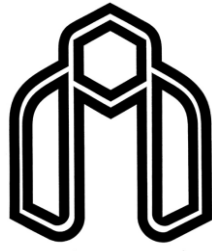


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک  
گروه نفت و ژئوفیزیک

تخمین عمق آنومالی با استفاده از طیف توان تعمیم یافته داده های میدان  
پتانسیل - مثال موردی: یکی از میادین نفتی ایران

دانشجو:

اردلان خزائی فر

استاد راهنما:

دکتر علی نجاتی کلاته

اساتید مشاور:

دکتر امین روشندل کاهو

مهندس فرامرز الله وردی میگونی

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

تیرماه ۱۳۹۳



مدیریت تحصیلات تکمیلی  
فرم شماره (۶)

بسمه تعالی

شماره: ۴۶۹۳۱۴۳۱  
تاریخ: ۹۳/۴/۱۴  
ویرایش:

فرم صورت جلسه دفاع پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد آقای اردلان خزانی فر رشته ژئوفیزیک گرایش گرانیتی سنگی به شماره دانشجویی: ۹۰۰۲۳۶۴ تحت عنوان:

تخمین عمق آنومالی با استفاده از طیف توان تعمیم یافته داده‌های میدان پتانسیل-مثال موردی: یکی از میدابین نفتی ایران

که در تاریخ ۱۳۹۳/۴/۱۸ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح زیر است:

قبول (با درجه: عالی - امتیاز: ۱۹)  دفاع مجدد  مردود

۱- عالی (۲۰ - ۱۹)

۲- بسیار خوب (۱۸/۹۹ - ۱۸)

۳- خوب (۱۷/۹۹ - ۱۶)

۴- قابل قبول (۱۵/۹۹ - ۱۴)

۵- نمره کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول

عضو هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱- استاد ارشد	دکتر علی نجائی کلاته	استادیار	
۲- استاد مشاور	دکتر امین روشندل کلهو	استادیار	
۳- استاد مشاور	مهندس فرامرز الهوردی میگونی	دانشجوی کارشناسی ارشد	
۳- نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	دکتر سوسن ابراهیمی	استادیار	
۴- استاد ممتحن	دکتر حمید آقاجالی	استادیار	
۵- استاد ممتحن	دکتر علیرضا عرب‌امیری	استادیار	



تقدیم بہ

# خانوادہ عزیزم

اگرچہ قابل تقدیم نیست...

## مشکر و قدردانی:

یگانه آفریدگار هستی را سپاس که مرا یاری نمود تا این تحقیق را به پایان برسانم.

بر خود وظیفه می‌دانم از استاد ارجمند دکتر علی نجاتی کلاته به‌عنوان استاد راهنما و جناب آقای دکتر امین روشندل کاهو به‌عنوان استاد مشاور که بنده را از تجارب ارزشمندشان برخوردار ساختند و همچنین از جناب آقای مهندس فرامرز الله‌وردی می‌گونی که به‌عنوان استاد مشاور نهایت همکاری را با اینجانب به‌عمل آورد، صمیمانه سپاس‌گذاری کنم. همچنین از پرسنل محترم سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، به‌خصوص آقایان مهندس ابراهیم شاهین و مهندس فیروز جعفری به‌دلیل در اختیار قرار دادن داده‌ها و کمال همکاری، نهایت قدردانی را به‌عمل می‌آورم.

از زحمات اساتید گرانقدر خود در طول دوره کارشناسی ارشد: دکتر پیروز، دکتر کامکار روحانی، دکتر آقاجانی، دکتر عرب امیری و دکتر تخم‌چی و همچنین تمامی دوستانی که در طول این مدت به هر نحوی به بنده کمک کردند به‌خصوص آقایان مهندس فریدون شریفی و سامان قلتاشی صمیمانه تشکر می‌کنم. در ادامه نیز از اساتید بزرگوار آقایان دکتر حمید آقاجانی و دکتر علیرضا عرب‌امیری، که زحمت داوری این پایان‌نامه را بر عهده گرفته‌اند، کمال تشکر را دارم.

