

تعیین مؤلفه باقی مانده داده‌های گرانی سنجی با استفاده از روش مدل سازی نمودار احتمال

سمیه طبسی^۱، رضا قوامی ریابی^{۲*}، فرامرز دولتی ارده جانی^۳

۱- دانشجوی دکتری دانشکده مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک، دانشگاه صنعتی شاهرود، somayehtabasi@yahoo.com

۲- استادیار دانشکده مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک، دانشگاه صنعتی شاهرود، rghavami2@yahoo.com

۳- استاد گروه معدن، پردیس فنی دانشگاه تهران، fdoulati@ut.ac.ir

(دریافت ۵ دی ۱۳۸۹، پذیرش ۲۶ شهریور ۱۳۹۱)

چکیده

در این مقاله روش مدل سازی نمودار احتمال در برآورد مؤلفه باقی مانده داده‌های گرانی سنجی منطقه‌ای در جنوب غرب زاگرس، به کار رفته است. بر اساس تحلیل داده‌ها و تغییرپذیری روند مدل برازش شده بر نمودار احتمال، مؤلفه‌های ناحیه‌ای و باقی مانده از یکدیگر تفکیک شده‌اند. تقریب مرتبه اول، دوم و بهینه از مؤلفه باقی مانده داده‌ها بر اساس مرزهای متفاوت حاصل از مدل سازی نمودار احتمال ترسیم شده است. در نقشه‌های تقریب مرتبه اول و دوم مؤلفه‌های ناحیه‌ای و باقی مانده در بخش‌هایی با یکدیگر همپوشانی دارند. بررسی مدل سه بعدی آنومالی باقی مانده روند سطحی مرتبه ۳، زمین شناسی منطقه و برداشت های صحرائی نشان می دهد که نقشه تقریب بهینه، تا حد قابل قبولی اثرات باقی مانده را از اثرات ناحیه‌ای مربوط به بی‌هنجاری‌های عمیق جدا کرده است. روش پیشنهادی در این مقاله نسبت به روش‌های متداول تفکیک آنومالی‌ها، با محدودیت‌های کمتر و شناخت بیشتری از تغییرپذیری رفتار داده‌ها، به تفکیک آنومالی‌ها می‌پردازد.

کلمات کلیدی

گرانی سنجی، مؤلفه باقی مانده، مؤلفه ناحیه‌ای، تفکیک آنومالی، مدل سازی نمودار احتمال

۱- مقدمه

روش‌های ژئوفیزیکی از جمله روش‌های سریع و کم هزینه برای اکتشاف ذخایر هیدروکربوری می‌باشند که به آشکارسازی ناپیوستگی‌های فیزیکی متمایز کننده خواص فیزیکی یک محیط با محیط مجاور خود می‌پردازند. این روش‌ها به منظور پی‌جویی و اکتشاف ذخایر و مخازن عمیق فاقد رخنمون سطحی به کار برده می‌شوند. به دلیل نیاز روز افزون به ذخایر نفت و گاز لزوم پی‌جویی و اکتشاف منابع هیدروکربوری و توسعه روش‌هایی که با اطمینان بالاتری به شناسایی و اکتشاف این مخازن می‌پردازد، احساس می‌شود. تحلیل اطلاعات ژئوفیزیکی و تقریب بهینه مدل‌سازی‌های صورت گرفته یکی از معیارهای عمده در تعبیر و تفسیر روش‌های به کار گرفته شده است.

روش گرانی‌سنجی از جمله روش‌های غیر مستقیم اکتشافات ژئوفیزیکی محسوب می‌شود که به منظور شناسایی حوضه‌های رسوبی و اکتشاف ساختارهای زمین‌شناسی و تله‌های هیدروکربوری قبل از حفاری‌های پرهزینه به کار می‌رود [۱]. در این روش با هزینه کم، به دلیل اختلاف دانسیته بین تله‌های ساختمانی و تشکیلات اطرافشان، مناطق امید بخش و دارای ارزش اکتشافی از سایر مناطق تفکیک می‌شوند.

از جمله ابهامات موجود در تفسیر داده‌های گرانی‌سنجی، ایجاد آنومالی‌های یکسان توسط تعداد زیادی منابع زیر سطحی با اشکال و ضخامت‌های مختلف موجود در اعماق زمین با دانسیته‌های متفاوت، در پروفیل گرانی اندازه‌گیری شده می‌باشد. در این حالت برای کاهش دامنه ابهامات و افزایش اعتبار اطلاعات کمی و غیر توصیفی روش‌های گرانی‌سنجی، علاوه بر استفاده از اطلاعات زمین‌شناسی و اکتشافی منطقه، به تفکیک آنومالی‌های گرانی به‌دست آمده از منابع مختلف زیرسطحی پرداخته می‌شود. برای این منظور ضرورت دارد تا اثرات مربوط به یک ساختار منفرد از مقادیر اندازه‌گیری شده جدا شوند. این فرآیند به تفکیک مؤلفه باقی‌مانده از مقادیر ناحیه‌ای معروف است [۲].

در فرآیند تفکیک مقادیر باقی‌مانده از ناحیه‌ای سعی می‌شود تا بی‌هنجاری‌های نزدیک سطح از بی‌هنجاری‌های واقع در اعماق بیشتر جدا شوند. برای تعیین مقادیر باقی‌مانده، روش‌های مختلفی وجود دارد که با کاربرد این روش‌ها موقعیت منابع مولد آنومالی‌ها تعیین می‌شوند.

تصمیمات اساسی در پروژه‌های اکتشافی به تفسیر جامع داده‌ها و روش‌های اصولی تفکیک بخش‌های آنومال بستگی دارد. در یک تقسیم‌بندی کلی می‌توان تکنیک‌های موجود برای تفکیک داده‌های گرانی‌سنجی را به دو دسته تقسیم نمود. گروهی از این روش‌ها به صورت عددی و گروهی دیگر به صورت تحلیلی به تجزیه و تحلیل داده‌های گرانی‌سنجی و معرفی محدوده‌های بهینه برای اجرای مراحل بعدی اکتشاف می‌پردازند.

