





دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک

گروه ژئوفیزیک

پایان نامه جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد

مدل سازی پیشرو اطلاعات گرانی سنجی به منظور آشکارسازی بی هنجاری های نفتی - ساختمانی (با ساختار تاقدیسی)

معصومه فخرراد

استاد راهنما

دکتر علی نجاتی کلاته

اساتید مشاور

مهندس مهرداد ایوبی

دکتر حسین معتمدی

تابستان ۱۳۹۲

تشکر و قدردانی

شایسته است که از زحمات کلیه کسانی که در به ثمر رساندن این مجموعه مرا یاری نموده‌اند تشکر نمایم. از استاد راهنمای ارجمند جناب آقای دکتر نجاتی و نیز اساتید مشاور محترم جناب آقای مهندس ایوبی و آقای دکتر حسین معتمدی که از راهنمایی‌های گرانقدرشان استفاده نمودم کمال تشکر و امتنان را دارم. از پرسنل مدیریت اکتشاف به ویژه استاد محترم جناب آقای شهاب قمی که آموخته‌های خود را در حین تحصیل و انجام این تحقیق مدیون راهنمایی‌های ارزنده ایشان هستم، صمیمانه سپاسگذارم. همچنین از آقای علی انتظاری و خانم‌ها سمیه طبسی و آزاده آگاه و کلیه دوستان و عزیزانی که به هر نوع از کمک و همراهی آن‌ها بهره برده‌ام و در انتها از خانواده‌ام که در تمامی مراحل زندگی یار و همراه من بودند تشکر و قدردانی می‌کنم.

لازم به توضیح است این پایان نامه با حمایت و پشتیبانی مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت انجام شده است.

معصومه فخرراد

اینجانب معصومه فخرراد تأیید می‌نمایم که مطالب مندرج در این پایان‌نامه نتیجه تحقیقات خودم می‌باشد و در صورت استفاده از نتایج دیگران مرجع آن را ذکر نموده‌ام.

کلیه حقوق مادی مترتب از نتایج مطالعات، آزمایشات و نوآوری ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد.

ماه و سال

چکیده

با توجه به وجود ساختارهای رسوبی فراوان در ایران و نقش حیاتی ذخایر هیدروکربوری در اقتصاد کشورمان، اکتشاف آن‌ها با روش‌های کارآمد ضروری به نظر می‌رسد. اهمیت ساختمان‌های زمین‌شناسی در مناطق نفت‌خیز و تاثیر پدیده‌های ساختمانی مختلف، تلاش برای شناسایی بهتر این ساختمان‌ها را سبب شده‌است. با بکارگیری اطلاعات زمین‌شناسی صرفاً نمی‌توان ذخایر هیدروکربوری مدفون را جستجو نمود، در این راستا بررسی و توسعه روش‌هایی که به تحلیل و تفسیر دقیق داده‌های اکتشافی پرداخته و با بررسی تغییرپذیری رفتار داده‌ها، اطلاعات دقیق‌تری از ساختارهای منطقه در اختیار قرار دهد، ضروری به نظر می‌رسد.

پیمایش ژئوفیزیکی گرانی‌سنجی فارس ساحلی به منظور شناسایی گنبد‌های نمکی مدفون، عملکرد گسل‌ها و شناسایی ساختمان‌های محدوده فارس ساحلی در سال ۱۳۸۳ توسط شرکت ملی نفت ایران طراحی و برداشت شده‌است. یکی از ساختمان‌های مهم در این مطالعه ژئوفیزیکی، ساختمان لاورستان می‌باشد. بر روی این تاق‌دیس تعداد ۴۲۰۳ ایستگاه گرانی‌سنجی با شبکه‌بندی منظم (۲۵۰*۱۰۰۰ متر) برداشت شده‌است. پس از اعمال تصحیحات لازم و پردازش اطلاعات، مقادیر بی‌هنجاری بوگه کامل محاسبه گردید. مدل عمقی زمین‌شناسی ساختمانی برای این تاق‌دیس، توسط اداره زمین‌شناسی سطح‌الارضی مدیریت اکتشاف تهیه شده‌است. این مدل بر اساس شواهد و اندازه‌گیری‌های زمین‌شناسی سطح‌الارضی می‌باشد. برای پوشش کامل تاق‌دیس لاورستان تعداد ۵ پروفیل با فواصل مناسب بر روی اطلاعات گرانی‌سنجی انتخاب و سپس در امتداد پروفیل‌های مذکور مدل‌سازی دوبعدی انجام پذیرفت. با تکرار محاسبات و تغییر مرحله‌ای پارامترهای هندسی و فیزیکی مدل و با در نظر گرفتن خطای هدف، اختلاف گرانی محاسبه‌شده و اندازه‌گیری‌شده به مقدار کمینه می‌رسد.

در این مطالعه مدل‌های تهیه‌شده با تلفیق اطلاعات زمین‌شناسی، گرانی‌سنجی و چاه‌پیمایی توسط نرم‌افزار Encom PA و Model Vision Pro انطباق مناسبی با نتایج لرزه‌نگاری داشته و استفاده از آن‌ها در

مطالعه ساختارها می‌تواند وضعیت عملیات اکتشافی را با کمینه‌سازی معیارهای نامطلوب و افزایش دقت بهینه‌سازی نماید.

کلمات کلیدی

مدل‌سازی، داده‌های گرانی‌سنجی، تاقدیس لاورستان، پارامترهای مدل (هندسی و

فیزیکی)، Modelvision pro. Encome PA

مقالاتی که تاکنون از این پایان نامه استخراج شده‌اند:

۱. فخرراد، م.، نجاتی کلاته، ع. و قمی، ش.، ۱۳۹۲، بهبود مدل زمین‌شناسی عمقی ساختمان لاورستان با استفاده از داده‌های ژئوفیزیکی میدان پتانسیل (در دست بررسی).
2. Fakhrerad. M., Nejati Kalate, A. and Ghomi, Sh., 1392, Underground contour (UGC) mapping using potential field, well log and seismic information within Lavaresta (under review).

فهرست مطالب

| | |
|----|---------------------------------------|
| ز | چکیده |
| ی | فهرست مطالب |
| ۱ | فصل یک: کلیات |
| ۲ | ۱-۱ مقدمه |
| ۳ | ۲-۱ ژئوفیزیک و اکتشافات نفت و گاز: |
| ۴ | ۳-۱. نفتگیرها: |
| ۷ | ۴-۱ سابقه مطالعات انجام شده: |
| ۸ | ۵-۱ ضرورت و هدف تحقیق: |
| ۹ | ۶-۱ ساختار پایان نامه |
| ۱۰ | فصل دو: موقعیت جغرافیایی و زمین شناسی |
| ۱۱ | ۱-۲ موقعیت جغرافیایی منطقه |
| ۱۲ | ۲-۲ راه‌های دسترسی |
| ۱۳ | ۳-۲ زمین شناسی منطقه |
| ۱۴ | ۴-۲ چینه شناسی |
| ۱۴ | ۱-۴-۲ افق مخزنی دهرم |

- ۲-۴-۲ سازند بختیاری ۱۵
- ۳-۴-۲ سازند آغاچاری ۱۵
- ۴-۴-۲ سازند میشان ۱۶
- ۵-۴-۲ سازند گچساران ۱۶
- ۶-۴-۲ سازند آسماری ۱۶
- ۷-۴-۲ سازندهای پایده - گورپی ۱۷
- ۸-۴-۲ گروه بنگستان ۱۷
- ۹-۴-۲ گروه خامی ۱۸
- ۱۰-۴-۲ سازند نمکی هرمز ۱۸
- ۵-۲ پی سنگ ۱۹
- فصل سه: اکتشافات گرانی سنجی ۲۰
- ۱-۳ روش گرانی سنجی در اکتشافات ۲۱
- ۲-۳ مراحل کار در اکتشافات گرانی سنجی ۲۲
- ۱-۲-۳ عملیات گرانی سنجی ۲۲
- ۲-۲-۳ پردازش‌های اولیه و آماده‌سازی ۲۳
- ۳-۲-۳ تعبیر و تفسیر اطلاعات ۲۳
- ۱-۳-۲-۳ تفسیر کمی - تفکیک و آشکارسازی آنومالی‌ها ۲۴

| | |
|----|---|
| ۲۵ | ۲-۳-۲-۳. تفسیر کمی - مدل سازی |
| ۳۱ | ۳-۳-۲-۳. تفسیر کیفی |
| ۳۲ | فصل چهار: پیمایش و تعبیر و تفسیر اطلاعات |
| ۳۲ | گرانی سنجی در تاقدیس لاورستان |
| ۳۳ | ۱-۴ اندازه گیری های انجام شده در منطقه |
| ۳۳ | ۱-۱-۴ عملیات گرانی سنجی |
| ۳۳ | ۲-۱-۴ تخمین چگالی |
| ۳۴ | ۲-۴ پردازش و آماده سازی داده های گرانی سنجی |
| ۳۴ | ۳-۴ تعبیر و تفسیر اطلاعات گرانی سنجی منطقه لاورستان |
| ۳۵ | ۱-۳-۴ تفسیر کیفی |
| ۳۵ | ۱-۱-۳-۴ نقشه آنومالی بوگه |
| ۳۶ | ۲-۳-۴ مدل سازی مستقیم داده های میدان پتانسیل منطقه |
| ۳۷ | ۱-۲-۳-۴ مدل فرضی اولیه |
| ۴۲ | ۲-۲-۳-۴ بهبود مدل |
| ۵۶ | فصل پنج: نتیجه گیری |
| ۵۸ | منابع و مراجع |

فهرست شکل ها

- شکل (۱-۱): تله‌های نفتی موجود در یک میدان نفتی حاصل از دیاپیرسم..... ۵
- شکل (۱-۲): موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه..... ۱۱
- شکل (۲-۲): موقعیت راه‌های دسترسی..... ۱۲
- شکل (۳-۲): نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه..... ۱۴
- شکل (۱-۳): مدل‌سازی با گسترش داده‌ها و نمایش آن‌ها..... ۲۶
- شکل (۲-۳): مدل‌سازی پیشرو..... ۲۸
- شکل (۳-۳): مدل‌سازی معکوس..... ۲۹
- Error! Bookmark not defined.**..... شکل (۱-۴): محدوده اندازه‌گیری‌های انجام شده در منطقه.....
- شکل (۲-۴): تخمین چگالی با روش پاراسنیس..... ۳۴
- شکل (۳-۴): نقشه آنومالی بوگه..... ۳۵
- شکل (۴-۴): موقعیت پروفیل‌ها بر روی نقشه آنومالی بوگه..... ۳۶
- شکل (۵-۴): مدل عمقی زمین‌شناسی ساختمانی AA'..... ۳۸
- شکل (۶-۴): مدل عمقی زمین‌شناسی ساختمانی CC'..... ۳۹
- شکل (۷-۴): مدل عمقی زمین‌شناسی ساختمانی EE'..... ۴۰
- شکل (۸-۴): مدل عمقی زمین‌شناسی GG'..... ۴۱

- شکل (۹-۴): مدل دوبعدی ارائه شده برای پروفیل AA' ۴۵
- شکل (۱۰-۴): مدل دوبعدی تصحیح شده برای پروفیل AA' ۴۷
- شکل (۱۱-۴): مدل دوبعدی ارائه شده برای پروفیل CC' ۴۸
- شکل (۱۲-۴): مدل دوبعدی ارائه شده برای پروفیل EE' ۵۰
- شکل (۱۳-۴): مدل دوبعدی اصلاح شده برای پروفیل EE' ۵۲
- شکل (۱۴-۴): مدل دوبعدی ارائه شده برای پروفیل GG' ۵۳
- شکل (۱۵-۴): نمایش سه بعدی مدل سازی روی پروفیل ها ۵۴
- شکل (۱۶-۴): نمایش سه بعدی مدل سازی روی پروفیل ها به همراه نقشه گرانی سنجی بوگه کامل ۵۵

فهرست جدول ها

جدول ۱: مشخصات پروفیل های مدل شده..... ۳۶

جدول ۲. مشخصات و تغییرات چگالی لایه های بکار رفته در مدل..... ۴۳

فصل یک: کلیات

۱-۱ مقدمه

به طور کلی ژئوفیزیک علمی است که با استفاده از علوم ریاضی و فیزیک به مطالعه خصوصیات فیزیکی زمین و محیط اطراف آن می‌پردازد. در عمل این مطالعه به صورت محض، کاربردی و اکتشافی دنبال می‌شود. اولین مطالعات ژئوفیزیکی به کشف گیلبرت در سال ۱۶۰۰ برمی‌گردد که زمین را مانند یک مغناطیس غول پیکر عنوان نمود. اما اولین قدم در کاربرد این علم برای اکتشاف مواد معدنی استفاده از تئودولیت مغناطیسی توسط فون ورده در سال ۱۸۴۳ برای اندازه‌گیری تغییرات میدان مغناطیسی زمین به منظور اکتشاف توده‌های آهن بود (تلفورد و همکاران، ۱۹۹۱). ژئوفیزیک اکتشافی که بیشتر در اکتشاف مواد معدنی و هیدروکربوری مورد استفاده قرار می‌گیرد بسته به نوع خواص فیزیکی مورد استفاده، به روش‌های مختلف طبقه‌بندی می‌شود. هریک از این روش‌ها بر اساس اختلاف فیزیکی یک یا چند پارامتر و ویژگی فیزیکی منطقه مورد هدف (بی‌هنجاری) با سنگ‌های اطراف بنا می‌شوند. با کاربرد این روش‌ها، اطلاعاتی از ساختارهای مدفون زمین شناسی به دست می‌آید که می‌توان از آن‌ها به صورت مستقیم یا غیرمستقیم در اکتشافات هیدروکربورها (Grant and West, 1965 ; Berezkin, 1973; Nettelton, 1976; Berezhin, 1978; Mudretsova et al, 1979; McCulloh, 1980; Telford et al, 1991) مواد معدنی (Ferguson et al, 1988; Gupta and Ramani, 1982; Hammer et al, 1945; Seigel, 1991)، باستان‌شناسی (Blizkovsky, 1979; Linford, 2006)، بررسی‌های مهندسی و زیست محیطی (Van Butler, 1984; Silva et al, 2009; Lanz et al, 1998; Hinze, 1990) آب‌های زیرزمینی (Overmeeren, 1975 and 1981; Toth et al, 2004; Volgyesi and toth, 2004) و... استفاده نمود.

۱-۲ ژئوفیزیک و اکتشافات نفت و گاز:

تقاضای مداوم و افزایش شدید مصرف هیدروکربورها مانند نفت و گاز طبیعی در طول پنجاه سال گذشته موجب توسعه روش‌های ژئوفیزیکی با دقت‌های زیاد شده‌است، در اوایل قرن بیستم پی جویی کانی‌های اقتصادی به رخنمون‌های سطحی محدود می‌شد اما بعد از اتمام ذخایر سهل الحصول و قابل مشاهده در سطح، پی جویی ذخایر هیدروکربوری زیرسطحی و عمیق آغاز شد.

قدیمی‌ترین تئوری برای اکتشاف نفت، تئوری تاقدیس بود که توسط هانت در سال ۱۸۶۱ معرفی شد. کاربرد این تئوری برای یافتن نفت در قله تاقدیس‌ها ابزار موفق بود که بعنوان تئوری اصلی برای اکتشافات مهم نفتی در آمریکا، ونزوئلا، آرژانتین، برمه و بخصوص مسجد سلیمان ایران مورد استفاده قرار گرفت. بعد از پیدایش نفت در سال ۱۸۸۰ در رسوبات دریایی پنسلوانیا که ارتباطی با ساختمان تاقدیس نداشت و شکل‌گیری نفتگیر صرفاً ناشی از تغییر رخساره بود، مشخص شد که ذخایر نفتی می‌توانند در حوضه‌های غیر چین‌خورده هم موجود باشند در نتیجه نفتگیرهای چینه‌ای با این کشف فراگیر شد. تا اواسط دهه ۱۹۲۰ تهیه و استفاده از نقشه‌های سطحی تاقدیس‌ها ابزار اصلی اکتشافات نفتی بوده و پیدا کردن نفتگیرهای چینه‌ای معمولاً بصورت اتفاقی رخ می‌داد، بعد از اواسط دهه ۱۹۲۰ با روی کار آمدن روش‌های جدید نظیر مغناطیس‌سنجی و ثقل‌سنجی و مطالعات لرزه‌ای، اکتشافات لرزه‌ای راه تازه‌ای برای پی‌بردن به آنومالی‌ها و ساختارهای زیر سطحی غیر قابل مشاهده از سطح پیدا نمود. (گریفین، ۱۹۴۹). به طوری که از آغاز دهه‌ی ۱۹۴۰ روش‌های ژئوفیزیکی در امر اکتشاف نفت و گاز، به منظور تعیین محل تله‌های ساختمانی نفت بکار گرفته شدند، اما امروزه تعیین محل حوضه‌های رسوبی و تشخیص مشخصات ساختاری آن‌ها و مکان‌یابی ساختارهای حاوی نفت با این روش‌ها مورد نظر است.

روش‌های ژئوفیزیکی را بطور عام به دو دسته تقسیم می‌کنند:

- روش‌های استاتیکی یا غیرفعال؛ با استفاده از اندازه‌گیری‌های میدان‌های طبیعی زمین صورت

می‌گیرد مانند روش‌های گرانی و مغناطیس

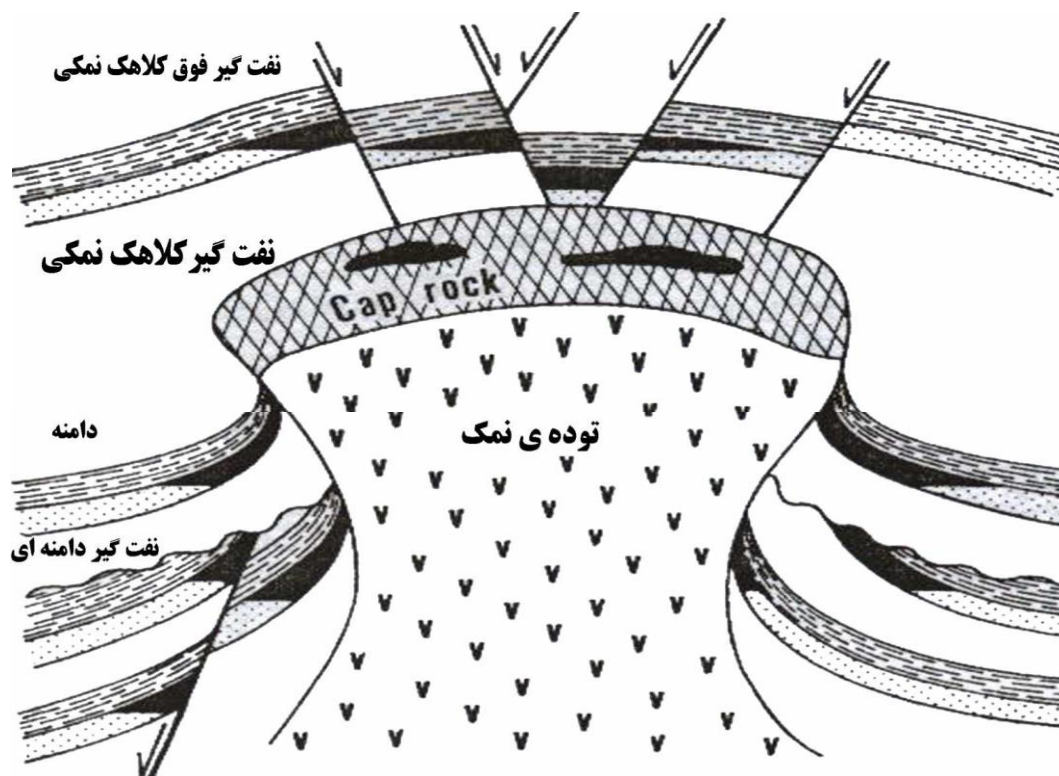
- روش‌های دینامیکی یا فعال؛ که در آن‌ها میدان یا سیگنال مشخصی توسط فرستنده دستگاه به زمین ارسال می‌شود؛ و در واقع اثری که توسط مواد، روی میدان ایجاد می‌شود اندازه‌گیری می‌شود که نسبت به دسته قبل از تنوع و تعداد بیشتری برخوردار هستند، از عمده‌ترین آن‌ها می‌توان به روش‌های لرزه‌ای و ژئوالکتریک اشاره کرد.