در پایان از زحمات خانواده عزیزم که در تمامی مراحل زندگی‌ام پشتوانه روحی محکمی برای من بوده‌اند، قدردانی می‌کنم.

## تعهد نامه

اینجانب اردلان خزائی فر دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته ژئوفیزیک دانشکده مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه تخمین عمق آنومالی با استفاده از طیف توان تعمیم یافته داده‌های میدان پتانسیل - مثال موردی: یکی از میادین نفتی ایران تحت راهنمایی دکتر علی نجاتی کلاته متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهش‌های محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده ( یا بافتهای آنها ) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

### تاریخ

### امضای دانشجو

#### مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است ) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

## چکیده

روش‌های گوناگونی برای تخمین عمق بی‌هنجاری‌های میدان پتانسیل وجود دارد. یکی از این روش‌ها تحلیل طیفی داده‌های گرانی و مغناطیس است که در طول سال‌های گذشته به‌طور وسیع برای بدست آوردن عمق ساختارهای زمین‌شناسی معین مانند سنگ بستر و همچنین تعیین عمق نقطه هم‌دمای کوری مورد استفاده قرار گرفته است. تخمین عمق تا منشأهای مختلف آنومالی معمولاً توسط روش اسپکتور و گرنت انجام می‌شود. در این روش فرض شده است که پارامترهای فیزیکی مربوط به منشأ از قبیل چگالی و مغناطیس‌پذیری به‌صورت تصادفی و ناهمبسته توزیع شده‌اند.

مطالعات انجام شده بر روی پروژه‌ی حفاری قاره‌ای آلمانی‌ها (KTB) نشان داد که پارامترهای فیزیکی مربوط به منشأ آنومالی، مانند توزیع چگالی و مغناطیس‌پذیری دارای خواص پیوسته‌ای هستند و فرض‌های روش اسپکتور و گرنت در مورد منشأ آنومالی صحیح نمی‌باشد. لذا روش آنالیز طیف توان تعمیم‌یافته حاصل از داده‌های میدان‌های گرانی و مغناطیس که در آن یک توزیع واقع‌گرایانه برای منشأ این آنومالی‌ها در نظر گرفته می‌شود، یک روش سودمند و کاربردی برای تعیین عمق و خواص آماری مربوط به منشأ آنومالی است.

جهت اجتناب از پیچیدگی‌های ریاضی مربوط به محاسبه طیف، تفسیر داده‌های مربوط به میدان‌های گرانی و مغناطیس عموماً در حوزه فرکانس انجام می‌شود. اگر لگارتیم طیف توان بدست آمده از تبدیل فوریه داده‌های میدان پتانسیل در مقابل مقادیر عدد موج تصویر شود، فاکتورهای زیادی در شکل آن دخالت دارند اما فاکتور غالب در شکل طیف بدست آمده فاکتور عمق منشأ آنومالی است. بدین ترتیب عمق تا منشأهای مختلف آنومالی با استفاده از این نمودار قابل محاسبه است.

در این تحقیق به‌منظور نشان دادن کارایی روش آنالیز طیف توان تعمیم‌یافته در ابتدا این روش برای تخمین عمق آنومالی‌های مصنوعی گرانی و مغناطیسی مختلف به‌کار برده شده و نتایج آن با روش طیف توان معمولی مقایسه گردیده است. در پایان نیز این روش برای داده‌های واقعی دو منطقه مختلف به‌کار برده شده است. بدین ترتیب که ابتدا بخشی از داده‌های مغناطیسی مربوط به کانسار

پلی‌متال منطقه عشوند نهاوند واقع در استان همدان مورد بررسی قرار گرفته که نتایج آن با نتایج مطالعات دیگر انجام شده در منطقه مطابقت دارد. سپس قسمتی از داده‌های گرانی و مغناطیسی مربوط به حوضه رسوبی مغان واقع در شمال غرب ایران مورد بررسی واقع شده است که نتایج روش پیشنهادی در این مطالعه، در این مورد نیز به خوبی با نتایج مطالعات قبلی موجود در منطقه همخوانی دارد.

