دانشکده مهندسی معدن و متالورژی
گروه اکتشاف معدن
پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد
اکتشاف معدن

تجزیه و تحلیل داده های میدان پتانسیل در بعد فرکانس در تعیین ویژگی‌های توده های معدنی

استاد راهنما:

دکتر عبدالحمید انصاری

دکتر سید حسین مجتهد زاده

استاد مشاور:

دکتر محمد فاتحی

تهیه و نگارش:

کمال علمدار

مهر ۱۳۸۸

بسم الله الرحمن الرحيم

تشکر و قدردانی

با سپاس بی کران از پروردگار مهربان و بی همتا، پروژه حاضرحاصل زحمات وکمک های بی دریغ عزیزانی است که همواره مرا در این راه یاری نموده اند. لذا بر خود لازم دیدم که از زحمات این عزیزان تشکر و قدردانی نمایم.
از اساتید راهنمای این پروژه آقایان دکتر عبدالحمید انصاری و دکتر سید حسین مجتهد زاده و استاد مشاور آقای دکتر محمد فاتحی که از ابتدا تا انتها با راهنمایی‌های بی دریغ خود در بهتر شدن این پروژه مرا یاری نموده‌اند نیزکمال تشکر و قدردانی را دارم .

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه ۱

فصل دوم: تخمین مرز آنومالی های میدان پتانسیل

۲-۱- مقدمه ۹

۲-۲- فیلترهای مشتق ۱۱

۲-۳- سیگنال تحلیلی ۲۳

۲-۴- فیلترهای فاز محلی ۳۲

۲-۵- فیلترهای جدید معرفی شده در این پروژه ۴۳

۲-۶-نتیجه گیری ۵۱

فصل سوم: تخمین عمق آنومالی های میدان پتانسیل

۳-۱- مقدمه ۵۳

۳-۲- تخمین عمق با استفاده از سیگنال تحلیلی ۵۴

۳-۳- تخمین عمق با استفاده مشتق قائم سیگنال تحلیلی ۶۴

۳-۴- تخمین عمق با استفاده از روش تصویر سازی پارامتری توده ۷۷

۳-۵- تخمین عمق با استفاده از معادله همگن اویلر ۸۹

۳-۶- تخمین عمق با استفاده از عدد موج محلی ۱۰۰

۳-۷- تخمین عمق با استفاده از تحلیل طیف انرژی ۱۱۱

فصل چهارم: تخمین جهت مغناطیس شدگی توده های مولد آنومالی مغناطیسی

۴-۱- مقدمه ۱۳۰

۴-۲- تئوری روش ۱۳۳

۴-۳- کاربرد بر روی داده های مدل ۱۳۶

۴-۴- کاربرد بر روی داده های منطقه گل گهر سیرجان ۱۴۴

۴-۵- نتیجه گیری ۱۴۶

فصل پنجم: تبدیلات مورد استفاده در داده های میدان پتانسیل

۵-۱- مقدمه ۱۴۸

۵-۲- تبدیل گسترش میدان ۱۴۹

۵-۳- تبدیل به قطب ۱۵۵

۵-۴- تبدیل به استوا ۱۶۰

۵-۵- تبدیل شبه گرانی ۱۶۲

۵-۶- تبدیل شبه مغناطیس ۱۶۶

۵-۷- تبدیل مؤلفه های میدان ۱۶۶

۵-۸-نتیجه گیری ۱۶۹

فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادها

۶-۱- نتیجه گیری ۱۷۱

۶-۲- پیشنهادها ۱۷۷

منابع ۱۸۰

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل(۲-۱) کاربرد فیلترهای مشتق در تخمین مرز توده منشوری..... ۱۷

شکل(۲-۲) نقشه زمین شناسی ساده شده جنوب غرب انگلستان..... ۱۹

شکل(۲-۳) کاربرد فیلترهای مشتق بر روی داده های مغناطیسی و گرانی جنوب غرب انگلستان..... ۲۱