برای شناسایی ساختارهای زیرسطحی به جهت اکتشاف منابع هیدروکربوری در مراحل ابتدایی از روش‌های مغناطیسی و گرانی‌سنجی و در ادامه از روش‌های لرزه‌نگاری استفاده می‌گردد. بخش زیادی از هزینه‌ها در عملیات اکتشاف منابع هیدروکربوری صرف روش اکتشاف لرزه‌ای می‌شود که ناشی از حجم عملیات و دستگاه‌های مورد استفاده می‌باشد. ولی اندازه‌گیری اختلاف چگالی و نیز خاصیت مغناطیسی ساختارهای زیرسطحی در روش‌های غیرمستقیم گرانی‌سنجی و مغناطیس‌سنجی به نسبت ارزان قیمت، قابل حمل و بدون تخریب محیط زیست می‌باشد. همچنین تجزیه و تحلیل داده‌ها در این حالات سریع‌تر و راحت‌تر می‌باشد (تلفورد و همکاران، ۱۹۹۱).

از آنجا که داده‌های گرانی‌سنجی مورد استفاده در این پایان‌نامه مربوط به اکتشاف نفت در یک ساختمان تاقدیسی می‌باشد و غالب ذخایر هیدروکربوری در انواع نفتگیرهای ساختمانی متمرکز شده‌اند، در ادامه شرح مختصری از انواع آن توضیح داده می‌شود.

۳-۱. نفتگیرها:

تله‌های نفتی یا نفت‌گیرها به یک سازند متخلخل و نفوذپذیری گفته می‌شود که ممکن است در اثر چین‌خوردگی به صورت یک تله تاقدیسی درآمده و بین سنگ‌های نفوذناپذیر قرار گیرد یا در اثر دی‌پایریسم به صورت یک تله گنبد نمکی بین سنگ‌های غیرقابل نفوذ واقع شود (شکل ۱-۳).



شکل (1-1): تله‌های نفتی موجود در یک میدان نفتی حاصل از دی‌پایریسم (هین ۲۰۰۱)

در برخی مواقع در تله‌های نفتی اگر نفت حاوی هیدروکربورهای سبک باشد و شرایط درجه حرارت و فشار وجود یک زون مجزای گازی را فراهم نماید یک پوشش گازی در بخش بالایی نفتگیر تشکیل می‌شود. سطح تماس بین آب و نفت در نفتگیر پایین‌ترین نقطه دسترسی به نفت می‌باشد. منطقه آبدار مخزن بلافاصله در زیر منطقه حاوی هیدروکربور قرار می‌گیرد (تیاب و همکاران، ۲۰۰۴).

به طور کلی هر مجموعه زمین‌شناسی که بتواند نفت را در خود جمع کند و به طریقی از حرکت نفت و هیدروکربورها جلوگیری کند به آن نفتگیر می‌گویند که یکی از عوامل اصلی و ضروری برای تجمع هیدروکربن می‌باشد. جداره نفتگیر را سنگ پوشش و فضاهای خالی آن را خلل و فرج به هم پیوسته سنگ مخزن تامین می‌کند، وقتی که نفت از سنگ منشا بوجود می‌آید از لایه‌های نفوذپذیر بطرف بالا شروع به حرکت نموده و می‌تواند به سطح زمین برسد مگر اینکه مانعی بر سر

راه حرکت رو به بالای آن قرار بگیرد و بتواند در ساختاری به نام تله انباشت شود. میدان نفتی ناحیه‌ای است که یک یا چند مخزن حاوی نفت روی یک نفتگیر مانند گنبد نمکی وجود داشته باشد. اسم میدان نفتی بر اساس موقعیت جغرافیایی نوع سازند تله نفتی می‌باشد که به همراه جنس سنگ مخزن تشکیل شده بیان می‌شود، به عنوان نمونه میدان نفتی آهکی آسماری یا میدان گازی پارس جنوبی را می‌توان ذکر کرد.

گنبد نمکی مطابق شکل ۱-۳ توده بزرگی از نمک است که اغلب سایر رسوبات رویی خود را قطع کرده و به علت وزن مخصوص کم‌تر به سمت بالا حرکت نموده و به صورت یک ساختار قارچی شکل در می‌آید. باتوجه به ترکیب شیمیایی سن نمک و حلالیت بالای آن، مقدار زیادی از آن در حین بالا آمدن در اثر تماس با آب موجود در رسوبات فوقانی حل می‌شود. با حل شدن نمک، یک لایه نامحلولی در بخش بالایی گنبد نمکی ایجاد می‌شود که به نام سنگ پوششی معروف است، ضخامت این بخش پوششی (کلاهک پوششی) از ۳۰ متر تا ۳۰۰ متر متغیر است (هین، ۲۰۰۱). انواع متعددی از نفتگیرهای هیدروکربنی وجود دارند که بطور عمده در چهار گروه طبقه بندی می‌شوند:

- نفتگیرهای ساختمانی:

این نفتگیرها بر اساس نیروی زمین‌ساختی یا تکتونیکی بوجود آمده و عمدتاً ناشی از فرآیندهای بعد از رسوب‌گذاری بوده که سبب تغییر شکل عمده بصورت چین‌خوردگی و گسل‌خوردگی در سنگ‌های مخزن می‌گردند که خود به انواع تاقدیسی، گسلی و گنبد نمکی تقسیم می‌شود.

- نفتگیرهای دیاپیری یا گنبد نمکی:

فرآیند دیاپیریسیم از مکانیسم‌های مهم برای ایجاد انواع زیادی از نفتگیرهاست، دیاپیرها یا گنبدها از حرکت رو به بالای رسوبات کم‌چگال که عموماً نمک یا رس‌های پر فشار هستند بوجود می‌آیند. نمک دارای چگالی حدود ۲ گرم بر سانتی متر مکعب می‌باشد، دیگر رسوبات تازه نهشته شده چگالی کمتری دارند، رسوبات پس از دفن شدن فشرده شده و تخلخل آن‌ها کاهش و چگالی‌شان

افزایش می‌یابد. با افزایش عمق تدفین، به مرور چگالی رسوبات از نمک بیشتر می‌شود، این فرآیند بسته به تعدادی از متغیرها عموماً در اعماق ۸۰۰ تا ۱۲۰۰ متری صورت می‌گیرد و در این موقع است که نمک به طرف بالا جریان می‌یابد. حرکت نمک باعث ایجاد چندین ساختار برای انباشته شدن نفت می‌شود (سلی، ۱۹۹۸؛ رضایی، ۱۳۸۰).

- نفتگیرهای چینه‌ای:

شکل هندسی این نفتگیرها بطور کلی حاصل تغییرات لیتولوژی است که این تغییر ممکن است مربوط به محیط رسوب‌گذاری بوده و ناشی از تغییر رخساره و یا مربوط به بعد از رسوب‌گذاری مثلاً در اثر فرآیندهای دیازتری باشد.

- نفتگیرهای مرکب:

بصورت ترکیبی از دو یا چند گروه نفتگیرها است که در تشکیل آن‌ها هم عامل زمین‌ساختی و هم عامل چینه‌ای موثر بوده است.

- نفتگیرهای هیدروکربنی:

در این نفتگیرها حرکت رو به پایین آب از حرکت رو به بالای نفت جلوگیری می‌کند و لذا می‌تواند شرایط انباشته‌شدن هیدروکربن را فراهم کند (رضایی، ۱۳۸۰).

۱-۴ سابقه مطالعات انجام شده:

برای تفسیر بی‌هنجاری‌های گرانی دو روش وجود دارد:

-مدل‌سازی بی‌هنجاری‌هایی که دارای چگالی ثابت و شکل هندسی متغیر مانند کره استوانه منشور و ... باشند. که وارون‌سازی ضخامت حوزه‌های رسوبی بیشترین کاربرد در مسائلی که در آن تغییرات چگالی به عنوان یک تابع عمق می‌باشد (اولدنبرگ، ۱۹۷۴، پدرسون، ۱۹۷۷، چای و هینز، ۱۹۸۸، ریمر و فرگوسن، ۱۹۸۹، گوسپی، ۱۹۹۰). این مدل‌سازی‌ها می‌تواند هم در فضای واقعی و

هم در فضای بسامد با استفاده از تبدیل فوریه انجام گیرد. تالوانی و اوینگ (۱۹۶۰)، ال چلبی (۱۹۷۲)، تانر (۱۹۶۷) و پدرسون (۱۹۷۷) مثال‌هایی از این روش را در فضای دامنه مطرح کردند. بهاتاچاریا (۱۹۷۸) و پدرسون (۱۹۷۹) برای تفسیر داده‌های میدان پتانسیل از روش فوریه استفاده کردند. اولدنبرگ (۱۹۷۴) و بهاتاچاریا و لی (۱۹۷۵) هم این روش را در فضای بسامد بکار بردند. مدل‌هایی که دارای هندسه ثابت و توزیع چگالی متغیر می‌باشند که موتل و موتلوا (۱۹۷۲) از یک برنامه‌ریزی خطی برای تفسیر این مدل‌ها استفاده نمودند. گرین (۱۹۷۵) از فاکتور کمینه وزن داده‌شده با کمک روش‌های جانبی برای وارون‌سازی داده‌های گرانی‌سنجی استفاده نمود. جکسون (۱۹۷۹) استفاده از اطلاعات قیاسی را برای این منظور بکار برد. روش وارون‌سازی فشرده که توسط لاست و کوبیک در سال ۱۹۸۳ ارائه شده‌است با بیشینه کردن فشرده‌گی یا کمینه کردن حجم و با استفاده از روند تکرار به وارون‌سازی داده‌ها می‌پردازد.

پراکاربردترین مدل‌های هندسی ریاضی برای مدل‌سازی دو بعدی سنگ بستر عبارتند از مدل جمع منشوری دوبعدی (۱۹۶۰) و مدل دوبعدی نامنظم تالوانی (۱۹۵۹) و مدل‌های هندسی ریاضی برای مدل‌سازی سه بعدی سنگ بستر عبارتند از مدل سه‌بعدی نامنظم تالوانی (۱۹۶۰) و مدل جمع منشوری سه‌بعدی، پلاف (۱۹۷۶). در مدل جمع منشوری سه‌بعدی وارون‌سازی آنومالی‌های گرانی‌سنجی سریع‌تر بوده و مشکلات مربوط به مدل تالوانی را ندارد، راتو و همکاران (۱۹۹۹)، لی و همکاران (۱۹۹۸) دو روش به منظور وارون‌سازی سه‌بعدی داده‌های گرانی‌سنجی ارائه کردند. گالاردو و همکاران (۲۰۰۳) با ترکیب داده‌های گرانی با دیگر داده‌های ژئوفیزیکی الگوریتمی به منظور وارون‌سازی همزمان داده‌های گرانی‌سنجی و مغناطیسی ارائه کردند.

۱-۵ ضرورت و هدف تحقیق:

تاقدیس لاورستان اگرچه هم اکنون اطلاعات ساختاری دقیقی از آن در دسترس نیست ولی در مورد پهنه آن منطقه می‌توان گفت در گذشته دور به دلیل وجود منابع هیدروکربوری مورد

بررسی‌های دقیق زمین‌شناسی قرار گرفته است و مطالعات انجام‌شده روی این پهنه توسط شرکت ملی نفت ایران و شرکت توتال و بیشتر به منظور دستیابی به ذخایر نفتی بوده‌است. هدف اصلی این پژوهش مدل‌گذاری بر اساس داده‌های گرانی‌سنجی و در نهایت ارائه مدل عمقی دو بعدی بر مبنای اندازه‌گیری‌های میدان پتانسیل و باتوجه به مطالعات زمین‌شناسی و سایر اطلاعات ژئوفیزیکی است.

۱-۶ ساختار پایان‌نامه:

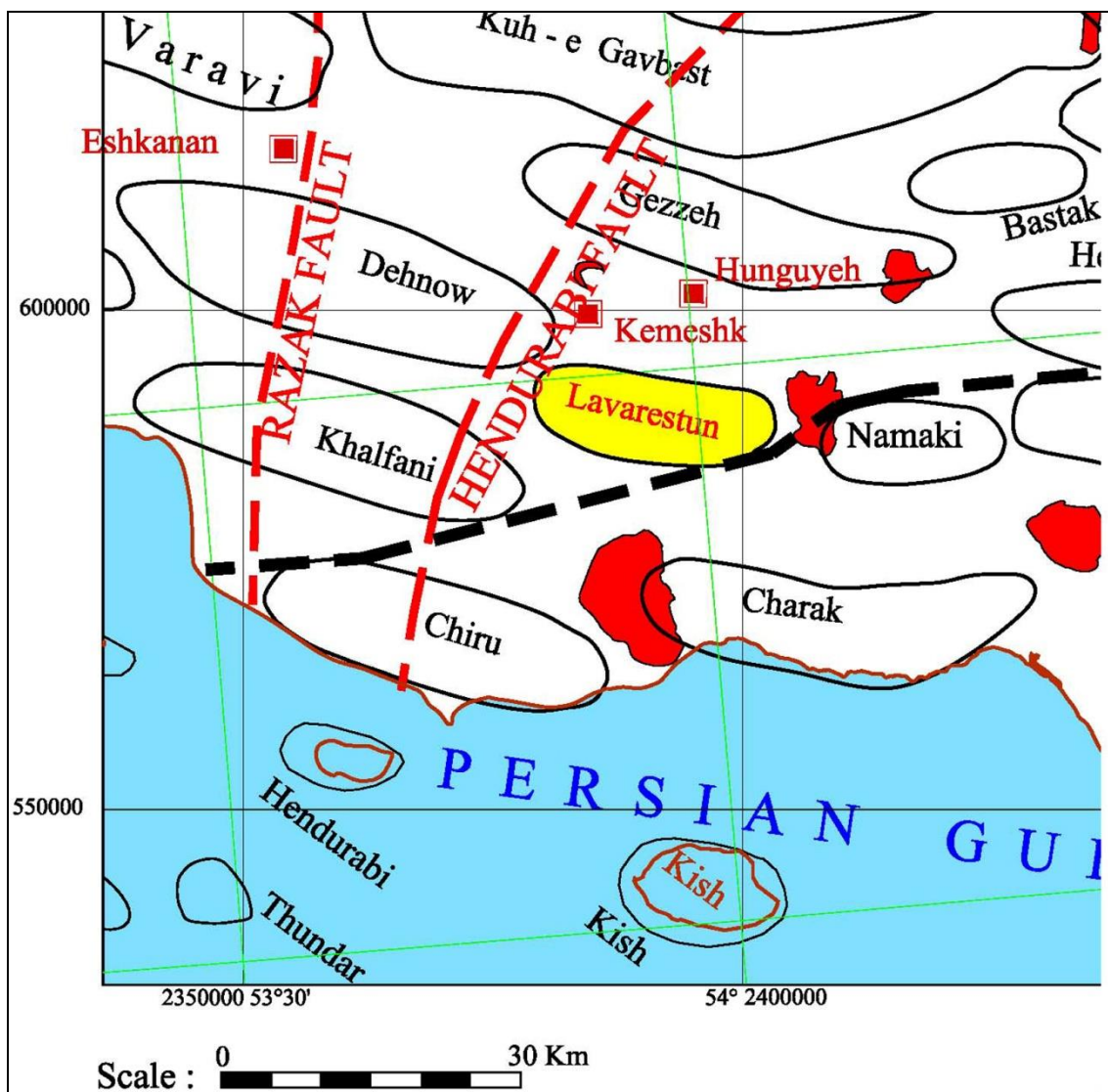
این پایان‌نامه شامل پنج فصل است. در فصل اول کلیاتی از علم ژئوفیزیک و اکتشافات، سابقه مطالعات انجام‌شده و ضرورت و اهداف تحقیق ارائه شده است. در فصل دوم موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه، معرفی شده است. در فصل سوم مراحل کار در اکتشافات گرانی‌سنجی شامل عملیات، پردازش و تعبیر و تفسیر اطلاعات شرح داده شده است و فصل چهارم انجام این مراحل روی منطقه را نشان می‌دهد. در نهایت جمع‌بندی، نتایج و پیشنهادات در غالب فصل پنج ارائه می‌شود.

فصل دو: موقعیت

جغرافیایی و زمین شناسی

۱-۲ موقعیت جغرافیایی منطقه

تاق‌دیس لاورستان در جنوب خاوری کمر بند چین خورده رانده زاگرس و در ایالت زمین‌ساختی فارس ساحلی قرار گرفته که وسعتی حدود ۴۵۰ کیلومترمربع را به خود اختصاص داده‌است و بطور میانگین اختلاف ارتفاعی در حدود ۱۰۵۰ متری از سطح دریا را دارد.



شکل (۱-۲): موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه (سیف، ۱۳۹۰)

این منطقه در محدوده‌ای بین ۵۳ درجه و ۴۶ دقیقه الی ۵۴ درجه و ۱۰ دقیقه طول خاوری و بین ۲۶ درجه و ۵۴ دقیقه الی ۲۷ درجه و ۲ دقیقه عرض شمالی واقع است.

تاقدیس لاورستان از باختر به تاقدیس دهنو و گسل هندورابی و از خاور به گنبدنمکی و از شمال به تاقدیس گزه و از جنوب به تاقدیس خلفانی و سواحل شمالی خلیج فارس محدود می‌شود (معمدی و همکاران، ۱۳۸۸).

۲-۲ راه‌های دسترسی:

تاقدیس لاورستان در استان هرمزگان واقع شده و کوه داربست و کمشک و رودخانه شور در یال شمالی تاقدیس لاورستان از عوارض شناخته‌شده منطقه به حساب می‌آید. این تاقدیس در نزدیکی شهرستان بندر لنگه واقع است و کوه داربست و کمشک و رودخانه شور در یال شمالی تاقدیس لاورستان از عوارض شناخته‌شده منطقه به حساب می‌آید.