کلمات کلیدی: تخمین عمق، روش اسپکتور و گرنت، روش طیف توان تعمیم یافته، منطقه عشوند نهاوند، حوضه رسوبی مغان



## مقالات مستخرج از پایان نامه:

خزائی فر، ا؛ نجاتی کلاته، ع؛ روشندل کاهو، ا؛ (۱۳۹۲) "نخمین عمق آنومالی با استفاده از طیف توان اصلاح شده داده‌های میدان گرانی" ماهنامه علمی- ترویجی اکتشاف و تولید نفت و گاز، شماره ۱۰۶.

خزائی فر، ا؛ نجاتی کلاته، ع؛ روشندل کاهو، ا؛ (۱۳۹۲) "طیف توان تعمیر یافته، ابزاری جدید برای تفسیر داده‌های گرانی" نخستین سمینار ژئوفیزیک اکتشافی نفت، مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران، تهران، مهر ماه.

خزائی فر، ا؛ نجاتی کلاته، ع؛ روشندل کاهو، ا؛ الله‌وردی، ف؛ (۱۳۹۲) "نخمین عمق داده‌های مغناطیسی منطقه شه‌میرزاد با استفاده از آنالیز طیف توان تعمیر یافته" اولین کنفرانس ملی مهندسی اکتشاف منابع زیرزمینی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، آذر ماه.

خزائی فر، ا؛ نجاتی کلاته، ع؛ روشندل کاهو، ا؛ (۱۳۹۲) "نخمین عمق آنومالی با استفاده از طیف توان اصلاح شده داده‌های میدان گرانی" پنجمین همایش انجمن زمین‌شناسی اقتصادی ایران، دانشگاه فردوسی، مشهد، شهریور ماه.

## فهرست مطالب

فصل اول: کلیات.....	۱
۱-۱: مقدمه.....	۲
۲-۱: روش‌های گرانی و مغناطیس‌سنجی.....	۳
۱-۲-۱: چگالی سنگ‌ها.....	۴
۲-۲-۱: خاصیت مغناطیسی سنگ‌ها.....	۴
۳-۲-۱: تاریخچه‌ای مختصر از روش‌ها گرانی و مغناطیس‌سنجی.....	۵
۴-۲-۱: مقایسه روش‌های گرانی و مغناطیس‌سنجی.....	۶
۳-۱: سابقه مطالعات انجام شده.....	۷
۴-۱: ضرورت و هدف انجام پایان‌نامه.....	۹
۵-۱: ساختار پایان‌نامه.....	۱۰
فصل دوم: تحلیل طیف توان میدان پتانسیل جهت تخمین عمق با استفاده از روش اسپکتور و گرنت (۱۹۷۰).....	۱۱
۱-۲: مقدمه.....	۱۲
۲-۲: روش تخمین عمق با استفاده از تحلیل طیف توان.....	۱۳
۱-۲-۲: تئوری روش تخمین عمق با استفاده از تحلیل طیف توان.....	۱۴
۳-۲: تحلیل طیف توان با استفاده از روش اسپکتور و گرنت (۱۹۷۰).....	۱۶
۱-۳-۲: تأثیر عمق بر روی طیف توان از دیدگاه اسپکتور و گرنت.....	۱۹
۲-۳-۲: تأثیر گسترش عمقی (ضخامت) بر روی طیف توان از دیدگاه اسپکتور و گرنت.....	۱۹
۳-۳-۲: تأثیر سایز (گسترش سطحی) بر روی طیف توان از دیدگاه اسپکتور و گرنت.....	۲۱
۴-۲: جمع‌بندی.....	۲۵

