

# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی

کارگاه آنلاین  
بررسی مقابله ای متون (مقدماتی)

کارگاه آنلاین  
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

## بررسی تاثیر کالیبراسیون در پردازش داده‌های مگنتوتلوریک با استفاده از

### یک روش آماری پایدار برای پردازش داده‌ها

\* امید قانع<sup>۱</sup>، بهروز اسکویی<sup>۲</sup>، رحمان جواهری<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوفیزیک، مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، omidghane@ut.ac.ir

<sup>۲</sup> دانشیار گروه فیزیک زمین، مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، boskooi@ut.ac.ir

<sup>۳</sup> کارشناس ارشد ژئوفیزیک، مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران، rahmanjavaheri@gmail.com

#### چکیده :

روش مگنتوتلوریک (MT) یک روش ژئوفیزیک سطحی غیر فعال (passive) است که از میدان‌های الکترومغناطیسی طبیعی زمین برای بررسی ساختار مقاومت ویژه الکتریکی زیر سطحی استفاده می‌کند. این روش را میتوان در کاوش‌های زیر سطحی از عمق ده‌ها متر تا ده‌ها کیلومتر به کار برد. همه داده‌های خام برداشت شده با روش MT به صورت سری‌های زمانی است، به طوری که نمی‌توان اطلاعات ساختار زیرسطحی را مستقیماً از آنها استخراج کرد. لذا قبل از مدل‌سازی و تفسیر داده‌ها، باید مجموعه عملیاتی تحت عنوان پردازش (processing) روی داده‌ها صورت گیرد. هر چقدر پردازش داده‌ها بهتر صورت گیرد، مدل به دست آمده و تفسیر حاصل از آن با ساختار واقعی زمین منطبق‌تر خواهد بود.

در این مقاله، مراحل پردازش داده‌های مگنتوتلوریک بیان خواهد شد سپس داده‌های مگنتوتلوریک برداشت شده در میدان نفتی سه قنات را با استفاده از الگوریتم ارایه شده توسط اسمیرنوف (اسمیرنوف، ۲۰۰۳) مورد پردازش قرار می‌دهیم و تاثیر کالیبره کردن را در نتایج پردازش داده‌ها بررسی می‌کنیم و نشان می‌دهیم داده‌هایی که بدون کالیبره کردن پردازش می‌شوند، عملاً داده‌های مناسبی نیستند و از این داده‌ها نمی‌توان جهت مدل‌سازی ژئوفیزیکی و در نهایت تفسیر استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: ژئوفیزیک، مگنتوتلوریک، کالیبراسیون، پردازش داده‌ها، نوفه،

#### مقدمه :

روش مگنتوتلوریک یک تکنیک ژئوفیزیکی با چشمه طبیعی است که از اندازه‌گیری سطحی تغییرات میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی زمین در دو جهت متقاطع جهت اکتشاف ساختار مقاومت ویژه تحت‌الارضی استفاده می‌کند. میدان‌های مگنتوتلوریک بوسیله دو چشمه عمده تولید می‌شوند که یکی پایین‌تر از یک هرتز بوده و دیگری بالای یک هرتز است. چشمه میدان بالای یک هرتز از فعالیت‌های آذرخشی که در نواحی استوایی متمرکز می‌باشند، منبعث می‌شود. امواج الکترومغناطیسی تولید شده در سرتا سر کره زمین منتشر شده و در فضای بین یونوسفر و سطح زمین به دام می‌افتند و انرژی آنها دائماً در این ناحیه به سمت بالا و پایین منعکس می‌شود. چشمه میدان پایین‌تر از یک هرتز نیز شامل فعل و انفعال بین بادهای خورشیدی (پلاسما) و میدان مغناطیسی زمین می‌شود. این کنش‌های ژئومغناطیسی به دلیل رفتار متغیر با زمانشان، جریان‌های پیچشی و میدان‌های

مغناطیسی ثانویه‌ای در زمین القاء می‌کنند. طیف نوسانات ژئومغناطیسی بسته به نوع منشاء، بین ۰/۰۰۰۱ تا ۱۰۰۰ هرتز می‌باشد (ووزوف، ۱۹۹۱).