شکل(۲-٤) توده مدل دو بعدی برای تولید آنومالی مغناطیسی..... ۲٦

شکل(۲-٥) الف) مقطع دو بعدی مدل پله ای. ب) نقشه مدل پله ای..... ۲۸

شکل(۲-٦) کاربرد سیگنال تحلیلی در تخمین مرز مدل استوانه قائم..... ۳۰

شکل(۲-۷) کاربرد سیگنال تحلیلی بر روی داده های جنوب غرب انگلستان ۳۲

شکل(۲-۸) مقایسه نتایج فیلتر های فازی مختلف بر روی داده های مغناطیسی مدل استوانه قائم..... ۳۷

شکل(۲-۹) کاربرد فیلترهای فازی بر روی داده های جنوب غرب انگلستان..... ٤٤

شکل(۲-۱۰) کاربرد فیلتر ASTA بر روی مدل استوانه قائم..... ٤۷

شکل(۲-۱۱)نقشه زمین شناسی ساده شده منطقه مورد مطالعه در رفسنجان ٤۹

شکل(۲-۱۲) نقشه هم مقدار شدت مغناطیسی منطقه سرچشمه رفسنجان ٥۰

شکل(۲-۱۳) نقشه فیلتر سیگنال تحلیلی داده های مغناطیسی شکل(۲-۱۲) ٥۰

شکل (۲-۱٤) نقشه زاویه تیلت داده های مغناطیسی شکل(۲-۱۲)..... ٥۰

شکل(۲-۱٥) نقشه مشتق افقی کل داده های مغناطیسی شکل(۲-۱۲) ٥۱

شکل(۲-۱٦) نقشه مشتق قائم داده های مغناطیسی شکل(۲-۱۲)..... ٥۱

شکل(۲-۱۷) نقشه فیلتر جدید سیگنال تحلیلی زاویه تیلت (ASTA) داده های مغناطیسی ٥۱

شکل(۳-۱) تخمین عمق مدل توسط روش سیگنال تحلیلی..... ٦۲

شکل(۳-۲) نقشه هم مقدار مغناطیسی منطقه گل‌گهر ٦٤

شکل(۳-۳) نقشه سیگنال تحلیلی داده های مغناطیسی با استفاده از تبدیلات هیلبرت..... ٦٤

شکل(۳-٤) الف) نقشه هم مقدار گرانی منطقه گل‌گهر ٦٥
شکل(۳-٥) نقشه سیگنال تحلیلی داده های گرانی با استفاده از تبدیلات هیلبرت..... ٦٥
شکل(۳-٦) مقطع دو بعدی مدل پله ای. ب) نقشه مدل پله ای ۷۰
شکل(۳-۷) مقطع مدل دایک مورد استفاده با عمق تا بالای d و نصف عرض w ۷٤
شکل(۳-۸) تخمین عمق مدل منشوری توسط مشتق قائم سیگنال تحلیلی ۷٦
شکل(۳-۹) موقعیت چهارگوش زمین شناسی رفسنجان در نقشه ایران ۷۷
شکل(۳-۱۰) تخمین عمق توده مغناطیسی سیریز توسط مشتق قائم سیگنال تحلیلی..... ۷۸
شکل(۳-۱۱) مدل کنتاکت شیبدار به همراه پاسخ مغناطیسی و ۸۳
شکل(۳-۱۲) تخمین عمق مدل استوانه قائم توسط روش SPI ۸۷
شکل(۳-۱۳) کاربرد روش بر روی داده های مغناطیسی نویزدار استوانه قائم (مثال اول)..... ۸۸
شکل(۳-۱٤) کاربرد تخمین عمق SPI بر روی آنومالی شماره دو گل گهر سیرجان..... ۹۱
شکل(۳-۱٥) نحوه حرکت پنجره اویلر بر روی داده های شبکه برداشت ۹٦
شکل(۳-۱٦) کاربرد اویلر بر روی داده های مدل منشوری. ۱۰۰
شکل(۳-۱۷) کاربرد روش اویلر بر روی داده های مغناطیسی منطقه شاهرود ۱۰۲
شکل(۳-۱۸) کاربرد روش ELW بر روی توده منشوری..... ۱۱۱
شکل(۳-۱۹) کاربرد روش ELW بر روی داده های گرانی جنوب غرب انگلستان ۱۱۳
شکل(۳-۲۰) نتایج مدلسازی سه بعدی پیشرو داده های گرانی سنجی جنوب غرب انگلستان ۱۱٤
شکل(۳-۲۱) مدل متوازی الاضلاع با وجوه موازی و قائم (یک مدل تفسیری) ۱۱٦
شکل(۳-۲۲) منحنی تغییرات طیف انرژی منشور قائم به ازاء عدد موج های مختلف ۱۲۳
شکل(۳-۲۳) منحنی تغییرات طیف انرژی منشور قائم به ازاء عدد موج های مختلف ۱۲٤
شکل(۳-۲٤) نمودار تیپیک طیف انرژی شعاعی- عدد موج..... ۱۲٥
شکل(۳-۲٥) کاربرد روش تحلیل طیف انرژی بر روی مدل منشوری..... ۱۲۷
شکل(۳-۲٦) نقشه هم مقدار مغناطیسی منطقه سیریز استان کرمان..... ۱۲۹