شکل (۲-۲): موقعیت راه‌های دسترسی (سیف، ۱۳۹۰)

۲-۳ زمین‌شناسی منطقه:

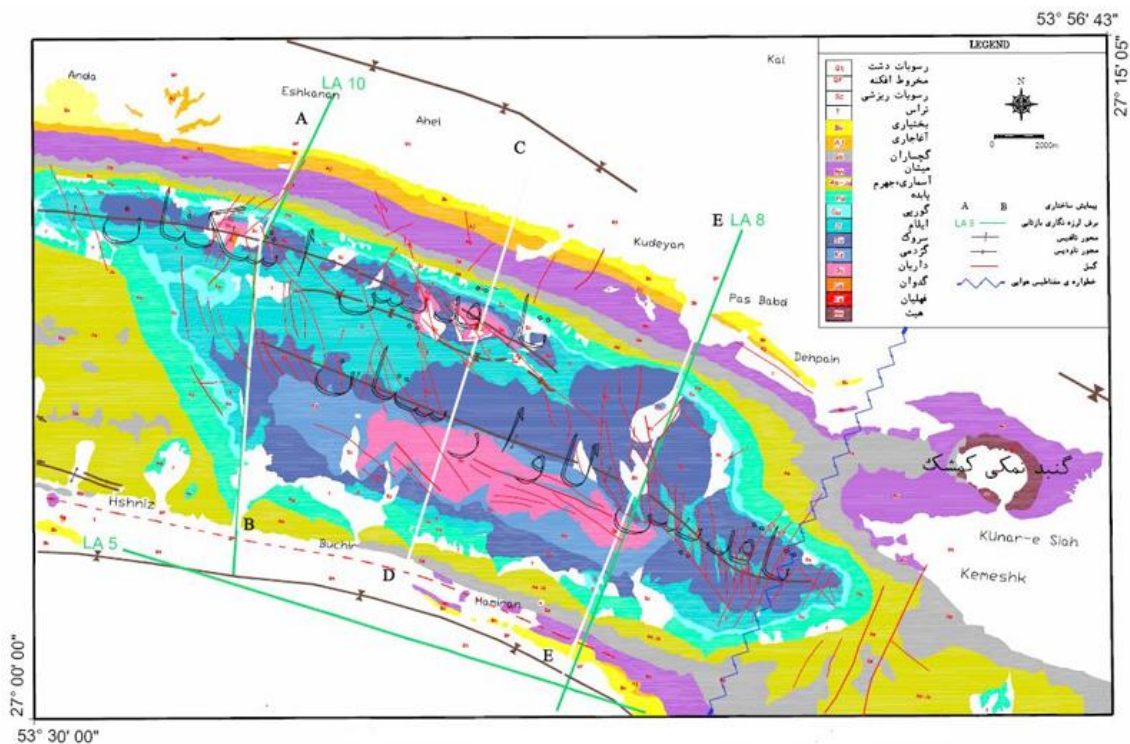
تاقدیس لاورستان در بخش چین‌خورده ساده از کمربند چین‌خورده-رانده زاگرس قرار دارد. راستای عمومی این تاقدیس تا حدودی شمال باختری و جنوب خاوری می‌باشد که البته بسیار نزدیک به راستای شرقی غربی دیده می‌شود. این تاقدیس در منطقه فارس ساحلی قرار داشته و شیب یال جنوبی آن به نسبت کمتر از یال شمالی تاقدیس می‌باشد. که به طبع پهنه گسترده‌گی تاقدیس در یال شمالی کمتر از یال جنوبی آن می‌باشد. شیب یال شمالی ۳۰ الی ۶۰ و شیب یال جنوبی ۱۰ الی ۳۰ درجه می‌باشد. بنابراین تاقدیسی نامتقارن با تمایل نسبت به شمال است. گسل‌های فراوانی در پهنه این تاقدیس وجود دارد که عمدتاً گسل‌های عادی روی منطقه لولای تاقدیس می‌باشد. همچنین وجود گنبدنمکی در بخش خاوری تاقدیس گسل‌های رانده، شکستگی‌ها و به هم‌ریختگی ساختاری بسیاری در اطراف خود پدید آورده است.

اطلاعات مغناطیس‌هوایی و چینه‌شناسی منطقه‌ای نشان می‌دهد که سطح فعلی پی‌سنگ زاگرس بسیار ناهموار بوده و توپوگرافی پیچیده‌ای داشته و گسل‌های کشش متعددی بر نقاط مختلف آن تاثیر گذاشته است که آثار آن در سطح و یا نزدیک به سطح زمین به صورت راندگی ظاهر می‌شوند. همچنین گسل هندورابی با راستای شمالی جنوبی در نزدیک بخش باختری تاقدیس تغییرات پیچیده‌ای در ساختمان کلی و زمین‌ساختی تاقدیس ایجاد کرده است. شکل پی‌سنگ در شکل‌گیری تاقدیس موثر بوده، (Comby 1977) ادعان می‌دارند که قوس فارس در اثر عملکرد دو گسل شمالی و جنوبی زندان در خاور و گسل کازرون در باختر است و در عین حال قشر رسوبی در فارس بر روی قطعات متحرک پی‌سنگ شناور است و در اثر فشردگی این قطعات بر روی یکدیگر رانده شده و کوتاه‌شدگی حاصل نموده‌اند در نتیجه تاقدیس‌های طولی به وجود آمده‌اند که بر انتهای نیروی فشارش عمود هستند اما (Falcon 1969) معتقد است که کمان فارس به علت بیرون رانده شدن کمربند چین‌خورده به وسیله دگرگونی سیرجان با حداکثر ارتفاع است. خط راندگی زاگرس نسبت به لبه جنوب - باختری حد تاقدیس‌ها مستقیم است ولی این حد اخیر سینوسی است و علت آن است

که پی‌سنگ در زیر خلیج فارس و زاگرس از قطعاتی با مقاومت مختلف تشکیل شده و این اختلاف مقاومت در حین رانده‌شدگی به طرف راندگی موجب بروز بلندی‌ها و فروافتادگی‌ها گردیده‌است (سیف، ۱۳۹۰).

۲-۴ چینه‌شناسی:

در تاق‌دیس لاورستان به جز گنبد نمکی واقع در خاور آن قدیمی‌ترین سازند رخنمون‌یافته به سن کرتاسه است، لذا تمام سازندها رخنمون سنی از کرتاسه تا کواترن دارند. این رسوبات شامل سازند گورپی، پابده، جهرم، آسماری، گچساران، گروه فارس، سازند بختیاری و رسوبات عهد حاضر می‌باشد.



شکل (2-3): نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه (باقری، ۱۳۸۴)

۲-۴-۱ افق مخزنی دهرم:

از نظر سن قدیمی‌ترین سنگ مخزن‌های هیدروکربوری شناخته شده در زاگرس متعلق به پرمین می‌باشند. گروه دهرم به سه سازند تقسیم می‌شود: سازند ماسه سنگی فراقان، سازند کربناتی دالان و سازند آهکی کنگان، مخازن عظیم ایران در سنگ مخزن دالان، به همراه سازند کنگان قرار دارند.

تخلخل در سازند دالان به صورت بین دانه‌ای می باشد. رسوبات تریاس در فارس و خلیج فارس با رخساره کربناتی تبخیری سازند کنگان و دشتک مشخص می‌شود، سازند آهکی کنگان به صورت ناهمساز (به صورت ضعیف) بر روی سازند دالان واقع می‌شود. رسوبات این سازند متعلق به محیط دریایی کم‌عمق و پرانرژی است و از تخلخل اولیه بالایی برخوردار بوده است، به طوری که از زمره سنگ‌های مخزنی پرتوان به حساب می‌آید.

این سازند حدود ۷۰۰ متر ضخامت دارد، ولی این ضخامت به سوی جنوب خلیج فارس به صورت ناحیه‌ای کاهش می‌یابد و به صورت محلی نیز در راس تاقدیس‌ها با افزایش یا کاهش ضخامت همراه است (مطیعی، ۱۳۷۲).

۲-۴-۲ سازند بختیاری

این سازند مرکب از کنگلومرا با قلوه‌هایی به قطر حداکثر ۳۰ سانتیمتر و غالباً از جنس سنگ آهک وچرت در زمینه‌ای از سیلت و ماسه همراه با عدسی‌هایی از ماسه‌سنگ کنگلومرایی و ماسه‌سنگ درشت‌دانه می‌باشد. سازند بختیاری غالباً بطور دگرشیب زاویه‌دار بر روی سازندهای قدیمی‌تر قرار دارد در ناحیه مورد مطالعه سازند بختیاری با سن پلیوسن به‌صورت دگرشیب روی سازند آغاچاری قرار گرفته است (جنووری و همکاران، ۱۹۷۶).

۳-۴-۲ سازند آغاچاری

این سازند دارای ضخامتی حدود ۶۰۰ متر بوده و از ماسه‌سنگ‌های دانه‌ریز تا دانه‌درشت که در قسمت‌های فوقانی دانه‌درشت‌تر می‌شود همراه با لایه‌هایی از مارن سبز خاکستری رنگ و گاهی شیل تشکیل گردیده‌است. ماسه‌سنگ‌های سازند آغاچاری در این منطقه کمی آهکی بوده و ریپل‌مارکی است. و گاهی دارای چینه‌بندی مورب. در یال جنوبی عسلویه شرقی به علت قرارگرفتن بلافصل دریا سازندهای بختیاری و آغاچاری بوضوح مشاهده نمی‌شوند ولی در یال شمالی ضخامت قابل ملاحظه‌ای

دارد. حد پائینی سازند آغاچاری بوسیله طبقات قرمز رنگ که در قسمت تحتانی سازند آغاچاری وجود دارد از سازند میشان متمایز می‌گردد این مرز بصورت هم‌شیب است. این سازند مربوط به دوره میوسن می‌باشد (جنووری و همکاران، ۱۹۷۶).

۴-۴-۲ سازند میشان

این سازند مربوط به دوره میوسن تحتانی - میانی می‌باشد و شامل سنگ‌آهک‌های رس‌دار گاهی ماسه‌ای همراه با مارن‌های خاکستری تا سبز خاکستری و کمی سیلتسون می‌باشد. در بخش تحتانی این سازند لایه‌هایی از سنگ‌آهک‌های دانه‌درشت ضخیم لایه با فسیل‌های صدفی شکسته دو کفه‌ای‌ها وجود دارد که به بخش گورپی موسوم است. این سازندها هم‌شیب در زیر سازند آغاچاری واقع گردیده و ضخامت آن حدود ۳۰۰ متر است (جنووری و همکاران، ۱۹۷۶).

۵-۴-۲ سازند گچساران

ضخامت این سازند ۱۵۰ متر می‌باشد. سازند گچساران در بخش پائینی از سنگ‌آهک‌های گچی رس‌دار صورتی متمایل به خاکستری رنگ و کمی سنگ‌رس قرمز تشکیل شده‌است (بخش چمپه) تبدیل می‌شود و در قسمت‌های میانی و فوقانی به مارن خاکستری و آهک‌رسی با فسیل (بخش مول) تبدیل می‌گردد. بخش‌های مول و چمپه از سازند گچساران در این منطقه توسعه‌یافته ولی اثری از بخش چهل مشاهده نمی‌شود. سن این سازند میوسن تحتانی می‌باشد (جنووری و همکاران، ۱۹۷۶).

۶-۴-۲ سازند آسماری

این سازند مربوط به دوره الیگوسن بوده و از سنگ‌آهک‌های ضخیم‌لایه تا گاهی توده‌ای با رنگ خاکستری متبلور نومولیت‌دار تشکیل شده‌است. ضخامت سازندهای آسماری و جهرم روی هم حدود ۵۰۰ متر می‌باشد سطح فوقانی این سازند به‌صورت دگرشیب فرسایش با لایه‌های گچساران، با لایه

نازکی از چرت قهوه‌ای تا قرمز قرار گرفته و سطح تحتانی آن بطور هم‌شیب با سازند جهرم قرار دارد (جنووری و همکاران، ۱۹۷۶).

۲-۴-۷ سازندهای پابده - گورپی

سازند پابده از مارن‌های خاکستری و کمی شیل و لایه‌های نازک سنگ آهک‌های رس‌دار تشکیل شده‌است. سازند گورپی از مارن‌های آبی متمایل به خاکستری تیره و سنگ‌آهک‌رس‌دار نازک‌لایه تشکیل گردیده‌است. جدا نمودن این دو سازند از یکدیگر مشکل است و ضخامت این مجموعه حدود ۱۲۵ متر می‌باشد سن این دو سازند پالتوسن - مایستریشتین است.

۲-۴-۸ گروه بنگستان

الف: سازند سروک

این سازند دارای سن سنومانین است و از دو بخش تشکیل شده‌است. بخش پائینی سازند سروک از سنگ‌های آهکی رس‌دار خاکستری و قهوه‌ای ریزدانه و آهک‌دار و به صورت لایه‌های ضخیم تا توده‌ای دارای میکروفسیل تشکیل شده‌است. این سنگ‌آهک‌ها را بخش مدود می‌نامد. بخش فوقانی سازند سروک که می‌توان بطور احتمال آنرا بخش احمدی خواند در اکثر نقاط این تاقدیس به صورت پوشیده از واریزه‌ها می‌باشد بطوری‌که نمونه‌برداری از آنرا مشکل می‌سازد. ضخامت این سازند در این تاقدیس حدود ۷۰ متر است (جنووری و همکاران، ۱۹۷۶).

ب: سازند کژدمی

سازند کژدمی که مربوط به دوره آلبین می‌باشد از شیل‌های نرم و قهوه‌ای شکلاتی و لایه‌های آهکی قهوه‌ای رس‌دار، با فسیل‌های ماکروسکپی و میکروسکپی فراوان آمونیت، براکیوپود، اوربی تولینا، خارپوستان و غیره تشکیل شده‌است. ضخامت این سازند در تاقدیس عسلویه شرقی حدود ۵۰ متر است و قسمت زیرین آن به رنگ قرمز تا ارغوانی می‌باشد که علت آن وجود دگرشیمی بین سازند کژدمی و

سازند داریان است. در این دگرشیبی نودل‌های آهن اکسیده شده مشاهده می‌شود (جنووری و همکاران، ۱۹۷۶).

۲-۴-۹ گروه خامی

الف: سازند داریان

این سازند که بطور دگرشیب در زیر سازند کژدمی قرار گرفته است مربوط به دوره آپسین بوده و دارای ضخامتی حدود ۹۳ متر بوده و از سنگ‌آهک‌های ضخیم‌لایه به رنگ قهوه‌ای روشن تا خاکستری و دارای فسیل تشکیل گردیده است. در سطح فوقانی این سازند نودل‌های چرت و دانه‌های آهن وجود دارد که نماینده سطح دگرشیبی است (جنووری و همکاران، ۱۹۷۶).

ب: سازند گدوان

این سازند مربوط به دوره بارمین بوده و از سنگ‌های آهکی رس‌دار خاکستری و شیل خاکستری پیریت‌دار و فسیل‌دار تشکیل گردیده است. ضخامت این سازند در یال جنوبی تاقدیس عسلویه شرقی حدود ۴۰ متر اندازه‌گیری شده است. سازند گدوان در اکثر نقاط این ناحیه رخنمون خوبی نداشته و غالباً قسمتی از آن توسط واریزه‌های موجود پوشانیده شده است (جنووری و همکاران، ۱۹۷۶).

ج: سازند فهلیان

سازند فهلیان از سنگ‌های آهکی میکرویتی زرد کم رنگ تا نخودی تشکیل شده است که دارای فسیل می‌باشد این سنگ‌آهک‌ها خرد شده و دارای تخلل نسبتاً زیاد می‌باشد. ضخامت این سازند در یال جنوبی تاقدیس عسلویه شرقی حدود ۱۴۶ متر می‌باشد. سازند فهلیان دارای لایه‌بندی بسیار منظم و گاهی ضخیم لایه نیز می‌باشد. این سازند مربوط به دوره نئوکومین است (جنووری و همکاران، ۱۹۷۶).

۲-۴-۱۰ سازند نمکی هرمز:

نام این سازند از جزیره هرمز در مدخل خلیج فارس (تنگه هرمز) گرفته شده است. با توجه به مجموعه‌ی سنگ‌های تبخیری و ماگمایی گنبد‌های نمکی نام هرمز را می‌توان به تمامی مجموعه

درهم سنگ نمک و سنگ‌های رسوبی و آذرین همراه که در ساخت جزیره هرمز نقش داشته‌اند اطلاق نمود. ضخامت نمک هرمز در نقاط مختلف متفاوت است. مشکل اساسی در تخمین ضخامت نمک‌ها، نبودن یک رخنمون کامل، تغییر در ضخامت و وضعیت طبقات رویی به سبب تحولات ساختمانی و نارسا بودن داده‌ها در نقشه‌ی پی‌سنگ مغناطیسی است (مطیعی، ۱۳۷۲).

۲-۵ پی‌سنگ:

پی‌سنگ زاگرس در هیچ نقطه‌ای از این منطقه رخنمون ندارد و تاکنون در هیچ چاه نفتی یا گازی نیز به آن برخورد نشده‌است. اعتقاد کلی بر آن است که پی‌سنگ زاگرس ادامه شمال-شمال خاوری سپر نوبی-عربی است که از شمال خاور آفریقا وارد حجاز شده در باختر این سرزمین رخنموده و سپس در خاور عربستان به زیر رسوبات فرورفته و با شیبی بسیار ملایم، در زیر حوضه زاگرس قرار می‌گیرد. اطلاعات مغناطیس‌هوایی و چینه‌شناسی منطقه‌ای نشان می‌دهد که سطح فعلی پی‌سنگ زاگرس بسیار ناهموار بوده و توپوگرافی پیچیده‌ای داشته و گسله‌های کششی متعددی بر نقاط مختلف آن تاثیر کرده است که آثار آن‌ها در سطح و یا نزدیک سطح زمین به صورت راندگی ظاهر می‌شود (مطیعی، ۱۳۷۲).

فصل سه: اکتشافات

گرانی سنجی

۱-۳ روش گرانی سنجی در اکتشافات

روش گرانی سنجی جز اولین روش‌های اکتشافی و مطالعاتی در زمین‌شناسی و اکتشاف می‌باشد. اساس روش گرانی سنجی مبتنی بر اندازه‌گیری بی‌هنجاری ایجاد شده در میدان جاذبه (گرانی) زمین است که معمولاً در اثر وجود نهشته‌های بی‌هنجار (مناطق با تباین چگالی) ایجاد می‌گردد به طور کلی این روش در شناسایی موقعیت جرم‌های آنومالی گسترش آنومالی و شناسایی لبه‌های بی‌هنجاری، شناسایی گسل‌ها و ... کاربرد اکتشافی و مطالعاتی دارد.

در ابتدا روش گرانی سنجی برای مکان‌یابی گنبد‌های نمکی در امریکا و مکزیک و بعدها برای یافتن ساختارهای زمین‌شناسی زیرسطحی از جمله تاقدیس‌ها در جنوب غرب امریکا بکار می‌رفته است. این روش به دلیل اختلاف دانسیته بین ساختارهای حاوی مواد هیدروکربوری و تشکیلات اطراف، با سرعت نسبتاً زیاد و هزینه کم، به شناسایی این ساختارها و تعیین عمق و وسعت حوزه رسوبی مورد نظر می‌پردازد. به طوری که در برخی موارد تنها بوسیله این روش می‌توان محل حفاری را معین نمود (دوبرین وساویت، ۱۹۸۸).