مطالعات انجام شده در مرحله تفسیر داده‌های گرانی‌سنجی منجر به ارائه روش‌هایی نظیر تحلیل روند سطحی، روش‌های طول موج پایین گذر، بالا گذر و پهنه گذر، روش‌های مشتق و روش‌های گسترش به بالا و پایین شده است [۲]. اگرچه این روش‌ها با تفکیک مؤلفه باقی‌مانده و ناحیه‌ای، اطلاعات مفیدی را از ویژگی‌های ساختارهای عمومی منطقه نشان می‌دهند، اما طی دهه‌های گذشته در اصول و مبانی این روش‌ها تغییراتی ایجاد نشده است. در برخی از این روش‌ها تفکیک به صورت کامل انجام نشده و طیف باقی‌مانده حاصل به صورت کامل یا جزئی با طیف حاصل از مؤلفه روند ناحیه‌ای همپوشانی دارد. در برخی دیگر، اثرات عوامل مزاحم یا نویز زیاد می‌شود و یا بخشی از داده‌ها نیز حذف می‌شوند. به منظور رسیدن به شناخت بهتر از داده‌های گرانی‌سنجی، طی سال‌های اخیر روش‌های مختلفی نظیر روش اجزاء محدود (Finite element method) [۳]، [۴]، میدان تصادفی مارکوف تفاضلی (Differential Markov Random Field (DMRF) [۵] و روش شبکه عصبی سلولی (Cellular neural network) [۶] جهت تفکیک داده‌های گرانی‌سنجی پیشنهاد شده‌اند که محدودیت‌های کمتری نسبت به روش‌های قبلی داشته و تفکیک مؤلفه‌های ناحیه‌ای و باقی‌مانده را با دقت بیشتری انجام می‌دهند.

روش‌های تجزیه و تحلیل داده‌ها و تغییرپذیری موجود در داده‌های گرانی‌سنجی از جمله روش‌های تعبیر و تفسیر مبتنی بر اختصاصات و تحلیل داده‌ها محسوب می‌شوند. در این روش‌ها این امکان برای مفسر فراهم می‌شود تا ضمن تحلیل داده‌ها در خصوص تغییرپذیری و روندهای تغییرات موجود در بین داده‌ها نسبت به انتخاب روش تفکیک، تصمیم‌گیری کند. به این ترتیب امکان تفکیک آنومالی‌ها بر اساس توابع توزیع احتمال داده‌های گرانی‌سنجی فراهم می‌شود. به علاوه، به کمک این روش‌ها، تشخیص داده‌های آنومال بر مبنای روندهای تغییرپذیری می‌تواند روشی هوشمند در تحلیل داده-

ها و تفکیک آنومالی‌ها محسوب شود [۷].

در این مقاله با استفاده از روش مدل‌سازی نمودار احتمال داده‌های گرانی‌سنجی تاق‌دیس دهنو، به تفکیک اثرات مربوط به آنومالی‌های ناشی از ساختارهای مختلف پرداخته شده است. در این روش با بهره‌گیری از تغییرپذیری داده‌ها بر روی نمودار احتمال مدل‌سازی شده، بخش‌های باقی‌مانده و ناحیه-ای از یکدیگر جدا شده و اثرات احتمالی حضور مقادیر ناحیه-ای در داده‌های باقی‌مانده مورد بررسی قرار گرفته است. پس از فرآیند مدل‌سازی با روش نمودار احتمال، مقادیر ناحیه‌ای محاسبه و نقشه باقی‌مانده حاصل می‌شود.

۲- زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد بررسی با وسعتی حدود ۷۶۵ کیلومترمربع در جنوب زاگرس واقع شده است (شکل ۱). منطقه از لحاظ وضعیت توپوگرافی خشن بوده و دارای ارتفاعات بلند است. تاق‌دیس دهنو در منطقه مورد مطالعه از جمله ساختارهای مهم زمین‌شناسی با روند شمال‌غربی - جنوب‌شرقی است که از دو تاق‌دیس کوچک‌تر با روند مشابه تشکیل شده است. این تاق‌دیس در جنوب‌شرق کمر بند چین‌خورده زاگرس واقع شده است که از جنوب به سواحل شمالی خلیج فارس محدود می‌شود. شکل ۲ نقشه زمین‌شناسی منطقه را نشان می‌دهد. روند غالب گسل‌های منطقه شمال‌غربی - جنوب‌شرقی است. قدیمی‌ترین سازندهای رخنمون‌دار منطقه، سازندهای خامی و بنگستان بوده و سازندهای جوان‌تر آماجاری، بختیاری، میشان، گچساران و آسماری روی آن‌ها قرار گرفته‌اند. شکل ۳ ستون چین‌شناسی منطقه زاگرس را نشان می‌دهد.

عملیات گرانی‌سنجی در منطقه مورد مطالعه به منظور مشخص کردن وضعیت ساختارهای زیرسطحی و تعیین عمق تله‌های هیدروکربوری احتمالی در یک شبکه اکتشافی با ۵۷۹ ایستگاه و در امتداد ۱۷ پروفیل انجام پذیرفته است. در شکل (۱) موقعیت ایستگاه‌های اندازه‌گیری گرانی و پروفیل‌های برداشت بر روی عکس ماهواره‌ای منطقه نشان داده شده است.

