



## بررسی ارتباط پهنه های گسلی ایندس - تفرش و تلخاب بردگرسانی به روش سنجش ازدور

فاطمه قرائیان<sup>۱</sup>، دکتر رضا نوزعیم<sup>۲</sup>، دکتر عبدالرحمن رجبی<sup>۳</sup>، دکتر امیر تقوی<sup>۴</sup>، دکتر ایمان معصومی<sup>۵</sup>

۱- کارشناس ارشد تکتونیک-دانشکده زمین شناسی -دانشکده علوم -دانشگاه تهران -ایران ghoraeianfateme@gmail.com

۲- استادیار- دانشکده زمین شناسی -دانشکده علوم -دانشگاه تهران -ایران nozaem@ut.ac.ir

۳- استادیار- دانشکده زمین شناسی -دانشکده علوم -دانشگاه تهران -ایران abdorrahmanrajabi.ut@gmail.com

۴- سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی

۵- شرکت تهیه و تولید مواد معدنی ایران iman\_4109@yahoo.com

### چکیده

سنجنده استر (Aster) توانایی منحصر به فردی برای نقشه برداری از مناطق معدنی دارد که می توان به توانایی تفکیک انواع سنگ های مختلف و بارزسازی دگرسانی ها در مطالعات زمین شناسی اشاره کرد. رزولوشن طیفی و مکانی باندهای این سنجنده باعث شده که متخصصان زمین شناسی بتوانند به خوبی از سنجنده استر در مطالعات مواد معدنی که دارای رخنمون هستند و نیز بارزسازی دگرسانی ها استفاده کنند. مطالعات مفیدی در زمینه نقشه برداری از مناطق معدنی دارای رخنمون که از لحاظ امکان دسترسی و انجام عملیات معمول نقشه برداری زمین شناسی به صورت فیلد صحرایی به دلیل وجود کوهستان های ناهموار دشوار است، انجام شده است. به منظور بارزسازی دگرسانی ها با استفاده از باندهای SWIR سنجنده استر و روش های پردازش تصویر، تحقیقات متعددی به ثبت رسیده است. در این تحقیق بارزسازی دگرسانی ها از روش سنجش از دور برای منطقه وسیع مابین گسل های ایندس در شرق محدوده و تلخاب در غرب محدوده مورد مطالعه، و تلفیق فازی استفاده شده که وسعت منطقه این پژوهش را منحصر به فرد کرده است. در این تحقیق از دو تصویر استر و روش نسبت باندی، آنالیز مولفه های اصلی و نقشه بردار زاویه طیفی برای تعیین زون های دگرسانی استفاده شده است.

### واژه های کلیدی

سنجش از دور، استر، دگرسانی،



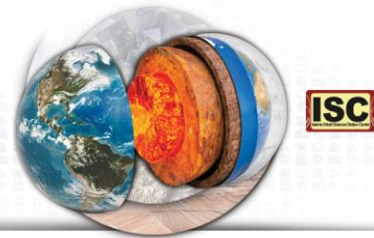
### ۱- زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

از دیدگاه جغرافیای منطقه مورد مطالعه در عرض‌های ۳۰° تا ۳۴°۵۰' شمالی و طول‌های ۳۰° تا ۴۹°۵۰' شرقی قرار دارد (شکل ۱) و از شمال به شهر ساوه و از جنوب به شهرهای فرمهین، آشتیان و دستجرد محدود می‌گردد. منطقه دارای آب و هوای نیمه خشک بوده و دارای پوشش گیاهی اندک می‌باشد اما به سمت غرب و جنوب غربی بر پوشش گیاهی افزوده می‌شود. از دیدگاه زمین‌شناسی، منطقه مورد مطالعه با روند عمومی شمال غربی-جنوب شرقی جزیری از پهنه ماگمایی ارومیه-دختر بوده و از غرب به گسل ایندس و از شرق به گسل تلخاب محدود می‌شود.

منطقه مورد مطالعه در شمال ایران مرکزی و کمان ماگمایی ارومیه-دختر قرار دارد (تصویر ۱). کمان ماگمایی ویژه‌ی فرورانش نئوتتیس (کمان ماگمایی ارومیه دختر) در حاشیه جنوب غربی شبه قاره‌ی ایران مرکزی به طول ۱۵۰ کیلومتر موازی درز زاگرس تشکیل شده است که همواره کانون توجه زمین‌شناسان بوده و از منظر تحولات ماگمایی و تکتونیکی، بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. فعالیت ماگمایی این ناحیه منطبق بر فعالیت کوهزایی آلپ-تامپوسن کرتاسه و یک کمربند تکتونیکی ترانفشاری پارگیوم است که سنگ‌های قسمت جنوب شرقی آن ویژگی جزایر کمانی و قسمت شمال غربی آن ویژگی جزایر کمانی را نشان می‌دهد. قسمت شمال غربی آن ویژگی‌های حاشیه فعال قاره‌ای را نشان می‌دهد (Saveh, 2018). بطور کلی مجموعه ارومیه دختر شامل سنگ‌های آتش فشانی آندزیت، داسیت، آندزیت بازالت، تراکی آندزیت و ریولیت با سری ماگمایی توله ایتی، کالک آلکان، آلکان غنی از پتاسیم و بطور محلی شوشونیتی است. که با پیروکلاستهای غالباً گلوپورا و روانه‌گذاره‌های ایگنیمبریتی همراه شده اند (آقانیاتی ۱۳۸۳). مجموعه ذکر شده در برخی مناطق از جمله تفرش با دایک و توده‌های دیوریتی و گرانودیوریتی قطع می‌شوند. برخی محققین به رابطه میان ماگماتیسم و این گسله‌های امتداد لغز در نوار ماگمایی ارومیه - دختر توجه داشته و آنها را بررسی کرده اند. بطوری که عده‌ای معتقدند ماگمای حاصل از فرورانش مایل لیتوسفر اقیانوسی نئوتتیس، به زیر پهنه‌ی ایران مرکزی در اواخر مزوزوئیک تا ابتدای سنوزوئیک، در راستای گسله‌های پی‌سنگی یادشده، در پوسته رخنه کرده است. بررسی‌های زمین‌ساختی و ریخت‌شناسی بیانگر آن است که همگرایی در طول پهنه آتش فشانی ارومیه - دختر به طور عمده بر روی این گسله‌های امتداد لغز راست بر مستهلک می‌شوند. با تحلیل تصاویر ماهواره‌ای و بازدید میدانی از قسمت مرکزی کمان ماگمایی ارومیه-دختر در ناحیه تفرش، به نظر می‌رسد سنگ‌های آذرین این ناحیه نیز از این قاعده مستثنی نبوده و تحت تاثیر فعالیت این گسل‌ها قرار گرفته اند [1].