در روش گرانی سنجی با توجه به اینکه چگالی غالب سنگ‌های رسوبی کمتر از سنگ بستر است می‌توان مرز بین آن‌ها و ضخامت کل سنگ‌های رسوبی را مشخص نمود ولی از معایبی که می‌توان به این روش نسبت داد این است که در روش‌های اکتشاف گرانی سنجی، تغییرات سطحی میدان گرانی زمین به تغییرات عرضی و عمقی سنگ‌های زیرسطحی ربط داده می‌شود و چشمه مسبب بی‌هنجاری گرانی عبارت است از هرواحد سنگی که دارای چگالی متفاوت از محیط اطراف خود است. جاذبه گرانی چشمه موجب به هم ریختگی به عنوان بی‌هنجاری گرانی تعریف می‌شود بنابراین تعداد زیادی از منابع زیرسطحی با اشکال مختلف، ضخامت‌ها و اعماق مختلف می‌توانند آنومالی‌های یکسانی را نشان دهند. برای مثال در مقیاس کوچک می‌توان برجستگی مدفون پی سنگ در زیر رسوبات و در مقیاس بزرگ، بی‌هنجاری ناشی از گنبدنمکی و پلوتون گرانی‌تی در یک حوزه رسوبی را نام برد در این حالت

برای افزایش اعتبار و تعبیر و تفسیر مطمئن تر از اطلاعات کیفی زمین شناسی بهره گرفته و در برخی موارد اطلاعات حاصله از کارهای لرزه ای و گرانی بصورت ترکیبی مفید واقع می شوند (بوت، ۱۹۶۰)

۳-۲ مراحل کار در اکتشافات گرانی سنجی:

۳-۲-۱ عملیات گرانی سنجی:

عملیات گرانی سنجی عبارت است از تشخیص عوارض و ساختارهای درونی زمین توسط آشکارسازی تباین چگالی بین ساختارهای درونی که ناشی از اختلاف چگالی وهم ناشی از اختلاف عمق ساختارها می باشد. امروزه عملیات گرانی سنجی در خشکی، دریا، هوا، داخل چاه و معادن زیرزمینی قابل انجام است. بنابراین به طبع محیط برداشت داده گرانی، شاخه های مختلف عملیات گرانی سنجی به مانند گرانی سنجی زمینی، هوایی، دریایی و زیرزمینی وجود دارد. پیمایش گرانی سنجی زمینی بصورت ایستگاهی و اغلب بصورت برداشت با شبکه منظم صورت می گیرد. جهت اندازه گیری میدان گرانی از دستگاهی بنام گرانی سنج استفاده می گردد که با حساسیت بالای خود میدان گرانی را در هر نقطه اندازه گیری می نماید. فاصله ایستگاهها از چند متر تا چند کیلومتر می تواند بنا به اهداف مطالعه متغیر باشد و پروفیلها طوری طراحی می شوند که بر راستای بی هنجاری عمود باشند. برداشت گرانی سنجی زمینی برای مطالعات ژئودزی، مطالعات پوسته، اکتشافات منابع هیدروکربوری و اکتشاف منابع معدنی انجام می شود (فدی و رپولا، ۱۹۹۹).

در ژئوفیزیک کاربردی معمولاً اندازه گیری میدان گرانی مطلق مورد علاقه نیست. برای اهداف اکتشافی و حتی مطالعه پوسته اندازه گیری مقدار نسبی گرانی که اختلاف میدان گرانی نقطه مشاهده نسبت به یک نقطه مرجع است، کافی است.

گرانی سنج، میدان گرانی را در هر نقطه اندازه گیری می نماید و داده های خامی که بدین صورت اندازه گیری شوند بصورت داده های خام مورد تصحیح و پردازش قرار می گیرند.

۳-۲-۲ پردازش های اولیه و آماده سازی:

پس از برداشت داده‌ها، پردازش اولیه صورت می‌پذیرد که شامل کاهش داده‌ها و اعمال تصحیحات است. از آنجایی که داده‌های اندازه گیری شده حاصل از تمام اجرام موجود در زمین و تحت تاثیر عوامل مختلفی از جمله توپوگرافی منطقه، عرض جغرافیایی، اثرات حاصل از چرخش زمین و... می‌باشد. بایستی اثرات این عوامل را با اعمال تصحیحات مختلف از روی داده‌های میدان پتانسیل حذف نموده و به حداقل رساند تا داده‌های آنومالی شامل طیفی از اثرات منابع زمین‌شناسی منطقه روی یک سطح افقی مبنا باقی بمانند (بلیکلی، ۱۹۹۶).

۳-۲-۳ تعبیر و تفسیر اطلاعات:

پس از برداشت داده‌ها، پردازش اولیه صورت می‌پذیرد. تفسیر را می‌توان به دو دسته کیفی و کمی تقسیم نمود. در تفسیر کیفی هدف بررسی آنومالی‌های گرانی بدست آمده با توجه به تغییر شکل آنومالی در ازای اعمال فیلترهای مختلف می‌باشد. روش‌های برازش چندجمله‌ای، تبدیلات فوریه، فیلترهای بالاگذر و پایین گذر، ادامه فراسو و فرسوسو، مشتقات، سیگنال تحلیلی و ... جزو روش‌های تفسیر کیفی است.

با پیشرفت علوم کامپیوتر و کاربرد گسترده‌ی آن در ژئوفیزیک امروزه اهداف اکتشافات ژئوفیزیکی و تفسیر اطلاعات از حیثه کیفی فراتر رفته و عموماً به تفسیر کمی منجر می‌شود. مرحله تفسیر کمی شامل تفکیک آنومالی‌ها و انجام مدل‌سازی بر روی بی‌هنجاری‌های امیدبخش به منظور تعیین پارامترهای هندسی آن‌ها می‌باشد. در مرحله تفسیر کیفی هدف این است که با استفاده از نتایج جداسازی آنومالی‌ها و مدل‌سازی، اصول زمین‌شناسی و دانش حاکم بر خصوصیات و ویژگی‌های فیزیکی لیتولوژی‌های مختلف و مهمتر از همه اطلاعات زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه، نهایتاً مدل‌های فیزیکی به منابع زمین‌شناسی مولد آنها تفسیر گردند. در این ارتباط با استفاده از روش‌های مختلف مدل‌سازی (مستقیم-معکوس) می‌توان به صورت دوو سه بعدی مدل‌سازی اطلاعات میدان پتانسیل را انجام داد.

۳-۲-۳-۱. تفسیر کمی - تفکیک و آشکارسازی آنومالی‌ها:

میدان گرانی اندازه گیری شده، مجموعه ای از اثرات مربوط به ساختارهای با عمق و چگالی مختلف مربوط به محدوده مورد مطالعه یا اطراف آن را نشان می‌دهد. در واقع داده‌های برداشت شده در یک منطقه، طیفی از آنومالی محلی تا آنومالی‌های منطقه‌ای را شامل می‌شود (بلیکلی، ۱۹۹۶). تعریف منطقه‌ای یا محلی بودن آنومالی‌ها به صورت نسبی است، بدین معنی که با توجه به وسعت منطقه عملیاتی و نوع عملیات ژئوفیزیکی تعریف می‌شوند. بعنوان مثال ممکن است که یک اثر محلی در اکتشافات نفتی بعنوان یک اثر ناحیه ای در اکتشاف کرومیت محسوب شود. بنابراین تفکیک آنومالی‌ها با توجه به هدف اکتشافی صورت می‌گیرد (تلفورد و همکاران، ۱۹۹۱).

در نقشه میدان‌های پتانسیل، تاثیرات سنگ بستر با تغییرات خطی و ملایم مشخص می‌شوند. این اثرات خطی، آنومالی ناحیه‌ای نامیده می‌شود. آنومالی ناحیه‌ای دارای یک فرکانس فضایی پایین و طول موج بلند می‌باشند، در حالی که آنومالی‌های باقی‌مانده که مربوط به اجسام زیرسطحی کم‌عمق می‌شوند دارای فرکانس فضایی بالا و طول موج کوتاه می‌باشند (رینولدز، ۱۹۹۷).

در مطالعات ناحیه‌ای گرانی سنجی به منظور واضح تر شدن آنومالی‌های حاصله از اشکال بزرگ مقیاس (آنومالی‌های ناحیه‌ای) باید آنومالی‌های باقی‌مانده (حاصله از منابع زیرسطحی با گسترش جانبی محدود) را از روی آنومالی‌های مشاهده شده حذف نمود. برعکس، در کارهای اکتشافی گرانی و مغناطیس سنجی معمولاً آنومالی‌های ناحیه‌ای را به منظور خوب نمایان شدن آنومالی‌های باقی‌مانده از روی آنومالی‌های مشاهده شده حذف می‌نمایند (کلاگری، ۱۳۷۱).

جهت تفکیک آنومالی‌های میدان پتانسیل از روش‌های ترسیمی و تحلیلی مختلفی استفاده می‌شود. عملکرد ترسیمی تفکیک آنومالی‌ها کاستی‌هایی دارد. یکی از این کاستی‌ها، عدم کاربرد آن برای آنومالی‌های محلی می‌باشد که روند عمومی آن‌ها با روند عمومی منطقه موازی می‌باشد. بنابراین وقتی آنومالی‌های باقی‌مانده کاملاً واضح باشند، به طوری که روند عمومی آن‌ها از منحنی‌های منطقه‌ای کاملاً متمایز باشد، می‌توان از این روش استفاده کرد در غیر این صورت باید از روش پروفیل‌زنی در

چندین امتداد مختلف استفاده کنیم. همچنین برای آنومالی‌هایی که بی‌هنجاری باقی‌مانده آن‌ها حاصل تداخل چندین منبع سطحی باشند این روش غیر قابل استفاده خواهد بود (رینولدز، ۱۹۹۷).
روش‌های تحلیلی که بصورت متداول جهت تفکیک داده‌های گرانی سنجی بکار می‌روند عبارتند از: ۱- روش گریفین ۲- روش گسترش به بالا ۳- روش گسترش به پایین ۴- روش مشتق ۵- روش تحلیل روند سطحی.

۳-۲-۲-۳. تفسیر کمی - مدل‌سازی:

روش‌های موفق و متداول تعبیر و تفسیر آنومالی‌های گرانی و مغناطیس، نیاز به تکنیک‌های مدل‌سازی دارند؛ مدل فیزیکی حاصل از فرآیندهای مدل‌سازی با استفاده از اطلاعات زمین‌شناسی منطقه، به صورت مفهوم زمین‌شناسی تفسیرشده و به صورت کیفیت‌های فیزیکی بیان می‌شود تا بوسیله روش‌های محاسباتی مورد استفاده قرار گیرد. پس مدل‌سازی یکی از مهم‌ترین و حساس‌ترین مراحل تفسیر داده هاست، که جهت افزایش اطلاعاتی که از داده‌ها قابل استخراج است، انجام می‌شود و می‌تواند در صرف هزینه‌های کلان موثر واقع گردد. تکنیک‌های مدل‌سازی بین داده‌های مشاهده‌شده، تغییر خواص فیزیکی اجرام زیرسطحی مختلف و یا ناپیوستگی‌هایی که این تغییرات را بوجود آورده‌اند ارتباط برقرار کرده و پارامترهای فیزیکی و هندسی منابع زمین‌شناسی آنومالی‌ها را محاسبه می‌کند (بلیکلی، ۱۹۹۶).

پس از ترکیب اطلاعات زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه با خصوصیات و مشخصات آنومالی‌ها و تخمین اولیه پارامترهای مدل، یک مدل فیزیکی که در برگیرنده خصوصیات آنومالی است پیشنهاد شده و با تکنیک‌های مدل‌سازی به بهترین تطبیق با آنومالی مشاهده‌ای اصلاح می‌گردد.

مدل‌سازی داده‌های گرانی بسته به مورد بصورت دوبعدی و سه بعدی انجام می‌شود، وقتی که نمایش ساختمان‌های زمین‌شناسی توسط یک سری توده‌های دو بعدی که در یک جهت گسترش دارند معقول باشد، از سیستم محاسبات دوبعدی استفاده می‌شود. اگر نتوان تغییرات فیزیکی توده‌ای که

مدل سازی می شود را در یک جهت یکنواخت در نظر گرفت یا اینکه ساختارش به قدری پیچیده باشد که توسط توده های با شکل هندسی ساده تخمین زده نشود، ضروری است که محاسبات سه بعدی انجام شود. بصورت کلی سه روش مختلف جهت مدل سازی وجود دارد:

-گسترش داده ها و نمایش آن ها

-مدل سازی پیشرو

-مدل سازی معکوس

در اکثر این روش ها مدل سازی بصورت فرایندهای سعی و خطا و از طریق مقایسه میدان گرانی حاصل از مدل با آنومالی های گرانی باقیمانده یا مشاهده شده انجام می شود؛ چنانچه مقادیر محاسبه شده با مقادیر مشاهده شده برآزش نشود، مدل تغییر نموده و فرایند تا زمانی که برآزش کافی بین مقادیر محاسبه شده و مشاهده شده برقرار گردد ادامه می یابد (ابراهیم زاده اردستانی، ۱۳۸۹).

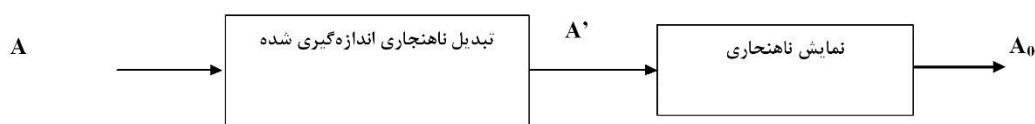
- گسترش داده ها و نمایش آن ها:

در واقع راه حل های تحلیلی که در مورد شکل های هندسی ساده بکار می روند که هیچ یک از شاخص های مدل محاسبه نمی شود، اما ناهنجاری به طریقی پردازش می شود تا بعضی مشخصات منشا واضح تر شده و در این روش تفسیر کلی آسان تر می شود.

A ناهنجاری اندازه گیری شده

A' ناهنجاری اندازه گیری تبدیل شده

A_0 ناهنجاری محاسبه شده

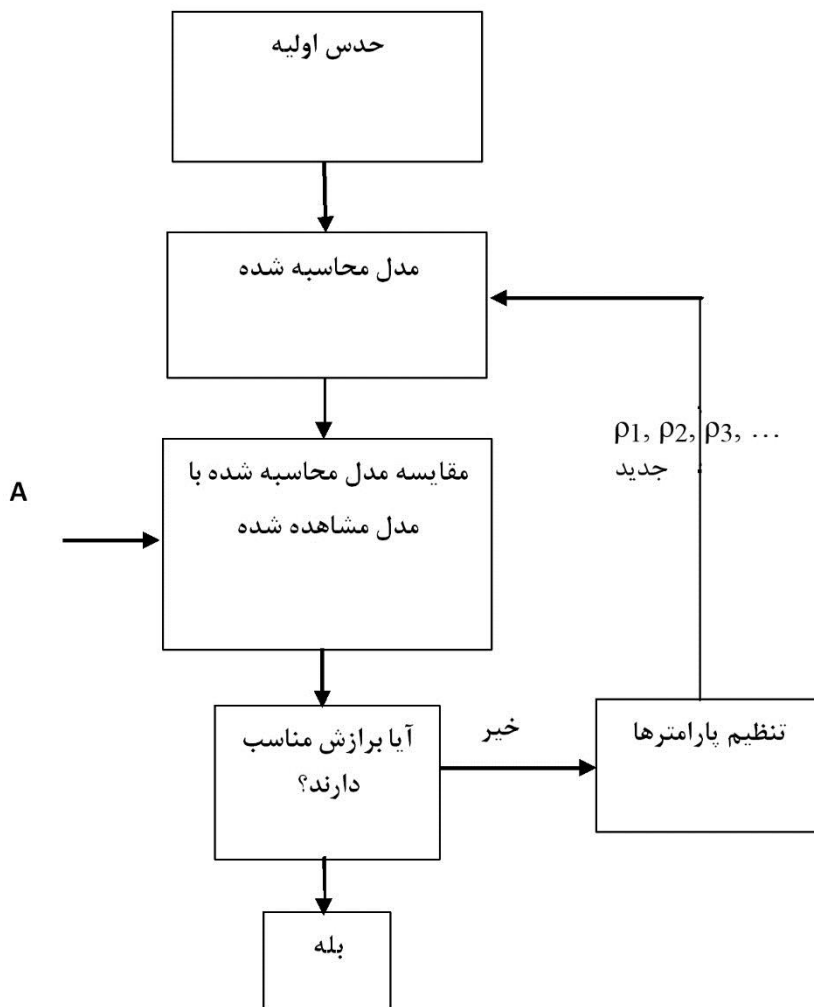


شکل (۳-۱): مدل سازی با گسترش داده ها و نمایش آن ها (بلیکلی، ۱۹۹۶)

- مدل سازی پیشرو:

در این روش یک مدل اولیه برای بی‌هنجاری گرانی بر اساس اطلاعات اولیه، شامل زمین‌شناسی و روش‌های تبدیلی فرض شده و اثر گرانی این مدل یا مدل‌های اولیه محاسبه شده و با آنومالی گرانی مشاهده‌ای مقایسه می‌گردد و پارامترهای مجهول مدل را آنقدر تغییر می‌دهیم تا بهترین برازش بین اثر گرانی مدل با آنومالی گرانی مشاهده‌ای بوجود آید؛ البته این تغییر شاخص‌ها می‌تواند بوسیله‌ی روش‌های محاسبه‌ی ایجاد اعداد اتفاقی نظیر مونت کارلو و الگوریتم ژنتیک نیز انجام شود. در این نوع مدل سازی محاسبه اثر گرانی مدل اولیه که اغلب بصورت اشکال هندسی منظم مانند مکعب، کره، استوانه افقی، استوانه قائم، صفحه قطع شده دوبعدی و غیره در نظر گرفته می‌شود؛ اولین مرحله است (ابراهیم زاده اردستانی، ۱۳۸۹).

مدل سازی پیشرو می‌تواند بصورت دستی یا بوسیله تکنیک‌های نیمه اتوماتیک انجام شود، کاهش خطا بصورت آزمون و خطا انجام می‌شود که فرایندی وقت‌گیر و خسته‌کننده است که گاهی با تغییر پارامترهای مدل هرگز نمی‌توان به برازش لازم بین داده‌ها ی اندازه‌گیری شده و محاسبه شده دست یافت، امروزه قدرت محاسبات سریع آنومالی‌ها توسط کامپیوتر، استفاده از روش‌های قدیمی را کاملاً منتفی کرده است. بدون شک این مدل سازی با معایبی نیز همراه است که در صورتی که مفسر عمل تطابق را هوشیارانه انجام دهد، مدل اعتبار زمین‌شناسی خود را حفظ خواهد کرد (مرادزاده و همکاران، ۱۳۸۵).



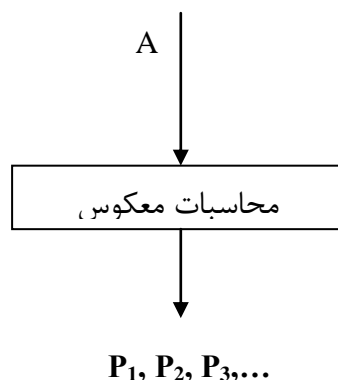
شکل (۳-۲): مدل سازی پیشرو (بلیکلی، ۱۹۹۶)

- مدل سازی معکوس یا وارون:

مدل سازی معکوس با استفاده از اطلاعات خود آنومالی انجام گیرد که در این صورت از داده‌های آنومالی توده‌ای که موثر است حرکت کرده و شکل مناسب جسم فراهم می‌شود، شرط اصلی فراهم نمودن این مسئله بستگی به پارامترهای هندسی جسم مزبور دارد، پس از تعیین مدل مناسب، آنومالی آن تعیین شده و با مقادیر مشاهده شده مقایسه می‌گردد مدل سازی وارون خود به دو نوع پارامتری و هموار تقسیم می‌شود.

مدل سازی وارون پارامتری در بررسی ساختارهای پیچیده می‌تواند نتایج دقیق تری از ساختارهای زیرزمینی ارائه دهد. در این روش زمین مورد مطالعه به ردیفی از المان‌های حجمی تقسیم می‌شود و

سپس با استفاده از روش تالوانی و اولینگ (۱۹۶۰) و با بهره‌گیری از روش‌های عددی اجزای محدود پاسخ مدل برای یک مدل اولیه محاسبه می‌گردد. با تکرار محاسبات و تغییر مرحله‌ای پارامترهای هندسی و فیزیکی مدل و با در نظر گرفتن خطای هدف، اختلاف گرانی محاسبه شده و اندازه‌گیری شده با استفاده از روش حداقل مربعات کمینه می‌شود.