اطلاعات مگنتوتلوریک با استفاده از سنسورهای الکتریکی و مغناطیس‌سنج‌های القایی به منظور ثبت تغییرات میدان‌ها برداشت می‌شود. سنسورهای الکتریکی جهت ثبت میدان الکتریکی که با اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل بین جفت الکترودهای  $E_x$  و  $E_y$  انجام می‌شود، مورد استفاده قرار می‌گیرند. مغناطیس‌سنج‌های القایی نیز جهت اندازه‌گیری میدان‌های مغناطیسی در سه جهت متعامد  $H_x$ ،  $H_y$  و  $H_z$  به کار برده می‌شوند.

تغییرات اندازه‌گیری شده در میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی زمین  $[E_x/E_y(\omega)]$ ، اطلاعاتی را در مورد ساختار مقاومت ویژه زیرسطحی ارائه می‌کند. فرض بر این است که امواج الکترومغناطیسی به شکل تخت بوده و تحت زاویه قائمه به درون زمین منتشر می‌شوند، بدین معنی که میدان چشمه تنها دارای مولفه‌های افقی است (ووزوف، ۱۹۹۱). متعاقباً می‌توان گفت که در هر طول موج معین، با داشتن تنها دو مولفه الکتریکی افقی، میدان الکترومغناطیسی اندازه‌گیری شده در هر کجای سطح را می‌توان توصیف کرد. فرکانس‌های بالا اطلاعاتی در مورد اعماق کم در برداشته در حالی که فرکانس‌های پایین حاوی اطلاعاتی در مورد اعماق بیشتر می‌باشند. روش  $MT$  قادر است تا اعماق ده‌ها کیلومتر کاوش کند و از این رو به عنوان عمیق‌ترین تکنیک اکتشافی در بین همه روش‌های الکترومغناطیسی محسوب می‌شود. عمق نفوذ میدان‌های الکترومغناطیسی به طول موج و رسانایی ساختارهای زمین بستگی دارد.

مرحله پردازش داده‌های مگنتوتلوریک یکی از مهمترین مراحل است که بر روی داده‌های خام برداشت شده صورت می‌گیرد. چنانچه پردازش داده‌ها به خوبی صورت پذیرد مدلی که از این داده‌ها به دست می‌آید بسیار منطبق بر ساختار واقعی زمین خواهد بود. در این بررسی مراحل پردازش داده‌های مگنتوتلوریک را بیان می‌کنیم سپس با پردازش داده‌های برداشت شده در میدان نفتی سه قنات تاثیر کالیبره کردن طیف در نتایج پردازش را بررسی می‌کنیم.

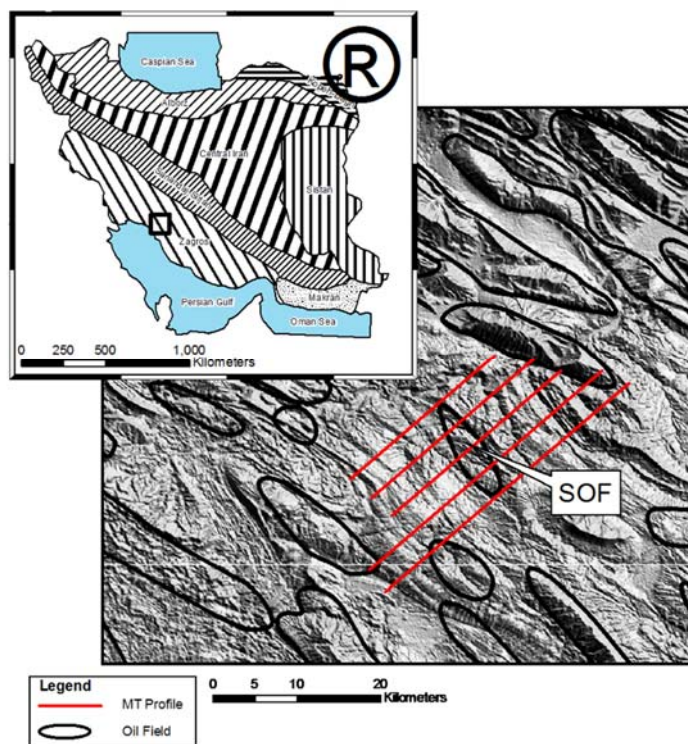
### زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

