز یک ناودیس است که به علت وجود تاقدیس‌های مجاور خود مقدار بی‌هنجاری آن کمی افزایش یافته است. این بی‌هنجاری‌ها از راستاهای متنوعی برخوردار هستند اما دو روند شمال شرق-جنوب غرب و شرقی-غربی از عمده‌ترین راستاهای بی‌هنجاری‌های موجود در سطح ناحیه هستند. همان‌طور که مشاهده می‌شود احتمالاً سیاه کوه (K) ادامه کوه سرخ (H) است که به علت حرکت گسل‌های منطقه، پایین افتادن، فرسایش و در نهایت نهشته شدن رسوبات جدید در قسمت میانی، این دو کوه از هم جدا شده‌اند.

نقشه بی‌هنجاری بوگه با استفاده از فیلترهای روند سطحی، زاویه تیلت و فیلتر ادامه فراسو مورد تفکیک واقع شد و نقشه‌های باقی‌مانده و ناحیه‌ای تهیه گردید. در روش روند سطحی، سطوح با درجات متفاوت بر روی داده‌های بی‌هنجاری بوگه منطقه عبور داده شد که فیلتر روند سطحی درجه دو بهترین برازش با داده‌های منطقه را داشت. شکل ۳-الف نقشه بی‌هنجاری ناحیه‌ای گرانی حاصل از روند سطحی درجه دو را نشان می‌دهد. این نقشه کاهش تدریجی مقدار گرانی از شرق شمال شرق به سمت غرب جنوب غرب منطقه را نشان می‌دهد. با توجه به این که اطلاعاتی از ضخامت رسوبات و عمق سنگ کف منطقه در دسترس نیست یا اینکه وجود ندارد تنها از روی تغییرات میدان پتانسیل منطقه به صورت افزایش عمق سنگ بستر از شرق شمال شرق به سمت غرب جنوب غرب تفسیر شده است. شیب تغییرات میدان در شمال و جنوب منطقه بیشتر از بخش مرکزی آن است. شکل ۳-ب نقشه بی‌هنجاری باقی‌مانده گرانی با روند سطحی درجه دو را نشان می‌دهد. این نقشه وضعیت ساختمانی



**شکل ۳.** (الف) نقشه بی‌هنجاری ناحیه‌ای گرانی حاصل از فیلتر روند سطحی درجه دو بر روی داده‌های گرانی منطقه. این نقشه کاهش تدریجی مقدار گرانی از شرق شمال شرق به سمت غرب جنوب غرب منطقه را نشان می‌دهد؛ (ب) نقشه بی‌هنجاری باقی‌مانده گرانی با روند سطحی درجه دو بر روی داده‌های گرانی منطقه. این نقشه وضعیت ساختمان زیرسطحی منطقه مورد نظر را به صورت ۱۳ بی‌هنجاری بزرگ نشان می‌دهد که در بین آنها بی‌هنجاری‌های K, J, H, F, D, B و M ساختمان‌های تاقدیسی و بی‌هنجاری‌های A, C, E, G, I, N و ساختمان‌های ناودیسی را نشان می‌دهند. بی‌هنجاری A یک تاقدیس نمکی است که به علت چگالی پایین نمک یک ناودیس را نشان داده است. بی‌هنجاری E نیز یک ناودیس است که به علت وجود تاقدیس‌های مجاور خود مقدار بی‌هنجاری آن افزایش یافته است. خطوط هم‌شدت میدان گرانی بر روی نقشه‌ها نشان داده شده است. پاسخ گرانی تاقدیس نمکی جنوب کوه سرخ با جعبه آبی نشان داده شده است.

منطقه ایران مرکزی گنبد‌های نمکی زیادی وجود دارد که بیشتر آنها در قسمت شمال منطقه مورد مطالعه، یعنی جنوب لاسجرد و شرق ده نمک و جنوب منطقه، یعنی شمال شرق کوه گوگرد رخنمون دارند. گسل‌های موجود در منطقه عامل اصلی به سطح رسیدن نمک‌ها در منطقه

با توجه به نقشه زمین‌شناسی منطقه (شکل ۱) و مطالعات انجام شده توسط مریدی (۱۳۶۹)، علوی (۱۳۸۲)، آراین و ملکی (۱۳۸۶)، آراین (۱۳۸۸)، آراین و فیضی (۱۳۸۹)، وزیری و مجیدی فرد (۱۳۸۹)، آراین (۱۳۹۰)، رضایی و همکاران (۱۳۹۱) و گانسر (۱۹۵۵) در