شکل (۳-۳): مدل‌سازی معکوس (بلیکلی، ۱۹۹۶)

میدان پتانسیل تابع خطی از پخش جرم و چگالی است، در صورتی که برای سایر شاخص‌ها مانند عمق، ضخامت و یا شکل منشا، غیرخطی است. بستگی غیرخطی میدان پتانسیل به شاخص‌های مخصوصی از منشا، نسبت به تغییرات کوچک در آن شاخص‌ها به تقریب خطی است. برای مثال میدان گرانی مربوط به یک گروه منشور چند ضلعی را می‌توان در یک سری تایلر بر اساس تغییرات در محل مختصات چند ضلعی بسط داد. اگر تغییرات در مختصات کوچک باشند سری تایلر را باید محدود کرد و بستگی تابعی به این تغییرات خطی می‌شود. سپس یک الگوریتم را می‌توان تهیه کرد تا بهترین گروه منشورها برای یک ناهنجاری تعیین شود. شکل سطح مقطع منشورها به طور تکراری به مقدار کمی در روش‌های کمترین مربعات خطی تغییر داده می‌شود (متشرعی و زمردیان، ۱۳۸۶).

. اگر تعداد M پارامتر مجهول مدل زیرسطحی با بردار P نشان داده شود و مطابق فرمول زیر با تابع

غیرخطی F به کمیت اندازه‌گیری شده C (مانند تغییرات گرانی) مرتبط شود:

$$C = F(\bar{P}, \bar{X}) \quad (۲)$$

که در آن X بردار پارامتری معلوم مدل است.

با بسط سری تیلور مرتبه اول معادله غیرخطی (۲) به N معادله خطی با M مجهول تبدیل می‌شود (راهنمای مدل ویزن، ۲۰۰۳).

$$F = A \Delta P + \Delta \varepsilon \quad (3)$$

$$= F(P, X_i) - F(P_0, X_i) [\Delta F]_i \quad i = 1, \dots, N \quad (4)$$

که در آن P بردار پارامتر مجهول، P_0 حدس اولیه برای پارامترهای مجهول، X_i i امین پارامتر معلوم، $F(P_0, X_i)$ گرانی پیش‌بینی شده بر اساس حدس اولیه، $F(P, X_i)$ گرانی اندازه‌گیری شده، A_{ij} مولفه‌های ماتریس مشتقات جزئی F نسبت به پارامترهای مجهول، ε بردار خطا، ΔF اختلاف بین گرانی اندازه‌گیری شده و گرانی محاسبه شده از مدل اولیه و ΔP اختلاف بین پارامترهای مجهول و حدس اولیه این پارامترها است.

در مدل‌سازی معکوس هدف یافتن پارامترهای مجهول است، به نحوی که ΔF کمینه شود، روش‌های متفاوتی برای کمینه کردن تابع خطا وجود دارد که از جمله آن‌ها می‌توان به روش حداقل مربعات، روش شبه نیوتنی، روش گاوس-نیوتن و یا روش رگرسیون ریب (اینمن، ۱۹۷۵) اشاره کرد که این روش‌ها از نظر سرعت و دقت متفاوت‌اند.

تخمینی که با روش حداقل مربعات از ΔP اولیه به دست می‌آید بصورت زیر است (لوک و همکاران، ۱۹۹۶):

$$\Delta \bar{P} = (A^t A)^{-1} A^t \Delta F \quad (5)$$

که A^t ترانزپوز ماتریس است.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که وقتی $A^t A$ به وضعیت یگانه نزدیک می‌شود (مجو، ۱۹۹۴). اختلاف بین

$\Delta \bar{P}$ تخمین زده شده با ΔP اولیه شروع به بزرگ شدن می‌کند، برای جلوگیری از پیش‌آمدن این

وضعیت، از روش رگرسیون ریب بصورت زیر استفاده می‌شود:

$$(A^t A + KI)^{-1} A^t \Delta F = \Delta \bar{P}^* \quad (6)$$

I ماتریس یکانی و $K \geq 0$ است.

مقادیر ویژه ماتریس $(A^t A + KI)$ برابر با $(K\lambda_i^2 + 1)$ است. اضافه کردن پارامتر K به عناصر قطری ماتریس $A^t A$ باعث می شود که مقادیر ویژه کوچک در روش حداقل مربعات با فاکتور K در این روش افزایش یابند. این امر باعث می شود که معکوس ماتریس پایدارتر شود، بهترین مقدار برای K مقداری است که منجر به خطا می شود، این امر می تواند از راه آزمون و خطا میسر شود (هوارل و همکاران، ۱۹۷۰).

۳-۲-۳-۳ تفسیر کیفی:

تفسیر کیفی بر اساس هدف مورد نیاز بر روی نقشه های بوگه، ناحیه ای، باقی مانده انجام می شود. در این مطالعه مدل سازی بر روی نقشه آنومالی بوگه انجام شده است.

فصل چهار: پیمایش و

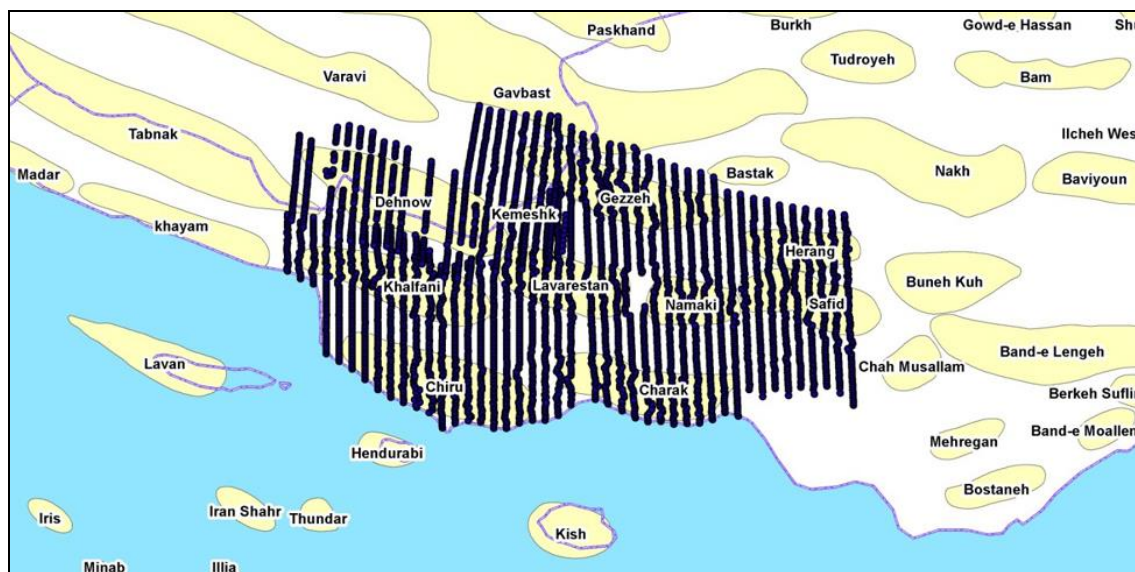
تعبیر و تفسیر اطلاعات

گرانی‌سنجی در تاقدیس

لاورستان

۱-۴ اندازه‌گیری‌های انجام‌شده در منطقه

۱-۱-۴ عملیات گرانی‌سنجی: پیمایش ژئوفیزیکی گرانی‌سنجی فارس ساحلی به منظور شناسایی گنبد‌های نمکی مدفون، عملکرد گسل‌ها و شناسایی ساختمان‌های محدوده فارس ساحلی در سال ۱۳۸۳ توسط شرکت ملی نفت ایران طراحی و برداشت شده است. یکی از ساختمان‌های مهم در این مطالعه ژئوفیزیکی، ساختمان لاورستان می‌باشد. بر روی این تاق‌دیس تعداد ۴۲۰۳ ایستگاه گرانی‌سنجی با شبکه‌بندی منظم (۲۵۰*۱۰۰۰ متر) برداشت شده‌است. عملیات گرانی‌سنجی به وسیله دستگاه Lacoste & Romberg انجام پذیرفته است. از مشکلات برداشت در این ناحیه توپوگرافی شدید و بعضاً صعب‌العبور می‌باشد که باعث گردید در پروژه فارس ساحلی از هلیکوپتر استفاده شود.

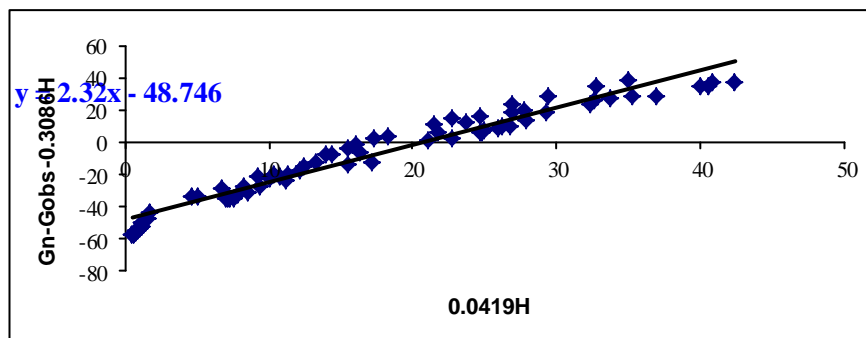


شکل (۱-۴): محدوده اندازه‌گیری‌های انجام‌شده در منطقه

۲-۱-۴ تخمین چگالی: در پروژه فارس ساحلی علاوه بر اندازه‌گیری‌های میدان پتانسیل از سازندهای موجود در این محدوده نمونه‌برداری شده و بر اساس بررسی‌های آزمایشگاهی مقدار چگالی این نمونه‌ها تعیین گردیده است. به منظور اعمال تصحیحات گرانی بر روی داده‌های برداشت شده و بدست آوردن بی‌هنجاری بوگه بایستی چگالی میانگین منطقه را تعیین نمود در این جا از روش

ترسیمی نتلتون و روش آماری پاراسنیس استفاده شده است. از هر دو روش نتیجه یکسانی بدست آمد (قمی و همکاران، ۱۳۸۳).

تخمین چگالی با استفاده از روش آماری پاراسنیس:



شکل (۲-۴): تخمین چگالی با روش پاراسنیس

نتیجه حاصل از این روش با روش نتلتون نیز تایید می‌گردد (قمی و همکاران، ۱۳۸۳).

۲-۴ پردازش و آماده‌سازی داده‌های گرانی‌سنجی:

در این مطالعه جهت پردازش و تفسیر کمی داده‌های میدان پتانسیل از نرم‌افزارهای Modelvision pro , Encome PA استفاده شده است. جهت استفاده از این نرم‌افزار ابتدا لازم است تا داده‌ها به صورت یک فرمت ورودی خاص تعریف شده در نرم‌افزار مرتب شوند تا قابل خواندن توسط نرم‌افزار گردند. باتوجه به این که داده‌های گرانی‌سنجی به صورت (X, Y, Z) در اختیار بود بنابراین تنها فرمت مناسب نرم‌افزار برای داده‌ها، فرمت نقطه‌ای می‌باشد. لذا داده‌ها را باتوجه به این فرمت مرتب نموده و داده‌های مرتب شده به صورت فایل Text ذخیره می‌گردند.

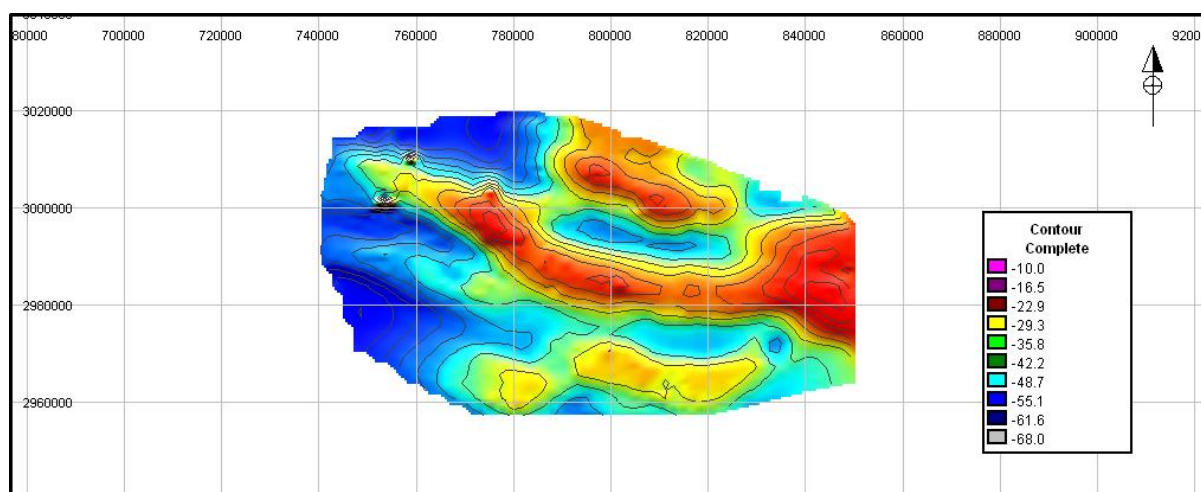
۳-۴ تعبیر و تفسیر اطلاعات گرانی‌سنجی منطقه لاورستان:

پس از اندازه‌گیری‌های صحرائی و پردازش اطلاعات، منحنی‌های بی‌هنجاری باید تفسیر گردد. به طور کلی از بررسی نقشه‌های بی‌هنجاری بوگه با استفاده از روش‌های مختلف فیلترینگ، تفسیر کیفی از اطلاعات به‌دست آمده حاصل می‌شود که غالباً نمایش آن بصورت نقشه‌های دوبعدی است.

۴-۳-۱ تفسیر کیفی:

۴-۳-۱-۱ نقشه آنومالی بوگه:

همانطور که در بخش‌های قبل اشاره شد پس از اعمال تصحیحات لازم گرانی‌سنجی مقادیر بی‌هنجاری بوگه برای اطلاعات برداشت شده به‌دست آمد. نقشه آنومالی بوگه منطقه لاورستان با فواصل خطوط تراز ۴ میلی‌گال توسط نرم‌افزار Encom modelvision تهیه شده و مورد بررسی کمی و کیفی قرار گرفت. داده‌های به‌دست آمده با الگوریتم شبکه‌سازی (gridding) کمترین انحنای (Minimum Curvature) تبدیل به شبکه شد که نتیجه آن در شکل (۴-۴) نشان داده شده است.

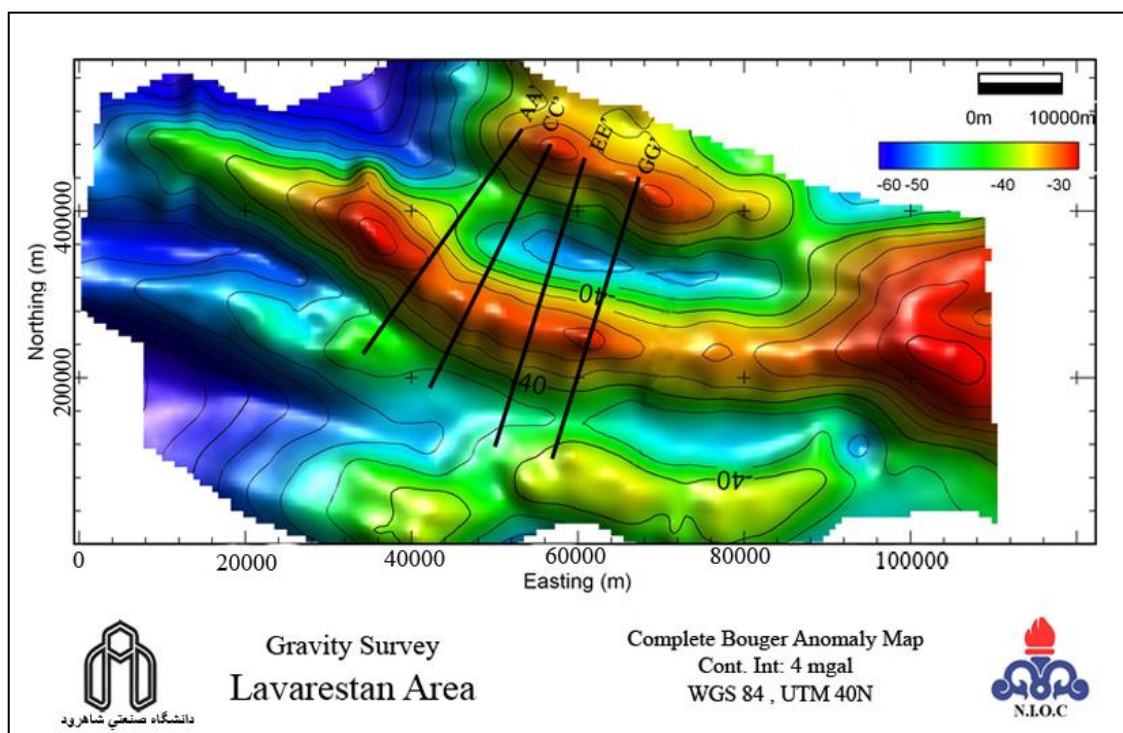


شکل (۴-۴): نقشه آنومالی بوگه (فاصله خطوط کانتور 4mgal است)

از بررسی نقشه موجود، مقدار به‌هنجاری در محدوده پیمایش از ۱۰ تا ۶۸ میلی‌گال، تغییر حدود ۵۸ میلی‌گال را نشان می‌دهد.

۲-۳-۴ مدل‌سازی مستقیم داده‌های میدان پتانسیل منطقه

پس از تهیه نقشه آنومالی بوگه منطقه، جهت انجام مدل‌سازی دوبعدی نیاز به تعدادی پروفیل است. برای پوشش کامل تاق‌دیس لاورستان تعداد ۴ پروفیل با فواصل مناسب بر روی اطلاعات گرانی‌سنجی انتخاب شد (شکل (۴-۵)).