شکل(۳–۲۷) نمودار لگاریتم طیف انرژی – عدد موج داده های مغناطیسی منطقه سیریز استان کرمان... ۱۲۹
شکل(۳–۲۸) نقشه ادامه فراسو داده های مغناطیسی منطقه سیریز در عمق ۷۰ متری ۱۳۰
شکل(۳–۲۹) نقشه مقدار خود همبستگی داده های مغناطیسی منطقه سیریز ۱۳۱
شکل(۴-۱) بررسی ویژگی های مغناطیسی توده با مغناطیس شدگی قائم ۱۳۸
شکل(۴-۲) بررسی ویژگی های مغناطیسی توده با مغناطیس شدگی قائم ۱۳۸
شکل (۴-۳) نقشه پاسخ مغناطیسی سه توده منشوری..... ۱۴۱
شکل(۴-۴) نقشه سیگنال تحلیلی داده های مغناطیسی توده های منشوری شکل (۴-۳) ۱۴۱
شکل(۴-۵) نقشه گرادیان افقی آنومالی شبه گرانی داده های مغناطیسی شکل (۴-۳)..... ۱۴۲
شکل(۴-۶) مدل منشوری قائم (الف-نقشه ، ب-مقطع) برای تولید آنومالی گرانی و مغناطیسی ۱۴۳
شکل(۴-۷) نقشه آنومالی گرانی مدل منشوری قائم قرار گرفته در عمق $4Km$ با چگالی ۱۴۳
شکل(۴-۸) نقشه آنومالی مغناطیسی مدل منشوری برای $D=4^\circ$ و $I=55^\circ$ ۱۴۴
شکل(۴-۹) نقشه آنومالی مغناطیسی مدل منشوری برای $D=70^\circ$ و $I=40^\circ$ ۱۴۴
شکل(۴-۱۰) نقشه تبدیل شبه گرانی داده های مغناطیسی شکل (۴-۸)..... ۱۴۵
شکل(۴-۱۱) نقشه تبدیل شبه گرانی داده های مغناطیسی شکل (۴-۹)..... ۱۴۵
شکل(۴-۱۲) نتایج همبستگی داده های گرانی و داده های شبه گرانی..... ۱۴۶
شکل(۴-۱۳) نتایج همبستگی داده های گرانی و شبه گرانی مدل ۱۴۷
شکل(۴-۱۴) کاربرد روش بر روی داده های منطقه گل گهر..... ۱۴۸
شکل(۴-۱۵) نتایج همبستگی داده های گرانی و شبه گرانی منطقه گل گهر..... ۱۴۹
شکل(۴-۱۶) مقایسه نتیجه تخمین بر روی تبدیل شبه گرانی..... ۱۴۹
شکل(۵-۱) نقشه زمین شناسی ساده شده چهارگوش آباده..... ۱۵۵
شکل(۵-۲) نقشه هم مقدار شدت میدان مغناطیسی چهار گوش ۱:۲۵۰۰۰۰ آباده..... ۱۵۶
شکل(۵-۳) نقشه آنومالی ناحیه ای چهار گوش آباده توسط روش گسترش به سمت بالا..... ۱۵۶
شکل(۵-۴) کاربرد ادامه فراسو در کاهش نویزهای سطحی..... ۱۵۸
شکل (۵-۵) استفاده از سیگنال تحلیلی به عنوان تبدیل به قطب بر روی داده های مدل ۱۶۱
شکل(۵-۶) توده مدل دو بعدی برای تولید آنومالی مغناطیسی..... ۱۶۲