۳- مدل‌سازی نمودار احتمال داده‌های گرانی‌سنجی

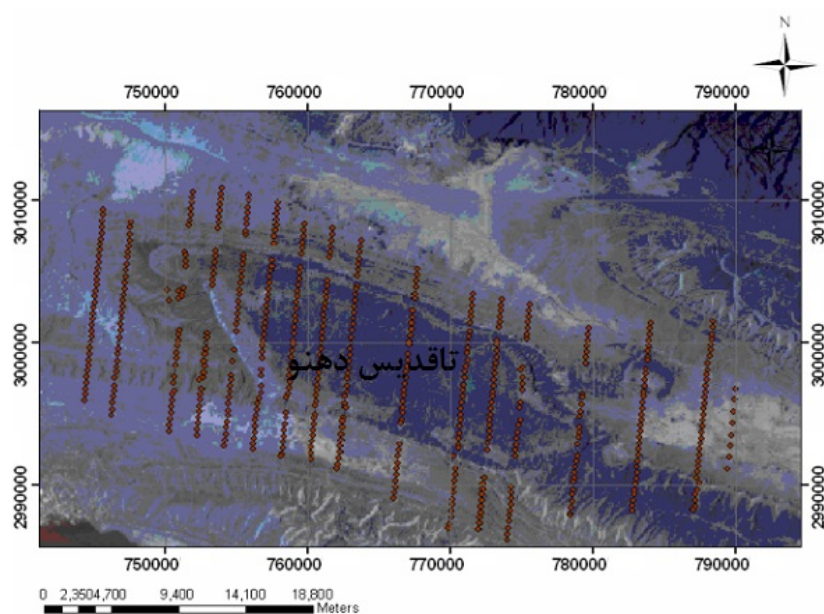
به دلیل حساسیت مرحله تفکیک بی‌هنجاری‌ها در اکتشافات گرانی‌سنجی ذخایر هیدروکربوری و هدایت طرح اکتشافی بر روی تله‌های احتمالی، انتخاب روش مناسب در تعبیر و تفسیر داده‌های گرانی‌سنجی از اهمیت زیادی دارد.

در این مقاله برای اولین بار روش مدل‌سازی نمودار احتمال

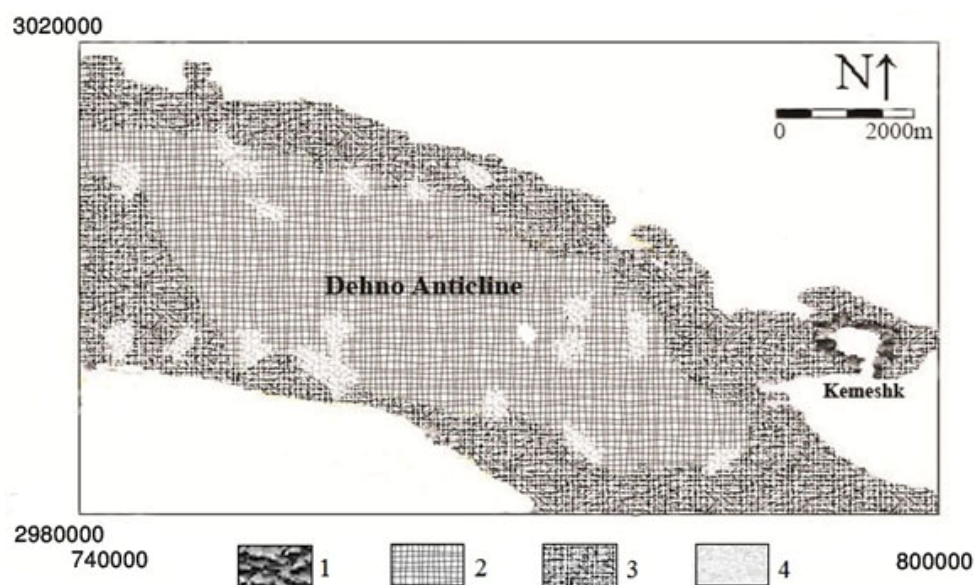
که برای تفکیک آنومالی‌ها و تحلیل تغییرپذیری رفتار داده‌ها در زمینه‌های مختلف مورد استفاده واقع شده، برای تفکیک آنومالی‌های گرانی‌سنجی استفاده شده است. در بسیاری از روش‌های مبتنی بر تحلیل ریاضی داده‌ها، بین مدل توزیع داده‌های اندازه‌گیری شده و مدل تئوری پیشنهادی، مقایسه انجام گرفته و میزان انحراف بین این دو مدل منجر به شناخت حد تفکیک مؤلفه‌های مختلف موجود در داده‌ها شده است [۱۰]، [۱۱]. هر چه مدل تئوری برازش یافته بر داده‌ها انطباق بیشتری با مقادیر اندازه‌گیری شده داشته باشد بر اعتبار و حساسیت روش افزوده شده و اطلاعات دقیق‌تری حاصل می‌شود. نمودار احتمال داده‌های گرانی‌سنجی، نموداری است که مقادیر شتاب جاذبه را در مقابل مقادیر احتمالات تجمعی نمایش می‌دهد. ضمن برازش مدل بر روی داده‌های این نمودار و ارزیابی پارامترهای ریاضی مدل می‌توان به تحلیل حجم زیادی از داده‌های گرانی پرداخت [۱۲]. این نمودارها به منظور تعیین و جداسازی جوامع مختلف موجود در بین داده‌ها (تخمین میزان گاز یک مخزن گازی، تعیین آلودگی‌های زیست محیطی، تخمین ذخیره و بررسی چگونگی رفتار داده‌های ژئوشیمیایی و غیره) به کار برده می‌شوند [۱۳]، [۱۴].