شکل ۱ محدوده جغرافیایی منطقه مورد مطالعه بر روی نقشه ایران



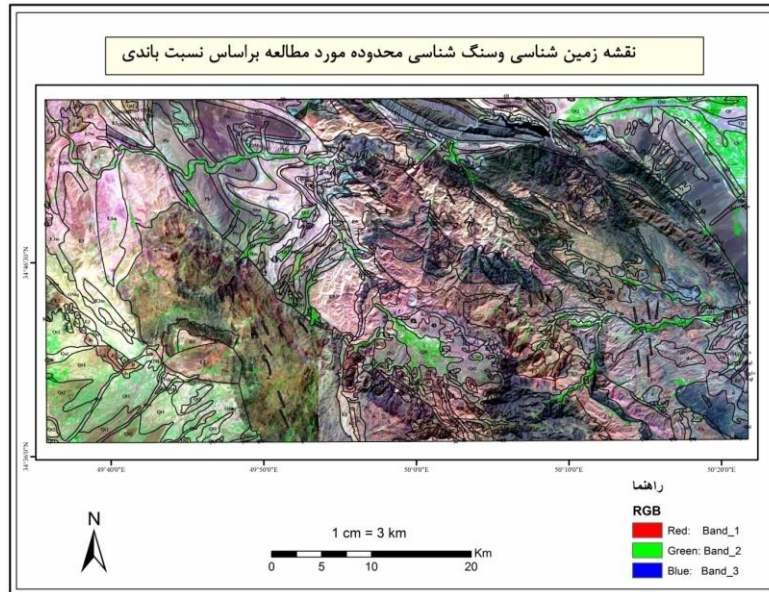
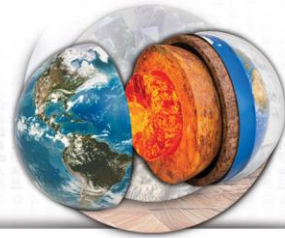
## ۲- گسل های مهم منطقه

۱-۲. **گسل ایندس** این گسل با طول تقریبی ۱۰۰ متر یکی از گسل های بنیادی منطقه است که از غرب شهر قم شروع و از شهرهای غرق آباد و نوبران می گذرد و تا شمال شرقی فامینین ادامه می یابد. [2] شیب و جهت این گسل در تمام طول آن ثابت نیست و در قسمت های شرقی به سمت جنوب غربی و در قسمت های غربی به سمت شمال شرقی است. باختری با تحدب به سمت شمال شرقی از ۱۸ کیلومتری جنوب غربی شهرستان ساوه می گذرد. این گسل در جهت خود ناپیوسته است و انتهای جنوب شرقی آن به دلیل پوشش کواترنری و زمین ساختی پیچیده در جنوب غربی قم به دلیل وجود گنبد های نمکی مشخص نیست. اما حرکت طولی آن به طور کلی مستقیم است. این گسل یک گسل نیست، بلکه از چندین گسل موازی تشکیل شده است. این گسل دارای یک مولفه فشاری معکوس نیز هست [1]. ۲-۲. **گسل تفرش** با طول تقریبی ۴۳ کیلومتر از غرب شهر تفرش تا روستای طریز در بخش جنوبی کوه امجک ادامه دارد در غرب خود به دو شاخه تقسیم می شود که یک شاخه به تاقدیس دخان و دیگری تا روستای تجرک امتداد یافته است. سازو کار این گسل معکوس با مولفه راستالغز متوسط راست بر، همسو با سایر گسل های حوضه قم-ساوه، شمال غربی جنوب شرقی هم راستاست و از شمال شهر تفرش عبور می کند [2]. ۲-۳. **گسل تلخاب** با طول تقریبی ۱۰۰ کیلومتر از شرق اراک شروع و تا شمال شرقی کمیجان ادامه پیدا می کند و دارای شیب بیش از ۸۰ درجه در جهت شمال شرقی می باشد. ۲-۴. **زون گسل قم** در نواحی جنوب و جنوب باختری قم سامانه های پیچیده ای از گسل های معکوس و امتداد لغز وجود دارد که نقش عمده ای در دگرشکلی پوسته ی قاره ای و الگوی ساختاری این منطقه دارند، گسل ها عمدتاً فعال بوده و در توپوگرافی، ریخت شناسی و ایجاد الگوی ساختاری نقش مهمی داشته اند. بیشتر گسل ها در قسمت جنوبی استان قم قرار دارند اما محدوده جنوب باختری زلزله خیزتر بوده و تاکنون شاهد رخداد زمین لرزه های گاه و بیگاه بوده است. ۲-۵. **گسل راندگی عزالدین** گسل معکوس عزالدین دارای طول کیلومتری شیبی حدود ۳۰ درجه به سمت شمال شرق و سازو کار فشاری باعث رانده شدن سنگ های آتشفشانی ائوسن شده به طوری که تنها در جنوب غرب روستای زورجین رخنمون کوچکی از این واحد بر روی سنگ های رسوبی الیگوسن رانده شده است. تا کنون گزارش زمین لرزه مشخصی در ارتباط با این گسل ثبت نشده است. ۲-۶. **گسل راندگی چاقر گسل** رانده چاقر با طول ۱۵ کیلومتر و راستای شمال غرب - جنوب شرق و شیب حدود ۲۵-۲۰ درجه به سوی شمال شرقی است. این گسل باعث راندگی بخش هایی از سنگ آهک، آهک ماسه ای، توف و مارن به سن ائوسن بر روی نهشته های مارن و سنگ آهک ائوسن و سنگ آهک و مارن الیگومیوسن شده است. این گسل مابین گسل تفرش در شمال شرق و گسل تلخاب در جنوب غرب قرار دارد و ناودیس تلخاب در فرادینواره آن شکل گرفته است. ۲-۷. **گسل عزالدین - راهجرد** از روستای عزالدین آغاز و از روستاهای دادغان، مشهد، بازرگان، آمره و موچان و شهر تفرش می گذرد و تا نزدیکی روستای راهجرد ادامه می یابد. این گسل باعث جابه جایی واحدهای کرتاسه تا واحدهای جوان تر از ائوسن شده است. گسل های تفرش و چاقر با برخورد به این گسل محدود شده و به سمت جنوب شرق ادامه ندارند. قدیمی ترین سنگ هایی که با این گسل بریده شده اند واحدهای تریاس و جوان ترین نهشته ها مربوط به کواترنری است. برداشت خش لغز سطح گسل و پهنه دگرریختی آن، معرف حرکت راست برگسل عزالدین - راهجرد است.