کشور ایران به لحاظ زمین‌شناسی ساختمانی به هفت ناحیه البرز، ایران مرکزی، کپه داغ، مکران، سیستان، سهندج سیرجان و زاگرس تقسیم می‌شود (شکل ۱). بیش از ۹۵ درصد میدان‌های نفتی ایران در ناحیه زاگرس واقع شده‌اند. این منطقه در اثر رسوبگذاری مداوم و تنها با وقفه‌هایی اندک، از زمان تریاس تا میوسن شکل گرفته است. عدم وجود پدیده‌های آتشفشانی و دگرگونی، پراکندگی اندک رخنمون سنگ‌های پالئوزوئیک و تعدد تاقدیس‌های بزرگ در کنار ناودیس‌های کوچک از دیگر ویژگی‌های زمین‌شناسی ناحیه زاگرس محسوب می‌شود. منطقه زاگرس در قسمت‌های شمال غربی، غربی و جنوب غربی ایران و کرانه شرقی خلیج فارس قرار دارد. امتداد زمین‌شناسی آن شمال غربی-جنوب شرقی است و گسترشی بالغ بر ۱۵۰۰ کیلومتر را شامل می‌شود. شکل (۱)، تقسیم بندی زمین‌شناسی ساختمانی ایران را به همراه موقعیت میدان نفتی سه قنات (SOF) در کنار میدان‌های نفتی مجاور و پروفیل‌های مگنتوتلوریک نشان می‌دهد.

شکل تاقدیس‌های مرتفع و کوه‌هایی با قله‌های بلند که ارتفاع آنها گاه‌ها به ۳۶۰۰ متر بالای سطح دریا نیز می‌رسد، دیده می‌شوند. در حال حاضر، حوضه رسوبی زاگرس به عنوان یکی از بزرگترین ذخائر هیدروکربنی جهان شناخته می‌شود و هر ساله تعداد زیادی عملیات اکتشافی ژئوفیزیکی به منظور پی‌جویی مخازن جدید در حال انجام است. بیشترین ذخائر نفتی و گازی حوضه زاگرس در ارتباط با مخازن آهکی و کربناته است. مهمترین این مخازن، سازند آسماری با سن الیگو-میوسن است که بعد از آن سازند سروک (گروه بنگستان) با سن آلبین-

کامپانیناز اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مخازن عمیق‌تری نیز در این حوضه تشکیل شده است که از جمله می‌توان به تشکیلات آهکی-دولومیتی گروه خامی با سن ژوراسیک-کرتاسه پایینی و همچنین سازند کربناته دالان با سن پرمین اشاره کرد.

در این بین، سازند آسماری از جمله مخازن عظیم جهان به شمار می‌رود که ضخامتی متغیر از چند متر تا بیش از ۵۰۰ متر را شامل می‌شود. این سازند عمدتاً از آهک‌های متراکم و همچنین دولومیت تشکیل شده است. روی افق بالایی سازند آسماری، تشکیلات تبخیری سازند گچساران قرار گرفته است که شامل صدها متر انیدریت، نمک و مقدار اندکی آهک و شیل می‌باشد. این سازند تبخیری سنگ پوش ایده‌آلی برای حفظ ذخائر هیدروکربنی سازند آسماری محسوب می‌شود و تقریباً بیش از ۹۰ درصد سطح منطقه مورد مطالعه را پوشانده است. در قاعده سازند آسماری تشکیلات شیلی سازندهای پایده و گورپی قرار دارد که به نوعی هم به عنوان سنگ منشاء مخزن آسماری و هم سنگ پوش دیگر مخزن کربناته یعنی سازند سروک، قلمداد می‌شوند. در بخش زیرین سازند سروک نیز سازند عمدتاً شیلی کژدمی نهشته شده است که در واقع عمده‌ترین سنگ منشا در حوضه رسوبی زاگرس به شمار می‌رود.