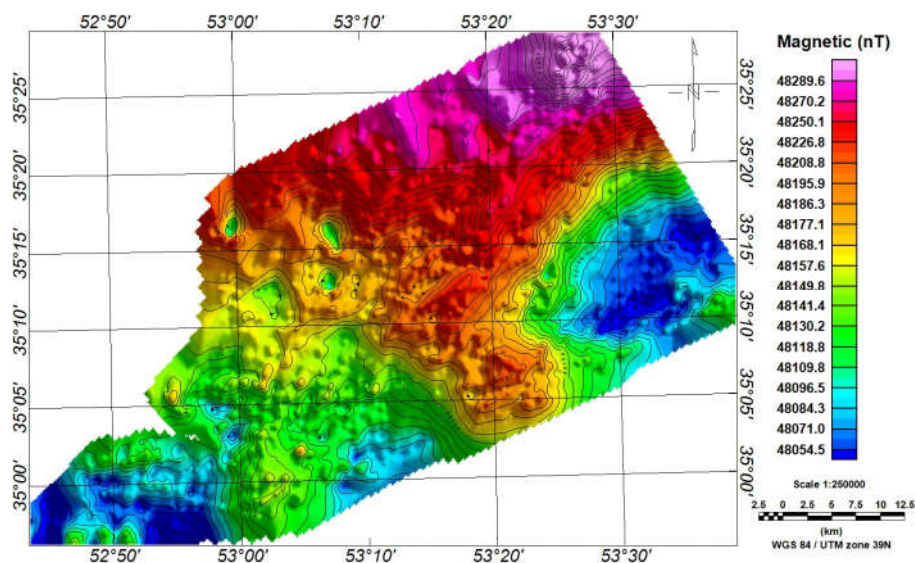
است، بنابراین کاهش شدت کل مغناطیسی را می‌توان به افزایش عمق سنگ بستر و در نتیجه افزایش ضخامت رسوب‌گذاری از شمال شرق به سمت جنوب غرب منطقه نسبت داد. همچنین یک کاهش شدت میدان مغناطیسی در شرق منطقه از شمال به سمت جنوب مشاهده می‌گردد که شیب تغییرات میدان در این جهت زیاد است و احتمالاً توسط گسل اصلی منطقه که دارای روند شمال شرق- جنوب غرب است، بخش آذرین از بخش رسوبی جدا شده است.

داده‌های شدت کل مغناطیسی منطقه پس از اعمال فیلتر برگردان به قطب، با استفاده از فیلترهای روند سطحی، زاویه تیلت و فیلتر ادامه فراسو مورد تفکیک واقع شد و نقشه‌های باقی‌مانده و ناحیه‌ای تهیه گردید. شکل ۵- الف نقشه ناحیه‌ای مغناطیسی حاصل از اعمال فیلتر روند سطحی با روند درجه دو بر روی داده‌های مغناطیسی تبدیل به قطب شده منطقه را نشان می‌دهد. این نقشه منعکس کننده اثرات سنگ کف منطقه است و یک کاهش تدریجی در شدت میدان مغناطیسی از شمال شرق

هستند. در شکل ۳-ب نیز اغتشاشات کوچک با بی-هنجاری پایین در داخل بی‌هنجاری‌های اصلی دیده می‌شوند که احتمالاً مربوط به گنبد‌های نمکی موجود در منطقه هستند.

به‌عنوان مثال می‌توان تاقدیس نمکی موجود در کوه سرخ را نام برد که پاسخ گرانی آن در شکل ۳-ب با جعبه آبی مشخص شده است. گسل‌های منطقه نیز تا حدودی در این نقشه دیده می‌شوند.

برای مطالعه و بررسی دقیق‌تر منطقه از داده‌های مغناطیسی موجود در منطقه استفاده شد. شکل ۴ نقشه شدت کل داده‌های مغناطیسی منطقه پس از اعمال فیلتر برگردان به قطب است. با اعمال این فیلتر، بی‌هنجاری‌ها به مرکز توده‌های مولد آنها انتقال پیدا می‌کنند (بارانف، ۱۹۵۷؛ بارانف و نودی، ۱۹۶۴). در این نقشه، شدت کل داده‌های مغناطیسی از شمال شرق به سمت جنوب غربی تدریجاً کاهش نشان می‌دهد. از سوی دیگر با توجه به اینکه نقشه اثر ناحیه‌ای گرانی (شکل ۳-الف) به‌صورت افزایش عمق سنگ بستر به طرف جنوب غرب تفسیر شده