شکل (۴-۵): موقعیت پروفیل‌ها بر روی نقشه آنومالی بوگه

مدل‌سازی مستقیم دوبعدی بر روی پروفیل‌های AA' ، CC' ، EE' و GG' انجام پذیرفت. مشخصات پروفیل‌های انتخابی در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱: مشخصات پروفیل‌های مدل‌شده

| profile | Num Point | length | Azimut |
|---------|-----------|--------|--------|
|---------|-----------|--------|--------|

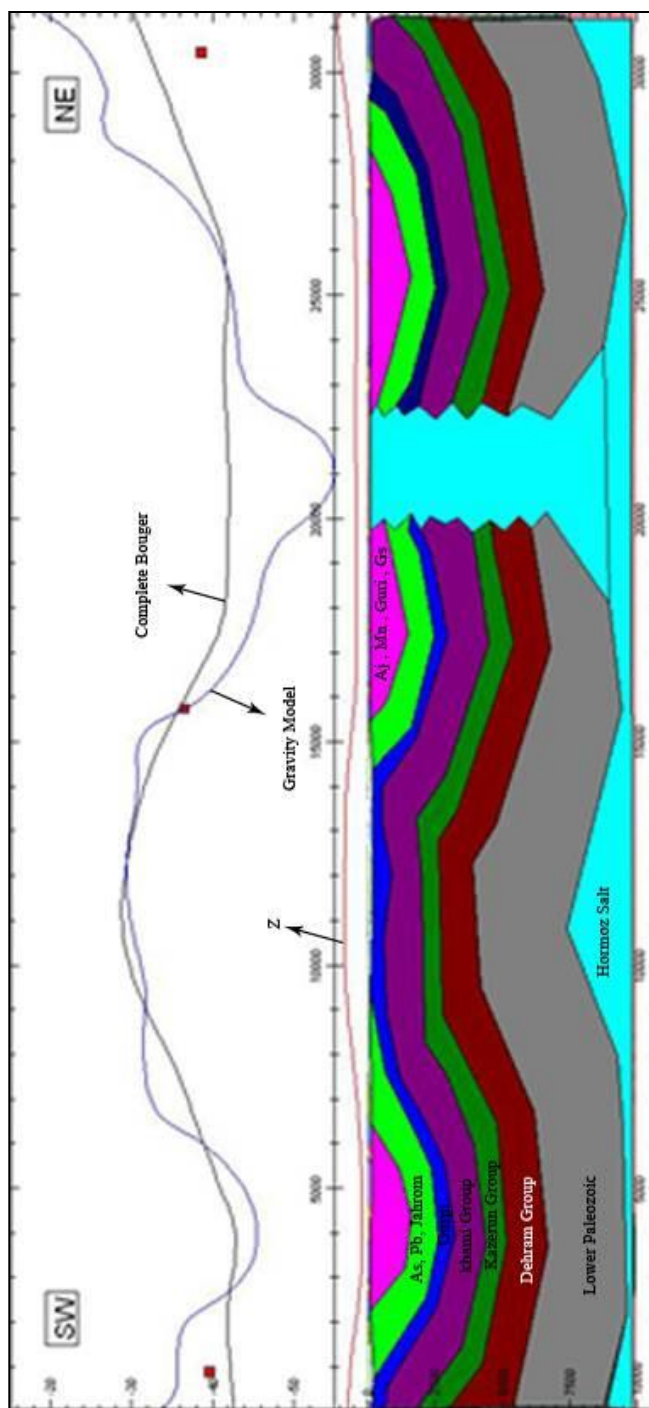
| | | | |
|-----|----|----------|--------|
| AA' | 50 | 31024.14 | 215.31 |
| CC' | 50 | 31135.12 | 206.57 |
| EE' | 50 | 34170.7 | 196.87 |
| GG' | 50 | 33893.44 | 197.76 |

همانطور که در فصل قبل به تفصیل توضیح داده شد، فرآیند مدل‌سازی مستقیم شامل محاسبه یک آنومالی از یک مدل فرضی است. محاسبات بر پایه تغییر پارامترهای مدل همچون اختلاف دانسیته، عمق و غیره ادامه می‌یابد تا زمانی که انطباق مناسبی بین آنومالی محاسبه‌شده و آنومالی مشاهده‌شده ایجاد گردد. فرآیند مدل‌سازی در ادامه شرح داده می‌شود.

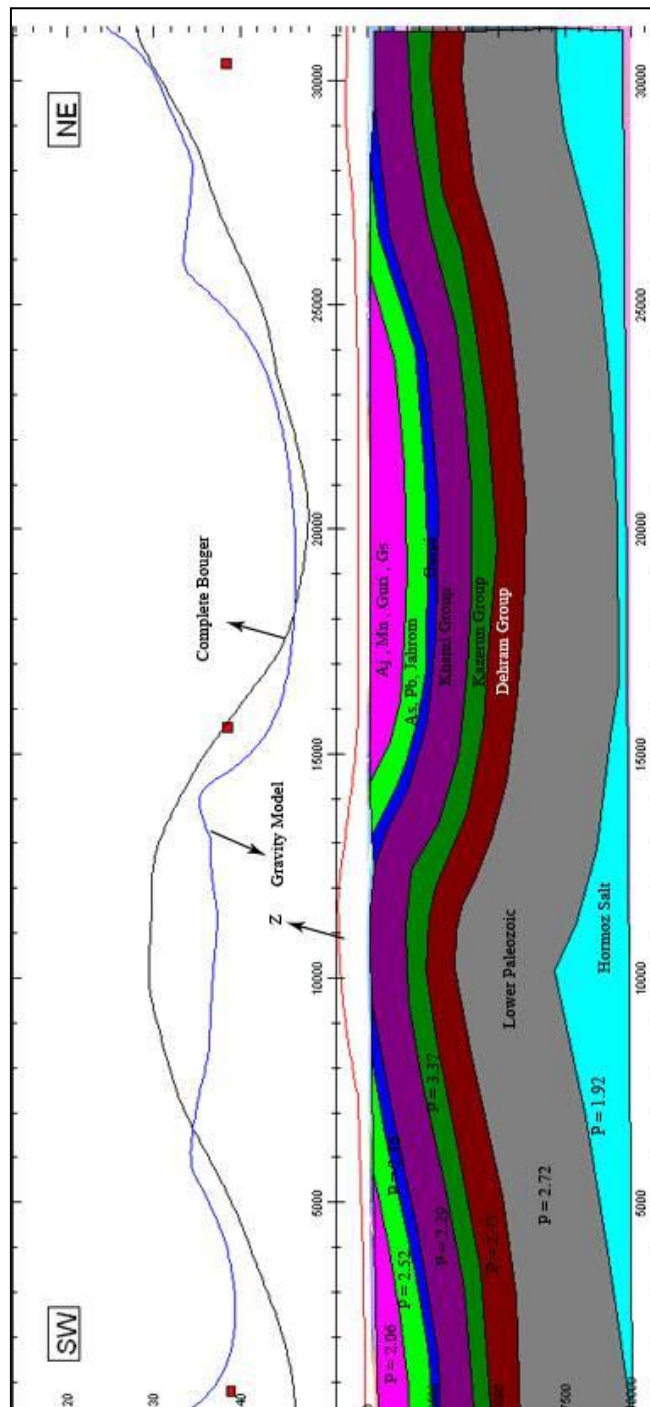
۴-۳-۲-۱. مدل فرضی اولیه:

مدل عمقی زمین‌شناسی ساختمانی این تاق‌دیس را بعنوان مدل فرضی اولیه در نظر گرفتیم. این مدل بر اساس شواهد و اندازه‌گیری‌های زمین‌شناسی سطح‌الارضی توسط اداره زمین‌شناسی مدیریت اکتشاف تهیه شده است. مدل‌سازی انجام شده برای ۵ پروفیل ذکر شده، در شکل‌های (۴-۶)، (۴-۷)، (۴-۸) و (۴-۹) نشان داده شده است. تعداد هشت لایه زمین‌شناسی با توجه به تشابهات تقریبی جنس و چگالی، لحاظ گردید. منحنی مشکی داده‌های گرانی برداشت‌شده و منحنی آبی داده‌های ناشی از پاسخ مدل زمین‌شناسی را نشان می‌دهد.

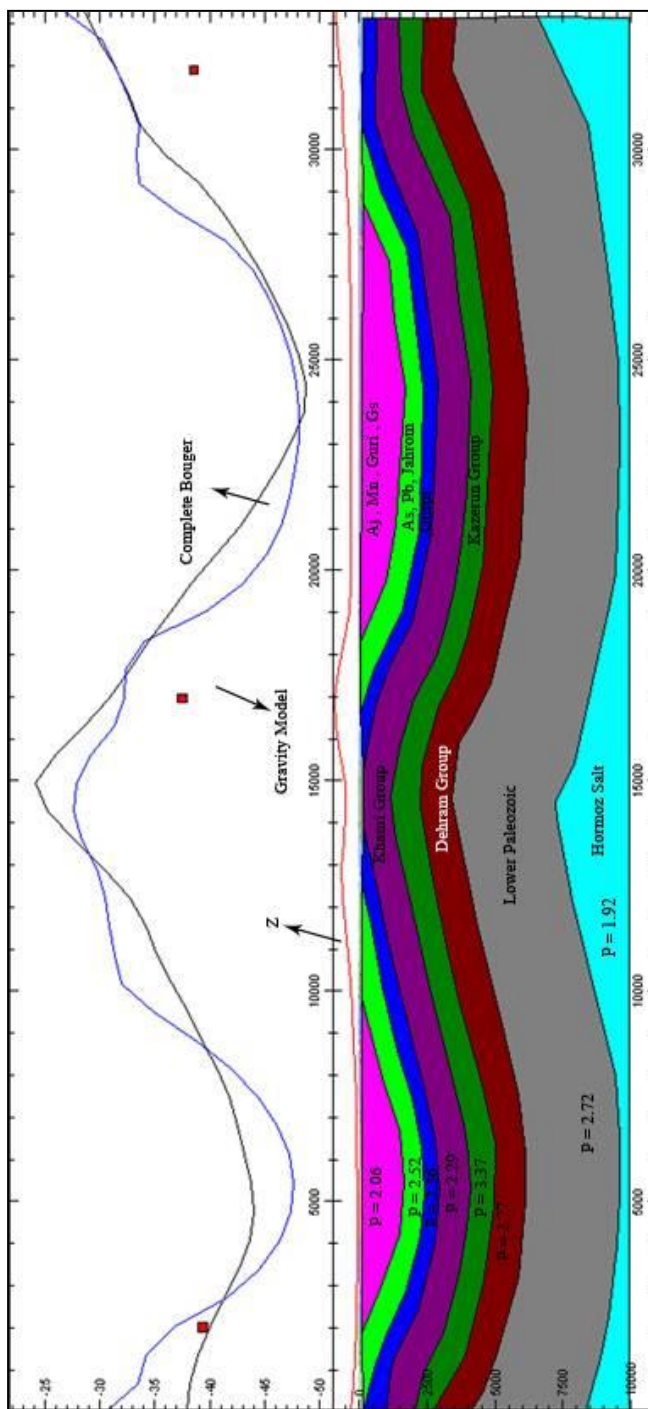
در مقطع عرضی AA' گنبد نمکی کمشک به صورت گنبد نمکی فرسایش یافته روی سطح مشخص است. در فرایند بالا آمدن نمک هرگز فشار نمک خروجی باعث ایجاد اعوجاج در عرض لایه‌های مسیر حرکت نمک شده است و در خروج پهنه ای T مانند روی سطح زمین ایجاد کرده است (سیف، ۱۳۹۰).



شکل (۴-۶): مدل عمقی زمین‌شناسی ساختمانی AA'

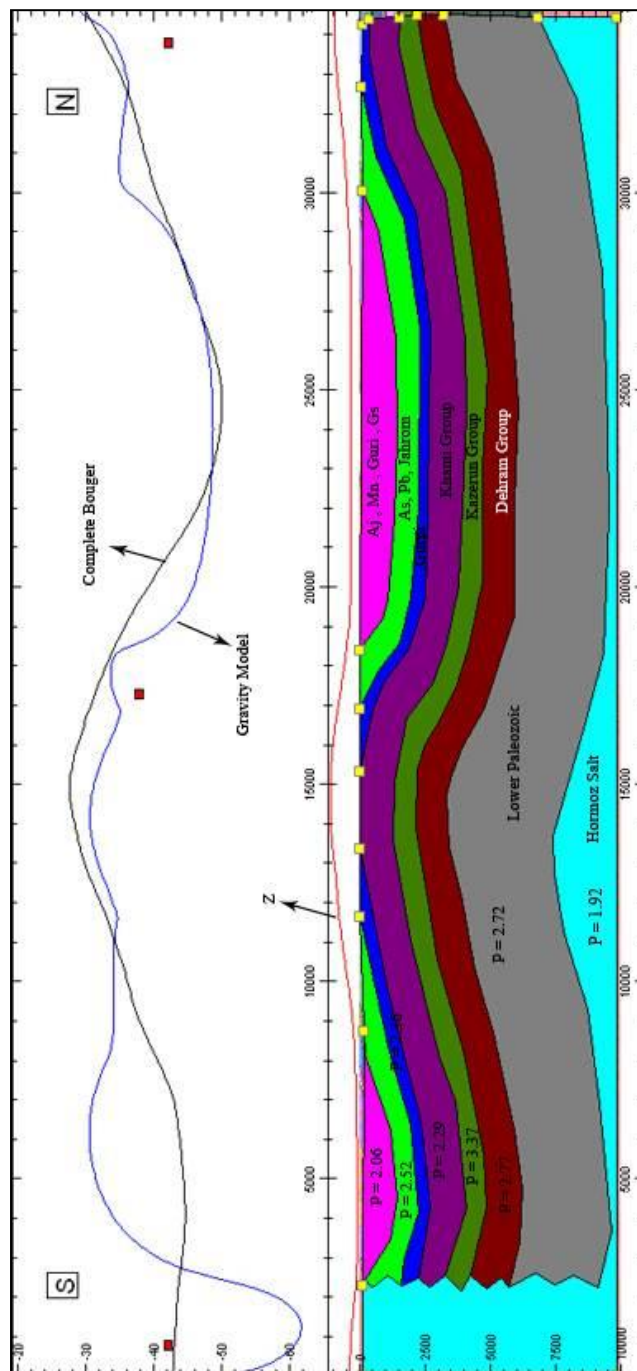


همانطور که ملاحظه می‌شود در یال شمالی تاقدیس لاورستان احتمال وجود گسل عمقی رانده‌ای با جابجایی ضعیف، باعث پرشیب شدن یال شمالی و تغییر میل تاقدیس به سمت شمال شده است، در صورتی که اکثر تاقدیس‌های منطقه فارس ساحلی میلی به سمت جنوب دارند.



شکل (۴-۸): مدل عمقی زمین‌شناسی ساختمانی EE'

در سمت چپ این سگشن قسمتی از گنبد نمکی چپ‌رو مشاهده می‌شود، فشار نمک خروجی از پی‌سنگ هرمز باعث ایجاد تضاریس و اعوجاج‌هایی در عرض لایه‌ها شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود گسل نرمال باعث پایین افتادگی بخشی از سازند آهکی آسماری و رخنمون بخش چهل از سازند گچساران روی این سازند شده است (سیف، ۱۳۹۰).



شکل ۴-۹: مدل عمقی زمین‌شناسی GG'

در این مقطع گودال وسیعی در راس تاقدیس با اختلاف ارتفاع ۶۰۰ متر با اطراف ایجاد شده است، عامل فرسایش باعث ایجاد این آمفی تاتر طبیعی شده است که بومیان به این منطقه زندان می‌گویند.

عمده‌ترین علتی که برای این پدیده ذکر شده تجمع گسلش نرمال و همچنین وجود رودخانه ی آب شور واقع در یال جنوبی است که می‌تواند به فرسایش لایه‌ها کمک کند، این امر باعث شده که در بسیاری از نقاط این منطقه سازند آسماری جهرم نیز علاوه بر گچساران شسته شده و در واقع تنها منطقه‌ای از تاقدیس لاورستان باشد که لایه‌های پابده و گورپی در آن رخنمون دارد.

همانطور که مشاهده می‌شود برآزش میان داده‌های گرانی برداشت‌شده و داده‌های ناشی از پاسخ این مدل‌های زمین‌شناسی مطلوب نیست، بنابراین مدل‌های ساختمانی با استفاده از نتایج مدل‌سازی داده‌های گرانی‌سنجی به گونه‌ای بهینه خواهد شد که علاوه بر داشتن خصوصیات ساختمانی مطلوب، داده‌های گرانی‌سنجی را نیز ارضا کند.

۴-۳-۲ بهبود مدل:

همانطور که ذکر شد در پروژه فارس ساحلی علاوه بر اندازه‌گیری‌های میدان پتانسیل از سازندهای موجود در این محدوده نمونه‌برداری شده و بر اساس بررسی‌های آزمایشگاهی مقدار چگالی این نمونه‌ها تعیین گردیده است [۱] (جدول ۲).

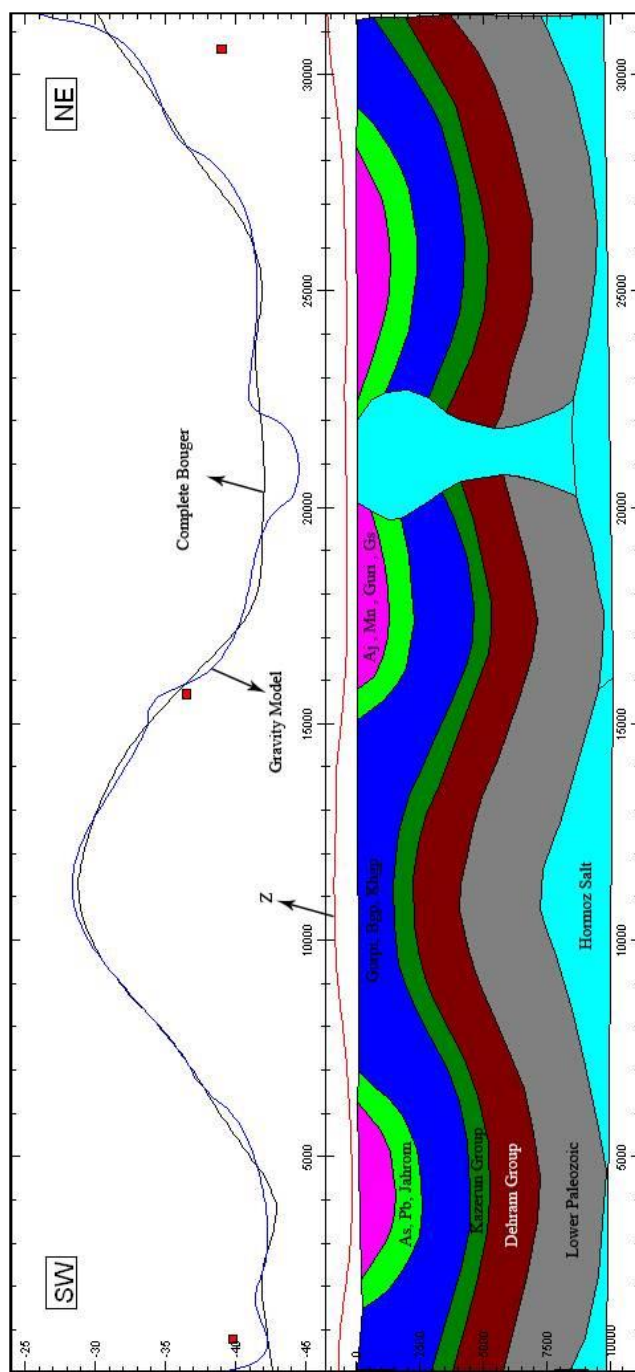
در مدل‌سازی انجام شده با توجه به اطلاعات چاه‌های مجاور و اطلاعات زمین‌شناسی تحت‌الارضی تعداد هفت لایه زمین‌شناسی با توجه به تشابهات تقریبی جنس و چگالی، لحاظ گردید. مشخصات این لایه‌ها بر اساس چگالی مشاهده‌ای از نمونه‌برداری میدانی و اطلاعات نمودارهای چاه‌پیمایی ساختمان‌های مجاور طبقه‌بندی شده است. این طبقه‌بندی به همراه اسامی سازند های زیر سطحی مربوط به این تاقدیس در جدول ۲ نمایش داده شده است.