در این روش با انجام کمترین محاسبات ریاضی ممکن و ترسیم نمودار احتمال داده‌های گرانی‌سنجی، روند اولیه ارزیابی‌ها شروع می‌شود. بدین ترتیب احتمال افزوده شدن نویز بر روی داده‌ها کاهش می‌یابد. نمودار احتمال، روند تغییرات داده‌های گرانی‌سنجی را مورد بررسی قرار داده و هر گونه تغییر ناگهانی در شتاب جاذبه با روندی متفاوت از روند قبلی نمایش داده می‌شود. در مدل‌سازی نمودار احتمال سعی می‌شود تا تغییرات موجود در داده‌ها که بر اساس تاثیرگذاری فرآیندها و فازهای مختلف زمین‌شناسی بوجود آمده‌اند، شناسایی شوند. به منظور برازش بهترین مدل بر داده‌ها و حداقل‌سازی انحراف بین مدل برازش شده و داده‌ها، از تکنیک‌های مختلف کمترین مربعات انحرافات و تکرار مدل‌سازی استفاده می‌شود. در این شرایط مدلی که بیشترین برازش را بر داده‌ها نشان دهد، قادر خواهد بود تا رفتار و اختصاصات کامل داده‌های اولیه را نشان دهد. انحرافات و جدایش‌های مختلف که با تغییر شیب و تغییر روند منحنی برازش شده بر داده‌ها همراه می‌باشند، وجود زیر جوامع مختلف در داده‌ها را نشان می‌دهند. نقطه انحنا یا تغییر روند منحنی نمودار

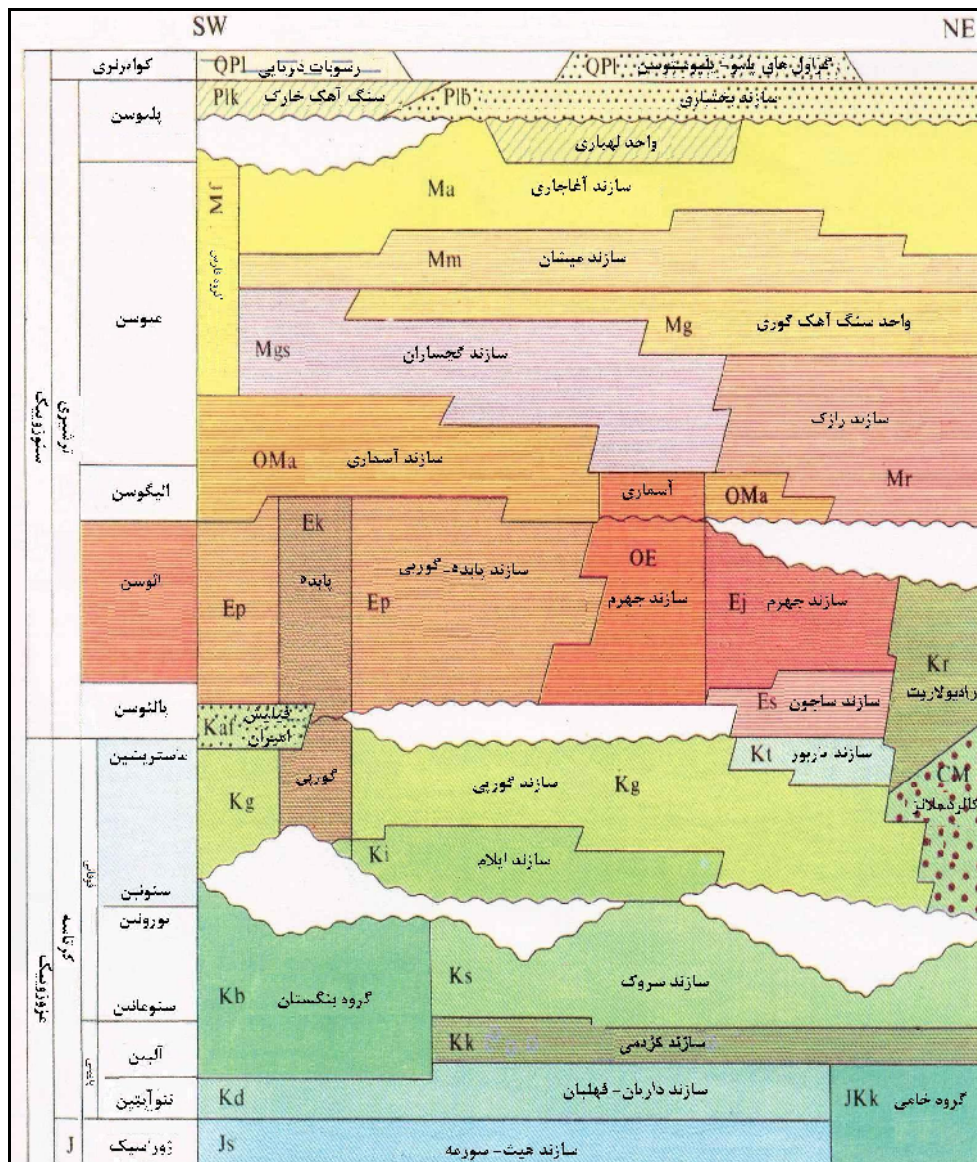
احتمال، حد آستانه‌ای جدایش زیر جوامع مختلف را مشخص می‌کند [۱۵].



شکل ۱: تصویر ماهواره‌ای منطقه مورد بررسی [۸]



شکل ۲: نقشه زمین‌شناسی منطقه با واحدهای زمین‌شناسی ۱- ژوراسیک ۲- کرتاسه ۳- ترشیری و ۴- رسوبات کواترنری [۹].