فصل سوم: تصحیح روش اسپکتور و گرنت (۱۹۷۰) و ارائه روش طیف توان تعمیم‌یافته به‌عنوان روشی نوین در تخمین عمق آنومالی.....	۲۶
۱-۳: مقدمه.....	۲۷
۲-۳: بررسی روش اسپکتور و گرنت (۱۹۷۰) و تصحیح آن.....	۲۸
۱-۲-۳: بررسی تأثیر عامل عمق بر روی طیف توان.....	۲۹
۲-۲-۳: بررسی تأثیر عامل گسترش عمقی (ضخامت) بر روی طیف توان.....	۲۹
۳-۲-۳: بررسی تأثیر عامل سایز (گسترش سطحی) بر روی طیف توان.....	۲۹
۴-۲-۳: بررسی کاربرد طیف توان اصلاح شده در موارد مختلف.....	۳۲
۳-۳: روش تحلیل طیف توان تعمیم‌یافته، روشی نوین در تخمین عمق.....	۳۸
۱-۳-۳: تئوری روش تحلیل طیف توان تعمیم‌یافته.....	۳۸
۲-۳-۳: اعمال روش بر روی مدل‌های مصنوعی.....	۴۰
۱-۲-۳-۳: اعمال بر روی آنومالی مغناطیسی حاصل از مدل‌های مصنوعی.....	۴۲
۲-۲-۳-۳: اعمال بر روی آنومالی گرانی حاصل از مدل‌های مصنوعی.....	۵۲
۴-۳: جمع‌بندی.....	۶۱
فصل چهارم: تخمین عمق داده‌های واقعی.....	۶۲
۱-۴: مقدمه.....	۶۳
۲-۴: کانسار پلی‌متال منطقه عشوند نهاوند.....	۶۳
۱-۲-۴: موقعیت جغرافیایی و راه‌های ارتباطی منطقه.....	۶۳
۲-۲-۴: زمین‌شناسی عمومی منطقه.....	۶۴
۳-۲-۴: برداشت‌های ژئوفیزیکی انجام شده در منطقه عشوند نهاوند.....	۶۸
۴-۲-۴: تخمین عمق منشأ در منطقه عشوند.....	۷۰
۱-۴-۲-۴: پروفیل شماره ۱.....	۷۱

- ۷۱.....۴-۲-۱-الف: بررسی نتایج آرایش دوقطبی - دوقطبی بر روی پروفیل ۱
- ۷۲.....۴-۲-۱-ب: تخمین عمق در پروفیل ۱ با استفاده از تحلیل طیف توان
- ۷۷.....۴-۲-۲: پروفیل ۴
- ۷۷.....۴-۲-۲-الف: بررسی نتایج آرایش دوقطبی - دوقطبی بر روی پروفیل ۴
- ۷۸.....۴-۲-۲-ب: تخمین عمق در پروفیل ۴ با استفاده از تحلیل طیف توان
- ۸۱.....۴-۲-۳: پروفیل ۷
- ۸۱.....۴-۲-۳-الف: بررسی نتایج آرایش دوقطبی - دوقطبی بر روی پروفیل ۷
- ۸۲.....۴-۲-۳-ب: تخمین عمق در پروفیل ۷ با استفاده از تحلیل طیف توان
- ۸۴.....۴-۳: حوضه رسوبی مغان
- ۸۴.....۴-۳-۱: موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی منطقه
- ۸۸.....۴-۳-۲: تخمین عمق منشأ در حوضه رسوبی مغان
- ۸۸.....۴-۳-۱: تخمین عمق داده‌های گرانی حوضه مغان با استفاده از تحلیل طیف توان
- ۹۲.....۴-۳-۲: تخمین عمق داده‌های مغناطیس حوضه مغان با استفاده از تحلیل طیف توان
- ۹۶..... فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات
- ۹۷.....۵-۱: نتیجه‌گیری
- ۹۸.....۵-۲: پیشنهادات
- ۹۹..... منابع:

## فهرست اشکال

- شکل (۲-۱): مدل بلوک با وجوه موازی و قائم (اسپکتور و گرنت، ۱۹۷۰)..... ۱۷
- شکل (۲-۲): فاکتور طیفی  $T(\rho, \bar{t})$  در مقابل مقادیر عدد موج. این فاکتور جز برای مقادیر کوچک  $\bar{t}$  در فرکانس‌های پایین اثری بر روی شیب طیف توان ندارد (فدی و همکاران، ۱۹۹۷)..... ۲۰
- شکل (۲-۳): منحنی تغییرات طیف توان در مقابل مقادیر عدد موج و تأثیر ضخامت بر روی آن. افزایش ضخامت منشور باعث انتقال پیک منحنی به سمت فرکانس‌های پایین‌تر می‌شود (اسپکتور و گرنت، ۱۹۷۰)..... ۲۱
- شکل (۲-۴): اثر مربوط به سایز (گسترش سطحی) بر روی طیف (اسپکتور و گرنت، ۱۹۷۰)..... ۲۲
- شکل (۲-۵): نمودار شماتیک لگاریتم طیف توان در مقابل مقادیر عدد موج و خطوط برازش داده شده بر قسمت‌های دارای شیب خطی ثابت آن..... ۲۴
- شکل (۳-۱): نمودار فاکتور طیفی  $C(\rho, \bar{a})$  در مقابل مقادیر عدد موج. این شکل همان شکل (۲-۴) است که با محورهای  $\log\_log$  از نو ترسیم شده (فدی و همکاران، ۱۹۹۷)..... ۳۰
- شکل (۳-۲): نمودار طیف توان مربوط به تابع‌های  $\pi_{1D}$  و  $\pi_{2D}$ . دقت کنید که پوشش‌های فوقانی آنها به ترتیب یک قانون توانی با توان  $-2$  و  $-3$  را دنبال می‌کنند (فدی و همکاران، ۱۹۹۷)..... ۳۱
- شکل (۳-۳): طیف توان میدان مغناطیسی مربوط به: یک گروه از منشورهای مغناطیسه با پارامترهای جدول (۳-۱) و یک منشور تنها با همان پارامترهای میانگین. در عمق صفر هر دو طیف توان همان قانون توانی با توان  $\beta = 2.9$  را دنبال می‌کنند (فدی و همکاران، ۱۹۹۷)..... ۳۳
- شکل (۳-۴): روش تصحیح طیف توان برای یک گروه از منشأها. طیف توان اصلاح نشده حاصله از گروه منشأهای مذکور در جدول (۳-۱) که برای آنها  $\bar{h} = 2 \text{ km}$  است (ضربدرها)، توسط قانون توانی تصحیح شده است. طیف توان بعد از اصلاح (دایره‌ها) یک فرم نمایی را دنبال می‌کند که عمق را درست نشان می‌دهد. بعد از این تصحیح تغییر شیب ساختگی که در طیف وجود داشت، از بین می‌رود (فدی و همکاران، ۱۹۹۷)..... ۳۵

شکل (۳-۵): عمق‌های تخمینی با استفاده از طیف توان اصلاح نشده روش اسپکتور و گرنیت (۱۹۷۰)

$\bar{h}_s$  (ضربدرها) و با استفاده از طیف توان تصحیح شده  $\bar{h}_D$  (دایره‌ها). بعد از تصحیح عمق‌های تخمینی درست بر خطی که عمق‌های صحیح را نشان می‌دهد منطبق می‌شوند (فدی و همکاران، ۱۹۹۷)..... ۳۶

شکل (۳-۶): الگوریتم برنامه تهیه شده برای تخمین عمق با استفاده از روش‌های تحلیل طیفی..... ۴۱

شکل (۳-۷): مدل مصنوعی زیرسطحی دارای سطح مقطع مربعی شکل به ضلع ۱۵۰ متر و ضخامت ۷۰ متر که در عمق ۱۵۰ متری قرار دارد و دارای زاویه میل ۶۰ درجه و زاویه انحراف ۳ درجه و اختلاف خودپذیری مغناطیسی ۰/۰۱ با سنگ‌های اطراف در سیستم SI است..... ۴۲

شکل (۳-۸): پروفیل انتخابی از بی‌هنجاری مغناطیسی حاصل از مدل مصنوعی زیرسطحی شکل (۳-۷)..... ۴۳

شکل (۳-۹): نمودار لگاریتم طیف توان معمولی در مقابل مقادیر عدد موج و عمق تخمینی حاصل از آن برای مدل مصنوعی زیرسطحی شکل (۳-۷)..... ۴۴

شکل (۳-۱۰): نمودار لگاریتم طیف توان تعمیم‌یافته در مقابل مقادیر عدد موج و عمق تخمینی حاصل از آن برای مدل مصنوعی زیرسطحی شکل (۳-۷)..... ۴۵

شکل (۳-۱۱): مقادیر عمق تخمین زده شده برای این مدل مصنوعی توسط روش‌های آنالیز طیف توان معمولی و آنالیز طیف توان تعمیم‌یافته..... ۴۶