جدول ۲. مشخصات و تغییرات چگالی لایه‌های بکار رفته در مدل

| شماره | Stratum | چگالی برداشت سطحی | چگالی تقریبی از logهای اطراف | چگالی (g/cc) | محدوده تغییرات چگالی در مدل |
|---------------|----------------------------|----------------------|---------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| لایه اول | Aghajari Formation | 2.03 | ... | 2.06 | 2.03-2.26 |
| | Mishan Formation | 2.12 | ... | | |
| | Guri limeston member | | ... | | |
| | Gachsaran Formation | 2.19 | ... | | |
| لایه دوم | Asmari Formation | 2.52 | ... | 2.52 | 2.27-2.52 |
| | Pabdeh-Jahrom Formation | | ... | | |
| لایه سوم | Gurpi, Formation | 2.36 | ... | 2.32 | 2.21-2.46 |
| | Bangestan Group | | ... | | |
| | Khami Group | 2.29 | ... | | |
| لایه چهارم | Kazerun Group | | 3.42 | | 3.37-3.46 |
| لایه پنجم | Dehram Group | | 3.19 | | 2.77-3.19 |

در مدل ارائه شده در تخمین چگالی لایه‌های اول، دوم، سوم و هفتم از این نمونه‌گیری‌های سطحی، استفاده گردید. چگالی لایه چهارم شامل گروه کازرون و لایه پنجم شامل گروه دهرم با در نظر گرفتن نتایج چاه‌نگاری چاه سفید در تاقدیس مجاور تخمین زده شد. چگالی سایر لایه‌ها که در اعماق بیش از

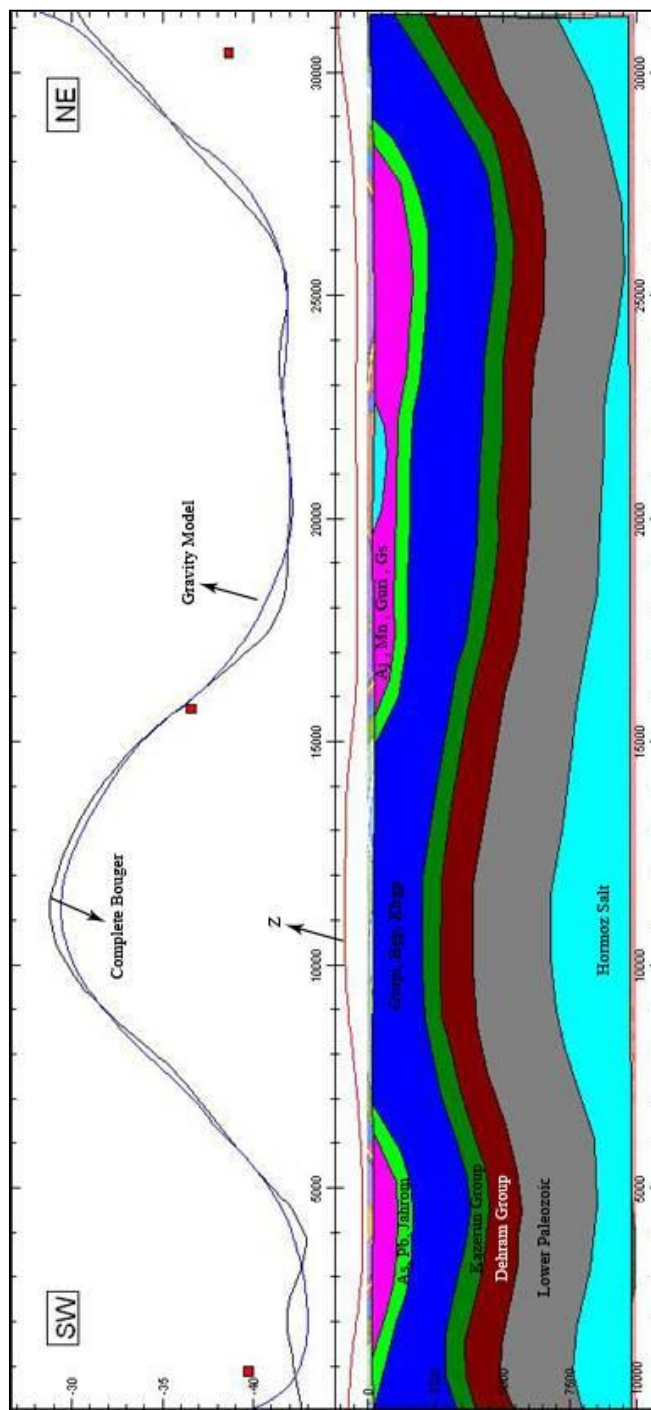
۵۰۰۰ کیلومتری قرار دارند با آزمون و خطا تاهماهنگی با داده‌های اندازه‌گیری شده تغییر داده شد. با توجه به اینکه یکتایی مدل و افزایش تعداد پارامترهای آزاد رابطه مستقیم دارند (آگاه، ۱۳۸۳). مدل‌سازی دوبعدی برای حصول نتیجه‌ای دقیق‌تر بصورت مرحله‌ای انجام گرفت. در مرحله اول تمام پارامترها بجز چگالی لایه مورد بررسی، ثابت در نظر گرفته شد. پس از اینکه تغییرات خطای مدل یکنواخت شد، فرایند متوقف گردید این عمل تا انطباق مناسب داده‌های میدان پتانسیل و پاسخ مدل ادامه یافت. شکل (۴-۱۰) مدل ارائه شده برای پروفیل AA' را نشان می‌دهد:



شکل (۴-۱۰): مدل دوبعدی ارائه شده برای پروفیل AA'

آنومالی منفی (low) نشان داده شده در پاسخ مدل، با توجه به موقعیت جغرافیایی، مربوط به گنبد نمکی کمشک است. این گنبد نمکی در فاصله دو کیلومتری از یال شمالی و در بخش باختری تاقدیس قرار دارد. همانطور که در مدل بدست آمده مشاهده می‌شود، بر روی این ناحیه، انطباق خوبی بین مقادیر برداشتی و پاسخ مدل، حاصل نشده است. آنومالی بوگه، نشان‌دهنده تغییرات جانبی چگالی، شکل هندسی و عمق قرارگیری جرم بی‌هنجار می‌باشد. وجود نمک می‌تواند تباین قابل ملاحظه‌ای با توده‌های جرمی در برگزیده آن ایجاد کند، بنابراین در بی‌هنجاری بوگه، وجود کمینه مقادیر انتظار می‌رود. در موقعیت نمک کمشک چنین تباینی دیده نمی‌شود.

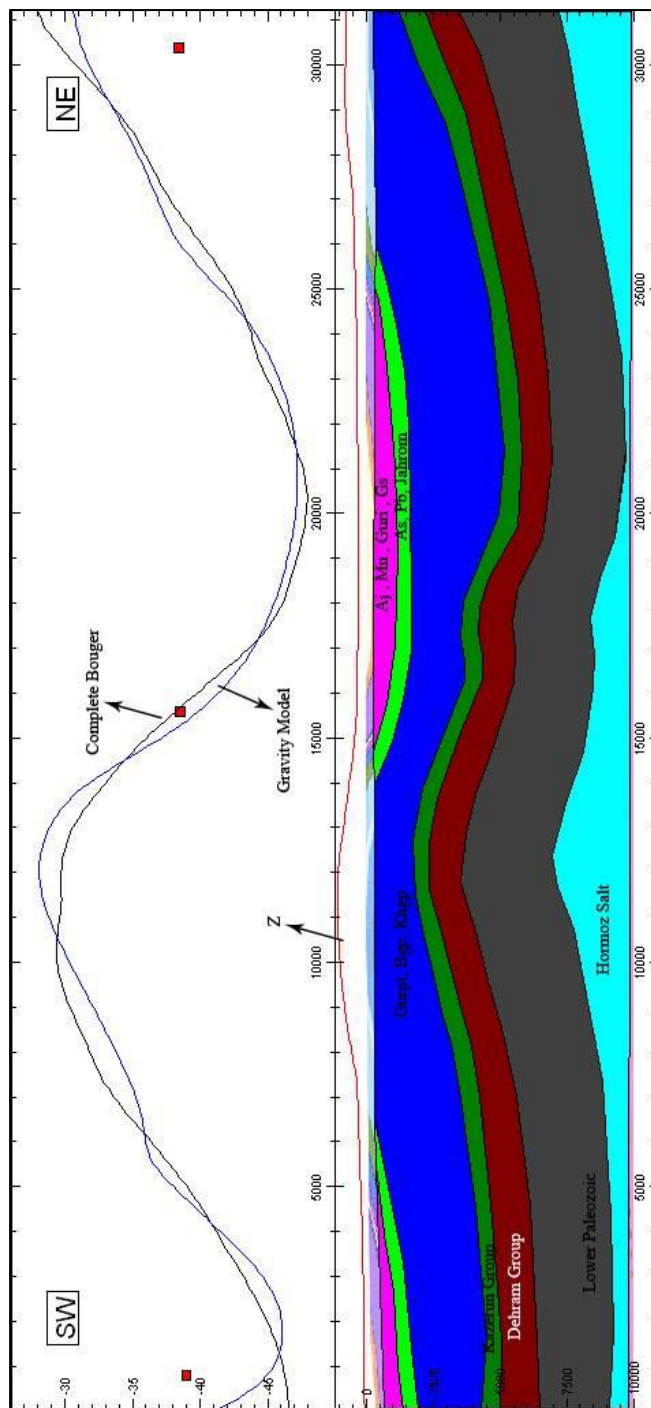
همچنین در مطالعات گرانی‌سنجی و مگنتوتلوریک که به منظور بررسی اثر نمک در تاقدیس دهندو انجام شده است (اسماعیل زاده و همکاران، ۱۳۸۸)، تایید گردید که در زیر این تاقدیس، کاهش شدت میدان گرانی و مقاومت ویژه که بتواند مرتبط به گنبدنمکی باشد مشاهده نمی‌شود. در قسمت جنوب شرقی منطقه، داده‌های گرانی‌سنجی و مقاومت ویژه کاهش را نشان می‌دهند که با رفتن به اعماق بیشتر این اثرها نیز از بین رفته و بی‌ریشه بودن این نمک‌ها را اثبات می‌نماید. در بررسی‌های زمین‌شناسی منطقه نیز، نمک کمشک روی سطح بصورت کاملاً فرسایش‌یافته قرار دارد. در نتیجه این برش عرضی با حذف نمک و اعمال تغییراتی برای بهبود هماهنگی مدل و داده بصورت شکل ۶ تصحیح گردید (نمک بصورت سطحی در منطقه قابل مشاهده است).



شکل (۴-۱۱): مدل دوبعدی تصحیح شده برای پروفیل AA'

در مدل ارائه شده انطباق داده‌های مشاهده‌ای و مدل بهبود یافته است، همچنین این مدل با برداشت لرزه‌ای منطقه، روی این مقطع در تاپ کنگان مطابقت دارد.

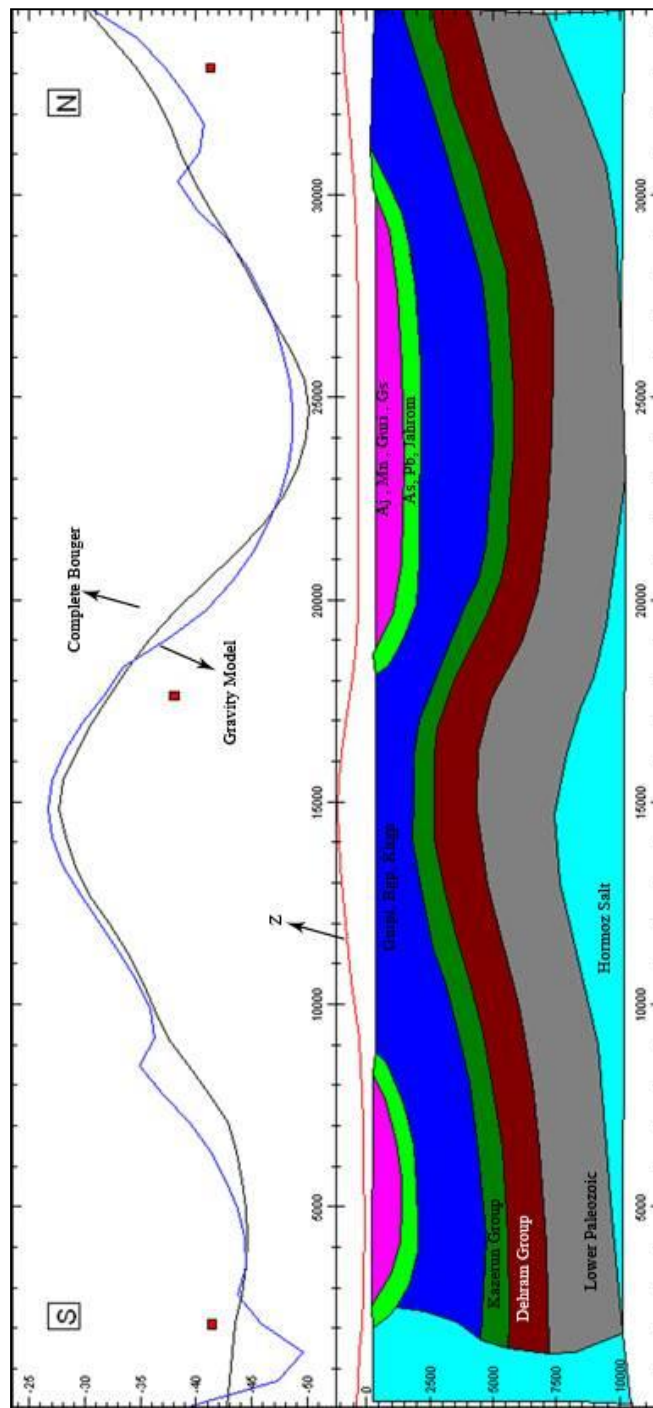
شکل های (۴-۱۲)، (۴-۱۳)، (۴-۱۴) و (۴-۱۵) نیز مدل دوبعدی سایر پروفیل ها را نشان می دهد که هماهنگی مناسبی بین داده های مشاهده ای و پاسخ مدل نشان می دهد.



شکل (۴-۱۲): مدل دوبعدی ارائه شده برای پروفیل 'CC'

فصل چهار / پیمایش و تعبیر و تفسیر اطلاعات گرانی سنجی در تاقدیس لاورستان

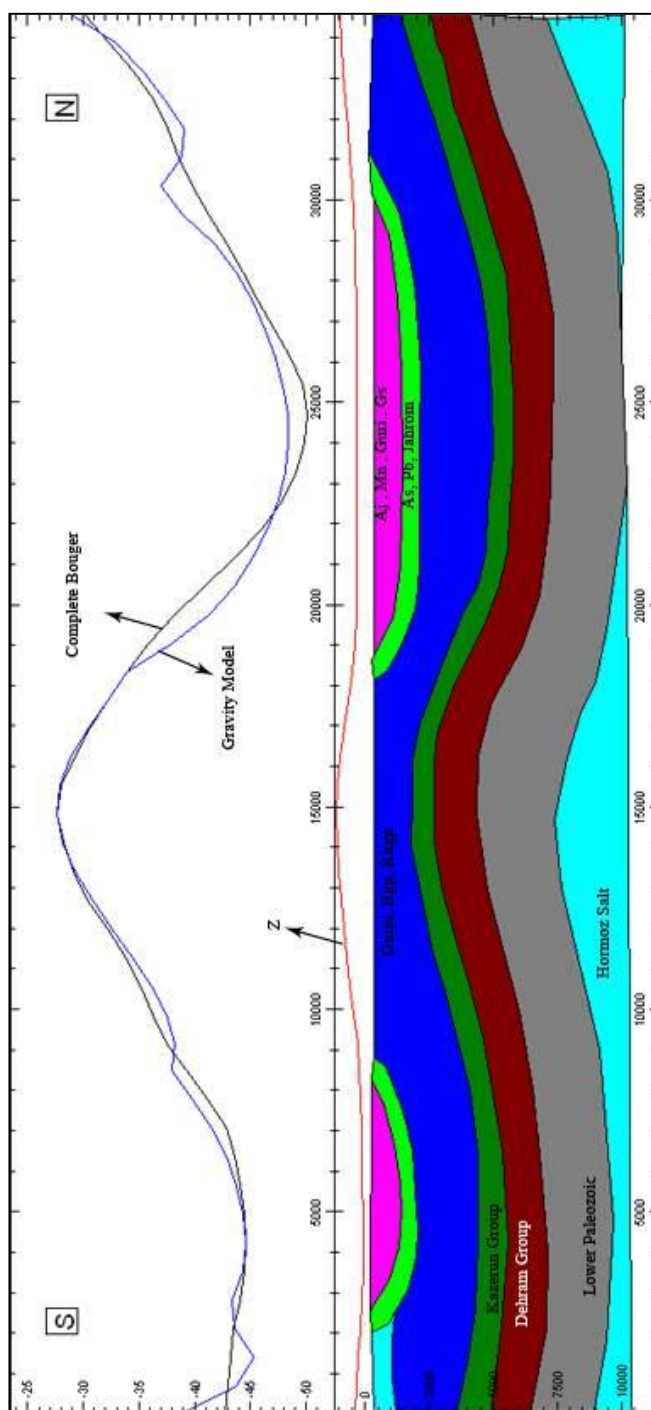
در مدل ارائه شده برای لایه اول که با رنگ صورتی مشخص شده گستره تغییرات چگالی ۱/۷۳ تا ۲/۲۶ ، در لایه دوم که شامل سازند آسماری، پابده و جهرم است از ۲/۳۷ تا ۲/۵، در لایه سوم که با رنگ آبی مشخص شده از ۲/۲۱ تا ۲/۴، لایه چهارم از گروه کازرون با رنگ سبز سنگ پوشش را نشان می‌دهد با چگالی ۳/۱۹ که به همراه لایه بعدی بصورت تقریبی از نتایج چاه سفید گرفته شده، لایه قرمز رنگ متعلق به سنگ مخزن دهرم است با چگالی ۳/۴۲ و لایه ششم با چگالی ۳/۰۷ و در نهایت برای نمک هرمز ۲/۲ تا ۱/۹ به دست آمد.



شکل (۴-۱۳): مدل دوبعدی ارائه شده برای پروفیل EE'

فصل چهار / پیمایش و تعبیر و تفسیر اطلاعات گرانی سنجی در تاقدیس لاورستان _____

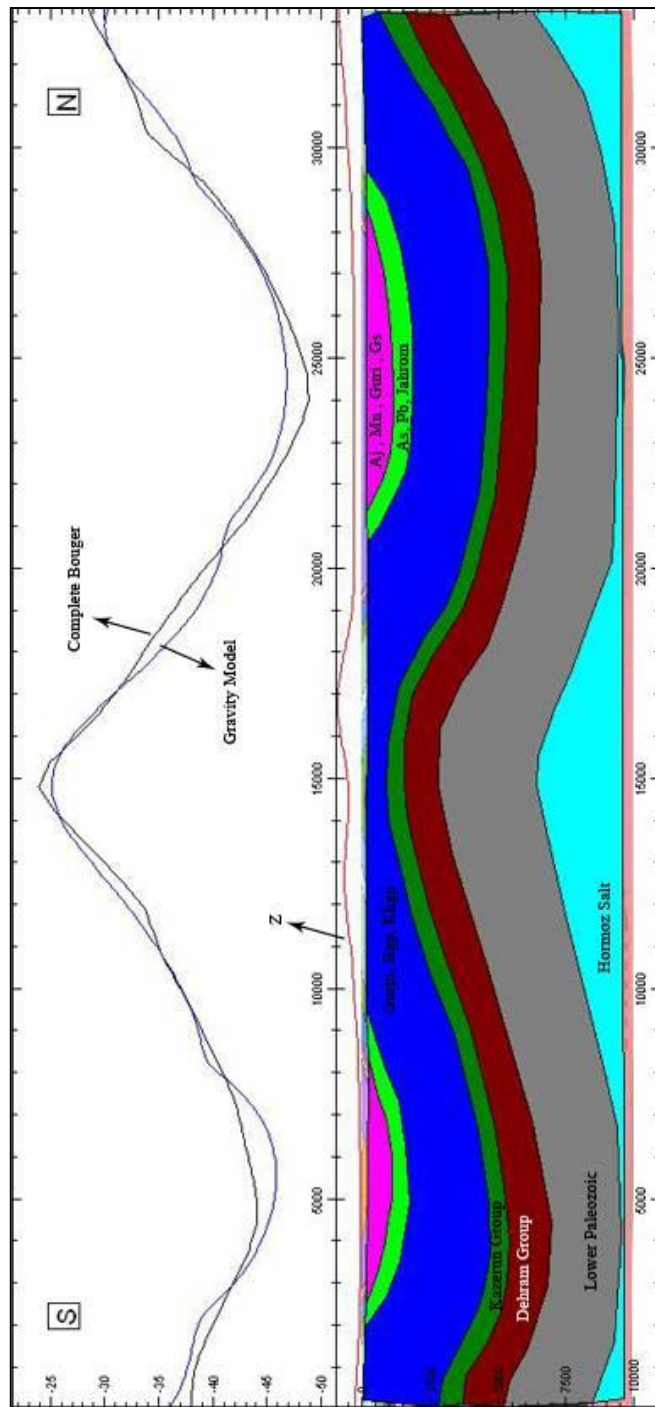
بنابر گزارش زمین شناسی در سمت چپ این سکشن قسمتی از گنبد نمکی چپرو وجود دارد، ولی در میدان پتانسیل اندازه گیری شده اثری از کاهش ناشی از وجود نمک در این قسمت مشاهده نمی شود. مقدار چگالی که با این تغییرات مطابقت دارد گستره ای در حدود ۲/۳۴ - ۲/۲۵ است که بعنوان چگالی نمک قابل قبول نیست، بنابراین مقطع با حذف عمقی نمک اصلاح می گردد.