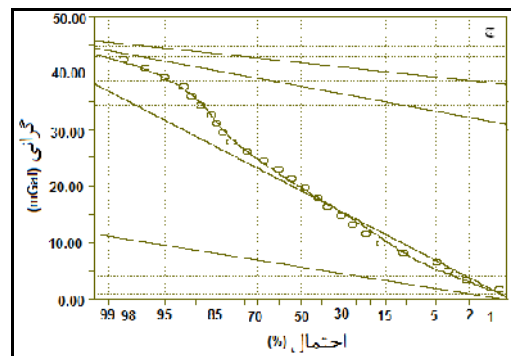
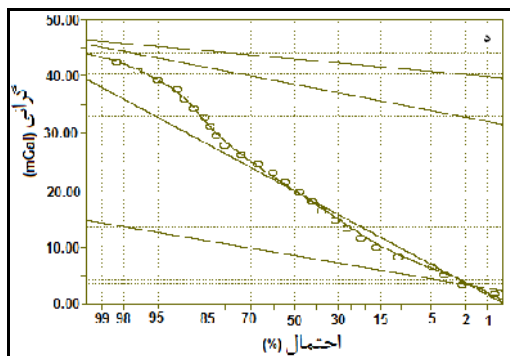
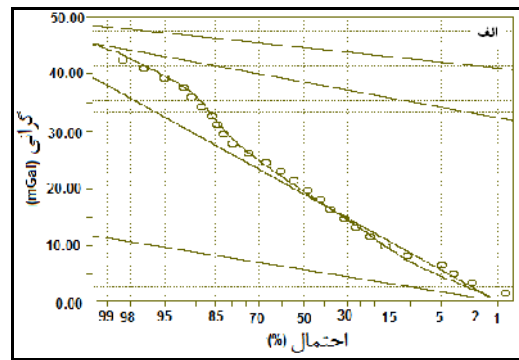
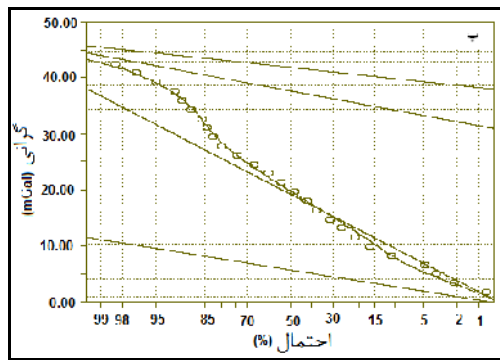
شکل ۳: ستون تشکیلات چینه‌شناسی منطقه زاگرس

ساختارهای محلی زیرجامعه آنومالی (باقی‌مانده) مربوط به اهداف اکتشافی مورد نظر و مؤلفه ساختارهای ناحیه-ای، جامعه زمینه را تشکیل می‌دهند که در بخش‌هایی، این جوامع با یکدیگر همپوشانی دارند. از طریق مدل-سازی نمودار احتمال این داده‌ها و تشخیص روندهای مختلف، می‌توان زیرجوامع ناحیه‌ای و باقی‌مانده را تفکیک نمود و به بررسی و تحلیل تغییرات گرانی در هر کدام از این بخش‌ها پرداخت

داده‌های گرانی‌سنجی برداشت شده از یک منطقه اکتشافی، طیفی از آنومالی‌های مربوط به ساختارهای محلی با طول موج کوتاه و فرکانس فضایی بالا و آنومالی‌های ناحیه‌ای با طول موج بلند و فرکانس فضایی پایین که مربوط به ساختارهای عمقی‌تر است را مطابق رابطه (۱) نشان می‌دهند [۱۶]:

$$g(x, y) = g_A(x, y) + g_B(x, y) \quad (1)$$

که در آن $g(x, y)$ گرانی اندازه‌گیری شده، $g_A(x, y)$ گرانی مربوط به ساختارهای محلی و $g_B(x, y)$ گرانی مربوط به ساختارهای عمقی‌تر است. در بین داده‌های برداشت شده، مؤلفه مرتبط با



شکل ۴: مدل برازش شده بر نمودار احتمال داده‌های گرانی‌سنجی با روش (الف) Chi-Square (ب) Class interval (ج) Default ML function (د) Raw data ML function. دواير توخالی معرف یک دسته از داده‌های گروه‌بندی شده و منحنی پیوسته‌ای که از بین دواير تو خالی عبور کرده معرف مدل برازش یافته بر داده‌ها است.

جدول ۱: مشخصات زیر جوامع تفکیک شده در شکل (۴-د)

زیر جوامع	مقدار متوسط داده‌های هر زیر جامعه (میلی گال)	حدود آستانه‌ای زیر جوامع (میلی گال)	درصد سهم هر زیر جامعه از کل داده‌ها
۱	-۵۷/۶۲۵	-۵۲/۴۴۹ -۶۲/۶۰۱	۷/۶
۲	-۴۶/۲۸	-۶۱/۹۱۸ -۳۱/۵۴۱	۸۲/۸
۳	-۲۷/۵۴۶	-۲۱/۹۳۵ -۳۳/۱۵۷	۸/۲
۴	-۲۳/۱۲۷	-۲۰/۴۴۸ -۲۵/۸۰۶	۱/۵

مؤلفه‌های ناحیه‌ای با طول موج بلند و مؤلفه‌های باقی‌مانده در بخش‌های شرق و جنوب شرقی همپوشانی دارند. در مرحله نهایی، با ادامه این فرآیند و افزودن حد بالای تغییرات داده‌های گرانی‌سنجی سومین بخش مدل برازش یافته بر نمودار احتمال داده‌ها با حد بالای ۲۱- میلی‌گال که دارای تغییرپذیری $STD=2/8$ بوده و حدود ۸ درصد از کل داده‌ها را شامل می‌گردد، نقشه باقی‌مانده حاصل از مرحله قبل بهبود یافته و تقریب مرتبه سوم از مؤلفه باقی‌مانده داده‌های گرانی‌سنجی ناحیه حاصل می‌شود. شکل (۷) نقشه باقی‌مانده حاصل از تقریب مرتبه سوم مؤلفه باقی‌مانده را نشان می‌دهد. با بررسی نقشه باقی‌مانده حاصل از مدل سازی نمودار احتمال داده‌های گرانی‌سنجی و با توجه به نقشه زمین‌شناسی منطقه (شکل ۲) می‌توان مرز شروع تاقدیس مورد نظر را با تغییرات گرانی حدود ۳۳- میلی‌گال در نظر گرفت. با در نظر گرفتن توالی لایه‌های زمین‌شناسی منطقه (شکل های ۲ و ۳) و تصویر ماهواره‌ای (شکل ۱) مشخص است که تاقدیس مورد نظر خود از دو تاقدیس کوچک‌تر با روند تقریباً یکسان شمال غرب- جنوب شرق تشکیل یافته است. آنومالی‌های مثبتی که در بخش‌های شرقی نقشه رخمون دارند مربوط به ساختارهای کوچکی هستند که به علت عدم در اختیار بودن داده‌های اکتشافی نمی‌توان تفسیر صحیحی از نقشه باقی‌مانده حاصل در این بخش‌ها انجام داد.