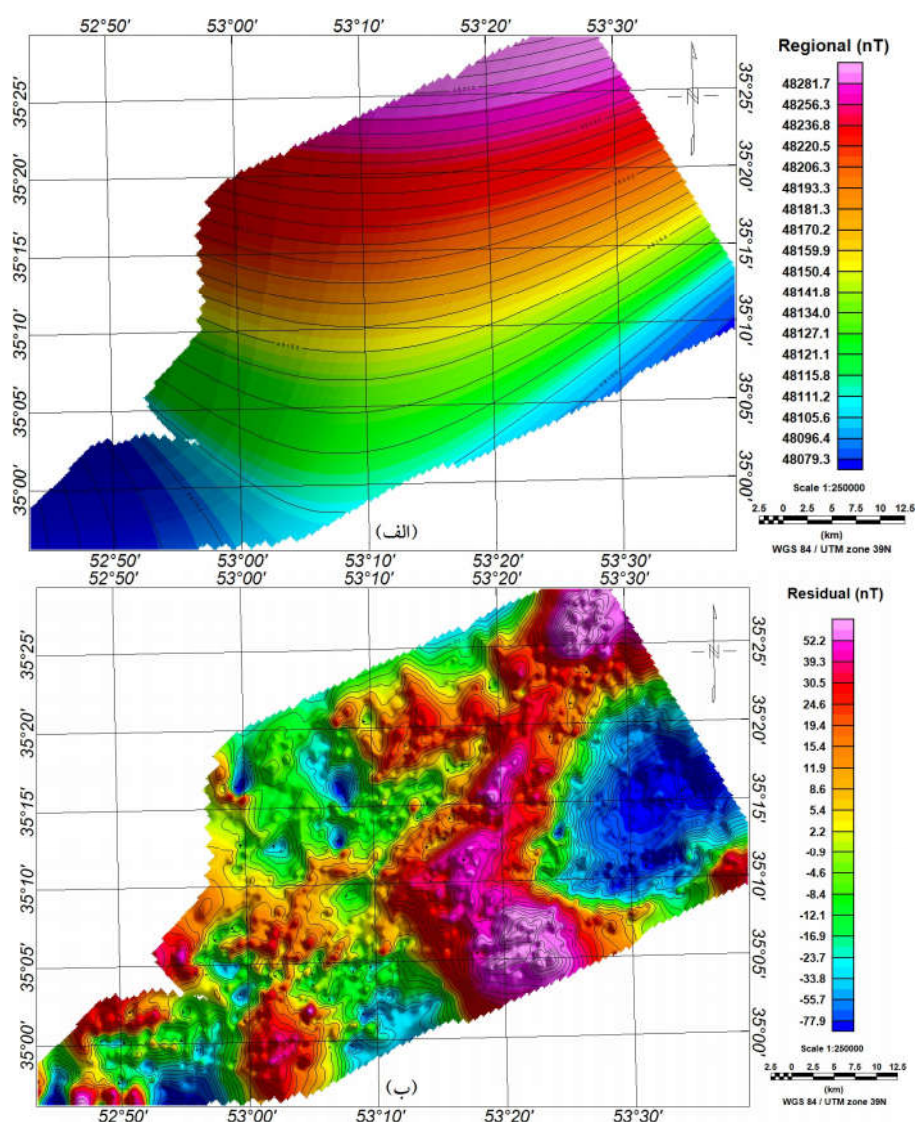


شکل ۴. نقشه شدت کل داده‌های مغناطیسی منطقه پس از اعمال فیلتر برگردان به قطب. رنگ‌های گرم نشان‌دهنده شدت میدان مغناطیسی بالا و رنگ‌های سرد نشان‌دهنده شدت میدان مغناطیسی پایین است. خطوط هم‌شدت میدان مغناطیسی بر روی نقشه نشان داده شده است.



شرق- جنوب غرب است. بنابراین نقشه ناحیه‌ای مغناطیسی منطقه نیز یک افزایش ضخامت رسوب گذاری از شمال شرق به سمت جنوب غرب را نشان می‌دهد. شکل ۵-ب نقشه باقی مانده حاصل از اعمال فیلتر روند سطحی با روند دو بر روی داده‌های مغناطیسی تبدیل به قطب شده منطقه را نشان می‌دهد. بررسی این نقشه نشان می‌دهد که تعداد زیادی بی‌هنجاری مغناطیسی در منطقه وجود دارد. بیشتر این بی‌هنجاری‌ها دارای روند شمال شرق- جنوب غرب

به سمت جنوب غرب منطقه را نشان می‌دهد. با توجه به نقشه ناحیه‌ای گرانی و شدت میدان مغناطیسی کل (شکل‌های ۳-الف و ۴) تغییرات ناحیه‌ای مغناطیسی در این جهت بیشتر مربوط به عمق سنگ کف است تا تغییرات لیتولوژیکی سنگ کف. این نقشه نیز یک کاهش میدان با شیب زیاد در جنوب شرقی منطقه را نشان می‌دهد و همان‌طور که گفته شد احتمالاً در ارتباط با گسل اصلی منطقه (گسل جنوب تاقدیس کوه سرخ) با روند شمال



شکل ۵. (الف) نقشه ناحیه‌ای مغناطیسی حاصل از اعمال فیلتر روند سطحی با روند دو بر روی داده‌های مغناطیسی تبدیل به قطب شده منطقه. این نقشه یک کاهش در شدت میدان مغناطیسی از شمال شرق به سمت جنوب غرب را نشان می‌دهد؛ (ب) نقشه باقی مانده حاصل از اعمال فیلتر روند سطحی با روند دو بر روی داده‌های مغناطیسی تبدیل به قطب شده منطقه. خطوط هم‌شدت میدان مغناطیسی بر روی نقشه‌ها نشان داده شده است.

قرار دارند. این نقشه یکی شدن گسل جنوب تاقدیس کوه سرخ با گسل جنوب تاقدیس سیاه کوه را نیز به خوبی نشان می‌دهد.