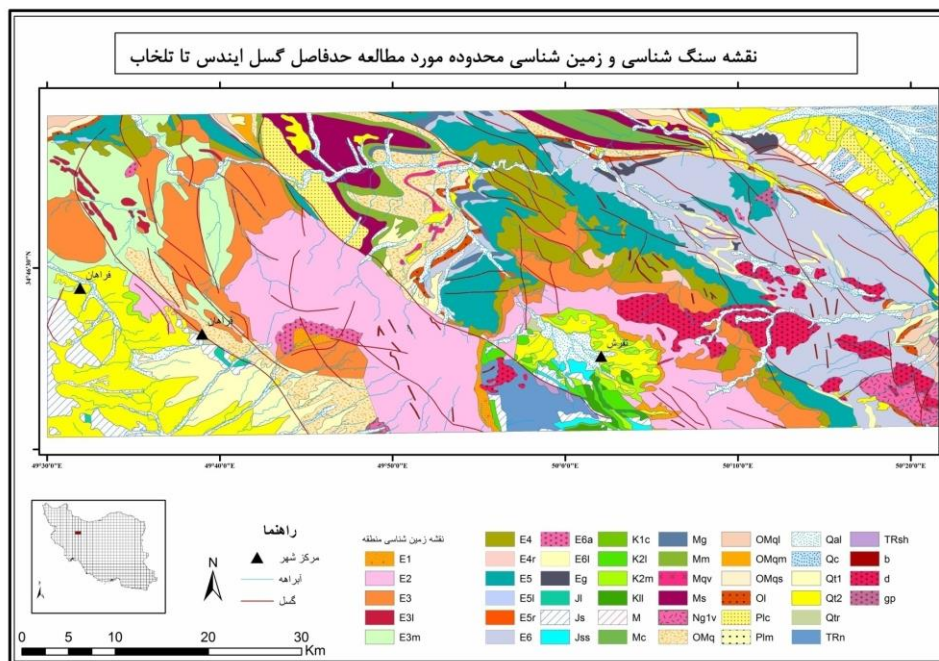
## ۳- روش تحقیق

به منظور بارزسازی دگرسانی ها ابتدا تصاویری که محدوده را پوشش می دهند داندود و سپس تصحیحات لازم را بر روی آنها انجام میدهم. در مرحله بعد دگرسانی ها را به کمک روشهای مختلف پردازش، بارزسازی میکنیم. همچنین نقشه گسلهای منطقه را با روشهای مختلف استخراج و با آن برازش می دهیم.





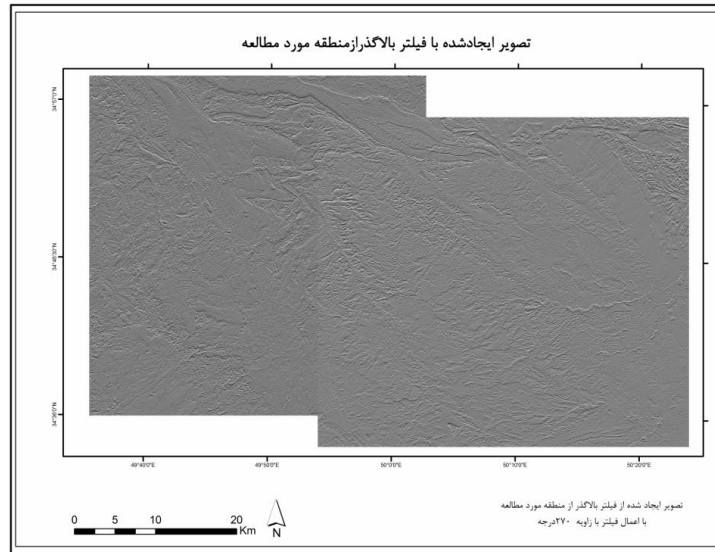
شکل ۲: مطابقت نقشه زمین شناسی منطقه با نقشه تهیه شده به روش نسبت بانندی.



شکل ۳: نقشه زمین شناسی و سنگ شناسی منطقه با برداشت از نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ ا.ق.م.