۵- روش روند سطحی

از انعطاف‌پذیرترین تکنیک‌های تحلیلی جهت تعیین مؤلفه ناحیه‌ای داده‌های میدان پتانسیل، روش برازش سطح چند جمله‌ای بر مقادیر گرانی مشاهده شده می‌باشد. در این روش سعی می‌شود از طریق تکنیک‌های حداقل سازی مربع انحرافات [۱۷-۱۹]، سطح بهینه‌ای که از طریق ریاضی قابل توصیف باشد به عنوان اثر ناحیه‌ای گرانی بر داده‌ها انطباق داده شود. گرانی باقی‌مانده، تفاوت بین مقادیر مشاهده شده و مؤلفه ناحیه‌ای است [۱].

مدل سه بعدی آنومالی باقی‌مانده روند سطحی مرتبه ۳ (شکل ۸) آنومالی‌های مثبت ساختمان‌های تاقدیسی و آنومالی‌های منفی ساختمان‌های ناودیسی را نشان می‌دهد. اکثر این آنومالی‌ها با طول موج و دامنه بزرگ و فرکانس پایین، محدوده وسیعی را در نقشه آنومالی باقی‌مانده روند سطحی مرتبه ۳ اشغال کرده‌اند.

مقایسه نقشه حاصل از تقریب مرتبه سوم مؤلفه باقی‌مانده داده‌های گرانی‌سنجی با استفاده از نمودار احتمال و مدل سه بعدی آنومالی باقی‌مانده روند سطحی مرتبه ۳ با نقشه

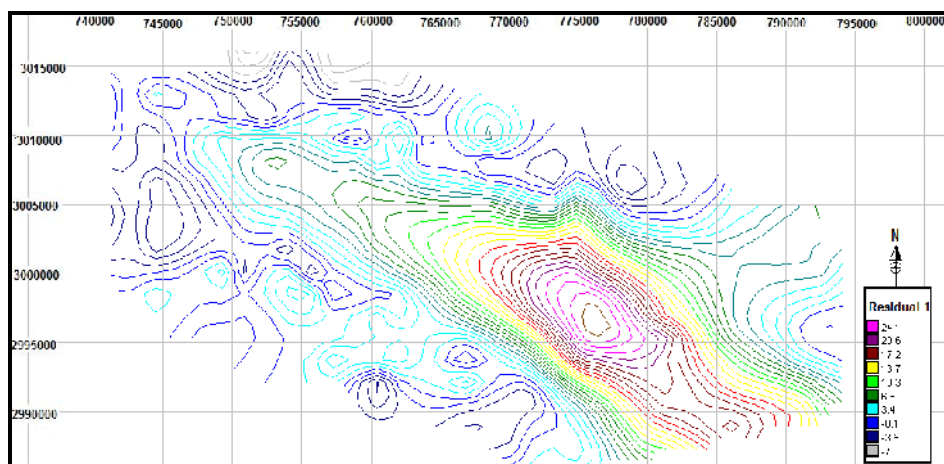
شکل ۴ مدل‌های برازش شده بر نمودار احتمال داده‌های گرانی بوگه حاصل از اکتشافات گرانی‌سنجی منطقه مورد نظر در جنوب غرب ایران را نشان می‌دهد. این مدل‌ها به کمک تکنیک‌های مختلفی که بر اساس روابط ریاضی متفاوت به ارزیابی میزان انحراف مدل از داده‌ها می‌پردازند، حاصل شده است. در شکل (۴- الف) مدل برازش شده به روش Chi-Square دیده می‌شود. این مدل حضور چهار زیرجامعه در بین داده‌ها را نشان می‌دهد. در کرانه پایین این مدل، بین مدل برازش شده و داده‌های خام مقداری انحراف وجود دارد. نتیجه مدل‌سازی بر اساس دو روش Class interval و Default ML Function (شکل‌های ۴- ب و ۴- ج) چهار زیرجامعه را برای داده‌ها معرفی نموده است که مقدار جزئی انحراف بین مدل و داده‌های خام در مرز احتمال ۱۵٪ دیده می‌شود. پس از مدل‌سازی نمودار احتمال داده‌های گرانی‌سنجی منطقه مورد مطالعه به کمک روش‌های مختلف، مدل حاصل از روش Raw data ML Function با سه مرتبه تکرار مدل‌سازی (شکل ۴- د) به عنوان بهترین مدل برازش شده بر داده‌ها انتخاب شد. تحلیل تغییرپذیری رفتار داده‌های گرانی‌سنجی روی نمودار احتمال مدل‌سازی شده (شکل ۴- د)، حضور چهار زیرجامعه با اختصاصات و سهم مختلف از کل داده‌ها را نشان می‌دهد. در جدول ۱ مشخصات زیر جوامع تفکیک شده در شکل (۴- د) بیان شده‌اند.