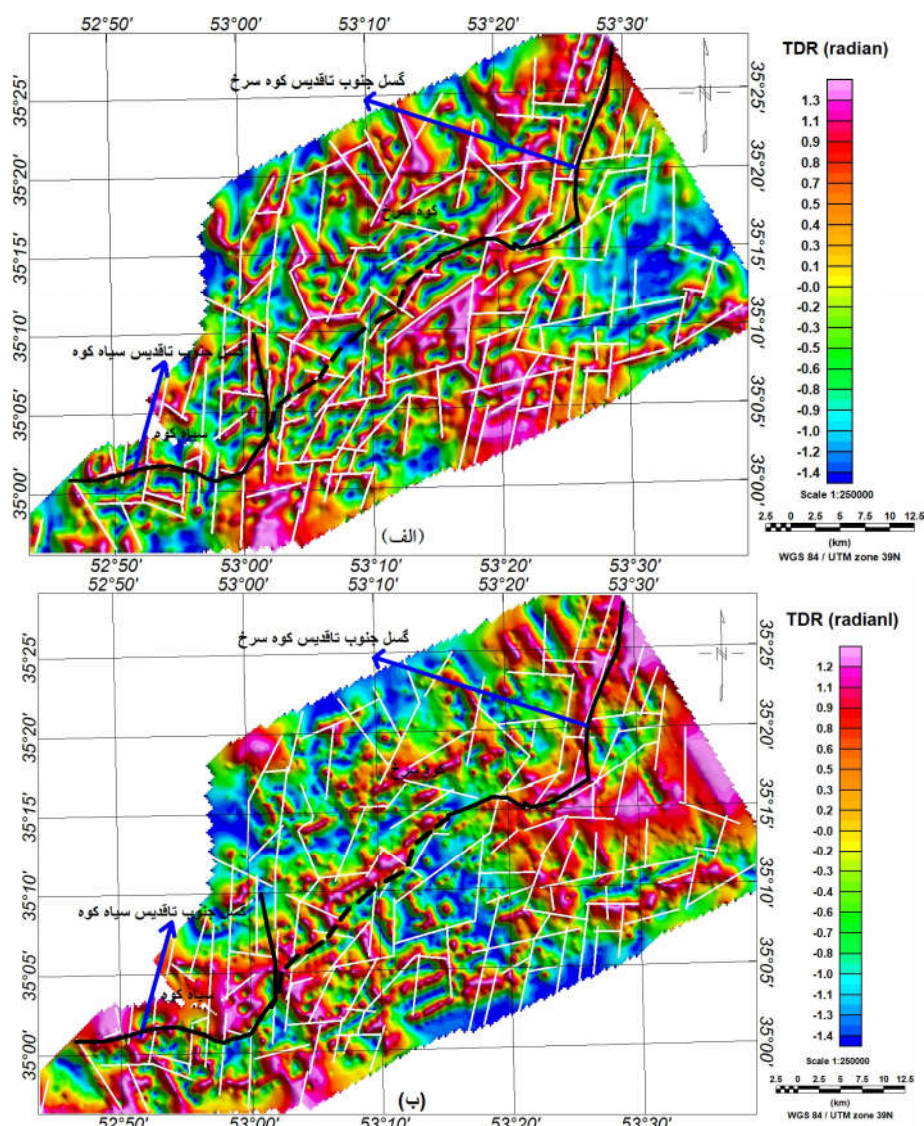
از آنجا که تغییرات چگالی سنگ‌ها بسیار کم (در حد ۰/۱ میلی گال) و تغییرات مغناطیس‌پذیری سنگ‌ها بسیار زیاد (در حد صد یا هزار نانوتسلا) است و همچنین داده‌های منطقه نیز با فاصله زیاد یعنی ۱۰۰۰ متر برداشت شده‌اند؛ بنابراین نمی‌توان در نقشه‌های گرانی، تغییرات جزئی میدان گرانی که مربوط به ساختارهای کوچک است را مشاهده کرد. برای همین از میدان گرانی بیشتر برای مشاهده تغییرات و ساختارهای بزرگ و برای مشاهده جزئیات و ساختارهای کوچک از نقشه‌های مغناطیسی استفاده می‌شود. باین‌حال نقشه فیلتر زاویه تیلت بر روی داده‌های گرانی منطقه نیز تا حدود زیادی نتایج به‌دست‌آمده توسط نقشه فیلتر زاویه تیلت بر روی داده‌های مغناطیسی منطقه را تأیید می‌کند (شکل ۶-ب). چنانچه دیده می‌شود، در بعضی از نقاط دامنه بی‌هنجاری گرانی منفی درحالی‌که دامنه بی‌هنجاری مغناطیسی مثبت است که این حالت برمی‌گردد به چگالی و مغناطیس‌پذیری منطقه؛ یعنی منطقه‌ای که مغناطیس‌پذیری مثبت دارد، می‌تواند چگالی کم یا زیادی داشته باشد.

بنابراین داده‌های میدان پتانسیل منطقه که اخیراً برداشت شده‌اند یکی شدن این گسل‌ها و تعدادی از گسل‌های همراه آنها که در زیر رسوبات جوان پنهان شده‌اند را نمایان می‌کنند. خطواره‌های تفسیر شده (خطوط سفید) توسط فیلتر زاویه تیلت از داده‌های مغناطیسی جهت مقایسه نتایج بر روی نقشه داده‌های گرانی نشان داده شده است (شکل ۶-ب).

برای بررسی عمیق یا سطحی بودن ساختارها به‌ویژه تاقدیس تفسیر شده B که تله هیدروکربوری خوبی به‌حساب می‌آید فیلتر ادامه فراسو (گسترش به سمت بالای میدان) بر روی داده‌های میدان پتانسیل منطقه اعمال شد.

هستند. مقایسه این نقشه با نقشه باقی‌مانده گرانی (شکل ۳-ب) نشان می‌دهد که تعدادی از بی‌هنجاری‌های منفی مغناطیسی با بی‌هنجاری‌های مثبت گرانی (ساختمان‌های تاقدیسی) و بی‌هنجاری‌های مثبت مغناطیسی با بی‌هنجاری‌های منفی گرانی (ساختمان‌های ناودیسی) همپوشانی خوبی دارند، به‌ویژه اینکه روی بی‌هنجاری مثبت B گرانی (شکل ۳-ب) که یک ساختمان تاقدیس بزرگ تفسیر شده است و احتمالاً ادامه تاقدیسی است که در قسمت شرقی آن رخنمون دارد، شدت میدان مغناطیسی منفی بوده یعنی هیچ‌گونه توده آذرینی روی آن مشاهده نشده است.