شکل ۱. تقسیم بندی تشکیلات ساختمانی زمین‌شناسی کشور ایران به همراه موقعیت جغرافیایی پروفیل‌های مگنتوتلوریک و میدان نفتی سه‌قنات در کنار میدان‌های نفتی مجاور که به شکل حلقه‌های بسته دیده می‌شود.

## مراحل پردازش داده‌های مگنتوتلوریک

در اولین مرحله از پردازش داده‌های MT، سری‌های زمانی برداشت شده، به بخش‌های مجزا تقسیم می‌شوند. برای هر کدام از این بخش‌ها تحلیل سری‌های زمانی (شامل حذف داده‌های نوفه‌ای و غیره) صورت می‌گیرد. این فرآیند در مورد همه باندهای بسامدی تکرار می‌شود. مسئله‌ی اصلی در پردازش داده‌ها این است که مشاهدات صحرایی به صورت تابعی از زمان (سری‌های زمانی) به دست می‌آیند ولی پایه‌های نظری که برای این روش بسط داده شده‌اند، همگی در حوزه بسامد (domain frequency) هستند. بدین ترتیب لازم است قبل از اینکه نظریه با مشاهدات صحرایی منطبق شود، داده‌های صحرایی به حوزه بسامد برده شوند. مراحل پردازش داده‌های مگنتوتلوریک عبارتند از:

حذف میل داده‌ها (Trend Elimination): قبل از اعمال تبدیل فوریه، سری‌های زمانی برداشت شده با حذف میل، مورد پردازش قرار می‌گیرند. این قسمت از پردازش انحراف قاعده‌مند احتمالی نسبت به محور X را برای داده‌های سری زمانی حذف می‌کند. در این مرحله مقدار میانگین (گرایست، bias) به سمت صفر میل می‌کند و انحراف خط مبنای مستقیم برداشت داده‌ها که متفاوت از محور X است، حذف می‌شود.

اعمال تابع پنجره (پنجره گذاری، Windowing): پس از حذف میل، سری‌های زمانی در یک پنجره ضرب می‌شوند. این عمل به خاطر اجتناب از اثرات کناری در تبدیل فوریه سریع (ناپیوستگی‌هایی که در لبه‌ها ایجاد می‌شوند) و به منظور به دست آوردن تصویری بهینه از طیف بسامدی صورت می‌گیرد.

تبدیل فوریه سریع (FFT): پس از آنکه سری‌های زمانی با حذف مؤلفه‌ی میل و پنجره‌گذاری پردازش شدند، FFT بر روی داده‌ها اعمال می‌شود. بدین ترتیب سری‌های زمانی خام جمع‌آوری شده به حوزه بسامد برده می‌شوند. همه‌ی مراحل پس از این مرحله در حوزه بسامد و روی داده‌های طیفی صورت می‌گیرد.

محاسبه طیف متقابل (Cross Spectra) و خود طیفی (Auto Spectra): برای هر بسامد هدف، طیف متقابل و خود طیفی از طیف درجه‌بندی شده محاسبه می‌شود. هریک از این مقادیر با جمع طیف روی کل خطوط بسامدی در داخل یک پنجره که در وسط آن بسامد هدف واقع شده است، به دست می‌آیند. این عمل باید برای کل بسامدهای هدف صورت گیرد. منظور از بسامدهای هدف، تعداد معدودی بسامد است که در مرحله پردازش به منظور به دست آوردن منحنی‌های مقاومت ویژه ظاهری و فاز انتخاب می‌شوند.

کالیبره کردن طیف: در هنگام ثبت سری‌های زمانی، داده‌ها از تابع تبدیل دستگاه‌های اندازه‌گیری تأثیر می‌پذیرند. به منظور حذف این اثر، داده‌ها را باید کالیبره کرد. تابع کالیبراسیون (function calibration) مربوط به داده‌ها، با تابعی که در هنگام برداشت با فرستادن تپ‌های (پالس) معلوم و دریافت پاسخ آنها ذخیره می‌شود، به دست می‌آید. در این مرحله، طیف موردنظر از داده‌ها را در معکوس تابع تبدیل دستگاه اندازه‌گیری ضرب می‌شود و بدین ترتیب اثرات دستگاهی، از طیف پاک می‌شود.