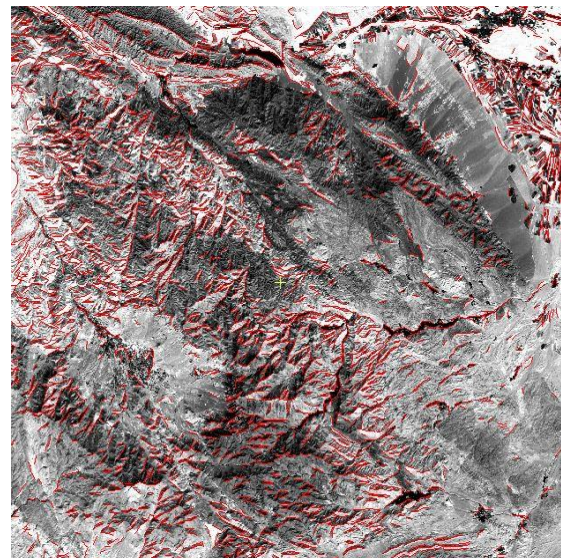
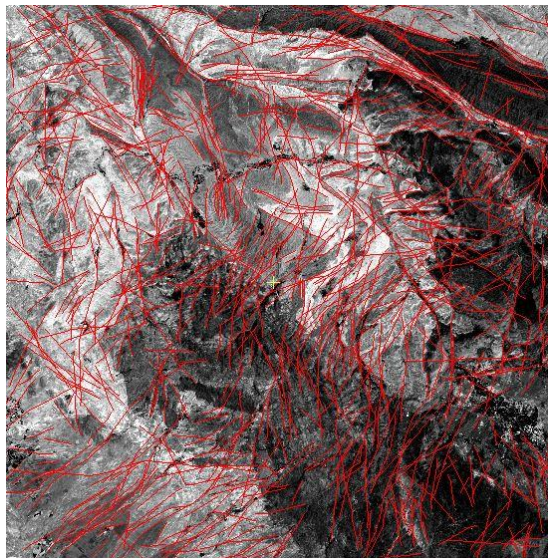




شکل ۵ تصویر اعمال فیلتر بالاگذر تصویر استرمحدوده مورد مطالعه

#### ۴-۲ استخراج گسلها از تصویر استر با نرم افزار PCI

با استفاده از قابلیت های برخی ماژول های تعبیه شده در نرم افزار Geomatica PCI استخراج خودکار خطواره انجام می گیرد و سپس به کمک تفسیر بصری و نشانه هایی که شامل جابه جایی لایه ها، رودخانه و ها مخروط افکنه ها، خطی شدن پوشش گیاهی، دره های خطی، پرتگاه های گسلی، تغییرات مربوط به لیتولوژی (رنگ و جنس)، تغییر ناگهانی شیب و سن لایه ها، قطع شدگی امتداد بیرون زدگی ها درزه ها و شکستگی است خطواره های شناسایی و استخراج می شوند.



شکل ۶ استخراج خطواره ها با پارامترهای خطواره کوتاه درست راست و پارامترهای خطواره های بلند درست چپ برای همان تصویر

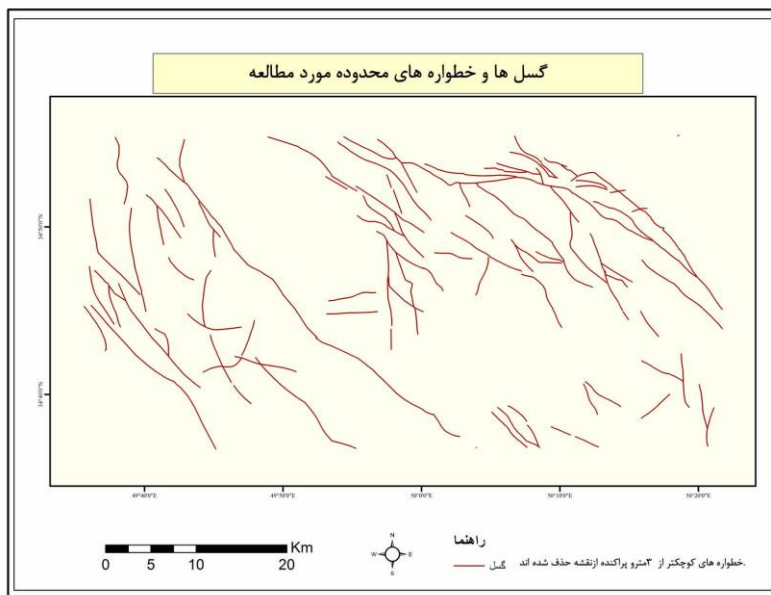
#### ۴-۳ روش بصری

که در این روش به کمک تصاویر گوگل ارث و بینگ، گسلها و شکستگیها رسم می شوند.

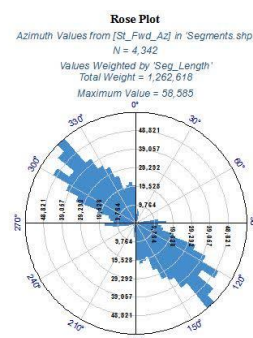
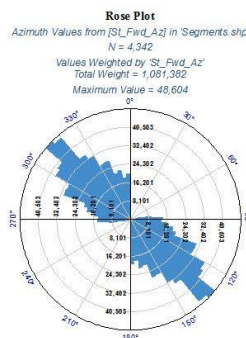


شکل ۷ ترسیم به روش بصری

در آخرین نقشه نهایی گسلهای منطقه به شکل زیر به دست می آید:



رز دیاگرام گسلها به شکل زیر ترسیم شدند که نمایش دهنده جهت و امتداد گسلهای اصلی و فرعی منطقه مورد مطالعه می باشند.