۴- تفکیک داده‌های گرانی‌سنجی

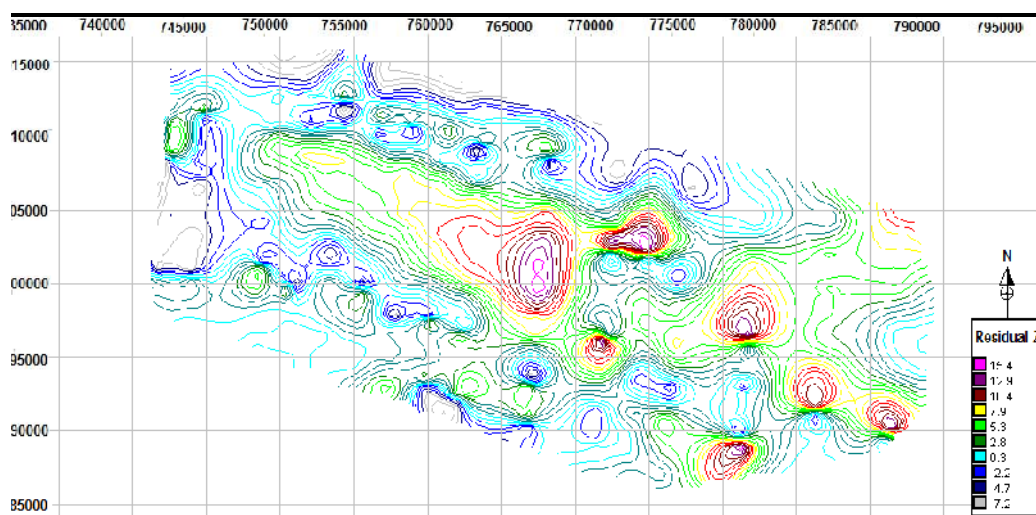
در این مرحله جهت دستیابی به نقشه باقی‌مانده، بر اساس تحلیل تغییرپذیری داده‌های گرانی‌سنجی حاصل از مدل سازی و روندهای تعیین شده نحوه تعیین مؤلفه باقی‌مانده داده‌های گرانی بیان می‌شود. در ابتدا، با در نظر گرفتن حد بالای تغییرات داده‌های گرانی تفکیک‌یافته روی نمودار احتمال (۵۲/۵- میلی‌گال) که حدود ۷/۶ درصد از کل داده‌ها را در بر دارد، تقریب اولیه‌ای از مؤلفه باقی‌مانده به کمک مدل برازش شده حاصل می‌شود (شکل ۵). نقشه باقی‌مانده تقریب مرتبه اول، حدود مرزهای ساختارهای عمومی منطقه را نشان می‌دهد. طیف تفکیک یافته حاصل از این مرحله بیشتر معرف اثرات مربوط به آنومالی‌های ناحیه‌ای است.

در مرحله بعد، حد بالای تغییرات داده‌های گرانی‌سنجی در دومین بخش روی مدل (۳۱/۵- میلی‌گال) محاسبه می‌شود که حدود ۸۳ درصد از کل داده‌ها را در بر دارد. بر اساس مدل برازش شده بر این بخش از داده‌ها به همراه محدودیت‌های در نظر گرفته شده در مرحله اول، تقریب دوم از مؤلفه باقی‌مانده حاصل خواهد شد (شکل ۶). در این نقشه اثرات مربوط به

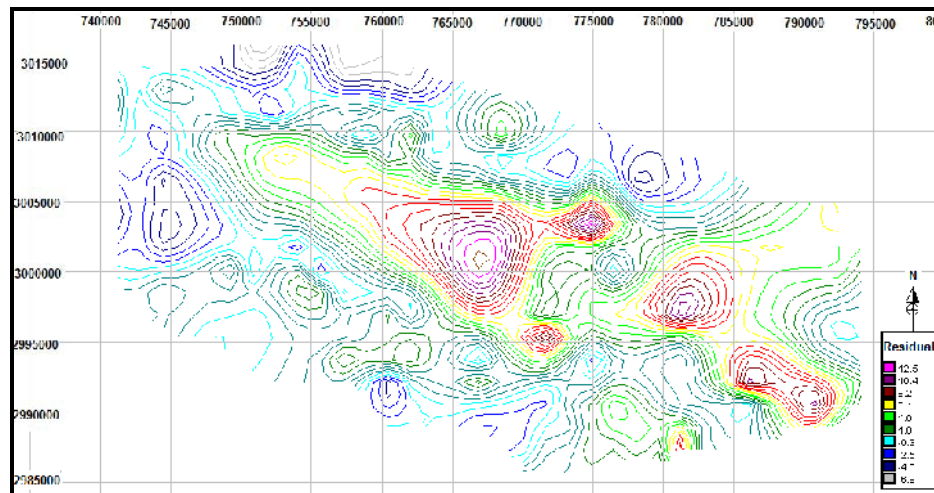
زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه قابلیت روش مدل‌سازی نمودار احتمال را در تفکیک مؤلفه باقی‌مانده داده‌های گرانی‌سنجی به خوبی نشان می‌دهد.



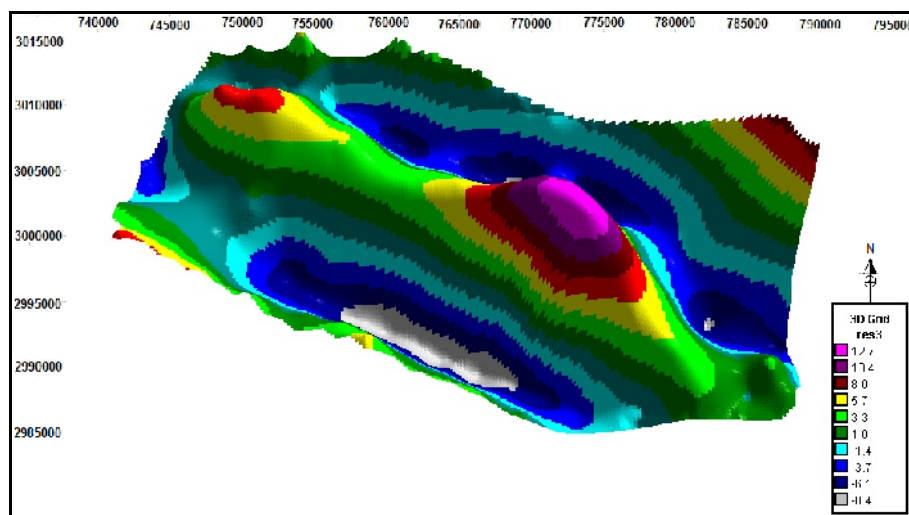
شکل ۵: تقریب اولیه از مؤلفه باقی‌مانده داده‌های گرانی‌سنجی منطقه مورد بررسی