بنابراین با توجه به اینکه نفت و سایر هیدروکربورها در سنگ‌های رسوبی یافت می‌شوند و در سنگ‌های آذرین وجود ندارند و همچنین منطقه مورد مطالعه دارای پتانسیل هیدروکربوری خوبی است، می‌توان این تاقدیس را تله مناسبی برای تجمع مواد هیدروکربوری معرفی کرد. بعضی از تاقدیس‌های تفسیر شده در منطقه که در نقشه زمین‌شناسی مشخص هستند یا در زیر رسوبات پنهان شده‌اند به علت داشتن هسته آتش‌فشانی در نقشه‌های گرانی و مغناطیسی دارای بی‌هنجاری مثبت هستند این تاقدیس‌ها احتمالاً در اثر فعالیت گسل‌ها و همچنین نفوذ توده‌های آتش‌فشانی در امتداد گسل‌های منطقه به وجود آمده‌اند. در این نقشه نیز گسل‌های منطقه تا حدودی نمایان شده‌اند. شکل ۶-الف نقشه فیلتر زاویه تیلت بر روی داده‌های مغناطیسی تبدیل به قطب شده منطقه را نشان می‌دهد. در این نقشه گسل‌های منطقه که مربوط به بی‌هنجاری‌های خطی هستند به‌طور واضح و مشخص دیده می‌شوند. این گسل‌ها در سطح منطقه از راستاهای متنوعی برخوردار هستند اما دو روند شمال شرق- جنوب غرب و شمال غرب- جنوب شرق از عمده‌ترین راستاهای گسل‌های موجود در سطح ناحیه هستند که گسل‌های با روند شمال شرق- جنوب غرب در سطح منطقه بیشتر در معرض دید



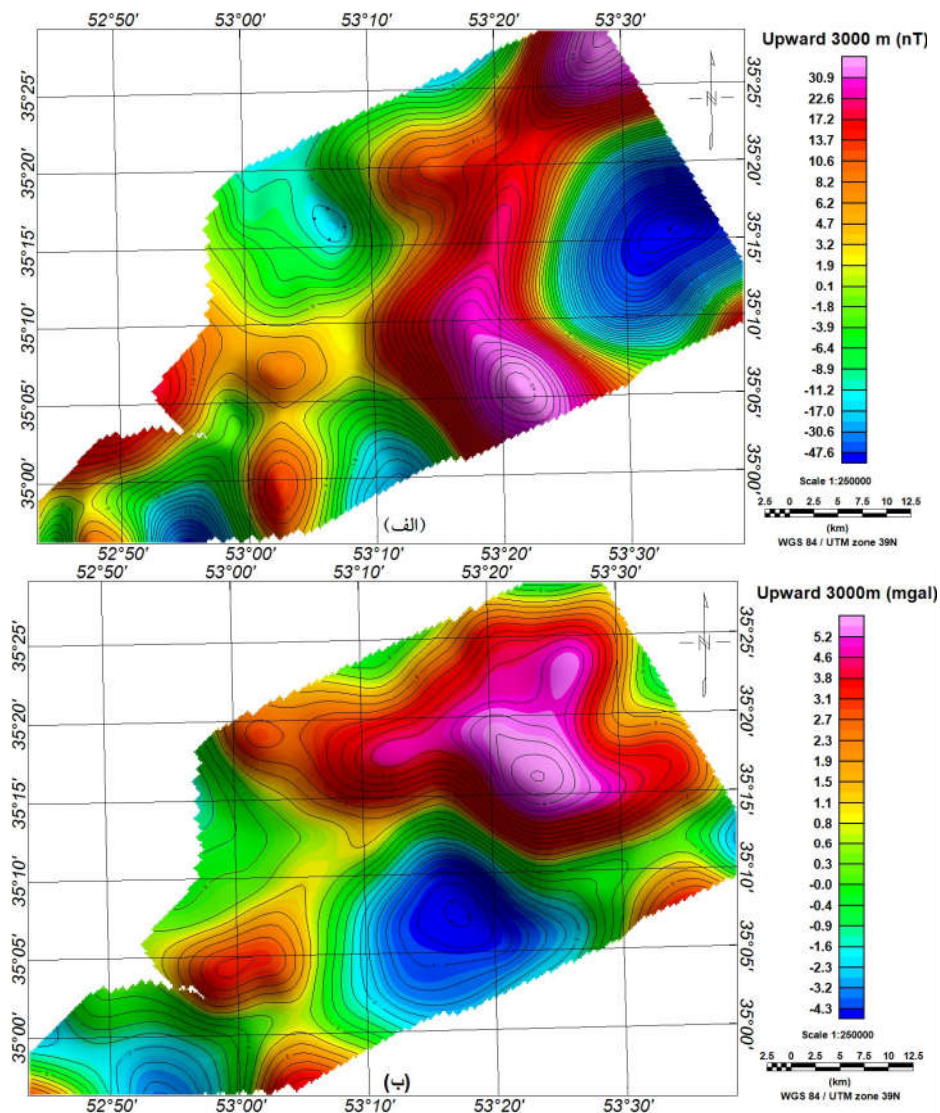
شکل ۶. (الف) نقشه فیلتر زاویه تیلت بر روی داده‌های مغناطیسی تبدیل به قطب شده منطقه. در این نقشه گسل‌های منطقه که مربوط به بی‌هنجاری‌های مثبت خطی هستند به‌طور واضح و مشخص دیده می‌شوند و با خط سفید نیز نشان داده شده‌اند؛ (ب) نقشه فیلتر زاویه تیلت بر روی داده‌های گرانی منطقه. خطوط سفید بر روی این نقشه خطواره‌های مشخص شده به‌وسیله فیلتر زاویه تیلت بر روی داده‌های مغناطیسی است.