شکل (۴-۱۴): مدل دوبعدی اصلاح شده برای پروفیل 'EE'

فصل چهار/ پیمایش و تعبیر و تفسیر اطلاعات گرانی سنجی در تاقدیس لاورستان

تغییرات چگالی در لایه اول از ۲/۱۳ تا ۲/۲۱، در لایه دوم ۲/۵۱، لایه سوم ۲/۲۵ تا ۲/۳۴، لایه سنگ پوشش ۳/۴۲، لایه سنگ مخزن ۳/۱۹، برای لایه ششم ۲/۷۴ و برای نمک حدود ۱/۹۲ تا ۱/۲ بدست آمد.

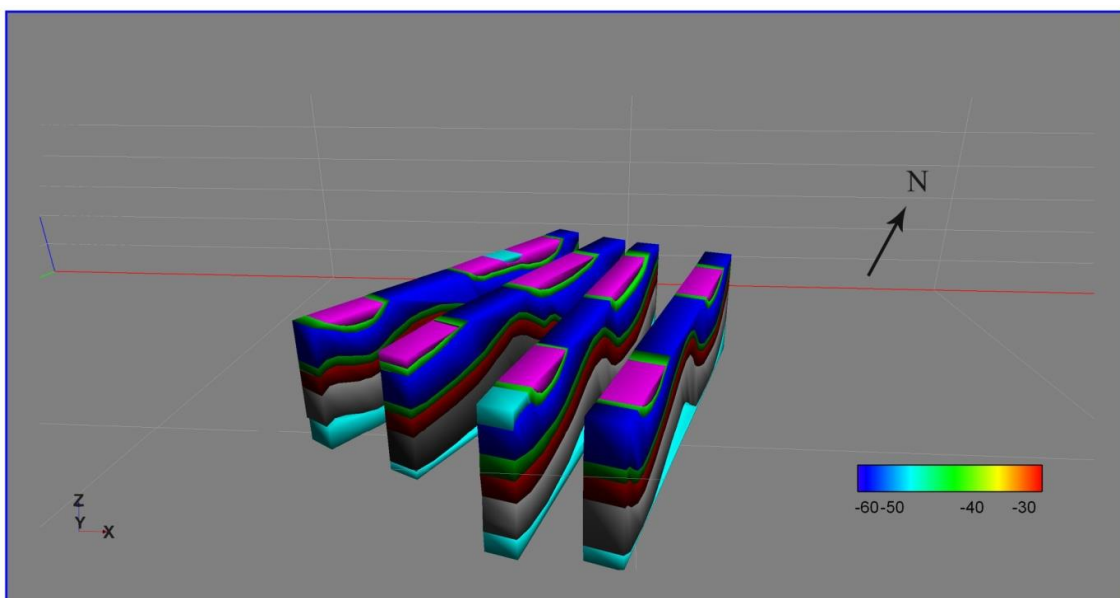
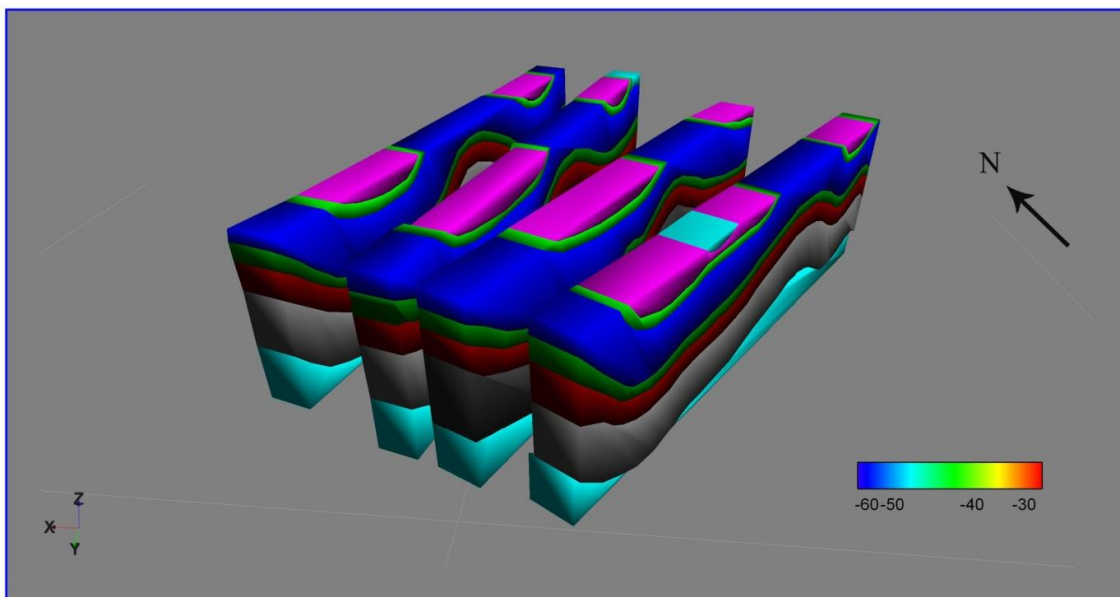


شکل (۴-۱۵): مدل دوبعدی ارائه شده برای پروفیل GG'

فصل چهار/ پیمایش و تعبیر و تفسیر اطلاعات گرانی سنجی در تاق‌دیس لاورستان

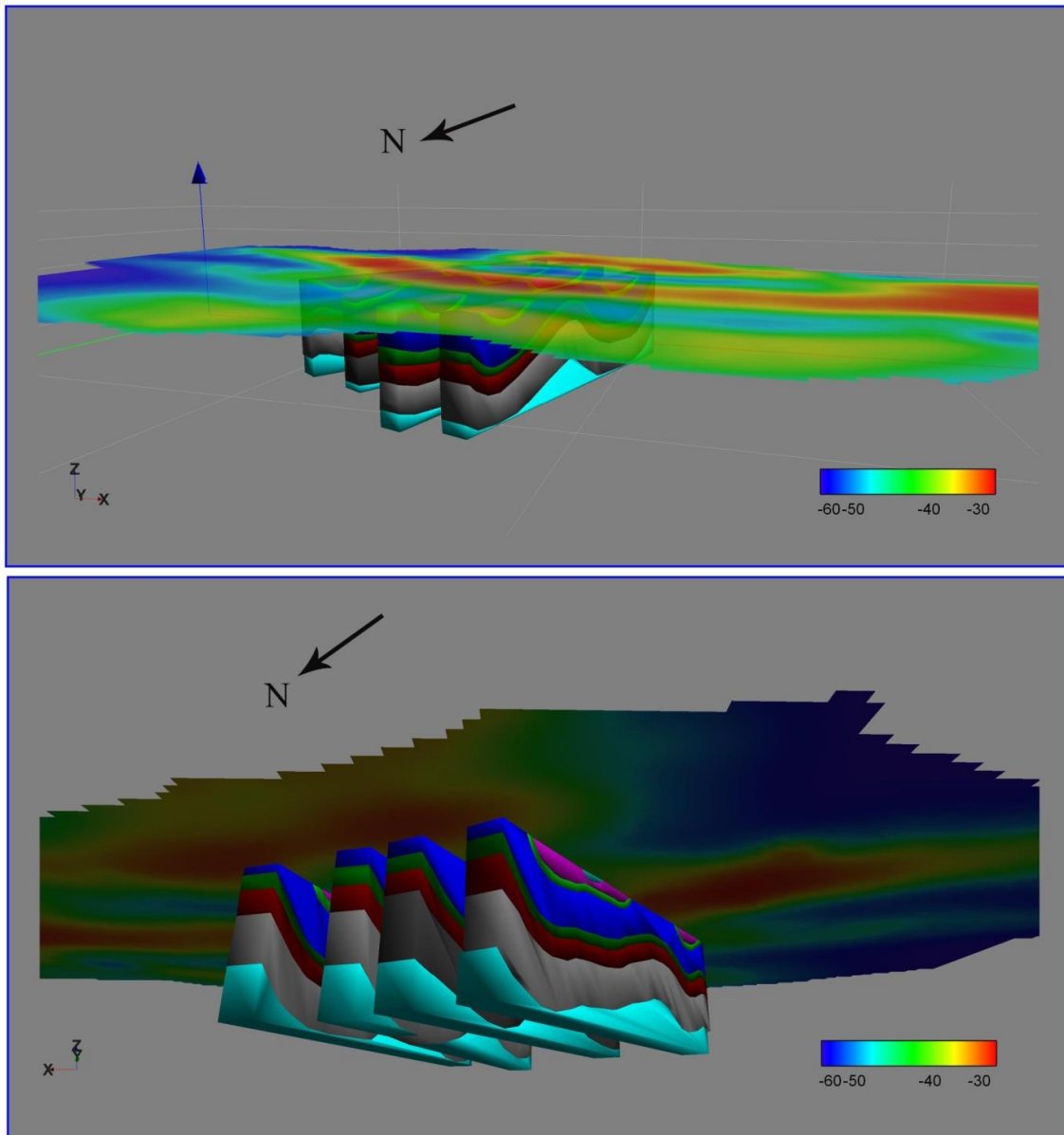
گستره تغییرات این مقطع نیز برای لایه سنگ پوشش، سنگ مخزن و نمک به ترتیب ۳/۴۲، ۳/۱۹ و ۱/۹۲ می باشد. در لایه اول تغییراتی در حدود ۲/۲۲ - ۲/۰۵، لایه دوم از ۲/۵ تا ۲/۶ و برای لایه سوم ۲/۵ تعیین گردید.

این مقاطع بصورت سه بعدی در شکل (۱۶-۴) نشان داده شده‌اند.



شکل (۱۶-۴): نمایش سه بعدی مدل‌سازی روی پروفیل‌ها (در دو نمای مختلف)

شکل (۴-۱۷) نمایش سه بعدی این پروفیل‌ها را به همراه نقشه گرانی سنجی بوگه کامل منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد.



شکل (۴-۱۷): نمایش سه بعدی مدل‌سازی روی پروفیل‌ها به همراه نقشه گرانی سنجی بوگه کامل (در دو نمای

مختلف)

فصل پنچ: نتیجہ گیری

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

داده‌های میدان پتانسیل ساختمان لاورستان به کمک نرم افزار Modelvision Pro مورد بررسی قرار گرفت. به دلیل اهمیت این ساختمان از نظر پتانسیل هیدروکربوری، مدل عمقی زمین شناسی ساختمانی منطقه در مدل‌سازی دو بعدی با بهره‌گیری از اطلاعات ژئوفیزیکی بهبود یافت.

یکی از کاربردهای روش‌های گرانی‌سنجی در اکتشافات مناطق نفت خیز، بررسی اثر گنبد‌های نمکی است. در پروفیل AA' با توجه به شکل بی‌هنجاری و مدل بدست‌آمده و با بررسی‌های انجام شده در نمک کمشک، وجود نمک به شکل ارائه‌شده در مدل زمین‌شناسی بعید بنظر می‌رسد. با حذف عمقی نمک و اعمال تصحیحات لازم روی مدل زمین‌شناسی و تغییرات مناسب چگالی، مدل ارائه‌شده انطباق خوبی بین مقادیر برداشتی و پاسخ مدل را نشان می‌دهد. همچنین در پروفیل EE' داده‌های گرانی‌سنجی حضور نمک چپ‌رو را در این مختصات تایید نمی‌کند و پس از بررسی، این مختصات از مرکز نمک فاصله داشته بنابراین از این مقطع حذف گردید.

استفاده از داده‌های ژئوفیزیکی میدان پتانسیل در بهینه‌سازی مدل‌های زیر سطحی نقش به‌سزایی دارد. در بحث مدل‌سازی گرانی‌سنجی وجود اطلاعات اولیه مناسب همچون چگالی لایه‌ها، اطلاعات چاه‌پیمایی، مقاطع لرزه‌نگاری در بهبود مدل و فرایند مدل‌سازی موثر است. در هر مرحله می‌توان با افزودن اطلاعات ژئوفیزیکی دیگر مانند مغناطیس، مگنتوتلوریک و ... مدل‌های بهتری جهت کمینه‌سازی معیارهای نامطلوب و افزایش دقت و قطعیت در مطالعه ساختارها ارائه نمود.

منابع و مراجع

منابع و مراجع فارسی

- آگاه، آ.، ۱۳۸۳، مدل‌سازی و تفسیر داده‌های گرانی و مغناطیس ناحیه طبس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شاهرود
- آگاه، آ.، ۱۳۸۴، اکتشاف تله‌های هیدروکربوری طبس با روش جدید وارون‌سازی سه بعدی داده‌های گرانی. مجله فیزیک زمین و فضا، جلد ۳۱، شماره ۲
- ابراهیم زاده اردستانی، و، ۱۳۸۹، گرانی‌سنجی کاربردی. انتشارات دانشگاه تهران
- اسماعیل زاده، ا.، ۱۳۸۸، بررسی اثر گنبد نمکی در تاقدیس دهنو با استفاده از مقایسه نتایج گرانی‌سنجی و مگنتوتلوریک در اعماق مختلف. چهاردهمین کنفرانس ژئوفیزیک
- باقری، ج.، ۱۳۸۴، تحلیل هندسی و جنبشی تاقدیس دهنو و گسل‌های عرضی-برشی همراه (فارس ساحلی)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
- سیف، ح.، ۱۳۹۰، بررسی ساختاری تاقدیس لاورستان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی تهران شمال
- رضایی، م. ر.، ۱۳۸۰، زمین‌شناسی نفت. انتشارات علوی. ۴۷۲.
- قمی، ش.، ۱۳۸۳. گزارش تعبیر و تفسیر ناحیه فارس ساحلی (گزارش داخلی). اداره ژئوفیزیک مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران
- معتمدی، ح.، طهماسبی سروستانی، ع و همکاران، ۱۳۸۸ گزارش چینه‌شناسی، رسوب‌شناسی و زمین‌شناسی ساختمانی ناحیه فارس (گزارش داخلی). اداره زمین‌شناسی سطح‌الارضی مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران
- متشرعی، آ. و زمردیان، ح.، (۱۳۸۶)، "تعیین عمق سنگ بستر با استفاده از روش گرانی‌سنجی در منطقه جنوب زاگرس"، مجله ژئوفیزیک ایران، (۱)، ۶۱-۶۹.

- مطیعی، ه.، ۱۳۷۲، چینه‌شناسی زاگرس، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشاف معدنی کشور.

منابع و مراجع لاتین

- Blakely, R.J., (1996), "Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications", Cambridge University Press. Press Syndicate of the University of Cambridge, Cambridge, UK.
- Bott, M.P.H., (1960), "The use of rapid digital computing methods for direct gravity interpretation of sedimentary basin", Geophysical journal of the royal astronomical society, 3, 63-67.
- Encom Technology pty Ltd, 2003, Modelvision Pro Microsoft, The 3D workbench for magnetic and gravity interpretation, version 10
- Fedi, M., Rapolla, A. and Russo, G., 1999. Upward continuation of scattered potential field data. Geophysics, 64, 443-451.
- Genevraye, P., Seguret, M., Nikpour, S., moulle, C., Perrier, R., Ahmadina, P., (1982), Dehnow and namaki geological survey, report No. 5517-9-1, total Iran petroleum Co., Iran.
- Hinze, W. J., 1990 . The role of gravity and magnetic methods in engineering and environmental studies In: ward (Ed), Geotechnical and environmental geophysics. The society of exploration geophysicists, 75-126.
- Hoerl, A. E., and Kennard, R. W., 1970, Ridge regression : Based estimation for no orthogonal problems : Technometric, 12, 55-67.
- Hyne, N.J. (2001)" Non-technical Guid to petroleum geology, Exploration, Drilling and protection", Penn well corporation, pp. 598.
- Inman, J. R., 1975. Resistivity Inversion with ridge regression. Geophysics, 40, 798-817
- Interpex, Ltd., 1999, Users manual of RESIX IP2DI, 2D resistivity and induced polarization data interpretation software. Interpex Ltd., USA
- Kaufman, A. A., and Keller, G. V., 1981. The magntetotelluric sounding method. Elsevier, 595.
- Loke, M. H., and Barker, R. D., 1996. Rapid least-square inversion of apparent resistivity pseudosections by a quasi-newton method. Geophysical prospecting, 44, 131-152

- Marquardt, D.W., 1970. "Generalized inverses, ridge regression, biased linear estimation, and nonlinear estimation." *Technometrics*, 12, 3, pp.591-612
- Meju, M.A., 1994. "Geophysical Data Analysis: Understanding Inverse Problem Theory and Practice." Course Notes Series, Volume 6, S.N. Domenico (Ed.), Society of Exploration Geophysicists, Tulsa, Oklahoma, 296 pp.
- Robinson, E., 1988, Basic exploration geophysics, Virginia polytechnic institute and state university
- Selley, R. C., 1998, Element of petroleum geology. Academic press, 470
- Telford, W.M. Geldart, L.P. and Sheriff, R.C. (1991)" Applied geophysics" 2 nd edition, Combridge University press
- Tiab, Dj. And Donaldson, E.C. (2004) "Petrophysics, Theory and practice f measuring reservoir rock and fluid transport properties" 2 nd edition, Elsevier: Gulf professional publishing, pp. 926.

Abstract

Coastal Fars gravimetric project in Fars province was carried out by National Iranian Oil Company (NIOC) in 2004, to find buried salt domes and determine characteristics of faults in the region. Lavarestan structure with 4203 gravimetric stations in a regular gridding of 1000*250 m, is an important target in this area. Anomaly map of residual gravity was obtained after corrections and regional effects removal. Considering the role of anticlines in determination of hydrocarbon reservoirs, their geometric parameters is of great importance in order to reach better interpretation results. Depth model of structural geology for this anticline, was prepared by national Iranian directorate of oil exploration. This model is based on geological evidence and surface measures. The main objective of this study was to optimize the geological model (at depth sections) using potential field data. For complete coverage of Lavarestan anticline, 5 profiles with appropriate intervals were selected on gravity data. Then, two dimension inverse modelling was performed using Encome Modelvision software. Geometrical and physical parameters are changed stage by stage and calculations are repeated until differences of observed anomaly and calculated anomaly become minimized.

Keywords

Inverse modelling, potential field data, anticline Lavarestan, geometrical and physical parameters, modelvision pro.



Shahrood University of Technology

Mining engineering, petroleum and geophysics department

**Forward modelling of gravity data for detection of
hydrocarbon domes**

Masoomeh Fakhre-Rad

Supervisor:

Dr. Ali Nejati Kalateh

September 2013