شکل (۳-۱۲): مدل مصنوعی زیرسطحی متشکل از ۳ مکعب، با مشخصات ذکر شده در جدول (۳-۳) که دارای زاویه میل ۶۰ درجه و زاویه انحراف ۳ درجه و اختلاف خودپذیری مغناطیسی ۰/۰۱ با سنگ‌های اطراف در سیستم SI است..... ۴۷

شکل (۳-۱۳): پروفیل انتخابی از بی‌هنجاری مغناطیسی حاصل از مدل زیرسطحی شکل (۳-۱۲)..... ۴۸

شکل (۳-۱۴): نمودار لگاریتم طیف توان معمولی در مقابل مقادیر عدد موج و عمق میانگین حاصله از آن برای مدل مصنوعی زیرسطحی شکل (۳-۱۲)..... ۴۹

شکل (۳-۱۵): نمودار لگاریتم طیف توان تعمیم‌یافته در مقابل مقادیر عدد موج و عمق میانگین حاصله از آن برای مدل مصنوعی زیرسطحی شکل (۳-۱۲)..... ۵۰

شکل (۳-۱۶): مقادیر عمق تخمین زده شده برای این مدل مصنوعی توسط روش‌های آنالیز طیف توان معمولی و آنالیز طیف توان تعمیم‌یافته..... ۵۱

شکل (۳-۱۷): مدل مصنوعی زیرسطحی دارای سطح مقطع مربعی شکل به ضلع ۸۰۰ متر و ضخامت ۵۰۰ متر که در عمق ۹۰۰ متری قرار دارد و اختلاف چگالی آن با سنگ‌های اطراف در سیستم SI برابر با ۱ لحاظ شده است..... ۵۲

شکل (۳-۱۸): پروفیل انتخابی از بی‌هنجاری گرانی حاصل از مدل زیرسطحی شکل (۳-۱۷)..... ۵۳

شکل (۳-۱۹): نمودار لگاریتم طیف توان معمولی در مقابل مقادیر عدد موج و عمق تخمینی حاصله از آن برای مدل مصنوعی زیرسطحی شکل (۳-۱۷)..... ۵۴

شکل (۳-۲۰): نمودار لگاریتم طیف توان تعمیم‌یافته در مقابل مقادیر عدد موج و عمق تخمینی حاصله از آن برای مدل مصنوعی زیرسطحی شکل (۳-۱۷)..... ۵۵

شکل (۳-۲۱): مقادیر عمق تخمین زده شده برای این مدل مصنوعی توسط روش‌های آنالیز طیف توان معمولی و آنالیز طیف توان تعمیم‌یافته..... ۵۶

شکل (۳-۲۲): مدل مصنوعی زیرسطحی متشکل از ۳ مکعب، با مشخصات ذکر شده در جدول (۳-۵) که دارای اختلاف چگالی ۱ با سنگ‌های اطراف در سیستم SI است..... ۵۷

شکل (۳-۲۳): پروفیل انتخابی از بی‌هنجاری گرانی حاصل از مدل زیرسطحی شکل (۳-۲۲)..... ۵۸

شکل (۳-۲۴): نمودار لگاریتم طیف توان معمولی در مقابل مقادیر عدد موج و عمق میانگین حاصله از آن برای مدل مصنوعی زیرسطحی شکل (۳-۲۲)..... ۵۹

شکل (۳-۲۵): نمودار لگاریتم طیف توان تعمیم‌یافته در مقابل مقادیر عدد موج و عمق میانگین حاصله از آن برای مدل مصنوعی زیرسطحی شکل (۳-۲۲)..... ۶۰