داده‌های میدان پتانسیل منطقه (گرانی و مغناطیس) برای ارتفاع ۳۰۰۰ متر را نشان می‌دهد. بررسی این نقشه‌ها علاوه بر اینکه بی‌هنجاری‌های به‌دست آمده با فیلترهای روند سطحی و زاویه تیلت را با دقت خوبی نشان می‌دهد، عمیق بودن این ساختارها را نیز تأیید می‌کند، به‌طوری‌که در ارتفاع ۳۰۰۰ متری اثر این ساختارها از بین نرفته است. همچنین این نقشه‌ها عمیق بودن تاقدیس B را تأیید

اعمال این فیلتر بر روی داده‌های منطقه با ارتفاع‌های مختلفی انجام گرفت که بهترین ارتفاع برای داده‌های این منطقه ارتفاع ۳۰۰۰ متر به دست آمد؛ زیرا از ارتفاع ۳۰۰۰ متر به بالا تقریباً تمامی نقشه‌ها روندی مشابه دنبال می‌کنند و می‌توان گفت که از این ارتفاع به بعد اثر ساختارهای عمیق تقریباً از بین می‌رود و تمامی نقشه‌ها یکسان می‌گردند. شکل ۷ نقشه‌های فیلتر ادامه فراسو بر روی

مغناطیسی بی‌هنجاری منفی دارند. همان‌طور که مشاهده می‌شود تاقدیس تفسیر شده B نیز تا عمق ۳۰۰۰ متری دارای چنین رفتاری است. بنابراین می‌توان گفت که تاقدیس تفسیر شده B دارای پتانسیل هیدروکربوری خوبی است.

می‌کنند به‌طوری که در ادامه فراسوی ۳۰۰۰ متر علاوه بر اینکه پاسخ گرانی آن از بین نرفته است، هیچ توده آذرینی (بی‌هنجاری مغناطیسی مثبت) نیز در نقشه مغناطیسی آن مشاهده نشده است. تاقدیس‌های رسوبی که تله‌های هیدروکربوری خوبی به حساب می‌آیند، معمولاً در نقشه‌های گرانی بی‌هنجاری مثبت و در نقشه‌های



شکل ۷. (الف) نقشه فیلتر ادامه فراسوی داده‌های مغناطیسی تبدیل به قطب شده منطقه برای ارتفاع ۳۰۰۰ متر. خطوط هم‌شدت میدان مغناطیسی بر روی نقشه نشان داده شده است؛ (ب) نقشه فیلتر ادامه فراسوی داده‌های گرانی منطقه برای ارتفاع ۳۰۰۰ متر. خطوط هم‌شدت میدان گرانی بر روی نقشه نشان داده شده است.

## ۵ نتیجه‌گیری

نتایج بررسی‌های صورت گرفته نشان‌دهنده این مطلب است که روش‌های میدان پتانسیل در تعیین محل ساختارهای زیرسطحی پوشیده در مراحل اولیه اکتشاف هیدروکربوری بسیار مؤثر است. در این تحقیق جهت تفسیر داده‌های میدان پتانسیل از فیلترهای ژئوفیزیکی شامل روش روند سطحی، زاویه تیلت و گسترش میدان به سمت بالا استفاده شد. نقشه‌های حاصل از این روش‌ها نتایج کم‌وبیش یکسانی به دست دادند. به‌وسیله‌ی این نقشه‌ها در ناحیه مورد مطالعه هشت ساختار تاقدیسی، پنج ساختار ناودیسی، تعداد زیادی گسل و گنبد نمکی تفسیر شده است. از بین تاقدیس‌های تفسیر شده، تاقدیس B از عمق و ابعاد قابل توجه‌تری برخوردار است و هیچ‌گونه توده آذرینی بر روی آن دیده نشده است، به‌طوری‌که با ادامه فراسوی ۳۰۰۰ متر علاوه بر اینکه پاسخ گرانی آن از بین نرفته است، هیچ‌گونه توده آذرینی (بی‌هنجاری مغناطیسی مثبت) نیز بر روی پاسخ مغناطیسی این تاقدیس مشاهده نشده است. از آنجاکه هیدروکربورها در سنگ‌های رسوبی یافت می‌شوند و در سنگ‌های آذرین وجود ندارند، بنابراین می‌توان آن را تله مناسبی برای تجمع منابع هیدروکربوری تلقی کرد. علاوه بر آن شواهد زمین‌شناسی، وجود معادن گوگرد در اطراف و ضخامت قابل توجه رسوبات، اهمیت تاقدیس تفسیر شده B را از نظر تجمع منابع هیدروکربوری بیشتر نمایان می‌کند. این نقشه‌ها به‌ویژه نقشه زاویه تیلت یکی شدن گسل جنوب تاقدیس کوه سرخ با گسل جنوب تاقدیس سیاه کوه را در ناحیه جنوب عبدالآباد تأیید می‌کنند. همچنین این نقشه‌ها نشان می‌دهند که سیاه کوه ادامه کوه سرخ است که توسط فعالیت گسل‌های منطقه، فرسایش و نهشته شدن رسوبات جدید، این دو کوه از هم جدا شده‌اند. از این‌رو پیشنهاد می‌شود که برای تعیین شکل، ابعاد و عمق بی‌هنجاری‌ها به‌ویژه تاقدیس تفسیر شده B و ضخامت

رسوبات از روش‌های مدل‌سازی عددی استفاده شود. در نهایت در صورت مثبت بودن نتایج، عملیات لرزه‌نگاری بر روی بی‌هنجاری‌های امیدبخش صورت گیرد.