شکل(۵-۷) استفاده از سیگنال تحلیلی به عنوان تبدیل به قطب در منطقه شاهرود..... ۱۶۳
شکل(۵-۸) کاربرد تبدیل به استوا در تخمین مرز..... ۱۶۵
شکل(۵-۹) نقشه تبدیل شبه گرانی داده های مغناطیسی ندوشن استان یزد..... ۱۶۹
شکل(۵-۱۰) تبدیل بین مؤلفه های بردار مغناطیس زمین در منطقه ندوشن..... ۱۷۲

فهرست جداول

جدول(۳-۱) تعیین شاخص ساختمانی معادله اویلر برای مدل های زمین شناسی..... ۹۹
جدول(۴-۱) تخمین زاویه مغناطیس شدگی توده توسط نسبت Ar ۱۳۷
جدول (۵-۱) تبدیل بین مؤلفه های بردار مغناطیسی زمین..... ۱۷۳
جدول(۶-۱) مقایسه روش‌های مختلف تخمین عمق آنومالی های میدان پتانسیل..... ۱۷۹
جدول(۶-۲) مقایسه روش‌های مختلف تخمین مرز آنومالی های میدان پتانسیل..... ۱۸۰

فصل اول

مقدمه

۱-۱- کلیات

روش‌های گرانی‌سنجی و مغناطیس‌سنجی از پرکاربردترین روش‌های معمول در اکتشاف کانسارهای فلزی و غیر فلزی هستند. کاربرد این دو روش در شناسایی حوزه‌های نفتی، مطالعات باستان‌شناسی و مطالعات جنبی روش‌های ژئوفیزیکی دیگر (مانند یافتن محل اشیاء فولادی مانند لوله‌های جداری در برداشت های الکترومغناطیس) نیز نتایج مطلوب و موثقی را به دست می‌دهد. به دلیل خودپذیری مغناطیسی بالای اشیاء آهنی مدفون مربوط به زمان باستان و همچنین مغناطیس باقیمانده حرارتی قوی ناشی از تولید آجر، کاشی، سفال روش مغناطیس‌سنجی در مطالعات باستان‌شناسی جایگاه ویژه ای دارد [۱].

در این دو روش اثرات میدان مغناطیسی و گرانی زمین بر توده‌ها و ساختارهای زمین شناسی مختلف بررسی و با یکدیگر مقایسه می‌شود. عامل فیزیکی تأثیرگذار در روش گرانی‌سنجی چگالی توده‌های زیرسطحی و اختلاف خودپذیری توده‌ها با جوانب وجه تمایز بین توده‌ها در روش مغناطیس‌سنجی است. با وجود شباهت‌های بسیاری که بین دو روش گرانی‌سنجی و مغناطیس سنجی وجود دارد، تفسیر کمی آنومالی‌های مغناطیس سنجی دشوارتر از آنومالی‌های گرانی است. ماهیت دو قطبی آنومالی‌های مغناطیسی و تغییرات شدید میدان مغناطیس زمین از عوامل اصلی دشواری تفسیر آنها است. دخیل بودن پارامترهای برداری چون زاویه میل و انحراف بردار مغناطیس زمین، طول و عرض جغرافیایی محل برداشت و امتداد خط برداشت (در مقایسه با امتداد توده) بر شکل آنومالی‌های مغناطیسی از عوامل بعدی هستند که دشواری تفسیر را باعث می‌شوند. تأثیر عوامل فوق بر آنومالی مغناطیسی ثبت شده، به صورت جابجایی آنومالی نسبت به توده (که در بعضی مناطق تا ۱۵ متر نیز می رسد)، عدم تقارن آنومالی مغناطیسی و گرادیان‌های مغناطیسی قابل مشاهده است [۱،۲].