- شکل (۳-۲۶): مقادیر عمق تخمین زده شده برای این مدل مصنوعی توسط روش‌های آنالیز طیف توان معمولی و آنالیز طیف توان تعمیم‌یافته..... ۶۱
- شکل (۴-۱): نقشه راه دسترسی به محدوده عشوند (جعفری، ۱۳۹۰)..... ۶۳
- شکل (۴-۲): نقشه زمین‌شناسی محدوده عشوند و موقعیت منطقه مورد بررسی..... ۶۵
- شکل (۴-۳): راهنمای نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه (جعفری، ۱۳۹۰)..... ۶۶
- شکل (۴-۴): سمت راست بخش خاوری اسکارن عشوند که توسط یک گسل معکوس در معرض دید قرار گرفته و سمت چپ موقعیت اسکارن و توده نفوذی و سنگ همبر (جعفری، ۱۳۹۰)..... ۶۷
- شکل (۴-۵): ترانشه‌های حفر شده در محدوده اسکارن عشوند (جعفری، ۱۳۹۰)..... ۶۷
- شکل (۴-۶): نمونه‌ای از کانه‌سازی مس در اسکارن عشوند (جعفری، ۱۳۹۰)..... ۶۸
- شکل (۴-۷): نقشه برگردان به قطب مغناطیسی به‌همراه موقعیت قرارگیری پروفیل‌های برداشت پلاریزاسیون القایی و مقاومت ویژه در منطقه مورد مطالعه..... ۶۹
- شکل (۴-۸): نقشه برگردان به قطب مغناطیسی به‌همراه توپوگرافی منطقه عشوند..... ۷۰
- شکل (۴-۸): پروفیل‌های انتخاب شده جهت اعمال روش‌های تحلیل طیفی..... ۷۱
- شکل (۴-۹): مدل پلاریزاسیون القایی و مقاومت ویژه به‌همراه توپوگرافی بر روی پروفیل شماره ۱..... ۷۲
- شکل (۴-۱۰): نمایی از محل قرارگیری پروفیل انتخابی p1..... ۷۳
- شکل (۴-۱۱): بی‌هنجاری مربوط به پروفیل انتخابی p1 جهت تخمین عمق..... ۷۳
- شکل (۴-۱۲): نمودار لگاریتم طیف توان معمولی در مقابل مقادیر عدد موج و مقدار عمق تخمین زده شده توسط آن برای پروفیل انتخابی p1..... ۷۴
- شکل (۴-۱۳): نمودار لگاریتم طیف توان تعمیم‌یافته در مقابل مقادیر عدد موج و مقدار عمق تخمین زده شده توسط آن برای پروفیل انتخابی p1..... ۷۴
- شکل (۴-۱۴): نمایی از محل قرارگیری پروفیل انتخابی p'1..... ۷۵



- شکل (۴-۱۵): بی‌هنجاری مربوط به پروفیل انتخابی  $p'1$  جهت تخمین عمق..... ۷۵
- شکل (۴-۱۶): نمودار لگاریتم طیف توان معمولی در مقابل مقادیر عدد موج و مقدار عمق تخمین زده شده توسط آن برای پروفیل انتخابی  $p'1$ ..... ۷۶
- شکل (۴-۱۷): نمودار لگاریتم طیف توان تعمیم‌یافته در مقابل مقادیر عدد موج و مقدار عمق تخمین زده شده توسط آن برای پروفیل انتخابی  $p'1$ ..... ۷۶
- شکل (۴-۱۸): مدل پلاریزاسیون القایی و مقاومت ویژه به‌همراه توپوگرافی بر روی پروفیل شماره ۴..... ۷۸
- شکل (۴-۱۹): نمایی از محل قرارگیری پروفیل انتخابی  $p4$ ..... ۷۹
- شکل (۴-۲۰): بی‌هنجاری مربوط به پروفیل انتخابی  $p4$  جهت تخمین عمق..... ۷۹
- شکل (۴-۲۱): نمودار لگاریتم طیف توان معمولی در مقابل مقادیر عدد موج و مقدار عمق تخمین زده شده توسط آن برای پروفیل انتخابی  $p4$ ..... ۸۰
- شکل (۴-۲۲): نمودار لگاریتم طیف توان تعمیم‌یافته در مقابل مقادیر عدد موج و مقدار عمق تخمین زده شده توسط آن برای پروفیل انتخابی  $p4$ ..... ۸۰
- شکل (۴-۲۳): مدل پلاریزاسیون القایی و مقاومت ویژه به‌همراه توپوگرافی بر روی پروفیل شماره ۷..... ۸۱
- شکل (۴-۲۴): نمایی از محل قرارگیری پروفیل انتخابی  $p7$ ..... ۸۲
- شکل (۴-۲۵): بی‌هنجاری مربوط به پروفیل انتخابی  $p7$  جهت تخمین عمق..... ۸۲
- شکل (۴-۲۶): نمودار لگاریتم طیف توان معمولی در مقابل مقادیر عدد موج و مقدار عمق تخمین زده شده توسط آن برای پروفیل انتخابی  $p7$ ..... ۸۳
- شکل (۴-۲۷): نمودار لگاریتم طیف توان تعمیم‌یافته در مقابل مقادیر عدد موج و مقدار عمق تخمین زده شده توسط آن برای پروفیل انتخابی  $p7$ ..... ۸۳
- شکل (۴-۲۸): ستون چینه‌شناسی دشت مغان (گزارشات زمین‌شناسی شرکت ملی نفت ایران)..... ۸۵