## منابع

- آرین، م.، ۱۳۸۸، دی‌پیریسم و تکنونیک نمک: انتشارات آثار نفیس، مرکز پژوهشی زمین‌شناسی فرا زمین، ۳۱۳ ص.
- آرین، م.، ۱۳۹۰، مفهوم زمین‌شناختی مرز البرز- ایران مرکزی در گستره‌ی تهران تا سمنان و دی‌پیریسم نمک در طول آن: مجله نمک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار، ۱-۱۳.
- آرین، م.، و فیضی، ف.، ۱۳۸۹، نقش گسلش در گسترش سطحی نهشته‌های تبخیری محدوده ورامین-سمنان: فصلنامه علمی پژوهشی زمین و منابع واحد لاهیجان، ۱-۲۰.
- آرین، م.، و ملکی، ز.، ۱۳۸۶، بررسی دی‌پیریسم نمک در محدوده گرمسار-لاسررد و مکانیسم تشکیل گنبد‌های ترکیبی نمک جنوب سمنان (کویر نمک): مجموعه مقالات یازدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه مشهد، ۵۱۹ ص.
- آزاد، م.، ۱۳۹۴، کاربرد فیلتر گسترش رو به بالا در تفسیر داده‌های میدان مغناطیس به‌همراه تعیین ارتفاع بهینه گسترش رو به بالا، منطقه منصورآباد یزد، ایران: مجله فیزیک زمین و فضا، ۴۱(۲)، ۲۲۹-۲۳۸.
- آقاباتی، ع.، ۱۳۸۳، زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص.
- انصاری، ع.، مجتهدزاده، ح.، و علمدار، ک.، ۱۳۹۲، روش گرانی و مغناطیس در ژئوفیزیک اکتشافی: انتشارات دانشگاه یزد، ۵۲۲ ص.
- بربریان، م.، قرشی، م.، ارژنگ‌رو، ب.، مهاجر اشجعی، ا.، ۱۳۶۴، پژوهش و بررسی ژرف نو زمین‌ساخت، لرزه‌زمین‌ساخت و خطر زمین لرزه-گسلش در گستره

- residual anomalies: *Geophysics*, **54**, 1614-1621.
- Arisoy, M., and Dikmen, U., 2013, Edge detection of magnetic sources using enhanced total horizontal derivative of the Tilt angle: *Bull Earth Sci Appl Res Cent Hacet Univ*, **34**, 73-82.
- Baranov, V., and Naudy, H., 1964, Numerical calculation of the formula of reduction to the magnetic pole: *Geophysics*, **29**(1), 67-79.
- Baranov, V., 1957, A new method for interpretation of aeromagnetic maps: pseudo gravimetric anomalies: *Geophysics*, **22**(2), 359-382.
- Bergron, C. J., Morris, T. L. and Ioup, J. W., 1990, Upward and Downward continuation of Airborne Electromagnetic data: SEG 60<sup>th</sup> Annual International Meeting, 696-699.
- Bhattacharyya, B. K. and Chan, K. C., 1977, Reduction of gravity and magnetic data on an arbitrary surface acquired in a region of high topographic relief: *Geophysics*, **42**, 1411-1430.
- Blakely, R. J., 1996, Potential theory in gravity and magnetic applications: Cambridge University Press.
- Claerbout, J. F., 1988, Fundamentals of geophysical data processing with applications to petroleum prospecting: Blackwell Scientific Publications.
- Cooper, G. R. J., and Cowan, D. R., 2006, Enhancing potential field data using filters based on the local phase: *Computers and Geosciences*, **32**(10), 1585-1591.
- Dobrin, M. B. and Savit, C. H., 1988, Introduction to Geophysical Prospecting: McGraw Hill Book Company, 867 p.
- Fedi, M., Rapollam, A. and Russo, G., 1999, Upward continuation of scattered potential field data. *Geophysics*, **64**, 443- 451.
- Frei, E. and Mostofi, B., 1959, The Main Sedimentary Basins of Iran and Their Oil Prospects. 5<sup>th</sup> World Petroleum Congress: World Petroleum Congress.
- Gansser, A., 1955, New aspects of the geology in central Iran. PBOC: 4<sup>th</sup> world petrol. Conor – Rome, Section I/A/5, paper 2, 280-300.
- Gupta, V. K. and Ramani, N., 1980, Some aspects of regional-residual separation of gravity anomalies in a Precambrian: *Geophysics*, **45**, 1412-1426.
- Jacobsen, B. H., 1987, A case for upward continuation as a standard separation filter for potential-field maps: *Geophysics*, **52**, 1138-1148.
- تهران و پیرامون: سازمان زمین‌شناسی کشور، گزارش شماره ۵۶، ۳۱۵، ص ۳۳ - ۵۴.
- درویش‌زاده، ع.، ۱۳۷۰، زمین‌شناسی ایران: نشر دانش امروز، ۹۰۲ ص.
- رضایی، خ.، نظام وفا، ن.، نوروزی، ن.، و نظام وفا، س.، ۱۳۹۱، بررسی پتانسیل سازندها در ترشیری ایران مرکزی برای احداث مخازن زیرزمینی گاز طبیعی، زمین‌شناسی ژئوتکنیک (زمین‌شناسی کاربردی): دانشگاه آزاد اسلامی، ۳۵-۵۰.
- علوی، ف.، ۱۳۸۲، مطالعات ذخیره‌سازی زیرزمینی گاز طبیعی درون گنبد‌های نمکی سمنان-ایوانکی: پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ۱۴۳ ص.
- فاتحی، م.، نوروزی، غ.، و عابدی، م.، ۱۳۹۲، کاربرد فیلترهای فازی محلی تعمیم‌یافته در برآورد مرز بی-هنجاری‌های مغناطیسی، بررسی موردی: کانسار آهن تیغه نواب (بیرجند): مجله فیزیک زمین و فضا، **۳۹**(۳)، ۲۰۷-۲۱۹.
- میردی، ع.، ۱۳۶۹، بررسی دیاپیرسم گنبد نمکی جنوب سمنان (حاشیه شمال کویر ایران مرکزی): پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت‌معلم تهران، تهران، ۱۲۷ ص.
- نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ سمنان و کوه گوگرد: سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- وزیری، ح.، و مجیدی فرد، م.، ۱۳۸۹، جایگاه چینه‌شناسی نهشته‌های نمک منطقه گرمسار، ایران مرکزی: فصلنامه تخصصی نمک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار، ۲۷-۱۷.
- Abaie, I., Ansari, H. J., Badakhshan, A., and Jaafari, A., 1964, History and development of the Alborz and Sarajeh fields of Central Iran: *Bulletin of Iranian Petroleum Institute*, **15**, 561-574.
- Abdelrahman, E. M., Bayoumi, A. I., Abdelhady, Y. E., Gobashy, M. M. and El-Araby, H. M., 1989, Gravity interpretation using correlation factors between successive least-squares