از طرف دیگر خاصیت ویژه ای که این دو روش را از سایر روش‌های ژئوفیزیکی متمایز می‌سازد، پایستار بودن میدان‌های اندازه‌گیری شده است. میدان‌های مغناطیسی، گرانی و الکتریکی

جزء میدان‌های پتانسیل محسوب می‌شوند. این میدان‌ها پایستار[1] هستند و مشخصه آنها این است که کار انجام شده به وسیله قطب متحرک (جرم یا بار متحرک) به مسیر حرکت بستگی ندارد و در صورتیکه حرکت در یک مسیر بسته انجام شود و قطب متحرک بعد از طی مسیری دوباره به نقطه اول برگردد کار انجام شده توسط آن صفر است [۳]. در نتیجه این روش‌ها به روش‌های میدان پتانسیل معروف هستند. این ویژگی امکاناتی را فراهم می‌کند که استفاده از آنها ابزار خنثی سازی مشکلات تفسیر تلقی می‌شود.

۱-۲-فرضیات پژوهشی

در راستای تحقق اهداف مورد نظر در این پژوهش فرضیات پژوهشی زیر ارائه و به آنها پاسخ داده می‌شود.

- مفهوم میدان پتانسیل و ویژگی های آن
- منظور از تجزیه و تحلیل داده‌های میدان پتانسیل
- منظور از بعد فرکانسی پردازش تصویر و ویژگی‌های آن
- چگونه می توان با پردازش در بعد فرکانس به نتایج کمی دست یافت؟

۱-۲-۱- مفهوم میدان پتانسیل

از لحاظ ریاضی میدان برداری F یک میدان پتانسیل است هرگاه کرل آن میدان صفر باشد. بدین ترتیب میدان برداری F به صورت گرادیان یک اسکالر φ (پتانسیل φ) نوشته می شود. بیان ریاضی این عبارت برابر است با [۴]:

$$\vec{F} = \nabla \varphi \qquad (۱-۱)$$

با بسط عملگر گرادیان و میدان برداری F در حالت سه بعدی داریم:

1-Conservative

$$\nabla = \frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k} \qquad \vec{F} = F_x\hat{i} + F_y\hat{j} + F_z\hat{k} \qquad (۲-۱)$$

با استفاده از رابطه (۱-۱) و (۱-۲) رابطه (۱-۳) نتیجه می شود:

$$F_x = \frac{\partial \varphi}{\partial x} \qquad F_y = \frac{\partial \varphi}{\partial y} \qquad F_z = \frac{\partial \varphi}{\partial z} \qquad (۳-۱)$$

یکی از کاربردهای مفهوم پتانسیل (رابطه ۱-۳) یافتن میدان مغناطیسی (یا گرانی) در یک امتداد خاص است. این کار با محاسبه مشتق پتانسیل در آن امتداد انجام می‌شود.

برای مثال اگر $F=g$ (g میدان گرانی زمین است) آنگاه طبق رابطه (۱-۱) داریم:

$$\vec{g} = \nabla \varphi \qquad (۴-۱)$$

اما پتانسیل برابر کار انجام شده بر روی واحد ذره (گرانی یا مغناطیسی) برای انتقال آن در خلاف جهت میدان از بی نهایت فیزیکی به نقطه ای درون میدان تعریف می‌شود:

$$\varphi = \int_{-\infty}^{r} g(r')dr' \qquad (۵-۱)$$

با این تعریف پتانسیل گرانی یک منبع نقطه ای برابر است با:

$$\varphi = -G\frac{m}{r} \qquad (۶-۱)$$

در این رابطه G ثابت جهانی گرانش، m جرم جسم و r فاصله نقطه اندازه گیری تا جسم است.