شکل ۶: تقریب مرتبه دوم از مؤلفه باقی‌مانده داده‌های گرانی‌سنجی منطقه مورد بررسی



شکل ۷: تقریب مرتبه سوم از مؤلفه باقی‌مانده مربوط به داده‌های گرانی‌سنجی ناحیه مورد بررسی



شکل ۸: مدل سه بعدی آنومالی باقی‌مانده روند سطحی مرتبه ۳ مربوط به داده‌های گرانی‌سنجی ناحیه مورد بررسی

۶- نتیجه‌گیری

منطق ریاضی مدل‌سازی نمودار احتمال داده‌های گرانی-سنجی، مبتنی بر تحلیل داده‌ها و روندهای تغییرپذیری موجود در بین آن‌ها است که به بررسی عملکرد اثرات فازها و فرآیندهای مختلف زمین‌شناسی در تشکیل ساختارهای حاوی ذخایر هیدروکربوری می‌پردازد. تصمیم‌گیری در خصوص مرزهای تفکیک مؤلفه‌های ناحیه‌ای و باقی‌مانده بر اساس روندهای تفکیک شده بر روی مدل استوار است. ارائه تقریب مرحله سوم از مؤلفه باقی‌مانده داده‌های گرانی‌سنجی و شناخت بی‌هنجای‌های مورد نظر، هم‌خوانی بین نتایج این روش را با اطلاعات زمین‌شناسی ساختارهای منطقه نشان

می‌دهد که اعتبار روش مدل‌سازی نمودار احتمال را در تعیین مؤلفه باقی‌مانده داده‌های گرانی‌سنجی تایید می‌کند. نظر به این که بهبود روش‌های اکتشافی در تشخیص تله‌های هیدروکربوری اهمیت بسیاری دارد، می‌توان با تدوین یک نرم-افزار یا برنامه کامپیوتری، جستجوی آنومالی‌های مفید را در اکتشافات گرانی‌سنجی بر مبنای مدل‌سازی نمودار احتمال و بررسی تغییرپذیری رفتار داده‌های اکتشافی با اطمینان بیشتر اجرا کرد.

۶- تقدیر و تشکر

مؤلفین این مقاله بر خود می‌دانند تا از مدیریت محترم اداره

ژئوفیزیک شرکت نفت به جهت در اختیار قرار دادن داده‌های

گرانی‌سنجی یکی از مناطق اکتشافی تقدیر و تشکر نمایند.

منابع

- [10] Stanley C.R., Sinclair A.J.; 1989; "Comparison of probability plots and gap statistics in the selection of threshold for exploration geochemistry data"; Journal of Geochemical Exploration; 32, 355-357.
- [11] Seyedrahimi-Niaraq M.M.; 2008; "Geochemical anomaly detection by using fractal and U-spatial statistic methods and compare with modeling of probability diagrams in Saquez area". MSc. Thesis, Shahrood University of Technology-Iran; 135 pp.
- [12] Burmaster D. E. and Thompson K. M.; 1999; "Using Animated Probability Plots to Explore the Suitability of Mixture Models with Two Component Distributions"; Risk Analysis; Vol. 19, No. 6. 1185-1192.
- [13] Hassani Pak A.A and Sharafoddin M.; 2001; "Exploration Data Analysis"; Tehran University Press; 987 pp.
- [14] Sinclair A.J.; 1981; "Application of probability graphs in mineral exploration"; The association of exploration geochemists. p.p.95.
- [15] Sinclair A.J.; 1974; "Selection of Threshold Values in Geochemical Data Using Probability Graphs", Journal of Geochemical Exploration, 3, 129-149.
- [16] Pawlowski R.S.; 1994; "Green's equivalent-layer concept in gravity band-pass filter design"; Geophysics 59, p.p. 69-76.
- [17] Abdelrahman, E.M., Riad, S., Refai, E., and Amin, Y., 1985; "On the least-squares residual anomaly determination", Geophysics, 50, 473-480.
- [18] Agocs, W. B., (1951), "Least-square residual anomaly determination", Geophysics, 16, 686-696.
- [19] Simpson S. M., (1954), "Least squares polynomial fitting to gravitational data and density plotting by digital computers". Geophysics, 9, 255-270.
- [1] Integrated Geophysics Corporation (IGC); 1995; "Bouguer gravity maps identify regional basin structure and resultant preferred directions of lateral oil and gas migration"; IGC Footnotes Series on interpretation, 3(1), 1-6. Houston, Texas.
- [2] Telford W. M., Geldart L. P. and Sheriff R. E.; 1990; "Applied Geophysics"; Cambridge University press, 770 pp.
- [3] Kaftan I., Salk M., Sari C.; 2005; "Application of the finite element method to gravity data case study: Western Turkey"; Journal of Geodynamics, 39, p.p. 431-443.
- [4] Mallick K., Sharma K.K.; 1999; "A finite element method for computation of the regional gravity anomaly"; Geophysics 64 (2), p.p. 461-469.
- [5] Ucan, O.N., Sen, B., Albora, A.M., Ozmen, A.; 2000; "A New Gravity Anomaly Separation Approach: Differential Markov Random Field (DMRF)"; Electronic Geoscience, 5:1.
- [6] Albora, A. M., Ucan, O. N., Ozmen, A., Ozkan, T.; 2001; "Separation of Bouguer anomaly map using cellular neural network"; Journal of Applied Geophysics, 129-142.
- [7] Sinclair A.J.; 1991; "A fundamental approach to threshold estimation in exploration geochemistry. Probability plots revisited"; Journal of Geochemical Exploration; 41, 1-22.
- [8] www.Google Earth.com
- [9] Genevraye, P., Seguret, M., Nikpour S., Moulle, C., Perrier, R. and Ahmadnia, P. 1976.; "Dehnow and Namaki Geological Survey", Total Iran Petroleum co. Report NO.5517-9-1.