نمایش داده‌ها و به کارگیری دیگر ترفندهای پردازشی لازم: پس از اعمال مراحل پردازش فوق، داده‌های مگنتوتلوریک به صورت مقاومت ویژه ظاهری (apparent resistivity) و فاز (phase) بر حسب بسامد (یا دوره‌ی تناوب) نمایش داده می‌شوند. علاوه بر مراحل پردازش پیش‌گفته، مجموعه‌ای از تصحیحات موسوم به پردازش دستی، نیز در این مرحله باید بر روی داده‌ها صورت گیرد که در زیر به مهمترین آنها اشاره می‌شود.

حذف خارج از رده‌ها (Elimination Outliers): خارج از رده‌ها به داده‌هایی اطلاق می‌شود که مقدار آنها خارج از محدوده‌ی مقادیر اندازه‌گیری سایر داده‌ها در محل مورد نظر است و لذا از روند کلی منحنی داده‌ها

پیروی نمی‌کنند. این داده‌ها روی منحنی‌ها کاملاً مشخص‌اند و بنابراین باید حذف شوند. تصحیح اثرات توپوگرافی: ویژگی توپوگرافی جریان‌ها را مجبور می‌کند تا در الگوهای متفاوت از آنچه در حالت مسطح دارند، شارش کنند. بنابراین آن‌ها روی هر دو میدان مغناطیسی و مخصوصاً الکتریکی در سطح اثر می‌گذارند. از این‌رو پاگیری‌ها نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرند. این تأثیر از دیدگاه نظری پیشبینی و اغلب در عمل نیز مشاهده می‌شود. اثرات توپوگرافی معمولاً در برنامه‌های رایانه‌ای مورد استفاده برای مدل‌های دوبعدی و سه بعدی مدفون در یک زمین صاف قرار می‌گیرند. البته در این راستا، برنامه‌های رایانه‌ای مجزایی نیز برای حذف این اثرات از روی داده‌های MT طراحی شده است.

تصحیح جابجایی ایستا (Static Shift correction): جابجایی ایستا به واسطه‌ی حضور بار روی ناهمگنی‌های سطحی، کوچک مقیاس و محلی ایجاد می‌شود. این اثر میتواند با هر تباین مقاومت ویژه‌ی چند بعدی با عمق و ابعاد خیلی کمتر از عمق نفوذ واقعی میدان‌های الکترومغناطیسی ایجاد شود. اثرات واپیچش ناشی از آن فقط روی میدان الکتریکی اثر می‌کند، چنان‌که به‌صورت جابجایی عمودی در منحنی‌های مقاومت ویژه‌ی ظاهری (بین محل‌های مجاور یا بین دو منحنی در یک محل) بدون تفاوت دیگری در شکل منحنی‌ها ظاهر می‌شود. اثر دورافت منحنی‌ها که نتیجه‌ای از حالت رسانایی ویژه در سطح است روی منحنی فاز حتی در مورد بالاترین بسامدها هم ظاهر نمی‌شود. جابجایی ایستا میتواند دو ناحیه‌ی منبع دو بعدی یا سه بعدی داشته باشد.

روش‌های متعددی برای حذف جابجایی ایستا وجود دارد. یکی از این روش‌ها محاسبات نظری جابجایی ایستا از ناهمگنی‌های مدفون نزدیک سطح یا اثرات توپوگرافی سطحی است (استرنبرگ و همکاران، ۱۹۸۸). روش دیگر استفاده از داده‌های کمکی با توجه به زمین‌شناسی مشخص منطقه و یا از طریق اندازه‌گیری‌های مستقل نظیر سونداژزنی TEM است، بدین‌صورت‌که با به‌دست‌آوردن مقادیر دقیق مقاومت ویژه در محل مورد نظر، منحنی را به سطح مربوطه منتقل می‌کنند. از دیگر روش‌ها میتوان به محاسبه کردن با داده‌های دترمینان اشاره کرد. داده‌های دترمینان نیاز به تصحیح جابجایی ایستا ندارد.