حال که پتانسیل گرانی تعیین شد قادر هستیم تا با استفاده از رابطه (۱-۴) مؤلفه‌های میدان گرانی را در دستگاه کارتزین محاسبه کنیم:

$$g_x = \frac{\partial \varphi}{\partial x} = G\frac{mx}{r^3} \qquad (۷-۱)$$

$$g_y = \frac{\partial \varphi}{\partial y} = G\frac{my}{r^3} \qquad (۸-۱)$$

$$g_z = \frac{\partial \varphi}{\partial z} = G\frac{mz}{r^3} \qquad (۹-۱)$$

به طور مشابه در مورد میدان مغناطیسی، پتانسیل مغناطیسی V به صورت منفی کار انجام شده بر روی واحد قطب مغناطیسی برای انتقال آن در خلاف جهت میدان مغناطیسی از بی نهایت فیزیکی به نقطه ای درون میدان مغناطیسی (به فاصله r)تعریف می شود. لذا پتانسیل مغناطیسی به صورت زیر نوشته می شود [۵]:

$$V = -\int_{-\infty}^{r} \frac{m}{r^2} = \frac{m}{r} \qquad (۱۰-۱)$$

بعد از اینکه مفهوم میدان پتانسیل در مورد روش های گرانی‌سنجی و مغناطیس‌سنجی مشخص شد در زیر به ذکر برخی ویژگی‌های این خاصیت اشاره می‌شود:

- قابلیت انتقال از یک حوزه به حوزه دیگر. مانند تبدیل داده‌های میدان پتانسیل از حوزه مکان به حوزه فوریه (فرکانس). این ویژگی علاوه بر امکان تحلیل طول موجی داده‌ها، محاسبه مجدد آنومالی در ارتفاع‌های مختلف و به ازاء مقادیر جدید پارامترهای ورودی را ممکن می‌سازد.

- تبدیل بین مؤلفه‌های میدان مغناطیسی یا گرانی. بدین معنی که با اندازه گیری مؤلفه‌ای از میدان ها، می توان توسط روابط حاکم سایر مؤلفه‌ها را نیز بدست آورد.

- صادق بودن معادله لاپلاس در مورد این میدان‌ها. مهمترین ابزاری که از این خاصیت فراهم می شود، قابلیت محاسبه مشتق قائم میدان های گرانی ومغناطیسی است. این کمیت به همراه گرادیان های افقی به عنوان ورودی اکثر روش‌های تخمین عمق است که در طول این نوشته به آنها اشاره خواهد شد.

- یافتن مؤلفه‌های میدان در یک امتداد خاص.

۱-۲-۲- منظور از تجزیه و تحلیل داده های میدان پتانسیل

در قسمت قبل چهار ویژگی کلی داده‌های میدان پتانسیل بر شمرده شد. به غیر از مورد آخری که در همان قسمت شرح داده شد، سه مورد بقیه تحت عنوان تجزیه و تحلیل داده‌های میدان پتانسیل در بعد فرکانس مطرح می شود که هدف اصلی این نوشته است.