۵-شناسایی مناطق دگرسان به کمک سنجش از دور سنجش از دور دانش پردازش و تفسیر تصاویری است که حاصل ثبت تعامل انرژی الکترو مغناطیس و اشیا میباشد. و به معنای برداشت سطح زمین از فضا با استفاده از خصوصیات امواج الکترو مغناطیس منعکس یا





منتشر شده از سطح ایشیا است. داده‌های سنجش‌ازدور ماهواره‌ای به طور مؤثر در زمینه‌های مختلف زمین‌شناسی مانند نقشه‌برداری از لیتولوژی‌ها، اکتشافات مواد معدنی غیرفلزی، مطالعه مواد معدنی اقتصادی و ذخایر هیدروکربن مورد استفاده قرار می‌گیرند. سنجنده استر توانایی منحصر به فردی برای نقشه‌برداری از مناطق معدنی دارد که می‌توان به توانایی تفکیک انواع سنگ‌های مختلف منطقه در مطالعات زمین‌شناسی اشاره کرد. رزولوشن طیفی و مکانی باندهای این سنجنده باعث شده که متخصصان زمین‌شناسی که در گرایش اکتشافات مواد معدنی فعالیت دارند بتوانند به خوبی از سنجنده استر در مطالعات محدوده‌های اکتشافی که مواد معدنی دارای رخنمون هستند و منطقه فاقد پوشش گیاهی است استفاده کنند.

کلیه تغییرات شیمیایی و کانی‌شناسی که تحت تاثیر آبهای ماگمایی و گرمایی در سنگ ایجاد می‌شود را دگرسانی (Altration) می‌گوییم.

### ۵-انواع دگرسانی ها

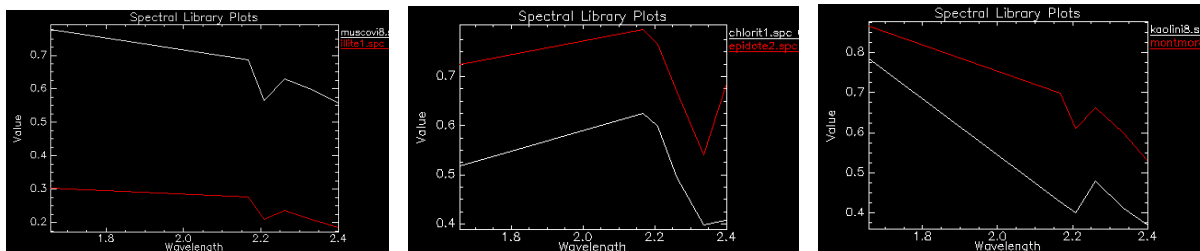
۱- دگرسانی پتاسیک ۲- دگرسانی آرژیلیک ۳- دگرسانی پروپلتیک ۴- دگرسانی فیلیک

### ۶- روش های پردازش تصاویر

محققان از روش‌های پردازش تصاویر مختلف مانند نسبت باندی، کشش ناهمبسته، آنالیز مولفه‌های اصلی (PCA)، نقشه بردار زاویه طیفی (SAM، روش طبقه‌بندی نظارت شده) و ... برای تعیین لیتولوژی‌های مختلف، ساختارها، زون‌های دگرسانی و بارزسازی کانی‌های مواد معدنی در مناطق دارای رخنمون استفاده کرده‌اند. در این تحقیق از دوتصویر استر و روش نسبت باندی، آنالیز مولفه‌های اصلی و نقشه بردار زاویه طیفی برای تعیین زون های دگرسانی و بارزسازی کانی های مواد معدنی استفاده شده است [2].

### ۱-۶ روش نسبت باندی

تقسیم باندی یا نسبت گیری باندی یکی از روشهای رایج در پردازش تصاویر ماهواره ای است. این روش شامل تقسیم کردن دو باند بر همدیگر است، باندی که میزان بازتابش از هدف مورد بررسی در آن بیشتر است، در صورت و باند دیگر که پدیده جذب از همان هدف برای همان هدف در آن بالاتر است در مخرج قرارمیگیرد. با بکار گیری این روش میتوان اثرات توپوگرافی و سایه را در تصویر از بین برد و اختلاف بین درجات روشنایی را آشکار کرد، همچنین برای تشخیص سنگها و مرز آنها نیز بکار میرود. در تصاویر ماهواره ای علاوه بر نسبت های ساده، میتوان ترکیبات پیچیده ای از باندها را نیز برای بارزسازی بیشتر عوارض بکار برد. این که چه باندی را در صورت و چه باندی را در مخرج بگذاریم در مقالات مختلف مورد مطالعه قرار گرفته و بصورت رفرنس آورده شده اما می توانیم بر اساس نموداری که رفتارطیفی که کانی مورد نظر به ما نشان می دهد نیز باندهای مناسب را انتخاب کنیم. برای دگرسانی آرژیلیک معمولا از نسبت باندی ۴ به ۵محدوده سوئیر (SWIR) استفاده می شود. این نسبت باتوجه به نمودار طیفی کانی کائولینیت و موریلونیت قابل درک است. باتوجه به اینکه باندی که بازتاب بیشتری دارد در صورت گذاشتیم دگرسانی آرژیلیک با پیکسلهای روشن در تصویر مشخص می شود. [6] به همین ترتیب باتوجه به نمودارطیفی کانی های کلریت واپیدوت که از کانی های شاخص زون دگرسانی پروپلتیک هستند از نسبت باندی ۹ به ۸ استفاده می کنیم. برای دگرسانی فیلیک باتوجه به نمودار طیفی کانی های ایلیت و مسکویت از نسبت باندی جمع دو باند ۷ و ۵ و تقسیم آن بر باند ۶ استفاده می کنیم.

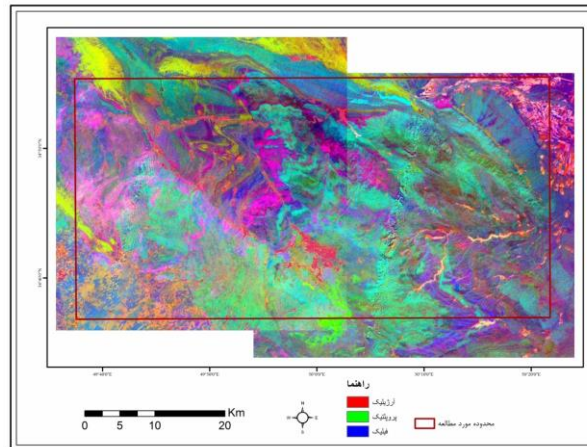


شکل ۸ نمودار طیفی کانی های کائولونیت و مونت مورلونیت زون دگرسانی آرژیلیک. نمودار طیفی کانی های کلریت و اپیدوت زون دگرسانی پروپلتیک. نمودار طیفی کانی های ایلیت و مسکویت زون دگرسانی فیلیک.