## روش پردازش:

در این تحقیق از روش پایدار (Robust) ارائه شده توسط اسمیرنوف (اسمیرنوف، ۲۰۰۳) برای پردازش داده‌ها استفاده شده است که بالا ترین نقطه شکست یعنی نقطه شکست ۵۰ درصد را دارا می‌باشد که این بدین معنی است که حتی اگر نیمی از داده‌ها خارج از رده باشند نتیجه‌ی معقول و مناسبی خواهیم داشت. در واقع یک الگوریتم پایدار برای پردازش داده‌های مگنتوتلوریک توسط اسمیرنوف ارائه شده است که توسعه یافته‌ی تخمین سیگل (سیگل، ۱۹۸۲) می‌باشد و مبتنی بر الگوریتم میانه تکرار (RM) است تا بتواند حداکثر حفاظت را از نتایج در برابر تاثیر نقاط خارج از رده و خطاهای بزرگ به عمل آورد.

در این الگوریتم برای حذف خارج از رده‌ها و شکاف‌ها (Gaps) در حوزه زمان از الگوریتم پیش بینی اتورگرسیون (AR) پیشرو استفاده شده است و همچنین تبدیل طیفی به وسیله‌ی تبدیل فوریه سریع (FFT) از طریق تقسیم داده‌ها به بخش‌هایی با استفاده از طبقه‌بندی همدوسی انجام شده است.

برای بررسی تاثیر کالیبراسیون در نتایج پردازش، ابتدا داده‌ها بدون کالیبره کردن طیف، پردازش می‌شود سپس همان داده‌ها با انجام کالیبراسیون مورد پردازش قرار می‌گیرند. با مقایسه نتایج حاصل از پردازش که شامل

## نمودارهای

فاز و مقاومت ویژه است به روشنی تاثیر کالیبراسیون در نتایج پردازش مشخص می شود. داده‌های حدود ۵۰ ایستگاه پس از آماده سازی مورد پردازش قرار گرفت و نمودارهای فاز و مقاومت آن‌ها به دست آمد.

در شکل ۲ نتایج حاصل از پردازش چهار ایستگاه به عنوان نمونه آورده شده است. نمودارهای آبی رنگ داده‌های پردازش شده با اعمال کالیبراسیون است و نمودارهای قرمز رنگ نتایج پردازش داده بدون کالیبره کردن طیف است.