۱-۲-۳- منظور از بعد فرکانسی پردازش تصویر و ویژگی‌های آن

بعد از برداشت داده های میدان پتانسیل، نتیجه کار یک سری داده گسسته با ماهیت عددی است که در نقاط پروفیل یا شبکه برداشت (حوزه مکان) حاصل شده است. در گذشته تفسیر داده‌ها در همان حوزه مکان و توسط روش‌های دستی انجام می‌شد. گرچه روش‌های دستی تمام پروسه تفسیر، از جداسازی آنومالی‌ها تا تخمین عمق را پوشش می دهد، نیاز به کامپیوتر ندارد، در صحرا قابل اجرا است و امکان تشخیص نویز از سیگنال را فراهم می‌کند. با این حال در پروژه‌های بزرگ مقیاس (در حد چهارگوش‌های زمین‌شناسی) و با پیچیدگی‌های زمین‌شناسی کاربردی ندارد. از طرف دیگر پردازش داده‌ها در حوزه مکان، پردازشی یک بعدی است بدین معنی که فقط داده‌ها از لحاظ شدت از هم تفکیک می‌شوند و تنها وجه تمایز بین توده‌ها شدت نسبی داده ها است [۳-۵]. اما برداشت داده‌ها در مقیاس وسیع از یکسو و ظهور کامپیوتر و روش‌های سریع پردازش از سوی دیگر استفاده از روش‌های تفسیر اتوماتیک با استفاده از کامپیوتر را ایجاب می‌کند. امتیاز ویژه ای که نیل به این هدف را میسر می‌سازد، امکان انتقال داده‌های میدان پتانسیل از حوزه مکان به حوزه فرکانس است [۶]. این کار توسط تئوری تبدیل فوریه انجام می‌گیرد. خروجی تبدیل فوریه یک عدد مختلط است که دارای فاز و دامنه است. کمیت فاز نیز دارای نرخ تغییرات مشخصی است که خود عامل تفکیک وتمایز داده‌ها محسوب می‌شود. در نتیجه تفسیر داده ها در بعد فرکانس پردازش چند بعدی است.

۱-۲-۴- دست یابی به نتایج کمی با تجزیه و تحلیل در بعد فرکانس

معمولاً در روش‌های ژئوفیزیکی قبل از کاربرد روش تفسیری مورد نظر بر روی داده‌های واقعی، بر روی داده‌های مصنوعی ناشی از یک مدل تئوری آزمایش می‌شود. برای این کار ابتدا رابطه تئوری آنومالی ژئوفیزیکی مدل مفروض بیان می شود. این رابطه تابعی از پارامترهای فیزیکی توده (که مجهول هستند

و هدف تعیین آنها است) و همچنین پارامترهایی است که با نام پارامترهای اساسی یا معلوم شناخته می‌شوند و تعیین آنها حتماً در بعد فرکانس صورت می‌گیرد. سپس این رابطه برای رسیدن به پارامترهای فیزیکی توده بسط داده می‌شود. روش‌های تفسیر شامل روش‌های تخمین مرز توده، تخمین عمق توده، تخمین ویژگی‌های مغناطیس‌شدگی و تبدیلات است که همگی در حوزه فرکانس انجام می شود و در این پژوهش به شرح آنها پرداخته می شود.

به هر کدام از روش‌های تفسیری فوق یک فصل اختصاص داده شده است. در مورد هر روش ابتدا تئوری کامل روش بیان و سپس بر روی داده‌های مصنوعی مدل و داده‌های واقعی از ایران و جهان آزمایش می شود. به دلیل متنوع بودن روش‌ها سعی می‌شود تا از داده های میدان پتانسیل واقعی از مناطق مختلف ایران مانند گل‌گهر سیرجان، سیریز استان کرمان، شاهرود، ندوشن و همچنین از داده های مغناطس‌سنجی و گرانی‌سنجی جنوب غرب انگلستان استفاده شود.

مطالب این نوشته در پنج فصل گردآوری شده است.

در فصل دوم روش‌های مختلف تخمین مرز توده‌های سبب شونده آنومالی مغناطیسی بیان شده است. این روش‌ها شامل فیلترهای مشتق، فیلتر سیگنال تحلیلی و فیلترهای فاز محلی است. علاوه بر فیلترهای متداول فوق چند فیلتر جدید با دقت بالا نیز معرفی شده است. در هر مورد کاربرد فیلترهای مختلف بر روی داده های تئوری مدل و همچنین داده‌های واقعی نشان داده شده است. نرم افزارهای مورد استفاده در این پژوهش عبارت از Geosoft[۲]، Model vision pro[۳]، Mirone[۴] و Potent[۵] می باشد. همچنین در بعضی موارد از برنامه نویسی به زبان متلب و فرترن استفاده شده است.

در فصل سوم روش‌های مختلف تخمین عمق آنومالی‌های میدان پتانسیل شرح داده شده است. این روش ها جزء پرکاربردترین روش های تخمین عمق هستند و قابلیت پردازش حجم وسیعی از داده

۲- ژئوسافت

۳- مدل ویژن پرو

۴- مایرون

۵- پوتنت

ها را دارند. در مورد هر روش کاربرد آن بر روی داده‌های مدل و داده‌های واقعی از داخل و خارج از ایران نشان داده شده است.