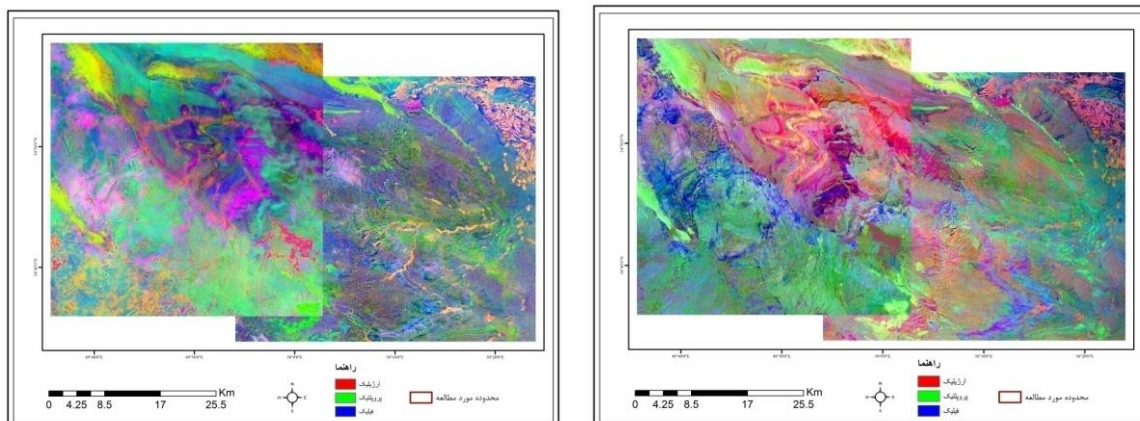
پس از اتمام انجام نسبت های باندی ، با نتایج به دست آمده یک تصویر کاذب رنگی درست می کنیم . آرژلیک را در باند قرمز ، پروپلیتیک رادرباند سبز و دگرسانی فیلیک را در باند آبی قرار می دهیم . نتیجه به دست آمده تصویر زیر می باشد:



شکل ۹ نتیجه نهایی پردازش به روش نسبت باندی - محدوده هایی با گام صورتی کم رنگ تا قرمز نمایانگر دگرسانی آرژلیک و محدوده های سبز رنگ وزرد نشان دهنده دگرسانی پروپلیتیک و مناطق با گام های آبی رنگ تا بنفش دگرسانی فیلیک می باشند.

#### ۶-۲ روش آنالیز مولفه های اصلی (Principal Component Analysis)

اطلاعات موجود در باندهای چند طیفی کمتر از تعداد باند دارند. بنابراین هدف از آنالیز مولفه های اصلی تعیین تعداد ابعاد موجود در یک مجموعه اطلاعات است. آنالیز مولفه های اصلی (PCA) تکنیک آماری قدرتمندی است که میتواند برای فشرده سازی تصاویر و از بین بردن اثرات ناخواسته استفاده شود. هدف از انجام این روش فشرده کردن مجموعه داده های چندطیفی در یک دستگاه مختصات جدید به منظور خارج کردن یا کاهش دادن اطلاعات زائدی است که در اثر تشابه و ارتباط میان باندها به وجود می آید. به بیان دیگر در این روش یک تبدیل اتفاق می افتد که در آن باندها تبدیل به مولفه می شوند که بین این مولفه ها برعکس باندها همبستگی وجود ندارد و در واقع همبستگی بین آنها از بین رفته است. برای به دست آوردن اطلاعات در این روش نیاز به تجزیه و تحلیل مولفه ها داریم. آنالیز مولفه های اصلی به دو صورت آنالیز استاندارد و آنالیز انتخابی انجام می شود. در روش آنالیز مولفه های اصلی استاندارد برای مولفه گرفتن از کل محدوده باندها استفاده می کنیم و در روش آنالیز انتخابی فقط بر روی باندهای خاص که بازتاب و جذب پدیده مورد مطالعه را شامل می شوند مولفه ها را تشکیل می دهیم [2].

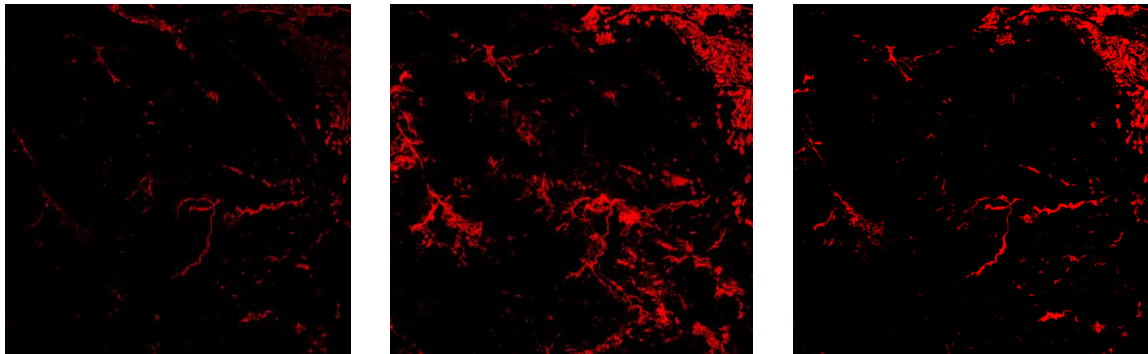


شکل ۱۰ نتیجه پردازش به روش آنالیز مولفه های اصلی استاندارد - نتیجه پردازش به روش آنالیز مولفه های اصلی انتخابی