- Robinson, E. and Coruh, C., 1988, *Basic Exploration Geophysics*, John Wiley and Sons, 562.
- Zeng, H., Xu, D. and Tan, T., 2007, A model study for estimating optimum upward-continuation height for gravity separation with application to a Bouguer gravity anomaly over a mineral deposit, Jilin province, northeast China: *Journal of Geophysics*, **72**, 145-150.
- Kellogg, O. D., 1953, *Foundations of Potential Theory*, Dover Publishing Inc.
- Miller, H. G. and Singh, V., 1994, Potential field tilt—a new concept for location of potential field sources: *Journal of Applied Geophysics*, **32**, 213-217.
- Nabighian, M. N., Ander, M. E., Grauch, V. J. S., Hansen, R. O., LaFehr, T. R., Li, Y., Pearson, W. C., Peirce, J. W., Phillips, J. D., and Ruder, M. E., 2005, Historical development of gravity method in exploration: *Geophysics*, **70**, 63-89.

## Interpretation of potential field anomalies to investigate geological structures and oilfield exploration: A local study in the south Semnan

Yasin Nasuti<sup>1</sup>, Brat Ali Feizabadi<sup>2\*</sup>, Seyed mojtaba Tajvar<sup>3</sup>, and Aziz Nasuti<sup>4</sup>

<sup>1</sup>M. Sc. Student of Geophysics, Faculty of Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran

<sup>2</sup>Assistant Professor, Department of Physics, Faculty of Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran

<sup>3</sup>Ph. D. Student in Geophysics, College of Science, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

<sup>4</sup>Ph.D. in Geophysics, Researcher in geology and geophysics, Department of geophysics, Geological Survey of Norway, Trondheim, Norway

(Received: 06 December 2016, Accepted: 04 September 2017)

### Summary

South of Semnan province is an important region in Iran for the formation of oil traps, which has been received much attention for several decades. Many sulfur mines have also been discovered in this area. The sulfur is most probably derived from natural gases that are guided by regional faults. Numerous anticlines and salt domes are also present in this area, playing an important role in the formation of oil traps. As a consequence, this region seems to have a great potential to form hydrocarbon traps. Since the area is covered by Tertiary, Quaternary to current sediments, gravity, and magnetic studies are very useful to investigate and explore the geological structures in this region.

Gravity and magnetic studies, in a trapezium grid, were performed to investigate the underground structures, sediment thicknesses, plutonic and volcanic igneous rocks and also hydrocarbon traps. Data acquisition was carried out on 86 profiles with a northwest-southeast trend. The distance between profiles and acquisition stations were selected to be 1000 meter. Due to the presence of swamps, mountainous areas, river, terrain, etc., some stations were removed from the survey plan. In addition, some transects measured in a direction deviating from the straight line. As a result, in some of the profiles, a number of missing stations can be observed. In some of the transects, profiling was not conducted in a regular 1000 m line spacing too. The average magnetic inclination and declination are 53.8 and 4.2 degrees, respectively, and the average total magnetic field is estimated 48181 nT as well. The gravity and magnetic data were collected simultaneously.

In this study, to interpret and discern potential field anomalies, we applied geophysical filters such as surface trend, the tilt angle, and upward continuation. After producing a geophysical map for each method, the results were jointly interpreted. Joint interpretation demonstrated that eight anticlines, five synclines, several faults and salt domes could be recognized. Among these anticlines, anticline B has a considerable depth and dimension so that with 3000 m upward continuation, the gravity field can still be seen. Meanwhile, no igneous rocks were observed on the magnetic maps. Therefore, this anticline can be considered as an appropriate trap for the accumulation of hydrocarbon. These maps confirm the joining fault to the south of Kohe- Sorkh anticline with the fault to the south of Siah-Koh anticline, which are located in the south of Abulabad.

The results show that the potential methods appear to be promising to characterize subsurface structures for the initial phase of hydrocarbon explorations. These maps also show that the Siah-Kuh is a continuation of Kuh-Sorkh, which are separated by regional fault activities, erosion, and new sedimentation. Consequently, it is suggested to use numerical modeling to define the shape, dimension and depth of anomalies, especially for the interpreted anticline B. Finally, a seismic survey can be performed over the potential anomalies that might have hydrocarbon accumulation.

**Keywords:** surface trend, tilt angle, upward continuation, geological interpretation, oil traps, central Iran

\*Corresponding author:

afeizabady@yahoo.com