در فصل چهارم در مورد روش‌های تخمین جهت مغناطیس‌شدگی کل توده‌ها بحث شده است. منظور از جهت مغناطیس‌شدگی کل توده‌ها تخمین زاویه میل و انحراف بردار مغناطیس‌شدگی توده است. این مقادیر در بسیاری موارد با زاویه میل و انحراف بردار مغناطیس القایی متفاوت است و آگاهی از آن علاوه بر تعیین ویژگی‌های دیرینه مغناطیسی توده، باعث افزایش دقت خروجی روش‌های تفسیری خواهد شد. این روش بر روی داده‌های گرانی و مغناطیسی محدوده‌ای در منطقه معدنی گل-گهر به کار برده شده است.

در فصل پنجم انواع تبدیلات مورد استفاده در تفسیر داده‌های میدان پتانسیل معرفی شده است. اکثر این تبدیلات با هدف کاهش ماهیت متغیر آنومالی مغناطیسی و برای سادگی تفسیرها استفاده می‌شود. تبدیلات کاربرد گسترده‌ای شامل تخمین مرز، حذف ماهیت دو قطبی، کاهش نویز و جداسازی آنومالی‌ها دارند. این روش‌ها بر روی داده‌های واقعی در مقیاس محلی و ناحیه‌ای به کار برده شده است.

فصل ششم به نتیجه گیری، تفسیر یافته ها و ذکر پیشنهادها اختصاص داده شده است.

فصل دوم

تخمین مرز آنومالی های میدان پتانسیل

۲-۱- مقدمه

یکی از روش‌های ارائه داده‌های حاصله در روش‌های میدان پتانسیل نقشه‌های هم مقدار گرانی و مغناطیسی است و می‌توان آنها را به عنوان تصویر در نظر گرفت. در اکثر موارد اطلاعات مندرج در این نقشه‌ها با نویزهای مختلف پوشیده می‌ماند. مهمترین ابزاری که جهت تخمین مرز آنومالی-های میدان پتانسیل وجود دارد فیلترهای گوناگون است که هر کدام ماهیت و کاربردهای مختلفی دارد. فیلتر کردن داده‌های میدان پتانسیل پردازشی عددی است که جلوه‌های مختلف داده‌های میدان گرانی یا مغناطیسی را مشخص می‌کند[۷]. مشتق‌های میدان پتانسیل، اساس تمام فیلترهای مختلف موجود در زمینه تخمین مرز هستند که هر روش با رویکردهای مختلفی این سه کمیت پایه را به کار می‌گیرند.

مهمترین روش های تخمین مرز موجود عبارتند از:

۲-۱-۱- فیلترهای مشتق

فیلترهای مشتق شامل مشتق قائم[۶]، مشتق جهتی[۷] و مشتق افقی کل[۸] هستند. معمولاً در مرحله تفسیر بنا به نیاز از هر سه نوع فیلتر استفاده می‌شود. زیرا هر سه فیلتر اطلاعات مختلف و ویژه‌ای را در اختیار می‌گذارد. ترکیب این فیلترها به طرق مختلف منجر به تولید فیلترهای جدید با کارایی بیشتر خواهد شد. علاوه بر کاربرد آنها در تخمین مرز، اساس اکثر روش‌های تفسیر آنومالی‌های میدان پتانسیل به ویژه روش‌های تخمین عمق نیز کمیت مشتق است. اندازه مشتق قائم در محل لبه‌های توده‌های زیرسطحی صفر است و از این خاصیت برای تخمین مرز استفاده می‌شود. اندازه مشتق افقی در بالای لبه‌های توده زیر سطحی ماکزیمم است لذا این فیلتر نیز می‌تواند به عنوان وسیله ای جهت تخمین مرز به کاربرده شود. مشتق‌های جهتی بیشتر برای برجسته کردن

1- Vertical Derivative.
2- Directional Derivative.
3- Total Horizontal Derivative.