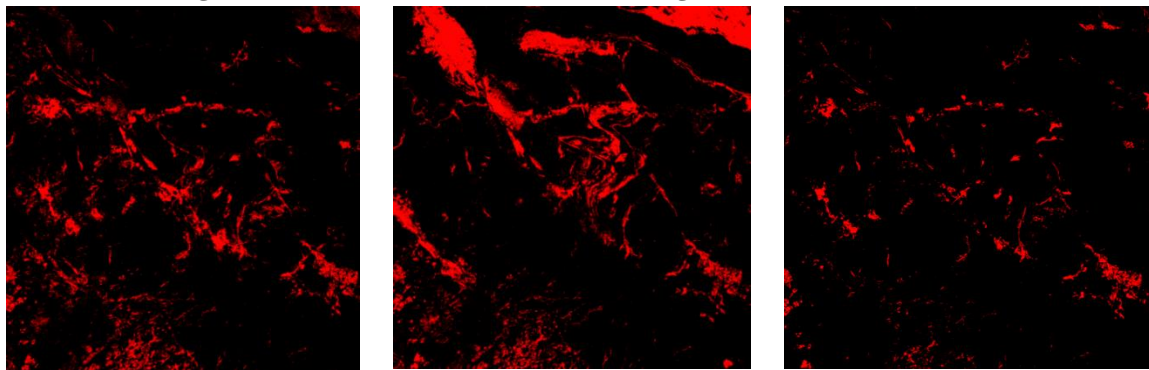


### ۳-۶ روش نقشه بردار زاویه طیفی Spectral Angle Mapper

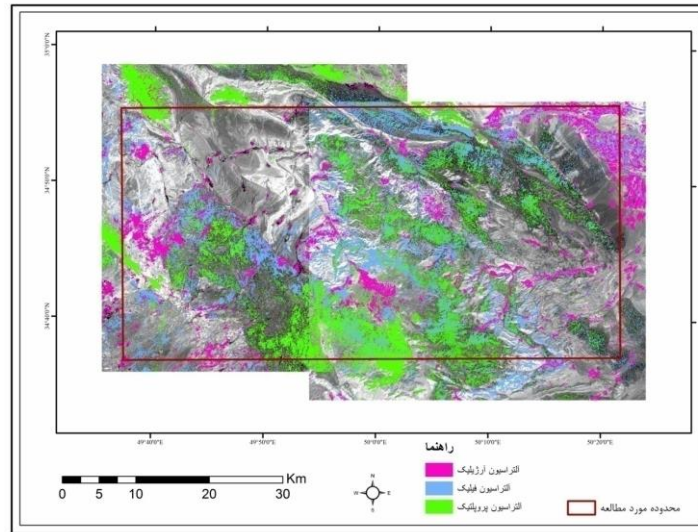
الگوریتم این روش به این صورت هست که برپایه مشابهت بین دو طیف انجام می شود. در این روش یک طیف خاص را به تصویر می دهیم و از آن می خواهیم که هر پیکسلی که طیفش مشابه با طیف مرجع ما هست به عنوان پیکسل هدف نشان دهد. در این روش دو طیف مورد نظر که یکی طیف کتابخانه ای ماهست و یکی طیف مورد مطالعه را در یک فضای جدید تبدیل به بردار می کند که ابعاد این فضا بستگی به تعداد باندهای ما دارد. وقتی طیف های ما در فضای جدید تبدیل به بردار شدند یک زاویه بین این دو بردار نظر می گیریم (زاویه آلفا). بر اساس زاویه آلفا پیکسل های هدف را که طیف آنها شبیه به طیف مرجع هست را نشان می دهد. مقدار زاویه آلفا بین صفر و یک است و اگر مقدار زاویه آلفا یک قرار دهیم کل تصویر را به عنوان هدف برای ما شناسایی می کند و هر چه مقدار آلفا به صفر نزدیکتر باشد ممکن است اطلاعاتی را از دست بدهیم. با پیدا کردن مقدار بهینه بارزسازی ما دقیقتر است. در واقع یک روش نظارت طبقه بندی شده است. در این روش به کمک فایل آماری که به نام رول ایمیج (Rule Images) خوانده می شوند زاویه بهینه استخراج و دگرسانی ها بارزسازی می شوند. در تصویر اول زاویه بهینه برای دگرسانی آرژیلیک ۰.۱۵، برای دگرسانی پروپلتیک ۰.۱۱ و برای دگرسانی فیلیک ۰.۰۷ می باشد. و در تصویر دوم زاویه بهینه برای دگرسانی آرژیلیک ۰.۱۶، زاویه بهینه برای دگرسانی پروپلتیک ۰.۱۳ و برای دگرسانی فیلیک ۰.۰۷ می باشد.



شکل ۱۵- از راست به چپ بارزسازی دگرسانی آرژیلیک پروپلتیک و فیلیک به روش نقشه بردار زاویه طیفی در تصویر اول



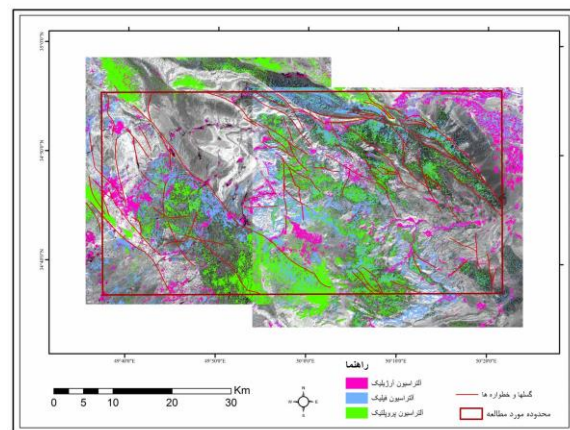
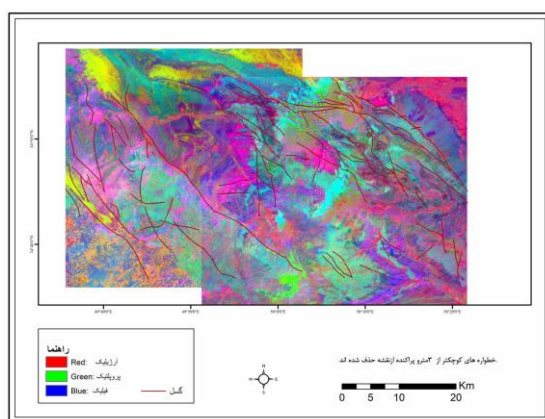
شکل ۱۶ از راست به چپ بارزسازی دگرسانی آرژیلیک پروپلتیک و فیلیک به روش نقشه بردار زاویه طیفی در تصویر دوم