شکل (۴-۲۹): نقشه زمین‌شناسی دشت مغان (سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی ایران).....۸۶

شکل (۴-۳۰): راهنمای نقشه زمین‌شناسی دشت مغان (سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی ایران).....۸۷

شکل (۴-۳۱): نمایی از محل قرارگیری پروفیل‌های انتخابی گرانی.....۸۸

شکل (۴-۳۲): نمودار لگاریتم طیف توان معمولی در مقابل مقادیر عدد موج و مقدار عمق تخمین زده شده توسط آن برای پروفیل انتخابی g1.....۸۹

شکل (۴-۳۳): نمودار لگاریتم طیف توان تعمیم‌یافته در مقابل مقادیر عدد موج و مقدار عمق تخمین زده شده توسط آن برای پروفیل انتخابی g1.....۸۹

شکل (۴-۳۴): نمودار لگاریتم طیف توان معمولی در مقابل مقادیر عدد موج و مقدار عمق تخمین زده شده توسط آن برای پروفیل انتخابی g2.....۹۱

شکل (۴-۳۵): نمودار لگاریتم طیف توان تعمیم‌یافته در مقابل مقادیر عدد موج و مقدار عمق تخمین زده شده توسط آن برای پروفیل انتخابی g2.....۹۱

شکل (۴-۳۶): نمایی از محل قرارگیری پروفیل‌های انتخابی مغناطیس.....۹۲

شکل (۴-۳۷): نمودار لگاریتم طیف توان معمولی در مقابل مقادیر عدد موج و مقدار عمق تخمین زده شده توسط آن برای پروفیل انتخابی m1.....۹۳

شکل (۴-۳۸): نمودار لگاریتم طیف توان تعمیم‌یافته در مقابل مقادیر عدد موج و مقدار عمق تخمین زده شده توسط آن برای پروفیل انتخابی m1.....۹۳

شکل (۴-۳۹): نمودار لگاریتم طیف توان معمولی در مقابل مقادیر عدد موج و مقدار عمق تخمین زده شده توسط آن برای پروفیل انتخابی m2.....۹۵

شکل (۴-۴۰): نمودار لگاریتم طیف توان تعمیم‌یافته در مقابل مقادیر عدد موج و مقدار عمق تخمین زده شده توسط آن برای پروفیل انتخابی m2.....۹۵

## فهرست جداول

- جدول (۱-۳): مقادیر میانگین پارامترهای مربوط به منشأ برای طیف توان شکل (۳-۳) (فدی و همکاران، ۱۹۹۷)..... ۳۲
- جدول (۲-۳): مقدار عمق مفروض و تخمین زده شده توسط روش‌های مختلف برای مدل مصنوعی شکل (۶-۳)..... ۴۶
- جدول (۳-۳): مشخصات هندسی ۳ بلوک تشکیل‌دهنده مدل مصنوعی شکل (۱۱-۳)..... ۴۷
- جدول (۴-۳): مقدار عمق مفروض و تخمین زده شده توسط روش‌های مختلف برای مدل مصنوعی شکل (۱۶-۳)..... ۵۵
- جدول (۵-۳): مشخصات هندسی ۳ بلوک تشکیل‌دهنده مدل مصنوعی شکل (۲۱-۳)..... ۵۶

# فصل اول

## کلیات