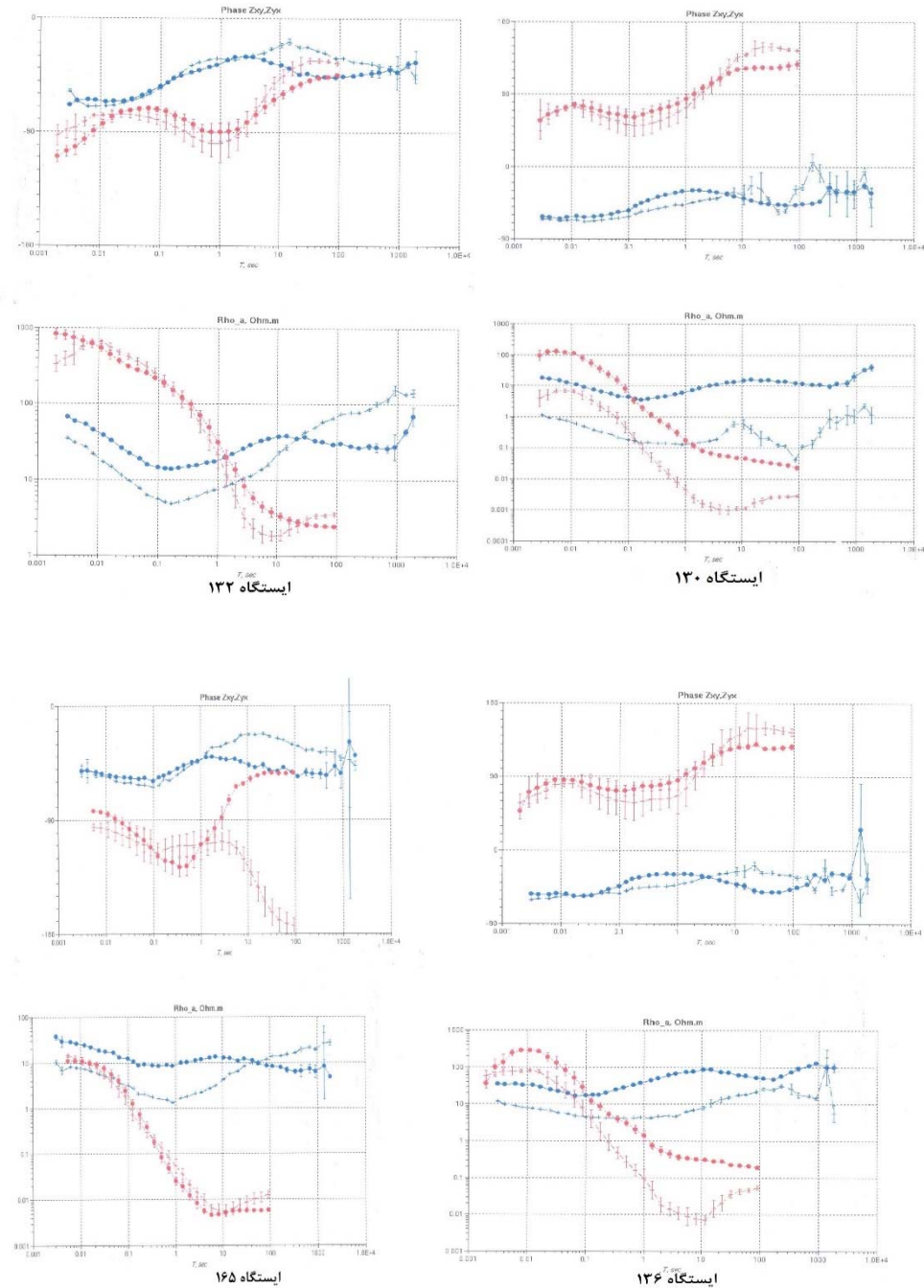
پنل‌های بالایی در هر ایستگاه نشان دهنده فاز است و پنل‌های پایینی مقاومت ویژه را نشان می‌دهد. نمودارهای قرمز رنگ در قسمت فاز، خروج از فاز (Out of phase) را نشان می‌دهند. در واقع ما انتظار داریم که نمودارهای فاز پس از پردازش در یک ربع واقع شوند مانند آنچه در نمودارهای آبی رنگ نمایان است. همان طور که از نمودارها مشخص است وقتی داده کالیبره باشد نمودار فاز آن در یک ربع (۰ تا ۹۰-) واقع می‌شود اما هنگامی که داده‌ها را بدون کالیبره کردن پردازش می‌کنیم خروج از فاز داریم بدین معنا که نمودار فاز در دو ربع واقع می‌شود. خروج از فاز داده‌ها نیز مدل‌سازی را دچار مشکل می‌کند و باعث می‌شود که نتوان از این داده‌ها جهت به دست آوردن مدل ژئوفیزیکی استفاده کرد.

علاوه بر این نمودارهای مقاومت ویژه در حالتی که داده‌ها کالیبره نشدند مقاومت ویژه‌های غیر منطقی را نشان می‌دهد. مقاومت ویژه‌های بسیار بالا مثلا ۱۰۰۰ اهم متر (ایستگاه ۱۳۲ در پریودهای کوتاه) و یا مقاوت ویژه‌های بسیار پایین مثلا مقاومت ۰,۰۱ اهم متر (ایستگاه ۱۳۶ در پریودهای بلند) با توجه به زمین‌شناسی منطقه غیر معقول است. همچنین نمودارهای قرمز رنگ تغییرات بسیار شدیدی را در مقاومت نشان می‌دهد (از رنج ۱۰۰۰ تا ۰,۰۱ اهم متر) که این رنج تغییرات نیز غیر منطقی است.

به علاوه داده‌هایی که کالیبره نشدند خطاهای (Error bar) بزرگی را نشان می‌دهند. در واقع خطوط عمودی که در نمودارها مشخص است نشان دهنده خطاهاست و خطاهای بزرگ بدین مفهوم است که کیفیت داده‌ها مناسب نیست.