شکل ۱۱ نتیجه نهایی پردازش به روش نقشه بردار زاویه طیفی

#### ۷- نتیجه گیری

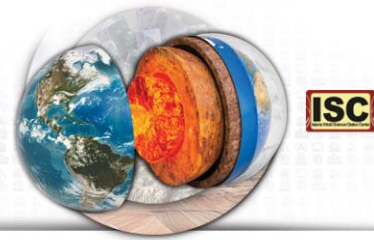
مطالعات دورسنجی انجام شده در محدوده باعث شناسایی و تفکیک انواع آلتراسیون ها شد. انجام روشهای مختلف مشخص کرد که دوروش بارزسازی آنالیز مولفه های اصلی و نسبت بانندی نتایج کاملا یکسان دارند اما در روش نقشه بردار زاویه طیفی مساحت محدوده های دگرسان به دست آمده اگرچه با روشهای دیگر اشتراک دارند اما تنها قسمتهایی که کانی مورد پردازش حضور پررنگ تری دارد به عنوان محدوده دگرسان بارز می شود (شکل ۱۷).



شکل ۱۸ سمت راست تطابق نقشه گسلهای منطقه و نتیجه بارز سازی دگرسانی به روش زاویه طیفی - سمت چپ تطابق نقشه گسلهای منطقه و نتیجه بارز سازی دگرسانی به روش نسبت بانندی

بنابراین دو روش نسبت بانندی و آنالیز مولفه های اصلی (انتخابی) دقت بالاتری دارند. مطالعات دورسنجی انجام شده در محدوده باعث شناسایی و تفکیک انواع آلتراسیون ها و نیز گسل ها و شکستگی ها شد که با نقشه زمین شناسی منطقه مطابقت دارد. به کمک نرم افزار جی آی اس مشخص شد که آرایش خطی بر روی گسل ها با امتداد شمال غربی - جنوب شرقی (NW-SE) که از لحاظ واحدهای لیتولوژی بر روی ولکانیک های ائوسن هستند نشان می دهد که برای بررسی ارتباطات گسلی و پهنه های دگرسانی بهتر است از روش نسبت بانندی و آنالیز مولفه اصلی (انتخابی) استفاده کنیم (شکل ۱۸).





منابع

- [1] Abdullah, A., Nassr, S., Ghaleeb, A., 2013. Landsat ETM-7 for Lineament Mapping using Automatic Extraction Technique in the SW part of Taiz area, Yemen. *Globa Journal of Human Social Science, Geography, Geo-Science, Environmental & Disaster Management* 13, 35–38.
- [2] Case, A.A., Tin, G., Ni, C., Zhang, S., Liu, C., Yan, Y., Li, Y., 2016. Lineament Length and Density Analyses Based on the Segment Tracing Lineament Length and Density Analyses Based on the Segment Tracing Algorithm : A Case Study of the Gaosong Field in Gejiu Tin Mine , China. <https://doi.org/10.1155/2016/5392453>
- [3] Hung, L.Q., Batelaan, O., De Smedt, F., 2005. Lineament extraction and analysis, comparison of LANDSAT ETM and ASTER imagery. Case study: Suoimuoi tropical karst catchment, Vietnam. *Remote Sensing for Environmental Monitoring, GIS Applications, and Geology* V 5983, 59830T. <https://doi.org/10.1117/12.627699>
- [4] Keshavarzi, R., Esmaili, D., Kahkhaei, M.R., Mokhtari, M.A.A., Kordlou, M., 2014. Mineral Chemistry and Magmatic Differentiation Evidences in the Neshveh Intrusion (NW Saveh, Central Iran). *Open Journal of Geology* 04, 262–288. <https://doi.org/10.4236/ojg.2014.46020>
- [5] Morley, C.K., Kongwung, B., Julapour, A.A., Abdolghafourian, M., Hajian, M., Waples, D., Warren, J., Otterdoom, H., Srisuriyon, K., Kazemi, H., 2009. Structural development of a major late Cenozoic basin and transpressional belt in central Iran: The Central Basin in the Qom-Saveh area. *Geosphere* 5, 325–362. <https://doi.org/10.1130/GES00223.1>
- [6] Petrovic, A., Khan, S.D., Chafetz, H.S., 2008. Remote detection and geochemical studies for finding hydrocarbon-induced alterations in Lisbon Valley, Utah. *Marine and Petroleum Geology* 25, 696–705. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2008.03.008>
- [7] Raeisi, D., Mirnejad, H., Sheibi, M., 2019. Emplacement mechanism of the Tafresh granitoids, central part of the Urumieh-Dokhtar Magmatic Arc, Iran: Evidence from magnetic fabrics. *Geological Magazine* 156, 1510–1526. <https://doi.org/10.1017/S0016756818000766>
- [8] Saveh, W., 2018. structural study and influence of Qom formation thickness on geometry of ‘  
Taheri, M., Ardalan, A.A., Emami, M.H., Zakariay, S.J.S., 2017. Petrology and Tectonic Setting of Volcanic Rocks in West and South West of Salafchegan, Qom, Iran. *Open Journal of Geology* 07, 745–767. <https://doi.org/10.4236/ojg.2017.76050>