اما داده‌هایی که کالیبره شدند یک رنج مقاومت معقول را نشان می‌دهند و همینطور مقاومت‌ها تغییرات

شدیدی را در پیوندهای مختلف ندارد بعلاوه خطاها در نمودارهای آبی رنگ بسیار کوچک است و این یعنی کیفیت داده‌ها جهت وارونسازی و مدل سازی مناسب است



شکل ۲. نتایج حاصل از پردازش داده‌ها با استفاده از الگوریتم اسمیرنوف. پنل‌های بالایی در هر ایستگاه نمودار فاز را نشان می‌دهد و پنل‌های پایینی نمودار مقاومت ویژه ظاهری. نمودارهای آبی رنگ نتایج پردازش با اعمال کالیبراسیون است و نمودارهای قرمز رنگ نتایج پردازش بدون کالیبره



کردن طیف.

## نتیجه گیری :

پردازش داده‌های مگنتوتلوریک یکی از مهمترین مراحل است که باید بر روی داده‌ی خام برداشت شده اعمال شود. پردازش داده‌ها، سبب حذف نوفه‌ها و داده‌های خارج از رده می‌شود و کیفیت داده‌هایی که قرار است برای مدل‌سازی و تفسیر به کار گرفته شوند افزایش می‌دهد.

در این مقاله مراحل پردازش داده بیان شد سپس تاثیر یکی از مهمترین مراحل پردازش یعنی کالیبراسیون مورد بررسی قرار گرفت. بدین صورت که داده‌های مربوط به میدان نفتی سه قنات توسط الگوریتم اسمیرنوف ابتدا بدون انجام کالیبراسیون پردازش شد و سپس همین داده‌ها با انجام کالیبراسیون پردازش شدند و نتایج به دست آمده در این دو حالت که شامل نمودارهای فاز و مقاومت ویژه بود با هم مقایسه شد. داده‌هایی که بدون کالیبراسیون پردازش شدند خروج از فاز را نشان می‌دهند و این بدین معنا است که این داده‌ها قابل مدل‌سازی نیستند. همچنین این داده‌ها مقاوت‌های بسیار بالا یا بسیار پایینی را نشان می‌دادند که با واقعیت زمین سازگاری ندارد. بعلاوه داده‌های بدون کالیبراسیون خطاهای بزرگی را نشان دادند که این یعنی کیفیت داده‌ی پردازش شده مناسب نیست. به طور کلی می‌توان گفت چنین داده‌هایی عملاً پاسخ زمین مورد مطالعه نیستند. از طرف دیگر با بررسی نتایج داده‌هایی که با کالیبراسیون پردازش شدند مشخص شد که این داده‌ها خروج از فاز ندارند و همین‌طور روند نمودارمقاومت ویژه منطقی است بعلاوه خطاها در این نمودارها کوچک است. مجموعه این عوامل نشان دهنده این است که چنین داده‌هایی کیفیت مناسبی جهت مدل‌سازی دارند و مدل به دست آمده از این داده‌ها منطبق بر ساختار حقیقی زمین خواهد بود.

## References

- Siegel, A.F., 1982. Robust regression using repeated medians, *Biometrika*, 69, 242-244.
- Smirnov, M. Yu., 2003. Magnetotelluric data processing with a robust statistical procedure having a high breakdown point. *Geophys. J. Int.*, 152, 1-7.
- Sternberg, B. K., Washburne, J. C., and Pellerin, L., 1988, Correction for the static shift in magnetotellurics using transient electromagnetic sounding. *Geophysics*, 53, 1459-1468
- Vozoff, K., 1971. "The magnetotelluric method, in *Electromagnetic methods in applied geophysics.*" M. N. Nabighian, Ed., Society of Exploration Geophysicists, Tulsa, Oklahoma, 1(B 461 - 011)

# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی

توجه: بررسی مقاله ای متون (مقدماتی)

کارگاه آنلاین  
بررسی مقابله ای متون (مقدماتی)

PROPOSAL  
پروپوزال

توجه: پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین  
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

ISI  
Scopus

توجه: آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو